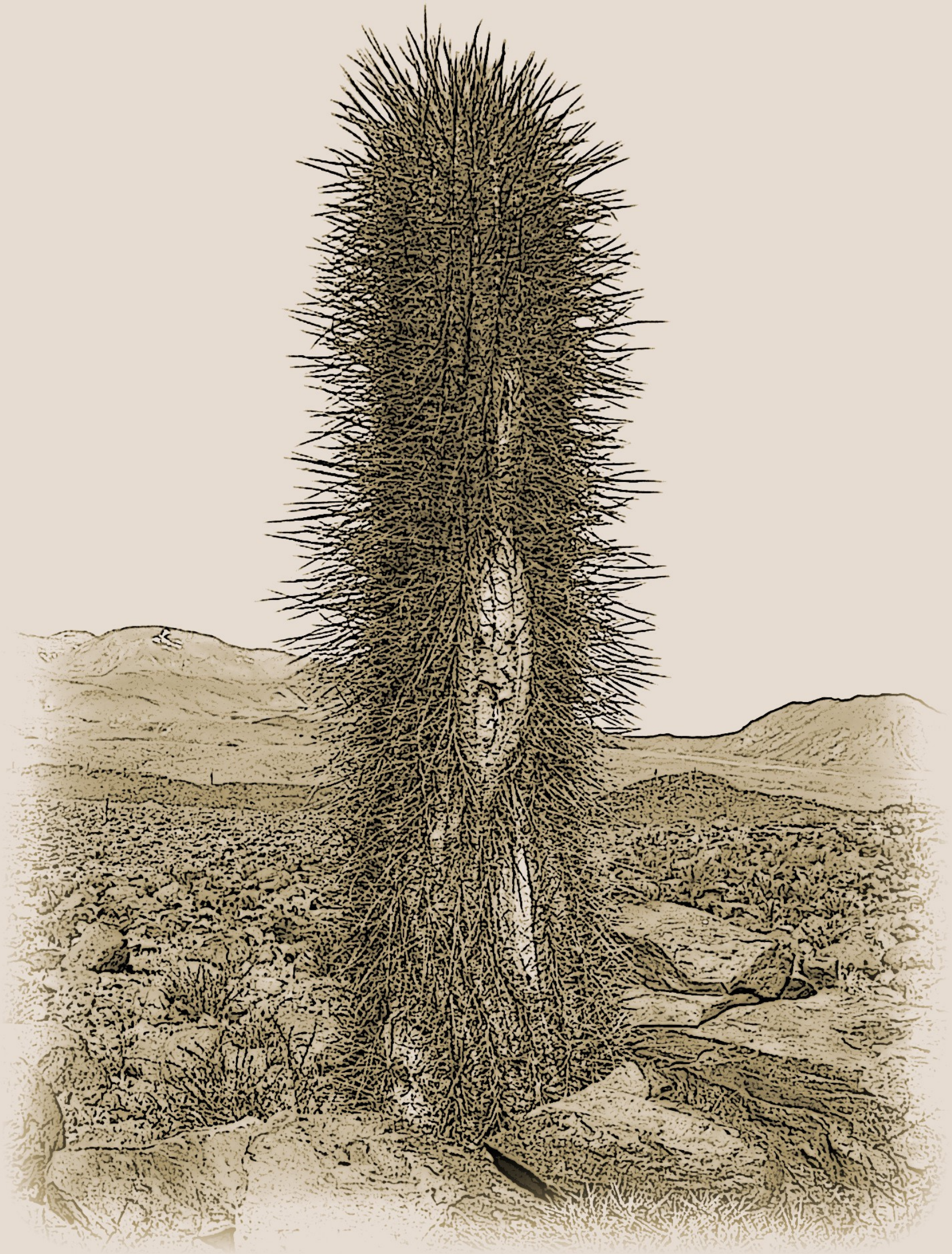
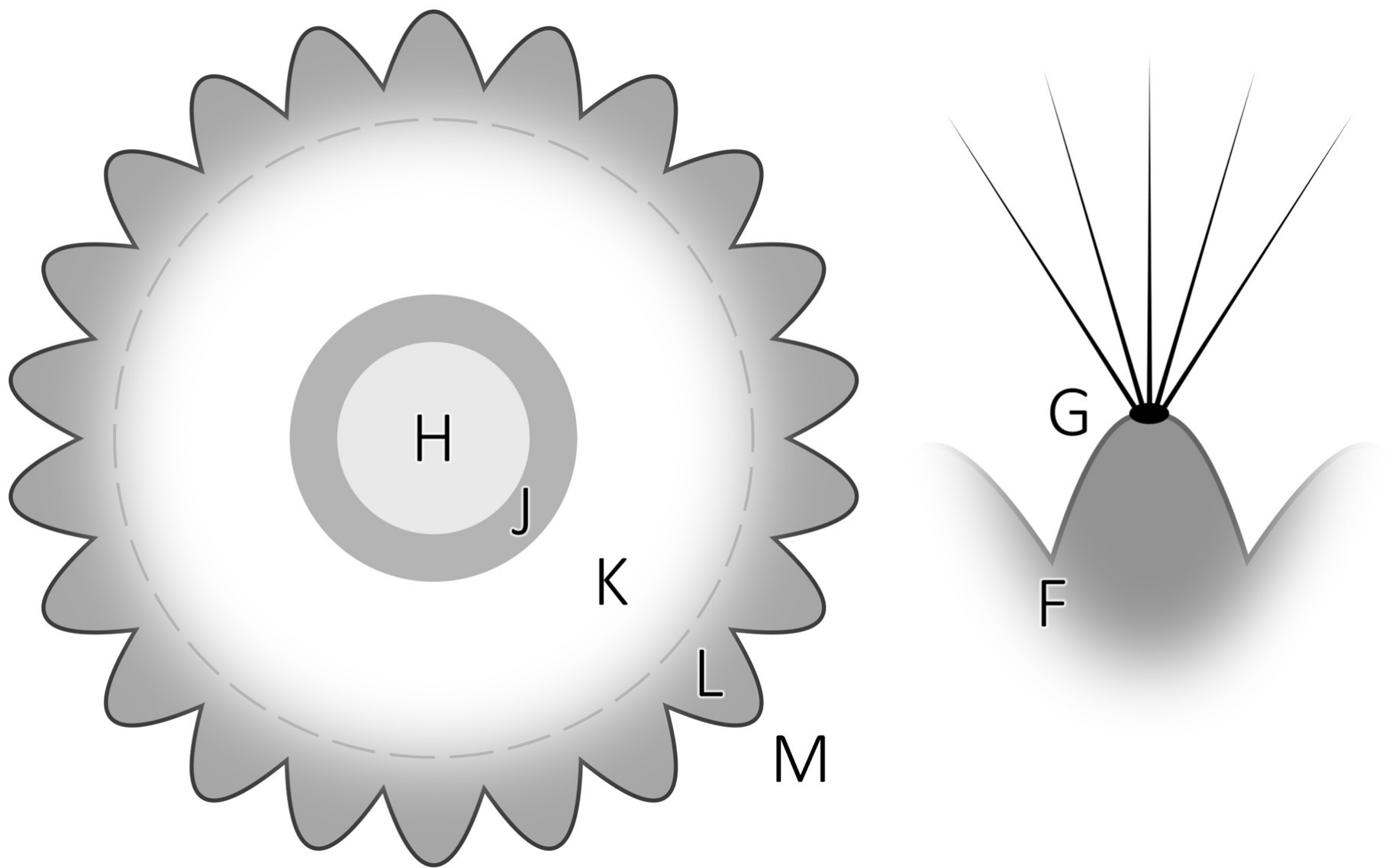


Von den Rippenrissen des
Echinopsis atacamensis



Beobachtungen im Nordosten
der Atacamaseenke

Rippenrisse am *Echinopsis atacamensis*



gra01 Typischer Querschnitt an einem *Echinopsis atacamensis*

H	Mark
J	Leitbündelzylinder
K	Hydrenchym, Speichergewebe, Schwellkörper
L	Chlorenchym zur Photosynthese
M	Schutzhaut: Cuticula, Epidermis, Hypodermis

G	Steife Zone auf dem Rippengrat, Areole mit Dornen
F	Spannungszone im Rippental



fig01 Beispiele von Querschnitten durch Säulenkakteen

Echinopsis sp.
Quelle: Wikimedia

Cleistocactus sp.
Quelle: Missouri Botanical Garden

Volumenänderung des Schwellkörpers

Am 8. Dezember 2018, also am Ende der Trockenzeit im späten Frühjahr, ergab die Beobachtung der vom Sturm abgebrochenen Hauptachse eines mittelgrossen *Echinopsis atacamensis* nächst dem Prüfling [img01] des Berichtes *Wasserbewirtschaftung des Echinopsis atacamensis* – mario@giorgetta.ch – Juli 2018 ein Verhältnis des mittleren Aussendurchmessers der Achse zum Aussendurchmesser des starren, verholzten Leitbündelzylinders von etwa 2.2/1 und damit ein Verhältnis der gesamten Schnittfläche zu jener des starren Innenteils von 4.84/1. Die Fläche und damit auch das Volumen des schwellenden Aussenteils ist damit knapp vier Mal so gross, wie jenes des starren Kerns aus Leitbündelzylinder und Mark. Am obengenannten Prüfling [img01] nahm der mittlere Aussendurchmesser der Achse während der beobachteten Regenzeit 2016/2017 um das 1.35-fache zu. Zumal der Durchmesser des Leitbündelzylinders hierbei kaum zunimmt, ergäbe dies bei unserem eben beobachteten Individuum ein Verhältnis der gesamten Schnittfläche zu jener des starren Innenteils von 9/1. Der schwellende Aussenteil erfährt hierbei also eine Verdoppelung seines Volumens (stets unter Annahme gleichbleibender Achslänge). Zur Berechnung der Querschnittsfläche [A] der Achse genügt die einfache Gleichung $[A = R \cdot r \cdot \pi]$. Hierbei ist [R] der Radius zum Rippengrat, [r] jener zum Rippental, siehe dazu die Grafik [gra01]. Eine mathematisch genaue Berechnung der Schnittfläche lässt sich bloss an einem geometrisch ebenso definierbaren Schnittprofil tätigen, wie etwa bei Rippen aus gleichschenkligen Dreiecken. Zumal derartiges in der Natur aber nicht vorkommt [fig01], [fig06], ist obengenannte Gleichung wohl der beste Kompromiss zur Berechnung der Schnittfläche. Siehe dazu auch Rechenbeispiel im [Anhang](#).

Rippenrisse

Die meisten der zahlreichen über dem Nordosten der Atacamasenke wachsenden Säulenkakteen der Art *Echinopsis atacamensis* ssp *atacamensis* weisen Rippenrisse auf. Diese treten ausschliesslich im Rippental auf [gra01 F] und verlaufen gleich den Rippen in axialer (senkrechter) Richtung. Auf dem Rippengrat [gra01 G] befinden sich die für die Pflanze wichtigen Areolen mit Dornen, Blüten und Früchten. Der dadurch bereits versteifte Grat ist zusätzlich auch noch gerundet und erfährt damit die geringste mechanische Spannung bei Ausdehnung des darunter liegenden Schwellkörpers. Die mechanische Spannung findet also überwiegend im Bereich des scharfen Rippentals statt und so verwundert es kaum, dass ebenda auch allfällige Risse der Kaktusrinde auftreten. Selbst im Zwischenraum der einzelnen Areolen auf selbiger Rippe bleibt der Rippengrat gerundet, zumal die Warzenbildung beim *Echinopsis atacamensis* bloss schwach hervortritt und hauptsächlich bei geschrumpftem Schwellkörper in der Trockenzeit sichtbar ist [fig05], [fig06]. Im Querschnitt der Achse [gra01], [fig01] gleichen die Rippen denn auch viel eher aneinandergereihten Ellipsensegmenten, denn gleichschenkligen Dreiecken, wie etwa beim idealisierten [img01] in obengenanntem Bericht der Wasserbewirtschaftung, oder [Fig.9, Fig.12] im Bericht *Surface to volume ratios in succulent stems with ribs*, J. Mauseth, *American Journal of Botany* 87(8): 1107–1115. 2000.



fig02

Guatin, Antofagasta, Chile

-22.77391, -068.09230, 3086.5m, 15.Dec 2018

Junger *Echinopsis atacamensis* mit tiefem Rippenriss auf typischem Vulkanboden über der nordöstlichen Atacamasenke (alte verwitterte Vulkanasche und junges gebrochenes basaltisches Gestein).



fig03

Guatin, Antofagasta, Chile

-22.78366, -068.10922, 3000m

Derselbe *Echinopsis atacamensis* am Ende der Regenzeit am 27.März 2017 und am Ende der Trockenzeit am 3.November 2018. Die Narben der Rippenrisse sind starr und verbleiben auch bei geschrumpfter Achse gleich gross. Im Vordergrund eine *Maihueniopsis camachoi* zusammen mit *Ambrosia artemisioides* (Compositae).



fig04

Guatin, Antofagasta, Chile

-22.77549, -068.09482, 3063.4m, 14.Dec 2018

Rippenrisse können weit ins Speichergewebe hineinführen. Die Oberfläche des Risses vernarbt zu einer starren Rinde und dehnt sich hierbei gar noch radial aus, wie an den hervorstehenden tumorartigen Buckeln ersichtlich ist. Teilweise entspricht der Buckel aber einfach dem angeschwollenen Durchmesser der Achse in der Regenzeit und bleibt infolge der steifen Vernarbung jetzt im geschrumpften Zustand in seinem Mass erhalten.

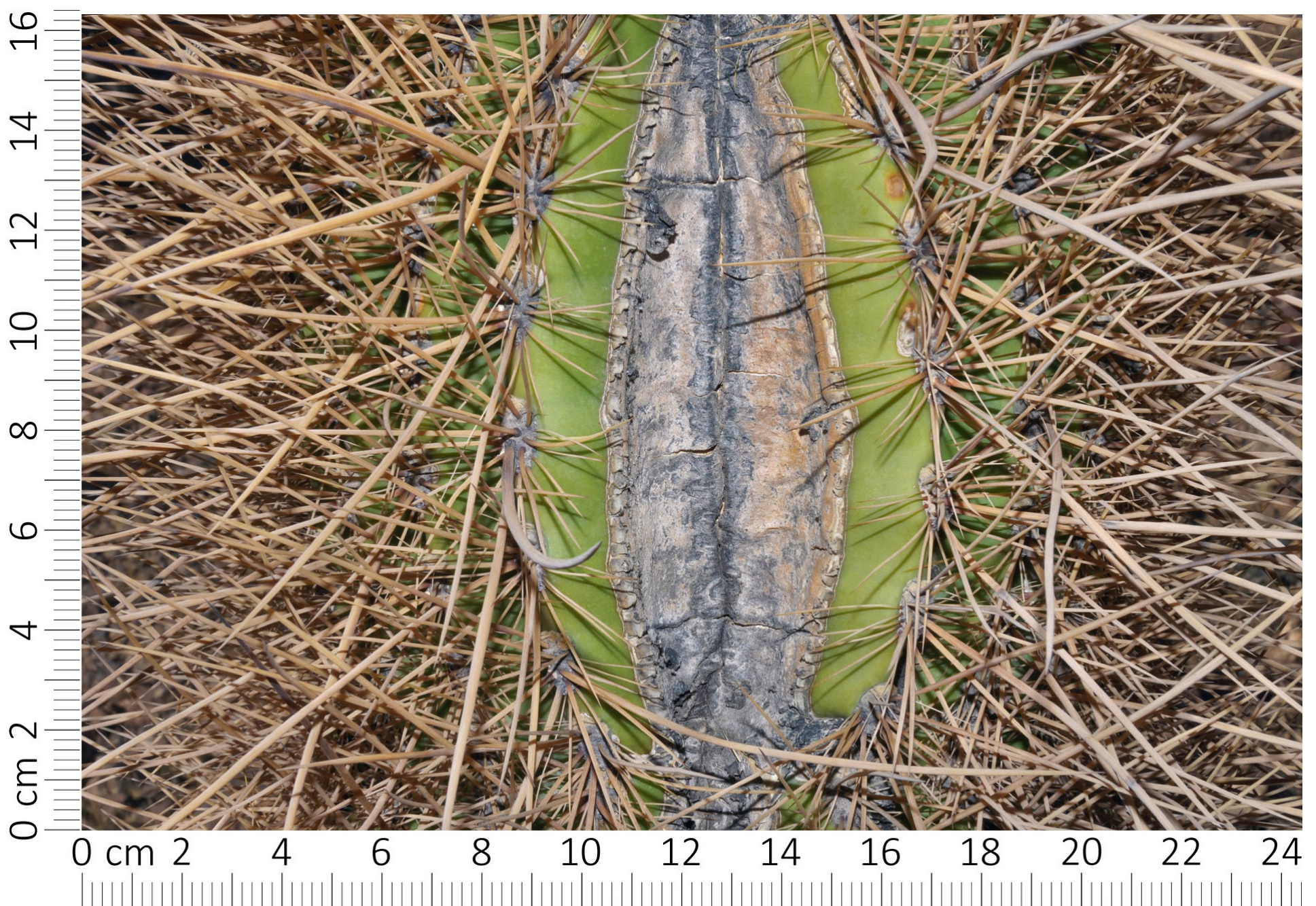


fig05 Detailaufnahme obigen Rippenrisses [fig04] am selbigen Datum. Gut ersichtlich ist der jetzt am Ende der Trockenzeit noch immer gerundete Rippengrat, auch zwischen den Areolen, und die wenig hervortretende Warzenbildung, wie am *Echinopsis atacamensis* allgemein feststellbar.



fig06

Guatin, Antofagasta, Chile

-22.77450, -068.09549, 3087.5m, 22.Nov 2018

Weiterer Rippenriss an einem jungen *Echinopsis atacamensis*. Die Bildung von Rissen geschieht unbeeinflusst vom Gewicht des darüberliegenden Achsabschnittes. An der Detailaufnahme ist ersichtlich, dass jetzt am Ende der Trockenzeit die Areolen gar radial eingezogen sind und die zwischenliegenden Abschnitte auf dem Rippengrat kissenartig hervorstehen, etwa in der Art einer negativen Warzenbildung. Im Hintergrund auf dem groben basaltischen Geröll die *Maihueniopsis camachoi*.

HYPOTHETISCHES RECHENBEISPIEL

Die Hauptachse eines *Echinopsis atacamensis* schrumpft in der Trockenperiode bis zum Verhältnis des mittleren Aussendurchmessers zum Aussendurchmesser des inneren, starren Leitbündelzylinders von 2.2/1 und schwillt in der Regenperiode um das 1.35-fache an (unser vorangehendes Beispiel). Dies ergibt bei unveränderter Achslänge eine Volumenzunahme des Schwellkörpers (bis zur Hypodermis) im mittleren Achsbereich um +103.7%. Würde sich der Leitbündelzylinder gleich dem Schwellkörper ausdehnen, wäre der Volumenzuwachs des Schwellkörpers hierbei lediglich +82.3%.

TIPPS

- Die im Text erwähnten Bilder können durch Anklicken direkt angewählt werden. Vom aufgerufenen Bild zurück zum Text mit [Alt] + [Positionstaste rückwärts ←].
- Durch Anklicken der Koordinatenangaben unter den Bildern wird in eigenem Fenster die Stelle auf einer Satellitenkarte von Google Maps angezeigt. Diese kann auch auf dreidimensionale Darstellung oder auf kartographische Darstellung mit Höhenlinien umgestellt werden.
- Bilder und Grafik sind 1920 Pixel breit (für Fotodruck 19cm breit) und können direkt vom pdf-Dokument in ein Word (.doc)- oder Open (.odt)-Dokument hinüberkopiert werden.
- Darstellung der Bilder mit voller Auflösung bei Zoom 200% (Zoom aufrufen mit [Ctrl]+[Y])
- [Ctrl]+[1] für Zoom 100% [Ctrl]+[3] für Darstellung Seitenbreite
[Ctrl]+[H] für Lesemodus [Ctrl]+[L] für Vollbildmodus