

**Zeitschrift:** Horizonte : Schweizer Forschungsmagazin  
**Herausgeber:** Schweizerischer Nationalfonds zur Förderung der Wissenschaftlichen Forschung  
**Band:** - (2007)  
**Heft:** 73

**Artikel:** Titel : massive Ziele  
**Autor:** Schwab, Antoinette  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-968082>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 29.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**





# Massive Ziele

Was in den Alpen fast überall gut verborgen ist, lässt sich in Patagonien von drei Seiten anschauen: eine Granitintrusion. Doch als die Forscher der Universität Lausanne das Paine-Massiv genauer untersuchen wollten, stiessen sie an ihre Grenzen. Deshalb holten sie sich Unterstützung beim Schweizer Alpen-Club – eine einmalige Zusammenarbeit.

Bilder Lukas Baumgartner, Text Antoinette Schwab





# Spektakuläre Türme

Im chilenischen Nationalpark Torres del Paine lassen sich in den Bergen Magmaaufstiege beobachten, wie es sie, weniger gut sichtbar, auch in den Alpen gibt. Über solche Granitintrusionen weiss man noch nicht sehr viel. Lausanner Forscher untersuchen sie nun im Detail.

**E**s ist immer wieder spektakulär, hier anzukommen», schreibt Lukas Baumgartner in seinem Expeditionstagebuch. Hier, das ist der Nationalpark Torres del Paine in Patagonien. In diesem Winter war der Lausanner Petrologieprofessor zum fünften Mal dort. Oder eigentlich müsste man sagen, in diesem Sommer, denn das Paine-Massiv liegt im Süden Chiles, also auf der Südhalbkugel. Sein Interesse für dieses Massiv begann mit einer Foto von Paul Theroux. Und es zeigte genau das, was er nun jedesmal sieht, wenn er ankommt: eine hügelige, wilde Landschaft mit Seen und Gletschern, und mittendrin ein Bergmassiv mit steilen Spitzen oder «Türmen» («Torres»).

## Magma im Berg

Auch ein Laie kann sehen, dass es sich um eine geologische Besonderheit handelt, denn durch die Spitzen zieht sich ein mächtiges helles Band, das sich vom dar-

unter- und darüberliegenden dunkleren Gestein deutlich abhebt. Für den Petrologen war sofort klar, dass es sich um eine Intrusion handelt, Magma, das in älteres Gestein eingedrungen ist und sich dort verfestigt hat. «Ich sah die Foto und wusste, das ist mein Thema.» Er beschäftigte sich schon länger mit Intrusionen und den Prozessen, die sich buchstäblich rundherum abspielen, denn durch die hohe Temperatur des eindringenden Magmas verändert sich auch das umliegende Gestein. Minerale wandeln sich um, die Struktur ändert sich. Es wird so zu metamorphem Gestein. Normalerweise spielen dabei zirkulierende Wasser eine grosse Rolle, hydrothermale Lösungen, die chemische Bestandteile an- und wegtransportieren, das engere Fachgebiet von Lukas Baumgartner. Er hatte daher schon viele Intrusionen gesehen. «Ich habe aber noch nie eine gesehen, die man sozusagen dreidimensional anschauen kann, denn

im Paine-Massiv sieht man gleichzeitig sowohl den Boden, die Seite und auch das Dach.» Nach dem Rückzug der Gletscher am Ende der letzten Eiszeit wurden diese Geometrien sichtbar.

## Anders als in den Alpen

Auch in den Alpen könnte man im Prinzip solche Intrusionen beobachten. Das Bergeller Massiv etwa ist wohl ähnlich entstanden wie das Paine-Massiv. Doch es ist viel komplexer, in grösserer Tiefe kristallisiert und ausserdem während der Intrusion stark deformiert worden. Der untere Teil ist schlecht zu sehen, nur Seiten und Teile vom Dach. Umso mehr freute sich der Wissenschaftler über das Objekt in Patagonien, das sich so schön präsentierte. «Wir können dort etwas studieren, das bis jetzt nicht zugänglich war. Es ist ein Modellsystem für die Frage: Wie bilden sich solche Intrusionen, wie läuft die Platznahme von Magma ab.» Ein

weiterer Punkt, der für die Untersuchung in Patagonien sprach, war die Tiefe, in der das Magma eingedrungen war. Oder sein sollte. Im Jahr 1911 hatte ein Geologe dort Sillimanit gefunden, ein Mineral, das in dieser Umgebung anzeigt, dass die Intrusion in acht bis zehn Kilometer Tiefe stattgefunden haben musste, bevor sie an ihre jetzige Position gehoben worden ist. Die Wasserzirkulation rund um Magmaintrusionen in geringer Tiefe sei relativ

gut verstanden, erklärt Lukas Baumgartner. Doch was in einer Tiefe von zehn Kilometern geschieht, darüber wisse man wenig. Und interessant fand er das nicht zuletzt deshalb, weil sich bei diesen Prozessen Erzlagerstätten bilden können.

## Nochmals von vorn

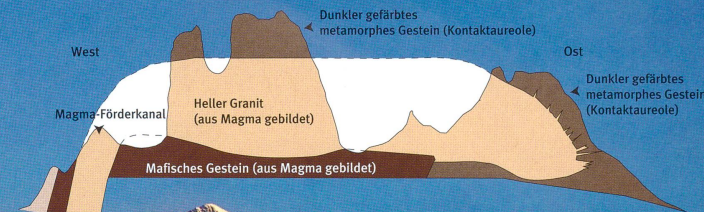
Der Sillimanit entpuppte sich dann aber als Anthophyllit. «Der Irrtum ist verständlich, sie sehen praktisch gleich aus», verteidigt Lukas Baumgartner seinen Kollegen. Das hiess aber, dass die Eindringtiefe falsch eingeschätzt worden war. Und es hiess auch: Alles konnte nochmals von vorn beginnen. «Es war wie bei vielen anderen Projekten auch. Man hat gute Fragen, dann beginnt man und merkt, dass es gar nicht die richtigen Fragen sind.» In der Zwischenzeit hat die Mineralanalyse gezeigt, dass der Vorgang in einer Tiefe von nur zwei bis drei Kilometern stattgefunden haben muss. Dass man über die hydrothermalen Lösungen in dieser Tiefe bereits viel weiss, nützte in diesem Fall nichts, denn der untersuchte Ort ist beziehungsweise war völlig trocken. Für Lukas Baumgartner und seinen Doktoranden Jürgen Michel machte das die Sache aber einfacher, denn so war klar, dass Verände-

rungen in den Mineralen nur auf Temperaturänderungen zurückzuführen sind, nicht aber auf chemische Veränderungen durch zirkulierende Wässer.

Nun können sie folgendes Bild zeichnen: Vor etwa zwölf Millionen Jahren drang von unten her heisses Magma mitten in die Sedimente aus der Kreidezeit (also 140 bis 65 Millionen Jahre vor heute) ein. Die Magmamasse erkalte dort so genannt mafischen Gesteinen im unteren Bereich und darüber zu hellem Granit, so bildete sich das Paine-Massiv von insgesamt fast 200 Kubikkilometern. Durch den Druck wölbten sich die darüberliegenden Sedimente aus Mergel, Kalken, Sandsteinen und Konglomeraten auf, und rund um den Kontakt mit dem heissen Magma bildete sich eine Kontaktaureole von 200 bis 400 Metern mit dem umgewandelten metamorphen Gestein, das dunkel gefärbt ist.

## Scharfe Kontakte

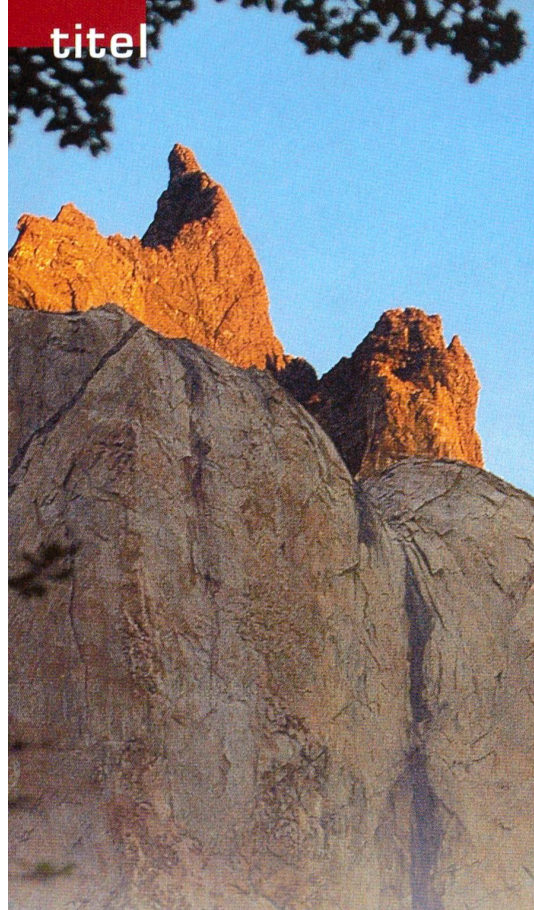
Früher ging man davon aus, dass solche Intrusionen in einem Schub erfolgten, einem Puls, wie die Fachleute es nennen. Doch die Lausanner Forscher können deutlich mehrere Pulse unterscheiden. Im mafischen Komplex mindestens zwei,



## Nationalpark Torres del Paine

Gletscher, Flüsse, rauschende Wasserfälle und Seen in unterschiedlichen Grüntönen – der gut erschlossene Nationalpark Torres del Paine in Patagonien ist ein Paradies für Trekker und Naturliebende. Das Wahrzeichen des Parks sind die Cuernos-del-Paine-Türme mit ihrer auffälligen Färbung. Der Park wurde 1959 gegründet und ist seit 1978 ein Unesco-Biosphärenreservat. Er liegt rund 2500 Kilometer südlich der chilenischen Hauptstadt Santiago, etwa 140 Kilometer von der kleinen Stadt Puerto Natales entfernt und erstreckt sich über gut 180000 Hektaren, von 50 bis rund 3000 Metern über Meer. Der grösste Teil davon ist vergletschert. Am bekanntesten ist der Grey-Gletscher mit dem gleichnamigen See.





Das Paine-Massiv in Südchile hat seine äussere Form wie viele Gebirge durch Gletschererosion erhalten. Das Innere der auffälligen Gipfel hat jedoch Magma geprägt (vgl. Grafik Seite 11): Vor rund zwölf Millionen Jahren drang das Magma von unten her ins bestehende Sedimentgestein. Das Magma erstarrte dann zu hellem Granit, und um die Granitschicht herum bildete sich dunkles metamorphes Gestein. Dieser Prozess erklärt die auffällige Hell-Dunkel-Färbung von Gipfeln wie den Cuernos (Seiten 10/11).



im Granit mindestens fünf Hauptpulse. Die einzelnen Pulse lassen sich sowohl optisch als auch chemisch abgrenzen. Die Kontakte sind meistens scharf, das heisst, bevor die nächste Lage eindrang, hatte sich die ältere schon abgekühlt. Heisse, mafische Magmen drangen in Granite ein und wurden wiederum von jüngeren Graniten durchdrungen. Der Altersunterschied zwischen zwei Granitschüben ergab etwa 70000 Jahre. Es scheint also alles sehr schnell gegangen zu sein. Auch das widerspricht eher der herkömmlichen Vorstellung. Demnach dauerten solche Vorgänge unter Umständen Millionen Jahre. Doch für genauere Untersuchungen fehlten Proben, lückenlose Profile durch die interessanten Partien. Um allerdings im Paine-Massiv mit seinen bis zu 1000 Meter hohen vertikalen Wänden zu Gesteinsproben zu kommen, brauchte es professionelle Bergsteiger. Im Januar holten nun, in einer einmaligen Zusammenarbeit von Wissenschaft und Alpinismus, junge Schweizer Bergsteiger und Bergsteigerinnen, betreut von erfahrenen Bergführern, die Gesteinsproben aus den schwierigen Wänden (vgl. S. 13). «Diese Kombination fand ich sehr gut», sagt Lukas Baumgartner. «Sonst hätten wir die Proben nie bekommen. Es sind ein-

malige Proben, vergleichbar mit einer Tiefseebohrung, nur dass wir statt Bohrleuten Bergleute hatten.» Rund 550 Kilogramm Gestein holten sie aus den zum Teil überhängenden Wänden – Arbeit genug für die nächsten paar Jahre. Besonderes Augenmerk liegt dabei auch auf den Vorgängen in der Kontaktaureole. Wann und unter welchen Bedingungen genau bilden sich welche Minerale?

### Alter Vulkan?

Lukas Baumgartner überzeugte zudem Othmar Müntener, Professor für magmatische Petrologie in Lausanne, sich am Projekt zu beteiligen. Er beschäftigt sich vor allem mit Kristallisation von Magmen und subvulkanischen Prozessen. Zusammen mit seinem Doktoranden Julien Leuthold will er herausfinden, woher das Magma stammt. Es könnte nämlich sein, dass es sich bei dem Paine-Massiv um die Magmakammer eines alten Vulkans handelt. Die Region liegt über einer Subduktionszone, in der eine schwerere ozeanische Platte unter eine leichtere kontinentale Platte abtaucht. Dabei bildeten sich die Anden. Zum Vergleich: Die Alpen entstanden, weil sich zwei kontinentale Platten zusammenschoben. Subduziert,

verschluckt, wurde aber im Süden Chiles nicht einfach nur eine ozeanische Platte, sondern ein aktiver, mittelozeanischer Rücken, also die Zone, wo Magma aufsteigt und so neuer Ozeanboden entsteht. «In diesem Fall entstehen wohl eher fluidarme bzw. trockene Magmen, was für die Anden sonst untypisch ist», meint Othmar Müntener. «Das herauszufinden wäre wichtig, um das Bedrohungspotential solcher Magmen abschätzen zu können.» Den alten Förderkanal glauben die Forscher inzwischen gefunden zu haben: Er dürfte am Westende des Paine-Massivs liegen, beim Grey-Gletscher. Erste magnetische Analysen bestätigen ihre Vermutung. Wenn sich Magma abkühlt, richten sich magnetische Bestandteile nach den magnetischen Polen aus. Diese Ausrichtung wird sozusagen eingefroren und ermöglicht Rückschlüsse auf die Lage und Fliessrichtung während des Abkühlprozesses. Untersucht haben die Forschenden den Magma-Förderkanal aber noch nicht im Detail. Die nun gesammelten Gesteinsproben werden dazu weitere Resultate liefern, denn die Kletterer waren instruiert worden, die Proben genau einzumessen, so dass man weiss, wie sie orientiert gewesen waren. ■





Arbeit in der Vertikale: Kletterer beim Sammeln von Gesteinsproben in einem Steilhang des Paine-Massivs

# Steighilfe für die Wissenschaft

Sie holten für die Wissenschaftler die Kohlen aus dem Feuer beziehungsweise die Steine aus den vertikalen Felswänden: die Schweizer Nachwuchs-Elite im Klettern. Denn die jungen Leute stiegen auch dahin, wo es anderen zu heiss wurde.

Ich bin eigentlich ein passabler Alpinist», sagt Lukas Baumgartner. Doch für dieses Unternehmen nicht gut genug. Für die bis zu tausend Meter hohen, vertikalen und zum Teil sogar überhängenden Felswände im patagonischen Paine-Massiv mussten Profis her. Das wusste er und wandte sich deshalb an einen Studienkollegen beim Schweizer Alpen-Club (SAC). Bald entstand die Idee, zusammen mit Nachwuchskletterern, professionellen Bergführern und Wissenschaftlern eine Expedition ins südliche Chile zu organisieren. Denn Lukas Baumgartner, Professor für Petrologie an der Universität Lausanne, brauchte für seine Arbeit unbedingt Gesteinsproben aus dem Paine-Massiv. Sonst kam er dort nicht weiter.

## Berühmte Bergsteiger

Von den rund 50 Alpinisten und Alpinistinnen, die bei Andrea Fankhauser, der SAC-Fachleiterin «Jugend», ihr Interesse bekundet hatten, wurden schliesslich zwölf junge Leute ausgewählt. Sie mussten nicht nur gut klettern können und über Sozialkompetenz verfügen, sondern beka-

men auch eine Schnellbleiche in Geologie: Sie lernten, wie man Gesteinsproben einmisst und entnimmt. Für die meisten war es die erste Expedition. Die Bergführer, die sich bereit erklärten, die Expedition zu leiten und die jungen Leute zu führen, sind nicht gerade unbekannte Namen im Schweizer Alpinismus: Denis Burdet, David Fasel, Ueli Steck und Ralf Weber.

Am 29. Dezember ging es los, zu einer Zeit also, in der in Chile Sommer ist. Dies kam den Kletterern zugute, denn die Tage sind in Chile dann lang: Um fünf Uhr morgens wird es hell und erst um elf Uhr abends wieder dunkel. Allerdings erlebte die Gruppe zuweilen alle Jahreszeiten an einem Tag: Manchmal war es richtig warm, doch dann war man plötzlich

von kaltem Nebel und sogar von Schnee umgeben. Schlimm war der Wind. Die Wasserfälle flossen manchmal aufwärts, so stark blies er. Stein- und Eisstücke flogen herum, was beim Klettern gefährlich werden konnte.

## Schwere Last

Trotzdem war schon nach kurzer Zeit ein grosser Teil der Steine gesammelt und in Rucksäcken von 20, 30 Kilo zum Lager getragen. «Es war toll zu sehen, wie motiviert alle waren und wie gut das Team funktionierte», betont Andrea Fankhauser. Doch überschattete später ein Unfall die Expedition. Ein junger Mann stürzte ab und verletzte sich. Wie schwer, wusste anfangs niemand. Die Rettung war schwierig, auch wenn sie für patagonische Verhältnisse optimal verlief. Bald stellte sich heraus, dass die Verletzungen weniger gravierend waren als befürchtet. Trotzdem war die Stimmung unter den Expeditionsteilnehmern verständlicherweise getrübt. Doch die jungen Leute machten ihre Arbeit weiter. «Ich glaube, einige waren sogar sehr froh, dass sie eine Aufgabe hatten», meint die SAC-Mitarbeiterin. 550 Kilogramm Gesteinsproben holten sie aus den Wänden, etwa alle 50 oder 100 Meter eine, zum Teil auch mehrere, immer entlang den festgelegten Profilen. Am Ende der Expedition trugen sie die ganze Fracht noch zwölf Kilometer bis zum Boot am See. Zum Glück musste nicht noch alles Seilmaterial wieder mit zurück. Es war vom ständigen Wind durchgescheuert und kaputt. Am 26. Januar traf das Expeditionsteam wieder in der Schweiz ein. ■

## Filmische Reportage

Der Geograf und Filmer Roman Droux hat die Expedition begleitet und das Material zu einer filmischen Reportage verarbeitet. Informationen über Aufführungsdaten und Bezugsquellen unter: [www.lomotion.ch](http://www.lomotion.ch).