ER UND SIE HORMONE

Die Macht des Weiblichen

Östrogen kann viel mehr als nur die Sexualität der Frau steuern. Das Hormon beeinflusst zudem die verschiedensten kognitiven Fähigkeiten – und das bei IHR und bei IHM.

Von Ulrich Kraft

Was fällt Ihnen zum Stichwort Östrogen als Erstes ein? Pille? Busen? Fortpflanzung? Wechseljahre? Mit großer Wahrscheinlichkeit bewegen sich Ihre Assoziationen in Richtung Frau – doch in diesem Fall sind die männlichen Leser vom Vorwurf machotypischen Gedankenguts freigesprochen. Denn schließlich verdankt das Hormon seinen hohen Bekanntheitsgrad der Tatsache, dass es an der Steuerung sämtlicher zur Fortpflanzung notwendiger Vorgänge im weiblichen Körper federführend beteiligt ist.

Östrogen kontrolliert den Menstruationszyklus, unter seinem Einfluss reifen die befruchtungsfähigen Eizellen heran, es löst den Eisprung aus und bereitet die Gebärmutter auf die Einnistung des Embryos vor. Ohne das größtenteils in den Eierstöcken produzierte Geschlechtshormon – von dem es im Übrigen mehrere sehr ähnliche Varianten gibt, weshalb man auch von Östrogen*en* spricht – könnte kein neues Leben im Mutterleib heranwachsen. In der Pubertät sorgen die ansteigenden Plasmaspiegel des Botenstoffs für weibliche Rundungen und leiten die Geschlechtsreife ein. Kurz gesagt: Östrogen macht Frauen zu Frauen.

Nicht umsonst gilt es also als das typische weibliche Sexualhormon, was Experten lange Zeit vermuten ließ, seine Wirkungen seien ausschließlich auf die zur Fortpflanzung wichtigen Organe beschränkt. Doch dann zeigte sich, dass hinter der Steuerung des Östrogenspiegels ein komplizierter Regelkreis steckt, bei dem einerseits Botenstoffe des Hypothalamus und der Hypophyse die Hormonproduktion der Eierstöcke beeinflussen, andererseits Östrogen aber auch auf diese beiden Hirnstrukturen einwirkt (siehe Kasten auf S. 52). Damit war klar, dass unser Denkorgan – oder zumindest Teile davon – für das Geschlechtshormon empfindlich sein muss.

Östrogene für den Mann

Mittlerweile wissen Forscher jedoch, dass Östrogene im Gehirn Wirkungen besitzen, die weit über die bloße Steuerung der Sexualhormonproduktion hinausgehen. Sie beeinflussen verschiedene kognitive Fähigkeiten wie Lernen und Gedächtnisbildung, sie kontrollieren, welche Verhaltens- und Problemlösungsstrategien wir anwenden, und auch unser Gefühlsleben hängt von ihnen ab. Verschiedene Studien deuten sogar darauf hin, dass die Nervenzellen einiger Hirnareale Östrogene brauchen, um überhaupt funktionsfähig zu sein und zu bleiben. Übrigens gilt das für Männer wie Frauen, denn im Gehirn wird das wichtigste männliche Sexualhormon, das Testosteron, in Östrogen umgewandelt.

Erste Hinweise darauf, dass Östrogen das Denkorgan bei seiner Arbeit unterstützt, stammen aus den frühen 1970er Jahren. Damals entdeckten Forscher in Nervenzellen aus Rattenhirnen Proteinmoleküle, die ausschließlich an das weibliche Geschlechtshormon binden. Über diese nach dem Schlüssel-Schloss-Prinzip funktionierenden Rezeptoren gibt der Botenstoff seine Informationen an die Nervenzellen weiter. Doch nicht nur die signalübertragenden Neurone, sondern auch andere Hirnzellen besitzen zum Teil Östrogenrezeptoren – so wie die für die Immunabwehr wichtigen Mikroglia und die als Stütz- und Versorgungszellen dienenden Makroglia. Wahrscheinlich erfüllt das Hormon an den verschiedenen Zelltypen auch unterschiedliche Aufgaben.

Welche das sind, lässt sich bisher nicht abschließend beurteilen – gerade die Er-

Aus urheberrechtlichen Gründen können wir Ihnen die Bilder leider nicht online zeigen.

AKG BERLIN (SANDRO BOTTICELLI, GEBURT DER VENUS, UM 1482, UFFIZIEN FLORENZ)

Die Geburt der Venus
Liebeleien mit Mars, Merkur und Neptun machten die Göttin der Schönheit, hier gemalt von Sandro Botticelli, zur Femme fatale der antiken Mythologie.

forschung der Östrogenwirkung auf die Gliazellen steckt noch in den Kinderschuhen. Tierversuche belegen allerdings, dass Östrogen die natürliche Abwehrreaktion der Mikroglia auf Entzündungsreize unterdrückt. Das kann beispielsweise bei multipler Sklerose oder Alzheimer sehr nützlich sein, denn bei beiden Erkrankungen lagern sich anomale Proteine an den Neuronen ab und rufen einen Entzündungszustand hervor, der die Nervenzellen schädigt und letztlich absterben lässt.

An den Makroglia übt das Sexualhormon offenbar eine »trophische Funktion« aus. Das heißt, es regt den Stoffwechsel dieser Versorgungszellen an. Unter dem Einfluss von Östrogen schütten die Makroglia vermehrt Wachstumshormone aus. Diese sorgen wiederum dafür, dass den Neuronen alle Substanzen zur Verfügung stehen, die sie für eine optimale Funktion benötigen.

Tierexperimente, aber auch Beobachtungen an Menschen deuten darauf hin, dass Östrogene vor einigen neurodegenerativen Erkrankungen schützen oder zumindest deren Fortschreiten verlangsamen können – und diesen protektiven Effekt vermitteln sie sehr wahrscheinlich weniger an den Neuronen selbst als vielmehr über ihre Rezeptoren in den Gliazellen.

Wie Wissenschaftler von der University of California in Davis 2003 entdeckten, kann das Hormon zudem die Folgen eines Schlaganfalls abmildern. Die Forscher um Phyllis Wise entfernten Mäusen zunächst die Eierstöcke und begrenzten so deren natürliche Östrogenproduktion. Danach teilten sie die Nager in zwei Gruppen, von denen die eine niedrig dosierte Östrogene erhielt. Nach einer Woche blockierten die Wissenschaftler kurzfristig den Blutfluss in einer bestimmten Hirnarterie, lösten so einen Schlaganfall aus und verglichen wenige Tage später, welche Spuren der Versorgungsstopp im Gehirn hinterlassen hatte.

Ratten mit Schlaganfall

Das Ergebnis: Bei jenen Mäusen, die eine »Hormonersatztherapie« bekamen, fiel der Schaden deutlich geringer aus. »Östrogen verlangsamt das Fortschreiten der durch den Schlaganfall induzierten Zellschäden«, fasst Studienleiterin Wise zusammen. »Vor allem in der Hirnrinde überleben mehr Neurone.« Insbesondere während der Spätphase eines Schlaganfalls fallen viele Hirnzellen dem so genannten programmierten Zelltod zum Opfer, mit dem sich der Körper selbst nur leicht geschädigter Zellen entledigt. Diesen als Apoptose bezeichneten Prozess scheint Östrogen zu begrenzen. Mehr noch: »Das Hormon hat sogar positive Effekte auf das Wachstum von neuen Neuronen«, so Wise.

Nicht zuletzt wegen dieser neuroprotektiven Wirkung ist das Sexualhormon mittlerweile auch in der Hirnforschung ein Boom-Thema. Fast noch mehr wissenschaftliches Interesse weckt allerdings die Beobachtung, dass Östrogen verschiedene kognitive Bereiche wie Lernen, Gedächtnis und Verhalten beeinflusst. Denn unabhängig von allen Rollenstereotypien und Klischees lässt sich der kleine Unterschied zwischen den Geschlechtern in Bezug auf manche Begabungsschwerpunkte nicht wegdiskutieren. Sexualhormone tragen hierzu ihr Scherflein bei, wofür es einen überaus schlag- ▷

kräftigen Beweis gibt: Bei Frauen ändern sich gewisse kognitive Fähigkeiten in Abhängigkeit vom Östrogenspiegel.

Onur Güntürkün, Biopsychologe am Institut für kognitive Neurobiologie der Ruhr-Universität Bochum, untersuchte unlängst, wie gut weibliche Testpersonen zu verschiedenen Zeitpunkten des Menstruationszyklus den so genannten mentalen Rotationstest bewältigen. Bei dieser Aufgabe geht es darum, eine geometrische Figur im Geiste zu drehen; er prüft also unser räumliches Vorstellungsvermögen. Und siehe da: Während der Menstruation, wenn die Sexualhormone sich auf dem Tiefpunkt befinden, schnitten Frauen ähnlich gut ab wie die männlichen Probanden aus der Vergleichsgruppe.

Mit dem Anstieg des Östrogenspiegels zum Ende des Zyklus fielen ihre Leistungen dann allerdings deutlich ab. Im Gegenzug verbesserten sie sich aber bei den parallel durchgeführten Wortfindungstests. Diese Ergebnisse belegen, dass Frauen in ihren visuell-räumlichen Fähigkeiten keineswegs grundsätzlich schlechter sind als Männer – nur schwankt der Östrogengehalt in ihrem Gehirn stärker und mit ihm verschieben sich die Begabungsschwerpunkte.

Mütterlicher Forschergeist

Auch Ratten legen bestimmte geschlechtsspezifische Verhaltensweisen an den Tag. Genau wie beim Menschen scheint der Östrogenhaushalt hier eine Rolle zu spielen. Besonders augenfällig ist, dass Männchen und Weibchen sich nicht in gleichem Maß für eine neue Umgebung interessieren. Setzt man die Nager in ein unbekanntes Territorium mit drei verschiedenen Objekten, etwa einer Flasche, einer Röhre und einem Ball, untersuchen die weiblichen Tiere am ersten Tag das Umfeld wesentlich intensiver als die männlichen. Mit der Zeit lässt ihr Forscherdrang zwar deutlich nach, erwacht aber sofort wieder, wenn die Gegenstände im Käfig umgruppiert werden. Allerdings gilt das ausschließlich für empfängnisbereite Weibchen mit niedrigem Östrogenspiegel. Nur sie inspizieren das veränderte Terrain mit anhaltender Neugier. Die männlichen Artgenossen zeigen zwar kurzfristig ein gewisses Interesse, ihr Erkundungsdrang legt sich aber rasch wieder. Sind die weiblichen Tiere aber in einer nicht empfängnisbereiten Phase mit hohem Östrogenspiegel, lässt die neue Anordnung sie völlig kalt, die Veränderungen im Käfig interessieren sie offensichtlich in keinster Weise.

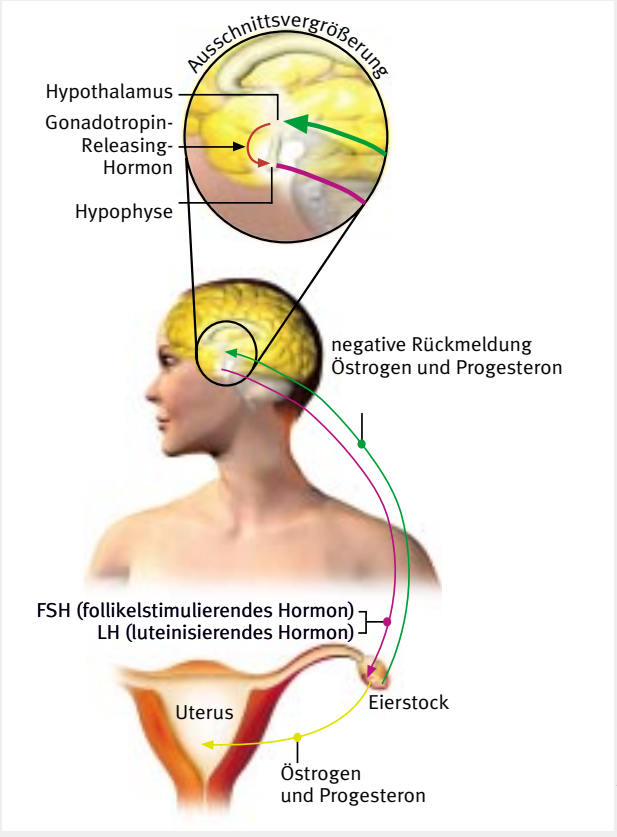
Diese Art der »hormonellen Verhaltenssteuerung« macht durchaus Sinn. Möglicherweise neigen empfängnisbereite Weibchen in der Zeit des Eisprungs dazu, ihre Umgebung sehr ausgiebig zu erkunden, weil sie so die Chance erhöhen, ein paarungswilliges Männchen zu finden. Auch nach der Geburt bleiben der Östrogenspiegel niedrig und der Forscherdrang der Rattenmutter groß, was es ihr dann erleichtert, den Nachwuchs vor Gefahren zu schützen und mit ausreichend Futter zu versorgen.

Studien wie diese lassen kaum Zweifel daran, dass zwischen dem Östrogenspie-

In enger Beziehung: Gehirn und Eierstöcke

Die weiblichen Sexualhormone werden in den Eierstöcken produziert – ihre Herstellung steht jedoch unter der Kontrolle eines Regelkreises, in dem zwei Hirnareale eine entscheidende Rolle spielen: der Hypothalamus und die Hypophyse (Hirnanhangsdrüse). Im ersten Abschnitt des Menstruationszyklus, in der so genannten Follikelphase, ist der Östrogenspiegel im Blut niedrig. Dies regt im Hypothalamus die Synthese der so genannten Gonadotropin-Releasing-Hormone an. Einer dieser Botenstoffe, das Folliberin (englisch: FSH-RF = Releasing-Faktor des follikelstimulierenden Hormons), induziert in der Hypophyse die Freisetzung des follikelstimulierenden Hormons (FSH), das dann über das Blut zu den Eierstöcken gelangt. Dort steigert FSH zum einen die Synthese der Östrogene, zum anderen fördert es die Reifung einer Eizelle.

Erreicht der Östrogenspiegel eine bestimmte Höhe, so stoppt der Hypothalamus die Produktion von Folliberin und kurbelt gleichzeitig die von LH-RF (Releasing-Faktor des luteinisierenden Hormons) an. Dieses zweite Gonadotropin-Releasing-Hormon ruft den Eisprung hervor und bereitet mit dem in den Eierstöcken produzierten Progesteron die Gebärmutterschleimhaut auf die Einnistung eines Embryos vor. Bleibt die Befruchtung aus, nimmt die Östrogenkonzentration im Blut massiv ab und die Gebärmutterschleimhaut wird infolgedessen abgestoßen. Ein neuer Zyklus kann beginnen.



SIGANIM / GEHIRN&GEIST

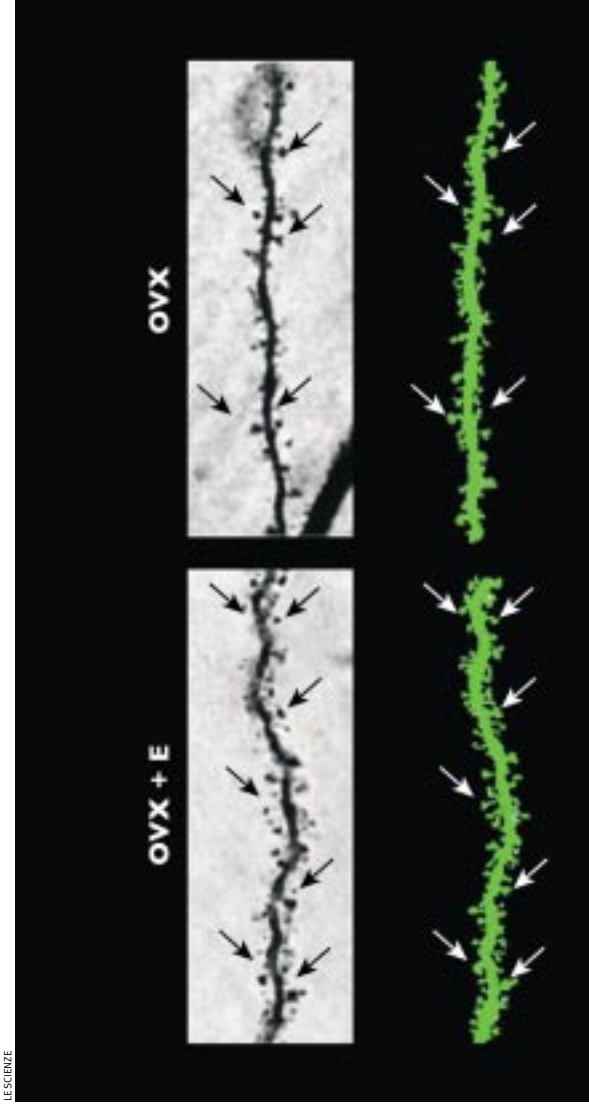
gel und bestimmten kognitiven Leistungen ein Zusammenhang besteht, der wiederum gewisse Unterschiede zwischen den Geschlechtern erklären kann.

Untersuchungen mittels funktioneller Magnetresonanztomografie zeigen allerdings auch, dass Männer und Frauen beim Lösen mancher Aufgaben von vornherein nicht die gleichen Hirnareale nutzen. Wenn es darum geht, den Ausgang aus einem virtuellen Labyrinth zu finden, aktivieren weibliche Versuchsteilnehmer Regionen im rechten Scheitel- und Stirnlappen des Cortex, während bei den Herren Neurone im Hippocampus anspringen. Trotzdem finden Männer und Frauen die gesuchte Lösung oft ähnlich schnell – ihre Gehirne leisten also dasselbe, nur auf unterschiedlichen Wegen.

Hormonabhängiges Gedächtnis

Um herauszufinden, wie Östrogene dieses komplexe Zusammenspiel beeinflussen, haben Forscher untersucht, welche Hirnareale denn überhaupt Nervenzellen mit den entsprechenden Andockstellen besitzen. Besonders hoch ist die Östrogenrezeptorendichte im Hypothalamus und in der so genannten Area praeoptica. Dieses Ergebnis war zu erwarten, denn der Hypothalamus gehört zu dem Regelkreis der Östrogensynthese und regt über eigene Botenstoffe die Produktion von Geschlechtshormonen an. Und die Area praeoptica scheint zumindest bei Tieren an der Steuerung des Fortpflanzungsverhaltens beteiligt zu sein. Doch auch im Hippocampus und im präfrontalen Cortex finden sich reichlich Östrogenrezeptoren. Diese Regionen haben aber mit höheren intellektuellen Funktionen wie Lernen, Gedächtnis und abstraktem Denken zu tun.

Versuche an Mäusen und Ratten, denen zur Senkung des natürlichen Östrogenspiegels die Eierstöcke entfernt wurden, zeigten, dass diese Tiere nach dem Eingriff bei verschiedenen Lernaufgaben und Gedächtnistests deutlich schlechter abschnitten. Durch Hormongaben ließ sich der negative Effekt wieder aufheben. Zwischen Östrogen und der Aktivität im Lernzentrum Hippocampus muss also eine Verbindung bestehen.



LE SCIENZE

Schlaue Dornen
Wenn wir etwas lernen, steigt die Zahl der dendritischen Spines (Pfeile) im Gehirn. Aber auch hohe Östrogenspiegel lassen bei Ratten solche Dornen neu sprießen (unten).

Um diesen Zusammenhang zu klären, untersuchte die Neurobiologin Catherine Woolley von der Rockefeller University in New York die Synapsen der Nervenzellen. An diesen Kontaktstellen findet die Informationsübertragung zwischen den Neuronen statt. Sie befinden sich an so genannten dendritischen Spines – kleinen Fortsätzen der Dendriten. Je mehr synaptische Verbindungen in einem Neuronennetz bestehen, desto besser funktioniert die Übertragung. Und etwas zu lernen bedeutet in der Sprache des Gehirns im Endeffekt nichts anderes, als neue Synapsen zu knüpfen und bereits bestehende Verbindungen zu intensivieren.

Im Hippocampus sind die Neurone besonders kontaktfreudig; eine einzelne Nervenzelle kann mit bis zu 20 000 anderen synaptisch verbunden sein. Beim Lernen steigt die Zahl nachweislich an. Wie die Forschergruppe um Catherine Woolley mit Hilfe von speziell gefärbten Hirnschnitten bereits vor einigen Jahren herausfand, regt Östrogen die Neubildung von dendritischen Spines auf bestimmten Neuronen des Hippocampus an (siehe Bild oben). 2001 konnten Woolley und ihr Kollege Bruce McEwen dann zeigen, dass die zusätzlichen Spines nicht nur bereits vorhandene Verbindungen stärken, sondern tatsächlich neue Kontakte mit anderen Nervenzellen aufnehmen. Die entsprechenden Studien wurden an ausgewachsenen Rattenweibchen durchgeführt. Das Ergebnis unterstreicht zunächst vor allem, wie formbar das Gehirn auch im Erwachsenenalter bleibt. Dieser enormen Plastizität des Denkorgans verdanken wir, dass ein altbekanntes Sprichwort glücklicherweise wohl doch nicht zutrifft: Denn auch Hans kann noch lernen, was Hänschen nicht gelernt hat.

Auf der anderen Seite wecken die Resultate auch die Hoffnung, mit Östrogen ein neues Medikament gegen Demenzerkrankungen in die Hand zu bekommen. Etwa zur Therapie von Alzheimer-Patienten, denn in deren Hippocampus sterben im Verlauf der Krankheit die dendritischen Spines nach und nach ab. Infolgedessen schwindet bei den Betroffenen das Erinnerungsvermögen, Neues kann nicht mehr im Gedächtnis abgelegt werden und auch andere kognitive Fähigkeiten wie Orientierung oder räumliches Vorstellungsvermögen leiden zunehmend. Da Östrogen die Bildung neuer synaptischer Verbindungen unterstützt, könnte das Sexualhormon die Alzheimer-Demenz möglicherweise aufhalten oder zumindest verlangsamen.

Doch die Fantasien einiger Wissenschaftler gehen noch ein Stückchen weiter, geschürt durch die Beobachtung, dass die Zahl der dendritischen Spines im Hippocampus bei jedem Menschen mit den Jahren abnimmt. Parallel dazu lässt im Alter die geistige Leistungsfähigkeit nach. Das legt die Idee nahe, Östrogen als so genannten Cognitive Enhan- ▷

cer einzusetzen – also als Mittel, um Gedächtnis und Lernvermögen gezielt zu verbessern und so dem Alterungsprozess des Gehirns entgegenzuwirken.

Besser lernen mit Östrogen?

Bruce McEwen, Neuroendokrinologe an der Rockefeller University, erforscht die Mechanismen, über die das weibliche Sexualhormon auf molekularer Ebene das Wachstum der dendritischen Spines in den hippocampalen Neuronen anregt. Für ihn steht fest, dass der Botenstoff normale Lern- und Gedächtnisfunktionen stärkt. »Auch ohne Östrogen gibt es immer noch jede Menge synaptische Verbindungen im Hippocampus. Doch unsere Arbeiten zeigen, dass diese Netzwerke ohne das Hormon beim Speichern und Abrufen von bestimmten Gedächtnisinhalten nicht optimal arbeiten.«

Der Forscher regt deshalb eine Art Hormonersatztherapie fürs Gehirn an, von der in erster Linie ältere Frauen profitieren sollen. Der Grund: Mit den Wechseljahren stellen die Eierstöcke die Hormonsynthese größtenteils ein und der Östrogenspiegel sinkt stark ab. Körperliche Symptome wie Hitzewallungen, aber auch die psychischen Probleme, unter denen viele Frauen nach der Menopause leiden, scheinen mit dem relativen Östrogenmangel ursächlich in Verbindung zu stehen – denn meist legen sich die Beschwerden durch die Gabe des weiblichen Sexualhormons.

Die kognitiven Leistungen von Frauen nach den Wechseljahren wurden mittlerweile ebenfalls mit verschiedenen Tests untersucht. Die Ergebnisse sind widersprüchlich. In vielen Studien verbessert Östrogen zwar die Lernleistung – allerdings nur bei Aufgaben, die das verbale Gedächtnis fordern.

Geschlechtsorgan Gehirn

Elefanten tun es, Pinguine tun es, Delfine tun es, Giraffen tun es und manche Menschen tun es auch – sie haben Sex mit Partnern gleichen Geschlechts. Bei über 450 Spezies wurden mittlerweile homosexuelle Verhaltensweisen beobachtet. Über die Ursachen wird heftig diskutiert. Evolutionstheoretiker suchen nach dem »schwulen Gen« – bislang erfolglos. Freudianer machen Fehlprägungen im Kindesalter verantwortlich, ohne die These aber zweifelsfrei belegen zu können. Und da unser wichtigstes Geschlechtsorgan ja bekanntlich zwischen den Ohren sitzt, begaben sich selbstverständlich auch Hirnforscher auf die Suche nach den Wurzeln der Homosexualität.

Fündig wurden sie im Hypothalamus, also der Hirnregion, die so elementare Triebe wie Hunger und Schlafbedürfnis kontrolliert. 1978 entdeckte Roger A. Gorsky von der University of California in Los Angeles, dass eine Gruppe von Nervenzellen im vorderen Hypothalamus bei männlichen Ratten wesentlich größer ist als bei weiblichen. Wie weitere Experimente zeigten, hängt das Wachstum dieses INAH-3 genannten Kerns vom Testosteronspiegel ab. Werden männliche Ratten gleich nach der Geburt durch Kastration ihres wichtigsten Sexualhormons beraubt, bleibt ihr INAH-3 im Erwachsenenalter so klein wie bei Rattenfrauen. Und auch ihr Fortpflanzungsverhalten wird weiblich!

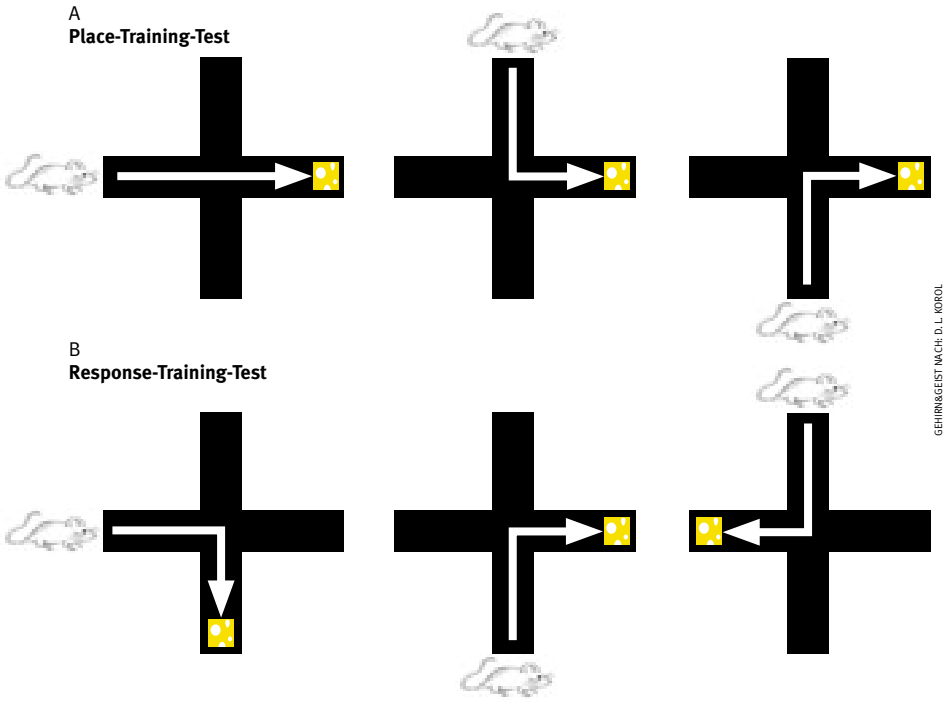
Aus urheberrechtlichen Gründen können wir Ihnen die Bilder leider nicht online zeigen.

CORBIS

Normalerweise paaren sich die Nager nach folgendem Schema: Das Männchen steigt auf das Weibchen und umklammert es mit den Vorderbeinen. Das Weibchen krümmt den Rücken, streckt das Hinterteil hoch, um dem Rattenmann das Eindringen zu erleichtern. Kastrierte Männchen brechen mit diesem Sexualverhalten. Sie machen, wenn ein Geschlechtsgenosse sie besteigt, ein Hohlkreuz und nehmen die weibliche Pose ein. Und mehr noch: Verabreicht man jungen Rättinnen direkt nach der Geburt Testosteron, bespringen sie als Erwachsene nach einer weiteren Hormongabe auch andere Weibchen.

Zwar gestaltet sich das Sexualleben des Menschen sicherlich komplexer als das der Nager, doch auch in unserem Hypothalamus gibt es diesen kleinen Unterschied. Beim Mann ist der INAH-3 doppelt bis dreimal so groß wie bei der holden Weiblichkeit. Möglicherweise gilt das aber nur für Heterosexuelle. Beim Vergleich der Gehirne verstorbener Männer mit unterschiedlichen geschlechtlichen Vorlieben stellte der damals am Salk Institute in San Diego arbeitende Neurowissenschaftler Simon LeVay fest, dass der INAH-3 bei einigen der Homosexuellen nur etwa »Frauengröße« aufwies. Doch es gab einige Ausnahmen und die schürten jede Menge Zweifel am Wert der Studie – jedoch nicht für LeVay. »Die sexuelle Orientierung von Menschen lässt sich auf biologischem Level untersuchen, das zeigen die Größenunterschiede der Kerne«, so seine Schlussfolgerung. Der Beweis fehlt allerdings bis heute. Und selbst wenn sich sein Ergebnis doch bestätigen sollte, ist immer noch nicht klar, ob ein anatomisches Merkmal das Verhalten steuert – oder ob sich die Sache nicht vielleicht eher umgekehrt gestaltet. Auch bei der Suche nach den Ursachen der geschlechtlichen Präferenzen im Gehirn bleibt also die altbekannte Frage offen: Henne oder Ei?

Forschungsobjekt Männerliebe
Schlägt sich die sexuelle Orientierung eines Menschen auch in seinem Gehirn nieder?



GEHIRN&GEIST NACH: D. L. KOROL

Futterjagd im Labyrinth
Obwohl sich die beiden Aufgaben ähneln, fordern sie unterschiedliche Bereiche des Gedächtnisses. Ratten mit normalem Östrogenspiegel haben bei Test A die Nase vorn, Tiere mit Östrogenmangel begreifen Aufgabe B schneller.

Auf diese selektive Wirkung verweist Donna Korol von der University of Illinois in Urbana-Champaign, USA. Die Psychologin hat untersucht, ob Östrogengaben bei jungen Ratten, denen sie zuvor die Eierstöcke entfernte, bestimmte Problemlösungsstrategien beeinflussen. Dazu benutzte sie zwei Tests, die sich auf den ersten Blick ähneln, von denen man aber annimmt, dass das Gehirn bei ihrer Lösung verschiedene Neuronennetze aktiviert. Grundsätzlich mussten die Ratten lernen, in einem Labyrinth Futter zu finden. Beim so genannten Place-Training-Test liegt das Futter immer am selben Platz. Der Punkt, von dem die Ratten die Suche starten, wird aber verändert (siehe Grafik A, oben). Tiere, die Östrogene erhielten, erfassten das Prinzip des Tests wesentlich schneller als ihre unbehandelten Artgenossen.

Anders denken in der Menopause

Diese waren aber beim Response-Training-Test deutlich überlegen. Hier verändert sich zwar der Ausgangspunkt, doch die Ratte findet ihr Fresschen immer, indem sie einfach in den ersten Gang rechts abbiegt (siehe Grafik B, oben). Dass die Tiere mit Östrogenmangel diese Aufgabe rascher erlernten, widerspricht, wie Korol meint, der Vorstellung, das Hormon würde unserem Denkorgan generell auf die Sprünge helfen. »Wenn Östrogen die allgemeine Lernfähigkeit verbessert, müssten die Ergebnisse beider Tests gleich ausfallen.« Nach ihrer Ansicht bestimmt der Spiegel des Sexualhormons vielmehr die kognitive Strategie, mit der sich das Gehirn an die Lösung eines Problems macht. »Östrogen fördert zwar manche Formen des Lernens, hemmt dafür aber andere.« Und was noch wichtiger ist: »Ohne den Botenstoff arbeitet das Denkorgan zwar anders, aber es arbeitet immer noch gut.«

Korols Studien lassen den kognitiven Leistungsabfall, den viele Frauen nach den Wechseljahren subjektiv empfinden, in einem neuen Licht erscheinen. Die Psychologin stellt in ihrem Buch »Animal Research and Human Health« die These auf, dass der sinkende Östrogenspiegel die Arbeitsweise des Gehirns schlicht und einfach verschiebt – hin zu den eher männlichen Stärken wie räumlicher Orientierung. »Frauen könnten sich nach den Wechseljahren sogar bei vielen Aufgaben verbessern, wenn sie die Sache anders angingen«, erklärt Korol. »Doch daran sind sie nicht gewöhnt, und deshalb nehmen sie die durch den Hormonabfall bedingten Veränderungen in erster Linie als Verschlechterung wahr.«

Neue Stärken zu entdecken und zu nutzen fällt sicherlich nicht leicht, und Donna Korol hat ihre Theorie auch noch nicht endgültig bewiesen. Dennoch wecken ihre Zwischenergebnisse einige Zweifel an der Idee, das weibliche Gehirn profitiere nach der Menopause generell von einer Art Östrogenersatztherapie.

Fest steht: Östrogen kann eindeutig mehr, als nur dafür zu sorgen, dass Frauen anders aussehen als Männer. Über seine Rezeptoren in Hirnarealen wie dem Hippocampus trägt das wichtigste weibliche Sexualhormon auch zu manchem kleinen Unterschied in der Denkweise und den Begabungen der Geschlechter sein Scherflein bei. Doch solange die Östrogenwirkungen auf unser Denkorgan nicht genau erforscht sind, sollte die Euphorie nicht über die Vorsicht siegen. Die andauernde Diskussion über das erhöhte Krebsrisiko bei der postmenopausalen Hormonersatztherapie sollte Warnung genug sein. ◀

Ulrich Kraft ist Mediziner und ständiger Mitarbeiter von **Gehirn&Geist.** Er lebt als freier Wissenschaftsjournalist in Berlin.

Literaturtipps

Korol, D. L., Kolo, L. L.: Estrogen-Induced Changes in Place and Response Learning in Young Adult Female Rats. In: Behavioral Neuroscience 116, 2002, S. 411 – 420.

Woolley, C. S. et al.: Electrophysiological and Cellular Effects of Estrogen on Neuronal Function. In: Critical Reviews Neurobiology 13(1), 1999, S. 1 – 20.