

# LSD — Seine Erfindung und Stellung innerhalb der Psychodrogen

Albert Hofmann

LSD ist die Abkürzung für Lysergsäure-diäthylamid, eine halbsynthetische Verbindung, die im Rahmen von chemischen und pharmakologischen Untersuchungen der Alkaloide des Mutterkorns planmäßig hergestellt wurde. Seine außerordentlich hohe halluzinogene Wirksamkeit hingegen wurde durch Zufall entdeckt. Geplant war ein Kreislauf und Atmung stimulierender Stoff, der sich jedoch als Psychostimulans vom Typus der Halluzinogene erwies.

Im chemischen Bau zeigt LSD bedeutungsvolle Zusammenhänge mit den Wirkstoffen von mexikanischen Zauberdrogen, und wie diese, mit dem für die Reizübertragung in den Nerven wichtigen Hirnhormon Serotonin. LSD gehört nach chemischer Struktur und psychischer Wirkung zur Gruppe dieser sakralen mexikanischen Drogen.

LSD und die mit ihm verwandten Halluzinogene weisen in ihrer Wirkungsart grundsätzliche Unterschiede auf gegenüber den klassischen Rauschgiften vom Typus der Opiate. Während letztere schnell zu körperlicher und psychischer Abhängigkeit führen und dann beim chronischen Gebrauch körperlichen und seelischen Ruin der Persönlichkeit zur Folge haben, machen die Halluzinogene nicht süchtig, dafür liegt die Gefahr hier bei jedem einzelnen Versuch. Die Tiefe und Nichtvoraussehbarkeit der Art der Veränderungen im Erleben der Außen- und Innenwelt im LSD-Rausch können zu Verwirrheitszuständen bis zu psychotischen Zusammenbrüchen führen. Anstatt im Paradies, kann die Reise in der Hölle enden. Die tagtraumartigen Bewußtseinsveränderungen, die durch LSD erzeugt werden, machen diesen Wirkstoff zu einem wertvollen Hilfsmittel in der experimentellen Psychiatrie, bedingen aber andererseits seine Gefahr bei unvorsichtigem, unkontrolliertem Gebrauch.

## Die Entstehungsgeschichte von LSD

Es wird oft angegeben, LSD sei eine Zufallsentdeckung. Das ist in zweifacher Hinsicht nicht richtig. Entdeckt kann nur werden, was schon vorhanden ist. LSD war aber nicht vorhanden, bis es vom Schreibenden synthetisiert wurde. Man müßte also eher von einer Erfindung sprechen. Sodann wurde diese Substanz planmäßig im Rahmen einer systematischen Untersuchung hergestellt, sie entstand nicht zufällig. Der Zufall kam erst ins Spiel, als ich seine unerwartete, außergewöhnliche psychische Wirkung am eigenen Leib, oder richtiger gesagt, am eigenen Geist erfuhr.

Ich habe LSD erstmals im Jahr 1938 hergestellt im Rahmen von Untersuchungen über Mutterkornalkaloide in den pharmazeutisch-chemischen Forschungslaboratorien der Sandoz AG in Basel, deren Leiter damals Professor Arthur Stoll war. Ziel jener Untersuchungen war die Synthese von Abkömmlingen der Lysergsäure. Lysergsäure ist der Grundbaustein der Mutterkornalkaloide. Die Mutterkornalkaloide sind die charakteristischen Inhaltsstoffe des Mutterkorns, eines Produktes des Pilzes *Claviceps purpurea*, der auf Getreide, vor allem auf Roggen, aber auch auf Wildgräsern schmarotzt. Auf den vom Pilz befallenen Ähren entwickeln sich dunkle Zapfen, das Mutterkorn, das ein Dauermycel, die Überwinterungsform des Pilzes, darstellt.

Die Mutterkornalkaloide waren die Ursache von gefürchteten Vergiftungen, die im Mittelalter seuchenartig ganze Gebiete Europas heimsuchten, die als Brandseuche, St.-Antonius-Feuer und unter anderen Bezeichnungen bekannt waren. Im Laufe der Zeit hat sich das Mutterkorn von einem gefährlichen Gift in eine reiche Quelle von wertvollen Arzneimitteln gewandelt.

Eines der im Mutterkorn vorhandenen Alkaloide, das Ergobasin, im engli-

schen Sprachgebiet Ergometrin oder Ergonovin genannt, wirkt spezifisch auf die Gebärmutter, kontrahierend und blutstillend. Diese Wirkung des Mutterkorns war schon den Hebammen des Mittelalters bekannt, die das Mutterkorn als Wehenmittel verwendeten, daher wahrscheinlich sein Name. Außer dem in der Geburtshilfe zur Stillung der Nachgeburtsblutungen eingesetzten Ergobasin und seines halbsynthetischen Abkömmlings Methergin, sind aus den Mutterkornalkaloiden wertvolle Heilmittel hervorgegangen, die in der inneren Medizin und in der Geriatrie Anwendung finden.

In jenen Untersuchungen Ende der dreißiger Jahre gelang es, Ergobasin und Methergin halbsynthetisch, aus Lysergsäure, die aus dem Mutterkorn gewonnen wurde, durch Anfügung des entsprechenden Restes herzustellen. Ich wandte die für die Synthese von Ergobasin und Methergin entwickelte Methode auch an, um andere Lysergsäure-Abkömmlinge herzustellen, von denen eine andere Wirkung als die auf die Gebärmutter erwartet wurde. So stellte ich das Diäthylamid der Lysergsäure her in der Hoffnung, ein Kreislaufstimulans vom Typus des Coramins, welches das Diäthylamid der Nikotinsäure ist, zu erhalten. Das Lysergsäure-diäthylamid, das die abgekürzte Versuchspräparate-Bezeichnung LSD-25 erhielt, weil es die 25. Verbindung dieser Reihe von Lysergsäure-Derivaten war, erweckte bei der pharmakologischen Prüfung im Tierversuch kein besonderes Interesse; weitere Prüfungen wurden deshalb unterlassen.

Ich hatte von der pharmakologischen Untersuchung, allerdings nur gefühlsmäßig, mehr erwartet. Um die Verbindung einer erweiterten Prüfung zuzuführen, stellte ich 5 Jahre nach der ersten Synthese nochmals eine kleine Menge LSD-25 her. An jenem Nachmittag, an dem ich mit dieser Arbeit beschäftigt war, wurde ich durch ungewöhnliche Empfindungen gestört. Ich entnehme die Schilderung jenes

*Albert Hofmann stellte bereits 1938 zum ersten Mal LSD her. Die außergewöhnliche psychische Wirkung der*

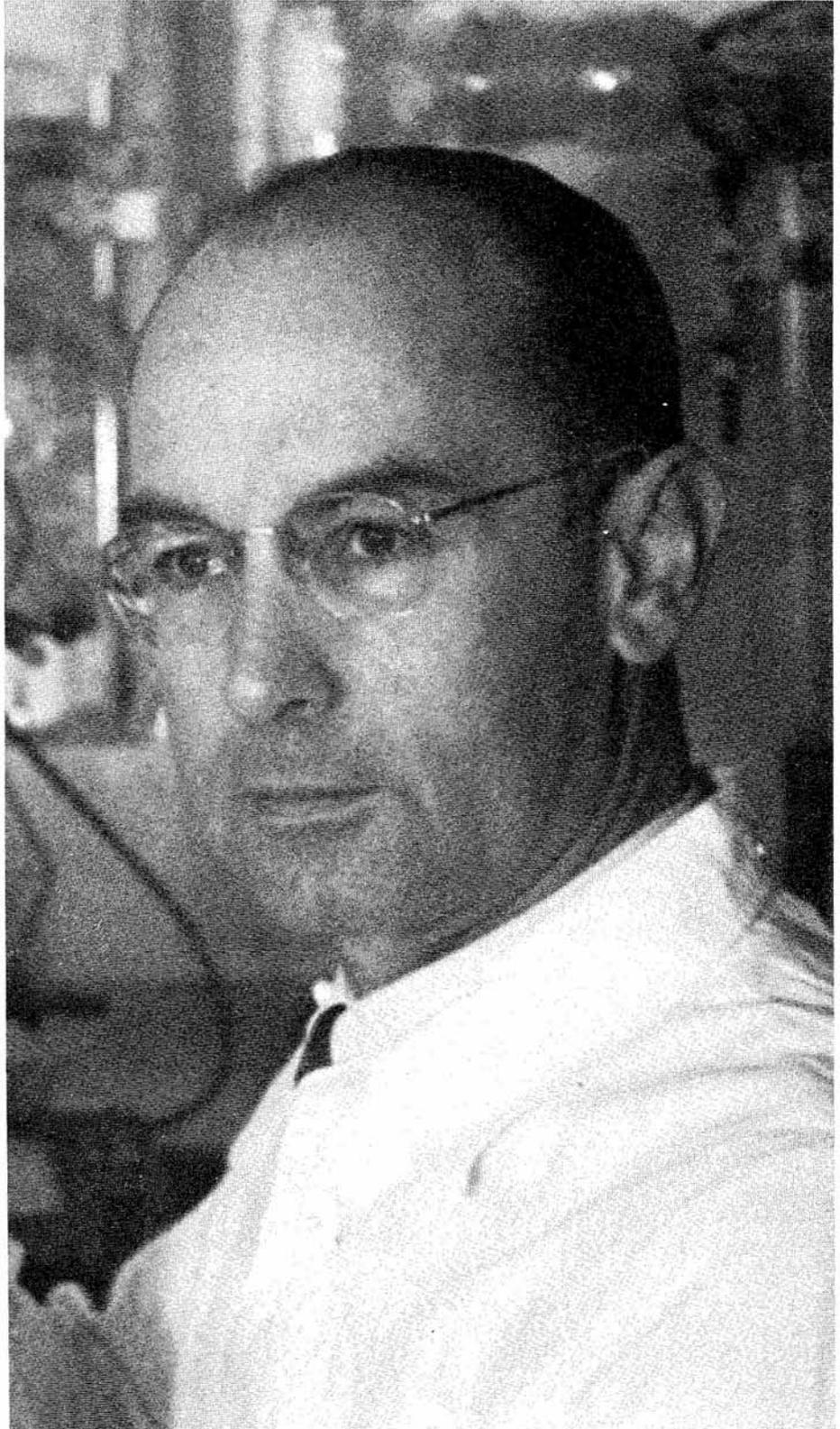
*Substanz entdeckte er jedoch erst fünf Jahre später — durch Zufall.*

Zwischenfalls dem Bericht, den ich damals an Professor Stoll sandte..

„Vergangenen Freitag, 16. April 1943, mußte ich mitten im Nachmittag meine Arbeit im Laboratorium unterbrechen und mich nach Hause begeben, da ich von einer merkwürdigen Unruhe, verbunden mit einem leichten Schwindelgefühl, befallen wurde. Zu Hause legte ich mich nieder und versank in einen nicht unangenehmen rauschartigen Zustand, der sich durch eine äußerst angeregte Phantasie kennzeichnete. Im Dämmerzustand bei geschlossenen Augen (das Tageslicht empfand ich als unangenehm grell) drangen ununterbrochen phantastische Bilder von außerordentlicher Plastizität und mit intensivem, kaleidoskopartigem Farbenspiel auf mich ein. Nach etwa zwei Stunden verflüchtigte sich dieser Zustand.“

Art und Verlauf dieser merkwürdigen Erscheinungen erweckten den Verdacht einer von außen erfolgten toxischen Einwirkung, und ich vermutete einen Zusammenhang mit der Substanz, mit der ich gerade gearbeitet hatte, dem Lysergsäure-diäthylamid.

Ich konnte mir zwar nicht recht vorstellen, wie ich etwas von diesem Stoff resorbiert haben könnte, da ich bei der bekannten Giftigkeit der Mutterkornsubstanzen an peinlich sauberes Arbeiten gewöhnt war. Aber vielleicht war doch ein wenig der LSD-Lösung beim Umkristallisieren an meine Fingerspitzen gelangt und eine Spur der Substanz durch die Haut resorbiert worden. Falls LSD die Ursache des geschilderten Zwischenfalls gewesen war, dann mußte es sich um eine schon in kleinsten Spuren wirksame Substanz handeln. Um der Sache auf den Grund zu gehen, entschloß ich mich zum Selbstversuch. Ich wollte vorsichtig sein und begann deshalb die geplante Versuchsreihe mit der kleinsten Menge, von der noch irgend ein feststellbarer Effekt erwartet werden konnte, nämlich mit 0,25mg (mg = Milligramm = Tausendstelgramm) LSD-Tartrat (Tartrat



= weinsaures Salz). Die Eintragung dieses Versuches im Laborjournal vom 19. April lautet wie folgt:

„Selbstversuche:

19. IV. 16.20 Uhr: 0,5cc. von 1/2 promilliger wässriger Tartrat-Lösung von Diäthylamid peroral = 0,25mg LSD-Tartrat. Mit ca. 10cc. Wasser verdünnt geschmacklos einzunehmen.

17.00 Uhr: Beginnender Schwindel, Angstgefühl. Sehstörungen, Lähmungen, Lachreiz.

Ergänzung am 21. IV.: Mit Velo nach Hause. Von 18 bis ca. 20 Uhr schwerste Krise (s. Spezialbericht).“

Soweit die Aufzeichnungen im Laborjournal. Die letzten Worte der Notiz vom 19. IV. konnte ich nur noch mit großer Mühe niederschreiben. Schon jetzt war es mir klar, daß LSD die Ursache des merkwürdigen Erlebnisses vom vergangenen Freitag gewesen war, denn die Veränderungen der Empfindungen und des Erlebens waren von gleicher Art wie damals, nur viel tiefergehend. Ich konnte nur noch mit größter Anstrengung verständlich sprechen und bat meine Laborantin, die über den Selbstversuch orientiert war, mich nach Hause zu begleiten. Schon auf dem Heimweg mit dem Fahrrad — ein Auto war im Augenblick nicht verfügbar; Autos waren während der Kriegszeit nur wenigen Privilegierten vorbehalten — nahm mein Zustand bedrohliche Formen an. Alles in meinem Gesichtsfeld schwankte und war verzerrt wie in einem gekrümmten Spiegel. Auch hatte ich das Gefühl, mit dem Fahrrad nicht vom Fleck zu kommen. Indessen sagte mir später meine Assistentin, wir seien sehr schnell gefahren. Schließlich doch noch heil zu Hause angelangt, war ich gerade noch fähig, meine Begleiterin zu bitten, unseren Hausarzt anzurufen und bei den Nachbarn nach Milch zu fragen. Meine Frau war an diesem Tag mit den Kindern zu ihren Eltern nach Luzern gefahren.

Trotz meines rauschartigen Verwirrheitszustandes konnte ich für kurze Augenblicke klar und zweckgerichtet denken — Milch als unspezifisches Entgiftungsmittel.

Schwindel und Ohnmachtsgefühl waren zeitweise so stark, daß ich mich nicht mehr aufrecht halten konnte und mich auf ein Sofa hinlegen mußte. Meine Umgebung hatte sich nun in beängstigender Weise verwandelt. Alles im Raum drehte sich, und die vertrauten Gegenstände und Möbelstücke nahmen groteske, meist bedrohliche Formen an. Sie waren in dauernder Bewegung, wie belebt, von innerer Unruhe erfüllt. Die Nachbarsfrau, die mir Milch brachte, war nicht mehr Frau R., sondern eine bössartige, heimtückische Hexe mit einer farbigen Fratze. Aber schlimmer als diese Verwandlungen der Außenwelt waren die Veränderungen, die ich in mir selbst, an meinem inneren Wesen, verspürte. Alle Anstrengungen meines Willens, den Zerfall der äußeren Welt und die Auflösung meines Ichs aufzuhalten, schienen vergeblich. Ein Dämon war in mich eingedrungen und hatte von meinem Körper, von meinen Sinnen und von meiner Seele Besitz ergriffen. Ich sprang auf und schrie, um mich von ihm zu befreien, sank dann aber wieder machtlos auf das Sofa. Die Substanz, mit der ich hatte experimentieren wollen, hatte mich besiegt. Sie war der Dämon, der höhnisch über meinen Willen triumphierte. Eine furchtbare Angst, wahnsinnig geworden zu sein, packte mich. Ich war in eine andere Welt geraten, in andere Räume, mit anderer Zeit. Mein Körper schien mir gefühllos, leblos, fremd. Lag ich im Sterben? War das der Übergang? Zeitweise glaubte ich außerhalb meines Körpers zu sein und erkannte dann klar, wie ein außenstehender Beobachter, die ganze Tragik meiner Lage und die Ironie, die darin lag, daß eben dieses Lysergsäure-diäthylamid, das ich in die Welt gesetzt hatte, mich nun zwingen wollte, sie vorzeitig zu verlassen.

Der Höhepunkt meines verzweifelten

Zustandes war bereits überschritten, als der Arzt eintraf. Nachdem ich ihn auf meinen vermeintlich tödlich bedrohten körperlichen Zustand hinzuweisen versucht hatte, schüttelte er ratlos den Kopf, da er außer extrem weiten Pupillen keinerlei abnorme Symptome feststellen konnte. Puls, Blutdruck und Atmung waren normal. Er verabfolgte daher keinerlei Medikamente.

Langsam kam ich nun wieder aus einer unheimlich fremdartigen Welt zurück in die vertraute Alltagswirklichkeit. Der Schrecken wich und machte einem Gefühl des Glücks und der Dankbarkeit Platz. Jetzt begann ich allmählich, das unerhörte Farben- und Formenspiel zu genießen, das hinter meinen geschlossenen Augen andauerte. Kaleidoskopartig sich verändernd, drangen bunte, phantastische Gebilde auf mich ein, in Kreisen und Spiralen sich öffnend und wieder schließend, in Farbfontänen zersprühend, sich neu ordnend und kreuzend, in ständigem Fluß. Besonders merkwürdig war, wie alle akustischen Wahrnehmungen, etwa das Geräusch einer Türklinke oder eines vorbeifahrenden Autos, sich in optische Empfindungen verwandelten. Jeder Laut erzeugte ein in Form und Farbe entsprechendes, lebendig wechselndes Bild.

Gegen Mitternacht schlief ich erschöpft ein und erwachte am nächsten Morgen erfrischt mit klarem Kopf, wenn auch körperlich noch etwas müde.

Das war der erste geplante LSD-Versuch, der einen dramatischen Verlauf nahm, weil ich durch die Fremdartigkeit des Erlebens, auf das ich nicht vorbereitet war, erschreckt wurde und nicht wissen konnte, ob ich jemals wieder in den normalen Bewußtseinszustand zurückkehren würde.

Mit dem LSD war ein halluzinogener Wirkstoff von bis dahin kaum möglich gehaltener Potenz gefunden worden. Wie anschließende Versuche ergaben,

Handschriftliche Notizen Albert Hofmanns zu seinen LSD-Untersuchungen.

85

Absorptionsanalyse mit  $Al_2O_3$  ( $\mu$ ),  $CH_2Cl_2$ .

a) Vorversuch: 0,3 g (12) in  $CH_2Cl_2$  auf Säule  $Al_2O_3$  ( $\mu$ ) 2 cm  $\varnothing$ , 20 cm l.

3: (mit d. d. d. d. d.) 60 mg in wenig  $CH_2Cl_2$  gelöst, + ca. 2x  $\mu$ , ambla Reiben nach abfiltriert, auf trocken Kieselaktion: (3) mg [ $\sigma$ ] = + 210°/1g. aus  $CH_2Cl_2$ , worin messig Krist. in prächigen Plaken u. Prismen =  $\alpha$ -Lyserg-dialdehydamid F. 180°

2: 155 mg [ $\sigma$ ] = + 50°/1g. aus  $CH_2Cl_2$  +  $\alpha$ -T. Krist. =  $\alpha$ -Lyserg-dialdehydamid zusammen mit N. (10) + 30° nachweis auf gleiche Weise chromatographiert (s. unten)

1: nur 15 mg braunes Öl

10 mg ' ' '.

beträgt die mittelstarke Dosis mündlich verabreicht 0,03 bis 0,05 mg LSD, das heißt, daß 1 Gramm dieser Substanz ausreicht, um 20000 Personen in einen mehrstündigen halluzinogenen Rauschzustand zu versetzen. Trotz meiner Vorsicht hatte ich für meinen ersten LSD-Versuch eine Menge gewählt, die 5mal größer war als die mittlere wirksame Dosis.

#### Die Verwandtschaft von LSD mit den mexikanischen Zauberdrogen

LSD war neuartig, was seine außergewöhnlich hohe Aktivität betrifft, jedoch nicht, was seinen halluzinogenen Wirkungscharakter anbelangt. Die erste chemisch reine halluzinogene Substanz war das Alkaloid Meskalin. Meskalin ist das wirksame Prinzip des mexikanischen Zauberkaktus Peyotl (*Lophophora williamsii*), das bereits um die Jahrhundertwende vom Berliner Pharmakologen und Toxikologen Louis Lewin untersucht wurde. Die wirksame Dosis von Meskalin beträgt 0,2 bis 0,5g; LSD ist somit 5000- bis 10000mal wirksamer als Meskalin.

Die außerordentlich hohe und spezifische psychische Wirksamkeit von LSD war der Grund, warum mit seiner Herstellung im Jahr 1943 die Halluzinogenforschung einen neuen Impuls erhielt.

Die Untersuchungen mit LSD fanden eine interessante Fortsetzung in der Erforschung von weiteren mexikanischen Zauberpflanzen Ende der 50er bis anfangs der 60er Jahre in meinem Laboratorium in der pharmazeutisch-chemischen Abteilung der Sandoz AG. Es gelang uns, aus dem heiligen Pilz *Teonanacatl*, der seit alten Zeiten von den Azteken als magische Droge gebraucht wurde, aber auch heute noch von Indianern in den südlichen Bergen Mexikos im Rahmen von religiösen Zeremonien und magisch bestimmten Heilpraktiken verwendet wird, die wirksamen Prinzipien zu isolieren, ihre Struktur aufzuklären und schließlich zu synthetisieren. Unter den Begriff *Teonanacatl* fallen verschiedene Pilze, von denen die meisten der Gattung *Psilocybe* angehören. Wir haben daher die zwei daraus isolierten halluzinogenen Alkaloide

Psilocybin und Psilocin genannt. Wie LSD gehören diese beiden Alkaloide zur Gruppe der Indol-Tryptamin-Derivate (Hofmann et al. 1959).

In einer anderen Zauberdroge, die schon in den altindianischen Kulturen Mittelamerikas eine wichtige Rolle spielte und auch heute noch von Zapoteken, Mazateken und anderen Stämmen verwendet wird, und die von den Azteken *Ollouqui* genannt wurde (botanisch: Samen von *Rivea corymbosa* und von *Ipomoea violacea* aus der Familie der Windengewächse (*Convolvulaceae*)), fanden wir als wirksame Prinzipien Lysergsäure-Abkömmlinge, und zwar Lysergsäureamid und Lysergsäure-hydroxyäthylamid als Hauptwirkstoffe. Wie auch der Nicht-Chemiker aus der Bezeichnung ersieht, handelt es sich um sehr nahe Verwandte des Lysergsäure-Diäthylamids, von LSD. LSD gehört also — sowohl was seine chemische Struktur als auch den Wirkungscharakter betrifft —, zur Gruppe der sakralen mexikanischen Drogen (Hofmann/Tscherter 1960; Hofmann 1961).

Im Rahmen von chemischen Untersuchungen der Alkaloide des Mutterkorns wurde das LSD entwickelt. Die dunklen Mutterkorn-Zapfen sind die

Überwintungsform einer Pilzkrankheit, die Getreide, vor allem Roggen, befallen kann. Im Mittelalter waren Mutterkornalkaloide zwar Ursachen

von seuchenartigen Vergiftungen, sie scheinen aber auch bereits als wertvolles Heilmittel bei der Geburtshilfe bekannt gewesen zu sein.

### LSD in der biologischen Forschung

Die Fähigkeit, psychische und geistige Funktionen tiefgehend zu beeinflussen, machen aus dem LSD ein wertvolles Werkzeug in der biologischen Forschung. Besonders in der Neurologie, beim Studium der Reizübertragung in den Nerven können mit Hilfe von LSD neue Erkenntnisse gewonnen werden. Radioaktiv markiertes LSD wurde benutzt, um seine Verteilung im Organismus zu ermitteln. Dabei wurde festgestellt, daß es in bestimmten Zentren des Zwischenhirns, die bei der Regulierung des Gefühlslebens eine Rolle spielen, angereichert wird. Solche Befunde geben Hinweise auf die Lokalisation bestimmter psychischer Funktionen im Gehirn.

Bedeutungsvoll ist die Verwandtschaft im chemischen Bau zwischen LSD und dem Neurohormon Serotonin, das bei der Reizübertragung in gewissen Nerven und damit am Biochemismus psychischer Funktionen beteiligt ist. Beide Stoffe, wie auch die Halluzinogene von *Teonanacatl* und *Ololiuqui*, sind Tryptamin-Derivate und damit biogenetisch mit der Aminosäure Tryptophan verknüpft. Man darf annehmen, daß die strukturelle Verwandtschaft der Halluzinogene mit dem Hirnhormon Serotonin ihr Eingreifen in den Biochemismus, der den psychischen Vorgängen zugrunde liegt, ermöglicht, was die halluzinogene Wirksamkeit erklären könnte.

### LSD als Psychopharmakon

Im LSD-Rausch erfährt das alltägliche Weltbild eine tiefgehende Umwandlung und Erschütterung. Damit verbunden kann eine Lockerung oder gar Aufhebung der Ich-Du-Schranke sein. Beides kann Patienten, die in einem Ich-bezogenen Problemkreis festgefahren sind, helfen, sich aus ihrer Fixation und Isolierung zu lösen, damit auch besseren Kontakt zum Arzt zu finden und psychotherapeutischer Beeinflussung gegenüber aufgeschlossener zu sein.



Ein weiteres bedeutendes, psychotherapeutisch wertvolles Merkmal des LSD-Rausches besteht darin, daß in ihm oft vergessene oder verdrängte Erlebnisinhalte wieder ins Bewußtsein treten. Falls es sich dabei um die in der Psychoanalyse gesuchten traumatischen Geschehnisse handelt, werden diese damit der psychotherapeutischen Behandlung zugänglich. Die Funktion von LSD in der Psychiatrie ist also genau entgegengesetzt der von Tranquilizern. Während diese dazu dienen, Probleme im Bewußtsein abzuschwächen oder gar zuzudecken, hilft LSD Probleme des Patienten aufzudecken. LSD ist kein eigentliches Heilmittel, sondern ein medikamentöses Hilfsmittel, das die Heilung durch den Therapeuten unterstützen kann.

#### LSD als Rauschdroge

Im LSD-Rausch verschwinden die Grenzen zwischen dem erlebenden Ich und der Außenwelt mehr oder weniger. Das kann als beglückendes, ja beseligendes Einheitserlebnis empfunden werden, oder aber als dämonische, mit dem Verlust des vertrauten Ich einhergehende, Entsetzen einflößende Wandlung. Ob die Reise ins Paradies oder in die Hölle führt, kann nicht vorausgesehen werden. Darin liegt die eigentliche Gefahr des LSD. Die mit einem Höllen-Trip verbundenen Verwirrheitszustände können sich bis zu psychotischen Zusammenbrüchen steigern oder zu schweren Zwischenfällen, tödlichen Unfällen oder gar Selbstmord führen. LSD ist denkbar ungeeignet als Mittel, seinen Problemen im Rausch zu entfliehen; es verstärkt im Gegenteil die Konfrontation mit denselben. Die Verwechslung von LSD mit einem Lust und Euphorie verschaffenden Rauschmittel und der damit verbundene leichtsinnige, unvorsichtige Gebrauch haben zu den erwähnten tragischen Zwischenfällen geführt und dem LSD den Ruf einer Satansdroge eingebracht.

und keinerlei körperliche Schäden hervorruft; ferner daß es keine Sucht erzeugt. Beides stimmt, trotzdem ist LSD eine äußerst gefährliche Droge, wegen der Nichtvoraussehbarkeit jedes einzelnen Versuches. Darin besteht der grundlegende Unterschied gegenüber den Rauschgiften vom Typus der Opiate und anderen suchterzeugenden Drogen, bei denen nicht der einmalige Gebrauch gefährlich ist, sondern der chronische Konsum, der zum körperlichen und seelischen Ruin der Persönlichkeit führt.

LSD-Enthusiasten weisen darauf hin, daß LSD verhältnismäßig ungiftig ist