

Zeitschrift:	Bulletin de la Société Fribourgeoise des Sciences Naturelles = Bulletin der Naturforschenden Gesellschaft Freiburg
Herausgeber:	Société Fribourgeoise des Sciences Naturelles
Band:	57 (1967-1968)
Heft:	2
Artikel:	Die Reproduzierbarkeit der sogenannten "empfindlichen Kupferchloridkristallisation"
Autor:	Nickel, E.
Kapitel:	5: Variabilität und Konstanz des Blutkristallisationsbildes
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-308434

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 26.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Im Ganzen gesehen sind sich die optimalen Kristallisationsbereiche beider Konzentrationen ähnlich, weshalb man Simultankristallisationen des gleichen Blutes (aber mit verschiedenen Konzentrationen) gut durchführen kann.

Es wäre noch zu untersuchen, ob die optimalen Bedingungen, die für BKB von gesunden Versuchspersonen gelten, auch für alle BKB zutreffend sind, oder ob etwa für gewisse Gruppen von Versuchspersonen abweichende Bedingungen günstiger wären.

5. VARIABILITÄT UND KONSTANZ DES BLUTKRISTALLISATIONSBILDES

I. Die Grundgestalt

CuCl₂-Kristallisate werden dann zum «Thesigramm», wenn das Zusammenspiel von CuCl₂ und Lösungsgenossen eine charakteristische *Grundgestalt* erzeugt. Es handelt sich bei der Feststellung der Grundgestalt nicht um eine Zeichendeutung, sondern um die Erfassung des morphologischen Typs des BKB. So sehr man hinsichtlich der Zeichenebewertung zurückhaltend sein muß, so wenig kann man sich von der Ermittlung einer Grundgestalt dispensieren.

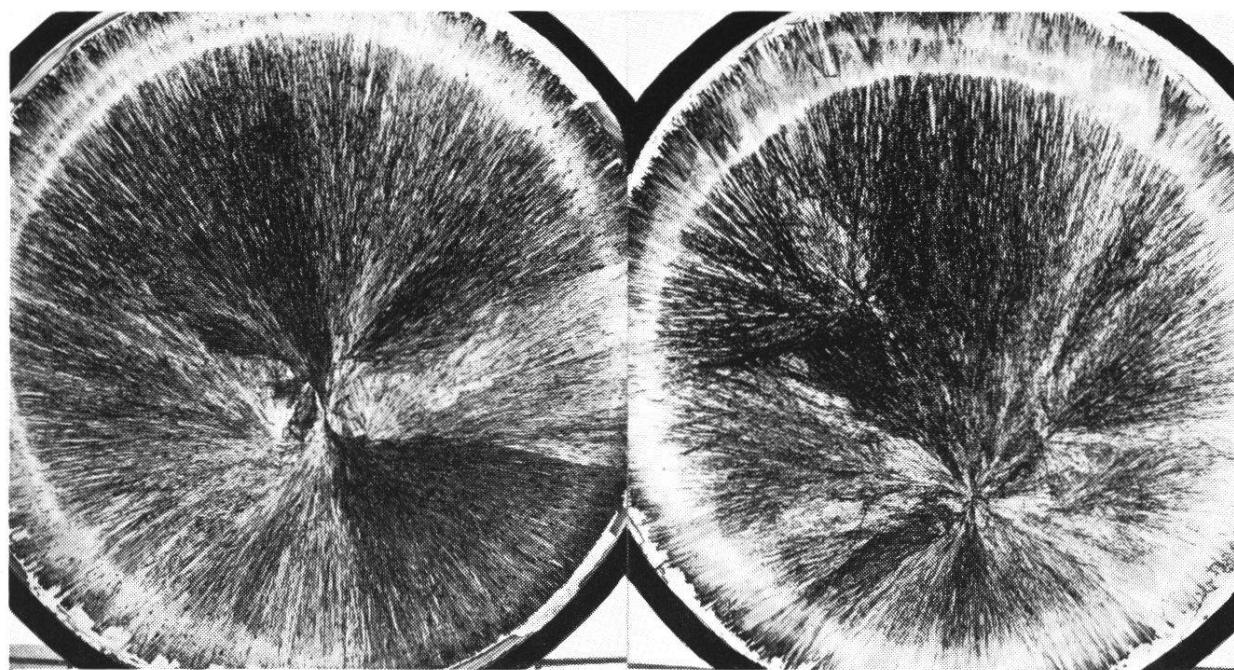


Abb. 18 Verschiedene Grundgestalt in sonst vergleichbaren BKB.

Auf Abb. 18 sei an zwei an sich ähnlichen BKB gezeigt, wie sich Grundgestalten unterscheiden können. Beide Bilder sind von vergleichbarem, feinkristallinem Aufbau. Das eine jedoch hat als Zentrum des Sphäriten einen Doppelfächer mit Neigung zur Einrollung (isometrische Polygone); das rechte hingegen zeigt einen strahligen Typ des Haupt-Sphäriten sowie die gleiche einfache Strahligkeit an zwei zusätzlichen Störungen im langstrahligen Feld. Nach unseren Erfahrungen werden bei sonst gleichen Bedingungen diese beiden BKB nicht von der gleichen Versuchsperson stammen. Wohl könnten auch auf dem linken BKB zusätzliche Zentren auftreten, oder solche auf dem rechten fehlen, dennoch würde man in diesem Vergleichs-Falle die Grundgestalten als verschieden ansehen.

Das Einüben in das «Sehen» der Grundgestalt erfolgt am besten am BKB *kranker* Versuchspersonen, von denen die klinische Diagnose bekannt ist. Hier ist die Prägung des BKB besonders markant und man profitiert von den durch Krankheit bedingten Besonderheiten auch dann, wenn man sich mit der Art der diagnostischen Verwertung *nicht* identifiziert. Da wir die Zeichendeutung als Koordinationshilfe für die phänomenologische Statistik benutzen, spielen «diagnostische Richtigkeiten» oder «Möglichkeiten» keine Rolle. Wichtig ist nur, ob die Auswertung als *regelgebundene Bildanalyse* für verschiedene Platten des gleichen Blutes das gleiche Ergebnis liefert oder nicht.

Wir folgen damit der Aufforderung von F. Bessenich (1960), die sich (S. 17) wie folgt äußert:

«Es erscheint notwendig, gerade an dieser Stelle (Organlokalisation, d. Ref.) auf den Ausgang der Methode hinzuweisen: klinisch gesicherte Krankheitsfälle gaben das Material in den ersten Studien der Kristallisierungsmethode. Die Übereinstimmung der Kristallisierungsbilder bei gleichem klinischen Befund gab die Bestätigung für die Gültigkeit der beobachtbaren Formelemente des Bildes in Bezug auf ihre Zuordnung zu spezifischen Erkrankungen und zu umschriebenen Organbereichen. Dieser rein empirische Weg, welcher für die Methode charakteristisch ist, ist zugleich der Weg, den jeder zu verfolgen hat, welcher eine unvoreingenommene Nachprüfung ihrer Gültigkeit machen will.»

Die «regelgebundene Bildanalyse» ist eine Ganzheitsmethode. So sehr das für den Praktiker eine Erleichterung ist, so nützlich wäre es für die Wissenschaft, wenn man die Ganzheit durch ein koordinatengebundenes System von Einzelzeichen ersetzen könnte. Das ist aber nicht ohne weiteres möglich, da die Zeichen zwar in ihrer Zuordnung

zur Grundgestalt fixiert sind, nicht aber in ihrer topographischen Position: Zur Koordinatenangabe muß jeweils noch die Entzerrung (s. S. (21)). treten.

Die Entzerrung ist einfach, wenn im BKB eine gleichmäßige Kontraktion der Zeichen auf den Zentralteil oder eine gleichmäßige Verschiebung gegen die Peripherie erfolgt ist; häufig liegt aber eine nach Sektoren ungleichmäßige Verschiebung, verbunden mit geänderter Dichte und verändertem Verwebungsgrad der Kristallnadeln vor.

Die Auswerter versuchen, diese Schwierigkeiten durch eine *Spontanerfassung* («synthetische Schau») zu umgehen. Müßte man diese Spontanerfassung programmieren, dann wären folgende Einzelschritte zu berücksichtigen, vgl. Abb. 4 und 7¹:

1. Zentrierung der Platte

Anordnung des Sphäirthauptzentrums auf der Vertikallinie, so daß also eine rechts-links Symmetrie entsteht.

2. Koordinatenfestlegung der Zeichen

Sie erfolgt relativ zur Symmetrieebene, wobei das Hauptzentrum im unteren Teil der Kreisplatte liegt.

3. Normierung auf «Ganzheit»

Die durch Koordination fixierte Zeichenverteilung ist so zu entzerren, daß die Platten strukturell verglichen werden können.

Diese topographische Analyse des entzerrten Bildes ist aber erst dann einsetzbar, wenn wirklich bekannt ist, welche der auf den BKB auftretenden Indizien eine reelle Bedeutung haben und welche bloß

¹ Eine Analogie veranschauliche den Sachverhalt: Nehmen wir an, es solle das Mienenspiel von Gesichtern mit Facialis-Lähmung verglichen werden. Die verschiedenen Versuchspersonen haben große, kleine, breite lange Gesichtsformen, dazu kommen kleine zufällige Asymmetrien. Diesem Formenensemble superponiert, durch Nervenlähmung hervorgerufen, ist die Entstellung des Gesichtes. Der begutachtende Arzt wird unmittelbar (und ohne eine *bewußte* Entzerrung der Gesichtsproportionen) die spezifische Facialis-Lähmung diagnostizieren. Natürlich könnte er vorher eine Koordinatenfestlegung (Gesichtsnormierung) vornehmen, um *daraufhin* dann leichter den Effekt der Fazialislähmung in ein *Schema* einzutragen. Aber auch der Arzt verzichtet auf diesen Entzerrungsformalismus, weil er das Phänomen unmittelbar durch das Hinschauen auf das «ganze Gesicht» erfaßt. Die ganzheitliche Schau entzerrt nicht proportional den Koordinaten, sondern proportional zu einer Grundvorstellung vom Gesicht.

mitgeschleppt werden. Um das zu klären, werden nachfolgend einige kristallographische Gesichtspunkte zur Grundgestalt besprochen.

II. Die zentrische Struktur des Wachstumsfeldes

a) Gestaltgebung eines polyvariablen Systems

Der vielfach ausgesprochene und mit Nachdruck versehene Hinweis, die CuCl₂-Methode sei heikel (Trumpp & Rascher, wiederholt bei Selawry), ist in der Sache begründet. Die Empfindlichkeit wird aber vielfach an falscher Stelle vermutet. E. Baier spricht von einem polyvariablen System. Beim jetzigen Zustand der Faktorenanalyse wird auch bei strengen äußeren Bedingungen keine variationsfreie Kristallisation erfolgen, wenn auch die heutigen Vorschriften schon individuelle Strukturen erzeugen.

Da wegen des begrenzten Kristallisationsfeldes (verstärkt durch den hochstehenden Rand um die Platten) die Verdunstung in der Plattenmitte am größten ist, muß der Zentralbereich schon übersättigt sein, wenn die Randpartien noch untersättigt sind. Ausgleichsströmungen können je nach der Höhe der Flüssigkeitsschicht entstehen. Besonders bei reinem CuCl₂ wird durch die Konzentrationsverarmung vor dem wachsenden Kristall die Flüssigkeitsbewegung deutlich. Es ist also plausibel, daß kolloidale Substrate durch die wachsenden Kristalle verschoben werden, und zwar in Abhängigkeit von der Höhe des Flüssigkeitsspiegels zur Zeit der Erstkeimbildung¹.

Daß es bei einer endlichen Schichtdicke der Flüssigkeit, die ein Mehrfaches der Kristalldicke beträgt, dennoch zu einem Wachstum kommt, bei dem die Nadeln \pm horizontal liegen, beruht darauf, daß von der Oberfläche her verdunstet wird und eine große Oberflächenspannung

¹ Wenn man auch (nach Selwary, 1957, S. 22) das Verhältnis von CuCl₂: Zusatz und nicht die absoluten Mengen des CuCl₂ oder des Zusatzes als entscheidend ansehen muß, so formt doch auch die absolute Menge des CuCl₂ das BKB.

Selawry (S. 23) gibt die folgenden grundsätzlichen Effekte für die Mischungsverhältnisse an:

(reines CuCl₂) ... 1) uncharakteristische Beeinflussung ... 2) volle Plattenbedeckung ... 3) volle Zentrierung und Koordination ... 4) Gestaltoptimum ... 5) Lagerungs optimum ... 6) Mehrzentrigkeit ... 7) Homogenität ... (reiner Zusatz).

besteht. Daher bildet sich vom Primärkeim aus zunächst eine flache Kristallnadelhaut.

Wird die Oberflächenspannung herabgesetzt, so stellen sich die Nadeln auf: der Name Sphärit ist also zu Recht gewählt, da man durch Zusatz eines Detergents erreichen kann, daß von dem Keim aus *räumliche* Büschel ausgehen.

Beispielsweise erhöhen Spuren von Teepol 610 (Shell), einem sekundären Alkylsulfat des Natrium, die Fluidität der Lösung (mit deutlicher werdendem Effekt bei steigendem Zusatz von 1–6 Tropfen auf 10 ml CuCl₂-Lösung). Gibt man einen Tropfen Teepol in die für das BKB bereitete Lösung (Blutkoagulation!) so bilden sich bei der Kristallisation über allen Zentren strauchartige Fächer, ca. 1–2 mm hoch. Zugleich ist die Oberfläche um jedes Sphäritenzentrum gebuckelt. Der Zentralteil des BKB ist als Ganzes «dicht». – Andere Detergentien wirken ähnlich. Jeweils wird das Mittelfeld (in der Größe des grünen Feldes beim reinen CuCl₂, siehe Abb. 20) dicht und setzt sich deutlich gegen die Peripherie ab.

In Abwesenheit solcher Oberflächenentspanner hingegen beginnen die Keime mit flach liegenden einfachen Nadeln, einfachen Kreuzen bzw. y-artigen Gebilden, oder mit Scheren. Diese Keime wachsen zu Doppelbüscheln aus: an den beiden Enden eines (dickeren) «Mittelstiles» bilden sich divergente Aggregate. Die Büschel wachsen mit sichtbarer Geschwindigkeit voran; dem Auge drängt sich der Vergleich mit einer Flußdeltaschüttung auf. So entsteht die schwimmende Kristallhaut auf einer (beim BKB) recht zähen Unterlage, weshalb man die Kristallisierschale heftig schütteln kann, ohne daß sich die Kristallhaut verschiebt oder zusammenschiebt. Die Kristallfächer wachsen nach dem Schütteln ungestört gegen die Peripherie weiter, ohne daß am Rande der Kristallhaut neue Zentren entstehen. Selbst gegen ritzendes Berühren der Kristallhaut ist das Weiterwachstum unempfindlich.

Nachdem innerhalb von 15 min. der halbe Schalendurchmesser von Kristallhaut überzogen ist, verlangsamt sich das Wachstum, die Haut wird dicker. Dadurch werden auch die Formen plastischer. Die Endformen sind in der Haut bereits fixiert. Wenn ein Polygon entsteht, dann wächst von jedem der zwei Verzweigungspunkte des Doppelbüschels eine zarte Nadel zur Seite und umschließt ein flammenartiges Gebilde, dessen Basis die Primärkeimleiste (Mittelstiela) ist. Man hat den visuellen Eindruck, daß von den Nadeln eine viskositätsdifferente Stelle umfahren wird. Nachdem die Kontur des Polygons bereits voll-

ständig gebildet ist, wird das zarte, flaue Gebilde ruckartig plastisch, einschließlich der einzelnen Nadeln, die quer durch das sonst von Nadeln ausgesparte Polygon geschossen sind.

Nach Neuhaus ist im Mittelfeld nur ein Gebiet von ca. 1 cm^2 «impfgleichwertig». Das braucht aber nicht zu bedeuten, daß diese Stelle die für die Kristallisation günstigste sei. Vielmehr scheint es so zu sein, daß sich ein Optimum auf einer *Ringzone* bestimmter Zentraldistanz einstellt, so daß also die Kristallisation an einer bestimmten Stelle im Übersättigungsgefüle ansetzt. Der Abstand der Ringzone von der Plattenmitte ist wohl durch die Beziehung zwischen Übersättigung und Eiweißkonzentration bedingt. Dadurch wird die häufige Bildung eines Phänomens verständlich, das wir «Zentrenkranz» genannt haben: man beobachtet im BKB das Auftreten vieler Zentren in einem gewissen Abstand von der Plattenmitte, und zwar beträgt der Radius dieser Zone (bei Pfeiffer-Konzentration) ca. 2 cm.

Auch die Breite der Randzone ist abhängig von den Verdunstungs- und Ausgleichsmöglichkeiten in der Flüssigkeit; geringere Viskosität würde eine größere Gleichverteilung erzeugen. Hollemann (1966) hat versucht, durch aufgelegte Maschennetze die Gleichverteilung zu verbessern. Man kann aber zeigen, wie eine größere Homogenität einfach dadurch entsteht, daß die Schalenränder über eine gewisse Größe erhöht werden, in der Praxis also durch Überstülpen eines offenen Zylinders. Je nach Windführung in der Klimakammer erzeugten bei uns Zelloidzylinder von 4–8 cm Höhe einen kontinuierlichen Übergang zur Grenzzone, dies unter gleichzeitiger Weitung der Strukturzeichen gegen die Peripherie:

Vergleicht man also zwei BKB derselben Serie, so zeigt das Kristallisat in der Schale mit normaler Schalenhöhe den üblichen farbschwachen \pm scharf abgesetzten Hof zwischen Zentralzone und Randzone. Im BKB der zweiten Schale mit aufgesetztem Zylinder jedoch geht die zentrale Kristallisation ohne jegliche Hofbildung bis an den Zelloidrand. Die Zeichen, die im normalen BKB in der Mitte des Wachstumsfeldes eng beieinander liegen, sind in der Schale mit überhöhtem Rand proportional der fehlenden Randzone größer und gegen die Peripherie verschoben.

Eine andere Möglichkeit, die Stärke der Zentrierung im Wachstumsfeld zu ändern, besteht darin, die Kristallisationsschale in der Klimaanlage so auf einen Sockel zu setzen, daß der Luftstrom die Platten randlich auch von unten her bespült. Die Zonen der Erstkeimbildung



Abb. 19 Änderung der «Zentriertheit» des BKB durch Verschiebung der Primärkeimzone gegen den Rand. Auf dem linken Bild erzeugt durch Luftspülung der Platte auch von unten her.

Das rechte Bild zeigt das auf Seite (50) beschriebene «Abgußbild» von der gleichen Versuchsperson. Hier erfolgt eine schnelle, ideal zweidimensionale Kristallisation des am Boden haftenden Flüssigkeitsrestes durch schnelles Dekantieren der Lösung. Auch in diesem Falle fehlt eine starke Zentrierung und die Sphäriten wachsen von randnahen Bereichen aus.

werden auf diese Weise gegen die Peripherie hin verschoben, wie Abb. 19 (links) zeigt. Der Effekt ist ganz ähnlich dem des sogenannten «Ausgußbildes» (Abb. 19 rechts) über das wir weiter unten berichten: auch bei ihm ist die Zentrierung geschwächt.

Die Ausbildung des Primärsphäriten erfolgt in extrem saurer Lösung, denn von $\text{pH} = 1$ bei 20 % iger CuCl_2 -Lösung steigt die Acidität auf ca. 0,2 bei 50 % iger CuCl_2 -Lösung. Dennoch entstehen beim BKB keine «Sprühsterne», wie sie für bloßen Säurezusatz zu CuCl_2 typisch sind, sondern die geschwungenen Formen, die eher dem Thesigramm bei Basenzusatz entsprechen. Daher sind eigentlich radial-sternförmige Sphärite seltener als jene Sphärite, die, wie Abb. 18 links, aus Fächern entstanden sind.¹

¹ Das ändert sich freilich sofort, wenn man die «empfindlichen Bedingungen verläßt: dann gibt das gleiche System eine primitive Monozentrigkeit (bei zu langer Versuchszeit) oder chaotische Bilder (bei verfrühter Kristallisation).

Die Exzentrizität des Primärsphäriten läßt sich, wie schon Selawry gezeigt hat, durch leichtes Neigen der Platte steuern. Während bei absolut horizontaler Platte alle Punkte des (potentiellen) Zentrenkranzes gleichwertig sind, wird bei Unterlegen eines Filterpapiers die angehobene Seite begünstigt. Zweifaches Unterlegen verstärkt den Effekt: Der Primärsphärit ist deutlich gegen den gehobenen Rand verschoben, unter starker «Durchstrahlung» der Gesamtplatte.

Da das Phänomen wichtig ist für die Beurteilung von Störungen als «Zeichen», wird es bei den «Folgerungen für die Auswertung» besprochen, dortige Abb. 24.

b) Das Wachstumsfeld des zusatzfreien Kupferchlorids (Abb. 20)

Obwohl hier nur über die Versuche mit Blutzusatz berichtet werden soll, ist es im Zusammenhang mit der Zentrierung von Thesigrammen zweckmäßig, kurz auf die Verhältnisse bei reinem CuCl_2 einzugehen, weil es unserer Meinung nach für manche Phänomene (Zonarität des BKB) nicht notwendig zu sein scheint, den Lösungsgenossen verantwortlich zu machen.

Die schlechte Manipulierbarkeit des zusatzlosen CuCl_2 ist von allen Bearbeitern betont worden. Gleichwohl lassen sich Kristallisate herstellen, die die Platte lückenlos bedecken und eine reproduzierbare «Grundgestalt» entwickeln. An solchen Platten zeigt sich, daß auch CuCl_2 ohne Blutzusatz die Tendenz hat, die Primärkeime auf einem Zentrenkranz zu bilden. Nach dem Erstkeim erscheinen, noch ehe sich dieser weiter ausbreiten konnte, auf dem Kranz allenthalben Keime, so daß das Kristallisat in diesem Augenblick wie die Luftaufnahme eines mit Palmen bestandenen Atolls aussieht.

Die Zonierung ist durch die Farbtönung leicht zu beobachten. Interessant sind die Stadien vor und mit Beginn der Kristallisation. Eine 5 %ige Lösung in BKB Schalen ist farbschwach, läßt also die Farbe des Untergrunds durchschimmern. Unter normalen Klimabedingungen zeigt sich nach 7 Stunden die Konkavität der Lösung gegen den Rand, nach 8 Stunden ist zwischen dem blaßblauen Randsaum (3 mm) und der grünen Zentralregion (\varnothing 6 cm) ein farbloses ringförmiges Feld entstanden. Nach 9 Stunden ist der farblose Ring schmäler geworden, das grüne Zentrum breiter. Innerhalb des (blaß) grünen Zentrums hat sich eine intensiv grüne Kernzone (\varnothing 4 cm) gebildet.

Bei 10 %iger Lösung ist der farblose Ring nur noch schmal. Auch bei dieser Lösung bildet sich im blaßgrünen Zentralbereich ein tiefgrüner Kern, der deut-

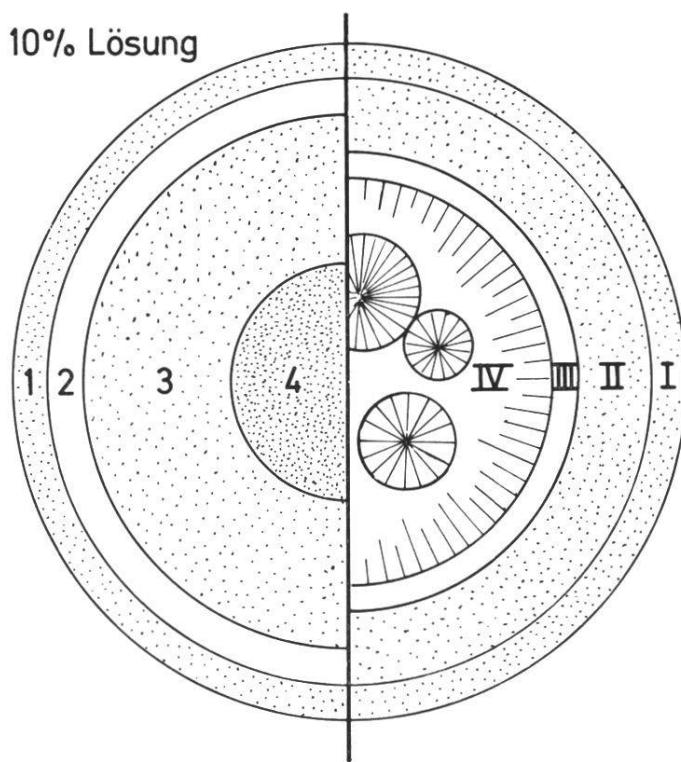


Abb. 20 Zentrierung im Wachstumsfeld des zusatzfreien CuCl_2 , kristallisiert aus 10 % iger CuCl_2 -Lösung.

Links: vor der Keimbildung: (1) blaßgrüner Saum, (2) farbschwache Zwischenzone, (3) blaßgrüne Zentralzone, (4) tiefgrüne Kernzone. Unmittelbar nach der Keimbildung in (4) bleibt noch die gleiche Konfiguration (der Kern hellt bei der Kristallausscheidung auf).

Rechts: 15 Min. nach der Keimbildung: (I) blaßgrüner Saum, (II) blaßgrüne Zone, (III) farbschwache Zone nach Ausscheidung zentripetal wachsender Nadeln, (IV) entfärbte Zentralzone in Kristallisation begriffen.

lich abgesetzt ist (wenn sich in diesem Kern der erste Keim bildet, so entsteht zwischen Kern und dem umgebenden blaßgrünen Bereich eine scharf begrenzte, farbschwache Untersättigungszone).

Bei 20 % iger Lösung ist die farbschwache Zwischenzone zwischen Rand und Zentralgebiet ganz unterdrückt, die hellgrüne Zone grenzt unmittelbar an den Saum. Sonst gleichen die Verhältnisse denen der minderkonzentrierten Lösung.

Die mit bloßem Auge als punktförmig zu erkennenden Keime wachsen innerhalb von 10 Sek. zu ca. 2 mm langen Scheren, erst von diesem Stadium aus wird ein Sphärit gebildet, dieser hat nach etwa 50 Sek. 8 mm Größe.

Die tiefgrüne Kernzone wird durch die Kristallbildung (in 3 Min.

bilden sich etwa 15 Keime) schnell untersättigt, also farbschwach; tiefgrüne Kristalle schwimmen in der Flüssigkeit. Es können nun vom blaßgrünen Gürtel her Nadeln gegen das Zentrum wachsen. Je nach der vorgegebenen Konzentration reißt in der Kristallisierphase das Mittelfeld vom Saum ab, so daß im Saum eine unabhängige Keimbildung einsetzt.

Die Kristalle sind bis zum Verschwinden des letzten Flüssigkeitsrestes grün. Nach ca. 2 weiteren Stunden ist das gesamte Kristallisat in die blaue Farbe des $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ überführt. (Wegen der langen Kristallisationsdauer können im BKB schon blaue Kristalle wieder grün werden, noch ehe die letzten Kristalle zur Ausscheidung kommen).

Hineingefallene Fremdkörperchen induzieren in der Regel keine Keime. An fettigen Stellen auf der Platte, die die Oberflächenspannung verändern, verlangsamt das Strahlungskristallisat seine Geschwindigkeit, es kommt zu einer Einbuchtung der Kristallisationsfront. Beim späteren Umschließen zeigen diese Bezirke gestörte Nadelanordnung. Es soll daher beim Ausgießen der Lösung auf die Kristallisierschale sofort die ganze Platte benetzt werden (Ausgießen mit Schwung).

c) Zentrierung bei Nicht-Blut-Zusätzen

Nicht-Blut-Zusätze erfordern eine andere Bearbeitung und Darstellung. Unsere Untersuchungen bestätigen im Wesentlichen die Angaben der Literatur. Hier sind solche Thesigramme nur erwähnt, um zu zeigen, daß auch andere Lösungsgenossen als Blut die Zentrierung reproduzierbar steuern.

So kann man eine Dezentrierung des Bildes durch das stark keimbildungshemmende *Glycerin* erzielen, das Wachstumsfeld wird weitgehend homogenisiert. Bei sehr geringen Zusätzen können Thesigramme entstehen, die einem BKB ähnlich sind. Anders ist das Verhalten der *Gelatine*. In einem bestimmten Mischungsverhältnis werden Thesigramme BKB-ähnlich. Abb. 21 zeigt den bei unseren Versuchen «günstigen Bereich» und seine Grenzen. Natronlauge verhält sich ähnlich wie Gelatine; wir fanden sie aber hinsichtlich der Toleranzgrenzen weniger leicht zu handhaben als Gelatine.

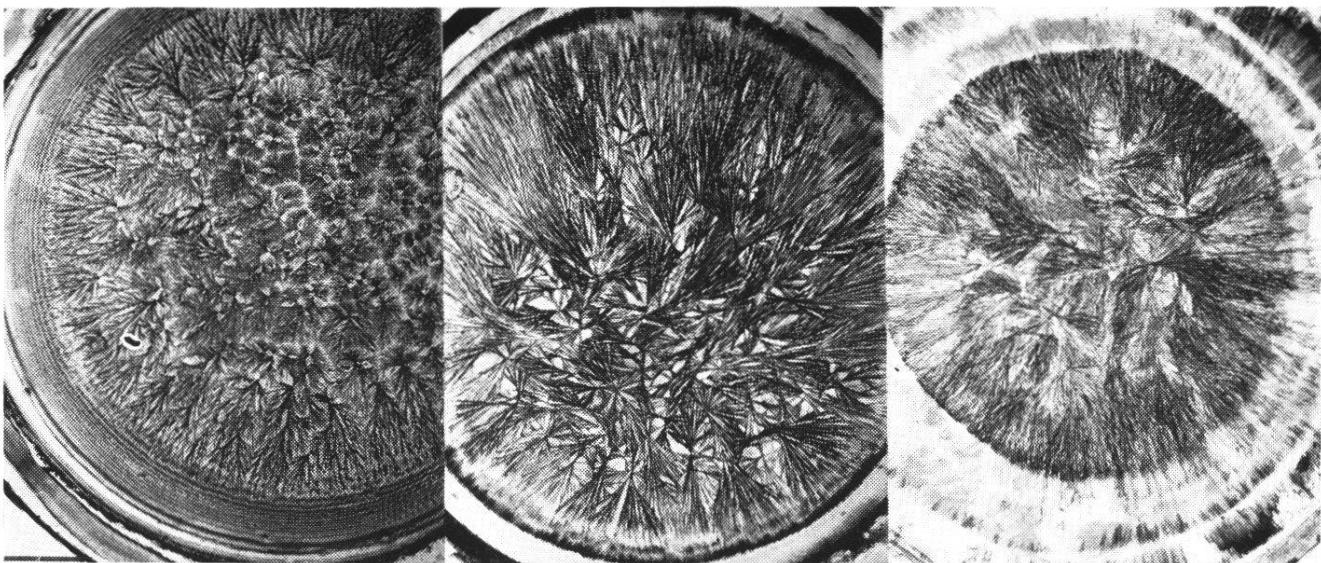


Abb. 21 Empfindlicher Bereich der CuCl_2 -Kristallisation für konstanten Gelatinezusatz (0,5 ml) und wechselnde Mengen CuCl_2 (20 %) ad 10 ml Wasser.

1 ml CuCl_2 -Lösung liefert das *linke*, dezentrierte Kristallisat; 2–4 ml erzeugen das *mittlere* Bild; bei 5 ml CuCl_2 -Lösung ändert sich der Kristallisationstyp (*rechtes* Bild).

d) «Abgußbild» und «Eiweißbild»

Pfeiffer hat beobachtet, wie sich kurz vor der CuCl_2 -Kristallisation, also im metastabilen Zustand des Systems, am Grund der Platte ein Film aus denaturiertem Eiweiß ausscheidet. Diese Ausscheidung muß als eine charakteristische Phase im allgemeinen Absinkprozeß der Endunstungs- und Reifungszeit angesehen werden. Die Isolierung dieser Haut ist problematisch, weil sich beim Dekantieren der überstehenden Lösung schlagartig die Bedingungen des Systems ändern, und das am Boden liegende Kupferchlorid sogleich mit der Kristallisation beginnt¹. Für diese erzwungene Kristallisation braucht man aber nicht bis zum Einsetzen der Reifephase zu warten. Es ist interessant festzustellen, daß auch eine frisch angesetzte Lösung, wenn man sie dekan-

¹ Das übliche Verfahren, *nach* erfolgter CuCl_2 -Kristallisation die Kristalle wieder aufzulösen und so die Eiweißhaut übrig zu behalten, liefert natürlich nicht die Eiweißstruktur, sondern ergibt ein Negativ des CuCl_2 -Aggregates. – Eine andere Variante beschreibt Selawry (S. 56): «Läßt man CuCl_2 ... auf dem (durch einfaches Eintrocknen einer Eiweißlösung entstandenen Eiweißfilm, also dem sog.) Eiweißbild auskristallisieren, so zeigt das CuCl_2 deutliche Zentrierung, Koordination und Gestaltbildung, es zeichnet auch die präformierten Eiweißringe nach. Dies um so mehr, je dünner die überschichtete Flüssigkeitsschicht ... ist».

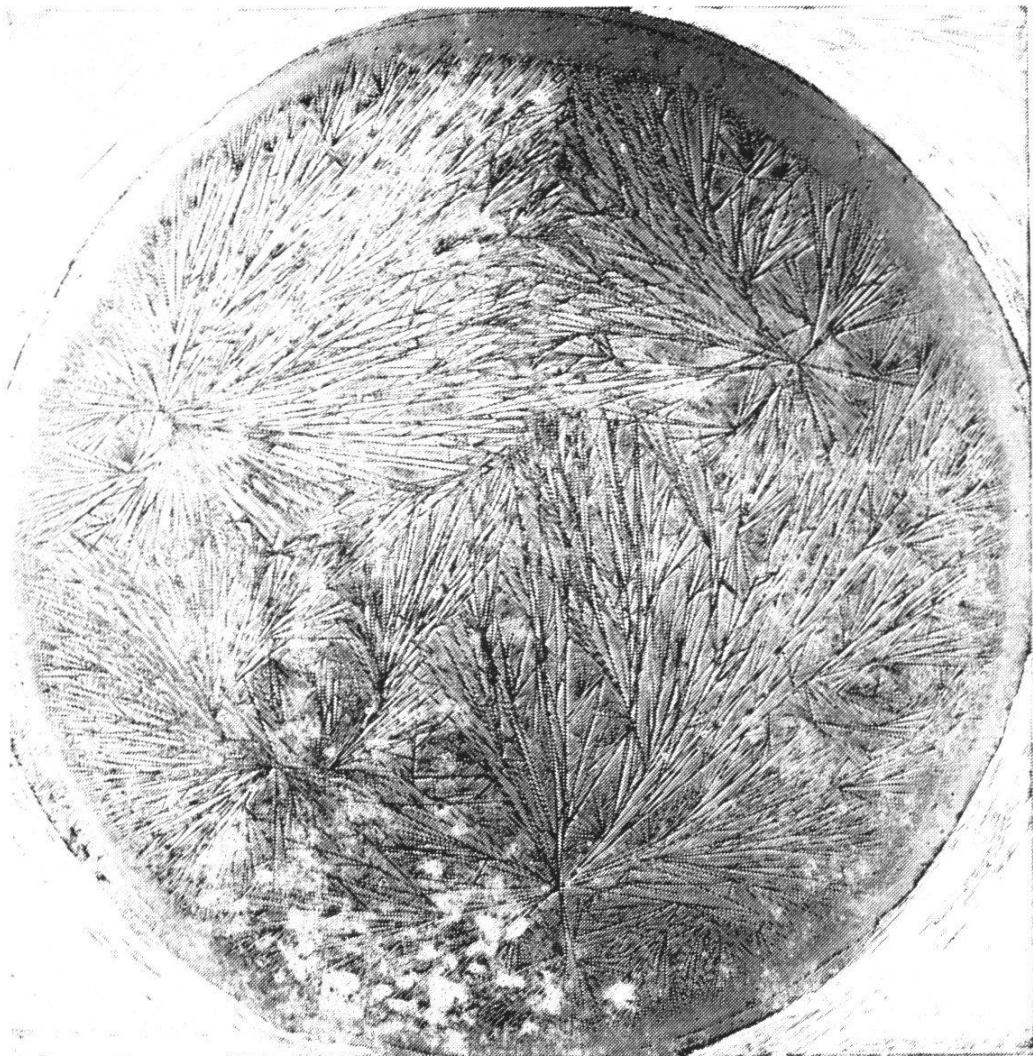


Abb. 22 Abgußbild, erhalten durch schnelles Abgießen einer frisch angesetzten BKB-Lösung.

tiert, von der am Schalenboden haftenden Restmenge ein Kristallisat liefert, daß dem «Eiweißbild» sehr ähnlich ist. Man könnte sich daraufhin fragen, wo nun diese Spezifität des Eiweißeinflusses bleibt. Die filigranen Strukturen der von uns «Abgußbild» genannten fast farblosen Kristallisate zeigt Abb. 22. Ein weiteres Abgußbild war auf Abb. 19 (rechts) dargestellt. Man erkennt die gegen die Randzone verschobene Urkeimbildung, bedingt durch den Dekantievorgang. Das Abgußbild ist eine Spontankristallisation im ideal zweidimensionalen Wachstumsfeld; es zeigt Zeichen analog den Organformen des Selawry-Blutkristallisationsbildes.

Die dekantierte Lösung, (verarmt um die Substanzen des Abguß-

bildes) ergibt, auf einer neuen Platte angesetzt, völlig normale BKB. Die Prozedur ist wiederholbar, allerdings scheint sich (bei wiederholten Versuchen nach längeren Abständen) der schon genannte Sedimentationseffekt bemerkbar zu machen.

Bei den Testserien haben wir auch versucht, die evtl. Einflüsse der *Alterung des Eiweißes* im entnommenen Blut zu erfassen. Wir mußten dabei feststellen, daß der Phänotyp des BKB ganz zweifellos von der Zeitdifferenz zwischen Blutentnahme und Kristallisation («Blatalter») abhängt. Dies würde dafür sprechen, daß auch das Verhältnis zwischen nativen und bereits denaturierten Eiweißkomponenten für die Strukturgebung eine Rolle spielt. Hingegen ist es unwahrscheinlich, daß das Eiweiß schon in der metastabilen Phase wie eine feste Matrize das Korrelationsgefüge bestimmt. Das Wachsen der Kristalle (mit den komplexen Reaktionen des Wegschiebens, Stauens, Denaturierens des Lösungsgenossen) ist *aktiv* an der Prägung des BKB beteiligt. Damit kommen wir noch einmal zum Problem der Lokalisation.

e) *Die Zeichenverteilung im Wachstumsfeld*

Die Grundlage des BKB ist von der zentralischen Verteilung im System und von der Zufälligkeit bestimmt, nach welcher irgend ein Keim des Zentrenkranzes sich durchsetzt. Dieser (exzentrisch zum Wachstumsfeld auftretende) erste Keim findet ungleiche Wachstumsbedingungen; teilweise müssen die Radien des Sphäriten die Kernzone des Mittelfeldes durchstoßen, teilweise streifen sie nur die randlichen Bereiche des Mittelfeldes, bzw. strahlen gegen die kurze Seite des Feldes. Die Anfälligkeit des Sphäriten gegen Störungen ist daher richtungsmäßig verschieden. Dies ist der innere Grund, weshalb man absolut zentrische BKB (wo der Sphärit von der geometrischen Mitte des Feldes her ausstrahlt) *nicht auswerten* kann: es fehlt die notwendige radiäre Ungleichheit hinsichtlich der vom Sphäriten zu durchlaufenden Sektoren.

Im Thesigramm ist also die Divergenz zwischen der zentrale-symmetrischen Verteilung des Lösungsgenossen im Wachstumsfeld und dem exzentrisch dazu ansetzenden Sphäriten *Vorbedingung zur Erzeugung einer Grundgestalt*. Um sich die so erzeugte bilaterale Symmetrie (vgl. Abb. 7 mit Abb. 20) zu veranschaulichen, stelle man sich einen Stern

auf einer Schießscheibe, exzentrisch zu den Ringen der Scheibe montiert, vor.

Verringert wird diese Symmetrie dort, wo durch Drillungen des Sphärits oder aber durch einen strukturbestimmenden Einfluß des Drehungssinnes der Aminosäuren, bzw. entsprechender hochmolekularer Lösungsgenossen die Spiegelsymmetrie verschwindet; vgl. hierzu F. Vester (1960).

Auf die Frage, an welcher Stelle des Wachstumsfeldes sich Zeichen einstellen, ist eine Teilantwort möglich: denn es hängt, wie schon bemerkt, die Zentriertheit des BKB von der im Zeitpunkt der Kristallisation vorhandenen Flüssigkeitshöhe ab. Dies bedeutet für die Praxis:

Wenn (wie bei dem Verfahren nach Pfeiffer) die Flüssigkeitsschicht relativ groß ist und die Ausgleichsströmung leicht in der dritten Dimension erfolgen kann, wird ein dominierender Sphärit begünstigt und es erscheinen nur wenig Organformen. Bei dem Verfahren nach Selawry hingegen ist die zentrierende Korrelation geringer, weil bei geringerer Flüssigkeitshöhe kein Ausgleich in der Flüssigkeit erfolgt und sich beliebig gelagerte Störungen «an Ort und Stelle» auswirken¹.

Alle Zeichen, sowohl diejenigen, die eine bevorzugte Lokalisation haben, als auch jene, die an beliebiger Stelle im BKB auftreten, werden bei der üblichen Auswertung als ebene Bilder gesehen und beschrieben, unabhängig von der Tatsache, daß alle Strukturen aus Kristallstäpeln bestehen. Diese Mehrschichtigkeit wird wohl noch zu wenig für die Analyse herangezogen. Schon die Lupenbeobachtung zeigt, daß Nadeln zum Teil frei untereinander durchgeschossen sind. Gegen kristallfreie Bezirke (Ansammlung von Kolloid) bildet das Nadelgeflecht dreidimensionale Barrieren. Ebenso muß das Wort «fächerförmig» in vielen Fällen wörtlich verstanden werden, nämlich nicht als planare Abzweigung der einen Nadel von der anderen, sondern so, daß (wie bei einem Klappfächer) die einzelnen Fächerflügel untereinander sitzen; durch das Öffnen des Fächers wird zwar die Winkelstellung verändert, es bleibt aber bei einer echten Überlagerung. Davon zu unterscheiden sind

¹ Daher zeigen die «Abgußbilder» wegen der idealen Zweidimensionalität des Kristallwachstums gute Organformen, die «Eiweißbilder» der stehengelassenen Lösung eher gute Zentrierung. – Die Abhängigkeit der Grundgestalt von der absoluten Menge des CuCl₂ muß sich auch darin zeigen, daß bei geringem CuCl₂-Anteil während des Nadelwachstums die Umgebung schneller konzentrationsverarmt. Schon dadurch wird die dezentrierte «Organformen»-Bildung begünstigt.

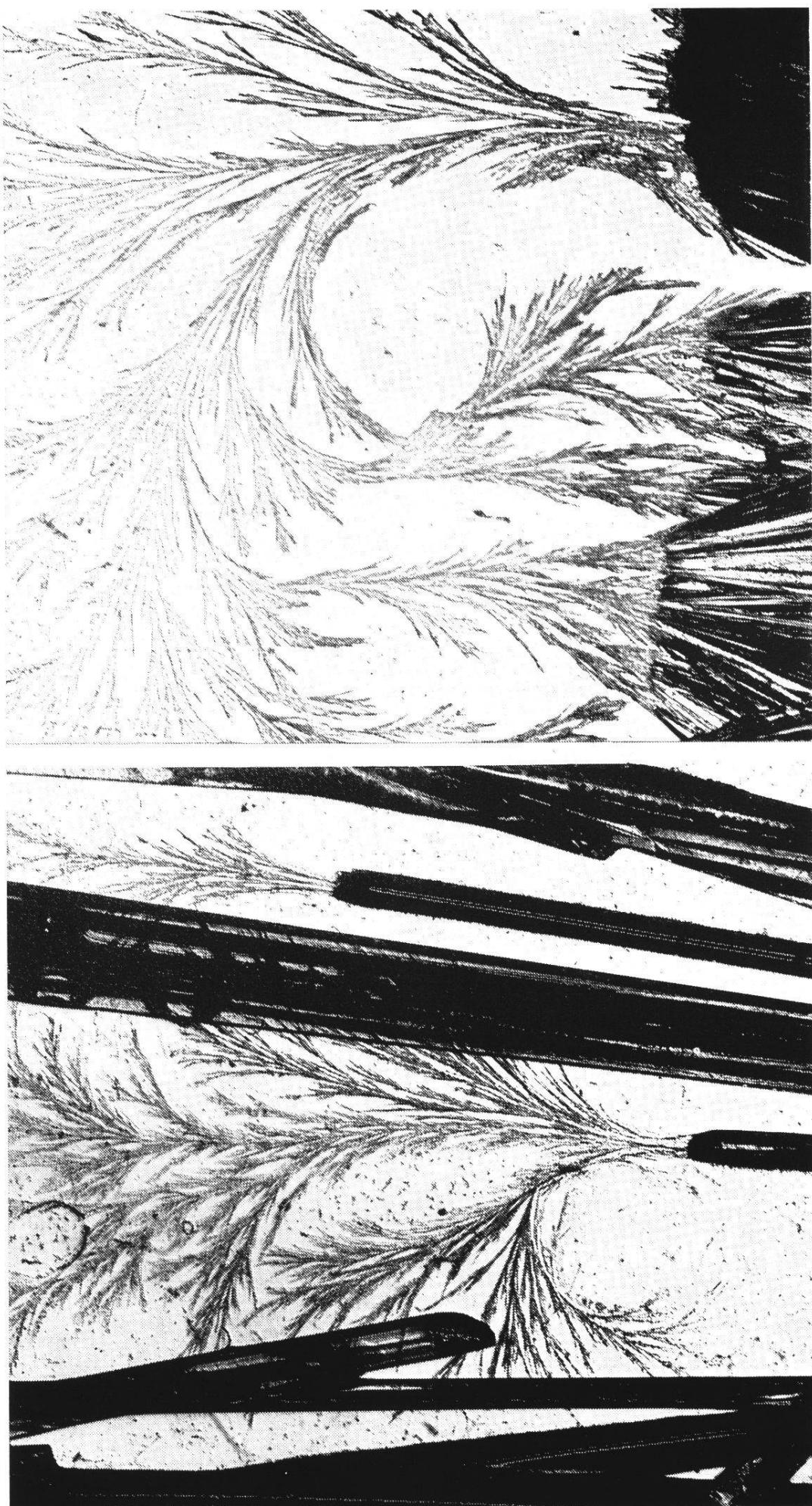


Abb. 23 Rekristallisationsversuch der BKB-Mischung: Auflösung des fertigen BKB und Wiederausscheidung liefert ein grobes Balkenwerk mit filigranen Einlagerungen. *Links*: Auswachsen koachsialer Fasern von der Basisfläche. *Rechts*: In der Grenzzone wendet das zentripetale Filigrangewebe die Faserrichtung zurück zur Mitte des Wachstumsfeldes (im Bilde nach unten) und bildet hier wieder, wie man an der Farbintensität erkennt, Sphärite vom Typ des dicken Balkenwerkes.

wiederum gleichmäßig gekrümmte Kristalle, die (wie ein Metallspan) kontinuierlich die Höhe im Kristallisat wechseln, ohne sich dabei noch zusätzlich zu verzweigen (vgl. Abb. 6).

Durch systematische Erfassung solcher Gesichtspunkte wird man die individualisierenden Faktoren der Kupferchlorid-Methode leichter von den zufälligen Einflüssen abtrennen können. In diesem Zusammenhang ist das folgende Experiment, aus dem die Abhängigkeit der Kristallnadelbildung von der Eiweißballung hervorgeht, interessant: Löst man eine bereits auskristallisierte BKB-Lösung wieder auf, indem man sie unter Belassung in der Klimakammer einer sehr großen Feuchte aussetzt, so kann man sie anschließend zu einer zweiten Kristallisation zwingen. Die Zweitfällung des Kupferchlorids erfolgt nun in Gegenwart von *denaturiertem* Eiweiß. Dennoch wiederholen sich alle kristallgenetischen Phänomene, wenn auch in einem anderen Arrangement. Die Abb. 23 zeigt das Resultat.

Das Rekristallisat besteht aus einem groben Balkenwerk von CuCl_2 , zwischen diesen Balken und z. T. von ihnen ausgehend, findet sich das typische blumenartige Kristallisationsmuster der 2. Generation. Wie schon Neuhaus berichtete, erscheinen die Wände der Kristalle belegt mit Eiweißhaut. Da dieses Eiweiß hier nur in denaturiertem Zustand als Lösungsgenosse zur Verfügung steht, braucht CuCl_2 zur Verfächerung jedenfalls keines nativen Eiweißes. Ein Lösungsgenosse ist zwar erforderlich, aber man könnte mit v. Hahn (1962) darauf hinweisen, daß für das Verzweigungswachstum nicht einmal Eiweiß notwendig ist, da man auch bei Pflanzensaft-Thesigrammen, wo andere Faktoren dominieren, analoge Bilder erhält.

Die Abb. 23a zeigt Bäumchen, die aus den Endflächen der CuCl_2 -Balken auswachsen, und zwar kristallographisch koachsial weiterwachsend; es liegt also echtes Faser-Fortwachstum vor.

Meist enden die zu whiskerartigen Bäumchen verbreiterten Gebilde im Eiweißfeld. Doch können sie durchaus wieder Ausgangspunkte eines Hauptsphäriten werden. Zu diesem Zwecke muß man die Gewächse an der Randzone betrachten. Denn hier strebt die Kristallisation zunächst vom Zentrum gegen die Peripherie, dreht dann aber infolge der Sonderbedingungen, die sich in der unmittelbaren Nachbarschaft des erhöhten Randes ergeben, um, und strebt der Mitte wieder zu. Auf Abb. 23b sieht man nun, wie die Kristalle, sich blumenartig verzweigend, zuerst in die Randzone eintreten und wieder zum Hauptsphäriten zurückkehren, wo sie nun erneut Sphärite vom Typ der ersten Generation bilden.

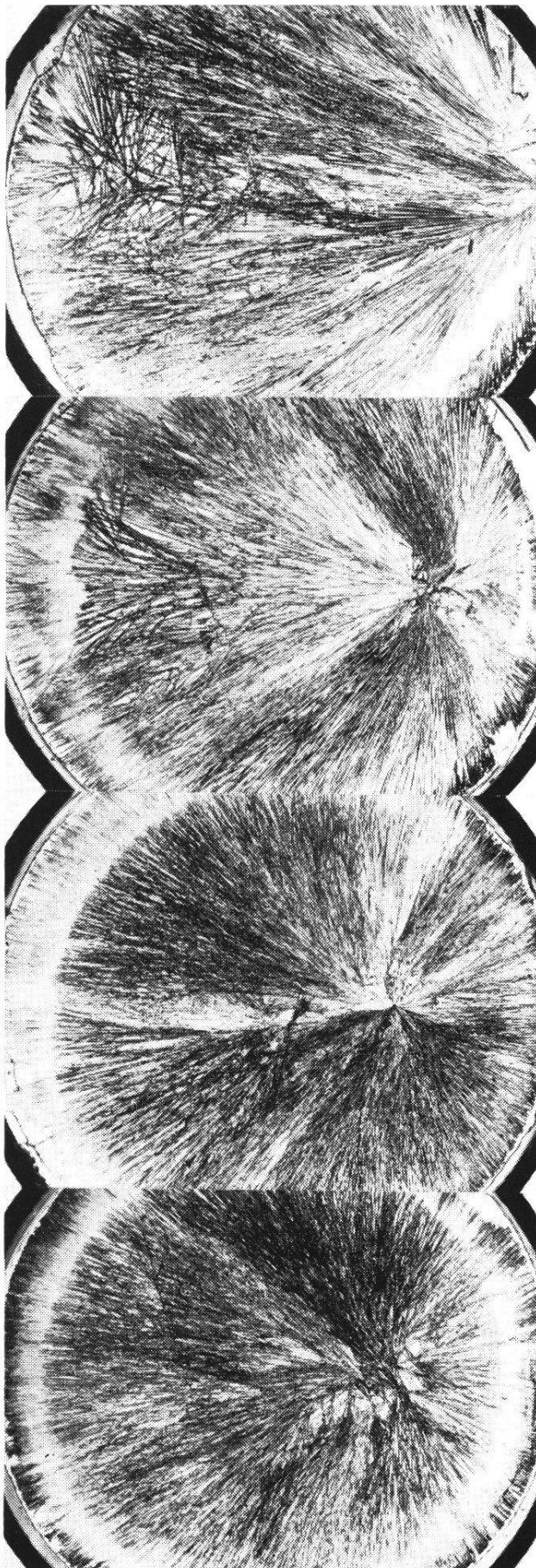


Abb. 24 Effekt des Schrägstellens von BKB-Platten. Links das normale BKB einer gesunden Versuchsperson, daneben zwei BKB mit einseitig unterlegtem Filterpapier. Das Zentrum ist \pm deutlich gegen den gehobenen Rand verschoben. Das Bild rechts außen zeigt den Effekt bei Unterlegung von 2 Filterpapieren. Mit der größeren Exzentrizität nimmt auch die Durchstrahlung zu. Man beachte die Entregelung des Sphäriten nach Durchgang durch den zentralen Teil der Platte.

f) Folgerungen für die Auswertung

Die angestellten Überlegungen sind nicht nur für die Grundlagen der Methode interessant, sondern betreffen unmittelbar die bei den Tests angewandte Auswertung. Was ist überhaupt erwartbar?

Es ist z. B. *keine* Besonderheit, daß Rosetten am Sphäritenzentrum ansetzen; man muß bei gegebener Fächertendenz des CuCl₂ im BKB geradezu damit rechnen, daß Rosetten auftreten. Es ist eher erstaunlich, daß (auch nach unseren Erfahrungen) in manchen BKB die Rosetten hartnäckig fehlen. Wie also soll man die Rosette als «Magenzeichen» verstehen?

Ähnlich liegt die Situation für die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von isometrischen Polygonen im zentralen Teil des BKB, von länglichen Polygonen im peripheren Teil. – Auch die U-Zeichen des kurzstrahligen Feldes sind vom Wachstumsvorgang her plausibel. Können solche Zeichen daraufhin als diagnostische Charakteristika gelten?

Einen speziellen Fall bilden die Störungen in der peripheren Zone des langstrahligen Teils. Betrachten wir die Abb. 24. Hier ist der schon kurz erwähnte Effekt dargestellt, wonach bei schräggestellten Platten das Zentrum des Sphäriten gegen den gehobenen Teil wandert, unter gleichzeitiger zunehmender Entregelung im langstrahligen (zum Sphäritenzentrum «antiständigen») Teil. Ganz offensichtlich ist der Sphärit hier «geschwächt». Könnte nicht auch schon bei den nicht schräggestellten Platten eine Tendenz zu Störungen im antiständigen Teil bestehen? Würde dies nicht gut erklären, warum «Unterleibszeichen» faßt regelmäßig auch bei gesunden Versuchspersonen auftreten (vgl. die betr. Abb. bei den Testen)?

Wenn also Lokalisationen trivialen Charakter haben, wäre es da nicht angebracht, die Zeichengarnitur des BKB rein nach dem Abzweigungswinkel zu beurteilen? Leider kommt man bei diesem an sich folgerichtigen Ansatz ebenfalls nicht zum Ziel, auch wenn man von den Schwierigkeiten der Winkelmessung absieht (Fächerstapel!) und wenn man die scheinbar *kontinuierlich* gekrümmten Kristalle zunächst beiseite läßt:

Denn je nach dem, ob bei gleichem Abzweigungswinkel die ersten oder die letzten Abzweiger die längeren oder die kürzeren Kristalle sind, entstehen unterschiedlich geformte Kurvenzüge und damit Ände-

rungen bei der Umgrenzung von Polygonen¹. Im Grenzfalle läßt sich dann nicht unterscheiden, ob die betreffende Form durch Längenänderung der Abzweigungsbasis (bei gleichen Winkeln) oder durch Änderung des Winkels erzeugt worden ist.

Daher wird man, solange die jetzige Experimentiertechnik besteht, zwar wie bisher die Zeichen in ihrer Ganzheit werten und vergleichen, jedoch daran denken, daß sich der Aussagewert der Zeichen auch nach der *Erwartbarkeit* bzw. dem *Abweichen* von der kristallographisch erwartbaren Position richtet.

Vor der Beurteilung des Aussagewertes von BKB ist also folgendes zu beachten:

1. Kristallisationen aus endlicher Schichthöhe der Flüssigkeit (Pfeiffer-Konzentration) zentrieren und lokalisieren gut. In den mehr monoschichtigen BKB der Selawry-Konzentration erfolgt bei schwächerer Zentrierung eine bessere Einzelausbildung der Zeichen.

2. Im BKB nach Pfeiffer sind antiständige Störungen (peripherer Bereich des langstrahligen Teils) begünstigt; ihre diagnostische Signifikanz ist daher gering; Zeichen in diesem Teil des BKB erhält man leicht auch bei gesunden Personen.

3. Rosetten sind an Sphäritzentren wegen der hier ohnehin vorhandenen Auffächerungstendenz zu erwarten. Da bei BKB mit Selawry-Konzentration Zeichen dieser Art sehr großvolumig (bei Rosetten also «großblättrig») werden, können Magenindikationen überbewertet werden. – Ähnliche Überlegungen gelten für die U-Zeichen im kurzstrahligen Teil.

4. Die gute Zentrierung beim BKB nach Pfeiffer bedingt, daß viele Organzeichen auf den Mittelbereich zusammengezogen sind. Die mehr ausgleichende Zeichenverteilung nach Selawry kann daher von Vorteil sein.

5. Die Querstörungen sind zwar als «sperrende Zeichen» besonders auffällig, doch sind sie gemäß dem unter 2) Gesagten als antiständige Zeichen relativ wenig aussagend; je zentraler sie liegen, um so kristallographisch unerwartbarer treten sie auf, und es steigt ihr Aussagewert.

6. Auch unter Berücksichtigung kristallographischer Gesichtspunkte

¹ Bei dem von Leonhardt (1954) konstruierten «Blatt» nimmt die Länge der Strecken in geometrischer Progression zu ($t_n = t_0 \cdot c^n$).

sind Zentrierung und Lokalisation die am einfachsten zu handhabenden Elemente des CuCl₂-Testes. Für die Festlegung der Grundgestalt im BKB einer Versuchsperson wird man zweckmäßigerweise nach beiden Konzentrationen simultan arbeiten: Die eine (nach Pfeiffer) dient zur Feststellung des Typus, die andere (nach Selawry) zur Erzeugung von Einzelzeichen.

III. Serienähnlichkeit und Diagnoseerfolg

Der Vergleich von BKB-Serien verlangt eine Homogenität in der (meist aus 5 Platten bestehenden) Serie selber. Es wird durch vergleichende Analyse der Einzelplatten eine Grundgestalt gesucht, die dann in einer anderen Serie der gleichen Versuchsperson wiedererkannt werden muß. Die Grundgestalten der einzelnen Versuchspersonen sollten unterschiedlich sein. Hierzu schreibt Selawry:

«Wie schon Pfeiffer, so finden auch wir bei mehreren, unter gleichen Bedingungen angesetzten Platten eine Genauigkeit von 80 % und eine Streubreite von 20 %. Von fünf Platten einer Serie werden also vier übereinstimmen müssen, während die fünfte aus der Reihe fallen kann. Unter ‘Übereinstimmung’ verstehen wir hierbei, daß die gleichen Gestaltungen und Aggregate auf jeder Platte auftreten. Die Größe der Einzelemente und ihre Anordnung zueinander kann innerhalb einer exakt zu definierenden Variationsbreite schwanken» (S. 12).

Nach der Formulierung von Selawry könnte es scheinen, als ob nicht nur der Grundtyp, sondern alle Prägungen am BKB in die «Ähnlichkeit» eingehen. Bei dieser strengen Beurteilung scheint uns die Angabe von 80 % zu günstig.

Die Thesigramme von E. Pfeiffer, an denen seinerzeit die Methode entwickelt wurde, sind nach der Ähnlichkeitsdefinition nach Selawry sicher sehr wenig signifikant. Dennoch hat sie Pfeiffer deuten können. Wenn wir (aus *unserer* Erfahrung heraus) für den Begriff der Ähnlichkeit die «Grundgestalt» heranziehen, dürften wir daher der ursprünglichen Intuition von Pfeiffer noch am nächsten kommen: Es geht weniger um die «gleichen Gestaltungen und Aggregate» als um den gleichen Gestaltungstyp mit variabler Betonung zusätzlicher Zeichen.

Um das zu illustrieren, sei auf einige Beispiele verwiesen: Am ehesten entspricht die BKB-Serie der Abb. 41 einer Ähnlichkeitsdefinition, wie

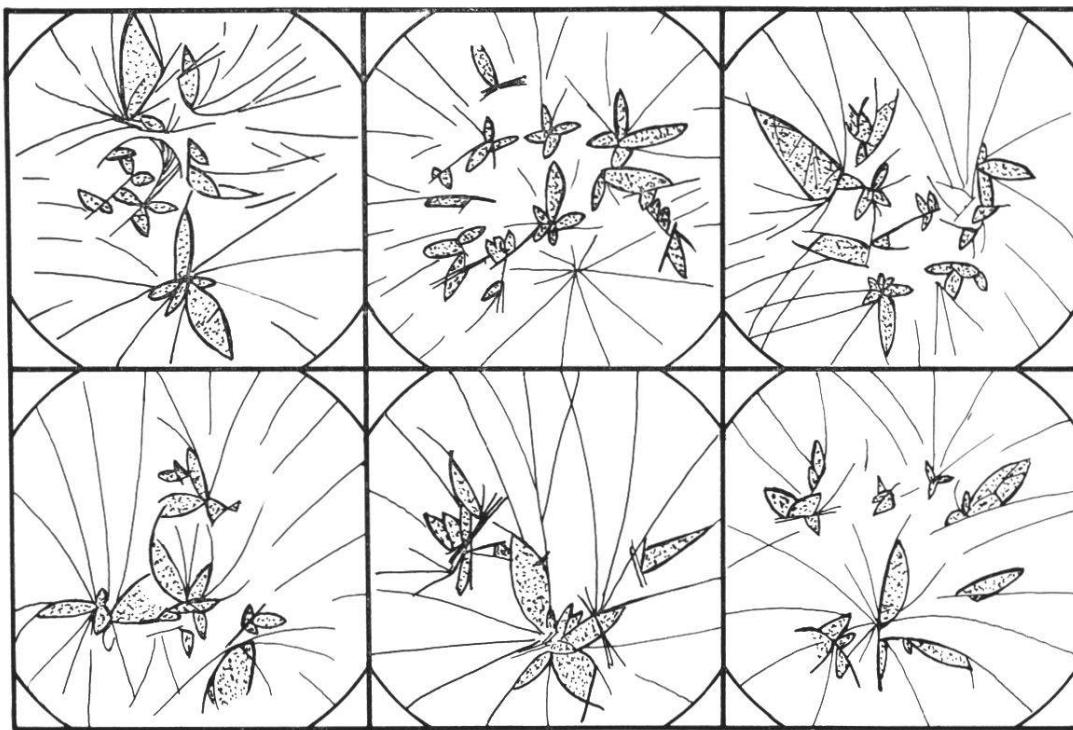


Abb. 25 Prädominanz eines Zeichens: Magen-Carcinom gezeichnet nach einer BKB-Serie in Normalaufstellung (gemäß Abb. 4). Auf allen Platten der Serie treten ausschließlich «Magenrosetten» auf. Da auch die «Verzerrung» der Rosetten in allen Platten vom gleichen Typ ist, kann die Serie trotz unklarer Lokalisation als homogen angesprochen werden. Querstrukturen sind vorhanden.

sie Selawry formuliert: Grundtyp und Zeichenverteilung sind auf allen Platten der Serie gleich. Aber auch die in Abb. 25 gezeichnete Serie des BKB einer Versuchsperson mit Magenkrebss fällt noch unter diese Ähnlichkeit. Zwar fehlt eine gute Zentrierung, aber alle Platten sind vom gleichen Typ und zeigen konstant die Rosette («Magenzeichen») und damit kombiniert Querstörungen («Carcinomanzeiger»). Selbst hartnäckige Polyzentrigkeit allein (ohne sonstige Merkmalsfestlegung) kann noch der Selawry'schen Definition genügen: In Abb. 32 würden wir alle Platten (außer der Platte rechts oben im Bild) für vergleichbar halten und die Serie als homogen bezeichnen.

Diese Homogenität der BKB ist jedoch nicht die Regel, weder beim Blut gesunder noch dem kranker Versuchspersonen! Nehmen wir an, eine Versuchsperson sei lungenkrank, dann sollten sich (nach den Praktikern) auf dem BKB, und zwar bevorzugt im kurzstrahligen Teil, U-Zeichen entwickeln; Abb. 26 zeigt eine solche Struktur. Die betr. Versuchsperson hatte Lungentuberkulose; in einer Serie von 9 Platten

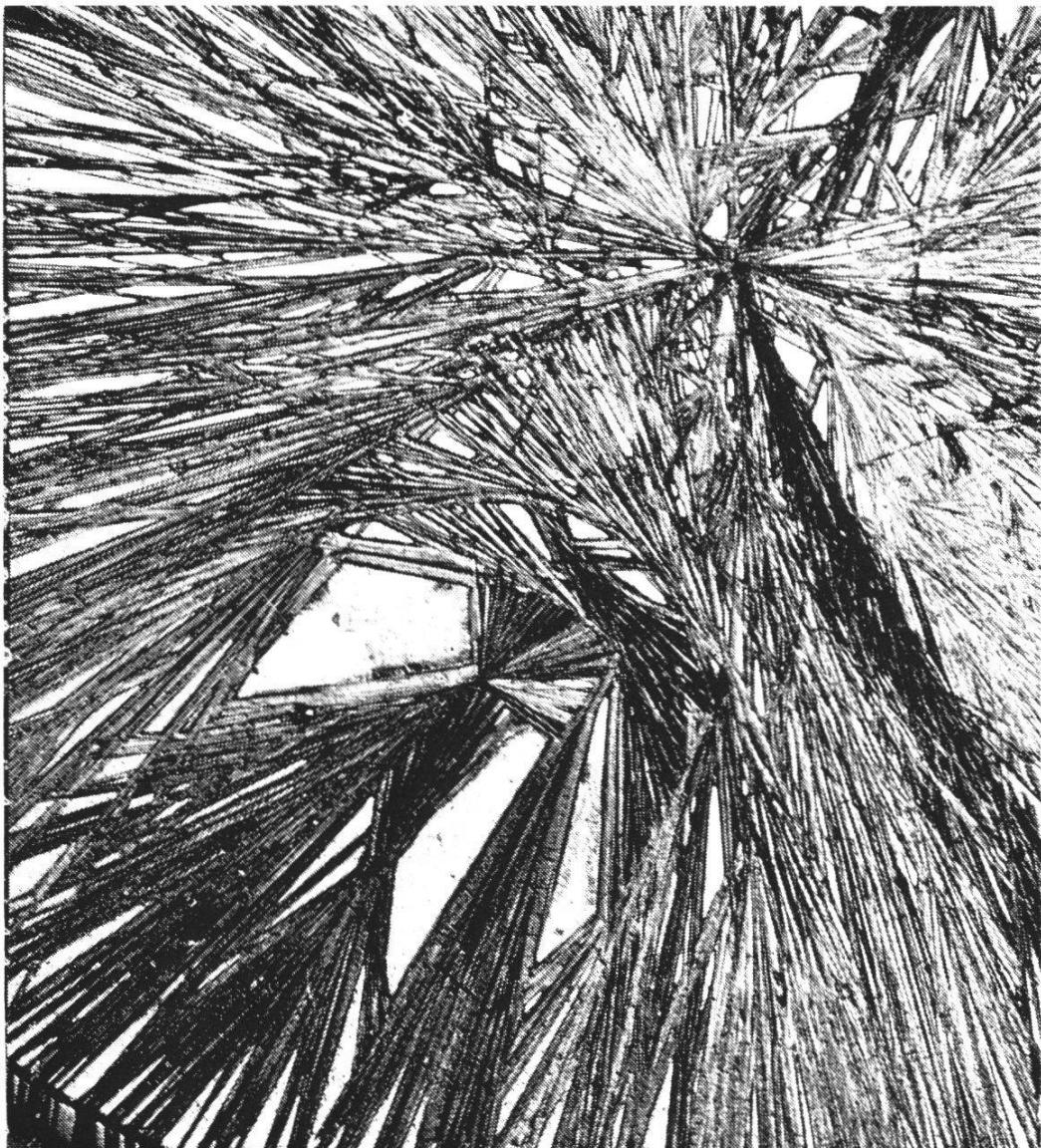


Abb. 26 Lungen-U im kurzstrahligen Teil eines BKB, positionsrichtig wiedergegeben. Auf 4 von 9 Platten des Patienten (Lungentuberkulose) waren (neben Magenrosetten) solche Lungenzeichen vorhanden.

erschien auf 4 Platten dieses Zeichen. Nach unseren Erfahrungen ist in diesem Falle die Grundgestalt nicht auf das U-Zeichen abzustellen, jedenfalls nicht primär und ausschließlich. Man muß vielmehr feststellen, ob auch abgesehen von diesen Zeichen eine homogene Serie vorliegt. Ist dies der Fall, dann bedeutet das Auftreten der U-Zeichen eine *zusätzliche* Aussage. Würde man die Ähnlichkeit auf die Gesamtgestaltung beziehen, dann wäre die Serie, da ja an ihr weniger als die Hälfte der Platten mit U-Zeichen versehen sind, nicht homogen. Es ist eine Ermessensfrage, wie oft ein bestimmtes Zeichen in der Serie

aufreten muß, damit es als «Bereicherung» der Aussage dienen kann. Ebenso wird es Grenzfälle geben, wo man nicht *a priori* weiß, ob ein Zeichen zur Grundgestalt gehört oder nicht.

Die Quernadelaggregate im BKB sind ein Beispiel für diese Problematik. Die einen halten sie für so typisch, daß bereits schon das Auftreten von Querstrukturen auf *einer* Platte der Serie signifikant sein soll. Andere möchten mindestens 2 oder 3 Platten gezeichnet wissen. Da Querstrukturen für Carcinomanzeiger gehalten werden, ist dieses Problem für die Praktiker schwerwiegend.

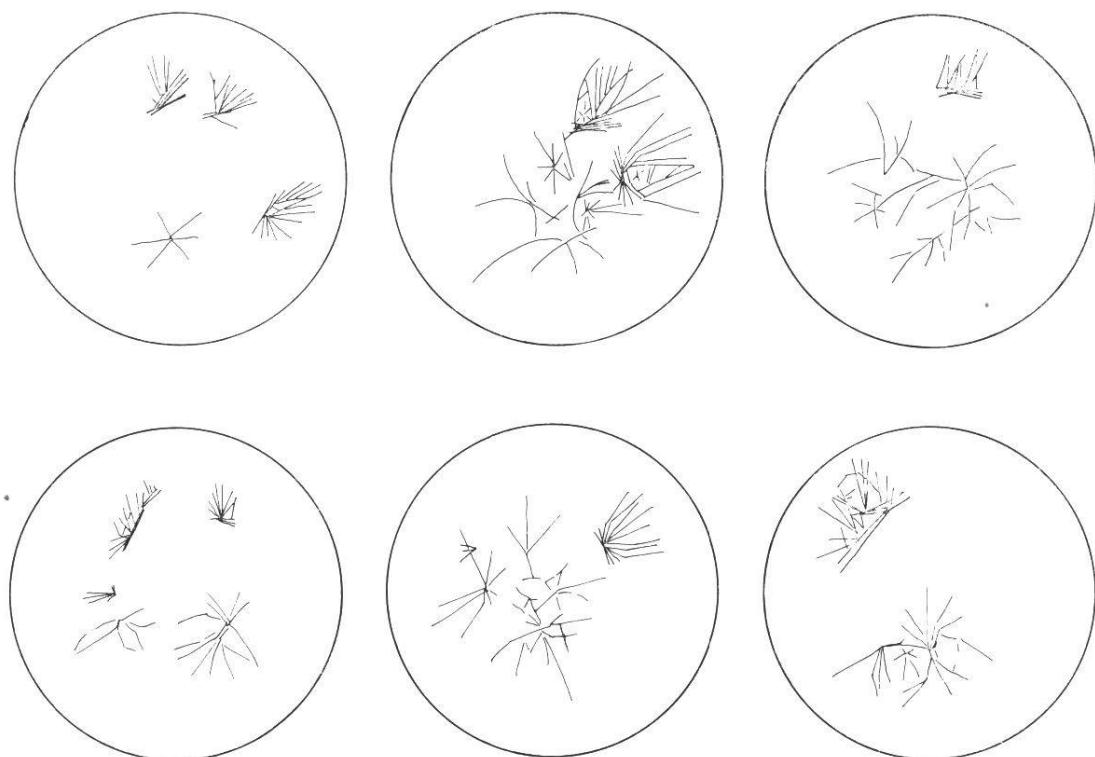


Abb. 27 Lage und Variabilität des «Krebszeichens». Skizzen der Querstörungen in einer BKB-Serie von Dickdarmkrebs. Der Hauptsphärit sowie die Nicht-Querstörungen wurden zeichnerisch nur angedeutet. Die Querstörungen hingegen sind genau nachgezeichnet.

Abb. 27 zeigt eine homogene Serie eines Krebsfalles. (Dickdarmkrebs). Auf allen Platten erscheinen im peripheren Teil des langstrahligen Feldes 1 oder 2 Quernadelaggregate. Trotzdem ist man nicht gezwungen, die Querstörungen in die Grundstruktur einzubeziehen, da die Zeichen sich isoliert abheben. Insofern würde das Nichtauftreten von Querstörungen auf der einen oder der anderen Platte die Serien-

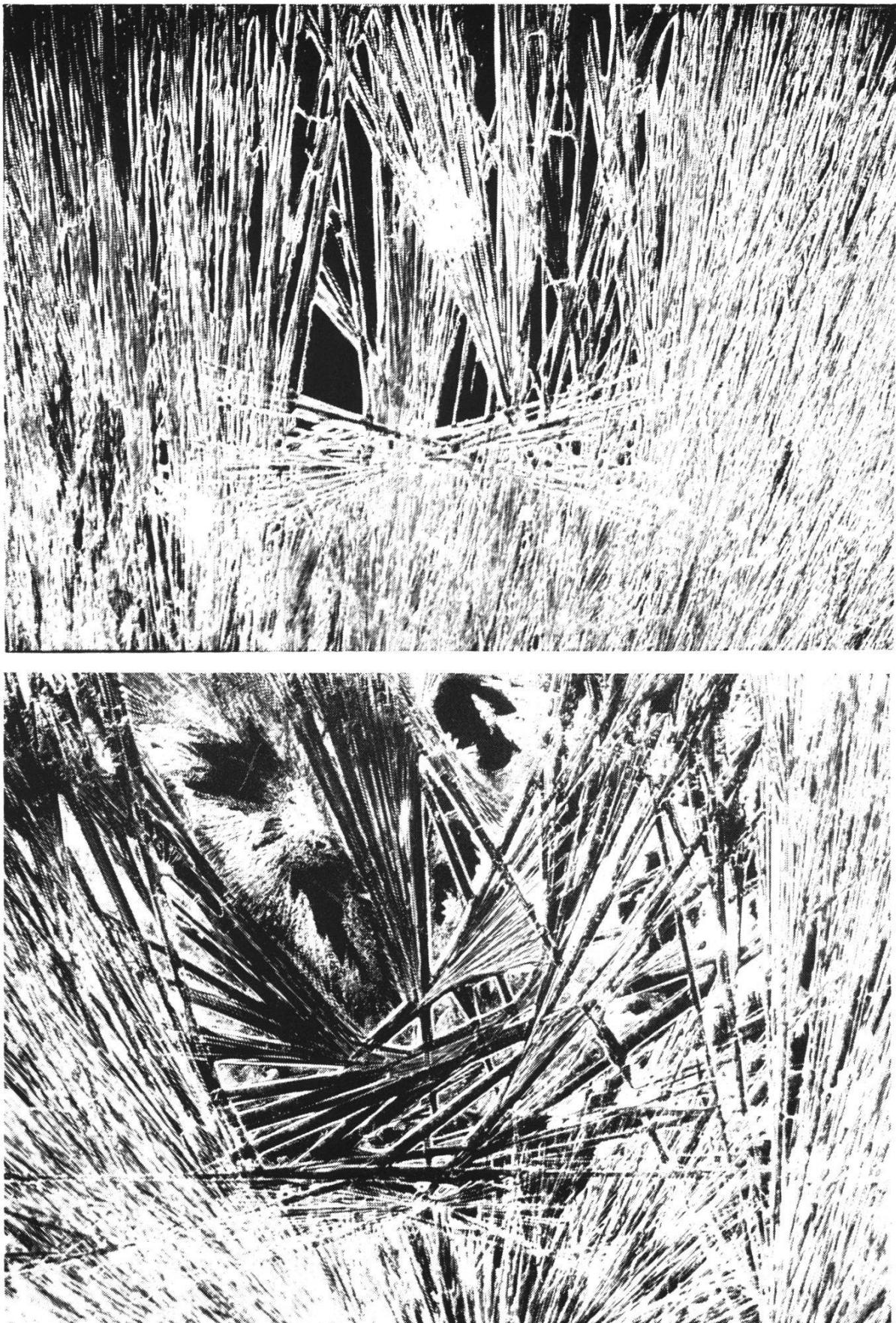


Abb. 28 Querstörungen. Abb. 28a (oben) zeigt eine krebsanzeigende Querstörung (Dickdarmkrebs). Auf Abb. 28b (unten) ist die Querstörung durch Einschwenken der Kristalle von der Seite her weniger «sperrend» entwickelt; diese Versuchsperson hat keinen Krebs.

homogenität nicht infrage stellen. Anders ist es, wenn die Querstörungen Übergänge zu harmonisch eingefügten Polygonen zeigen. Auf Abb. 28a und b sind zwei Querstrukturen wiedergegeben. Die obere (Abb. 28a) findet sich im BKB von Dickdarmkrebs und entspricht den beispielhaften Strukturen, die Selawry für Carcinom abbildet (dortige Abb. 87–89). Bei der auf dem unteren Foto (Abb. 28b) abgebildeten Struktur schwenkten die Kristallnadeln von den Flanken her ein, die Querstellung ist abgeschwächt. Entsprechend den Beispielen bei Selawry (dortige Abb. 86) würde hierdurch ein benigner Tumor angezeigt. In unserem Beispiel trifft zwar diese Diagnose zu, doch finden wir gerade im BKB von klinisch gesicherten Carcinomen die abgeschwächte Querlage. Da andererseits (nach Selawry) bei 2262 erfaßten «klinisch gesunden» VPn etwa 10–15 % eine vollausgeprägte Querlagerung im BKB aufweisen, ist der Nützlichkeit dieses Merkmals zu mißtrauen.

Gerade die von den Praktikern als beispielhaft für die Verwendung der Methode herausgestellte Querstörung zeigt die Problematik der Definition von Serienähnlichkeiten. – Querstörungen sind unseres Erachtens nicht geeignet, bei der Auswertung von BKB als Krebsindikatoren herangezogen zu werden, ebenso nicht für die Reproduzierbarkeit der Methode. Damit ist ein weiteres Argument dafür gegeben, den Nutzen der Methode *nicht hauptsächlich in Krankheitsdiagnosen* zu sehen.

Nicht nur bei U-Zeichen und Querstörungen erhebt sich die Frage, inwieweit die *besonderen Zeichen* als Teil der Grundgestalt oder als zusätzliche Elemente gelten müssen. Die ganze Formengarnitur wäre daraufhin zu untersuchen; denn die Beurteilung der Serienhomogenität hängt in der Tat von solchen Grundfragen ab. Freilich zeigt sich bei der spontanen Ansprache der Platten, daß diese Bedenken eher theoretischer als praktischer Art sind.

Ein Mittel, den Blick für die Spontanansprache zu schulen, ist der Vergleich von Grundgestalten bei verschiedenen Methoden. Wenn man von der selben Versuchsperson Kristallisate nach Pfeiffer und nach Selawry herstellt, müssen die beiden Serien nicht nur in sich homogen sein, sondern auch (da Blut der selben Versuchsperson vorliegt) in einer Beziehung zueinander stehen. Zwar wird die Grundgestalt auf dem BKB der *einen* Methode etwas anders aussehen als die Grundgestalt auf dem BKB der *anderen* Methode, aber sie werden im Rahmen

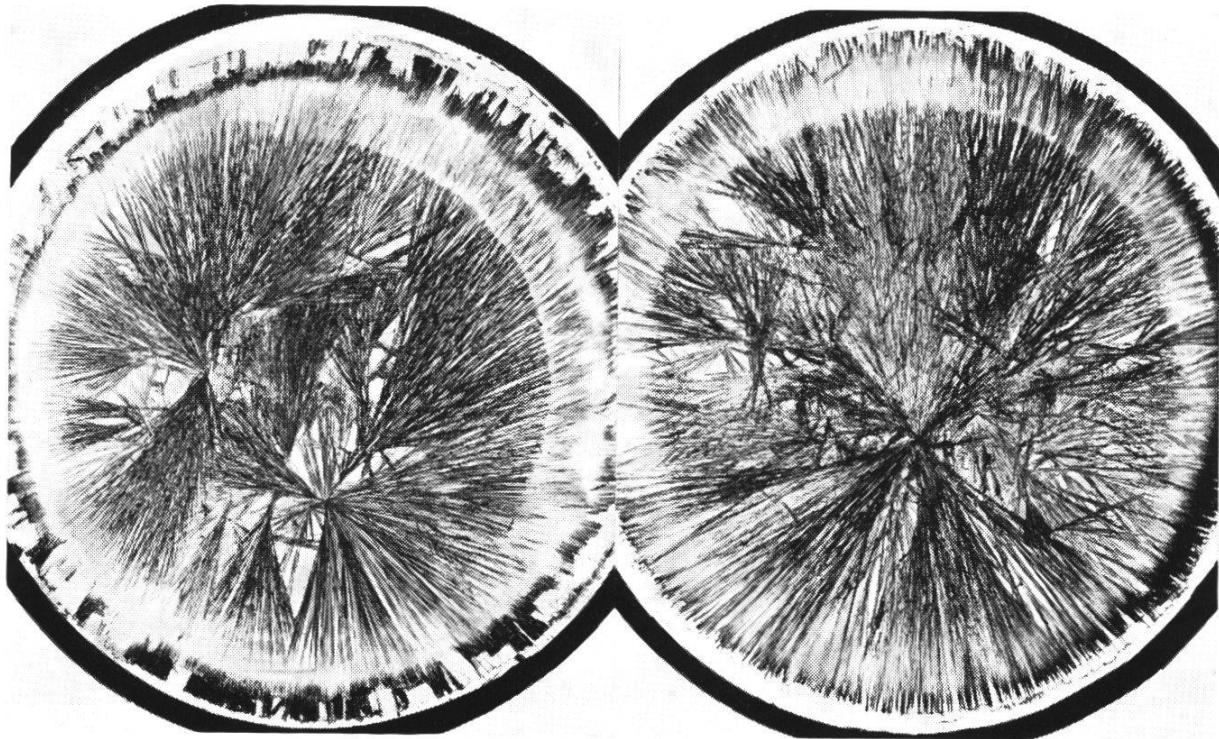


Abb. 29 «Serienidentität» (Ähnlichkeit im Phänotyp zwischen zwei Methoden. Links BKB nach Selawry, rechts nach Pfeiffer.

des Möglichen einander ähneln. Durch Vergleich der Serien lassen sich daher häufig die Elemente der Grundgestalt leichter fassen.

Abb. 29 zeigt dazu ein Beispiel. Unter Berücksichtigung der Eigenart, daß die BKB nach Pfeiffer immer «strahliger» aussehen als die (mehr geschwungene Strukturen zeigenden) BKB nach Selawry, ist die Typ-Ansprache für beide Bilder gleich: unvollständige Zentralrosette, flammenartige Polygone, Auftreten von Quernadeln, Gruppierung von Störungen. – Soweit einige Beispiele für dieses Problem!

Wir haben unter Berücksichtigung aller geschilderten Umstände die folgende Auswertungsnorm für Serienvergleich und Diagnoseerfolg für brauchbar erachtet:

1. Verwendung einer Plattenvergleichsskala.

Die Ähnlichkeit wird wie folgt abgestuft:

- 0 = Ähnlichkeit fehlt ausgesprochen
- 25 = Ähnlichkeit eher undeutlich
- 50 = Ähnlichkeit vorhanden
- 75 = Ähnlichkeit vorhanden und leicht faßbar
- 100 = Ähnlichkeit wird sofort gesehen

Bei einem solchen Schema ist die Ziffer 50 reproduktionsmäßig gesehen noch kein Erfolg, sondern bezeichnet lediglich die *Möglichkeit*, daß das Ergebnis unzufällig sein *kann*. Von Ziffer 75 ab ist als sicher anzunehmen, daß die Übereinstimmung der Platten vom Lösungsgegenstand her bestimmt ist.

Diese Vergleichsskala findet ihre Anwendung wie folgt:

2. Serienvergleichsschema

A. Die Platten einer Serie werden verglichen: Serienhomogenität (SH).

SH_P = Serienhomogenität bei Kristallisation nach Pfeiffer

SH_S = Serienhomogenität bei Kristallisation nach Selawry

B. Verschiedene Serien gleichen Blutes werden verglichen: Serienidentität (SI) bei gleichem Blutalter.

Es kann sich um verschiedene Serien der gleichen Methode handeln, oder aber um Vergleiche von Serien verschiedener Methoden, bei uns also speziell um Serien nach Pfeiffer und Selawry, vgl. Abb. 29. Hierbei ist zu unterscheiden:

(a) Die Vergleichbarkeit kann sich auf den Phänotyp der beiden Serien beziehen. Da von der Methode her die Selawry-Platten etwas anders aussehen müssen als die Pfeiffer-Platten, wird die Vergleichbarkeit des Phänotyps nur beschränkt sein und den Wert 50 nicht übersteigen.

(b) Die Vergleichbarkeit kann sich auf die «Auswertbarkeit» (nach dem gleichen Grundprinzip) beziehen; bei «guten» Platten jeder Methode müßte trotz phänotypischer Verschiedenheit das gleiche Ergebnis erscheinen und der Wert kann die Ziffer 100 erreichen.

C. Verschiedene Serien gleichen Blutes, aber ungleichen Blutalters werden verglichen: Reihenidentität (RI).

Es handelt sich also darum, Serien zu vergleichen, bei denen zwischen Blutentnahme und Kristallisation eine verschieden lange Zeit liegt.

3. Diagnoseerfolg

Schließlich kann noch festgestellt werden, ob eine nach den vorliegenden Vorschriften der Praktiker erfolgte diagnostische Deutung mit dem klinischen Befund übereinstimmt; wir sprechen vom Diagnoseerfolg (DE), den wir analog wie die Plattenähnlichkeit mit folgenden Ziffern bewerten:

- 0 = Fehldiagnose
- 25 = Nur undeutliche Relation zwischen BKB-Analyse und klin. Befund
- 50 = Harmonisierbarkeit zwischen BKB-Analyse und klin. Befund ist möglich
- 75 = BKB-Analyse braucht durch den Befund nicht wesentlich verändert zu werden
- 100 = Die BKB-Analyse ist identisch mit dem klin. Befund

Der Diagnoseversuch kann an BKB nach Pfeiffer oder Selawry erfolgen. Liegen für eine Versuchsperson Serien sowohl nach Pfeiffer als auch nach Selawry vor, so kann durch kombinierte Betrachtung die Chance für einen Diagnoseerfolg größer werden.

Zur richtigen Einschätzung des Diagnoseerfolges ist noch ein Hinweis notwendig: Wenn Blut von einem in ärztlicher Behandlung stehenden Patienten an ein BKB-Laboratorium geschickt wird, so hat der Arzt im allgemeinen nur *die Krankheit angegeben*, wegen welcher der Patient den Arzt aufgesucht hat. Bei einem Patienten mit Ohrenleiden beispielsweise wird nicht zugleich der Magen untersucht werden, usw. Da sich nun im BKB ganz allgemein der Krankheitszustand wiederspiegeln soll, kann es gleichwohl möglich sein, daß im BKB des Ohrenkranken die Magenrosette erscheint und der Betreffende tatsächlich magenkrank ist.

Die Einstufung des Diagnoseerfolges wird durch diese *Teilangaben* erschwert, und man kann nur dann, wenn sich klinische Angabe und BKB-Befund wirklich *widersprechen*, von einem gänzlichen Mißerfolg (DE = O) reden. Solange keine klinische *Totaluntersuchung* vorliegt, ist bei unserem Auswerteverfahren damit zu rechnen, daß der Diagnoseerfolg *zu gering eingestuft* wird. Wenn sich also die ärztliche Forschung weiter um die Methode mühen will, wird sie als Versuchspersonen nur solche heranziehen, für die jeweils das Ergebnis einer generellen Untersuchung verfügbar ist.

Schließlich ist zu bemerken, daß ein kompetenter Nachvollzug der Ähnlichkeitsansprache am BKB nur durch das Studium der Originalplatten möglich ist, da auch die Photographien, die wir stellvertretend in größerer Zahl beifügen, nur ein Ersatz sein können. Denn diese geben vielfach nicht den unmittelbaren Eindruck der Originalplatten wieder: Für das Auge geringe Unterschiede in der Nadelfarbe, sowie manche Nadelaggregationen erzeugen auf dem photographischen Bild übertriebene Abschattungseffekte und verfälschen den Struktureindruck des BKB.

Dies gilt natürlich besonders für die verkleinerten Wiedergaben. Um nun wenigstens von einigen BKB den ungefähren Eindruck des Originals zu vermitteln, sind als *Tafelbeilage* viermal zwei Platten gleicher Serie in ungefährer natürlicher Größe wiedergegeben. Diese Platten stellen typische Kristallisate (und nicht etwa besonders «attraktive» Bilder) dar. Sie sollen zugleich die *Variationsbreite innerhalb der gleichen Grundgestalt* demonstrieren. Alle acht Aufnahmen sind in den Reproduktionstesten des folgenden Kapitels noch einmal – dort aber viel kleiner – wiedergegeben. Und zwar gehören die Beilagebilder zu folgenden Abbildungen des laufenden Textes:

(Fig. I–IV)

- | | |
|----------|---|
| Fig. I | zu Abb. 35, untere Zeile. 2. und 3. Foto
Variationsbreite/Pfeifferkonzentration, Dickdarmkrebs |
| Fig. II | zu Abb. 36, obere Zeile, 1. und 2. Foto
Variationsbreite/Pfeifferkonzentration, Magenkrebs |
| Fig. III | zu Abb. 39 unteres linkes, und oberes rechtes Foto
Variationsbreite/Pfeifferkonzentration, Frischblut
von gesunder Versuchsperson |
| Fig. IV | zu Abb. 45 untere Zeile, 2. und 3. Foto
Variationsbreite/Selawrykonzentration, Altblut
von gesunder Versuchsperson |

Die Ansprache der Originalplatten des BKB ist also einfacher («leichter») als es nach dem photographischen und zeichnerischen Belegmaterial aussehen mag.

Wir erwähnten schon, daß man (infolge eines visuellen Gedächtnisses für Formen und Gestalten am BKB) die Spontanerfassung des Praktikers durchaus nachvollziehen kann. Dieser Umstand ist als Starthilfe für eigene Untersuchungen sehr willkommen. Wenn wir nachfolgend eine Auswahl des so «Gelernten» bringen, so muß sich der Leser vor Augen halten, daß in der Darstellung ein Großteil jener Eindrücke verloren geht, durch welche die unmittelbare Ansprache eines BKB bestimmt wird. – Wenn wir also angeben, eine Platte sei charakteristisch, oder eine Serie sei brauchbar, so enthält diese Aussage einen ganzen Komplex von Urteilen, die auf verschiedenen Ebenen liegen.

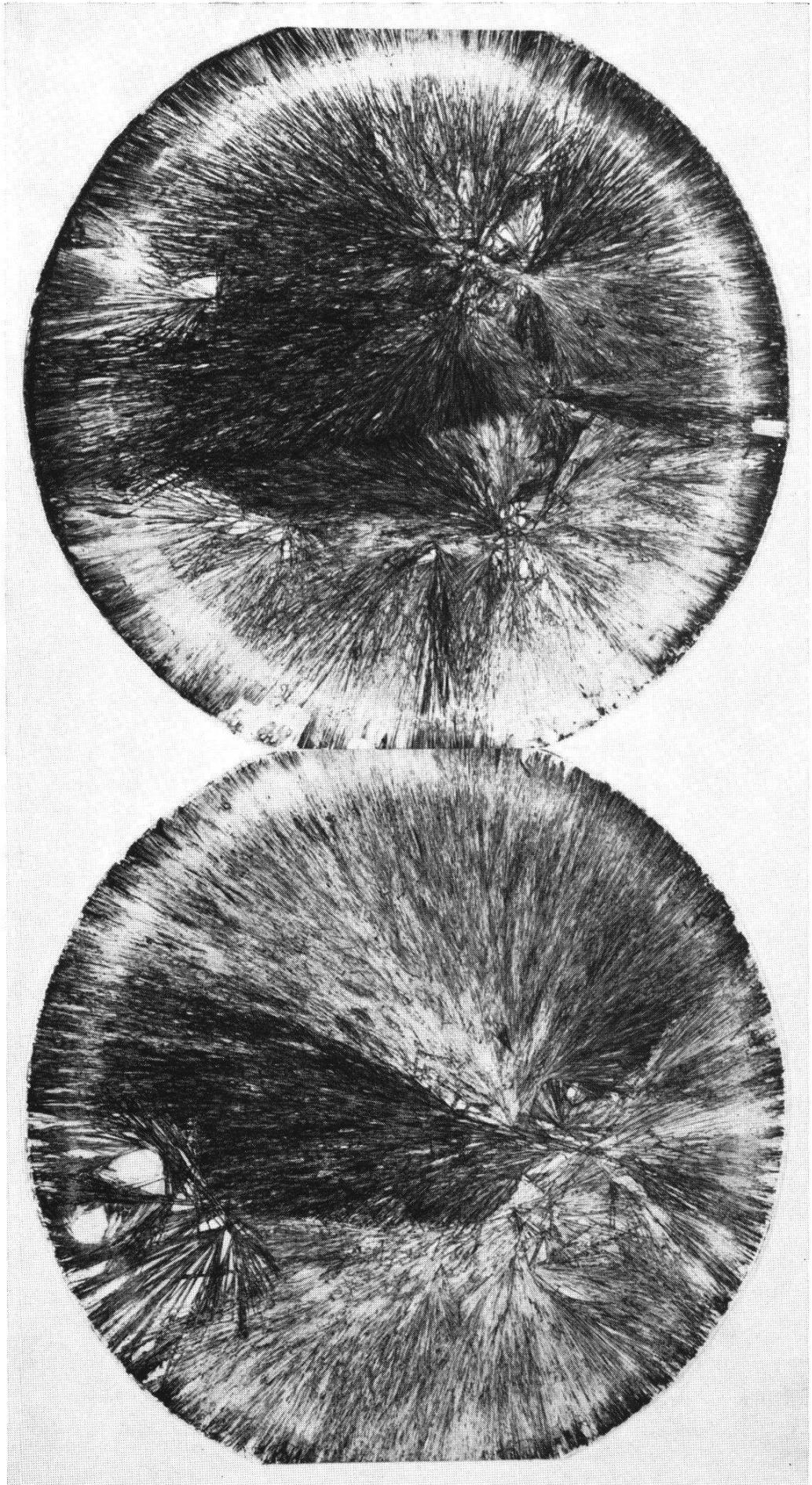


Fig. I (Beleg zu Abb. 35)
Variationsbreite einer Pfeiffer-BKB-Serie, Dickdarmkrebs

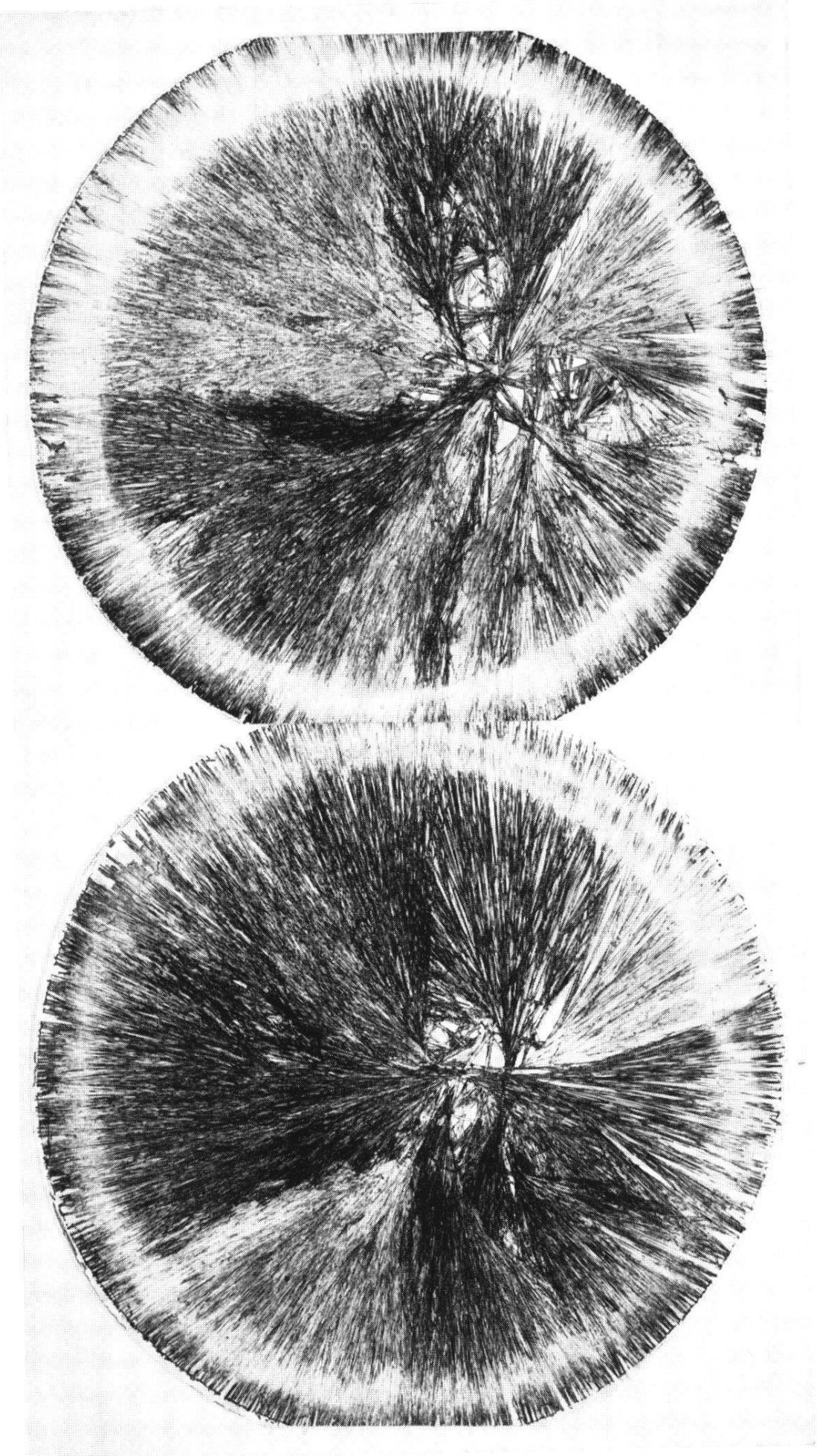


Fig. II (Beleg zu Abb. 36)
Variationsbreite einer Pfeiffer-BKB-Serie, Magenkrebs

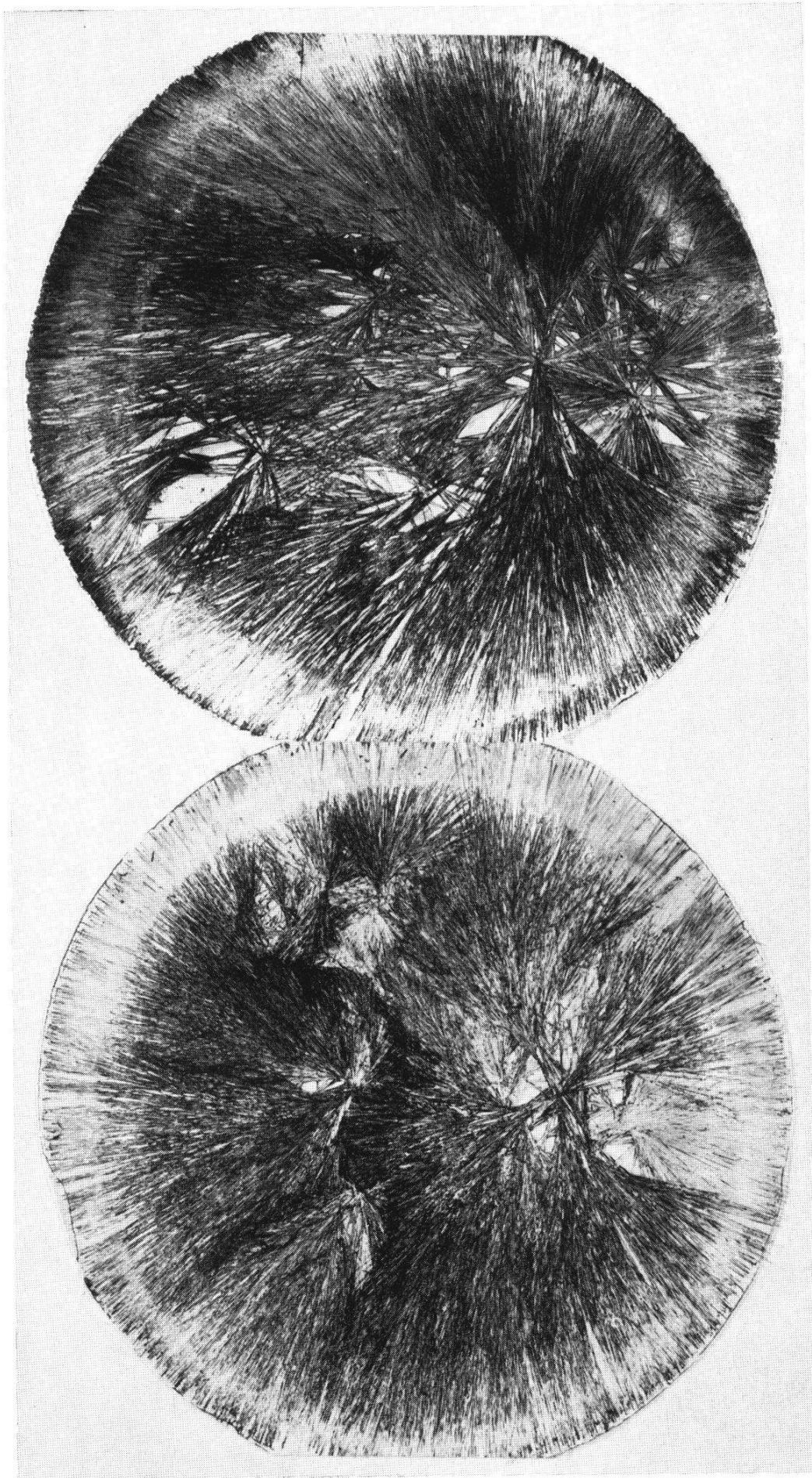


Fig. III (Beleg zu Abb. 39)

Variationsbreite einer Pfeiffer-BKB-Serie, «gesunde» Versuchsperson (L) mit leicht typisierbarer Grundgestalt



Fig. IV (Beleg zu Abb. 45)

Variationsbreite einer Selawry-BKB-Serie, «gesunde» Versuchsperson (E) mit leicht typisierbarer Grundgestalt