

# Störungs- und Regenerationserscheinungen bei der Biokristallisation

*François Schweizer*

## *Zusammenfassung*

Wird der Kristallisationsprozess bei der Biokristallisation (Kupferchlorid-Kristallisation) durch einen äusseren Einfluss gestört (z.B. starke Erniedrigung der relativen Luftfeuchtigkeit durch kurzzeitiges Öffnen der Kammertür), so entsteht eine lokal begrenzte Störungszone. Diese ist durch ein schnelles Wachstum der Kristallfront oder durch das Entstehen von Vielfachzentren charakterisiert. Lässt man aber die verbleibende Lösung anschliessend unter den üblichen Luftfeuchtigkeitsbedingungen auskristallisieren, so bildet sich wieder ein Kristallbild, das demjenigen einer ungestörten Kristallisation gleicht. Versuche mit verschiedenen Zusätzen (Weizen-Dinkelmehl, Gelatine, Milch und Mistel-Extrakt) zeigten, dass die Empfindlichkeit der Lösung gegenüber der äusseren Störung wohl in starkem Masse von der Art des Zusatzes abhängt, die grundlegenden Regenerationsphänomene, die zu einer «Wiedervereinlichung» der Kristallbilder führen, jedoch die gleichen sind. Es wird versucht, diese Erscheinungen sowohl auf physikalisch-kristallographischer Grundlage als auch durch eine gesamtheitliche Betrachtungsweise zu beschreiben.

## *Summary*

If the crystallisation process of biocrystallisation (copper chloride crystallisation) is perturbed by an external influence (e.g. a large drop in relative humidity through brief opening of the chamber door), a local limited perturbation zone arises. This is characterised by a rapid growth of the crystal front or through the appearance of multiple centres. But if the remaining solution is allowed to crystallise out in the normal conditions of humidity, then a crystal picture forms again which is similar to that of an unperturbed crystallisation. Experiments with various additives (dinkel-wheat flour, gelatine, milk and mistletoe extract) show that the sensitivity of the solution to the outer perturbation probably largely depends on the kind of additive, but the underlying regeneration phenomena which lead to a 'reunification' of the crystal pictures are the same. This paper attempts to describe these phenomena both on the basis of physical crystallography, and through a holistic method of observation.

## *Einführung*

Betrachtet man die Arbeiten, welche das Phänomen der Biokristallisation zu beschreiben versuchen, so können diese zwei grossen Gruppen zugeteilt werden. Auf der einen Seite liegen Veröffentlichungen vor, welche sich ausschliesslich auf physikalische und kristallographische Gesetzmässigkeiten

abstützen, um die mannigfaltige Gestaltung der Kristallbilder zu erklären (Beckmann 1959, Neuhaus 1957, Busscher et al. 2006, Nickel 1967/68, Leray 1973, Reiter und Barth 2012). Auf der anderen Seite finden wir die Arbeiten, die in einer gesamtheitlichen Betrachtungsweise versuchen, die Phänomene der Kristallisation durch ein Zusammenspiel von gestaltbildenden Kräften zu erklären (Selawry und Selawry 1957, Pfeiffer 1960, Engqvist 1975). Eine Zwischenstellung nehmen die wichtigen Veröffentlichungen von Nitschmann (1980, 1984, 1990, 1993) ein, der versuchte, eine Brücke zwischen diesen beiden Betrachtungsarten zu schlagen. Nitschmann war der erste, welcher die Vorgänge bei der Biokristallisation mit denjenigen der sogenannten «Selbstorganisation» von komplexen lebendigen Systemen in Verbindung brachte (Nitschmann 1993). Diese Betrachtungen wurden vor einigen Jahren von Busscher neu aufgegriffen (Busscher et al. 2006) und weitergeführt.

Die vorliegende Arbeit wurde durch eine Beobachtung angeregt, die wir anlässlich von Versuchen zur Frage des Protein-Vorbildes machten (Schweizer et al. 2010). Als wir während des Kristallisationsvorgangs die Kammertür zur Herausnahme von Kristallisationsschalen für kurze Zeit öffneten, bildeten sich bei den in der Kammer verbleibenden Lösungen eine Störungszone mit teilweise chaotischen Kristallstrukturen. Beim Betrachten der fertig auskristallisierten Lösungen zeigte es sich jedoch zu unserem Erstaunen, dass sich bei verschiedenen Kristallisationen wieder ein einheitliches Kristallbild gebildet hatte. Dieses glich demjenigen einer Kristallisation ohne «Störung». Wir haben dieses Phänomen für verschiedene Zusätze untersucht (Weizen-Dinkelmehl, Gelatine, Milch und Mistelextrakt). Es schien uns sinnvoll, die Vorgänge, welche zu einer «Wiedervereinheitlichung» des gestörten Kristallbildes führen, von zwei verschiedenen Blickwinkeln aus zu betrachten: einerseits aus einer physikalisch-kristallographischen Sicht und andererseits durch eine gesamtheitliche Betrachtungsweise.

### *Material und Methode*

Als Kristallisationskammer verwenden wir die von Bloch entwickelte einfache Kammer, bei der nur die Temperatur konstant gehalten wird ( $30 \pm 0.5$  °C). Die relative Luftfeuchtigkeit (RLF) hingegen entfaltet sich frei, durchläuft ein Maximum um 80% und sinkt dann langsam ab. Die Kristallisation findet hauptsächlich im Bereich zwischen 60% und 70% RLF statt. Die Zeit bis zur ersten Keimbildung beträgt um die 9 Stunden. Als Kristallisationsschalen verwenden wir Glasplatten von 11 cm Kantenlänge, auf der ein Glasring von 9 cm Durchmesser und 1.5 cm Höhe mit Paraffin befestigt wird. Die Reinigung der Platten sowie die fotografische Dokumentation wurden in einer früheren Arbeit beschrieben (Schweizer 2007).