



Abstract Volume 10th Swiss Geoscience Meeting

Bern, 16th – 17th November 2012

1. Educational research on Geoscience teaching and learning

sc | nat 

Swiss Academy of Sciences
Akademie der Naturwissenschaften
Accademia di scienze naturali
Académie des sciences naturelles

u^b

^b
**UNIVERSITÄT
BERN**

1. Educational Research on Geoscience Teaching and Learning

Sibylle Reinfried, Armin Rempfler & Marco Adamina

Association for Geographical Education Switzerland (VGD-CH)
Verband Geographie Schweiz (ASG)

TALKS:

- 1.1 Rempfler A.: Systems thinking – the key concept for geoscience teaching and learning. Avalanche training as a way of promoting it.
- 1.2 Adamina M.: Kompetenzen und Kompetenzentwicklungen von Schülerinnen und Schülern zur räumlichen Orientierung in der Primarstufe
- 1.3 Heer A. J.: Practical teaching of geography at high school level - experiences from own teaching practice.
- 1.4 Reinfried S., Tempelmann S.: Exploring secondary school students' conceptual understanding of hillslope springs through learning process analyses

POSTERS:

- P 1.1 Sauron A., Haslinger F.: Seismo at School – introducing seismology to the classroom in Switzerland
- P 1.2 Madonna E.: Fehlvorstellungen zum Thema Jahreszeiten und deren Änderungen durch den Unterricht

1.1

Systems thinking – the key concept for geoscience teaching and learning. Avalanche training as a way of promoting it.

Rempfler Armin⁺

⁺ Department for Teaching and Learning, University of Teacher Education Central Switzerland Lucerne, Töpferstrasse 10, CH-6004 Lucerne (armin.rempfler@phz.ch)

Following the state-of-the-art of different geoscience disciplines the “Educational Standards in Geography for the Intermediate School Certificate” (DGfG 2012) proclaim the systems concept as the fundamental concept of geography education (Fig. 1). According to the current state of knowledge, systems thinking (or more comprehensively, system competence) refers to the ability to recognise a complex segment of reality in its organisation and its behaviour as a system, and to act accordingly in a manner adequate for the system.

Snow avalanches are met with great interest among the population of Switzerland, since snow sport activities are very popular. However, there is also a tragic aspect, because most of the 25 avalanche victims per year are the ones who cause the (slab) avalanches in which they lose their lives. What makes dealing with avalanches so difficult is the fact that they exhibit numerous characteristics of dynamic systems such as openness, non-linearity, emergence, self-organised criticality, and limited predictability. But in contrast to comparable phenomena such as earthquakes, one individual can interact directly, especially in case of slab avalanches. While this circumstance makes avalanches dangerous, it also makes them particularly interesting for researching systems thinking.

Within the scope of a quasi-experimental study, including pre- and post-tests, the demand for the construction of a learning environment in order to effectively improve the competence of systems thinking about the topic of avalanches was the central goal. Therefore a teaching unit on the topic of avalanches, consisting of eight lessons, was initially developed as an intervention tool. Examples of such approaches introduced in greater detail in the presentation include an avalanche experiment (with everyday materials such as flour and salt) and a computer programme for simulating avalanches (Harvey 2006). A total of 555 students (13- to 14-year-old) in 30 classes participated, with 4 classes serving as the control group. A standardised questionnaire was used to collect variables such as subject knowledge and everyday ideas of avalanches as well as system competence for the topic of avalanches. The tool to measure the subject knowledge and everyday ideas was taken and adapted from a pilot study (Rempfler 2010a, b). To operationalise system competence (i.e. ‘system organisation’ and ‘system behaviour’), we followed a structural model which was derived from empirical studies and theoretical-conceptual works (Rempfler & Uphues 2011).

The results show that the everyday ideas of avalanches (mental models) immediately after the treatment are highly significant more differentiated than at time T1 and that this level remains high even after 6 to 8 weeks. In comparison, the control group shows no change or even a negative change. The trend for the system competence (and subject knowledge) of the students is similar, although somewhat less distinct. A multi-level analysis indicates that the mental models for ‘system organisation’ act as a predictor: students with more sophisticated mental models at time T2 achieved significantly higher ‘system organisation’ values than students with poorly differentiated mental models. Based on these results the question what elements of the intervention tool could have made a material contribution to changing the mental models and system competence will be discussed. Related and more fundamentally, the question arises what general conclusions for effectively promoting systems thinking can be derived.

REFERENCES

- DGfG – German Geographical Society Ed. 2012: Educational Standards in Geography for the Intermediate School Certificate, Bonn.
- Harvey, S. 2006: White Risk. Interaktive Lern-CD zur Lawinenunfall-Prävention, Davos.
- Rempfler, A. 2010a: Systems Concepts of Youths: Design and Results of an Explorative Pilot Study on the Topic of Avalanches. *DIE ERDE* 141/4, 341-359.
- Rempfler, A. 2010b: Fachliche und systemische Alltagsvorstellungen von Schülerinnen und Schülern zum Thema Lawinen. In Reinfried, S. Ed.: *Schülervorstellungen und geographisches Lernen*. Berlin: 55-85.
- Rempfler, A. & Uphues, R. 2011: System Competence in Geography Education. Development of competence models, diagnosing pupils’ achievement. *European Journal of Geography* 3/1, 6-22.

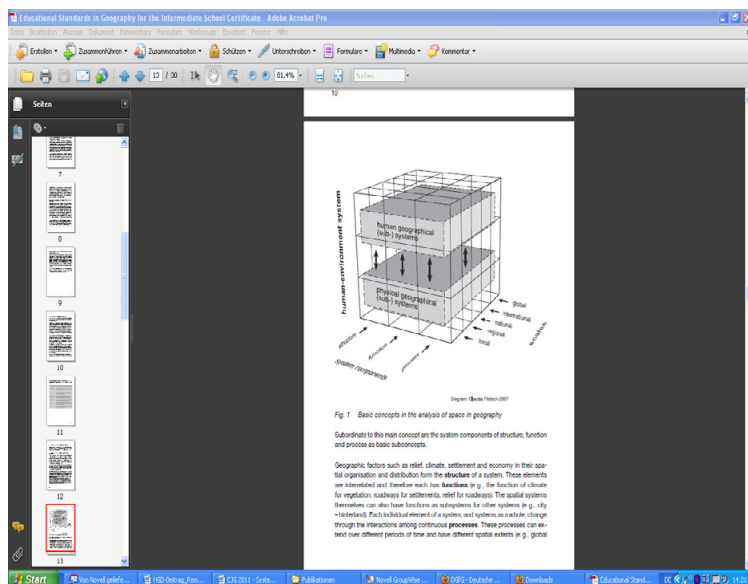


Figure 1. The human-environment system – basic concept in the analysis of space in geography education (DGfG, 2012, 12)

1.2

Kompetenzen und Kompetenzentwicklungen von Schülerinnen und Schülern zur räumlichen Orientierung in der Primarstufe

Adamina Marco

PHBern, Institut für Forschung, Entwicklung und Evaluation, Fabrikstrasse 2, CH-3012 Bern

Die stärkere Ausrichtung des Lernens auf die Förderung von Kompetenzen (Kompetenzorientierung in der Lehr- und Lernplanung und in der Unterrichtsentwicklung), die Einführung von Standards und damit verbunden auch eine veränderte Aufgaben- und Beurteilungskultur bedeuten für die fachdidaktische Forschung neue Herausforderungen. Dazu gehören die Kompetenzmodellierung und –diagnostik, Fragen zu Vorwissen und –können und zu Kompetenzentwicklungen der Lernenden sowie entsprechende Assessments.

Während zum Beispiel im Bereich der Mathematik und der Naturwissenschaften bereits über einen längeren Zeitraum – insbesondere im Anschluss an die Ergebnisse der TIMSS- und PISA-Untersuchungen – Forschungen und Entwicklungsarbeiten durchgeführt wurden und werden, besteht im Bereich der Geographiedidaktik und dabei insbesondere auch zum raum- und geographiebezogenen Lernen in der Primarstufe ein Mangel an Grundlagenarbeit und an Untersuchungen.

Im Projekt stehen Fragen der Kompetenzmodellierung, der Entwicklung von Kompetenzen und dabei auch der Unterschiedlichkeit von Entwicklungsverläufen von Lernenden zur räumlichen Orientierung in der Primarstufe im Vordergrund.

In der explorativ angelegten Studie werden, basierend auf einer theoretisch abgestützten Kompetenzmodellierung, eine Querschnitt- und eine Längsschnittuntersuchung zur Ausprägung und Entwicklung von Kompetenzen zur räumlichen Orientierung und zu räumlichen Vorstellungen von Schülerinnen und Schülern in der Primarstufe (3.-6. Schuljahr) durchgeführt. Es wird untersucht, welche Aspekte in welcher Form Einfluss auf die Kompetenzentwicklung haben. Zudem werden Fragen der Methodik und der Instrumentenentwicklung für die Erschliessung und Erhebung von Kompetenzentwicklungen bei jüngeren Schülerinnen und Schülern aufgenommen und entsprechende Verfahren erprobt.

Dazu wurden Testsituationen und -aufgaben entwickelt, getestet und nach einer weiteren Überarbeitung in sieben Klassen am Ende des 4. Schuljahres (n 142) und in sechs Klassen des 6. Schuljahres (n 122) im Rahmen der Querschnittuntersuchung eingesetzt. Parallel dazu wurden in einem Fragebogen Aspekte der schulischen und ausserschulischen Erfahrungen, des Interesses, der Selbsteinschätzung u.a. der Lernenden erhoben und ein Test zu Aufgaben zum räumlichen Denken und zur räumlichen Orientierung (aus dem Bereich Form und Raum in der Mathematik) durchgeführt. Die Erhebungen erfolgten im Rahmen von insgesamt fünf Unterrichtssequenzen à 2 Lektionen an den jeweiligen Schulen. Eine Sequenz wurde in Kleingruppen im Realraum absolviert.

Mit dem gleichen Setting – allerdings mit einer Erhebungssequenz weniger – wurde die Längsschnittuntersuchung im Sommer/Herbst in 9 Klassen des 3. Schuljahres (n 189) begonnen (Zeitpunkt 1 Anfang des 3. Schuljahres, gleichzeitig auch Querschnittuntersuchung 3.-6. Schuljahr 2011, Zeitpunkt 2 Ende des 4. Schuljahres im Frühling/Sommer 2013 und 3. Zeitpunkt Ende des 6. Schuljahres im Frühling/Sommer 2015)

Auf der Grundlage der ersten Auswertungsarbeiten wurden 39 Schülerinnen und Schüler der Klassen im Längsschnitt für ein fokussierendes Interview ausgewählt. Ziel dieser vertiefenden Erhebung ist es, noch näher an den Lernenden ergänzende Angaben, Aussagen und Kommentare zu erschliessen zur Kompetenzentwicklung, zu den Einflussfaktoren und zu den Rahmenbedingungen, welche die Ausprägung und Entwicklung von Kompetenzen beeinflussen. Die Interviews wurden im Februar/März 2012 geführt und werden momentan ausgewertet.

Bis im Spätherbst 2012 liegen erste Ergebnisse aus der Querschnittuntersuchung vor, welche Aussagen zu Kompetenzausprägungen insgesamt, zu Unterschieden zwischen den Ausprägungen bei einzelnen Schülerinnen und Schülern, Klassen und Schulstufen erlauben. Auf dieser Grundlage ist es auch möglich, eine erste Validierung der Kompetenzmodellierung und -erfassung (Struktur- und Entwicklungsmodell) im Bereich der räumlichen Orientierung auf der Primarstufe vorzunehmen. Die Ergebnisse dienen insbesondere auch dazu, Fragen und Aspekte der Kompetenzdiagnostik und -förderung im Hinblick auf die Unterrichtsentwicklung zu erörtern.

Im Vortrag werden insbesondere Fragen der Kompetenzmodellierung, methodologische Aspekte des Untersuchungsdesigns vorgestellt und zur Diskussion unterbreitet.

Zudem werden erste Ergebnisse aus der Querschnittuntersuchung dargelegt und Fragen dazu erörtert.

Schlagwörter: Kompetenzmodellierung, Kompetenzerwartungen, -ausprägungen, -entwicklungen; raum- und geographiebezogenes Lernen, räumliche Orientierung, Längsschnittuntersuchung Primarstufe

1.3

Practical teaching of geography at high school level - experiences from own teaching practice.

Heer Aleksandra Joanna*

* Institute of Geography, University of Bern, Hallerstrasse 12, CH-3012 Bern (heer@giub.unibe.ch)

Starting a high school geography class, one faces various levels of students' previous knowledge and their ideas about what geography is and how it should be taught are no less variable. Initial developing of common basics would be time consuming and an important ingredient of the geographical competence would be missing anyway: the sense of geographical processes carrying on around. Aiming at developing just this very specific ability of sensing complex natural and social processes in the geographical space, I often use the vehicle of the applied geosciences and foster students' practical contribution to the lessons. This being aware that far less geographic scientific theory may be imparted to the students, but based on repeated experience, that sustainable interest on geoscientific topics may be supported this way.

Two projects, selected from among the topics of physical geography and realised in 2000-2012 during my teaching contract at the Atelierschule in Zürich, are presented in following. All photos and figures are originally made by the students or by me. Both projects include extended field trips completing thematically the teaching in the classroom.

Geology project with a field trip of two days.

The geology may be a topic in the "Quarta", the starting gymnasium class. The initial instruction takes ca. two weeks' time in the classroom (15 lessons a week) and includes a) elements of geology and geomorphology of the region where the school is located, b) sedimentary processes and the construction of rocks, c) geotectonics, development of oceans and mountains, petrology, d) influence of geological processes on human societies, e.g. volcanoes, earthquakes, or selected deposits, e) field trip illustrating geotectonic processes and landscape evolution in a selected region. The last field trip, which will be reported here, was carried out in the Albulapass area.

Interdisciplinary project in surveying and mapping, in collaboration with mathematics.

Surveying is usually carried out on demand of a local authority, so the students know that their project is useful and will contribute to sustainable development of a municipality. It takes usually 1.5 weeks of fieldwork with surveying devises and final construction of a map. Following a student's report from such a project:

„Die Vermessung der Doline

Die Doline liegt oberhalb des Lai da Palpuogna am Hang zwischen zwei Geröllhalden. Das Wasser hat unter der Erde im Kalkgestein eine Höhle ausgewaschen bis die Decke der Höhle so dünn wurde, dass sie einstürzte und die Doline bildete.

Wir hatten die Aufgabe, die Doline zu vermessen. Um die Grösse der Doline zu bestimmen, steckten wir ein Polygon um sie herum ab. So konnten wir mit dem Theodolit die Winkel des Polygons und den Rand der Doline bestimmen. Mit dem Nivelliergerät massen wir die Steigung des Hanges. Das steile, schwierige Gelände erschwerte uns die Arbeit beträchtlich.

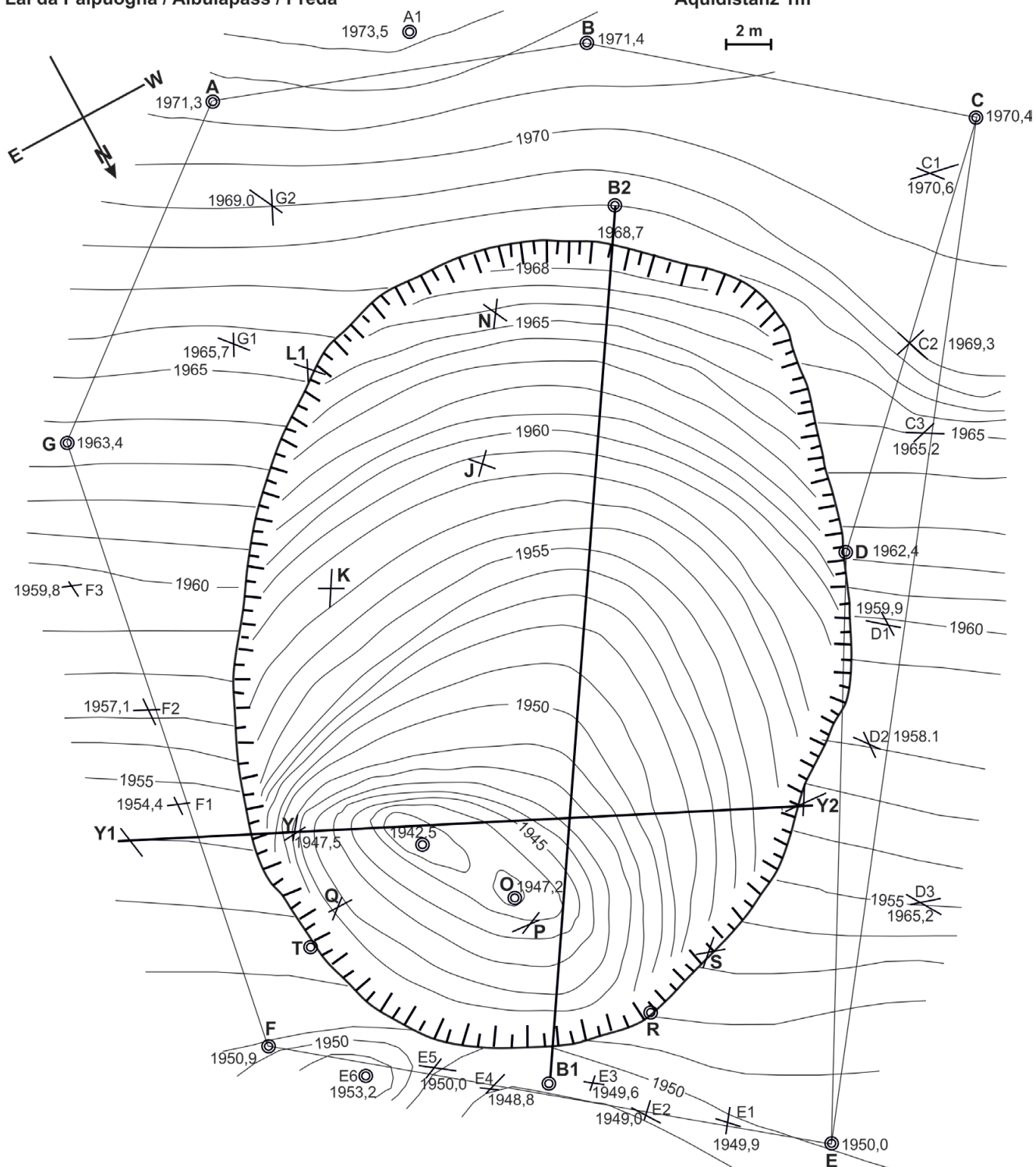
Um die Tiefe der Doline zu bestimmen, spannten wir ein Seil von oben bis unten. An diesem befestigten wir alle vier Meter eine Senkrecht hängende Schnur. Diese schnitten wir direkt über dem Boden ab. Die Schnüre wurden ausgemessen und mit diesen Massen konnten wir ein Höhenprofil zeichnen. Dasselbe machten wir für ein Querprofil. Aus diesen Profilen konnten wir die tiefste Stelle in der Doline errechnen.

Unsere genaue Vermessung wird in Zukunft sehr wichtig sein, um festzustellen, ob sich der Boden noch weiter bewegt. Der Albula-Tunnel ist sehr sanierungsbedürftig und um ihn während der Sanierungszeit nicht schliessen zu müssen steht die Frage, einen zweiten Tunnel zu bauen. Um aber bohren zu können, ohne dass die Doline weiter einstürzt (oder der See ausläuft), muss beobachtet werden können, ob sich die Doline bewegt.

Trotz des Regens und mit der Hilfe von Frau Heer konnten wir die Vermessung genau und ordentlich zu Ende bringen. Unsere Gruppe war motiviert und ehrgeizig. Es war uns ein Trost, zu wissen, dass wir nicht ohne guten Grund in Kälte und Nässe ausgeharrt haben um zu vermessen.“

Karstdoline im Dolomit westlich
Lai da Palpuogna / Albulapass / Preda

Maßstab 1:200
Äquidistanz 1m



1.4

Exploring secondary school students' conceptual understanding of hillslope springs through learning process analyses

Reinfried, Sibylle*, Tempelmann, Sebastian*

* University of Teacher Education Central Switzerland Lucerne, Department of Teaching and Learning, Töpferstr. 10, CH-6004 Lucerne, (sibylle.reinfried@phz.ch)

The relevance of teaching hydrological concepts in compulsory education is given by the fact that it has become a socio-political and future-orientated necessity to constitute an understanding of “water knowledge” (UNESCO-IHE, 2007). However, prior research has indicated that students of all ages show little understanding of hydrological processes (e.g. Reinfried, 2006). To better understand students' learning processes concerning hydrological issues and the difficulties related to them an analysis of 13-year old lower secondary school students' learning pathways when trying to understand the concept of hillslope springs and spring water pollution was conducted. Freshwater springs play an important role in the context of “water knowledge” because they are at the intersection of subsurface and surface water.

To better understand students' learning processes an explanatory in-depth investigation based on the case study method was employed (Reinfried et al., 2012). Based on the principles of constructivist learning theory and conceptual change theory (e.g. Vosniadou, 2008) we developed a learning environment aimed at deep understanding and mental model building of the hillslope spring concept. To better understand (1) how students construct their knowledge and (2) what their difficulties are in understanding the complex concept of hillslope springs, we subsequently conducted a learning process study in which we explored students' learning pathways when studying with our constructivist learning environment. The following research questions were addressed:

- In which way do lower secondary school students construct their mental models of hillslope springs when learning with our learning environment?
- Does in-depth learning and conceptual change occur and on what does it depend?
- What role does the pre-instructional knowledge play in the students' mental model building process?

Ten students of the 7th grade ($M_{age} = 12.4$ years, 5 boys, 5 girls) from a Swiss suburban middle school were selected for the analysis of their learning pathways. The study employed an instructional sequence embedded in a pre-/post-test design, providing quantitative and qualitative data. The students' knowledge and mental models of hillslope springs before and after the instruction were explored using a questionnaire that included 30 knowledge questions and a request to draw an annotated sketch of how they understand freshwater springs. During an instructional session, which took 60 minutes, two students, working in pairs, were guided through the learning process by a tutor. The students worked with worksheets, experiments and two physical models of freshwater springs. After the instructional session they were questioned about their learning difficulties in a one-on-one tutoring interview with each learner. The entire session was videotaped. The transcripts of the videotaped instructional session, students' annotated drawings, their answers to the questions in the questionnaires and the transcripts of the interviews served as database. Following the different steps of qualitative content analysis (Mayring, 2008), the video and interview transcripts, the drawings and texts were interpreted, systematically categorized, generalized and contrasted.

The synopsis of the data allowed an analysis of each student's learning process in relation to his or her pre-instructional knowledge. The analysis of the learning pathways showed that the pre-instructional knowledge had the most significant influence on mental model building and conceptual change. Students' who had no or only little prior knowledge about freshwater springs and who could only resort to general naïve ideas constructed new mental models that were very similar to the scientific model used in the learning environment. Their conceptual change concerned the change or adaption of their pre-instructional cognitive schemata. Students who showed elaborated but false mental models that were based on personal experiences with freshwater springs showed great difficulties in changing their personal mental models and adapting them to the scientific model. Apparently, their initial but false mental models, constructed through real world experience in social contexts and thus emotionally charged offered a greater subjective plausibility to them than did our teaching materials.

The results of this study are of great significance for instructors on all levels. Even if an appropriate, theory-based and effective learning environment is available to teach a certain topic, teaching for deep understanding involves:

1. analysing students' conceptions developed both before, during and after instruction using formative assessments,
2. finding and coordinating analogies and dissonance producing events that take the students' alternative conceptions into account and
3. integrating metacognitive sequences in the lessons in which the students' explain how they understand the topic in question and reflect about similarities and differences between their personal mental models and the scientific model. If instructors learn how to make use of mental model evolution strategies, their teaching for meaningful conceptual change will be more effective.

REFERENCES

- Mayring, P. 2008: *Qualitative Inhaltsanalyse*. Weinheim: Beltz Pädagogik.
- Reinfried, S. (2006). Conceptual Change in Physical Geography and Environmental Sciences through Mental Model Building: The Example of Groundwater, *International Research in Geographical and Environmental Education*, 15 (1), 41-61
- Reinfried, S., Tempelmann, S. & Aeschbacher, U. 2012: Addressing secondary school students' everyday ideas about freshwater springs in order to develop an instructional tool to promote conceptual reconstruction. *Hydrology and Earth System Science*, 16, 1365-1377.
- Vosniadou, S. (Ed.) 2008: *International Handbook of Research on Conceptual*. New York: Routledge.
- UNESCO-IHE 2007: *Water for a Changing World - Enhancing Local Knowledge and Capacity*. www.unesco-ihe.org/About/50-years-of-wise-water/Water-for-a-Changing-World-Enhancing-Local-Knowledge-and-Capacity (last access: 11 March, 2012).

P 1.1

Seismo at School – introducing seismology to the classroom in Switzerland

Sauron Anne*, Haslinger Florian*

* Swiss Seismological Service SED at the ETH Zürich, 8082 Zürich
(anne@sed.ethz.ch)

“Seismo at School” (www.seismoatschool.ethz.ch) is an educational program that aims to promote awareness of earthquake hazard and risk, and at the same time develops and provides material to use topics from earthquake science in school education, in a close collaboration between scientists and teachers.

As one part of the project, seismic stations are installed at schools and used to record real-time seismic activity. These stations meet, to a large extent, the technical standards of the national seismological monitoring networks operated by the Swiss Seismological Service (SED). Earthquake databases for classroom use are generated by compounding event data recorded at the school stations with data from broadband stations of the national network, and, for large global events, also with data from global scientific and school seismic networks. The installation of seismic stations in schools, and further operation of the stations by the schools, requires dedicated involvement and training of teachers. This is achieved by working directly with the involved teachers at schools in the form of workshops, and by offering seminar days at ETH Zurich in collaboration with the *focusTerra* earth science information center (www.focusterra.ethz.ch).

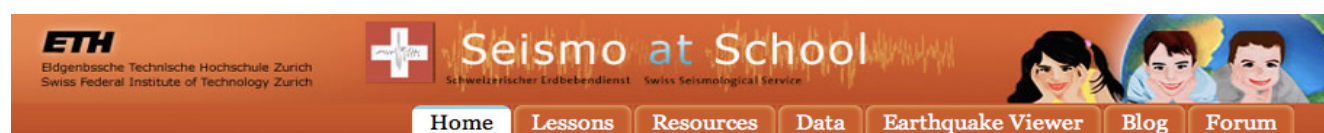
As a second part of the project, educational materials and concepts are developed in close collaboration with involved teachers, which can be used by all schools, irrespectively of whether they host a seismic station.

The rich collection of earthquake data together with tools & software for data analysis, online courses, movies, bibliographies, and the various educational materials are openly available on a web platform, thus creating a extensive resource center for educational activities.

Having been launched in 2010, the Seismo at School network today involves eight schools with their own seismic station, with the aim of installing a total of 26 stations in as many schools over the next years.

Seismo at School is also integrated in European and global school seismology activities and actively engages in collaborations to develop new materials, exchange data, and to foster connections among participating schools.

The Seismo at School project is partially sponsored by the Swiss Federal Office of the Environment (BAFU).



P 1.2

Fehlvorstellungen zum Thema Jahreszeiten und deren Änderungen durch den Unterricht

Erica Madonna*

* *Institute for Atmospheric and Climate science, ETH Zürich. Universitätstrasse 16, CH- 8092 Zürich
(erica.madonna@env.ethz.ch)*

Sommer, Winter, Frühling und Herbst sind vertraute Begriffe seit der Kindheit. Sie bezeichnen die Jahreszeiten, die das Jahr bei uns in verschiedene Perioden unterteilen. Jedoch nicht überall auf der Erde gibt es vier Jahreszeiten. An den Polen unterscheidet man nur das Sommer- und das Winterhalbjahr; innerhalb der tropischen Zone findet man hingegen nur Trocken- und Regenzeiten.

In Spontansituationen, wenn Leute die Entstehung der Jahreszeiten erklären sollen, wird häufig wie folgt argumentiert „Im Sommer ist es wärmer, weil die Erde näher an der Sonne ist“ (Alean 2009).

Diese Antwort stammt aus der intuitiven Überlegung, dass die Wärme zunimmt je mehr man sich einer Wärmequelle nähert. Alltagsvorstellungen sind mentale Konstrukte, welche das Vorstellungsbild aus Ausschnitten der Realität zusammensetzen (Reinfried 2006). Sie werden als Fehlvorstellung bezeichnet und sie spielen eine wichtige Rolle für die Wissenserwerbung (Vosniadou et al. 2001).

Im Rahmen meiner Geographielehrerbildung habe ich das Thema von Fehlvorstellungen im Geographieunterricht am Beispiel von Jahreszeiten untersucht. Das Ziel war es eine Unterrichtsstrategie zu entwickeln, die die Fehlvorstellungen zum Thema Jahreszeiten abbauen kann. Als Ausgangspunkt wurde das Vowissen der Schüler und Schülerinnen einer dritten Klasse (neuntes Schuljahr) erhoben. Basierend auf der 4-Phasen Strategie von S. Reinfried (Reinfried, 2006) zum Aufbau von mentalen Modellen im geowissenschaftlichen Unterricht wurde anschliessend eine Unterrichtseinheit geplant

REFERENCES

- Alean, J. 2009 : Unterrichtsmaterialien im Umfeld der Sekundarstufe: Entstehung der Jahreszeiten. Swisseduc.
 Reinfried, S 2006: Alltagsvorstellungen – und wie man sie verändern kann: Das Beispiel Grundwasser. *Geographie Heute* 243, 38-43.
 Vosniadou, S., Innides, C., Dimitrakopoulou, A. and Papadementriou, E. 2001: Designing learning environments to promote conceptual change in science. *Learning and Instruction* 11, 381-419.