

Dokumentation von zwei Quarzithöhlen am Roraima Tepui (Brasilien, Guyana)

ZUSAMMENFASSUNG

Zwischen den Flüssen *Amazonas* und *Orinoko* im Norden Südamerikas erstreckt sich die Gran Sabana, eine Feuchtsavanne, die von rund hundert Quarzittafelbergen (Tepuis) geprägt ist. Einer davon, der Roraima Tepui, befindet sich am Dreiländereck Brasilien, Guyana und Venezuela. In dem aus paläoproterozoischem (ca. 1,9 Milliarden Jahre) Sandstein und Quarzit bestehenden Berg sind Höhlen ausgebildet, die vermutlich vorwiegend durch mechanische Erosion von nicht oder nur teilweise lithifizierten (verfestigten) Sandsteinlagen gebildet wurden. Eine brasilianisch-österreichische Expedition im November 2010 hatte zum Ziel, vorhandene Objekte im Süden des Roraima Tepui zu besichtigen und im schwieriger erreichbaren Norden das Neuforschungspotential zu ermitteln. Besucht wurde die *Cueva Ojos de Cristal* (oder *Sistema Roraima Sur*). Hier wurden bisher 16,1 km Ganglänge vermessen, womit sie die weltweit längste Quarzithöhle ist. Zwei Objekte wurden vermessen, das *Hotel Coati* und die *Lake Gladys Cave*, die die jeweils höchstgelegenen dokumentierten Höhlenobjekte in Brasilien und Guyana darstellen. Das *Hotel Coati* ist eine als Bivak genutzte Höhle in einer Felsstufe im Norden des Tepui, die aus einem größeren kesselartigen Tagschlot und an rechteckig angeordneten Klüften gebundene Gänge aufgebaut wird. Die *Lake Gladys Cave* mit einer Ganglänge von 68 m liegt am Nordende eines über 100 m durchmessenden Sees hinter einem Wall aus heruntergebrochenen Schichtpaketen, in den der See entwässert. Der See befindet sich im guyanischen Teil auf 2665 m Seehöhe nördlich des *Hotel Coati*. Auf dem Tepui befinden sich noch weitere unvermessene Objekte wie der Schachtponor *El Fosso* (*The Pit*). Obwohl in der kurzen Zeit keine größeren Systeme entdeckt wurden, scheint noch Forschungspotential im Norden des Roraima Tepui vorhanden zu sein.

ABSTRACT

Documentation of two quartzite caves on the Roraima Tepui (Brazil, Guyana)

The *Gran Sabana* extends over the area between the *Amazonas* and *Orinoco River* in the northern part of South America. There about hundred table mountains (locally named Tepuis) are rising above the wet savannah plain. One of these, the *Roraima Tepui*, is situated at the triple border junction of the states of Brazil, Guyana and Venezuela. The plateau is built up of sandstones and quartzites of palaeoproterozoic age (c. 1.9 Billion years). Several caves which have mainly developed due to mechanical erosion of not or just partly lithified sandstone layers have been explored. The aim of a Brazilian Austrian expedition in November 2010 was to visit caves in the southern part of the Roraima Tepui and search for new caves in the less accessible northern part. The *Cueva Ojos de Cristal* (or *Sistema Roraima Sur*) was visited. With a mapped length of 16.1 km it is the biggest quartzite cave known in the world. Two caves were mapped, the *Hotel Coati* and the *Lake Gladys Cave*, which are the highest lying documented caves of Guyana and Brazil respectively. The *Hotel Coati* is situated in the north of the Tepui and is a cave often used as a bivouac. It is a shaft, acting as ponor, which is accessible through galleries aligned at rectangularly arranged fissures. North of that cave, in the Guyanese part, the single lake on the plateau, the *Lake Gladys* is situated at 2665 m a.s.l. There, the *Lake Gladys Cave* with a total length of 68 m is draining the lake. The entrance lies behind a boulder fall and water disappears into a sump. At the *Roraima Tepui* there are other not documented objects so far, as the shaft ponor *El Fosso* (*The Pit*). Even though no major systems were found during this short expedition, the potential of finding further caves in the northern part seems still good.

Lukas Plan

Naturhistorisches Museum Wien,
Karst- und Höhlenabteilung
Museumsplatz 1/10
1070 Wien
lukas.plan@nhm-wien.ac.at

Monika Hölzel

Department für Geodynamik
und Sedimentologie
Universität Wien
Althanstrasse 14, 1080 Wien
monika.hoelzel@univie.ac.at

Augusto Auler

Rua Brasópolis, 139 – Floresta,
Belo Horizonte – MG – CEP. 30150-170,
Brasilien
aauler@gmail.com

Plan, Hölzel, Auler / Dokumentation von zwei Quarzithöhlen am Roraima Tepui (Brasilien, Guyana)



Abb. 1: Lage des Roraima Tepui am Dreiländereck von Venezuela, Guyana und Brasilien.
Geographical position of the Roraima Tepui extending over the borders of Venezuela, Guyana and Brazil.

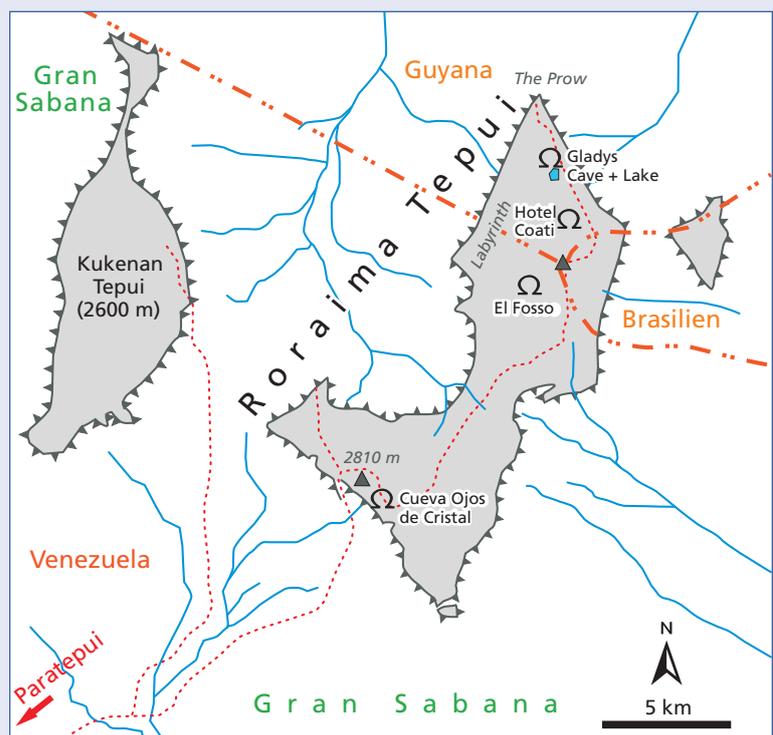


Abb. 2: Roraima und Kukenan Tepui mit den Höhlen Cueva Ojos de Cristal, El Fosso, Hotel Coati und Gladys Lake Cave.
Orange: Landesgrenzen; rot: Wegspuren; blau: Gewässer.
The Roraima and Kukenan Tepuis with the caves Cueva Ojos de Cristal, El Fosso, Hotel Coati and Gladys Lake Cave.
Orange: state borders; red: pathways; blue: water.

EINLEITUNG

Lange Zeit galten Sandstein und Quarzit als nicht verkarstungsfähig (Bögli, 1978). Erste Berichte über Quarzitkarst finden sich in Laffer (1958) bzw. White (1960) und berichten über das Guyana-Hochland im Süden Venezuelas, das auch heute noch einen Forschungsschwerpunkt darstellt. Daneben ist Quarzitkarst aus anderen Gebieten Südamerikas (Auler, 2004), dem Süden Afrikas sowie Australien beschrieben (Martini, 2004).

Die systematische Erforschung der Quarzithöhlen im Guyana-Hochland begann mit der *Cueva Autana* im gleichnamigen Tepui (Tafelberg) in den 1970ern. Mit der Entdeckung der *Cueva Ojos de Cristal* im Roraima Tepui im Jahr 2002 wurde das erste große aktive System bekannt. Derzeit hat es 16,1 km Ganglänge und ist weltweit die längste Quarzithöhle (Smida et al., 2008; 2010). Zurzeit wird vorwiegend am Chury Tepui, das im Chimantá Massiv liegt, geforscht, wo in diversen Höhlen bisher 44 km vermessen wurden. Diese komplex aufgebauten Höhlen zeichnen sich mit bis zu 100 m breiten Gängen durch gewaltige Dimensionen aus (Smida et al., 2010).

Die Genese der Quarzithöhlen wird nach wie vor kontrovers diskutiert, wobei der chemischen Lösung

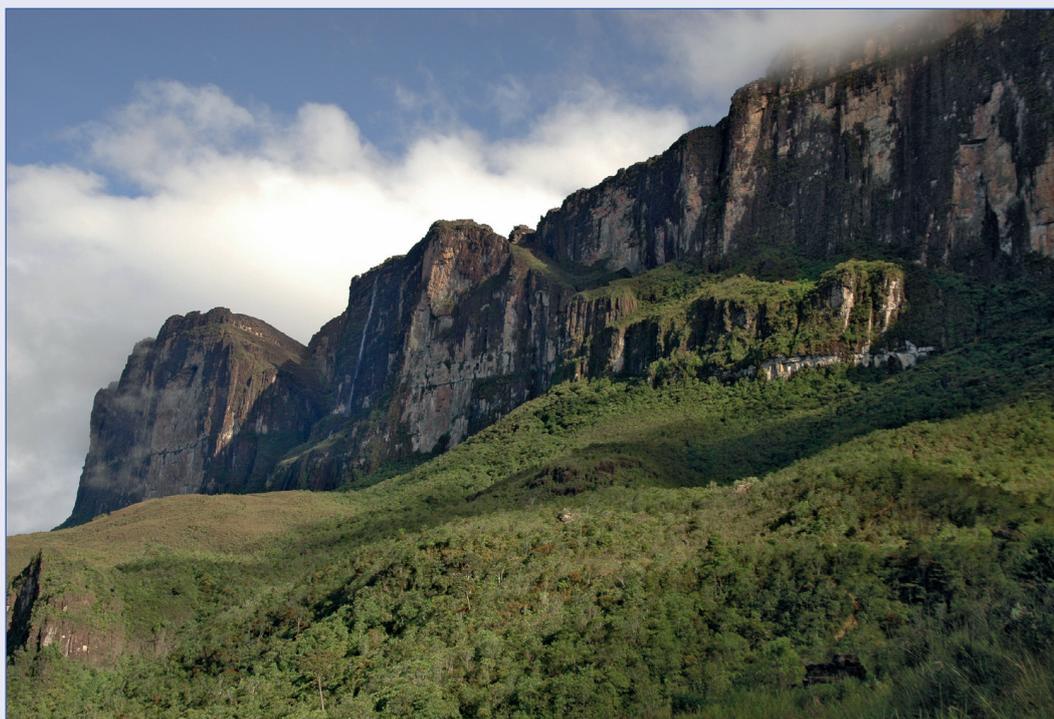
recht unterschiedliche Bedeutung zugemessen wird. Ein Überblick der Hypothesen findet sich zum Beispiel in Aubrecht et al. (2008), Wiegand et al. (2004) und Martini (2004).

Studien in Höhlen der Roraima Gruppe gehen davon aus, dass zumindest diese Höhlen auf nicht oder nur partiell lithifizierte (verfestigte) Sandsteinlagen zurückzuführen sind. Diese wurden mechanisch erodiert, wobei Lösung eine sehr untergeordnete Rolle spielt (Aubrecht et al., 2008).

Ebenso ungeklärt ist das Alter der Höhlen: Da die meisten Systeme aktiv sind, gehen manche Autoren davon aus, dass es sich um sehr junge Bildungen handelt (mehrere 10 ka [Tausend Jahre]; Marini, 2004), während andere, analog zu den Plateaus, extrem hohe Alter (einige 10 Ma [Million Jahre]; Wiegand et al., 2004) für möglich halten.

Da bei den meisten Modellen der mengenmäßig bedeutendste Teil der Hohlraumerweiterung der mechanischen Erosion zugeschrieben wird und die chemische Lösung nur im Initialstadium von Bedeutung ist, wird diskutiert, ob Höhlen im Quarzit als Karst- oder Pseudokarstformen zu bezeichnen sind (u.a. Martini, 2004), wobei erstere Meinung häufiger zu finden ist.

Abb. 3: Blick vom Wandfuß des Roraima Tepui auf „The Ramp“, ein breites Felsband, das einen einfachen Aufstieg auf das Plateau erlaubt.
View from below on “The Ramp”, which provides easy access to the plateau.



DER RORAIMA TEPUI

Die *Gran Sabana* im Norden Südamerikas erstreckt sich zwischen den Flüssen *Amazonas* und *Orinoko* und wird von rund hundert eigentümlichen Quarzittafelbergen geprägt (Abb. 1). Diese werden von den einheimischen Indios als Tepuis bezeichnet. Die meisten befinden sich im Canaima Nationalpark.

Der höchste Tafelberg ist der *Roraima Tepui*, wobei unterschiedliche Höhenangaben zu finden sind: Audy (2008) nennt als höchsten Punkt den *Ford Maverik* mit 2810 m im Süden; Pérez & Warren (2009) geben die Höhe mit 2723 m an und zeichnen diesen Punkt nahe dem im Norden gelegenen Dreiländereck Venezuela-Guyana-Brasilien (Abb. 2).

Im Süden bildet die *Gran Sabana* ein Hügelland in durchschnittlich 1000 m Seehöhe, während im tiefer gelegenen Norden (600 m) dichter Dschungel wächst. Über einem steilen Sockel wird das auf rund 2700 m Seehöhe gelegene Plateau von bis über 400 m hohen senkrechten Felswänden umgeben. Es misst max. 14 km in NNE-SSW Erstreckung und ist 2 bis 6 km breit. Seine Fläche wird mit 34 km² angegeben (Pérez & Warren, 2009). Nur an seiner Südwestseite kann es über ein breites Felsband (*The Ramp*) relativ einfach bestiegen werden (Abb. 3).

Am Plateau herrscht oft Nebel und es regnet viel. Während unseres 5-tägigen Aufenthalts hat es fast immer pünktlich zu Mittag teils heftig zu regnen begonnen. Der Niederschlag wird mit rund 6000 mm/a ange-

geben und die Temperatur schwankt während eines Tages zwischen 5 und 25 °C (Galan et al., 2004).

Die *Gran Sabana* gehört geologisch zum *Guyana-Schild*. Die Tepuis werden vorwiegend aus Quarzsandsteinen der *Roraima Supergroup* aufgebaut, die im Paläoproterozoikum vor rund 1900 bis 1800 Ma zur Ablagerung kamen (Santos et al., 2003). Magmatische Intrusionen vor 1800 bis 1400 Ma führten zu lokalen Metamorphosen, was den Sandstein in Quarzit umwandelte. Trotz des extrem hohen Alters sind in den meisten Bereichen des Roraima Plateaus sedimentäre Strukturen wie Wellenrippel und Schrägschichtungen sehr gut erkennbar. Erst nach der Hebung am Beginn des Tertiär wurden die einzelnen Tafelberge durch Erosion separiert.

Die heutige Plateaumorphologie bietet ein äußerst bizarres Landschaftsbild (Abb. 4). Während der unverwitterte Sandstein eine blassrosa Farbe hat, ist er an der Oberfläche meist von Algen und Bakterien schwarz gefärbt.

Die extremen Umweltbedingungen (kaum Nährstoffe, große Temperaturschwankungen, zeitweise Überflutung, etc.) erlauben nur spärliche Vegetation durch wenige oft endemische hoch spezialisierte Arten. Der Sandstein verwittert bevorzugt an Klüften, wodurch ein geometrisch vorgegebenes Kleinrelief entsteht. Die Reliefunterschiede sind dabei lokal sehr unterschiedlich, was sich auch auf die Fortbewegung am



Abb. 4: Das Plateau mit Sandsteinformationen, die durch Bakterien schwarz gefärbt sind. Dazwischen finden sich endemische Pflanzen, die auf nährstoffarmes Substrat und viel Wasserangebot (Tümpel) spezialisiert sind.

The plateau with sandstone formations, which are coloured black by bacteria. In-between are endemic plant species specialised on nutrient-poor substrate and lots of precipitation.

Plateau auswirkt: Nur wenn sie klein sind, ist rasches Vorankommen möglich; wenn sie im Meterbereich liegen, springt man von einem Türmchen zum nächsten (Abb. 5). Wenn dies nicht möglich ist, kämpft man sich durch die meist sumpfigen Schluchten dazwischen (Abb. 6). Einige Gegenden sind von 10er-Meter hohen

Felsformationen geprägt (z.B. *The Labyrinths*), was eine Begehung unmöglich macht. In den zahlreichen zum Teil mühsam zu überwindenden Bächen finden sich oft Zusammenschwemmungen von Bergkristallen. Früher wurde in den Bächen nach Gold und Diamanten geschürft.

DIE EXPEDITION

Während im leichter zugänglichen südlich gelegenen venezolanischen Teil des *Roraima Tepui* einige Höhlen bekannt sind, wurden nach unserer Kenntnis im

Norden (Brasilien und Guyana) bisher nahezu keine Höhlen bearbeitet. Ziel der Expedition Ende November 2010 war es, einen Überblick über das Tepui zu bekommen und das Höhlenpotential im Norden zu begutachten. Die Expedition wurde von Augusto Auler vom Höhlenverein Bambui (Belo Horizonte, Brasilien) organisiert. Beteiligt waren weitere sechs Mitglieder dieses Klubs, sechs befreundete Bergsteiger sowie Lukas Plan und Monika Hölzel vom Landesverein für Höhlenkunde in Wien und NÖ. Ein lokaler Guide vom Indiostamm der Pemón, Jaime Rodriguez, führte uns mit seinen perfekten Ortskenntnissen durch das schwierige Terrain. Fünf Träger transportierten Essen, Zelte sowie rund 200 m Seil und Befestigungen.

Vom Flughafen in *Boa Vista* (im Norden Brasiliens; Abb. 1) fuhren wir nach *Santa Elena de Uairén* (Venezuela) und mit Geländewägen weiter nach *Para Tepui*. Der Anstieg aufs Plateau nahm drei Tage in Anspruch. Einen Tag wurde der Süden erkundet und die *Cueva Ojos de Cristal* besichtigt. Einen weiteren Tag be-



Abb. 5: Hüpfende Fortbewegung am Plateau. *Hopping from stone to stone at the plateau.*



Abb. 6: Hohe Reliefunterschiede und Regen erschweren das Vorankommen am Plateau.
Differences in the relief and rain make it harder to cross the plateau.

nötigten wir, um in den Nordteil zum Camp *Hotel Coati* (Abb. 2) zu gelangen. Nur ein Tag stand dann für die Erkundung im Norden zur Verfügung. Zwei anstrengende Tage nahm der Rückweg nach *Para*

Tepui in Anspruch. Die Halbhöhlen bzw. Höhlen, in denen am Plateau gezeltet wird, werden *Hotels* genannt, sind aber aufgrund des vielen Regens ein unglaublicher Komfortgewinn.

DIE HÖHLEN

Cueva Ojos de Cristal (oder auch Sistema Roraima Sur)

Diese im venezolanischen Teil gelegene Höhle wurde 2002 von einer tschechisch-slowakischen Expedition entdeckt (Audy, 2008) und wegen der in Strudelkolke eingeschwemmten Bergkristalle als *Cueva Ojos de Cristal* (*Kristall-Augen-Höhle*) bezeichnet. Sie wurde in diesem und im Jahr darauf begonnen zu vermessen. 2005 und 2006 war ein venezolanisch-spanisches Team am Werk, das die Höhle als *Sistema Roraima Sur* (*System-Roraima-Süd*) bezeichnet und eine Länge von 10,8 km angibt (Galan et al., 2004). Die weitere Erforschung erfolgte in den beiden Folgejahren durch die Entdeckergruppe, wobei eine Länge von 16,1 km bei –73 m Höhenunterschied angegeben wird (Smida et al., 2008; Audy, 2008).

Die meist aktiven Gänge des Systems sind vorwiegend an einer leicht nach N(W) einfallenden Sandsteinlage angelegt. Etliche der zahlreichen Einstiege sind Pondere. Die Gangdimensionen variieren von komplexen

kleinräumigen Labyrinth bis zu Gängen mit 10 m Breite bei einigen Metern Höhe (Abb. 7). Es gibt verschiedenartige großteils silikatische (Opal) Speleotheme, an deren Bildung Mikroorganismen beteiligt sind (siehe Aubrecht et al., 2008). Rund 1 km der eindrucksvollen Höhle wurde von uns befahren.

Hotel Coati

Das *Hotel Coati* ist die Biwakhöhle im Norden des Tepuis und unter diesem Namen in der Karte von Pérez & Warren (2009) eingetragen. Es befindet sich rund 2 km NNE des Dreiländerecks, westlich der Wegspur zum nördlichsten Punkt (*The Prow*) und liegt im brasilianischen Teil.

Basisdaten: L: 61 m (+ ca. 30 m unvermessen), H: +10 m, He: 38 (gesamt ca. 50 m), UTM-Koord. (WGS 84): 20 N / 751.510 / 0.575.955, Sh: 2695 m
Am Rand einer Fläche mit bizarren regelmäßigen Sandsteintürmchen öffnet sich in einer Felsstufe der von weitem sichtbare Haupteingang (Abb. 8). Er führt



Abb. 7: Gang in der Cueva Ojos de Cristal.
Gallery in the Cueva Ojos de Cristal. Foto: Luciana Alt

in einen 5 x 5 m messenden Gang mit Kastenprofil und episodisch aktivem, entgegen fließendem Gerinne. Nach 20 m folgt ein langgestreckter kesselartiger 10 m hoher Tagschlot mit stark überhängenden Wänden (Abb. 9). Über beide Enden ergießen sich bei Regen kleine Wasserfälle. Südöstlich des Hauptgangs wird aus rund zwei Dutzend rechteckigen Pfeilern ein komplexes Labyrinth gebildet, das großteils unter einem breiten Felsüberhang ins Freie mündet. Die zwischen den Pfeilern liegenden Gänge sind an ein regelmäßiges rechtwinkliges Netz von Klüften gebunden. Auch die schräg dazu verlaufenden Wände am Grund des Tagschlots haben aufgrund des Klufthemusters zahnartige Grundrisse.

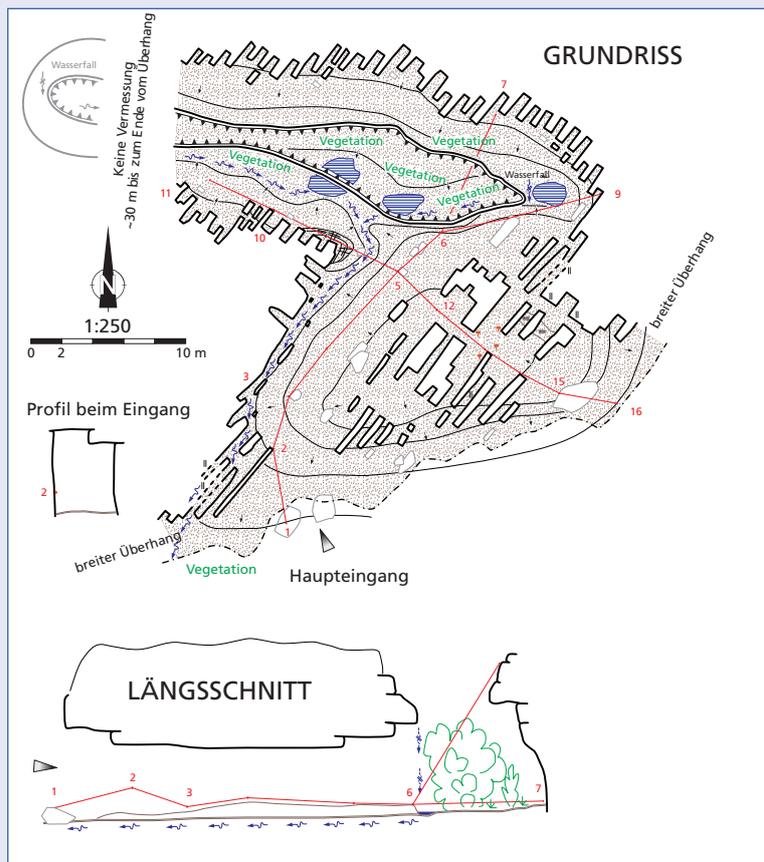


Abb. 8: Grundriss und Längsschnitt des Hotel Coati.
Plan view and extended profile of the Hotel Coati.
Vermessung/Survey: Luciana Alt, Augusto Auler, Lukas Plan,
Vitor Moura and Ezio Rubbioli; Zeichnung/Drawing: L. Plan.

Der Boden besteht großteils aus Sand und einzelnen Versturzböcken. Im Schutz des Kessels wachsen im Vergleich zur sonstigen Vegetation meterhohe Pflanzen. Im südöstlichen Teil des Labyrinths finden sich mm-große perlsinterartige Speleotheme, die nicht näher untersucht wurden. Der namensgebende Coati – Lokalname für den Nasenbär (*Nasua sp.*) – wurde nicht beobachtet, dafür etliche Mäuse und eine Tarantel im Rucksack. Ein aufgefundener menschlicher Oberschenkelknochen stammt laut Auskunft von Jaime Rodriguez von einem der in den 1970er Jahren hier arbeitenden Goldgräber.

Lake Gladys Cave

Der Gladys See (Abb. 10) liegt im guyanischen Teil 5,5 km nördlich vom Hotel Coati bzw. 2 km südlich von The Prow direkt an der Wegspur zu diesem und ist der einzige See am Roraima Tepui. Der Name stammt von einer Figur des Romans *The Lost World* von Sir Arthur Conan Doyle (1912), der von der Entdeckung diverser Untiere auf den Tafelbergen handelt. Der von bis zu



Abb. 9: Tagschlot der Höhle Hotel Coati mit auffallend viel Pflanzenbewuchs.
Chimney with day light of the cave Hotel Coati, with lots of plants.

15 m hohen Felswänden umrahmte und über 100 m durchmessende See scheint eine eingestürzte Höhle zu sein. An seinem Nordende liegt hinter einem bis 8 m hohen Wall aus heruntergebrochenen Schichtpaketen der breite Eingangsbogen, in den der See entwässert. Laut Auskunft von Lukáš Vlček wurde die Höhle in den 1970ern von Charles Brewer-Carías dokumentiert. Ob und wo diese Daten publiziert sind, konnte nicht in Erfahrung gebracht werden.

Um zum Eingang zu gelangen, kann man rund 50 m südlich der Höhle an der Ostseite des Sees mit Halteseil abklettern und dann durch bauchtiefes Wasser zum Eingang waten.

Basisdaten: L: 68 m, H: -10 m, He: 75 m, UTM-Koord: 20 N / 751.145 / 0.579.908, Sh: 2665 m.

Das eigentliche Portal ist 70 m breit, wobei sich an der Westseite ein breiter Überhang etliche 10er-Meter fortsetzt (Abb. 11). Die überlagernde Sandsteinbank ist an der höchsten Stelle des Portalbogens nur wenige Meter mächtig. Vom Blockwall im östlichen Bereich des Eingangs blickt man in eine sich verjüngende Halle, die zum Großteil von einem See eingenommen wird, in dem einzelne Blockhaufen kleine Inseln bilden. Rund 35 m vom Eingang misst das Profil 12 m Breite bei knapp 5 m Höhe, das Wasser ist etwa knietief. Der

Querschnitt verringert sich kontinuierlich und nach weiteren 25 m taucht die Decke in etwa 2 m tiefes Wasser ein. Auch in dieser Höhle sind aufgrund des Kluftmusters mit dominanter NNE-SSW-Richtung und untergeordneter WNW-ESE-Richtung rechteckige Pfeiler charakteristisch. Sie bilden beiderseits kleinräumige Labyrinth über und unter Wasser. Der westliche Eingangsbereich wird von Blockwerk und teilweise Feinsediment eingenommen.

Die durch die Höhle fließende Wassermenge wird vermutlich bei Hochwässern in der Größenordnung von 1 m³/s liegen. Nördlich des Sees (bzw. der Höhle) liegt eine weitere, etwas größere steilwandige Hohlform, vermutlich ebenfalls eine Einsturzdoline, deren Boden von einem Sumpf eingenommen wird. Am Süden tritt das von der Höhle kommende Wasser durch zwei Quellsiphone aus. Diese liegen in kleinen Höhlen, von denen eine in einem bewetterten unbefahrten Spalt endet. Die unbekannte Siphonstrecke ist maximal einige Zehnermeter lang. Der Sumpf entwässert an der Nordseite in einen schmalen, nicht oder nur von Blöcken überdeckten Canyonspalt. Dieser führt nach weniger als 100 m nach Osten zum Rand des Tepui, wo das Wasser einige hundert Meter in die Tiefe stürzt.

Plan, Hölzel, Auler / Dokumentation von zwei Quarzithöhlen am Roraima Tepui (Brasilien, Guyana)



Abb. 10: Blick über Teile des Gladys Lake auf den Versturzb- block, hinter dem die Lake Gladys Cave liegt. View over parts of the Gladys Lake to the entry of the Lake Gladys Cave, which starts behind the rockfall material.

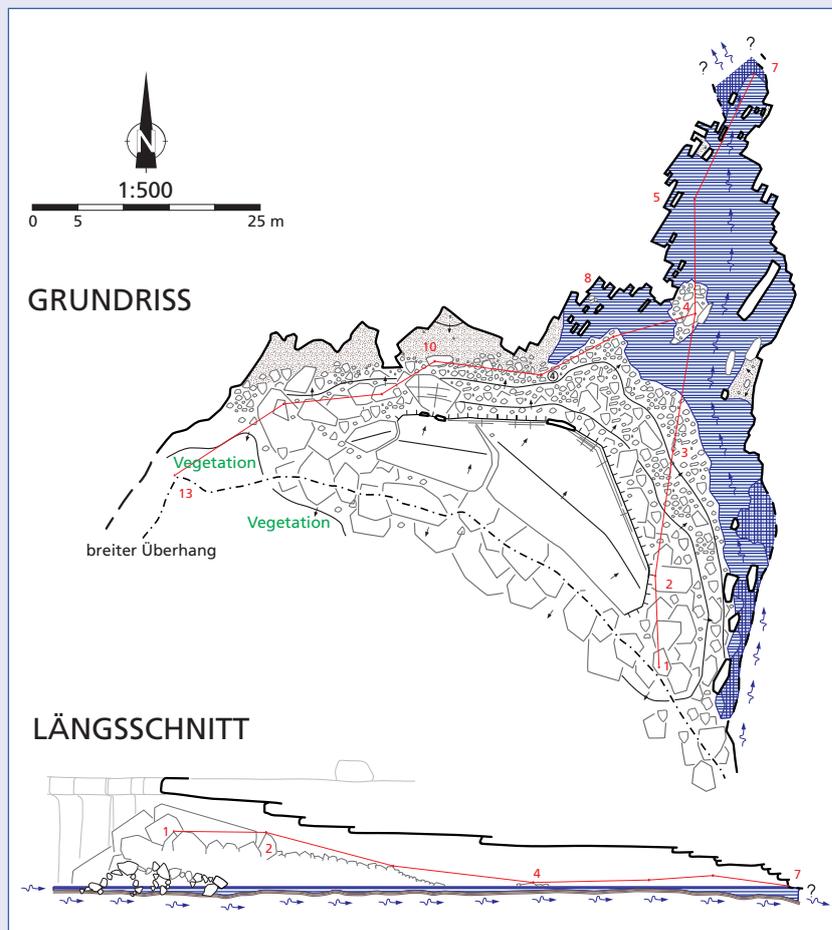


Abb. 11: Grundriss und Längsschnitt der Lake Gladys Cave. Plan view and extended profile of the Lake Gladys Cave. Vermessung/Survey: Augusto Auler, Monika Hölzel, Lilia Horta, Lukas Plan and Jaime Rodriguez and Ezio Rubbioli; Zeichnung/Drawing: L. Plan.

Weitere Höhlen

Der rund 20 m durchmessende und 10 m tiefe Schachtponor *El Fosso (The Pit)* befindet sich ca. 1,5 km südwestlich vom Dreiländereck. Wie groß die darunter liegende Höhle ist, konnten wir nicht in Erfahrung bringen. Bei der Vermessung, die unseres

Wissens noch nicht erfolgte, wäre ein Neoprenanzug nötig. Weiters wurden uns ganz im Norden (*The Prow*) tiefe Abrisspaltten gezeigt, die allerdings wenig interessant erschienen. Ein großer Kessel einige 100 m südlich vom *Hotel Coati*, in den zwei Bäche fließen, ist kein Schachtponor, sondern hat einen sehr schmalen offenen Canyonspalt als Abfluss.

RESÜMEE

Die beiden vermessenen Höhlen fügen sich gut in das Bild der bisher bekannte Quarzithöhlen im Roraima Tepui. Sie stellen die jeweils höchstgelegenen dokumentierten Objekte in Brasilien und Guyana dar. Obwohl in der kurzen Zeit keine größeren Systeme entdeckt wurden, scheint das Forschungs-

potential im Norden des Roraima Tepui recht gut. Die zwei vermessenen Objekte zeigen, dass es auch hier Sandsteinlagen gibt, die zur Höhlenbildung neigen. Bei der Suche nach weiteren Höhlen sollten die Ausbisse dieser Lagen bevorzugt abgegangen werden.

LITERATUR

- Aubrecht, R., Láncoz, T., Šmída, B., Brewer-Carías, C., Mayoral, F., Schlögl, J., Audy, M., Vlček, L., Kováčik, L. & Gregor, M. (2008): Venezuelan sandstone caves: a new view on their genesis, hydrogeology and speleothems. – *Geologia Croatica*, 61 (2-3): 345-362.
- Audy, M. (2008): Brány do Ztraceného Sveta. – Nakladatelství Jota [slowakisch mit engl. Zusammenfassung].
- Auler, A. (2004): Quarzite Caves of South America. – In Gunn, J. (Ed.): *Encyclopedia of Caves and Karst Science*. – Fitzroy Dearborn: 611-613.
- Bögli, A. (1978): *Karsthydrographie und physische Speläologie*. – Springer, Berlin.
- Galán, C., Herrera, F.F. & Carreno, R. (2004): Geomorfología e hidrología del Sistema Roraima Sur, Venezuela, la mayor caverna del mundo en cuarcitas: 10,8 km. – *Bol. Soc. Venezolana Espeleología*, 38: 2-16.
- Laffer, L.T. (1958): La cueva de Conejero. – *Bol. Soc. Venezolana Cien. Nat.*, 20 (92): 155-160.
- Martini, J. (2004): Silicate Karst. – In Gunn, J. (Ed.): *Encyclopedia of Caves and Karst Science*. – Fitzroy Dearborn: 649-653.
- Pérez, E. & Warren, A. (2009): Guide Map of Mount Roraima, 1:100.000. – La Rutatepuyana, Santa Elena.
- Santos, J.O.S., Potter, P.E., Reis, N.J., Hartmann, L.A., Fletcher, I.R. & Mc Naughton, N.J. (2003): Age, source and regional stratigraphy of the Roraima Supergroup and Roraimalike Outliers in Northern South America based on U-Pb geochronology. – *GSA Bull.*, 115 (3): 331-348.
- Smida, B., Brewer-Carrias, C., Audy, M., Mayoral, F., Baksic, D., Vlček, L. & Stankovic, J. (2010): Churi-tepui Cave System: Inside the second longest quartzite cave in the world. – *NSS News*, 68 (7): 16-23.
- Smida, B., Brewer-Carrias, C., Audy, M., Mayoral, F., Vlček, L., Aubrecht, R., Láncoz, T., Schlögl, J. (2008): Les plus grandes grottes de quartzite du monde: Cueva Ojos de Cristal (16.1 km) et Cueva Charls Brewer (4.8 km) et autre grottes géantes sur les tepuy Roraima et Chimantá découverts lors de nos explorations en 2002-2007. – *Spelunca Mémoires*, 33, 4. Congrès Européen de Spéléologie (Lans-en-Vercors): 239-243.
- White, W.B. (1960): Quarzite karst in southern Venezuela. In: Report on the Angel Falls Expedition. – *The Netherworld New*, 8 (3): 29-31.
- Wiegand, J., Fey, M., Haus, N., & Karmann, I. (2004): Geochemische und hydrochemische Untersuchungen zur Genese von Sandstein- und Quarzitkarst in der Chapada Diamantina und im Eisernen Viereck (Brasilien). – *Z. dt. geol. Ges.*, 155 (1): 61-90.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Die Höhle](#)

Jahr/Year: 2011

Band/Volume: [062](#)

Autor(en)/Author(s): Plan Lukas, Hölzel Monika, Auler Augusto

Artikel/Article: [Dokumentation von zwei Quarzithöhlen am Roraima Tepui \(Brasilien, Guyana\) 73-81](#)