

ISSKA
SISKA
ISSCA
SISKA



INSTITUT SUISSE DE SPÉLÉOLOGIE ET DE KARSTOLOGIE
SCHWEIZERISCHES INSTITUT FÜR SPELÄOLOGIE UND KARSTFORSCHUNG
ISTITUTO SVIZZERO DI SPELEOLOGIA E CARSOLOGIA
SWISS INSTITUTE FOR SPELEOLOGY AND KARST STUDIES

JAHRESBERICHT 2017

FOCUS

VON MILANDRE ZU... LASCAUX 30 Jahre Studien im Untergrund



INHALTVERZEICHNIS

FOCUS

Von Milandre zu... Lascaux

- 4 30 Jahre Karststudien in der Milandre
- 4 Chronologie eines "Höhlenlabors"
- 5 Zahlreiche Forschungsrichtungen
- 9 Das Problem der Vermikulationen in Lascaux

Visual KARSYS

- 11 Entwicklung eines Werkzeugs für die Dokumentation und Bewirtschaftung von Karstaquiferen

Verschiedene Aktivitäten

- 12 Eine Übersicht der anderen Aktivitäten des Instituts

varia

- 14 Veröffentlichungen
- 14 Mitarbeiter
- 14 Medien
- 14 Soziale Netzwerke
- 15 Betriebrechnung & Bilanz

Liste der wichtigsten Partner im Jahr 2017:

- ▶ Bundesamt für Umwelt (BAFU)
- ▶ Bundesamt für Strassen (ASTRA)
- ▶ Bundesamt für Landestopografie (Swisstopo)
- ▶ Direction régionale des affaires culturelles – Aquitaine (F) (DRAC-AQ)
- ▶ Bureau de recherches géologique et minière (F) (BRGM)
- ▶ Direction générale de l'environnement du Canton de Vaud (DGE)
- ▶ Dienststelle für Umwelt des Kantons Wallis (DUW)
- ▶ Service de l'énergie et de l'environnement du canton de Neuchâtel (SENE)
- ▶ Amt für Umwelt des Kantons Solothurn (AFU)
- ▶ Institut pour les technologies 4D (i4Ds)
- ▶ Laboratoire FAST, Université de Paris Sud
- ▶ Stadt La Chaux-de-Fonds



Editorial

Das Siska liefert als Kompetenzzentrum, das Anwendung und Forschung vereint, Methoden, Werkzeuge und Anleitungen zu verschiedenen Karsthemen: Wasserressourcen, Bauwesen, Energie, Landschaftsschutz. Die Forschungen im Bereich der Visualisierung der Karstsysteme, KARSYS, und der Bewirtschaftung der Wasserressourcen sind für das BRGM, den nationalen geologischen Dienst Frankreichs, zentral. Deshalb wurde 2017 eine Partnerschaftsvereinbarung unterzeichnet. So sind wir an der Entwicklung der Plattform Visual KARSYS beteiligt und integrieren ein Tool zur 3D-Modellierung der Geologie. Dies ist eines der Ziele der geologischen Charakterisierung Frankreichs und ergibt Anwendungsperspektiven für die Karstsysteme Frankreichs und weiterer Länder sowie Möglichkeiten zur Weiterentwicklung in anderem Kontext.

Die Süßwasserreserven und der CO₂-Aspekt sind wichtige Elemente in der Umweltplanung, sowohl an der Oberfläche wie auch im Untergrund. Seit über 30 Jahren war der Fluss der Milandrine (Jura) Ziel der Forschung und zahlreicher Dissertationen. Auf den folgenden Seiten finden Sie eine Übersicht der seit 2000 vom Siska durchgeführten und koordinierten Arbeiten in diesem unterirdischen Labor, das einen Zugang zum Fluss, zahlreiche Bohrungen, geophysische Messungen und Messgeräte (Wasserniveau, physikochemische Parameter, CO₂) beinhaltet. Ich hatte das Glück, dazu beitragen zu können, indem ich zahlreiche Färbversuche durchführte und die Methode der Vulnerabilitätskartierung (EPIK) im Rahmen meiner Dissertation testete.

Die Malereien in der Höhle von Lascaux gehören zum Weltkulturerbe, deren Schutz gesichert sein muss. Das Zusammenspiel von Wasser und CO₂ führt zu Veränderungen der Malereien. Das Siska nimmt dank seines grossen Wissens über den Untergrund an der Forschung über diese Phänomene teil.

Der Tätigkeitsbericht 2017 ist reichhaltig und geht über eine einfache Auflistung der Forschungs- und Bildungsaktivitäten des Siska hinaus.

Ich wünsche Ihnen eine gute Lektüre!



Nathalie Dörfliger
 Direktorin, Abteilung Wasser, Umwelt
 und Umwelttechnologie
 BRGM

30 Jahre Karststudien in der Milandre

Die Entdeckung des unterirdischen Flusses der Milandre in den 60er Jahren wirkte stimulierend auf die Forschung, nämlich den Karst, die unterirdische Entwässerung oder auch das Klima von Höhlen besser zu verstehen. Seit der Gründung des SSKA im Jahr 2000 koordiniert unser Institut die Forschungen in der Milandre und entwickelt sie weiter. Der Bau einer Autobahn über die Höhle hinweg erweiterte die Studien und machte die Milandre zu einem weltweit einzigartigen unterirdischen Labor.

Geschichte: Chronologie eines "Höhlenlabors"

Die Höhle und die sie umrankenden Legenden waren bereits beim Bau des Schlosses von Milandre im 13. Jahrhundert bekannt. Die hydrogeologische Geschichte beginnt jedoch erst anfangs des 19. Jahrhunderts, als ein gewisser Herr Dupré in der Höhle eine Mauer baute, um das Wasser zurückzuhalten und weiter oberhalb der natürlichen Quellen austreten zu lassen. Im Idealfall würde es sogar bis auf das Plateau zurückstauen und zur Bewässerung benutzt werden können... Die Mauer wurde um 1815 oder 1820 gebaut und hielt einige Jahre. 1852 wurde sie durch ein grösseres Hochwasser, welches die Ebene von Boncourt überschwemmte, niedergerissen. Es folgten weitere Untersuchungen der Höhle, jedoch ohne die Siphonzone einige hundert Meter oberhalb des natürlichen Eingangs überwinden zu können.

1964 überwandten Mitglieder des Spéléo-Club Jura dieses Hindernis und erforschten den Hauptteil des unterirdischen Flusses, der Milandrine. Einige Jahre später öffneten sie einen oberen Eintritt (Fortin), der einen trockeneren



und sichereren Zugang zum Fluss bot. Trotzdem blieben Begehungen zum 4.6 km entfernten Endpunkt der Höhle recht zeitaufwendig. Zwischen 1974 und 1978 wurde dann der Schacht du Maira abgeteuft, der mit seinen 40m Tiefe eine direkte vertikale Verbindung zwischen Geländeoberfläche und Höhle schuf.

Dieser nun relativ einfache Zugang zu einem unterirdischen Fließsystem motivierte schnell die wissenschaftlich orientierten Höhlenforscher, den Ort für Forschungsstudien zu nutzen. In den 70er Jahren waren dies vor allem Untersuchungen zur Lage der Höhlengänge in Bezug auf die geologischen Verhältnisse. Geophysiker hingegen testeten verschiedene Methoden, in der Hoffnung, Höhlen ab

der Landoberfläche aufzuspüren. Bereits in den 80er Jahren wurden mehrere Färbversuche zur Bestimmung der Wasserwegsamkeiten durchgeführt.

Zu Beginn der 90er Jahre beschleunigt sich die Forschung. Die Planer der Autobahn A16 erwogen verschiedene Linienführungen, unter anderem auch diejenige über die Höhle hinweg. Somit wurden Untersuchungen notwendig, um allfällige für den Bau oder die Umwelt auftretenden Probleme frühzeitig zu erkennen. 1990 wurde eine automatische Schüttungsmessung am obersten Teil des Höhlenflusses installiert. Kurz darauf wurden mehrere Bohrungen zur Abklärung des Untergrundes abgeteuft, welche Informationen zur Geologie im Bereich der Höhle lieferten. Insgesamt führten diese günstigen Forschungsvoraussetzungen zu mehreren Doktor- und Diplomarbeiten am Zentrum für Hydrogeologie der Universität Neuenburg. Eine Vielzahl von Themen werden behandelt: Geophysik, Färbversuche, unterirdische Hydraulik, Hydrochemie, Partikeltransport, Mikrobiologie, Vulnerabilität, Epikarst etc. Mehrere Publikationen aus diesen Arbeiten sind richtungsweisend.

Ende der 90er Jahre konkretisierten sich die Planungen zum Bau der Autobahn. Es wurde die Entscheidung getroffen, über die Höhle zu bauen, dabei aber alles



Doline, an der sich der obere Eingang zur Höhle von Milandre befindet. Ein friedlicher Ort, nur wenige Schritte von der Landesgrenze zu Frankreich entfernt.

zu unternehmen, damit diese geschützt bliebe. Sie stellt schliesslich ein wichtiges Element unseres Landschaftserbes dar und speist indirekt eine Trinkwasserfassung. Praktisch seit seiner Gründung im Jahr 2000 koordiniert das SSKA eine "Gruppe Karst", in der auch die Büros MFR AG und Géo&environnement GmbH aus Delémont sowie der Spéléo-Club Jura mitmachen. Diese Gruppe hat das Ziel, die Höhle zu untersuchen und zu schützen. Nach einer detaillierten Evaluierung der möglichen Auswirkungen des Autobahnbaus wurden mehrere "Schutzmassnahmen" definiert, die einerseits konkrete Arbeitsaspekte (z.B. Verlegung des Installationsplatzes) und andererseits Messungen verschiedener Parameter im Untergrund (Schüttung, Trübe, pH etc.) beinhalten. Da die Erarbeitung dieser Massnahmen sowohl der Höhle selbst als auch dem Wasser des Höhlenflusses zugutekommen, boten diese Aktivitäten auch eine gute Grundlage für die um 2010 von der Schweizerischen Gesellschaft für Höhlenforschung herausgegebene "Wegleitung zur Beurteilung von Projekten in Karstgebieten".

Mit der Zeit wurde jedoch klar, dass im Rahmen der Massnahmen ein Aspekt grob unterschätzt wurde: der Einfluss auf das unterirdische Klima. 2008 wurde die Höhle nämlich aufgrund steigender CO₂-Gehalte zeitweise unzugänglich. Es mussten Lösungen zur Belüftung der Höhle gefunden werden, die zwar effizient waren, aber auch wiederum Auswirkungen auf die Höhle haben. Es wurden Messgeräte installiert und eine

Zahlreiche Forschungsrichtungen

Beschränkung des Zugangs erlassen (Befahrung nur mit Atemschutzgeräten).

Die Studien für die A16 wurden 2017 mit einem Schlussbericht abgeschlossen. Die weiteren Untersuchungen konzentrierten sich nun auf den Schutz und weitere Besonderheiten der Höhle, mit dem Erfolg, dass kein grösserer Zwischenfall vermeldet wurde. Parallel dazu versuchte das SSKA, die allgemeinen wissenschaftlichen Kenntnisse zum Karst mithilfe der A16-Daten zu erweitern.

Karsthydrogeologie

Die Milandre weist aussergewöhnliche Beobachtungsmöglichkeiten des unterirdischen Wassers auf. Es ist relativ selten, einem Höhlenfluss mehrere Kilometer weit folgen zu können, ihn zu studieren und Daten zu erheben. Hinzu kommt, dass die Existenz zahlreicher Bohrungen die Untersuchung des Fliessverhaltens im Umfeld der Höhle ermöglicht. Die Bohrungen wurden sowohl in den Epikarst als auch in die Böden abgeteuft. An die hundert

Färbversuche ("Tracerexperimente") wurden durchgeführt, um die Grenzen des Einzugsgebiets abzustecken. Spezielle Einrichtungen wurden etabliert, beispielsweise ein System, um künstlich Wasser in den Karst einzuspeisen – in seiner Art weltweit einzigartig. Diese Infrastruktur und die erlangten Erkenntnisse ermöglichen das Testen von Hypothesen, Untersuchungsmethoden oder auch der Modellierung der Fliesswege, um diese dann andernorts anzuwenden.

In Bezug auf die A16 barg die Gefahr einer Gewässerverschmutzung durch die Baustelle ein besonderes Risiko, sei es durch Entweichen von Kohlenwasserstoffen der Baumaschinen oder Wassertrübung infolge Erdbewegungen. Detektionstechniken für Kohlenwasserstoffe und ein Einsatzdispositiv im Verschmutzungsfall wurden entwickelt. Die Trübe des Wassers und die Ablagerung von Sedimenten in der Höhle wurden während 15 Jahren beobachtet. Zur besseren Auswertung dieser Daten schlug das SSKA dem Zentrum für Hydrogeologie in Neuenburg ein Forschungsprojekt vor. Im Dezember 2017 wurde dann eine entsprechende Dissertation verteidigt, die insbesondere neue Erkenntnisse über den Transport von Partikeln, welche im Boden ausgewaschen werden und an Karstquellen wieder ans Tageslicht treten, beinhaltet. Diese



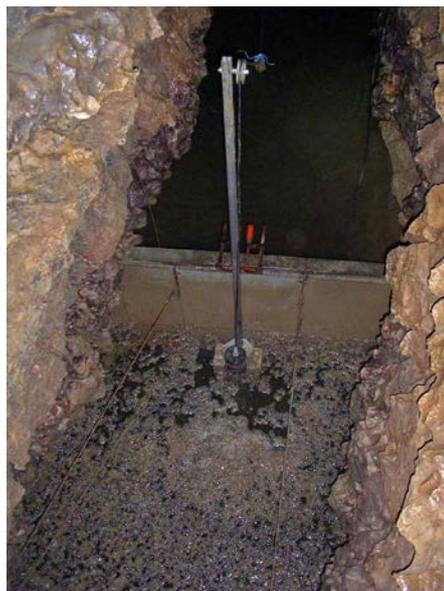
Baustelle der Autobahn A16, ca. 200 m vom Eingang zur Höhle.

Quellen trüben sich nämlich regelmässig ein, was Probleme für die Nutzung als Trinkwasser nach sich zieht. Die Messungen und die Modelle zeigen, dass entgegen den Erwartungen die grösste Trübung nicht notwendigerweise mit den Hochwasserspitzen einhergeht.

Die Verletzlichkeit des Wassers gegenüber Verschmutzungen, also dessen Vulnerabilität, ist ein wichtiges Thema im Karstwasserschutz. Dank der detaillierten Kenntnis des Systems wurde die Milandre regelmässig herangezogen, um Methoden in dieser Richtung zu entwickeln und zu testen. Eine neue Diplomarbeit zu dieser Thematik ist für das Jahr 2018 vorgesehen.



An den Sedimenten des unteren Höhlenteils gefundener Blutegel (2008). Ursache dafür ist wohl eine landwirtschaftliche Verschmutzung.



Tauchwand, die mögliche Ölverschmutzungen des unterirdischen Flusses zurückhalten soll. 2008 trat dort schwarzer Schaum auf.

Geotechnik, Erdbeben und Hochwasser

Ein Autobahntunnel mitsamt Eingangsportal wird über einem reich versinterten Höhlengang mit über tausendjährigen Stalaktiten und Stalagmiten erbaut. Könnten die Bauarbeiten die zerbrechlichen Versinterungen zerstören? Falls ja, wie könnte man sie schützen? Um diese Fragen beantworten zu können, brauchte es das Wissen von Spezialisten in Festkörpermechanik und Erdbebenkunde. Im Gelände musste dann getestet werden, inwieweit die Felssprengungen im Zuge der Bautätigkeiten die unterirdischen Gänge erschüttern lassen. Dank diesen



Batteriewechsel im Rahmen einer Begehung zum Unterhalt der Geräte.



Über dem Fluss aufgespanntes Gitter zur Messung der Sedimentation und deren Probenentnahme ohne Notwendigkeit der Begehung.

Studien konnten wir die geeignetsten Aushubmethoden definieren und einen Tropfsteinbruch vermeiden. Dieser Ansatz kann ebenfalls andernorts angewendet werden, beispielsweise beim Ausbau von Schauhöhlen. Er lieferte auch reale Daten, unter welchen Bedingungen Tropfsteine brechen können. Diese Information ist wichtig, wenn man die Geschichte von Erdbeben oder Hochwässern einer Region rekonstruieren will.

Geophysik

Eine Schwierigkeit bei der Anwendung von geophysikalischen Methoden liegt darin, dass die gesuchten Strukturen (Höhlen) sehr klein sind im Vergleich zu dem sie umgebenden Gestein. Falls eine solche Methode theoretisch in der Lage ist, eine Höhle zu erkennen, sollte sie zunächst an einem bekannten Ort angewendet und kalibriert werden. Mit einer Höhle mittlerer Tiefe (40-70 m) und einer dank zahlloser Bohrungen gut bekannten Umgebung wurde die Milandre regelmässig für solche Versuche genutzt. Mindestens zehn Methoden wurden getestet: Geoelektrik, Refraktionsseismik, RMT-R, Bipol, RMT-EM, Grad, Georadar, Elektrotomographie, UGPS, Massenstrom, ...

Mehrere Dissertationen zu geophysikalischen Themen stützten sich vorrangig auf Ergebnisse an der Milandre.

Viele dieser Methoden verhalten zu nützlichen Informationen über den Untergrund im Allgemeinen sowie tektonische Brüche und Schichtlagerung, jedoch war keine von ihnen tatsächlich fähig, den Verlauf der Höhle zuverlässig abzubilden...

Unterirdische Klimatologie

Seit Beginn der 1990er-Jahre werden in der Höhle von Milandre regelmässig Temperaturmessungen vorgenommen, ohne dass das unterirdische Klima ein eigentliches Forschungsziel war. Im Sommer 2008 wurde dieser Aspekt aber schlagartig relevant. Zu diesem Zeitpunkt überschritten die CO₂-Gehalte der Höhle zum mutmasslich ersten Mal 3 % und führten zu Atemproblemen bei den Unterhaltsbegehungen für die Autobahn. Zwei Mal wurden echte Beschwerden verspürt, sodass die Luft im Detail untersucht wurde. Spuren von Kohlenmonoxid, viel

» Eine eindruckliche Zahl von Erkenntnissen wurde in der Milandre gesammelt «

giftiger als CO_2 , wurden gefunden. So wurde vermutet, dass es einen Luftzug von der Baustelle zur Höhle hin geben müsste. Dank vorgängiger Arbeiten zum Höhlenklima konnte das SSKA konkrete Schutzmassnahmen vorschlagen und durchführen:

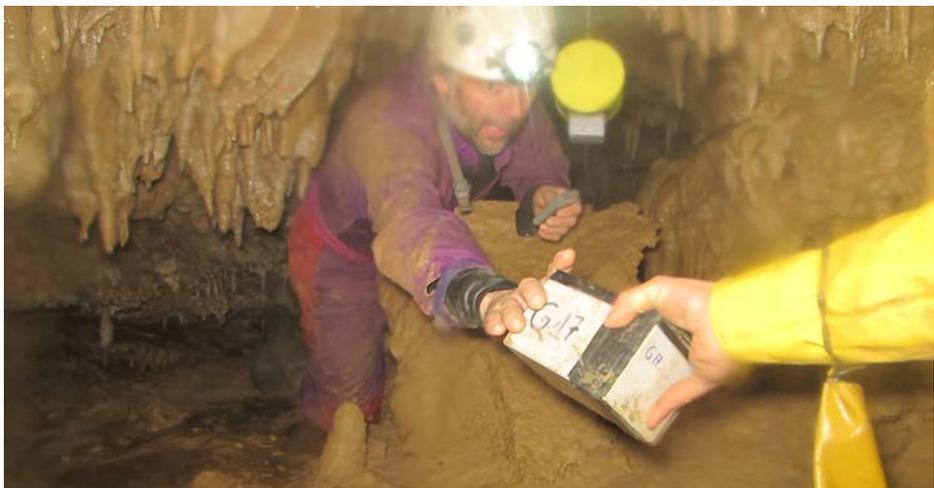
- 1) Öffnung der Tore an beiden Enden der Höhle, um eine bessere Ventilation zu erreichen;
- 2) Kontinuierliche Messung des CO_2 -Gehaltes, des Luftzugs und der Temperatur;
- 3) Limitierung des Zugangs nur auf informierte Personen, die über eine Sauerstoff-Notversorgung verfügen;
- 4) Bessere Ventilation der Tunnelbaustelle oberhalb der Höhle.

Für die Sicherheit der Höhlenbesucher waren diese Massnahmen effizient und die Sauerstoffflaschen mussten letztendlich nie benützt werden. Die Öffnung der Tore senkte den CO_2 -Gehalt ab, auch wenn weiterhin Werte von 2 % des öfteren überschritten wurden. Diese Massnahme hat ihrerseits aber weitere Auswirkungen, da die Höhle von Natur aus eigentlich verschlossen gewesen wäre: aus der Absenkung des CO_2 -Gehaltes resultiert eine aktive Kalkausfällung in der Höhle, so dass diese schneller versintern könnte.

Was sind die Ursachen der Zunahme von CO_2 ? Die Konstruktion der A16 könnte die natürlichen Zirkulationswege verändert haben, da viele Bautätigkeiten nahe der Höhle durchgeführt wurden. Einen Hinweis darauf liefert das Vorhandensein von Spuren von CO , das aus der Baustelle stammen muss. Trotzdem kann man die Entwicklung nicht ohne weiteres vollumfänglich der Autobahn



Installation zur Schüttungsmessung der Tropfsteine für den Test des Einspeisesystems, das entwickelt wurde, um den Einfluss der Autobahn zu minimieren.



Installation und Unterhalt der Messgeräte können je nach Ort recht unkomfortabel sein!



Tauchwand zum Zurückhalten von Kohlenwasserstoffen im Fall einer Verschmutzung inklusive dazugehörigem Warnsystem.



Pierre-Yves Jeannin
wissenschaftliche Aufsicht
pierre-yves.jeannin@isska.ch



Denis Blant
Versickerung
denis.blant@isska.ch



Urs Eichenberger
Sedimente und Erschütterungen
urs.eichenberger@isska.ch



Philipp Häuselmann
Koordination und Feldarbeit
praezis@speleo.ch



Marc Luetscher
Paläoklima und CO₂
marc.luetscher@isska.ch



Eric Weber
Höhldynamik
eric.weber@isska.ch

zuschreiben. Eine weitere Möglichkeit ist, dass die CO₂-Produktion der land- und forstwirtschaftlich genutzten Böden im Lauf der letzten Jahrzehnte zugenommen hat. Mittels Auswertung der Wasser- und Luftparameter der Region konnte das SSKA zeigen, dass der Hauptgrund für einen solchen Anstieg die Klimaänderung ist. Die Wärme induziert eine gesteigerte biologische Aktivität der Böden und verkürzt die Winterpause, während der die Bodenfauna wenig aktiv ist. Weitere Ursachen sind aber nicht auszuschliessen, wie zum Beispiel Anpassungen in der landwirtschaftlichen Praxis, Bauwesen, usw.

Um die Veränderungen besser zu verstehen, messen wir seither das CO₂ in der Höhle und auch im Boden. Auch muss ein Kompromiss zwischen Ventilation der Höhle und deren Schutz vor übermässiger Versinterung gefunden werden. Dazu werden weiterhin Versuche und Messungen durchgeführt, die in den nächsten Jahren eine adäquate Antwort liefern sollen.

Paläoklima

Ein Element der Antworten auf die vorangegangene Frage ist das Wissen, wie die Bedingungen in der Vergangenheit – vor der Höhlenentdeckung und vor dem Autobahnbau – waren. Hinweise darauf können in den Stalagmiten gefunden werden, die durch Kalkausfällung wachsen. In diesen Kalkschichten können Veränderungen im Untergrund und teilweise auch des Klimas ausserhalb der Höhle abgelesen werden. Dank der guten Kenntnis der Milandre wurden bereits vier Paläoklima-Studien durchgeführt: Forschung zu vergangenen Erdbeben, Studium der Zusammensetzung der Lockersedimente und zwei Studien zu Stalagmiten. Man kann dabei die Auswirkung der Industrialisierung im 19. Jahrhundert wie auch die Entwicklung des Klimas der letzten Jahrtausende ganz klar ablesen. Möglicherweise findet man auch Informationen zum CO₂-Gehalt...

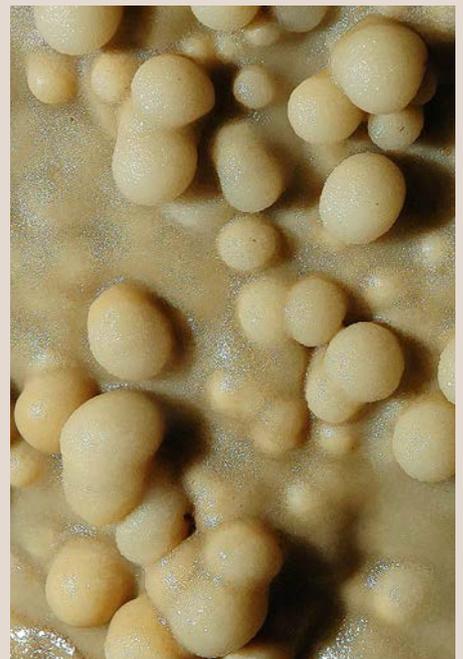
Diese Paläoumweltstudien sollten in den nächsten Jahren weitergeführt werden.

Schlussfolgerung

Normale akademische Forschungsprojekte erfassen die entsprechenden Testgebiete kaum jemals über einen Zeitraum von 30 Jahren. Umweltverträglichkeitsprüfungen können ab und zu lange dauern und vergleichbare Informationen liefern, erreichen aber bei der Auswertung der erhobenen Daten in der Regel kein vertieftes wissenschaftliches Niveau. Das SSKA sah beide Ansätze schon immer als komplementär an, was zu einigen wissenschaftlichen Publikationen führte und die Milandre zu einem international bekannten Forschungsort machte. Aus diesem Grund wurde ein internationaler Wettbewerb (Karst Modelling Challenge) lanciert. Er will verschiedene Modellierungsansätze der unterirdischen Fliesswege vergleichen, indem sie in diesem „Höhlenlabor“ angewendet werden.

Von Milandre... zu Lascaux

Die Palette der Arbeiten, die in den letzten 30 Jahren um die Milandre herum durchgeführt wurden, verleiht dem SSKA einen einzigartigen Erfahrungsschatz. So wird deutlich, warum unser Institut angefragt wurde, auch das Phänomen der Vermikulationen in Lascaux zu untersuchen. Diese Problemstellung wird im Folgenden erläutert.





FORSCHUNG IM UNTERGRUND

Das Problem der Vermikulationen in Lascaux

Bereits 2009 wurden einige kleine Bereiche der Höhlenmalereien von Lascaux durch dieses Phänomen angegriffen: Gemäldestriche, die während 18'000 Jahren unverändert geblieben waren, begannen sich plötzlich zusammenzuballen. Diese "Verpixelung" der Gemälde beunruhigte die Hüter der Höhle.

Vermikulationen sind kleine Ansammlungen von Partikeln, welche die Wände von zahlreichen Höhlen zieren. Sie sind manchmal punkt- und manchmal wurmförmig, weshalb auch der Name. Dieses Phänomen ist sehr weit verbreitet, aber da es nicht sehr spektakulär ist, wurde es bisher kaum untersucht.

Von der "Direction des affaires culturelles d'Aquitaine" wurde ein Programm ins Leben gerufen und geeignete Spezialisten gesucht. Das Siska wurde zur Offertstellung aufgefordert und nach einiger Prozedur ein dreijähriges Forschungsprogramm definiert. In der Forschungsgruppe befinden sich neben

dem Siska ein Labor für Fluidmechanik der Universität Paris-Orsay, eine Forschungsgruppe für feinkörnige Sedimente und Malerei der Ecole des Mines d'Alès, ein Mikrobiologie-Labor der Universität Lyon, welches seit mehreren Jahren in Lascaux arbeitet, sowie ein Geomorphologe, der den Perigord-Karst sowie die Höhle von Lascaux gut kennt.

Das generelle Ziel der Untersuchung ist, an die Konservatoren konkrete Empfehlungen abgeben zu können, wie eine Beeinträchtigung der Malereien verhindert werden kann. Da das Phänomen wenig bekannt ist (kaum wissenschaftliche Literatur), besteht

der erste Teil des Programms darin, die Vermikulationen zu beschreiben (Form, Zusammensetzung, Entwicklung, mikrobiologischer Einfluss). In einem zweiten Teil wird versucht, die Bildungs- oder Entwicklungsbedingungen zu verstehen (Temperaturvariationen, Feuchtigkeit, Luftzug, pCO₂ usw.).

Oben: Vermikulationen in einer Höhle nahe bei Lascaux. Die weissen Vierecke wurden abgekratzt, während die unscharfe Zone links abgerieben wurde, um die Bildung neuer Vermikulationen zu verfolgen. Diese entwickeln sich offensichtlich entlang kleinerer Brüche und Vertiefungen in der Höhlenwand.

Der dritte Teil soll die theoretische Grundlage zu Fluidbewegungen der Wasserfilme entlang der Wände, zur Fortbewegung der Partikel und zur Mikrobiologie liefern. In einem vierten Teil soll schliesslich versucht werden, Vermikulationen im Labor unter kontrollierten Bedingungen nachzubilden.

Da der Zugang zu Lascaux sehr strengen Regeln unterworfen ist, können dort praktisch keine direkten Beobachtungen und Messungen durchgeführt werden. Deshalb wurden vier andere Höhlen mit Vermikulationen zur Untersuchung ausgewählt. Zwei davon befinden sich in der Dordogne, mit vergleichbaren Bedingungen wie Lascaux, zwei weitere in der Schweiz. An allen Orten wurde beobachtet, dass sich die Vermikulationen im oberen Teil eines Ganges bilden. Nach einigen Monaten wurde zudem festgestellt, dass die

Vermikulationszonen hauptsächlich dort zu finden sind, wo das Wasser an den Wänden im Sommer kondensiert und im Winter wieder verdunstet. An diesen Stellen wurden Messgeräte aufgestellt, die das unterirdische Mikroklima messen. Zudem werden diese Stellen regelmässig kontrolliert. Alle Ergebnisse deuten auf einen grossen Einfluss der Kondensation auf die Entstehung der Vermikulationen hin. Zwei weitere Hinweise stützen diese These: 1) Der Calcit, der die Malereien "fixieren" kann, kann durch kondensiertes Wasser wieder aufgelöst werden, und 2) die Kohäsion der feinen Bestandteile der Vermikulationen verringert sich, wenn wenig mineralisiertes (kondensiertes) Wasser vorhanden ist.

Oggleich eine Beteiligung der Kondensation als gesichert gilt, beobachtet man doch auch Zonen mit Kondensation, aber ohne Vermikulationen...

Momentan scheint es, als ob gewisse Mikroorganismen mit den Vermikulationszonen assoziiert sind. Trotzdem scheint ihr Einfluss auf das Phänomen begrenzt zu sein, und sie dürften sich eher opportunistisch verhalten, indem die für Vermikulationen günstigen Bedingungen auch günstig für ihr Leben sind. Experimente mit Bioziden könnten diese Hypothese bestätigen.

Die Arbeiten gehen weiter, und definitive Antworten sollten bis Ende 2018 vorliegen.



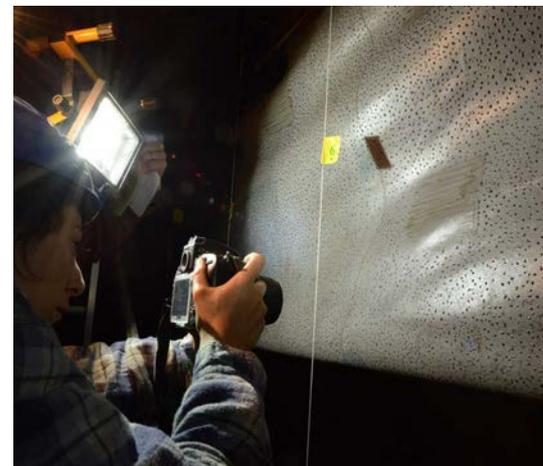
Eric Weber
Instrumentierung und GIS
eric.weber@isska.ch



Pierre-Yves Jeannin
Koordination
pierre-ys.jeannin@isska.ch



In einem künstlichen Stollen entdeckten wir Vermikulationen auf einer Plane, die dort seit 1990 hängt. Diese Konstruktion erlaubt es, verschiedene Beobachtungen und Experimente vorzunehmen.



Visual KARSYS

Entwicklung eines Werkzeugs für die Dokumentation und Bewirtschaftung von Karstaquiferen



Das Konzept Visual KARSYS, das vom SSKA zusammen mit i4ds (Institute of 4D technologies, FHNW School of Engineering) entwickelt wurde und dessen Umsetzung drei Jahre dauert, soll ab Mitte 2019 Onlinewerkzeuge für Geologen und Hydrogeologen, die in Karstgebieten arbeiten, zur Verfügung stellen.

Dank eines intuitiven und didaktischen Aufbaus sollen die Benutzer die Möglichkeit haben, KARSYS auf dem Perimeter ihrer Wahl anzuwenden und ihr Projekt oder dessen Resultate mit anderen Nutzern (Kunden, Mitarbeiter, etc.) direkt über das Web zu teilen.

Technisch gesehen eröffnet der Nutzer ein Projekt über sein Untersuchungsgebiet und integriert nach und nach Daten, was ihm die etappenweise Erstellung geologischer und hydrogeologischer 3D-Modelle erlaubt. Die Etappen münden in Produkten (Karten, Fichen, Modelle, GIS-Daten), die von den Endkunden herangezogen werden können, um die Bewirtschaftung des Karstgrundwassers zu verbessern (Raumplanung, Schutzzonen etc.) und/oder ihr Vorhaben hinsichtlich Karstaspekte abzuklären und abzustützen (Bauvorhaben, Geothermie, Deponien, Versickerung etc.).

Ein Projekt mit vielen Partnern

Das Projekt wird vom SSKA und i4ds getragen. Zahlreiche Partner verfolgen und unterstützen die Entwicklung, sowohl in der Schweiz als auch im Ausland. Konkret sind beteiligt:

- Schweizerische Eidgenossenschaft: BAFU, Nagra, Swisstopo
- ausländische Geologische Dienste: BRGM (Frankreich), GSI (Irland), BGS (UK)
- Universität: EPF Lausanne
- Kantonale Umwelt- und Gewässerschutzämter: Waadt, Wallis, Solothurn, Neuchâtel, St. Gallen, Graubünden

Meilensteine des Jahres 2017

Partnerschaftskonvention SSKA / BRGM

Mit dem BRGM (Frankreich) wurde 2017 eine Vereinbarung für die Entwicklung eines Modellierwerkzeuges für 3D-Geologie unterzeichnet. Dieses Werkzeug ("GeoCruncher") wird direkt in die Plattform als Teil des KARSYS-Prozesses integriert werden.

Marketing

2017 wurden verschiedene Marketingaktionen durchgeführt, um die Visual KARSYS-Werkzeuge bekanntzumachen. Ein eintägiger Kurs wurde anlässlich des internationalen Kongresses der IAHR in Dubrovnik im Oktober 2017 durchgeführt.

Perspektiven für 2018

Die Entwicklung der Plattform wird 2018 intensiviert, vor allem unter Beteiligung des BRGM und zusätzlichen Entwicklern der i4ds. Ausserdem ist für dieses Jahr vorgesehen, das geologische 3D-Modul und den Algorithmus für die Karstwassermodellierung zu integrieren.

Ein spezieller Fokus wird auf die Erfassung der geologischen und hydrologischen Daten (Bohrungen, Quellen, Höhlen etc.) gelegt, da dieser Aspekt insbesondere die kantonalen Ämter interessiert. Entsprechende Gespräche mit diesen Partnern werden 2018 geführt.

KARSYS-Kurzkurs
am IAHR-Kongress
im Oktober 2017,
Dubrovnik.

Online-
zugängliche
Werkzeuge für
Geologen und
Hydrogeologen



Arnauld Malard
Koordination
arnauld.malard@isska.ch



Pierre-Yves Jeannin
wissenschaftliche Aufsicht
pierre-yves.jeannin@isska.ch

Warten Sie nicht länger, schreiben Sie sich auf <http://visualkarsys.isska.ch> ein und erfassen Sie Ihre eigenen KARSYS-Modelle!

Verfolgen Sie die
Entwicklung auch auf
Twitter @Visual_KARSYS

Karstkarte der Waadtländer Voralpen

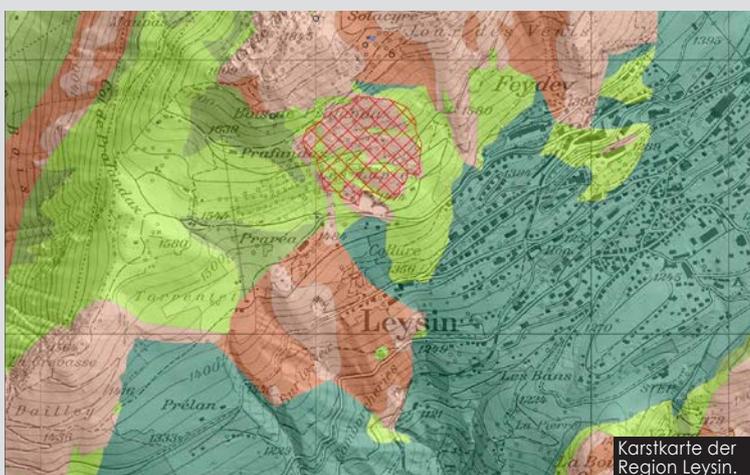
Der Karst ist ein für die Raumplanung wichtiger Aspekt, sowohl aus gesetzlicher Sicht wie auch im Hinblick auf die Nutzung. Die offiziellen Wegleitungen nehmen jedoch nur eher selten Rücksicht auf diese Charakteristika.

Die vom SSKA entwickelte Karstkarte dokumentiert die Karsteigenschaften der geologischen Formationen an der Oberfläche oder unter Bedeckung, schätzt die Mächtigkeit dieser allfälligen Bedeckung ab und zeigt die karstassoziierten morphologischen Phänomene an.

Eine erste Karstkarte erstellte das SSKA in 2016 für den Kanton Waadt, welche den Waadtländer Jura umfasst. Das Resultat und der Nutzen überzeugte das Umweltamt des Kantons, sodass dieses entschied, die Methode auch auf die Waadtländer Voralpen anzuwenden und somit alle Karstgebiete des Kantons abzudecken. Die Ende 2017 abgelieferte Karte zeigt die Karsteigenschaften der Gesteine, die entsprechenden Morphologien (Karrenfelder, Dolinen und Höhlen - letztere auf vertraulicher Basis) sowie die Karstquellen und deren Eigenschaften.

Diese Karten helfen, Entscheidungen zur Reglementierung der Nutzung zu treffen (Bautätigkeiten, Düngung, Waldwirtschaft, Goethermiesonden), ermöglichen aber ebenso eine Ersteinschätzung in Bezug auf Naturgefahren (Hochwasser, Einstürze, ...) und weisen auf schutzrelevante Bereiche hin (Wasservorkommen, Schutzgebiete i.w.S.).

Informationen : demian.rickerl@isska.ch



Archäozoologie



Steinbockschädel in der Höhle von Giétroz (VS).

Das Ende des Jahres 2017 wartete noch einmal mit einer überraschenden Entdeckung im Wallis auf. Ein sich plötzlich öffnendes Loch in der alpinen Rasendecke erlaubte den Zugang in eine bislang unbekannte Höhle. Zwei kleine Hallen an der Basis eines 10m-Schachtes enthielten eine grosse Anzahl Knochen, darunter mehrere männliche Steinbockköpfe von beachtlicher Grösse. Viele davon sind versintert oder im Sediment begraben, was von ihrem hohen Alter zeugt. Es ist eine Studie zur 14C-Datierung vorgesehen.

Informationen : michel.blant@isska.ch



Zugang zur Höhle.

Exkursionsführer Taubenloch + Doubs

2017 erschienen zwei neue Exkursionsführer. Einer befasst sich mit der Taubenlochschlucht (BE), der andere mit dem Tal des Doubs (herausgegeben jeweils auf Deutsch und Französisch). Diese Führer ergänzen die offensichtlich vom breiten Publikum wie auch von Schulen geschätzte Serie. Der Führer zum Doubs wurde partnerschaftlich mit dem Regionalpark Doubs realisiert, mit dem das SSKA die Zusammenarbeit nach und nach intensiviert und mehrere Exkursionen anbietet.

Der Exkursionsführer Doubs ist der sechste Band in der Serie der SSKA-Führer. Mehrere weitere Bände sind möglich, aber bevor diese konkretisiert werden, muss als erster Meilenstein jeweils zunächst die Frage der Finanzierung geklärt werden...

Informationen: remy.wenger@isska.ch

Die Taubenlochschlucht und Klus von Reuchenette Hydrogeologischer Wanderführer



Der Lauf des Doubs Wanderführer von Les Brenets bis Saint-Ursanne



Dolinen

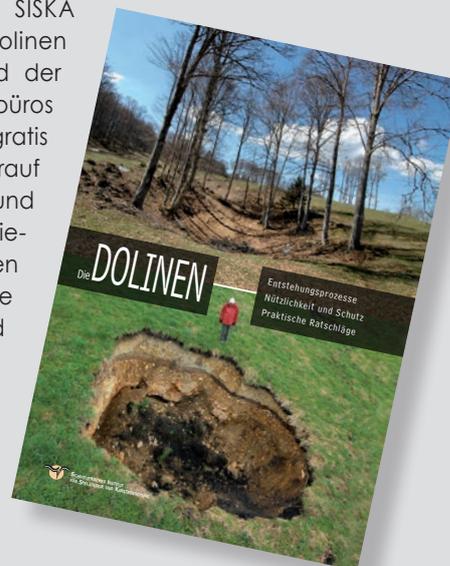
Dolinen und deren Schutzbedarf waren Inhalt mehrerer Aktivitäten.

In erster Linie wurden ca. 15 Dolinen von Abfall befreit. Diese Arbeiten wurden in Zusammenarbeit mit dem BAFU (in Bezug auf die AltIV), den Gemeinden und den Kantonen Waadt und Neuenburg durchgeführt.



Mit der Stiftung Landschaftsschutz Schweiz und dem westschweizer Fernsehen wurde ein Dokumentarfilm über Dolinen und deren Bedeutung für das Landschaftsbild gedreht.

Schliesslich wurde vom SSKA eine Broschüre über Dolinen herausgegeben. Sie wird der Öffentlichkeit, Geologiebüros und den Verwaltungen gratis abgegeben und zielt darauf ab, die landschaftliche und hydrogeologische Rolle dieser karsttypischen Formen zu erklären. Die Broschüre liegt auf Deutsch und Französisch vor und ist auf Anfrage beim SSKA erhältlich.



Informationen: denis.blant@isska.ch

VERÖFFENTLICHUNGEN

BLANT M., JOYE S., MÜLLER W. & RAMSTEIN M. (2017): Monible, Grotte du Lynx (Jura bernois). Un remplissage daté de la fin du Pléistocène au début de l'Holocène. Archäologie Bern/Archéologie bernoise 2017, 120-125.

BIANCHI-DEMICHELI F., TANTARDINI L., OPPIZZI N. & BLANT M. (2017) : Découverte d'un bouquetin (*Capra ibex*) et de deux ours bruns (*Ursus arctos*) pléistocènes dans des grottes du Monte Generoso. Bollettino della Società Ticinese di scienze naturali 105, 63-68.

HÄUSELMANN, PH. (2017): Die Camoscellahöhle: Spezialität in Marmor / La grotte Camoscella: une cavité originale dans le marbre - Stalactite 67 (2), 15-23.

HÄUSELMANN, PH. (2017): When do caves form? - Proceedings 25th Int. Karst school, Postojna (Abstract only).

HÄUSELMANN, PH. (2017): United we divide: Speleogenesis in the vertical vadose zone. - Proceedings of the 17th International Congress of Speleology, Sydney 2017, Volume 2, 277-279.

JAERMANN, O., WENGER, R. (2017) : Canton de Vaud : une convention pour mieux préserver le karst, Kanton Waadt : eine Vereinbarung zum besseren Schutz des Karstes. – Stalactite 67(1), 34-39.

JEANNIN, P.-Y., MALARD, A., HÄUSELMANN PH. & MEURY, P.-X. (2017): Effect of cave ventilation on karst water chemographs. - In: Ph. Renard, C. Bertrand (Eds.): EuroKarst 2016, Neuchâtel, 129-139.

MÜLLER Werner (2017) : La Baume de l'Ombriau d'en bas - Trou de l'Arche. Les restes osseux. Cavernes 2017, 14-16.

PARISE, M., BIXIO, R. & HÄUSELMANN, PH. (2017): Simboli cartografici per cavità artificiali: Recenti attività delle commissioni UIS. - Atti del III Convegno Regionale di Speleologia, 2-4 giugno 2017, Napoli, 145-150.

WEBER E. (2017) : Tunnel du Haut de la Tour (Saint-Sulpice, Val-de-Travers / NE), cartographie en rapport avec un effondrement en surface. Ligne CFF Auvornier – Les Verrières. Cavernes 2017.

MEDIEN

Presse: L'Impartial • L'Express • A+ • La Côte • Feuille d'Avis de la Vallée de Joux • Environnement / Umwelt • L'Illustré • Le Nouvelliste • Scm La Chaux-de-Fonds • 20Minutes.ch • Arcinfo.ch • Der Bund • Tages Anzeiger • Wandern • Le Temps • Südschweiz • Der Landbote

TV+Radio: RTS Un • TéléBilingue Bienne • RTN

MITARBEITER

Regelmässige Mitarbeiter/innen

Denis Blant	Wissenschaft, Karstschutz (50%)
Michel Blant	Wissenschaft, Archäozoologie (25%)
Constanze Bonardo	Sekretariat 65%, bis 31.05
Urs Eichenberger	Wissenschaft, Schulung (75%)
Philipp Häuselmann	Wissenschaft (50%)
Pierre-Yves Jeannin	Administration, Wissenschaft (90%)
Marc Luetscher	Wissenschaft (60%, ab 1.11)
Arnauld Malard	Wissenschaft, Doktorant (80%)
Carole Mettler	Sekretariat (50%, ab 1.06)
Georges Naman	Informatik (35%)
Demian Rickerl	Wissenschaft (70%)
Jonathan Vouillamoz	Wissenschaft (80%, bis 31.10)
Eric Weber	Wissenschaft (80%)
Rémy Wenger	Karstschutz, Schulung (50%)



Praktikanten / Zivildienstleistende

Luc Barast	Praktikant
Mario Bucev	Zivildienstleistender
Augustin Bussy	Zivildienstleistender
Alizée Cardinal	Praktikant
Julien Debache	Zivildienstleistender
Guillaume Frund	Zivildienstleistender
Philipp Klingler	Zivildienstleistender
Tom Müller	Zivildienstleistender

Das Siska pflegt intern einen Arbeitsstyl, der Gleichheit, Absprache und gegenseitigen Respekt ins Zentrum stellt. Wirtschaftliche Aspekte werden als Notwendigkeit gesehen und nicht als Ziel. Viele Beiträge wirken vorerst indirekt, da ihre Reichweite und Umsetzung die Kapazität unserer kleinen Gruppe etwas übersteigt. Aber in den Köpfen vieler Praktikanten, Studenten und Zivildienstleistenden, die wir jedes Jahr betreuen, hinterlassen sie bleibende Spuren.

SOZIALE NETZWERKE

Verfolge das Siska auf Twitter!

Anfang 2017 hat die Siska ein Twitter-Konto eröffnet (@Isska_Siska). Das Siska veröffentlicht über diesen Weg Publikationen, den Ausflugskalender, die kommenden Kurse und Vorträge und andere Aktualitäten.

Für nicht Twitter Abonnenten, sind die Tweets auch auf der Website des Siska einsehbar.

Macht mit und folgt uns!



BETRIEBSRECHNUNG & BILANZ

BETRIEBSRECHNUNG	2017	2016
	CHF	CHF
Mandate	788 871,31	706 682,99
Subventionen	214 200,00	195 000,00
Unterstützung durch die Loterie Romande	34 000,00	50 000,00
Verkäufe	10 082,43	5 600,03
Spende	20 950,00	20 560,00
Andere Umsätze	20 207,71	32 696,29
./. MWST	(2 888,97)	(1 321,54)
Total Ertrag	1 085 422,48	1 009 217,77
Material	(7 622,20)	(2 350,00)
Druck & Herausgabe	(8 390,05)	0,00
Verbrauchsmaterial	(25 323,37)	(39 193,13)
Reisekosten	(31 320,91)	(27 248,20)
Honorare (Lieferanten)	(227 373,93)	(129 145,01)
Diverse Kosten	(18 553,43)	(20 716,25)
Bruttomarge I	766 838,59	790 565,18
Personalkosten	(692 241,00)	(683 191,31)
Bruttomarge II	74 597,59	107 373,87
Miete	(31 653,95)	(34 260,30)
Versicherungen	(4 739,40)	(4 850,00)
Verbrauchsmaterial	(37 822,30)	(36 166,22)
Betriebsrechnung vor Zinsen, Kosten und Produkte	381,94	32 097,35
Ertrag	806,55	818,95
Finanzielle Belastungen	(1 715,90)	(1 877,05)
Variationen auf Börsenwerte	854,00	(1 042,78)
Jahresgewinn vor Zuteilung Reservefonds	326,59	29 996,47
Zuteilung Reservefonds	0,00	(20 000,00)
JAHRESGEWINN	326,59	9 996,47



FIDUCONSULT ACTA
Société fiduciaire d'expertises et de révision - Conseils juridiques et fiscaux

Rapport de l'organe de révision sur le contrôle restreint au Conseil de fondation de ISSKA, Institut Suisse de Spéléologie et Karstologie

En notre qualité d'organe de révision, nous avons contrôlé les comptes annuels (bilan, compte de résultat et annexe) de ISSKA, Institut Suisse de Spéléologie et Karstologie pour l'exercice arrêté au 31 décembre 2017.

La responsabilité de l'établissement des comptes annuels incombe au Conseil de fondation alors que notre mission consiste à contrôler ces comptes. Nous attestons que nous remplissons les exigences légales d'agrément et d'indépendance.

Notre contrôle a été effectué selon la Norme suisse relative au contrôle restreint. Cette norme requiert de planifier et de réaliser le contrôle de manière telle que des anomalies significatives dans les comptes annuels puissent être constatées. Un contrôle restreint englobe principalement des auditions, des opérations de contrôle analytiques, ainsi que des vérifications détaillées appropriées des documents disponibles dans l'entité contrôlée. En revanche, des vérifications des flux d'exploitation et du système de contrôle interne ainsi que des auditions et d'autres opérations de contrôle destinées à détecter des fraudes ou d'autres violations de la loi ne font pas partie de ce contrôle.

Lors de notre contrôle, nous n'avons pas rencontré d'éléments nous permettant de conclure que les comptes annuels ne sont pas conformes à la loi et à l'acte de fondation.

La Chaux-de-Fonds, le 9 avril 2018



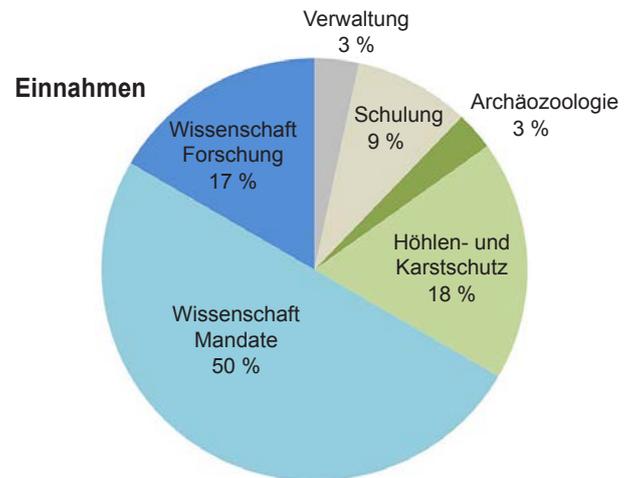
Loszlo Kelemen
Expert-réviseur agréé



Sonia Malhez
Expert-réviseur agréé
(Responsable du mandat)

BILANZ PER 31. DEZEMBER	2017	2016
	CHF	CHF
AKTIVA		
Umlaufvermögen		
Finanzwesen und Aktiva mit Börsennotierung		
• Liquidität	359 945,94	344 898,19
• Titel mit kurzer Notierung	22 650,06	21 796,06
Schulden aus Verkäufen oder Leistungen		
• an Dritte	176 258,92	87 529,12
Andere kurzfristige Schulden		
• an Dritte	123,46	128,65
Nicht verrechnete Arbeiten		
• Laufende Arbeiten	48 217,50	49 800,00
Transitorische Aktiva	7 383,50	15 955,15
	614 579,38	520 107,17
Umlaufvermögen immobilisiert		
Finanzanlagen	1 555,80	1 554,55
Total Aktiva	616 135,18	521 661,72

BILANZ PER 31. DEZEMBER	2017	2016
	CHF	CHF
PASSIF		
Fremdkapital kurzfristig		
Schulden aus Lieferungen und Leistungen	73 724,34	17 489,40
Andere kurzfristige Schulden mit Zinsen	10 000,00	10 000,00
Andere kurzfristige Schulden	45 218,81	20 756,88
Transitorische Passiva	75 800,00	52 350,00
	204 743,15	100 596,28
Fremdkapital langfristig		
Andere langfristige Schulden mit Zinsen	50 000,00	60 000,00
Provisionen	43 200,00	43 200,00
	93 200,00	103 200,00
Eigenkapital		
Gründungskapital	240 000,00	240 000,00
Reservefonds	120 000,00	120 000,00
Ausgaben Überschuss in der Bilanz		
• Übertragene Ausgaben	(42 134,56)	(52 131,03)
• Einnahmen Überschuss	326,59	9 996,47
	318 192,03	317 865,44
BILANZSUMME	616 135,18	521 661,72



Das Schweizerische Institut für Speläologie und Karstforschung

DAS SSKA IN KÜRZE

Das SSKA, eine gemeinnützige Stiftung ohne Gewinnabsicht, wurde im Februar 2000 auf Initiative der Schweizerischen Gesellschaft für Höhlenforschung ins Leben gerufen.

Der Sitz befindet sich in La Chaux-de-Fonds.

Das SSKA arbeitet mit den ETH und den Universitäten Zürich, Bern, Freiburg, Lausanne und Neuenburg zusammen.

DAS SSKA, FÜR WEN UND WOFÜR?

Ein Ziel des SSKA ist es, die Behörden und Beratungsbüros in den spezifischen Bereichen des Karstes und der Höhlen zu unterstützen. Es stellt ein einzigartiges Kompetenzzentrum zur Verfügung.

Dank seines verzweigten Netzes von Partnern und Mitarbeitern ist es dem SSKA möglich, Kontakt zu den besten schweizerischen und europäischen Fachleuten in den entsprechenden Bereichen aufzunehmen.

Das SSKA kann je nach Auftrag als Partner, Unterakkordant oder als Experte aktiv werden.

Im Bereich der Grundlagenforschung reicht die Bandbreite von der unterirdischen Klimaforschung über die Archäologie und Paläontologie bis hin zur Hydrogeologie oder Speläogenese. Diese Projekte werden im Rahmen von Doktoraten oder Universitätsdiplomen durchgeführt; das SSKA übernimmt hierbei, in Zusammenarbeit mit den entsprechenden Kreisen an den Hochschulen, die wissenschaftliche Leitung, Koordination und Begleitung.

ARBEITSBEREICHE

- Wissenschaftliche Grundlagenforschung und angewandte Forschung
- Höhlen- und Karstschutz
- Paläontologie - Osteologie
- Schulung
- Sicherheit
- SPELAION



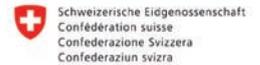
SCHWEIZERISCHES INSTITUT FÜR
SPELÄOLOGIE UND KARSTFORSCHUNG

Rue de la Serre 68
CH-2301 La Chaux-de-Fonds
Tel. +41 (0)32 913 35 33
Fax +41 (0)32 913 35 55
info@isska.ch
PCK : 17-148860-2

www.isska.ch

GRÜNDER

- Schweizerische Gesellschaft für Höhlenforschung
- Bundesamt für Umwelt
- Schweizerische Akademie der Naturwissenschaften
- Kanton Neuenburg
- Kanton Jura
- Stadt La Chaux-de-Fonds
- Sublime, Gesellschaft für die Organisation des XII. Internationalen Kongresses für Speläologie



UNTERSTÜTZUNG DURCH



MITGLIEDER DES STIFTUNGSRATES

- Didier Cailhol (SC-Jura)
Jean-Pierre Clément (Kanton Bern)
Patrick Deriaz
Kurt Graf (Schweizerische Akademie der Naturwissenschaften)
Roman Hapka (SC Préalpes fribourgeoises)
Ana Häuselmann (Kommission für wissenschaftliche Speläologie SGH & SCNAT)
Jacques-André Humair (Stadt La Chaux-de-Fonds)
Werner Janz
Ulrich Jörin (AG-Höllochforschung)
Jean-Claude Lalou (Sublime + Präsident des Stiftungsrates)
Pierre Perrochet (Kanton Neuenburg)
Jean-Louis Regez (SGH-Basel)
Edouard Roth (Kanton Jura)
Michael Sinreich (Bundesamt für Umwelt - BAFU)
Maxime de Gian Pietro (AGS-Regensdorf)
Andres Wildberger (Schweizerische Gesellschaft für Höhlenforschung)

Umschlag:

Graben zur Infiltration von Wasser (oben), welches die Höhle von Milandre (unten) vor dem Austrocknen schützt. Diese Abbildung verdeutlicht die Wichtigkeit bautechnischer Lösungen und ihren Bezug zum unterirdischen Flüsschen Milandrine.