

Thema Frühgeschichte

Mauern aus weichen Steinen

Wilfried Augustin

Für uns heute ist völlig klar, dass Steinbauten mit Beton hochgezogen werden. Zement und Zuschlagstoffe wie Sand oder Kieselsteine werden zu einem hydraulischen Brei vermischt, der je nach Anwendung mehr oder weniger flüssig ist, und dann in Formen gegossen. Die Formen bestehen aus Holzkonstruktionen oder eine besondere Art von Holzplatten, die durch Stützgerüste gehalten werden. Der Beton härtet in der Form aus. Nach der Entfernung der Stützkonstruktion behält die Betonmasse ihre Form. Die Stützkonstruktion kann weiter verwendet werden. Auf diese Weise entstehen feste, stabile Gebäude, z. T. unterirdisch, aber auch frei stehend und hoch aufragend. Jeder von uns kennt Beispiele von Betonbauten. Keiner von uns wundert sich. Es ist der Stil unserer Zeit. Wir leben im Betonzeitalter. Kein Mensch würde heute auf die Idee kommen, Steine aus dem Steinbruch zu brechen, sorgfältig zu bearbeiten und zu Gebäuden zusammenzusetzen. Viel zu langwierig, viel zu teuer.

Wie kommen Archäologen auf die Idee, dass man in der Frühzeit mühsam Steine in Steinbrüchen gebrochen hat, anschließend millimetergenau behauen, auf die Baustelle transportiert und aufgeschichtet hat? Dabei sind bei manchen Bauwerken, wie z. B. bestimmten ägyptischen Pyramiden oder südamerikanischen Inkamauern die Fugen zwischen den Steinen so klein, dass wir es heute noch nicht einmal rekonstruieren könnten (siehe **Bilder 1 und 2**).

Wir stehen vor diesen Bauwerken und müssen zugeben: Ja, da stehen sie in ihrer Präzision und Technik, die wir nicht nachvollziehen können. Die Antwort der Archäologie: Das wissen wir auch nicht, aber so wie ihr Euch das vorstellt, war es auch nicht. Na prima, keine Antwort zu wissen, eigentlich auch keine zu suchen, aber



Bild 1: Steinblöcke mit extrem engem Spalt an der Cheopspyramide (Gernot L. Geise)

Theorien aus dem Nichtarchäologenkreis ablehnen. So jedenfalls kommen wir nicht weiter.

Sehen wir uns in der Geschichte der Architektur um. Es gibt Bauwerke, die uns in Staunen versetzen. Wenn wir fragen, wie das gebaut wurde, und warum so, dann lautet eine Antwort: Weil sie es konnten! Kein Ar-

chitekt oder Baumeister würde eine Bautechnik verwenden, die er nicht beherrscht. Wenn wir deren Technik nicht nachvollziehen können, liegt das an uns, an fehlender Information oder Fantasie. Die Alten haben so gebaut, wie es ihnen am einfachsten und wirtschaftlichsten vorkam.

Wir dürfen nicht vergessen: Das

Material bestimmt den Baustil. Bestes Beispiel dafür sind die Kirchen des Mittelalters in Europa. Beginnend mit kleinen romanischen Kirchen mit einfachen Rundbögen (siehe **Bild 3**). Als man gelernt hatte, mit Mörtel zu arbeiten, wurden die Bögen größer und es entstanden frei tragende Kuppeln (siehe **Bild 4**). Später kam Glas ins Spiel. Die Wände wurden unterbrochen und dadurch leichter. Glasfenster machten das Gebäude leichter. So wurde die Erfindung von Glasfenstern zum Ausgangspunkt der hoch aufragenden, zum Himmel strebenden Kathedralen (siehe **Bild 5**). Heute ist Glas Stand der Technik. Wir bewundern die modernen großen, hellen leichten Konstruktionen aus Glas und Metall. Neue Profile aus Stahl und Aluminium machen das möglich.

Betrachten wir die Baugeschichte, erkennen wir das Gesetz: Es wird sich immer der einfachste, wirtschaftlichste Stil durchsetzen, damals wie heute.

Kommen wir z. B. zurück zu den Inkamauern. Kein Baumeister würde polygonale Steine für Wehrmauern hernehmen, die fugenlos aufgesetzt wurden, wenn es nicht einfach und wirtschaftlich machbar gewesen wäre. Wenn die Archäologen glauben, die Steine seien in entfernten Steinbrüchen gebrochen worden, tonnenschwere Steine ohne Hilfsmittel über Berg und Tal transportiert, anschließen polygonal behauen (Andesit mit Kupferwerkzeugen!) und dann passgenau in die Mauer eingefügt, kann ich nur sagen, dass sie träumen. Was mir egal ist, denn ich und andere können selber denken. Überlegen wir uns also eine alternative Bautechnik.

Es bieten sich dafür zwei Techniken an:

1. Gießen, wie heutiger Betonguss
2. Steine zeitweise erweichen und verformen.

Das Thema 1, den Betonguss, hatten wir bereits im SYNESIS-Magazin beschrieben. Zur Erinnerung zeige ich noch einmal Betonfertigteile aus Puma Punku in Peru (siehe **Bilder 6 und 7**). Es ist ganz offensichtlich, dass hier Formteile gegossen wurden. Dass weiche oder flüssige Gießmasse bekannt war, sieht man an dem Teil in **Bild 8**, einem Fertigteile, das nachträglich mit einer Spachtelmasse repariert wurde.

Das Thema 2, Steine zeitweise zu erweichen und verformen, hatten wir bereits im SYNESIS-Magazin Nr.

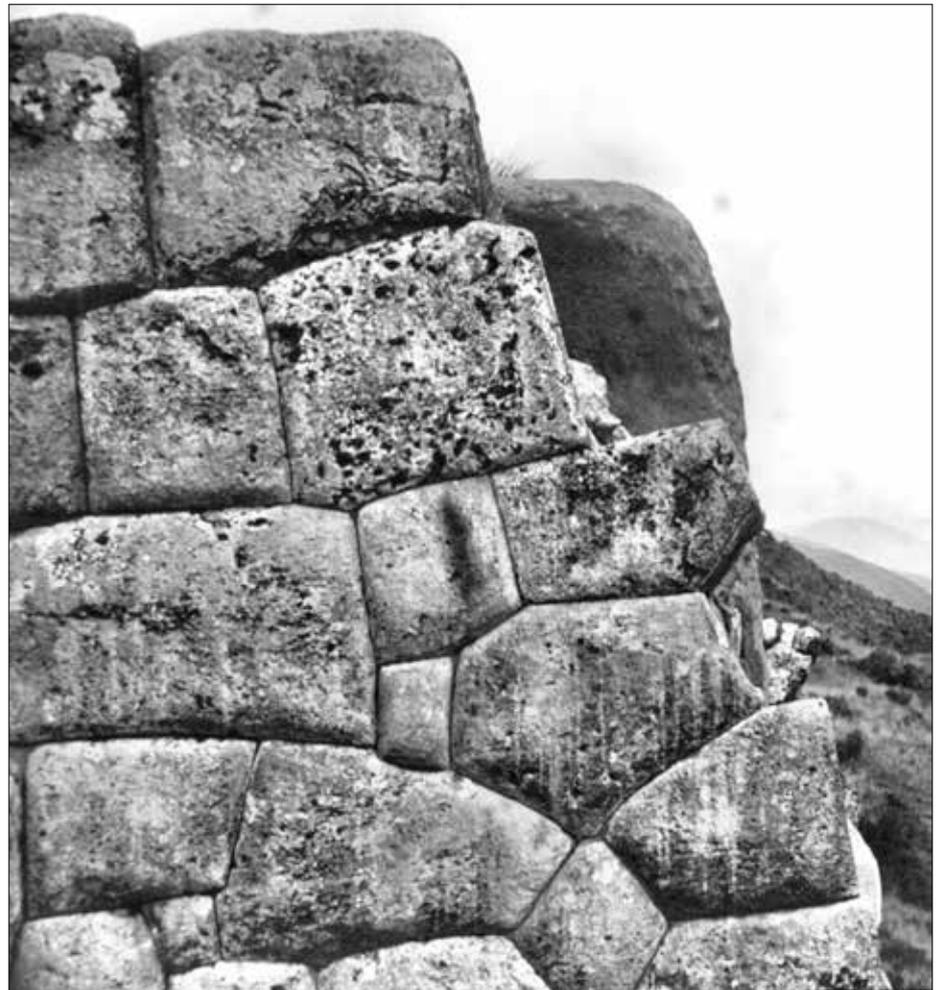


Bild 2: Sacsayhuaman - enge Spalten zwischen den Steinblöcken (Ferdinand W. O. Koch)



Bild 3: Romanische Kirche.

1/2015 angesprochen. Dabei ging es um die Geschichte, dass die Erbauer der Inkamauern natürlichen Stein mit Pflanzensaft weichmachten und

oberflächlich verformten. Dadurch konnten die weichen Steine passgenau in die Mauer eingefügt werden. Nach einer gewissen Zeit sollen die weichen

Steine dann wieder fest geworden sein. Ist das glaubhaft? Zur Erinnerung eine Inkamauer mit den exakt eingefügten polygonalen Steinen siehe **Bild 9**.

Ich möchte betonen, dass ich, wenn ich von „Inkamauern“ spreche, nicht etwa die mittelalterlichen Inka meine, die die Mauern gebaut haben. Ich glaube, dass die Mauern viel älter sind und von einem Volk aus der Megalithzeit gebaut wurden, das vielleicht um -5000 oder noch früher lebte. Nach meiner Überzeugung benutzten die mittelalterlichen Inka nur die vorhandenen Mauern und besserten sie vielleicht aus, indem sie versuchten, den Stil zu kopieren. Man kann heute noch Strukturunterschiede zwischen rechteckigen Blöcken von 100 bis 500 kg der Inka und polygonalen Megalithmauern von 20 bis 200 t der Vorgängerkultur sehen (siehe **Bilder 10 und 11**). Wie dem auch sei, Legenden und Geschichten aus Peru berichten von Pflanzen, deren Inhaltsstoffe Stein erweichen können. Die alten Baumeister kannten diese Pflanzen noch, wir nicht mehr. Wir brauchen keinen Steinweichmacher. Wir haben ja Beton!

Indizien sprechen dafür, dass man in alter Zeit Steine weichmachen konnte. Sehen Sie sich die Spuren an den Inkamauern an (**Bild 12**), oder den noch unfertigen Obelisken im Steinbruch Assuan in Ägypten (**Bild 13**). Andere Beispiele sind mir aktuell nicht bekannt, allerdings habe ich bisher auch nicht aktiv danach gesucht. Deutliche Spuren zeigen, dass die Steine oberflächlich weich waren. Die Oberfläche sieht aus wie „ausgelöffelt“ oder geknetet.

Ist das möglich? Welche Chemikalie sollte das sein, die als Bestandteil einer Pflanze Stein erweichen kann?

Hier sollten wir zunächst differenzieren, um welche Steinarten es sich handelte, die weichgemacht wurden. In Peru waren es Andesit und Diorit, die für die Mauern verwendet wurden. Der Steinbruch in Assuan, in dem die Obelisken abgebaut wurden, besteht aus Granit.

Ich möchte an dieser Stelle klar zu Bausteinen aus Kalkstein abgrenzen, Marmor und Sandstein. Bei denen ist mir nichts von Weichmachung bekannt. Wohl könnten sie aus mörtelartigen, gießfähigen Systemen hergestellt worden sein, aber das ist ein anderes Thema. Ich möchte auch deshalb zu diesen Bausteinen abgrenzen,



Bild 4: Kuppelbau.

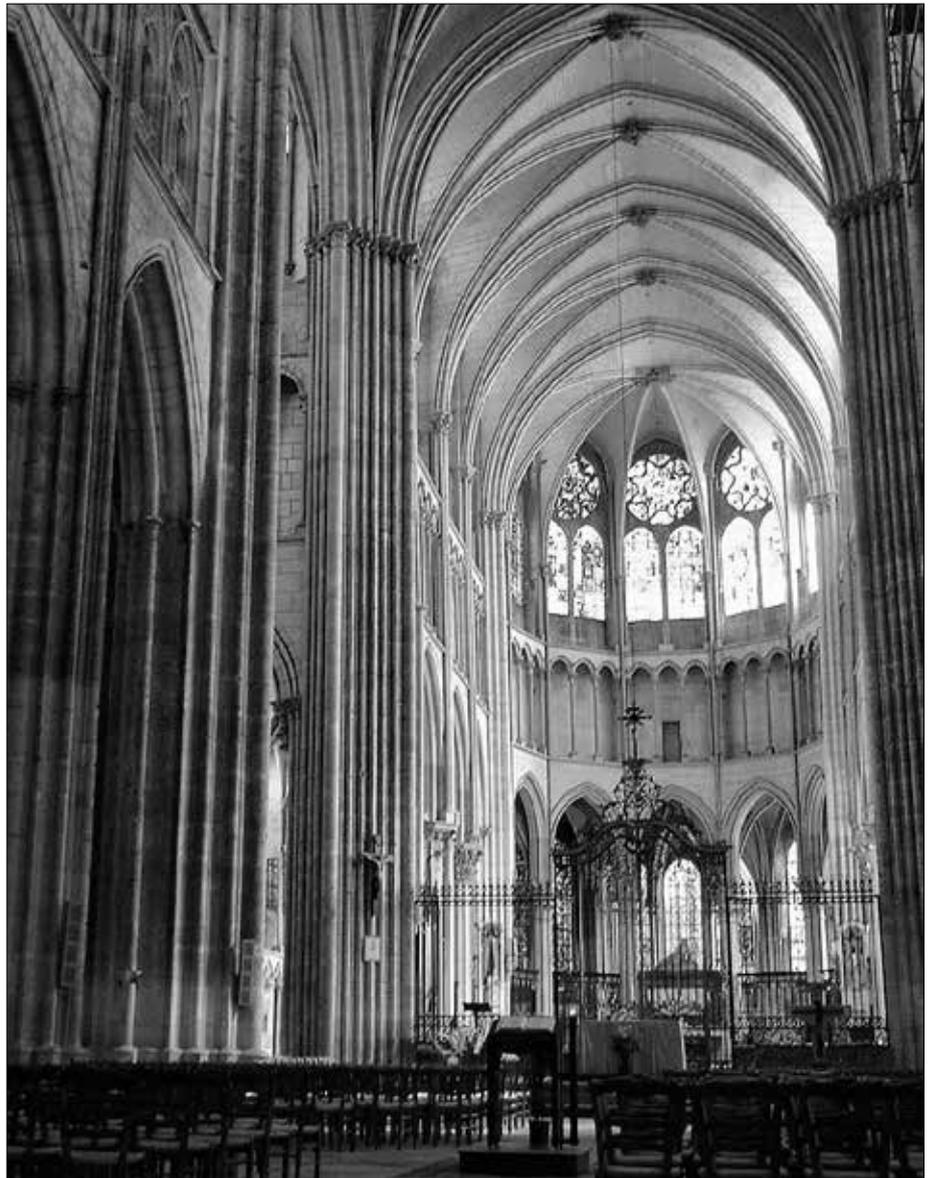


Bild 5: Kathedrale.

weil immer wieder die Geschichte von Hannibal auf seinem Kriegszug über die Alpen (-219) in diesem Zusammenhang genannt wird. Angeblich soll eine drei Meter dicke Felswand im Berner Jura durchbrochen worden sein, um einen Weg für seine Kampfelefanten freizumachen. Dazu soll Essig verwendet worden sein. Der Name Berner Jura sagt schon aus, dass es sich um Kalkstein handelte. Kalkstein löst sich in Essigsäure. Ich denke nicht, dass eine drei Meter dicke Felswand aufgelöst wurde. Es ist wahrscheinlicher, dass man Löcher in die Wand bohrte, sie mit Essig füllte und nach oben mit einem Pfropf verschloss. Das aus der Reaktion Essig/Kalkstein entstehende Kohlendioxid-Gas sprengte den Felsen. So hätte ich es gemacht. Dann wäre mir noch Essig für den Salat übrig geblieben. Ich denke, Hannibal hat es ähnlich gesehen.

Alle drei oben genannten Gesteinsarten, Granit, Diorit und Andesit, sind sogenannte magmatische Gesteine. Als Magma wird die silikatische, flüssige Gesteinsschmelze bezeichnet, die sich im Erdinneren, im oberen Erdmantel und in der Erdkruste befindet. Gelangt Magma infolge vulkanischer Aktivitäten, z. B. Vulkanausbrüche, an die Erdoberfläche, wird Magma Lava genannt. D. h., Lava ist Magma, die ans Tageslicht tritt und dabei eine Temperatur von etwa 800 bis 1200° C hat.

Flüssiges Magma aus dem Erdinneren drang in die Erdkruste und erkaltete hier. Dabei entstanden Diorit und Granit in unteren Schichten der Erde, während Andesit als Lava an die Oberfläche stieg und dort erkaltete. Das flüssige Magma mit ca. 1000° C erkaltete bei Diorit und Granit langsam, bei Andesit an der Oberfläche schneller. Entsprechend hat Andesit kleine Kristalle und Diorit/Granit wegen der längeren Kristallisationszeit größere Kristallstruktur.

Alle drei Gesteinsarten haben eine ähnliche chemische Zusammensetzung (ähnlich, nicht gleich) und sind kristallin. Sie lösen sich nicht in Essigsäure oder anderen Säuren, so wie Kalkstein. Um solche Steine weichzumachen, kann nicht die chemische Struktur angegriffen werden, sondern allenfalls die Kristallbindung. Die ist physikalischer Natur. Es würde theoretisch ausreichen, eine extrem kriechfähige, oberflächenaktive Substanz auf die Steine aufzutragen, die sich zwischen



Bild 6: Betongussteile in Puma Punku (Gernot L. Geise)



Bild 7: Beton-Fertigteile in Puma Punku (Gernot L. Geise)



Bild 8: Puma Punku - ausgespachteltes Formteil (Gernot L. Geise)

die Kristalloberflächen legt und die physikalische Bindung aufhebt. Wenn diese Substanz leicht flüchtig ist, würde sie nach einer gewissen Zeit verdampfen, und der Stein würde wieder fest werden. Genau davon berichten die Legenden.

Wie können wir uns der Technik annähern? Das Einfachste wäre, man würde herausfinden, welche Pflanzen gemeint waren, sie sammeln und damit versuchsweise Stein weichmachen. Klingt einfach. Aber bitte welche Pflanzen? Natürlich versucht man als Erstes, im Internet fündig zu werden. Dabei fand ich einen Artikel eines Amerikaners, „Lost Civilisations of the Andes“ von Jan. 2010/Aug. 2011, Autor David Pratt. Darin beschreibt er unter anderem auch das Weichmachen von Stein mittels Pflanzen. Der Artikel ist auf Englisch. Ich entnehme nachfolgend einige Passagen des Artikels und übersetze sie.

Die Geschichte von Hiram Bingham: Hiram Bingham (1875-1956) war US-amerikanischer Archäologe und Forschungsreisender (**Bild 14**). Zwischen 1906 und 1924 unternahm er mehrere Forschungsreisen nach Südamerika. Er fand im Juli 1911 die Ruinen von Machu Picchu. Er nutzte die folgenden Jahre, legte die vom Urwald überwucherten Ruinen frei und dokumentierte die Ausgrabungsstätte in einem Buch.

Er berichtet Folgendes: „Die modernen Peruaner lieben es, über eine Methode zu spekulieren, wie die Inka es fertigbrachten, die Steine so perfekt aneinanderzufügen. Eine der bevorzugten Geschichten ist, dass sie eine Pflanze kannten, deren Saft die Oberfläche eines Steinblocks verändert. Der Saft macht die Oberfläche so weich, dass eine fugenlose Passung erreicht werden konnte. Man musste die Steine nur für wenige Momente mit dem magischen Pflanzensaft zusammenreiben.“

Die Geschichte von Percy Fawcett: Percy Harrison Fawcett (geboren 1867) war britischer Abenteurer und Forschungsreisender (**Bild 15**). Er machte Anfang 1900 mehrfach Forschungsreisen nach Südamerika. Von einer Reise zum Oberlauf des Rio Xingu kamen er und sein Sohn 1925 nicht mehr zurück. Es ranken sich zahlreiche Spekulationen um seinen Verbleib, vor allem, weil er auf der Suche nach der sagenhaften versunkenen Stadt „Z“ war, die er im brasilianischen Regenwald vermutete.



Bild 9: Sacsayhuaman - Mauer mit polygonalen Steinen (Gernot L. Geise)



Bilder 10 und 11: Sacsayhuaman - unterschiedliche Steinqualitäten (Gernot L. Geise)



Er schrieb: „Überall in den peruianischen und bolivianischen Bergen gibt es einen kleinen Vogel ähnlich dem ‚Kingfisher‘ (bei uns Eisvogel), der sein Nest in saubere runde Höhlungen in Felsböschungen oberhalb eines Flusses baut. Man kann diese Höhlungen deutlich sehen. Sie sind aber nicht leicht erreichbar. Komischerweise findet man sie nur, wenn die Vögel anwesend sind. Ich war erstaunt, dass sie glücklicherweise immer einen passenden Nistplatz fanden, sauber ausgehöhlt wie mit einem Bohrer.“

„Sie machen sich die Höhlungen selber“. Das sagte ein Mann, der ein viertel Jahrhundert im Wald zugebracht hatte. Ich sah, wie sie es machten, viele Male. Ich habe beobachtet und gesehen, wie die Vögel zu den Klippen kamen mit bestimmten Blättern im Schnabel. Sie hingen am Fels wie Spechte am Baum, während sie die Blätter mit einer Kreisbewegung über die Steinoberfläche rieben. Dann flogen sie weg, kamen zurück mit weiteren Blättern und setzten das Reiben fort. Nach drei bis fünf Wiederholungen ließen sie die Blätter fallen und begannen die Stelle mit ihren scharfen Schnäbeln aufzupicken. Auf diese Weise erzeugten sie ein rundes Loch im Felsen. So arbeiteten sie weiter über mehrere Tage, bis sie endlich ein Loch erzeugt hatten, das tief genug für ein Nest war. Ich bin hochgeklüftet und habe mir das angeschaut, und glauben Sie mir, ein Mensch hätte kein saubereres Loch bohren können.“

Ich fasse zusammen: Vögel sammeln bestimmte Blätter und benetzen damit Felsen. Der Fels wird weich, sodass die Vögel Nistplätze darin auspicken können. Was nicht genannt wurde, ist die Gesteinsart. Wenn es eventuell nur Kalkstein war, könnten einfach säurehaltige Blätter ausgereicht haben, das Gefüge so zu schwächen, dass die Vögel Löcher auspicken konnten. Aber weiter mit Fawcett.

Einige Zeit später erzählte ein Engländer, über dessen Glaubwürdigkeit kein Zweifel bestand, Fawcett folgende Geschichte:

„Mein Neffe war unten im Chuncho-Land am Pyrene-Fluss in Peru. Sein Pferd begann eines Tages zu lahmen. Er ließ es auf der Koppel eines Nachbarn, ca. 5 Meilen von seiner eigenen Koppel entfernt, und ging zu Fuß nach Haus. Nächsten Tag marschierte er zurück, um sein Pferd zu holen, nahm dabei aber eine Abkürzung durch einen Wald, den er zuvor nie betreten hatte. Er trug Reithosen, hohe Reitstiefel und große Sporen. Es wa-



Bild 12: Sacsayhuaman - Spuren von weichem Gestein (Gernot L. Geise)



Bild 13: Spuren am unfertigen Obelisken in Assuan (Gernot L. Geise)

ren nicht die kleinen englischen Sporen, sondern große mexikanische, keine alten, sondern fast neue. Als er die Pferdekoppel nach einem heißen, schwierigen Marsch durch dichten Busch erreichte, stellte er mit Erstaunen fest, dass seine Sporen sich offensichtlich aufgelöst hatten. Er konnte das nicht verstehen, bis der Besitzer der Koppel ihn fragte, ob er vielleicht durch gewisse Pflanzen gelaufen sei, ca. ein Fuß hoch, mit dunklen, rettichartigen Blättern. Der Neffe erinnerte sich sofort, dass er durch ein weites Gebiet gekommen ist, das dick bewachsen war mit solchen Pflanzen. „Das ist es!“, sagte der Koppelbesitzer, „das hat Deine Sporen aufgelöst! Das ist das Kraut, das die Indios zum



Bild 14: Hiram Bigham (Wikipedia, gemeinfrei)



Bild 15: Percy Fawcett, Abenteurer und Forschungsreisender (Wikipedia, gemeinfrei)

Steinverformen hernehmen. Der Saft weicht den Stein auf, bis er pastös ist.“

Der Neffe und der Koppelbesitzer haben versucht, den Platz wiederzufinden, leider ohne Erfolg.

Auch hier wieder, wie im vorhergehenden Fall, ging es um einen Pflanzensaft, der Stein weichmacht. Das Auflösen der Sporen zeigt, dass der Saft stark sauer gewesen sein musste.

Noch eine andere Geschichte aus der Ecke Fawcett:

Sein jüngerer Sohn, Brian Fawcett, berichtet Folgendes, was ihm von einem Freund mitgeteilt worden war. Es folgt eine etwas unschöne Geschichte, in der einige angetrunkene Männer Gräber öffnen und Mumien suchen. Dabei fanden sie einen Krug mit einer Flüssigkeit darin. Sie versuchten, ihrem Indio-Begleiter die Flüssigkeit zwangsweise einzutrichern. Der wehrte sich. Dabei ging der Krug zu Bruch und die Flüssigkeit lief über einen Stein. Nach ungefähr zehn Minuten war die ursprüngliche Flüssigkeit nicht mehr flüssig, sondern zusammen mit dem Stein darunter zu einer weichen Masse, wie feuchter Zement, geworden. Es war so, als ob der Stein geschmolzen war, wie Wachs in der Wärme.

In einem Interview im Jahre 1983 sagte der katholische Priester Jorge A. Lira, dass er die historische Methode der Steinerweichung wiederentdeckt hat. Entsprechend einer alten Legende gaben die Götter den Indios zwei Geschenke, mit denen ermöglicht wurde, die gigantischen Bauwerke von Sacsayhuaman und Machu Picchu zu errichten. Die Geschenke waren zwei Pflanzen mit erstaunlichen Eigenschaften. Eines war die Coca-Pflanze, die den Arbeitern

ermöglichte, enorme Anstrengungen auszuhalten. Das andere war eine Pflanze, die in der Lage war, harten Stein in eine weiche Paste umzuwandeln, sofern man sie mit anderen Zusätzen vermischt hat. Pater Lira teilte mit, dass er über vierzehn Jahre diese Legende verfolgt hat und letztendlich Erfolg darin hatte, die Pflanze zu identifizieren. Es handelt sich um eine Pflanze mit dem Namen „Jotcha“. Er hat damit diverse Versuche gemacht und es auch geschafft, Stein weichzumachen. Allerdings gelang es ihm nicht, zu erreichen, dass der Stein wieder hart wurde.

Immerhin hat es geschafft, Stein weichzumachen. Also geht das. Dass der Stein nicht wieder hart wurde, zeigt, dass er vielleicht die falsche Pflanze hatte, oder es doch auch auf unbekannte Zusätze ankommt.

Aukanaw, ein Mapuche und argentinischer Anthropologe, gestorben 1994, forschte über eine Spezies von Spechten, die lokal unter den Namen Pitiwe, Pite und Pitio bekannt sind. Der wissenschaftliche Name ist möglicherweise *Colaptes Pitius* (Chilean Flicker), ein Vogel aus Chile und Argentinien (siehe **Bild 16**). Anderer Name auch *Colaptes Rupicola* (Andean Flicker), der im Süden Ecuadors, Peru, im westlichen Bolivien, im Norden Argentiniens und Chile lebt (siehe **Bild 17**). Wenn jemand den Eingang zu seinem Nest versperrt, z. B. mit einem Gesteinsstück oder Eisenteil, nimmt er eine bestimmte seltene Pflanze und reibt sie an den Sperrgegenstand, sodass dieser weicher wird oder sich auflöst. Diese Pflanze ist bekannt als Pito oder Pitu.

In Peru über 4500 Meter wird gesagt, dass es eine Pflanze mit dem Namen Ketchuca gibt, die Stein in eine Art Gelee verwandelt. Diese Pflanze wird von einem Vogel mit dem Namen Jakkaclopito zum Nestbau verwendet. Eine Pflanze mit ähnlichen Eigenschaften wächst in noch größerer Höhe wird u. a. Punco-Punco genannt. Möglicherweise ist das *Ephedra Andina*, die von den Mapuche als Medizinpflanze benutzt wird (siehe **Bild 18**).

Die Geschichte von Aukanaw zeigt, dass es vielleicht einige Pflanzen gibt, die Stein weichmachen können. Vielleicht benötigen ja bestimmte Pflanzen des Hochgebirges derartige saure Inhaltsstoffe, um auf dem Fels Fuß fassen zu können. Möglicherweise gibt es die ja auch in unseren Hochalpen. Wir wissen es nur nicht mehr.

Es gibt nur einen Weg, der Stein-



Bild 16: *Colaptes Pitius* Chilean Flicker (Wikipedia, gemeinfrei)



Bild 17: *Colaptes Rupicola*, Andean Flicker (Wikipedia, gemeinfrei)



Bild 18: *Ephedra Andina* (Wikipedia, gemeinfrei)

weichmachung auf den Grund zu gehen. Wir müssen die Pflanzen finden und ausprobieren. Vielleicht geht der Weg über die genannten Vögel.

Ich bitte Sie, liebe Leser, sollten Sie auf Reisen oder in der Literatur Hinweise finden, uns zu benachrichtigen.

Bildnachweis

Alle Fotos: Wilfried Augustin, sofern nicht anders angegeben. ■