



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Umwelt BAFU
Office fédéral de l'environnement OFEV
Ufficio federale dell'ambiente UFAM
Uffizi federal d'ambient UFAM

Veröffentlichungen zu angewandt-wissenschaftlichen Studien mit Bezug zum Grundwasser der Schweiz

Literaturzusammenstellung - Jahrgang 2013

Publications d'études en sciences appliquées en relation avec les eaux souterraines en Suisse

compilation de littérature pour l'année 2013

Inklusive Links zu Artikel-[Abstracts] (Um dem Link zu folgen: [\[klicken\]](#))
Liens vers les [abstracts] inclus (Pour suivre le lien : [\[cliquer\]](#))

Fachartikel Schweiz - articles spécialisés suisses

Kozel R.

Daniel Hunkeler: „In der Hydrogeologie wird der Klimawandel ein wichtiges Thema bleiben“ [1]

Aqua & Gas, 03/13, S. 8-9

Bucheli M.

Kurt Seiler: „Eine gute Leitlinie würde die Selbstkontrolle der Wasserversorger erleichtern“ [2]

Aqua & Gas, 03/13, S. 12-15

Page R., Huggenberger P.

Adaptative Trinkwasserüberwachung - Von der Messung zur Warnung [3]

Aqua & Gas, 03/13, S. 16-21

Schirmer M.

Das Record-Projekt - Flussrevitalisierung, eine ökologische Massnahme in einem komplexen Umfeld [4]

Aqua & Gas, 03/13, S. 22-28

Buchs U.

Revitalisierung von Fließgewässern - Eine Chance für Wasserversorgungen [5]

Aqua & Gas, 03/13, S. 30-34

Reinhard H.

Nitrosaminbestimmung in Wasserproben - Analyse mittels Isotopenverdünnung [6]

Aqua & Gas, 03/13, S. 36-42

Scheiwiller S., Figura S., Hoehn E., Haldimann P.

Klimaänderung und Karstquellenertrag - Zeitreihenanalyse des Ertrags der Pertusio-Quelle (TI) und Ursprung-Quelle (NW) [7]

Aqua & Gas, 07-08/13, S. 14-20

Malard A., Jeannin P.-Y.

Swisskarst : aquifères karstiques de Suisse - Une approche pour une meilleure gestion et exploitation des eaux souterraines karstiques [8]

Aqua & Gas, 07-08/13, S. 22-27

Figura S., Livingstone D. M., Hoehn E., Kipfer R.

Klima und Grundwasser - Rückblicke und Vorhersagen von Temperatur und Sauerstoff mittels historischer Aufzeichnungen [9]

Aqua & Gas, 07-08/13, S. 28-33

Hartmann D., Meylan B.

Engpässen rechtzeitig vorbeugen - Wichtigste Ergebnisse der Studie „Wasserversorgung 2025“ [10]

Aqua & Gas, 09/13, S. 16-24

Sicher P.

Spurenstoffe im Trinkwasser - Kommunikationsstrategie des SVGW unterstützt die Wasserversorger beim Umgang mit den Medien [11]

Aqua & Gas, 09/13, S. 50-55

Diem S., Schirmer M., von Rohr M. R.; Kohler H.-P. E., Hering J. G., von Gunten U.

Qualität des Uferfiltrats - Einfluss der klimabestimmten Variablen Temperatur und Abfluss [12]

Aqua & Gas, 11/13, S. 14-21

Meier C.

Grundwasser besser ergründen [13]

Aqua & Gas, 12/13, S. 93-94

Kozel R.

Grundwasser in der Schweiz [14]

aqua viva, 2/2013, S. 10-15

Fachartikel international - articles spécialisés internationaux

Cortes-Salazar F., Beggah S., van der Meer J. R., Girault H. H.S.

Electrochemical As(III) whole-cell based biochip sensor [15]

Biosensors & Bioelectronics, 47, p 237-242

Bucher K., Weisenberger T. B.

Fluid-induced mineral composition adjustments during exhumation: the case of Alpine stilbite [16]

Contributions to Mineralogy and Petrology, 166/5, p 1489-1503

Altdorff D., Epting J., van der Kruk J., Dietrich P., Huggenberger P.

Delineation of fluvial sediment architecture of subalpine riverine systems using noninvasive hydrogeophysical methods [17]

Environmental Earth Sciences, 69/2, p 633-644

Huggenberger P., Epting J., Scheidler S.

Concepts for the sustainable management of multi-scale flow systems: the groundwater system within the Laufen Basin, Switzerland [18]

Environmental Earth Sciences, 69/2, p 645-661

Jeannin, P.-Y., Eichenberger, U., Sinreich, M., Vouillamoz, J., Malard, A. Weber, E.

KARSYS: a pragmatic approach to karst hydrogeological system conceptualisation. Assessment of groundwater reserves and resources in Switzerland [19]

Environmental Earth Sciences, 69/3, p 999-1013

Morasch B.

Occurrence and dynamics of micropollutants in a karst aquifer [20]

Environmental Pollution, 173, p 133-137

Mächler L., Brennwald M. S., Kipfer R.

Argon concentration time-series as a tool to study gas dynamics in the hyporheic zone [21]

Environmental Science & Technology, 47/13, p 7060-7066

Huntscha S., Velosa D. M. R., Schroth M. H., Hollender J.

Degradation of polar organic micropollutants during riverbank filtration: complementary results from spatiotemporal sampling and push-pull tests [22]

Environmental Science & Technology, 47/20, p 11512-11521

Teuscher P., Aeschbach M.

Loetschberg Basistunnel / Loetschberg base tunnel [23]

Ernst & Sohn Special: Europas Lange Tunnel, p 3-14

Malard A., Jeannin P.-Y.

Characterisation of karst aquifers in Switzerland: the KARSYS approach [24]

European Geologist, 2013/35, p 59-63

Christe P., Amanzio G., Suozzi E., Mignot E., Ornstein P.

Global warming in the Alps: vulnerability and climatic dependency of alpine springs in Regione Valle d'Aosta (Italy) and Canton Valais (Switzerland) [25]

European Geologist, 2013/35, p 64-69

Huber E., Huggenberger P., Epting J., Schindler Wildhaber Y.

Zeitliche und räumliche Skalen der Fluss-Grundwasser-Interaktion: Ein multidimensionaler hydrogeologischer Untersuchungsansatz [26]

Grundwasser, 18/3, p 159-172

Stober I.

Die thermalen Karbonat-Aquifere Oberjura und Oberer Muschelkalk im Südwestdeutschen Alpenvorland [27]

Grundwasser, 18/4, p 259-269

Finger D., Hugentobler A., Huss, M., Voinesco, A., Wernli, H., Fischer D., Weber E., Jeannin P.-Y., Kauzlaric M., Wirz A., Vennemann T., Husler F., Schädler B., Weingartner R.

Identification of glacial meltwater runoff in a karstic environment and its implication for present and future water availability [28]

Hydrology and Earth System Sciences, 17/8, p 3261-3277

Stoll S., Franssen H.-J. H., Bardossy A., Kinzelbach W.

On the relationship between atmospheric circulation patterns, recharge and soil moisture dynamics in Switzerland [29]

Journal of Hydrology, 502, p 1-9

Freimann R., Buergmann H., Findlay S. E. G., Robinson C. T.

Response of lotic microbial communities to altered water source and nutritional state in a glaciated alpine floodplain [30]

Limnology and Oceanography, 58/3, p 951-965

Figura S., Livingstone D. M., Kipfer R.

Competing controls on groundwater oxygen concentrations revealed in multidecadal time series from riverbank filtration sites [31]

Water Resources Research, 49/11, p 7411-7426

Vouillamoz J., Malard A., Weber E., Jeannin P.-Y., Schwab Rouge G.

Mapping flood-related hazards in karst using the KARSYS approach: application to the Beuchire-Creugnat karst system (JU, Switzerland) [32]

13th Sinkhole Conference, 6.-10. Mai 2013, Carlsbad, New Mexico

Übersichtspublikationen – publications synoptiques

*Bundesamt für Umwelt BAFU
Office fédéral de l'environnement OFEV
Ufficio federale dell'ambiente UFAM*

Koordination wasserwirtschaftlicher Vorhaben - Die Abstimmung wasserwirtschaftlicher Vorhaben in und zwischen den Bereichen, den Staatsebenen und im Einzugsgebiet

Coordination des activités de gestion des eaux - Coordination intra- et intersectorielle, multi-niveaux et à l'échelle du bassin versant

Coordinamento delle attività di gestione delle acque - Un modulo dell'aiuto all'esecuzione Rinaturazione delle acque [33]

Umwelt-Vollzug - L'environnement pratique - Pratica ambientale, Nr. 1311, 58 S.

*Bundesamt für Umwelt BAFU
Office fédéral de l'environnement OFEV
Ufficio federale dell'ambiente UFAM*

Hydrologisches Jahrbuch der Schweiz 2009

Annuaire hydrologique de la Suisse 2009

Annuario idrologico della Svizzera 2009 [34]

Umwelt-Zustand - État de l'environnement - Stato dell'ambiente, Nr. 1321, 617 S.

*Bundesamt für Umwelt, Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie MeteoSchweiz
Office fédéral de l'environnement, Office fédéral de météorologie et de climatologie MétéoSuisse
Ufficio federale dell'ambiente, Ufficio federale di meteorologia e climatologia MeteoSvizzera*

Klimaänderung in der Schweiz - Indikatoren zu Ursachen, Auswirkungen, Massnahmen

Changements climatiques en Suisse - Indicateurs des causes, des effets et des mesures

Il cambiamento climatico in Svizzera (riassunto) - Indicatori riguardanti cause, effetti e misure [35]

Umwelt-Zustand - État de l'environnement - Stato dell'ambiente, Nr. 1308, 86 S.

Blanc P., Schädler B.

Das Wasser in der Schweiz [36]

Akademie der Naturwissenschaften Schweiz Scnat - Geosciences, FactSheet, 4 S.

Blanc P., Schädler B.

Das Wasser in der Schweiz – ein Überblick [37]

Akademie der Naturwissenschaften Schweiz Scnat - Geosciences, 28 S.

Blanc P., Schädler B.

L'eau en Suisse [38]

Académie suisse des sciences naturelles Scnat - Geosciences, FactSheet, 4 p.

Blanc P., Schädler B.

L'eau en Suisse – un aperçu [39]

Académie suisse des sciences naturelles Scnat - Geosciences, 28 p.

11th Swiss Geoscience Meeting

Lausanne, 15.-16. November 2013

<http://geoscience-meeting.scnatweb.ch/sgm2013>

Kauzlaric M., Schädler B., Weingartner R.

Customization of a hydrological model for the estimation of water resources in an alpine karstified catchment with sparse data [40]

Aschwanden L., Diamond L. D., Ramseyer K., Mazurek M., Fallick T., Donnelly T.

Development of porosity in the Upper Muschelkalk carbonate aquifer, NE-Switzerland: relevance for geothermal energy and gas storage [41]

Gasperini G., Amadori M., Pera S., Bronzini S., Toscani A.

Geochemical characterization of Chiasso aquifer [42]

Malard A., Vouillamoz J., Weber E., Jeannin P.-Y.

Geometric and hydrological characterization of karst-system combining KARSYS approach and simulation tools - Application to Beuchire/Creugenat and Bonnefontaine/Voyeboeuf karst systems (JU, Switzerland) [43]

Rabin M., Sue C., Champagnac J. D., Eichenberger U.

Geomorphology approach in karstic domain: importance of underground water [44]

Alt-Epping P., Diamond L. W.

Numerical simulation of fluid-rock interaction upon CO₂ injection into the Muschelkalk aquifer in N-Switzerland [45]

Ohne Gewähr / Ohne Anspruch auf Vollständigkeit

Sans garantie ni prétention quant à l'exhaustivité

BAFU – OFEV / 31.01.2014

Abstracts

Fachartikel Schweiz - articles spécialisés suisses

1. Daniel Hunkeler: „In der Hydrogeologie wird der Klimawandel ein wichtiges Thema bleiben“

Das Nationale Forschungsprogramm NFP 61 will wissenschaftlich fundierte Grundlagen zum künftigen Umgang mit Wasser bereitstellen. Es verfügt über einen Finanzrahmen von zwölf Millionen Franken und dauert ab Januar 2010 vier Jahre. Die Praxisrelevanz wird im Programm stark gewichtet. Aqua & Gas stellt in dieser Ausgabe das Projekt «Einfluss des Klimawandels auf die Grundwasservorkommen» vor. Im Rahmen eines Interviews geben Projektleiter Daniel Hunkeler und sein Team vom Zentrum für Hydrogeologie und Geothermie (CHYN) der Universität Neuenburg und der Eawag Einblick ins Projekt. Die Fragen hat Ronald Kozel vom BAFU formuliert.

2. Kurt Seiler: „Eine gute Leitlinie würde die Selbstkontrolle der Wasserversorger erleichtern“

Das Interkantonale Labor (IKL), das in Schaffhausen seine Räumlichkeiten hat, ist für den Vollzug der Lebensmittelgesetzgebung in den vier Kantonen Appenzell Innerrhoden und Appenzell Ausserrhoden, Glarus und Schaffhausen zuständig. Ausserdem hat der Kanton Schaffhausen dem IKL den Vollzug des Umweltrechts übertragen. Amtsleiter Kurt Seiler stellt im Interview die vielfältigen Aufgaben des IKL vor und gibt zu aktuellen Fragen aus dem Themenkreis Trinkwasser und Gewässerschutz Auskunft.

3. Adaptive Trinkwasserüberwachung - Von der Messung zur Warnung

Die adaptive Trinkwasserqualitätsüberwachung stellt eine Möglichkeit der Qualitätssicherung im Sinn des HACCP-Konzepts in komplexen Wasserversorgungsgebieten dar. Multivariate Auswertungen von Wasserqualitätsparametern, optimierte Messstandorte und Prozessverständnis bieten die Grundlage für rasche Entscheidungen bei der Steuerung einer Wasserversorgung. So kann eine qualitative Beeinträchtigung des Trinkwassers vermieden werden.

4. Das Record-Projekt - Flussrevitalisierung, eine ökologische Massnahme in einem komplexen Umfeld

Im interdisziplinären RECORD-Projekt wurden die komplexen hydro(geo)logischen, morphologischen, biogeochemischen und ökologischen Wechselwirkungen an einem revitalisierten und zwei kanalisierten Flussabschnitten an der Thur untersucht. Ohne Prozessverständnis können Vorhersagen über die Entwicklung von revitalisierten Standorten nur Spekulationen sein. Eine Zusammenarbeit von Entscheidungsträgern, der Bevölkerung und der Wissenschaft sind essenziell.

5. Revitalisierung von Fliessgewässern - Eine Chance für Wasserversorgungen

Die Revitalisierung von Fliessgewässern im Einzugsgebiet von Wasserfassungen stellt für viele Trinkwasserversorgungen ein Schreckgespenst dar. Es geht auch anders. Das Beispiel der Töss bei Winterthur zeigt, dass die Koexistenz von Aufwertungsmassnahmen am Fliessgewässer und Grundwasserschutz sehr wohl möglich ist.

6. Nitrosaminbestimmung in Wasserproben - Analyse Mittels Isotopenverdünnung

Bei der Bearbeitung von Fragestellungen zu Abbauprodukten von Pflanzenschutzmitteln wurde festgestellt, dass aktuelle Daten zum Hintergrundvorkommen von Nitrosaminen in Wasser in der Schweiz fehlten. Diese Lücke soll mit der vorliegenden Arbeit geschlossen werden. Nitrosamine gelten als krebserregende Substanzen, sie finden sich in Lebensmitteln, Abwasser und Trinkwasser. In der Schweiz sind die Nitrosamingehalte im Trinkwasser nicht explizit geregelt, die WHO schlägt einen Richtwert von 100 ng/l für N-Nitrosodimethylamin (NDMA) vor. Aus den Untersuchungen ging hervor, dass die Nitrosaminkonzentrationen in der Schweiz weit unter dem

WHO-Richtwert liegen

7. Klimaänderung und Karstquellenertrag - Zeitreihenanalyse des Ertrags der Pertusio-Quelle (TI) und Ursprung-Quelle (NW)

Langjährige Ertragsmessungen der Pertusio-Quelle (TI) und der Ursprung-Quelle (NW), deren Auslaufkoeffizienten sich nicht stark unterscheiden, wurden auf eine mögliche Beeinflussung durch die Klimaänderung untersucht. Die Zeitreihe der Erträge wurde in eine saisonale Komponente und in eine Trendkomponente zerlegt. Zwischen 1992 und 2010 zeigten sich bei beiden Quellen keine Veränderungen in der Saisonalität und in den langfristigen Trends, welche Rückschlüsse auf Folgen einer Klimaänderung erlauben würden.

8. Swisskarst : aquifères karstiques de Suisse - Une approche pour une meilleure gestion et exploitation des eaux souterraines karstiques

En Suisse, les aquifères karstiques couvrent 20% du territoire et représentent 80% des réserves en eau souterraine. Paradoxalement ils sont peu ou pas étudiés car les approches et outils existants ne sont pas satisfaisants pour fournir une vision de la ressource et de son potentiel. A travers le projet Swisskarst, l'ISSKA développe une approche scientifique et pragmatique de ces milieux à l'hydrogéologie singulière.

9. Klima und Grundwasser - Rückblicke und Vorhersagen von Temperatur und Sauerstoff mittels historischer Aufzeichnungen

Historische Messungen zeigen, dass das Grundwasser in gewissen Aquiferen stark auf Änderungen des grossskaligen Klimas und der Lufttemperatur reagiert und sich deshalb in der Vergangenheit deutlich erwärmt hat. Den grössten Anteil an dieser Erwärmung hatte ein sprunghafter Anstieg Ende der 1980er-Jahre. Eine zukünftige Erhöhung der Grundwassertemperatur, wie sie in dieser Studie prognostiziert wird, könnte unter Umständen zu einem zeitweiligen Rückgang der Sauerstoffkonzentration führen.

10. Engpässen rechtzeitig vorbeugen - Wichtigste Ergebnisse der Studie „Wasserversorgung 2025“

Die Trinkwasserversorgung bleibt in der Schweiz auch künftig gewährleistet – selbst unter der Annahme einer starken Klimaerwärmung mit häufigeren Trockenperioden. Zu diesem Ergebnis kommt die Studie «Wasserversorgung 2025». Um lokalen Verknappungen und weiteren Risiken entgegenzuwirken, schlägt die Studie einen Katalog von zehn Massnahmen vor. Sie orientieren sich an den übergeordneten und langfristigen Zielen der SVGW-Empfehlung zur strategischen Planung der Wasserversorgung. Im Vordergrund stehen damit die Kriterien Versorgungssicherheit, Werterhaltung der Infrastruktur, Wasserqualität, wirtschaftliche Effizienz sowie der Schutz der Ressourcen.

11. Spurenstoffe im Trinkwasser - Kommunikationsstrategie des SVGW unterstützt die Wasserversorger beim Umgang mit den Medien

Spurenstoffe in den Gewässern und letztlich im Trinkwasser sind in der Öffentlichkeit zum sensiblen und kontrovers diskutierten Thema geworden, das an Brisanz noch gewinnen dürfte. Das Verunsicherungspotenzial der Konsumentinnen und Konsumenten ist gross. Bisher gab es keine Weisung oder Empfehlung, wie die Wasserversorgungsbranche mit dem Thema Spurenstoffe kommunikativ umgehen soll. Nun hat der SVGW eine entsprechende Kommunikationsstrategie erarbeitet und erste Massnahmen eingeleitet.

12. Qualität des Uferfiltrats - Einfluss der Klimabestimmten Variablen Temperatur und Abfluss

Probennahmekampagnen an einem Uferfiltrationssystem und Säulenversuche haben gezeigt, dass die meiste Zehrung des Sauerstoffs bei hohen Temperaturen (>20° C) wahrscheinlich dem Abbau des im Sediment gebundenen partikulären organischen Materials zuzuschreiben ist. Nitrat pufferte das Redoxsystem, Mangan-/Eisen-reduzierende Verhältnisse wurden im Sommer nicht beobachtet. Bei zukünftigen Hitzewellen können eine Zehrung des Nitratpuffers und eine damit verbundene Freisetzung von Mangan und Eisen jedoch nicht ausgeschlossen werden.

13. Grundwasser besser ergründen

Der Klimawandel wirkt sich aufs Grundwasser aus, was auch negative Folgen für die Trinkwasserversorgung haben könnte. Wie diese aussehen könnten, diskutierten Vertreter von Forschung, Praxis und Verwaltung innerhalb des 5. Symposiums «Anpassung an den Klimawandel», das Ende August in Bern stattfand.

14. Grundwasser in der Schweiz

Grundwasser gibt es in der Schweiz fast überall. Es füllt die Hohlräume im Untergrund, wird durch Niederschlags- und Flusswasser neu gebildet und ist damit Teil des Wasserkreislaufs. Auch wenn man es dabei nur selten zu Gesicht bekommt – wie zum Beispiel an Quellaustritten – so beeinflusst es doch auf vielfältige Weise unser tägliches Leben. Grundwasser wird für unterschiedliche Zwecke entnommen. Insbesondere ist es die Ressource für unser wichtigstes Lebensmittel, das Trinkwasser, denn der Untergrund ist Wasserspeicher und Wasserfilter gleichermassen. Grundwasser wird zudem mehr und mehr energetisch genutzt, ist die Lebensgrundlage für ökologisch wichtige Feuchtgebiete und stellt mit seinen zahllosen Quellaustritten, Höhlenbächen und der Speisung von Fliessgewässern ein landschaftsprägendes Element dar. Grundwasser gilt es nachhaltig zu bewirtschaften und zu schützen, um seine zahlreichen Funktionen zu sichern.

15. Electrochemical As(III) whole-cell based biochip sensor

The development of a whole-cell based sensor for arsenite detection coupling biological engineering and electrochemical techniques is presented. This strategy takes advantage of the natural *Escherichia coli* resistance mechanism against toxic arsenic species, such as arsenite, which consists of the selective intracellular recognition of arsenite and its pumping out from the cell. A whole-cell based biosensor can be produced by coupling the intracellular recognition of arsenite to the generation of an electrochemical signal. Hereto, *E. coli* was equipped with a genetic circuit in which synthesis of beta-galactosidase is under control of the arsenite-derepressible *arsR*-promoter. The *E. coli* reporter strain was filled in a microchip containing 16 independent electrochemical cells (i.e. two-electrode cell), which was then employed for analysis of tap and groundwater samples. The developed arsenic-sensitive electrochemical biochip is easy to use and outperforms state-of-the-art bacterial bioreporters assays specifically in its simplicity and response time, while keeping a very good limit of detection in tap water, i.e. 0.8 ppb. Additionally, a very good linear response in the ranges of concentration tested (0.94 ppb to 3.75 ppb, $R^2=0.9975$ and 3.75 ppb to 30 ppb, $R^2=0.9991$) was obtained, complying perfectly with the acceptable arsenic concentration limits defined by the World Health Organization for drinking water samples (i.e. 10 ppb). Therefore, the proposed assay provides a very good alternative for the portable quantification of As (III) in water as corroborated by the analysis of natural groundwater samples from Swiss mountains, which showed a very good agreement with the results obtained by atomic absorption spectroscopy.

16. Fluid-induced mineral composition adjustments during exhumation: the case of Alpine stilbite

Stilbite is locally present as a very late mineral on fractures and fissures of granitic basement in the Central Swiss Alps. Stilbite samples from the Gotthard rail base tunnel provide evidence that they originally formed as a K-absent variety at depth. However, all stilbite samples from surface outcrops above the tunnel display significant potassium concentrations. Interestingly, water from fractures in the tunnel (at 50 A degrees C) is oversaturated with respect to stilbite and essentially potassium-free whereas waters from high-Alpine brooks above the tunnel (and at other high-Alpine areas) have unusually high K/Na ratios. The data suggest that stilbite that may actively form on fissures at tunnel level as a K-absent variety by precipitation from water. Older stilbite that originally formed as coatings on fracture walls was gradually exhumed and uplifted and finally reached the today's erosion surface about 2,000 m above the tunnel. However, the stilbite reaches the erosion surface as a K-rich variety as a result of interaction of the original low-K stilbite with surface water and near-surface groundwater. This leads to the conclusion that minerals once formed at depth may significantly change their composition once they reach the ground water zone on their way to the erosion surface. In the case of the stilbite, if surface outcrops would have been the only source of samples and data, the K-rich composition could have been mistaken for the composition of the mineral when it formed, which is not the case. Late-stage compositional readjustments may be difficult to discern in samples from surface outcrops. The provided data show that original mineral compositions may be adjusted by late-stage water-rock interaction in a highly selective way.

17. Delineation of fluvial sediment architecture of subalpine riverine systems using noninvasive hydrogeophysical methods

River management and restoration measures are of increasing importance for integrated water resources management (IWRM) as well as for ecosystem services. However, often river management mainly considers engineering and construction aspects only and the hydrogeological settings as the properties and functions of ancient fluvial systems are neglected which often do not lead to the desired outcome. Knowledge of the distribution of sediment units could contribute to a more efficient restoration. In this study, we present two noninvasive approaches for delineation of fluvial sediment architecture that can form a basis for the restoration, particularly in areas where site disturbance is not permitted. We investigate the floodplain of a heavily modified low-mountain river in Switzerland using different hydrogeophysical methods. In the first approach, we use data from electromagnetic induction (EMI) with four different integral depths (0.75–6 m) and gamma-spectrometry as well as the elevation data as input for a K-means cluster algorithm. The generated

cluster map of the surface combines the main characteristics from multilayered input data and delineates areas of varying soil properties. The resulting map provides an indication of areas with different sedimentary units. In the second approach, we develop a new iterative method for the generation of a geological structure model (GSM) by means of various EMI forward models. We vary the geological input parameters based on the measured data until the predicted EMI maps match the measured EMI values. Subsequently, we use the best matched input data for the GSM generation. The derived GSM provides a 3D delineation of possible ancient stream courses. A comparison with an independent ground penetrating radar (GPR) profile confirmed the delineations on the cluster map as well as the vertical changes of the GSM qualitatively. Thus, each of the approaches had the capacity for detecting sedimentary units with distinct hydraulic properties as an indication of former stream courses. The developed methodology presents a promising tool for the characterization of test sites with no additional subsurface information.

18. Concepts for the sustainable management of multi-scale flow systems: the groundwater system within the Laufen Basin, Switzerland

Many groundwater systems consist of multi-scale aquifer units. The exchange processes and rates between these aquifer units are complex. In order to manage such complex systems, a subdivision into different catchments, sub-catchments or groundwater bodies as manageable units is required. The sustainable management of water resources requires a comprehensive view of water-quality and water-quantity aspects not only for water supply issues, but generally also for flood protection and riverine ecosystem functions. Such transformations require an improved understanding of recharge and exchange processes between different aquifer units as well as aquifer-surface water interaction-processes at different spatiotemporal scales. The main objective of this study is to illustrate concepts by defining the geometry and scales of different aquifer units within a sedimentary basin. The Laufen Basin in the Jura Mountains represents a sub-catchment of the River Birs (Switzerland). Its structure is characterized by a pronounced local relief and a series of aquifer units which are typical for many complex groundwater systems in front of mountain chains such as the alpine foreland and the Jura Mountains of Central Europe. A combination of different concepts is required to understand multi-scale flow systems and to describe the various hydrogeological processes. Three concepts are proposed for the Laufen Basin, including: (1) a regional flow-system analysis, based on the concept of hierarchical groundwater flow systems; (2) the river-corridor concept for understanding aquifer-surface water interaction processes; and (3) the calculation of the dynamic vulnerability index and the aquifer base gradient approach for karst flow and fractured flow systems.

19. KARSYS: a pragmatic approach to karst hydrogeological system conceptualisation. Assessment of groundwater reserves and resources in Switzerland

An approach is presented for the hydrogeological conceptualisation of karst systems. The KARSYS approach helps hydrogeologists working in karst regions to address in a pragmatic and efficient way the three following questions. (1) Where does the water of a karst spring come from? (2) Through which underground routes does it flow? (3) What are the groundwater reserves and where are they? It is based on a three dimensional model of the carbonate aquifer geometry (3D geological model) coupled to a series of simple fundamental principles of karst hydraulics. This provides, within a limited effort, a consistent hydrogeological conceptual model of karst flow systems within any investigation area. The level of detail can be adjusted according to the targeted degree of confidence. Two examples of its application are presented; the approach was first applied with a low level of detail on a national scale in order to assess the groundwater reserves in karst aquifers in Switzerland, suggesting a groundwater volume of 120 km³. On a regional scale, it was applied with a higher level of detail to some selected karst systems in order to assess their hydropower potential. The KARSYS approach may provide very useful information for water management improvement in karst regions (vulnerability assessment, impact assessment, water supply, flood hazards, landslides, etc.). It leads, in a very cost-effective manner, to a new and highly didactic representation of karst systems as well as to new concepts concerning the delineation of catchment areas in karst regions.

20. Occurrence and dynamics of micropollutants in a karst aquifer

Karst systems represent important yet vulnerable drinking water resources. A wide spectrum of pollutants may be released into karst groundwater from agriculture, livestock farming, private households, and industry. This work provides an overview on the occurrence and dynamics of micropollutants in a karst system of the Swiss Jura. Ten months of intensive monitoring for

micropollutants confirmed that the swallow hole draining an agricultural plain was the main entry path for pesticides into the karst system and the two connected springs. Elevated fungicide concentrations in winter and occasional quantification of pharmaceuticals suggested wood- or facade treatment and domestic sewer as additional sources of contamination. A continuous atrazine signal in the low ng/L range might affect the autochthonous endokarst microbial community and represents a potential risk for the human population through karst groundwater.

21. Argon concentration time-series as a tool to study gas dynamics in the hyporheic zone

The oxygen dynamics in the hyporheic zone of a peri-alpine river (Thur, Switzerland), were studied through recording and analyzing the concentration time-series of dissolved argon, oxygen, carbon dioxide, and temperature during low flow conditions, for a period of one week. The argon concentration time-series was used to investigate the physical gas dynamics in the hyporheic zone. Differences in the transport behavior of heat and gas were determined by comparing the diel temperature evolution of groundwater to the measured concentration of dissolved argon. These differences were most likely caused by vertical heat transport which influenced the local groundwater temperature. The argon concentration time-series were also used to estimate travel times by cross correlating argon concentrations in the groundwater with argon concentrations in the river. The information gained from quantifying the physical gas transport was used to estimate the oxygen turnover in groundwater after water recharge. The resulting oxygen turnover showed strong diel variations, which correlated with the water temperature during groundwater recharge. Hence, the variation in the consumption rate was most likely caused by the temperature dependence of microbial activity.

22. Degradation of polar organic micropollutants during riverbank filtration: complementary results from spatiotemporal sampling and push-pull tests

The fate of polar organic micropollutants ($\log D(OW)$ (pH 7) between -4.2 and +3.5) during riverbank filtration (RBF) at the river Thur was studied using both spatiotemporally resolved sampling and single-well push-pull tests (PPT), followed by LC-MS/MS analysis. The Thur is a dynamic prealpine river with an alluvial sandy-gravel aquifer, which is characterized by short groundwater travel times (a few days) from surface water infiltration to groundwater extraction. The spatiotemporal sampling allowed tracing concentration dynamics in the river and the groundwater and revealed persistence for the drug carbamazepine, while the herbicide MCPA (2-methyl-4-chlorophenoxyacetic acid) and the drug 4-acetamidoantipyrine were very quickly degraded under the prevalent aerobic conditions. The corrosion inhibitor 1H-benzotriazole was degraded slightly, particularly in a transect influenced by river restoration measures. For the first time in situ first-order degradation rate constants for three pesticides and two pharmaceuticals were determined by PPTs, which confirmed the results of the spatiotemporal sampling. Atenolol was transformed almost completely to atenolol acid. Rate constants of 0.1-1.3 h⁻¹ for MCPA, 2,4-D, mecoprop, atenolol, and diclofenac, corresponding to half-lives of 0.6-6.3 h, demonstrated the great potential of RBF systems to degrade organic micropollutants and simultaneously the applicability of PPTs for micropollutants in such dynamic systems.

23. Loetschberg Basistunnel / Loetschberg base tunnel

Das Baukonzept und die Besonderheiten in den einzelnen Baulosen des Loetschberg Basistunnels werden vorgestellt. Als 34,6 Kilometer langer Tunnel ist er Teil der Neuen Eisenbahn-Alpentransversale (NEAT) in der Schweiz. Das Nordportal liegt bei Frutigen im Kandertal und das Suedportal bei Raron im Rhonetal. Das Tunnelprojekt besteht aus zwei Tunnelroehren im Abstand von 40 Metern, die alle 333 Meter durch Querschlaege verbunden sind. So koennen beide Roehren gegenseitig bei Brandereignissen oder sonstigen Unfaellen als Fluchtwege genutzt werden. Zur Reduzierung der Bauzeit und zur Vermeidung des erhoeheten Risikos grosser Bauabschnitte unterteilte man den Vortrieb in mehrere Abschnitte mit entsprechenden Zugangsstollen und fuenf Angriffspunkten. Einleitend wird auf die Geologie im Tunnelbereich und die Vortriebe Mitholz, Ferden, Steg und Raron eingegangen. Schwerpunktmaessig wird die Gebirgsabdichtung einer wasserfuehrenden Zone und einer Zone mit hohem Wasserdruck im Baulos Ferden abgehandelt. Dazu wird ein Ueberblick ueber den Ablauf der technisch interessanten Vorbehandlungen und Durchoerterungen des wasserfuehrenden Gebirges gegeben. [...]

24. Characterisation of karst aquifers in Switzerland: the KARSYS approach

Karst aquifers represent nearly 80% of Swiss groundwater reserves (nearly 120 km³) and at least 20% of groundwater resources. In spite of their significance, the location and quantification of these reserves have not been systematically documented. This is mainly due to the lack of a dedicated and pragmatic approach for characterising karst hydrogeological systems. As a documented overview of these aquifers does not exist, their management is far from being optimal and the study of related topics such as the protection of groundwater resources, the assessment of renewable energy or the prevention of natural hazards is not always satisfactory. To rectify this situation, the Swiss Institute for Speleology and Karst Studies (SISKA) has developed a pragmatic and systematic approach for the documentation of karst aquifers in the framework of the Swisskarst project. This approach is named KARSYS and thanks to additional supports from administrations and practitioners (federal offices, cantons, communities, companies, etc.) it is already being applied over large parts of the karst terrains in Switzerland. Such work will precisely characterise karst groundwater reserves and resources across the country. To complete such characterisation, SISKA is developing appropriate modeling tools for karst hydrological systems. Information and results of the project are available at www.swisskarst.ch.

25. Global warming in the Alps: vulnerability and climatic dependency of alpine springs in Regione Valle d'Aosta (Italy) and Canton Valais (Switzerland)

Mountain springs of mid- to high altitudes are particularly sensitive to climatic variations, as documented by spatio-temporal discharge measurements. Recent models predict significant modifications of the hydrological regime for the Alps within the next 100 years. Anticipating global warming effects, Action 3 of Project STRADA –“Strategies for adaptation to climate change for the management of natural hazards in the border region – Operational Program under the European Territorial Cooperation border, Italy/Switzerland 2007/2013” (www.progettostrada.net) aims at better understanding short- and long-term mountain spring behaviour related to hydrogeological settings. Based on the interaction mechanisms between surface and groundwater, the physico-chemical parameters of springs are correlated with climatic events and used to determine general aquifer behavior. Particular attention is given to the role of snow melting in discharge basins. The resulting characterisation of monitored springs provides an objective solution to adequately surveying alpine hydrogeological systems. Furthermore, the approach supports the efforts of authorities in developing efficient strategies for sustainable groundwater resources management.

26. Zeitliche und räumliche Skalen der Fluss-Grundwasser-Interaktion: Ein multidimensionaler hydrogeologischer Untersuchungsansatz

Die Prozesse der Fluss-Grundwasser-Interaktionen sind stark skalenabhängig und im Allgemeinen stark instationär. Einen für das Prozessverständnis wichtigen Aspekt betreffen die kleinräumigen Strömungsverhältnisse an der Grenzschicht zwischen Oberflächengewässer und Grundwasser im hyporheischen Interstitial. Dies betrifft insbesondere auch Fragestellungen zu Strömungsverhältnissen in Forellenlaichgruben kiesführender Flüsse. Exemplarisch für kleinere mit Sohlschwellen verbaute und kanalisierte Fließgewässer wurden am voralpinen Schweizer Fluss Enziwigger verschiedene Methoden entwickelt, getestet und kombiniert, die es erlauben die vier Dimensionen (drei räumliche und eine zeitliche) der Interaktion Oberflächengewässer-Interstitialraum-Grundwasser für einzelne Flussabschnitte zu erfassen. Der Aufbau eines Messnetzes sowie die Durchführung von Feldmessungen lieferten Grundlagen für eine Grundwasserströmungsmodellierung. Kontinuierliche Zeitreihen der Hydraulik, Temperatur und elektrischen Leitfähigkeit im Fließgewässer, an der Gewässersohle sowie im flussnahen.

27. Die thermalen Karbonat-Aquifere Oberjura und Oberer Muschelkalk im Südwestdeutschen Alpenvorland

Die beiden thermalen Karbonat-Aquifere im Südwestdeutschen Alpenvorland wurden einander vergleichend gegenüber gestellt, da sie sowohl für geothermische als auch für balneologische Nutzungen von großer Bedeutung sind. Hydraulische und hydrochemische Untersuchungen in den beiden tief liegenden Aquifere des Oberjuras und des Oberen Muschelkalks zeigen, dass in Abhängigkeit von der Lithologie und der Verkarstung die Gebirgsdurchlässigkeit in beiden Aquifere mit zunehmender Tiefenlage unterschiedlich stark abnimmt und dass der Gesamtlösungsinhalt im Oberen Muschelkalk-Aquifer um ein Vielfaches höher ist als im Oberjura-Aquifer. Die hydraulischen Eigenschaften wirken sich auf die hydrochemischen Verhältnisse aus. Beide Aquifere weisen sehr unterschiedliche Potenziale auf mit Potenzialdifferenzen z. T. von über

einigen 100 Metern und sehr unterschiedlichen Fließrichtungen. Eine hydrogeothermische Nutzung mit Stromproduktion in der Größenordnung wie sie derzeit im Großraum München erfolgt, dürfte im Baden-Württembergischen Teil des Molassebeckens auch unter Einbeziehung des Oberen Muschelkalk-Aquifer nicht realisierbar sein.

28. Identification of glacial meltwater runoff in a karstic environment and its implication for present and future water availability

Glaciers all over the world are expected to continue to retreat due to the global warming throughout the 21st century. Consequently, future seasonal water availability might become scarce once glacier areas have declined below a certain threshold affecting future water management strategies. Particular attention should be paid to glaciers located in a karstic environment, as parts of the meltwater can be drained by underlying karst systems, making it difficult to assess water availability. In this study tracer experiments, karst modeling and glacier melt modeling are combined in order to identify flow paths in a high alpine, glacierized, karstic environment (Glacier de la Plaine Morte, Switzerland) and to investigate current and predict future downstream water availability. Flow paths through the karst underground were determined with natural and fluorescent tracers. Subsequently, geologic information and the findings from tracer experiments were assembled in a karst model. Finally, glacier melt projections driven with a climate scenario were performed to discuss future water availability in the area surrounding the glacier. The results suggest that during late summer glacier meltwater is rapidly drained through well-developed channels at the glacier bottom to the north of the glacier, while during low flow season meltwater enters into the karst and is drained to the south. Climate change projections with the glacier melt model reveal that by the end of the century glacier melt will be significantly reduced in the summer, jeopardizing water availability in glacier-fed karst springs.

29. On the relationship between atmospheric circulation patterns, recharge and soil moisture dynamics in Switzerland

The aim of this paper is to test to what extent circulation patterns (CP) provide insights about groundwater recharge and soil moisture conditions in Switzerland. This is of special interest as climate change impact studies often suffer from the poor performance of climate models in representing precipitation behavior. CP-based downscaling procedures are very promising in increasing the reliability of such future precipitation projections. However, before applying such approaches to groundwater studies, the association between CP and groundwater dynamics has to be evaluated. Therefore, a Pearson chi(2) test is applied to data from 14 locations in Switzerland to assess the significance of this association and to identify CP promoting dry conditions. To evaluate whether and to what extent future risks can be directly estimated from CP, it is analyzed how the relationships and frequencies are changing with time. It was possible to identify circulation patterns promoting dry conditions and spatial differences among Swiss regions, which could be explained with topography-induced phenomena. Not surprisingly, central high pressure systems seem to be related to conditions which promote low recharge and low soil moisture. However, due to large uncertainties in the CP-precipitation relationship and its classification, no information about recharge and soil moisture changes can directly be derived from changes in CP frequencies.

30. Response of lotic microbial communities to altered water source and nutritional state in a glaciated alpine floodplain

Factors driving bacterial community composition (BCC) and linkages to ecosystem function (EF) are a fundamental interest in microbial ecology. Climate warming is expected to cause a shift from glacial- to groundwater-dominated water sources in alpine catchments due to receding glaciers, which is likely accompanied by a shift in BCC and EF. In this context, we performed a reciprocal transplant experiment of hyporheic sediments within a Swiss alpine floodplain. We assessed the influence of water source (groundwater = krenal, glacial water = kryal) and nutritional state (C, N, and P) on BCC and EF. Experimental response was tested using automated ribosomal intergenic spacer amplification and potential activities of eight different enzymes. BCC from both kryal and krenal systems was highly resistant to changes in water source, yet exhibited pronounced EF flexibility. Major factors determining BCC and EF response were sediment origin followed by seasonal variation in BCC. The gradient in seasonal change in BCC showed different strengths in the two water systems. Krenal BCC was more seasonally stable compared with kryal BCC, although functional plasticity showed the same extent in both. This difference in connectivity between BCC and EF suggests that krenal BCC was dominated by generalists, whereas kryal BCC was dominated by specialists. The weak effect of altered nutritional state on BCC and EF indicates

a complex but hierarchically structured relationship among these factors. We conclude that microbial communities in alpine catchments are able to rapidly buffer the effect of shifts in water source on ecosystem functioning.

31. Competing controls on groundwater oxygen concentrations revealed in multidecadal time series from riverbank filtration sites

Dissolved oxygen (DO) is an important indicator of groundwater quality, but long time series of groundwater DO concentration are rare. Here we describe and analyze multidecadal time series of groundwater DO data from five Swiss aquifers that are recharged by riverbank filtration (RBF), and relate temporal features of the DO time series to potential forcing factors. Features found in the DO time series include long-term decreases and abrupt increases. Some features occur simultaneously in hydrologically unconnected aquifers, suggesting that external forcing partially determines DO concentrations at RBF sites. The data indicate that: (i) the DO concentration in the losing river is not a critical determinant of groundwater DO concentration; (ii) increasing river-water and groundwater temperatures, by affecting both the physical solubility of oxygen and DO consumption in the hyporheic zone, probably cause the long-term decline in DO concentration observed in most aquifers investigated; and (iii) a complex interaction between hydrological factors such as groundwater pumping rate and river discharge results in abrupt changes in groundwater DO concentration. Climate models predict higher temperatures and more frequent flood events in central Europe, implying that groundwater DO concentrations at many RBF sites will continue to decrease in the long term, but that irregular high-discharge events, by scouring and unclogging riverbeds, will probably prevent the occurrence of long periods of hypoxia. Nonetheless, the risk of short periods of hypoxia at RBF sites is likely to increase.

32. Mapping flood-related hazards in karst using the KARSYS approach: application to the Beuchire-Creugnat karst system (JU, Switzerland)

The city of Porrentruy (JU, Switzerland) is vulnerable to flooding from karst water draining the system of the Beuchire-Creugenat. Major flood events in 1804 and 1901 led to heavy damages throughout the city and its vicinity. Furthermore small-scale flood events have been recorded five times in the last 30 years - each resulting in substantial costs.

The Beuchire-Creugenat karst system is characterized by a perennial outlet (the Beuchire spring) and several overflow outlets (among which the Creugenat temporary outflow is the most significant one) where the discharge rate often exceeds 15 m³/s. The ratio between rainfall intensity and discharge rate of the overflow springs is not closely correlated. Therefore, the discharge rates and the conditions at which a certain overflow becomes active could not be assessed without a comprehensive understanding of the karst system behavior. Thus, the establishment of effective flood risk management measures remains significant challenge. [...]

Übersichtspublikationen – publications synoptiques

33. Koordination wasserwirtschaftlicher Vorhaben - Die Abstimmung wasserwirtschaftlicher Vorhaben in und zwischen den Bereichen, den Staatsebenen und im Einzugsgebiet Coordination des activités de gestion des eaux - Coordination intra- et intersectorielle, multi-niveaux et à l'échelle du bassin versant Coordinamento delle attività di gestione delle acque - Un modulo dell'aiuto all'esecuzione Rinaturazione delle acque

Das vorliegende Vollzugshilfemodul konkretisiert, was unter dem Koordinationsgebot für wasserwirtschaftliche Vorhaben zu verstehen ist, und zwar über den Themenbereich der Renaturierung hinaus generell für alle wasserwirtschaftlichen Vorhaben. Es legt dar, wann eine Abstimmung erforderlich ist, wie solche Vorhaben im Einzugsgebiet aufeinander abgestimmt werden können und welche konkreten Anforderungen an die jeweils zuständigen Vollzugsbehörden bestehen. Das Modul umfasst im Kern eine Reihe von Vorgehensschritten, in denen Koordinationsbedarf ermittelt und – soweit nötig – die Koordinationshandlungen festgelegt und schliesslich ausgelöst und umgesetzt werden. Zudem werden die wichtigen Begriffe definiert, die relevanten Rechtsgrundlagen aufgezeigt sowie Beispiele und Checklisten zur Verfügung gestellt.

Le présent module de l'aide à l'exécution «Renaturation des eaux» vise à concrétiser l'obligation de coordonner les activités touchant à la gestion des eaux. Ce principe ne se limite pas aux projets liés à la renaturation des eaux mais s'étend à la coordination de toutes les activités relevant de la gestion des eaux. Il est décrit quand il faut coordonner, comment les projets peuvent être coordonnés au sein d'un bassin versant et quelles sont les exigences posées à l'autorité chargée de la coordination. Le module comporte essentiellement une marche à suivre en trois étapes: l'estimation du besoin de coordination, ensuite – si nécessaire – le choix des actions adéquates et la forme de coordination et enfin leur déclenchement et mise en œuvre. Par ailleurs, les plus importantes notions sont définies, la base légale ainsi que des exemples et check-list sont présentés.

Il presente modulo dell'aiuto all'esecuzione «Rinaturazione delle acque» illustra l'obbligo di coordinamento delle attività di gestione delle acque. L'obbligo di coordinamento non si limita all'ambito tematico della rinaturazione, ma riguarda tutte le attività dei diversi settori della gestione delle acque. Il modulo illustra quando e in che misura è necessario un coordinamento e le esigenze concrete che incombono alle autorità esecutive competenti. Comprende essenzialmente una procedura da seguire a tre tappe: in primo luogo si procede a determinare la necessità di coordinamento, inseguito – se necessario – vengono individuate la forma di coordinamento e le azioni adeguate che finalmente saranno avviate e messe in atto. Inoltre, il documento definisce le nozioni più importanti, riporta le basi legali e fornisce una serie di esempi e check-list.

34. Hydrologisches Jahrbuch der Schweiz 2009 Annuaire hydrologique de la Suisse 2009 Annuario idrologico della Svizzera 2009

Das seit 1917 erscheinende Hydrologische Jahrbuch wird vom Bundesamt für Umwelt (BAFU) herausgegeben und liefert detaillierte Informationen über die Wasserstände von Seen, Fliessgewässern und Grundwasser. Ferner enthält es Angaben über Abflussmengen, Wassertemperaturen sowie über physikalische und chemische Eigenschaften der wichtigsten Fliessgewässer der Schweiz. Die meisten Messdaten stammen von Stationen, die vom BAFU betrieben werden.

L'annuaire hydrologique est publié depuis 1917 par l'Office fédéral de l'environnement (OFEV). Il donne des informations détaillées sur les niveaux d'eau des lacs, des cours d'eau et des eaux souterraines. Il renseigne aussi sur les débits, les températures et les caractéristiques physiques et chimiques des principaux cours d'eau de Suisse. La plupart des données proviennent des relevés de notre office.

L'annuario idrologico è pubblicato dall'Ufficio federale dell'ambiente (UFAM) a partire dal 1917 e fornisce informazioni dettagliate sui livelli delle acque dei laghi, dei corsi d'acqua e delle acque sotterranee nonché sulle portate, temperature e proprietà fisiche e chimiche dei principali corsi

d'acqua in Svizzera. La maggior parte dei dati proviene da rilevazioni effettuate dall'UFAM.

35. Klimaänderung in der Schweiz - Indikatoren zu Ursachen, Auswirkungen, Massnahmen Changements climatiques en Suisse - Indicateurs des causes, des effets et des mesures Il cambiamento climatico in Svizzera (riassunto) - Indicatori riguardanti cause, effetti e misure

Das Klima der Erde verändert sich, und die Schweiz ist davon besonders betroffen. Das bezeugen diverse Umweltindikatoren, die mit der Klimaerwärmung in Verbindung gebracht werden. Dieser Bericht illustriert anhand einiger ausgewählter Beispiele die Klimaentwicklung sowie deren Auswirkungen auf die Kryosphäre, die Hydrosphäre, die Vegetation, die Gesundheit, die Wirtschaft und die Gesellschaft. Ausserdem wird dargelegt, welchen Druck die menschlichen Aktivitäten auf das Klima ausüben und wie gross die Mengen der daraus resultierenden Treibhausgase sind. Des Weiteren enthält dieser Bericht die wichtigsten politischen Antworten zur Begrenzung der Auswirkungen auf die Umwelt und zur Vorbeugung unerwünschter Entwicklungen.

Le climat de la Terre se modifie et la Suisse est particulièrement touchée, c'est ce qu'attestent différents indicateurs environnementaux mis en lien avec le réchauffement climatique. Ce rapport illustre ainsi à l'aide de quelques exemples choisis l'évolution du climat et ses impacts sur la cryosphère, l'hydrosphère, la végétation, la santé, l'économie ou la société. Il indique également quelle est la pression exercée par les activités humaines sur le climat et quantifie les émissions de gaz à effet de serre qui en résultent. Les principales réponses politiques apportées pour limiter les impacts environnementaux et prévenir les évolutions indésirables sont exposées.

Il presente rapporto fornisce una breve vista d'insieme delle numerose correlazioni fra clima e ambiente naturale e antropico. Mediante indicatori, illustra la pressione che le attività antropiche esercitano sul clima (emissioni di gas serra), documenta l'evoluzione delle fonti all'origine di detta pressione e ripercorre l'evoluzione del clima in base ai dati misurati anche più di un secolo or sono. Inoltre, espone i numerosi indici relativi a criosfera, idrosfera, vegetazione, salute, economia o società che testimoniano dei cambiamenti climatici in Svizzera. Altri settori vengono analizzati e documentati al fine di disporre delle basi decisionali sufficienti per l'analisi dei provvedimenti necessari e per il controllo dell'efficacia di quelli già adottati.

36. Das Wasser in der Schweiz

Wasser ist in der Schweiz selten knapp und meistens gesundheitlich unbedenklich. Durch neue Konsummuster, die Klimaänderung und energiepolitische Entscheidungen verändern sich sowohl die Verfügbarkeit wie die Nutzung des Wassers. Der Schweiz steht wegen der Klimaänderung insgesamt nicht weniger Wasser zur Verfügung, aber die Sommer werden trockener. Der Verbrauch von Trinkwasser in der Schweiz sinkt seit Jahren. Demgegenüber brauchen Schweizerinnen und Schweizer immer mehr «virtuelles Wasser», mit welchem Lebensmittel und industrielle Güter wie Kleider im Ausland produziert werden. Das Faktenblatt beschreibt den Wasserkreislauf der Schweiz und zeigt die Herausforderungen und Handlungsoptionen auf.

37. Das Wasser in der Schweiz – ein Überblick

Wie viel Wasser geht durch den Gletscherschwund „verloren“? Woher kommt das Niederschlagswasser? Wie viel Wasser befindet sich im Untergrund? Erstmals hat die Hydrologische Kommission (CHy) der Akademie der Naturwissenschaften SCNAT einen Überblick über die Zahlen und Fakten rund um das Wasser in der Schweiz erstellt. Der Wasserkreislauf wird vielfältig anhand von anschaulichen Darstellungen beleuchtet, vom Niederschlag, über den Abfluss in den Fliessgewässern und den Verbrauch bis hin zur Klärung des Abwassers und zum Abfluss ins Ausland bzw. zur Verdunstung in die Atmosphäre. Daraus fällt auf, dass sogar ein wasserreiches Land wie die Schweiz von Wasserknappheit nicht verschont bleibt. Die Klimaänderung führt zu einer Umverteilung der Abflüsse im Jahresverlauf und zieht somit Änderungen der Verfügbarkeit der Wasserressourcen mit sich. Zudem gewinnt die Wasserkraft an Bedeutung, während die Attraktivität der Gewässerräume als Erholungsgebiete zunimmt. Obwohl das Wasser wesentlich sauberer geworden ist, nehmen kleinste Verunreinigungen zu, deren Auswirkungen auf Mensch und Umwelt weitgehend verkannt bleiben.

38. L'eau en Suisse

Nous ne connaissons que rarement des pénuries et la qualité de l'eau est presque toujours irréprochable. Pourtant, de nouvelles habitudes de consommation, le changement climatique en

cours et les décisions concernant l'avenir énergétique de la Suisse vont modifier la disponibilité et l'utilisation de l'eau. Le changement climatique ne va pas amoindrir nos ressources en eau, mais il faut s'attendre à des étés plus secs. La consommation d'eau baisse depuis des années. Par contre, la Suisse consomme de plus en plus d'« eau virtuelle », nécessaire à la production de biens agricoles et industriels importés. Cette brochure d'information décrit le cycle de l'eau de la Suisse et propose des solutions aux défis qui s'annoncent pour l'avenir.

39. L'eau en Suisse – un aperçu

Quelles quantités d'eau sont «perdues» par la Suisse suite à la fonte des glaciers? D'où vient l'eau contenue dans les précipitations? Combien d'eau se trouve dans le sous-sol? La Commission suisse d'hydrologie (CHy) de l'Académie des sciences naturelles SCNAT a publié pour la première fois un aperçu sur les chiffres concernant l'eau de la Suisse. Le cycle de l'eau y est décrit de manière parlante: de l'origine des précipitations, par leur écoulement dans les rivières, en passant par l'utilisation de l'eau et son épuration jusqu'à son écoulement hors de nos frontières ou son évaporation dans l'atmosphère. Ce qui étonne, c'est que même un pays riche en eau comme la Suisse n'est pas à l'abri de pénuries. De plus, le changement climatique conduit à une redistribution des débits des rivières au cours des saisons, ce qui modifie la disponibilité des ressources en eau. En outre, la force hydraulique gagne en importance, pendant que l'attractivité des zones fluviales s'accroît. Bien que la propreté de l'eau s'est fortement améliorée, la teneur en micropolluants augmente. Leurs risques pour la santé et l'environnement sont encore largement méconnus.

Fachartikel - articles spécialisés Swiss Geoscience Meeting 2013

40. Customization of a hydrological model for the estimation of water resources in an alpine karstified catchment with sparse data

The main objective of the MontanAqua transdisciplinary project is to develop strategies moving towards a more sustainable water resources management in the Crans-Montana-Sierre region (Valais) in view of global change. Therefore a detailed assessment of the available water resources in the study area today and in the future is needed.

The study region is situated in the inner alpine zone, with strong altitudinal precipitation gradients: from the precipitation rich alpine ridge down to the dry Rhône plain. A typical plateau glacier at the top of it is partly drained through the karstic underground formations and linked to various springs. The main anthropogenic influences on the system are reservoirs and diversions to the irrigation channels. Thus the study area does not cover a classical hydrological basin as the water flows frequently across natural hydrographic boundaries. This is a big challenge from a hydrological point of view, as we cannot easily achieve a closed, measured water balance. [...]

41. Development of porosity in the Upper Muschelkalk carbonate aquifer, NE-Switzerland: relevance for geothermal energy and gas storage

In the Swiss Molasse Basin, deeply buried Middle Triassic carbonate rocks of the Upper Muschelkalk aquifer show potential for geothermal energy exploitation and for geological storage of gas – whether permanent storage of waste CO₂ or seasonal storage of imported methane (Chevalier et al., 2010). Particularly the Trigonodus Dolomite, the top of the Upper Muschelkalk aquifer, regionally shows elevated porosities and permeabilities. However, owing to the low spatial density of wells with available core in the region of interest, there is currently only a rudimentary understanding of the 3D distribution of porosity and permeability throughout the basin. One way to better characterize the reservoir is to develop a genetic understanding of how porosity and permeability developed over time. This understanding could then be used to interpolate the distribution and magnitudes of the rock properties between boreholes and to extrapolate their values outside the region sampled by wells. [...]

42. Geochemical characterization of Chiasso aquifer

The aim of this work is to determine the geochemical characterization of Chiasso aquifer (Switzerland), and to investigate the behavior of dissolved nitrogen related compounds (NO₂⁻, NO₃⁻, NH₄⁺). A monitoring survey including groundwater and surface water sampling, and piezometric measurements was carried out in 2012 and 2013. (figure 1) Sampling was completed in collaboration with SPAAS and the Environmental monitoring office, which performed the chemical analysis. [...]

43. Geometric and hydrological characterization of karst-system combining KARSYS approach and simulation tools - Application to Beuchire/Creugenat and Bonnefontaine/Voyeboeuf karst systems (JU, Switzerland)

In the frame of the Swisskarst project (part of the NRP61) and thanks to additional subsidies from the Jura Canton; karst flood hazards have been assessed in the region of Porrentruy. The well-known Beuchire/Creugenat karst system which display a discharge rate of 20 m³/s during usual flood event may represent a flood risk for the city as evidenced by strong inundation events in the past (1804, 1910, etc.).

The hydrological functioning of the system (nearly 100 km²) is quite complex as it is controlled by the activation of underground thresholds and emerging overflows which depend on the evolution of the hydraulic gradient in the conduits system (Vouillamoz et al. 2013). Hydraulic gradient rises in the upstream part of the system up to 30-40 m which significantly enlarges the underground catchment. Divergence mechanisms do occur and lead to an interconnection of adjacent karst systems. This may significantly enhance the flood risk. [...]

44. Geomorphology approach in karstic domain: importance of underground water

The Jura mountain belt is the westernmost and one of the most recent expressions of the Alpine orogeny. The Jura has been well studied from a structural point of view, but still remains the source of scientific debates, especially regarding its current and recent tectonic activity [Laubscher, 1992; Burkhard et Sommaruga, 1998]. It is deemed to be always in a shortening state, according to old leveling data [Jouanne et al., 1998] and neotectonic observations on paleo-meanders of the Doubs river [Madritsch et al., 2010]. However, the few GPS data available on the Jura don't show evidence of shortening, but a small extension parallel to the arc [Walpersdorf et al., 2006]. Moreover, the traditionally accepted assumption of a collisional activity of the Jura raises the question of its geodynamic origin. The Western Alps are themselves in a postcollisional regime and characterized by a noticeable isostatic-related extension, due to the interaction between buoyancy forces and external dynamics [Sue et al., 2007]. [...]

45. Numerical simulation of fluid-rock interaction upon CO₂ injection into the Muschelkalk aquifer in N-Switzerland

A recent study (Chevalier et al., 2010) has identified several deep saline aquifers in the Swiss Molasse Basin, which may potentially be useful as reservoirs to store industrial CO₂. Of these aquifers, the Trigonodus Dolomite of the Upper Muschelkalk appears to be the most promising. To further evaluate its potential of storage capacity, injectivity and the long-term isolation performance, predictive numerical simulations constrained by experimental and observational data have been carried out. These simulations assess the implications of the dynamics of the CO₂ plume and the ensuing fluid-fluid and fluid-rock reactions for the safe, long-term storage of CO₂ in the aquifer. [...]