

ARCHIVES INTERNATIONALES
DE
Pharmacodynamie et de Thérapie

FONDÉES PAR

E. GLEY, Paris. et J. F. HEYMANS, Gand.

PUBLIÉES PAR

C. HEYMANS, Gand, éditeur.

et

U.-G. BIJLSMA, Utrecht.

J. H. BURN, Oxford.

R. HAZARD, Paris.

G. LILJESTRAND, Stockholm.

P. Di MATTEI, Rome.

H. MOLITOR, Rahway.

D. W. RICHARDS, Jr., New York.

E. ROTHLIN, Bâle.

AVEC LA COLLABORATION DE

M. Aiazzi Mancini, Florence; H. H. Anderson, San Francisco; S. Anitchov, Leningrad; E. Barany, Upsala; Z. Bacq, Liège; E. Beccari, Turin; D. Bennati, Montevideo; J. Bordet, Bruxelles; B. C. Bose, Indore; J. J. Bouckaert, Gand; J. P. Bouckaert, Louvain; D. Bovet, Rome; E. M. Boyd, Kingston; F. Bremer, Bruxelles; F. Brücke, Vienne; R. Bruynoghe, Louvain; K. Bucher, Bâle; K. K. Chen, Indianapolis; J. Cheymol, Paris; V. H. Cicardo, Buenos Aires; H. H. Dale, Londres; M. J. Dallemagne, Liège; L. Dautrebande, Bruxelles; G. Dawes, Oxford; S. E. de Jongh, Leiden; J. M. Dille, Seattle; R. Domenjoz, Bâle; L. Donatelli, Naples; N. K. Dutta, Bombay; G. A. Emerson, Galveston; V. Erspamer, Bari; U. S. v. Euler, Stockholm; J. K. W. Ferguson, Toronto; H. Fredericq, Liège; Ed. Frommel, Genève; J. H. Gaarenstroom, Groningen; E. M. K. Geiling, Chicago; E. Gellhorn, Minneapolis; P. Gengoux, Cureghem-Bruxelles; J. Giroux, Montpellier; P. Gley, Paris; L. S. Goodman, Salt Lake City; T. Gordonoff, Berne; A. Grevenstuk, Batavia; J. A. Gunn, Oxford; B. N. Halpern, Paris; H. Hermann, Lyon; W. Heubner, Berlin; W. R. Hess, Zurich; J. P. Hoet, Louvain; P. Holtz, Frankfurt a. M.; B. A. Houssay, Buenos Aires; B. Issekutz, Budapest; J. Jacob, Paris; A. Jarisch, Innsbruck; G. Joachimoglu, Athènes; F. Jourdan, Lyon; L. N. Katz, Chicago; A. Knoppers, Rahway; Th. Koppányi, Washington; O. Kraye, Boston; J. La Barre, Bruxelles; Chauncey D. Leake, Columbus; L. Lendle, Göttingen; O. Loewi, New York; A. Loubatières, Montpellier; G. Ludany, Budapest; P. Mascherpa, Pavie; D. I. Macht, Baltimore; A. S. Marrazzi, Army Chemical Center; L. Massart, Gand; F. Mercier, Marseille; K. Mezey, Bogota; K. O. Möller, Copenhague; G. Moruzzi, Pise; P. Niccolini, Pise; G. Peeters, Gand; E. Pick, New York; R. K. Richards, North Chicago; A. F. Richardson, Emory University; J. Roskam, Liège; G. B. Roth, Washington; A. Ruysen, Gand; P. Rylanst, Bruxelles; C. F. Schmidt, Philadelphia; M. H. Seevers, Ann Arbor; J. A. Shannon, Bethesda; A. Simonart, Louvain; T. Sollmann, Cleveland; L. C. Soula, Paris; M. L. Tainter, Albany; C. H. Thienes, Los Angeles; L. Tocco, Palerme; E. Trabucchi, Milan; B. Uvnäs, Stockholm; F. G. Valdecasas, Barcelone; H. B. van Dycke, New York; G. Vinci, Messine; R. P. Walton, Charleston; M. Wierzuchowski, Lodz; W. Wilbrandt, Berne; C. V. Winder, Detroit.

Publiées avec le concours de la Fondation Universitaire de Belgique et du Gouvernement Belge.

VOLUME CIV, FASCICULE III-IV

VERSUCHE ÜBER DIE BEEINFLUSSUNG DES NETSBAUES
DER SPINNE ZILLA-X-NOTATA CI. DURCH STICKOXYDUL UND ÄTHER

VON

RÉMY SCHWARZ

(Arch. int. Pharmacodyn.)

SECRETARIAT DE LA RÉDACTION

3, Albert Baertsoenkaai

GAND

OFFICE INTERNATIONAL DE LIBRAIRIE

30, Avenue Marnix

BRUXELLES

The "Archives" publish original experimental papers in the domain of pharmacology and therapy in Dutch, English, French, German, Italian or Spanish.

Manuscripts must be typewritten. *Preliminary papers* must be mentioned in a footnote of the first page of the complete paper. A *summary* of the conclusions should close the paper. *References* to cited papers should appear in a list of references at the end of the article and not in footnotes. Bibliographies requires in the order given: name and initials of author, journal, year, volume, initial page.

Illustrations and *tables* should be restricted to the minimum necessary. The same data should not be duplicated in graphs and tables.

The author receives 50 *reprints*, a larger number may be ordered, while sending the manuscript or the proofs.

Manuscripts should be send to: Prof. Dr. C. Heymans, Pharmacologisch Instituut, 3, Albert Baertsoenkaai, Ghent (Belgium).

Four numbers of the Archives are issued per volume of about 500 pages.

The subscription price per volume is 450,- belgian francs, postage inclusive.

Subscriptions par volume should be send to the Secretary of the Editorial Board, 3, Albert Baertsoenkaai, Ghent (Belgium) or to any bookseller.

Das „Archiv“ veröffentlicht Originalarbeiten experimenteller Art in deutscher, englischer, französischer, italienischer, niederländischer oder spanischer Sprache.

Die *Manuskripte* müssen mit der Maschine geschrieben sein und in endgültiger Form abgeliefert werden. Wenn eine vorläufige Mitteilung erschienen war, muss dies als Fussnote auf der ersten Seite der ausführlichen Arbeit angemerkt werden.

Am Schluss jeder Arbeit muss eine kurze *Zusammenfassung* der Resultate erscheinen. *Literaturzitate* werden am Ende der Arbeit unter der Rubrik „Schrifttum“ zusammengefasst und nicht als Fussnoten auf jeder Seite abgedruckt. Jedes Literaturzitat umfasst in der hier angegebenen Reihenfolge: Namen und Vornamen (in Anfangsbuchstaben) des Verfassers, abgekürzter Titel der Zeitschrift, Jahr des Erscheinens, Band (im Manuskript zu unterstreichen) und Seite.

Die Zahl der *Abbildungen* (Kurven) und der *Tabellen* muss auf das unerlässliche Mindestmass eingeschränkt werden.

Dieselben Befunde dürfen nicht zweimal, d.h. sowohl in Form von Tabellen, als auch in Form von Kurven, veröffentlicht werden.

Die Autoren erhalten fünfzig *Sonderdrucke mit Umschlag* gratis; eine grössere Anzahl Sonderdrucke kann bei der Redaktion gelegentlich der Einsendung des Manuskriptes oder der Korrekturen angefordert werden.

Die Manuskripte sind zu senden an: Prof. Dr. C. Heymans, Pharmacologisch Instituut, 3, Albert Baertsoenkaai, Gent (Belgien).

Vier Hefte des Archives bilden einen Band von ungefähr 500 Druckseiten. Der Preis des Bandes beträgt, einschliesslich Versandspesen, 450 belg. Franken.

Bestellungen per Band werden beim Sekretariat der Redaktion, 3, Albert Baertsoenkaai, Gent (Belgien) oder bei Buchhändlern angenommen.

AUS DEM PHARMAKOLOGISCHEN INSTITUT DER UNIVERSITÄT BERN
STELLVERTRETENDER DIREKTOR PROF. DR. T. GORDONOFF
ARBEIT UNTER LEITUNG VON DR. PETER N. WITT

VERSUCHE ÜBER DIE BEEINFLUSSUNG DES NETSBAUES DER SPINNE ZILLA-X-NOTATA C1. DURCH STICKOXYDUL UND ÄTHER

VON

RÉMY SCHWARZ

(Eingegangen am 20-6-1955).

EINLEITUNG

Dem Netzbau der Spinne als Instinkthandlung liegen nervöse Funktionen und deren Zusammenspiel zugrunde. Der Gedanke an die Möglichkeit einer Trennung und Bestimmung neurotroper Substanzen mittels Beeinflussung dieser Funktionen begründet das pharmakologische Interesse an dem Gegenstand. Das Radnetz der Spinne scheint ein vorteilhaftes Testobjekt darzustellen, da der Netzbau durch Substanzwirkung auf die Spinne beeinflusst wird. Die veränderte Struktur des Netzes stellt den Einfluss der Substanz auf die Funktionen fest und bietet ein günstiges Modell zur genauen Beobachtung und Analyse der Wirkung, da aus dem Fadenverlauf teilweise auf den Bewegungsablauf des bauenden Tieres rückgeschlossen werden kann. Die Arbeiten von PETERS und WITT (1) und PETERS, WITT und WOLFF (2) brachten den ersten Beweis dafür, dass der Netzbau der Spinne *Zilla-x-notata* zu beeinflussen ist. Mit der Möglichkeit der Dosierung können die Versuchsbedingungen verfeinert werden, und man ist in der Lage zu beurteilen, wieweit das Ausmass einer Formveränderung im Netz von der Menge der verabfolgten Substanz abhängt.

Nachdem bisher die zu untersuchenden Substanzen per os und per injectionem appliziert worden waren (3), wurden in diesen Versuchen zum erstem Mal Stickoxydul und Äther durch das Atmungssystem in den Körper der Spinne eingeführt. Beide Narcotica greifen beim Menschen zuerst am Nervensystem an.

Im weitesten Sinne verstehen wir unter Narkose eine reversible Lähmung der Zellen oder Zellabkömmlinge durch chemische oder physikalische Eingriffe (4). Die reversible Lähmung kann nach der obigen Definition nicht nur die Zellen und Nervenfasern des zentralen und peripheren Nervensystems betreffen, sondern auch jede andere Zelle. Von einem Narcoticum im klinischen Sinne verlangt man, dass es vorzugsweise das Zentralnervensystem und davon wieder zuerst diejenigen Hirnteile lähmt, die der Sitz des Bewusstseins, der Schmerzempfindung und der willkürlichen Bewegung sind, ohne die lebenswichtigen Zentren in erhebliche Mitleidenschaft zu ziehen. Die von uns verwendeten Narcotica Äther und Stickoxydul können als typische Vertreter dieser Gruppe angesehen werden.

Die Narkose am Menschen tritt nicht augenblicklich ein, sondern durchläuft verschiedene Stadien, die nach CULLEN durch GÜDEL (5) folgendermassen eingeteilt sind :

Stadium 1. Hochgradige Analgesie ohne Bewusstseinsverlust.

2. Exzitationsstadium (psychisch-motorisches Geschehen) : Bewusstseinschwund und manchmal aktive und zwecklose Muskeltätigkeit. Hyperreflexie und häufig retrograde Amnesie.
3. Chirurgische Narkose mit regelmässiger Atmung und Aufhören der Muskel-tätigkeit.
4. Wird nicht näher angeführt, denn es interessiert nicht mehr für unsere Betrachtung.

Ehe also Bewusstseinsverlust und Bewegungslosigkeit eintreten, muss der Narkotisierte noch ein Stadium durchmachen, in dem die Motorik hyperaktiv und die Reflexerregbarkeit gesteigert ist.

WOLF (6) wies die exzitierende Wirkung narkotischer Stoffe mit Hilfe des Elektroschockverfahrens nach. Er sagt, dass die bekannte Exzitationsphase im ansteigenden Teil der Inhalationsnarkose, besonders deutlich in der Äthernarkose, — ähnlich wie SCHMIEDEBERG (7) sie für die Alkoholerregung angab — eine „Lähmung von Hemmungen“ sei. Er kommt zu diesem Schluss, da es ihm einerseits an mittels Äther in Exzitation gebrachten Ratten nicht gelang, mit Hilfe des Elektroschockverfahrens eine Krampfschwellensenkung, also eine erregende Komponente nachzuweisen, andererseits Erregungszustände tieferer Zentren des Zentralnervensystems mit dem Elektroschockverfahren nicht erfasst werden können. Es soll sich also bei der Einleitung der Äthernarkose auch um eine Erregung tieferer Zentren handeln.

Viele Versuche sprechen dafür, dass sich auch bei niederen Tieren vor der lähmenden Wirkung eines Narcoticums ein Erregungsstadium zeigt, allerdings hier nicht am Nervensystem, sondern an Zellteilen, vielleicht sogar am Stoffwechsel. MENDENHALL und CONOLLY (8)

zeigten an Zilien und Kiemen von Austern, dass niedere Ätherkonzentrationen die Bewegung dieser anregen, hohe dagegen diese lähmen. Nach ROSENFELD und WEINBERG (9) werden Zellen, welche in Teilung begriffen sind, durch Äther zu besonders lebhaften Bewegungen, erhöhter Protoplasmaströmung und zur Ausstossung amöboider Fortsätze angeregt. Weiteres siehe bei WINTERSTEIN (10). OVERTON (11) gibt in seinen Versuchen mit Entomostraken ungefähr die gleiche Ätherkonzentration an, wie bei Säugetieren. Über Insekten (Bienen, Wespen, Ameisen und Fliegen), die er untersuchte, sagt er, dass sie eine Äthernarkose von 1-2 Stunden in der Regel nicht überstehen. TEMPE und UHLHORN (12) zeigen in ihren Versuchen, dass Colibazillen innerhalb drei Stunden, Milzbrandsporen innerhalb 24 Stunden in Ätherdampf zu Grunde gehen.

OVERTON (11) führt weiter aus : „Bei dieser Gleichheit der zur Narkose erforderlichen Konzentrationen des Äthers im Blutplasma der Säugetiere, Vögel, Amphibien, Insekten und Entomostraken muss noch ein Mal mit allem Nachdruck betont werden, dass dies nicht für alle Tierklassen gilt“. Für Würmer, berichtet er, sei eine doppelt so grosse, für Pflanzen und Protozoen eine 6 Mal höherer Konzentration des Äthers zur Narkose erforderlich als bei Kaulquappen.

BERT (13) gelang es mit N_2O , allerdings erst bei Drucken von 8-10 Atmosphären, die Entwicklung von Fäulnisbakterien zu hemmen. Bei geringerem Druck konnte HATTON (14) die Fäulnisbakterien zu stärkerem Wachstum anregen. BART (15) musste Drucke bis zu 30 Atmosphären verwenden, um Vibrionen, Bazillen und Kokken zu vernichten. Eine Beschleunigung der Hefegärung konnte MAUMENE (16) beobachten, während höhere Drucke diese hemmten. Wiederum BART gelang es, *Ascaris mystax* und *megaloccephala* und den fakultativen Anaerobier *Haemopsis* bei 8,5-12 Atmosphären Druck in Narkose zu versetzen, wobei diese durch reinen Stickstoff bei viel höheren Drucken nicht narkotisiert wurden. Nach KOCHMANN (4) versetzt eine 80 % Stickoxydulatmosphäre den Menschen in ein Rauschstadium.

Die Spinne, ein hochorganisiertes wirbelloses Tier, unterscheidet sich anatomisch vom Menschen und warmblütigen Wirbeltier weitgehend. Wenn sie in unseren Versuchen nicht nur die narkotische, sondern auch die zentralnervös erregende Wirkung (Exzitationsstadium) der Narcotica zeigt, so lässt dies im Sinne einer vergleichenden Pharmakologie Schlüsse auf ähnliche Wirkungsweise und damit auf ähnliche Angriffspunkte bei Wirbeltieren und Wirbellosen zu. Damit glaube ich durch meine Versuche auch einen Beitrag zur Aufklärung des Angriffspunktes der Narcotica liefern zu können.

Eine Auswertung der Versuche fordert einen Überblick über die Faktoren, die schon natürlicherweise einen Einfluss auf den Netzbau haben können. Im Vergleich mit dieser natürlichen Variation wird versucht, die durch die Narkotika hervorgerufenen Veränderungen abzugrenzen.

METHODIK

Die Durchführung des Tests ist von PETERS, WITT und WOLFF (2) und von WOLFF und HEMPEL (3) beschrieben worden. Als Unterlage dienten die ausgedehnten Untersuchungen an Normalnetzen, besonders am Kreuzspinnennetz und Netz von *Zilla-x-notata*, die hauptsächlich von PETERS (17, bis 20) durchgeführt worden sind. Folgendes Vorgehen wurde bei den hier beschriebenen Versuchen angewandt: Die Spinne *Zilla-x-notata* Cl. wird in der Ecke eines Holzrahmens von 35×35 cm in einem Papiertütchen angesiedelt. Das in den Rahmen gebaute Netz wird täglich zerstört, die Netzbauhäufigkeit durch eine kontrollierte Fliegen-diät so eingestellt, dass man mit Ausnahme der Häutungsperioden (etwa 5 Tage Unterbrechung) täglich ein neues Netz erhält.

Dies traf jedoch bei meinen Versuchen nicht zu. Die Jahreszeit, in der die Versuche vorgenommen wurden (Februar-März) wäre zur Materialbeschaffung unmöglich gewesen, hätte ich nicht über „Zuchtspinnen“ verfügt. Denn in der Natur trifft man im Frühling nur selten ganz junge Spinnen, die eben aus den Eiern geschlüpft sind und noch keine zum Test brauchbaren Netze bauen. Im Durchschnitt bauten sowohl die behandelten wie die nicht behandelten Spinnen bei mir nur alle drei Tage ein Netz, was aber wohl der ungewöhnlichen Jahreszeit zuzuschreiben ist.

Das neue Netz, das in den frühen Morgenstunden gebaut wird, wird am Vormittag mit Ammoniumchlorid leicht beräuchert und dann bei seitlicher Beleuchtung vor einem dunkeln Hintergrund proportionsgerecht photographiert. Das Negativ wird später durch Projektion auf die ursprüngliche Grösse gebracht, worauf das Netz in seinen einzelnen Proportionen vermessen wird. Da das Photographieren täglich geschieht, hat man eine Kontrolle über die normale Variation des Netzbauens des Individuums, und die Substanzwirkung hebt sich deutlich davon ab.

Die Applikation der Narkotica erfolgte in gasförmigem Zustand durch Inhalation, und zwar wurden alle Versuche bei normalatmosphärischem Druck und Zimmertemperatur durchgeführt. Dazu diente ein luftdicht abgeschlossener Plexiglas-Zylinder mit einem Rauminhalt von

60 Litern mit Gaseinflüssen und Abflüssen am Boden und am Deckel.

Für die Stickoxydulversuche war dieser mit einem Mc. Kesson-Narkoseapparat ⁽¹⁾ verbunden. Dieser Apparat, der mit einem „Flowmeter“ versehen ist, ermöglicht es, Stickoxydul und Sauerstoff in jedem beliebigen Verhältnis zu mischen und dem Zylinder zuzuführen.

Die Einflussmenge des Stickoxydul-Sauerstoffgemisches wurde während der Versuche auf 12 Liter/Minute gehalten. Mit diesem Wert wäre theoretisch innerhalb von 5 Minuten das Luftvolumen des Gasometers durch das Volumen des eingeflossenen Gemisches verdrängt worden. Da nun die Spinne jeweils 10 Minuten vor dem Anheften der Klebspirale in den Gasometer eingesetzt wurde, konnte man annehmen, dass beim Beginn des Spiralbaues die gewünschte Konzentration erreicht war.

Ausserden wurden am Tage drei Rahmen gleichzeitig in den Gasometer gebracht und 100 % Stickoxydul (12 Liter/Minute) eingelassen. Das Einflussrohr wurde am tiefsten Punkt des Zylinders eingesetzt und dessen Querschnitt möglichst gross gewählt; damit war die Füllung innert 5 Minuten gewährleistet, und das Netz war keinen Luftschwankungen ausgesetzt. Dass die teilweise beobachteten Netzveränderungen nicht auf Störungen im Bau durch Luftbewegung zurückgeführt werden können, zeigt der Vergleich mit dem Ätherversuchen, wo ähnliche Störungen ohne Einblasen von Gas zu sehen waren.

Vorgehen 1 : Zuerst wurden mehrere Versuche unternommen, die Spinnen in einer 80 % N₂O und 20 % O₂ Atmosphäre über Nacht zum Netzbau zu veranlassen. Zu diesem Zweck wurden sie ab Abends für ca. 12 Stunden in dieser Atmosphäre belassen. Als dies jedoch nie gelang, d.h. der Netzbautrieb immer völlig unterdrückt wurde, ging ich anders vor.

Vorgehen 2 : Es ist bekannt, dass der Netzbautrieb, wenn ein Mal in Gang gekommen, schwer zu unterdrücken ist. Daher wurde die Zeit des normalen Netzbau abgewartet. Während der Beobachtungszeit vom 28-2-1955 bis zum 5-4-1955 war diese zwischen 2.00 und 6.00 Uhr Morgens festzustellen, (was einen Sonderfall darstellt). Die Spinne, die dann in Begriffe war, ein Netz zu bauen, wurde mit ihrem Rahmen auf sorgfältigste Art, vor Luftzug und Erschütterungen bewahrt, in den Gaszylinder eingesetzt. Nach Vollendung der Räden und Hilfsspirale (ABB. 1) wurde das Gas eingelassen, sodass die Spirale

⁽¹⁾ Freundlicherweise wurde mir dieser von der Firma Carba AG Bern zur Verfügung gestellt, wofür ich mich hier bedanke.

unter dem Einfluss des Narcoticums auf die unbeeinflusste Radienstruktur des Netzes aufgesetzt wurde.

Für die Ätherversuche diene derselbe Zylinder, dieser wurde jedoch nicht mit einem Deckel hermetisch abgeschlossen, sondern mit einem Drahtgitter bedeckt, auf welches dann äthergetränkte Watte gelegt wurde; so wurde schnell und ohne Luftzug eine wirksame Ätherkonzentration erreicht.

Die Herstellung des Netzes: (Nach PETERS 17; WITT, und eigenen Beobachtungen).

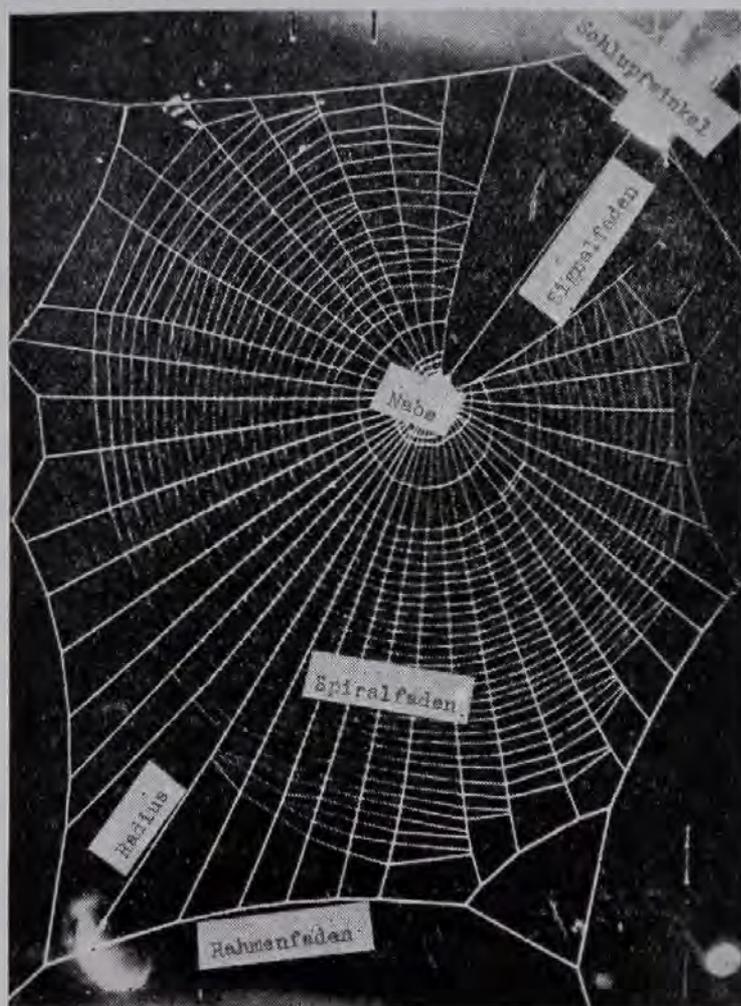


ABB. 1

„Normalnetz“ der Spinne 14 mit Bezeichnung der Teile.

Zum Verständnis der weiteren Versuchsanordnungen und der beobachteten Netzveränderungen durch die Narcotica ist die Kenntnis der Herstellungsweise des normalen Netzes Voraussetzung, weshalb das Wichtigste darüber kurz vorausgeschickt werden soll.

Der Netzbau von *Zilla-x-notata* findet jede Nacht statt zu einer für eine bestimmte Jahreszeit oder Altersstufe der Spinne charakteristischen Zeit (21). Es gelang bisher auch experimentell nicht, diese Zeit zu verlegen.

I. Als Erstes beobachtet man etwa einen mehr oder weniger horizontalen Faden. Er entsteht beispielsweise so, dass die Spinne von einem

festen Punkt aus einen Faden fliegen lässt, der vom Luftzug fortgetragen wird. Bleibt er irgendwo haften, so wird er von der Spinne angestrafft und begangen. Er ist jedoch kein definitiver Netzfaden, sondern nur ein Hilfsfaden.

II. Die Spinne beisst ihn durch, hält ihn aber doch vorn mit den Vorderbeinen und hinter sich mit den Hinterbeinen fest. Sie bildet also gewissermassen eine Brücke zwischen beiden Fadenenden. Wenn das Tier dann auf dieser Horizontalen weiterläuft, knäuelte es den Faden vor sich auf, lässt aber hinten viel mehr Faden austreten, als vorne zusammengerafft wird. Die Spinne sinkt deshalb ein beträchtliches Stück ab, und wenn sie dann die beiden Fadenstücke ungefähr in der Mitte der Brücke wieder zusammenklebt, ist der einst straffe Faden nun ziemlich eingeknickt und sieht V-förmig aus. Die Spitze des V entspricht zugleich auch der Nabe.

III. Von dieser „Nabe“ aus lässt sich die Spinne an einem neuen Faden auf eine feste Unterlage herabsinken. Sie fixiert ihn dort und somit ist das Y-förmige Grundgerüst des Netzes fertig. Um das Folgende zu verstehen, muss man stets daran denken, dass die Spinne bei der Fortbewegung ständig einen Faden hinter sich herzieht. Sie führt ihn mit einem Hinterbein und lässt ihn durch dessen Klauen wie über eine Rolle laufen. Fixiert sie den Faden irgendwo, so geht von dort stets wieder ein neuer Faden aus, denn die Produktion der Spinn-drüsen geht immer weiter.

IV. Wiederum von der Nabe aus werden nun nach allen Richtungen hin Radialfäden angelegt. Die ersten von ihnen entstehen in einheitlicher geschlossener Bewegungsfolge zusammen mit Rahmenfäden. Wird beispielsweise ein Faden in der Nabe fixiert und läuft nun die Spinne auf einem der Schenkel des Y-förmigen Grundgerüsts nach der Peripherie, so ist dieser Schenkel vorerst doppelfädig. Lässt sich nun die Spinne von diesem peripheren Schenkelpunkt fallen, indem sie den soeben gesponnenen Schenkelfaden mit sich in die Tiefe hinab zieht, so trennt sie die eben noch doppelten Schenkel ähnlich wie man einen Zirkel öffnen würde. Findet sie nun die Öffnung beider Schenkel genügend gross, so haftet sie ihn am Faden, an dem sie sich fallen liess. Die Schenkel sind zu zwei Radien geworden. Sie lässt sich aber bis auf die feste Unterlage fallen und verlängert auf diese Weise die Grundlinie des Dreieckes, gebildet aus den beiden Schenkeln, die ihre Spitze in der Nabe haben, zum Rahmenfaden. (Näheres siehe bei PETERS 17).

V. Nachdem auf ähnliche Weise die noch fehlenden Rahmenfäden mit ihren Radialfäden hergestellt worden sind, füllt die Spinne das

Gerüst nur mehr mit Radialfäden aus, höchstens, dass noch sogenannte sekundäre Rahmenfäden angelegt werden.

VI. Schon während des Radienziehens verbindet das Tier in der Nabe die einzelnen Radien durch in engen Spiralwindungen herumlaufende Fäden. Die letzten Windungen der auf diese Weise entstehenden, von WIEHLE (22, 23) sogenannten Befestigungszone werden erst nach Beendigung des Radienziehens angefertigt; ihre Umgänge erweitern sich plötzlich und ganz beträchtlich und nähern sich in grossen Windungen der Peripherie des Netzes: die Befestigungszone geht in die Hilfsspirale über. Dieser Faden, der später wieder abgebaut wird, hält die Radialfäden in ihrer Lage fest und dient der Spinne überdies bei der Herstellung der Klebfäden als Brücke von einer Speiche zur andern.

VII. Mit dem Ankleben der Klebfäden beginnt das Tier weit aussen und schreitet in spiraligen Windungen langsam gegen die Nabe vor. Die Bewegung der Spinne bei dieser Tätigkeit hat Mc.COOK (24) eingehend geschildert. (Ende der Schilderung von PETERS). Die Bewegung ist dann von JAKOBI-KLEEMANN (25) im Film beobachtet und ein Normaltyp als Bewegungsrythmus herausgearbeitet worden; WITT (26) hat den Versuch gemacht, die Einflüsse zu differenzieren, die die Bewegungen bei der Anlage der Klebspirale steuern. Er nimmt an, dass die Richtung der Spirale auf weite Strecken durch den bequemsten Weg der Spinne von Radius zu Radius gegeben ist (d.h. den Weg, der den geringsten Kraftaufwand erfordert) und dass sie von diesem Wege nur vorübergehend unter dem Einfluss von örtlich auftretenden Sinneseindrücken abweicht. Daraus glaubt er einige der bekannten Proportionen der Klebspirale erklären zu können. Ein Teil des bequemsten Weges ist der kürzeste Weg von Radius zu Radius, der weiterverfolgt eine logarithmische Spirale ergibt. Die Messungen früherer Autoren haben einen solchen Verlauf der Klebspirale bereits erwiesen, ohne die Gründe dafür zu untersuchen. An Hand von Beispielen einiger Radnetze, die unter dem Einfluss von neurotrophen Substanzen gebaut worden sind, konnte er ausserdem zeigen, dass die verschiedenen Funktionen, die den Verlauf der Klebspirale beeinflussen, durch Substanzwirkung einzeln ausgeschaltet werden können. Während des Baues der Klebspirale wird die Hilfsspirale laufend abgebaut, sodass sie von aussen nach innen verschwindet.

VIII. Der Bau der Klebspirale wird kurz vor Erreichung der Nabe abgebrochen (freie Zone), die Spinne läuft zur Mitte, wo sie ein Flöckchen des Gespinstes herausbeisst, begibt sich dann über den

Signalfaden in den Schlupfwinkel und nimmt dort die Lauerstellung ein. Der Netzbau ist beendet, die Dauer dafür ist etwa eine halbe Stunde.

Das fertige Netz kann, wie bereits erwähnt, auf der Photographie vermessen werden, die gefundenen Proportionen mit denen anderer Netze verglichen werden. Solche Messungen, die als Grundlage der Identifizierung einer Substanzwirkung hauptsächlich von WITT (27) verwendet worden sind, habe ich bei den folgenden Netzen nicht ausgeführt. Die Unregelmässigkeit der erhaltenen Netze ist so gross, dass die zahlreichen Abbildungen normaler und veränderter Netze im Vergleich den Betrachter wohl ausreichend überzeugen, ohne dass der Text durch Tabellen unnötig verlängert zu werden braucht.

ERGEBNISSE DER STICKOXYDULVERSUCHE

Spinnen, die ein Netz gebaut hatten und am Tage darauf in eine Stickoxydulatmosphäre gebracht wurden, zeigten, je nach Konzen-



Abb. 2

Netz der Spinne 187 am 19-3-1955.

Nach Fertigstellung der Radien wurde N_2O gegeben, das innerhalb von 5 Minuten auf 90 % gesteigert wurde.

Beachte den unregelmässigen Verlauf der Klebspirale und die Andeutung eines zweiten Schlupfwinkels (Pfeil) mit Signalfaden. Spiralbauzeit 13 Minuten.

tration und Einwirkungszeit, ein verschiedenes Verhalten. Spinnen, die sich am Tage im Schlupfwinkel in Lauerstellung befanden, waren durch Konzentrationen bis zu 80 % nicht sichtbar zu beeinflussen. Bei 90 % N_2O -Konzentration zeigten sie sich in erregtem Zustand am Signalfaden, um bis zur Nabe vorzudringen, wie wenn sie durch eine Fliege hervorge lockt worden wären. In den meisten Fällen kehrten die Spinnen sofort um und verkrochen sich wieder in ihre Schlupf-

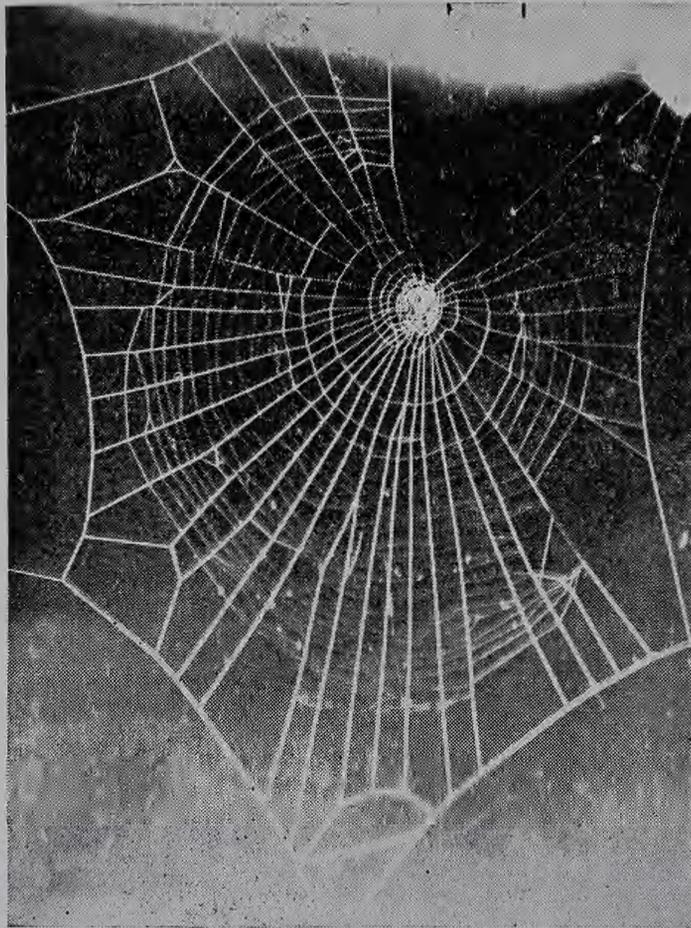


ABB. 3

Am 24-3-1955 baute die gleiche Spinne unbeeinflusst dieses „Normalnetz“. Die Klebspirale verläuft jetzt regelmässig.

winkel. Mit einer Konzentration von 90 % N_2O konnte nie volle Narkose erreicht werden. Bei 100 % Konzentration N_2O , die langsam ansteigend innert 5 Minuten erreicht wurde, kamen die Tiere in erregtem Zustand aus ihren Häuschen, um vor der Nabe bewegungslos am Signalfaden hängenzubleiben (3 Versuche). Eine Erholung der narkotisierten Tiere erfolgte in Sauerstoffatmosphäre in 30 Minuten.

Die Letaldosis von N_2O für Spinnen schwankte zwischen 20 und 24 Stunden in 100 % Stickoxydul bei atmosphärischem Druck (Versuche an 8 Spinnen).

Mit N_2O Gabe während dem Netzbau (Vorgehen 2) wurden insgesamt 8 Versuche gemacht. In 4 Fällen brachen die Spinnen den Netzbau sofort ab, in 4 Fällen (siehe Beschreibungen unten) liess sich vor Eintreten

der Narkose ein Durchgangsstadium abnormen Verhaltens im Netzbau ablesen.

Zu *Abb. 2*: Die Spinne 187 fängt am 19.3.1955 um 02.45 Uht mit dem Netzbau an. Um 03.04 Uhr wird sie, nachdem die Radien gezogen sind, in den Zylinder eingesetzt. Die Hilfsspirale beendet sie 3 Minuten später. Als sie sich um 03.08 Uhr anschickt, die ersten Klebfäden anzubringen, ist erst eine 80 % N_2O -20 % O_2 Konzentration erreicht.



ABB 4

Spinne 13 bekam am 26-3-1955 beim Bau der letzten Radien Stickoxydul in gleicher Weise wie Spinne 187 (*ABB. 2*).

Beachte die überflüssigen Radien im freien Sektor, den Zickzackweg der Klebspirale und die zum Teil nicht abgebaute Hilfsspirale. Spiralbauzeit 5 Minuten.

Im Laufe einer weiteren Minute wird diese auf 90 % gesteigert. Die Spinne macht unkoordinierte Bewegungen und, wie die Spiralbauzeit es später bestätigt, klebt sie den Klebfäden mit solcher Hast an, dass sie oft das Gleichgewicht verliert und aus dem Netz zu fallen droht. Daz ganze Verhalten spiegelt sich auch in der *Abb. 2* des Netzes wieder.

Um 03.21 Uhr hat die Spinne die Nabe erreicht und ist somit mit dem Spiralbau fertig. Die Zeit dafür betrug 13 Minuten.

Vier Minuten später verlässt sie die Nabe und, statt sich über den Signalfäden in ihren Schlupfwinkel zu verziehen, ist sie anscheinend

völlig desorientiert und begibt sich in einem Abstand von 10 cm vom Schlupfwinkel an den Rahmen. Nach ein paar Hin- und Herbewegungen zwischen diesem Rahmenpunkte und der Nabe hat sie einen neuen Schlupfwinkel gefunden und bleibt dort. Um 04.00 Uhr wird reiner Sauerstoff eingelassen, aber die Spinne orientiert sich erst um 05.00 Uhr und verzieht sich in den richtigen Schlupfwinkel.



ABB. 5

Am 28-3-1955, also zwei Tage später als auf ABB. 4 baute die Spinne 13 ein „Normalnetz“.

Beachte die Ähnlichkeit der (unbeeinflusst gebauten) Grundstruktur in beiden Netzen der Spinne 13 und die Verschiedenheit im Verlauf der Spiralen. Dies Netz zeigt zahlreiche, dicht aneinander liegende Spiralumgänge.

Zu Abb. 4: Am 26.3.1955 beginnt die Spinne 13 um 05.20 Uhr ein Netz zu bauen. Zehn Minuten später wird sie in den Zylinder eingesetzt, als sie daran ist, die letzten Radian zu ziehen. 05.35 ist die 90 % N_2O Atmosphäre erreicht. Es scheint, dass die Spinne vor dem Hilfsspiralbau dadurch veranlasst wurde, anormale Radian im freien Sektor zu ziehen. Darauf folgt der Bau der Hilfsspirale und anschliessend derjenige der Klebfäden. Bei letzterem ist die Spinne stark desorientiert, denn, wie die Abb. 4 zeigt, kam es nicht zu Hin- und Herbewegungen, sondern die Spinne benützte lediglich die Hilfs-

spirale, um zur Nabe zu gelangen. Reste der nicht gänzlich abgebauten Hilfsspirale sind in der Abbildung sichtbar. Die Zeit des Klebfadenbaues nach diesem abgekürzten Verfahren betrug 5 Minuten.

Zu *Abb. 6*: Der Netzbau der Spinne 6 begann am 25.3.1955 um 04.25 Uhr. 20 Minuten später wurde der Spinne, die am Klebfadenbau war, über längere Zeit einschleichend N_2O appliziert, bis die 90 % Konzentration erreicht war. Die ersten Umgänge erfolgten demnach

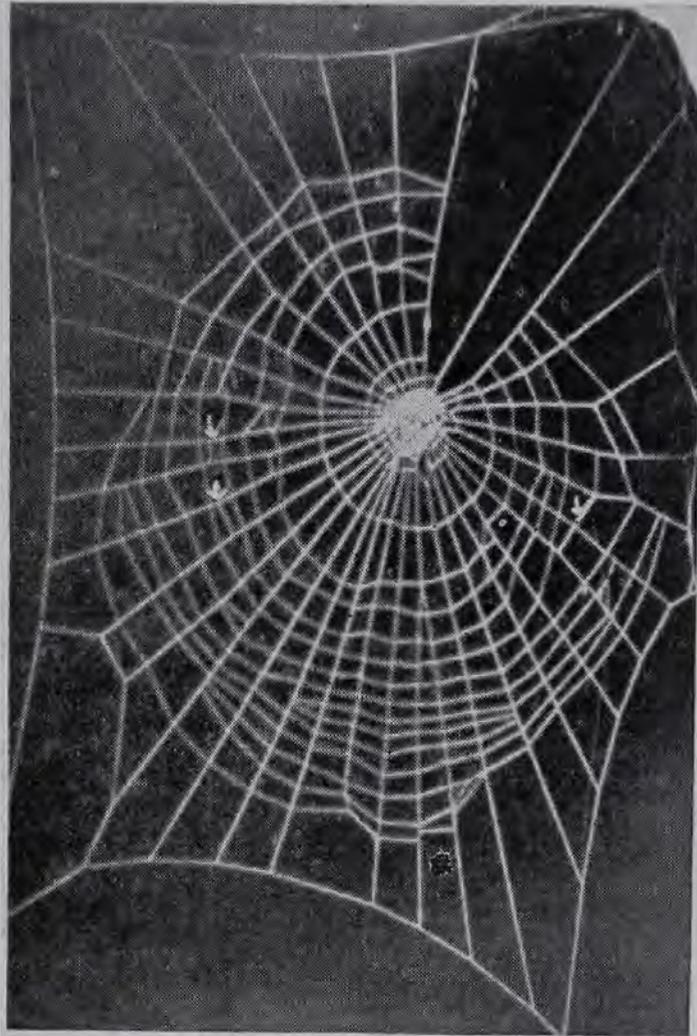


ABB. 6

Behandlung der Spinne 6 mit N_2O (wie Spinne 187). Die Spirale verläuft in weiten, nach der Mitte zu immer grösser werdenden Abständen. Teile der Hilfsspirale, die normaler Weise beim Bau der Klebspirale abgebaut werden, sind hier stehengeblieben (Pfeile). Im Gegensatz zu *ABB. 2* und *4* sind die Umgänge der Spirale in Bezug auf die Nabe richtig orientiert.

Dauer des Spiralbaues: 15 Minuten.

in 70 % Atmosphäre. Das Netz ist soweit normal, nur dass die aufeinanderfolgenden Umgänge zu weit voneinander entfernt verlaufen, was dem Netz ein gelockertes Aussehen verleiht. Um die Nabe herum liess die Spinne dann (unter dem Einfluss weiter ansteigender N_2O Konzentration) Teile der Hilfsspirale stehen. Die Dauer des Spiralbaues betrug 15 Minuten.

Zu *Abb. 8*: Die Spinne 3 war am 23.3.1955 um 05.05 Uhr mit dem Bau ihres Netzes beschäftigt. Die Hilfsspirale war gebaut und

ein Teil der Klebfäden war schon angebracht, als innert 5 Minuten eine Konzentration von 90 % N_2O erreicht wurde. Als Antwort auf diese Applikation brach sie mit dem Bau vorzeitig ab, ohne ein Zwischenstadium am Bau der Klebfäden zu manifestieren. Eine geringere Desorientierung war insoweit festzustellen, als sie die Baustelle verliess, um ihren Schlupfwinkel aufzusuchen und dabei zweimal ansetzen musste, um den Signalfaden zu finden. Auf der Abb. 8 ist der nicht abgebaute zentrale Teil der Hilfsspirale zu sehen.



ABB. 7

Spinne 6 hat am 23-3-1955 ein „Normalnetz“ gesponnen. Im Vergleich mit der ABB. 6 fallen die zahlreichen, eng aneinander liegenden Umgänge der Klebspirale auf.

Zu Abb. 9 : Am gleichen Tage begann die Spinne 189 um 04.45 Uhr mit dem Netzbau. Es wurde ein Versuch unternommen, den Radienbau zu beeinflussen, und deshalb wurde sie sofort in eine 90 % Stickoxydulatmosphäre gebracht. Die Reaktion der Spinne, die sich anschickte, einen Rahmenfaden zu ziehen, äusserte sich in einer vollständigen Desorientierung. Sie irrte auf dem Holzrahmen herum, um von Zeit zu Zeit längere Pausen einzuschalten, in denen sie regungslos blieb. Erst um 07.08 Uhr, also 3 Stunden später, als das Stickoxydul durch Sauerstoff verdrängt wurde, verzog sie sich in ihren Schlupfwinkel. Die in der Abb. 9 dargestellten Fäden sind zum Teil nur provisorische Rahmenfäden. Die Abbildung, zeigt wie relativ wenig vom Weg der Spinne zu sehen ist, wenn man die Applikation des Narcoticums zu Beginn des Netzbauens vornimmt.

Die Spinne 5 reagierte am 25.3.1955 bei Netzbaubeginn und bei 90 % Stickoxydleinwirkung mit einem frühzeitigen Abbruch des Baues. Auf der Photographie (hier nicht abgebildet) ist nur das Y-förmige Grundgerüst des Netzes erkenntlich.

Aus dem verschiedenen Verhalten netzbauender Spinnen unter Stickoxydleinwirkung lassen sich drei Reaktionstypen herausarbeiten :

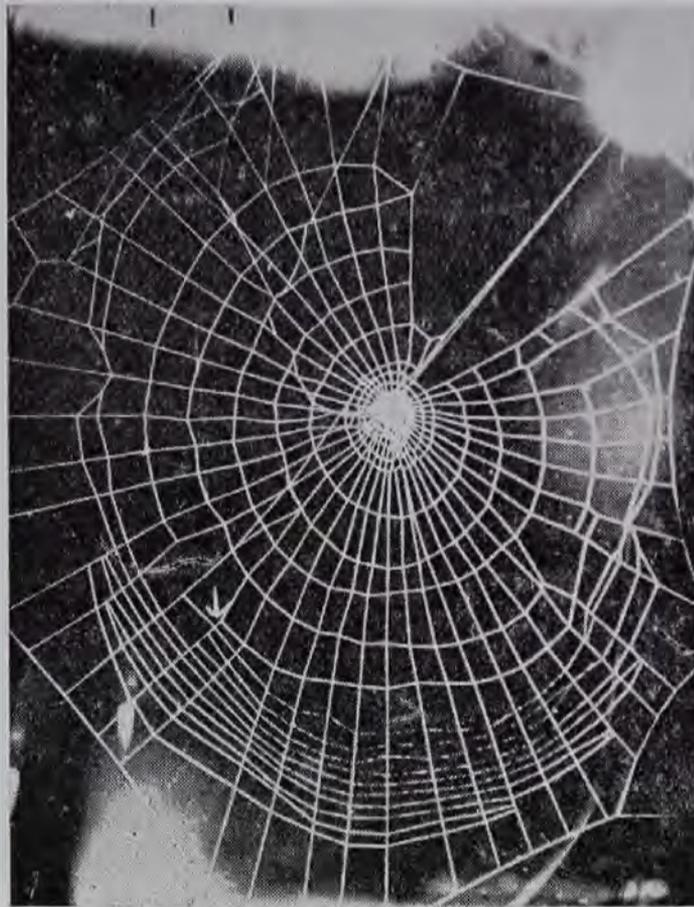


ABB. 8

Die Spinne 3 bekam am 23-3-1955 bei Beginn des Baues der Klebspirale Stickoxydul im Laufe von 5 Minuten auf 90 % ansteigend. Die Klebspirale wurde, soweit zu erkennen ist, normal begonnen, aber beim Pfeil abgebrochen, sodass um das Netzzentrum herum die Hilfsspirale stehengeblieben ist. Im Gegensatz zu ABB. 2 und 4 lässt sich zwischen regelmässigem Bau und Abbruch des Baues kein Stadium desorientierten Spiralbaues erkennen.

1. Die Spinne baut, so gut es ihr Zustand erlaubt, ihr Netz zu Ende. Entweder ist sie dann derart gestört, dass sie einen neuen Schlupfwinkel baut, weil sie ihren alten nicht mehr findet, oder sie verkriecht sich direkt in den alten Schlupfwinkel.

2. Die Spinne baut in erregtem Zustand noch etwas weiter, aber bricht dann plötzlich den Bau ab. Wiederum sind beide Versionen für die Auffindung des Schlupfwinkels möglich.

3. Die Spinne verlässt fluchtartig die Baustelle, knapp bevor sich bei ihr der erregte Zustand einstellt und findet das Häuschen in allen Fällen.

Die charakteristischen Netzveränderungen lassen sich kurz derart zusammenfassen :

1. Die Klebfäden sind in unregelmässigem Abstand voneinander in falscher Richtung über die Radien geführt.
2. Klebfäden überkreuzen sich (was bei „Normalnetzen“ nie der Fall ist).
3. Die Klebfäden werden, (wie ich beobachten konnte), nicht in der sonst üblichen, sorgfältigen Weise an die Radien angeheftet.
4. Die Radien sind durchgebogen.
5. Es befinden sich Klebfadenumgänge im freien Sektor.



ABB. 9

Spinne 189 bekam bei Beginn des Netzbaues 90 % Stickoxydul. Offenbar brach sie den weiteren Bau des Netzes vorzeitig ab. Siehe auch das Beobachtungsprotokoll im Text.

ERGEBNISSE DER ÄTHERVERSUCHE

Es wäre vorzuschicken, dass Spinnen, welche in eine Ätheratmosphäre gebracht wurden, die nicht narkotisch wirkte, auch keine messbaren Netzveränderungen zeigten. Dagegen wurde in diesen Fällen jedesmal eine verlängerte Netzbauzeit beobachtet. Statt in der üblichen Zeit zu bauen, welche eine halbe bis maximal anderthalb Stunden betragen kann, war in Äther durchaus mit 2 Stunden Bauzeit zu rechnen. Die Netze fielen durch ihre regelmässige Bauweise auf (3 Versuche).

Bei den folgenden Versuchen wurde mit Konzentrationen gearbeitet, die die Spinne innert einer Minute narkotisierten. Wurden nun während des Tages in gleicher Weise, wie dies in den Vorversuchen

mit Stickoxydul beschrieben worden ist, Spinnen ca. 12 Stunden lang in eine solche Ätheratmosphäre gebracht, so war nichts ausser die Andeutung einer Bewegung kurz bevor die Narkose erreicht wurde zu beobachten. Die letale Dosis in gesättigter Ätheratmosphäre betrug, 1 Stunde (gemessen an 8 Tieren).



ABB. 10

Am 3-4-1955 baute die Spinne 15 ein Netz unter Äthereinwirkung. Die Applikation erfolgte im Beginn des Spiralbaues nach der im Text beschriebenen Methode. Die Abbildung zeigt den unregelmässigen Verlauf der Klebspirale, ähnlich wie bei den Stickoxydulnetzen. Vorzeitiger Abbruch des Netzbaues und Klebfäden im freien Sektor sind auch zu sehen. Die Spiralbauzeit betrug 1 1/2 Stunden.



ABB. 11

Die Spinne 15 baute am 1-4-1955 ein regelmässiges „Normalnetz“. Beachte im Gegensatz zu Abb. 10 die engen Umgänge der Klebspirale und die geraden Radien. Am 5-4, also 2 Tage nach der Ätherapplikation, baute sie ein ebenso regelmässiges Netz.

Zu Abb. 10: Am 3.4.1955 wurde der Netzbaubeginn der Spinne 15 um 03.00 Uhr beobachtet. Um 03.30 wurde sie in den äthergesättigten Zylinderraum eingesetzt. Die Spinne war im Begriffe, die ersten Klebfadenumgänge anzubringen. Da die Konzentration des Äthers, die eine Netzveränderung hervorrief, mit derjenigen identisch war, die eine Spinne innert einer Minute narkotisierte, wurde sie von Zeit zu Zeit herausgenommen. Dieses Vorgehen nur machte es möglich, dass die Spinneden Bau zu Ende führte. In der Ätheratmosphäre

wiederholten Versuchen gelang. (Beachte dazu den Fadenverlauf um den Signalfaden herum). Vergleiche auch dazu das N_2O -Netz der Spinne 13. (ABB. 4)

Zu Abb. 13: Ebenfalls am 3.4.1955 aber um 02.45 Uhr schickte sich die Spinne 14 an, ihr Netz zu bauen. 03.15 Uhr wurde sie in den Gaso-



ABB. 14

Die Spinne 16 baute am 3-4-1955 ein Netz, das bei Beginn des Spiralbaues in Ätheratmosphäre gebracht wurde.

Die Klebspirale zeigt zuerst einen etwas unregelmässigen Verlauf; dann wurde plötzlich der Spiralbau vorzeitig abgebrochen.

Vergleiche dazu das „Normalnetz“ in Abb. 17 und das ähnliche Stickoxydulnetz der Spinne 6 in Abb. 6.



ABB. 15

Am 5-4-1955, also zwei Tage später wie in Abb. 14, baute die Spinne 16 ein „Normalnetz“.

Beachte die eng aneinander verlaufenden Umgänge der Klebspirale. Das Netz zeigt auch die in Bezug auf den Netzbau völlige Reversibilität der Ätherwirkungen.

meter eingesetzt und klebte den ersten Klebfadenumgang an, als sie mitten im Netz narkotisiert wurde. Als sie eine Stunde später ausserhalb des Gasometers zu sich kam und von der Nabe ihren Schlupfwinkel aufsuchen wollte, war sie noch völlig desorientiert und ging an einem falschen Orte an den Rahmen und deutete dort einen neuen Schlupfwinkel an. Vergleiche dazu Abb. 2 der Stickoxydulspinne.

Zu Abb. 14: Auch am 3.4.1955 um 02.45 Uhr fing die Spinne 16 ihr Netz an. 03.10 in die Ätheratmosphäre gebracht, klebte sie ungefähr halb so viel Klebfadenumgänge wie normal an, um dann 03.30 vorzeitig den Bau abzubrechen.

Zu *Abb. 16* : Am Vortage hat dieselbe Spinne nach N_2O ebenso wie hier nach Äther mitten im Radienbau das Netz unterbrochen. Auf der Abbildung ist der Anfang des Netzgerüstes (vgl. *ABB. 9*).

Zu *Abb. 17* : Am 4.4.1955 um 03.00 Uhr zog die Spinne 5 ihre ersten Rahmenfäden. 03.15 wurde sie mitten im Radienbau in den Gasometer gebracht. 03.25 wurde sie auf der Nabe narkotisiert, als sie in Begriffe war, die Sektorengrosse nachzukontrollieren, um dann eventuell, falls ein Sektor zu gross gefunden würde, einen Radius einzusetzen. 14 Minuten später erwachte das Tier aus der Narkose und

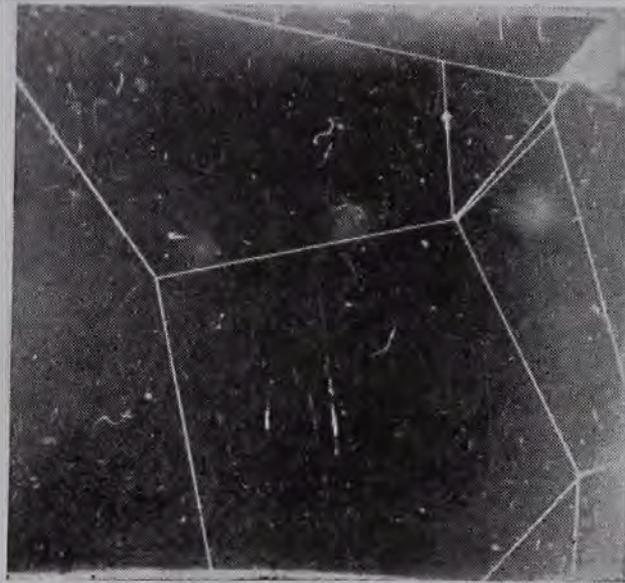


ABB. 16

Stammt vom Netz der Spinne 5 am 3-4-1955.

Sie wurde bei Beginn des Netzbaues unter Äthereinfluss gestellt. Sie brach sofort Bau ab.

Siehe auch unter „ Besprechung der Ergebnisse “ S. 19.

zog noch einen Radius, ehe es mit dem Hilfsspiralbau anfing. Dieses Ereignis, dass eine Spinne nach Erwachen aus der Narkose mit dem Bau fortfuhr, wurde nur einmal beobachtet. Demnach ist die Hilfsspirale schon abwegig gezogen worden, und die Klebfäden bekräftigen das Vorliegen einer Desorientierung.

Anderthalb Stunden später brach das Tier vorzeitig mit dem Bau ab. Auf dem Bilde sind die doppelt geführten Radien und die durchgebogenen Radien deutlich sichtbar. Auch viele übergrosse Sektoren sind vorhanden. Der Signalfaden ist doppelt geführt.

Das Verhalten der Spinnen während dem Netzbau ist unter Äthereinfluss beinahe gleich wie unter Stickoxydul. Daher gelten die unter 1. - 5. angeführten Reaktionstypen.

Die Netzveränderungen sind gleicher Art wie beim N_2O :

1. sich überkreuzende Klebfadenumgänge,
2. divergierende und konvergierende Umgänge,

3. stehengelassene Hilfsspirale in der Nähe der Nabe,
4. Durchgebogene lockere Radien,
5. Klebfadenumgänge im freien Sektor.

Der Hauptunterschied zum Stickoxydul liegt aber darin, dass die Spinne bei Erregung zuckende Bewegungen mehr an Ort und Stelle

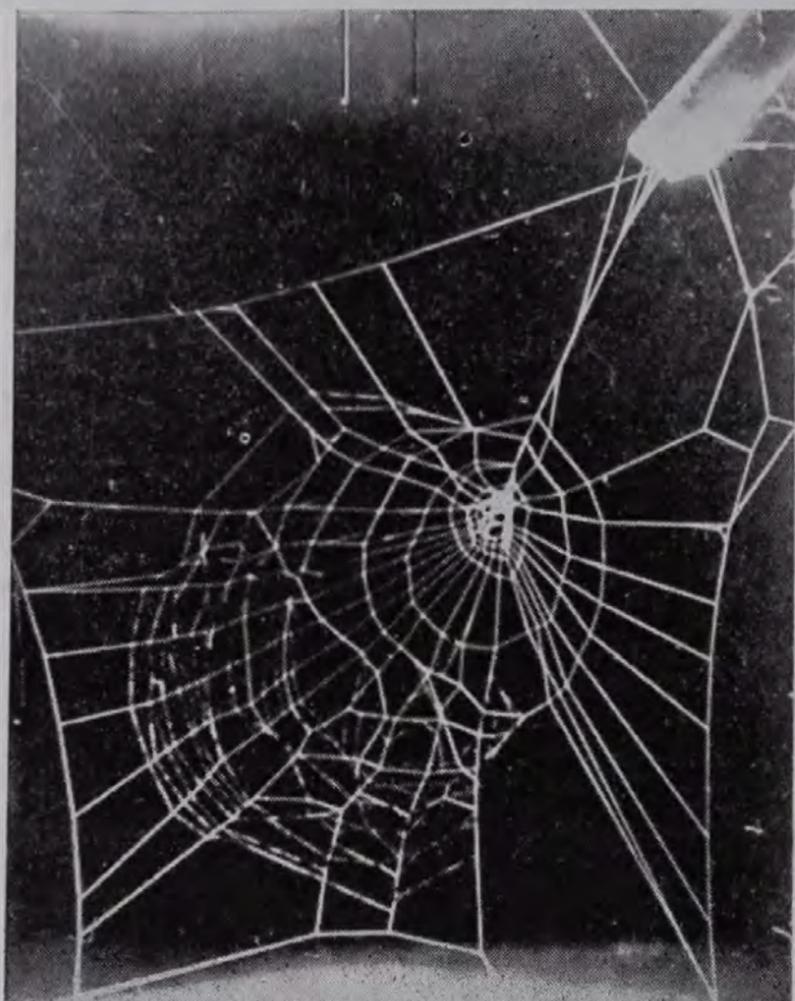


ABB. 17

Stellt das Äthernetz der Spinne 5 am 4-4-1955 dar. Sie wurde mitten im Radienbau in Äther gesetzt.

Beachte die doppelt geführten Radien und die übergrossen Sektoren. Bevor sie mit dem Bau der Spirale anfang, wurde sie narkotisiert, aber 14 Minuten später fuhr sie mit dem Bau fort, um dann mitten im Spiralbau endgültig abzurechnen. Schon die Hilfsspirale ist verzogen, und die Klebspirale gibt einen ganz desorientierten Verlauf wieder. Vergleiche das „Normalnetz“ der gleichen Spinne in Abbildung 18.



ABB. 18

Ist ein „Normalnetz“ der Spinne 5, welches am 5-4-1955, also einen Tag nach dem Netz in Abb. 17, gebaut wurde.

Beachte die Regelmässigkeit der Sektorenwinkel und der Klebfadenumgänge. Die Reversibilität des Ätherinflusses ist einen Tag nach der Applikation offensichtlich. Vergleiche dazu das unter „Besprechung“ über die lange Dauer der Coffeinwirkung Gesagte.

ausführte, währenddem die N_2O -Spinne nie in der Fortbewegung gehindert war. Interessanterweise wurde die Spinne in der Ätheratmosphäre mehrmals beobachtet, wie sie Halt machte und sowohl die Palpi als auch des erste Beinpaar gegeneinander rieb, (wie wenn es zu örtlicher Reizung gekommen wäre;) dies war in Stickoxydul nie der Fall. Dieser Unterschied erklärt auch die verschieden langen Spiralbauzeiten.

BESPRECHUNG DER ERGEBNISSE

Methodisch konnte durch meine Versuche gezeigt werden, dass sich an Spinnen Medikamente nicht nur per os (PETERS und WITT 1) und per injectionen (WOLFF und HEMPEL 3) sondern auch per inhalationem applizieren lassen. Die Aufnahme der Substanz geschieht dabei, wie auch beim höheren Tier, ausserordentlich schnell, und die volle Wirkung ist nach einer bis wenigen Minuten zu beobachten.

Als Folge dieser rasch eintretenden Wirkung hat es sich als nützlich erwiesen, die Applikation erst zu beginnen, nachdem der Netzbau bereits angefangen hat. Ein Mal ist der bereits in Gang gekommene Bautrieb so stark, dass er selbst bei erheblichen motorischen und koordinativen Störungen des Tieres noch wirksam bleibt und damit das präanarkotische Stadium vom Tier („Erregungsstadium“) auch noch im Fadenziehen dargestellt wird. Zum Anderen ist der Spiralbau auf dem fertiggestellten Radiengerüst ein viel feineres Reagens und hält die Bewegungen des Tieres besser fest, als es die entfernte Ansatzpunkte verbindenden straffen Radian je könnten. Nur auf dem normalen Grundgrüst des Netzes kann ein so merkwürdig verzerrtes Bild entstehen, wie es die Bilder 2, 4, 6, 10, 12, 17 zeigen.

Die Vergleichsnetze, alle einige Tage nach den pathologischen Netzen aufgenommen, zeigen, dass die Narkose, wie von anderen Tieren bekannt, auch bei Spinnen in den angewandten Konzentrationen ein leicht und völlig reversibler Vorgang ist. Tatsächlich wurde niemals ein zweites anormales Netz beobachtet, wenn keine neue Substanz appliziert worden war. Die Datumslücken zwischen Substanz- und Kontrollnetzen in den Abbildungen lassen sich vielmehr aus der geringen Netzbauhäufigkeit erklären, die wir als Einfluss von Jahreszeit und besonderen Laboratoriumsbedingungen oben schon erwähnt haben.

Die narkotische Konzentration für N_2O beträgt bei Spinnen, gleich wie bei Menschen, über 90 % bei Äther eine mit „Dampf“ gesättigte Atmosphäre (Zimmertemperatur und atmosphärischer Druck) während einer Minute. In diesen narkotischen Konzentrationen können die Spinnen längere Zeit verweilen, ohne einen dauernden Schaden zu zeigen. Erst nach 20-24 Stunden in reinem N_2O und einer Stunde in Äther zeigt sich bei einem Teil der Tiere eine tödliche Wirkung. Dauerschäden bei überlebenden Tieren wurden niemals beobachtet. Es scheint also, dass der Sauerstoffbedarf der Spinnen weit geringer ist, als der höherer Tiere und besonders der Warmblüter, oder er kann zumindest für einige Stunden weit herabgesetzt werden. Die Narkose kann also

bei Spinnen kaum als ein Erstickungsvorgang gedeutet werden. Die ähnliche narkotische Konzentration bei Spinne und Warmblüter spricht für einen ebenfalls zentralnervösen, chemisch ähnlichen Angriffspunkt des Narcoticums bei Spinnen.

In dieser Hinsicht scheint aber auch die Beobachtung besonders interessant, die durch die beigefügten Abbildungen belegt wird, dass auch bei Spinnen vor Einsetzen der narkotischen Wirkung ein deutliches Vorstadium zu erkennen ist. Dies scheint sich am ehesten mit dem Erregungsstadium höherer Tiere vergleichen zu lassen und würde damit auf den ebenfalls bevorzugten zentralnervösen Angriff der Narcotica bei Spinnen hinweisen.

Dies „Erregungsstadium“ bei netzbauenden Spinnen liesse sich zusammenfassend etwa so beschreiben: Abweichen vom normalen Weg (Desorientierung?), Unruhe und zuckende Bewegungen (zentralmotorische Erregung?), Verlust des Gleichgewichts und Richtungssinns (vergeblicher Versuch in des Häuschen zurückzukehren).

Die Unterschiede, die beim Netzbau zwischen dem Verhalten der Spinnen in Äther und dem in Stickoxydul beobachtet wurden, werden im Folgenden beschrieben: (es ist allerdings nicht sicher, ob auch eine grössere Zahl von Tieren immer gleich reagieren würden).

Nach Äther Reiben von Extremitäten und Palpen als Unterbrechung im Netzbau, während nach Stickoxydul der Bau ununterbrochen erfolgt; nach Äther bis auf das Doppelte verlängerte Netzbauzeit, was nach N_2O nie beobachtet wurde. Weitere Beobachtungen können erst zeigen, ob es sich hierbei um Gesetzmässigkeiten oder zufällige Verschiedenheiten handelt.

Es sieht nicht so aus, als ob die beobachteten Netzveränderungen unspezifischer Art sind, sozusagen eine auch sonst leicht auslösbare „Verwirrung“ der Spinne hier dargestellt ist. Die Veränderungen lassen sich deutlich von denen nach Pervitin (WOLFF und HEMPEL 3), Strychnin (die Gleichen), *d*-Lysergsäurediäthylamid (WITT 29), Haschisch (WITT 26) und einigen anderen Substanzen abgrenzen, ähneln vielleicht im Aussehen am ehesten Veränderungen nach hohen Dosen Coffein (WITT 30). (Beachte allerdings nach Coffein die über mehrere Tage anhaltenden Veränderungen der Netze!) Die Ähnlichkeit im fertigen Netz ist aber wohl oberflächlich und hat nichts mit ähnlichen Wirkungsmechanismen zu tun. Verschiedene Tiere zeigten nach verschiedenen Narcoticis (Äther und Stickoxydul) an verschiedenen Tagen ähnliche Netzveränderungen. Dies spricht dafür, dass das Narkosevorstadium, wie es hier beschrieben ist, vom Individuum unabhängig reproduzierbar ist. Wir schliessen daraus, dass sich im

Netzbau ein von der Art des Narcoticums weitgehend unabhängiges Erregungsstadium beim wirbellosen Tier Spinne nachweisen lässt.

Bei fortgesetzter Einwirkung des Narcoticums gerät die Spinne nach wenigen Sekunden bis Minuten (abhängig von der Konzentration) in das Stadium 3 der „Chirurgischen Narkose“. Hierbei hängt das Tier bewegungslos in der Nabe — sofern es vorher den Schlupfwinkel verlassen hat — fällt aber fast niemals aus dem Netz. Auch dieses Stadium ist, wie alle Beobachtungen gezeigt haben, völlig reversibel und damit vergleichbar mit der Narkose an höheren Tieren.

ZUSAMMENFASSUNG

Wenn man die Spinne *Zilla-x-notata* Cl. in Holzrahmen ansiedelt, baut das gleiche Tier im gleichen Rahmen fast jede Nacht ein geometrisches Radnetz. Wird der Rahmen mehrere Stunden vor Netzbaubeginn in eine 80 % Stickoxydulatmosphäre bei Zimmertemperatur gebracht, fällt der Netzbau völlig aus. Lässt man hingegen die Spinnen zuerst das Grundgerüst des Netzes (Rahmen und Radien) bauen und bringt sie dann in 90 % N_2O oder Ätherdämpfe, so wird die Spirale auf dem normalen Grundgerüst in abnormer Weise fertiggebaut. Diese abnorm beendeten Netze werden mit Ammoniumchlorid beräuchert und photographiert, die Bilder mit Bildern von Netzen der gleichen Tiere ohne Narcoticum verglichen. Die abnormen Netze unter Äther- und Stickoxyduleinfluss sehen ähnlich aus und lassen, zusammen mit den beim Bau gemachten Beobachtungen, auf ein der Narkose vorangehendes Exzitationsstadium bei Spinnen schliessen. Nach Äther wurde besonders die Netzbauzeit verlängert gefunden und ein merkwürdiges Reiben der Extremitäten beobachtet, sonst ist das Verhalten in beiden Fällen gleich. Nach 20-24 Stunden in reinem N_2O oder 1 Stunde in Äthergas starben die Spinnen. Das im Bild und Beobachtungen festgestellte Exzitationsstadium und die narkotische Dosis machen es wahrscheinlich, dass auch beim wirbellosen Tier Spinne die Stickoxydul- und Äthernarkose ein vorwiegend zentralnervöses Phänomen ist.

SUMMARY

If settled in a wooden frame the spider *Zilla-x-notata* Cl. will build a geometrical orb web in this frame every night. If the frame is put into an 80 % atmosphere of nitrous oxide at room temperature several hours before the building of the web is scheduled, no building will take place. However, if the spider is allowed to complete basic con-

struction of the web first (framework and radii) and is afterwards submerged into 90 % N₂O or ethyl ether, an abnormal spiral will be added to the normal basic construction. These abnormally completed webs are smoked in ammonium chloride and photographed, and the photographs compared to others of webs built by the same animals without narcotics. Abnormal webs after ethyl ether and nitrous oxide show a likeness which, together with observations made during the building periods, indicate that spiders pass through a preliminary phase of excitation prior to the phase of anesthesia. A prolonged web construction period was observed after ether, as well as a strange rubbing of the legs and palpi. Otherwise behaviour was identical after the two drugs. After 20 to 24 hours in pure N₂O or 1 hour in ethyl ether gas the spider died. The excitation stage which was observed and photographed as well as the narcotic dose make it likely that the invertebrate animal spider reacts to ethyl ether and nitrous oxide predominantly in its central nervous system.

Herrn Prof. Dr. T. GORDONOFF danke ich für die Überlassung der Arbeit und wertvolle Anregungen, Herrn Dr. P. N. WITT für Anleitung.

LITERATURVERZEICHNIS

1. — PETERS, H. M. und WITT, P. N. *Experientia*, 1949, 5, 161.
2. — PETERS, H. M., WITT, P. N. und WOLFF, D. *Zschr. vergl. Physiol.*, 1950, 32, 29.
3. — WOLFF, D. und HEMPEL, U. *Zschr. vergl. Physiol.*, 1951, 33, 497.
4. — KOCHMANN, M. *Handbuch d. exp. Pharmakologie*, 1936, 2, 248.
5. — CULLEN, S. C. *Anesthesia in general practice* 1946, Chicago.
6. — WOLF, J. *Arch. exper. Path.*, 1951, 214, 14.
7. — SCHMIEDEBERG, O. *Grundriss der Pharmakologie*, 1909, 52.
8. — MENDENHALL, W. L. und CONOLLY, R. *J. Pharmacol.*, 1931, 43, 315.
9. — ROSENFELD, M. und WEINBERG, T. *J. Pharmacol.*, 1932, 45, 271.
10. — WINTERSTEIN, H. *Die Narkose* 1919, Berlin.
11. — OVERTON, E. *Studien über die Narkose* 1901, 91, Jena.
12. — TEMPE, G. und UHLHORN, M. *C. r. Soc. Biol. sper.*, 1932, 3, 243.
13. — BERT, P. *C. r. Soc. Biol. Paris*, 1885, 3, 11, 520.
14. — HATTON zit. nach 15.
15. — BART, Th. *Biochem. Zschr.*, 1923, 139, 114.
16. — MAUMENE zit. nach 15.
17. — PETERS, H. M. *Die Naturwiss.*, 1939, 27, 777.
18. — PETERS, H. M. *Zschr. Morph. d. Tiere*, 1939, 36, 186.
19. — PETERS, H. M. *Zschr. f. Naturforsch.*, 1947, 2b, 229.
20. — PETERS, H. M. *Zschr. f. Naturforsch.*, 1951, 6b, 90.
21. — WITT, P. N. *Die Wirkung von Substanzen auf den Netzbau der Spinne als biologischer Test. In Vorbereitung.*
22. — WIEHLE, H. *Zschr. Morph. d. Tiere*, 1927, 8, 468.
23. — WIEHLE, H. *Zschr. Morph. d. Tiere*, 1929, 15, 281.

24. — McCook, H. C. American Spiders and their Spinning Work 1889.
25. — Jacobi-Kleemann, M. *Zschr. vergl. Physiol.*, 1953, 34, 606.
26. — Witt, P. N. *Behaviour*, 1952, 4, 172.
27. — Witt, P. N. *Helvet. Physiol. Acta*, 1954, 12, 327.
28. — König, M. *Zschr. Tierpsychol.*, 1951, 8, 463.
29. — Witt, P. N. *Experientia*, 1951, 8, 310.
30. — Witt, P. N. *Helvet. Physiol. Acta*, 1949, 7, C 65.

Les « *Archives internationales de pharmacodynamie et de thérapie* » publient des travaux originaux de caractère expérimental en langue allemande, anglaise, espagnole, française, italienne ou néerlandaise.

Les *manuscripts* doivent être fournis dactylographiés sous forme *ne varietur*. Lorsqu'une communication préliminaire a été publiée, il en sera fait mention dans une note en bas de la première page du travail *in extenso*.

Chaque travail sera suivi d'un court *résumé* des conclusions. Les *citations bibliographiques* seront réunies à la fin du travail sous une rubrique « Bibliographie » et non placées en bas des pages. Chaque citation comprendra : nom et initiales de l'auteur, titre abrégé du périodique, année, tome (à souligner dans le manuscrit) et page.

Le nombre des *figures* et des *tableaux* doit être limité au minimum indispensable.

Ne pas publier deux fois les mêmes données, une fois sous forme de tableaux, une fois sous forme de courbes.

Cinquante *tirés à part*, avec couverture, sont offerts aux auteurs. Un plus grand nombre de tirés à part peut être commandé à la Rédaction lors de l'envoi du manuscrit ou des épreuves.

Les manuscrits doivent être adressés à : Mr. le Prof. Dr. C. Heymans, Institut de Pharmacodynamie, 3, Albert Baertsoenkaai, Gand (Belgique).

Quatre fascicules des Archives forment un volume d'environ 500 pages. Prix du volume : 450,- francs belges, port compris.

On s'abonne par volume au Secrétariat de la Rédaction, 3, Albert Baertsoenkaai, Gand (Belgique) ou chez les libraires.

De „*Archives internationales de Pharmacodynamie et de Thérapie*” publiceren de oorspronkelijke en proefondervindelijke werken in Duits, Engels, Frans, Nederlands, Italiaans of Spaans.

Manuscripten moeten getikt en volledig persklaar worden gezonden. Als een voorafgaande nota werd gepubliceerd, moet dit beneden de eerste bladzijde van het uitvoerig werk vermeld worden. Een korte *samenvatting* der conclusies moet de publicatie sluiten.

De *bibliographische* citaten moeten op slot van het werk onder een afzonderlijke rubriek en niet beneden de bladzijden vermeld worden. Elk bibliographisch citaat omvat : naam, beginletters van voornamen, afgekorte naam van het tijdschrift, jaargang, band (te onderstrepen in het manuscript) en bladzijde. Het aantal *figuren* en *tabellen* moet tot het volstrekt noodzakelijke beperkt worden. Dezelfde gegevens mogen niet eens in kurven en een tweede maal in tabellen medegedeeld worden.

De schrijvers hebben recht op 50 kosteloze *overdrukken*. Bijkomende overdrukken kunnen bij het opsturen van het manuscript of bij het terugsturen der drukproeven aan het Secretariaat der Redactie besteld worden.

De manuscripten kunnen worden toegezonden aan : Prof. Dr. C. Heymans, Pharmacologisch Instituut, 3, Albert Baertsoenkaai, Gent, (België).

Vier boekdelen van het Tijdschrift vormen een band van ongeveer 500 bladzijden. Prijs per band : 450,- belgische franken, port inbegrepen.

Men abonneert zich per band bij het Secretariaat der Redactie, 3, Albert Baertsoenkaai, Gent (België) of bij de boekhandelaars.

Archives Internationales de Pharmacodynamie et de Thérapie, vol. CIV, fasc. III-IV.

- xxv. — H. CASIER, avec l'assistance technique de J. JOLIE et N. BRUYNEEL, Influence du dinitro-cyclo-pentyl-phénol sur la combustion, l'élimination et la fixation de l'alcool éthylique radioactif par l'organisme (with Summary), (10 fig.), p. 245.
- xxvi. — B. K. BHATTACHARYA AND D. ATANACKOVIC, On the pharmacology of procaine and its antagonists on the bronchial musculature, (3 fig.), p. 275.
- xxvii. — B. K. BHATTACHARYA, Antispasmodic properties of certain quaternary derivatives of 2,2-diphenyl-4-diisopropylamino-butyramide and other compounds in the isolated perfused guinea-pig lung, (1 fig.), p. 285.
- xxviii. — C. HEYMANS, A. POCHE ET H. VAN HOUTTE, Contributions à la pharmacologie du Sarin et du Tabun (with Summary), (21 fig.), p. 293.
- xxix. — GRAHAM CHEN, CHARLES R. ENSOR AND RUTH PORTMAN, Anticonvulsant effects of certain CNS depressants in convulsions induced by strychnine, metrazol or caffeine, p. 333.
- xxx. — RÉMY SCHWARZ, Versuche über die Beeinflussung des Netzbaues der Spinne *Zilla-X-notata* Cl. durch Stickoxydul und Äther, (18 Abb.), p. 339.
- xxxi. — L. MARTINI AND V. ROVATI, Posthypophyseal involvement in epinephrine antidiuretic action (with Summary), (3 fig.), p. 365.
- xxxii. — EUGENIUSZ MIĘTKIEWSKI, Über die Chemorezeptoren der Blutgefäße im Kaninchenohr, (6 Abb.), p. 373.
- xxxiii. — R. B. ARORA, M.D. (MED.), M.D. (PHARM.) AND V. N. SHARMA, M.B.B.S., M.Sc. (PHARM.), Pharmacological investigation of di-(B-O-methoxy phenylisopropyl)-amine lactate : a new bronchodilator and local anaesthetic, (2 graph.), p. 388.
- xxxiv. — ANTRANIK SEDEF, L'influence d'acétylcholine et d'adrénaline sur l'hémolyse, (4 fig.), p. 398.
- xxxv. — Ž. MADJEREK UND P. STERN, Einfluss von Chlorpromazin auf die Brechwirkung und Toxizität von Digitalis, p. 404.
- xxxvi. — R. S. SATOSKAR AND J. C. TRIVEDI, The effect of intravenous digitalis on cats under hypothermia, (1 fig.), p. 417.
- xxxvii. — ELTON M. BOYD, R. NOREEN HICKS AND ALLEN V. TRAINOR, Racemorphan, dextromethorphan and respiratory tract fluid, (4 fig.), p. 424.
- xxxviii. — M. BURSTEIN ET A. GUINAND, Héparine et consommation de l'antithrombine (with Summary), p. 435.
- xxxix. — ED. FROMMEL ET F. VALLETTE, De la sensibilité des centres nerveux à la cholinergie. Nitrocholine, prostigmine, atropine et régulation thermique (with Summary — mit Zusammenfassung), (3 fig.), p. 445.
- xl. — W. THEOBALD UND R. DOMENJOZ, Der Einfluss der Adrenalektomie auf die Wirksamkeit antiphlogistischer Substanzen, (1 fig.), p. 453.
- xli. — ED. FROMMEL ET C. RADOUCO-THOMAS, De la sensibilité des centres nerveux à la cholinergie. Centres du sommeil (with Summary — mit Zusammenfassung), (2 fig.), p. 462.
- xlII. — J. SCHLAG ET E. L. DUMOULIN, Accélération de la coagulation du sang chez le chien sous l'influence de l'hexachlorocyclohexane, isomère gamma, (5 fig.), p. 469.
- xlIII. — THOMAS J. HALEY, EVE F. McCULLOH AND W. G. McCORMICK, Inability of X-irradiation to block the pernoston-yohimbine ejaculation response of the mouse, (1 fig.), p. 483.
- xlIV. — E. J. DE BEER, A. L. WNUCK, R. V. FANELLI, STATA NORTON AND C. H. ELLIS, The restoration of arterial pressure from various hypotensive states by methoxamine, (2 fig.), p. 487.
- xlV. — Table des auteurs, p. 499.
- xlVI. — Table des matières, p. 503.