

elle toute formation de replis aux dépens du feuillet superficiel ou bien le capuchon céphalique ne parvient-il pas à envelopper la tête faute d'espace disponible? Ce sont les éventualités que suggère l'expérience que nous avons ultérieurement entreprise.

Cette expérience consiste à placer le blastoderme en position normale, sa face endoblastique contre de l'albumen qui doit être fluide (voir Figure 1 en bas). Dans cette nouvelle position, l'embryon et l'amnios se développent normalement (Figure 3). Nous avons pu établir quelles sont les différences apportées par ce nouveau procédé. La membrane vitelline reste moins tendue, car sa face interne de nature différente ne colle pas à l'anneau intérieur. Le contact de l'endoblaste avec l'albumen ralentit l'expansion périphérique, fait qui explique vraisemblablement que dans le bourrelet fortement basophile qui précède le bord d'enveloppement sensu stricto (GALLERA et OPRECHT⁸), les cellules ectoblastiques s'accumulent en quantité excessive. Par conséquent, le blastoderme est moins tendu et une cuvette se creuse entre le blastoderme et la membrane vitelline. Cet espace laisse probablement la voie libre aux mouvements de l'amnios. Une autre expérience nous a montré de manière probante qu'un contact direct avec l'albumen gêne les mouvements des feuillets embryonnaires. Pour préciser, si l'on injecte de l'albumen entre la membrane vitelline et la face dorsale du blasto-

derme, l'amnios qui dans ces conditions aurait dû se former reste abortif.

On aurait pu penser que l'amnios formé assurerait une survie prolongée à ces embryons cultivés *in vitro*. Il n'en est rien, car d'autres facteurs plus prépondérants interviennent. En effet, la circulation reste déficiente (NEW⁹) et, comme d'autres l'ont signalé (NEW⁹, BRITT et HERMANN¹⁰), un rapide déficit de l'anabolisme protéinique provoque irrémédiablement leur mort.

Summary. The amnion was never before observed to form *in vitro* culture. A slight modification of the classic method of NEW consists in cultivating the blastoderme in its normal position, the ventral side against the medium. In this new position, the amnion develops normally.

G. NICOLET et J. GALLERA

Laboratoire d'Embryologie expérimentale, Institut d'Anatomie, Université de Genève (Suisse), le 19 septembre 1962.

⁸ J. GALLERA et E. OPRECHT, *Rev. suisse Zool.* 55, 243 (1948).

⁹ D. A. T. NEW, *J. Embryol. exp. Morph.* 7, 146 (1959).

¹⁰ L. G. BRITT et H. HERMANN, *J. Embryol. exp. Morph.* 7, 66 (1959).

COGITATIONES

Eine Methode zur Analyse und quantitativen Auswertung biologischer steady-state-Übergänge

Milieu- und Reizveränderungen lösen bei zeitlich rechteckigem Verlauf initial überschüssende Reaktionen biologischer Objekte aus, denen die endgültige Einstellung des funktionellen steady-state näherungsweise im Sinne einer *e*-Funktion folgt. Die ursächlichen Mechanismen für diese Vorgänge sind bisher noch nicht befriedigend geklärt. Die Kinetik der fünf möglichen steady-state-Übergänge wird deshalb am Beispiel der Temperatur-Leistungs-Adaptation (PRECHT¹) unter Anwendung von Transportgleichungen der Thermodynamik irreversibler Prozesse (v. BERTALANFFY²) analysiert. – Das Gleichungssystem

$$J_i = \sum_{k=1}^n L_{ik} X_k \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (1)$$

gibt bei Berücksichtigung der Onsagerschen Reziprozitätsgesetze die linearen Beziehungen zwischen den energetischen «Flüssen» J_i , den chemischen «Triebkräften» X_k und den Koeffizienten L_{ik} (Reaktions-, Diffusions-, Wärmeleitungsgeschwindigkeit u.a.) wieder. Bei Analogsetzung des Ohmschen Gesetzes

$$J = 1/R \cdot U \quad (2)$$

sind an einem geeigneten elektrischen Fließgleichgewichtsmodell (vgl. Schaltbild A) die biologischen steady-state-Übergänge zu reproduzieren und zu analysieren. Dieser permanent von Gleichstrom durchflossene Vierpol mit je einem Widerstand im Ein- und Ausgangszweig und einer Kapazität in Sternschaltung gibt über ein direkt schreibendes Instrument am Ausgangszweig die steady-state-Übergänge der Stromstärke in Kurvenform wieder. Hierbei bleibt die Spannung U_E des Generators in Analogie zu den homöostatisch geregelten biologischen «Triebkräften»

X_k konstant. Nur die Widerstände R_e und R_a werden in Analogie zur biologischen Reiz- bzw. Temperaturwirkung auf die Koeffizienten L_{ik} verändert. R_e und R_a bilden mit ihren reziproken Werten die an Aufnahme- und Abgabe-seite des offenen biologischen Systems wirksamen Koeffizienten L_{ik} summarisch ab. Die Kapazität C ist Abbild der «Speichereinrichtungen» des biologischen Systems für Substrate potentieller chemischer Energie.

Bei der Temperatur-Leistungs-Adaptation haben Poikilotherme und isolierte Organe Homoiothermer bei tiefer Temperatur T_1 unter Ruhebedingungen den konstanten «Leistungswert» k_1 . Bei den Modellversuchen wird dieser steady-state-Wert dem Energiefluss J des Systems proportional gesetzt: $k_1 \sim J_1$. In Analogie zur Temperaturwirkung auf L_{ik} wird der Widerstand R_{a1} auf die Grösse R_{a2} erniedrigt. Nach den Kirchhoffschen Regeln bestimmt der Quotient R_{a1}/R_{a2} die Grösse der initial «überschüssenden» Stromstärke J_2 (k_2). Wird $T_2 - T_1 = 10^\circ\text{C}$ gesetzt, dann ist durch den Quotienten J_2/J_1 bzw. R_{a1}/R_{a2} der Temperaturquotient (Q_{10}) des Modellvorganges gegeben. Mit der Zeitkonstanten τ der Kondensatorentladung stellt sich anschliessend der endgültige steady-state-Wert J_{st} der «Temperatur» T_2 ein. Bei Temperatursenkung von T_2 auf T_1 verändern sich die Werte in entsprechender Weise. Die Typen der Temperatur-Adaptation sind in Figur 1 schematisch dargestellt. Im Modellversuch werden die typencharakteristischen Lagen von J_{st} zu J_1 und J_2 durch die jeweiligen Grössenveränderungen von R_{e1} auf R_{e2} bestimmt (vgl. Figur 2). Das Flächenintegral der Übergangskurven gibt *quantitativ* die Leistung bzw. Entropieerzeugung des thermodynamisch offenen Systems wieder. Akko-

¹ H. J. PRECHT, *Temperatur und Leben* (Springer, Heidelberg 1955).

² L. v. BERTALANFFY, *Biophysik des Fließgleichgewichts* (Vieweg, Braunschweig 1953).

modation bzw. «Einschleicheffekte» biologischer Systeme sind am Analogmodell durch zeitlich verzögerte Widerstandsveränderungen (vgl. Figur 3) zu reproduzieren. Alle Adaptationstypen sind kurvenmässig am gleichen Modell ohne Veränderung der Schaltstruktur durch analoge Intensitätsveränderung von R_e und R_a zu schreiben. Die Typen 1 und 2 entsprechen den phasisch antwortenden Rezeptoren der Sinnesphysiologie oder der Adaptation mit negativem Zeitfaktor (HENSEL³). Bei ihnen wird R_e grösser, wenn R_a unter «Temperatureinfluss» verkleinert wird. Dieser Vorgang nach Art einer «Rückkoppelung» hat in entsprechenden Enzym-Substrat- bzw. ADP-ATP-Kontrollen der Biochemie sein Analogon (HESS und CHANCE⁴, HOLZER⁵). Bei Typ 3 kann R_e grösser werden, gleich bleiben oder kleiner werden. Bei den Typen 4 und 5 muss R_e kleiner werden. Gleitende Übergänge zwischen den einzelnen Typen findet man in verschiedenen Temperaturbereichen bei den Kälterezeptoren (HENSEL). Weil letztere – wie auch die Gesamturnsatzgrösse der Homoiothermen (BENZINGER⁶) – bei *Temperatursenkung* ansprechen, muss zur Analogdarstellung ihrer steady-state-Übergänge am Modell ein Querwiderstand zwischen die Teilwiderstände von R_a eingeschaltet werden (vgl. Schaltbild B). Alle Widerstände im Ausgangszweig des Vierpols bilden dann biochemische Reaktionen mit unterschiedlichen temperaturabhängigen Maxima im Sinne einer «Stoffwechselweiche» ab. (Enzymatischer «Wettbewerb» um gemeinsame Substrate nach HOLZER⁵.) Bei reiz- und impulsanaloger Behandlung des Modells (frequente, intermittierende, stufenförmige u. a. Veränderungen von R_e und R_a) lassen sich auch *andere* Phänomene adaptierender biologischer Systeme (z. B. Brückeneffekt, Akkomodation usw.) reproduzieren. Die hierfür ursächlichen energetischen Bilanzverschiebungen sind ebenfalls über Modellversuche

zu analysieren. Die Frage, ob der hier entwickelten Analyse von steady-state-Übergängen mittels Analogrechnung im offenen System vorerst nur hypothetischer Wert zukommt, wird durch die bisherigen Befunde beantwortet und durch weitere experimentelle Ansätze zu klären sein. Neben dem heuristischen Wert hat der Modellvorgang auch praktisch methodische Bedeutung. Aus *experimentell* gefundenen biologischen Adaptationskurven können die Zeitkonstanten τ und τ' der positiven und negativen Übergänge und die «Leistungswerte» k_1 , k_2 und k_{st} ermittelt werden. Wird k_2 als ein Vielfaches von k_1 genommen und das Vielfache mit C bezeichnet, dann kann über die Gleichung

$$\tau/\tau' = \frac{1+A-B \cdot A/C}{C} \quad (B = k_1/k_{st}) \quad (3)$$

das Verhältnis der *unbekannten*, an Aufnahme und Abgabeseite des biologischen offenen Systems wirksamen Koeffizienten ($A = L_{ik_e}/L_{ik_a}$) errechnet werden. Die «relative Kapazität» C_r des untersuchten biologischen Objekts

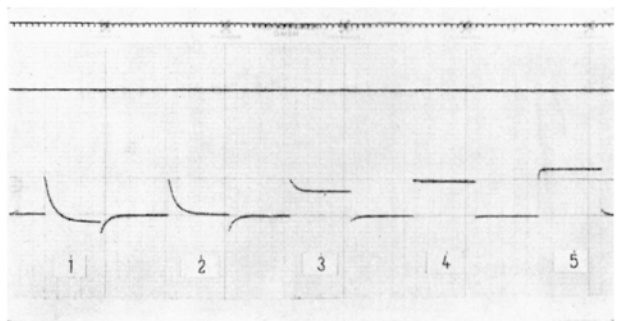


Fig. 2. Analogdarstellung der Typen 1 bis 5 der Temperatur-Leistungsadaptation. Bei der Kurvenschreibung werden die Widerstände R_e und R_a (vgl. Schaltbilder A und B) in Analogie zu einer plötzlichen Temperaturveränderung durch Kurzschluss bzw. Öffnung entsprechender Teilwiderstände verändert.

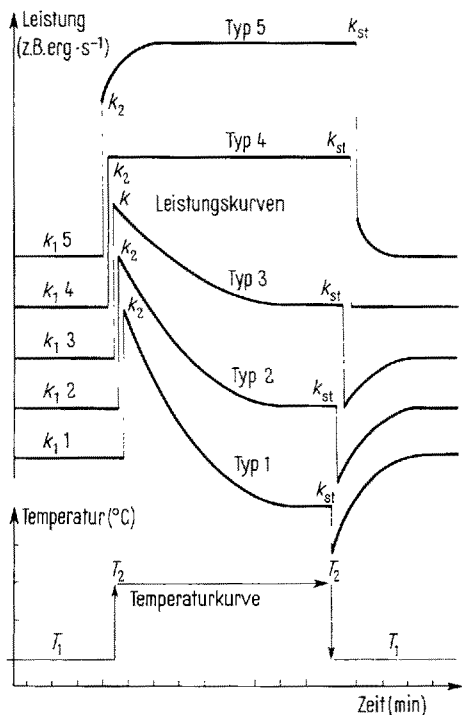


Fig. 1. Schematische Darstellung biologischer «Leistungskurven» beim Temperatur-Adaptationsversuch. k_1 = Leistungswert bei Temperatur T_1 , k_2 = Leistungswert («überschüssender Wert») kurz nach Temperatursteigerung von T_1 auf T_2 . k_{st} = Leistungs-steady-state bei konstant bleibender Temperatur T_2 .

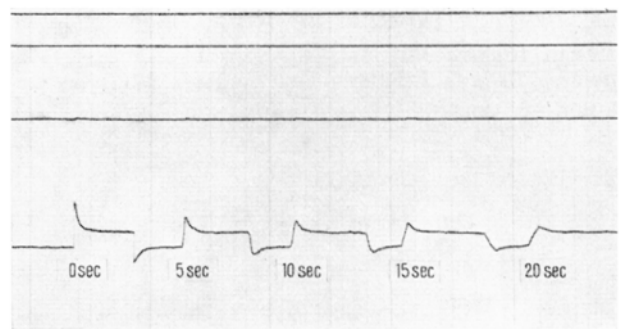
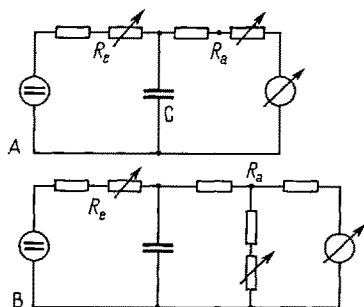


Fig. 3. Analogdarstellung der «Akkomodation» bei Typ 3. Der Widerstand R_a wurde über die Zeiten 0 bis 20 sec langsam erniedrigt. Der überschüssende Wert wird kleiner, sein Maximum tritt zeitlich verzögert auf.

³ H. HENSEL, *Erg. Physiol.* 47, 166 (1952).
⁴ B. HESS und B. CHANCE, *Naturwiss.* 46, 248 (1959).
⁵ H. HOLZER, 102. *Versamml. Ges. Dtsch. Naturforsch. u. Ärzte* (München, September 1962).
⁶ T. H. BENZINGER, *Proc. int. Physiol. Congr.* XXII, vol. I, p. 547 (Leiden 1962).

für die Speicherung potentieller Energie ist über die Gleichung



Vierpolschaltung des elektrischen Fließgleichgewichtsmodells.

R_e bzw. R_a = summarische Abbildung der reziproken Werte von L_{ik} an Eingangs- und Ausgangsweig des biologischen offenen Systems. C = Abbildung der biochemischen «Speicher» für potentielle Energie.

$$C_r = \tau (L_{ik_e} + L_{ik_a}) \quad (4)$$

zu errechnen.

Analogrechnungen mit geeigneten steady-state-Modellen ermöglichen damit bilanzmässig die quantitative Analyse von steady-state-Übergängen.

Summary. Using an electronic analog model, it was possible to analyse steady state transitions of energy fluxes during temperature adaption, accommodation and other responses of biological open systems. This model reproduced and quantitatively calculated expected responses on the basis of transport equations derived from irreversible thermodynamics. It was found that this model could account for certain observed biological effects.

E. ZERBST

Physiologisches Institut der Freien Universität Berlin, Berlin-West, Dahlem (Deutschland), 12. November 1962.

CONGRESSUS

France

Treizième réunion annuelle de la Société de Chimie Physique

Paris, du 4 au 8 juin 1963

La Société de Chimie Physique consacrer sa treizième réunion annuelle à une discussion sur le sujet suivant:

Interactions moléculaires en phase liquide

Pour tous renseignements s'adresser au Secrétaire général, Prof. G. EMSCHWILLER, Société de Chimie Physique, 10, rue Vauquelin, Paris V^e.

Belgique

Deuxième Réunion Européenne d'Anatomie

Bruxelles, le 1–5 septembre 1963

En raison du succès rencontré par la 1^{re} Réunion qu'ont organisées à Strasbourg, en 1960, l'Association des Anatomistes, the Anatomical Society, et l'Anatomische Gesellschaft, une seconde réunion européenne d'Anatomie aura lieu à Bruxelles, en 1963, du 1^{er} au 5 septembre.

Les thèmes suivants ont été choisis pour ce Congrès: Anatomie humaine, Anthropologie, Embryologie, Développement anormal, Cytogénétique, Cytologie (Histophysiologie, Cytochimie, Histochemie, Substances intercellulaires, Ultra-structure) Endocrinologie, Régénération et Cicatrisation, Neuroanatomie et Organes des sens.

Le Comité est présidé par le Prof. A. M. DALCO. Pour toutes informations s'adresser au Secrétaire Général: Prof. P. DUSTIN, 97, rue aux Laines, Bruxelles 1, Téléphone 38 10 86.