

in position by means of rubber bands. Another segment was attached to two sheets of Whatman No. 541 following the method outlined above. The second separation was carried out with the solvent-system propanol : ammonia : water = 60 : 40 : 10 and 0.1% versene in the descending direction during 40 h. The solvent was run from the paper into an absorbent pad of common filter paper attached at 36 cm from the electropherogram. Figure 4 shows the autoradiograms of the chromatograms developed following the two techniques.

It appears that the method described in this paper led to much more compact spots than the procedure of SCHLÖGL and SIEGEL. Only the separation of compounds with high Rf-values gave results with the latter method comparable to ours.

**Zusammenfassung.** Methode zur Befestigung eindimensionaler Papierchromatogramme an anderen Chromatogrammblättern. Dies ermöglicht eine zweite Trennung senkrecht zur ersten Laufrichtung. Die Methode eignet sich auch für eine Kombination von Papierelektrophorese mit Papierchromatographie.

G. W. F. H. BORST-PAUWELS  
and ANNEMARIE DE MOTS

*Laboratory for Chemical Cytology, University of Nijmegen (Netherlands), July 25, 1962.*

## COGITATIONES

### Reversible Umsteuerung lichtempfindlicher Systeme bei Pflanzen und Tieren

Wird der Einfluss des Lichtes auf vielzellige Organismen diskutiert, so erwartet man bei den Tieren meist Ausführungen über den Sehvorgang, bei den Pflanzen über die Photosynthese. Es ist weniger bekannt, dass das Licht unabhängig hiervon bei Pflanzen und Tieren einen entscheidenden Einfluss auf eine Vielzahl vegetativer Vorgänge wie das Wachstum, den Stoffwechsel, die Reproduktivität sowie andere Funktionen ausübt. Bei den Pflanzen handelt es sich hierbei um die Erscheinung der Photomorphogenese, womit man die unmittelbare, d.h. von der Photosynthese unabhängige Beeinflussung der pflanzlichen Gestaltung und Differenzierung bezeichnet. Im Mittelpunkt der Betrachtungen zur formativen Lichtwirkung stand früher das kurzwellige Licht, dem allein eine das Längenwachstum beeinflussende Wirkung zugeschrieben wurde. Heute wissen wir, dass für die Steuerung des Stoff- und Energiewechsels der pflanzlichen Zelle verschiedene Systeme verantwortlich sind, wobei insbesondere die langwellige Strahlung um 660 mμ eine Rolle spielt<sup>1</sup>.

Bei den Tieren sind unter den Einflüssen des Lichtes auf vegetative Vorgänge – soweit diese über spezielle lichtempfindliche Organe, d.h. Augen, verlaufen – solche auf das Zwischenhirn-Hypophysensystem besonders bekannt geworden. Dabei ist bei den Amphibien und Fischen der Farbwechsel<sup>2</sup>, bei den Vögeln die Wirkung auf das Wachstum und die Sexualfunktion<sup>3,4</sup> genauer studiert worden. Bei einigen Säugetieren wird ein Einfluss des Lichtes auf die Reifung der Keimdrüsen<sup>5</sup>, beim Menschen auf den Wasserhaushalt<sup>6</sup> und den Kohlehydratstoffwechsel berichtet<sup>7</sup>. Weniger bekannt, doch durch experimentelle Beobachtungen gleichermassen gesichert, ist die Wirkung des Lichtes auf die Epiphyse. Eine grosse Zahl von Amphibien besitzt ein in die äussere Haut vorgelagertes Pinealorgan (Stirnorgan, „Drittes Auge“), dessen Ausschaltung zu einer Aktivitätsänderung und zu Wirkungen auf den Farbwechsel führt<sup>8</sup>. Die ersten überzeugenden Versuche über die Funktion dieses Organs wurden vor mehr als fünfzig Jahren von von FRISCH durchgeführt<sup>9</sup>; er beobachtete bei Elritzen auf Belichtung eines eng umschriebenen Bezirks in der Scheitelregion einen Farbwechsel, und zwar auch nach Entfernung der lateralen Augen. Über eine ähnliche Wirkung des Lichtes auf die epiphysäre Steuerung vege-

tativer Vorgänge wird bei Eidechsen berichtet, die nach Ausschaltung des Parietalorgans vermehrte Aktivität mit veränderter Periodik und gesteigerter Sexual- und Schiiddrisentätigkeit zeigen<sup>10,11</sup>.

Für die photochemische Wirkung des Lichts, die von der Anzahl der im System absorbierten Quanten bestimmt wird, sind bei Pflanzen und Tieren bestimmte photolabile organische Stoffe, die Chromoproteide, verantwortlich. Von diesen am genauesten untersucht ist das in der tierischen Netzhaut nachgewiesene Retinin (die Farbstoff-Komponente des Sehpurpurs), das ein Oxydationsprodukt des Vitamins A darstellt und im tierischen Organismus aus pflanzlichen Carotinen gebildet wird. Auf den Sehpurpur auftreffende Lichtquanten führen bei Absorption zu chemischen Veränderungen. Als erstes entsteht dabei ein orangefarbenes Produkt, das wegen seiner Instabilität als *transient orange* (Sehorange) bezeichnet wird und in Retinin (Sehgelb) übergeht bzw. zu Vitamin A (Sehweiß) gebleicht wird<sup>12</sup>. Während die Bleichung früher als Voraussetzung für die physiologische Wirkung des Lichtes betrachtet wurde, glauben wir heute, dass die unmittelbare Folge der Belichtung in einer Photo-Isomerisation des Farbstoffmoleküls besteht. Hierbei bewirkt das Licht im Falle des Sehpurpurs eine Umlagerung von Doppelbindungen innerhalb des Retininmoleküls aus der *cis*- in die *all-trans*-Konfiguration (Lumi-Rhodopsin, Meta-Rhodopsin), die von einer geringen Verschiebung der Absorptionskurve begleitet ist, und den Zerfall zu Sehgelb (Retinin) und Opsin. Die Resynthese des Sehpurpurs erfolgt im Dunkeln durch eine spontane, d.h. ohne Energiezufuhr ablaufende Verbindung von Retinin und Opsin zu Sehpurpur, jedoch nur dann, wenn das bei der Belichtung entstandene

- <sup>1</sup> H. MOHR, *Erg. Biol.* **22**, 67 (1960).
- <sup>2</sup> G. H. PARKER, *Animal Colour Changes and their Neurohumours* (University Press, Cambridge 1948).
- <sup>3</sup> J. BENOIT, *C. R. Acad. Sci.* **199**, 1671 (1935).
- <sup>4</sup> W. M. ROWAN, *Nature* **116**, 494 (1925).
- <sup>5</sup> T. A. BISSONETTE, *Quart. Rev. Biol.* **8**, 201 (1933).
- <sup>6</sup> F. HOLLWICH, *v. Graefes Arch.* **149**, 592 (1949).
- <sup>7</sup> F. HOLLWICH, *v. Graefes Arch.* **160**, 529 (1950).
- <sup>8</sup> W. M. ADKINS, *Natural History* **70**, 79 (1961).
- <sup>9</sup> K. von FRISCH, *Pflügers Arch. ges. Physiol.* **138**, 319 (1911).
- <sup>10</sup> H. J. CLAUSEN und E. G. PORIS, *Anat. Rec.* **69**, 39 (1937).
- <sup>11</sup> R. C. STEBBINS und R. M. EAKIN, *Amer. Mus. Novitates*, No. 1870 (1958).
- <sup>12</sup> G. WALD, in *Handbook of Physiology* (Amer. Physiol. Soc., Washington 1959), Section 1, vol. I, p. 671.

all-trans-Retinin zuvor in die *cis*-Konfiguration (Neo-b-Retinin) zurückisomerisiert worden ist. *In vitro* haben sich für diese Isomerisation sowohl enzymatische als auch äußere Faktoren wirksam erwiesen. Eine besondere Rolle spielt dabei die Retinin-Isomerase, die im Pigmentepithel des Auges, nicht aber in der Retina nachweisbar ist. Außerdem konnte diese Isomerisation *in vitro* durch Licht gefördert werden<sup>13</sup>. Anhaltspunkte für eine solche Photo-Isomerisation *in vivo* haben sich bisher nicht ergeben: Skotopisch äquivalentes blaues und gelbes Licht, das gleiche Wirkung auf den Sehpurpur hat, verzögert die Regeneration des menschlichen Sehpurpurs in gleichem Masse<sup>14</sup>, obwohl blaues Licht von Retinin etwa zehnmal stärker absorbiert wird. Aus diesen Beobachtungen wird geschlossen, dass Photo-Isomerisation von Retinin für die Sehpurpur-Regeneration im Wirbeltierrauge ohne Bedeutung ist.

In diesem Zusammenhang sind Beobachtungen von Interesse, die in den letzten Jahren bei Pflanzen und Tieren gemacht wurden und geeignet sind, die Bedeutung des Lichtes für die Photopigment-Regeneration darzulegen. Dabei handelt es sich einmal um Beobachtungen an Samen bzw. Früchten, bei denen in gequollenem Zustand mit hellrotem Licht die Keimung induziert werden kann, während durch alleinige oder nachfolgende Belichtung mit dunkelrotem Licht die Keimung gehemmt wird<sup>15</sup>. Diesem von der Beltsville-Gruppe 1954 entdeckten reversiblen Hellrot-Dunkelrot-Reaktionssystem der Pflanzen (Figur 2) ähnlich ist bei den Tieren das kürzlich im Laboratorium des Verfassers beobachtete<sup>16</sup> Verhalten der chromatischen Antwort der Anuren-Epiphysen («Drittes Auge», Stirnorgan). Dabei wird durch Licht des Wellenlängenbereiches unterhalb 425 m $\mu$  die chromatische Antwort des Pinealorgans in den Zustand anhaltender (den Reiz minutenlang überdauernder) Hemmung, durch längerwellige Strahlung in den Zustand anhaltender Erregung versetzt («reversibles Ultraviolett-Blaugrün-Reaktionssystem»). Erst nach Belichtung mit Wellenlängen aus dem hemmenden (ultravioletten) Spektralbereich ist das Organ für einen nachfolgenden erregenden (längerwelligen) Reiz erneut ansprechbar (Figur 4).

Der Hellrot-Dunkelrot-Antagonismus der Pflanzen – z.B. der Salatfrüchte – lässt sich allgemein mit der Reaktionsgleichung

#### Keimungsförderung

Dunkelrot  $\lambda$  max 735 m $\mu$   
Hellrot  $\lambda$  max 660 m $\mu$

#### Keimungshemmung

der Blaugrün-Ultraviolet-Antagonismus der chromatischen Antwort des Pinealorgans mit der Gleichung

#### Erregungsförderung

Ultraviolet  $\lambda$  max 355 m $\mu$   
Blaugrün  $\lambda$  max 515 m $\mu$

#### Erregungshemmung

beschreiben. In beiden Fällen geht das Gesamtsystem unter Anregung durch Licht aus einer stabilen Lage in eine andere über, deren Wirkungsspektrum bzw. Sensitivitätskurve einen deutlich anderen Verlauf zeigt (Figur 1 und 3). Damit liegt hier wie dort ein reversibles System vor, das durch verschiedenfarbiges Licht in gegensätzlicher Richtung beeinflusst wird. Im Gegensatz zum Sehpurpur der lateralen Augen, der nach Belichtung mit beliebigen Wellenlängen im Dunkeln regeneriert (der Sehpurpurzyklus benötigt nur einmalige Zufuhr von

Licht zur Umwandlung in Lumi-Rhodopsin) ist für das Hellrot-Dunkelrot-System der Pflanzen ebenso wie für das Blaugrün-Ultraviolettsystem der tierischen Epiphysen erneute Belichtung erforderlich, um den vorherigen Zustand wiederherzustellen.

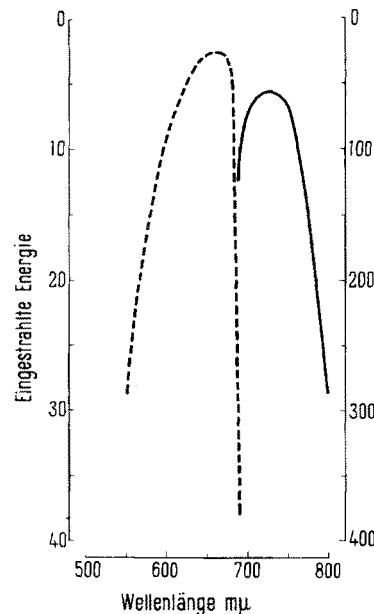


Fig. 1. Wirkungsspektrum für die Förderung (gestrichelt) und die Hemmung (ausgezogen) der Keimung von Salatsäften (Grand Rapids), bestimmt durch Messung der für 50% Keimung bzw. Hemmung notwendigen Energie. Ordinaten links = Energie für Keimung, rechts = Energie für Hemmung (in erg · 10<sup>4</sup>/cm<sup>2</sup>). Nach BORTHWICK et al.<sup>15</sup>.

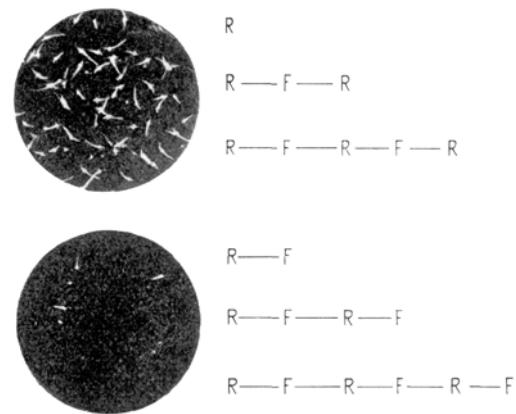


Fig. 2. Förderung (oben) bzw. Hemmung (unten) der Keimung von Salatsäften (Grand Rapids) durch Strahlung. Induktion der Keimung durch Hellrot, Annulierung der Induktion durch nachfolgendes Dunkelrot. Hellrot = 660 m $\mu$  (R), Dunkelrot = 735 m $\mu$  (F). Bestrahlungsprogramm nebenstehend. Nach HENDRICKS<sup>25</sup>.

<sup>13</sup> R. HUBBARD, J. gen. Physiol. 39, 935 (1956).

<sup>14</sup> W. A. H. RUSHTON, J. gen. Physiol. 41, 419 (1957).

<sup>15</sup> H. A. BORTHWICK, S. B. HENDRICKS, E. H. TOOLE und V. K. TOOLE, Bot. Gaz. 115, 205 (1954).

<sup>16</sup> E. DOOT und E. HEERD, J. Neurophysiol. 25, 405 (1962).

Eine Ausnahme von dieser Regel scheint sowohl im Falle des Pinealorgans als auch bei den Pflanzen bei Verwendung weissen Lichtes vorzuliegen:

#### Erregungsförderung



Tatsächlich beobachtet man beim Pinealorgan auf Reizung mit polychromatischer Strahlung eine Hemmung nur für die Dauer der Reizung (Figur 4), wie sie mit monochromatischer Strahlung der Wellenlängen um 450  $\mu\mu$  erzeugt werden kann. Wie ein Blick auf die spektrale Sensitivitätskurve jedoch zeigt, reizt Licht dieser Wellenlänge nicht nur die hemmende Ultraviolett-Komponente, sondern ist auch für die erregende Blaugrün-Komponente von erheblicher Wirksamkeit (Figur 3). In ähnlicher Weise lässt sich bei den Pflanzen die keimfördernde Wirkung weissen Lichtes mit der etwa 30mal grösseren Empfindlichkeit des Hellrot- gegenüber dem Dunkelrot-Reaktionssystem erklären (Figur 1).

Solange über die chemische Natur des photosensiblen Systems innerhalb des Stirnorgans der Anuren nur Vermutungen möglich sind, müssen sich unsere Vorstellungen über die photochemische Reaktion an den physiologischen Befunden orientieren. Die hierdurch bedingte Unsicherheit ist beträchtlich. Sie ist im Falle des Pinealorgans jedoch mindestens in einem Punkte geringer als bei der lateralen Netzhaut, wo seit der von KÖNIG<sup>17</sup> und TRENDLENSBURG<sup>18</sup> demonstrierten Übereinstimmung zwischen der Absorptionskurve des Sehpurpurs und der menschlichen Dunklempfindlichkeitskurve nicht selten von der spektralen Sensitivitätskurve auf die Absorptionskurve des verantwortlichen Photopigments geschlossen wird. Gemeint ist der grosse Bereich (bis zu mehreren Minuten), in dem die chromatische Antwort des Pinealorgans dem

Grundgesetz der Photochemie von BUNSEN und ROSCOE folgt, während das Produkt von Reizdauer und Intensität für die Erregung der lateralen Netzhaut von Vertebraten und Evertebraten nur bis zu Reizeiten von 1/10 sec konstant ist<sup>19</sup>. Dies bedeutet, dass sich die registrierende Elektrode im Falle des Pinealnerven nahe dem photochemischen Generator befinden muss und nicht – wie beim Sehnerven der lateralen Netzhaut – durch zahlreiche nervöse Verbindungen von diesem getrennt war.

Von der Beltsville-Gruppe wird die antagonistische Hellrot-Dunkelrot-Reaktion bei den Pflanzen durch die Funktion eines reversiblen Pigmentsystems erklärt<sup>19</sup>, und im Falle der chromatischen Antwort des Pinealorgans wird angenommen, dass es sich bei der Erregung und Hemmung um die Folge von Lichtabsorptionen in einem und demselben Pigment handelt, dessen  $\alpha$ -Band ( $\lambda_{\text{max}} 515 \mu\mu$ ) für die Erregung und dessen  $\beta$ -Band ( $\lambda_{\text{max}} 355 \mu\mu$ ) für die Hemmung verantwortlich ist<sup>10</sup>. Wie aber kann ein einzelnes Pigment zwischen Strahlungen verschiedener Wellenlängen unterscheiden? Nach BORTHWICK et al.<sup>16</sup> ist eine Erklärung der Befunde nach Art der in der Natur weitverbreiteten reversiblen geometrischen (*cis-trans*)-Isomerie möglich. Als Beispiel für die Isomerie phototroper Farbstoffe lässt sich das im Dunkeln orangefarbene Triphenylfulgid anführen, das unter Bestrahlung mit blauvioletterem Licht in eine chemisch identische Form übergeht, die den längerwelligen Teil des sichtbaren Spektrums absorbiert, während Dunkelheit und Bestrahlung mit gelbem Licht die ursprüngliche Absorption wiederherstellt<sup>21</sup>. In der Literatur wird über ähnliche Reaktionen an einer Reihe organischer Stoffe – darunter

<sup>17</sup> A. KÖNIG, Ber. Ak. Wiss. Berlin (1894), p. 577.

<sup>18</sup> W. TRENDLENSBURG, Z. psychol. physiol. Sinnesorg. 37, 1 (1904).

<sup>19</sup> Inwieweit die auf Grund des physiologischen Verhaltens der Pflanzen vorausgesagten<sup>14</sup> photochemischen Reaktionen tatsächlich vorliegen, zeigt die chemische Untersuchung des inzwischen isolierten Pigmentes Phytochrom<sup>20</sup>, das über Eigenschaften verfügt, die das reversible Hellrot-Dunkelrot-System erwarten lässt.

<sup>20</sup> W. L. BUTLER, K. H. NORIS, H. W. SIEGELMAN und S. B. HENDRICKS, Proc. Nat. Acad. Sci. (Wash.) 45, 1703 (1959).

<sup>21</sup> H. STROBB, Liebigs Ann. 369, 1 (1908).

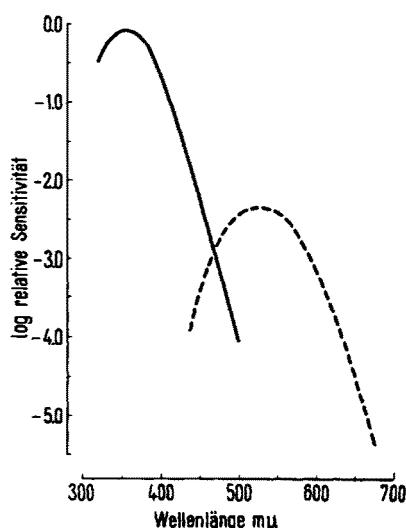


Fig. 3. Spektralsensitivität der erregenden (gestrichelt) und der hemmenden Komponente (ausgezogen) der chromatischen Antwort im Pinealorgan des Frosches, bestimmt durch Messung der für eine eben merkliche Veränderung (Anstieg bzw. Verminderung) der Impulsfrequenz im Pinealnerven notwendigen Energie bei Belichtung des Stirnorgans. Nach DOBT und HEERD<sup>16</sup>.

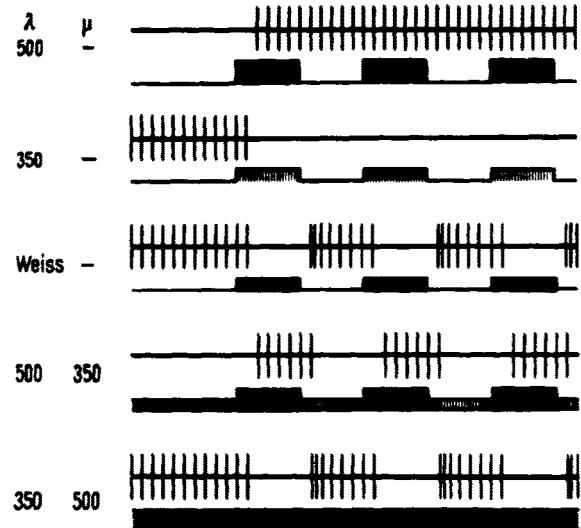


Fig. 4. Erregung und Hemmung der Spontanaktivität im Pinealnerven des Frosches bei Belichtung des Stirnorgans. Wellenlängen (350  $\mu\mu$ , 500  $\mu\mu$ ) der Testreize ( $\lambda$ ) und der Hintergrundbeleuchtung ( $\mu$ ) wie angegeben. Die relativen Energien von  $\lambda$  und  $\mu$  sind durch unterschiedliche Grösse der darunterstehenden Reizmarken wiedergegeben. Nach DOBT und HEERD<sup>16</sup>.

Carotinoiden – berichtet<sup>15,22</sup>. Ähnlich den Befunden an Pflanzen und beim Pinealorgan sind bei den phototropen Farbstoffen zur Umwandlung der Dunkelreaktion stets kürzere Wellenlängen notwendig als zur Rückwandlung der Lichtreaktion.

Welche chemischen Reaktionen im Pinealorgan als Folge der Strahlungsabsorption ablaufen und als reversible Umsteuerung in Erscheinung treten, kann im Augenblick nur vermutet werden. Neben der auf Grund des physiologischen Verhaltens wahrscheinlicher phototropen Isomerisation ist auch an die Möglichkeit der Sekretion einer erregenden und einer hemmenden Überträgersubstanz zu denken, die durch längerwelliges Licht gefördert und durch ultraviolettes Licht gehemmt wird. Die Annahme sekretorischer Tätigkeit des Pinealorgans der Anuren wird durch die Wirkung von Epiphysenextrakten<sup>23</sup> sowie durch den Nachweis antagonistischer langsamer Potentiale gestützt, die bei Einwirkung ultravioletten bzw. langwelligen Lichtes auf das Stirnorgan

entstehen und Ähnlichkeit mit den Potentialen von Drüsen besitzen<sup>24</sup>.

*Summary.* The reversible red, far-red reaction which controls germination of seeds or spores, and a large number of light-dependent reactions in algae, mosses and ferns, is compared with the reversible ultraviolet-blue-green reaction, i.e. the chromatic response, of the terminal vesicle of the frog's pineal body (Stieda's organ).

E. DODT

William-G. Kerckhoff-Herzforschungsinstitut  
der Max-Planck-Gesellschaft, Bad Nauheim (Deutschland),  
30. Juli 1962.

<sup>22</sup> G. LINDEMANN, Z. wiss. Photogr. 50, 347 (1955).

<sup>23</sup> C. P. MCCORD und F. P. ALLEN, J. exp. Zool. 23, 207 (1917).

<sup>24</sup> CH. BAUMANN, Pflügers Arch. ges. Physiol., 276, 56 (1962).

<sup>25</sup> S. B. HENDRICKS, in *Comparative Effects of Radiation*, chapter III (John Wiley & Sons, Inc., New York 1960).

## Limits of Language

A series of conferences was held on 'The nature of the real' at Marquette University in June (1961). FRIEDRICH<sup>1</sup>, when recently reviewing topics and 'Leitmotiv' of the proceedings, mentions that 'Not much light was cast during these conferences on how the acausal, relatively random, behavior at the atomic level can be the basis for ordered causal behavior at the macroscopic level. It is difficult to determine where the transition (if it can be called that) occurs between random, acausal behavior and ordered behavior'. The problem raised is one that appears again and again in the pages of scientific journals. Let us offer for consideration comments toward a solution.

Man can be exposed to a succession of similar or near similar stimuli, such as hearing an equally time-spaced succession of sounds or seeing a succession of frames at the movies for example. If the frequency of stimuli is lower than about 15/sec, individual events are perceived. If the frequency of stimuli is increased to about 15 cycles/sec, spatialization of individual events takes place<sup>2</sup>. It is also contained in man's restricted level of attention that he experiences imperceptible atomic events as mental images, whereas an historical event, such as a galaxy with a diameter of 50 000 light years, is perceived as a few mm small stationary object.

Could it not be that 'relatively random behavior at the atomic level' and 'causal behavior at the macroscopic level' are statements uttered in a language suitable only for the description of phenomena perceived in a fairly narrow range of frequency.

Mass, frequency and duration are parameters which characterize microphysical or cosmological phenomena, while with the aid of time rates of change we may characterize evolution, learning, perception and hallucinations. These phenomena are registered as exponentially decreasing or increasing in magnitude depending on whether one 'descends' or 'ascends' progressively below or beyond the human attention range. STEBBING's conclusions appear relevant in this context: Nothing but confusion can result if, in one and the same sentence, we mix up language used appropriately for the furniture of earth and our daily dealings with it with language used for the purpose of philosophical and scientific discussion<sup>3</sup>.

Even though language precludes unity—a relating of the acausal and the causal—nevertheless there might be

another way to approach the problem. WILKINSON<sup>4</sup> addressing himself to the same problem in the context of Bohr's Principle of Complementarity sketches the lines of attack. He recognizes that solution in terms of interaction of the electron with the measuring apparatus is untenable. WILKINSON's approach leads us to recognize, for instance, HEISENBERG's Uncertainty Principle as an informational restriction arising from the formal properties of the symbols of a given language—the purely formal axioms of quantum mechanics—rather than as a 'law' of nature.

WILKINSON argues for extension of the grammatical structure of our language, so that it includes information theory. What is wanted is 'a linguistic *a priori* limitation on the propagation of signals, expressible in a single unitary language which makes use of information-theoretic concepts'<sup>5</sup>.

Risking that it may boomerang, we close with: 'Whatever can be said at all, can be said clearly: and what we cannot speak of, we must be silent on'<sup>6</sup>.

*Zusammenfassung.* Unsere Alltagssprache ist nur zur Beschreibung von Phänomenen, welche im menschlichen Wahrnehmungsbereich der Gleichzeitigkeit liegen, geeignet. Die Diskussion von Begriffen, wie z. B. Kausalität und Zufall, erfordert eine sprachliche *a-priori*-Begrenzung der Signalfortbewegung (WILKINSON). Eine solche neue Sprache muss auch informationstheoretische Konzepte enthalten.

R. FISCHER and ELIZABETH STEINER-MACCIA

Columbus Psychiatric Institute and Hospital, Research Division, Ohio State University, College of Medicine, and Bureau of Educational Research Foundations Division, Ohio State University, College of Education, Columbus (Ohio, U.S.A.), May 21, 1962.

<sup>1</sup> L. W. FRIEDRICH, Science 134, 2106 (1961).

<sup>2</sup> R. FISCHER, F. GRIFFIN, and L. LISS, Ann. N.Y. Acad. Sci. 96, 44 (1962).

<sup>3</sup> L. S. STEBBING, *Philosophy and the Physicists* (Methuen & Co., Ltd., London 1937).

<sup>4</sup> J. WILKINSON, J. Philosophy of Science 28, 406 (1961).

<sup>5</sup> J. WILKINSON, J. Philosophy of Science 28, 410 (1961).

<sup>6</sup> G. E. M. ANSCOMBE, *An Introduction to Wittgenstein's Tractatus* (Hutchinson University Library, London 1959), p. 28.