

Strukturbildung durch Kristallisation

Ergebnis: Durch die Verwendung geeigneter Stoffe bilden sich Figuren die zu den Fraktalen zählen. Die Figuren können verschiedene Gestalt haben. Besonders häufig entstehen Farnkraut oder Astwerk ähnelnde Gebilde.

Eine wesentliche Eigenschaft der Fraktale ist die Selbstähnlichkeit, die auf der Wiederholung der selben Struktur unter Zunahme ihrer Größe beruht.

Durch- führung: Die vorgefertigte Lösung auf einen Objektträger tropfen und mikroskopieren.

Arbeits- schutz- hinweise: Die vorgefertigte Lösung enthält Ethanol, Pikrinsäure, Säurefuchsin sowie Methylenblau. Für die Einstufung der Gefahr, die von den Stoffen ausgeht, ist die Konzentration ein bedeutendes Kriterium. Die Ethanollösung ist 70prozentig und somit brennbar. Der Anteil der Pikrinsäure beträgt 0,4 %, der des Säurefuchsin 0,5% und Methylenblau ist gleichfalls mit einem Anteil von 0,5 % enthalten. Die geringen Konzentrationen bewirken, dass von der vorgefertigten Lösung eine Gefahr ausgeht, die dem Symbol des Ausrufezeichens und den Worten Achtung, Gefahr entspricht. Lösungsmittel, die mit diesem Symbol gekennzeichnet sind, *können* auf der Haut einen brennenden Schmerz verursachen. Die betroffene Hautstelle gründlich mit Wasser spülen. Gelangen die Lösungsmittel in den Mund, dann ist dieser mit Wasser zu spülen. Bei Kontakt mit dem Auge ist die Augenspülflasche an das Auge zu halten und der Kopf nach vorn zu neigen. Jetzt die Flasche mit Kraft zusammendrücken und das Auge spülen. Die Ethanollösung ist zwar brennbar, doch beträgt ihr Volumen 2 ml, das mindert die Gefährlichkeit entsprechend. Dennoch dürfen keine Feuerzeuge im Arbeitsbereich benutzt werden. Eine Gefahr für die Umwelt ist gleichfalls wegen der geringen Menge nicht gegeben, weil für den Versuch lediglich ein Tropfen der Lösung verwendet wird.



Achtung, Gefahr!

Mit diesen Symbolen ist die vorgefertigte Lösung gekennzeichnet. Wegen der geringen Flaschengröße sind die Symbole entsprechend klein.

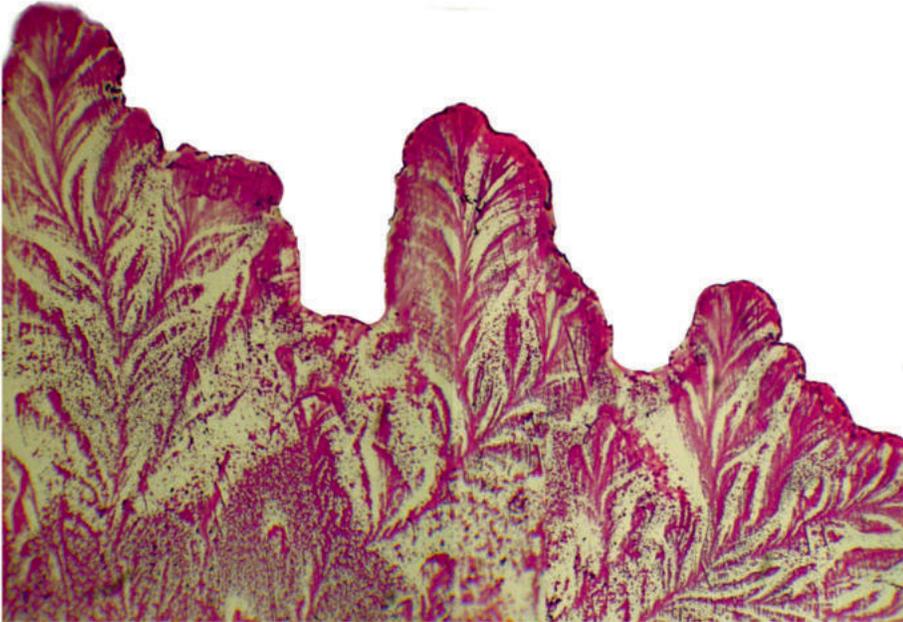


hochentzündliche und leichtentzündliche Gefahrstoffe

Beobachtung der Strukturbildung

Das in dem Gemisch enthaltene Säurefuchsin zeichnet sich durch eine bessere Löslichkeit im Ethanol als im Wasser aus. Um es an seiner roten Farbe besser zu erkennen, wurden die Stoffe Pikrinsäure und Methylblau in das Gemisch gegeben.

Ethanol verdunstet schneller als Wasser: Dort, wo ausreichend viel Ethanol ist, da ist auch das Säurefuchsin. Ist das Ethanol verdunstet, dann folgt als nächstes das Wasser und der Tropfen ist nach wenigen Minuten vertrocknet. Zurück bleiben spontan entstandene Figuren, die eine Ähnlichkeit mit Pflanzen haben.



Im unmittelbaren Randbereich sind diese Figuren zu finden.

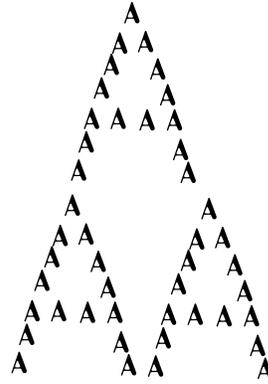


Figuren, die etwas weiter zum Zentrum des Tropfens liegen.

Die Farnkraut und Astwerk ähnelnden Figuren zeichnen sich durch die Selbstähnlichkeit aus. Sich selbst ähnlich ist eine Figur, wenn eine Struktur sich wiederholt und diese dabei lediglich eine Vergrößerung derselben darstellt. Beim genauen Betrachten der Abbildungen ist dies zu erkennen. Die größeren Strukturen sind eine Kopie der kleineren. In der Natur ist der Blumenkohl ein sehr gutes Beispiel für die Selbstähnlichkeit: Seine kleinen Röschen sind lediglich eine Kopie der größeren Abschnitte.



Das Prinzip der Selbstähnlichkeit



Das große A besteht aus drei kleinen As derselben Form, die wiederum aus 15 kleineren zusammengesetzt sind.

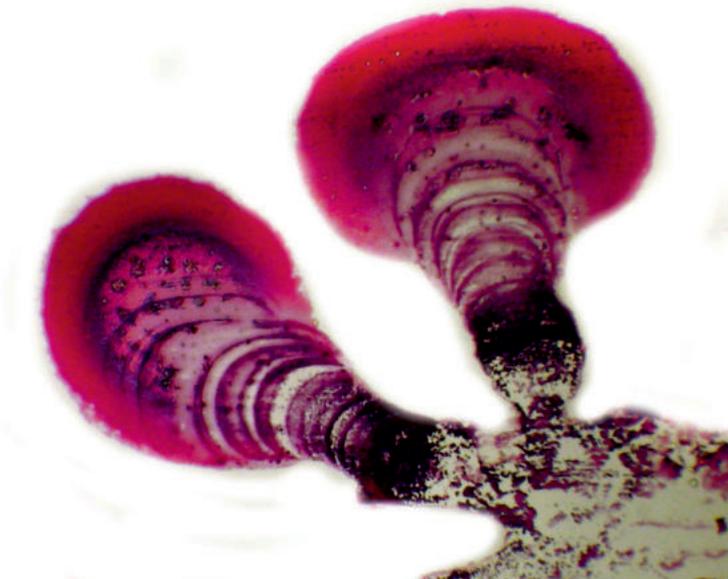
Die Menge der kleinen As entspricht der gebrochenen Dimension des großen A. Das große A symbolisiert das Fraktal (lat. fractus, zerbrochen). Eine wesentliche Eigenschaft der Fraktale ist die Selbstähnlichkeit. Das große A setzt sich aus 45 kleinen zusammen: dem ersten A und 44 Kopien.

Die gebrochene Dimension (d)

Die 44 Kopien für das große A entstehen durch Verdoppelung (2).

$$2^d = 44 \quad d = 5,459 \quad \text{Probe: } 2^{5,459} = 44$$

Die nicht ganzzahlige Dimensionszahl (d) bestimmt das zergliederte Erscheinungsbild des Faktals. Fraktale Gebilde finden sich in der Natur an vielen Stellen wieder: im Blutkreislauf, dem Bronchialbaum, den Wolken oder beim Flussdelta.



Weitere spontan entstandene Figuren als Folge der unterschiedlichen Verdunstung von Ethanol und Wasser.

Das rote Säurefuchsin bevorzugt Ethanol und folgt diesem bis in den äußeren Randbereich. Es sind zufällig entstandene Gebilde, die sich nicht selbstähnlich sind und somit nicht zu den Fraktalen gehören.