

Das verkannte Hormon

Seit Jahrzehnten heißt es, zu viel Testosteron im Blut mache Männer aggressiv, triebhaft und antisozial. Doch tatsächlich wirkt das Sexualhormon auf die menschliche Psyche in vielfältiger Weise – mitunter fördert es sogar die Fairness.

VON CHRISTOPH EISENEGGER

Johnny ist ein maskuliner Typ, muskulös und mit kantigem Gesicht, der schon in manche Schlägerei verwickelt war. Eines Nachts verprügelt er vor dem Klub »Prater Dome« in Wien den körperlich unterlegenen Richard. Worum es bei dem Streit genau ging, ist später nicht mehr zu klären, ebenso wie die Frage, wer von den beiden zuerst handgreiflich wurde. Einhellig ist aber das Urteil aller Freunde von Johnny: Ihr Kumpel sei eben »testosterongesteuert«. Deshalb sei er oft aggressiv und reagiere unbeherrscht, wenn man ihn provoziert.

Das Männlichkeitshormon Testosteron hat traditionell einen schlechten Ruf. Dem Klischee nach sorgt es nicht nur körperlich für stärker ausgeprägte maskuline Züge, sondern fördert auch antisoziales, aggressives Verhalten und Sexsucht. Der US-amerikanische Schauspieler Alan Alda sprach in den 1970er Jahren sogar scherzhaft von einer »Testosteronvergiftung«, unter der fast alle Männer litten und derentwegen sie sich so sonderbar verhielten. Noch heute beschreibt der Begriff »testosterone poisoning« im Englischen unvernünftiges, stereotyp negatives Gebaren von Männern. Ob der Botenstoff aber tatsächlich das Sozialverhalten beeinflusst, wird erst seit Kurzem wissenschaftlich untersucht – mit teils überraschenden Ergebnissen.

Testosteron ist eines der wichtigsten Sexualhormone und hat im Körper vielfältige Auswirkungen (siehe Grafik auf S. 64). Es findet sich im



MANNEFOTOLIA / MINIERVA STUDIO; MOLEKULMODELLFOTOLIA / OLGA ROMANOVA

Blut sowohl von Männern als auch von Frauen, wobei die Konzentration bei Männern etwa zehnmal höher ausfällt. Bei ihnen wird der Botenstoff zum größten Teil in den Hoden produziert, in den so genannten Leydig-Zellen. Im weiblichen Körper stammt das Testosteron etwa zur Hälfte aus den Eierstöcken und der Plazenta, zur anderen Hälfte aus einem Vorläuferhormon, das in der Nebennierenrinde gebildet wird. Testosteron kann die Blut-Hirn-Schranke ohne Schwierigkeiten überwinden. Deshalb bestimmt seine Konzentration im Blutkreislauf auch mit darüber, wie viel davon im Gehirn verfügbar ist – wo sich der Botenstoff auf unser Verhalten auswirkt.

Bei Studien an Tieren konnten Forscher bislang einige Vorurteile über das Hormon bestätigen. Mehr Testosteron im Blut scheint demnach

körperliche Aggression zu fördern, insbesondere im Zusammenhang mit territorialen Auseinandersetzungen, Rankämpfen und Sexualität. Hamster etwa sind bei erhöhtem Testosteronspiegel eher bereit, einen fremden Artgenossen zu attackieren, wenn dieser in ihren Käfig gesetzt wird. Dagegen scheint das Hormon eine untergeordnete Rolle bei Aggressionsformen ohne sozialen Kontext zu spielen, beispielsweise bei der Jagd. Doch hat Testosteron beim Menschen einen vergleichbaren Effekt? Diese Frage hat schon viele hitzige Debatten ausgelöst.

Einerseits ergaben beispielsweise Studien mit männlichen Gefängnisinsassen, dass die Menge des Hormons im Blutkreislauf mit der Schwere der begangenen Verbrechen zusammenhängt. Wer wegen Vergewaltigung, Mord oder bewaffneten Raubüberfalls verurteilt wurde, zeigt im Schnitt höhere Testosteronwerte als jemand, der wegen Diebstahl oder Drogenmissbrauch einsitzt. Eine Auswertung der Disziplinarberichte belegte außerdem, dass Insassen mit viel Testosteron im Blut öfter in Konflikte mit Mithäftlingen verwickelt waren. Interessanterweise gelten diese Befunde auch für weibliche Inhaftierte. In einer Studie mit Börsenhändlern fanden Forscher zudem einen Zusammenhang zwischen der Hormonkonzentration im Körper und finanziellem Erfolg: Testosteronboliden erzielten auf dem Parkett größere Gewinne.

Allerdings bedeuten diese Ergebnisse noch nicht, dass der Botenstoff ursächlich für das beobachtete Verhalten verantwortlich ist. Denn zum einen wurde in diesen Studien lediglich die Konzentration im Blutkreislauf bestimmt. Da das Gehirn jedoch auch selbst Testosteron produziert, steht die im Blut zirkulierende Menge nicht in direktem Verhältnis zur Menge im Gehirn.

Zum anderen ändert sich der Testosteronlevel im Blut als Reaktion auf bestimmte Situationen. Dies zeigte beispielsweise eine Studie von Justin Carré von der kanadischen Nipissing University: Wenn sich männliche Hockeyspieler ein Video ansahen, das den Sieg ihrer Mannschaft zeigte, stieg die Testosteronkonzentration in ihrem Speichel um rund ein Drittel an. Sahen sie ein Video mit neutralem Inhalt, änderte sich der Hormonhaushalt nicht. Wenn Forscher die Menge des Botenstoffs also lediglich messen, ist da-

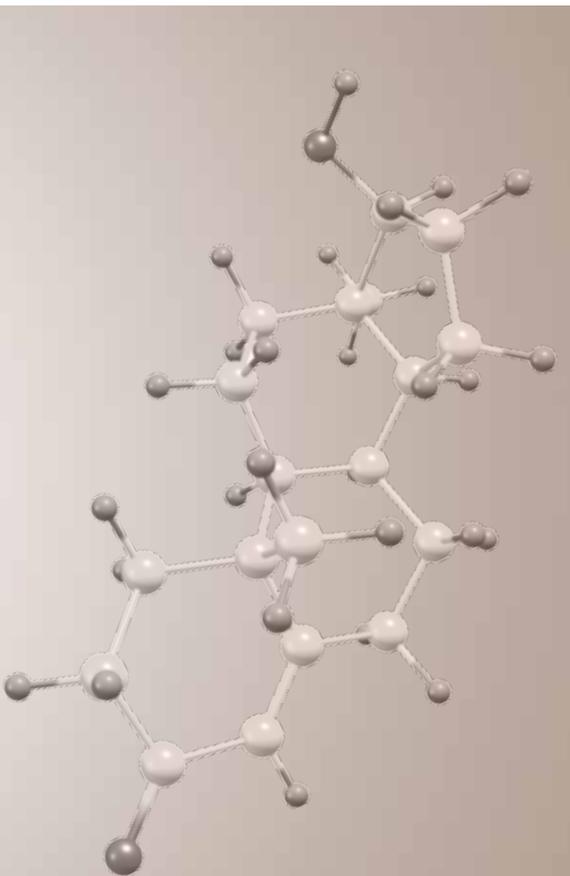
AUF EINEN BLICK

Treibstoff für Machos?

1 Testosteron ist das wichtigste männliche Sexualhormon. In Tierstudien gehen erhöhte Testosteronwerte mit aggressivem Verhalten gegenüber Rivalen und Sexualpartnern einher.

2 Dass der Botenstoff ursächlich Aggressionen fördert, ist jedoch nicht belegt. Experimentelle Studien deuten sogar darauf hin, dass das Hormon kooperatives Verhalten fördern kann.

3 Unklar bleibt, welche Rolle das weibliche Sexualhormon Östradiol im Gehirn spielt. Es wird im männlichen Körper aus Testosteron gebildet und dürfte ebenfalls das Verhalten beeinflussen.



Eine Frage der Chemie

Testosteron beschert Männern maskuline Züge, kräftige Muskeln und Körperbehaarung. Wie sich das Hormon auf ihr Verhalten auswirkt, ist dagegen nicht so eindeutig.

Wie Testosteron im Körper wirkt

Das männliche Sexualhormon hat im Körper vielfältige Aufgaben. Über den Blutkreislauf gelangt es zu den Organen, die über Rezeptoren für den Botenstoff verfügen. Es gibt viele verschiedene Varianten des Rezeptors, die unterschiedlich sensibel auf das Hormon reagieren. Ihre Verteilung ist genetisch bedingt. Daher kann dieselbe Menge an Testosteron im Blut bei verschiedenen Personen eine unterschiedlich starke Wirkung entfalten.

KNOCHEN

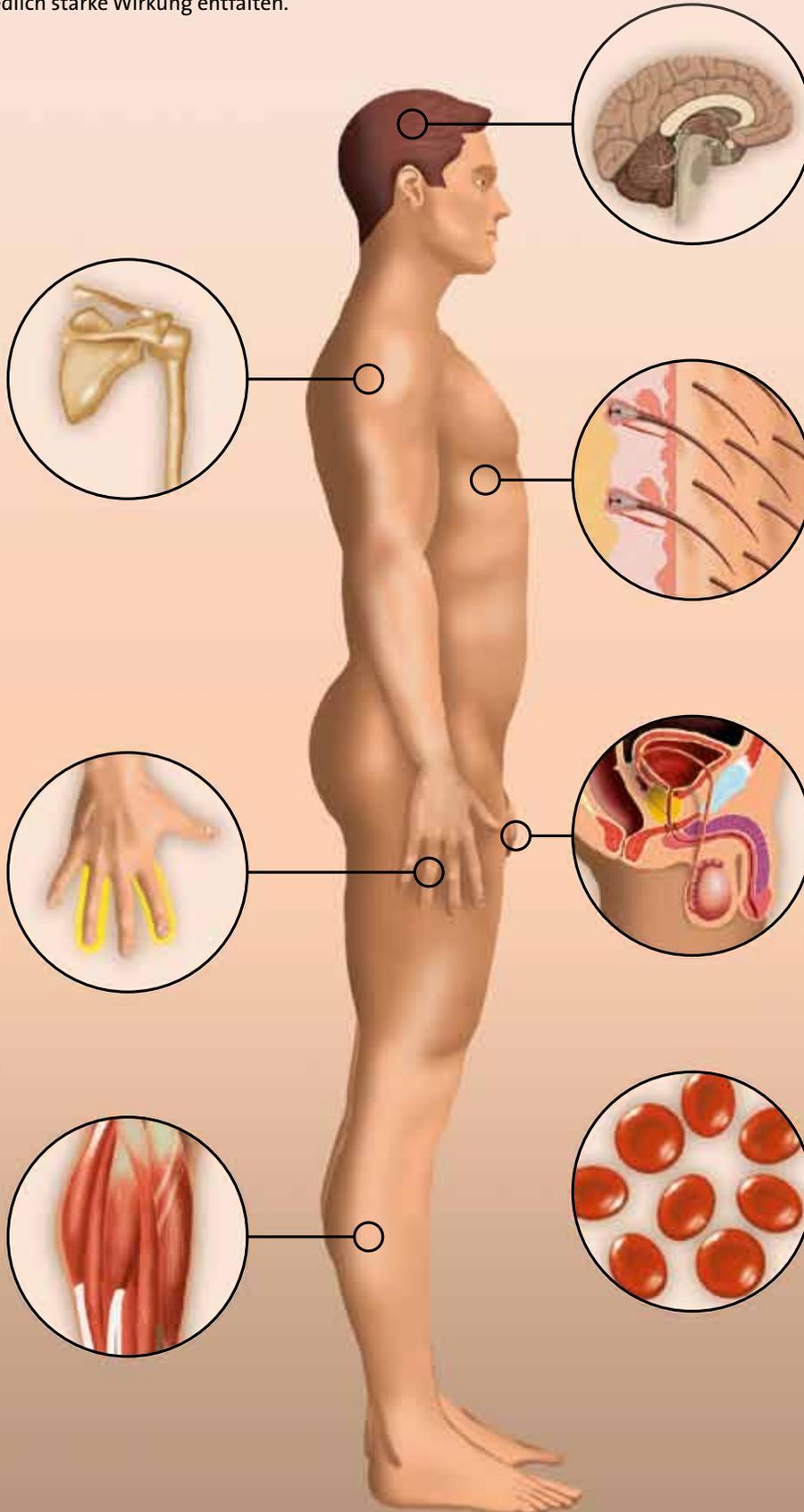
Das Hormon ist für das Wachstum und die Stabilität von Knochen und Knorpeln notwendig. Testosteronmangel ist die häufigste Ursache von Osteoporose (Knochenschwund) bei Männern. Noch wichtiger für die Knochendichte ist aber das weibliche Sexualhormon Östradiol. Es wird bei Männern aus Testosteron hergestellt, daher führt ein zu niedriger Testosteronspiegel bei ihnen auch zu Östradiolmangel.

RING- UND ZEIGEFINGER

Das Längenverhältnis von Ringfinger und Zeigefinger verrät, welchen Sexualhormonen jemand im Mutterleib ausgesetzt war. Je länger der Ring- im Vergleich zum Zeigefinger, desto größer war die Menge an Androgenen wie Testosteron. Wie das mit verschiedenen körperlichen und psychologischen Merkmalen zusammenhängt, wird derzeit untersucht.

MUSKELN

Testosteron fördert das Muskelwachstum, weshalb seine synthetischen Abkömmlinge (auch anabole Steroide genannt) häufig zu Dopingzwecken missbraucht werden. Es beeinflusst zudem den Fettstoffwechsel: Männer mit Testosteronmangel haben mehr von dem Hormon Leptin in sich, was sich wiederum in einem größeren Körperfettanteil und Übergewicht äußert.



GEHIRN

Nach traditioneller Sichtweise fördert Testosteron im Gehirn Antrieb und Motivation, aber auch aggressives Verhalten. Neuere Studien zeichnen jedoch ein anderes Bild – insbesondere die Rolle des Hormons in sozialen Situationen wird derzeit kontrovers diskutiert.

KÖRPERBEHAARUNG

Ab dem Beginn der Pubertät fördert Testosteron das Wachstum von Körper- und Barthaaren, auch die weibliche Körperbehaarung unterliegt seinem Einfluss. Beim Kopfhaar dagegen führt ein Abbauprodukt des Hormons bei Menschen mit entsprechender genetischer Vorbelastung schon in normalen Mengen zu Haarausfall.

GENITALIEN

Etwa sieben Wochen nach der Empfängnis sorgt Testosteron im Mutterleib dafür, dass sich männliche Geschlechtsorgane auszubilden beginnen. Die Hoden produzieren später selbst das Hormon, das ab der Pubertät für den Beginn und die Aufrechterhaltung der Spermienproduktion verantwortlich ist. Bei beiden Geschlechtern fördert Testosteron sexuelles Verlangen.

BLUT

Das Hormon ist auch für die Bildung und Entwicklung der roten Blutkörperchen mitverantwortlich: Zum einen aktiviert es in der Niere die Freisetzung des Hormons Erythropoetin, das im Knochenmark die Produktion von roten Blutkörperchen anregt. Zum anderen verstärkt es im Knochenmark die Empfindlichkeit für Erythropoetin.

mit die Kausalitätsfrage nicht geklärt: Höhere Testosteronwerte können durchaus das Resultat von Aggressionen sein statt umgekehrt.

Besonders aufschlussreich sind daher Studien, in denen die Testosteronmenge im Blut gezielt manipuliert wird. Typischerweise erhalten die Versuchspersonen entweder eine Dosis des Sexualhormons oder eines Scheinpräparats. So lässt sich ein Anstieg der Bluthormonwerte ursächlich auf die experimentelle Manipulation zurückführen. Idealerweise sollten weder der Versuchsleiter noch die Teilnehmer wissen, ob diese das Placebo oder das Hormon erhalten. Tatsächlich zeigten solche Studien zum Teil völlig neue, überraschende Effekte.

Tief verankerter Volksglaube

Zum Beispiel wurde die Wirkung des Hormons auf das Verhalten im so genannten Ultimatumspiel untersucht. Dabei verhandeln jeweils zwei Probanden miteinander über einen Computer, um anonym zu bleiben. Teilnehmer A erhält einen Geldbetrag, den er mit B teilen muss. Er darf jedoch selbst ein Angebot vorlegen, wie er den Betrag aufteilen möchte. B kann diesen Vorschlag entweder annehmen oder ablehnen – im zweiten Fall gehen beide Spieler leer aus.

In der Studie erhielt nun der Hälfte der Teilnehmer, in diesem Fall alles Frauen, eine Tablette mit 0,5 Milligramm Testosteron. Das steigerte die Konzentration des Botenstoffs im Blut auf zirka das Zehnfache, so dass die Frauen kurz nach der Einnahme etwa so hohe Testosteronwerte aufwiesen wie üblicherweise Männer. Die übrigen Teilnehmerinnen bekamen eine Pille ohne Wirkstoff verabreicht. Am Ende der Studie wurden alle gefragt, ob sie glaubten, das Placebo oder das Hormonpräparat erhalten zu haben.

Die Resultate zeigen vor allem eines: wie tief der Glaube an die negativen Wirkungen von Testosteron in unserer Kultur verankert ist. Probandinnen, die glaubten, Testosteron geschluckt zu haben, machten im Schnitt unfairere Angebote als Teilnehmerinnen, die vermeintlich ein Placebo erhalten hatten – unabhängig davon, was sie tatsächlich intus hatten. Sie zeigten also dem Klischee entsprechendes Dominanzgebaren. Der tatsächliche Effekt des Hormons war jedoch komplett entgegengesetzt: Wer das aktive Präpa-

rat erhalten hatte, machte im Schnitt fairere Angebote als Probandinnen in der Placebo-Gruppe.

Dass Testosteron den Gerechtigkeitsinn fördern könnte, findet sich in einer wachsenden Zahl von Studien an Frauen und Männern. Jack van Honk und Kollegen von der Universität Utrecht beispielsweise ließen Studentinnen an einem »Public Goods«-Spiel teilnehmen. Dabei erhalten die Spieler zu Beginn einen virtuellen Geldbetrag und entscheiden insgeheim, wie viel sie davon in einen öffentlichen Topf spenden. Dieser Topf wird anschließend vervielfacht und die Summe unter allen Spielern aufgeteilt. Es erhalten also auch jene denselben Anteil, die nichts zur Geldvermehrung beigetragen haben. Der individuelle Gewinn errechnet sich aus der Summe, die ein Spieler zu Beginn einbehalten hat, und seinem Anteil an der Ausschüttung.

Die Wissenschaftler maßen zuerst das Längenverhältnis von Zeige- und Ringfinger der Probandinnen – ein Maß dafür, welcher Menge an Testosteron diese im Mutterleib ausgesetzt gewesen waren (siehe Grafik links). Direkt vor dem Spiel verabreichten sie ihnen dann entweder ein Placebo oder eine Testosteronpille, die wieder zu einer zehnfachen Erhöhung des Testosteronspiegels führte. Ergebnis: Teilnehmerinnen mit einer Extradosis des Hormons im Blut spendeten größere Summen in den Gemeinschaftstopf. Das galt aber nur für Frauen mit einem niedrigen vorgeburtlichen Testosteronspiegel; die anderen wurden von der Hormongabe nicht beeinflusst.

Maarten Boksem und seine Kollegen an der Radboud-Universität in Nimwegen zeigten zudem, dass Menschen sich eher »positiv reziprok« verhalten, nachdem sie eine Dosis Testosteron geschluckt haben. In einem Spiel revanchierten sich so behandelte Probanden großzügiger, wenn andere ihnen vorab Vertrauen in Form einer größeren Geldsumme entgegengebracht hatten. Das Hormon scheint sich also in manchen Situationen durchaus günstig auf das Sozialverhalten auszuwirken.

Am überraschendsten ist wohl das Resultat einer Studie aus Deutschland, in der Matthias Wibral und Kollegen männliche Versuchspersonen entweder mit einem Testosteron-Gel oder einem Placebo behandelten. Das Hormon wird auch über die Haut aufgenommen und gelangt so in

Unbeständiger Pegel

Der Testosteronspiegel im Blut unterliegt natürlichen Schwankungen. Die Ursachen können psychologischer Natur sein – etwa der Sieg oder die Niederlage in einem Wettbewerb –, aber auch biologische Prozesse spielen eine Rolle. So sind bei beiden Geschlechtern die Testosteronwerte morgens am höchsten und nehmen im Lauf des Tages ab.

Bei Frauen steigt die Konzentration zu Beginn des Zyklus stetig an, erreicht um die Ovulation herum das Maximum und sinkt dann wieder ab. Beim Mann nehmen die Werte zirka ab dem vierten Lebensjahrzehnt konstant ab und hängen auch mit dem Körperfettanteil zusammen: Übergewichtige Männer haben im Allgemeinen niedrigere Testosteronspiegel als schlankere oder muskulösere Typen.

den Blutkreislauf; diese Behandlung führt aber zu keiner so drastischen Steigerung der Testosteronwerte wie die Verabreichung als Tablette. Anschließend widmeten sich die Probanden in abgeschirmten Kabinen einem simplen Spiel: Sie sollten einmal würfeln und die Augenzahl in einen Computer eintippen – bei Eins bis Fünf konnten sie das Ergebnis in Euro mit nach Hause nehmen, bei einer Sechs gingen sie leer aus.

Dank der blickgeschützten Kabinen bekam niemand mit, ob die Probanden schummelten, um mehr Geld zu erhalten. Im Nachhinein ließ sich jedoch trotzdem feststellen, welche Gruppe ehrlicher war. Denn die Wahrscheinlichkeit ist für alle Zahlen von Eins bis Sechs gleich. Wenn eine Gruppe also überzufällig viele Vieren und Fünfen eingibt, weist das auf vermehrtes Lügen hin. Probanden, die das Testosteron-Gel erhalten hatten, logen im Schnitt seltener als die mit einem Placebo behandelten Testpersonen.

Ein Hormon macht noch kein Verhalten

Diese und weitere Studien widerlegen die eindimensionale Sichtweise, dass Testosteron für antisoziales Verhalten verantwortlich ist. Den bisherigen Ergebnissen zufolge scheint es sogar Ehrlichkeit und prosoziales Verhalten zu fördern, bei Männern wie bei Frauen. Die Forschung dazu steckt zwar noch in den Kinderschuhen, doch schon jetzt ist klar: Aggressives Verhalten lässt sich nicht einfach mit dem Hormonstatus erklären – das menschliche Sozialverhalten ist deutlich komplexer.

Relativ unumstritten ist dagegen die Rolle des Hormons in der Sexualität. Dass es für die Aufrechterhaltung eines normalen Geschlechtstriebs beim Mann notwendig ist, weiß man zumindest implizit schon seit Jahrtausenden. In vielen Kulturen gab es Eunuchen, denen im Kindesalter die Hoden entfernt wurden, so dass sie keine oder nur eine geringe Libido ausbildeten und deshalb etwa als Haremswächter eingesetzt wurden. Aber das Hormon scheint auch für die weibliche Sexualität wichtig zu sein: In einer Serie von methodisch ausgefeilten Studien konnte beispielsweise Adriaan Tuiten vom Universitäts-hospital Utrecht zeigen, dass Testosteron die sexuelle Erregung von Frauen erhöht.

Aus wissenschaftlicher Sicht spricht also einiges dagegen, unvernünftig oder antisozial handelnden Männern »testosterongesteuertes« Verhalten vorzuwerfen. Wie neueste Erkenntnisse nahelegen, handeln Menschen unter Testosteroneinfluss fairer und ehrlicher. Das letzte Wort ist noch nicht gesprochen, denn in den erwähnten Studien wurde das Hormon jeweils nur weiblichen oder nur männlichen Versuchspersonen verabreicht. Ob die gefundenen Effekte für beide Geschlechter gelten, bleibt daher vorerst offen.

Ein weiteres schlagkräftiges Argument gegen das gängige Klischee ist die Tatsache, dass es sowohl im weiblichen als auch im männlichen Körper das Enzym Aromatase gibt, das in der Lage ist, Testosteron in Sekundenschnelle zu Östradiol abzubauen. Wenn man Testosteron als »Männerhormon« bezeichnet, wäre Östradiol im Gegenzug das typische »Frauenhormon«, denn seine Konzentration ist im weiblichen Körper typischerweise viel höher als beim Mann.

Der besagte Umbauprozess kann sehr schnell einsetzen – wie viel Testosteron dabei umgewandelt wird, hängt von der Person und der konkreten Situation ab. Viele Effekte, die wissenschaftliche Studien dem Testosteron zuordnen, könnten aber zumindest teilweise auch Östrodioleffekte sein. Daher wäre es zumindest ratsam, stets beide Hormone gleichzeitig zu bestimmen.

Darüber, welche Rolle Östradiol für das menschliche Sozialverhalten spielt, ist bislang noch fast nichts bekannt. Dabei läuft bereits seit Jahrzehnten ein groß angelegter Selbstversuch: Mit der Antibabypille nehmen täglich Millionen von Frauen ein Hormon ein, das auf die Östrodiolezeptoren im Gehirn wirkt. Man darf daher auf Studien gespannt sein, in denen die Probanden kontrolliert Östradiol verabreicht bekommen, um die Effekte dieses Hormons auf das Verhalten zu ergründen. ~



Christoph Eisenegger ist promovierter Neurobiologe und leitet an der psychologischen Fakultät der Universität Wien eine vom Wiener Wissenschafts-, Forschungs- und Technologiefonds (WWTF) finanzierte Arbeitsgruppe. Ihn interessiert besonders, welche Rolle Hormon- und Neurotransmittersysteme im menschlichen Sozialverhalten spielen.

Quellen

Boksem, M.A.S. et al.:

Testosterone Inhibits Trust but Promotes Reciprocity. In: *Psychological Science* 10.1177/0956797613495063, 2013

Eisenegger, C. et al.: Prejudice and Truth about the Effect of Testosterone on Human Bargaining Behaviour. In: *Nature* 463, S. 356–359, 2010

Van Honk, J. et al.: New Evidence on Testosterone and Cooperation. In: *Nature* 485, S. E4–E5, 2012

Weitere Quellen im Internet:
www.spektrum.de/artikel/1301042

Deutschlands einziges wöchentliches Wissenschaftsmagazin



Jeden Donnerstag neu!

- mehr als 40 Seiten News, Hintergründe, Kommentare und Bilder aus der Forschung
- im Abo nur € 0,77 pro Ausgabe
- jederzeit kündbar
- mit exklusivem Artikel aus **nature** in deutscher Übersetzung
- als PDF einfach über E-Mail oder per Link zu beziehen



Lernen Sie **Spektrum – Die Woche** kostenlos kennen:
www.spektrum.de/testwoche