

Teilaspekte zur Achatgenese:**Schrumpfung mit und ohne Rissbildung – „Mosaik-Achate“ und „Mini-Achätchen“****von Klaus Stubenrauch, Wiesbaden, Deutschland***(Übersetzung in die englische Sprache Johann Zenz)***„Mosaik-Achate“**

Auf Schrumpfrisse bei Achaten bin ich zunächst durch das Buch „The `Other´ Lake Superior Agates“ von John D. Marshall [1] vor vielen Jahren aufmerksam geworden. Mit dem in [1] dargestellten Sachverhalt im Hinterkopf sind mir dann über die Jahre hinweg beim Aussortieren von selbst hergestellten Trommelsteinen hin und wieder ganz ähnliche Rissysteme an selbst gefundenen rheinhessischen Achaten aufgefallen.



1. Lithophysen-Achat. Wild Iris, Zentral-Oregon, USA. 5,6 cm. Sammlung und Foto Stubenrauch.

Im Oktober 2022 habe ich den in Bild 1. gezeigten Achat bei ebay gesehen und ersteigert. Das Stück ist in vielerlei Hinsicht äußerst anschaulich, was die Beschreibung von „Mosaik-Achaten“ in [1] betrifft:

- Es sind Rissmuster zu erkennen, die MARSHALL bei horizontal gebänderten Lake Superior Achaten entdeckt und mit Bildmaterial beschrieben und gedeutet hat. MARSHALL hat diese Achate als „Mosaik-Achate“ bezeichnet.

- Was oben und was unten ist, steht aufgrund der horizontalen Bänderung außer Frage. Die Risse zeigen, dass die Schrumpfung und Rissausbreitung - entgegen der Wachstumsrichtung des hier betrachteten Achatbereiches - von oben nach unten erfolgt ist. Die klaffenden Risse laufen zu ihrem Ende hin „spitz“ zu, d.h. das Material war zur Zeit der Schrumpfung und Rissbildung noch nicht ganz verfestigt.

- Der gesamte weiße Bereich der Uruguaybänderung ist geschrumpft: Ringsum und über den Rissen ist ebenfalls grauer Achat bzw. schwach gebänderter Chalcedon vorhanden, der sich wohl im Anschluss gebildet hat. Auch die Risse selbst scheinen durch denselben Chalcedon „verheilt“ zu sein.

Die starken Schrumpfungen mit den hierfür typischen Rissmustern müssen zu einem frühen Zeitpunkt bzw. während der Achatgenese entstanden sein. Oder, je nachdem wie man dies sehen möchte, könnte man auch argumentieren: Die Achatgenese war unterbrochen und ist in mehreren voneinander getrennten Abschnitten verlaufen, und nur zwischen diesen Abschnitten ist es zu diesen ungewöhnlich starken Schrumpfungen mit der charakteristischen Rissausbildung gekommen.

MARSHALL schreibt hierzu ([1] S. 60 und [2] S. 174), dass viele, jedoch nicht alle horizontal gebänderten Lake Superior Achate offenbar zu mehreren Zeitpunkten während ihrer Bildung „ausgetrocknet“ seien. Sofern dies geschah sei ein Rissmuster entstanden. Für Achate mit diesen Merkmalen wird der Name „Mosaik-Achat“ eingeführt. Das Muster entsteht auf jeder horizontalen Lage im sich bildenden Stapel - immer dort, wo das Ereignis einer Austrocknung jeweils stattgefunden habe. Abgesehen von einem gewissen Anteil horizontal gebänderter Achate seien Hinweise auf eine Rissbildung durch Austrocknung bei anderen Achattypen (gebänderte Achate, Moosachate Röhrenachate, Sagenitachate, ...) hingegen noch nicht beobachtet worden. Anmerkung: Im englischsprachigen Teil weiter unten ist der Originaltext zu finden.

MARSHALL bezieht sich bei dieser Aussage zunächst nur auf Lake Superior Achate, was aus einem anderen Absatz im Buch hervorgeht, zieht aus dem Sachverhalt jedoch Schlüsse hinsichtlich allgemeingültiger Hypothesen zur Achatgenese. Näheres hierzu siehe in [1] Kapitel 18 bzw. in [2] Kapitel 13.

Meine eigenen Beobachtungen, an unseren heimischen Achaten in Deutschland, geben jedoch ganz andere Hinweise:

Dem gezeigten Beispiel in Bild 1. sowie den gezeigten Beispielen den Beschreibungen in [1] entsprechend, zeigt die Abbildung 1 eine horizontale Lage, die stark geschrumpft ist und in der ein Rissmuster entstanden ist.

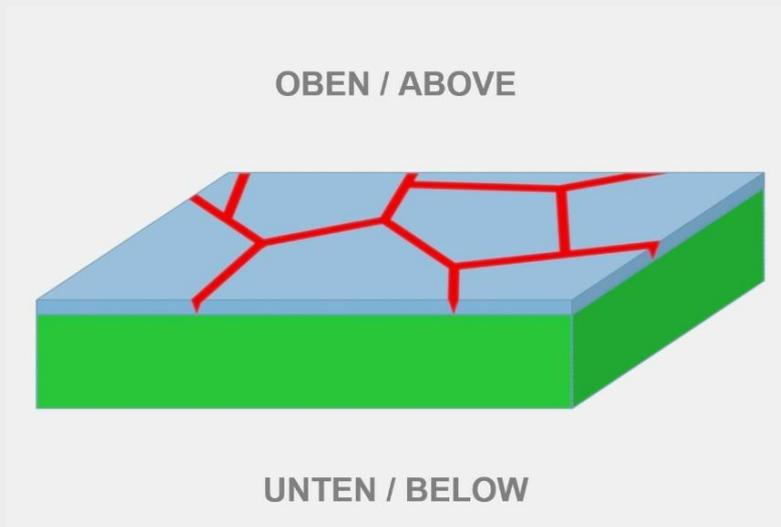


Abbildung 1:
Idealisierter Ausschnitt aus einem horizontal gebänderten Achat: Die blau dargestellte Achatlage entspricht dem Bildungsabschnitt einer weiteren Achatlage unter Bedingungen, welche zu starken Schrumpfungen mit Rissbildungen geführt haben. Horizontale Achatlagen bilden sich von unten nach oben.

Die Abbildung 2 zeigt nun analog, wie eine konzentrische Achatlage aussehen würde, die stark geschrumpft ist und in der ein Rissmuster entstanden ist.

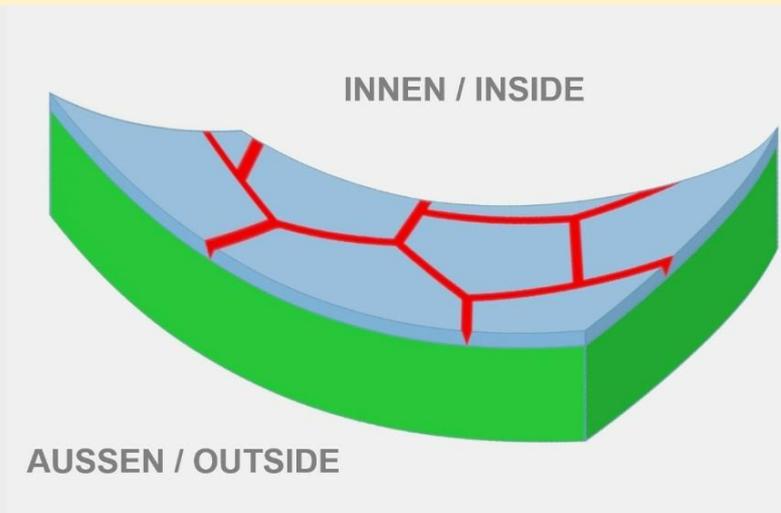


Abbildung 2:
Idealisierter Ausschnitt aus einem konzentrisch gebänderten Achat: Die blau dargestellte Achatlage entspricht dem Bildungsabschnitt einer weiteren Achatlage unter Bedingungen, welche zu starken Schrumpfungen mit Rissbildungen geführt haben. Konzentrische Achatlagen bilden sich von außen nach innen.

Überträgt man ein entsprechendes Rissmuster auf eine Kugelfläche, so sieht das dann in etwa so aus, wie in den Abbildungen 3 und 4 dargestellt.

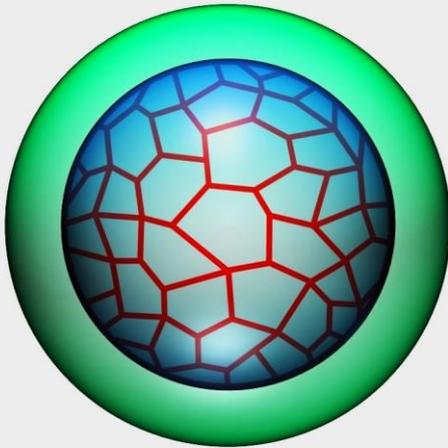


Abbildung 3:
Idealisierter, kugelförmiger Achatkörper: Die innen liegende, blau dargestellte Kugelfläche entspricht dem Bildungsabschnitt einer weiteren Achatlage unter Bedingungen, welche zu starken Schrumpfungen mit Rissbildungen geführt haben.

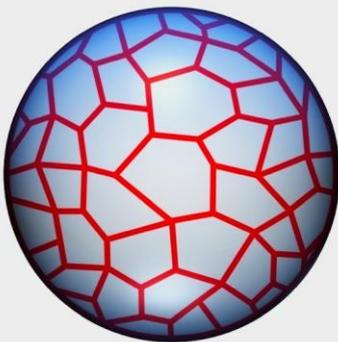
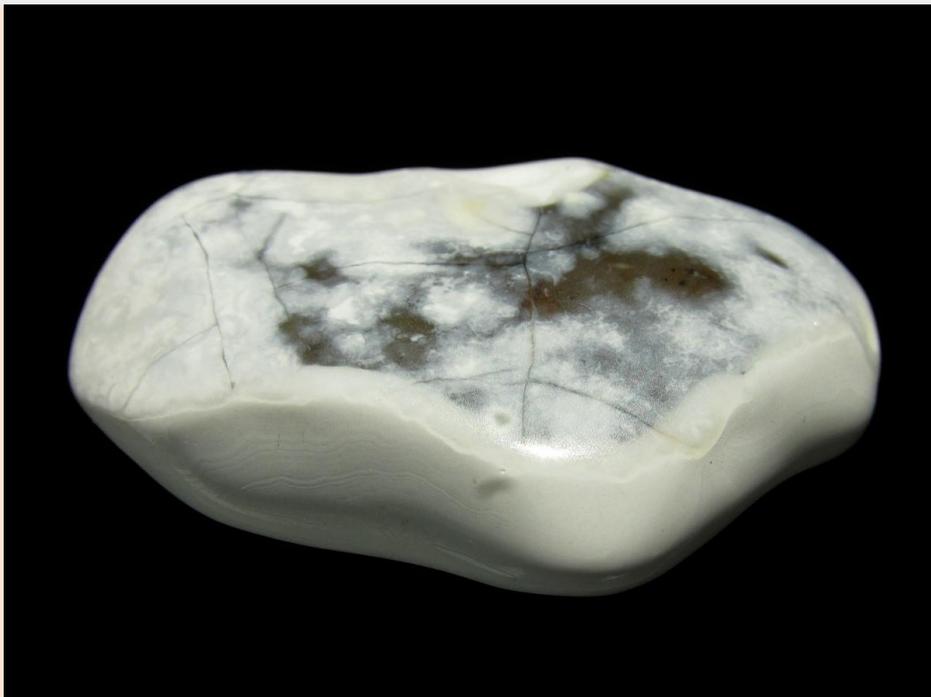


Abbildung 4:
Idealisierter, kugelförmiger Achatkörper: Die bei deren Bildung weiter innen liegende blau dargestellte Kugelfläche mit Rissbildungen ist nun freigelegt worden, bzw. die äußeren, älteren Achatlagen fehlen.

Der in Abbildung 4 dargestellte Zustand müsste - falls in der Realität bei gewöhnlichen bzw. konzentrisch gebänderten Achaten vorliegend - z.B. bei Geröllachaten oder getrommelten Achaten in ganz ähnlicher Art und Weise aussehen. Und tatsächlich lassen sich auch solche Achate finden, siehe die Beispiele in den Bildern 2 bis 4. Die typischen Rissmuster aufgrund starker Schrumpfungen kommen jedoch selten vor und man kann das Phänomen zudem nur an hierfür „geeigneten“ Stücken erkennen. Abgerollte Verwitterungsachate sind bzgl. konzentrisch gebänderter Achate genau solche Stücke. Denn einerseits dadurch, dass Achate entlang von Lagen vorzugsweise verwittern und zerfallen und andererseits auch durch reinen Zufall kann eine Achatlage mit den Rissmustern über einen größeren Abschnitt hinweg durch den Schleifvorgang freigelegt und sichtbar geworden sein.



**2. Achat. Trommelstein mit freigelegten Rissmustern. Rheinhessen, Deutschland. 2,8 cm.
Sammlung und Foto Stubenrauch.**



**3. Achat. Trommelstein mit nur teilweise freigelegten Rissmustern. Man beachte, dass die Risse sich nicht in die sich erst später gebildeten und weiter innen liegenden Achatlagen hinein fortsetzen. Das spricht dafür, dass keine äußeren mechanischen Kräfte zur Rissbildung beigetragen haben. Rheinhessen, Deutschland. 3,4 cm.
Sammlung und Foto Stubenrauch.**



4. Achat mit freigelegten Rissmustern. Es liegen bei diesem Stück gut erkennbar auch entlang der Mantelfläche spitz zulaufende Rissenden vor. „Spitz“ zulaufende breite Risse können nicht „nachträglich“ (nach einer abgeschlossenen Achatbildung) entstanden sein. Das runde Gebilde könnte der „Ansatz“ eines Sphärolithen sein. Rheinhessen, Deutschland. 1,8 cm. Sammlung und Foto Stubenrauch.

Im September 2023) ist eine erweiterte 4. Ausgabe von „The `Other´ Lake Superior Agates“ erschienen [2]. Auch in den letzten 20 Jahren sind MARSHALL demnach wohl keine mosaikähnlichen Rissysteme an konzentrisch gebänderten Lake Superior Achaten aufgefallen. Das bedeutet jedoch nicht, dass es diese bei Lake Superior Achaten nicht gibt! MARSHALL vermutet, dass Ereignisse welche zu starken Schrumpfungen mit den mosaikähnlichen Rissmustern führen ausschließlich bei einem kleinen Teil horizontal gebänderter Achate vorkommen und niemals bei allen anderen Achattypen, vgl. hierzu auch die in [1] und [2] weiter ausgeführten Hypothesen. Es scheint nun jedoch so, dass diese Ereignisse bei allen Achaten möglich sind. Zumindest liegen gleichartige Rissmuster auch bei einem Teil gewöhnlicher, konzentrisch gebänderter Achate aus Rheinhessen in Deutschland vor. Die Vermutung liegt nahe, dass Mosaik-Achate auch bei den konzentrisch gebänderten Lake Superior Achaten vorkommen sollten.

„Mini-Achätchen“

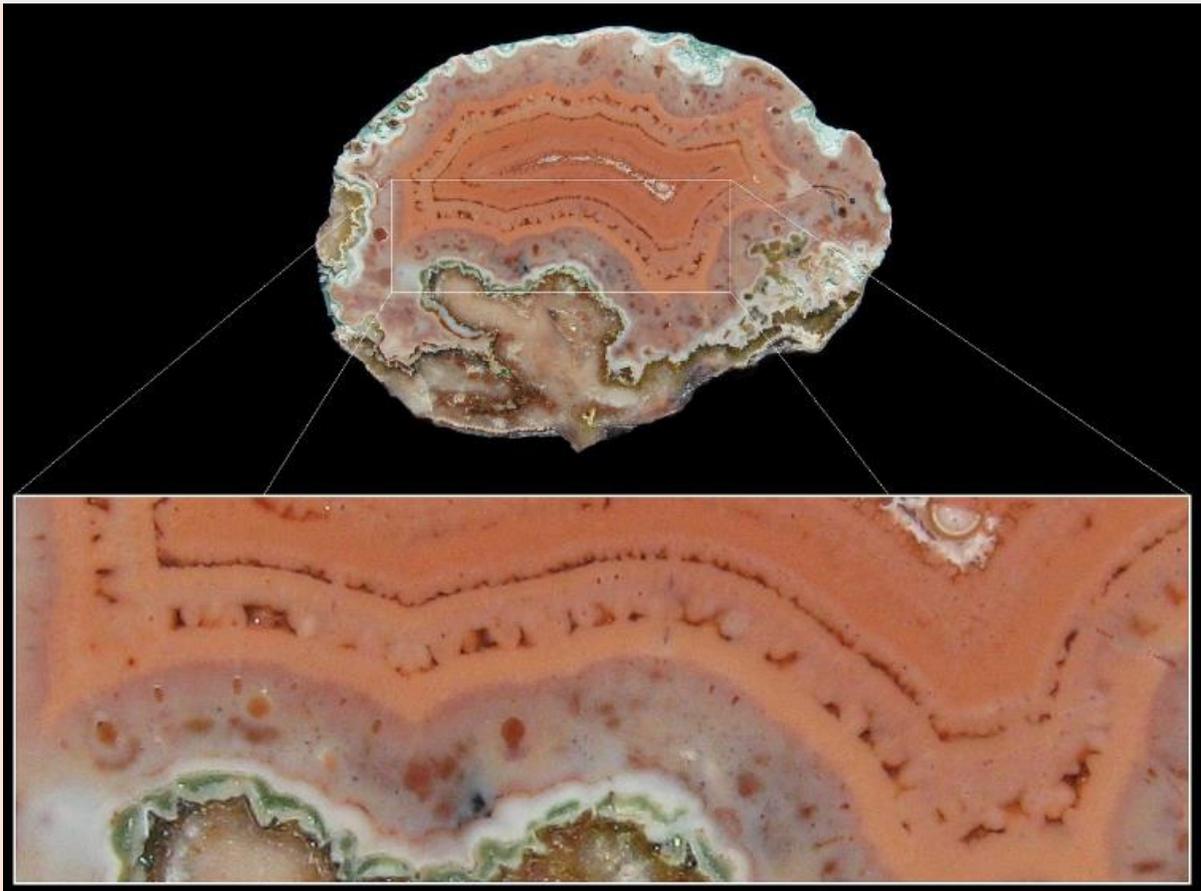
Auf ein weiteres Phänomen, das mit Schrumpfungen während der Achatgenese in Zusammenhang gebracht werden kann, hatte mich Peter Nickel (Dortmund) im Jahre 2011 aufmerksam gemacht, vgl. hierzu die Bilder 5 und 6. Der als Achatexperte bekannte Sammler Peter Nickel bezeichnete die als Schrumpfungsphänomene gedeuteten Muster als „Mini-Achätchen“.



5. Onyx mit Schrumpfungerscheinungen („Mini-Achätchen“) in der Bänderung. Jakobsberg, Deutschland. 1,1 cm. Sammlung und Foto Stubenrauch.



6: Ausschnitt aus Bild 5. Detail „Mini-Achätchen“. Bildbreite 0,8 cm. Sammlung und Foto Stubenrauch.

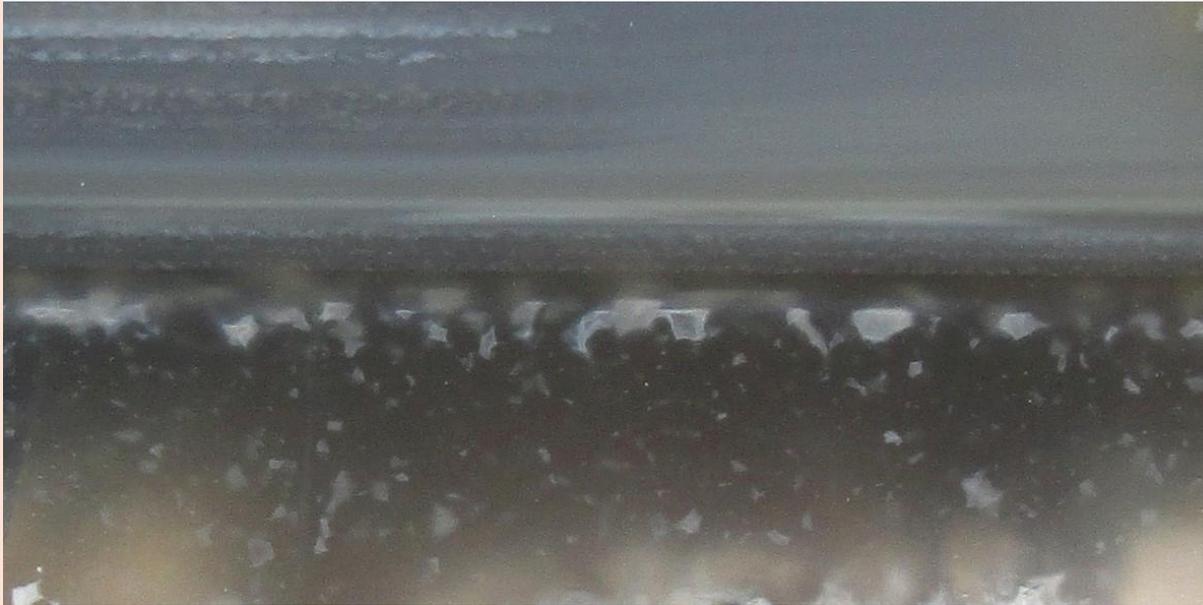


7. Achat von Waldhambach, Pfalz, Deutschland, mit signifikanten Wachstumsanomalien in mehreren Abschnitten der Bänderung. Vermutlich handelt es sich hierbei um Schrumpfungerscheinungen (ganz ähnlich den „Mini-Achätchen“). 3,1 cm Breite. Ausschnitt: 1,8 cm. Sammlung und Foto Stubenrauch.

Äußerst interessant im Zusammenhang hier - und zur Grundsatzdiskussionen bzgl. „Austrocknung“ bei der Diskussion zur Achatgenese ganz allgemein - ist noch Folgendes: Die in Bild 5 und Bild 7 abgebildeten Stücke zeigen einen Aufbau, den MARSHALL in [2] neu aufgenommen hat und als „Achat im Achat“ („Agate in Agate“) bezeichnet und beschreibt. Stücke mit diesem Aufbau gibt es bei uns in Deutschland auch und sie stellen an sich nichts Neues dar. Insbesondere bei dem in Bild 5 gezeigten Exemplar jedoch erkennt man ein wichtiges Detail sehr gut, dass nämlich der innere (spätere) Achat direkt an den zuvor geschrumpften Bereich des außenliegenden (früher entstandenen) Achatbereichs anschließt.



8. Donnerrei-Achat mit Schrumpfungerscheinungen in der Gravitationsbänderung (Risse und „Mini-Achätchen“). Wild Iris, Zentral-Oregon, USA. 6 cm. Sammlung und Foto Stubenrauch.



9. Ausschnitt aus Bild 8. Detail „Mini-Achätchen“. 1,8 cm. Sammlung und Foto Stubenrauch.

Interessanterweise kommen bei den Gravitationsbänderungen der Donnerei-Achate von Wild-Iris Schrumpfungseffekte besonders häufig vor, sodass bei diesen auch die „Mini-Achätchen“ - hier jedoch innerhalb der Gravitationsbänderung vorliegend - beobachtet werden können, vgl. Bild 8 und Bild 9.

Resumee – was uns „Mosaik-Achate“ und „Mini-Achätchen“ aufzeigen

Vergleicht man die Entstehung horizontal gebänderter Achate mit der von gewöhnlichen, konzentrisch gebänderten Achaten unter dem Gesichtspunkt der hier beschriebenen speziellen Schrumpfungserscheinungen mit Rissbildung („Mosaik-Muster“) und ohne Rissbildung („Mini-Achätchen“), so muss man zu dem Schluss kommen, dass es diesbezüglich keinen grundsätzlichen Unterschied gibt.

Sowohl „Mosaik-Muster“ als auch „Mini-Achätchen“ kommen bei horizontal gebänderten Achaten und konzentrisch gebänderten Achaten vor. Bei den horizontal gebänderten Achaten hat der Einfluss der Gravitation zum „Absetzen“ der Achatlagen geführt. Das Kräfteverhältnis v.a. von Adhäsionskräften, Oberflächenspannungen gegenüber der Gravitationskraft - in einem relevanten Stadium der Achatentstehung - entscheidet vermutlich hauptsächlich darüber was genau geschieht. Die Gravitationskraft stellt eine Konstante dar. Die Adhäsions- und Oberflächenspannungskräfte hingegen hängen vom Medium bzw. der ganz spezifischen stofflichen Zusammensetzung, sowie den physikalischen Randbedingungen der sich jeweils gerade in der Bildung befindlichen Achatlage(n) ab.

Grundsätzlich kann davon ausgegangen werden, dass es bei allen in der Natur vorkommenden chemischen und physikalischen Vorgängen zu Volumenänderungen innerhalb des betrachteten Systems kommt. Bei der Achatentstehung ist eine Verringerung des Volumens in Betracht zu ziehen, da Schrumpfungserscheinungen beobachtet werden können.

Das im Zusammenhang der Achatgenese oft diskutierte Phänomen einer möglichen „Austrocknung“ ist bei horizontal gebänderten Achaten und bei konzentrisch gebänderten Achaten gleichermaßen mit in die Betrachtungen zu ziehen.



10. Achat mit Schrumpfungerscheinungen in der Gravitationsbänderung (Risse, welche in einer anderen Schnittebene zu einem Mosaik-Muster führen, sowie „Mini- Achätchen“). Oberes Tal des Rio Magdalena, Kolumbien. 4,3 cm. Sammlung und Foto Stubenrauch.

Nachtrag - Ein aktueller „Neufund“ von „Mosaik-Achaten“

Im Stein- und Schmuckhandel wird bereits seit vielen Jahren künstlich gerissenes und gefärbtes Achatmaterial, vor allem in Form von Perlenketten, angeboten. Handelsbezeichnungen für diese künstlichen Produkte aus echten Achaten sind beispielsweise „Frosted Cracked Agate“ oder „Fire Crackle Agate“.

Dieser Beitrag war bereits abgeschlossen, als ich im Oktober 2023 beim Stöbern in einem Stein- und Schmuckgeschäft ein für mich neues Material entdecken konnte, welches zu Schmucksteinen aus „Jaspis“ verarbeitet, angeboten wird. Es handelt sich bei diesem Material jedoch nicht um Jaspis, sondern um einen schönen Achat in Brauntönen, vermutlich künstlich beeinflussten Farben und mit attraktiven Rissmustern darin (vgl. Bild 11). Es sind Mosaik-Rissmuster und sie scheinen natürlichen Ursprungs zu sein. Gemäß der zuvor geschilderten Grundmechanismen beginnen manche Risse sichtbar an innenliegenden Flächen und haben sich entgegen der Wachstumsrichtung des lokal vorliegenden Achatbereichs entwickelt.

Leider konnte die Herkunft des Materials bisher nicht ermittelt werden. Bekannt ist nur, dass es über Idar-Oberstein in den Handel gelangt ist.



**11. Schmucksteine aus Mosaik-Achat. Höhe 4 cm.
Sammlung und Foto Stubenrauch.**

Literatur

[1] MARSHALL, J. D. (2002): The "Other" Lake Superior Agates. 1. Ausgabe. Llao Rock Publications, Beaverton. 105 S.

[2] MARSHALL, J. D., HARRISON D. M. (2023): The "Other" Lake Superior Agates, 4. Ausgabe. 1. Ausgabe. Llao Rock Publications, Oregon City. 382 S.

Partial Aspects of the Agate Genesis: Shrinkage with and without Cracking - "Mosaic Agates" and "Mini Agates"

by Klaus Stubenrauch, Wiesbaden, Germany

(Translation into English language Johann Zenz)

„Mosaic Agates“

I first became aware of shrinkage cracks in agates by the book "The 'Other' Lake Superior Agates" by John D. Marshall [1] many years ago. With the facts described in [1] in the back of my mind, I noticed over the years from time to time very similar crack systems at self-found agates from Rheinhessen, Germany, when sorting out self-made tumbled stones.



1. Thunderegg agate. Wild Iris, Central Oregon, USA. 5.6 cm.
Klaus Stubenrauch collection & photo.

In October 2022 I saw the agate shown in picture 1 on ebay and bought it by auction. The piece is in many ways extremely illustrative of the description of "mosaic agates" in [1]:

- Crack patterns can be seen, which MARSHALL discovered in horizontally banded Lake Superior agates and described and interpreted with pictorial material. MARSHALL has called these agates "mosaic agates".

- There is no question as to what is above and what is below because of the horizontal banding. The cracks show that the shrinkage and crack propagation - against the growth direction of the examined agate area - has been from top to bottom. The gaping cracks run to a "point" at the end, meaning that the material was not fully consolidated at the time of shrinkage and crack formation.

- The entire white area of the onyx banding has shrunk: there is also gray agate or faintly banded chalcedony all around and above the cracks, which probably formed afterwards. Also the cracks themselves seem to be "healed" by the same chalcedony.

The strong shrinkages with the typical crack patterns must have developed at an early time or during the agate genesis. Or, depending on how one would like to see this, one could also argue: The agate genesis was interrupted and has run in several sections separated from each other and only between these sections it has come to these unusually strong shrinkages with the characteristic crack formation.

MARSHALL writes in [1] MARSHALL writes in [1] on page 60 (or in [2] on page 174): „Many, but not all, water level agates apparently become dried out at numerous points during their formation. When this happens a crack pattern that I named “mosaic agate” is formed either on the bottom of the cavity or at any point in the stack of horizontal layers where the drying event took place. No such drying events are ever found in banded, moss, tube, sagenite, or, in fact, in many water level agates.”

MARSHALL refers with this statement at first only to Lake Superior agates, what results from another paragraph in the book, however, draws conclusions from the facts concerning generally valid hypotheses to the agate genesis. This is described in [1], chapter 18 or in [2], chapter 13.

My own observations, at our native agates in Germany, give however completely different indications:

According to the shown example in figure 1. as well as the shown examples to the descriptions in [1], the figure 1 shows a horizontal layer, which has shrunk strongly and in which a crack pattern has developed.

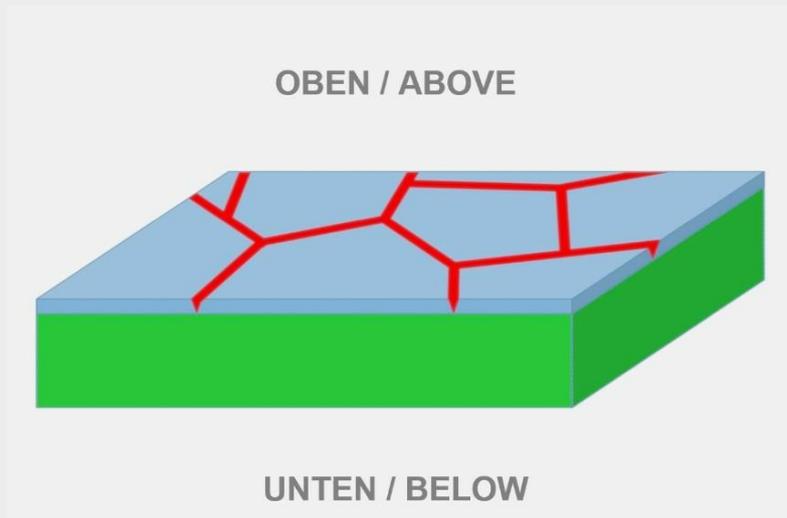


Figure 1:
Idealized section of a horizontally banded agate: The agate layer shown in blue corresponds to the formation section of another agate layer under conditions which have led to strong shrinkage with cracking. Horizontal agate layers form from bottom to top.

Figure 2 now shows, by analogy, what a concentric agate layer would look like that has shrunk considerably and in which a crack pattern has developed.

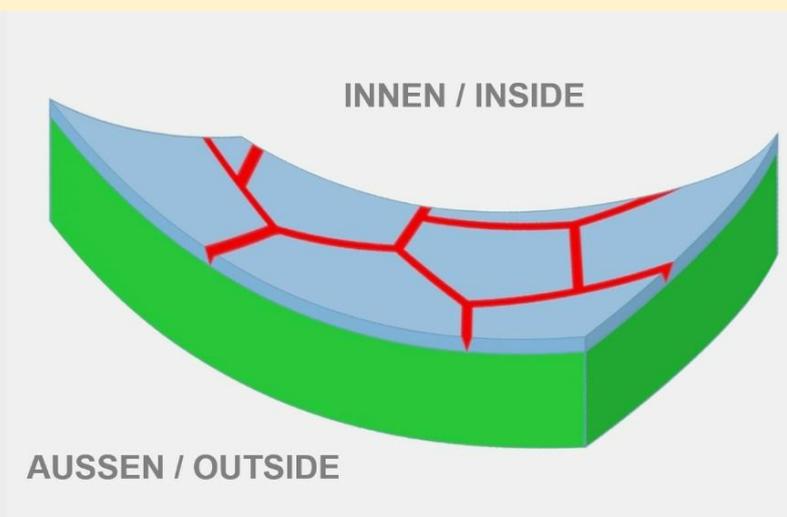


Figure 2:
Idealized section of a concentrically banded agate: The agate layer shown in blue corresponds to the formation section of another agate layer under conditions which have led to strong shrinkage with cracking. Concentric agate layers form from the outside to the inside.

If a corresponding crack pattern is transferred to a spherical surface, it will look something like that shown in figures 3 and 4.

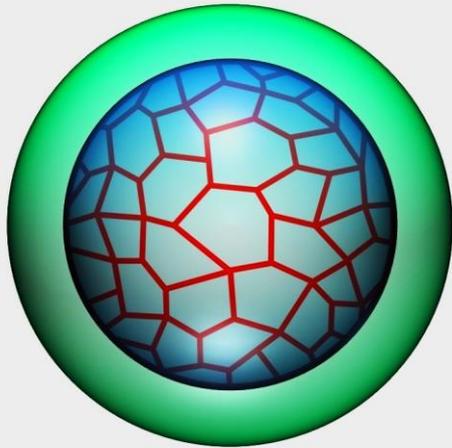


Figure 3:
Idealized spherical agate body: The inner spherical surface shown in blue corresponds to the formation section of another agate layer under conditions that have led to strong shrinkage with cracking.

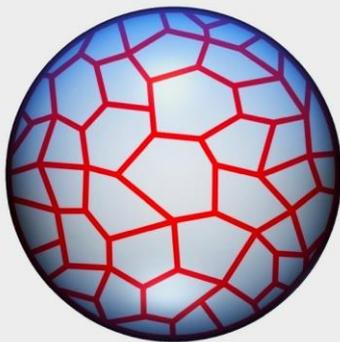
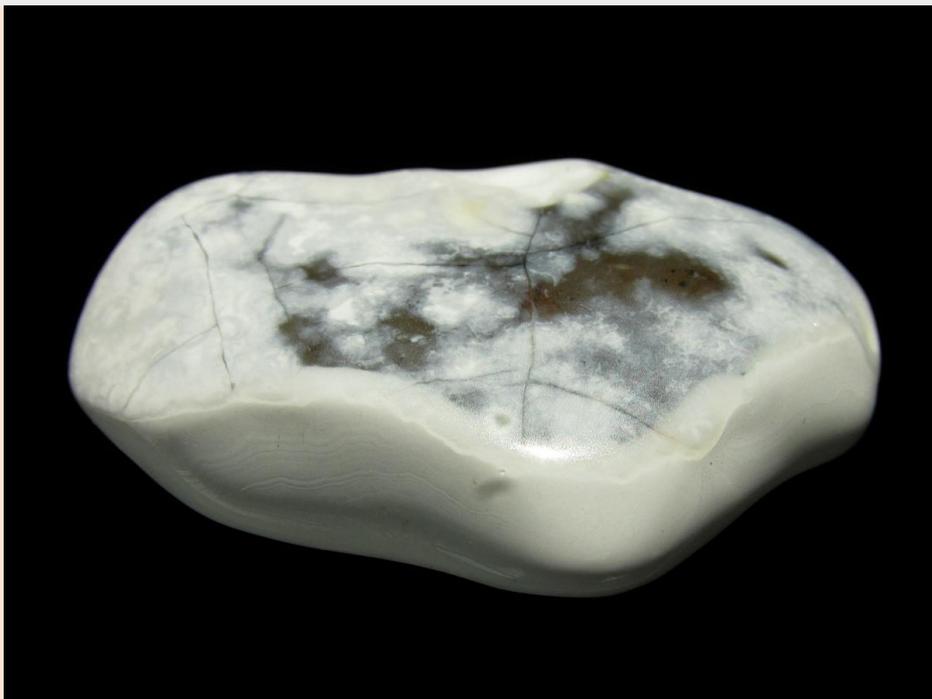


Figure 4:
Idealized, spherical agate body: The spherical surface with crack formations, shown in blue further inside during their formation, has now been exposed, respectively the outer, older agate layers are missing.

The condition shown in figure 4 should look - if in reality with common or concentrically banded agates - e.g. with pebble agates or tumbled agates in quite similar way. And indeed also such agates can be found, see the examples in the pictures 2 to 4. The typical crack patterns due to strong shrinkages occur however rarely and one can recognize the phenomenon besides only at pieces "suitable" for this. Rolled weathered agates are regarding concentrically banded agates exactly like these pieces. Because on the one hand by the fact that agates along layers preferentially weather and decay and on the other hand also by pure coincidence, an agate layer with the crack patterns can have become exposed and visible over a larger section by the grinding process.



**2. Tumbled agate with exposed crack patterns. Rheinhessen, Germany.
2.8 cm. Klaus Stubenrauch collection & photo.**



**3. Tumbled agate with only partially exposed crack patterns. Note that the cracks do not continue into the later formed and more interior agate layers. This suggests that no external mechanical forces contributed to the cracking. Rheinhessen, Germany. 3.4 cm.
Klaus Stubenrauch collection & photo.**



4. Agate with exposed crack patterns. Well recognizable are also tapering crack ends along the mantle surface. Wide and "pointed" cracks cannot have been formed "afterwards" (after a completed agate formation). The round structure could be the "base" of a spherulite. Rheinessen, Germany.

1.8 cm. Klaus Stubenrauch collection and photo.

In September 2023) an extended 4th edition of "The 'Other' Lake Superior Agates" has been published [2]. Also in the last 20 years MARSHALL probably did not notice any mosaic-like crack systems on fortification banded Lake Superior agates. However, this does not mean that these do not exist with Lake Superior agates!

MARSHALL assumes that events which lead to strong shrinkages with the mosaic-like crack patterns occur exclusively with a small part of horizontally banded agates and never with all other agate types – please see also the hypotheses further developed in [1] and [2]. It seems now, however, that these events are possible with all agates. At least similar crack patterns are also present in a part of common concentric banded agates from Rheinessen in Germany. The assumption is obvious that mosaic agates should occur also with the concentrically banded Lake Superior agates.

"Mini Agates"

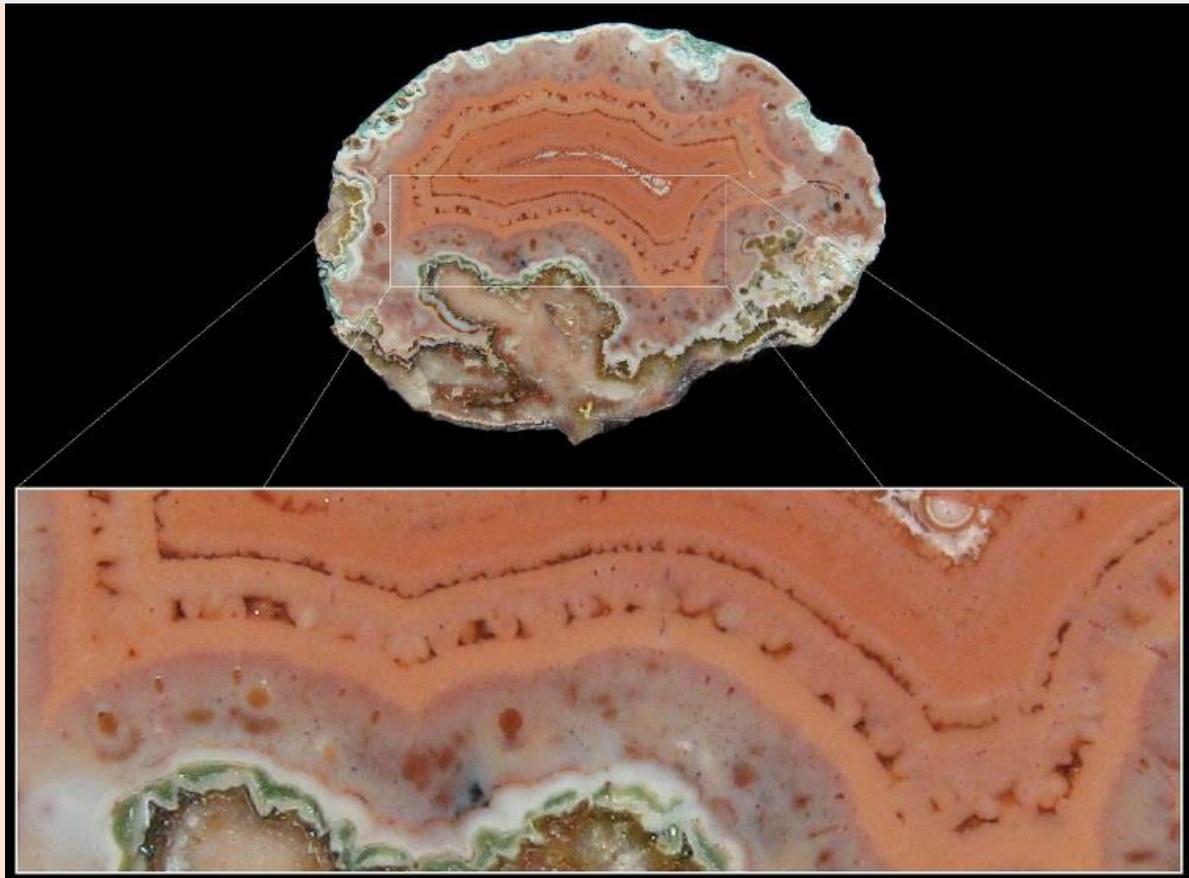
Collector Peter Nickel (Dortmund, Germany) had drawn my attention to another phenomenon in the year 2011, which can be connected with shrinkages during the agate genesis. Please see the pictures 5 and 6. The well-known agate expert Peter Nickel called the patterns, which are interpreted as shrinkage phenomena, "mini agates".



**5. Agate with signs of shrinkage ("mini agates") in the banding.
Jakobsberg, Germany. 1.1 cm. Klaus Stubenauch collection and photo.**



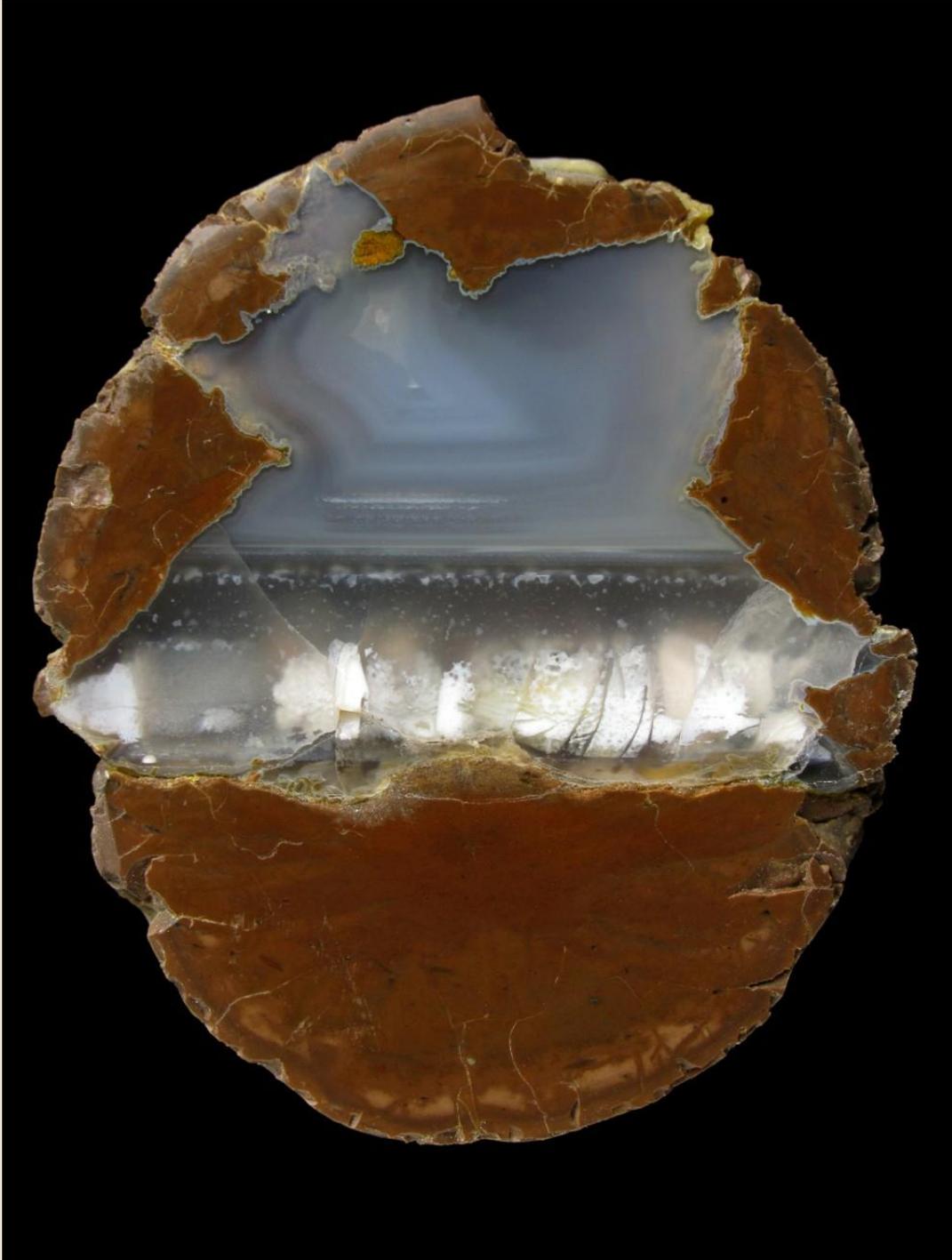
6: Detail of image 5: "Mini agates". Image width 0.8 cm. Klaus Stubenauch collection & photo.



7. Agate, Waldhambach, Palatinate, Germany, with significant growth anomalies in several sections of banding. These anomalies probably are shrinkage symptoms (very similar to the "mini agates"). 3.1 cm / width of the detail: 1.8 cm. Klaus Stubenrauch collection and photo.

Extremely interesting in the context here - and to the basic discussions concerning "desiccation" in general - is the following:

The pieces shown in picture 5 and picture 7 show a structure, which MARSHALL in [2] has newly taken up and calls and describes as "agate in agate". Pieces with this structure exist also in Germany and they are nothing new. In particular with the specimen shown in picture 5, however, one recognizes an important detail very well, namely that the inner (later) agate directly adjoins the previously shrunk area of the outer (earlier formed) agate area.



8. Thunder egg agate with shrinkage phenomena in the gravitational banding (cracks and "mini agates"). Wild Iris, Central Oregon, USA. 6 cm. Klaus Stubenrauch collection & photo.



9. Detail from picture 8: "Mini agates". Width: 1.8 cm. Klaus Stubenrauch collection and photo.

Interestingly, shrinkage effects are particularly frequent in the gravitational changes of the thunderegg agates from Wild Iris, so that the "mini agates" - here, however, present within the gravitational banding - can also be observed in these, see Fig. 8 and Fig. 9.

Resumee - what "mosaic agates" and "mini agates" show us

If one compares the formation of horizontally banded agates with that of ordinary concentrically banded agates from the point of view of the special shrinkage phenomena described here with crack formation ("mosaic pattern") and without crack formation ("mini agate"), then one must come to the conclusion that there is no fundamental difference in this respect.

Both "mosaic patterns" and "mini agates" occur with horizontally banded agates and concentrically banded agates. With the horizontally banded agates the influence of gravity has led to the "settling" of the agate layers. The force relationship above all of adhesion forces, surface tensions opposite the gravitational force - in a relevant stage of the agate formation - decides presumably mainly on what exactly happens. The gravitational force represents a constant. The adhesion and surface tension forces, however, depend on the medium or the very specific material composition, as well as the physical boundary conditions of the agate layer(s) just in the formation.

In principle, it can be assumed that in all chemical and physical processes occurring in nature, volume changes occur within the system under consideration. In agate genesis, a reduction of the volume has to be considered, since shrinkage phenomena can be observed.

The phenomenon of a possible "drying up" in connection with the agate genesis is to be considered equally with horizontally banded agates and with concentrically banded agates.



10. Agate with shrinkage phenomena in the gravitational banding (cracks, which lead to a mosaic pattern in another section plane, as well as "mini agates").
Upper Rio Magdalena Valley, Colombia. 4.3 cm. Klaus Stubenrauch collection and photo.

Addendum - A Current "New Find" of "Mosaic Agates"

In the stone and jewelry trade artificially cracked and colored agate material is offered already for many years, particularly in the form of beads. Trade names for these artificial products made from real agates are for example "Frosted Cracked Agate" or "Fire Crackle Agate".

This article was already finished, when I could discover a material new to me in a stone and jewelry store, which was offered as "jasper". However, this material is not jasper, but a beautiful agate in brown tones, probably artificially treated colors and with attractive crack patterns in it (see picture 11). They are mosaic crack patterns and they seem to be of natural origin. According to the basic mechanisms described before, some cracks start visibly on internal surfaces and have developed against the growth direction of the locally present agate area.

Unfortunately the origin of the material could not be determined so far. It is only known that it came into the trade via the German city of gemstones, Idar-Oberstein.



**11. Flat chain beads made of mosaic agate. Height 4 cm.
Klaus Stubenrauch collection and photo.**

Bibliography

[1] MARSHALL, J. D. (2002): The "Other" Lake Superior Agates. 1st edition. Llo Rock Publications. Beaverton. 105 p.

[2] MARSHALL, J. D., HARRISON D. M. (2023): The "Other" Lake Superior Agates, 4th edition. Llo Rock Publications, Oregon City. 382 p.