

# Photochemische Versuche an einzelnen Nervenfasern

Autor(en): **Muralt, A. von**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin der Schweizerischen Akademie der Medizinischen Wissenschaften = Bulletin de l'Académie Suisse des Sciences Medicales = Bollettino dell' Accademia Svizzera delle Scienze Mediche**

Band (Jahr): **6 (1950)**

Heft 3-4

PDF erstellt am: **01.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-309046>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Physiologisches Universitätsinstitut «Hallerianum», Bern

## Photochemische Versuche an einzelnen Nervenfasern<sup>1</sup>

Von A. v. Muralt

Zwei grundsätzlich verschiedene Gesichtspunkte haben die Arbeiten auf dem Gebiete der peripheren Neurophysiologie in den letzten Jahrzehnten geleitet. Der eine kann als der Gesichtspunkt der *Ionenverschiebungen* bezeichnet werden. Er hat zur Erforschung der Reizgesetze des peripheren Nerven, des Verhaltens des Ruhepotentials und der Entstehung der Aktionspotentiale geführt. Auf der Grundlage der Membrantheorie sind aus diesen Untersuchungen die Lehren über die Ionenverschiebungen in der erregbaren Membran entstanden, und wir wissen heute, daß es nicht nur die Verschiebung der Kaliumionen, sondern die ebenso wichtige Verschiebung der Natriumionen ist, welche den wesentlichen Teil des Erregungsvorganges bedingen.

Der andere Gesichtspunkt ist derjenige der Frage nach *der freien Energie*, die letzten Endes notwendig ist, um diese Ionenverschiebung dauernd zu unterhalten und dafür zu sorgen, daß der Nerv seine Erregbarkeit während des ganzen Lebens beibehält. Wenn auch die benötigten Energiemengen außerordentlich klein sind, so ist es doch sicher, daß eine ganze Reihe von chemischen Reaktionen notwendig sind, um die freie Energie zu liefern, die den Zustand der Polarisation des Nerven aufrechterhält.

Während auf dem Gebiete der Muskelchemie wesentliche Einblicke in die Lieferung der freien Energie gewonnen werden konnten, ist bisher das Gebiet der Nervenphysiologie vom chemischen Standpunkt aus unfruchtbar geblieben. Der Grund liegt vor allem darin, daß die sich abspielenden Änderungen außerordentlich geringfügig sind und daß die chemischen Umsetzungen in einem Maßstabe erfolgen, der es beinahe unmöglich erscheinen läßt, quantitative Beziehungen zu entdecken. Es ist nun bekannt, daß der Nerv auf kurzwelliges Ultraviolett empfindlich ist. Der Schluß, daß es sich hier um eine photochemische Reaktion handelt, die in das Getriebe der normalen chemischen Reaktionen so

---

<sup>1</sup> Erscheint in Extenso in *Helv. Physiol. Acta* **8**, 1950.

eingreift, daß es zu einer schwerwiegenden Störung kommt, war nahe-  
liegend. Miss *Booth*, Dr. *Stämpfli* und ich haben uns daher der wichtigen  
Frage zugewandt, ob es gelingen könnte, durch monochromatische,  
quantitativ genau gemessene Ultravioletteinstrahlungen etwas Näheres  
über den Mechanismus dieses Vorganges zu erfahren. Als Objekt wurde  
die einzelne lebende isolierte Nervenfasern gewählt, da nur sie Gewähr  
dafür bietet, daß der Bestrahlungseffekt wirklich quantitativ genau  
dosierbar bleibt und daß die beobachteten Erscheinungen am bestrahlten  
Objekt gemessen werden.

Mit einem lichtstarken Ultraviolettmonochromator eigener Konstruk-  
tion wurden genau dosierte Lichtmengen auf den isolierten Ranvierschen  
Schnürring einer einzelnen Nervenfasern eingestrahlt. Auf Grund der  
schönen Untersuchungen von *Huxley* und *Stämpfli* ist es heute sehr  
wahrscheinlich, daß am markhaltigen Nerven der Erregungsprozeß sich  
ausschließlich am Ranvierschen Schnürring abspielt (*Theorie der salta-  
torischen Übertragung der Nervenimpulse*).

Die ausgedehnten Versuche ergaben folgende Resultate:

1. Langwelliges Ultraviolett und sichtbares Licht ist in den zur Ver-  
wendung kommenden Intensitäten unwirksam.

2. Kurzwelliges Ultraviolett beginnend von  $312\text{ m}\mu$  an abwärts, ist  
sehr stark wirksam und führt zu einer Erhöhung der Reizschwelle des  
bestrahlten Ranvierschen Schnürringes bis zu dem Punkt, an dem die  
Leitung nicht mehr möglich ist. Dieser Punkt ist dadurch definiert, daß  
am bestrahlten Schnürring sofort eine Erhöhung der Reizschwelle ein-  
setzt, während gleichzeitig am unbestrahlten benachbarten Schnürring  
eine entsprechende Verstärkung des Anodenblockes auftritt, bis zu dem  
Punkte, an dem sich die Kurve des Anodenblockes und die Erhöhung  
der Reizschwelle schneiden. Ist dieser Punkt erreicht, so kommt es zum  
Aufhören der Leitung, und damit ist ein für die Ermittlung der Strah-  
lungswirkung wesentlicher Meßpunkt gewonnen.

3. Die monochromatische Bestrahlung des Ranvierschen Schnürringes  
zeigte sofort, daß zwischen den einzelnen Ultraviolettwellenlängen  
quantitative, sehr große Unterschiede bestehen. Es mußte daher zu-  
nächst das Ergebnis auf die gleiche Quantenwirkung reduziert werden.

4. Trägt man in einer Kurve als Abszisse die Wellenlänge und als  
Ordinate die photochemische Wirksamkeit reduziert auf gleiche Intensi-  
tät auf, so erhält man eine charakteristische Kurve mit drei deutlichen  
Maxima. Sie setzt bei  $312\text{ m}\mu$  ein, hat ein erstes Maximum bei  $297\text{ m}\mu$ ,  
ein zweites Maximum bei  $280\text{ m}\mu$  und ein drittes Maximum bei  $265\text{ m}\mu$ .

5. Bestrahlt man die internodale Strecke zwischen zwei Ranvierschen  
Schnürringen, so erhält man eine charakteristische, schon von *Hutton-*

*Rudolf* beobachtete Absenkung der Reizschwelle, die je nach Wellenlänge verschieden ausfällt.

Durch das Verfahren der monochromatischen Bestrahlung eines einzelnen Ranvierschen Schnürringes ist es erstmals gelungen, isolierte photochemische Wirkungen an Substanzen hervorzurufen, die für die Energielieferung im Erregungsprozeß eine wesentliche Rolle spielen. Es darf geschlossen werden, daß die für die photochemische Wirksamkeit maßgebenden Wellenlängen gleichzeitig auch diejenigen sind, bei denen die Absorption der betreffenden Substanzen maximal ist. Es ist somit gelungen, in einem beinahe submikroskopischen Gebiet eine interessante Absorptionskurve aufzunehmen, die durch direkte spektrophotometrische Absorptionsmessung niemals gewonnen werden könnte. Die sich für die Theorie der saltatorischen Fortpflanzung des Nervenimpulses ergebenden Schlüsse werden diskutiert.

#### *Résumé*

La lumière ultraviolette montre une action prononcée sur l'excitabilité de la fibre nerveuse isolée. L'irradiation des étranglements de *Ranvier* résulte en une augmentation rapide du seuil jusqu'à l'inexcitabilité. Nous avons étudié l'action de la lumière monochromatique et nous avons trouvés des maxima d'action photochimique à 297, 280 et 265  $m\mu$ . Une destruction sélective des substances, jouant un rôle dans le maintien de l'excitabilité, prend place à ses longueurs d'onde. Les expériences de ce genre nous ont fourni des informations nouvelles sur les corps chimiques qui jouent un rôle pour l'excitabilité des nerfs périphériques.

#### *Riassunto*

La luce ultravioletta ha un'azione pronunciata sull'eccitabilità della fibra nervosa isolata. L'irradiamento degli anelli di *Ranvier* provoca un rapido aumento della soglia fino all'ineccitabilità. Noi abbiamo studiata l'azione della luce monocromatica e abbiamo trovato il massimo dell'azione fotochimica a 297, 280 e 265  $m\mu$ . A queste lunghezze d'onda si osserva una distruzione selettiva delle sostanze che sono responsabili, in parte, dell'eccitabilità.

Gli esperimenti di questo genere ci hanno fornite nuove informazioni sui complessi chimici che sono importanti per l'eccitabilità dei nervi periferici.

#### *Summary*

Ultraviolet light has a very pronounced action on single nerve fibres. Irradiation of the node *Ranvier* produces very rapidly loss of excitability and block. Irradiation of the internode produces a lowering of

threshold and only very much later inexcitability. We have studied the action of monochromatic U.V. on the node of *Ranvier* and found that the photochemical activity curve has a definite maximum at 297, 280 and 265  $m\mu$  respectively. Substances playing a role for the maintenance of the excitability are apparently selectively destroyed by U.V. and show their maxima, according to their absorption of energy. Irradiation experiments furnish valuable new information as to the nature of those substances which are involved in the maintenance of excitability in peripheral nerves.