21. 6. 1977

FORSCHUNG:

Musikalischer Darmverschluß

Beim Walzer klopft das Herz im Dreivierteltakt. Fische lassen sich mit einem Metronom umfärben.

Es geschah vor laufenden Fernsehkameras: Mitten in der Übertragung von Cerhas „Spiegel für großes Orchester" durch den ORF griff der Cellist am letzten Pult zu Oropax und stopfte sich die Ohren zu.

Der Fauxpas des Musikers findet durch eine eben veröffentlichte Untersuchung des Salzburger Psychiaters Professor Gerhart Harrer eine wissenschaftliche Entschuldigung: Musik wirkt auf direktem Wege auf das vegetative Nervensystem ein.

Dissonanzen sind eine glaubhafte Basis für Magengeschwüre.

Erregter Karajan: Puls-Furioso

Rolling Stones: Wie Herzkranke

Als Harrer den Stardirigenten Herbert von Karajan beim Dirigieren der Leonoren-Ouvertüre elektronisch vermaß, registrierte er alle Anzeichen seelischer Erregung: Erhöhung der Hauttemperatur, Beschleunigung der Atmung und Veränderungen im Elektrokardiogramm. „Für kurze Zeiten", so Harrer, „stieg die Pulsfrequenz bis auf das Doppelte ihres Ausgangswertes an."

Spielt man einer Versuchsperson ein Metronom mit 90 Schlägen pro Minute vor, so mißt auch der Puls 90. Steigert man die Frequenz, so steigt auch der Pulsschlag mit. Verlangsamt man das Metronom, so läßt sich die Pulsfrequenz innerhalb einer Minute von 90 auf 55 absenken.

Gleichartige Impulse wie das Ticken einer Uhr werden dabei als verschieden laut empfunden — man sagt deshalb: „tick-tack". Die unterschiedliche subjektive Wahrnehmung läßt sich objektivieren: Die Amplitude der elektrischen Hirnpotentiale hat bei „tick" eine andere Höhe als bei „tack".

Am besten läßt sich das Zusammenspiel von Körper und Klangkörper bei Musikstücken mit starken Rhythmen demonstrieren: Beim Walzer swingt das Herz im Dreivierteltakt.

Während bei Musik in Zimmerlautstärke die psychische Einstellung des Zuhörers eine wesentliche Rolle spielt und seine Reaktionen stärker oder schwächer ausfallen, reagieren bei einer Lautstärke von über 65 Phon alle Menschen gleich: mit heftigem Herzpochen.

In einigen Fällen beobachtete Harrer, daß der musikalische Schock sogar die Magen- und Darmtätigkeit ruckartig veränderte. (Dr. Herrmann, schau oba: „Es scheißt der Herr von Karajan bei jedem falschen Ton sich an.")

Dort, wo starker Rhythmus und große Lautstärke zusammentreffen, werden Zustände maximaler Erregung ausgelöst: Der schwedische Mediziner Peter Herdenstam registrierte an Zuhörern eines Popkonzertes der Rolling Stones „ein Elektrokardiogramm wie von schwer Herzkranken".

Im Tierversuch läßt sich die Anpassung biologischer Vorgänge an rhythmisch wiederholte Signale noch plastischer nachweisen: Werden die Schläge eines Metronoms über Kopfhörer in einen Fischteich geleitet, so beginnen die Fische im Takt nach Sauerstoff zu schnappen. Je nach Frequenz des Metronoms 41- bis 82mal in der Minute.

Bei der höheren Frequenz wechselt die normale zur Schreckfärbung.

Menschliche Embryos, die in der Gebärmutter schwimmen, könnten ähnlich reagieren: Kinder nervöser Mütter kommen — wenn's wahr ist — schon mit nervösen Herzen zur Welt. Bei Kindern, deren Mütter während der Schwangerschaft an Herzrhythmusstörungen erkrankt waren, zeigten sich in vier von fünf Fällen auffallende Schwierigkeiten beim Spracherwerb, in allen Fällen eine gestörte frühkindliche Entwicklung.

Eine mögliche wissenschaftliche Erklärung für die vorwissenschaftliche Weisheit, daß man werdende Mütter nicht erschrekken soll. ●

26. 7. 1977

GENMANIPULATION:

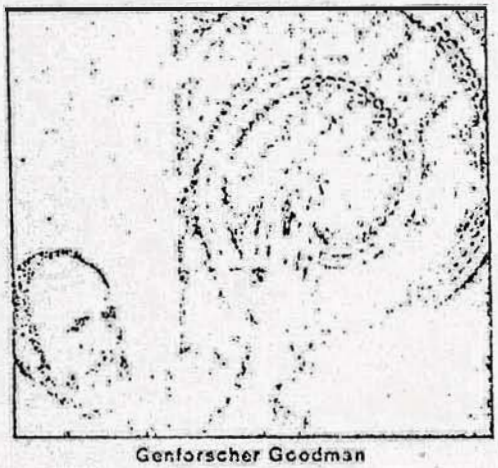
„Es muß einfach klappen"

Vor den Horrorvisionen der Science-fiction-Autoren wird eine Hoffnung der Genetiker Wirklichkeit: der Sieg über die Zuckerkrankheit.

Howard Goodman, Biochemiker in San Francisco, nahm die Petrischale mit dem gelben Nährmedium aus dem Brutschrank und begeisterte sich an einem kreisförmigen Gebilde an der Oberfläche: „Diesen Bakterienstämmen haben wir das Insulingen eingepflanzt. Es ist nur mehr eine Frage der Zeit, wann wir die bakterielle Produktion des Insulins in Gang setzen können."

Dann wäre die Zuckerkrankheit besiegt.

Experimente wie die von Goodman in San Francisco markieren den Beginn einer



Genforscher Goodman

Entwicklung mit ungewissem Ausgang. Über die Möglichkeiten und Grenzen der gezielten Manipulation mit den Erbanlagen wird in Amerika nicht nur im Labor, sondern bereits

Argumente für euphorische, katastrophenschwangere oder nihilistische Prophezeiungen sind leicht gefunden, man braucht nur dem Streit der Genetiker zuzuhören.

Die eigentliche Erbsubstanz, die Desoxyribonukleinsäure (DNA), besteht aus vier verschiedenen Bausteinen (Nukleotiden), die kettenförmig zu einem langen, extrem dünnen Riesenmolekül zusammengefügt sind.

An diesem Schicksalsfaden hängt alles Leben.

Die Aufeinanderfolge der einzelnen Bausteine ist, wie bei den Buchstaben einer Schrift, Grundlage der Erbinformation. So sind beispielsweise bis zu 1.000 Nukleotide für die Synthese eines Proteins notwendig und bilden selbständige Einheiten, die Gene. In Bakterien sind mehrere tausend solcher Gene nahtlos zu einer ringförmigen Struktur, dem Chromosom, verbunden. Höhere Organismen si

plizierter aufgebaut. Der Mechanismus der Übersetzung der DNA-Sprache in die Sprache der Aminosäuren ist jedoch in allen Lebewesen gleich:

Der DNA-Faden dient als Schablone. Es w

Form eines Ribonukleinsäuremoleküls angefertigt. Diese RNA wandert als Bote zu den Ribosomen, den Produktionsanlagen der Zelle, und gibt Befehl und Anleitung zur Produktion. Die Entscheidung, ob ein bestimmtes Gen des Chromosoms aktiv wird, liegt bei Kontrollgenen, die ihre Tätigkeit nach dem jeweiligen Bedarf richten.

In den Labors der Molekularbiologen werden bereits seit Jahren Nukleotidsequenzen von Genen bestimmt und in die „Genkarten" eingetragen.

Dann gelang es Har Gobind Khorana, ein kleines Gen aus 77 Bausteinen künstlich herzustellen.

Bei dem Bemühen, dieses Gen in eine fremde DNA einzubauen, damit es seine Befehle geben kann, kam den Forschern die Natur zu Hilfe. Bakterien enthalten neben ihren primären Chromosomen noch Zusatzchromosomen aus etwa 100 Genen. Diese sogenannten Plasmide sind an der Ausbreitung der Resistenz gegen Antibiotika schuld, da sie frei umherwandern und die Gene für die Resistenz mitführen können. Diese Eigenschaften machen die Plasmide zu einem gefundenen Fressen für die Genetiker. Es ist nämlich ziemlich einfach, in ein Plasmid ein Stück fremder DNA hineinzuschwindeln. Mit Hilfe der Mikrochirurgen der Natur, der Restriktionsenzyme, wird die DNA an bestimmten Stellen aufgeschnitten. Der offenen Plasmid-DNA fügt man ein neues Gen hinzu. Andere Enzyme, die DNA-Ligasen, nähen dann die Bruchstücke wieder zusammen. Es entstehen Hybride, die das neue Gen in sich tragen.

Dieser Vorgang von Bruch und Wiedervereinigung der Erbsubstanz ist die Grundlage der Kreuzung zwischen Lebewesen (die allerdings artverwandt sein müssen).

Mit der Plasmidtechnik ist nun Kreuzung zwischen völlig verschiedenen Lebewesen möglich geworden.

Die Plasmide sind sozusagen Fahrzeuge, die fremde DNA als Passagiere mitnehmen können. Die neue Information wird in der Wirtszelle dann weiterkopiert und ist so Bestandteil der Erbsubstanz geworden.

Auf diese Weise sollte es möglich sein, teure Antibiotika, Wachstumshormone oder Antikörper bei Mikroorganismen in Auftrag zu geben.

Die Plasmide werden von den Wirtszellen nur langsam aufgenommen. Um die Zellen herauszufinden, die den Plasmiden mit der neuen DNA Unterkunft geboten haben, konstruieren die trickreichen Genetiker die Plasmidvehikel so, daß sie der transformierten Zelle Vorteile bieten, indem sie Antibiotikaresistenzgene mitliefern und die Nährmedien mit ebendiesen Antibiotika versehen. Auf diese Weise wachsen selektiv nur die Zellen, die so freundlich waren, die Hybridplasmide aufzunehmen.

Auch die genetische Manipulation bei höheren Pflanzen ist in ein neues Stadium getreten. Die Zellmembran als natürliche Barriere für die DNA wird entfernt. Mit den übrigbleibenden Protoplasten spielen sich die Genetiker. Die Protoplasten lassen sich miteinander verschmelzen. Auf diese Weise lassen sich die Sperren umgehen, die bei der sexuellen Fortpflanzung einer Kombination über die Artgrenzen hinweg hinderlich sind.

Vor vier Jahren konnte Carlson bereits zwei verschiedene Arten der Tabakpflanze fusionieren und die erhaltenen Hybridprotoplasten zu Pflanzen aufziehen.

Männliche Abkömmlinge des Lebermooses, die keine Glukose erzeugen können, wurden kürzlich mit weiblichen Mutanten, denen Nikotinsäure abgeht, verschmolzen. Siehe da: Die Hybride können beides wieder herstellen. Die Protoplasten haben also wirklich fusioniert.

Zur Zeit versucht man, Leguminosen- und Getreideprotoplasten zu verschmelzen, in der Hoffnung, der Getreidepflanze die direkte Verwertung des Luftstickstoffs wie bei den Leguminosen beizubringen. Diese Stickstoffixierung wird auch von den Plasmidforschern ang

m

ren.

Die spektakulärste der Veröffe

gen der letzten Monate ist jedoch zweifellos Goodmans Einpflanzung des Insulingens in Escherichia-coli-Bakterien.

Die Zuckerkrankheit ist ein genetischer Defekt der Langerhansschen Inselzellen, deren Insulinproduktion irgendwie gestört ist. Daher kommt der Zuckerspiegel aus dem Gleichgewicht. Wenn man nicht künstlich Insulin zuführt, stirbt der Diabetiker. Bis jetzt ist noch nicht absehbar, wie diese genetische Blockade bei den Diabetikern aufgehoben werden

man nach einer Quelle für das teure Insulin.

Jetzt glaub man sie zu haben.

Goodman isolierte die Boten-RNA für die Insulinherstellung aus Rattenzellen. Diese wurden künstlich in die ursprüngliche DNA rückübersetzt. Das erhaltene Insulingen baute Goodman in Bakterienplasmide ein. Eines der entstandenen Hybride hatte 410 Nukleotide mit derselben Sequenz wie die RNA aus den Ratten.

Was jetzt noch fehlt, ist der Startmechanismus, mit dem die Synthese in Gang gesetzt werden kann. Das Insulingen codiert außerdem nur eine Vorstufe, die auf den gräßlichen Namen Präproinsulin hört. Dieses muß noch enzymatisch in Insulin umgebaut werden.

Daran wird zur Zeit fieberhaft gearbeitet. Goodman-Mitarbeiter Rutter teilt die Skepsis vieler Fachkollegen nicht: „Da gibt's nichts, das muß einfach klappen."

19.7.1977

FORSCHUNG:

Die Lernmaschine

Ein Wiener Psychologe konstruierte eine Apparatur, die erhöhte Lernbereitschaft anzeigt und erzeugt.

Giselher Guttmann, Vorstand des Psychologischen Institutes der Universität Wien, läßt summen: Aus der Erkenntnis, daß die Aufnahmefähigkeit des Gehirns sich in ganz bestimmten Hirn-Strombildern manifestiert, konstruierte der Professor eine Apparatur, die erhöhte Lernbereitschaft durch einen immer lauter werdenden Summton signalisiert. Nach einiger Zeit funktionierte das Experiment auch in umgekehrter Richtung: Die Versuchsperson brauchte nur den Summton zu hören, um lernbereit zu sein.

sich solcherart maximale Aufmerksamkeit und Aufnahmebereitschaft herstellen.

Guttmanns Wiener Versuche sind ein Teil des umfangreichen experimentellen Programms, mit dem Psychologen, Zoologen, Neurophysiologen und Biochemiker derzeit in aller Welt versuchen, das Rätsel des Lernens und des Gedächtnisses zu lösen.

Einigkeit besteht vorerst nur über den alten Hut, daß es ein Kurzzeit- und ein Langzeitgedächtnis gibt. Die Inhalte des ersteren werden rasch aufgebaut und rasch wieder vergessen — die des Langzeitgedächtnisses sind schwerer zu bilden und schwerer zu zerstören.

Die Entstehung dieser unterschiedlichen Gedächtnisformen (um die man in der xis schon seit langem weiß) gehorcht angeblich verschiedenen Mechanismen:

Beim Kurzzeitgedächtnis durchläuft ein bestimmter Reiz immer wieder dieselben Neuronen. Durch Elektroschocks lassen sich die Schaltungen zwischen diesen Neu-

Gedächtnisinhalte entgleisen: Das Kurzzeitgedächtnis ist gestört.

Prägt man sich eine Information fester ein, um sie länger zu behalten, so kommt es zu einer substantiellen Änderung: Elektroschocks, Unterkühlung oder der Einfluß von Medikamenten, die alle das Kurzzeitgedächtnis erheblich stören, besitzen auf die Prägungen des Langzeitgedächtnisses (Engramme) keinen Einfluß mehr.

Der Kieler Zoologe Helmut Laudien leiht sich seine Erklärung für diese substantielle Veränderung bei der Immunforschung aus: Immunität entsteht, indem gewisse Zellen während des Kontaktes mit dem Krankheitserreger ihre genetische Information verändern. Als „Memory-Zellen" behalten sie das Bild des Eindringlings. Bei künftigen Angriffen des gleichen Erregers mobilisieren sie dann die Antikörper, denen sie dieses Feindbild weitergeben können.

Laudien: „Im Gehrin gibt es Rezeptoren, die man mit solchen Antikörpern vergleichen kann. Während des Lernens werden auf der Oberfläche der Nervenzelle von der jeweiligen Erregung immer wieder bestimmte Bahnen durchlaufen. Diese Bahnen werden dadurch vertieft und fixiert. Die Nervenzellen, die während des Lernens zusammengearbeitet haben, werden verknüpft und ren somit das Gelernte."

Angeborene Reaktionen (Instinktreaktionen, Reflexe) wären demnach fix vorgegebene Nervenschaltkreise. Für das „Lernen" dagegen ist es notwendig, daß bisher voneinander unabhängige „Gedächtnisneuronen" erst durch den Lernvorgang auf geeignete Weise verdrahtet werden.

Wie diese Fixierung und Prägung indessen stattfindet, ist nach wie vor denkbar umstritten. Wahrscheinlich spielen bestimmte „Gedächtnisproteine" dabei eine Rolle. So hemmt beispielswei e Aus Antibio- Wege tikum Uromyzin nicht nur die Synthese von Protein, sondern es vermindert auch das Erinnerungsvermögen.

Untersuchungen Guttmanns in Zusammenarbeit mit der Tierärztlichen Universität in Wien zeigen,

jederzeit dort hinfinden, wo sie hingehören. So wurde einem

gewebe injiziert — und fand prompt seinen Weg zum Herzen.

Auf ähnliche Weise könnten auch die umstrittensten Träger menschlichen

nens und menschlicher Erinnerung an ihren Bestimmungsort gelangen: die sogenannten „Gedächtnismoleküle".

Auf der Suche nach dem Stoff, aus dem „Erinnerungen" sind, griffen die Forscher

wurm: Diese niedrigen Tiere können lernen. Wenn man ihnen sehr lange Zeit hindurch immer

setzt, wenn ein kleines Lämpchen aufleuchtet, genügt am Ende das Aufleuchten des Lämpchens alleine, um sie zusammenzuk-

Die gelehrigsten unter den Plattwürmern

Dank ihrer unwahrscheinlichen Regenerationsfähigkeit entstehen aus allen vier Teilen

Und siehe da: Jene Tiere, die aus dem Kopfstück des ursprünglichen Plattwurmes hervorgegangen waren, hatten ihre Lektion behalten: Sie zuckten weiterhin

Die Tiere aus dem Schwanzstück gen mußten von vorne mit dem Lernen beginnen.

Plattwurmhirn muß es materielle Spuren des Gelernten geben.

Der amerikanische Hirnforscher Georges Ungar baute diese Forschung im großen Stile aus: Er lehrte 4.000 Ratten durch Stromschläge, sich vor der Dunkelheit zu fürchten. Die solcherart dressierten Ratten brachten gemeinsam fünf Kilogramm Hirn auf die Waage. Nach endlosen Extraktionen isolierte

eines Peptids aus 15 Aminosäuren. Dieser Substanz, er nannte sie nach der „Furcht vor Dunkelheit" Skotophobin, verfütterte er untrainierten Ratten. Und behauptet: Jetzt fürchten sich auch die vor Dunkelheit.

Eine Revolution war ausgerufen.

zer Zoologen Andres und Rössler ganze Hirnstückchen einer friedlichen Knallfroschart auf räuberische Verwandte dieser Spezies. Der „Propfbastard" (so heißt der räuberische Knallfrosch) mimte fortan die friedfertigen Schlundbewegungen seiner harmlosen Brüder. (Obwohl ihn noch gelegentlich ein räuberisches Schnappen überkam.)

Ungar, durch seine Rattenversuche auf Massentraining spezialisiert, schickte inzwischen 20.000 Goldfische auf die Schulbank. Diese Rückkopplungsmaßnahmen

lieben (weil dahinter ein Futternapf wartet) und Blau zu fürchten (weil sie dort Stromschläge erhalten).

Fische isolierte Ungar winzige Mengen

fische. Und die fürchten sich — angeblich

Die spektakulären Experimente, die mitt-

Hirnforschung ausgelöst. „Wir sind heute in zwei Lager gespal

dran glauben. Das Problem ist zu einer Ideologie geworden. Man ist bereits auf dem

bekenntnissen angelangt (Guttmann). •

werden zur Belol

PARAPSYCHOLOGIE:

Russisches Plagiat

Das Wunder der „Kirlian-Fotografie" wurde schon 1898 von einem kaiserlichen Staatsrat entdeckt – und ist außerdem kein Wunder.

Der „Kurier" sorgte sich um den Weltfrieden. Mit der neuen strategischen Wunderwaffe des Sowjetgeheimdienstes KGB, den PSI-Teilchen („Geheimnisvolle Träger parapsychologischer Information"), solle der Westen „kampfunfähig" gemacht werden.

Dabei war der „Kurier" erst unlängst auf den PSI-Schmäh hineingefallen: In einer Serie über die übersinnlichen Phänomene rühmte Autor Paul Uccusic die sowjetische „Kirlian-Fotografie" mit den flammenden Worten der beiden Westjournalistinnen Sheila Ostrander und Lynn Schroeder, denen „namhafte Gelehrte" aus der UdSSR vorgeführt hatten, wie man den „Astralleib" auf fotografische Platten bannt.

Seit die beiden Damen die Experimente des Semjon Kirlian in einem Bestseller („PSI") beschrieben haben, in dem sie sich „erstmals auf das umfangreiche Material der sowjetischen PSI-Forschung stützen" konnten, erzielt der Handel mit Kirlian-Apparaten (und KGB-Geschichten) neue Rekorde.

Das Gerät besteht im wesentlichen aus einer Kupferplatte mit einer isolierenden Silikonschicht. Darauf wird ein Negativfilm und auf diesen eine Folie als Abstandhalter gelegt.

Oben –
man sonst abbilden will.

Schickt man nun Strom durch die Kupferplatte, so ergibt sich auf dem Film ein faszinierendes Bild „vor einem Hintergrund von Blau und Gold flammendes Violett und wilde Blitze" (Kirlian).

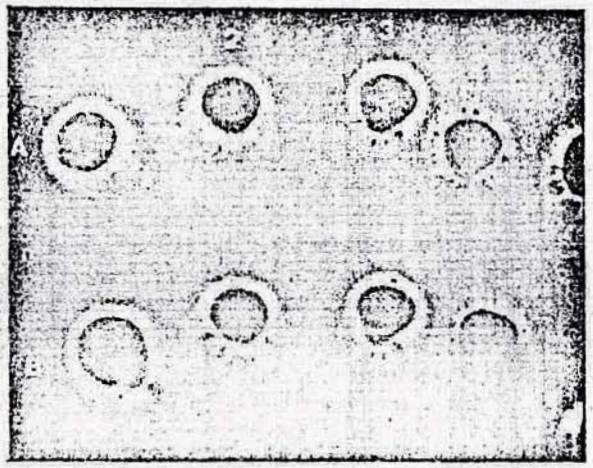
Das Ganze sieht aus wie eine Mischung aus Fingerabdrücken und psychedelischem Gemälde.

Die Parapsychologie vermochte daraus ein übersinnliches Phänomen zu konstruieren: Die fotografische Platte erfasse den „Astralleib", die „Aura" der Hand. Sie sehe bei jedem Menschen verschieden aus, zeige Krankheiten an und drücke den psychischen Zustand des Betreffenden aus.

Tatsächlich behaupten heute nicht einmal mehr die Hersteller der Kirlian-Apparate irgendwelche unerklärlichen Phänomene. Ingenieur Walter Stark, Erzeuger des Schweizer Kirlian-Gerätes „Auraprint": „Die Hochspannungsfotografie ist eine auf altbekannte Fakten und Phänomene reduzierbare Erscheinung." Zwischen Platte und Hand entsteht ein elektrisches Feld, in dem es zu elektrischen Entladungen kommt. Elektronen und ionisierte Luftmoleküle senden bei ihrer Wiedervereinigung Photonen (vor allem in der Form eines hellen Blaulichtes) aus. Die Purpurfarben auf dem Film kommen von ionisierten Stickstoffmolekülen, gelbe Farbtöne von Kochsalzspuren.

Das strahlenförmige Aussehen der Entladungen ergibt sich aus der Form der Fingerballen und der Konzentration des Wassers auf der Haut.

Mit dieser biederen Begründung kann sich die Kirlian-Fotografie medizinisch durchaus als nützlich erweisen: Wie sehr jemand
nem psychischen Zustand zusammen. Und es ist durchaus denkbar, daß bestimmte Krankheiten Ausscheidungen in der Haut hervorbringen, die Form und Farbe der Hochspannungsfotos verändern. Diese Verwendungsmöglichkeit der Kirlian-Fotografie ist übrigens nicht einmal neu: In der „Fotografischen Rundschau" aus dem Jahre 1898, Seite 239, findet man die elektrographischen Versuche des kaiserlichen Staatsrates Jakob von Narkiewicz-Jodko mit



Finger in Kirlian-Fotografie

Gleichstromentladungen. Und schon dort behauptete Jodko, den psychischen Zustand der Versuchspersonen in den Bildern spiegeln zu können.

Im UdSSR-Patent Nr. 169 906 steht davon freilich nichts zu lesen. ●

FORSCHUNG:

Schwingender Kunststoff

Von Stefan M. Gergely

Japanische Techniker entwickelten einen Kunststoff, der dem Quarz Konkurrenz macht: Er läßt sich mit elektrischer Energie zum Schwingen anregen.

Die von der Kureha Chemical Industry Company in Tokio entwickelte Folie mit der Kurzbezeichnung PVF_2 sieht dem Plastik, das für Butterbrotsäckchen verwendet wird, zum Verwechseln ähnlich. Der neue Kunststoff – außen schlicht – hat's jedoch in sich: Legt man an den Kunststoff eine elektrische Schwingung, so beginnt er mechanisch zu vibrieren. Diese Eigenschaft, dem Physiker als Piezoelektrizität bekannt, haben sonst nur feste Kristalle wie Quarz.

Sie sind das Kernstück von Mikrofonen und Lautsprechern, deren Aufgabe es ist, akustische Schwingungen in elektrische umzuwandeln und umgekehrt. Der PVF_2-Kunststoff ist das erste Material, das den Schwingquarz konkurrenziert und noch dazu als biegsamer Film herstellbar ist. Die japanische Pioneer Electronics Corporation baut die neue Plastikfolie bereits in Lautsprechern und Kopfhörern ein.

PVF_2 hat aber auch noch eine andere Eigenschaft: Es produziert elektrische Spannung, wenn es mechanisch verformt oder erwärmt wird. Dieses Verhalten führte zur Entwicklung eines völlig neuen Alarmsystems. Im Prinzip funktioniert es so: In Räumen, die man überwachen will, werden zwei PVF_2-Elemente montiert. Die Wärme, die jeder menschliche Körper ausstrahlt – so auch der Körper eines Einbrechers –, wird von den PVF_2-Elementen aufgenommen und verstärkt. Die von den Kunststoffolien schon durch die Raumwärme erzeugte Spannung bekommt durch den Einbrecher verschiedene Werte. Diese Spannungsdifferenz löst – über eine elektronische Anlage – den Alarm aus.

So ungewöhnlich dieser neue Kunststoff, so ungewöhnlich sind auch die Schwierigkeiten bei seiner Herstellung. Die Japaner sind hier Weltspitze: Die Kureha Company ist die einzige Fabrik, die piezoelektrisch aktives PVF_2 herstellt. Das Ausgangsmaterial (Vinylidenfluorid) muß unter speziellen Bedingungen und mit bestimmten Zusätzen, deren Wirkungsweise man noch nicht kennt, polymerisiert werden. Das geht häufig schief. War die Polymerisation erfolgreich, wird das Material zu einem Film gepreßt und dann mechanisch so gedehnt, daß seine Dicke nur mehr einige tausendstel Millimeter beträgt. Dann hat der Kunststoff noch keine Quarzeigenschaften. Sie werden ihm erst eingeschleust: Das PVF_2 wird erhitzt und ein elektrisches Feld von einigen Millionen Volt pro Quadratzentimeter angelegt. In diesem Feld läßt man den Film auskühlen. Was dabei in dem Material vorgeht, ist noch unbekannt. Das Ergebnis ist aber halbkristallines Plastik. Das heißt, die Folie enthält Regionen, in denen die Moleküle regelmäßig wie in einem Kristall angeordnet sind. Dazwischen liegen Felder, wo Durcheinander vorherrscht. Die Piezoelektrizität funktioniert nur in den Kristallbereichen[1]).

Die Techniker entdecken immer neue Anwendungsmöglichkeiten für den biegsamen Bruder des Quarzes:

- Das Naval Underwater Systems Center in Connecticut testet zur Zeit ein Unterwasser-Hydrophon aus PVF_2. Solche Hydrophone hängt man von einem Schiff aus ins Wasser, um Geräusche feindlicher U-Boote wahrzunehmen. Für Charles Le Blanc, der den Test leitet, ist das PVF_2 elektrisch genausogut wie herkömmliche Hydrophone. Der Vorteil beim PVF_2 ist jedoch, daß es weniger leicht beschädigt werden kann.
- Das National Bureau of Standards in Maryland braucht PVF_2 für Banknotenpressen. Um Fälschern zu entgehen, werden viele Banknoten mit Preßdrücken hergestellt, die abnorm hoch sind. Das hat zur Folge, daß die Pressen häufig kaputtgehen, wenn der ohnehin schon hohe Druck überdosiert wird. PVF_2 kann nun als Druckfühler fungieren: Es zeigt an, wenn der Preßdruck einen bestimmten Wert überschreitet. Das Material hat sich in ersten Versuchen bereits bewährt.
- Eine andere Firma entwickelt eine Variante zum Elektrokardiographen: Ein Stück PVF_2 wird um den Finger oder den Arm gewickelt. Das Blut, das durch die Adern pulst, verursacht in der Folie mechanische Dehnungen, die von dem Kunststoff wahrgenommen und in elektrische Signale umgewandelt werden. Mit diesen zeichnet man dann das EKG auf.
- Jerry Harris vom Bureau of Radiological Health in Rockville entwickelt derzeit einen Miniatur-Ultraschallsensor, der erforschen soll, ob die medizinische Ultraschalldiagnostik wirklich so ungefährlich ist, wie man behauptet. Manche Forscher befürchten nämlich, daß der Ultraschall an einzelnen Punkten des Körpers ungewöhnlich starke Werte bekommen könnte, die dann schädlich wären. Mit der neuen Kunststoffolie wird man diese Frage erstmals beantworten können. ●

[1]) Die einzelnen Moleküleinheiten des Polymers müssen irgendwie als elektrische Dipole funktionieren.

12.7.1977

FORSCHUNG:

„Quark" gesichtet

Vor 15 Jahren hat sich die Physik das kleinste unteilbare Elementarteilchen ausgerechnet. Jetzt hat es jemand gesehen. Und bringt damit die physikalische Welt abermals in Unordnung.

Der Professor arbeitete nur nachts: William Fairbank, Physiker an der amerikanischen Stanford-Universität, suchte die absolute Ruhe, um supraleitende Kügelchen aus Niobmetall in Magnetfeldern schweben zu lassen.

Eines Nachts kam er zum Höhepunkt: An zwei der Kugeln wurde der dritte Teil einer elektrischen Elementarladung gemessen.

Fairbank und mit ihm die theoretischen Physiker der gesamten Welt regen sich derart darüber auf, daß sie seither nicht mehr zur Ruhe gekommen sind: „Wir stehen möglicherweise vor einer der revolutionierendsten Entdeckungen der letzten Jahrzehnte auf dem Gebiet der Hochenergiephysik" (Dozent Dr. Walter Majerotto vom Institut für Hochenergiephysik der Österreichischen Akademie der Wissenschaften).

Denn Fairbanks Drittelladung kommt von einem „Quark". Und das „Quark" wird seit 15 Jahren vergeblich gesucht. Man hat es für unsichtbar gehalten.

Erfunden wurde das „Quark" 1963 von Murray Gell-Mann: Er hat es sich ausgerechnet. Auf der Suche nach dem kleinsten unteilbaren Teilchen hatten die Physiker das Atom und seine Bausteine seit Jahrzehnten hinter sich gelassen. Die Elementarteilchen vermehrten sich seit 20 Jahren wie die Karnickel. Ununterbrochen wurde ein neues entdeckt. Die ganze schöne alte Ordnung — von Protonen, Neutronen und Elektronen — war dahin: Es herrschten Elementarteilchenpromiskuität und Sittenverfall.

Bei dem Versuch, Ordnung in dieses Chaos zu bringen, erdachte sich Murray Gell-Mann das „Quark". Er kannte es nicht, er hatte es noch nie gesehen, aber er rechnete sich aus, daß sich — wenn es das „Quark" gebe — alle diese verschiedenen Teilchen wieder auf einen gemeinsamen Nenner bringen ließen: unterschiedliche Variationen mehrerer „Quarks".

Noch immer — ohne es zu kennen — ermittelte die Physik immer mehr Eigenschaften des unbekannten Wesens: Seinen Drehimpuls, seinen „Charme" und andere seltsame Verhaltensweisen (wörtlich: eine bestimmte Eigenschaft des „Quark" heißt „Strangeness").

Es entstand das sogenannte „Quark"-Modell, Nobelpreis 1969, mit dessen Hilfe sich tatsächlich alle Elementarteilchen erfassen lassen.

Sie zerfallen in zwei große Gruppen: die Leptonen und Hadronen.

Die Hadronen sind die schweren: Neutron und Proton zum Beispiel.

Die Leptonen sind die leichteren: Elektronen, Myonen, Neutrinos und die zugehörigen Antiteilchen.

Wobei die Leptonen in jüngster Zeit Zuwachs bekommen zu haben scheinen: Am SIN-Institut in Zürich wurde eben erst ein Zwillingsbruder des Elektrons, das Myon, schwanger. Dieses Myon, das über 200mal schwerer als ein Elektron ist, sich aber sonst in nichts von ihm unterscheidet, hat die Eigenschaft, in einigen seltenen Fällen auf verbotene Weise zu zerfallen: nämlich in ein Elektron und in ein hochenergetisches Photon.

Man glaubt aus der Art dieses Zerfalls auf eine neue Fundamentalkraft schließen zu können. „Diese superschwache Kraft ist schon früher gefordert worden — jetzt dürften wir sie haben" (Majerotto).

Aber das „Quark" selbst blieb unauffindbar.

Wenn gewöhnliche Physiker etwas nicht finden, das sie sich ausgerechnet haben, glauben sie, daß ihre Berechnungen falsch waren. Theoretische Physiker bleiben von ihren Berechnungen überzeugt und geben dem „Quark" die Schuld: Um die schöne Theorie von der „Quark"-Ordnung der Elementarteilchen zu retten, dachten sie sich eine Reihe weniger schöner Theorien aus, die erklären sollen, wieso „Quark" unsichtbar bleibt.

Eine dieser Theorien hört auf den wunderschönen Namen „Theorie von der infraroten Sklaverei und der ultravioletten Freiheit": Sie besagt, daß die Trennung von „Quarks" um so mehr Energie erfordert, je weiter die Teilchen voneinander entfernt sind. Für eine vollkommene Trennung sei so viel Energie vonnöten, daß sich schon wieder neue Elementarteilchen bilden, so daß der Urzustand nicht mehr feststellbar ist.

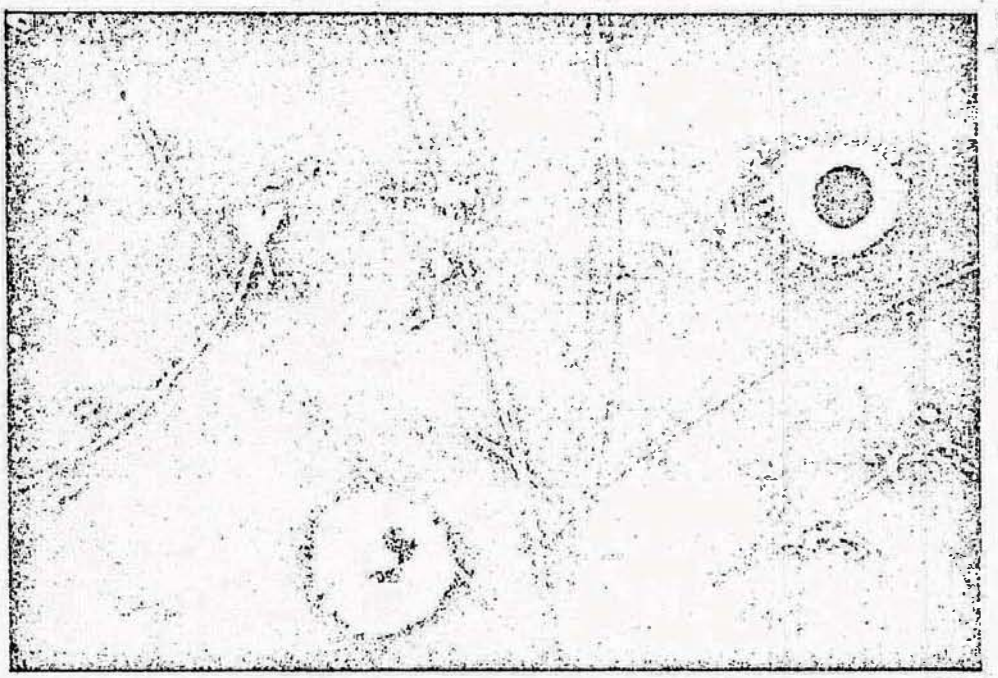
Eine andere Hypothese sperrt die „Quarks" in einen imaginären Sack, der auch mit viel Energie nicht geöffnet werden kann.

Schließlich glauben die Theoretiker, daß sich die „Quarks" als Baryonen und Mesonen verkleiden und dergestalt entkommen können.

Hauptsache, die Schutztheorien retten das „Quark"-Modell.

Doch jetzt hat Fairbank — anscheinend — das „Quark" gefunden. Und die armen Physiker sind erst wieder ganz durcheinander: Was sollen sie jetzt mit den schönen Theorien machen, die einwandfrei beweisen, daß man das „Quark" gar nicht finden kann?

Dozent Majerotto: „Freie ‚Quarks' können wir eigentlich gar nicht brauchen." ©



Die Blasenkammeraufnahme von Elementarteilchen. Der Originaltext unter dem wissenschaftlichen Foto hat folgenden poetischen Wortlaut: „Blasenkammeraufnahme eines charmanten Teilchens. Auf das Teilchen kann nur indirekt geschlossen werden aus den Spuren für Positron und seltsamen Teilchen."

Erklärung

profil hat in der Ausgabe vom 15. März 1977 über die Höhere Lehranstalt für Forstberufe in Niederösterreich und Physiklehrer Dipl.-Ing. Hubert Dürr berichtet. profil hält in diesem Zusammenhang fest, daß es Herrn Dipl.-Ing. Dürr ein disziplinär zu ahnendes Verhalten nicht unterstellen wollte.

6. P. 1977

FORSCHUNG:

Der Stoff, aus dem man Trinker macht

Amerikaner entdeckten eine Substanz, mit der man Alkoholismus erzeugen kann.

Die Ratten waren stockbetrunken. Der übermäßige Genuß von Alkohol zeigte sich in ersten Vergiftungserscheinungen. „Nach durchzechter Nacht", stellte der Versuchsleiter fest, „erreichte die Alkoholkonzentration im Blut der Versuchstiere den ungewöhnlichen Wert von 0,2 Prozent."

Schuld am Vollrausch war eine chemische Substanz: THP (Tetrahydropapaverolin). Nach Injektion dieser Verbindung wurden selbst abstinente Ratten zu schweren Alkoholikern.

Die kürzlich von den amerikanischen Wissenschaftlern Robert D. Myers und Christine L. Melchior an der Purdue University in Lafayette, Indiana, durchgeführten Experimente bestätigen die Vermutung, daß Alkoholsucht durch chemische Substanzen hervorgerufen werden kann.

THP gehört zu den Tetrahydroisochinolinen, die Kondensationsprodukte im Stoffwechsel der biogenen Amine sind. Ihre Bildung im Organismus wird durch Äthylalkohol gefördert. (THP ist außerdem die biosynthetische Vorstufe des Opiumalkaloids Morphium.) Normalerweise ist seine Konzentration im Gehirn außerordentlich gering.

Die Rattenversuche waren so angelegt, daß die Tiere, um ihren Durst zu stillen, völlig frei zwischen zwei völlig gleichartigen Gefäßen wählen konnten; in dem einen war reines Wasser, im anderen verdünnter Alkohol. Die verwendete Rattenart zeigt normalerweise eine deutliche Abneigung gegen Alkohol und bevorzugt reines Wasser.

Das änderte sich schlagartig, als Myers in Abständen von 15 Minuten geringe Mengen THP in die Gehirnflüssigkeit der Tiere einspritzte. Sehr bald wechselten die Ratten vom Wasser zum Alkohol. Im Verlauf von zwölf Tagen wurde die Alkoholkonzentration schrittweise erhöht. Am Ende der Versuchsreihe waren aus den abstinenten Ratten schwere Trinker geworden: Sie ergötzten sich an dreißigprozentigem Alkohol und zeigten Entzugserscheinungen, wenn man ihnen den Schnaps entzog. Eine Kontrollgruppe von Ratten, denen reine Gehirnflüssigkeit anstatt THP injiziert wurde, behielt ihre Abneigung gegen Alkohol und trank nur Wasser.

Ratten im THP-Rausch: Süchtig

Die verabreichte Menge THP ist außerordentlich gering — 0,02 Mikrogramm pro Injektion. Wo diese winzige Menge im Gehirn ihre Wirksamkeit entfaltet, ist unbekannt.

Die Forscher vermuten, daß in Gegenwart abnormaler Metaboliten die synaptische Aktivität von gewissen Neuronen so geändert werden kann, daß diese Metaboliten als „falsche" Transmitter agieren. THP könnte auch in den enzymatischen Mechanismus des normalen Aminstoffwechsels eingreifen. Durch den Genuß von Alkohol würden Gehirnzellen so geschädigt, daß diese von sich aus THP produzieren und damit die Neigung zur Sucht werden lassen. o

liegt seit kurzem in allen Apotheken auf. Jetzt sollen die Konsumenten animiert werden, sich beim Apotheker über mögliche Wechselwirkungen zu informieren, bevor sie wahllos Tabletten schlucken.

Apothekerpräsident Dr. Franz Zeidler: „Mit dem bloßen Verkaufen von Arzneimitteln ist es nicht getan. Arzneimittelsicherheit erfordert auch Information des Patienten. Es ist noch viel zuwenig bekannt, daß bei gleichzeitiger unkontrollierter Einnahme mehrerer Präparate unerwünschte und damit vielfach schädliche Wirkungen auftreten können."

Ein Beispiel: Ein Patient wird mit einem akuten Infarkt in eine Klinik eingeliefert. Er erhält unter anderem ein Coumarinderivat[2]). Die Blutgerinnungsfähigkeit läßt sich so auf einen gewünschten Wert senken. Im vorliegenden Fall erweisen sich zwei Tabletten pro Tag als notwendig. Außerdem erhält der Patient wegen Schlafstörungen ein Schlafmittel (Phenobarbital).

Ärzteboß Platy
„Prestigedenken zurückstellen"

Apothekerchef Zeidler
„Tabletten nicht nur verkaufen"

Nach drei Wochen wird er entlassen und bekommt nur mehr das Coumarinpräparat. Vier Tage danach tritt eine massive, gefährliche Nierenblutung ein. Die Ärzte diagnostizieren Überdosierung des Coumarinderivates. Obwohl doch ebendiese Dosis genau eingestellt worden war. Des Rätsels Lösung: eine Wechselwirkung mit dem Schlafmittel. Durch das Phenobarbital war es zu einer Aktivierung von Enzymen der Leber gekommen, die unter anderem auch das Coumarinderivat abbauen. Im Spital hatte man die Coumarindosis deshalb höher bestimmt, als es ohne Phenobarbital nötig gewesen wäre. Nach dem Absetzen des Schlafmittels ging dann der vermehrte Coumarinabbau auf das normale Niveau zurück. Der Coumarinspiegel im Körper war dadurch sehr bald zu hoch. Das hatte dann letzten Endes die Blutung zur Folge[3]).

Arzneimittel können einander – außer im Stoffwechsel – noch auf andere Weise behindern:

- Bei der Resorption von Tetrazyklinen (Antibiotika) beispielsweise ist es nicht gleichgültig, ob Metallsalze anwesend sind oder nicht. Geringe Mengen Eisen verhindern die Aufnahme des Antibiotikums, und es kann seine Wirkung nicht entfalten. Solche Metallsalze sind unter anderem in den Antacida[4]) enthalten. Sogar das Kalzium in der Milch kann die Aufnahme des Tetrazyklins hemmen.
- Auch die Ausscheidung von Medikamenten erfolgt nicht immer gleich schnell. Eine langsamere Ausscheidung ist dabei nicht immer unerwünscht: Manchmal setzt man die Ausscheidung gezielt herab.

Obwohl die bekannten Arzneimittelwechselwirkungen sehr zahlreich sind, schenkt man ihnen erst in letzter Zeit vermehrt Beachtung. Viele Wechselwirkungen sind noch unbekannt.

Mit der neuen Interaktionskartei sollen nun die Apotheker besser als bisher in der Lage sein, ihre Kunden zu informieren. Dr. Julien Bertaux, WHO Genf: „Der Apotheker ist der Angelpunkt in der Arzneimittelanwendung."

Manche Ärzte sind da ganz anderer Meinung. Äußerungen praktischer Ärzte, von profil befragt, auf einen Nenner gebracht: „Die Patienten sollen lieber den Arzt fragen."

Med.-Rat Dr. Heinz Fidelsberger über die Kartei: „Ich finde das schrecklich. Wenn ein Apotheker einem Patienten was sagt, so verstehen doch 90 Prozent das gar nicht, und es entstehen wahnsinnige Irrtümer." Über den Bildungsstand in den Apotheken: „Manche Äußerungen des Apothekenpersonals erschrecken mich zutiefst."

Auch der steirische Ärztekammer-Vize Dr. Helmut Hammer ist mit der Aufwertung der Apotheker nicht einverstanden: „Der Schwerpunkt der Information muß notgedrungen beim Verordner liegen. Wenn ein Apotheker auf eine Wechselwirkung zwischen Marcoumar und Aspirin, die ärztlich verordnet wurden, hinweist, so ist das ein glatt unerlaubter Eingriff. Der Apotheker wird auch vielfach überfordert sein, weil er gar nicht beurteilen kann, was sich der Verordner gedacht hat, wenn er mehrere Präparate gleichzeitig verordnet." Wenn die Rezepte von verschiedenen Ärzten kommen: „Das soll der Hausarzt koordinieren."

In jedem Fall, so die Ärzte, soll der Apotheker wenigstens den Arzt fragen, bevor er Informationen gibt.

Ärztepräsident Platy sieht die Apothekerkartei positiv: „Ich würde hier Prestigedenken der Ärzte zurückstellen. Es sollten möglichst viele Personenkreise am Informationsdienst aktiv teilnehmen. Wenn zum Beispiel ein Patient Rezepte verschiedener Ärzte vorlegt, ist der Apotheker zur Auskunft über mögliche Wechselwirkungen verpflichtet. Häufig weiß ein Arzt gar nichts vom Rezept des anderen, und dann endet alles beim Apotheker."

Wenn nun dieser über Wechselwirkungen Bescheid weiß und den Patienten darüber aufklärt, sollte das doch eigentlich dem Arzt nur recht sein. Ganz abgesehen davon, daß die Kartei auch für Ärzte eine wertvolle Hilfe sein könnte.

So umstritten die Stellung des Apothekers bei den Ärzten, so ungelöst auch die Frage, wie weit man den Patienten überhaupt über eine Krankheit oder therapeutische Maßnahmen informieren soll. Information hat nur dann einen Sinn, wenn der Empfänger sie versteht und etwas damit anfangen kann. Hammer: „Ein Großteil der Patienten liest nicht einmal die Gebrauchsanweisung im Beipackzettel." Nur die Hypochonder zerbrechen sich über die medizinischen Angaben den Kopf. Da wirkt dann die Einbildung: Die Angst vor den Nebenwirkungen einer Therapie dominiert. Deshalb Hammer: „Wenn man den Patienten über Arzneimittelwechselwirkungen informiert, so ist das sicher am falschen Platz."

Mit dem Einwand, daß Aufklärung über Krankheit, insbesondere eine oft unheilbare wie Krebs, bei manchen Patienten vielleicht ungünstige Folgen hätte, flüchten sich viele Ärzte in pauschale Geheimniskrämerei. Da wird dann das Vorenthalten von Information falsch verstanden.

Zeidler für die Apotheker: „Ob man jetzt den Patienten oder den Arzt informiert, das ist halt Gspürsache."

---

[2]) Im Rahmen der sogenannten Anti-Koagulantien-Therapie.

[3]) Siehe „Pharmazie in unserer Zeit", März 1978.

[4]) Mittel gegen Übersäuerung des Magens.

13. 9. 197

FORSCHUNG:

Schlafstoff gefunden

Zwei Schweizer isolierten eine Substanz, die natürlichen Schlaf hervorruft.

„Versuche am Menschen", bremst der Schweizer Forscher Marcel Monnier voreiligen Optimismus, „haben wir nicht gemacht, denn man hat mit dieser Substanz noch keine Erfahrung — es besteht die Gefahr, daß man danebenschießt."

Die „Substanz" trägt den Namen DSIP (Delta Sleep Inducing Peptide) und besitzt die Fähigkeit, auf natürlichem Wege Schlaf hervorzurufen, und versetzte in diesem Sommer den internationalen Physiologenkongreß in Paris in Aufruhr: Gelingt es, DSIP in der richtigen Dosierung in Pillen zu konzentrieren, so wäre das erste Schlafmittel ohne schädliche Nebenwirkung gefunden.

Menschen mit Schlafstörungen hätten die Möglichkeit, „Schlaf" zu sich zu nehmen.

Die Idee vom „Schlafstoff" ist ein alter Hut: Schon Anfang dieses Jahrhunderts wurden Versuche mit Hunden unternommen, welche die Existenz humoraler schlafinduzierender Substanz bewiesen. Ein Hund wurde tagelang am Schlafen gehindert. Die Gehirnflüssigkeit des völlig übermüdeten Tieres injizierte man in ein munteres Vergleichsexemplar. Kurze Zeit später schlief auch dieses.

Seither suchen Wissenschaftler nach dem Schlafmittel der Natur. 1963 gelang es Marcel Monnier, durch Elektrostimulation des Thalamus Schlaf zu induzieren. Aber die Substanz, die das bewerkstelligt, blieb unauffindbar.

Vor zwei Jahren isolierte der Neurophysiologe John Pappenheimer von der Harvard-Universität größere Mengen von Hirnflüssigkeit aus Ziegen und fand bei der Auftrennung des Substanzgemisches eine Fraktion, die sich als schlaffördernd erwies. Er nannte sie Faktor S, weil er über die chemische Natur der Verbindung nur vermuten konnte, daß es sich um ein Peptid handelt.

Demgegenüber isolierten die Schweizer Marcel Monnier und Guido Schoenenberger jetzt aus dem venösen Hirnblut eines schlafenden Kaninchens ein ganz präzise umschriebenes Peptid aus neuen Aminosäuren mit dem Molekulargewicht 849, das sie auch bereits künstlich herstellen können. (Es ist mit dem Faktor S nicht identisch.)

An 52 Versuchstieren im Doppelblindtest erprobt, erzeugte das injizierte Peptid tiefen Deltaschlaf, der sich — wie umfangreiche Hirnstrommessungen erwiesen — in nichts vom natürlichen Schlaf unterschied.

Damit wirkt DSIP prinzipiell anders als alle künstlichen Schlafmittel, die einfach Betäubung hervorrufen und darüber hinaus vielfach Suchtgifte sind.

Noch weiß allerdings niemand, ob das DSIP hält, was es verspricht. Bei Kaninchen, Ratten und Katzen ist die Substanz wirksam. Sie scheint kein einfacher Transmitter zu sein, sondern ist wahrscheinlich für die Programmsteuerung des Schlafes verantwortlich. Die Peptidkonzentration ist jedenfalls nach Reizung des Schlafzentrums ungefähr zehnmal höher als im Wachzustand. Monnier zu profil: „Das DSIP gehört in eine völlig neue Substanzklasse. Wir konnten keine Dosiswirkungskurve feststellen, die optimale Konzentration liegt in engen Grenzen."

Zu deutsch: Man weiß nicht, wie es funktioniert.

Das würde die Industriechemiker freilich weiters nicht stören, wenn es nur als Schlafmittel zu gebrauchen ist. Dazu müssen sich die Forscher allerdings noch etwas einfallen lassen: Denn das DSIP ist als Pille unbrauchbar — Peptide werden im Magen sofort zerlegt.