

Manganrosetten - eine spezielle Form von Mangandendriten

von Ulf Thewalt und Gerda Dörfner (Gerstetten, Deutschland)

Zum Begriff Dendriten

Der Bezeichnung Mangandendriten für mehr oder weniger filigrane flache Abscheidungen oxidischer Manganminerale begegnet man häufig in der Literatur. Gemeint sind dabei (1) baumähnlich aussehende Formen (dendron = Baum, griechisch; also Gebilde mit einem zentralen Stämmchen) (Abb. 1).

(2) ringsum begrenzte rosettenförmige Manganoxidabscheidungen; gewissermaßen Bäumchen ohne Stamm.

(3) einzelne „moosähnlich“ aussehende Gebilde, wie sie auch als „Äste“ in (1) und (2) vorkommen (Abb. 3).

In der vorliegenden Notiz geht es um Objekte vom Typ (2), die hier als Manganrosetten bezeichnet werden. Die Durchmesser der Manganrosetten fallen in den sub-Millimeter- bis Zentimeterbereich. Bekannt für das Vorkommen besonders gut entwickelter Exemplare von Mangandendriten und -Rosetten sind die Plattenkalke des Weißen Jura in der Gegend von Solnhofen (Franken, Deutschland). Wenn man genau hinschaut, findet man gleichartige, wenn auch weniger ins Auge fallende Abscheidungen von Manganmineralen an vielen Stellen im Gebiet des süddeutschen weißen Jura. Es zeigt sich auch, dass Mangandendriten und Manganrosetten nicht nur in Kalkgestein vorkommen. Erwähnenswert ist schließlich, dass zwei- und drei-dimensional entwickelte Mangandendriten und-Rosetten sogar in Achat und Opal bestimmter Fundstellen zu beobachten sind.



Opal und Chalcedon mit Mangandendriten. Waldkirchen, Niederösterreich. Breite 10 cm.
Sammlung Anton Rauscher. Foto Andreas Riepl.

Manganrosetten näher betrachtet...

Im Folgenden zeigen und kommentieren wir Fotos von Manganrosetten, die aus den Kalksteinbrüchen in der Gegend von Ulm (Württemberg, Deutschland) stammen. Die meisten dieser Steinbrüche sind mittlerweile stillgelegt. Das Material zu der vorliegenden Notiz haben wir vor mehr als zwei Jahrzehnten zusammengetragen. Abschließend wird die aktuelle Vorstellung zur Entstehung der Mangan-Rosetten und -Dendriten skizziert.



Abb. 1: Mangandendriten im strengen Sinn. Ihre zentralen Stämmchen suggerieren, dass sie durch Eindringen von färbendem Material entlang der Stämmchen entstanden sind und dass das färbende Material von außerhalb des Plattenstücks stammt.

Die Sache ist aber komplizierter. Manganrosetten können so jedenfalls nicht entstanden sein! Sie besitzen ja keine „Zufuhrkanäle“ und liegen nicht an den Rändern der Platten.

Stillgelegter Steinbruch an der B28 bei Zainingen. Breite 18,5 cm.

Die Fotos in diesem Artikel stammen von den Autoren.



**Abb. 2: Manganrosetten. Stillgelegter Steinbruch an der B28 bei Zainingen.
Breite 10,2 cm.**



Abb. 3: Stängelartige Mangandendriten. Hübsche Beispiele konnte man in allen Steinbrüchen in der Umgebung von Ulm finden. Das gezeigte Stück stammt aus dem stillgelegten Steinbruch bei Blaustein-Herrlingen. In den Aggregaten vom Typ (1) und (2) lassen sich oft solche stängelartigen Gebilde als aneinander gedrängte Bauelemente wiedererkennen. Breite 4,9 cm.

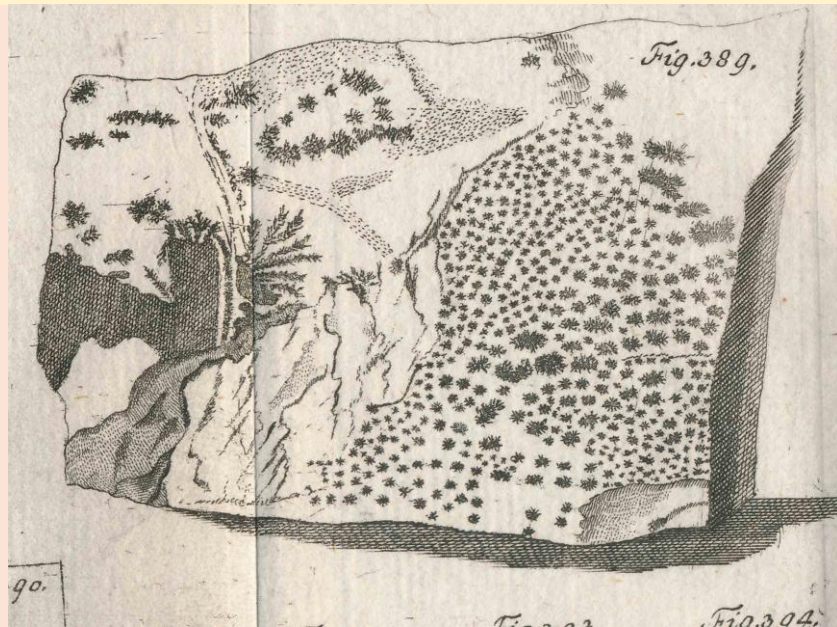


Abb. 4: Dieser Kupferstich stammt aus dem „*Natursystem des Mineralreichs*“ von LINNÉ (Figur 389). LINNÉ schreibt: „*Pseudoasteroit ... Er ist eigentlich eine Unterart des Dendriten, mit welchem er auch die Art seiner Entstehung gemein hat, und heißt so, wenn die kleinen Reiserchen und Aestchen, die auf der Steinfläche liegen, einen runden Umkreis beschreiben ...*“

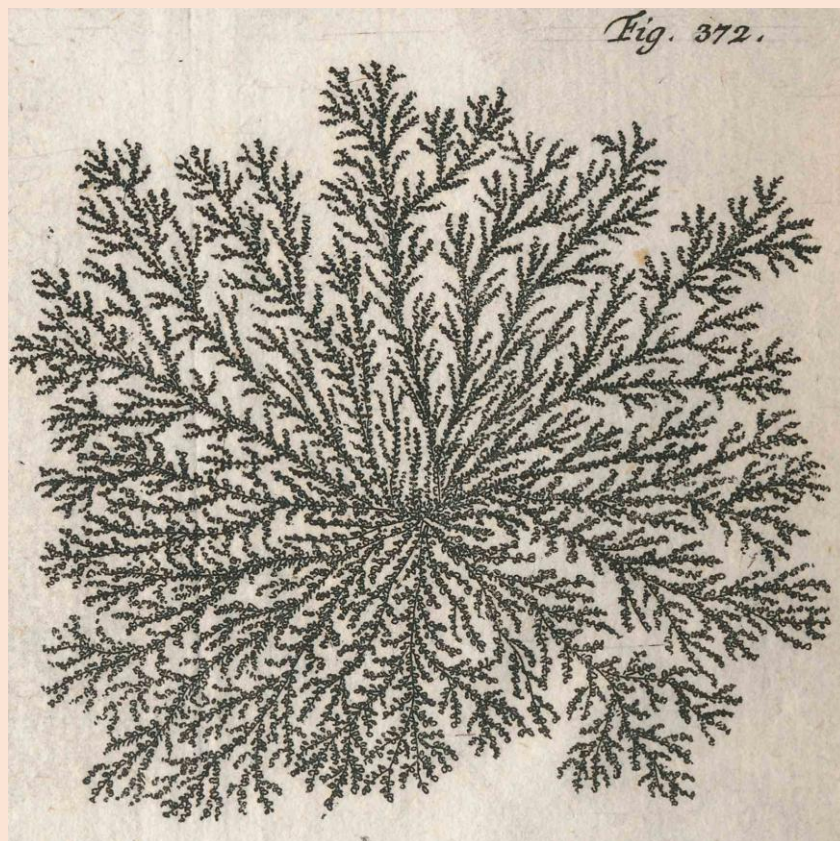


Abb. 5: „Dendritenrose“: Figur 372 aus LINNÉ’s *Natursystem des Mineralreichs*. Originaltext dazu: „*Sie heißen Dendritenrosen, wann die feinen Reiserchen mit noch feinem Aestchen und Blätterspitzen, aus einem Mittelpunkte nach dem ganzen Umkreise auslaufen*“.



Abb. 6: Dieses Stück Kalkstein mit Manganrosetten könnte fast als Zeichenvorlage zu Abb. 4 gedient haben. Es stammt aus dem Wager-Fischer-Steinbruch bei Söhnstetten. Breite 11,2 cm.



Abb. 7: Manganrosetten: Ausschnittsvergrößerung von Abb. 6. Bildbreite 1,6 cm.

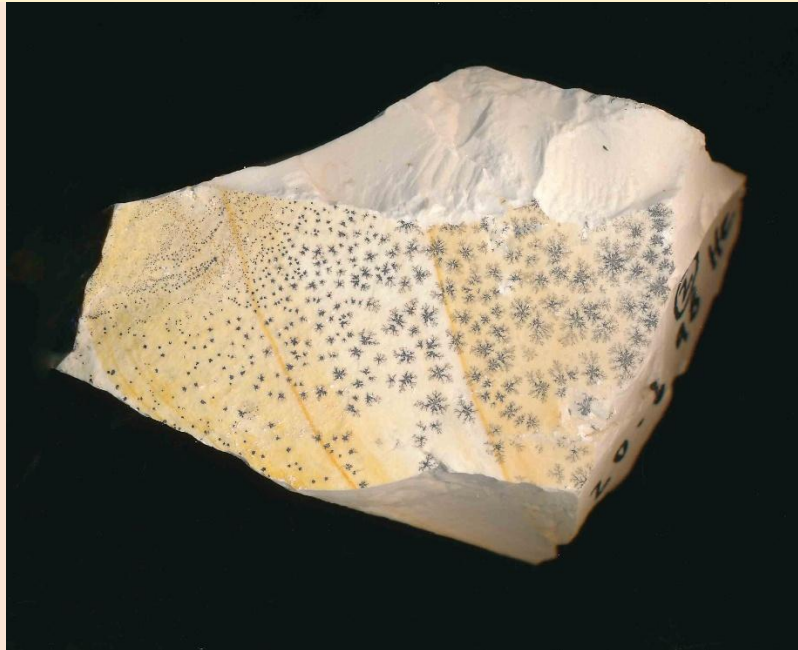


Abb. 8: Die Größe der Manganrosetten nimmt bei diesem Handstück von links nach rechts zu. Dies deutet auf zeitliche und/oder räumliche Änderungen der Reaktionsbedingungen während der Entstehung der Rosetten. Die Rosetten sind hier besonders filigran ausgebildet.

Herkunft: stillgelegter Steinbruch bei Blaustein-Herrlingen. Breite 5,2 cm.



Abb. 9: Die am häufigsten anzutreffende Form von Manganrosetten: klein, rundlich unscheinbar. Sie können zwar eng benachbart sein, sie sind aber offensichtlich bestrebt, keinen Kontakt untereinander zu haben (THEWALT, 2015).

Fundort Merkle-Steinbruch bei Gerhausen. Breite 11,4 cm.



Abb. 10: Auch bei diesen Rosetten ist das Strukturprinzip – Kein Kontakt mit Nachbarn! – deutlich ausgebildet.

Herkunft: Stillgelegter Reischl-Steinbruch im kleinen Lautertal bei Blaustein. Breite 2,2 cm.



Abb. 11: Manganrosetten auf Fossilien. In diesem Beispiel haben sie sich in der Trennfuge zwischen der Schale aus erhaltenem ursprünglichem Calcit einer Terebratulid und dem umgebenden Kalksediment gebildet.

Herkunft: stillgelegter Steinbruch bei Blaustein-Herrlingen. Bildbreite 4,3 cm.

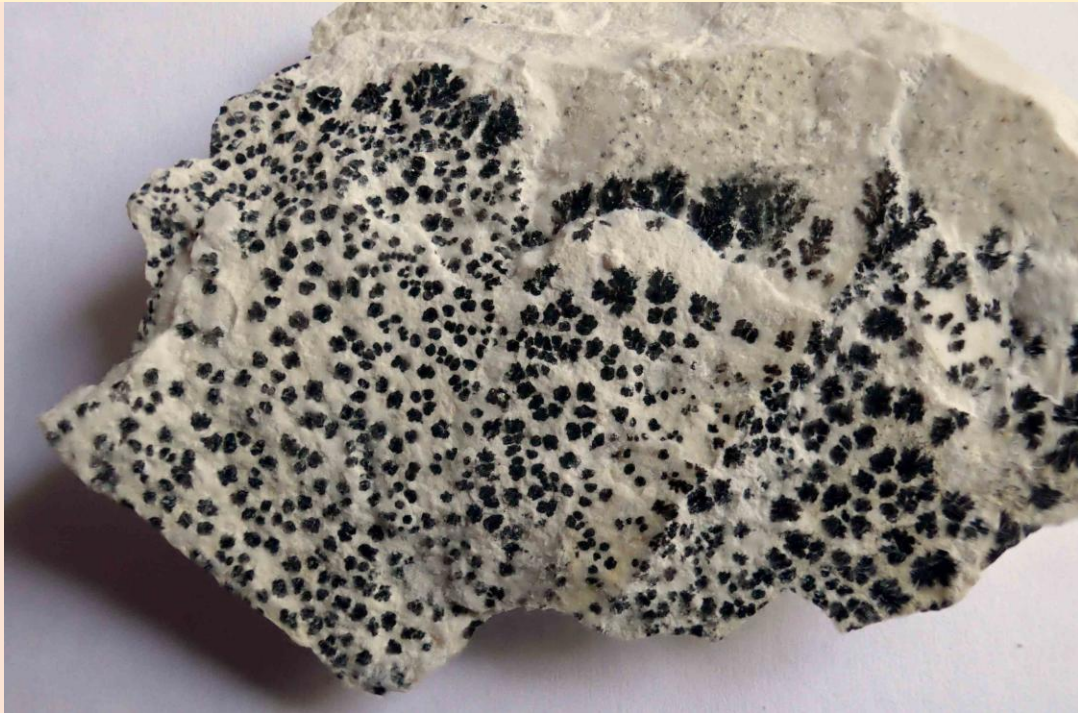


Abb. 12: Wie Tintenkleckse aussehende Manganrosetten.
Herkunft: aufgelassener Steinbruch im Schammental bei Blaustein. Breite 4,2 cm.

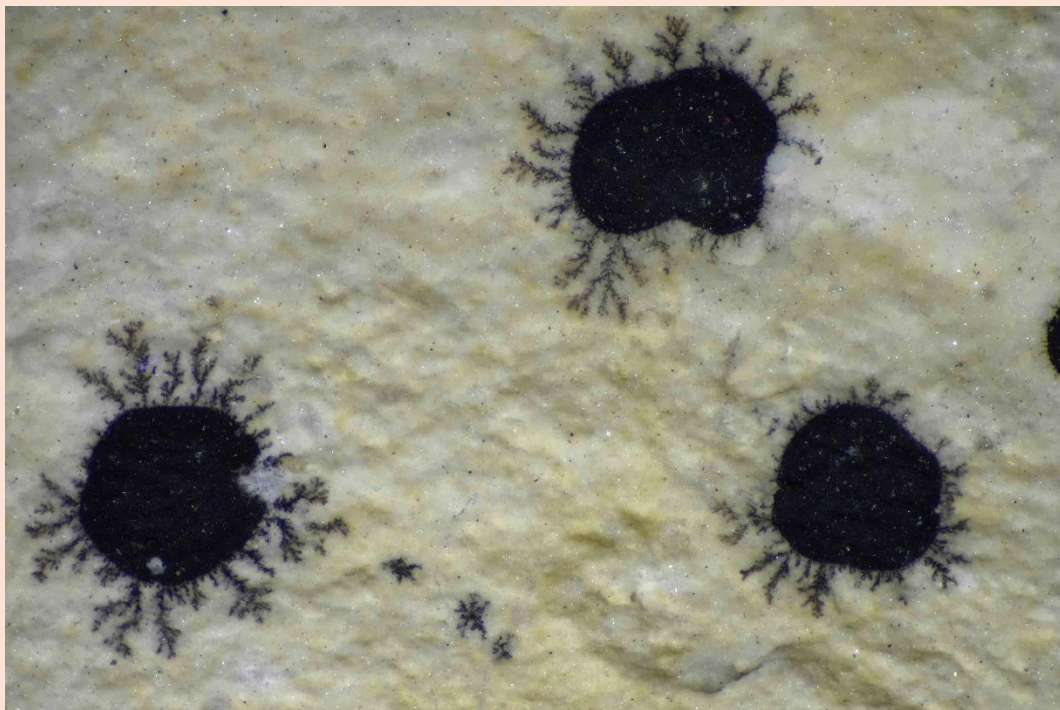


Abb. 13: Ausschnitt von Abb. 12. Bei stärkerer Vergrößerung zeigt sich, dass die Figuren durchaus nicht plump sind. Offensichtlich gab es zwei Wachstumsphasen entsprechend unterschiedlichen Reaktionsbedingungen. Die resultierenden Gebilde zeigen eine auffallende Ähnlichkeit mit dem berühmten „Apfelmännchen“, der wohl bekanntesten Figur der fraktalen Geometrie.

Herkunft aufgelassener Steinbruch im Schammental bei Blaustein. Bildbreite 0,5 cm.



Abb. 14: Schon in der Frühphase ihrer Existenz, so wie hier, können Manganrosetten die typische verästelte Struktur zeigen. Merkle-Steinbruch bei Gerhausen. Bildbreite 1,6 mm.



Abb. 15: Bei fast allen gezeigten Manganoxidaggregaten ist der Großteil an färbendem Material nicht mehr vorhanden (verlorengegangen beim Bearbeiten der Fundstücke, beim Liegen im Freien, oder, weil es an der jeweils anderen Hälfte des aufgeschlagenen Steins haftet). Bei den größeren der in der vorliegenden Abbildung vorkommenden Rosetten ist es jedoch noch vorhanden: metallisch glänzende kleine Kristalle eines oder mehrerer oxidischer Mangan(IV)-Verbindungen.



Abb. 16: Bei der Entstehung dieser Manganrosetten hat offensichtlich ein gerichtetes, zeitlich variierendes Fließen einer wässrigen Lösung eine Rolle gespielt; ähnlich wie bei Abb. 8. Das Stück stammt aus dem aufgelassenen Steinbruch im Schammental bei Blaustein. Breite 10,6 cm.



Abb. 17: Nach dem eingangs Gesagten findet man Mangandendriten (im engeren Sinn) an den Rändern der Kalkscherben und -Rosetten in den zentralen Bereichen. Bei dem vorliegenden Stück sind Dendriten auch im Innenbereich gewachsen. Das dürfte mit dem speziellen Muster der Transportwege für die Oxidpartikel während der Entstehungsphase der Dendritengebilde zusammenhängen. Auch bemerkenswert: In der Nachbarschaft der Mangandendriten hatten sich an mehreren Stellen Eisendendriten gebildet – erkennbar an ihrer braunen Farbe. Sie sind allerdings nur schlecht erhalten. Gleichartige Eisendendriten sind auch auf Abb. 1 zu erkennen. Herkunft: aufgelassener Steinbruch bei Blaustein-Herrlingen. Breite 12 cm.

Das Bauprinzip:**Keine Überkreuzung von Ästen!****Möglichst kein Kontakt mit Nachbarn!**

Die Inspektion der vorgestellten Abbildungen zeigt, dass die Äste und Nebenäste der Rosetten (und auch Dendriten) sich nicht überkreuzen. Dies gilt sowohl für die Äste, die zu einer und derselben Rosette gehören, als auch für die Äste paarweise aneinander grenzender Rosetten im Gebiet zwischen den Rosetten (THEWALT, 2015). Vorschläge für einen Bildungsmechanismus von Mn-Rosetten sind also dann akzeptabel, wenn sie die Vermeidung von Überkreuzungen erklären können.

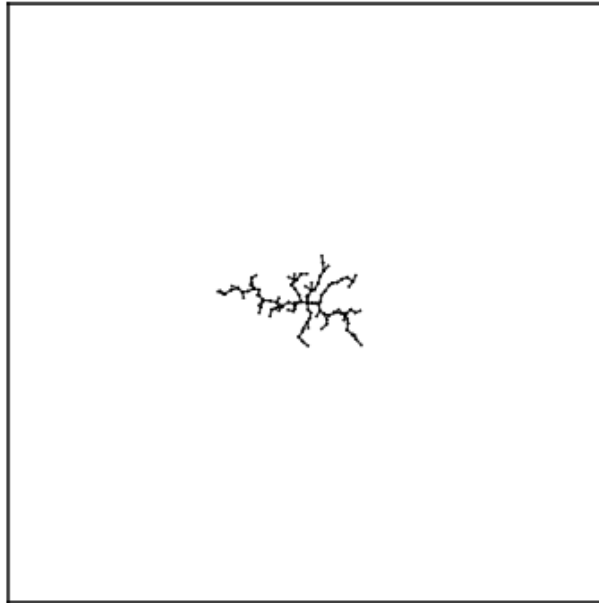
Zur Entstehung der Mangan-Rosetten (und -Dendriten)

Diese Frage betrifft (1) die Entstehung der Muster und (2) die relevanten chemischen Reaktionen. Vor allem über den ersten Punkt wird schon lange diskutiert. Der wohl erste wirklichkeitsnahe Vorschlag stammt von dem holländischen Sedimentologen L. van STRAATEN (1978). Ein wichtiger Schritt vorwärts war dann um 1980 die Erkenntnis, dass Diffusion von Partikeln (in unserem Fall winziger Partikel oxidischer Manganminerale) und deren irreversibles Zusammentreten die Gestalt und das Wachstum der Gebilde zwanglos erklären (WITTEN & SANDER, 1981). Das relevante Konzept der „Diffusionsgesteuerten Aggregation“, (engl. Diffusion Limited Aggregation, DLA), lässt sich überraschend leicht auf einem PC realisieren. Salopp formuliert: Auf einem Bildschirm lässt sich das Wachsen einer Manganrosette nachvollziehen. Abb. 18 zeigt zwei Momentaufnahmen einer solchen Simulation. Einen Überblick zur DLA findet man in der Wikipedia. Hinzuweisen ist auch auf das im Internet verfügbare, interaktiv am PC bedienbare Programm „Particularly Stuck“ (BROCKMANN, 2017) und die aus dem Internet herunterladbare Zusammenstellung von Python-Programmen zur „Modellierung komplexer Systeme“ von H. SAYAMA (2015). Darin enthalten ist auch der Quellcode für ein DLA-Programm.

Nun zur chemischen Seite. Einvernehmen in den relevanten Publikationen besteht darin, dass in Wasser gelöste Mn^{2+} -Kationen durch elementaren, aus der Luft stammenden Sauerstoff zu den schwarzen schwerlöslichen Mn(IV)-Produkten oxidiert werden. Details sind aber noch unklar. Spielen eventuell manganoxidierende Bakterien dabei eine Rolle? Was genau sind das für Gebilde, die im vorausgehenden Abschnitt postulierten „Partikel oxidischer Manganminerale“?

Fragen nach der Herkunft der Reaktanden (Mn^{2+} und O_2) und ihrem Transport zu den Reaktionszentren sind vergleichsweise leicht zu beantworten.

20 moving particles, 5000 cycles,
108 particles used for producing the rosette



20 moving particles, 20000 cycles,
1293 particles used for producing the rosette

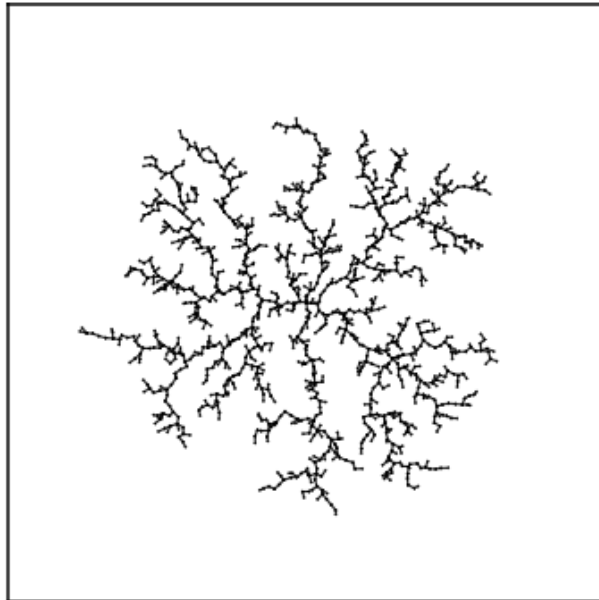


Abb. 18: Computersimulation zur Bildung von Manganrosetten aus vorgegebenen Partikeln.

Als Startpunkt der Rosette ist hier der Mittelpunkt des Bildschirms gewählt. Er stellt gewissermaßen einen Impfkristall dar. Wenn ein Partikel beim Herumschwirren (Brownsche Bewegung) genügend nahe an ihn herankommt, dockt es an, wird unbeweglich und wird somit Teil der Rosette. Die Rosette besteht dann aus zwei Bausteinen. Das Spiel – andocken an die jeweils vorliegende Rosette - wiederholt sich: Es geht weiter, so lange, bis es keinen Nachschub an Partikeln mehr gibt. Hier sind zwei Momentaufnahmen einer wachsenden Rosette zu sehen.

Literatur

BROCKMANN, D. (2017): "Particularly Stuck". Diffusion-Limited Aggregation – An example for fractal growth patterns in natural systems. Im Internet verfügbar/abspielbar.

SAYAMA, H. (2015): Introduction to the Modeling and Analysis of Complex Systems. Open SUNY Textbooks. Außer dem Buch kann man die zugehörigen Pythonprogramme aus dem Internet herunterladen.

THEWALT, U. (2015): Filigrane Pseudofossilien: Mangandendriten. Fossilien 6/2015, 14 – 23.

van STRAATEN, L. M. J. U. (1978): Dendrites. J. Geol. Soc. London 135: 137-151.

von LINNÉ, C. (1779): Vollständiges Natursystem des Mineralreichs nach der 12. lateinischen Ausgabe in einer freyen und vermehrten Übersetzung von J. F. GMELIN, 4. Theil, bey G. N. Raspe, Nürnberg.

WITTEN, T. A. & SANDER, L. M. (1981): Diffusion-limited aggregation: kinetic critical phenomenon. Phys. Rev. Lett. 1981, 47, 1400-1403.