

Aus dem Staatl. Zentralen Neurologisch-Psychiatrischen Institut in Budapest
(Frau Dr. M. Gimes)

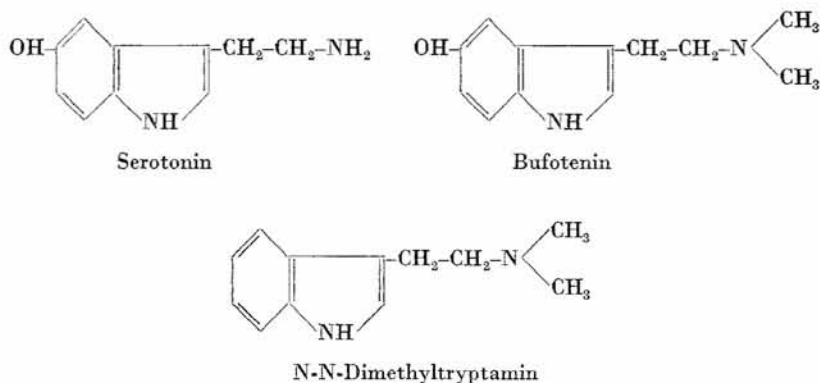
Dimethyltryptamin: ein neues Psychoticum

Von A. SAI-HALÁSZ, G. BRUNECKER und ST. SZÁRA

Einleitung

Die obere Stufe des Entwicklungsprozesses der Fachwissenschaften, die sogenannte experimentelle Stufe, beginnt die Psychiatrie fast als letzte der medizinischen Fächer nur neuerdings zu erreichen. Den wirklichen Anfang bedeutet *Beringers* Monographie über Meskalin [1927], mit welcher zu gleicher Zeit die Haschisch-Beobachtungen von *Fränkel* und *Joel* erschienen. Den zweiten großen Fortschritt auf diesem Gebiet bildete die Entdeckung der Lysergsäurediäthylamid (LSD 25) durch *Stoll* und *Hoffmann* [1943]. Der erste ausführliche Bericht *Stolls* [1947] bedeutete den Anfang einer großen Anzahl von Publikationen. Das Ziel dieses Artikels ist die Bekanntgabe eines neuen Psychotikums bzw. dessen Wirkung auf normale Personen.

Die Bewohner Haitis benutzten schon seit Jahrhunderten bei religiösen Festen ein narkotisch wirkendes Schnupfpulver, das «Cohoba» genannt wurde. Mit Hilfe dieses Mittels konnten sie angeblich mit ihren «helfenden Geistern» in Verbindung treten, sogar auch von diesen Ratschlägen erhalten. Das «Cohoba» wurde aus der Frucht der *Piptadenia Peregrina* gewonnen und enthielt unter anderen Alkaloiden auch verhältnismäßig große Mengen Bufotenin und N-N-Dimethyltryptamin (DMT), wie dies auch von *Stromberg* und *Fish* et al. bewiesen wurde. Bufotenin und DMT sind beide Indolamine und in naher Verwandtschaft mit dem biologisch höchst aktiven Serotonin:



Bufotenin ist daher ein N-Dimethyl-Derivat des Serotonins, beim DMT fehlt jedoch vorigem gegenüber eine 5-OH-Wurzel. Das Bufotenin isolierte *Handovski* aus der Haut von Kröten [1920], *Wieland* hat es synthetisch hergestellt. *Raymond Hamet* gab Hunden intravenös Bufotenin und stellte vorübergehende Blutdrucksteigerung, Apnoe, später Tachypnoe fest. *Evarts*, Affen intravenös größere Dosen Bufotenin und LSD-25 verabreichend, stellte bei jenen eine beinahe identische Wirkung der zwei Chemikalien fest: vorübergehende Erblindung, Ataxie und ein Zahnwerden. Er erklärte dies alles durch eine Hemmung der sensiblen Reizübertragung. *Evarts* nahm die Wirkung des Bufotenins und LSD-25 als Analog des Serotonins an.

Nach *Fabing* ist Bufotenin ein in der Natur weitverbreitet vorkommendes halluzinogenes Indolderivat, dessen eine Hauptquelle die sogenannten Amanita-Pilzarten bilden. *Fabing* experimentierte an jungen, intelligenten Verurteilten: er injizierte intravenös während 3 Minuten Bufotenin. Es traten Erröten, Gesichtsperspiration und Kribbelgefühl im ganzen Körper sowie Oppression in der Brust auf. Die Versuchspersonen sahen einige Minuten lang purpurne Flecke, die Störung der Raumwahrnehmung und Konzentration, daneben Depersonalisationsgefühl und psychomotorische Unruhe dauerten fort. Bei größeren Dosen war Erbrechen, Nystagmus und Mydriasis zu beobachten, deshalb hielt *Fabing* das Mittelhirn zum Teil als Angriffspunkt des Bufotenins. Die kardiovaskuläre Wirkung des Mittels war verhältnismäßig gering. Die Versuchspersonen berichteten während 6 Stunden nach der Injektion über angenehmes Relaxationsgefühl.

Material und Methode

Unseres Wissens nach wurde die Wirkung des DMT am Menschen zuerst durch uns geprüft. Das DMT wurde von uns selbst synthetisiert nach der von *Speeter* und *Anthony* angegebenen Methode. Die salzsäurige Lösung wurde als Injektion angewandt: die wirksame Dose war 0,7–1,0 mg/kg intramuskulär, meistens gebrauchten wir 0,8 mg/kg.

DMT wurde an 30 normalen Personen, meistens Ärzten, geprüft (17 Männer, 13 Frauen; Alter zwischen 20 und 42 Jahren). Jede Versuchsperson wurde vorerst somatisch untersucht, und nur jene erhielten DMT, die vollkommen gesund waren und keine stärkere vegetative Labilität zeigten. Auf den Blutdruck wurde sehr geachtet, da das DMT leicht starke Hypertonie erzeugen kann. 16 Versuchspersonen wurden vor und während des Versuches mit *Rorschach* untersucht. (Auf dessen Ergebnisse gehen wir hier nicht ein, da einer von uns¹ auf dem III. Internationalen Rorschachkongreß in Rom 1956 über diese berichtete.) Während dem Versuch wurden parallel zwei Protokolle aufgenommen und die Versuchspersonen aufgefordert, nach 2–3 Tagen die subjektiven Erlebnisse aufzuzeichnen; die Protokolle wurden dann durch diese Aufzeichnungen ergänzt. In 5 Fällen wurde während des Experimentes EEG durchgeführt. (Bisher noch nicht veröffentlicht.)

Ergebnisse

Schon nach 3–5 Minuten nach der Injizierung fängt das DMT zu wirken an, und innerhalb einer Stunde läuft die ganze experimentelle Psychose ab. Die Wirkung ist plötzlich und intensiv, mehrere Versuchspersonen berichten anfangs von einem weltuntergangsähnlichen Erlebnis mit starker Todesangst. In einigen Fällen war jedoch die Angst nicht so ausgeprägt, und die äußerst intensiven Illusionen und Halluzinationen fesselten die Aufmerksamkeit. Die Angstperioden wechselten mit solchen starker Euphorie ab. Während des ganzen Versuches war das wellenartige Auftreten bzw. die Intensitätsschwankung der gesamten pathologischen Phänomene sehr charakteristisch. Wahrnehmungsstörungen bzw. solche des Körperschemas, Depersonalisationserscheinungen, extrapyramidale Hyperkinesien, objektive Reflex- und Sensibilitätsstörungen färbten oft das Bild. Natürlich waren bei den Versuchen auch die kultu-

¹ A. S.-H.

rellen und Persönlichkeitsunterschiede bemerkbar. Bevor wir die einzelnen Symptome näher betrachten, geben wir hier einige typische Protokolle wörtlich wieder:

Dr. J.N., Arzt, 28 Jahre. 10. 5. 1956. 50 mg DMT i.m. P.: 78/Min., RR 130/100 Hgmm.

- 3' Starker Schwindel und Kribbeln im ganzen Körper; hauptsächlich sind die Lippen gefühllos-eingeschlafen.
- 4' «Alles ist glänzender, die ganze Welt ist bedeutend heller.»
- 5' «Als ob meine Stimme aus einer tieferen Kehle käme. Das Zimmer ist gespensterhaft. Mir schwindelt. Ich amüsiere mich darüber, wie Ihr mich belauert.»
- 6' «Ach, wie herrlich sind die Farben!» Er lacht und spricht andauernd. (Zwangslachen, Logorrhoea.)
- 7' Maximal erweiterte Pupillen. RR: 160/120 Hgmm, P: 88/Min. Rhythmische Bewegung des linken Fußes.
- 8' «Ach, neue Welle! Die Bilder kommen in solchen Mengen, daß ich gar nicht weiß, was ich mit ihnen anfangen soll! Zuvor waren sie noch angenehm, doch jetzt ist es schon zu viel!»
- 9' Er lacht wiederum auf. «Alles ist so komisch. Die Farben leuchten ganz fantastisch. Die Gesichter sind auch ganz anders. Warum beobachtet Ihr mich so verdächtig?»
- 10' «Ich sehe eine Farbenorgie, doch in mehreren Schichten nacheinander. Die Welt bewegt sich immer mehr.»
- 11' Er schmunzelt, spricht inkohärent, bewegt sich viel und gestikuliert lebhaft. RR: 165/120 Hgmm. P: 88/Min. Er klagt über Dyspnoe.
- 12' «Ich fühle in meinem Bauch Leere und trotzdem Fülle, dorthin hat sich alles Schlechte verzogen.»
- 13' «Hoffentlich kommt es nicht wieder.»
- 14' «Man sieht seltsame Sachen, und trotzdem ist alles schnell vorüber, so wie auf der Wellenbahn.»
- 15' «Die Wand bewegt sich auch, märchenfilmhaft. Ich fühle mich ganz so, als ob ich geflogen wäre.» RR: 155/120 Hgmm. P: 88/Min.
- 16' Assoziationen aufgelockert, sucht nach Ausdrücken. Keine Dyspnoe.
- 17' «Das Zimmer beginnt seine normale Form wieder zurückzugewinnen! Nein, doch nicht...»
- 18' Er setzt sich auf und sieht zum Fenster hinaus. «Nur wenn ich hinausschaue, fühle ich, daß ich auf der Erde bin. Mir ist, als ob wir bis jetzt geflogen wären!»
- 19' «Ich habe das Gefühl, daß dies über allem ist, über der Erde. Es ist beruhigend, zu wissen, daß ich wieder auf der Erde bin.»
- 20' Pupillen noch maximal erweitert. RR: 145/110 Hgmm, P: 84/Min. Bewegt sich andauernd, gestikuliert viel. Sprache ist öfters inkohärent, kaum verfolgbar.
- 22' «Ich habe inneres Zittern, meine Gefühle kann ich nicht gut ausdrücken. Ich fühle mich so, als ob ich betrunken wäre.»
- 24' Er zittert. «Dieses Zittern ist gar nicht so unangenehm, es bedeutet, daß die Reise zu Ende ist, aber alles ist noch nicht vorüber.»
- 26' Rhythmische Zuckungen des linken Fußes. «Jeder Anwesende hat gleichmäßig gelbe Zähne.»

- 28' «Alles hat einen überirdischen Stich und ist doch so real. Schade, daß alles in einem geschlossenen Zimmer geschieht. Mir scheint, daß ich zusammen mit dem Zimmer fliege. Erlebnis der Reise...»
- 30' Pupillen mäßig erweitert. RR: 140/100 Hgmm, P: 80/Min. «Jetzt habe ich schon das Gefühl, daß alles vorbei ist.»
- 32' Zündet sich eine Zigarette an. Die Zigarette sieht er größer und umfangreicher. «Ich habe das Gefühl, als ob ich lande. Die gehobene Stimmung läßt nach.»
- 34' Assoziationen noch immer gelockert. Hört in der Mitte angefangener Sätze auf, vergißt was er sagen wollte, spricht über anderes.
- 36' «Alles scheint gelb zu sein, hauptsächlich die Schatten. Ich weiß, daß dieser Zustand aufhört, und doch fürchte ich mich, daß er weiterbesteht.»
- 38' «Ich bin so nervös, als ob ich fiebrig wäre. Es ist beruhigend, daß ich dauernd bei Bewußtsein war.»
- 40' Klagt über Müdigkeit. «Alles ist vorüber, nur meine Gedanken schwirren durcheinander.»
- 45' «Alles ist grau und farblos. Die Welt ist jetzt ganz öde.»
- 50' Außer leichter Müdigkeit beschwerdefrei. Assoziation schon normal. «Ich hatte stets das Gefühl, daß sich nur die Außenwelt und nicht ich selbst mich verwandelte.»

Dr. Z. J., Arzt, 30 Jahre. 1. 6. 1956. 60 mg DMT i.m. P: 72/Min., RR: 110/70 Hgmm (linkshändig).

- 5' Er fühlt sich ein wenig schwach. «Kollapsartiges Gefühl.»
- 6' Ausgesprochenes Schwindelgefühl.
- 7' RR: 130/90 Hgmm, P: 84/Min. Pupillen etwas erweitert.
- 8' Schwache Dyspnoe. «Das ganze ist eher angenehm.»
- 9' «Die Farben sind unverändert. Mir schwindelt sehr. Leider geht es mir auch so mit dem Alkohol: mir schwindelt, ohne daß ich mich wohl fühle.»
- 10' «Ich habe einen beklemmenden Druck auf der Brust, aber es kommt mir vor, daß ich auch ohne Luft existieren könne.»
- 11' «Das silberne Muster der rechten Wand des Zimmers ist ganz reliefartig. Das Beklemmungsgefühl nimmt ab.»
- 12' RR: 135/80, P: 88/Min. Rechter Patellarreflex verstärkt, rechtsseitig *Babinski*-Tendenz.
- 13' «Die Gesichter haben sich verändert, sind ganz mephistoähnlich geworden.»
- 14' «Überall dominiert die silberne Farbe! Die Gesichter sind auch aus Silber und teuflisch. Die silberne Farbe ist schön, nur ein wenig furchterregend.»
- 15' «Der eine Gummischlauch des Blutdruck-Meßapparates ist violett, der andere silbern.» (In Wirklichkeit schwarz.)
- 16' «Die Gesichter sind asymmetrisch wie im Kino. Alles verändert sich im Raum, auch die Gesichter und Gegenstände.»
- 17' RR 130/85 Hgmm, P: 88/Min. Reflexdifferenz der unteren Extremitäten ist auch weiterhin vorhanden.
- 18' «Ihr schwebt alle im Raum. Bis jetzt habe ich noch nicht die Räumlichkeit der Dinge bemerkt. Die Anschauung des Menschen verändert sich vollkommen.»
- 19' «Vor ungefähr einer halben Stunde konnte ich die Injektion bekommen haben. Mir kommt es vor, als ob diese Minuten viel reicher wären, deshalb erscheinen sie mir länger.»

- 20' «Mein Übelsein verstärkt sich wieder, ich fühle mich sehr schwach. Mir ist, als ob ich keinen Atemreflex hätte; wenn ich nicht daran denke, würde ich zu atmen vergessen.»
- 21' «Alles ist statuenhaft. Die Gesichter sind teuflisch.»
- 22' RR: 130/80 Hgmm, P: 84/Min. Pupillen mäßig erweitert.
- 23' «Mir fallen solche Details auf, die ich bis jetzt noch nicht bemerkt habe.»
- 24' «Ich fühle mich vollkommen gewichtslos, gar nicht, als ob ich 75 kg wiege.»
- 25' «Es ist merkwürdig, daß mir meine Hände vollkommen fremd sind, als ob sie gar nicht mir gehörten.»
- 26' «Ich kann die Räumlichkeit der Dinge besser beobachten; ich glaube, die Künstler sehen sie immer so. Wenn es so bliebe, würde ich Maler werden.»
- 27' RR: 130/85 Hgmm, P: 80/Min. Rechtsseitige *Babinski*-Tendenz besteht weiter.
- 28' «Die Gegenstände haben gar kein Gewicht. Ich glaube, ich könnte viel größere Gewichte heben als zuvor.»
- 29' «Die Gesichter sind noch immer statuenhaft.»
- 30' Er verlangt schwere Gegenstände und versucht, sie aufzuheben. «Die haben alle kein Gewicht.»
- 31' Er hört Musik mit geschlossenen Augen und lächelt.
- 32' RR 125/85 Hgmm, P: 80/Min. Keine Reflexdifferenz. Pupillen mäßig erweitert.
- 33' «Die Musik ist schön und fesselnd. Als ich diese (Abendsternarie aus Tannhäuser) letztes Mal hörte, schwebte die Musik über mir, ich war jedoch auf der Erde. Jetzt schwebe ich zusammen mit der Musik.»
- 34' «Die Nebengeräusche stören mich sehr, schade, daß es Grammophonmusik ist.»
- 35' «Alles wird schon natürlicher. Das ganze ist sehr angenehm.»
- 37' RR: 125/75 Hgmm, P: 76/Min. Pupillen mäßig erweitert.
- 40' «Ich fühle mich schon halbwegs in Ordnung. Meine Hand gehört wieder mir.»
- 45' RR: 120/70 Hgmm, P: 80/Min.
- 50' «Ich bin ein wenig müde, sonst ist alles vorüber. Das Gewicht der Gegenstände kam auch zurück. Es war merkwürdig, daß sich am Anfang Angenehmes und Unangenehmes vermischte, in der zweiten Hälfte jedoch war alles schön und gut.»

Von den retrospektiven Erinnerungen ist folgende ihres lyrischen und subjektiven Charakters halber von Interesse:

Dr. E.Ch., Ärztin, 27 Jahre. 50 mg DMT i.m., 27. 8. 1956.

Teils fürchte ich mich, teils bin ich sehr gespannt, was eigentlich auf mich wartet. Mein Selbstbewußtsein möchte ich gern durchwegs behalten. Was werde ich wohl erfahren? Mit 16 Jahren hätte ich gerne Gott gesichtet – wird das jetzt kommen? Oder wird sich eine andere Zeit meiner Vergangenheit verlebendigen?

«Guten Tag, Ihr Versuchskaninchen ist angekommen», begrüßte ich die zwei jungen Männer.

«Ich messe Ihren Blutdruck, dann gehen wir ins andere Zimmer hinüber. Der Blutdruck 120/90. Sie fürchtet sich gar nicht», sagt der eine. Ich fühle einen Stich, jetzt gibt es schon kein Zurück mehr. «Sehen Sie sich gut im Zimmer um», höre ich, «sehen Sie auch aus dem Fenster.» Flüchtig schaue ich auf den Schreibtisch, die Stühle und die monotone Wand. Alles ist kahl. Ich schaue durch das eisenvergitterte Fenster und sehe die großen alten Bäume. Ich sehe den dämmerigen Himmel, und auf einmal fing es an...

Mir schwindelt entsetzlich, es trommelt in meinen Ohren, mit meiner rechten Hand greife ich zum Hals, da ich dort einen ziehenden Schmerz fühle. Mir schwindelt. – In diesem Augenblick bedauere ich, mich in dieses Experiment eingelassen zu haben. Ich sehe auf meine Uhr, es sind noch kaum einige Minuten vergangen. Großer Gott, wann wird dieser Versuch ein Ende nehmen?

Der Kopf des einen Kollegen zieht sich in die Länge, er bekommt Schlitzaugen. Das Gesicht des anderen wird flacher und vierkantiger. Dieses eigenartige Licht, als ob der Schein einer Quarzlampe dämmere. Meine Hand ist ganz zyanotisch. Ist sie wirklich so? Ich höre Sausen. Ich bin irgendwohin unterwegs, aber wohin?

«Blutdruck 160», höre ich, «Puls 100.»

Das ist jetzt der Tod. Wie einfach alles ist.

Das Sausen hat aufgehört, ich bin angekommen. Vor mir zwei stille, sonnenbeschienene Götzen. Freundlich nickend beobachten sie mich. Ich glaube, sie begrüßen mich in dieser neuen Welt. Es herrscht dumpfe Stille, wie in der Wüste. Ich wage nicht, sie anzusprechen. Das ist doch Ägypten, diese die Söhne der Sonne, und ich bin endlich zu Hause. Zu Hause in jener wirklichen und schönen Welt, wo hinter den zwei Götzen sich heitere Menschen zwischen den hohen, gelben Säulen und Statuen bewegen. Wie vornehm und einfach sie sind. Ihre sonnengebräunten Gesichter sind verklärt, ihre Bewegungen frei und graziös. Weiter drinnen singen die Priester mit brausenden Stimmen. Der eine Götze – nur seine Augen leben – spricht mich an:

«Geht es Ihnen besser?»

«Es wird mir sehr gefallen, wenn das Übelsein, welches der hohe Blutdruck verursacht, aufhört», antworte ich.

Ich sehe mir meine Hand an, ein von mir ganz unabhängiges, selbständiges Wesen und dazu sehr schön. Die Form ist so wie zuvor, doch als ob sie mit einem goldbraunen Staub gepudert wäre. Und die Nägel sind rosa Muscheln.

«Schließen Sie die Augen. Was sehen Sie?» Ich gehorche.

Aus der Dunkelheit sehe ich durch schwarze Eisengitter in den hellen Tempel. Grüner Rauch qualmt darin und der Gong tönt. China! Ich kann meine Augen nicht geschlossen halten, da mir schwindelt. Jetzt zeigt man mir die *Rorschach*-Tafeln. Ich kann mich so schwer darauf konzentrieren, es ist so langweilig. Jetzt erheben sich die hellen, metallschimmernden Wände, dann sinken sie wieder nieder. Es ist, als ob das Zimmer atme. Auf der ganzen Fläche kreisen vielfarbige – gelbe, hellgrüne, rosa und blaue – Fischeschuppen. Die glänzende Kugel der Lampe beugt sich kreisend näher. Ich sehe wiederum das Gitter, doch ist jetzt dahinter kein Rauch, sondern nur glatte runde grüne Steine.

Auf meinem linken Fuß kriecht etwas, doch sehe ich dort gar nichts. Alles bewegt sich und wogt. Im Fensterglas kreisen farbige Kränze und Fackeln mit ungeheurer Schnelligkeit. Ich möchte gerne erklären, was ich sehe, doch ...

An den Wänden sehe ich das zischende, weißgekrönte, wogende Meer. Einige Wellen erreichen mit gedämpftem Brausen den Strand.

«Debussy» – sage ich.

Ich bin ein ganz kleiner Punkt, wie eine Blüte auf dem Wasser von den Wellen geschaukelt. Doch ich weiß, daß mir kein Leid geschehen kann. «Pupillen sind verengt, Blutdruck sinkt», höre ich.

Jetzt ist es schon still, die Schuppen kreisen immer langsamer, endlich bleiben sie stehen und verschwinden. Nur die seltsame Beleuchtung währt fort. Das Weiß

ist noch auffallend weiß, alle Linien scharfe schwarze Konturen. Die Dimensionen sind sonderbar. Die ganze Welt ist furchterregend realistisch. Das ist die wahre Farbe und Form der Dinge. Gefährliches Spiel, es wäre so leicht, nicht zurück-zukehren. Ich bin mir dunkel bewußt, daß ich Arzt bin, das ist aber gar nicht wichtig; Familienbeziehungen, Studien, Pläne und Erinnerungen sind von mir sehr weit entfernt. Nur diese wirkliche Welt ist wichtig, ich bin frei und ganz allein.

Zurück, zurück, dränge ich mich. Ich muß den Weg zur realen Welt zurückfinden.

Auf dem Weg nach Hause treffe ich einen Bekannten im Bus. Ich beginne mit ihm zu plaudern, damit ich die Realität der Beziehungen zu spüren bekomme. Die am Wege stehenden Bäume erscheinen grau und verblichen. Das Leben ist stumpf, unfreundlich und gleichgültig.

Ich bin ein anderer Mensch geworden, erfahrener und freier. Jetzt verstehe ich schon viel mehr.

Wenn wir die einzelnen Symptome der DMT-Psychose betreffs Häufigkeit untersuchen, finden wir folgendes:

1. *Vegetative Symptome* wurden in allen 30 Fällen beobachtet. Das beständigste Symptom war die Steigerung des Blutdruckes, die im allgemeinen 20–40 Quecksilber-mm erreichte, manchmal sogar noch mehr. Die höchste von uns beobachtete Blutdruckerhöhung betrug 70 mm, in einem Falle, wo der systolische Druck vor dem Versuch 140 mm zeigte und sich während des Experimentes bis auf 210 mm steigerte. Der diastolische Druck erhöhte sich regelmäßig, doch in kleinerem Maße als der systolische (meistens 10–20 mm, in einem Falle sogar 40 mm).

Fast regelmäßig war die Pupillenerweiterung. Die Mydriase schien parallel mit den farbigen Halluzinationen zu erscheinen. Ob jedoch zwischen diesen ein kausaler Zusammenhang bestand, ist kaum wahrscheinlich. Eine Pulsbeschleunigung geringeren Maßes war auch in fast allen Fällen festzustellen.

Objektive Atmungsstörungen fanden wir nicht, doch wurden von 23 Versuchspersonen (76%) über Atemnot berichtet; diese wurde von einem Oppressionsgefühl des Herzens begleitet. Dieses klinische Bild erinnert stark an das durch Serotonin hervorgerufene; es könnte vermutet werden, daß die molekuläre Ähnlichkeit der zwei Substanzen diese Erscheinung erklärt: DMT verursacht auch wie Serotonin einen Krampf der pulmonalen Arteriolen. Die sympathicomimetische Wirkung des DMT unterstützt diese Vermutung. Zur völligen Klärung dieses Mechanismus müßten natürlich weitere Tierexperimente durchgeführt werden.

Die sympathicomimetische Wirkung des DMT konnte nicht an allen Organen nachgewiesen werden. So fanden wir z.B. keine be-

deutende Hyperglykämie und Tachypnoe. Die ganze vegetative Wirkung des DMT ähnelt mehr derjenigen des Serotonins als der des Adrenalins.

2. *Sinnestäuschungen* wurden in 27 Fällen (90%) beobachtet. Diese waren in der Mehrheit optischen Charakters: helleuchtende, farbige Illusionen und Halluzinationen, die sich stets im schnellen Wechsel befanden. Bei geschlossenen Augen vermehrten sich die Halluzinationen und nahmen szenenhaften Charakter an. Eine unserer Versuchspersonen erzählte mit geschlossenen Augen:

«Ich sehe Felsen, Täler, märchenhafte Gegenden, mit kaum einem Schein von Rot als belebende Farbe. *Watteau*-artige Bilder, dort sind jedoch die Gestalten größer. Diejenigen, die ich sehe, sind ganz winzig und verlieren sich in den Felsenrissen, kleine Anhänger der furchterregenden Umgebung.» Oder später: «Orthodox-griechische Einsiedler, die in Felsen gehauenen dunklen Höhlen leben. An den Wänden leuchten Ikone. Man spürt, daß ihr ganzes Leben auf diese Heiligenbilder zentriert ist.»

Außer den optischen fanden wir auch – wenn auch seltener – akustische und haptische Halluzinationen flüchtigen Charakters, die ebenso plötzlich verschwanden, wie sie erschienen.

3. *Störungen der Raumwahrnehmung* wurden in 22 Fällen (73%) beobachtet. Die Dimensionen des Zimmers änderten sich am auffallendsten. Nahes und Fernes verschmolz ineinander. Die Form des Zimmers wurde ganz neu: oval oder vielkantig. Es konnte festgestellt werden, daß sich eben jene Dimensionen änderten, auf welche die Aufmerksamkeit gerichtet wurde. Wie auch in Meskalin- und LSD-25-Psychose veränderte stets jene Mauer die Lage, die eben angeschaut wurde. In einigen Fällen, in denen die Versuchspsychose stärker ausgeprägt war, gingen die Raumdimensionen völlig verloren. Es stellte sich dann immer ein subjektives Erleichterungsgefühl ein, sobald die richtige Räumlichkeit der Dinge wieder wahrnehmbar wurde.

4. *Störungen des Körperschemas* erschienen fast immer gleichzeitig mit denen des Raumes. Es handelte sich um Symptome, die an den parietalen Symptomenkomplex erinnerten: die Versuchsperson bemerkte z.B., daß ihre Hand schon nicht ihr gehöre; oder wenn auch die Gewißheit bestand, daß es doch ihre eigene Hand sei, hatte diese doch etwas Selbständiges und Seltsames an sich. Oft waren die Störungen des Körperschemas halbseitig; in 4 Fällen dehnte sich die Störung auf die ganze linke Körperhälfte aus.

5. *Zeitstörung* war in geringerem Maße in allen Fällen vorhanden, erreichte aber nie eine größere Intensität. Solche Erscheinungen, daß der Zeitsinn – wie beim Meskalin-Versuch berichtet – ganz verlorengegangen wäre, haben wir nicht bemerkt. Die Dauer des Versuches wurde immer etwas überschätzt. Eine Versuchsperson führte das «auf die reichere Fülle der Minuten» zurück.

6. *Denkstörung*. In 21 Fällen (70%) fanden wir eine ausgesprochene Auflockerung der Assoziationen. Die Sprache wurde inkohärent, angefangene Sätze konnten nicht beendet werden, da schon der nächste Gedanke im Vordergrund stand. Diese Inkohärenz verursachte auch beim Protokollführen Schwierigkeiten. Oft schwiegen die Versuchspersonen für einige Minuten, antworteten auch nicht auf Fragen; sie erklärten später, daß sie ihre Gedanken nicht genug beherrschen konnten, um etwas Verständiges zu antworten.

In 5 Fällen hatten wir es mit paranoiden bzw. wahnähnlichen Gedanken zu tun. Diese Versuchspersonen berichteten erst 1–2 Tage später, daß sie während des Versuches überzeugt waren, man wolle sie töten bzw. vergiften. DMT war das Gift, die Versuchsleiter die Mörder. Eine Versuchsperson wurde während des Experimentes sehr unruhig und mußte mit Gewalt niedergehalten werden. Sie erklärte am nächsten Tage folgendes: «Ich fühlte, daß ich vergiftet wurde und sterben werde und schon nichts dagegen tun konnte. Trotzdem kämpfte ich einen seelischen Kampf, ob ich bis zum letzten Moment am Leben hängen oder ruhig sterben soll; das letztere war sehr verlockend, da ich mich sehr wohl fühlte. Dieser seelische Kampf äußerte sich in meinem Motorium als Unruhe; ich spürte und wußte alles.»

In anderen Fällen waren die Beziehungsideen nicht so ausgeprägt, doch berichteten die Versuchspersonen nach einigen Tagen, daß sie betreffs der Aufrichtigkeit und Zuverlässigkeit der Versuchsleiter ein wenig unsicher waren. Am nächsten Tage war dieses Gefühl mit den eventuellen aggressiven Einstellungen zusammen verschwunden.

7. *Affektive Veränderungen*. Euphorie ist eine verhältnismäßig oft zu beobachtende Erscheinung der DMT-Psychose. In 8 Fällen (27%) war sie stark ausgeprägt, in 12 Fällen (40%) milderer Grades oder nur auf kürzere Zeit bemerkbar. Oft trat sie zusammen mit Zwangslachen auf, in anderen Fällen war sie mit Introversion verbunden; letztere wurde durch ein «verklärtes» Lächeln begleitet, das manchmal fast während dem ganzen Versuche dauerte. Die

Versuchsperson lag mehrere Minuten lang wortlos mit geschlossenen Augen und lächelte; manchmal jedoch weinte sie vor Seligkeit und seufzte: «Oh, wie wunderbar ist doch alles!»

Wie schon bemerkt, ist die Angst eine der häufigsten Erscheinungen der DMT-Psychose. Am stärksten ist sie einige Minuten nach Verabreichung der Injektion bemerkbar, wenn sich die Umwelt so plötzlich und intensiv verändert, daß die Versuchsperson die feste Umgebung verliert. Nur 4 Personen berichteten, keine Angst gehabt zu haben. In der zweiten Hälfte der Psychose tritt Angst viel seltener auf. Nur eine Versuchsperson klagte während des ganzen Versuches über Angst und sagte: «Daß es nur nicht zurückkomme!» Was nicht zurückkommen soll, konnte sie nicht erklären; sie antwortete: «Na ja, das Ganze!»

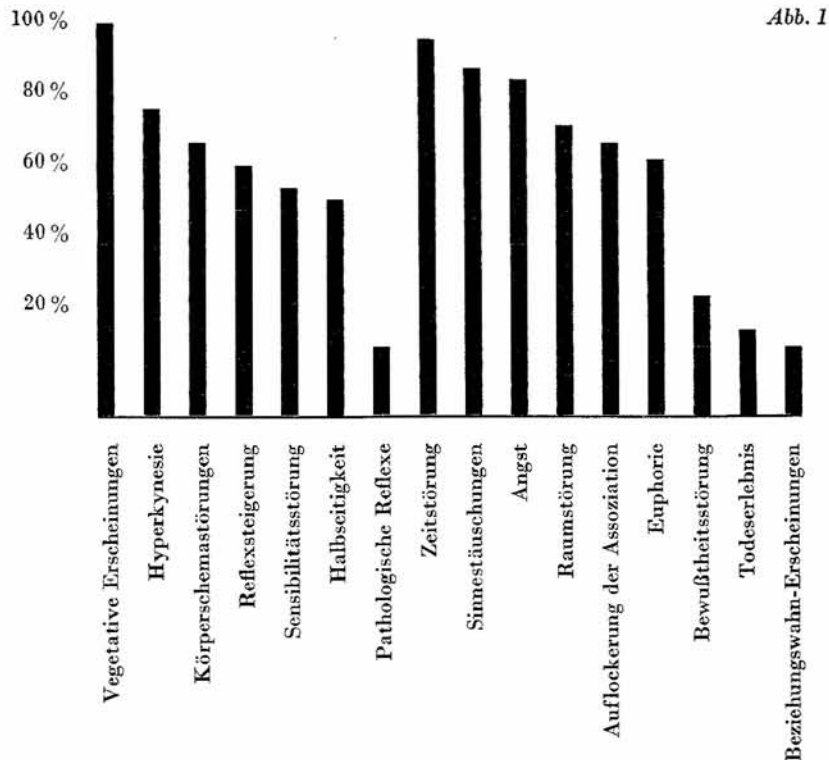
8. *Bewußtseinsstörungen.* Nur in 7 Fällen (23%) haben wir eine Bewußtseinsstörung beobachtet. Sie war stets am Anfang des Experimentes bemerkbar, d.h. 8–15 Minuten nach Verabreichung der Injektion und dauerte nicht länger als 2–5 Minuten. Während dieser Periode sprechen die Versuchspersonen nichts, und auch später bestand eine Amnesie der Ereignisse, die inzwischen geschahen. Es blieb ihnen nur das Gefühl, daß etwas Schreckliches vorging.

9. *Neurologische Veränderungen.* Die Reflexe waren während des Versuches oft (63%) erhöht oder lebhaft. Vorübergehende pathologische Reflexe (*Babinski* usw.) fanden wir nur in 3 Fällen (10%).

Im Motorium zeigten sich ausgeprägte Veränderungen. Fast alle Versuchspersonen hatten eine hyperkinetische Zeitspanne, in der sich unwillkürlich-extrapiramidale und willkürliche Bewegungen mischten. Nur einmal war die Hyperkinesie so stark, daß Gewalt angewandt werden mußte, um einen Unfall zu verhüten.

Sensibilitätsstörungen gesellten sich oft zur Störung des Körperschemas. Meistens waren die Fehlleistungen seitens der Tiefensensibilität, Gewichtsschätzung, Körperlage usw. zu beobachten. Die Oberflächensensibilität war relativ viel besser erhalten. Sensibilitätsstörungen fanden wir in 18 Fällen (60%).

10. *Halbseitigkeit der Symptome.* Eine der interessantesten Beobachtungen bezüglich der DMT-Psychosen war, daß in Mehrzahl der Fälle die Symptome halbseitig ausgeprägter waren. Dies war ebenso bei den neurologischen Symptomen wie bei den Halluzinationen und Körperschemastörungen bemerkbar. Die linke Seite war stets die stärker betroffene. Wir hatten Gelegenheit, 3 Linkshändige unserem Experiment zu unterziehen; bei diesen dominierten



die Symptome rechtsseitig. (Auf diese Erscheinung kommen wir in der Besprechung noch zurück.)

11. *Nachwirkungen.* Alle Versuchspersonen klagten am Experiment folgenden Tage über Müdigkeit. Diese dauerte manchmal nur einige Stunden, bei einigen jedoch 1–2 Tage. Während dieser Periode waren 7 Versuchspersonen (23%) ein wenig depressiv. Nach 2 Tagen waren alle 30 Personen betreffs Stimmung völlig in Ordnung. Die Häufigkeit der einzelnen Symptome geben wir in der Abbildung 1 wieder.

Besprechung

Durch die DMT-Versuche ergeben sich 3 Tatsachen, die für das weitere Verständnis der sogenannten Modell-Psychosen äußerst interessant sind:

1. Plötzlicher Anfang und kurze Dauer der DMT-Psychose.
2. Halbseitigkeit gewisser Symptome.
3. Nahe chemische Verwandtschaft zwischen DMT und Serotonin.

1. Die rasche Wirkung des DMT ist etwas ganz Neues unter der Psychotica. Meskalin fängt nach fast einer Stunde zu wirken an, Haschisch und LSD-25 wirkt noch langsamer. Aber auch die Dauer der Psychose ist beim DMT auffallend kurz, und zwar 40–60 Minuten. Um diesem Problem näherzukommen, haben wir – wie schon berichtet – die Ausscheidung von DMT und 3-Indolessigsäure während und nach dem Versuch untersucht. Wir fanden, daß nach Verabreichung von DMT die Quantität der 3-Indolessigsäure im Harn stark zunimmt und in den ersten 6 Stunden schon ungefähr das Zehnfache der normalen Ausscheidung erreicht; ebenso erhöht sich – jedoch nur in geringerem Maße – die Ausscheidung der 5-hydroxy-3-Indolessigsäure, was auf einen Zusammenhang mit dem Serotonin-Stoffwechsel hinweist. Im Harn fanden wir jedoch kein unverändertes DMT, was bezeugt, daß das DMT im Körper sehr schnell und völlig abgebaut wird. Dies kann uns erklären, warum die Wirkung so schnell abläuft und auch das DMT peroral unwirksam ist: wahrscheinlich wird es in der Leber abgebaut, bevor es die psychische Wirkung ausüben konnte. Es bleibt aber noch immer die Frage offen, warum das DMT so schnell wirken kann. Nach der Theorie von *Rothlin* und *Patzig* verändert sich das Meskalin und LSD-25 im Organismus, bevor es eine Wirkung ausüben konnte; es wäre eigentlich ein Umbauprodukt dieser Substanzen, das die psychotische Wirkung habe. Beim DMT kann kaum von so einer Transformation die Rede sein; das plötzliche Auftreten der Symptome unterstützt die Vermutung, daß das DMT selbst die psychotische Wirkung ausübt. DMT wäre demgemäß das erste Psychotikum – außer Bufotenin – das selbst ohne Abbau oder Umbau die experimentelle Psychose verursacht.

2. Die Halbseitigkeit einiger Symptome ist eine der interessantesten Erscheinungen der DMT-Psychose. Es treten gleich zwei Fragen auf:

a) wie ist es möglich, daß eine chemische Substanz auf eine Hemisphäre stärkere Wirkung ausübt als auf die andere, und warum stets auf die nichtdominante Hemisphäre?

b) hat die nichtdominante Hemisphäre eine wichtige Rolle im Auftreten der experimentellen Psychose oder wenigstens einiger Symptome?

Diese Fragen kann man heute noch kaum beantworten. Es wäre zu oberflächlich, sich auf die erste Frage mit der Antwort zu begnügen, daß die nichtdominante Hemisphäre chemischen Intoxi-

kationen gegenüber mehr «verwundbar» wäre; dies sollte sich doch dann auch bei anderen Vergiftungen zeigen. Oder aber ist der Kreislauf der dominanten Hemisphäre im Notfall zu besserer Regulation fähig?

Die zweite Frage, ob nämlich die rechte Hemisphäre im Auftreten psychopathologischer Syndrome eine wichtige Rolle habe, wurde schon in anderen Zusammenhängen berücksichtigt. Hoff und Pözl fanden, daß das Zeitraffer-Phänomen nur bei rechtsseitiger Läsion zu beobachten war und meistens bei parieto-okzipitalen Schädigungen. In der DMT-Psychose zeigt sich ein großer Teil der Erscheinungen eben als parieto-okzipitale Funktionsstörungen (visuale Halluzinationen, Körperschemastörungen, Raumwahrnehmungs-Störungen usw.). Es scheint, daß die Halbseitigkeit bei der DMT-Psychose uns einen weiteren Beweis bietet, die Theorie von Hoff und Pözl zu unterstützen: eine rechtsseitige Gehirnschädigung übt eine «bahnende» Wirkung beim Auftreten gewisser psychopathologischer Phänomene aus.

3. In den letzten Jahren häufen sich die Publikationen, die eine zentrale Rolle des Serotonins in der Funktion des zentralen Nervensystems annehmen (Brodie et al.). Es wurde auch angenommen (Woolley), daß der Serotonin-Stoffwechsel in der Genese der Psychosen, hauptsächlich der Schizophrenie, einen wichtigen Anteil habe. Wie schon erwähnt, fanden wir im Harn der Versuchspersonne ungefähr 4–5mal mehr 5-hydroxy-3-Indolessigsäure als bei Normalen; diese Substanz ist, wie bekannt, das Hauptabbauprodukt des Serotonins. Es gibt wiederum zwei Möglichkeiten: entweder wird die 3-Indolessigsäure, also das Abbauprodukt des DMT, sekundär oxydiert, oder aber mobilisiert das verabreichte DMT eine bedeutende Menge des gebundenen Serotonins. Im letzteren Falle wäre die experimentelle DMT-Psychose im strengsten Zusammenhang mit dem Serotonin-Stoffwechsel verbunden. Hier könnte man nach gewissen Analogien einen in den zentralen Synapsen abspielenden kompetitiven Antagonismus der zwei Aminen vorstellen. Es müssen noch weitere mit radioaktiven Isotopen gezeichnete DMT-Experimente vorgenommen werden, um diese Fragen zu lösen und auch damit einen wichtigen Schritt zum biochemischen Verständnis der psychotischen Zustände im allgemeinen zu tun.

Durch unsere obigen Beobachtungen können wir auch feststellen, daß außer dem Bufotenin das DMT auch eine bedeutende Rolle in der Gesamtwirkung der Piptadenia-Extrakte zu spielen habe.

Insofern unsere Ergebnisse mit den spärlichen an Menschen gewonnenen Bufotenin-Beobachtungen zu vergleichen sind (diese sind wegen der intravenösen Anwendung des Bufotenins kaum möglich), ist es auffallend, daß das DMT eine periphere-vaskuläre, serotoninartige Wirkung in geringerem Maße als das Bufotenin ausübt. Dies kann vielleicht der strukturelle Unterschied, d.h. die beim Bufotenin vorhandene 5-OH-Wurzel erklären. Diese und die übrigen Detailfragen könnten bloß weitere, an denselben Personen und unter gleicher Anwendung der 2 Indolamine durchgeführte Versuche klären.

Zusammenfassung

Dimethyltryptamin wurde synthetisiert, und dessen psychotische Wirkung untersucht. Nach intramuskulärer Verabreichung von 0,7–1 mg/kg Dimethyltryptamin tritt schon nach 3–5 Minuten ein psychotischer Zustand auf, der in vielen Erscheinungen denen ähnelt, die durch Meskalin und LSD-25 verursacht wurden. Die Dimethyltryptamin-Psychose läuft innerhalb einer Stunde ab. Außer der Beschreibung der Symptome werden 3 Probleme näher untersucht:

1. Was kann die Ursache des plötzlichen Auftretens und schnellen Ablaufes der Dimethyltryptamin-Psychose sein.
2. Welche Rolle spielt die Halbseitigkeit der Symptome, also die stärkere Schädigung der rechten nichtdominanten Hemisphäre beim Auftreten der psychopathologischen Erscheinungen.
3. Welche Folgerungen können bezüglich der Bedeutung des Serotonin-Stoffwechsels im zentralen Nervensystem betreffs der nahen chemischen Verwandtschaft zwischen Dimethyltryptamin und Serotonin gezogen werden.

Die Ähnlichkeiten und Unterschiede zwischen den Bufotenin- und Dimethyltryptamin-Psychosen sollen weitere Experimente klarstellen.

Résumé

On a synthétisé la diméthyltryptamine et étudié son action psychotique.

Après une administration intra-musculaire de 0,7–1 mg/kg de diméthyltryptamine, un état psychotique est apparu après 3 à 5 minutes déjà. Il ressemblait par beaucoup d'aspects à ceux qui sont

provoqués par la mescaline et le LSD 25. La psychose à la diméthyltryptamine dure une heure. A part la description des symptômes on a étudié de plus près 3 problèmes:

1. Quelle peut être la raison du début brusque et de la fin rapide de la psychose à la diméthyltryptamine.

2. Quel rôle joue la latéralisation des symptômes ainsi que l'atteinte prépondérante de l'hémisphère droit, non dominant, lors de l'apparition des symptômes psychopathologiques.

3. Quelles conclusions on peut tirer de la proche parenté chimique entre la diméthyltryptamine et la sérotonine pour la signification du métabolisme de la sérotonine dans le système nerveux central.

D'autres expériences montreront les ressemblances et différences entre les psychoses à la Bufotenine et à la diméthyltryptamine.

Summary

Dimethyltryptamin was synthesized and its effect on psychosis investigated. An intramuscular injection of 0.7–1 mg/kg Dimethyltryptamin was given and after 3–5 minutes a psychotic condition was induced which in many respects resembled those phenomena induced by mescaline and LSD 25. This Dimethyltryptamin psychosis lasted less than an hour. Besides a description of the symptoms we have investigated three problems:

1. The reason for the swift start and rapid departure of the psychosis.

2. What is the significance of the one-sided nature of the symptoms, that is, the greater degree of disturbance in the right non-dominant hemisphere when the psychopathological phenomena begin to show.

3. Having regard to the close chemical affinity between Dimethyltryptamin and Serotonin, what conclusions could be drawn as to the import of serotonin metabolism in the C.N.S. Further experiments should clarify the similarities and differences between psychoses induced by Bufotenin and those by Dimethyltryptamin.

LITERATUR

Beringer, K.: Der Meskalinrausch, Springer, Berlin 1927. – Brodie, B. B. et al.: Science 122, 968, 1955. – Erspamer, V.: Pharmacol. Rev. 6, 425, 1954. – Evarts, E. V.: Arch. Neurol. Psychiat. 75, 49, 1956. – Fabing, H. D.: Amer. J. Psychiat. 113, 409, 1956. – Fabing, H. D. and Hawkins: Science 123, 886, 1956. – Fish, M. S.,

N. M. Johnson and D. C. Horning: J. amer. chem. Soc. p. 77, 1955. – Fraenkel, F. und E. Joel: Z. ges. Neurol. Psychiat. 111, 84, 1927. – Hoff, H. und O. Pötzl: Z. Neurol. 151, 599, 1934. – Page, I. H.: Physiol. Rev. 34, 563, 1954. – Raymond-Hamet: Compt. rend. Soc. biol. 135, 1414, 1941. – Rothlin, E.: Experientia 12, 154, 1956. – Speeter, M. E. and W. C. Anthony: J. amer. chem. Soc. 76, 6208, 1954. – Stoll, A. und A. Hoffmann: Helv. chim. Acta 26, 944, 1943. – Stromberg, V. L.: J. amer. chem. Soc. 76, 1707, 1954. – Stoll, A.: Schweiz. Arch. Neurol. Psychiat. 60, 1, 1947. – Szára, St.: Experientia 12, 441, 1956. – Wieland, H. und H. Mittasch: Ann. Chem. 513, 1, 1934. – Woolley, D. W.: Brit. med. J. 1954, 122.

Adresse der Autoren: Dr. A. Sai-Halász, Dr. G. Brunecker, Zentrales Neurologisch-Psychiatrisches Institut, Budapest-Lipótmészö (Ungarn). Dr. St. Szára, 113 Hesketh Street, Chevy Chase 15, Md. (USA).

Ritzmann, M.: Psychiat. Neurol., Basel, 135: 301–342 (1958)

Aus der Neurochirurgischen Universitätsklinik des Kantonsspitals Zürich
(Prof. Dr. med. H. Krayenbühl)

Arbeit unter Leitung von PD Dr. med. G. Weber

Die zerebrale Fettembolie¹

Von MARGARET RITZMANN, Zürich

I. Einleitung

Sowohl der Praktiker als auch der Chirurg mögen hin und wieder in ihrer ärztlichen Tätigkeit einer Fettembolie begegnen. Diese Komplikation Schwerverletzter wurde schon mehrfach beschrieben. Ihre

¹ Für die freundliche Hilfe, welche ich während dieser Arbeit unter seiner Leitung erfahren durfte, bin ich Herrn PD Dr. G. Weber zu herzlichem Dank verpflichtet.

Für die Überlassung von Krankengeschichten und Sektionsprotokollen möchte ich an dieser Stelle folgenden Herren danken:

Prof. Dr. A. Brunner, Direktor der Chirurg. Abt., Kantonsspital Zürich

Prof. Dr. E. Uehlinger, Direktor des Patholog. Inst., Kantonsspital Zürich

Dr. Baumgartner, Dielsdorf

Dr. Tobler, Chefarzt der Chirurg. Abt., Kranken- und Diakonissenanstalt Neumünster, Zürich

Dr. E. Kaiser, Chefarzt der Chirurg. Abt., Stadtspital Waid, Zürich