

PSI 157/LSD 1247/OL 12

PLANTA MEDICA

ZEITSCHRIFT FÜR ARZNEIPFLANZENFORSCHUNG

Organ der Deutschen Gesellschaft für Arzneipflanzenforschung e. V.

Unter Mitwirkung von: Prof. Dr. Auterhoff, Tübingen; Dr. Baerheim Svendsen, Blindern-Oslo; Dr. Békésy, Budapest; Prof. Dr. Borkowski, Warschau; Prof. Dr. Duquénnois, Strasbourg; Prof. Dr. Esdorn, Hamburg; Prof. Dr. Fairbairn, London; Prof. Dr. Flück, Zürich; Prof. Dr. Hegnauer, Leyden; Dr. A. Hofmann, Basel; Prof. Dr. Kaiser, Stuttgart; Dr. E. Meyer, Cambridge; Prof. Dr. Mothes, Halle; Dr. B. Mukerji, Lucknow (India); Prof. Dr. van Os, Groningen; Prof. Dr. Paris, Paris; Prof. Dr. Poethke, Jena; Prof. Dr. Rowson, Bradford; Prof. Dr. Santavý, Olomouc; Prof. Dr. W. Schmid, Marburg; Prof. Dr. O. E. Schultz, Kiel; Prof. Dr. Shoji Shibata, Tokio; Prof. Dr. Soehring, Hamburg; Prof. Dr. Sokolow, Leningrad; Prof. Dr. Trease, Nottingham; Prof. Dr. Tyler, Seattle; Prof. Dr. Wasicky, Sao Paolo.

Schriftleitung: Prof. Dr. E. Schratz, Münster/Westf., Martin-Luther-Straße 7

HIPPOKRATES VERLAG STUTTGART

12. Jahrgang

September 1964

Heft 3

Sonderdruck

MEXIKANISCHE ZAUBERDROGEN UND IHRE WIRKSTOFFE

Von A. Hofmann

Die neue Welt, insbesondere Mittelamerika, das Gebiet des heutigen Mexiko, ist reich an psychotropen Drogen aller Art. Diese spielten schon in den alten indianischen Kulturen eine wichtige Rolle. Die spanischen Chronisten und Naturalisten, die bald nach der Eroberung von Mexiko durch Cortez ins Land kamen, führen in ihren Schriften eine ganze Anzahl Pflanzen mit berauschenden, stimulierenden oder narkotischen Wirkungen auf, die in der alten Welt unbekannt waren, und die von den Indianern teils in ihren medizinischen Praktiken, teils im Rahmen von religiösen Zeremonien Verwendung fanden. Der kultische Gebrauch und die göttliche Verehrung, die vielen dieser Drogen zuteil wurden, erregten das Mißfallen der christlichen Missionare, die mit allen Mitteln versuchten, die Indianer von diesen Teufelswerken zu befreien. Das gelang ihnen nur teilweise. Die eingeborene Bevölkerung benützte die von ihnen heilig gehaltenen Drogen im verborgenen weiter, auch nachdem sie zum christlichen Glauben bekehrt worden war.

Eine dieser Rauschdrogen, der Yetl der Azteken, von den Tainos auf Cuba „Tobacco“ genannt, der Tabak, hat nicht nur den Bann der christlichen Missionare überlebt, sondern hat bald in säkularisierter Form die ganze Welt erobert. Die Diskussionen über den Gebrauch dieser Droge sind zwar auch heute noch nicht verstummt, nur gehen sie, unserer heutigen Zeit gemäß, nun weniger auf der religiös-moralischen als auf der medizinischen Ebene weiter.

Die nachfolgenden Ausführungen beschränken sich auf vier Drogen, die sich von den zahlreichen anderen, mehr nur stimulierend, narkotisch oder allgemein toxisch wirkenden Pflanzen durch ganz besonders tiefgreifende, spezifische psychische Wirkungen unterscheiden. Drogen dieser Art sind von dem bekannten Berliner Toxikologen Louis Lewin, der Pionierarbeit auf dem Gebiet der Psychopharmaka geleistet hat, vor bald 50 Jahren als Phantastica bezeichnet worden. Seither hat man für diese besonders interessante Untergruppe der psychotropen Stoffe eine ganze Anzahl anderer Bezeichnungen vorgeschlagen, wie Halluzinogene, Eidetica, Psychotomimetica, Psychodysleptica, usw. In letzter Zeit wird häufig die von J. Delay, Paris, eingeführte Bezeichnung Psychodysleptica verwendet.

Die tiefgreifenden seelischen Veränderungen, welche die Psychodysleptica charakterisieren, können etwa wie folgt beschrieben werden: Raum und Zeit, in die unsere Existenz eingebettet ist, werden ganz anders als normal erlebt. Oft geht das Zeitgefühl ganz verloren. Auch das normale Ichgefühl, das Erleben

¹ Vorgetragen auf der 12. Tagung der Deutschen Gesellschaft für Arzneipflanzenforschung in Berlin vom 20.-22. Mai 1964.

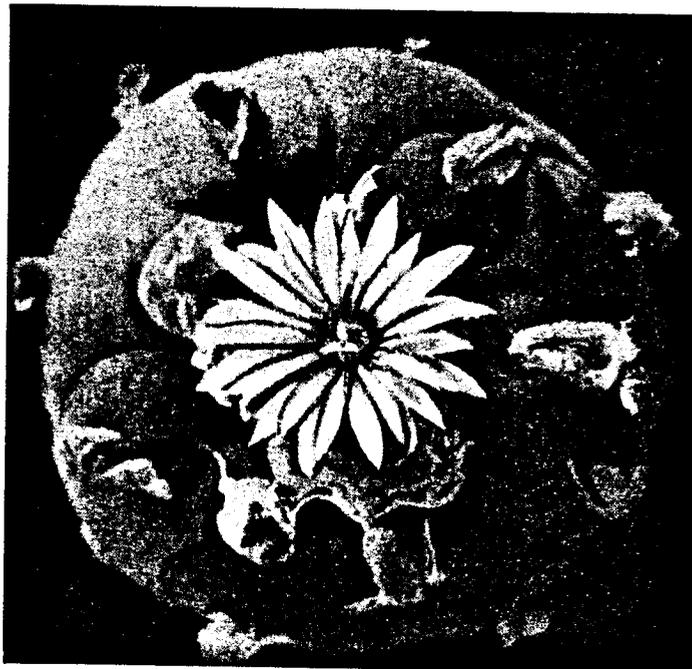


Abb. 1:
Anhalonium Lewinii,
etwa 1 : 1

des eigenen Körpers und der eigenen geistigen Person, wird zutiefst verändert, oft im Sinne einer Depersonalisation, eines Verlustes des Ego. Das kann zu einem Gefühl der Auflösung im All, des Einsseins mit der ganzen Schöpfung führen. Der Gesichtssinn und auch das Gehör werden sensibilisiert, was sich bis zum Auftreten von Visionen und Halluzinationen steigern kann. Bei alledem bleibt das Bewußtsein voll erhalten. Bei vollem Bewußtsein bringen uns diese Drogen in andere Welten, in eine Art Traumwelten, die aber ganz real erlebt werden, meistens sogar realer und bedeutungsvoller als die gewöhnliche Alltagswelt.

Die soeben geschilderten tiefgreifenden psychischen Wirkungen machen die magisch-religiöse Verwendung dieser Drogen verständlich und rechtfertigen ihre Bezeichnung als magische oder religiöse oder Zauberdrogen.

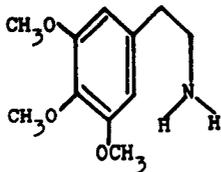
Es waren vor allem drei solche Zauberdrogen, die bei den Azteken und den benachbarten Völkern im Rahmen von religiösen Handlungen und in ihren stark von magischen Anschauungen bestimmten medizinischen Praktiken verwendet wurden, und die auch heute noch in abgelegenen Gebieten Mexikos von den Heilpriestern für die gleichen Zwecke gebraucht werden. Es sind dies:

Peyotl, eine Cactusart
Teonanacatl, bestimmte Blätterpilze
Ololiuqui, die Samen von Windenarten.

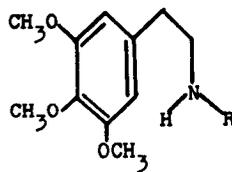
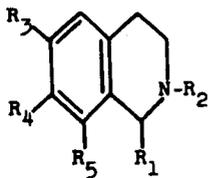
Diese drei Zauberdrogen und eine vierte Zauberpflanze, eine *Salvia*-Art, der mehr lokale Bedeutung zuzukommen scheint, sollen nun der Reihe nach kurz besprochen werden.

Als erste der magischen Drogen Mexikos ist der Peyotl bereits um die Jahrhundertwende untersucht, und was seine Wirkstoffe betrifft, aufgeklärt worden. Der Vollständigkeit halber folgen auch über diese Droge hier einige Angaben. Als Peyotl bezeichneten die Azteken den Cactus *Anhalonium Lewinii* (syn. *Lophophora Williamsii*), der in den nördlichen trockenen Gegenden Mexikos wächst (Abb. 1).

Trotz Verfolgung durch die Spanier hielt sich der Peyotl-Kult in einzelnen Gebieten Mexikos bis zur Gegenwart entweder in der alten rituellen Form oder in christlich-symbolischer Umdeutung. Im 19. Jahrhundert breitete sich der Peyotl-Kult bis zu den nordamerikanischen Indianern aus und organisierte sich offiziell zu einer christlichen Institution, der Native American Church (Slotkin 1952). Als erster europäischer Wissenschaftler befaßte sich der Berliner Pharmakologe Lewin (1888, 1894, 1914) mit dem Zauberkaktus. Neben dem Hauptwirkstoff, dem Alkaloid Meskalin, das bereits 1896 von Heffter isoliert wurde, enthält der Peyotl noch eine Anzahl weiterer Alkaloide (Boit 1961), die auf dem Formelschema (Abb. 2) aufgezeichnet sind.



MESKALIN

R = CH₃ : N-Methyl-meskalinR = COCH₃: N-Acetyl-meskalin

R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	Alkaloid
H	H	OCH ₃	OCH ₃	OH	Anhalamin
H	H	OCH ₃	OCH ₃	OCH ₃	Anhalinin
CH ₃	H	OCH ₃	O-CH ₂ -O		Anhalonin
CH ₃	H	OCH ₃	OCH ₃	OH	Anhalonidin
CH ₃	H	OCH ₃	OCH ₃	OCH ₃	O-Methyl-anhalonidin
H	CH ₃	OCH ₃	OCH ₃	OH	Anhalidin
CH ₃	CH ₃	OCH ₃	OCH ₃	OH	Pellotin
CH ₃	CH ₃	OCH ₃	O-CH ₂ -O		Lophophorin

Abb. 2

1919 gelang Spaeth die Strukturaufklärung des Meskalins und seine Synthese. Meskalin ist 3, 4, 5-Trimethoxy-phenyl-äthylamin. Die Nebenalkaloide gehören größtenteils zur Gruppe der Tetrahydroisochinolin-Alkaloide und sind durch Ringschluß des Alkoxy-phenyl-aethylamin-Restes entstanden. Aus der umfangreichen Literatur über den Peyotl und das Meskalin seien nur die Monographien von Beringer (1927), von Klüver (1928) und La Barre (1960) und der besonders lesenswerte Bericht über einen Selbstversuch des Schriftstellers Aldous Huxley (1954) hervorgehoben.

Bemerkenswert ist die hohe Dosierung, die nötig ist, um den Meskalin-Rausch hervorzurufen. Die üblichen Meskalin-Dosen liegen zwischen 0,3 bis 0,6 g. Bald nach der Einnahme treten unangenehme vegetative Symptome in Erscheinung, Nausea, Zittern, Schweißausbrüche. Der Kater geht hier dem Rausch voraus. Erst nach 1–2 Stunden, wenn die unangenehmen Symptome abklingen, folgt der eigentliche traumartige Rauschzustand, der meist von intensivem Farbsehen begleitet ist.



Abb. 3: Pilzstein aus der Zeit der präklassischen Maya-Kultur (500 v. Chr. – 200 n. Chr.)

Das Problem der *heiligen Pilze* der Azteken konnte erst in neuester Zeit wissenschaftlich aufgeklärt werden. Teonanácatl, auf deutsch „göttlicher Pilz“ oder „Gottes Fleisch“ wird in den Chroniken des 16. Jahrhunderts mehrfach

erwähnt, unter anderem in der berühmten „Historia General de las Cosas de la Nueva Espana“ des Franziskanerpaters Bernardino de Sahagun, die in den Jahren 1529–1590 entstanden ist. Die Verwendung dieser Pilze und ihre göttliche Verehrung durch die Indianer Mittelamerikas muß uralt sein: In Guatemala hat man sog. Pilzsteine gefunden; das sind Steinplastiken in Form eines Hutpilzes, in dessen Stiel der Kopf oder die ganze Gestalt eines Gottes oder Dämons eingearbeitet ist (Abb. 3).

Die ältesten Exemplare, die man gefunden hat, sind über dreitausend Jahre alt. Daraus kann geschlossen werden, daß der Pilzkult bis ins zweite Jahrtausend vor Christus zurückreicht. Aber so alt dieser Pilzkult ist, so jung sind die Kenntnisse, die man heute davon hat. Die erwähnten Berichte in den alten Chroniken blieben nämlich in den folgenden Jahrhunderten merkwürdigerweise unbeachtet, wahrscheinlich weil man sie für Phantasieprodukte jener abergläubischen Zeit gehalten hat.

Erst in den Jahren 1936–1938 stellten amerikanische Forscher, nämlich Robert J. Weitlaner, Blas Pablo Reko, Jean Basset Johnson (1939) und Richard Evans Schultes (1940) fest, daß tatsächlich auch heute noch in gewissen Gegenden Südmexikos Pilze für magische Zwecke von der eingeborenen Bevölkerung verwendet werden. Schultes und Reko sandten damals Muster des Teonanácatl zu Prof. C. G. Santesson nach Stockholm für die chemische und pharmakologische Untersuchung, die jedoch zu keinem klaren Resultat führte (1939).

Dann ruhte die Forschung über die Zauberpilze wieder, bis 1953 das amerikanische Amateur-Forscher-Ehepaar Valentina Pavlovna und R. Gordon Wasson das Problem erneut aufgriff, dort, wo 20 Jahre früher Johnson, Schultes und die anderen das Weiterleben des Pilzkultes festgestellt hatten, nämlich im Gebiet der Mazateken, in der Provinz Oaxaca. Erst 1955 hatte Wasson das Vertrauen der Indianer soweit gewonnen, daß er aktiv an einer nächtlichen Pilzzeremonie teilnehmen durfte und wahrscheinlich als erster weißer Mann von den heiligen Pilzen zu essen bekam. Er war von deren halluzinogener Wirkung derart beeindruckt, daß er, um die Pilze der wissenschaftlichen Bearbeitung zuzuführen, mit dem bekannten Mykologen Roger Heim in Paris in Verbindung trat. Heim begleitete die Wassons auf weiteren Expeditionen ins Mazatekenland und konnte die wichtigsten für magische Zwecke verwendeten Pilze botanisch bestimmen und zum Teil in seinem Laboratorium in Paris kultivieren (Heim u. Wasson 1958).

Es handelte sich um Blätterpilze (*Agaricales*) aus der Familie der *Strophariaceae*, zum größten Teil neue Spezies zur Gattung *Psilocybe* gehörend; ferner um je eine Art der Gattung *Stropharia*, beziehungsweise *Conocybe*. Heim sandte Muster einer im Laboratorium besonders gut wachsenden Spezies, nämlich von *Psilocybe mexicana* Heim, nach Basel in die Forschungslaboratorien

Sandoz zur chemischen Analyse. Abbildung 4 zeigt eine Laboratoriumskultur von *Psilocybe mexicana* Heim.

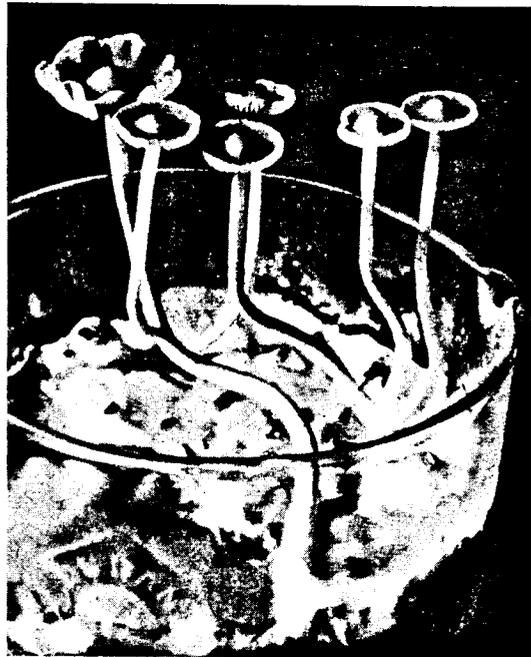


Abb. 4: *Psilocybe mexicana* Heim
(Phot. A. Brack)

An dieser Stelle kann nicht näher auf die chemischen Untersuchungen eingegangen werden. Es soll nur das Resultat bekanntgegeben und auf einen Punkt hingewiesen werden, der zum Erfolg der Arbeit wesentlich beigetragen hat.

Es betrifft dies die Art der Testierung der Extraktfraktionen bei den Isolierungsversuchen. Die Testierung wurde zuerst, anhand der pharmakologischen Wirkung am Tier, an der Maus und am Hund versucht. Es ließ sich jedoch keine eindeutige Wirkung beim Tier feststellen. Es wurde daher auf die Testierung anhand der einzigen bekannten Wirkung, der psychischen Wirkung am Menschen, zurückgegriffen. Mit Hilfe des empfindlichen Testes in Selbstversuchen, für die sich eine Anzahl Kollegen in dankenswerter Weise zur Verfügung stellte, gelang es dann verhältnismäßig rasch, das wirksame Prinzip zu isolieren, zu reinigen und schließlich in kristallisierter Form zu fassen. Der Hauptwirkstoff aus *Psilocybe mexicana* erhielt die Bezeichnung Psilocybin. Aus den Mutterlaugen konnte in geringer Menge eine nahverwandte, gleich wirksame Substanz isoliert werden, die Psilocin genannt wurde (Hofmann u. Mitarb. 1959). Die Abbildung 5 zeigt Kristallisationen dieser beiden Wirkstoffe aus Methanol.

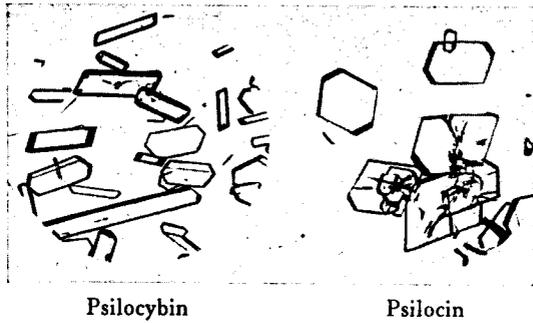


Abb. 5: Kristallisationen der Wirkstoffe aus *Psilocybe mexicana*, aus Methanol

Die Strukturaufklärung von Psilocybin und Psilocin (vgl. Abb. 6) ergab das Vorliegen von neuartigen Tryptamin-Abkömmlingen. Psilocybin erwies sich als 4-Phosphoryloxy-N,N-dimethyltryptamin. Bei der milden alkalischen Hydrolyse oder schon beim Erhitzen in wässriger Lösung zerfällt Psilocybin in Psilocin und 1 Mol Phosphorsäure. Psilocin ist 4-Hydroxy-N,N-dimethyltryptamin.

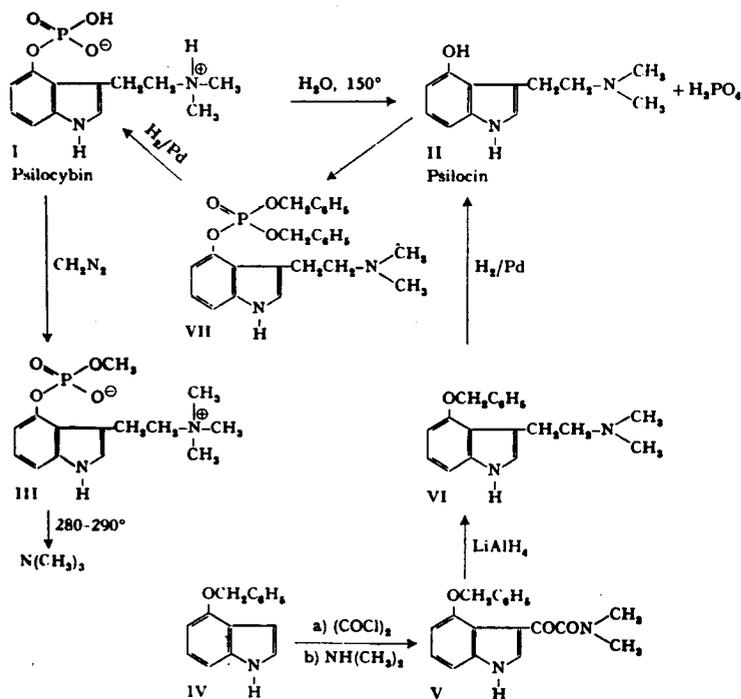


Abb. 6

Diese Strukturformeln des Psilocybins und Psilocins konnten bald durch die Synthese bewiesen werden (Hofmann u. Mitarb. 1959). Ausgehend von 4-

Benzyloxy-indol wurde Psilocin und daraus Psilocybin nach dem in Abb. 6 skizzierten Weg hergestellt. Nach diesem Syntheseverfahren können Psilocybin und Psilocin in industriellem Maßstab in beliebigen Mengen hergestellt werden.

Nun einige Betrachtungen zur chemischen Struktur der Teonanacatl-Wirkstoffe. Psilocybin ist die erste und bisher einzige natürliche Indolverbindung, die einen Phosphorsäure-Rest enthält. Ungewöhnlich ist auch die Lage der phenolischen Hydroxylgruppe in der Stellung 4 des Indolsystems. Alle die sehr zahlreichen anderen bekannten Indolalkaloide tragen Hydroxyl- oder substituierte Hydroxylgruppen in den Stellungen 5, 6, oder 7, mit einer einzigen weiteren Ausnahme, den Mitragyna-Alkaloiden. Auf die mögliche Bedeutung der Substitution des Indolringes in der 4-Stellung für das Zustandekommen der spezifischen psychotropen Wirkungen wird später noch eingegangen.

Als Hydroxy-tryptamin-Derivate stehen die psychotropen Wirkstoffe der mexikanischen Zauberpilze in naher struktureller Beziehung zu anderen natürlich vorkommenden Tryptamin-Abkömmlingen (s. Abb. 7).

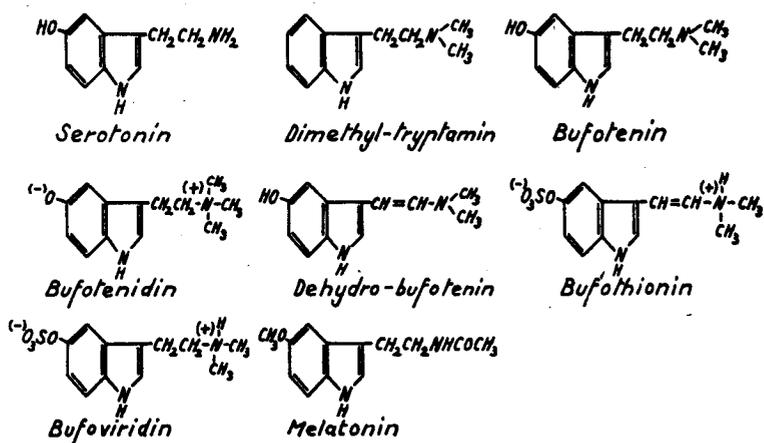


Abb. 7

Die meisten dieser Verbindungen, wie das Bufotenin, Bufotenidin, Bufothionin usw. sind, wie ihre Namen sagen, im Hautsekret von Kröten aufgefunden worden.

Besonders interessant und bedeutungsvoll ist die strukturelle Verwandtschaft von Psilocybin und Psilocin mit dem Serotonin, 5-Hydroxy-tryptamin, das im Warmblüterorganismus weitverbreitet ist und einen der Brennpunkte der biochemischen Forschung der Gegenwart bildet. Man findet es angereichert im Gehirn, besonders im Hypothalamus, und es spielt im Chemismus zentralnervöser Vorgänge eine wichtige Rolle. Es darf angenommen werden, daß die psychodysleptische Wirkung der Pilzalkaloide mit ihrer nahen chemisch-struk-

turellen Verwandtschaft mit dem Hirnfaktor Serotonin im Zusammenhang steht².

Die dritte mexikanische Zauberdroge „*Ololiuqui*“ ist ebenfalls erst in den letzten Jahren, was die chemische Natur der Wirkstoffe anbelangt, aufgeklärt worden (Hofmann u. Tschertter 1960, Hofmann u. Cerletti 1961). Einen ersten ausführlichen Bericht über diese Untersuchungen erstattete Hofmann (1961) auf der 9. Vortragsstagung der Deutschen Gesellschaft für Arzneipflanzenforschung in Bad Oeynhausen, weshalb sich die nachfolgenden Angaben auf die Zusammenfassung der Resultate und zusätzliche Ergebnisse beschränken.

Ololiuqui ist die aztekische Bezeichnung für die Samen des Windengewächses *Rivea corymbosa* Hall. f. 1960 publizierte Mac Dougall Beobachtungen, wonach vor allem im Gebiet der Zapoteken in den südlichen Bergen Mexikos im Staate Oaxaca heutzutage anstelle des Original-Ololiuqui, d. h. der *Rivea*-Samen, oft auch die Samen von *Ipomoea violacea* L. verwendet werden. Die hellbraunen *Rivea*-Samen heißen bei den Zapoteken „badoh“, die schwarzen Samen der *Ipomoea violacea* „badoh negro“. Während die weißblühende *Rivea corymbosa* nur in tropischem und subtropischem Klima gedeiht, ist die blau-blühende *Ipomoea violacea* (syn. *I. tricolor* Cav.) in vielen Gartenvarietäten als Zierpflanze auch in gemäßigten Zonen weit verbreitet.

Eine spanische Bezeichnung für Ololiuqui lautet „piule“. Davon leitet sich die Bezeichnung „piuleros“ ab für berufsmäßige Magier, die unter Zuhilfenahme eines Getränkes, das sie aus Ololiuqui-Samen, also aus piule brauen, in den Indianerdörfern als Wahrsager und ärztliche Berater wirken.

Sowohl in den *Rivea*- wie in den *Ipomoea*-Samen wurden als Wirkstoffe Mutterkornalkaloide festgestellt, Alkaloide, die bisher nur in niederen Pilzen der Gattung *Claviceps* und kürzlich auch in den Gattungen *Aspergillus* und *Rhizopus* aufgefunden wurden. Hauptalkaloid ist das d-Lysergsäure-amid (= Ergin), begleitet von seinem Stereoisomeren, d-Isolysergsäure-amid (= Isoergin). Als Nebenalkaloide findet man in den *Rivea*- und in den *Ipomoea*-Samen Chanoclavin und Elymoclavin. Als weiteres Nebenalkaloid ist in den *Rivea*-Samen Lysergol, in den *Ipomoea*-Samen Ergobasin enthalten. Diese Ergebnisse sind in der Tabelle 1 zusammengefaßt. Ergin und Isoergin sind in der Droge zum Teil als Additionsprodukte mit Acetaldehyd, als Methylcarbinolamide, vorhanden (Gröger 1963).

In Gartenvarietäten von *Ipomoea violacea* wurde kürzlich als weiteres Nebenalkaloid noch Penniclavin festgestellt (Taber u. Mitarb. 1963).

² Psilocybin (Markenname Indocybin®) findet in der experimentellen Psychiatrie zur Erzeugung und zum Studium von Modellpsychosen und in der Psychoanalyse und Psychotherapie als medikamentöses Adjuvans zunehmendes Interesse.

Tabelle 1
Alkaloide aus den Samen von *Rivea corymbosa* (L.) Hall. f. und *Ipomoea tricolor* Cav.

Isolierte Alkaloide	<i>Rivea corymbosa</i> (Ololiuqui, badoh)	<i>Ipomoea tricolor</i> (badoh negro)
d-Lysergsäure-amid (Ergin)	0,0065%	0,035%
d-Isolysergsäure-amid (Isoergin)	0,0020%	0,005%
Chanoclavin	0,0005%	0,005%
Elymoclavin	0,0005%	0,005%
Lysergol	0,0005%	---
Ergobasin (Ergometrin)	---	0,005%
Gesamtalkaloid-Gehalt (kolorimetrisch bestimmt)	0,012 %	0,06 %

Die unerwartete Entdeckung von Lysergsäure-amiden in einer mexikanischen Zauberdroge bringt diese in einen Zusammenhang mit dem weitaus wirksamsten Psychodysleptikum oder Phantasticum, das man bis heute kennt, mit dem d-Lysergsäure-diäthylamid, das unter der Bezeichnung LSD 25 bekannt geworden ist, und in der experimentellen Psychiatrie und Psychotherapie eine große Bedeutung erlangt hat (Hofmann 1960). Diese halbsynthetische, in der Natur nicht vorkommende Verbindung unterscheidet sich vom Hauptalkaloid des Ololiuqui, vom d-Lysergsäure-amid, nur dadurch, daß die beiden Wasserstoffatome an der Amidgruppe durch zwei Aethylreste ersetzt sind.

Es ist bemerkenswert, daß das Lysergsäure-diäthylamid (LSD 25) als hochwirksames Psychodyslepticum im gleichen Laboratorium von A. Hofmann entdeckt wurde, in dem 20 Jahre später Lysergsäure-amide als wirksame Prinzipien der mexikanischen Zauberdroge Ololiuqui aufgefunden wurden.

In Abb. 8 sind die Strukturformeln der Wirkstoffe der drei besprochenen Zauberdrogen für die vergleichende Betrachtung nebeneinandergestellt.

Unter der Formel ist zudem die beim Menschen wirksame Dosis angegeben. Für Psilocybin oder Psilocin beträgt dieselbe 10 mg. Der Hauptwirkstoff des Ololiuqui, das d-Lysergsäure-amid wirkt in einer Dosierung von 2 mg. Weit aus der aktivste Stoff liegt im LSD, im d-Lysergsäure-diäthylamid vor, das schon in der unwahrscheinlich geringen Dosierung von 0,05 mg wirksam ist. Verglichen mit den indolischen Wirkstoffen des Teonanacatl und des Ololiuqui ist der Wirkstoff des Peyotl, das Meskalin, mit einer Dosierung von 400 mg wenig aktiv. Die Tatsache, daß zwei der drei wichtigsten Zauberdrogen indolische Wirkstoffe enthalten und die hohe spezifische psychotrope Wirksamkeit im Vergleich zum nichtindolischen Meskalin, könnte darauf hinweisen, daß gewisse Indolstrukturen besonders befähigt sind, in den Biochemismus, der den psychischen Funktionen zugrunde liegt, einzugreifen.

Ein weiteres strukturelles Merkmal verdient Beachtung. Vergleicht man die beiden indolischen Wirkstofftypen miteinander, Psilocybin und Psilocin auf

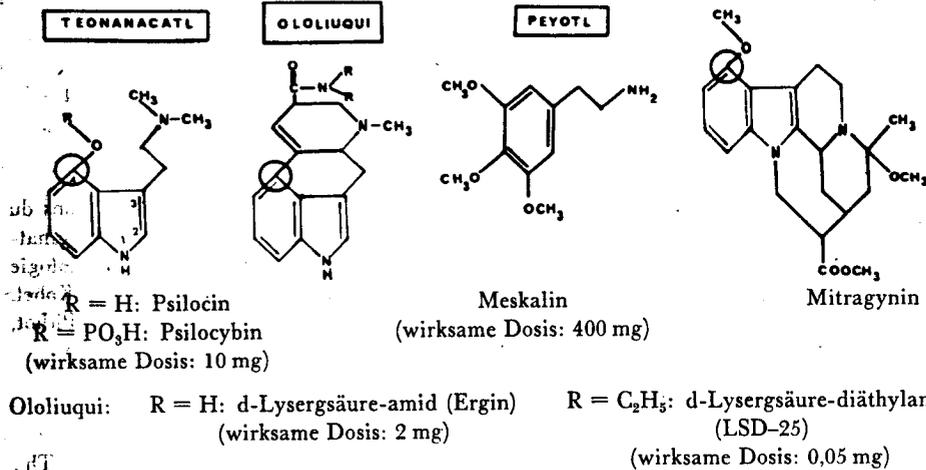


Abb. 8

der einen Seite und den Hauptwirkstoff des Ololiuqui, das d-Lysergsäure-amid und das damit nahverwandte d-Lysergsäure-diäthylamid auf der anderen Seite, dann erkennt man, daß beiden nicht nur der Tryptamin-Rest gemeinsam ist, sondern daß sie auch noch ein weiteres, besonderes Strukturmerkmal gemeinsam haben, nämlich die Substitution in der 4-Stellung des Indolgerüsts. In der Natur sind außer diesen beiden Wirkstoffgruppen Indolalkaloide mit einer Substitution in der 4-Stellung nur noch in *Mitragyna*-Spezies aufgefunden worden. Auch diese *Mitragyna*-Alkaloide besitzen eine psychotrope Wirkung. Extrakte aus Blättern von *Mitragyna speciosa* dienen in Malaya als Opium-Ersatz (Burkill 1935). Es könnte daraus gefolgert werden, daß die hohe spezifische psychodysleptische Wirksamkeit der Teonanacatl- und der Ololiuqui-Alkaloide und ebenso der *Mitragyna*-Alkaloide mit der Substitution der 4-Stellung des Indolringes in Beziehung steht.

Ebenfalls in den südlichen Bergen Mexikos, vor allem im Territorium der Mazateken, brauchen manche Heilpriester anstelle des Pilzes oder der Ololiuqui-Samen zur Erzeugung eines hellseherischen Zustandes die frischen Blätter einer zur Familie der *Labiatae* gehörenden Pflanze. Die mazatekische Bezeichnung lautet „ska-Pastora“, die spanische „hojas de Maria Pastora“. Diese Droge konnte erst vor kurzem botanisch bestimmt werden. Es handelt sich um eine bisher unbekannte *Salvia*-Art, die als *Salvia divinorum* Epling und Jativa bezeichnet wurde (Wasson 1963).

Das wirksame Prinzip dieser Zauberdroge, das anscheinend sehr labil ist, konnte bis jetzt noch nicht identifiziert werden.

Literatur

- Beringer, K.: „Der Meskalinrausch“, Springer-Verlag, Berlin 1927
- Bojt, H.-G.: „Ergebnisse der Alkaloid-Chemie bis 1960“, Akademie Verlag, Berlin 1961
- Burkill: Dict. Ec. Prod. Malay Penins. **2**, 1482 (1935)
- Groeger, D.: Flora **153**, 373 (1963)
- Heffter, A.: Ber. Dtsch. chem. Ges. **29**, 216 (1896)
- Heim, R., und Wasson, R. G.: „Les Champignons hallucinogènes du Mexique. Editions du Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris 1958. Hier sind die zahlreichen Original-Publikationen von R. Heim und R. G. Wasson zitiert. Auch über Chemie, Pharmakologie und Klinik der Wirkstoffe wird durch weitere Mitarbeiter (A. Hofmann, A. Brack, H. Kobel, R. Cailleux, A. Cerletti, A. Frey, H. Ott, Th. Petrzilka, F. Troxler, J. Delay, P. Pichot, Th. Lemperière, P. J. Nicolas-Charles, A. H. Quélin) zusammenfassend berichtet.
- Hofmann, A.: Svensk Kemisk Tidskrift **72**, 12 (1960)
- Hofmann, A.: Planta Medica **9**, 354 (1961)
- Hofmann, A., und Cerletti, A.: Deutsche Med. Wschr. **86**, 885 (1961)
- Hofmann, A., Heim, R., Brack, A., Kobel, H., Frey, A., Ott, H., Petrzilka, Th., und Troxler, F.: Helv. Chim. Acta **42**, 1557 (1959)
- Hofmann, A., und Tschertter, H.: Experientia **16**, 414 (1960)
- Huxley, A.: „The Doors of Perception“, Chatto and Windus, London 1954.
- Johnson, J. B.: „The Elements of Mazatec Witchcraft“, Ethnol. Stud. **9** (1939) Gothenburg, Schweden
- Kluever, H.: „Mescal, the ‚Divine‘ Plant and its Psychological Effects“, London 1928
- La Barre, W.: Current Anthropology **1**, 45 (1960)
- Lewin, L.: Arch. exp. Path. Pharmacol. **24**, 401 (1888); *ibid.* **34**, 374 (1894); „Phantastica“, Berlin 1914
- MacDougall, Th.: Boletín del Centro de Investigaciones Antropológicas de México, **No. 6**, März (1960)
- Santesson, C. G.: Arch. Botanik **28 A**, No. 12 (1939)
- Schultes, R. E.: „The Identification of Teonanacatl“, Bot. Museum Leaflets, Harvard Univ. **7**, No. 3 (1939); „Teonanacatl, the Narcotic Mushroom of the Aztecs“, Amer. Anthropologist **42**, 429 (1940)
- Slotkin, J. S.: Trans. Am. Phil. Soc. **42**, 563 (1952)
- Spaeth, E.: Monatshefte Chemie **40**, 129 (1919)
- Taber, W. A., Vining, L. C., und Heacock, R. A.: Phytochemistry **2**, 65 (1963)
- Wasson, R. G.: Bot. Museum Leaflets (Harvard Univ.) **20**, 161 (1963)

Anschrift des Verf.: Dr. A. Hofmann, Sandoz AG, Basel (Schweiz)