

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.

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: 24.01.2026

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

Die Reproduzierbarkeit der sogenannten «empfindlichen Kupferchloridkristallisation»

von E. NICKEL

Mineralogisches Institut der Universität Freiburg/Schweiz

ZUSAMMENFASSUNG

Kupferchlorid mit Blutzusatz als Lösungsgenossen wird in einem zweidimensionalen Wachstumsfeld (flache kreisförmige Glasschale) zur Kristallisation gebracht und die Gestaltung des Kristallaggregates analysiert. Es entsteht ein Sphärit, das sog. «Blutkristallisationsbild» (BKB), das den Praktikern als Hilfe bei Krankendiagnostik dient. Die Methode wird erst empfindlich, wenn Reifungs- und Kristallisationsphase aufeinander abgestimmt sind; Kristallisation in der Klimakammer.

In der Reifungsphase verteilen sich die Komponenten des Lösungsgenossen konzentrisch in der Lösung. Da der Urkeim des Sphäriten exzentrisch zu dieser Verteilung liegt, finden die verschiedenen Radienrichtungen unterschiedliche Wachstumsbedingungen. Hierdurch entsteht die spezifische Gestalt.

Da die Methode außerwissenschaftlich begründet war und die diagnostische Terminologie daher von einer zusätzlichen Sicht her entstand, wird hier der Versuch gemacht, das kausalanalytische Verständnis zu fördern. Die diagnostische Praxis dient uns also lediglich als Quelle zur Herauslösung reproduzierbarer Elemente, die Befassung mit den Deutungen hat ausschließlich methodologischen Charakter. – Eine unbefangene Bestandsaufnahme und adäquate Darstellung der Methode wird dadurch erschwert, daß die morphologischen Elemente von der Diagnostik her zur Kenntnis zu nehmen sind.

Dennoch zeigen die Untersuchungen, daß die BKB-Methode für bestimmte Testzwecke einsetzbar ist, vor allem zur Feststellung der Blutindividualität. Das trifft allerdings nur dann zu, wenn eine Standardisierung des Kristallisationsablaufes gewährleistet ist und dem Experimentator ein geeignetes Ver-

Die Arbeit wurde vom Schweizerischen Nationalfonds unterstützt und mit Hilfe des Hochschulrates der Universität Freiburg veröffentlicht.

gleichsblut ständig zur Verfügung steht. – Die simultane Durchführung des Testes mit zwei Konzentrationen erhöht die Auswertbarkeit. Wird die experimentelle Basis auf diese Weise verbreitert, dann ist eine Erweiterung des Testes (Ermittlung des allgemeinen Status der VP) möglich.

RÉSUMÉ

On cristallise du chlorure de cuivre ($\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) additionné de sang sur un disque de verre entouré d'un bord élevé, puis on analyse les particularités de la formation de sphérolite. L'apparence de cette disposition plane dépend de façon typique de l'adjoint (le sang). L'évaporation de la solution provoque une répartition circulaire du mélange visqueux, mais le centre du sphérolite se forme excentrique à cette symétrie, et alors la cristallisation trouve des conditions différentes de grandissement dans les différentes directions. Dans certaines conditions (cristallisation dans une chambre climatisée) la constellation cristallographique doit avoir une valeur diagnostique.

Les auteurs ont prouvé ces propositions par des recherches statistiques. Pour y arriver, ils ont dû tenir compte de la terminologie diagnostique redoutable des propagateurs de cette méthode. Néanmoins la méthode est utilisable pour des déterminations d'individualité du sang humain, si l'on respecte les conditions de maturation et de cristallisation.

ABSTRACT

Copper chloride ($\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) when admixed with blood and allowed to crystallise on a circular glass plate with a raised edge, gives rise to characteristic crystal aggregates. The spherulitic formations so produced i. e. the so called Blutkristallisationsbild (BKB) may be used in clinical diagnosis. The methods are only sensitive when certain conditions are observed. The crystals should, for example, be grown in a controlled environment chamber.

On evaporation of the solvent the components of the mixture form a circular pattern, but the origin of growth of the spherulite is eccentric to this symmetry and therefore the needles of crystals find unequal conditions in the several directions of increase. This gives rise to characteristic BKB. The terminology of the originators of this test was not scientifically based but it has been proved statistically that when certain precautions are observed during the evaporation (ripening's phase) and crystallisation stages the method can have diagnostic value, f. e., for testing the individuality of human blood.

INHALTSVERZEICHNIS

1. Vorwort	(4)	68
2. Einleitung	(6)	70
3. Prinzipielles zur Methode und zum bisherigen Deutungsstand	(11)	75
a) Die Praxis der Methode	(11)	75
b) Eiweiß als Lösungsgenosse	(14)	78
c) Organzeichen und Lokalisation	(17)	81
d) Zeichenbedeutung am Blutkristallisationsbild	(21)	85
4. Klimakammer und Arbeitsbedingungen	(24)	88
a) Einrichtung eines klimatisierten Labors	(24)	88
b) Bedingungen in Kristallisationskästen	(32)	96
c) Die Arbeitsvorschrift für Blutkristallisationsbilder	(36)	100
5. Variabilität und Konstanz des Blutkristallisationsbildes	(40)	104
I. <i>Die Grundgestalt</i>	(40)	104
II. <i>Die zentrische Struktur des Wachstumsfeldes</i>	(43)	107
a) Gestaltgebung eines polyvariablen Systems	(43)	107
b) Das Wachstumsfeld des zusatzfreien Kupferchlorids	(47)	111
c) Zentrierung bei Nicht-Blut-Zusätzen	(49)	113
d) «Abgußbild» und «Eiweißbild»	(50)	114
e) Die Zeichenverteilung im Wachstumsfeld	(52)	116
f) Folgerungen für die Auswertung	(57)	121
III. <i>Serienähnlichkeit und Diagnoseerfolg</i>	(59)	123
6. Auswahl von Reproduktionstesten	(69)	133
I. <i>Laborvergleichstest (Dornach/Freiburg)</i>	(69)	133
II. <i>Krankendiagnostische Blutkristallisationsbilder</i>	(77)	141
a) Der Laborvergleichstest als Krankenbluttest	(77)	141
b) Simultantest nach Pfeiffer und Selawry (Versuchsreihe P)	(80)	144
c) Simultantest nach Pfeiffer und Selawry (Versuchsreihe N)	(85)	149
d) Krebs-Test (Versuchsreihe H)	(89)	153
III. <i>Blutkristallisationsbilder gesunder Versuchspersonen</i>	(94)	158
a) Individualitäts-Test	(94)	158
b) Konstanz- und Alterungs-Test (Versuchsreihe R)	(98)	162
c) Konstanz- und Alterungs-Test (Versuchsreihe E)	(103)	167
7. Zusammenfassung der Ergebnisse	(110)	174
8. Literatur	(114)	178

1. VORWORT

Oft werden Methoden praktiziert, deren Funktionsweise noch problematisch ist. In solchen Fällen ist es Aufgabe der Wissenschaft, der Sache auf den Grund zu gehen, da erst nach kausalanalytischer Abklärung ein sinnvoller Einsatz und die Möglichkeit eines Ausbaus besteht.

Wer sich um derartige unabgeklärte Probleme (für die gegebenenfalls mehrere Fachwissenschaften zuständig sein können) kümmert, wird zunächst eine Bestandsaufnahme versuchen. Hier genügend objektiv zu sein, ist nicht leicht, und die Beschäftigung mit der Sache bleibt ein Wagnis, besonders dann, wenn die Methoden noch aus einem außerfachlichen Überbau herausgelöst werden müssen.

Die hier zu besprechende Methode ist die sogenannte «empfindliche Kupferchloridkristallisation» nach E. Pfeiffer. Aus der Gestaltung eines Kristallaggregates will man die «Güte» biologischer Substanzen, die Brauchbarkeit von Düngemitteln, die «Gesundheit» von Lebewesen ermitteln, einfach dadurch, daß die betr. Extrakte – bzw. Blut – mit Kupferchloridlösung vermischt und unter bestimmten Umständen kristallisiert werden.

Der Eindruck, den das Kristallaggregat auf den Beschauer macht, dient unmittelbar als diagnostische Auskunft. Im Laufe der Jahre wurden von jenen, die die Methode anwenden (von uns im Folgenden kurz «Praktiker» genannt), ausführliche Auswerteregeln formuliert. Diese sind rein empirisch entstanden und berufen sich auf eine – auch von Goethe herangezogene – unmittelbare Einsichtsfähigkeit des Menschen in Sinn- und Gestaltzusammenhänge.

Da es sich bei dieser Methode um die Durchführung und Interpretation von Kristallisationen handelt, ist zumindest teilweise der Kristallograph zuständig. Ihm obliegt die Prüfung, ob und inwieweit sich die Methode auf kristallographische Gesetzmäßigkeiten stützen kann; in diesem Zusammenhang ist er ein unbefangener Beobachter und es ist sinnvoll, die Methode im Rahmen mineralogischer Forschung zu testen.

Ohne eine in diesem Sinne voraussetzungslose Bestandsaufnahme der Phänomene ist weder ein positives noch ein negatives Urteil möglich. Auch Methoden haben ihre Geschichte, und man muß von Zeit zu Zeit prüfen, ob sie wissenschaftsfähig sind. Die Einbeziehung von

neuen Phänomenen in die Wissenschaft hängt allein davon ab und hat unabhängig von der Herkunft der Methode zu erfolgen.

Nun ist freilich das Einarbeiten in Methoden von der Art der «empfindlichen Kupferchloridkristallisation» nicht leicht. Weder sind die Grundlagen noch die Folgerungen klar umgrenzt, es gibt Nebenwege und unterschiedliche Einschätzungen selbst bei denen, die die Methode praktizieren. Wer sich hier «aus Prinzip» scheut, die Praktiker zunächst einmal nachzuahmen, wird immer wie ein Fremder über die Methode urteilen. Daher haben wir uns, um den Bericht möglichst unvoreingenommen und objektiv ausfallen zu lassen, lange bemüht, in die Materie umfassend und mit wohlwollendem Interesse einzudringen.

Unser Gutachten wäre bei der komplexen sachlichen und psychologischen Situation noch umfangreicher ausgefallen, wenn wir uns nicht auf die Darlegung eines *Zweiges* der «empfindlichen Kupferchloridkristallisation» beschränkt hätten, jene der sog. «Blutkristallisation».

Es wird hier also nur ein *Ausschnitt* aus vielen und nach mehreren Richtungen tastenden Versuchen publiziert. Wir haben ausgiebig experimentiert, um auch die Versuchsreihen für Nicht-Blutzusätze nachzuvollziehen. Wir haben uns (nach Einrichtung einer leistungsfähigen Klimakammer) um die Besonderheiten von Kristallisierungsabläufen in «Klimakästen» gekümmert. Wir haben für Blutzusätze Varianten probiert, die bei den Praktikern nicht vorgesehen sind. Dies alles erfolgte, um einen festen Grund zu finden, von dem aus eine wissenschaftlich Aufarbeitung möglich ist. – Wenn auch von diesem Abtasten im folgenden wenig die Rede ist, so war doch diese Vorarbeit für unsere Urteilsbildung notwendig.

Wir müssen wohl davon ausgehen, daß die Methode und ihre Anwendungen (sowie die sehr heterogene Spezialliteratur hierüber) nicht allgemein bekannt sind. Unsere eigenen Bemühungen werden aber erst verständlich, wenn man Denkstil und Denksystem der Praktiker zur Kenntnis genommen hat. Daher wird in dieser Arbeit zunächst eine Einführung gegeben.

Über die Einrichtung und Erprobung der Klimaanlage hatte J. Dudler (1957) seinerzeit einen kurzen Bericht veröffentlicht. Zeitweise übernahm dann H. Leiteritz die Untersuchungen. Beiden Mitarbeitern danke ich sehr für ihre Geduld und mannigfache Initiativen, mit der sie Anfangsschwierigkeiten überwinden halfen. Diese erste Arbeitsperiode konnte dankenswerterweise mit der *Unterstützung des schweizerischen Nationalfonds* durchgeführt werden.

Doch verlangten die wenig signifikanten Aussagen der Methode noch größere Erfahrung und weiteres Material für Vergleichszwecke, vor allem zur Herausarbeitung der Serienhomogenität beim Testversuch. – Wir haben uns daher in einem Zeitraum von insgesamt 7 Jahren immer wieder die Zeit genommen, neben anderer Forschung solche Kristallisate herzustellen und hierbei ca. 10 000 Platten studiert. Zum Ein-denken in die Methode schien es uns sinnvoll, uns lieber langfristig und in Ruhe mit ihr zu befassen als kurzfristig und ausschließlich.

Dank der *Hilfe des Hochschulrates* der Universität Freiburg/Ü konnten im letzten Jahre abschließende Tests durchgeführt werden; Frau L. Kock danke ich sehr für ihre verständnisvolle Mitarbeit. Mit Hilfe meiner jetzigen Mitarbeiter am Institut wurde das Material gesichtet und dokumentiert. Die so entstandene Publikation möge jenen, die das Problem weiterdenken wollen, etwas von der Arbeit abnehmen, die wir uns der Objektivität willen zu unterziehen bemüßt sahen.

2. EINLEITUNG

Gießt man CuCl_2 -Lösung in dünner Schicht auf eine Glasplatte und läßt das Wasser verdunsten, so bildet sich ein wirres Aggregat von Nadeln, entsprechend der zufälligen Stellen, an denen sich zuerst Keime von rhombischer Substanz $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ bilden. Grenzt man innerhalb der ausgegossenen Flüssigkeit eine Partie ab, etwa durch Aufsetzen eines Glasringes, so gelingt es, innerhalb des Ringes ein radiäres Kristallaggregat zu erzeugen, Abb. 1. Dieses von uns Sphärit¹ genannte Aggregat bildet sich infolge des innerhalb des Glasringes realisierten konzentrischen Verdunstungsfeldes. Auf solchen Platten liegen die nach c-gestreckten Nadeln ± in der Plattenebene, nur selten beobachtet man kurzprismatische Querschnitte; Abb. 2.

Es ist eine allgemeine Erfahrung, daß eine monozentrisch-radiäre Ausbildung durch keim- und wachstumshemmende Zusätze begünstigt

¹ Sphärite sind an sich sphärische, also kugelige Gebilde mit konzentrischer, bzw. radiärer Kristallentwicklung. In unserem Falle kann man sich vorstellen, man hätte lediglich einen zentralen Schnitt durch ein solches Aggregat entwickelt. – Kupferchlorid ($\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) wird im folgenden einfach als « CuCl_2 » bezeichnet.

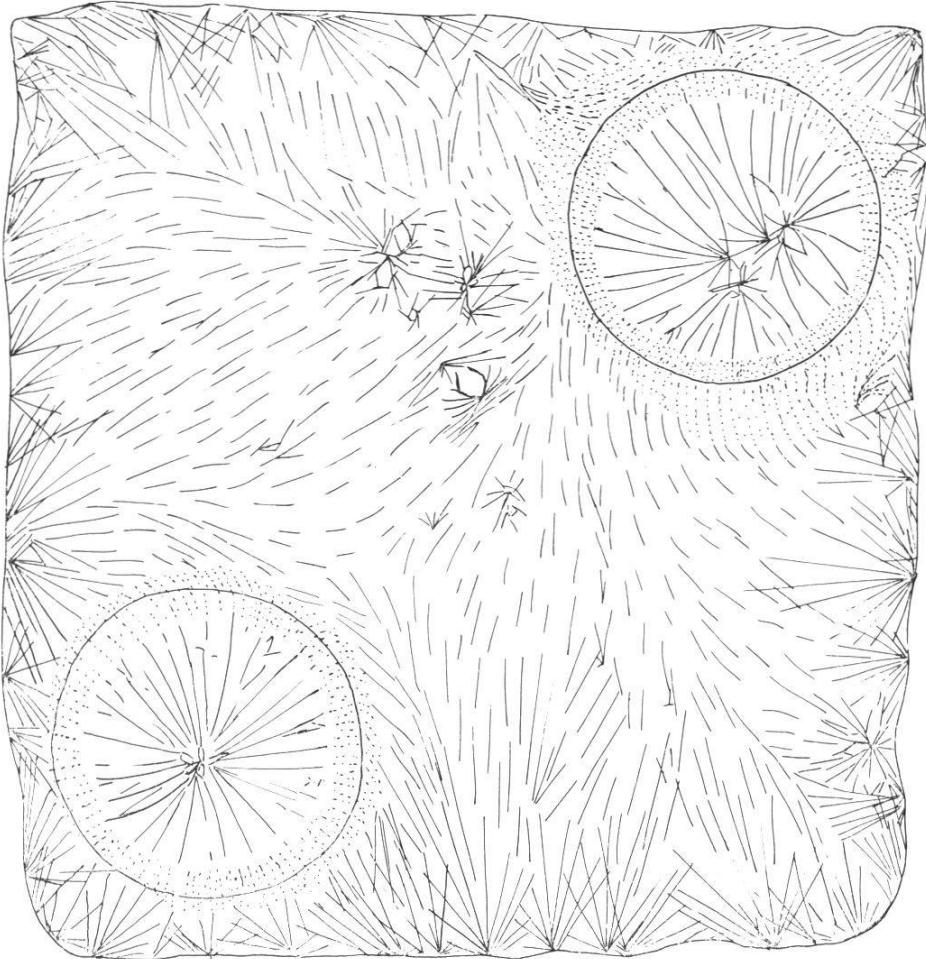


Abb. 1 Zweidimensionales Wachstumsfeld und Zentrierung. Auf einer durch Fettsaum abgegrenzten polierten Glasplatte wurde die für ein BKB nötige Lösung – in der Menge berechnet für die gegebene Oberfläche (ca. 25 x 25 cm) – ausgegossen und in der Klimakammer zur Kristallisation gebracht. An 2 Stellen der Platte waren gleich nach dem Ausgießen der Lösung zwei Glasringe (\varnothing 10 cm) aufgesetzt worden. Die Zeichnung (nach einem Foto 1 : 1) zeigt, wie die Kristallisation innerhalb der Glasringe zu einem zentrierten Gefüge führt; in gleicher Weise würde jede andere Abgrenzung definierte Gefüge ergeben. In dem punktierten Bereich (Randzone im BKB) ist die Kristallisation dünn; die Durchstrahlung geht aber kontinuierlich durch alle Bereiche.

wird. *Merkwürdigerweise glückt die Stabilisierung des sphäritischen Wachstums von CuCl₂ besonders leicht bei Blutzusatz.* Doch verändern auch andere Zusätze das Kristallisatibild des CuCl₂ in charakteristischer Weise, so daß man bei CuCl₂ ganz allgemein von einer besonderen *Gestaltungsempfindlichkeit für Sphäritwachstum* sprechen kann. v. Hahn nennt solche Kristallivate «Thesigramme». Handelt es sich

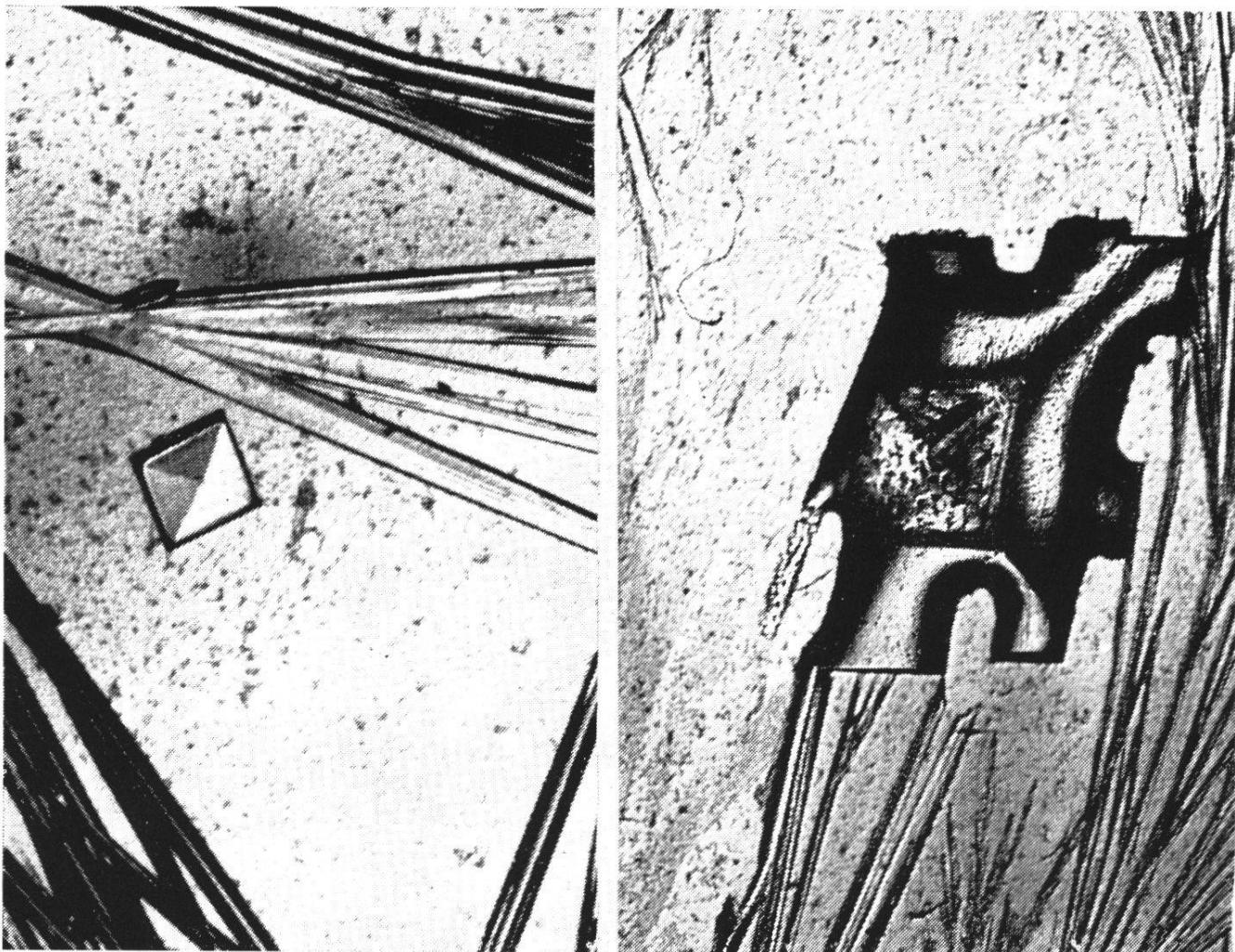


Abb. 2 Zwischen den üblichen nach c-gestreckten Kristallen des orthorhomischen $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ im BKB finden sich einzelne, kurzprismatisch entwickelte Kristalle, hier 0,1 mm Ø (auf dem linken Bild). Bei Rekristallisationsversuchen werden diese Kristalle bis zu 3 mm «dick», einschließlich der Anwachszonen (rechtes Bild). Die Kristalle des kovalenten Gitters (A. Neuhaus) entwickeln vorwiegend Flächen (110), staurolithartige Durchkreuzungswillinge nach (021) und haben eine Doppelbrechung $\alpha - \gamma = 1,742 - 1,644 = 0,098$. Der metastabile Bereich bei der Kristallisation ist relativ groß und kann durch Kolloidzusatz erweitert werden. Zwar scheint das Kupferchlorid durch den Lösungsgenossen Eiweiß im BKB nicht als solches verändert zu werden (A. Neuhaus, 1957, 1960), doch ist in Systemen mit Kupferchlorid damit zu rechnen, daß ggf. intermediäre Komplexbildung bzw. Mischkristalle auftreten (W. Kleber, 1959).

um Sphärite mit Blutzusatz, so wird man statt von einem «*Thesigramm mit Blutzusatz*» einfacher von einem «*Blutkristallisationsbild*», abgekürzt «BKB» sprechen.

Von den Praktikern der Methode wird eine Kristallisationstechnik angegeben, bei der die Thesigramme besonders zusatzempfindlich sein sollen. Wegen der weittragenden Bedeutung dieser Aussage bei BKB ist es notwendig, den Umfang der Reproduzierbarkeit festzustellen.

A. Neuhaus legt in dem Buch von A. und O. Selawry (1957) dar, weshalb von kristallographischen Gesichtspunkten her eine solche Reproduzierbarkeit durchaus möglich ist. Er sieht allerdings auch die Schwierigkeiten in der Faktorenbehandlung des Problems und faßt wie folgt zusammen:

«Seit E. Pfeiffer gezeigt hat, daß Kupferchlorid ($\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), in geeigneter Weise aus wäßriger Lösung mit Zusätzen pflanzlicher und tierischer Extrakte (insbesondere Blut) kristallisiert, ein *reproduzierbares* und *zusatzspezifisches Gefügebild* liefert und daß dieses Gefügebild biologisch- bzw. medizinisch-diagnostisch verwertbar ist, ist die Frage nach dem Wert dieses *Kristallisationstestes* für die biologisch-medizinische Diagnostik immer wieder gestellt und geprüft worden.

«Hierzu sei vorweg festgestellt, daß die grundsätzliche Berechtigung eines solchen kristallmorphologischen Testes, also die naturwissenschaftliche Legitimität der Methode an sich, vom kristallographischen Standpunkt zu bejahen ist. Der fachbiologischen und fachmedizinischen Forschung muß allerdings die Entscheidung vorbehalten bleiben, ob solche kristallmorphologischen Teste spezifisch genug und verlässlich genug sind, bzw. entsprechend entwickelt werden können, um mit wirklichem Nutzen z. B. für die biologische Artentestung oder für die medizinische Diagnose eingesetzt werden zu können ... Für den Kristallographen, Chemiker und Mediziner stellt sich damit die besondere Aufgabe nach den physikalisch-chemischen Vorgängen» ...

«Hierbei wird sich zeigen, daß das vorstehende Testverfahren letztlich einen Kristallisationstest auf disperse Proteine bildet, so daß sich mit ihm zugleich ein neuartiger methodischer Weg für die Proteinforschung eröffnet.»

Da die Aussagen der Praktiker aber heute schon weit über das hinausgehen, was man – kausalanalytisch gesehen – von der Methode erwarten kann, muß A. Neuhaus gleichwohl feststellen, daß es «sich um ein Testverfahren (handelt), das als Methode überhaupt noch des Nachweises der naturwissenschaftlichen Legitimität und hinsichtlich seiner Grundlagen und Phänomene der kritischen Bearbeitung bedarf».

Diese Situation kann nur überwunden werden, wenn man sich mit dem Verfahren der Praktiker vertraut macht und versucht, reproduzierbare Faktoren festzustellen und herauszulösen. Dies kann aber nicht einfach dadurch erfolgen, daß nach Gutdünken «Bestandteile»

der Methode isoliert werden; denn was «Bestandteil» für die Methode bedeutet, ist wegen der «ganzheitlichen Schau» nicht ohne weiteres einsichtig, zumal die Praktiker die morphologische Analyse nicht von der Deutung trennen. Die Suche nach definierbaren Faktoren geht der Isolierbarkeit von Faktoren voraus und ist die eigentliche Schwierigkeit in der Behandlung des Themas.

Das ist wohl auch der Grund, weshalb seit E. Pfeiffer's erster Publikation (1930) zwar die Praxis sehr in die Breite gegangen ist, grundlegend Neues aber nicht mehr hinzukam. Die reichhaltige Literatur ist bis 1957 zusammengestellt in A. und O. Selawry (1957)¹, bis 1960 in v. Hahn (1962). Jüngere monographische Werke sind uns nicht bekannt geworden.

Kehren wir zur Abb. 1 zurück. Dort ist durch Eingrenzen eines (kreisförmigen) Wachstumfeldes ein Thesigramm erzeugt worden. Die Kristallisation ist in dünner Schicht, in «quasi zweidimensionalem Wachstum» (A. Neuhaus), und unter Ausbildung einer zentrierten Struktur («Sphärit») erfolgt. B. Popoff (1934) war seinerzeit zu dem Ergebnis gekommen, «daß eine große Zahl (... von Sphäriten) nicht als Kristallaggregate im gewöhnlichen Sinne aufzufassen sind, sondern daß wir es hier mit mehr oder weniger einheitlichen anisotropen Gebäuden zu tun haben» (S. 3).

Zweifellos genügen die Kupferchloridsphärite dieser Definition und es ist verständlich, wenn man im Thesigramm eine gegliederte Einheit mit enger Korrelation der Teile sieht. Wir führen aus diesem Grunde den Begriff der *Grundgestalt* ein. Das Problem für die CuCl₂-Methode besteht nun darin zu wissen, was lediglich eine Variation der Grundgestalt und was eine *andere* Grundgestalt ist. Der Spielraum ergibt sich aus den beiden BKB der Abb. 3. Hier sieht man, daß in dem einen Falle das Mittelfeld² von einem monostrahligen Aggregat eingenommen ist, im anderen Falle eine polyzentrische Verfächerung vorliegt. Die CuCl₂-Kristallisation wird «empfindlich» genannt, wenn weder bloß mono-

¹ Auf S. XL die kristallographischen Referenzen, auf S. 218 f. die Referenzen der Praktiker.

² Wegen des aufgesetzten Ringes haben alle BKB randständig eine vom Mittelfeld mehr oder weniger abgesetzte Zone; die Art des Überganges wird von Selawry als wichtiges diagnostisches Element angesehen. Auch Jung (1952) hat schon auf die Wichtigkeit der Kristallisationsphänomene in der Randzone hingewiesen. Vgl. auch Abb. 23.

zentrische, noch regellos polyzentrische Thesigramme entstehen; er strebt wird die Dominanz eines Hauptspäriten, kombiniert mit dem Auftreten lokaler Zeichen.

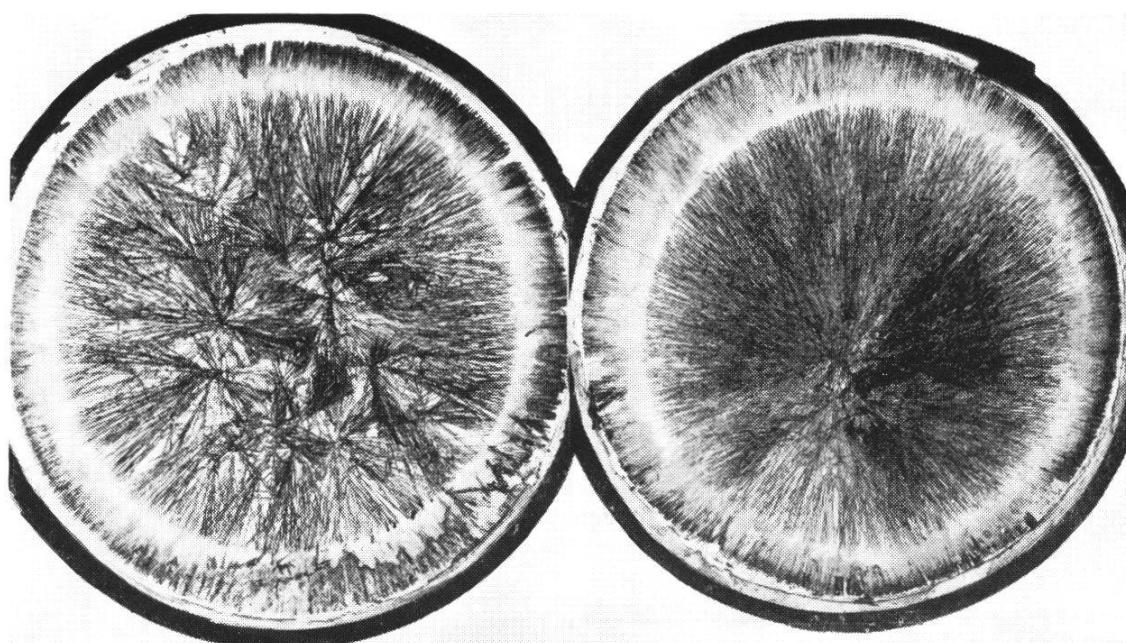


Abb. 3 BKB bei unterschiedlicher Versuchsführung zur Demonstration der Variabilität von Thesigrammen. Auswertbare BKB sollen eine Grundgestalt zwischen beiden Extremen haben. Je nach den vorliegenden Konzentrationen sind die optimalen Bedingungen verschieden. (Das linke Bild wurde in der Klimakammer bei konstanten Bedingungen erzeugt; 30°C, 30 % RF, 14 Std. Kristallisationsdauer. Das rechte Bild entstand vom gleichen Blut in der auf 36°C aufgeheizten und dann abgeschalteten Kammer, deren Temperatur auf 26°C sank. Ende der Kristallisation nach 15 Std.).

3. PRINZIPIELLES ZUR METHODE UND ZUM BISHERIGEN DEUTUNGSSTAND

a) Die Praxis der Methode

Je nach der Anwendung der Methode werden verschiedene Kristallisationsvorschriften gegeben. Auch für den speziellen Zweig der BKB-Herstellung gibt es mehrere Varianten; die zwei wichtigsten sind wohl jene nach Pfeiffer (zugleich Betriebsvorschrift für das Laboratorium

in Dornach¹⁾ und jene nach Selawry. Im Kap. 4 werden die Details der Methoden beschrieben. Hier soll lediglich das Prinzip des Vorganges dargelegt werden.

Man bereitet aus CuCl₂ eine Lösung. Aus der Fingerbeere der Versuchsperson entnommenes, auf Filterpapier aufgefangenes (und so konserviertes) Blut wird mit dest. Wasser hämolysiert und hernach auf 5 Reagenzgläser verteilt. Nach Zugabe von CuCl₂-Lösung und guter Durchmischung werden die Lösungen auf spezialgesäuberte, mit kreisförmigem Rand versehene Glasplatten ausgegossen. Bei ca. 30°C und mittlerer Feuchte werden die Platten in einer Klimazelle sich selber überlassen. Nach Durchlaufen einer Inkubationszeit beginnt die «empfindliche Kristallisation». Sie ist nach ca. 15 Stunden beendet. Die Platten werden nachgetrocknet und abgedeckt. Die Strukturen einer Serie werden über einem Lichtkasten analysiert und verglichen: Um ein Hauptstrahlungszentrum gruppieren sich Nebenzentren, Substanzaussparungen und Aggregationen. Der Grenzfall, daß außer der zentralen «Sphäritsonne» kein weiteres Formelement auftritt, ist sehr selten; ebenso selten ist das Auftreten völlig chaotischer Bilder.

Nur Serien, bei denen alle Platten im Typ ähnlich sind, gelten als geglückt, d. h. «empfindlich kristallisiert». Die Platten der gleichen Serie werden nun untereinander lageparallelisiert und hernach auf Art und Position der speziellen Zeichen im Wachstumsfeld analysiert.

Die Lageparallelisierung ergibt sich aus folgendem: Man kann annehmen, daß in der eindunstenden CuCl₂-Lösung bis zur Kristallisation eine völlig konzentrische Substanzverteilung auf der kreisförmigen Platte vorliegt. Doch bildet sich (aus Gründen, die in Kapitel 5 zu besprechen sind) der Primärkeim nicht genau im Zentrum der Platte, sondern liegt exzentrisch, und die Kreissymmetrie geht verloren. Man muß nun zwischen dem Plattenzentrum und dem Späritenzentrum unterscheiden. Das Späritenzentrum wird – wie Abb. 4 zeigt – so gelegt, daß eine rechts-links-Spiegelsymmetrie entsteht.

Nachdem so alle Platten der gleichen Serie in gleicher Lage vorliegen, versucht der Auswerter herauszufinden, welche Charakteristik

¹ Den Forschern des Naturwissenschaftlichen Labors am Goetheanum in Dornach möchten wir hierdurch für freundliche Beratung bei der Pfeiffer-Methode danken, ebenso für ihre Bereitschaft zu einem vergleichenden BKB-Test, der uns in die Lage versetzte, die eigenen BKB so zu steuern, daß die BKB der Praktiker (und damit der Literatur) verglichen werden konnten.

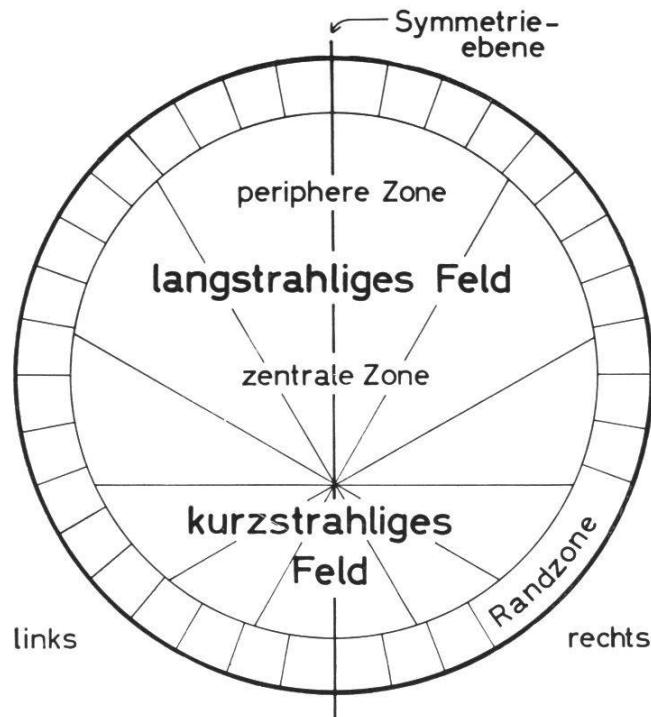


Abb. 4 Auswerteposition der Thesigramme, insbesondere der BKB: Das Hauptzentrum wird so gestellt, daß eine rechts/links-Spiegelsymmetrie vorliegt.

die betreffende Serie hat. Die dabei angewandten Regeln, die zur *diagnostischen* Deutung des BKB führen, sind bis jetzt rein empirischer Natur.

Unter solchen Umständen scheint die Prüfung der Reproduzierbarkeit des Verfahrens einfach, da der Übergang von der morphologischen Analyse zur diagnostischen Interpretation erst am Ende des Testes stattfindet. Doch ist es eben nicht möglich, die Reproduzierbarkeit zu ermitteln, ohne die Interpretation heranzuziehen, weil letztere uns verrät, welche der Merkmale des BKB überhaupt (und in welchem Zusammenhange) von Bedeutung sind. Allein aus diesem Grunde hat sich der Kristallograph auch mit der diagnostischen Nomenklatur zu befassen¹. Zuvor aber, um die Mannigfaltigkeit der Phänomene besser

¹ «Diagnostisch» bedeutet in unserem Zusammenhang, daß man aus dem BKB Hinweise für den gesundheitlichen Status der Versuchsperson gewinnt. Welche Bedenken hierbei auftreten, ergibt sich daraus, daß die Praktiker es nicht gerne hören, wenn man von einem «medizinischen Test» spricht. F. Bessenich vom Dornacher Laboratorium hat sich nach jahrzehntelanger Tätigkeit wie folgt geäußert: «Der Befund eines Kristallisationstestes ... will ... und kann ... niemals den Anspruch einer Diagnose machen. Er kann für den Arzt entweder eine Bestätigung seiner schon vorher gestellten Diagnose oder ein Hinweis für eine neue Richtung seiner diagnostischen Bemühungen sein» (1960, S. 13).

zu verstehen, sei noch ein Wort über den Einfluß der Lösungsgenossen gesagt.

b) *Eiweiß als Lösungsgenosse*

Die Gestaltgebung des BKB ist von der Zentrierung des Wachstumsfeldes her prinzipiell verständlich. Freilich hatte Pfeiffer seinerzeit, als die Methode neu war (und in der gleichen Studie über Blut, Pflanzensaft, Düngung, Eisblumen usw. berichtet wurde) die Meinung vertreten, daß eine «Strahlung» wirksam sein müsse, die von stark verdünnten Substanzen ausgehe, und die auch als mitogene Strahlung von Gurwitsch, Reiter & Gabor, Stempell experimentell nachgewiesen worden sei. Spätere Untersuchungen – ebenfalls von Pfeiffer selbst – haben aber die Bedeutung des Bluteiweißes herausgestellt. Blut enthält neben 78 % Wasser fast nur Eiweißstoffe (21,5 %) und schon der Mineraloge Jung hatte darauf hingewiesen, daß bereits vor der Kristallisation des CuCl₂ ein Eiweißkoagulat über die gesamte Platte verteilt sei. Es beginne die Eiweißausscheidung von der Mitte der Platte aus und rücke konzentrisch gegen die Ränder vor, wie sich durch Unterbrechung der Versuche zu verschiedenen Zeiten ergeben habe. Demnach würden also die Kristallnadeln in dieses kolloide Gerüst einschießen und die vorgegebene und während der Kristallisation fortgeführte Eiweißverteilung fixieren. Näheres s. auch bei Neuhaus («Über Keimbildung etc.»; 1960).

Man kann annehmen, daß sich die Eiweißkomponenten radiär um die gedachte Mitte differenzieren. Da sich die Acidität durch das Eindunsten erhöht, und zwar wegen der hochstehenden Ränder in der Mitte schneller als an der Peripherie, kann die Fraktionierung nach den unterschiedlichen isoelektrischen Punkten der Komponenten erfolgen. Selawry meint, daß (entsprechend der Abfolge von Protein- ausfällungen im Blut) sich die Fibrinogene zentral, die Globuline als nächstes und die Albumine peripher abscheiden. Abweichungen von der Norm im Blute von Kranken würden sich in der Gestaltung des BKB widerspiegeln.

Wenn wir eine BKB-Kristallisation phasenmäßig verfolgen, so ergibt sich also folgendes: Die Platten, versehen mit einem Glas- oder Celluloidring stehen in der Kammer; ihr Inhalt beginnt zu verdunsten, die Eindunstung ist in der Mitte am größten, der Flüssigkeitsspiegel entsprechend konkav gewölbt.

Nach einer Inkubationszeit ist die Eiweißfällung zu erwarten. Gemäß den Beobachtungen von Pfeiffer und Jung erscheint die Trübung nach ca. 12 Stunden.

E. Pfeiffer – in F. Bessenich (1960) – schreibt auf S. 84: «Gegen Ende der Phase A (= Anlaufsphase nach Pfeiffer) beobachtet man nun, daß in der bis jetzt klaren Lösung von einheitlicher Färbung ganz leichte, vorübergehende Trübungen auftreten, außerdem eine Trennung der Randzone von der Mittelzone. Ferner, daß diese Trübungen nach dem Rand zu strahligen Charakter haben, nach der Mitte zu eine Art Schlierenbildung aufwiesen. Innerhalb der Schlieren treten geformte Elemente durch Ausfällung kolloidalen Eiweißbestandteile auf. Diese Ausfällungen nehmen bereits einen Teil der Positionen und Formcharaktere ein, die später im Kristallbild zum Vorschein kommen.»

Anschließend erfolgt in den nächsten zwei Stunden die Sphäritkristallisation. Nun beginnen sich Kristalle auch an anderen Stellen der Platte auszuscheiden. Diese Aggregate verwachsen in der Folge mit dem Hauptsphärit, bis die ganze Fläche bedeckt ist. Die bei der Hauptkristallisation kristallfrei gebliebenen Bezirke werden relativ spät gefüllt. Pfeiffer, der einen solchen Vorgang gefilmt hat, bemerkte, daß um Nadeln, die quer zur allgemeinen Strahlenrichtung stehen, die Kristallisation hofartig ausgespart bleibt und daß die stetig voranschießenden Nadeln der Hauptsphärite in der Nähe solcher Höfe ihr Wachstum bremsen.

Demnach würde also die Gestalt des BKB gegen Ende der Inkubationszeit in den ersten Phasen der Kristallisationsperiode geprägt. Im guten Sinne empfindlich wäre die Kristallisation gewesen, wenn es den Kristallen gelang, den vorgefundenen Eiweißstrukturen nachzufahren und zusammen mit dem noch dispersen Eiweiß eine Ganzheit zu bilden. Bei zu stürmischer radialer Ausbreitung würden schon bestehende Feinheiten einfach überfahren worden sein; bei zu langsamer Füllung der Felder hätten zufällige Nebeneffekte eine desorientierte Kristallisation über und in der Eiweißmatritze erzeugt.

Den Eiweißfilm kann man nach Weglösen der Kristalle für sich studieren; mit Eosin oder anderen in der Mikroskopie üblichen Farbstoffen ist er noch deutlicher in seiner Struktur präparierbar. Pfeiffer (1960) schreibt wörtlich: «Ein ähnlicher Film entsteht auch, wenn man eine wäßrige Blutlösung (ohne CuCl₂) und unter sonst gleichen Bedingungen eintrocknen läßt. Dabei beobachtet man, daß den geläufigen Bildern ähnliche Formen entstehen, ja sogar die endgültige Kristallisationsanordnung vorgebildet wird» (S. 84).

Tabelle I: Morphologische Ansprache des Blutkristallisationsbildes

Der Sphärittypus

Zahl der Zentren:

monozentrisch, bzw. monozentrisch mit verbreitertem Zentrum
polyzentrisch mit Hauptzentrum und Nebenzentren
polyzentrisch mit untereinander gleichwertigen Zentren

Verteilung der Zentren:

stark/schwach exzentrisches Hauptzentrum
Anordnung der Zentren zu einem Zentrenkranz
polyzentrisch-chaotisch

Art der Zentren:

einfache, sternartige Zentren
Rosettenzentren (radial gescharte blattartige Hohlformen)
fächerige bis «geflochtene» Zentren

Konfiguration und Gesamteindruck:

streng radialstrahlig, verflochten, auffasernd
gut oder schlecht durchformter Typus
lockere oder dichte Lagerung (Größe der Zwischenräume)
zarte oder plumpe Nadelbildung
kontrahiertes oder zentrifugales Arrangement

Die Formengarnitur

1. Im Hinblick auf die Kristalle selbst

Komplette und inkomplette Sterne; verzerrte «Kometen», sowie zu kreuzförmigen Büscheln zusammengefaßte Sterne (Malteserkreuz).

Rudimentäre Strahlungszentren: Büschel, Fächer; Doppelfächer oft als strukturbestimmende Elemente des BKB

Querlagerungen: Quernadeln und -büschel können störungslos vom anrückenden Sphärit umwachsen werden. Querlagen können ferner als Zwillingsabzweigung von einem in Strahlenrichtung wachsenden Kristall entstehen. Querlagerungen im engeren Sinne sind frei gewachsene Einzelkristalle, bzw. nur schmal geöffnete Büschel, die die Wachstumsfront absperren. Abschwächungen des «typischen» Falles sind solche, wo von der Mitte der Quernadel ein Polygon zu wachsen beginnt, oder, wenn die Fächerung der Quernadel sich beidseitig zu einem Polygon emporzieht (Polygone mit Basisleiste).

«Dendriten» (meist als zweite Wachstumsgeneration).

2. Im Hinblick auf die tangentiale Umschließung kristallfreier Räume

Geschlossene Polygone

Radial um ein Sphärit-Zentrum: komplette oder inkomplette Rosette; auch verzerrte, verschobene Rosetten.

Abseits von Sphärit-Zentren auftretende Gebilde: isometrisch oder länglich, mit gerundeten (eichel-knospenartigen) oder geraden Begrenzungsflächen von symmetrischer oder asymmetrischer Form.

Offene Polygone

U-Formen (= Polygone mit Basis und zwei parallelen Wänden)

Büschele; bei diesen liegt der Bildeindruck mehr auf den Fächern, weniger auf der durch sie begrenzten Hohlform

Alle Polygone können von einem einzigen Keim ausgehen (sie wachsen dann sozusagen vom Blattstiel anfangend zur Blattspitze), sie können aber auch aus mehreren Teilstücken zusammenwachsen.

Die meisten Polygone sind anisometrisch. Die selteneren isometrischen Polygone haben sich oft von einem Keime aus in *einem* Richtungssinne zyklisch geschlossen.

Sekundäre Füllungsstrukturen

haben die gleiche Formengarnitur wie das Hauptkristallisat. Dendritenartige Fächer kommen hier reichlicher vor als im Hauptkristallisat.

c) Organzeichen und Lokalisation (Tabelle I)

Beim ersten Studium eines Thesigrammes ist man erstaunt über die Vielfalt der Strukturen. Soll man eine BKB-Serie auswerten, wird es schwerfallen, die Ähnlichkeit der Platten zu definieren. Ganz zwangsläufig wird man sich daher, wie dies auch die Praktiker getan haben, eine Formengarnitur zurechtlegen, um Zusammenhänge in der Vielfalt der Strukturen zu sehen.

Während reines Kupferchlorid als Thesigramm ein einfaches Nadelgeflecht ergibt, sind bei Kolloidzusatz die Aggregate geschwungen, ornamental, bedingt durch eine Auffächerung der Kristalle nach Art des Desminwachstums. Diese Fächer und Doppelfächer, sowie die sich – bei stärkerer Krümmung – zu Polygonen schließenden Nadelaggregate sind Komponenten der Gesamtstruktur; sie arrangieren sich im BKB in Abhängigkeit von der Lage im Wachstumsfeld. Als Einzelphänomene sind die Kurvenzüge (Kreisevolventen) verständlich als «Tangentialkurven durch repetierende Bildung gebundener Keime» (Leonhardt, 1954).

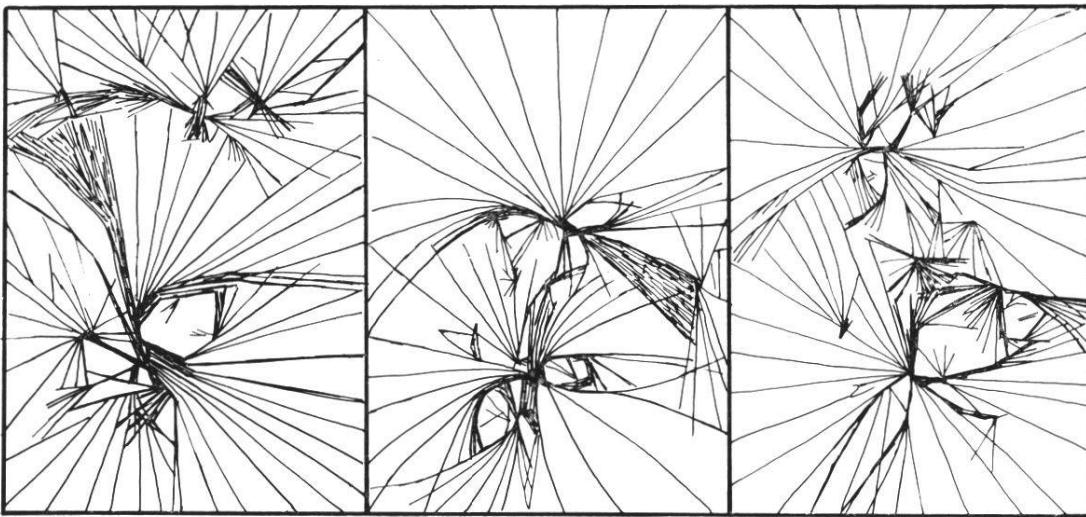


Abb. 5 Entartung der Sphärit-Zentren zu Hohlformen: Details des Hauptzentrums aus 3 Platten. In auswerterichtiger Position ist jeweils ein im Original 6 cm großer Ausschnitt der Platte gezeichnet. (BKB von Mamma-Carcinom).

Die Phänomene des Verzweigungswachstums (und ihr Zusammenhang mit den von der Kristallisation ausgesparten Bereichen mit angereicherten Lösungs- genossen) hat A. Neuhaus (in Selawry) diskutiert und den Ablauf einer BKB-Kristallisation in Einzelheiten geschildert und gedeutet. A. Neuhaus nimmt an, daß Eiweiß die Basis der nach (001) wachsenden Nadeln blockiert; die Größe des Abzweigungswinkels beim dadurch erzwungenen Fächerwachstum wäre demnach die wichtigste Bestimmungsgröße, was die Wechselwirkung zwischen Kristallwachstum und Eiweißgegenwart betrifft.

A. Neuhaus äußert sich an anderer Stelle (1960, S. 489, Was sagt die Wissenschaft ...) über die «temporäre Adsorption auf ‘affinen Strukturperioden’ der wachsenden Kupfersalznadeln» wie folgt:

«Kristallitlänge und Auffächerungswinkel sind innerhalb eines Nadelzuges ziemlich gleichförmig und zeigen damit periodisch-stoßweises Wachstum an, dessen Ursache nach Versuchsanlage nur in periodischen Hemmungen infolge Eiweißadsorption gesucht werden kann».

Dem Praktiker erscheinen die Kurven als «Formen». Solange die Kurvenzüge nicht zur Einwicklung führen, überwiegt der Eindruck als Fächer; sobald sich die Kurvenzüge schließen, entsteht der Eindruck einer «Hohlform». Eine vereinfachte Liste dieser «Formen» oder «Zeichen» enthält die Tabelle 1; Beispiele zeigen die Abb. 5 und 6.

Es ergibt sich aus der Art der Sphäritkristallisation, daß die Zeichen nicht an beliebiger Stelle im Wachstumsfeld entstehen. Wir werden im 5. Kapitel noch näher darauf eingehen. Vielblättrige Rosetten beispielsweise werden (wie die Zweiblätter von B. Popoff) bevorzugt am



Abb. 6 Übergang von Fächerwachstum zur Einwicklung (Hohlformenbildung) beim Rekristallisationsversuch einer BKB-Mischung. Man beachte auch den kontinuierlich gekrümmten «Faden», hell im Foto, U-förmig, unterhalb des kristallfreien Eiweißhofes. Bildbreite ca. 20 mm.

Zentrum des Sphäriten auftreten, sie sind einfach eine Variante der strahligen Kristallisation. Polygone werden in der Nähe des Kristallisationszentrums eher *isometrisch* entwickelt sein und können mit der Rosettenbildung im Zusammenhang stehen. Polygone an der Peripherie des Sphäriten hingegen müssen zu flammenartiger *anisometrischer* Gestalt kommen.

Da die Thesigramme zur Auswertung in eine bestimmte Position gebracht werden (Abb. 4) sind auch die Zeichen «lokaliert»¹. Ein

¹ Thesigramme, die bei dieser Aufstellung Schwierigkeiten bereiten, sind für die Auswertung ungeeignet. Im allgemeinen lassen sich aber die meisten Platten, sofern eine Serie vorliegt, im Rahmen dieser Serie in Auswertestellung anordnen.

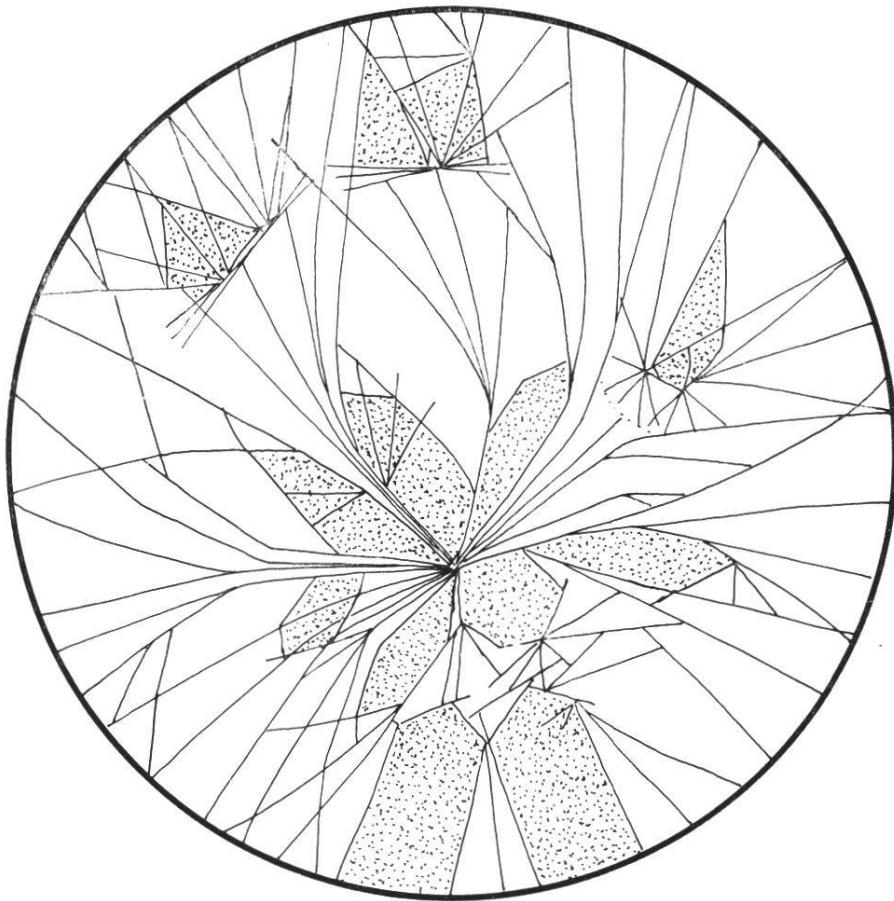


Abb. 7 Normbild der typischen Zeichenverteilung:

Rosetten und Polygone am Hauptzentrum; U-Zeichen gegen den kurzstrahligen Teil; Fächer und Doppelfächer als Zwischenstrukturen um symmetrische oder asymmetrische Hohlformen; neue Zentren und (Quer-)störungen gegen die Peripherie. – Bei polyzentrischen BKB werden die Anordnungen komplizierter: Mehrfache Wiederholung der Rosetten, Durchdringung mehrerer Zeichen etc. Das Arrangement kann zentripetal «kontrahiert» oder gegen die Peripherie geweitet sein, vor dem Vergleich verschiedener Platten ist daher eine «Proportionalentzerrung» notwendig.

allgemeines Schema gibt die Abb. 7. Im Normalfall entsteht also ein Feld mit bilateral-symmetrischen Wachstumsverhältnissen; an eine Hauptrosette schließen sich paarige Zeichen¹ an, die sich gegen den langstrahligen Teil flammenartig verbreitern, gegen den kurzstrahligen Teil U-förmig geöffnet bleiben. Mit größerem Abstand vom Strahlenzentrum sind auch Quernadeln mit den dazugehörenden Störungen des Gesamtbildes zu erwarten.

¹ Nur für das «Leberzeichen» soll eine Ausnahme bestehen, siehe weiter unten.

Schließlich wird man feststellen, daß bei bleibender Grundgestalt die Einzelzeichen des BKB manches Mal mehr auf den zentralen Bereich zusammengezogen, manchmal aber «wie aufgebläht» gegen die Peripherie verschoben sind. Gleichzubewertende Stellen sind also auf verschiedenen Platten verschieden zentralabständig. Da häufig noch andersartige, mehr zufällige Unregelmäßigkeiten hinzukommen, wäre es aussichtslos, feste Koordinaten einzuführen. Vor Vergleich der Platten einer Serie ist also zuerst das Gesamtgefüge jeder Platte zu idealisieren. Mit dieser, von uns «Entzerrung» genannten *Positionskorrektur* der Zeichen im Gesamtfeld hat man sich bislang nicht besonders befaßt; der Praktiker vollzieht sie durch seine visuelle Erfahrung. Mit den Begriffen der «*Grundgestalt*» und der «*Entzerrung*» glauben wir, uns bei der Ansprache von BKB klarer fassen zu können.

d) Zeichenbedeutung am Blutkristallisationsbild (Tabelle II)

Die vorstehenden Überlegungen ergeben sich, wenn man das aus der Literatur Bekannte an den selbsthergestellten Thesigrammen verifiziert. Insofern ist der kristallographische Rahmen der Methode abgesteckt. Nun werden aber von den Praktikern diese allgemeinen und plausiblen Gesichtspunkte zur Gestaltung im BKB noch zusätzlich interpretiert und hierbei sehr detailliert bewertet. Ohne Kommentar seien in Tabelle II solche Bewertungen den Aussagen der Tabelle I gegenübergestellt. Reduziert man diese Mannigfaltigkeit abermals, um nur noch das Wesentliche zu belassen, so würde man bei folgendem Schema anlangen:

Zeichen	Bedeutung
Sterne	Entzündungszeichen
Malteserkreuz	Abbauzeichen, Tbc
Querlagerungen	Carcinom-Zeichen (für das Organ, wo es auftritt)
Doppelfächer	Drüsen
U-Zeichen	Lunge (im kurzstrahligen Teil)
Rosetten	Magen – Darm (um die Sphäritenmitte)
anisometrische Polygone	
gradseitige Trigone	Nieren (langstrahliger Teil)
knospenartige Trigone	Uterus (langstrahliger Teil, mehr peripher)
eichelartige Polygone	Wucherungszeichen, benigne Tumore
asymmetrisches Zeichen	Leber (rechts im BKB)
isometrische Polygone	Herz

Tabelle II: Deutung der Zeichen im BKB durch die Praktiker

Bewertung des Sphärittypus

Das BKB Gesunder soll monozentrisch strahlig-verwoben sein.

Zunehmende Dezentrierung wird als Krankheitshinweis verstanden, ebenso übertriebene Verwobenheit oder Auffaserung.

Lockere Textur wird auf Entzündungen, dichte Textur auf benigne und maligne Tumore der Versuchsperson zurückgeführt.

Grünlich verbleibende («feuchte») Kristallisate sollen auf exsudative Reaktionslage, akute Entzündung, benigne Tumoren hinweisen; blaue («trockene») Kristallisate auf chronische Entzündungen und maligne Tumore.

Fleckige Ausbildung soll z. B. Allergien anzeigen.

Bewertung der Formengarnitur

Typische («sprühende») Sterne sollen Entzündungen anzeigen. Malteserkreuze werden als «Abbauzeichen» verstanden und häufen sich besonders bei Tbc; sie sind öfters Hohlformen einbeschrieben.

Doppelfächer, oft recht groß und bildbestimmend, sollen für Drüsenaffektionen charakteristisch sein (z. B. für Schilddrüse).

Typische Querlagerungen werden für Carcinom-Anzeiger gehalten. Die Diagnosesicherheit soll mit dem Alter des Patienten zunehmen, andererseits sollen die Querlagerungen mit fortgeschrittenen Carcinom-Stadien undeutlich werden.

Rosetten sollen typisch für Erkrankungen des Magen-Darmtraktes sein; Verzerrungen der Rosette sind für die Auswertung unerheblich.

Längliche, eichelartige Polygone sollen allgemein auf gutmütige Geschwülste (Adenome, Fibrome, Myome, Glyome, usw.) hindeuten («Wucherungszeichen»).

Knospenartige Trigone mit gebogenen Seiten im peripheren Teil sollen die Genitalregion anzeigen; mehr zentral gelegene Trigone mit geraden Kanten, paarweise symmetrisch zur Vertikalen auftretend, Erkrankungen der Nieren anzeigen. Isometrische Penta- und Hexagone sollen, zentralgelegen, auf Herzkrankheiten hindeuten, U-Zeichen im kurzstrahligen Teil auf Lungenerkrankungen hinweisen. Häufig einseitig rechts, also asymmetrisch im BKB, sollen die Leberpolygone liegen.

Vergewissert man sich nun, wo die Rosetten und Polygone auf Grund der unter b) genannten Gesichtspunkte ihr wahrscheinlichstes Auftreten haben, so ergibt sich, wenn man diese Strukturen als «Organzeichen» versteht, eine merkwürdige Konstellation: Die Kopfregion liegt ± beim Sphäritenzentrum; gegen den langstrahligen Teil beginnt die Mittelregion des Körpers (rechts unpaarig liegt das Leberzeichen), es folgt der Unterleib. Kurz: es entsteht ungefähr das Bild eines auf dem Kopf stehenden, dem Kreis einbeschriebenen Menschen. Solche Einbeschreibungen der menschlichen Gestalt in einen Kreis müssen bei der Geburt der Methode Pate gestanden haben, sonst wäre die Empirie nicht in dieser Weise zielstrebig geworden!

Solche – sagen wir – «parazelsische Ganzheit» basiert auf mittelalterlich-mystischen Ideen. Man studiere etwa die Darstellung der Vision der Hl. Hildegard von Bingen («Buch der Göttlichen Werke», 1163–1170), um zu erkennen, daß von jeher der Mensch in ein Kreisfeld «eingespannt» gedacht war und daß dies als gestalthafte kosmische Entsprechung angesehen wurde.

Später haben freilich auch die Befürworter solcher Ideen erkennen müssen, daß diese Schematisierung nicht streng durchzuführen ist. Pfeiffers ursprüngliches Schema hatte im kurzstrahligen Teil den Kopf. Beim Sphäritenzentrum lagen beiderseits die Lungen, es folgte der Magen, dann die Nierenpunkte, daneben rechts die Leber, anschließend der Unterleib.

Das ist eindeutig und würde in der Tat das Eingreifen parazelsischer Kräfte verlangen. So schreibt F. Bessenich (1960) Seite 82/83: «Der wissenschaftlich geschulte Mensch unserer Zeit wird geneigt sein, die ‘krankheitsspezifischen’ Zeichen in Zusammenhang zu bringen mit Substanzen, welche als Abbaustoffe im Organismus entstehen. Auch für die ‘Organformen’ wird er eine Erklärung im stofflich Bedingten suchen, um sie ‘verständlich’ zu finden. Aber das alles schwindet gegenüber dem Phänomen der ‘Lokalisation’ der erkrankten Organbeziekte. Es gibt für dieses an vielen Tausenden von Fällen erprobte Phänomene keine ‘Erklärung’ im Bereiche der chemisch-physikalischen Tatsachen unserer sinnenfälligen Welt». – Unseren eigenen Standpunkt entnehme man dem 5. Kapitel!

Tatsächlich aber liegen in Abweichung vom ursprünglichen Schema die Lungenzeichen meist abständig vom Sphäritenzentrum («höher» als der Kopf), während die Magenrosette direkt am Zentrum ansetzt. Selawry zieht es daher vor, von Respirations-, Verdauungs- und Urogenitaltrakt zu sprechen, wodurch sich natürlich große Freiheiten ergeben, denn der eine reicht von der Nase bis zur Lunge, der andere von der Zunge bis zum Darm, der dritte beginnt schon bei den Nieren.

Ungeachtet solcher Warnungen vor Analogien ist aber auch heute noch Bild und Deutung in der Sprache der Praktiker «gemischt»:

man spricht von indiziertem Magen, wenn Rosetten am Zentrum auftreten, man spricht von Unterleibskrebs, wenn sich im langstrahligen Teil des BKB Querstörungen zeigen. Man kürzt die Sprechweise ab und stellt Lungen-U, isometrische Herzpolygone usw. fest. Mißverständnisse *müssen* auf diese Weise auftreten, denn es kann der Eindruck entstehen, als ob durch diese Ausdrucksweise eine Kausalanalyse entbehrlich wäre. Da wir uns gerade um letztere bemühen, begreift man die Problematik der Ausgangssituation!

Da es unvermeidlich ist, die Zeichendeutung zur Kenntnis zu nehmen, damit man nicht nur im Vorfeld der Methode sehr unspezifische Feststellungen trifft, so hängt das Gelingen der Arbeit schließlich davon ab, in welcher Weise man bei der Faktorenanalyse von der Zeichendeutung wieder abstrahieren kann.

Somit ergibt sich der folgende Gesamtaufbau der Arbeit: Wurde in diesem 3. Kapitel die «Praxis» unter Trennung der morphologisch-deskriptiven und der zeichendeutenden Aspekte dargelegt, so werden nach dem 4. Kapitel über die äußeren (klimatechnischen) Bedingungen im 5. Kapitel die Faktoren noch einmal diskutiert und die Teste des 6. Kapitels angeschlossen.

4. KLIMAKAMMER UND ARBEITSBEDINGUNGEN

a) *Einrichtung eines klimatisierten Labors*

Die empirischen Vorschriften für die «empfindliche Kristallisation» werden in den einzelnen Labors in vielfachen Variationen zu realisieren versucht. Oft sind die Kästen oder Boxen nicht zu betreten und erlauben auch wenig Experimentierfreiheit. Um diese Unklarheiten und Unsicherheiten zu vermeiden, richteten wir einen (gemauerten) Raum von ca. 16 m³ Rauminhalt als Klimakammer ein (s. auch U. Ehrenwerth 1961). Er wurde mit 10 cm starken Korkplatten und einer doppelten Decke isoliert, der Zugang mit einer Gummi-gedichteten Luftschutztür versehen. Ein serienmäßiger Büroklimatisator der Fa. Frigidaire (Modell Super 33)¹ der in einem Mauerdurchlaß stand, wurde durch

¹ Kompressorstärke 1/3 PS; Luftumwälzung 340 m³, davon Frischluft 70 m³.

zusätzliche Zirkulations- und Schaltsysteme zu einem leistungsfähigen Klimagerät umgeschaltet. Über die Wirkungsweise hat J. Dudler (1957) kurz berichtet.

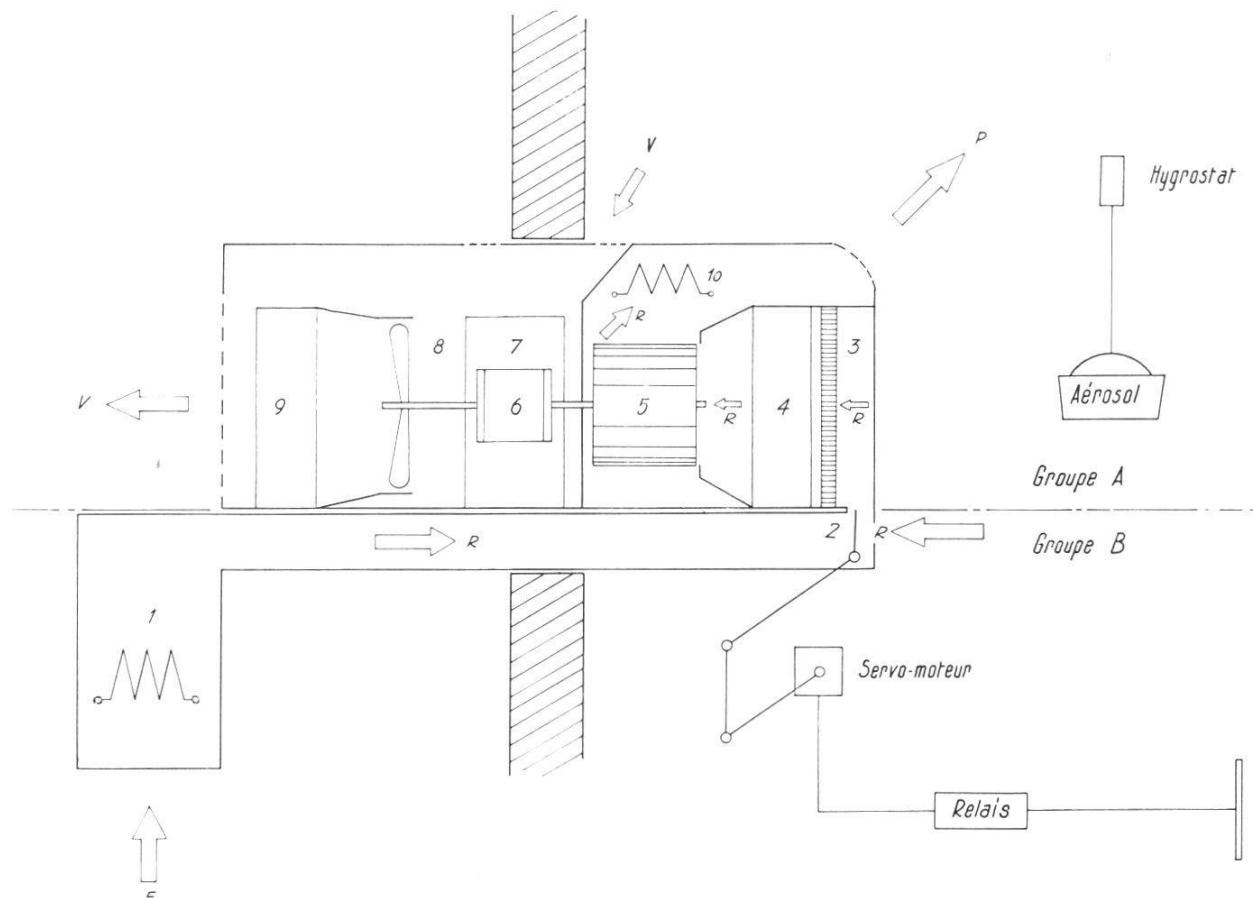


Abb. 8 Schema der Klimaanlage. Frigidaire-Bürogerät (groupe A) kombiniert mit direkt gesteuertem Luftkanal (groupe B).
1 Außenheizung, 2 Regelklappe, 3 Filter, 4 Kühlaggregat, 5 Zentrifugalventilator, 6 Motor, 7 Kompressor, 8 Achsialventilator, 9 Kondensator, 10 Innenheizung. Die Pfeile zeigen die Luftführung an. Das Kontaktthermometer (rechts unten) steuert über das Relais den Servomotor. Der Hygrostat befindet sich nahe der Luftaustrittsöffnung.

Das Schema (Abb. 8) ist der dortigen Arbeit entnommen; Gruppe A zeigt die Einheiten des Standardgerätes, Gruppe B den zusätzlichen Kreislauf, durch den eine vorgeheizte Luft der Innenluft zugemischt wird. Die Zumischung erfolgt durch Sog von der Gruppe A her; auch beim Abblasen in den Raum war kein weiterer Ventilator eingebaut. Die Zumischung wird durch eine Klappe geregelt, die der Servomotor direkt vom Kontaktthermometer des Raumes her steuert. – Die Feuch-

tigkeit wird durch einen der üblichen mit Wasserzerstäubung arbeitenden Zimmerfeuchter (Defensor Junior) – kombiniert mit Haarharfe (Honeywell) – geregelt; zur Verwendung kommt ein durch Ionenaustausch gereinigtes Wasser¹.

In der Raummitte befindet sich das Gerüst für die Aufnahme der Kristallisierplatten. Hier schwankten die Ablesungen auf dem Beckmann-Thermometer um $0,2^{\circ}\text{C}$ (bzw. $0,02^{\circ}\text{C}$ in aufgestellten Flüssig-

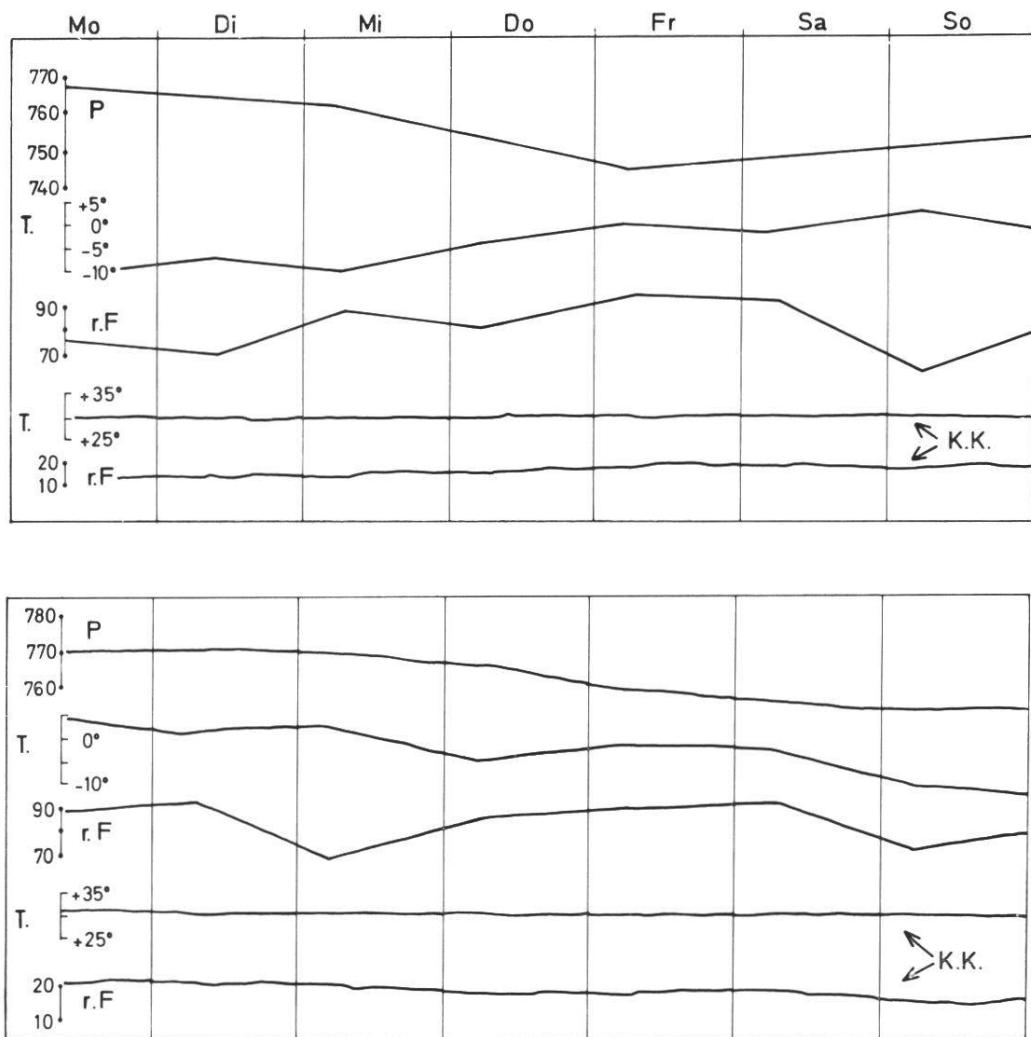


Abb. 9 Vergleich von Außen- und Innenbedingungen bei der Klimatisierung gezeigt an zwei Testwochen im Januar, bzw. Februar. Die Kurven von oben nach unten zeigen: P = Außendruck (unkorrigiert); T = Außentemperatur; r. F. = Außenfeuchte; KK = Temperatur- und Feuchtebedingung in der Klimakammer.

¹ Wieder aufgegeben wurde ein System periodischer Dampfzuführung ebenso wie eine komplizierte progressive elektronische Steuerung. Die Schaltperioden waren zu lang und die Stabilisierung schleppend.

keiten), bei einer Feuchtetoleranz von maximal $\pm 2\%$ rel. Feuchte, Belastung durch Anwesenheit eines Mannes oder gelegentliches Öffnen der Tür eingeschlossen. Auch geräteseitig ist die Störungsanfälligkeit der Klimakammer praktisch gleich Null.

Da diese von uns benutzte Art der Klimatisierung wenig Aufwand erfordert und in ihrer Leistung noch nicht beschrieben worden ist, seien an Hand einiger Diagramme die Stabilitätsbedingungen belegt:

Abb. 9. Vergleich von Außen- und Innenbedingungen demonstriert an zwei Testwochen (im Jan. bzw. Febr.). Hierzu ist zu ergänzen, daß der (isolierte, abgesperrte) Raum bei ausgeschaltetem Klimagerät einen Tagesrhythmus von 11–15°C hatte (Außentemperatur: 3–13°C).

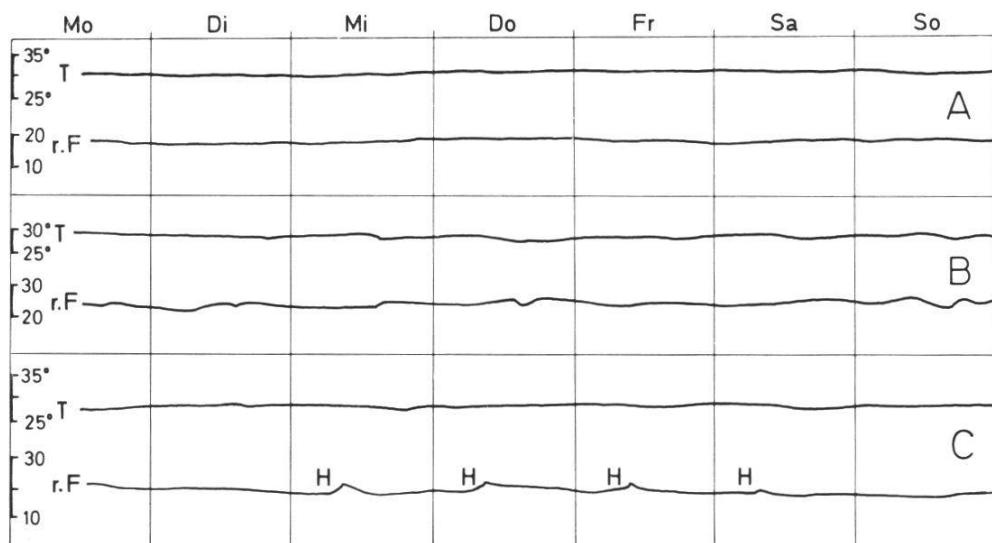


Abb. 10 Feuchteeinstellung in der Klimakammer nach Art der improvisierten Zellen (Monat April):

- A: Temperatur und Feuchte der leeren Kammer
- B: in der Kammer sind ununterbrochen zwei Wasserhähne geöffnet (mittlerer Ausfluß)
- C: es wurde jeden Tag ein feuchtes Handtuch (H) ausgehängt.

Abb. 10. Empfindlichkeit der Feuchteeinstellung. Auch eine große Feuchtedosierung bedingt durch zwei geöffnete Wasserhähne (Kurven B), wird von unserer Klimakammer noch ertragen. Da in den Kristallisationszellen die Feuchte häufig durch Auslegen von nassen Tüchern gesteuert wird, zeigt das untere Kurvenpaar (Kurven C) den Einfluß solcher Feuchtespender auf unser System. Allgemein ist zu bemerken, daß der Feuchtefühler schnell auf die zugeblasene Umluft reagieren muß; bei verzögerter Aerosolzuführung steigt die Temperatur rasch an.

Abb. 11 zeigt die große Stabilität bei Belastung der Klimakammer. Die Mittelwerte lassen sich auch unter solchen wechselnden Beanspruchungen über Wochen aufrecht erhalten, obwohl (wegen der Lage des Raumes im Stockwerk unter dem Dachboden) die Außenbedingungen

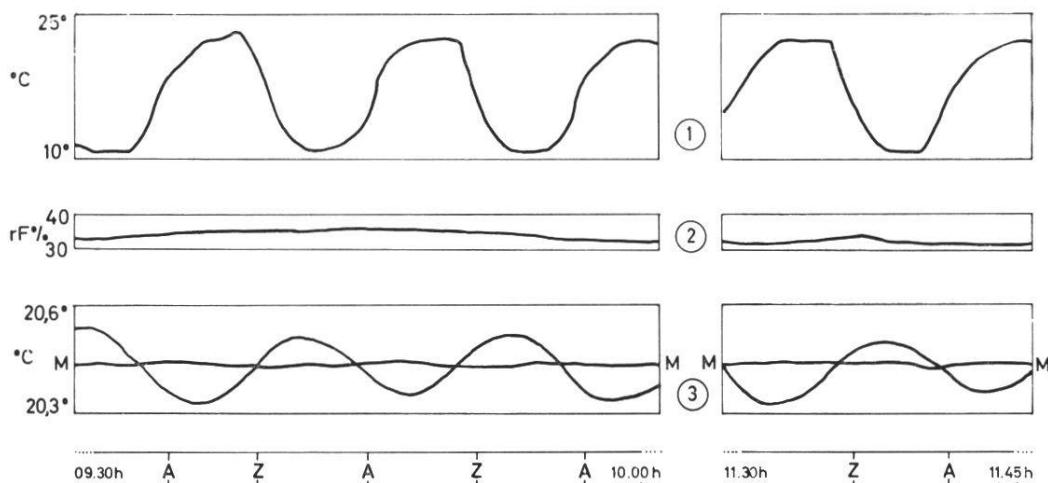


Abb. 11 Belastungsfähigkeit der Klimaanlage

Links Schemata für die leere Klimakammer; rechts Darstellung der Werte nach einem 90 minütigen Aufenthalt einer Person in der Kammer. Meßdauer: 9,30–10 Uhr ohne Belastung; 11,30–11,45 Uhr mit Belastung. (Angabe der Luftzumischung: A = Regel-Klappe auf, B = Regel-Klappe zu).

- Kurven:
- (1) Temperatur der in den Raum geblasenen Mischluft
 - (2) Relative Feuchte in der Kammer
 - (3) Ablesung des Beckmann-Thermometers in Luft, bzw. in Flüssigkeit (M).

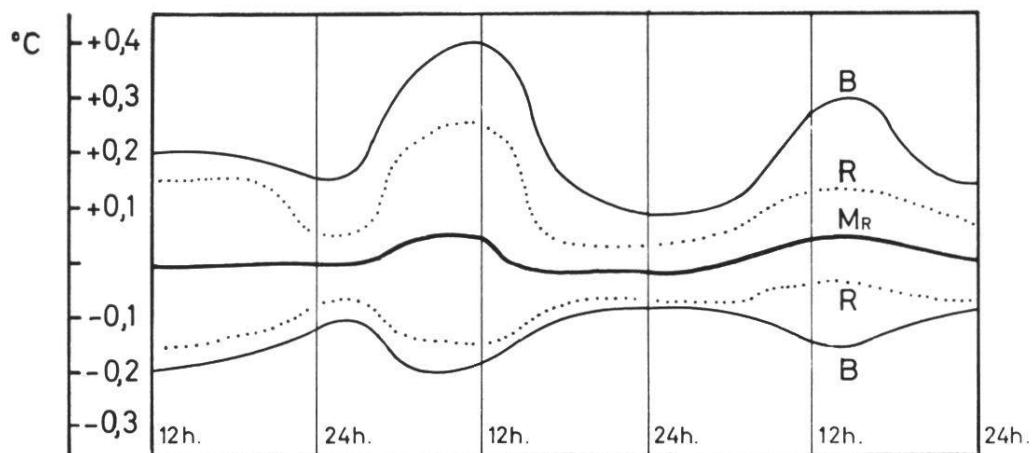


Abb. 12 Beispiel für Temperaturschwankungen (Tag/Nacht-Rhythmus) an einer der Meßstellen des Klimaraumes.

B = Ablesung am Beckmann-Thermometer in Luft, R = Werte des Registriergerätes (Recorder/Honeywell); M_R = Mittelwert für die Recorderanzeigen (= ungefährer Gang der Registrierkurve).

gen stark schwanken. Diese Stabilität gilt für Einstelltemperaturen von ca. 15–38°C in der Klimakammer.

Abb. 12 demonstriert, in welcher Weise der Tag/Nacht-Rhythmus aufgefangen wird.

Eine Anlage vom beschriebenen Klimatisierungstyp, die ohne Vor-
kammer auskommt, hat natürlich nicht an allen Stellen des Raumes gleiche Temperatur, besonders deswegen nicht, weil wir (wegen der ausliegenden offenen Kristallisierschalen) keine starke Umluftbewe-
gung durchführen. Die Suche nach dem geeignetsten temperatur-
konstanten Ort ist verbunden mit einer stauungsfreien Regelung der Luftzirkulation (Prüfung der Durchspülung mittels Rauchwolken und Papierbanderolen).

Über die Größe der Temperaturschwankungen geben folgende Zahlen Auskunft:

	Maximale Differ. zwischen den Meßstellen	Maximale Differ. an einer Meßstelle	Differenzen am besten Meßpunkt	
Meßstellen in 50 cm Raumhöhe	± 0,8	± 0,55	± 0,25	°C
Meßstellen in 115 cm Raumhöhe	± 1,0	± 0,75	± 0,15	°C

d. h. also, daß auch eine Tischplatte in bestimmter Höhe des Raumes nur bei begrenzter Ausdehnung homogene Bedingungen hat. Daher fangen auch die Kristallisationen nicht auf allen Kristallisierschalen gleichzeitig an.

An der besten Meßstelle des Raumes ergeben sich bei minütlicher Ablesung am Kontrollthermometer die folgenden Abweichungen von 20,00°C (aufgeschrieben sind die Ziffern hinter dem Komma):

(zu) +,02 +,02 +,03 +,03 (auf) +,03 +,02 +,02 +,01 ,00 ,00 ,00 ,00 (zu) ,00
+,01 +,01 ,00 ,00 (auf) ,00 ,00 ,00 ,00 ,00 −,01 −,01 −,01 (zu) −,01 −,01
,00 ...

Erfaßt ist also ein Zeitraum von 30 Minuten mit dreimaligem Schließen der Regelklappe.

Innerhalb der von der Kupferchloridmethode verlangten Bedingungen ergeben sich keine klimatechnischen Schwierigkeiten, da das verwendete Frigidaireaggregat als Büroklamatisiergerät ungefähr auf die Temperatur-Feuchte-Verhältnisse ausgelegt ist, wie wir sie zur Züchtung benötigen. Will man aber die Klimabedingungen stärker variieren, wie es beim Einsatz der Anlage für andere Kristallisatzwecke oft

notwendig ist, so muß man mit Hilfe des Mollier-Diagramms (Abb. 13) die Abhängigkeit von Temperatur, Feuchte und Wärmeinhalt (Enthalpie) bestimmen.

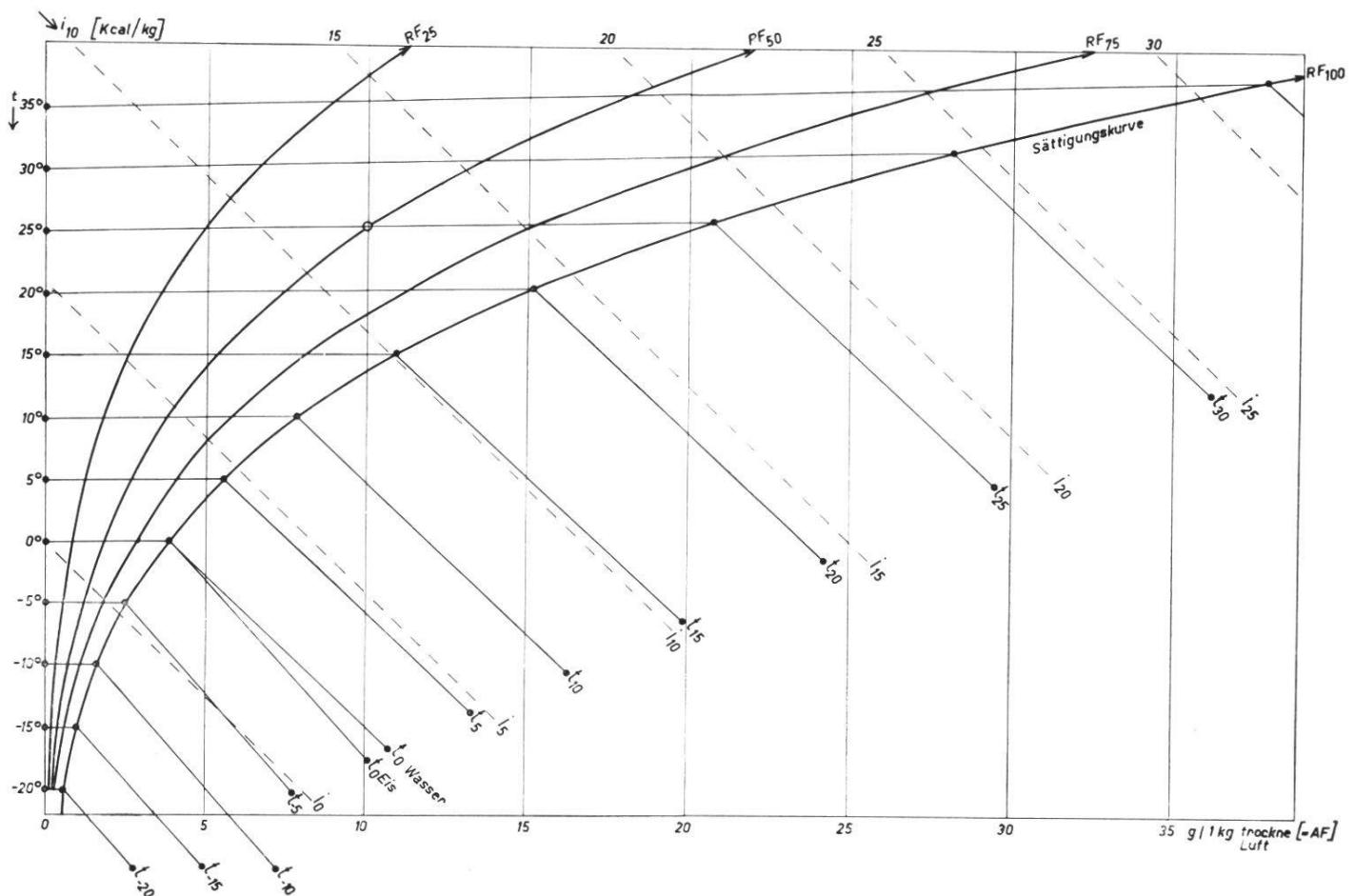


Abb. 13 Vereinfachtes Mollier-Diagramm für feuchte Luft.

Wegelassen ist das meist mit Randmaßstab zusätzlich eingetragene di/dx -Verhältnis, welches man braucht, um die Richtung der Zustandsänderung bei Dampfzuführung ablesen zu können; wie im Text vermerkt, geht bei den für Klimaanlagen infrage kommenden Werten diese Verschiebung annähernd parallel der Isothermen.

Wegelassen ist ferner die Veränderung des spez. Gewichtes (etwa zwischen 1,2 und 1,1 kg/m³) und die Dampfdruckkurve, die als ansteigende Gerade relativ zur AF einzutragen wäre.

Es verbleiben an gekrümmten Kurven die Linien gleicher RF; 100 % RF ist die Grenzkurve gegen das Nebelgebiet.

Die i -Werte sind nach rechts absteigende Geraden; die Isothermen steigen im untersättigten Gebiet an, laufen aber im übersättigten Gebiet dem Wärmeinhalt \pm parallel. (Man beachte die gleichbleibende Richtung der Geraden konstanter Wärmeinhaltes relativ zur Aufgabelung der Isothermen für Wasser und Eis).

Das Diagramm basiert auf Werten für 735 mm Hg Druck.

Das Mollier-Diagramm ist als schiefwinkelges Diagramm mit den Koordinaten Enthalpie : Wasserdampfgehalt konstruiert und wird nach Anbringung einer rechtwinkligen Hilfsabszisse und eingetragenen zusätzlichen Linien zum Diagramm des Klimatechnikers.

Das zugrunde liegende System besteht aus trockener Luft (L) und Wasserdampf (D). Man legt 1 kg Trockenluft vor, das ist etwas weniger als 1 m³ (denn die Wichte der Trockenluft bei 20°C/760 mm Hg ist 1,2 kg/m³); die anteiligen kg Wasserdampf (bzw. die Gramm-Werte) geben die absolute Feuchte (AF).

Das auf 1 kg trockener Luft basierende System wiegt also (1 + x) kg. Seine Enthalpie ist:

$$i_{(1+x)} = i_L + x \cdot i_D = 0,24 t + x (597 + 0,46 t) \quad \text{Kcal/kg}$$

Die Vertikalen des Diagramms sind die Linien gleichen Wasserdampfgehaltes (AF); hingegen laufen die Geraden gleicher Enthalpie diagonal nach rechts unten. Sie schneiden im Übersättigungsgebiet die (zusätzlich eingetragenen) Kurven der relativen Feuchte (RF = Quotient aus wirklicher Dampfmenge in der Luft und Sättigungsmenge bei gleicher Temperatur) und der Temperatur. Im Übersättigungsgebiet, also unterhalb der Sättigungskurve, aber laufen Enthalpielinien und Isothermen fast parallel; die im oberen Teil des Diagramms leicht ansteigenden Isothermen sind also am Taupunkt nach rechts unten geknickt.

Betrachten wir den durch einen Kreis im Diagramm (Abb. 13) gekennzeichneten Punkt: das hier repräsentierte System hat bei 25°C eine relative Feuchte RF = 50 %, eine absolute Feuchte AF = 10 (g/kg Trockenluft).

Erwärmten wir, so bewegen wir uns vertikal nach oben. Die AF bleibt, die RF ist bei 38°C nur noch 25 %. Kühlen wir vorsichtig (d. h. von einem Punkt nicht unterhalb des Taupunktes gleicher AF), so steigen wir vertikal ab; bei 18°C werden 75 % RF durchschritten, bei 14°C wäre RF = 100 %, die Sättigungsgrenze erreicht; weiteres Abkühlen würde Tropfen ausscheiden (Taupunkt).

Um die Sättigungsgrenze zu unterschreiten und ins Nebelgebiet zu kommen, muß man die Kühlfläche des Gerätes kälter halten als die Taupunkttemperatur. In diesem Falle erfolgt die Kühlung nicht längs der Vertikalen abwärts, sondern unter steter Verminderung der AF (Naßkühlung); die Kühlfläche habe z. B. 5°C, dann bewegt sich das System während des Kühlens vom Ausgangspunkt in Richtung des Knickpunktes der 5°-Isotherme, also schräg nach links absteigend. Hat sich die Temperatur von 25°C auf 15°C gesenkt, so enthält 1 kg Trockenluft statt 10 kg Wasserdampf schon weniger als 8 g, bei 5°C verblieben etwa 6 g im System.

Eine Befeuchtung untersättigter Luft ist führbar bis zur Sättigung. Will man isotherm feuchten, so muß man Dampf zusetzen, die Temperatur steigt minimal, die Enthalpie nimmt stark zu. Zerstäubt man hingegen Wasser, wie in unserem Falle, so ändert sich die Enthalpie wenig; wir bekommen bei gleichzeitiger Kühlung ein ungefähres Entlangfahren parallel der Linien konstanter Enthalpie i.

b) Bedingungen in Kristallisationskästen

Zur Herstellung eines klimatisierten Bereiches bedarf es je nach der Anlage eines größeren Raumvolumens, in dem die Zonen der gewünschten Eigenschaften als *Ausschnitt* enthalten ist.

Die Praktiker der CuCl_2 -Methode halten Zellen von 5 m^3 für ausreichend; je kleiner die Zellen, um so weniger definiert ist die Konstanz während der Kristallisation. Hier gibt es einen «Gang» der Temperatur- und Feuchtwerte. Aus diesem Grunde ist auch unsere Klimakammer nicht das genaue Abbild der üblich verwendeten Zellen, denn bei uns werden auch während der Kristallisation dauernd konstante Bedingungen aufrechterhalten.

Der extreme Fall einer einfachen Klimazelle ist ein leerer Trockenschrank. Da man neuerdings bei der CuCl_2 -Methode zu sehr kleinen Kristallisationsbehältern¹ übergeht, ist es nützlich, an einem Trockenschrank die Abfolge einer Kristallisation (Eindunstungs- und Reife- phase, Kristallbildung, Trocknung) darzustellen. Die Konditionierung der Praktiker ist ja absichtlich so bemessen, daß nicht nur die Kristallisation eine gewisse Dauer hat, sondern ihr auch eine genügend lange Verweilszeit vorangeht.

Welches die optimalen Verhältnisse sind, ist bislang noch nicht begründet worden. Es gibt auch noch keine verbindliche Antwort darauf, ob eine bestimmte Feuchte oder Art der Durchlüftung (Luftspülung über den Platten) von Belang ist; welchen Einfluß Strahlungswärme hat und ob es erwünscht ist, vor oder während der Kristallisation einen bestimmten «Gang» der Feuchte oder der Temperatur zu haben.

Als Hinweis auf die Probleme der Praktiker seien die Ergebnisse von Versuchen an einem 70 l Schrank (Heräus-RT 500) mitgeteilt (Abb. 14–16).

Dieser Trockenschrank lieferte uns bei geöffneter Durchlüftung und in mehreren Versuchsreihen (bei gleichzeitiger großer Außenfeuchte) eine «charakteristische» absolute Feuchte von 6–7 g/kg, was sich ent-

¹ Einige Beispiele für die variablen Voraussetzungen: Pfeiffer, der 1935 einen Klimaraum von $4 \times 2,5 \times 2,5 \text{ m}$ zur Verfügung hatte, empfahl eine auf den Tisch stellbare «Kapelle», die, auf Füßen stehend, von unten Frischluft erhält; Heizung elektrisch. – Selawry stellt in einem geeigneten Raum telefonkabinenartige Einzelkammern auf; Inhalt etwa 5 m^3 . Jung begnügt sich mit 1 m^3 , v. Hahn's Kammer ist noch kleiner und sehr eng bestückt; auch Rolofs Kammer ist sehr klein.

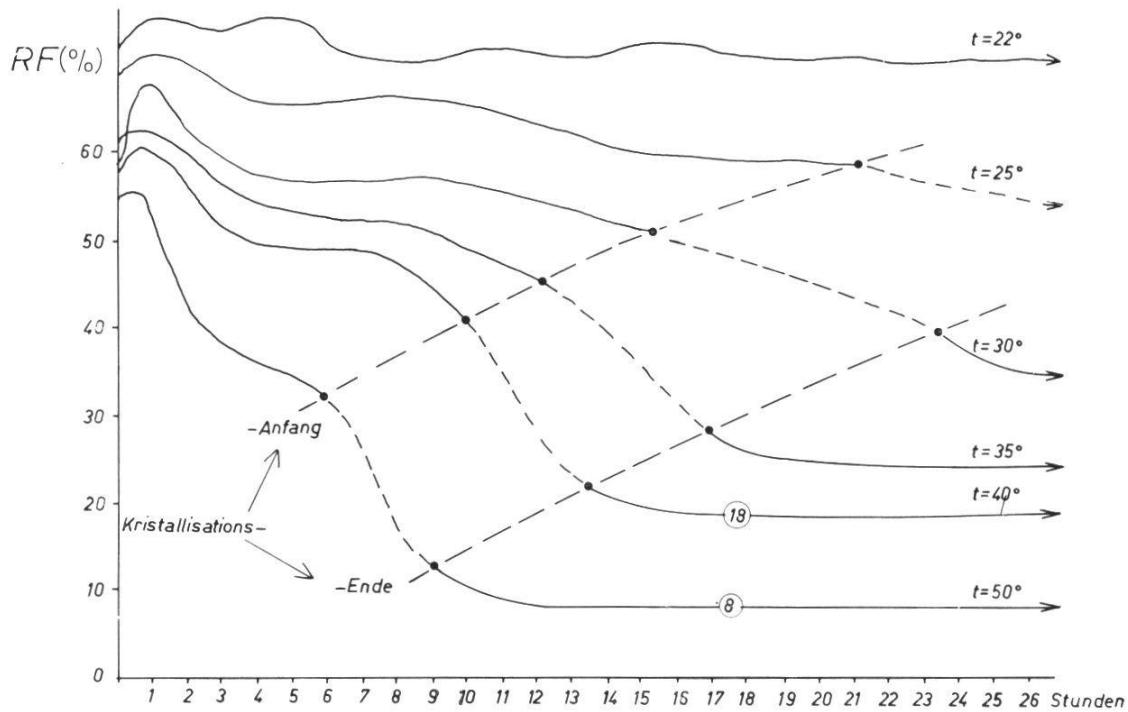


Abb. 14 Kristallisationsdauer und Gang der Feuchte im Trockenschrank bei verschiedenen Einstelltemperaturen ($22^\circ\text{C} \dots 50^\circ\text{C}$).

Vor der Kristallisation versucht sich die Feuchte entsprechend den hineingestellten Schalen einzustellen; sie sinkt mit beginnender Kristallisation stark ab, um schließlich die stationären Werte für den leeren Schrank (r. F.: 8 %, 18 % ... usw.) zu erreichen.

sprechend der Temperatur in relativen Feuchten äußert, etwa: $20^\circ\text{C} - 40\%$ RF; $30^\circ\text{C} - 25\%$ RF; $40^\circ\text{C} - 15\%$ RF; $50^\circ\text{C} - \text{ca. } 8\%$ RF usw. Folgende Varianten sind nun zu probieren: (Tr = Trockenschrank)

- (1) Tr leer
- (2) Tr + Feuchteschalen
- (3) Tr + Trockenmittel
- (4) Tr + CuCl_2 -Lösung
- (5) Tr + Feuchteschalen + CuCl_2 -Lösung
- (6) Tr + Trockenmittel + CuCl_2 -Lösung
- (7) Tr + Feuchteschalen + Trockenmittel + CuCl_2 -Lösung

(1) Dieser Fall ist durch die obengenannten Werte bereits besprochen; die Messungen erfolgten durch hineingestellten Brown-Recorder. Die AF ändert sich erwartungsgemäß kaum; die RF stellt sich je nach der Differenz der Einstellwerte zu den Außenbedingungen etwas langsamer als die Temperatur ein; ca. 3^{h} für die Temperatur, bzw. 5^{h} für die Feuchte.

(2) Durch hineingestellte Wasserschalen wird die Feuchte heraufgesetzt. Hatte man bei 33°C im leeren Trockenschrank 20% RF, so erhöht eine $16\text{ cm } \varnothing$ Wasser-

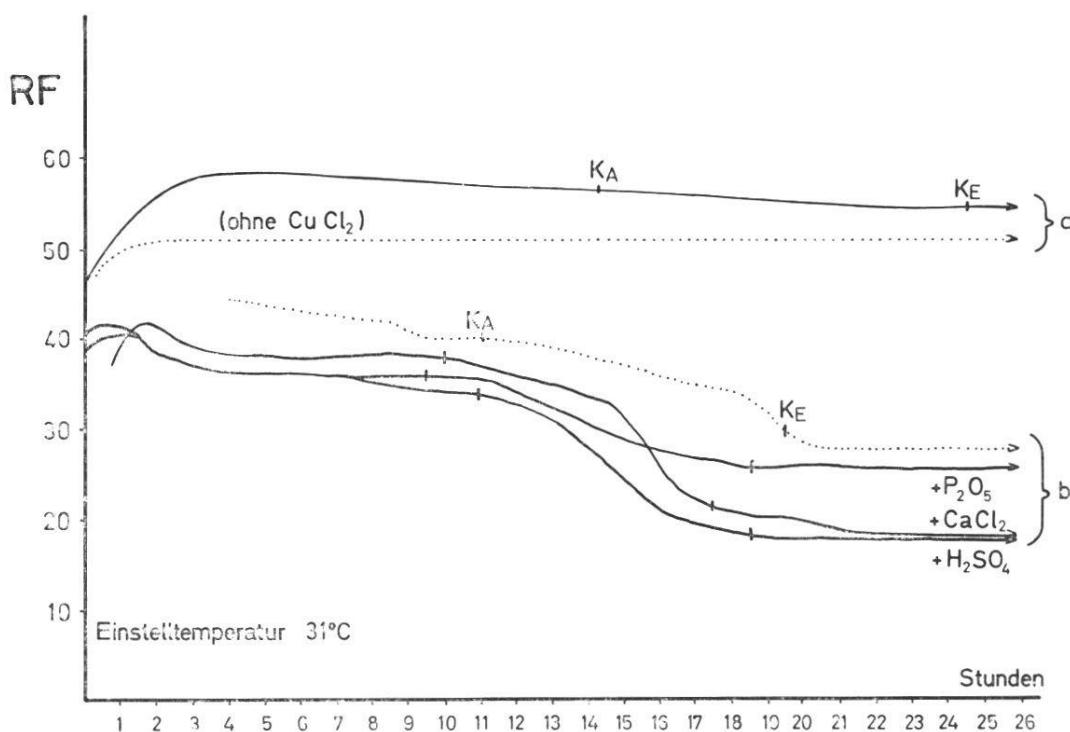


Abb. 15 Einfluß von Feuchtung oder Trockenmitteln auf die Kupferchloridkristallisation; am Beispiel einer Einstelltemperatur von 31°C.

Obere Kurven: (a) Die gestrichelte Kurve zeigt den Gang der RF bei Einsatz von 2 Wasserschalen in den leeren Trockenschränke. Die ausgezogene Kurve hingegen gilt für 2 Wasserschalen + CuCl_2 -Lösung. K_A/K_E = Anfang und Ende der Kristallisation.

Untere Kurven: (b) Die gestrichelte Kurve entspricht der Kristallisation von CuCl_2 im leeren Schrank. Die ausgezogenen Kurven geben den Gang der RF bei Anwesenheit von CaCl_2 (200 g), H_2SO_4 (98 %ig; 1 Schale) und P_2O_5 (100 g) wieder. Die zum P_2O_5 gehörende Kurve der RF weicht wegen der starken Wärmeentwicklung von den anderen Trockenmitteln ab.

schale auf 33 % RF, zwei Schalen auf 40 % RF. Die AF steigt demnach von 6 auf 10,5, bzw. 17,5. Weitere Schalen erhöhen die Feuchte nicht mehr im gleichen Maße.

Eine vorgegebene Temperatur von 48°C liefert 8 % RF (AF 5,6); eine Schale erzeugt 21 % RF (AF 16); zwei Schalen 30 % RF (AF 21); drei Schalen nur 33 % RF (AF 23); sechs Schalen 50 % RF (AF 36). Man erhält pro Wasserschale subparallele immer enger zusammenrückende Kurven im RF/T-Diagramm. Alle diese Werte sind nach erfolgter Einstellung stationär.

Wird statt reinen Wassers eine Lösung genommen (z. B. CuCl_2), so ist eine Änderung des Feuchteerhöhungseffektes erst bei stark konzentrierten Lösungen bemerkbar.

(3) Gegenversuche, die Feuchte mit Trockenmitteln zu drücken, verlaufen nicht so klar. Immerhin gelingt es, mit 98 %iger Schwefelsäure, mit Calciumchlorid

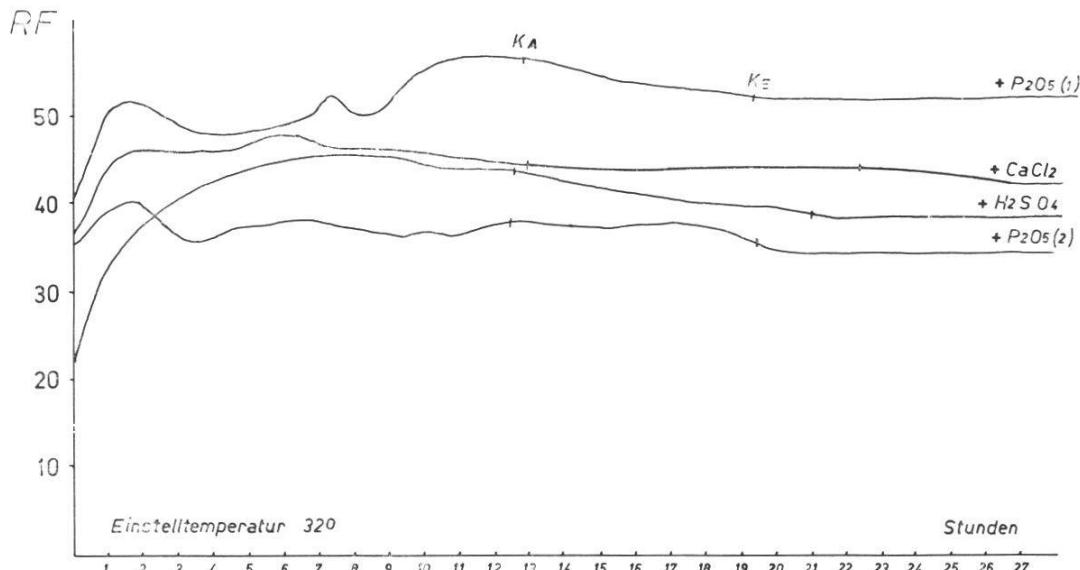


Abb. 16 Einfluß von Feuchtung mit Trockenmittel (P_2O_5 , $CaCl_2$, H_2SO_4) kombiniert, Einstelltemperatur $32^\circ C$.

Ständiger Zusatz von 2 Schalen Wasser zu wechselnden Trockenmitteln gilt folgende Kurven: Oberste Kurve 75 g P_2O_5 , unterste Kurve 200 g P_2O_5 ; starkes Schwanken der Feuchte während der Versuchsdauer. Besser als eine Schale H_2SO_4 (konz.) gleicht der Zusatz von 200 g $CaCl_2$ die Feuchteschwankungen aus.

oder Phosphorpentoxyd, die Feuchte von beispielsweise 30 % RF (entsprechende Temperatur ca. $27^\circ C$) auf 22 % RF herabzusetzen.

(4) Die Anwesenheit von $CuCl_2$ -Lösung im leeren Trockenschrank ändert die Kurven. Wenn die Kristallisation lange hinausgeschoben wird, stabilisiert sich zwischenhinein die Feuchte analog (2). Ist die Lösung genügend konzentriert (ca. 70 %), so macht sich, wie auch in getrennten Versuchen festgestellt wurde, eine langsam sinkende Feuchte geltend. Mit beginnender Kristallisation sinkt die Feuchte schnell und erreicht nach Ende der Kristallisation den für den Leerschrank erwartbaren Feuchtwert.

Allen Versuchen sind jeweils 10 Schalen $CuCl_2$ -Lösung zugrundegelegt, Ansatz mit 20 % iger Konzentration.

(5) Gemäß (4) ist unter gleichen Versuchsbedingungen der Feuchteabfall während der Kristallisation vergleichbar. Unterschiedliche Kammern aber würden von der kritischen Phase an (also schon vor Beginn der Kristallisation) einen unterschiedlichen Gang der Feuchte haben. Will man diesen Faktor ausschalten, so muß man den Abfall der Feuchtekurve vermeiden.

Man verringert das Gefälle schon dadurch, daß man die Innenfeuchte hebt, also möglichst bei tiefer Temperatur arbeitet; die optimale Versuchszeit (s. oben) beschneidet aber die Variation. Ebensowenig kann man sich durch hineingestellte Wasserschalen helfen, zwar bleibt die Feuchte in diesem Falle auch während der Kristallisation annähernd gleich hoch, aber die Versuchsdauer ist zu lang.

(6) Es bleibt der Gegenversuch, nämlich die Feuchte vor Beginn der Kristalli-

sation zu drücken. Hinzugesetzte Trockenmittel setzen zwar die Feuchte herab; aber da der Trocknungseffekt vor und nach der Kristallisation der gleiche ist, bleibt auch das Gefälle während der Kristallisation erhalten. Im Gegenteil, es wird, wie die Kurven zeigen, die Kristallisationsphase abgekürzt und dadurch das Gefälle gesteigert.

(7) Die Kombination von Trocken- und Feuchtemittelzusatz dämpft die anfänglichen hohen Feuchten und vermeidet das Absinken der Feuchte nach erfolgter Kristallisation. Die Kombination Wasser + Calciumchlorid scheint am besten geeignet zu sein. Durch die bei unserem Trockenschrank festliegenden Lüftungsbedingungen ist das Einsetzen der Kristallisation zeitlich festgelegt; bei entsprechend variablen Geräten lässt sich die Dauer der Kristallisation in tragbaren Grenzen halten.

Will man also von der großräumigen Klimakammer zum beschränkten Reaktionsraum übergehen, so verlässt man ein im Prinzip abgeschlossenes klimatisiertes System. Man geht zu einem System über, das auf Austausch mit der Außenluft angewiesen ist und das (abhängig von der Art des Austausches) seine Feuchte einstellt. Erst wenn dieses System «feuchtegepuffert» ist, können die mit ihm erhaltenen Ergebnisse mit denen eines großen Klimaraumes verglichen werden.

c) Die Arbeitsvorschrift für Blutkristallisationsbilder

Zur Herstellung von BKB im Serienversuch wurden mit geringen Anpassungen die Vorschriften nach Pfeiffer und nach Selawry angewandt.

Die Kristallisierschalen werden aus Glasplatten («bestes Flachglas», Ø 104 mm) hergestellt, auf die man einen Glas- oder Zelluloidring mit Wachs befestigt. Für die Befestigung der Zelluloidstreifen (Höhe 10 mm) benutzt man passende Aluminium-Schablonen.

Die Reinigung der Platten ist vielfach übertrieben worden. Ungereinigte, sogar schmutzige Platten, die aber fettfrei sein müssen, geben (in einer Serie zusammen mit gereinigten Platten verwendet) häufig BKB gleicher Güte. – Spätestens nach zweimaliger Wiederwendung ist die Plattenoberfläche nicht mehr einwandfrei; solche Platten dienen zum Eindecken der BKB. Auf diese Weise eingedeckte und mit Klebestreifen gesäumte Platten sind praktisch unbeschränkt haltbar.

Die nachstehend beschriebene Normreinigung bezieht sich auf neue

Platten. Gegebenenfalls wurden auch HCl-Spülungen zwischengeschaltet. Bei Platten zur Wiederverwendung wird das CuCl₂ mit kaltem Wasser gelöst, anschließend das Wachs mit heißem Wasser.

Die Blutentnahme erfolgt aus der Fingerbeere mittels Schnepper. Der erste Tropfen soll verworfen werden. Die benötigten Blutstropfen werden auf Filterpapier getropft und können im eingetrockneten Zustande aufgehoben werden.

Bei genaueren Testvergleichen ist es wichtig, die Blutentnahme zur selben Tageszeit vorzunehmen.

Zur Kristallisation wird CuCl₂ · 2H₂O p. a. von Merck verwendet; für alle Verdünnungen ist bidestilliertes Wasser vorgeschrieben.

a) Bereitung der Platten

Die runden Platten werden in heißem Wasser mit einem Detergens gereinigt und gut mit klarem Wasser nachgespült. Anschließend Eintauchen, bzw. Stehenlassen in Chromschwefelsäure, Abspülen der Platten gründlichst mit heißem und kaltem Wasser. Danach Abspülen mit aqua dest. und aqua bidest. Trocknung an der Luft in Haltegestellen und Aufbewahrung der Platten zwischen Filterpapier. – Vor Gebrauch Abreiben der einzelnen Platten mit Alkohol (auf Verbandsmull) und letzte Kontrolle. Es werden nur ganz einwandfreie Platten für den Versuch verwendet.

Zelluloidstreifen werden um eine gereinigte Aluminiumform gewickelt und mit einer geschmolzenen Mischung Paraffin/Bienenwachs zum Ring (9,3 mm Ø) gekittet. Aufsetzen von Aluminiumform samt Zelluloidring auf die vorbereitete Platte. Ankitten des Ringes auf die Platte mit der Wachsmischung. Die Aluminiumform wird erst nach definitivem Aufstellen der Platte am Kristallisierungsort entfernt.

b) Bereitung der Lösung

3 Tropfen Blut werden wie folgt aufgenommen:

Aufnahme des Blutes mit 3 ml H₂O (bidest.): Methode Pfeiffer

Aufnahme des Blutes mit 10 ml H₂O (bidest.): Methode Selawry

Entnahme eines Teiles dieser Mischungen und Zugabe von CuCl₂-Lösung.

Zum Ausgießen soll pro Platte folgende Zusammensetzung vorliegen:

	Blutmenge in g	Salz (CuCl ₂ · 2H ₂ O) in g	Flüssigk./Platte in ml
nach Pfeiffer	± 0,006	± 1,8	10
nach Selawry	0,01 – 0,015	± 1,5	6

Diese Verhältnisse wurden bei uns wie folgt realisiert:

CuCl₂-Lösung:

Nach Pfeiffer: 16,6 g CuCl₂ · 2H₂O + 83,4 g H₂O
(= 100 g Lösung, Dichte 1,13) (L I)

Nach Selawry: 38,0 g CuCl₂ · 2H₂O + 62,0 g H₂O
(= 100 g Lösung, Dichte 1,33) (L II)

Arbeitsvorgang:

Pfeiffer: 3 Tropfen Blut (= 0,18 g ≈ 0,18 ml) ad 3 ml H₂O (6 %ige Blutlösung).
Davon jeweils 0,1 ml (= 0,006 ml Blut) mit 10 ml CuCl₂-Lösung (L I)
gemischt und auf die Platten ausgegossen.

Selawry: 3 Tropfen Blut (≈ 0,18 ml) ad 10 ml H₂O (= 1,8 %ige Blutlösung).
Davon 1,0 ml (= 0,018 ml Blut) mit 2 ml H₂O und 3 ml CuCl₂-Lösung
(L II) gemischt und auf die Platten ausgegossen.

Bei diesen Mischungen haben wir pro Platte vorliegen:

Nach Pfeiffer-Methode: 0,006 ml Blut und 1,87 g CuCl₂ · 2H₂O

Nach Selawry-Methode: 0,018 ml Blut und 1,52 g CuCl₂ · 2H₂O

c) Durchführung der Kristallisation:

Die Kristallisation erfolgt in unserer Klimaanlage während der Nacht, gemäß den erläuterten Bedingungen.

Die in die Klimakammer gestellten Lösungen sollen eine Latenzzeit von 7–13 Stunden haben; nach Bessenich sind 13 Stunden sogar ein Minimum. Es folgt die Kristallisation. E. Pfeiffer, der den Kristallisationsvorgang gefilmt hat, gibt für die Hauptkristallisation 35–45 Minuten an, für die Spätkristallise (Ausfüllphase) ca. 90 Minuten, für die Nachphase bis zur Trockene ca. 120 Minuten. Somit ergibt sich ein Verbleib von 15–20 Stunden in der Klimakammer.

Diese Zeiten wurden, wie die Literatur angibt, bei 37°C (65 % rel. Feuchte) wie auch bei 28°C (38 % rel. Feuchte) erreicht. Wir benutzten meist eine Einstellungstemperatur um 30°C.

Auch bei 25°C kann man noch arbeiten, muß dann aber die Feuchtigkeit sehr klein halten. Für diese tiefe Einstelltemperatur ergaben sich die folgenden Kristallisationszeiten:

T = 25°C (± 0,2°)	Rel. F. %	Dauer des Ablaufs in Stunden			Zahl d. Versuche
		Abdunstung	Kristallisation	Gesamtdauer	
	40–42	17–18	3–5	>20–< 23	11
	28–30	9–14	1–3	>11–< 17	41

Für den von uns meist benutzten Temperaturbereich um 30°C wurde von uns untersucht, in welcher Weise für verschiedene Konzentrationsansätze Temperatur und Feuchte den BKB-Typ bestimmen, bzw. verändern.

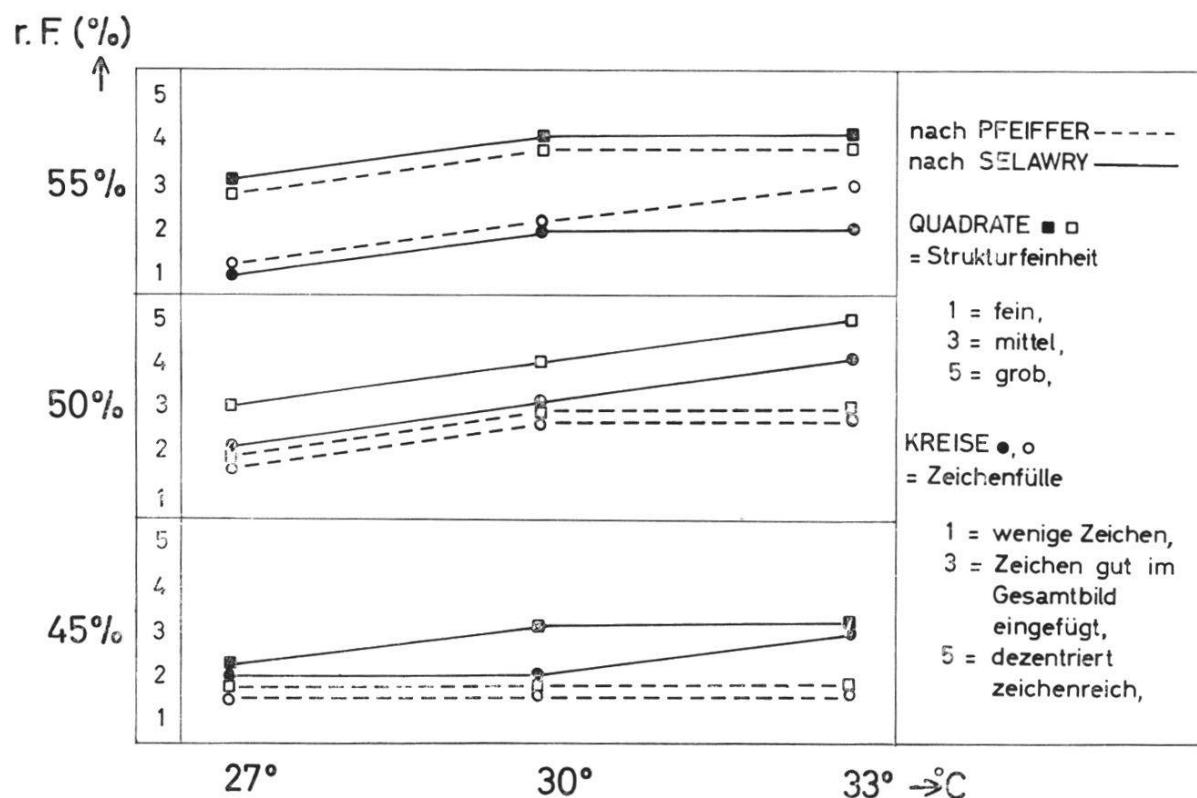


Abb. 17 Zeichenfülle und Strukturfeinheit des BKB in Abhängigkeit von den Temperatur-Feuchte-Bedingungen, dargestellt für die Pfeiffer- und Selawry-Methode.

Die Abb. 17 zeigt für den Bereich von 27–33°C (und 45–55 % RF) die Veränderung der Strukturfeinheit sowie der Zeichenfülle. Und zwar bezeichnen die ausgezogenen Kurven die Verhältnisse bei Selawry-Konzentration, die gestrichelten jene bei Pfeiffer-Konzentration, jeweils festgestellt an BKB-Serien einer gesunden Versuchsperson, deren Grundgestalt bei diesen Variationen erhalten blieb.

Die BKB nach der Selawry-Methode sind nach ca. 14-stündiger Einlage in die Klimakammer ± alle beendet; die BKB nach der Pfeiffer-Methode benötigen wegen der größeren Flüssigkeitsmenge ca. 14–17 Stunden. Nur bei hohem Feuchtigkeitsgehalt von 55 % und Temperaturen unter 33°C verschiebt sich das Kristallisierungsende bis zu 20 Stunden.

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.

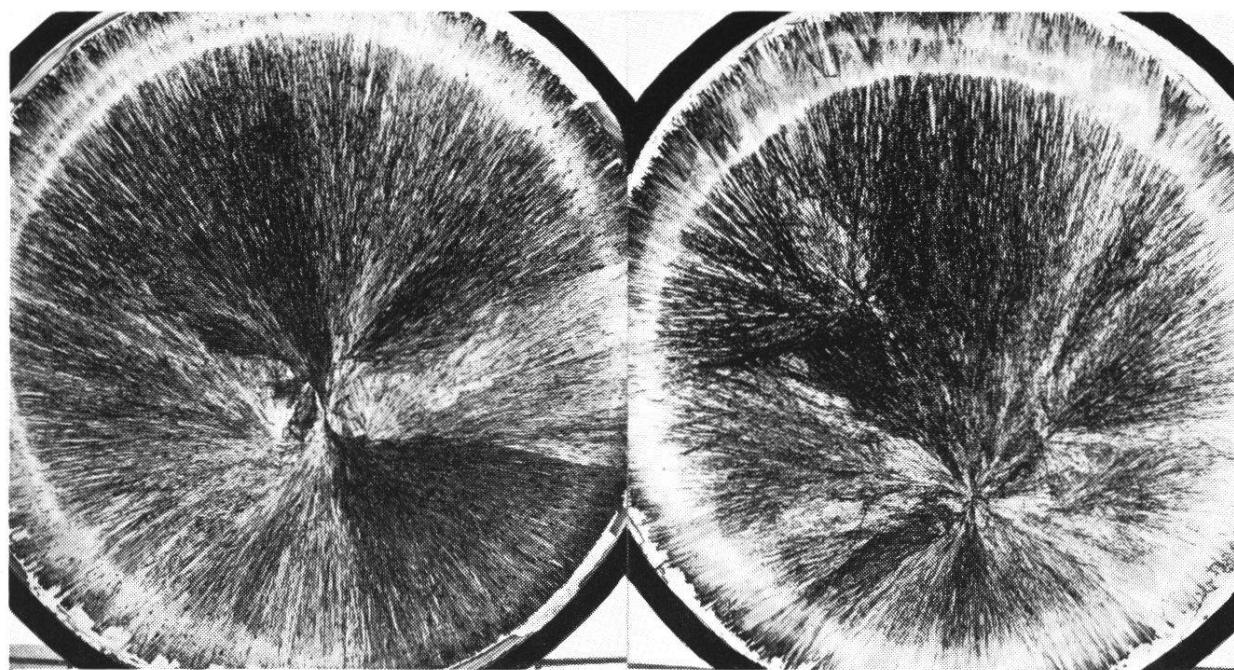


Abb. 18 Verschiedene Grundgestalt in sonst vergleichbaren BKB.

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-

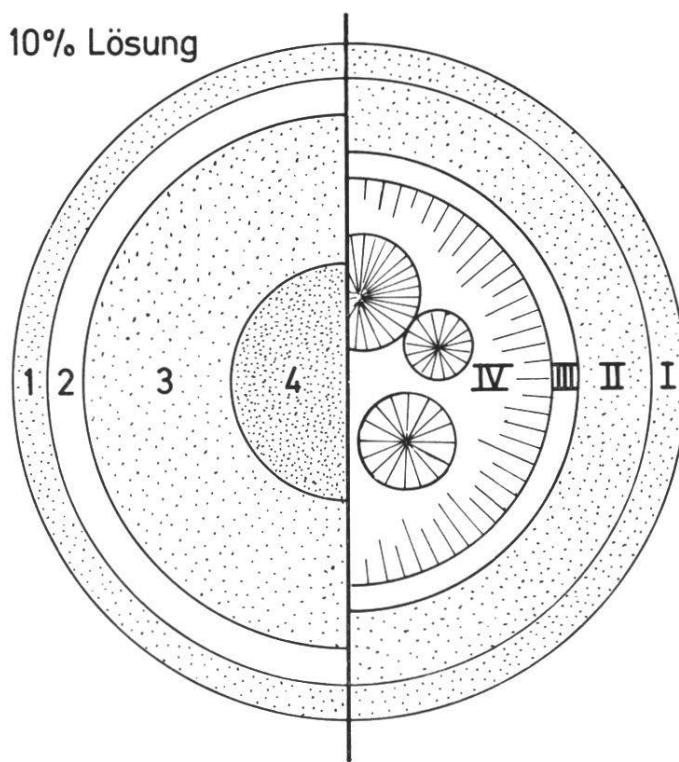


Abb. 20 Zentrierung im Wachstumsfeld des zusatzfreien CuCl_2 , kristallisiert aus 10 % iger CuCl_2 -Lösung.

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.

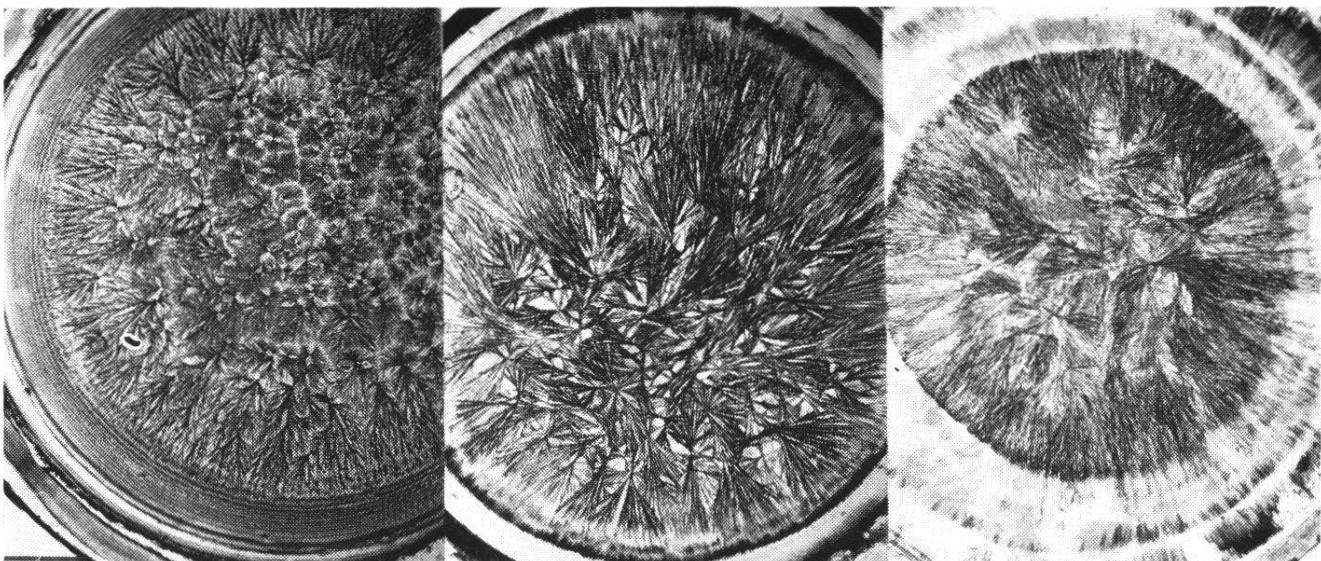


Abb. 21 Empfindlicher Bereich der CuCl_2 -Kristallisation für konstanten Gelatinezusatz (0,5 ml) und wechselnde Mengen CuCl_2 (20 %) ad 10 ml Wasser.

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».

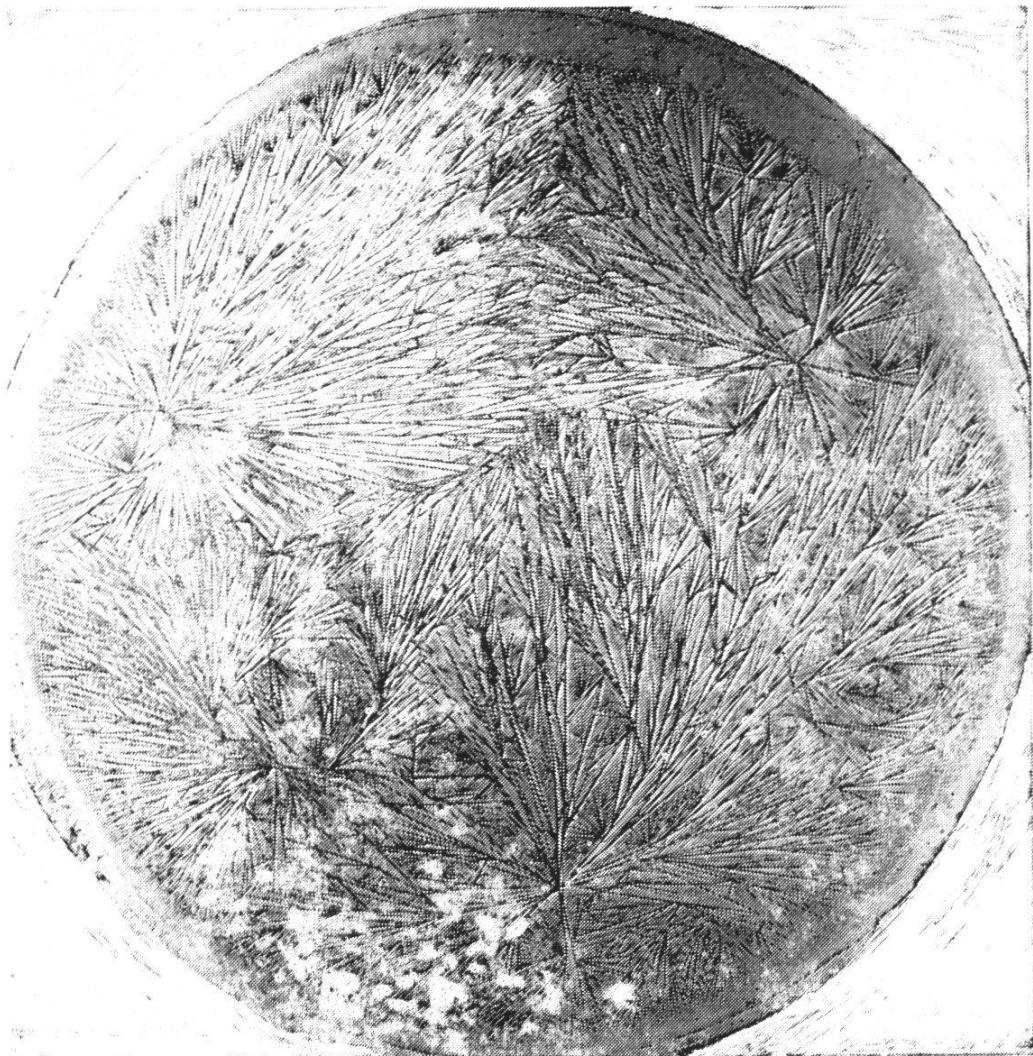


Abb. 22 Abgußbild, erhalten durch schnelles Abgießen einer frisch angesetzten BKB-Lösung.

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 Dekantiervorgang. 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.

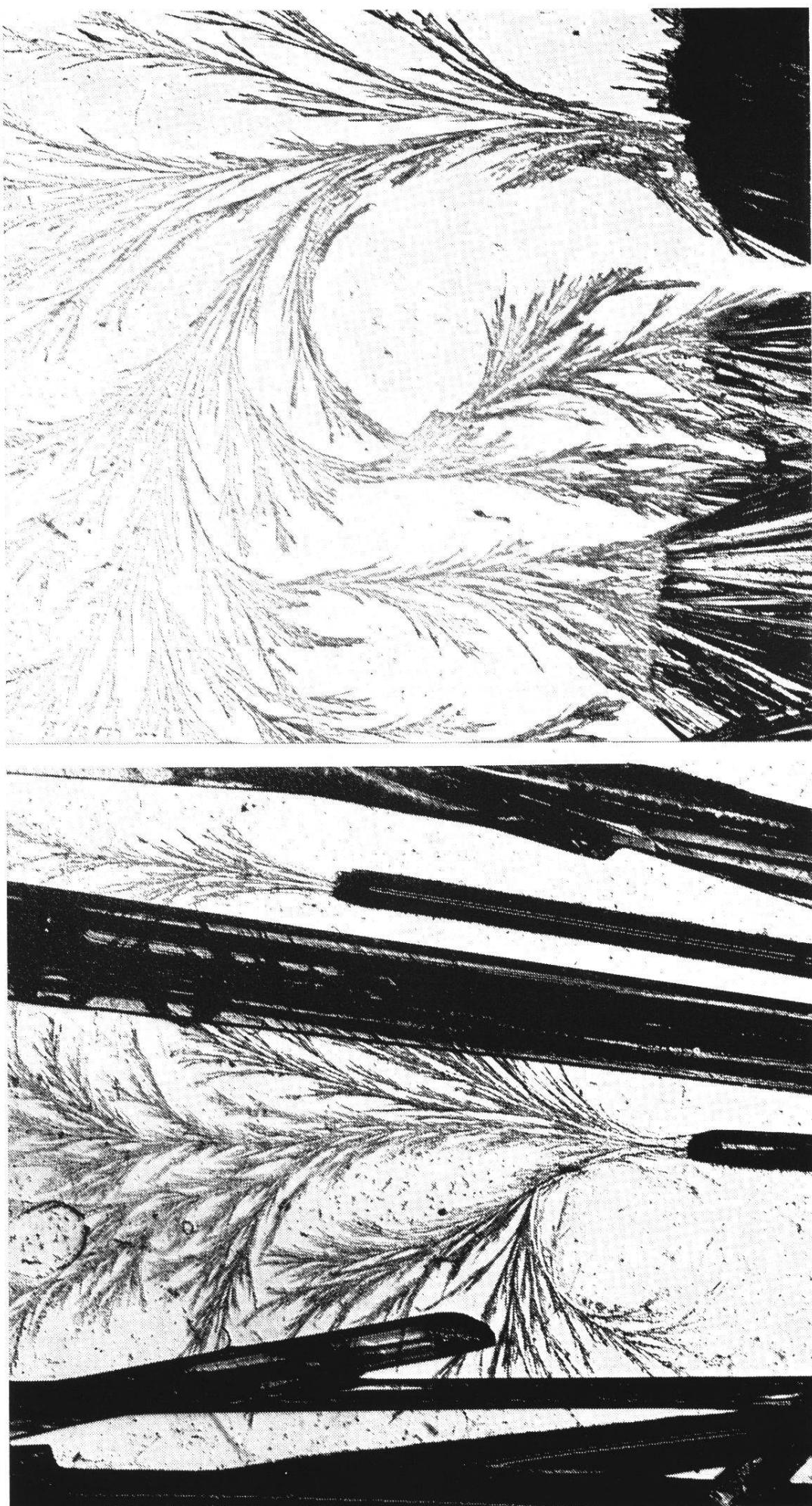


Abb. 23 Rekristallisationsversuch der BKB-Mischung: Auflösung des fertigen BKB und Wiederausscheidung liefert ein grobes Balkenwerk mit filigranen Einlagerungen. *Links*: Auswachsen koachsialer Fasern von der Basisfläche. *Rechts*: In der Grenzzone wendet das zentripetale Filigrangewebe die Faserrichtung 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.

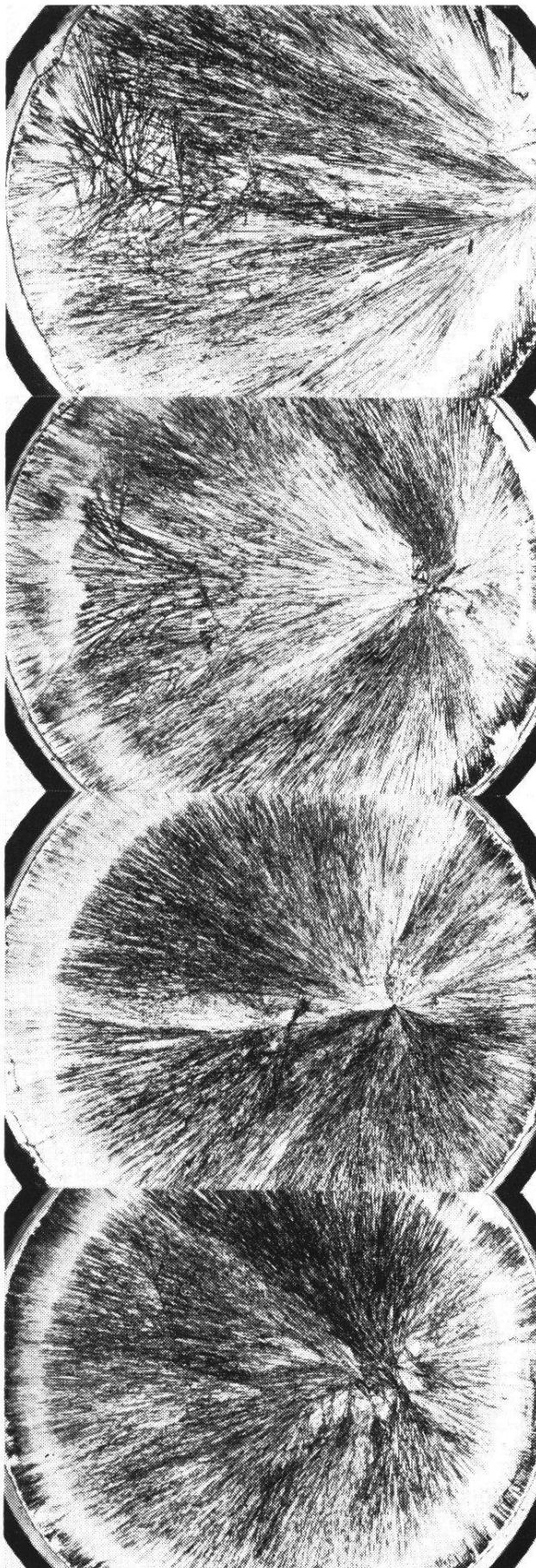


Abb. 24 Effekt des Schrägstellens von BKB-Platten. Links das normale BKB einer gesunden Versuchsperson, daneben zwei BKB mit einseitig unterlegtem Filterpapier. Das Zentrum ist \pm deutlich gegen den gehobenen Rand verschoben. Das Bild rechts außen zeigt den Effekt bei Unterlegung von 2 Filterpapieren. 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 CuCl_2 -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

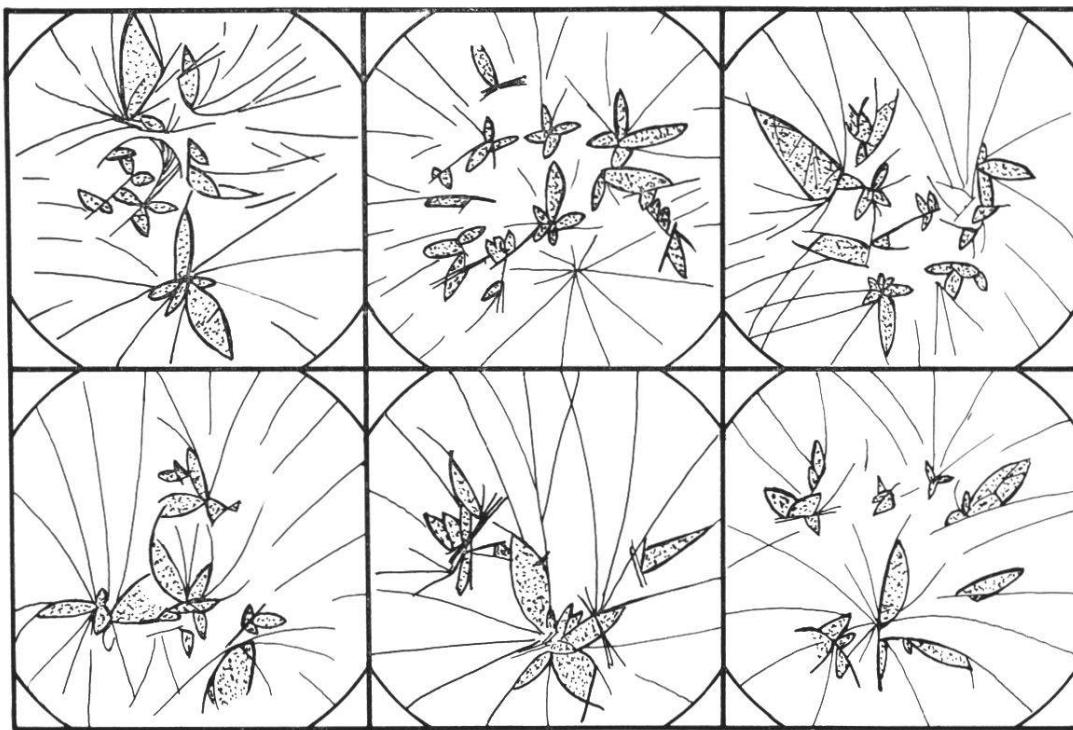


Abb. 25 Prädominanz eines Zeichens: Magen-Carcinom gezeichnet nach einer BKB-Serie in Normalaufstellung (gemäß Abb. 4). Auf allen Platten der Serie treten ausschließlich «Magenrosetten» auf. Da auch die «Verzerrung» der Rosetten in allen Platten vom gleichen Typ ist, kann die Serie trotz unklarer Lokalisation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

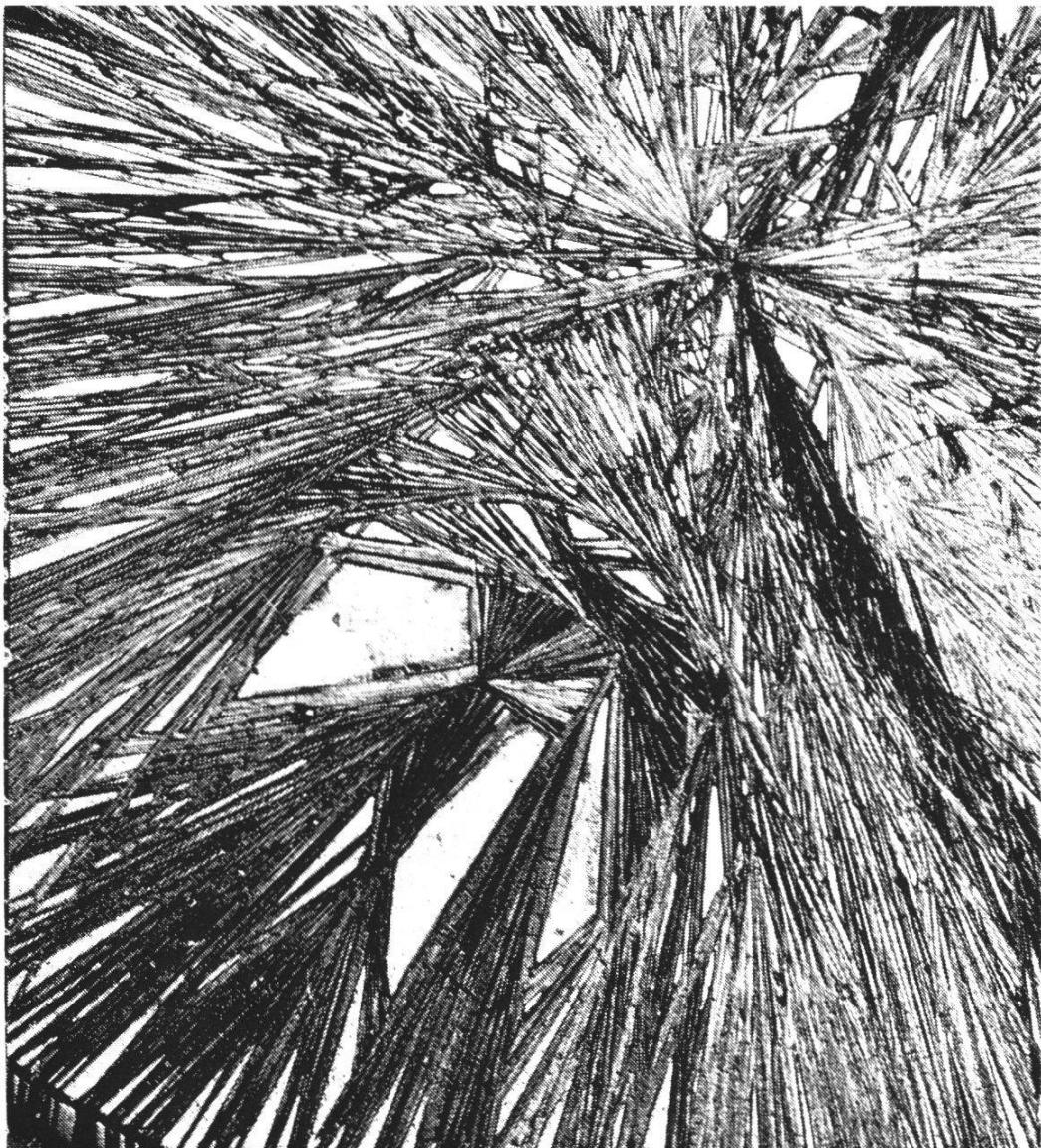


Abb. 26 Lungen-U im kurzstrahligen Teil eines BKB, positionsrichtig wiedergegeben. Auf 4 von 9 Platten des Patienten (Lungentuberkulose) waren (neben Magenrosetten) solche Lungenzeichen vorhanden.

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.

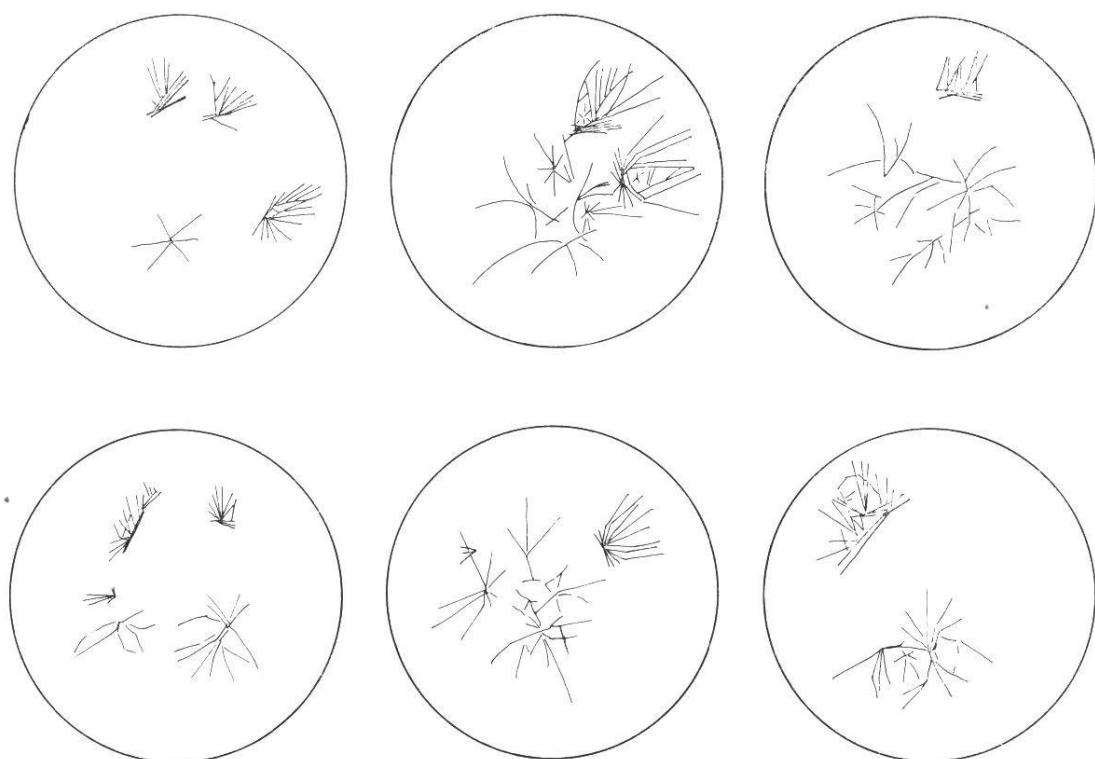


Abb. 27 Lage und Variabilität des «Krebszeichens». Skizzen der Querstörungen in einer BKB-Serie von Dickdarmkrebs. Der Hauptsphärit sowie die Nicht-Querstörungen wurden zeichnerisch nur angedeutet. Die Querstörungen hingegen sind genau nachgezeichnet.

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-

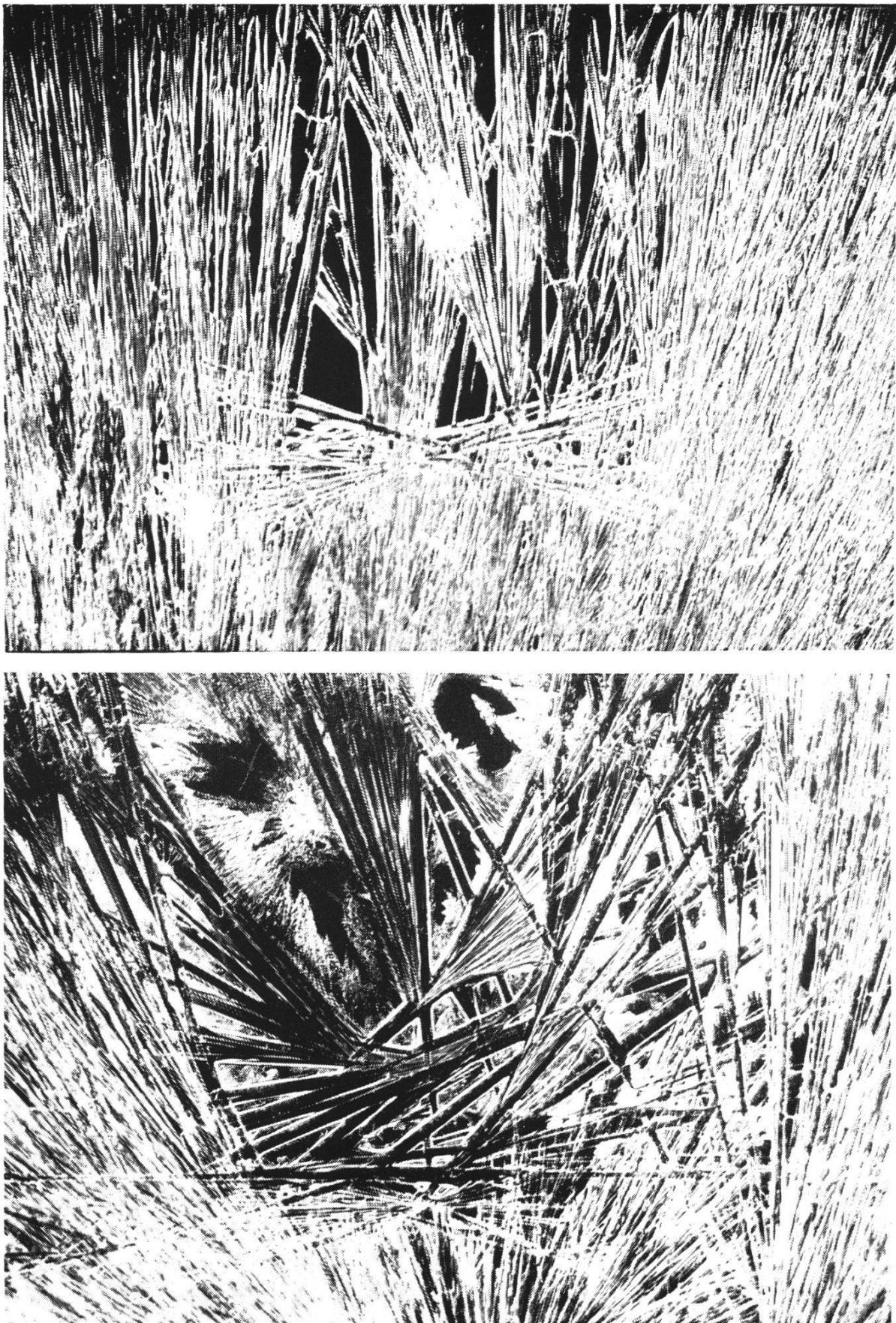


Abb. 28 Querstörungen. Abb. 28a (oben) zeigt eine krebsanzeigende Querstörung (Dickdarmkrebs). Auf Abb. 28b (unten) ist die Querstörung durch Einschwenken der Kristalle von der Seite her weniger «sperrend» entwickelt; diese Versuchsperson hat keinen Krebs.

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

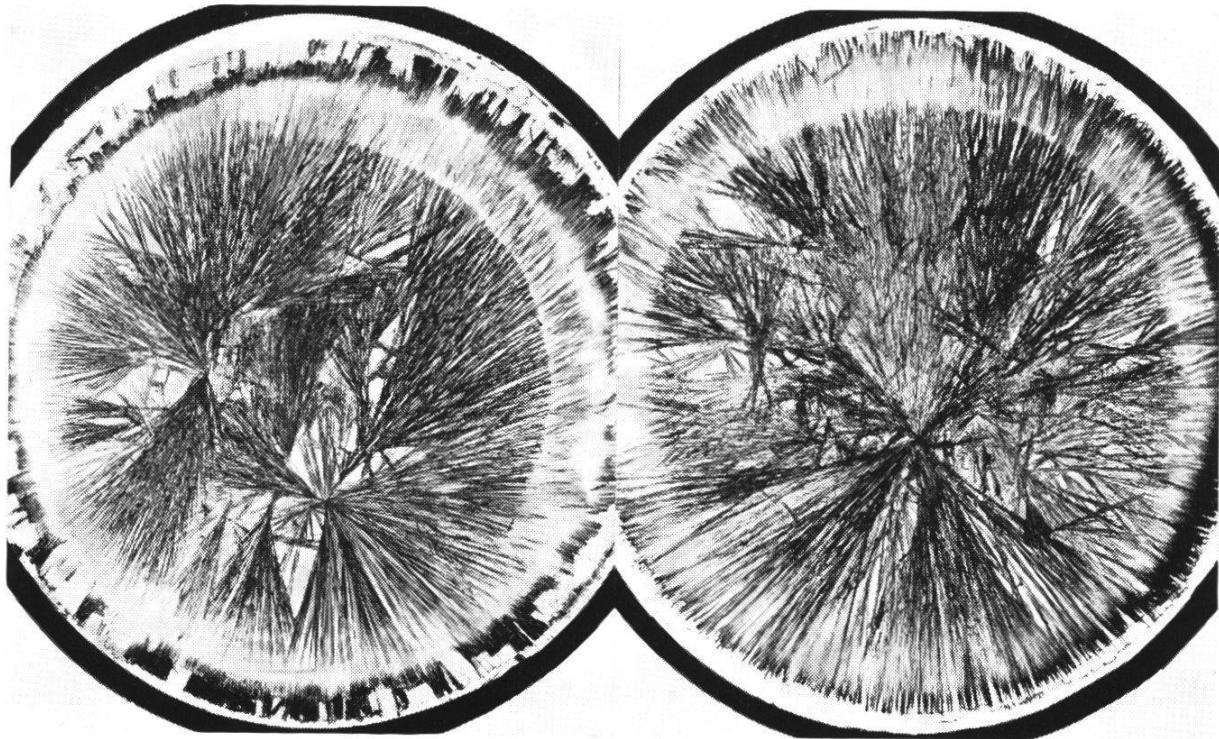


Abb. 29 «Serienidentität» (Ähnlichkeit im Phänotyp zwischen zwei Methoden. Links BKB nach Selawry, rechts nach Pfeiffer.

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.

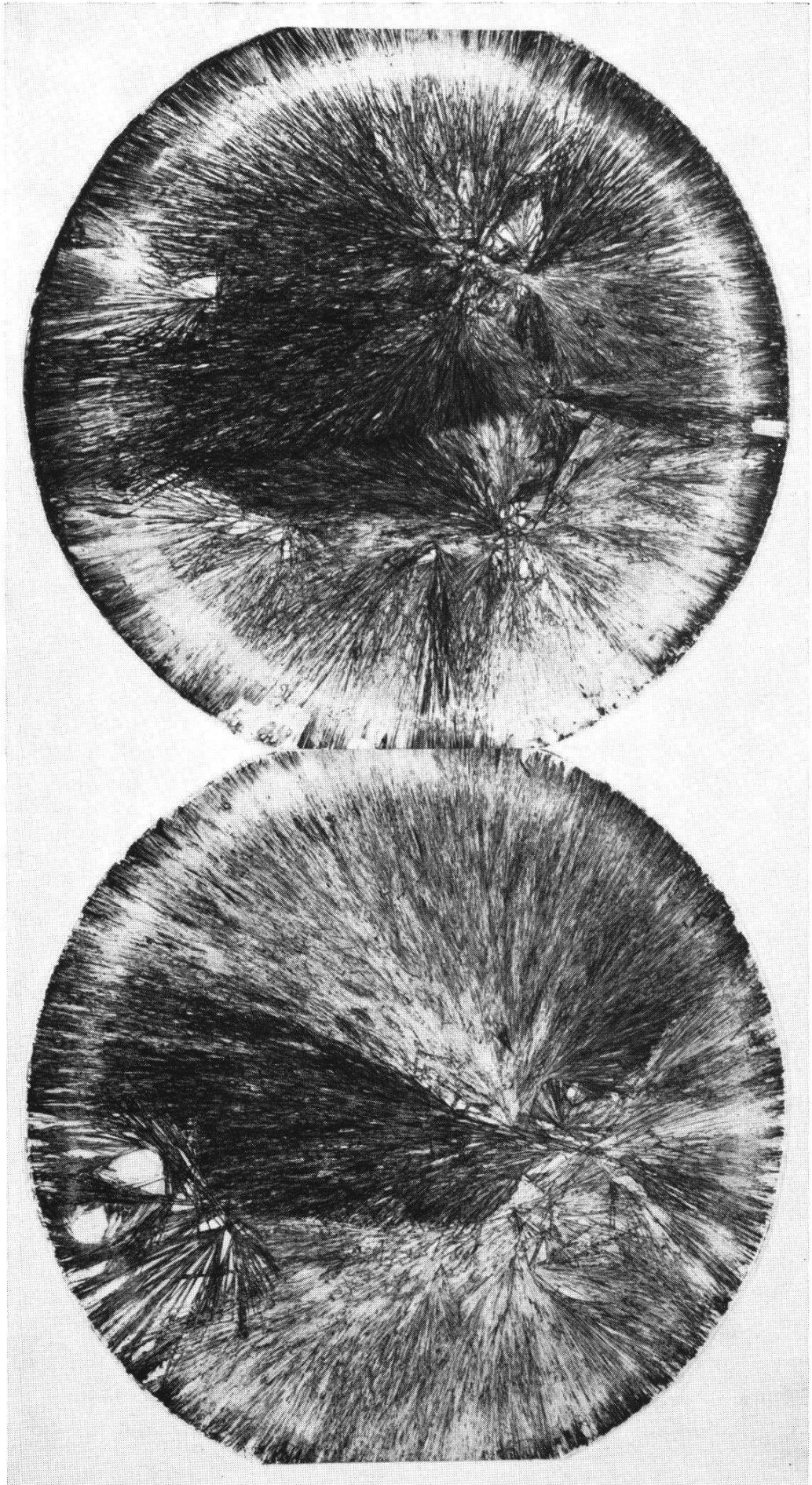


Fig. I (Beleg zu Abb. 35)
Variationsbreite einer Pfeiffer-BKB-Serie, Dickdarmkrebs

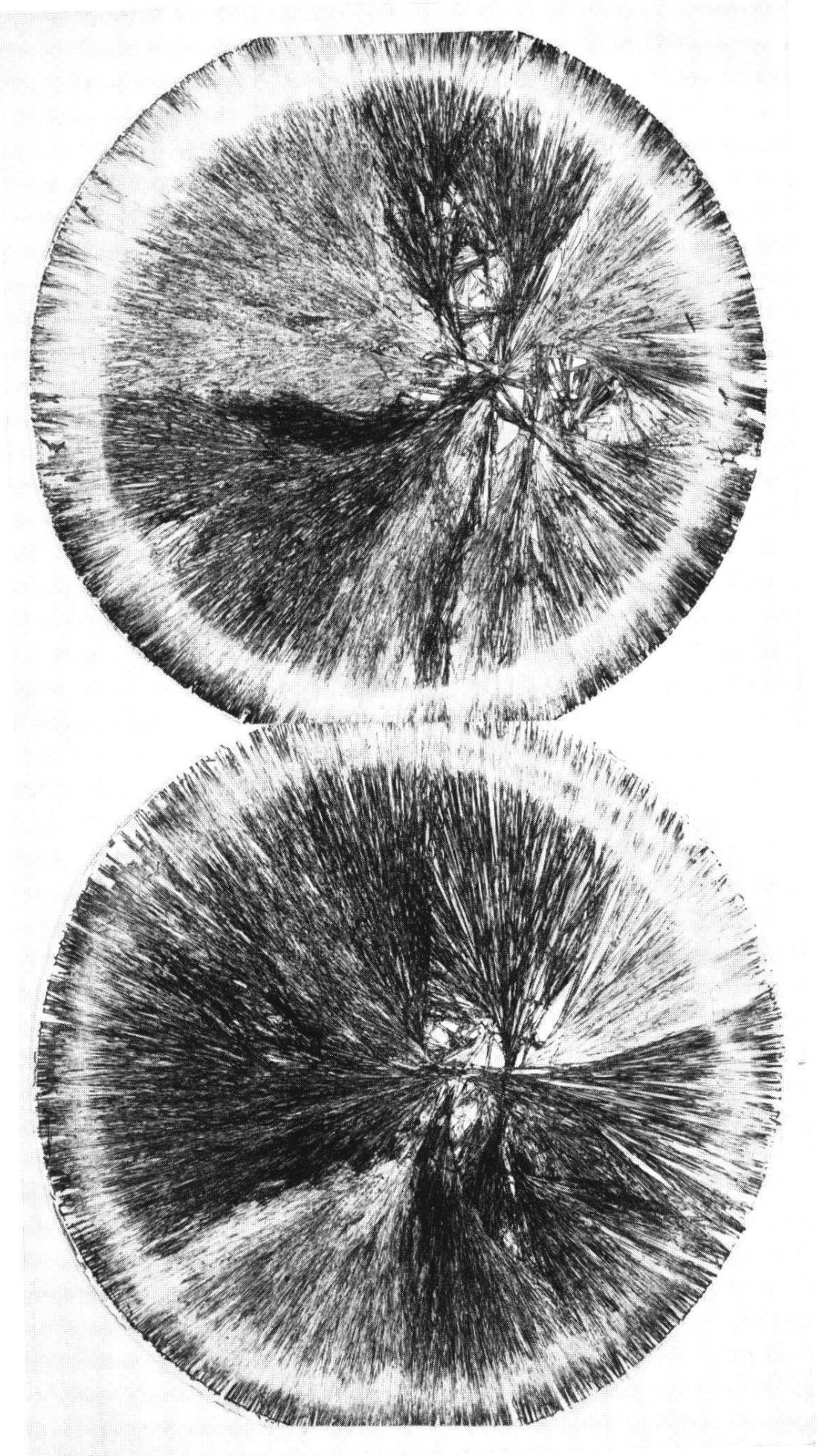


Fig. II (Beleg zu Abb. 36)
Variationsbreite einer Pfeiffer-BKB-Serie, Magenkrebs

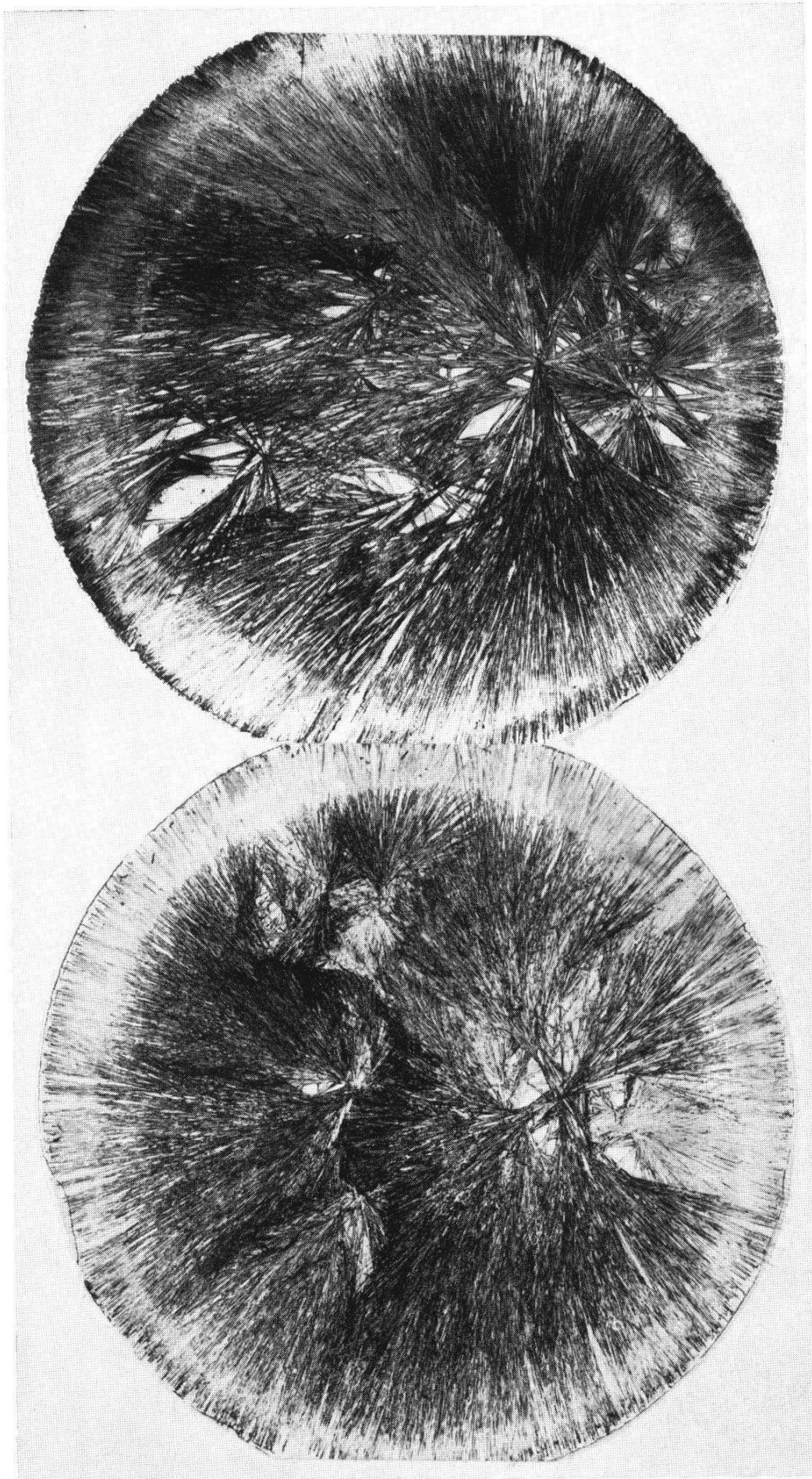


Fig. III (Beleg zu Abb. 39)

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

6. AUSWAHL VON REPRODUKTIONSTESTEN

Zur Feststellung der Reproduzierbarkeit der CuCl₂-Methode ist es sinnvoll, das eigene Laboratorium hinsichtlich der erzeugten BKB mit Laboratorien, die diese Methode praktizieren, zu vergleichen. Ein solcher Laborvergleichstest ist unter I beschrieben.

Da es die Praxis zumeist mit kranken Versuchspersonen zu tun hat, ist auch der diagnostische Aspekt der Methode am besten ausgebaut. Man wird sich daher zunächst mit krankendiagnostischen Testen (II) befassen. Doch dürfen diese Teste nur vorbereitende Hilfe sein für die Feststellung der Individualität am BKB nicht-kranker Versuchspersonen. Erst diese Teste (III) können unbeeinflußt von der Deutungsterminologie erweisen, ob die Methode eine genügende Reproduzierbarkeit hat.

Das Vergleichslaboratorium (Dornach) arbeitet nach der Pfeiffer-Vorschrift. Schon bei den Krankentesten (II) haben wir simultan auch nach der Selawry-Vorschrift gearbeitet. Im folgenden sind die beiden Arbeitsvorschriften als PF und SEL abgekürzt.

Die Erfahrungen an BKB mit dominierenden «Krankheitszeichen» erlauben, auch die zeichenärmeren (also weniger «markanten») BKB der gesunden Versuchspersonen (III) richtig zu werten. Von Versuchspersonen mit guter Lokalisationstendenz (bzw. klarer «Grundgestalt» im BKB) werden dann noch zusätzlich die Strukturvarianten bei unterschiedlichem Blutalter erfaßt.

I. Laborvergleichstest (Dornach/Freiburg)

Um zu einer Aussage über die Reproduzierbarkeit der Methode zu kommen, genügt es nicht, die Homogenität der eigenen Serien festzustellen, vielmehr muß verglichen werden, ob die selben Fälle an verschiedenen Laboratorien ein hinsichtlich der Auswertung gleichartiges BKB liefern. Durch das freundliche Entgegenkommen des zuständigen Laboratoriums an der Naturwissenschaftlichen Sektion des Goetheanums in Dornach konnte der folgende Vergleich durchgeführt werden:

Von fünf klinisch bekannten Fällen wurde das entnommene (auf Filterpapier aufgehobene) Blut sowohl in Dornach als auch in unserem

Institut der Kristallisation unterworfen. Hernach wurden sämtliche Platten vom Dornacher Laboratorium ausgewertet. Auf allen Platten sind die zur Auswertung üblichen Zeichenmarkierungen eingetragen. Es wird nun lediglich verglichen, ob auf Grund der Zeichenmarkierung

1) Serienhomogenität (der Freiburger und Dornacher Serien, jeder für sich)

2) Serienidentität zwischen beiden Laboratorien in Dornach und Freiburg vorliegt.

Um eine *objektive Basis* für den Vergleich der Platten in der Serie, sowie der Serien miteinander zu haben, sind also nicht die Kristallisate, sondern die auf dem Kristallisat eingetragenen Auswertezeichen dem Vergleich zugrunde gelegt worden.

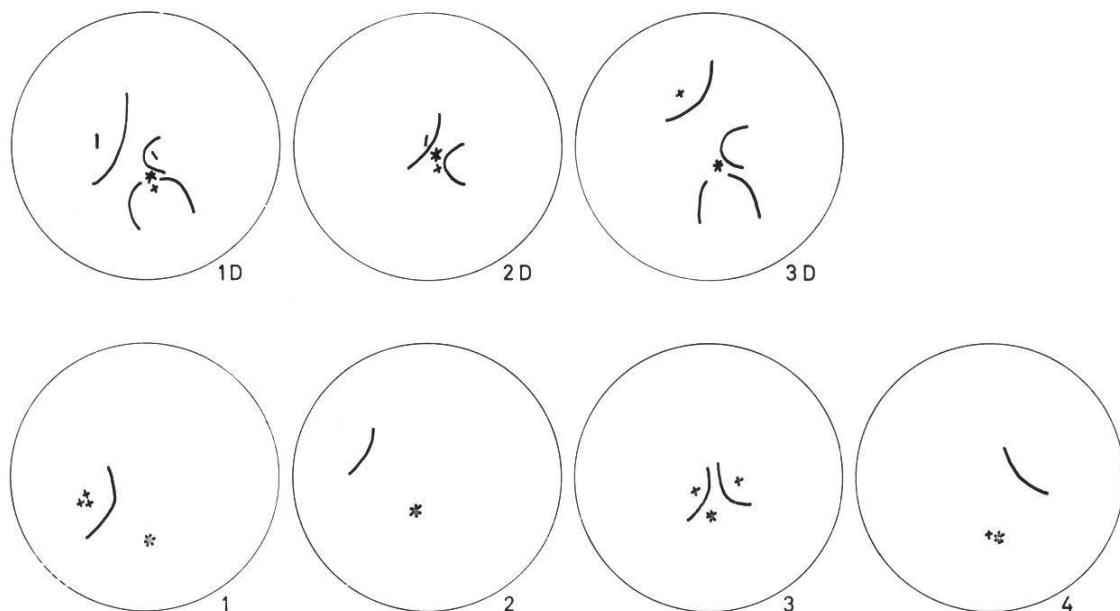
Würde man nämlich die 5 Originalplatten nebeneinanderlegen und unmittelbar die phänomenologische Ähnlichkeit vergleichen, so wären erst ad hoc Elemente der Reproduzierbarkeit zu definieren.

Überläßt man aber dem Praktiker das Eintragen der lokalisierten Zeichen (er macht mit Fettstift einen schematischen Halbkreis um das betreffende Zeichen), so sind die Elemente der Reproduzierbarkeit bereits vorgegeben: man vergleicht lediglich die Fettstiftmarkierungen auf den Platten.

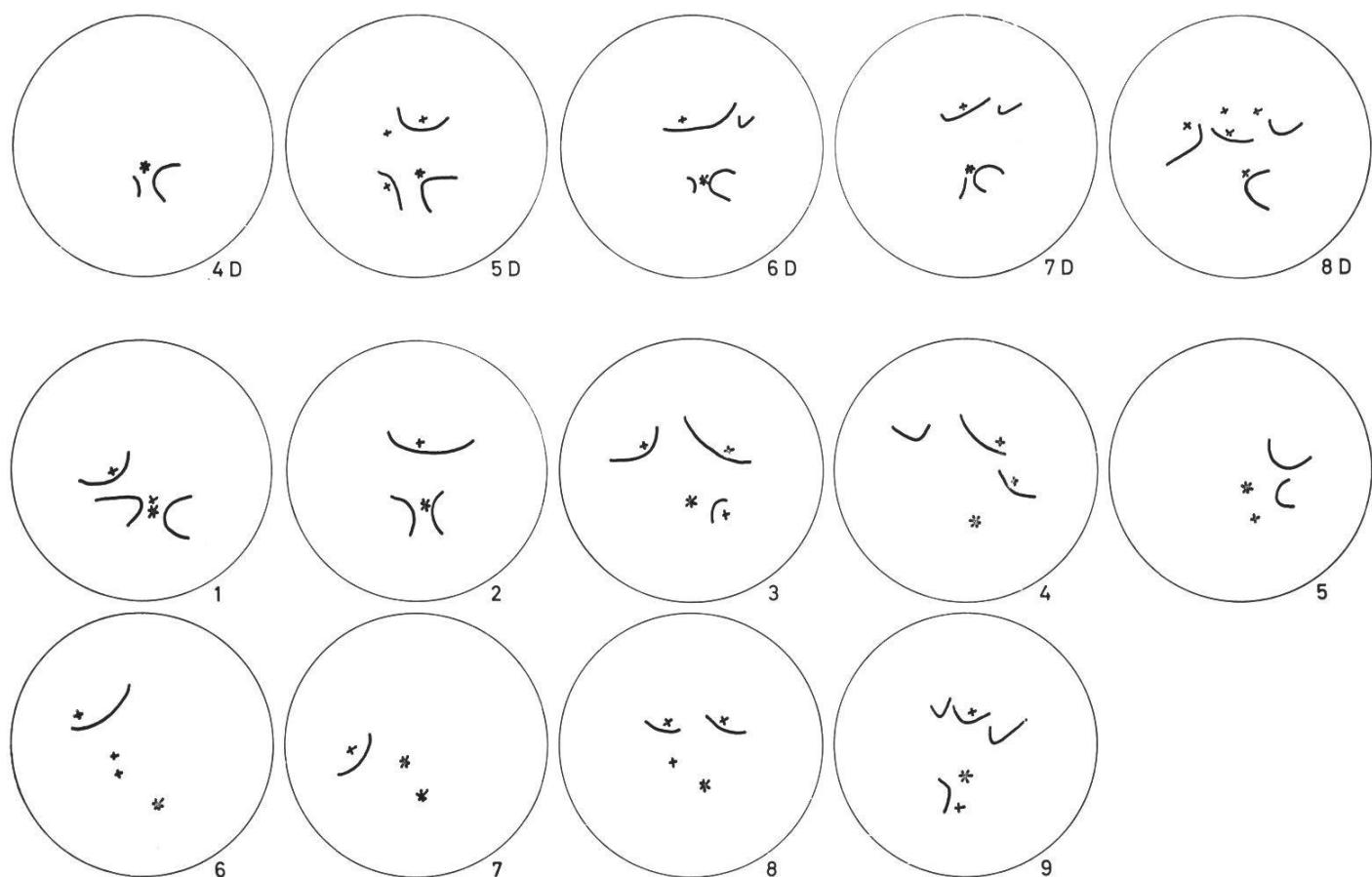
Der einfache Vergleich der Markierungen bedeutet im Grunde eine Unterbewertung des BKB. Da aber das Ankreuzen bzw. Umfahren von Störungen nach kurzer Einweisung auch vom Nicht-Praktiker in gleicher Weise durchgeführt werden kann, empfiehlt sich dieses Vorgehen immer für die Ermittlung einer ersten Ähnlichkeit.

Die statistische Vergleichbarkeit für jeden der 5 Fälle ist in Abb. 30 dargestellt. BKB mit Zusatz D stammen aus dem Dornacher Labor, die eigenen BKB sind auf den jeweils folgenden Bildzeilen gesammelt. In den Zeichnungen ist das Hauptzentrum durch einen mehrstrahligen Stern, weitere sekundäre Zentren sind durch einen einfachen Stern gekennzeichnet. Die Störungsbezirke im Kristallisat sind durch Kurvenzüge umfahren. Vergleicht man nun auf Abb. 30 die Lage der Auswertezeichen, so ist zweifellos eine Ähnlichkeit in der Besetzung bei Platten gleichen Blutes festzustellen. Man kann demnach von einer Serienhomogenität sprechen. Wird diese vorausgesetzt, dann ist es erlaubt, die Proportionalentzerrung vorzunehmen. Für jeden der 5 Fälle wurde also die Zeichenlage im Sinne einer Koordinatenangleichung korrigiert. Die so entstandenen Bilder sind in Abb. 31 übereinanderkopiert.

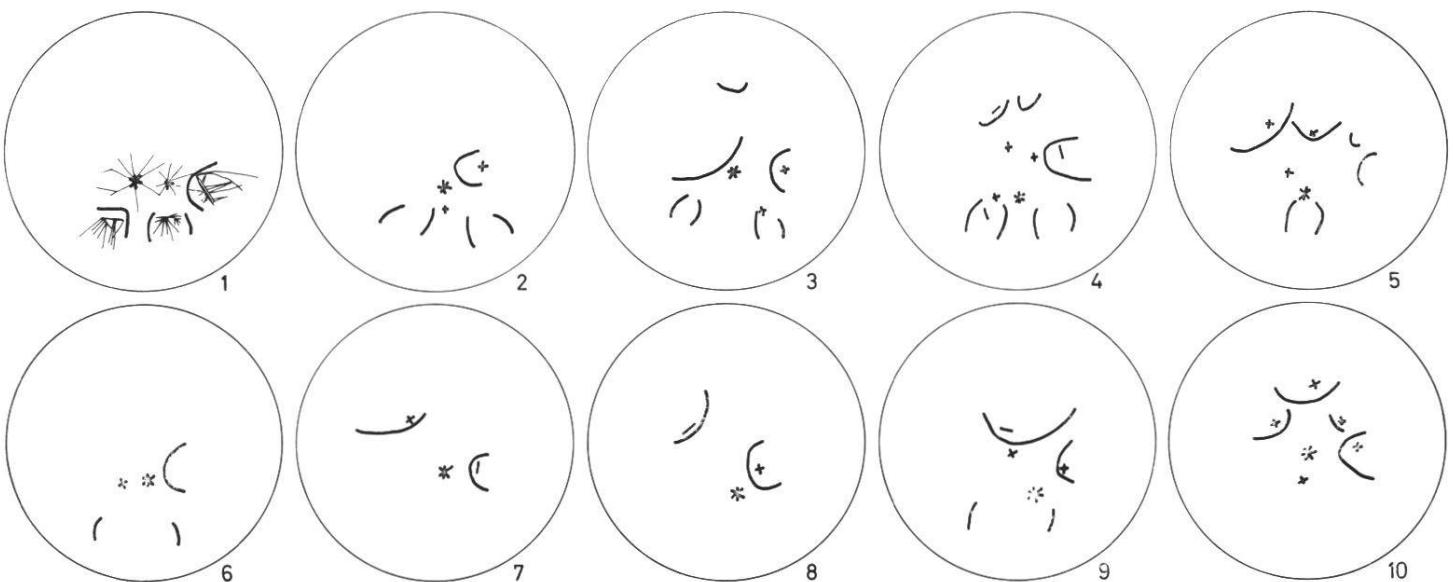
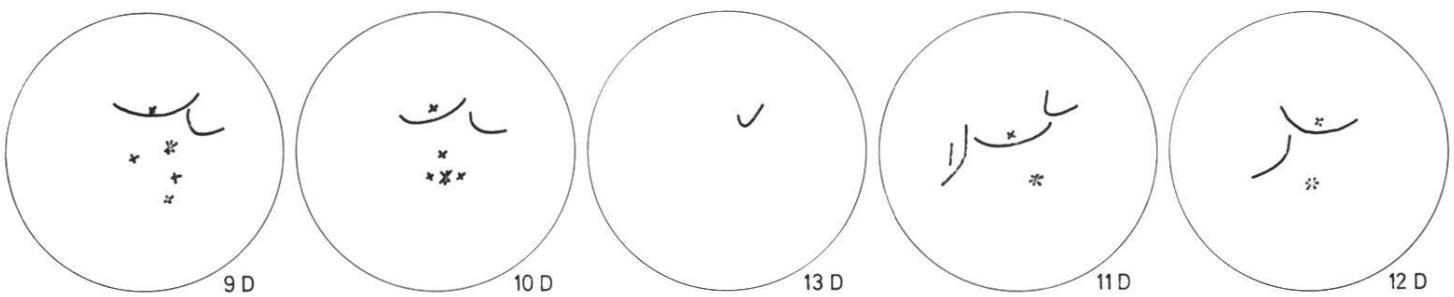
Abb. 30 Laborvergleichstest. Zeichenmarkierung auf BKB-Serien von 5 Patienten. Es wurden die Kristallisate simultan in Dornach und Freiburg hergestellt. Platten Dornach: 1D–23D. Platten Freiburg 1–4; 1–9; 1–10; 1–9; 1–9.



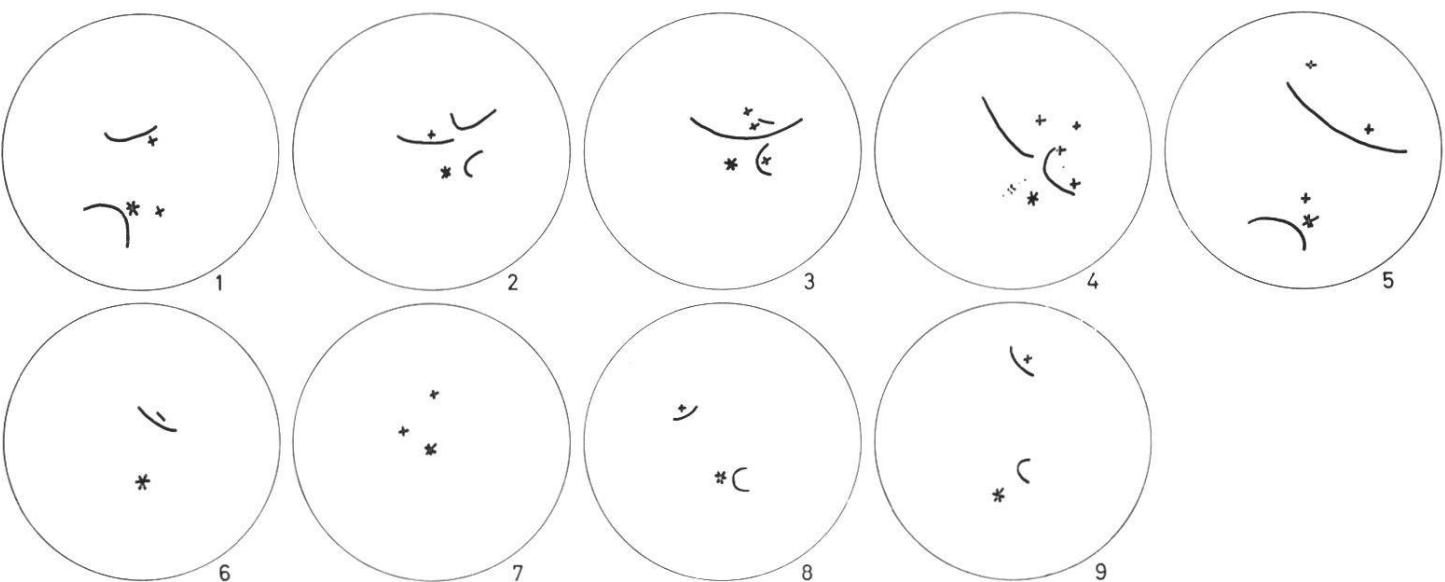
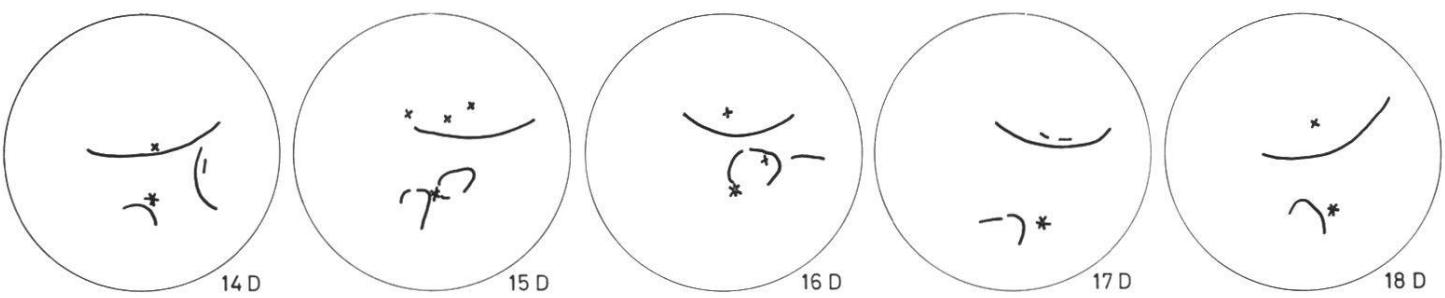
Blut A 1 3 Platten Dornach, 4 Platten Freiburg



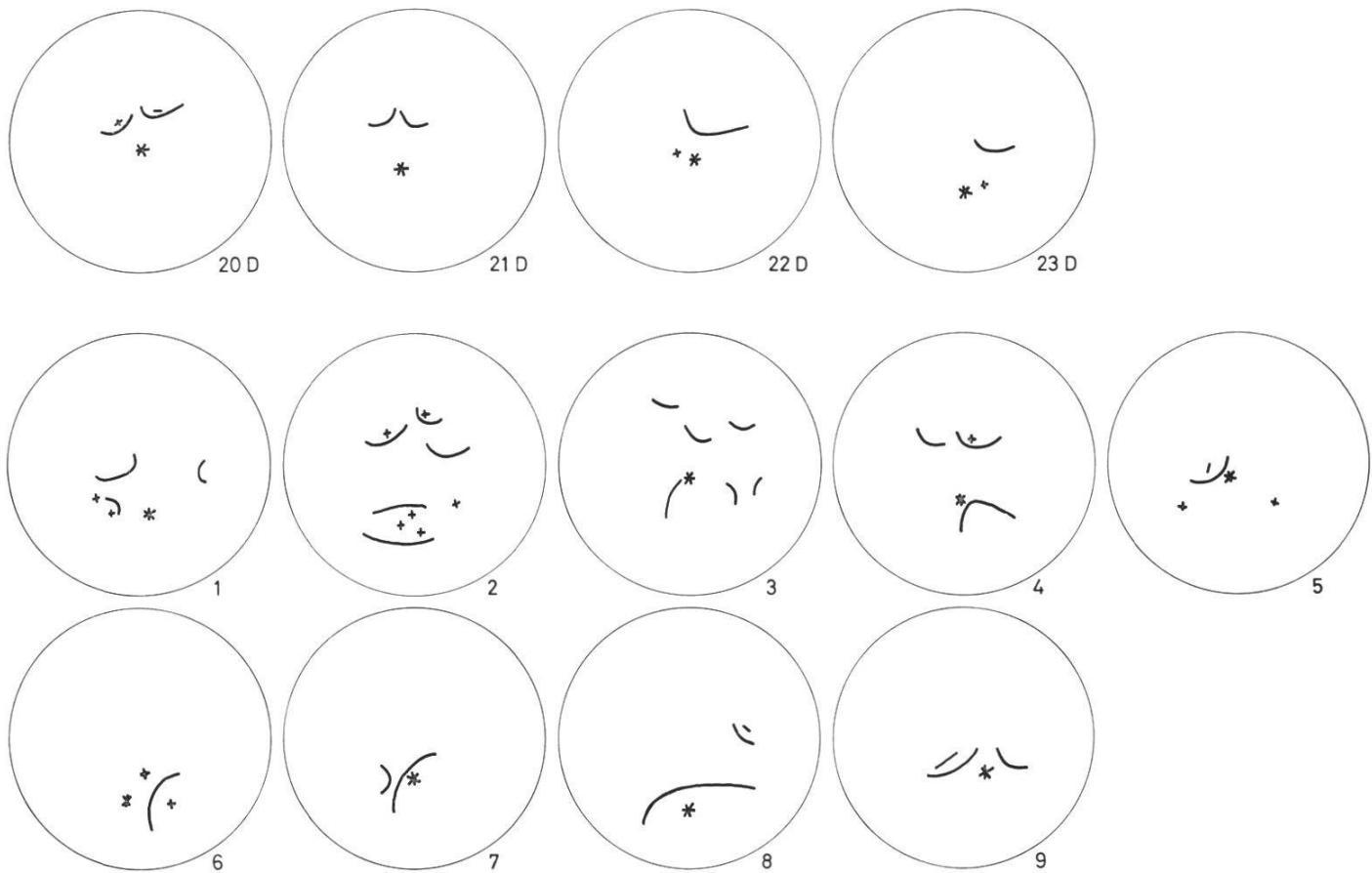
Blut A 2 5 Platten Dornach, 9 Platten Freiburg



Blut A 3 5 Platten Dornach, 10 Platten Freiburg



Blut A 4 5 Platten Dornach, 9 Platten Freiburg



Blut A 5 4 Platten Dornach, 9 Platten Freiburg

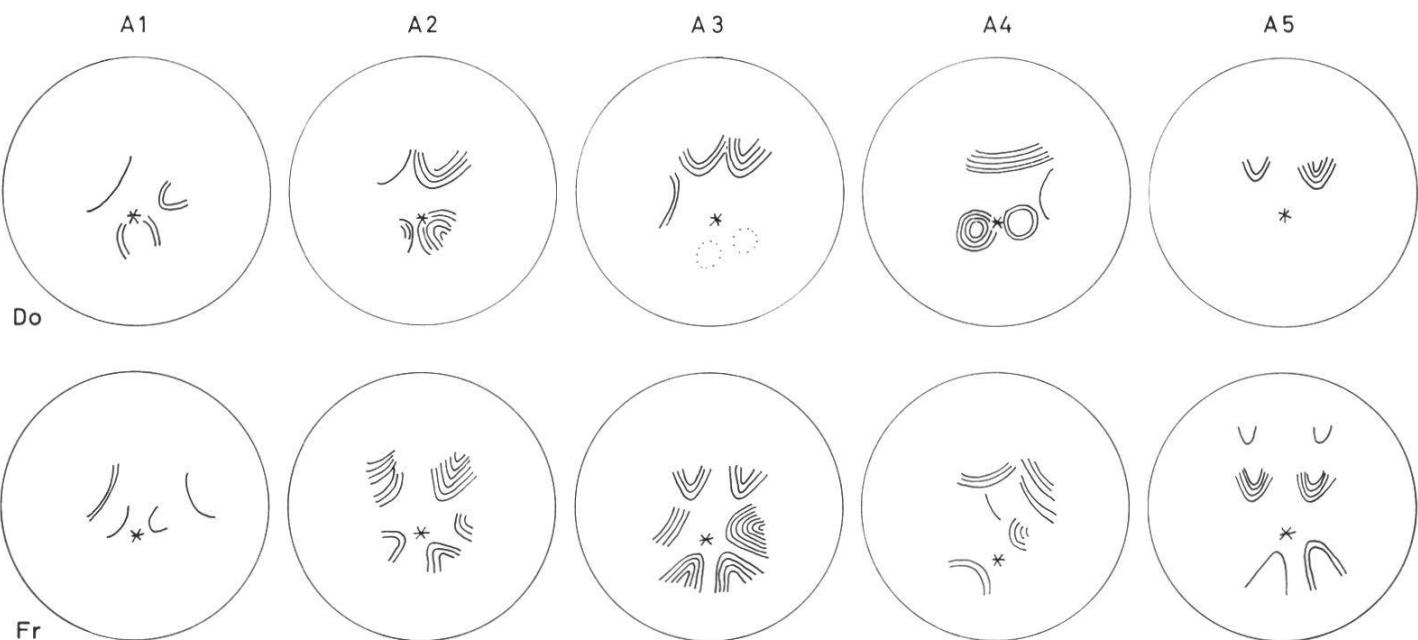


Abb. 31 Superposition der Markierungszeichen von Abb. 30. Nach Proportionalentzerrung halbschematisch übereinander kopiert.

Die Art der Superposition der Zeichen in Abb. 31 darf man so interpretieren, daß beide Laboratorien prinzipiell gleichartige Gestaltungen erzeugen. Zugleich ergibt sich rückwirkend, daß demnach die Unterschiedlichkeit zwischen den (jeweils homogenen) Serien eine Folge des individuellen Einflusses des Lösungsgenossen sein muß.

Zur näheren Erläuterung der Abb. 30 + 31 werden nachfolgend einige Details mitgeteilt, durch die der Leser in die Lage versetzt werden soll, zu verstehen, wie der Test im Einzelnen durchgeführt und interpretiert worden ist. – Auf die Diagnose ist ganz verzichtet worden, da es für die Statistik unerheblich ist, *was* die Zeichen bedeuten. Natürlich läßt sich bei bekannter Diagnose die Ergiebigkeit der Aussage vergrößern, doch wird *dieser* Teil der Ansprache des BKB erst im folgenden Unterkapitel (II a) vorgeführt.

Durchführung der Testes:

Die Ansprache der Platten erfolgte nach den Punkten a–e, und zwar getrennt für die Dornacher und die Freiburger Platten.

- a) Ordnung der Platten nach Zahl und Nummer
- b) Zentrierung und allgemeine Ansprache der Serie
- c) Markierung der Zeichen auf den Platten durch den Dornacher Praktiker mittels Fettstift
Übertragung der Markierung auf Transparentpapier (Abb. 30)
Löschen der Markierungen auf den Platten
- d) Analoger Versuch der Zeichenmarkierung durch die Freiburger Bearbeiter
Es zeigte sich, daß in den meisten Fällen eine gleiche Markierung der Störungen stattfindet. Daher wurde für die Auswertung im Superpositionsdiagramm lediglich die Dornacher Auswertung genommen.
- e) Zusammenstellung der Markierungen (Zeichenstatistik). Nach Entzerrung der Zeichentopographie werden die Zeichen zur Deckung gebracht (Superposition in Abb. 31).

Bei den nach diesem Schema untersuchten fünf Fällen sind die folgenden morphologisch-strukturellen Beobachtungen erfolgt und zur Bewertung herangezogen worden:

Blut A 1, 3 Platten Dornach (1 D–3 D)

1 polyzentrische, 2 monozentrische Platten

Aufstellung: zentrierbar auf Grund einer Einzelplatte: 2 BKB
zentrierbar auf Grund der Serie: 3 BKB

Sehr gute Superposition

Blut A 1, 4 Platten Freiburg (1–4)

2 polyzentrische, 2 monozentrische Platten

Aufstellung: zentrierbar auf Grund der Einzelplatte: 4 BKB

Weniger homogen als die Dornacher Serie

Blut A 1 erlaubt wegen der geringen Plattenzahl nur eine beschränkte Auswertung. Die Dornacher Plattenserien zeigt eine gute Superposition. Die Freiburger Serie widerspricht nicht den Dornacher Aussagen, bleibt aber unbestimmter. Ein Fall, wo auf Grund weniger aber «typischer» Platten eine Aussage getroffen wurde.

Blut A 2, 5 Platten Dornach (4 D–8 D)

4 polyzentrische Platten, davon eine mit Zentrenkranz, 1 monozentrische Platte

Aufstellung: zentrierbar auf Grund einer Einzelplatte: 4 BKB

zentrierbar auf Grund der Serie: 5 BKB

Die Ähnlichkeit beschränkt sich für den Außenstehenden auf die Platten 6D–8D.

Blut A 2, 9 Platten Freiburg (1–9)

8 polyzentrische Platten, davon zwei mit Zentrenkränzen, 1 monozentrische Platte

Aufstellung: zentrierbar auf Grund einer Einzelplatte: 6 BKB

zentrierbar auf Grund der Serie: 7 BKB

Zur Superposition ist eine starke Entzerrung notwendig.

Blut A 2 gibt keinen günstigen Test. Die Platten beider Laboratorien sind für den Außenstehenden unklar, wenn auch die Zeichen-Besetzung des peripheren langstrahligen Teiles deutlich ist. Die Auswertung durch Dornach überführt das wirre Gebilde in ein erstaunlich ähnliches Zeichenfeld. Der Versuch, eine eigene Auswertung analog durchzuführen, ergibt ein stärkeres Abweichen der Platten voneinander.

Blut A 3, 5 Platten Dornach (9 D–13 D)

4 polyzentrische Platten, 1 monozentrische Platte; bei 2 polyzentrischen Platten: Zentrenkranz

Aufstellung: zentrierbar auf Grund einer Einzelplatte: 2 BKB

zentrierbar auf Grund der Serie: 4–5 BKB

Mäßige Superposition

Blut A 3, 10 Platten Freiburg (1–10)

9 polyzentrisch, davon 2 mit Zentrenkranz, 1 monozentrisch

Aufstellung: zentrierbar auf Grund einer Einzelplatte: 7 BKB

zentrierbar auf Grund der Serie: 10 BKB

Sehr gute Superposition

Blut A 3 zeigt in allen Platten starke Störungen. Die Auswertung durch den Praktiker ergibt für die Dornacher Serie eindeutige Zeichen in der peripheren Zone des langstrahligen Feldes. Die Freiburger Serie hat die gleichen Zeichen, dazu noch solche im kurzstrahligen Feld und in der zentralen Zone des langstrahligen Feldes.

Die in den beiden Laboratorien durchgeführten Thesigramme zeigen die vorhandenen Zeichen unterschiedlich deutlich, einander ergänzend.

Blut A 4, 5 Platten Dornach (14 D–18 D)

4 polyzentrische, 1 monozentrische Platte

Aufstellung: zentrierbar auf Grund einer Einzelplatte: 3 BKB
zentrierbar auf Grund der Serie: 4 BKB

Befriedigende Superposition

Blut A 4, 10 Platten Freiburg, davon eine nicht verwertet, also 1–9

6 polyzentrisch, 3 monozentrisch

Aufstellung: zentrierbar auf Grund einer Einzelplatte: 7 BKB
zentrierbar auf Grund der Serie: 8 BKB

Die Superposition erfolgt auf Grund einer sehr vagen Entzerrung.

Blut A 4 ist mit einer klinischen Diagnose versehen, von der man zentral liegende Zeichen erwarten würde. Ohne Kenntnis der klinischen Diagnose würde sich die Auswertung eher auf die Zeichen des langstrahligen Teiles stützen. Doch vermögen die Praktiker darzulegen (vgl. Abb. 5), daß in der Tat auch die klinisch indizierte Region deutlich gezeichnet ist. Die Freiburger Platten bestätigen ungefähr die Angaben; die Ähnlichkeit der Platten untereinander zeigt sich aber erst im Laufe der Zeichenmarkierung.

Blut A 5, 5 Platten Dornach, davon eine nicht ausgewertet, also 20 D–23 D

3 polyzentrisch, 1 monozentrisch

Aufstellung: zentrierbar auf Grund einer Einzelplatte: 2–3 BKB
zentrierbar auf Grund der Serie: 4 BKB

befriedigende Superposition

Blut A 5, 10 Platten Freiburg, davon eine nicht ausgewertet, also 1–9

5 polyzentrisch, davon 2 mit Zentrenkränzen, 4 monozentrisch

Aufstellung: zentrierbar auf Grund der Einzelplatte: 9 bzw. 10 BKB

Befriedigende Superposition

Beide Serien von Blut 5 haben eine genügend gute Superposition, doch entspricht die Zeichenverteilung nicht dem klinischen Befund.

Die Freiburger Platten geben (wegen des Auftretens von Zeichen im kurzstrahligen Bereich) den Befund besser wieder.

Obwohl bei diesem Test lediglich die Identität der Serien zweier Laboratorien festgestellt werden sollte, ist es – wie man bei Blut A 5 sieht – sinnvoll, auch für die Reproduzierbarkeits-Beurteilung schon die «diagnostische Erwartung» heranzuziehen.

II. Krankendiagnostische Blutkristallisationsbilder

Sobald man sich mit der BKB-Analyse kranker Versuchspersonen befaßt, ist es zur Abkürzung der Beschreibung fast unvermeidlich, jene Darstellungsweise zu verwenden, die man als «Diagnosejargon» bezeichnen kann. In *Nachahmung* der Praxis wird man zunächst generell, je nach Zeichenfülle, Zentrierung usw. über den Gesundheitszustand der Versuchsperson befinden.

Es ist in der Tat auffällig, daß die BKB von kranken Versuchspersonen kompliziertere Strukturen haben, mehr desorientiert sind und daher im Diagnosejargon «bedenklich» genannt werden können.

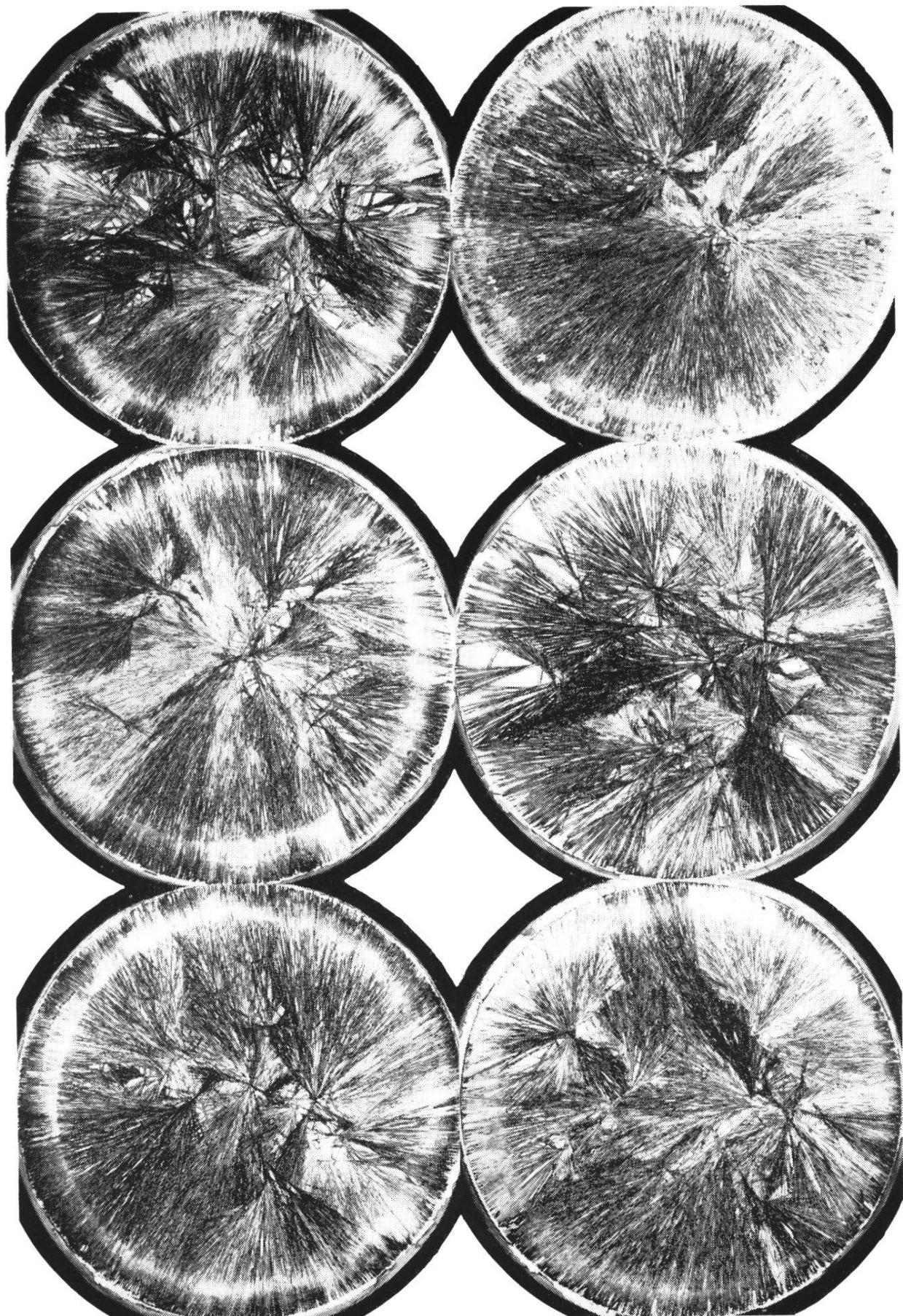
Ein besonders eklatantes Beispiel sei in Abb. 32 vorgeführt. Bei einer Versuchsperson ergab das BKB während der Krankheit immer wieder die dargestellte, charakteristische, wenig zentrierte Grundgestalt. Nach der Gesundung hingegen erschien ein «normales» BKB, wie es auch der Anfänger als «unbedenklich» bezeichnen würde.

Auf diese allgemeine Ansprache folgt die genauere Analyse der Zeichen, gemäß dem Rezept der Praktiker (S. (21)). Alle diesbezüglichen Bemerkungen, die das Kristallographische überschreiten, sind *als rein pragmatische Äußerungen zur Methode* zu verstehen. Denn unsere «Diagnose» erfolgt lediglich in *Nachahmung* von Auswerteregeln, ohne Rücksicht darauf, ob dieser Vorgang an sich sinnvoll ist oder nicht. – Aus Gründen der Diskretion sind alle näheren Angaben zur Person etc. unterlassen.

a) *Der Laborvergleichstest als Krankenbluttest*

Die im Austausch zwischen dem Dornacher und Freiburger Labor gemachten differenzierten diagnostischen Äußerungen der Dornacher Praktiker stehen hier nicht zur Diskussion. Doch ist es von Interesse

Abb. 32



festzustellen, inwieweit der Außenstehende in der Lage ist, «nach Anweisung» auszuwerten. Daher wird nachfolgend von den fünf Vergleichsfällen zuerst in () der klinische Befund mitgeteilt und anschließend daran unser *eigener* Auswertungsversuch, der sich sowohl auf die in Dornach als auch auf die in Freiburg hergestellten Platten bezieht.

A₁ (Magen-Darm-Trakt)

Dornach: grobe Magenrosette, Störungen im Unterleib

Freiburg: querstörungsartige Zeichen im Unterleib (Darm?)

A₂ (Urogenitalsystem)

Dornach: Unterleibszeichen (da auf Symmetrieebene liegend: Blase?)

Freiburg: Nieren?, Unterleib stark gezeichnet

A₃ (Urogenitalsystem)

Dornach: kompliziert, störungsreich, Hohlformen, Unterleib deutlich gezeichnet

Freiburg: gleiche Ansprache wie für die Dornach-Platten; dazu Leber? – Magen und Thorax deutlich gezeichnet.

A₄ (Mamma-Carcinom)

Dornach: unruhige Strukturen, Drüsenzeichen, Störungen über das ganze Feld verteilt (mit Betonung des Unterleibs)

Freiburg: gleiche Ansprache wie Dornach-Platten; Entzündungszeichen. BKB bleibt ohne bekannte klinische Diagnose unklar.

A₅ (Lunge)

Dornach: Unterleib und Magen sind gezeichnet

Freiburg: neben Unterleib und Magen deutliche Thoraxzeichen

Es muß gesagt werden, daß die (hier nicht wiedergegebene) Ansprache der selben Platten durch die «Praktiker» zwar detaillierter war, daß jedoch die Übereinstimmung mit der klinischen Diagnose in der glei-

◀ Abb. 32 Konstanz eines dezentrierten Blutbildes (W).

Versuchsperson, drüsengestört, in Behandlung, gab trotz unserer Bemühungen um monozentrische, feinkristalline Bilder hartnäckig immer den gleichen Typ des BKB. Die linken 3 BKB sind Platten aus einer Serie, die unteren beiden rechten aus einer anderen. – Nach erfolgter Behandlung (1/2 Jahr später) erhielten wir BKB vom Typ des rechten oberen Fotos (sehr homogene Serien!).

Zur gleichen Zeit wie die dezentrierten Serien von W ergaben die Thesigramme einer anderen Versuchsperson in unserer Klimakammer unter sich vergleichbare Bilder eines besser zentrierten Typs.

chen Größenordnung blieb. Während der erste Schritt der BKB-Auswertung (Zeichenmarkierung) im Rahmen des Erwartbaren reproduzierbar ist, bleibt der zweite Schritt der Auswertung (Diagnoseerfolg) hinter den Erwartungen zurück, möglicherweise auch aus Gründen, die S. (67) dargelegt sind.

Wir ziehen daraus den Schluß, daß zwar die Methode als solche «möglich», die diagnostische Korrelation aber noch problematisch ist.

b) Simultantest nach Pfeiffer und Selawry (Versuchsreihe P)

Von einer Krankenblutserie (beliebige Fälle eines Krankenhauses) wurden zugleich BKB-Serien nach Pfeiffer (PF) und Selawry (SEL) hergestellt. Neben der Homogenitäts- und Identitätsprüfung an diesem Material wurde an Hand einer schematisierten Auswertung versucht, den Diagnoseerfolg (DE) zu ermitteln.

Es war also zu prüfen:

1. ob Serienhomogenität (SH) a) nach PF, b) nach SEL vorliegt
2. ob Serienidentität (SI) zwischen PF- und SEL-Serien besteht
3. ob jeder der Fälle eine individuelle Grundgestalt hat
4. ob die (bekannte) klinische Diagnose im BKB wiederzuerkennen ist; kombinierte Auswertung der PF- und SEL-Serien

Die folgenden Fälle lagen zur Untersuchung vor:

1. Pankreas

BKB mit starken Entzündungszeichen auf allen Platten; auch SEL-Platten zeigen Sterne und keine Hohlformen. Keine Magenzeichen.

2. Icterus

Wenig Zeichen (Unterleib) auf feinstrahligen Platten nach beiden Methoden.

3. Mamma-Carcinom

Stark maligne Bilder mit Querstörungen (Lunge, Kopfregion; nicht Unterleib).

Zu Seite (85)

Abb. 33 Ermittlung der Serienhomogenität und Serienidentität. Zeichenschema zum Krankenblut-Test (Versuchsreihe N). In der oberen Reihe BKB nach Pfeiffer, in der unteren Reihe BKB nach Selawry.

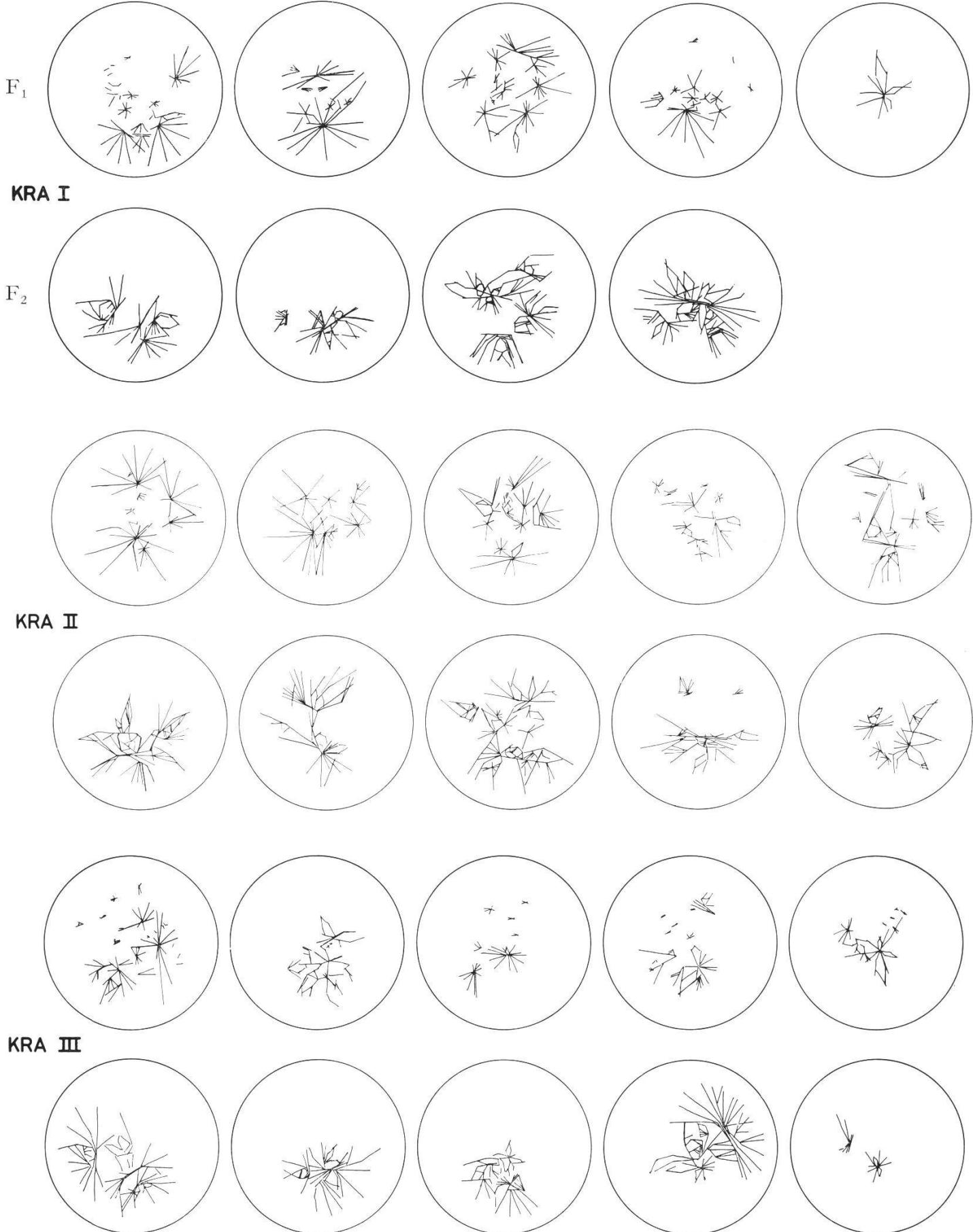
Abb. 33a: Blut I – III

Abb. 33b: Blut IV – VI

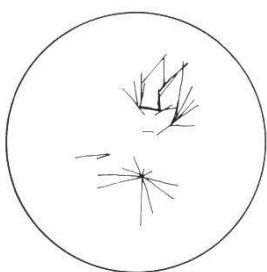
Abb. 33c: Blut VII – IX

Abb. 33d: Blut XI – XIII

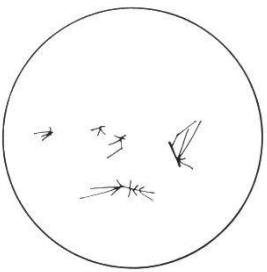
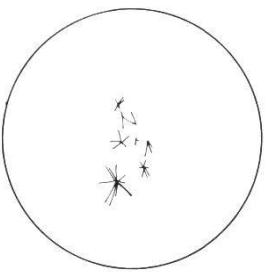
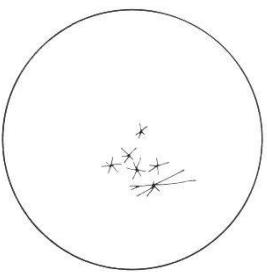
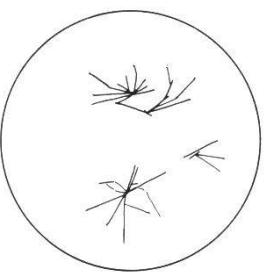




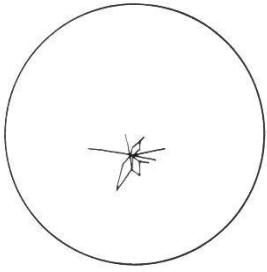
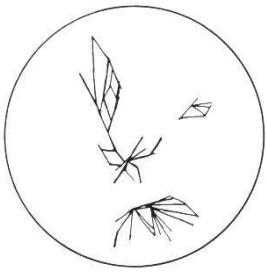
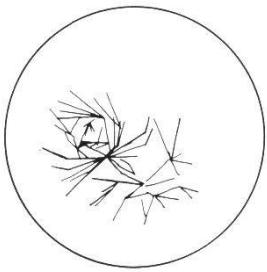
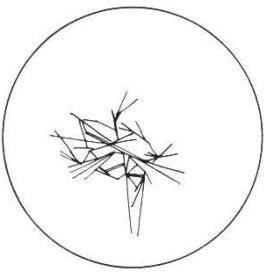
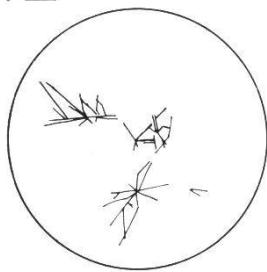
F₃



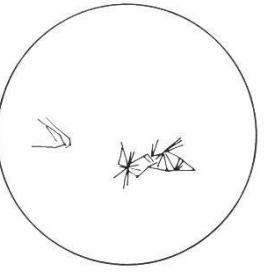
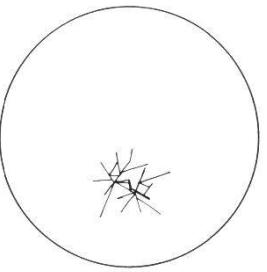
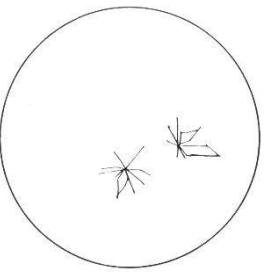
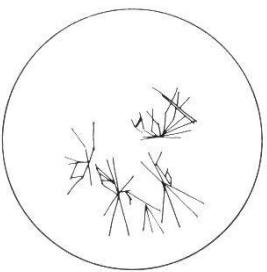
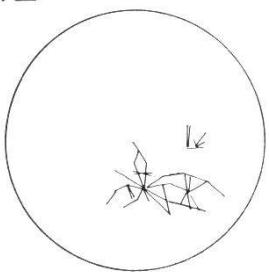
F₄



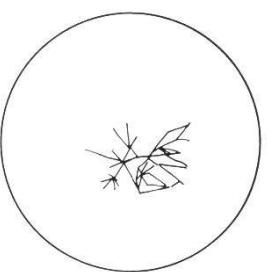
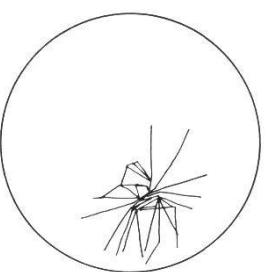
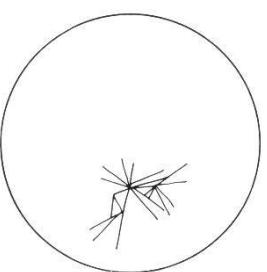
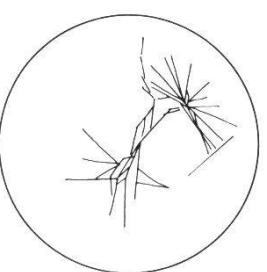
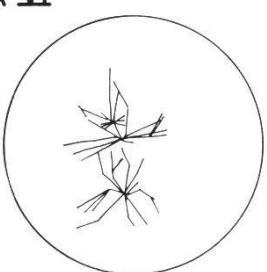
KRA IV

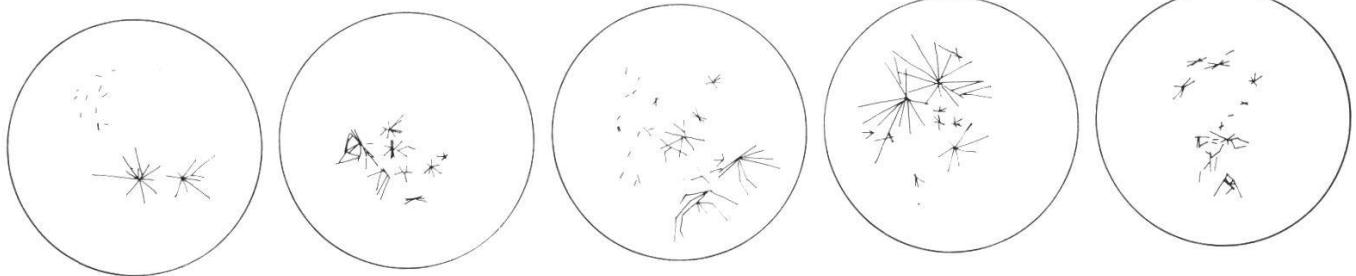


KRA V

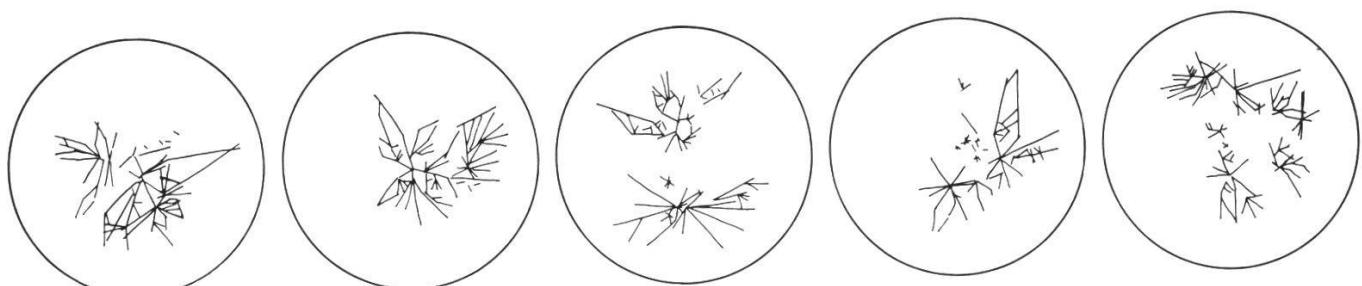
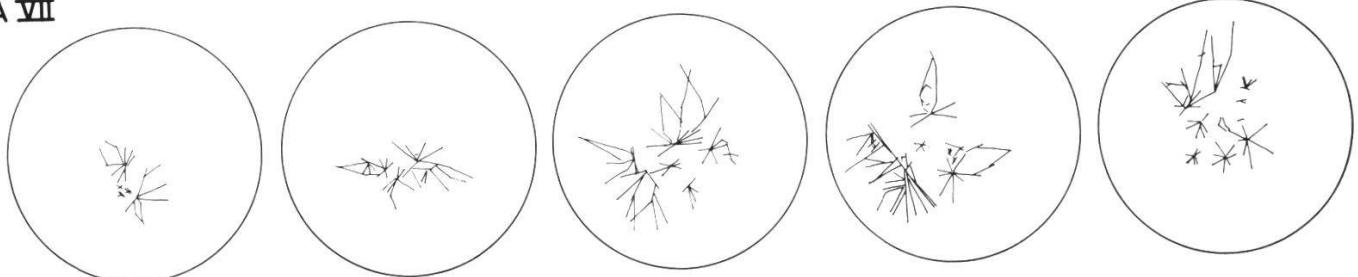


KRA VI

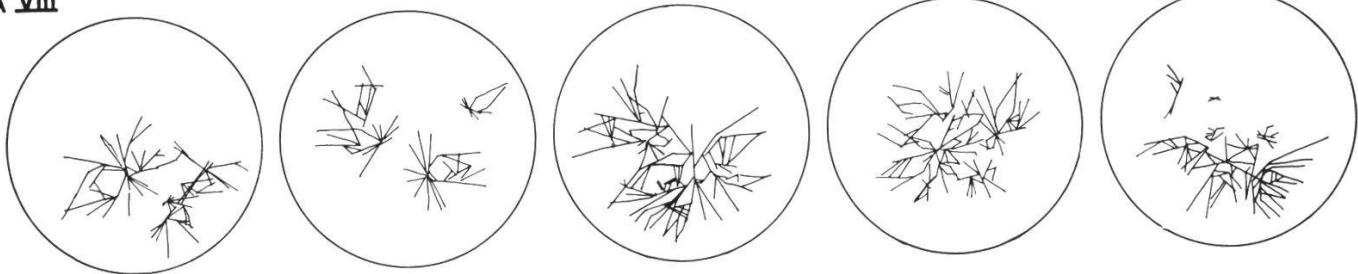




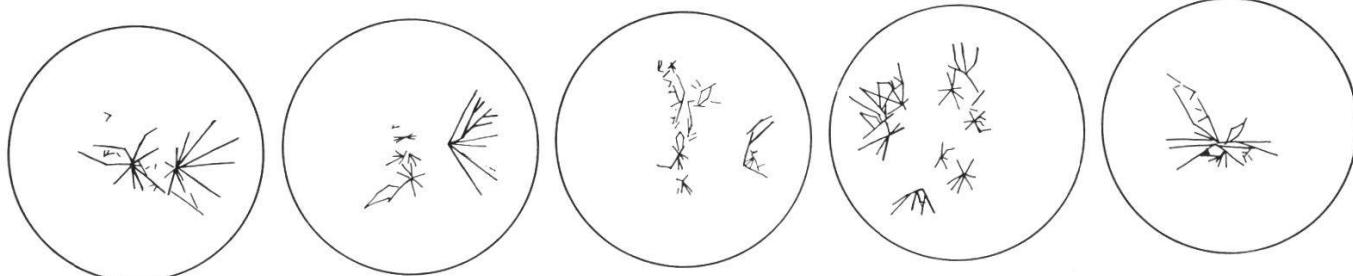
KRA VII



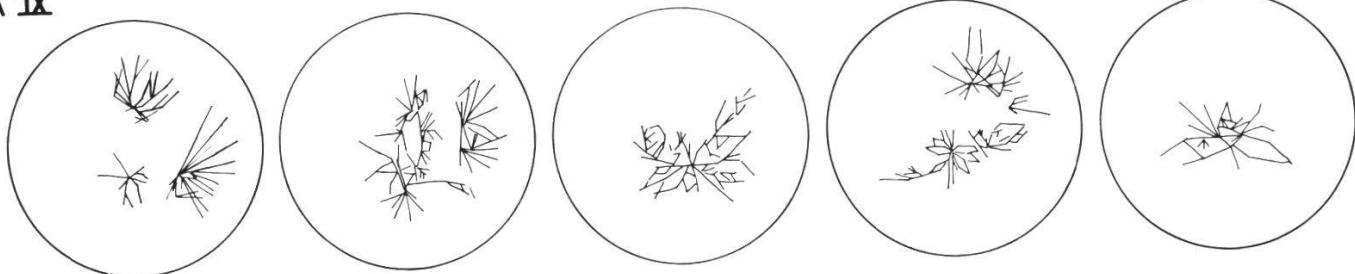
KRA VIII

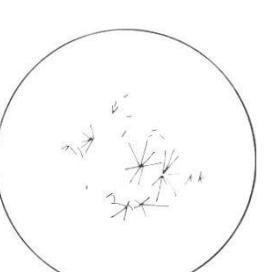
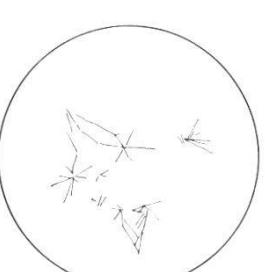
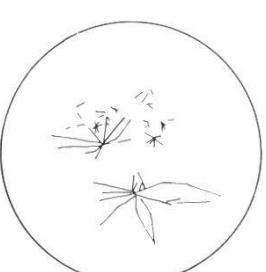
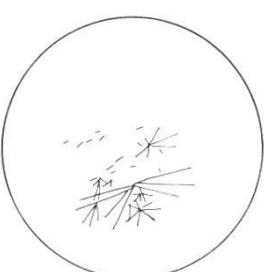
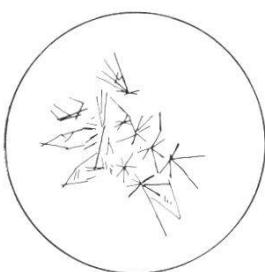


F₅

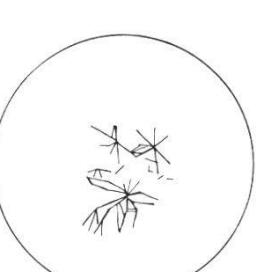
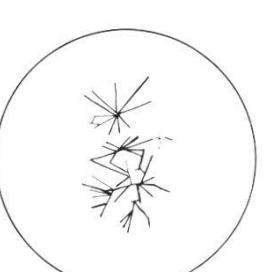
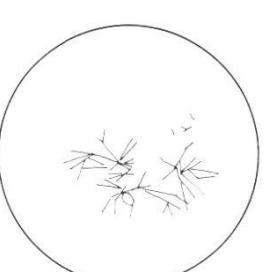
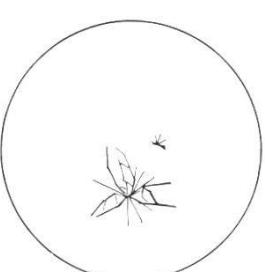
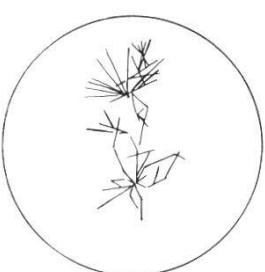
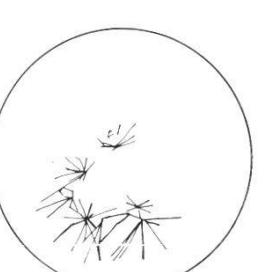
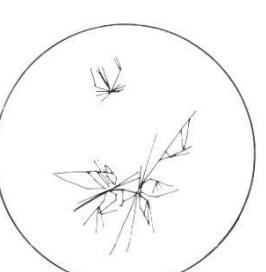
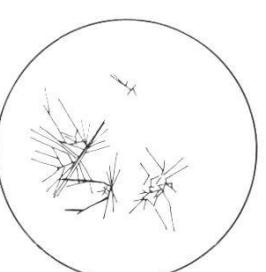
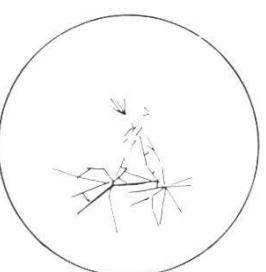
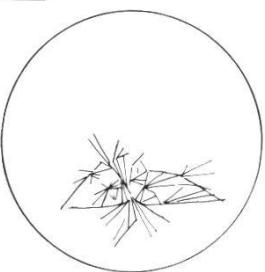


KRA IX

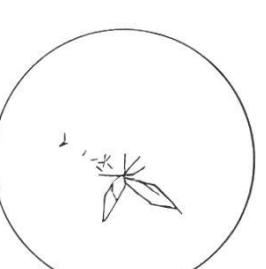
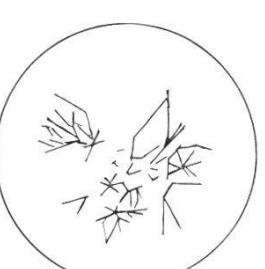
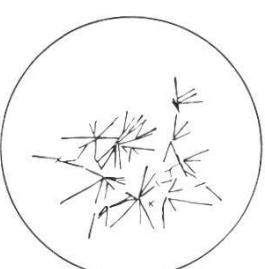
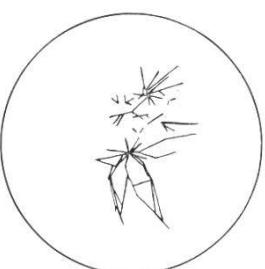
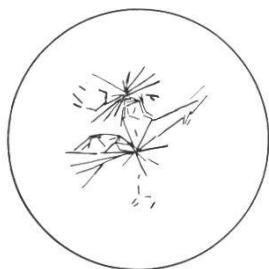
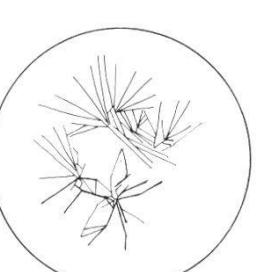
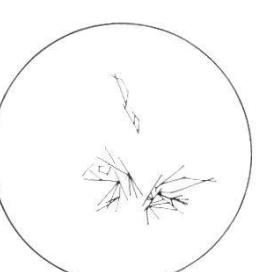
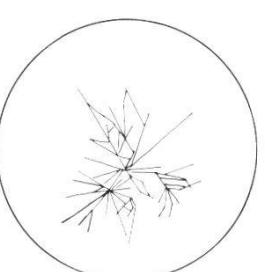
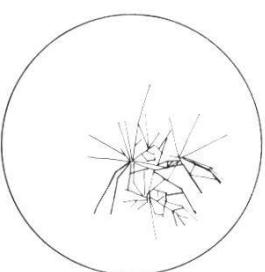
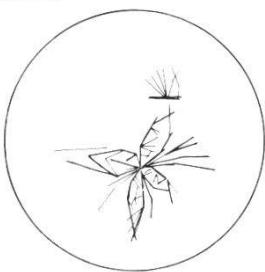




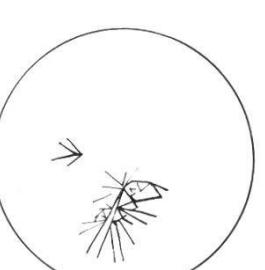
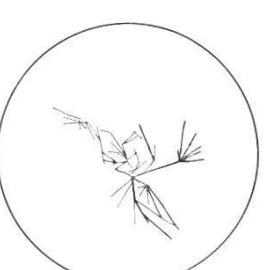
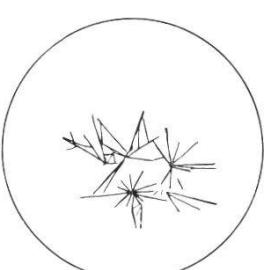
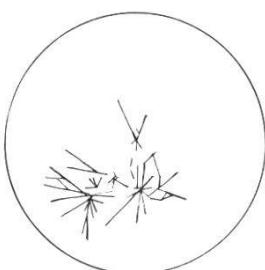
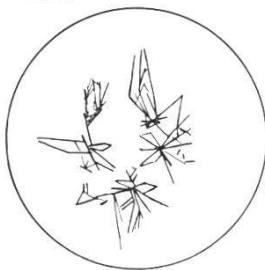
KRA XI



KRA XII



KRA XIII



4. Unfall (Knochenbrüche)

Die Platten wurden – wie bei den übrigen Auswertungen auch – *vor* Hinzuziehung der klinischen Diagnose ausgewertet und die Versuchsperson daraufhin für «schwer krank» angesehen! – Interessant ist die Serienidentität: sowohl PF als auch SEL liefern grobe bis chaotische Kristallisate mit Querstörungen und Hohlformen.

5. Gangraena diabetica

Die PF-Serie ist undurchsichtig, viele Entzündungszeichen. Nach SEL ist Versuchsperson schwer krank; der Magen ist gezeichnet, auch Querstörungen vorhanden.

6. Lungenentzündung

Nach PF wenig charakteristische gestörte Bilder. SEL zeigt auf den Platten eine Fülle von Zeichen: 2 x Lungen-U, 5 x Magenrosette, Trigone, Hexagone.

7. Hepatitis

Lokalisationsarme Platten beider Serien, Leberzeichen nur undeutlich.

Die Fälle wurden kurz beschrieben, weil wir die Bewertung der Platten in die folgende Statistik zusammengefaßt haben:

	1	2	3	4	5	6	7
SH _P	50	25	25	75	25	25	50
SH _S	50	50	50	75	75	75	50
SI	75	75	50	75	50	25	75
DE _{SEL + PF}	50	25	75	—	25	50	0

Die Serie zeigt also, daß eine vom Lösungsgenossen her bestimmte Gestaltung zwar möglich, aber nicht streng erweisbar ist. Viele Serien verbleiben auf diesem indifferenten Stand; einen etwas besseren Durchschnitt zeigt die folgende Serie, die *als Beispielhaft* etwas näher beschrieben werden soll.

c) Simultantest nach Pfeiffer und Selawry (Versuchsreihe N)

Analoge Serie einer Simultankristallisation nach PF und SEL; diesmal soll die Verteilung der Merkmale auf den Platten durch komplette Zeichnungen der BKB vorgeführt werden (Abb. 33).

Einzelne BKB werden auf Abb. 34 photographisch wiedergegeben, damit der Leser beurteilen kann, in welcher Weise die Zeichnungen schematisiert sind.

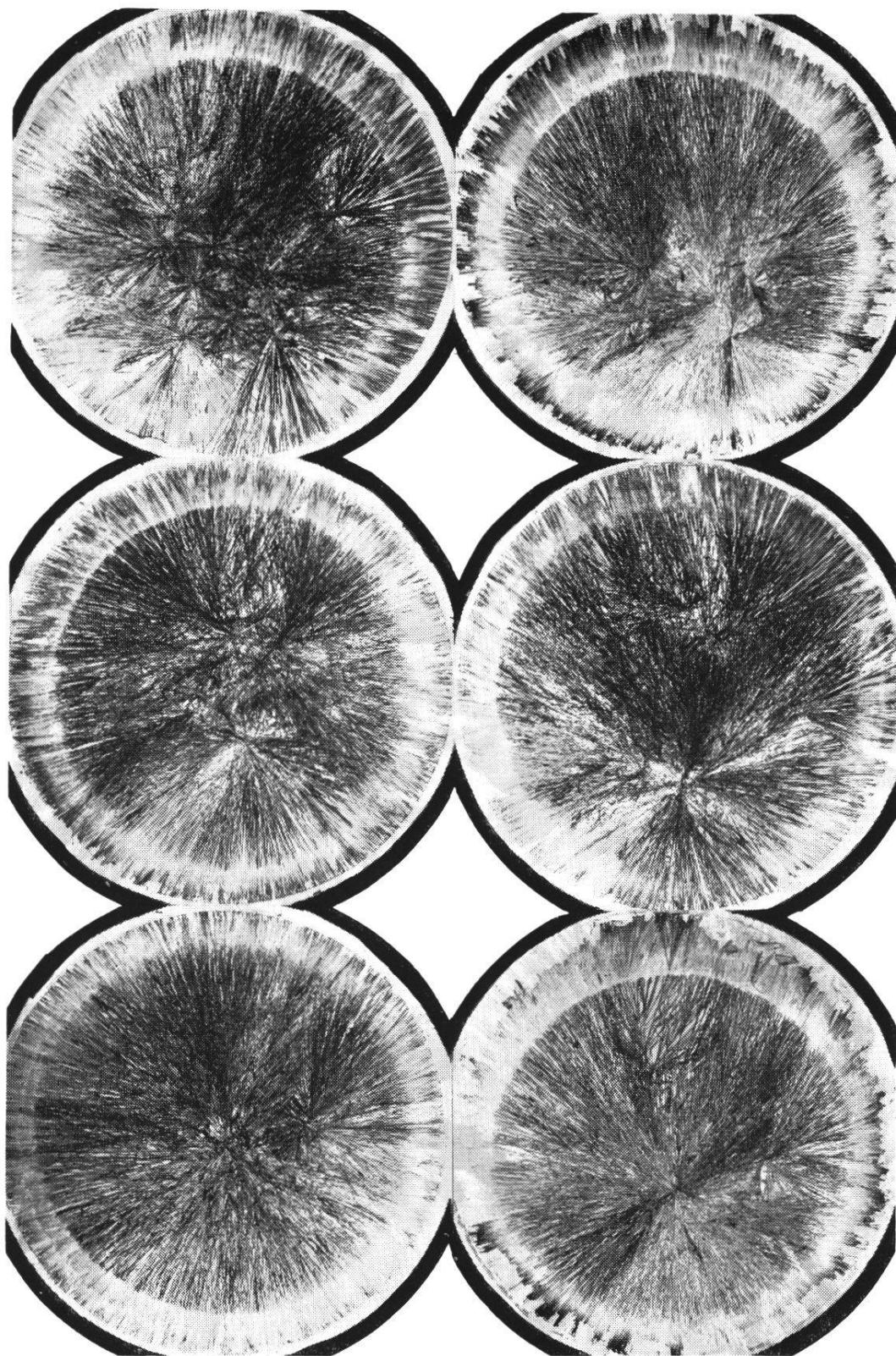


Abb. 34 Belege zum Krankenbluttest Versuchsreihe N (= Skizzen der Abb. 33).
Obere Fotos: Mamma-Carcinom (KRA I, F₁ u. F₂), Serienidentität auswerte-technisch gut, phänotypisch schlecht (links nach Pfeiffer, rechts nach Selawry).
Mittlere Fotos: Unterleibsgeschwulst (KRA IV, F₃ u. F₄), Serienhomogenität zweier BKB nach Pfeiffer.
Untere Fotos: Hepatitis (KRA IX, F₅ u. F₆), Serien-identität zwischen Serien nach Pfeiffer (links) und Selawry (rechts).

Tabelle III: Schema zur Versuchsreihe N

Krankenblut	1	2	3	4	5	6	7	8	9	11	12	13	aufgerundeter Durchschnitt
SH _P	50	50	50	75	50	25	0	50	50	75	75	50	50
SH _S	75	75	50	50	75	25	25	75	50	75	75	50	60
SI													
(Bildeindruck)	(50)	(0)	(25)	(25)	(25)	(0)	(0)	(50)	(75)	(50)	(75)	(50)	—
auswertetechn.	100	50	50	75	50	50	25	75	100	100	75	75	80
DE													
allein nach PF	75	25	25	25	25	0	0	75	75	75	50	50	40
allein nach SEL	100	50	25	50	25	0	0	75	75	75	50	50	50
Kombiniert SEL + PF	100	50	50	75	25	50	25	75	75	100	50	50	60

Tabelle III. zeigt die Auswertung der 12 Fälle. Die Serienhomogenität ist bei SEL wieder überdurchschnittlich; die Serienidentität $SI_{PF/SEL}$ zwar nach dem Phänotyp («erster Eindruck») schwach, auswertetechnisch erreicht sie jedoch den Wert 80. Der Diagnoseerfolg bleibt zwar im Rahmen zufälliger Treffer; es ist allerdings nicht auszuschließen, daß ein erfahrener Auswerter aus den kombinierten Aussagen von PF und SEL ein positiveres Resultat erzielt hätte, vgl. auch die Bemerkungen S. (67).

Die folgenden Notizen (im «Diagnosejargon») mögen zeigen, wie wir «bona fide» eine Ansprache der Platten versucht haben.

Krankenblut 1 (Mamma-Carcinom)

Sowohl nach PF als auch nach SEL entstehen Bilder starker Malignität, Krebs wäre möglich. Die Zeichen in der Mitte gegen den kurzstrahligen Teil sind am signifikantesten. Diagnose vor allem nach SEL: Mamma-Carcinom. Die Serienidentität hinsichtlich des Bildeindrucks ist mit 50 angegeben, das ist laut Ausführung auf Seite (66) das maximal Erreichbare.

Krankenblut 2 (Klinisch gesund; Ohr - Operation)

Nach den Bildern müßte die Versuchsperson für allgemein schwer krank gehalten werden. PF liefert Entzündungszeichen über den ganzen Bereich. SEL hingegen zeigt Doppelflügel (Drüsen?) aber auch Polygone im zentralen bis kurzstrahligen Bereich.

Krankenblut 3 (Diabetes mellitus)

Nach PF eine eher nicht organ-gebundene Malignität; nach SEL deutliche

Magen- sowie Drüsenzeichen. Keine klare Diagnose möglich, jedenfalls nicht für den Außenstehenden.

Krankenblut 4 (Darmverschluß nach Operation; Konglomerattumor neben Bauchaorta, dazu Abszesse im Rücken)

Nach PF sind stark entzündliche Prozesse im Unterleib zu konstatieren. Bei den Bildern nach SEL ist der Magen stark gezeichnet. Zusätzliche stark gestreute Störungen im Unterleib. Für den Spezialisten zweifellos noch besser ausdeutbar. Wegen der komplexen Krankheit ist keine klare Diagnose zu erwarten.

Krankenblut 5 (Knochenmarkentzündung)

Für den mit der Methode nicht Vertrauten sind die PF-Bilder symptomlos indifferent (Magenzeichen vorhanden). Nach SEL ist die Versuchsperson krank: die Serie ist zwar homogen, bedürfte aber wohl spezieller Einweisung. Die Diagnose unterblieb; man darf demnach nicht von einer totalen Fehldiagnose sprechen, daher wurde die Erfolgsziffer mit 25 (= nur undeutliche Relation zwischen klinischem Befund und BKB) eingetragen.

Krankenblut 6 (Perniziöse Anämie)

Inhomogene Serie nach PF mit auffällig vielen kurzen Quernädelchen im sonst wenig gestörten langstrahligen Bereich. Die SEL-Serie ist markant mit Tendenz zu großen Doppelflügeln (insgesamt: maligner Typ). Sie ist aber gleichfalls uneinheitlich. Für den Nichtspezialisten ist keine Aussage möglich. Nach Auskunft der Praktiker sind Blut-Erkrankungen wenig diagnosesicher. Die Erfolgsziffer ist auf 50 bemessen.

Krankenblut 7 (Gicht)

Sehr heterogene Bilder beider Serien. Diese Tatsache erlaubt nicht, die an sich sehr klaren aber einmaligen Zeichen (z. B. Lungen-U) zu interpretieren. Die Bilder nach SEL sind maligner und ausdrucksstärker. Die Serie mußte ohne Diagnose belassen werden. Als Erfolgsziffer (PF + SEL) kann man wegen der «charakteristischen Unspezifität» 25 (anstelle Null) setzen.

Krankenblut 8 (Magen-Carcinom ohne Metastasen; abgesehen vom Magen ist Versuchsperson befundfrei)

Die Bilder nach PF zeigen gleichbetont Zeichen von Magen, Leber, Unterleib. Allgemein maligner Charakter, jedoch ohne eigentliche Querstrukturen. Die SEL-Bilder sind eindeutiger auf den Magen bezogen, Querstrukturen sind vorhanden, daneben Doppelflügel. Ansprache erfolgte auf Krebs, jedoch wurde der Magen nur neben anderem vermutet, daher lediglich 75 als Erfolgsziffer.

Krankenblut 9 (Hepatitis)

Die PF-Serie gibt diffuse Störungen im Unterleib; deutliche Leberzeichen. Die Ansprache der SEL-Serie ist praktisch gleich, der Magen stärker gekennzeichnet. Wegen der Nichtverifizierbarkeit der Magenzeichen im klinischen Befund wurde nur 75 als Erfolgsziffer eingesetzt (es ist gleichwohl möglich, daß

eine Magenuntersuchung Symptome geliefert hätte, in diesem Falle wäre DE = 100).

Krankenblut 11 (Magen-Carcinom, Pankreas, Milz; Leber frei)

Nach PF wären stark entzündliche Prozesse im Unterleib entwickelt. Milzsterne. Hingegen würde man das Carcinom nur aus *einer* Platte entnehmen können. Nach SEL ist der Carcinom-Verdacht größer, am deutlichsten ist der Magen indiziert. Leberzeichen fehlen. Bei mehr Erfahrung wäre die Diagnose (DE 100) zweifellos noch sicherer erfolgt.

Krankenblut 12 (Lungenembolie/Fettembolie nach Knochenbruch)

Die Auswertung sowohl nach PF als auch nach SEL würde deutlich für Unterleibskrebs bzw. Magenkrebs sprechen. Schwache Lungenzeichen. Die Versuchsperson ist an Lungenembolie verstorben. Die Bewertung dieser Serie ist schwer; eine totale Fehldiagnose kann man ohne Zusatzuntersuchung nicht annehmen. Stellt man nur auf die Lungenzeichen ab, kann DE bestenfalls 50 sein.

Krankenblut 13 (Prostata-Carcinom mit Metastasen im Becken)

Die PF-Serie zeigt ausgedehnte Störungskomplexe im Unterleib, das gleiche gilt für die Bilder nach SEL. Andeutungen von Querstörungen. Die Metastasen könnten eine Lokalisierbarkeit verhindert haben. Die Erfolgszahl ist nur mit 50 angesetzt, da ein Prostata-Carcinom typisch lokalisierte Zeichen geben sollte.

Die vorstehenden Bemerkungen sind als «Protokoll aus der Werkstatt» aufzufassen und mögen zeigen, daß eine *so durchgeführte diagnostische Praxis sicher nicht zur Erhellung der Grundlagen geeignet* ist.

d) Krebs-Test (Versuchsreihe H)

Die gute Erkennbarkeit des Krebses durch die CuCl₂-Methode wird als ein großer Vorteil herausgestellt. Die typische Querstörung (siehe Abb. 28) soll im BKB nicht nur das Vorhandensein von Krebs an sich anzeigen, sondern durch die Lokalisation auch noch das befallene Organ bezeichnen.

Über dieses Phänomen liegen Arbeiten mit statistischen Angaben vor. Alle Autoren (so auch Jung) sprechen von Erfolgsraten $\geq 80\%$. Manche Bearbeiter haben sich damit begnügt, pro Serie *eine* Querstörung zu finden, andere verlangen, daß mindestens auf 2 Platten solche Zeichen erscheinen. Soweit wir sehen, ist aber bisher noch nie mitgeteilt worden, bei welcher Serienhomogenität solche Statistiken erfolgt sind. Prüft man nämlich Krebs-Serien, so zeigt sich eine große

Tabelle IV: Serienübersicht zu den Abb. 35 und 36

Serie	Plattenzahl	Anzahl der Querstörungen	davon richtig lokalisiert	Bemerkungen
Unterleibskrebs (1–4), (5–6) Dickdarmkrebs (7–9) 3 Fälle				
1	8	2	1	sehr homogene Serie
2	7	2	1	–
3	8	0	0	–
4	4	2	1	starke Störungen Unterleib
5	9	1	1	starke Störungen Unterleib 5 Platten mit Magenzeichen
6	6	4	4	5 Platten mit Magenzeichen
7	9	5	2	5 Platten mit Magenzeichen
8	8	4	1	3 Platten mit Magenzeichen, Doppelfächer, 3 isometrische Polygone
9	10	6	3	5 Platten mit Magenzeichen
Magenkrebs (1–2), (3–4), (5–6 PF; 7–9 SEL) 3 Fälle				
1	5	0	0	Magen, Leber, Unterleib gezeichnet
2	5	2	0	4 Platten mit Magenzeichen, maligne Bilder
3	10	0	0	8 Platten mit Magenzeichen; Entzündungszeichen Unterleib
4	10	1	0	8 Platten mit Magenzeichen, 4 Platten mit Lungen-U, Entzündungszeichen Unterleib
5	5	0	0	3 Platten mit Magenzeichen, Quernadeln, Entzündungssternchen
6	4	0	0	–
7	10	0	0	2 Platten mit Magenzeichen
8	4	0	0	alle 4 Platten mit Magenzeichen
9	2	0	0	beide Platten mit Magenzeichen
Kehlkopfkrebs (1) (2) 2 Fälle				
1	8	2	0	–
2	6	3	1	homogene Serie, Störung in Kopfregion
Lungenkrebs (1–4) 1 Fall				
1	10	1	0	3 Platten mit Lungen-U
2	8	1	0	2 Platten mit Lungen-U
3	10	0	0	heterogene Serie
4	10	3	2	4 Platten mit Lungen-U

Inhomogenität, durch die das Erkennen einer Grundgestalt sehr erschwert ist.

Rechnet man eine durchschnittliche Serie zu 5 Platten, so haben nach unseren Erfahrungen Unterleibs- bzw. Dickdarmkrebs pro Serie bis zu 3 «sichere» Querstörungen. Magencarcinome hingegen liefern weniger Zeichen pro Serie; allerdings tritt regelmäßig die Magenrosette auf (gelegentlich mit «Quersperrung» an den Rosettenblättern). Auch die BKB nach Selawry ergeben keine bessere Ausbeute. Lungenkrebs verhält sich wie Magenkrebs: das Organzeichen tritt auf, Querstörungen sind eher spärlich, usw.

Wir haben versucht, relativ homogene Serien zu finden, damit die Querstörung als klares Sonderzeichen von der Grundgestalt abgetrennt werden kann. In diesem Zusammenhang sind die folgenden beispielhaften Fälle (BKB nach PF) in Tabelle IV und durch Fotos (Abb. 35 + 36) näher erläutert.

Unterleibskrebs	(3 Fälle)
Magenkrebs	(3 Fälle)
Kehlkopfkrebs	(2 Fälle)
Lungenkrebs	(1 Fall)

Es zeigt sich, daß trotz der getroffenen Auswahl das Resultat wenig befriedigend ist, sofern man an die Eindeutigkeit der Querstörungen einen einigermaßen strengen Maßstab anlegt. Von einer anderen charakteristischen Serie (Dickdarmkrebs) sind auf Abb. 27 die Strukturen herausgezeichnet. Man sieht die große Variabilität der Querstörungen hinsichtlich der Gestalt und der Lokalisation.

Die Auswertbarkeit des Krebszeichens wird dadurch beeinträchtigt, daß Querstörungen auch bei gesunden Personen auftreten; man vergleiche z. B. die deutlichen Zeichen im BKB einer gesunden Versuchsperson (Abb. 41). Bedenklich ist sodann, daß auch bei gesichertem Krebs die Querstörungen zwar vorhanden, aber eher «untypisch» entwickelt sein können, weshalb ohne klinischen Befund alle Deutungen in der Schwebe bleiben. Umgekehrt können zwar kranke, jedoch nicht krebskranke Versuchspersonen «typische Querstörungen» im BKB haben, wie dies z. B. auf der Abb. 35 zu sehen ist, wo wir (neben die BKB von Krebsfällen) das BKB einer drüsengestörten, vegetativ labilen Versuchsperson abgebildet haben. Von der gleichen Versuchsperson wurde in Abb. 28b ein «Pseudokrebszeichen» wiedergegeben. Diese «unechte» Querstörung ist dort einer «echten» Querstörung

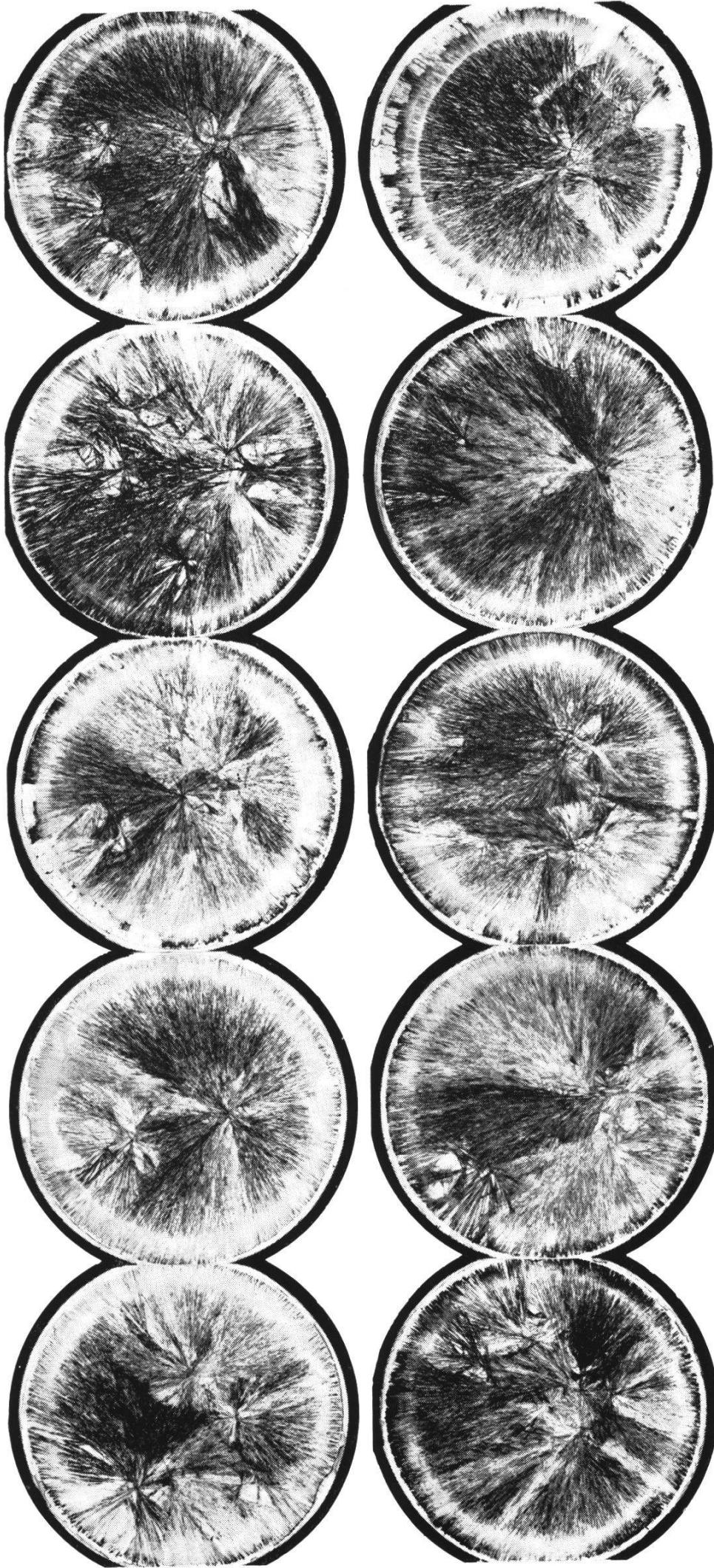


Abb. 35 Querstörungen im BKB, 1. Teil. Obere Reihe: (von links nach rechts) 2 × Unterleibskrebs; 1 × Unterleibskrebs (alle 3 BKB mit «richtig» lokalisierter Querstörung); Querstörungen im BKB einer drüsengesunden Versuchsperson (kein Krebs!); Querstörungen bei letaler Leukämie. Untere Reihe: 4 × Dickdarmkrebs; rechtes BKB Magenkrebs.

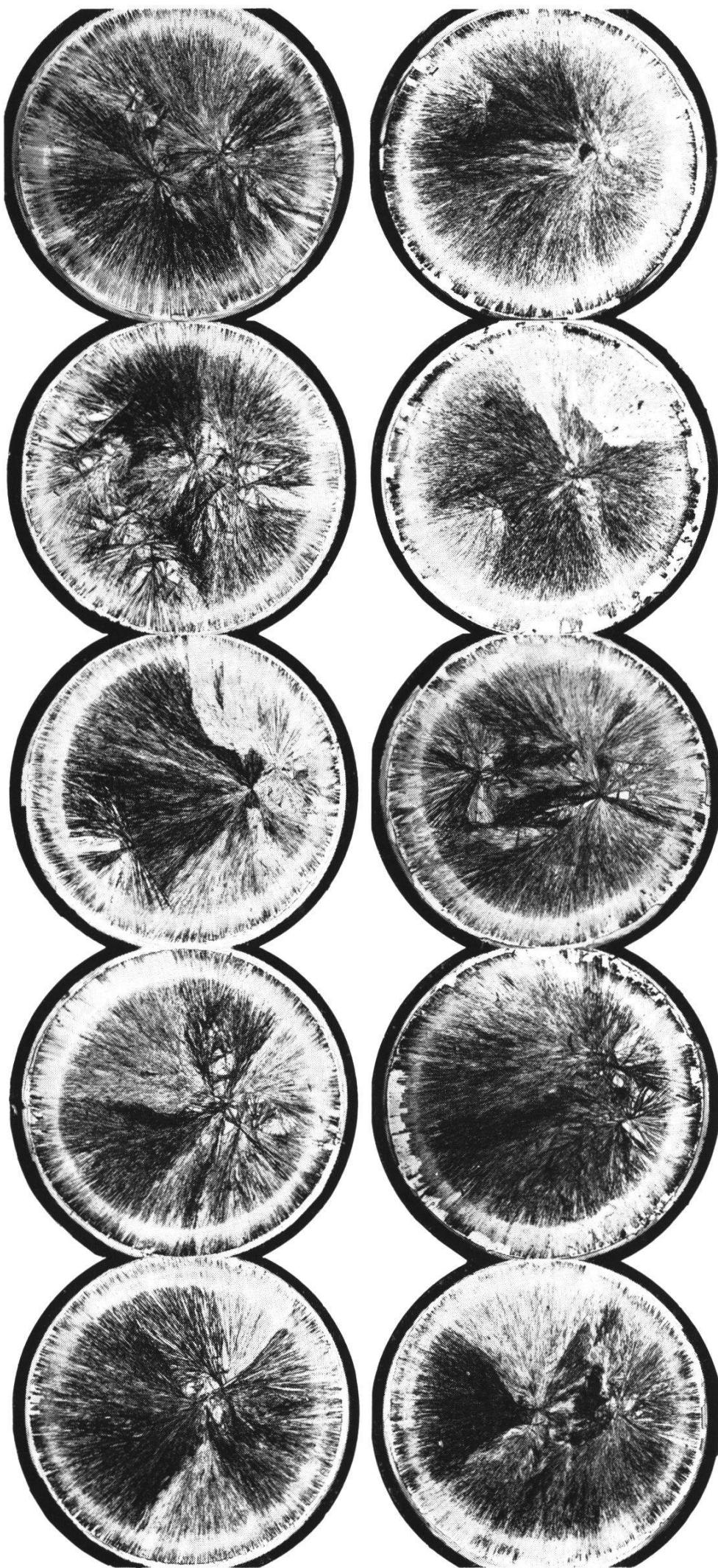


Abb. 36 Querstörungen im BKB, 2. Teil
Linke 4 Fotos der oberen Reihe: Magenkrebs (Magenrosette entwickelt, Querstörungen aber nicht eindeutig).
Linke 3 Fotos der unteren Reihe: Lungenkrebs (Lungenzeichen entwickelt, keine typischen Querstörungen).
Rechtes Foto oben; sowie rechte beide Fotos unten: 2 Fälle von Kehlkopfkrebs (Organzeichen und Querstörung vorhanden; analoge BKB entstehen aber auch bei gesunden Versuchspersonen).

(Dickdarmkrebs) gegenübergestellt. Analog kritisch ist die Ansprache von Querstörungen, wenn beispielsweise eine letale Leukämie, wie auf Abb. 35 wiedergegeben, vorliegt. Die Querstörungen sind zweifellos eine Besonderheit des BKB, aber der Schritt von der morphologischen Ansprache solcher Störungen zur diagnostischen Deutung ist nicht eindeutig.

III. Blutkristallisationsbilder gesunder Versuchspersonen

Die als Beispiele vorgeführten Krankenblut-Teste konnten Schwierigkeit und Besonderheit der CuCl₂-Methode demonstrieren. Diese Teste veranschaulichten, in welcher Weise man sich mit der Phänomenwelt der Deutung auseinanderzusetzen hat, um ein eigenes Urteil zu gewinnen.

Ließe sich am BKB von Kranken feststellen, wie weit man sich in die Formenwelt hineingedacht hat, so kann nun am BKB gesunder Versuchspersonen die Reproduzierbarkeit im Sinne einer Grundlagen-Abklärung, also ohne Deutung des BKB, erfolgen.

a) Individualitäts-Test

Es ist zunächst festzustellen, ob BKB-Serien, die keine organanzeigenden Besonderheiten haben, dennoch «individuell» sind, d. h. eine Grundgestalt erkennen lassen, die sich von der Grundgestalt anderer Versuchspersonen unterscheidet.

Von der Versuchsperson (L) liegen über 30 Serien vor. Aus 11 Serien eines Monats wurde das BKB ausgewählt, das die Serienhomogenität am besten wiedergibt. Bei der Auswahl wurden folgende Gesichtspunkte beachtet: Prädominanz eines Hauptspähriten, gute Zentrierbarkeit und Durchstrahlung, isoliertes Auftreten von Störungen. Unsere Auswahl führt zu einer «kombinierten Serie», deren Homogenitätsgrad Abb. 37 veranschaulicht. Nach dieser Herausarbeitung eines «Grundtyps» wurden in den folgenden drei Monaten je 2 Serien zu 10 Platten angesetzt und aus jeder dieser Serien die vier charakteristischsten Platten ausgewählt. Es ergaben sich auf diese Weise 6 Gruppen zu 4 Platten, die auf Abb. 38 skizziert sind. Die jeweils rechten Zeichnungen sind auf Abb. 39 noch einmal, diesmal aber als Original-

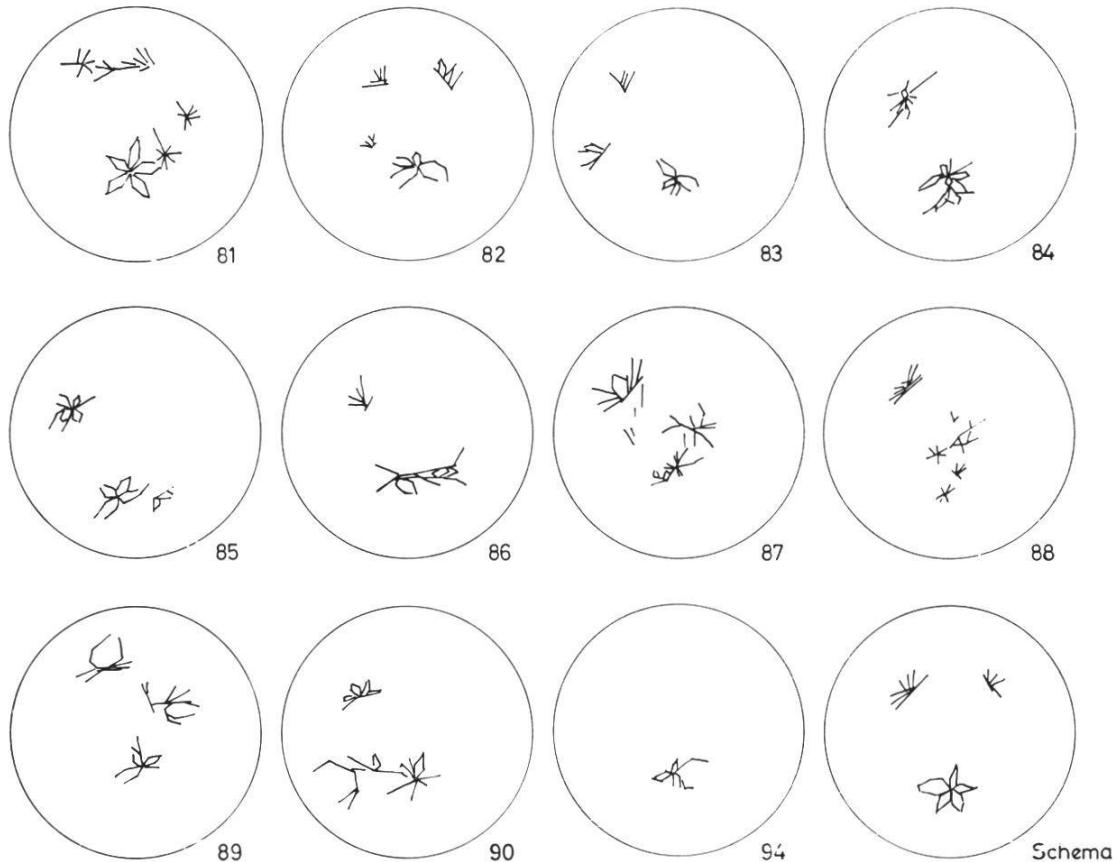


Abb. 37 Individualitätstest zur Herausarbeitung des Grundschemas der Versuchsperson (L). Es wurden innerhalb eines Monats 11 Serien angefertigt und jeweils die charakteristischste Platte ausgewählt.

fotos wiedergegeben, damit der Umfang der zeichnerischen Vereinfachung sichtbar wird.

Zu den Abbildungen 37–39: Reproduktion der Grundgestalt.

Abb. 37: Grundschema der Versuchsperson (L): Zentrale Rosette, zwei \pm Symmetrische Störungen im peripheren Feld.

Abb. 38: Bestätigung durch typische Platten aus Monatsserien: 1. u. 2. Zeile (Monat März); 3. u. 4. Zeile (April); 5. u. 6. Zeile (Mai).

Abb. 39 Fotos der in Abb. 38 jeweils rechts gezeichneten Platten.

Die Abbildungen zeigen deutlich, daß man auch für eine gesunde Versuchsperson ein individuelles BKB erhält. Das angewandte Selektionsprinzip (Zusammenstellung einer kombinierten Serie repräsentativer Platten von Einzelserien) gründet auf der Annahme, daß nicht jeder Platte die gleiche Bedeutung zukommt. Auch der Praktiker

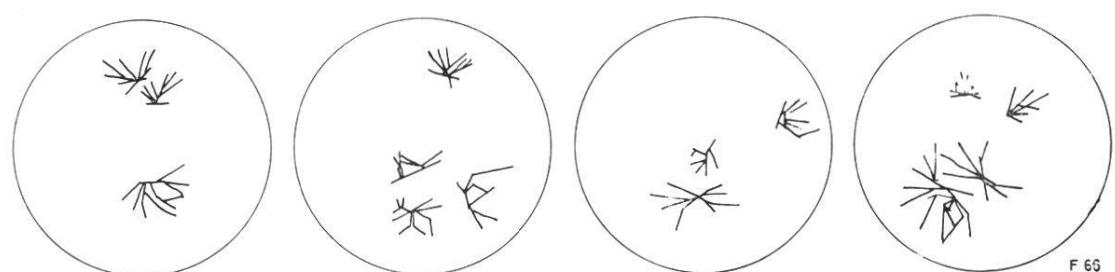
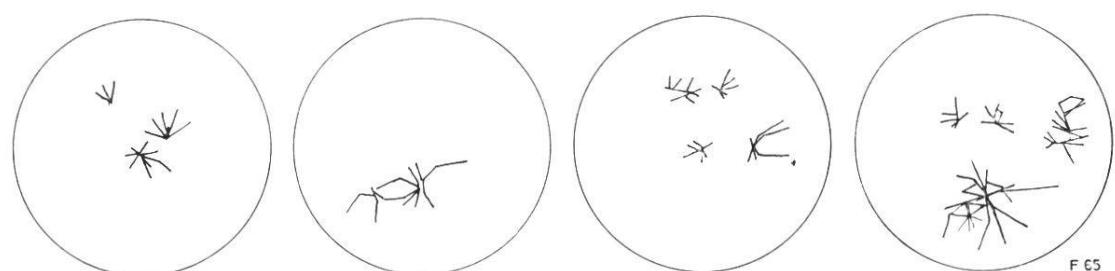
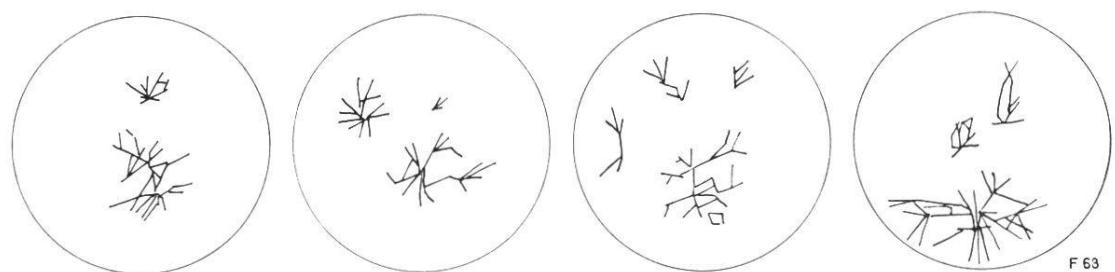
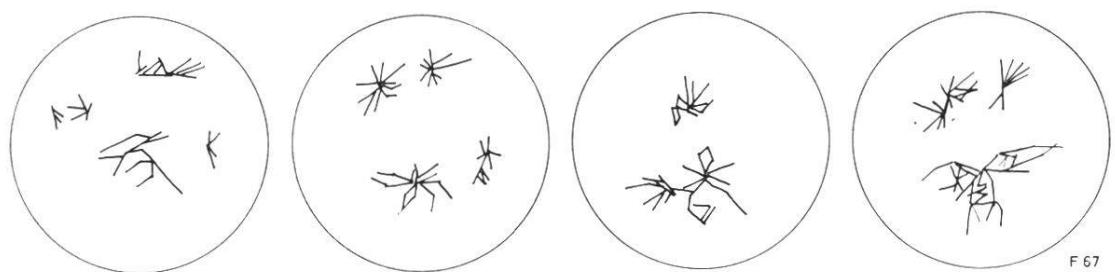
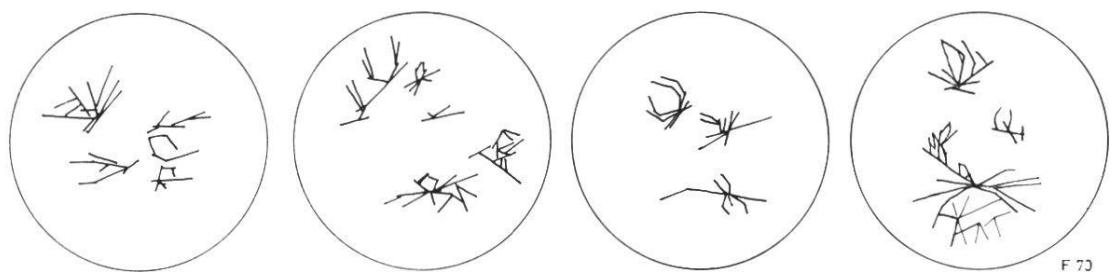
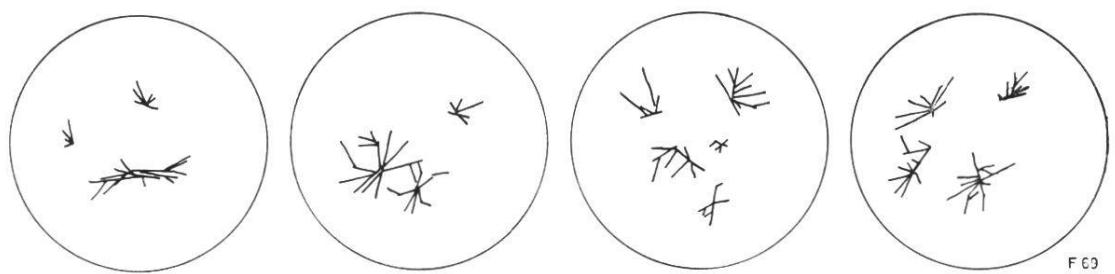


Abb. 38 Serien der Versuchsperson

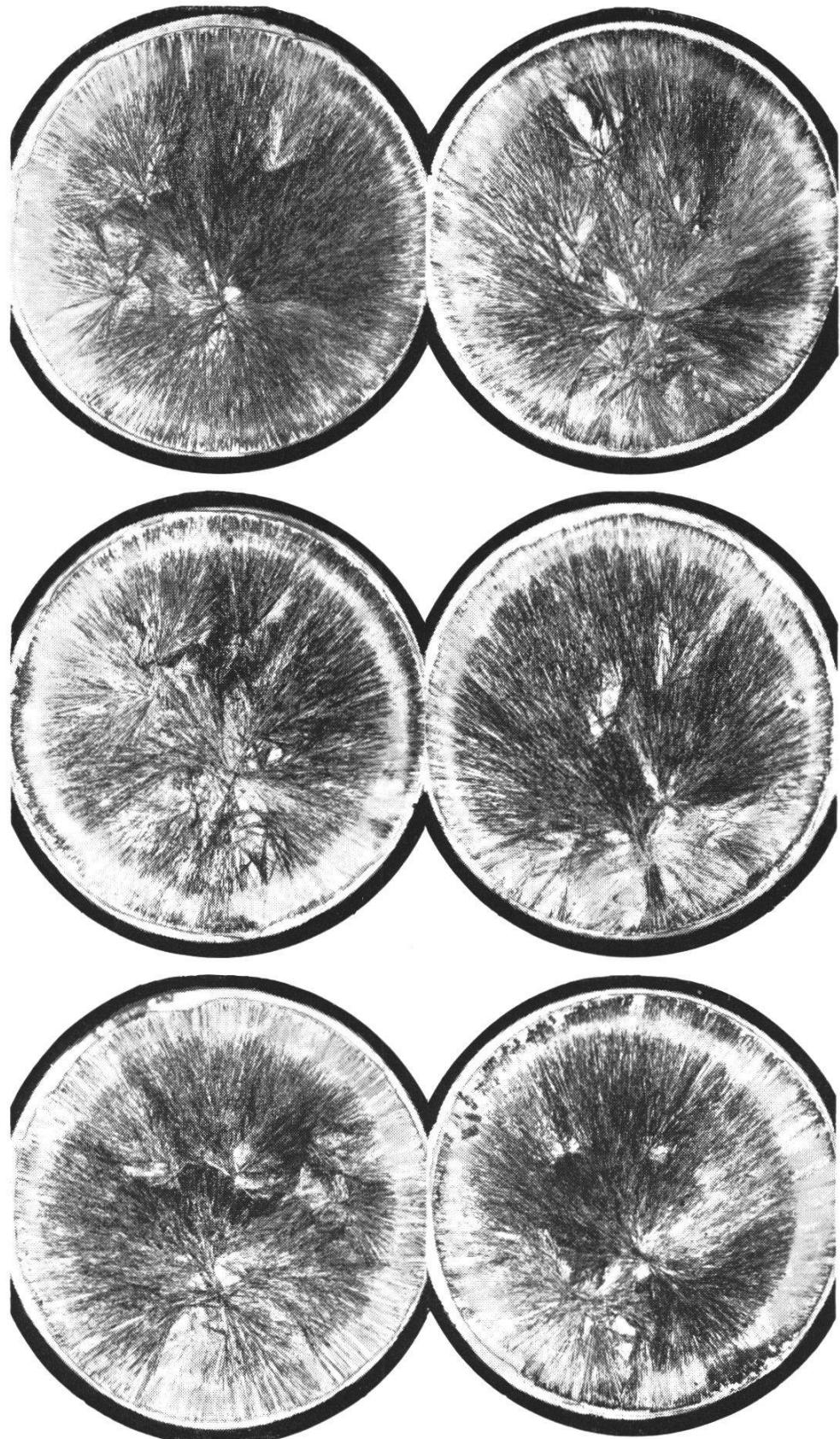


Abb. 39 Fotobelege zu den Zeichnungen der Abb. 38.

Obere Reihe: aus Serien des Monats März (F 69, F 70),

mittlere Reihe: aus Serien des Monats April (F 67, F 68),

untere Reihe: aus Serien des Monats Mai (F 65, F 66).

Man erkennt die Ähnlichkeit der Bilder im Sinne einer Serienidentität. Das Grundschema ist: Rosette am Hauptzentrum, 2 Störungen (rechts und links von der Symmetrie-Ebene des Bildes) im langstrahligen Teil; zusätzliche U-Zeichen.

bewertet die Platten der Serie, ehe er zur Serie als ganzer Stellung nimmt. Bei Einführung statistischer Methoden müßte man auf diesen Bewertungsfaktor Rücksicht nehmen.

Wie groß sind nun die Unterschiede im Individualtyp nicht-kranker Versuchspersonen? Manche Fälle unterscheiden sich deutlich, doch gibt es auch «neutrale» Serien, weshalb hier die Kristallisierungsbedingungen zur Erfassung feinerer Unterschiede sehr konstant gehalten werden müssen. Die Problematik des Unterscheidens sei an einem Vergleich mit den BKB einer zweiten Versuchsperson (D) vorgeführt. Von (D) liegen mehr als 15 Serien vor; die Ermittlung des Individualtyps erfolgte wie bei Versuchsperson (L). Die oberen 4 Platten der Abb. 40 zeigen 4 von 10 Platten der kombinierten Serie. Die Ansprache der Platten ist nicht einfach; zwar kann man sagen, daß die Grundgestalt (D) verschieden ist von der Grundgestalt (L), aber die Platten von (D) scheinen sich untereinander nur dadurch zu gleichen, daß sie «in bestimmter Weise anders» sind als die Platten von (L). Was dies heißt, ist dadurch zu verdeutlichen, daß man sich die «Übergänge» zwischen beiden Grundgestalten ansieht. Dazu wählt man aus einer Serie (D) diejenigen Platten aus, die dem Typ (L) am ähnlichsten sind. 2 solcher Platten sind in Abb. 40 zuunterst abgebildet. Durch das zusätzliche Auftreten von Zeichen im langstrahligen Teil ähneln die BKB von (L) durchaus den Platten von (H).

b) Konstanz- und Alterungs-Test (Versuchsreihe R)

Die Individualität des BKB läßt sich dort besonders leicht belegen, wo auch bei gesunden Versuchspersonen bestimmte Störungen mit konstanter Lokalisation auftreten. Nach unseren Erfahrungen ist es keineswegs so, daß nur kranke Versuchspersonen eine deutliche, lokalisierte Zeichenbesetzung im BKB haben; die Gründe haben wir anhand der Eigenarten des Wachstumsfeldes darzulegen versucht.

Die Versuchsperson lieferte gleichmäßig störungarme Bilder mit einem einfachen Zentralsphären und zwei auffällig konstanten Störungen in der peripheren Zone des langstrahligen Teiles. In 4 Serien mit 20 Platten (PF-Methode) wurde folgendes festgestellt:

Störung A (links) 12 x vorhanden (= 60 %)

Störung B (rechts) 10 x vorhanden (= 50 %)

Meist sind Störung A u. B gekoppelt. Andere Störungen fehlen.

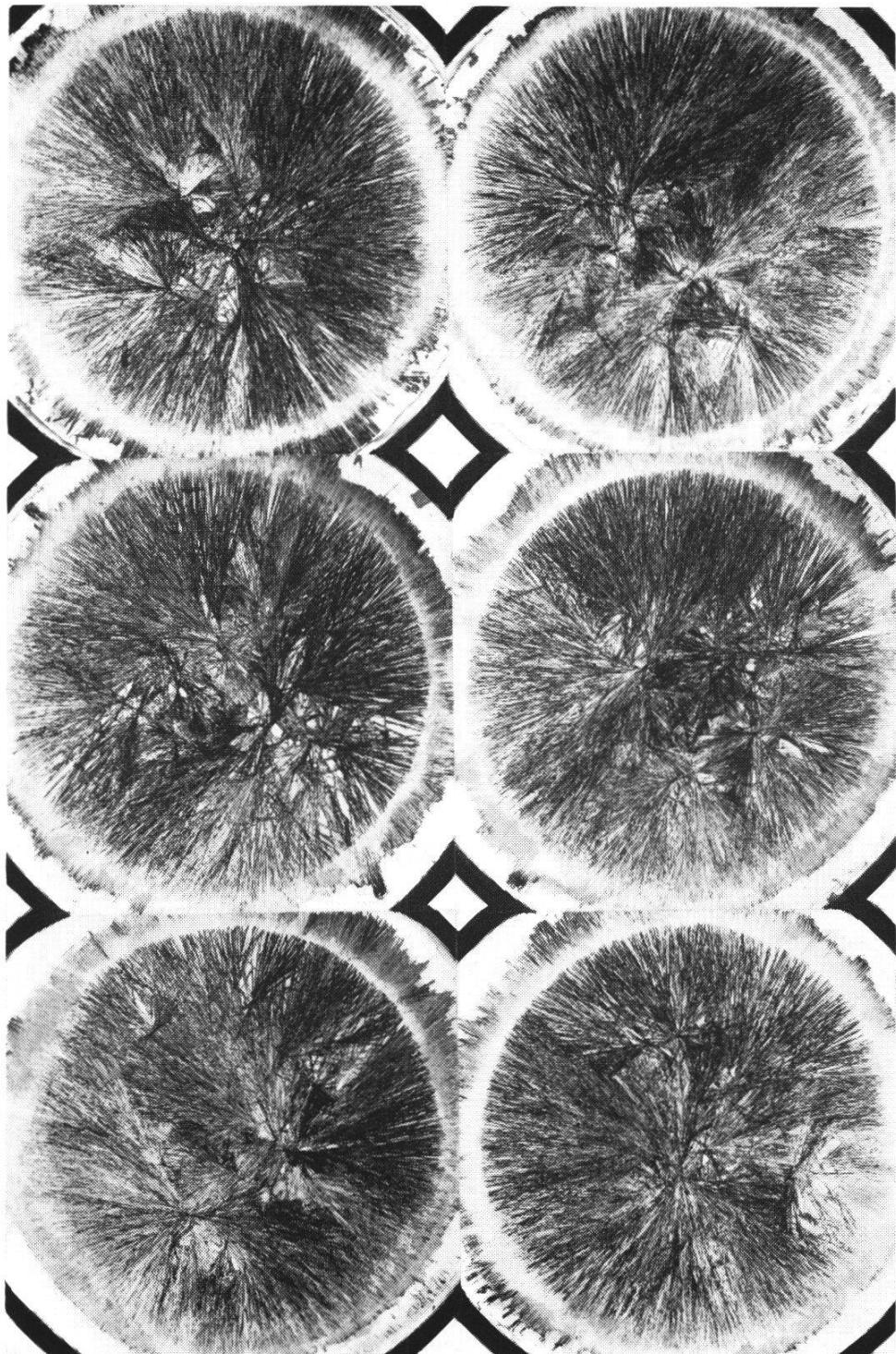


Abb. 40 BKB einer weiteren gesunden Versuchsperson (D). Die oberen 4 Fotos zeigen die Grundstruktur für diese Versuchsperson: auf den Zentralteil bezogene, großflügelige Zeichen, bzw. Rosetten. Für die unteren beiden Fotos wurden Platten ausgewählt, die dem Typ der Versuchsperson (L) – Abb. 37–39 – ähnlich sind: Entlastung der zentralen Zeichen, Auftreten lokaler Störungen im langstrahligen Teil. – Problematik der Individualität des BKB!

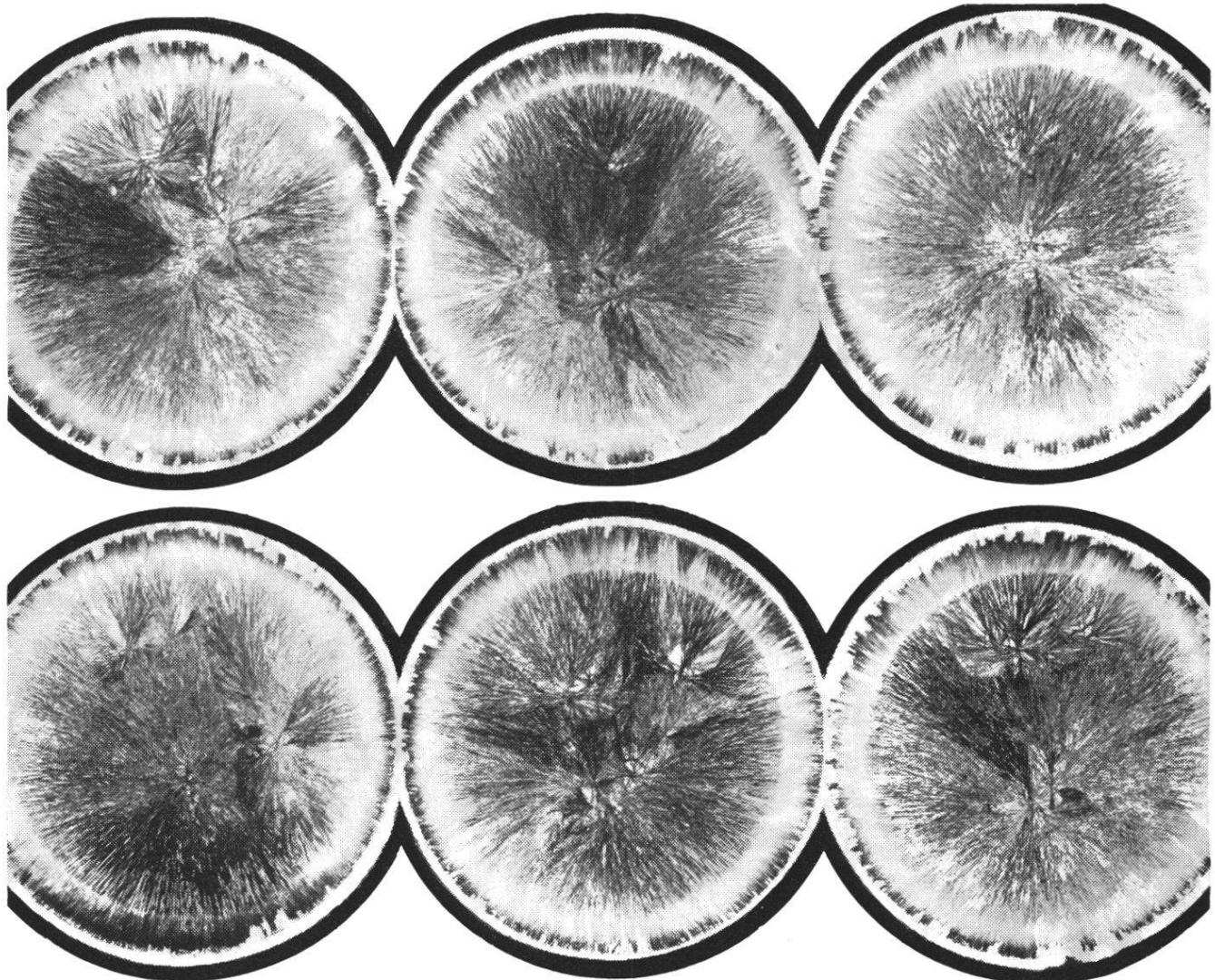


Abb. 41 Serienhomogenität einer gesunden Versuchsperson (R). Beispiel der Lokationskonstanz zweier Störungen in der peripheren Zone des langstrahligen Teils (BKB nach Pfeiffer).

Die Abb. 41 zeigt 6 von diesen Platten, wobei die ersten 4 Fotos zur gleichen Serie gehören. Die Serienhomogenität ist hier ± 100 . (Es sei erwähnt, daß bei dieser Versuchsperson auch das «Abgußbild» einen einfachen Sphäriten mit zusätzlicher Störung A im sonst zeichenfreien Feld ergeben hat.)

Die Herstellung der BKB erfolgte nach der PF-Methode. Die simultan nach SEL erzeugten BKB lieferten vom PF-BKB recht verschiedene Bilder: es tritt eine stark betonte Magenrosette *ohne* Konstanz von Störungen im langstrahligen Teil auf. Der Individualtyp hängt also in diesem Falle empfindlich von der Methode ab.

Ein solches lokalisiertes Auftreten von Störungen bedeutet für das

BKB eine hohe Signifikanz. Sie kann nicht zufällig sein. Die Größe der Unzufälligkeit ergibt sich aus folgender Überschlagsrechnung:

Wir konstatieren ganz allgemein im Experiment, daß auf dem BKB der Versuchsperson entweder keine Störung, oder wenn, dann ein oder zwei Störungen, dann jedoch lediglich im langstrahligen Teil, nahe der Symmetrieebene, auftreten. Der betr. Sektor, der die Störungen enthält, sei etwa 1/6 der Kreisscheibe. Alle genannten Varianten sollen gleiche Wahrscheinlichkeit haben.

In diesem Falle ergibt sich für das Auftreten/Nichtauftreten solcher Störungen die folgende Wahrscheinlichkeit:

Eine Störung (A) allein: ja/nein = 1/2, auf 1/6 des Feldes beschränkt: $1/2 \cdot 1/6 = 1/12$. Das Nicht-Auftreten erhält den Wert 11/12. Das gemeinsame Nichtauftreten mit einer zweiten Störung (B) im gleichen Sektor ist $(11/12)^2$, mithin also 121/144. – Es verbleiben also für das Auftreten von A oder B oder A + B noch 23/144, davon 1/144 für A + B.

Bei einem Experiment von 144 Platten ist somit die folgende Verteilung zu erwarten: Ohne Störung 121 Platten, mit A oder B 22 Platten, mit A + B 1 Platte.

Beim i-ten Versuch liefert also Ausfall ($x_i = 0$) bzw. Auftreten von Störungen ($x_i = 1$) die Verteilung:

$$\begin{aligned} x_i = 1 & \quad p = \frac{23}{144} = \text{ca. } 1/6 \\ x_i = 0 & \quad 1 - p = q = \frac{121}{144} = \text{ca. } 5/6 \end{aligned}$$

Bei N Versuchen hat die Zufallsgröße $x = x_1 + \dots + x_n$ eine Binomialverteilung mit dem Parameter P, und der Erwartungswert E ist (bei Einsetzen der abgerundeten Brüche) $N \cdot p (= 16,5$ bei 100 Versuchen); die Streuung $S = \sqrt{N \cdot p \cdot q} (= 3,7$ bei 100 Versuchen).

Die Wahrscheinlichkeit dafür, daß der wahre Wert von E um mehr als die t-fache Streuung S (also $t \cdot S$) abweicht, ist $w_t \leq 1/t^2$ ¹. Bei $t = 2$ wäre also die Wahrscheinlichkeit $w_t \leq 1/4$ dafür, daß bei 100 Versuchen statt 16,5 Platten entweder mehr als $16,5 + (2 \cdot 3,7) = 24$ oder aber weniger als $16,5 - (2 \cdot 3,7) = 9$ Platten mit Störungen versehen sind.

Hiermit ist nun das effektive Ergebnis der Versuche zu vergleichen. Der Einfachheit halber nehmen wir an, daß bei unseren Versuchen A und B in 50 % der Fälle auftreten, und daß jeweils in der Hälfte der Fälle das Auftreten von A und B gekoppelt war. Diese vereinfachende Annahme bleibt hinter dem wahren Ergebnis zurück.

Es ergeben sich die folgenden Vergleichszahlen:

(Gesamt 100 Platten)	Ohne Störungen	mit A oder B	mit A + B
gefunden:	25	50	25
erwartbar:	84	15,3	0,7

¹ Das ist eine grobe Abschätzung mittels der Tschebyscheffschen Ungleichung.

Selbst bei diesem vereinfachten Ansatz sinkt die Wahrscheinlichkeit eines zufälligen Ergebnisses auf unter 1/225. Es ist dann $[x - E] = [75 - 16,5] = 58,5 > 55,5 = 15 \cdot 3,7 = 15$ S.

Die Unzufälligkeit würde noch deutlicher werden, wenn die Rechnung nicht wie bislang lediglich auf die Eintretensfälle insgesamt, sondern allein auf das gekoppelte Auftreten von A + B bezogen wird: denn statt 0,7 Platten werden ja 25 Platten A + B pro 100 Platten gefunden!

Bis hierher ergänzt dieser Test lediglich die Individualteste. Nun ist aber an der Versuchsperson R zusätzlich noch untersucht worden, welchen Einfluß verschiedenes Blutalter hat. Dies ist zugleich ein Versuch zu prüfen, ob eine Abhängigkeit der Bildgestaltung von der Nativität des Eiweißes besteht, denn unter «Blutalter» verstehen wir ja die Zeit zwischen der Blutentnahme an der Versuchsperson (Konserverung auf Filterpapier) und dem Zeitpunkt der Kristallisation.

Das am Tage Null entnommene Blut wurde in einem Zeitraum von 1–16 Tagen mit 9 aufeinanderfolgenden Serien zur Kristallisation gebracht; als 10. Serie tritt eine des nullten Tages hinzu. Deutlich zeigt sich eine Verschlechterung der Serien mit zunehmendem Blutalter: nachlassende Serienhomogenität, undeutlichere Zeichengebung und Lokalisation; besonders merklich vom 7. Tage an. Allerdings scheint sich nach 15 Tagen eine gewisse Stabilisierung einzustellen. Die BKB sind wieder «einfacher», scheinbar besser. Doch liegt nun wohl eine geringere Empfindlichkeit des kristallisierenden Systems vor.

Hinsichtlich der Lokalisationskonstanz bei der Alterung ergibt sich folgendes:

Vorhandene Störung	Auftreten der Störung in der Gesamtheit der 10 Serien = 50 Platten innerhalb von 16 Tagen	Auftreten der Störung in den Serien vom 0.–6. Tag (5 Serien = 25 Platten)
A	26 (= 52 %)	17 (= 68 %)
B	19 (= 38 %)	12 (= 48 %)

d. h. also, die Reihenidentität (RI) nimmt mit wachsendem Blutalter ab, bleibt aber prinzipiell erhalten. In Abb. 42 sind einige Fotos aus diesen Serien zusammengestellt, um den Gang der Körnigkeit zu belegen: das feinstrahlige Bild des nullten Tages wird durch gröbere Strukturen der späteren Tage ersetzt, gegen die 2. Woche werden die Platten wieder feinerkörnig.

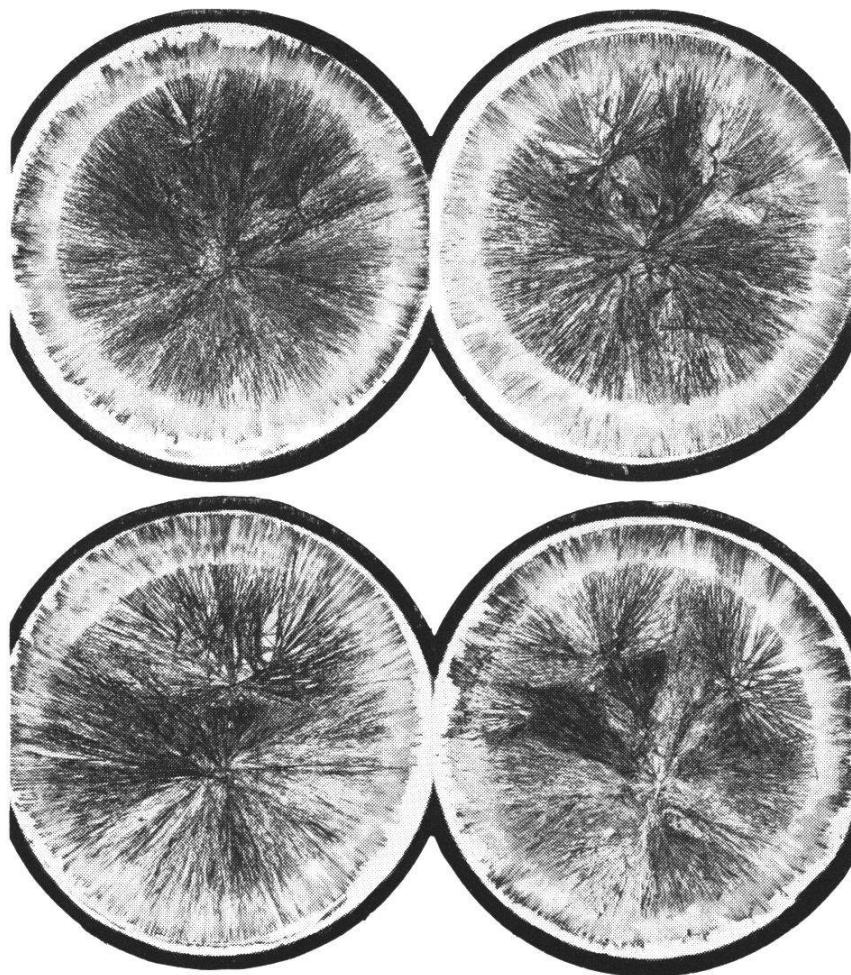


Abb. 42 Lokisationskonstanz von Störungen bei verschiedenem Blutalter. Die bei der Versuchsperson (R) im Frischblut-BKB festgestellte Signifikanz von zwei Störungen (\pm symmetrisch im langstrahligen Bereich) bleibt auch bei längerem Abstand zwischen Blutentnahmetag und Kristallisationstag kenntlich. Es besteht also eine reproduzierbare Reihenidentität (RI).

Von links nach rechts: (1) Frischblut (feinstrahlig, typische Platte aus homogener Serie); (2) 7 Tage altes Blut (grob, aus \pm homogener Serie); (3) 8 Tage altes Blut (grob, aus \pm inhomogener Serie); (4) 16 Tage altes Blut (feinkörnig, Platte aus nun deutlich inhomogener Serie).

c) Konstanz- und Alterungs-Test (Versuchsreihe E)

An einer weiteren Versuchsperson E wurde zusätzlich noch geprüft, ob die mit dem Blutalter verknüpfte Variabilität beim BKB der SEL-Methode anders ist als beim BKB der PF-Methode.

Außerdem sollte festgestellt werden, ob etwa ein «Tageseinfluß» bei der Kristallisation festzustellen ist. Darunter verstehen wir die noch

nicht definierte, aber verschiedentlich behauptete Abhängigkeit der BKB-Ausbildung von dem bestimmten Tage, an dem die Kristallisation erfolgte. Zur Konstatierung dieses (klimatischen?) Einflusses müssen Kristallitate verschieden alten Blutes am selben Tage hergestellt werden. Es wurden also Serien verschiedener Blutentnahmetage simultan zur Kristallisation gebracht, so daß sich z. B. Frischblut mit solchem vom 3. und 5. Tage usw. in der Klimakammer befand.

Platten nach Pfeiffer

Die Abb. 43 zeigt Platten von Frischblut. Die obere Zeile gibt die sämtlichen 5 Platten einer Serie wieder. Wir beurteilen die Homogenität dieser Serie mit 75–100. Die komplette Wiedergabe erfolgt, um dem Leser zu zeigen, welcher Spielraum in «guten» Serien verbleibt. In der unteren Reihe sind Platten von 2 weiteren Serien abgebildet. Man hätte aus den insgesamt 100 Platten beliebige herausgreifen können, um die Homogenität zu zeigen.

Abgesehen von der Gestaltung ist für den nullten Tag auch die Feinheit der Kristalle charakteristisch. Hierzu vergleiche man die folgende Abb. 44, auf der BKB mit höherem Blutalter (1. bis 6. Tag) wiedergegeben werden. Die Kristallisation ist vor allem am 1. Tage nach der Blutentnahme grob; die späteren BKB werden dann wieder feiner. Man vergleiche z. B. Blut vom 6. Tage (Abb. 44) mit Frischblut (Abb. 43). Die mit höherem Blutalter wiedererreichte Feinheit ist jedoch mit einer Abnahme des Individualcharakters des BKB verknüpft.

Die Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

1. Alle Serien haben eine Serienhomogenität zwischen 50 und 100. Die beste Homogenität zeigen die Frischblutserien, Durchschnitt 75; doch bleibt auch bei den Serien höheren Blutalters die Homogenität um oder über 50.
2. Die Serienidentität kann sich entweder auf den Vergleich von Serien des gleichen Blutalters beziehen, oder auch auf einen *Gesamtvergleich* aller Serien der gleichen Versuchsperson. Wir stellen fest:
 - a) Serien gleichen Blutalters sind einander sehr ähnlich; SI = 50–100. Bei Frischblut liegen die Werte bei 75–100.
 - b) Auch die Serien verschiedenen Blutalters sind insofern vergleichbar, als ein konstanter Gestalttyp erkennbar ist: RI im unter-

suchten Zeitraum 50–75. Immer lassen sich aus den 5 Platten einer Serie mindestens 3 auswählen, die – als kombinierte Serie betrachtet – eine «Homogenität» von ca. 75 repräsentieren würden (Die Variabilität auf Grund des «Tagesfaktors» siehe unter 6).

3. Zwischen dem BKB des nullten und des ersten Tages liegt ein deutlicher Hiatus: im Gegensatz zum feinkörnigen Kristallisat des nullten Tages ist das BKB des 1. Tages sehr grobkörnig.
4. Zwar nimmt mit höherem Blutalter die Feinheit wieder zu, jedoch hat sich die Zeichengebung etwas geändert. Querstörungen (sichtbar vom 0.– 2. Tag) verschwinden, die Magenrosette wird deutlicher. Vom 4. Tage an wird die Gestaltung komplexer, für eine Auswertung schlechter. Die Gestaltungen werden «pseudohomogen», d. h. unempfindlicher; zugleich nimmt die Serienhomogenität ab.
5. Zur Reihenidentität: Zwischen den Serien von einem bestimmten Entnahmetag und den Serien eines anderen Entnahmetages gibt es Unterschiede, und zwar wie folgt:
 - a) Wenn sich in einer bestimmten Frischblutserie eine deutliche Tendenz zu Doppelflügeln gezeigt hat, so findet sich diese Tendenz auch in den blutälteren Kristallisaten des gleichen Blutentnahmetages.
 - b) Das Maximum der Grobkörnigkeit kann in manchen Serien vom ersten auf den zweiten Tag verschoben sein; der Hiatus zwischen BKB des nullten und des ersten Tages ist in solchen Fällen abgeschwächt.
6. Der Tageseinfluß macht sich auch in anderer Weise bemerkbar. Wenn beispielsweise am gleichen Tage ein Frischblut neben einem vom 2. Tage kristallisiert, dann ist im Falle einer relativ groben Frischblut-Kristallisation auch das Altblut vergleichsweise größer; das gleiche gilt von der Vielzentrigkeit usw. Je weniger gut durchstrahlt die Platten sind, um so eher läßt sich ein Tageseinfluß aufweisen. Dieser Einfluß überdeckt jedoch niemals den allgemeinen Bildtyp.

Platten nach Selawry

Die entsprechenden Untersuchungen wurden auch nach der SEL-Methode durchgeführt, und zwar erfolgte die Kristallisation jeweils gleichzeitig mit den Ansätzen nach PF, so daß ein unmittelbarer Vergleich der betr. BKB möglich war.

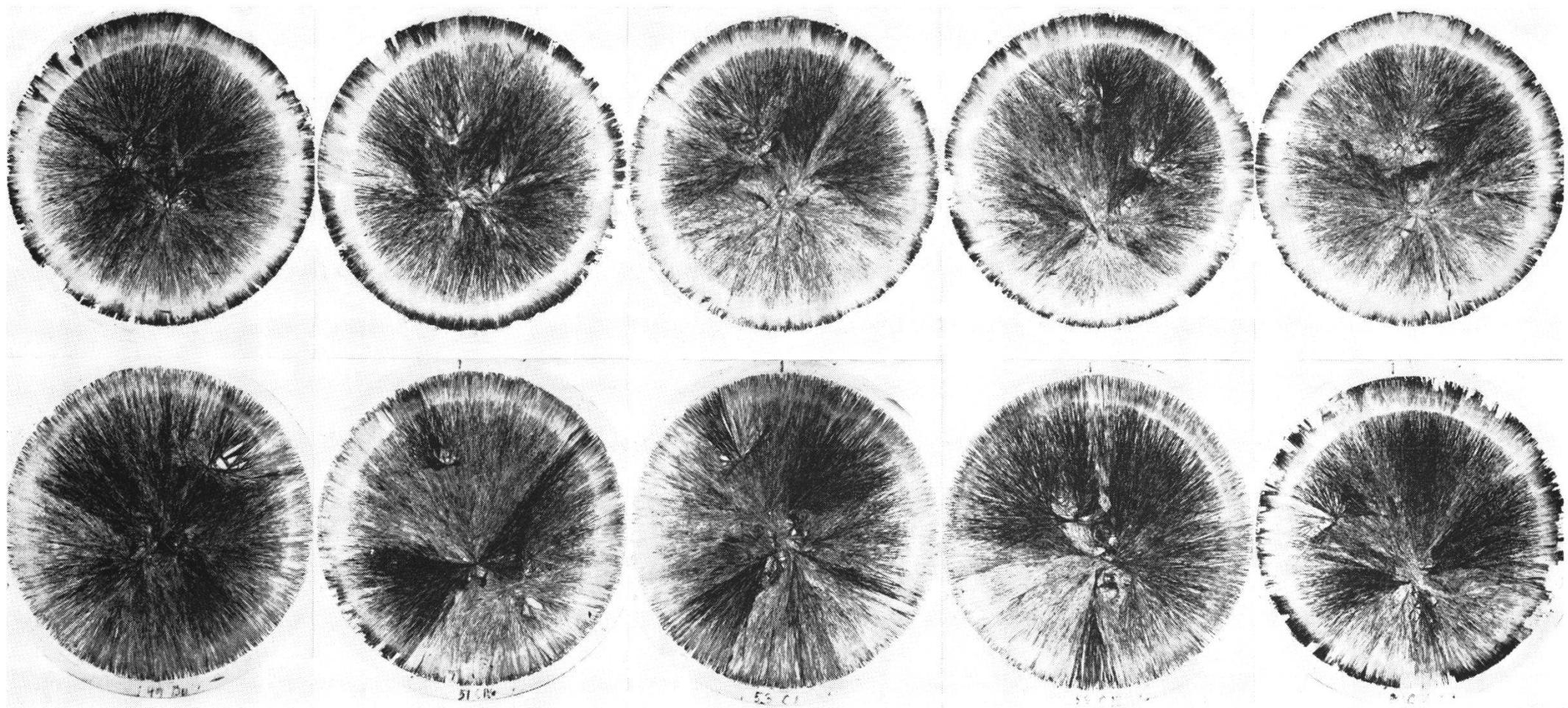


Abb. 43 Serienhomogenität nach Pfeiffer. BKB von Frischblut (= nullter Tag) der gesunden Versuchsperson (E). Die obere Reihe bringt die 5 Platten einer kompletten Serie, die untere Reihe belegt den gleichen Typus am BKB von 2 weiteren Serien.

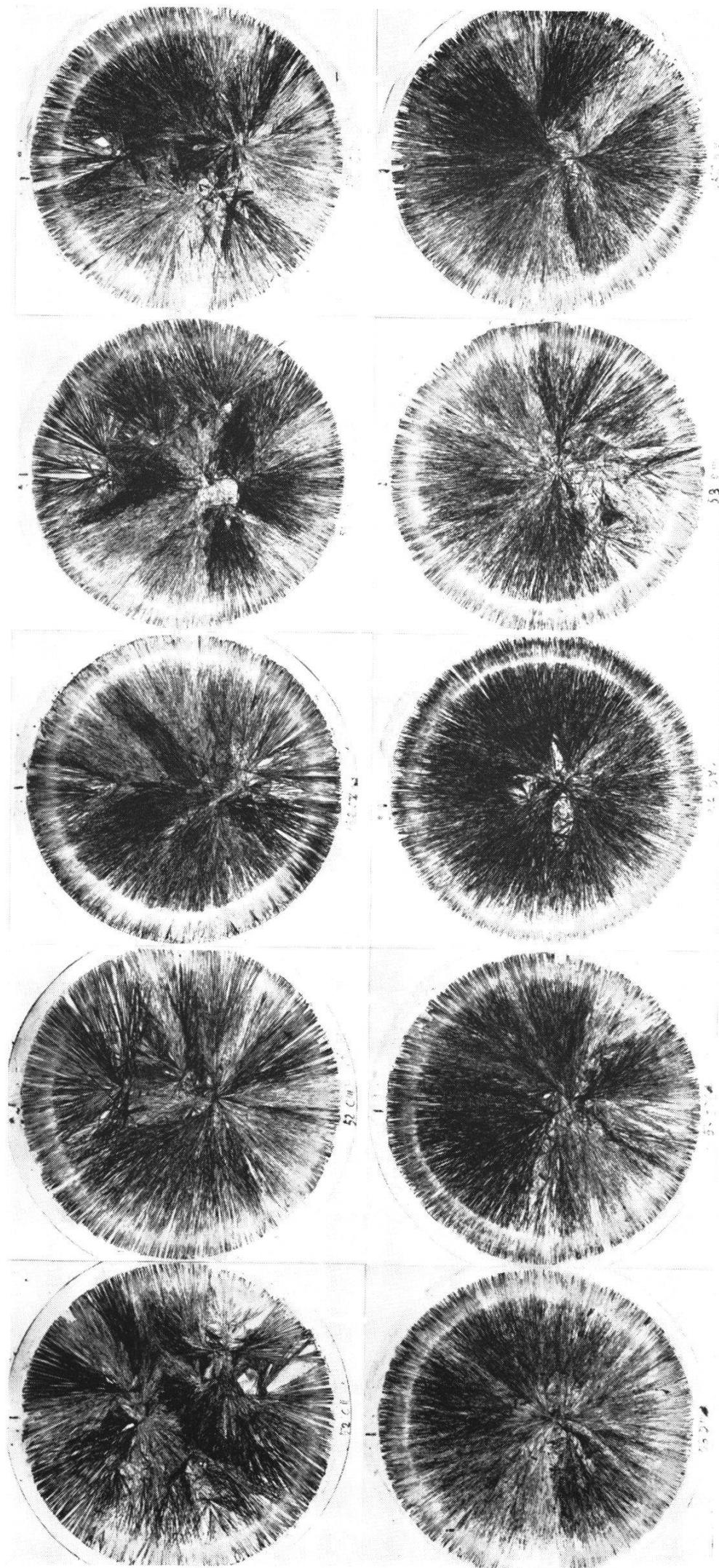


Abb. 44 Reihenidentität: Variation am BKB(nach Pfeiffer) infolge verschiedenen Blutalters(Zeit zwischen Blutentnahme und Kristallisation). Versuchsperson wie in Abb. 43. Dort wurde der Typus mit Frischblut (= nullter Tag) festgestellt. In obiger Abb. hingegen sind BKB *vom 1. Tage* an wiedergegeben. Man sieht von links nach rechts: 3 × einen Tag altes Blut; 2 × zwei Tage altes Blut; 3 × drei Tage; 1 × vier Tage; 1 × sechs Tage altes Blut. – Man erkennt, unter Heranziehung von Abb. 43, daß nach dem Sprung vom BKB des nullten Tages (feinnadelig) zu dem des ersten Tages (grobnadelig) die Grobkörnigkeit wieder abnimmt und zwar unter gleichzeitiger merklicher Änderung des Bildtypus.

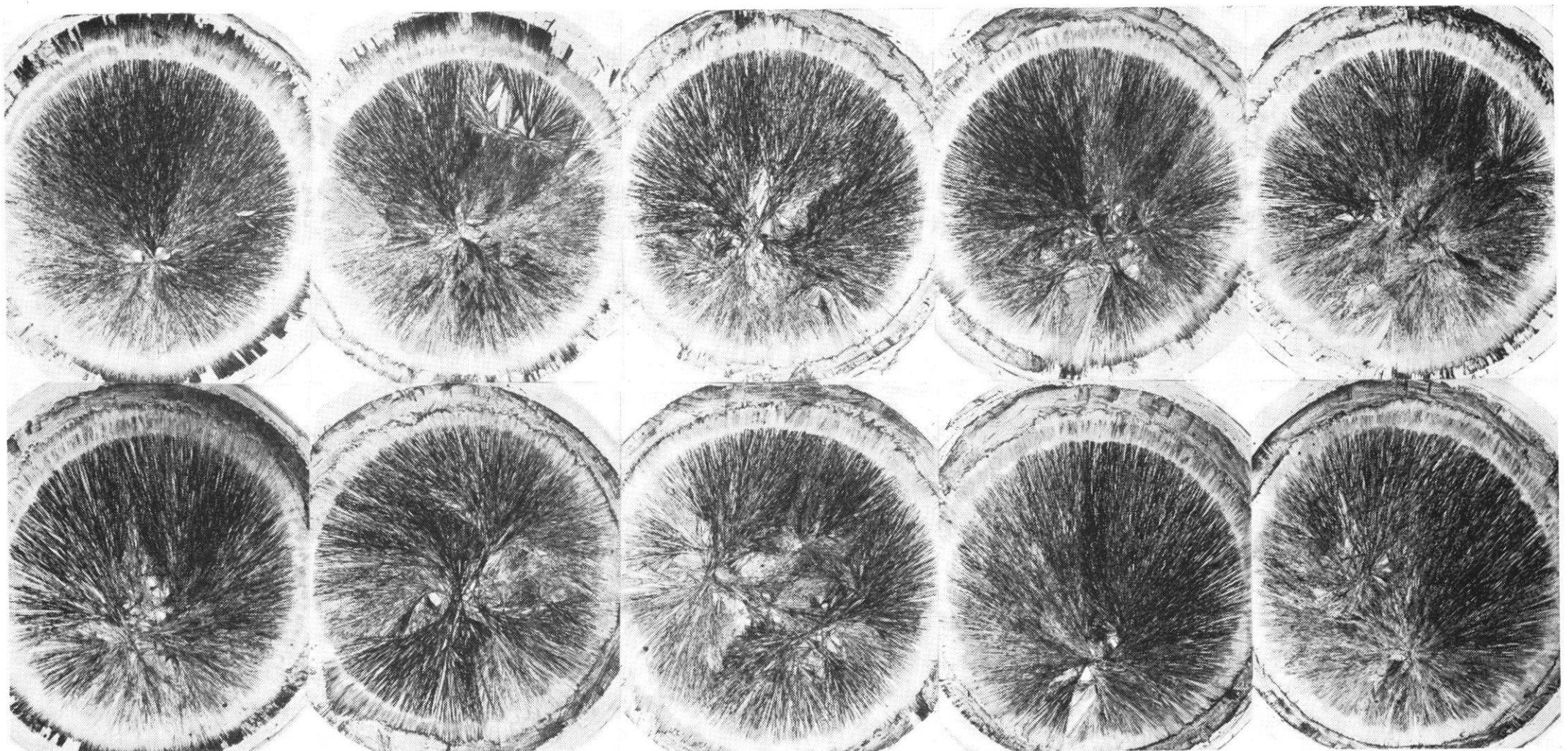


Abb. 45 Serienhomogenität und Blutalter. Analoger Test wie Abb. 43 u. 44, jedoch jetzt BKB nach Selawry. Oben von links nach rechts: 1 × nullter Tag (\pm feinkörnig); 2 × erster Tag; 2 × zweiter Tag. – Unten von links nach rechts: 2 × dritter Tag (= Maximum großentwickelter Organzeichen); es folgt je 1 × ein Beleg vom vierten, fünften und sechsten Tag (das letzte BKB ist wieder dem nullten Tage ähnlich, aber die Serien sind nun inhomogener).

Auf Abb. 45 sind Belege einer Versuchsserie mit wachsendem Blutalter dargestellt, beginnend mit dem nullten Tage, endend mit dem sechsten Tage. Man erkennt die Variation in Körnigkeit und Gestaltung. Wie beim BKB nach PF hat das Frischblut-Kristallisat das feinste Korn; auffällig ist ein Größerwerden der Formen bei einem Blutalter von 3 Tagen. Im übrigen ähneln sich die Variationen in beiden Methoden.

Die Vergleichbarkeit *zwischen* beiden Methoden ist jedoch dadurch erschwert, daß ihre Serienhomogenität (SH) verschieden groß ist. Liegt unterschiedliche SH vor, so kann die Serienidentität zwischen SEL und PF ($SI_{SEL/PF}$) nur bedingt ermittelt werden.

Man beachte, daß – im Gegensatz zu Krankenblut – im BKB von gesunden Versuchspersonen $SH_{PF} > SH_{SEL}$ ist, und zwar deshalb, weil (infolge der größeren Zeichenarmut gesunder Versuchspersonen) die Grundgestalt leichter durch Heranziehung der Lokalisation als durch Typisierung der Zeichen festzulegen ist.

Die BKB nach SEL liefern im Besonderen die folgenden Eigentümlichkeiten:

1. Der Hiatus im Feinheitsgrad zwischen 0. und 1. Tag ist weniger deutlich als bei PF.
2. Die am nullten Tag nur klein auftretenden Hohlformen werden vom 1. Tag an größer und komplexer. Am 3. oder 4. Tag ist das Maximum der Großformenentwicklung erreicht.
3. Wie bei PF besteht ein *Gang* der Bildgestaltung parallel zum Blutalter: Auch bei SEL werden die BKB des 4. bzw. 5. Tages denen des Frischblutes ähnlich. Gleichzeitig lässt die Serienhomogenität nach.
4. Im Falle unserer Versuchsperson wurde im SEL-BKB von Frischblut nie eine Querstörung gefunden, während sich solche bei Altblut zeigen. Ein Wechsel im Phänotyp besteht auch darin, daß die Zeichen vom Typ der Magenrosette mit steigendem Blutalter eher wie (Drüsen-) Doppelflügel entwickelt sind. Vom 5. Tage an verschwinden in den Serien die Großformen.

Da die Kristallisationen nach SEL eine spezifische Variation der Phänomene relativ zum PF-BKB zeigen, kann man durch simultane Anwendung der PF- und SEL-Methode die Sicherheit der BKB-Ansprache verbessern. Die Kristallitate nach PF liefern leicht eine typisierbare Grundgestalt; aber erst durch die BKB nach SEL wird

es möglich, die auf dem PF-BKB häufig *nur angedeuteten* Zeichen richtig zu werten.

In Abb. 45 war die Reihenidentität des BKB gezeigt worden, also das Maß der bleibenden Ähnlichkeit mit dem Blutalter. Alle Serien leiteten sich von einer einzigen, an einem Tage erfolgten Blutentnahme ab. Hingegen sind auf Abb. 46 Platten verschiedenen Blutalters, aber vom gleichen Kristallisationstage wiedergegeben. Man sieht die großen Unterschiede und es kann daran gezeigt werden, daß tatsächlich das Blutalter und nicht etwa eine klimatechnische Zufälligkeit den Typ prägt. Zugleich aber kann die Zusammenstellung dieser 4 Belege von Blut der selben Versuchsperson eine Warnung für jene sein, die die Methode ohne Prüfung von Serienhomogenität (SH) und Reihenidentität (RI) anwenden möchten. Das BKB dieser Versuchsperson, die durchaus *reproduzierbare Serien* liefert, zeigt bei willkürlicher Zusammenstellung von Einzelplatten keine Homogenität mehr! Es wäre verfehlt, von solchen unsystematischen Gruppierungen her eine Grundgestalt suchen zu wollen. Ebenso ist wohl bei Betrachtung von Abb. 46 evident, daß *hier* der Versuch einer organ- oder krankendiagnostischen Ausdeutung – eine ganze Skala von Deutungen (von der Lunge über das Rückgrat bis zur Blase) bietet sich an – sinnlos wäre.

7. ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE

Die sog. «Empfindliche Kupferchloridkristallisation» stellt eine interessante Anwendung der Tatsache dar, daß Kristallivate durch Lösungs- genossen verändert werden können. Durch eine besondere Technik wird ein planares, in geeigneter Weise zentriertes Kristallaggregat von Kupferchlorid spezifisch empfindlich für kolloidale Zusätze. In einem solchen Aggregat («Thesigramm») verstärken sich gewisse Besonderheiten, die schon bei der analogen Kristallisation von reinem Kupferchlorid auftreten. Durch Blut als Lösungsgenosse werden besonders charakteristische Strukturen entwickelt. Diese als modifizierte Sphärite zu bezeichnenden «Blutkristallisatonsbilder» (BKB) sind nicht nur von Nicht-Blut-Thesigrammen leicht zu unterscheiden, sondern sind in ihrer Gestaltung auch spezifisch (individuell) für die Versuchsperson. Diese Individualität ist aber nicht aus einzelnen Kristallisationsplatten

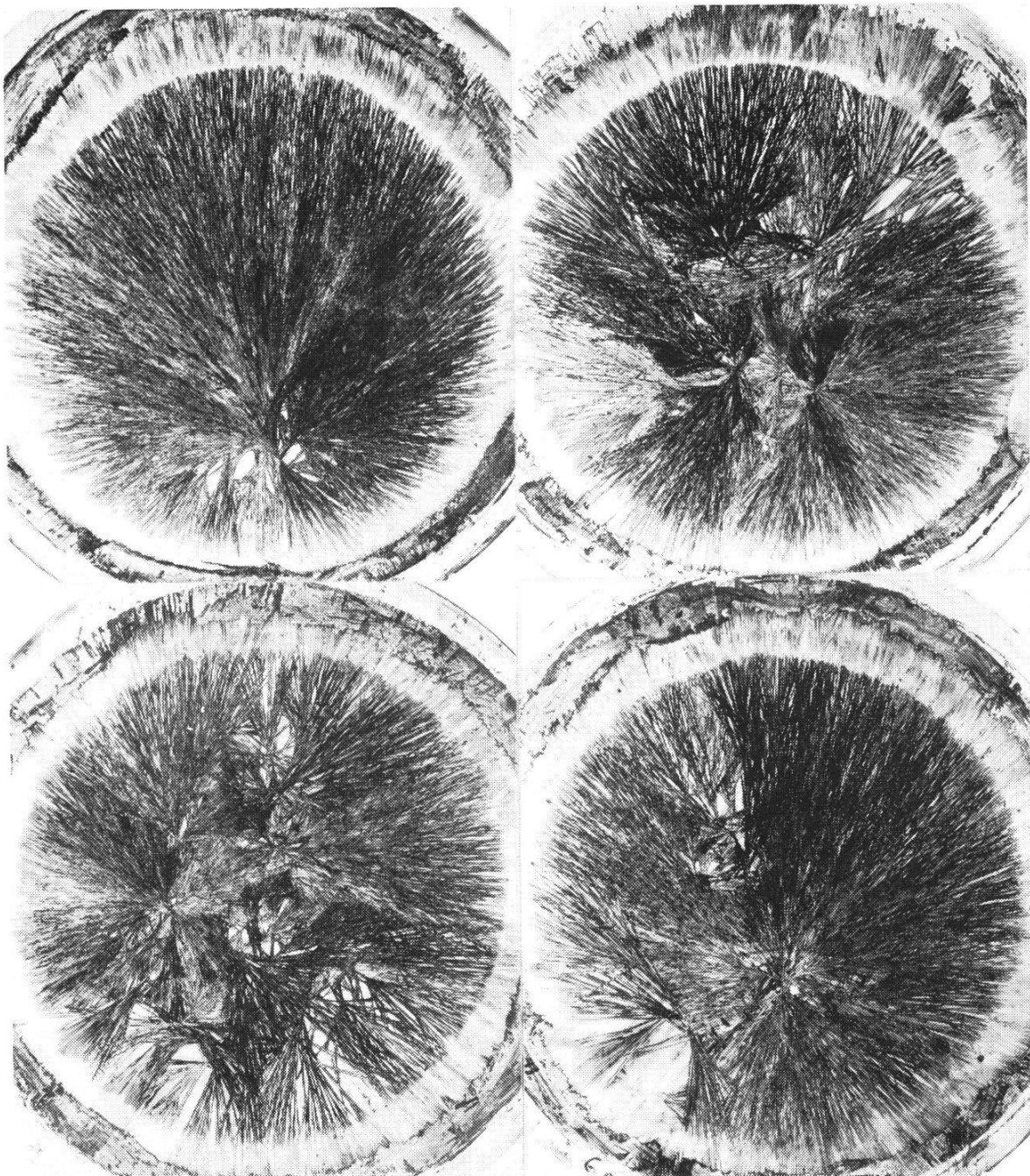


Abb. 46 Variabilität des BKB (nach SEL) an der gleichen Versuchsperson.
Obere Fotos: Simultane Kristallisation des Frischblutes (links) mit dem 4 Tage alten Blut (rechts); *untere Fotos*: Simultane Kristallisation des eintägigen (links) mit dem dreitägigen Blut (rechts).

abzulesen, sondern verlangt die Strukturanalyse einer homogenen BKB-Serie (statistische Mittelung der Phänomene auf jeder Einzelplatte). – Die an verschiedenen Laboratorien nach der gleichen Vorschrift hergestellten BKB-Serien sind vergleichbar. Je weniger spe-

zifisch das BKB einer bestimmten Versuchsperson ist, um so strengere Anforderungen müssen an die Serienhomogenität gestellt werden, um so genauer müssen die klimatischen Voraussetzungen eingehalten werden.

Zur Erzielung der «Empfindlichkeit» der Methode ist die Einhaltung einer Reifungszeit vor Beginn der Kristallisation notwendig. Bei Verlassen des günstigen Bereiches entstehen uncharakteristische Aggregate. Die Variationsbreite ist bisher nur empirisch festgestellt worden. Auf welche Art und Weise der kolloidale Zusatz (z. B. Bluteiweiß) die Gestaltung bestimmt, ist aus unseren Versuchen nur indirekt zu schließen. (Auch nicht-disperses Bluteiweiß beeinflußt die Kristallisation.)

Wenn sich auch im (kreisförmigen) Wachstumsfeld während der Reifungszeit eine konzentrische Verteilung der Lösungsgenossen eingestellt hat, so erfolgt doch die Kristallisation nicht von der geometrischen Mitte her, sondern der Primärsphärit strahlt exzentrisch von jener Zone aus, die wir «Zone des Zentrenkranzes» genannt haben. Der Sphärit findet daher in den verschiedenen Radienrichtungen ungleiche Wachstumsbedingungen, wodurch zugleich eine radiale wie bisymmetrische Zeichenverteilung entsteht. Die sog. Lokalisation der Zeichen (das sind Aggregatstrukturen an bestimmter Stelle im BKB) ist wenigstens prinzipiell aus dieser Besonderheit des Wachstumsfeldes herzuleiten und daher – wenn auch beschränkt – steuerbar.

Vor Vergleich der Platten einer Serie muß außerdem eine Idealisierung, nämlich die von uns so genannte «Proportionale Entzerrung» der im BKB auftretenden Zeichenverteilung erfolgen.

Bei der Auswertung von BKB-Serien ergibt sich, daß die individuelle Grundstruktur bei kranken Versuchspersonen komplizierter und zeichenreicher ist als die von gesunden Versuchspersonen. Eine statistische Sicherung von speziellen «diagnostischen» Aussagen an Krankenblut war aber nicht das Ziel der Arbeit. Solche BKB dienten uns nur zum besseren Verständnis der geübten Praxis, damit reproduzierbare Faktoren aus dem Komplex herausgelöst werden konnten.

Je nach den zur Kristallisation kommenden absoluten Mengen, bzw. den Mischungsverhältnissen (Vorschriften nach Pfeiffer bzw. Selawry) sind die Phänomene im BKB unterschiedlich. Simultankristallisationen nach unterschiedlichen Vorschriften vergrößern die Möglichkeit, die Kupferchloridmethode als Individualtest einzusetzen. Die BKB ge-

sunder Versuchspersonen lassen sich vielfach leichter nach Pfeiffer, die kranker Versuchspersonen leichter nach Selawry individualisieren. – Serien von Frischblut einer Versuchsperson unterscheiden sich von Serien, bei denen zwischen Blutentnahme und Kristallisation ein Zeitraum von mehr als einem Tage liegt. Der Gesamttyp wird zwar bei dieser Variation nicht unterdrückt, jedoch nimmt die Serienhomogenität mit höherem Blatalter ab.

Die Bewertung des BKB, d. h. die morphologische Ansprache der Kristallivate, ist bis zu diesen Feststellungen kausalanalytisch verständlich und ausreichend reproduzierbar. Die von den «Praktikern» der Methode zusätzlich durchgeführte Auswertung liegt auf einer anderen Ebene. Immerhin sei bemerkt, daß die «Rezepte» der Auswertung sehr bestimmt formuliert sind, weshalb man nicht nur Zentrierung und Zeichenmarkierung, sondern auch die Deutung in gewissem Umfange *erlernen* kann. Dies erlaubt bei der Grundlagenforschung eine empirische «Symptomstatistik». Nach ihr ist eine Verknüpfung gewisser Zeichen mit bestimmten diagnostischen Aussagen denkbar. Aber in der bisherigen Sicht, wo Fehlinterpretationen neben Treffern stehen, sind wohl echte Einsichten noch mit grundlegenden Mißverständnissen verknüpft.

Da sich das Auftreten mancher «Organzeichen» zwangsläufig aus der Art des Sphäritenwachstums ergibt, ist die unmittelbare Verknüpfung solcher Zeichen mit diagnostischen Deutungen nicht zulässig, zumal sich im BKB von gesunden Versuchspersonen die meisten der umstrittenen Zeichen wiederfinden lassen. Bei weiterer Beschäftigung mit der Methode wird man daher versuchen, diese Zeichen lediglich durch Variation der Kristallisierungsbedingungen zu erzeugen, und zwar am BKB von gesunden Versuchspersonen.

Der mögliche Einsatz der Methode als wissenschaftlicher Test wird daher nicht dort zu suchen sein, wo der heutige Schwerpunkt der Praxis liegt. Doch könnte die Methode, da das BKB den jeweiligen Blutzustand anzeigt, über die bloße Unterscheidung von Blut verschiedener Versuchspersonen hinaus auch zur Feststellung zeitlicher Variationen im Status einer bestimmten Versuchsperson dienen. Freilich ist der notwendige Aufwand für eine einwandfreie Dokumentation nicht zu unterschätzen.

Unabhängig davon wird man die Methode zum Anlaß nehmen, die Besonderheiten des Wachstumsprozesses von CuCl₂ und seine spezi-

fische Ansprache auf Eiweiß zu studieren. Hierfür sind freilich die experimentellen Ansätze zu verändern. Diese noch zu leistende Anpassung der Methode an die *Notwendigkeiten der Grundlagenforschung* würde schließlich auch der eigentlichen Test-Praxis zugute kommen.

8. LITERATUR

- BÉGOUIN, M. P.: Quelques résultats de la Méthode des cristallisations de Pfeiffer dans le diagnostic du cancer et de la tuberculose. Bull. Acad. Med. 102 (1938), 3. Serie, Tome 119, Nr. 25, p. 746–749.
- BECKMANN, H.: Über Keimbildung, Einkristallwachstum und Auffächerungswachstum von $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ in rein wäßrigen und Eiweiß-haltigen Lösungen. Dissertation, Bonn (1959).
- BERNAUER, F.: Über das Verhalten von Gasblasen an der Oberfläche wachsender Kristalle, insbesondere die dabei u. U. eintretende Beschleunigung der Kristallisation. N. Jb. Min., BB 57, S. 1131–1148 (1928).
- BESSENICH, F.: Beiträge zur Erforschung der Bildekräfte durch empfindliche Kristallisation. Schriftenreihe der Naturwissenschaftl. Sektion am Goetheanum, Dornach/Schweiz, Nr. 1 (1951).
- Zur Methode der Empfindlichen Kristallisation. Philos.-Anthropos.-Verlag am Goetheanum, Dornach/Schweiz (1960).
- CHEVALIER, J.: Note on the spontaneous crystallisation of drops of solutions as spherulites. N. Jb. Min., II, 168–169 (1910).
- DUDLER, J.: Communication préliminaire sur la construction d'un laboratoire climatisé pour la culture des cristaux. Extr. Bull. Soc. Frib. Sci. Nat., Vol. 47, 55 (1957).
- EHRENWERTH, U.: Die Kristallisation des Ammoniumsulfates in reinen und eisenhaltigen Lösungen. Dissertation Münster/Westf. 1961.
- GAUBERT, P.: Sphérolithes à enroulement hélicoïdal de l'hélénine. C. R. 194, 733 (1932).
- HAHN, F. V. v.: Thesigraphie. Untersuchungsmethode an Biologischen Objekten insbesondere Nahrungsmitteln. Franz Steiner Verlag GMBH, Wiesbaden (1962).
- HOLLEMANN, L. W. J.: Ein Beitrag zum Verständnis der empfindlichen Kristallisation. Elemente der Naturwiss., 4, S. 24, (1966), Philos.-Anthropos.-Verlag am Goetheanum, Dornach/Schweiz.
- JUNG, H.: Beiträge zur kristallographischen Blutuntersuchung. Die Pharmazie 7, H. 10, S. 628–639 (1952).
- KLEBER, W. und STEINIKE-HARTUNG, U.: Ein Beitrag zur Kristallisation von Kupfer (II) chlorid-Dihydrat aus Lösungen. Ztschr. f. Krist., 111, S. 213–234 (1959).
- KREBS, W.: Ein Beitrag zur Kristallographischen Carzinom-Diagnostik nach E. Pfeiffer. Helvet. Chir. acta, 14, 2, 232 (1947).

- KRÜGER, H.: Kupferchlorid-Kristallisationen, ein Reagenz auf Bildekräfte des Lebendigen. Weleda Verlag, Arlesheim/Schwäbisch Gmünd (1950), Heft I.
- LENGYEL, E. v.: Zum Problem der Sphärokristalle. Z. Krist., 97, S. 67–87 (1937).
- LEONHARDT, J.: Zum Keimbildungsproblem bei Strahlungskristallisaten und gedrillten Kristallen. Tscherm. Min. Petr. Mitt., 3. Folge, Bd. IV, S. 382–385 (1954).
- MORRIS, D. L. und MORRIS, C. T.: The Modification of Cupric Chloride Crystallisation Patterns by Traces of Proteins. J. Biolog. Chem., 141, 515–520 (1941).
- NEUHAUS, A.: In A. und O. Selawry (G. Fischer-Verlag, Stuttgart, 1957): Die kristallographischen Grundlagen der «Diagnostischen Kristallisation».
- - Was sagt die Wissenschaft zur Kupferchlorid-Diagnostik? Ein Beitrag zum Problem der diagnostischen Kristallisationen. Umschau Wiss. Techn., 16, 486 (1960).
 - - Über Keimbildung, Einkristallwachstum und Auffächerungswachstum von $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ in rein wäßrigen und Eiweiß-haltigen Lösungen. Fortschr. Min., 38, H. 2, 146–148 (1960).
 - - und BECKMANN, H.: Strukturzustand der Lösung und Kinetik des Kristallwachstums im System Kuperchlorid: Wasser. Fortschr. Min., 39, H. 1, 33–36 (1961).
- PFEIFFER, E.: Kristalle. Orient-Occident-Verlag, Stuttgart, Den Haag, London (1930).
- - Studium von Formkräften an Kristallisationen (mit besonderer Berücksichtigung landwirtschaftlicher Gesichtspunkte). Verlag E. Weise's Buchhandlung, Dresden (1931).
 - - Empfindliche Kristallisationsvorgänge als Nachweis von Formungskräften im Blut. Verlag E. Weise's Buchhandlung, Dresden (1935).
- POPOFF, B.: Eine neue Untersuchungsweise sphärolithischer Bildungen. Tscherm. Min. Petr. Mittl. N. F., 23, 153–179 (1904).
- - Sphärolithenbau und Strahlungskristallisation. LATV. FARM; ZURN. Riga (1934).
- RASCHER, S. und TRUMPP, J.: Versuch einer kristallographischen Carcinom-diagnostik. Münch. Med. Wochenschr., 86, 544 (1939).
- RIEBELING, C.: Über die Wirkung von Rückenmarksflüssigkeit und Gehirn-extrakt auf die Kupfersalzkristallisation. Photogr. u. Forschg. H. 1, S. 7–13 (1954).
- SCHUBNIKOW, A. W.: Über die Bildung von Sphärolithen. Kristallografija (russ.) Z, 424–427 (1957).
- - und LÄMMLEIN, G.: Beobachtungen über die Orthotropie des Kristallwachstums. Z. f. Krist. 65, H. III, S. 297–303 (1927).
- SELAWSKY, A. und SELAWRY, O.: Die Kupferchloridkristallisation. Gustav Fischer Verlag Stuttgart (1957).
- VESTER, F.: Zur Indikation biochemischer Vorgänge durch kristallisierendes Kupferchlorid. Experientia, XVI, 6, 217 (1960).
- WALLERANT, F.: Sur les enroulements hélicoïdaux dans les corps cristallisés. Bull. Soc. Franç. Min. XXX, Bull. Nr. 2, S. 43–61 (1907).

