

## Das Verhältnis des Neuroformativen Systems Einzelliger zu einem analogen Zwischensystem Vielzelliger.

Von

Bruno Klein, Wien.

Eine knapp hinweisende Erwähnung fand das sonderbare Verhältnis des Neuroformativen Systems der Einzelligen zu einem zwischen den Zellen des Metazoenkörpers vorhandenen fibrillären System bereits in einer meiner früheren Arbeiten (Klein, 1942). Es wurde damals nur die merkwürdige Tatsache aufgezeigt, daß das aus *lebloser* Substanz produzierte, der Kategorie bindegewebiger Formationen zugeordnete, aus argyrophilen Fasern bestehende retikulierte System, das von Huzella (1941) diesbezüglich eingehend untersuchte *Reticulum* oder *Interzellulum*, in seiner *Leistung* an diejenige des aus *lebender* Substanz *gewachsenen* Neuroformiums (Klein, 1942/b, 1942/43) eine weitgehende Angleichung zeigt. Damals konnte über diese einfache Feststellung *nicht* hinausgegangen werden, weil der betreffende Rahmen ein anders geartetes Thema umspannte. Es konnte nicht mehr das Verhältnis *selbst* berücksichtigt werden, in dessen Besonderheit die Möglichkeit liegt, daß *zwei in Substanz und Genese bis zur Gegensätzlichkeit verschiedene Gebilde*, trotz der vorhandenen Differenz eine bis ins einzelne gehende Leistungs-Konvergenz aufweisen.

Es liegt da ein Problem vor, das nicht dadurch gelöst werden kann, daß der eine oder der andere Befunds-Komplex in Zweifel gezogen wird, denn die Kennzeichen sowohl des Neuroformiums als auch des Interzellulums stehen unzweifelhaft fest: Das Erstere ist ein *lebendes*, ein *euplasmatisches* Gebilde, weil es sich *selbst* gestaltet; also *wächst* und sich *teilt* und auf *Reize antwortet* (Klein, 1942 b, 1942/43); das Letztere ist ein *lebloses*, ein *alloplasmatisches* Gebilde, weil es weder *wächst*, noch sich durch Teilung *vervielfältigt*, noch auf Reize antwortet, sondern durch etwas *außer* ihm,

nämlich die eigentlich lebende Substanz, gebildet, also produziert wird und Reize in seiner Art bloß leiten, aber nicht unmittelbar beantworten kann, was in allen Einzelheiten in dem Werk von *Huzella* (1941) dargestellt ist.

Es gibt also ein Verhältnis lebender zu unbelebter Substanz, in dem die Erstere durch Letztere leistungsmäßig und auch in morphologischer Hinsicht ersetzt bzw. vertreten werden kann. Dieses Verhältnis, das durch die zwischen Neuroformium und Interzellulum bestehenden Beziehungen nicht nur aktuell wurde, sondern das hier auch in besonders krasser Form deshalb zum Vorschein kommt, weil die betreffende Konvergenz eine *komplexe*, Reizleitung *und* Formbildung umfassende Leistung betrifft, tritt nun durchaus nicht nur einmalig auf, sondern ist sehr häufig im Bereich der Lebewesen, erhält dadurch grundsätzliche Bedeutung umsomehr, als die verschiedenen Grade seiner Ausbildung in den verschiedenen Fällen derart sind, daß aus einfachsten, eindeutigen Sachverhalten die oft sehr komplexen Fälle ableitbar sind.

Da sich das betreffende Verhältnis an *Einzelligen* besonders klar zeigt und ableiten läßt, und weil gerade das bei *Protozoen* auftretende neuroformative System die Anregung zu grundsätzlicher Klärung der einschlägigen Sachverhalte gab, ist ein kurzes Eingehen auf die vorliegende Frage gerade an diesem Ort wohl gerechtfertigt.

Das Interzellulum wurde auf Grund entsprechender Besonderheiten von *Huzella* (1941) als *Artefakt*, das Neuroformium von mir (Klein, 1942 b, 1942/43 a, 1943) als *Biofakt* bezeichnet. Das Verhältnis des Neuroformiums zum Interzellulum ist also das im allgemeinen zwischen *Bio-* und *Artefakt* bestehende. — Was die wesentlichen Merkmale sind, die darüber entscheiden, ob etwas ein Bio- oder ein Artefakt ist und die Eigenart des zwischen beiden bestehenden Verhältnisses, das werden die folgenden Beispiele zeigen.

Besonders die *Rhizopoden* gewisser Gattungen bieten in dieser Hinsicht sehr aufschlußreiche Fakten. Die *Hüllenbildenden* Arten sind es, die hier vor allem zu betrachten sind. In erster Linie die Bauten von *Diffugia* und zwar von *Diffugia acuminata* Ehrbg. Sie sind aus kleinen, flachen Stein-Splitterchen gefügt. Dieses Baumaterial wird aus der Umgebung durch die Pseudopodien auf-gelesen, gelangt ins Zellinnere und wird „fließend“ durch ent-

sprechende „Plasmaperistaltik“ an die Oberfläche des Körpers gebracht und dort zu einem lückenlos geschlossenen „Mosaik“ verbaut. Dieser Bau besteht sonach weder aus lebender Substanz, noch wächst er der Zelle, sondern er wird aus *lebloser* Substanz durch eine *Tätigkeit* des Tieres *produziert*, um die Zelle wie ein gewachsenes Integument gegen schädliche Einwirkungen der Außenwelt zu schützen. *Alles, was von lebender Substanz aus leblosem Stoff durch Arbeit produziert wird als Ersatz für ein gewachsenes Gebilde*, in diesem Fall für ein euplastisches Integument, *ist ein Artefakt*, das als ein sekundäres Organell (bzw. Organ bei den Metazoen) auftritt. Es entsteht *nicht* durch Wachstum, d. i. durch Selbstgestaltung, sondern es *wird* gestaltet durch die lebende Substanz, das *Biofakt*, das sich im Gegensatz zum Artefakt durch organisches *Wachstum selbst* gestaltet.

Die eben entwickelte Begriffsbestimmung des Artefakts, die sich mit der von *Huzella* (1941) und *Wohlbold* (1941) gegebenen weitgehend deckt und auch der landläufigen Auffassung entspricht, bedarf aber noch einer Ergänzung, um alle die mannigfaltigen Abwandlungen artifizierlicher Bildungen, die auf den ersten Blick chaotisch anmuten, in ihrer Art *ordnen*, d. h. an der ihnen zukommenden Stelle im System der Artefakte einzuordnen zu können.

Bei dieser Gelegenheit werden kurz einige Feststellungen zu machen sein, die für das Verständnis der folgenden Ableitung des zwischen Neuroformium und Interzellulum bestehenden Verhältnisses notwendig sind.

Eine vom Menschen gearbeitete technische Konstruktion, etwa eine Maschine, ein Haus oder dergleichen, oder Werke der bildenden Kunst, etwa ein Ornament oder eine Plastik, sind ebenso Artefakte wie der Gehäusebau einer *Diffugia* u. ä. Wie verschieden diese Produktionen auch erscheinen mögen, ihre Gesamtheit gliedert sich in nur zwei Gruppen: In die *primären* (*Klein*, 1942/43 a, 1943) und die *sekundären* (*Klein*, *dto.*) Artefakte. *Jedes* Artefakt kann einer dieser Gruppen zugeordnet werden. Die *primären Artefakte* sind diejenigen, die vom Erzeuger am *eigenen Leib* oder innerhalb desselben als Ersatz für ein nicht gewachsenes Organell bzw. Organ hergestellt werden. Sie genügen einem ursprünglichen, unmittelbar den eigenen Körper betreffenden Bedürfnis. — Die *sekundären* Artefakte werden immer *außerhalb* des eigenen Körpers produziert, oft durch Gemeinschaftsarbeit vieler gleichartiger

Individuen. Sie befriedigen nicht mehr unmittelbar Bedürfnisse des eigenen Leibes, sondern mittelbar auch oder ausschließlich Bedürfnisse anderer, gleichartiger Individuen, z. B. der Nachkommen (Brutbauten der Insekten, Vogelnester, Termitenbauten usw.).

Die *primären* Artefakte ersetzen Organe bzw. Organellen. Die *sekundären* Artefakte ersetzen ebenfalls organische Bildungen (Prothesen) oder, und das ist für sie besonders kennzeichnend, sie *steigern*, *modifizieren* oder *projizieren* die Leistungen vorhandener Organe bzw. ganzer Organismen (Mikroskop, Fernrohr, Mikrophon, Werkzeuge, Kraftmaschinen, Ornament u. a.).

Zu den Gehäusebauten der *Diffflugien*, als primäre Artefakten, zurückkehrend, ist noch die den Bau bewirkende Tätigkeit, Arbeit, bzw. Aktivität des Biofakts in ihrer Art gegen andere diesbezügliche Möglichkeiten abzugrenzen. So eine andere Möglichkeit läge in rein physikalischen oder physikalisch-chemischen Kräften, durch die *ohne* aktives Zutun des Biofakts an oder in demselben entsprechende Produktionen zustande kämen. — Durch Wirkung rein physikalischer Kräfte konnte *Rhumbler* (1902) im Modellversuch Gebilde produzieren, die den Gehäusebauten von Diffflugien verblüffend ähnlich sehen: Er konnte durch Einsetzen von Tropfen einer, winzige Quarzkörnchen enthaltenden, Öl-Eiweiß-Mischung in ein Wasser-Alkohol-Gemisch erzielen, daß sich die dem Tropfen beigemenigten Quarzkörnchen durch rein physikalische Kräfte an der Oberfläche der austretenden Tropfen zu einer, den betreffenden Thekamöbenschalen gleichenden Hülle anordneten. Der *Vorgang* dabei ist aber wesentlich anders als beim Schalenbau der Amöbe, denn die Voraussetzungen, daß die Schalenbildungen *so* ablaufen, werden in einem Falle durch das experimentelle Tun des Menschen gesetzt, im anderen Fall durch die bauende Zelle selbst und daraus ergibt sich folgender wesentlicher Unterschied: In einem Fall sind es rein physikalische Kräfte, die sich unter den vom Menschen geschaffenen Bedingungen in einem *ausschließlich* aus *leblosen* Stoffen gebildeten Reaktionsfeld entsprechend auswirken können, im anderen Fall besteht das Reaktionsfeld aber *nicht* ausschließlich, sondern nur in *einer einzigen* Komponente aus leblosem Stoff, eben dem Baustoff, der durch eine weit überwiegende Komponente aus lebender Substanz, dem Plasmaleib, bewirkt wird, in *aktiver* Art, durch eine in der Wahl, Aufnahme und Einverleibung der

Fremdkörperchen sichtbar werdenden *Tätigkeit* des Lebewesens, die von gleichsinnig im System wirkenden physikalischen Kräften gegebenenfalls wohl unterstützt werden kann, die aber niemals auf sie allein zurückzuführen ist, denn sonst müßte sich ja mit der Zeit *jede* nackte, frei unter entsprechenden Umweltsbedingungen lebende Zelle mit einer Hülle aus Fremdkörpern umgeben! — Das ist *nicht* der Fall, weil eben das Lebewesen seine Hülle nicht passiv „erleidet“, sondern aktiv erzeugt. Trotz gleicher physikalischer Systemfaktoren bleiben die artmäßigen Besonderheiten, auch die des Handelns, fallweise *so verschieden*, wie sie eben sind. Das zeigt sich deutlich an folgendem Beispiel: Bei Durchsicht von *Diffflugien* aus ein und derselben, reichliches Material liefernden Fundstelle, fällt oft die Mannigfaltigkeit der vorliegenden *Gehäusebauten* auf. Diese zeigen *Verschiedenheiten*, die manchmal zur sicheren Art-Unterscheidung (z. B. *Diffflugia aculeata* Ehrbg., und *D. acuminata* Ehrbg.) hinreichen, die aber in anderen Fällen darauf beschränkt sind, daß innerhalb des Kreises *einer* Art, also bei sonst gleichen Bauten, das einermal durchschnittlich viel *feineres* (*Diffflugia acuminata* Ehrbg.), das anderemal durchschnittlich viel *gröberes* (*D. cf. acuminata* Ehrbg.) Baumaterial verwendet wurde, wodurch sich einmal eine glatte, das anderemal eine höckrig-rauhe Oberfläche ergibt. Solche Unterschiede sind um so auffälliger, als die betreffenden Tiere *nicht* verschiedenen Lebensräumen entstammen, die jeweils nur einen einzigen, eben den verwendeten, Baustoff bieten, sondern alle in *ein und derselben* Örtlichkeit, in vorliegendem Fall in einem seichten, von Wasserlinsen bedeckten, nur zwei bis drei Quadratmeter großen Waldtümpelchen leben. — Daß aus dem Gemenge der *gleichzeitig* zur Verfügung stehenden verschiedenartigen Baumaterialien von einem Teil der betreffenden Arten bzw. Individuen nur durchschnittlich feinere, vom anderen Teil hingegen wieder nur durchschnittlich gröbere Sandpartikelchen verwendet werden, daraus geht hervor, daß das Zustandekommen so eines Baues nicht nur von äußeren, physikalischen Faktoren, wie vorhandenen Kolloidklümpchen und Sandkörnchen, abhängt, sondern von einer bestimmten *Aktivität*, einer *Tätigkeit*, also einem inneren, für die Herstellung von Artefakten wesentlichen Faktor des bauenden Lebewesens. Diese Aktivität ist eben einmal auf das eine, das anderemal auf ein anderes Material eingestellt, sie reagiert diesbezüglich verschieden und nur im Notfall, d. h. wenn es am

„richtigen“ Material mangelt, kann sie von ihrer normalen Reaktionsart abgehen und minder „vorschriftsmäßiges“ Material, z. B. farbige Glassplitterchen (*Rhumbler*) usw. verbauen.

Die mit Rücksicht auf das Baumaterial ganz bestimmte Reaktionsart des Lebewesens, des Biofakts, ist artlich festgelegt, wird *vererbt*, ist *historisch* geworden. Dieser nicht nachzuahmende historische Faktor ist es, der die gestaltende Tätigkeit bzw. Leistung eines Lebewesens und die dadurch erzeugten Gestaltungen, z. B. die eben besprochenen Gehäusebauten als *primäre* Artefakte von den bei Modellversuchen sich ergebenden Gestaltungen, durchaus *sekundären* Artefakten, unterscheidet, mögen diese letzteren auch die weitestgehenden Konvergenzen zu ersteren aufweisen. — Der bei Entstehung primärer Artefakte zu physikalischen Reaktionen *neu* hinzukommende Faktor in Form einer biologischen *Aktion* erschließt *neue* Gestaltungsmöglichkeiten. Diese erreichen schon im Gebiet rein physikalisch-chemischer Kräfte eine bemerkenswerte Mannigfaltigkeit. Erinnerung sei nur an die Kristallisations- und Diffusionskräfte, die unter entsprechenden Bedingungen Ausformungen zeitigen, die in verblüffender Konvergenz zu den Ausformungen des Lebens stehen (*Küster*, 1931, *Liesegang*, 1924, *Klein*, 1942 a).

Bei *Diffflugien* hebt sich die zum Artefakt-Bau führende *Aktivität* des Biofaktes als Mikro-Tätigkeit der lebenden Substanz erst nach einer Reihe diesbezüglicher Feststellungen bzw. Abgrenzungen gegen den anderen, auch in Betracht kommenden Kreis physikalischer Möglichkeiten ab.

Von vornherein eindeutig, d. h. ohne das Vorhandensein anderer, den betreffenden Sachverhalt tarnend überlagernder Möglichkeiten, tritt das Wesen der zum Artefakt führenden Aktivität in anderen Fällen als ohne weiteres sichtbares, instinktgesteuertes *Tun* oder *Handeln* des Biofakts hervor. Im besonderen dann, wenn nicht mehr nur *eine* Zelle, sondern ein vielzelliger Organismus baut, wobei, abgesehen davon, daß solche Bauten dem *makroskopischen* Größenbereich angehören, in Baustoff und Bauweise oft die verblüffendsten Ähnlichkeiten, *Konvergenzen*, mit den von Einzelligen hergestellten Artefakten vorliegen. Eine solche Konvergenz besteht z. B. zwischen den Hüllbauten von *Diffflugia acuminata* Ehrbg., und denjenigen gewisser *Trichopteren-Larven*, etwa *Stephanophylax stellatus* Curt. In *beiden* Fällen wird das mine-

ralische Baumaterial zu köcherartigen Röhren zusammengefügt, die sich außer in ihrer Größe nur noch dadurch unterscheiden, daß die einzelnen Bausteine bei den Trichopteren durch Spinnfäden, bei Dipteren hingegen durch eine *nicht* fädig abgeschiedene Zwischensubstanz zusammengehalten werden.

Der grundsätzlich *gleichen* Ausführung der betreffenden Artefakte liegt eine *grundsätzlich* gleiche Tätigkeit des ausführenden Biofakts zugrunde. Diese *Tätigkeit*, die auf der makroskopischen Größenebene vielzelliger Organismen „handgreiflicher“ zum Vorschein kommt als auf der mikroskopischen, der zellulären Ebene der Einzelligen, tritt noch in einer weiteren Stufe auf, bei der im *zellulären* Bereich nicht nur aller kleinste Bausteine versetzt werden, sondern dieser Baustoff auch von dem betreffenden Biofakt *selbst* produziert wird: *Abscheidungsbauteile* im Gegensatz zu den bisher besprochenen *Fremdmaterialbauteilen*. Abscheidungsbauteile kommen bei *Einzelligen* wie auch bei *Vielzelligen* häufig vor.

Der zum Bau von Abscheidungsbauteilen führende, einer Tätigkeit des Plasmas entsprechende Vorgang hat äußerliche Ähnlichkeit mit dem *Wachstum*, weil er ebenso wie dieses durch Versetzen kleinster Elemente unmerklich aber stetig bis zu seinem Abschluß fortschreitet. — Trotz dieser äußeren *Konvergenz* besteht zwischen Wachstum und dem zum Abscheidungsbauteil führenden Vorgang eine wesentliche *Differenz*: Bei *jedem* Wachstum, sei es nun das durch Anlagerung erfolgende Wachstum eines leblosen Kristalls oder das durch Einlagerung erfolgende organische Wachstum lebender Substanz, ordnen sich die Bauelemente *aktiv*, aus *eigener* Potenz, zu dem betreffenden Gefüge, während die vom aktiven Plasma abgeschiedenen Partikelchen lebloser Substanz, in dieser Hinsicht völlig *passiv*, durch etwas *außer* ihnen, entsprechend geordnet werden, nämlich durch eine *Tätigkeit* des lebenden Plasmas, die bei der Abscheidung beginnt und die sich bis zum Verbauen der abgeschiedenen Substanz erstreckt. Die mangelnde eigene Aktivität der abgeschiedenen Partikel wird durch jene des Biofakts ersetzt. Dieses ist der *tätige* oder *wirkende*, die abgeschiedene Substanz aber der *leidende* oder *bewirkte* Teil bei der Produktion eines Abscheidungsartefaktes. Soweit dieses scheinbar auch vom Fremdmaterialbau absteht und wie nahe es andererseits dem Wachstum zu kommen scheint, ist es auf Grund der ihm heteronomen, seine Existenz bedingenden Aktivität des Biofakts ebenso wie der

Fremdmaterialbau ein *Artefakt*, das *nicht* in den Bereich autonom gewachsener Gebilde fällt. Nebstbei ist zu erwähnen, daß der Abstand zwischen Fremdmaterialbau und Abscheidungsbau eigentlich nur oberflächlich ist, denn auch der erstere hat eine Abscheidungskomponente, die als Kitt, Spinnfaden usw. die den Bau bildenden Fremdkörper zusammenhält. Überwiegt schließlich diese Komponente total das Fremdmaterial, dann wird aus dem Fremdmaterialbau ein Abscheidungsbau, was sich an vielen entsprechenden Artefaktreihen zeigen läßt (Klein. 1943).

Die eben gegebene Übersicht der *Artefakt-Grundtypen*, die, soweit es das vorliegende Thema erforderte, auch die entsprechenden Zusammenhänge aufzeigte, führt mit den *Abscheidungsbauten* als jener *Artefakt-Kategorie*, der auch das *Interzellulum* angehört, wieder zum eigentlichen Thema zurück. Das *Interzellulum* wird, nach den Untersuchungen *Huzellas* (1941) als leblose bindegewebige Faserkonstruktion vom lebenden Plasma, dem Biofakt, ebenso abgeschieden, sezerniert, wie etwa die aus chitinöser, aus Kalk- oder Kieselsäuresubstanz abgeschiedenen Gerüst- oder Gehäusebauten Einzelliger.

Wie jedes *primäre Artefakt* ersetzt das *Interzellulum* ein nicht gewachsenes Biofakt in Form und Funktion, es *konvergiert* in dieser Beziehung gegen das *Neuroformium*. Die anfangs so auffallende und ausgefallen erscheinende Konvergenz besteht ganz allgemein in allen jenen zahlreichen Fällen, die zueinander im Verhältnis *Biofakt Artefakt* stehen. Näheres über dieses interessante Verhältnis findet sich ausführlich behandelt in: Klein. 1942/43, 1942/43 a, 1943.

Vor der Zusammenfassung nun noch einen Hinweis auf die von mir (Klein, 1941, 1942, 1942 b, 1943) mehrfach behandelte Auffassung v. Geleis und seiner Schule, wonach Teile des Neuroformiums als Stützgerüst vom Ganzen abgegliedert werden, so daß das Neuroformium zum Teil Biofakt, zum Teil aber primäres Artefakt wäre. Daß dieses System als Ganzes ein aus lebender Substanz bestehendes, alle Kennzeichen einer euplasmatischen Formation darbietendes Gebilde, also zur Gänze ein Biofakt ist, wurde in meinen oben angezogenen Arbeiten auseinandergesetzt.

Zum Schluß noch die Bemerkung, daß es im Metazoenkörper nicht nur ein dem Neuroformium *analoges*, als primäres Artefakt vorliegendes Zwischensystem gibt, sondern auch ein im Epithel

vorhandenes *homologes* Zwischensystem (Klein, 1942b), das als Biofakt die gleichen Kennzeichen bietet wie das Neuroformium.

### Zusammenfassung.

1. *Neuroformium* und *Interzellulum* stehen zu einander im Verhältnis von Biofakt zu Artefakt, ihre Konvergenz, besonders diejenige der Leistung, beruht auf diesem Verhältnis.

2. Biofakt ist, was aus lebender Substanz wächst, was sich in lebender Substanz selbst gestaltet.

3. Artefakt ist, was aus lebloser Substanz durch entsprechende Aktivität des Biofakts erzeugt, was durch lebende Substanz gestaltet wird.

4. Die erzeugten Artefakte zerfallen in zwei natürliche Gruppen, in primäre und sekundäre Artefakte. Die ersteren werden im oder am eigenen Leib erzeugt, die letzteren außerhalb desselben, oft nicht für sich selbst, sondern oder auch ausschließlich für andere (z. B. Brutbauten usw.).

5. Alle Artefakte ersetzen dem Biofakt etwas ihm an Gewachsenem Fehlendes.

### Literatur.

- Huzella, Th. (1941): Die zwischenzellige Organisation. Jena. — Klein, B. M. (1941): Äußeres Stützgerüst und neuroformatives System der Ciliaten. Annalen d. Naturhist. Mus. in Wien, Bd. 52. — Ders. (1942): Differenzierungsstufen des Silberlinien- oder neuroformativen Systems. Arch. f. Protistenk., Bd. 96. — Ders. (1942a): Sonderbare Formkräfte. Wissen u. Fortschritt, 10. Jahrg., Heft 3. — Ders. (1942b): Das Silberlinien- oder neuroformative System. Annalen d. Naturhist. Mus. Wien, Bd. 53. — Ders. (1942/43): Eigenartige Zwischengebilde in Zelle und Organismus. Mikrokosmos, Jahrg. 36. — Ders. (1942/43a): Biofakt und Artefakt. Mikrokosmos, im Druck. — Ders. 1943): Biofakt und Artefakt als konvergente und differente Gebilde. Annalen d. Naturhist. Mus. Wien, im Druck. — Küster, E. (1931): Über Zonenbildung in kolloidalen Medien. Jena. — Liesegang, R. (1924): Chemische Reaktionen in Gallerten. Dresden und Leipzig. — Rhumbler, L. (1902): Der Aggregatzustand und die physikalischen Besonderheiten des lebenden Zellinhaltes. Zeitschr. f. allg. Physiol., Bd. 1 u. 2. — Wohlbold, H. (1941): Das Wunder des Instinkts. Leipzig.