

Psychologische

Grundlagen sexuellen

Bindungsverhaltens beim

Menschen

Krüger T, Winter L

Blickpunkt der Mann 2009; 7 (2)

28-33

Homepage:

www.kup.at/dermann

**Online-Datenbank mit
Autoren- und Stichwortsuche**

**Krause & Pachernegg GmbH
Verlag für Medizin und Wirtschaft
A-3003 Gablitz**

Verlagspostamt: 3002 Purkersdorf
Erscheinungsort: 3003 Gablitz

Psychobiologische Grundlagen sexuellen Bindungsverhaltens beim Menschen

T. Krüger, L. Winter

Kurzfassung: Die neurobiologischen Grundlagen sexuellen Bindungsverhaltens bei Männern und Frauen sind bislang wenig untersucht, obgleich tierexperimentelle Studien auf die immense Bedeutung von Neuropeptiden wie Oxytocin und Vasopressin sowie dopaminerg innervierter Hirnareale hinweisen. Unter sexuellem Bindungsverhalten können die so genannte konditionierte Partnerpräferenz als verhaltensneurobiologisches Korrelat einer frühen Bindung zwischen zwei Geschlechtspartnern sowie der Coolidge-Effekt subsumiert werden, der eine Abschwächung des sexuellen Verlangens bei zunehmender Bekanntheit eines sexuellen Reizes beschreibt. Auf sexualmedizinischer Ebene sei die provokative Frage er-

laubt, ob der Coolidge-Effekt Grund genug sei für sexuelle Langeweile in langjährigen Partnerschaften. Dem gegenüber steht die sexualtherapeutische Erfahrung, dass durch spezifische Verhaltensinterventionen das sexuelle Appetenz- und Erregungsniveau signifikant beeinflusst werden kann.

Abstract: The Neurobiological Foundations of Sexual Attachment in Humans. The neurobiological foundations of sexual attachment behavior in male and female humans are poorly understood. Nevertheless, a wealth of animal literature indicates the physiological importance of neuropeptides such as oxytocin and vasopressin as

well as dopaminergic brain areas in modulating attachment behavior. Sexual attachment behavior comprises phenomena like the conditioned partner preference in the early phase of a relationship and the Coolidge effect which may be observed as diminished sexual drive when a sexual stimulus becomes increasingly familiar. We raise the provocative question of whether the Coolidge effect may be one reason for sexual tiredness in long-lasting relationships. In contrast, there is clinical experience from sexual therapy which points towards the effectiveness of specific behavioral interventions in augmenting sexual drive and arousal in even dull sexual relationships. **Blickpunkt DER MANN 2009; 7 (2): 28–33.**

■ Einleitung

Sexuelle Anziehung und die damit oftmals einhergehende selektive soziale und sexuelle Bindung zählt zu den stärksten treibenden Kräften menschlichen Verhaltens mit weitreichenden biologischen und soziokulturellen Auswirkungen. Die neurobiologischen Grundlagen sexuellen Bindungsverhaltens sind bisher vorwiegend im Tiermodell erforscht worden. Sexuelles Bindungsverhalten wird als Verhaltensweise verstanden, das in der Regel durch eine sexuelle Interaktion zwischen zwei Organismen induziert wird und in Form von Annäherungsverhalten und selektiver Bindung unterschiedlichen Ausmaßes beobachtet werden kann. Klassische Beispiele aus der tierexperimentellen Forschung sind die konditionierte Partnerpräferenz und der so genannte Coolidge-Effekt – verhaltensneurobiologische Phänomene, die weiter unten erläutert werden.

Insbesondere Studien an monogam bzw. polygam lebenden Nagetieren (Präriewühlmaus bzw. Rocky-Mountains-Wühlmaus) liefern die Grundlage für ein neurobiologisches Modell der Paarbindung [1]. Bei der zentralen Prozessierung sozialer und sexueller Schlüsselreize spielen dabei insbesondere die Neuropeptide Oxytocin und Vasopressin eine wesentliche Rolle. Das mesolimbische dopaminerge System ist hingegen für Verstärkermechanismen und Belohnungslernen von immenser Bedeutung. Die gleichzeitige Aktivierung dopaminerg und neuropeptiderger Strukturen in den Belohnungszentren des zentralen Nervensystems (ZNS) während der Kopulation führt im Tiermodell zu einer konditionierten Partnerpräferenz, die letztlich eine stabile Paarbindung repräsentiert [2].

Aus dem Zentrum für Seelische Gesundheit, Klinik für Psychiatrie, Sozialpsychiatrie und Psychotherapie, Medizinische Hochschule Hannover

Korrespondenzadresse: PD Dr. med. Tillmann Krüger, Zentrum für Seelische Gesundheit, Klinik für Psychiatrie, Sozialpsychiatrie und Psychotherapie, Medizinische Hochschule Hannover, D-30625 Hannover, Carl-Neuberg-Straße 1; E-Mail: krueger.tillmann@mh-hannover.de

Feste und andauernde soziosexuelle Bindungen sind in den meisten menschlichen Gesellschaften zu beobachten, insbesondere wenn durch die gesellschaftlichen Normen monogame Verhaltensweisen vorgegeben werden. Epidemiologische Daten und Beobachtungen von Humangenetikern zeigen aber auch, dass in vielen Gesellschaften ein nicht unerheblicher Prozentsatz der Männer und Frauen sexuelle Kontakte und Bindungen außerhalb der eigentlichen Beziehung pflegt (Polygamie) [3]. Befragungen von Männern und Frauen belegen ein beachtliches Interesse an wechselnden Geschlechtspartnern mit Hinweisen für eine Alters- und Geschlechtsabhängigkeit [4]. Soziologische Arbeiten zu romantischen (Verliebtsein) und sexuellen Beziehungen unter College-Studenten zeigen komplexe Interaktionsmuster mit mehrheitlichem Interesse und Kontakt zu mehreren Partnern (Abb. 1) [5].

Insgesamt besteht also wenig Zweifel, dass Paare in der Lage sind, lang anhaltende soziosexuelle Bindungen einzugehen, die entsprechende Korrelate auf neuronaler, neurochemischer und molekularer Ebene aufweisen müssen, die bisher weitgehend unerforscht sind. Empirische Arbeiten zeigen aber auch, dass das sexuelle Bindungsverhalten variabel ist und ebenso polygame Verhaltensmuster zu beobachten sind.

Im Folgenden soll ein Überblick zu den bisherigen Erkenntnissen human- und tierexperimenteller Studien zu sexueller Interaktion und Bindung gegeben werden, die die Grundlage für die weitergehende Erforschung dieser wesentlichen verhaltensneurobiologischen Phänomene bei Männern und Frauen sind.

■ Neuroendokrine Veränderungen während sexueller Aktivität

Die funktionellen Zusammenhänge zwischen sexueller Aktivität und neuroendokrinen Parametern sind erst seit Kurzem Gegenstand wissenschaftlicher Untersuchungen. Neben einer transienten und moderaten psychophysiologischen/sympa-

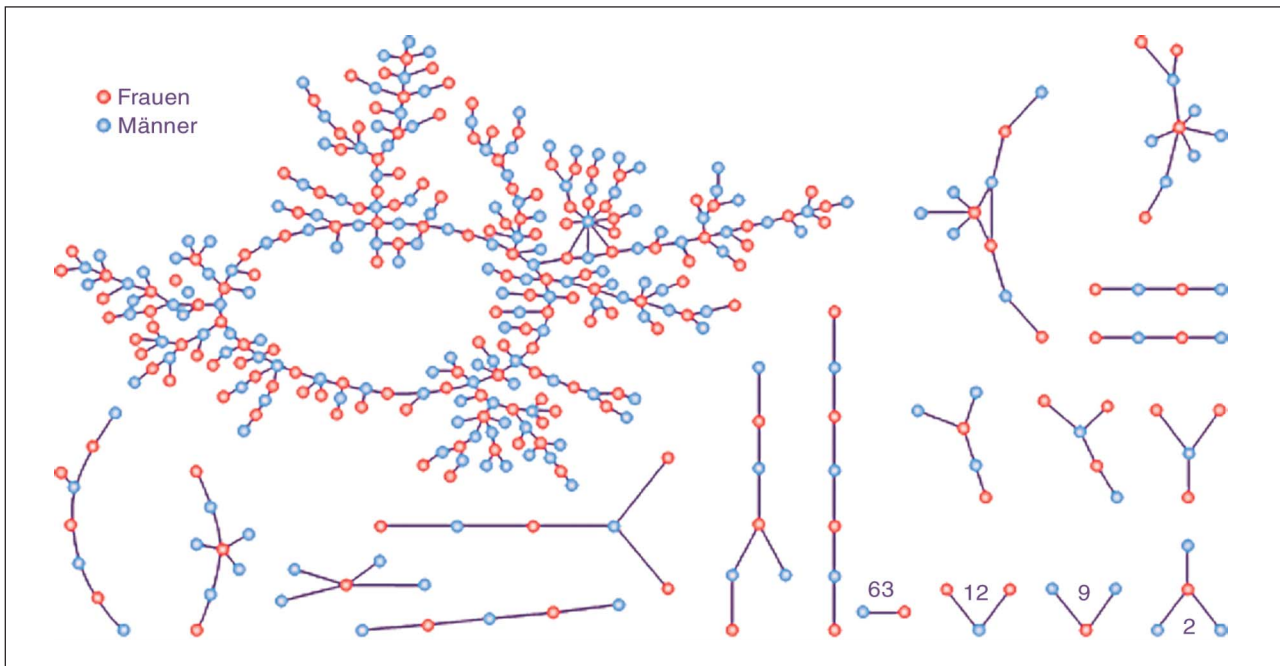


Abbildung 1: Struktur der romantischen und sexuellen Beziehungen unter 832 College-Studenten eines anonymen Colleges im mittleren Westen der USA. Vgl. [5], Nachdruck mit Genehmigung aus [6]. Design & ©: G. Breuer.

thoadrenergen Aktivierung während sexueller Aktivität kommt es unmittelbar nach dem Orgasmus zu einer prolongierten Prolaktinsekretion bei Männern und Frauen, die über mindestens eine Stunde anhält [7–9]. Pharmakologische Interventionsstudien konnten zeigen, dass akute Veränderungen der Prolaktinspiegel mit Veränderungen der sexuellen Appetenz und des sexuellen Erlebens einhergehen [10]. Neben einer möglichen reproduktiven Funktion wird daher eine zentrale Rolle von Prolaktin-Plasmakonzentrationen in der Modulation von sexuellem Verlangen und sexuellen Funktionen beim Menschen diskutiert. Es gibt Hinweise dafür, dass Prolaktin Teil eines sexuellen Sättigungsmechanismus sein könnte und in wechselseitiger Beziehung mit dem dopaminergen System steht (Abb. 2) [10–12]. Die im Tiermodell gut belegte reproduktive Bedeutung von Prolaktin [13, 14] wird derzeit in weitergehenden Studien bei Frauen untersucht.

Neben Prolaktin kommt es während des Orgasmus zu einer pulsatilen Ausschüttung von Oxytocin [15–18], wobei die physiologische Bedeutung dieser Oxytocinausschüttungen noch nicht abschließend geklärt werden konnte. Zum einen werden Effekte auf glatte Muskelzellen verschiedener Abschnitte des Reproduktionsapparates bei Männern und Frauen diskutiert, mit dem Ziel, eine Empfängnis durch z. B. Verbesserung des Spermientransportes im männlichen wie auch weiblichen Reproduktionstrakt zu begünstigen [19]. Zum anderen stellt sich die Frage, ob das durch sexuelle Aktivität ausgeschüttete Oxytocin ein neuroendokrines Korrelat für die weiter unten beschriebene konditionierte Partnerpräferenz ist bzw. diese begünstigt. Erste humanexperimentelle Studien haben überzeugende Effekte intranasaler Oxytocingaben auf soziale Kognition und Verhalten sowie Affektregulation zeigen können [20–25]. Es ist daher anzunehmen, dass Oxytocin auch für sexuelles Bindungsverhalten beim Menschen von großer Bedeutung ist.

■ Neuronale Verarbeitung sexueller Reize in der funktionellen Bildgebung

Die Aktivierungsmuster während sexueller Erregung bzw. während der Verarbeitung sexueller Reize bei gesunden Männern und Frauen sind in den letzten Jahren erstmals cha-

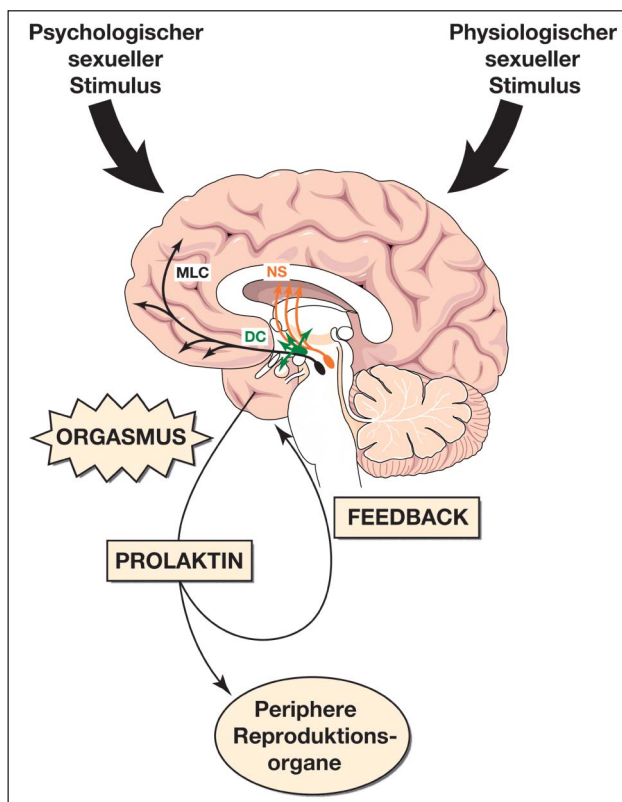


Abbildung 2: Neurobiologisches Modell zur physiologischen Bedeutung post-orgastisch erhöhter Prolaktin-Plasmaspiegel bei Männern und Frauen. Aus [11].

rakterisiert worden (für einen Überblick siehe [26]). Es finden sich übereinstimmend Aktivierungen des okzipitotemporalen Kortex, der Gyri praecentralis und cinguli sowie der Lobuli parietalis superior und inferior während visuell induzierter sexueller Erregung. Darüber hinaus finden sich Aktivierungen in Teilen des Frontallappens sowie verschiedenen Thalamusregionen und dem Striatum (Nucleus caudatus und Putamen). Eigene Untersuchungen von homo- und heterosexuellen Männern belegen beim Betrachten des jeweilig präferierten sexuellen Reizes Aktivierungen im Hypothalamus, Amygdala, Claustrum, Striatum, Inselregion, anteriorem Gyrus cinguli und dem orbitofrontalen Kortex. Die Aktivierung des Hypothalamus korreliert dabei am stärksten mit der subjektiv erlebten sexuellen Erregung (Abb. 3) [27]. Zudem sind Aktivierungen in Teilen des okzipitalen, temporalen und parietalen Kortex zu beobachten. Insgesamt findet sich eine hohe Konkordanz der Aktivierungsmuster mit einem zuvor von Redoute und Mouras [28, 29] postulierten verhaltensneurobiologischen Modell, welches kognitive, motivationale, emotionale und autonome Komponenten der zentralen Prozessierung sexueller Reize beschreibt.

Darüber hinaus sind geschlechtsspezifische Unterschiede in den Aktivierungsmustern von Männern und Frauen nachge-

wiesen worden, wobei die Aktivierung thalamischer und hypothalamischer Kerngebiete sowie der Mandelkerne bei Männern signifikant stärker war und die Aktivierung des Hypothalamus nur bei Männern mit dem Ausmaß der sexuellen Erregung korrelierte [30, 31].

Andere Arbeiten belegen zudem Aktivierungsveränderungen während des männlichen und weiblichen Orgasmus in der Positronenemissionstomographie (PET) [32, 33]. Bei Frauen sind vorwiegend Deaktivierungsmuster im Bereich des orbitofrontalen Kortex (OFC) und inferioren und anterioren Teilen des Temporallappens zu beobachten, die auf eine Desinhibition bestimmter Verhaltensaspekte während des Orgasmus hinweisen könnten (OFC) bzw. mit dem Ausmaß der sexuellen Erregung korreliert sind (Temporallappen) [33]. Bei Männern finden sich während des Orgasmus Aktivierungsmuster insbesondere des dopaminergen mesodiencephalen Systems, welches maßgeblich für das Belohnungserleben verantwortlich ist, sowie Aktivierungen des Putamen, Claustrums, Cerebellums und neokortikaler Strukturen. Deaktivierungen waren für die Amygdala und den benachbarten entorhinalen Kortex zu beobachten [32]. Dies sind zweifelsohne preliminäre Daten und die Unterschiede der Aktivierungsmuster zwischen Männern und Frauen müssen in weiteren Studien verifiziert werden.

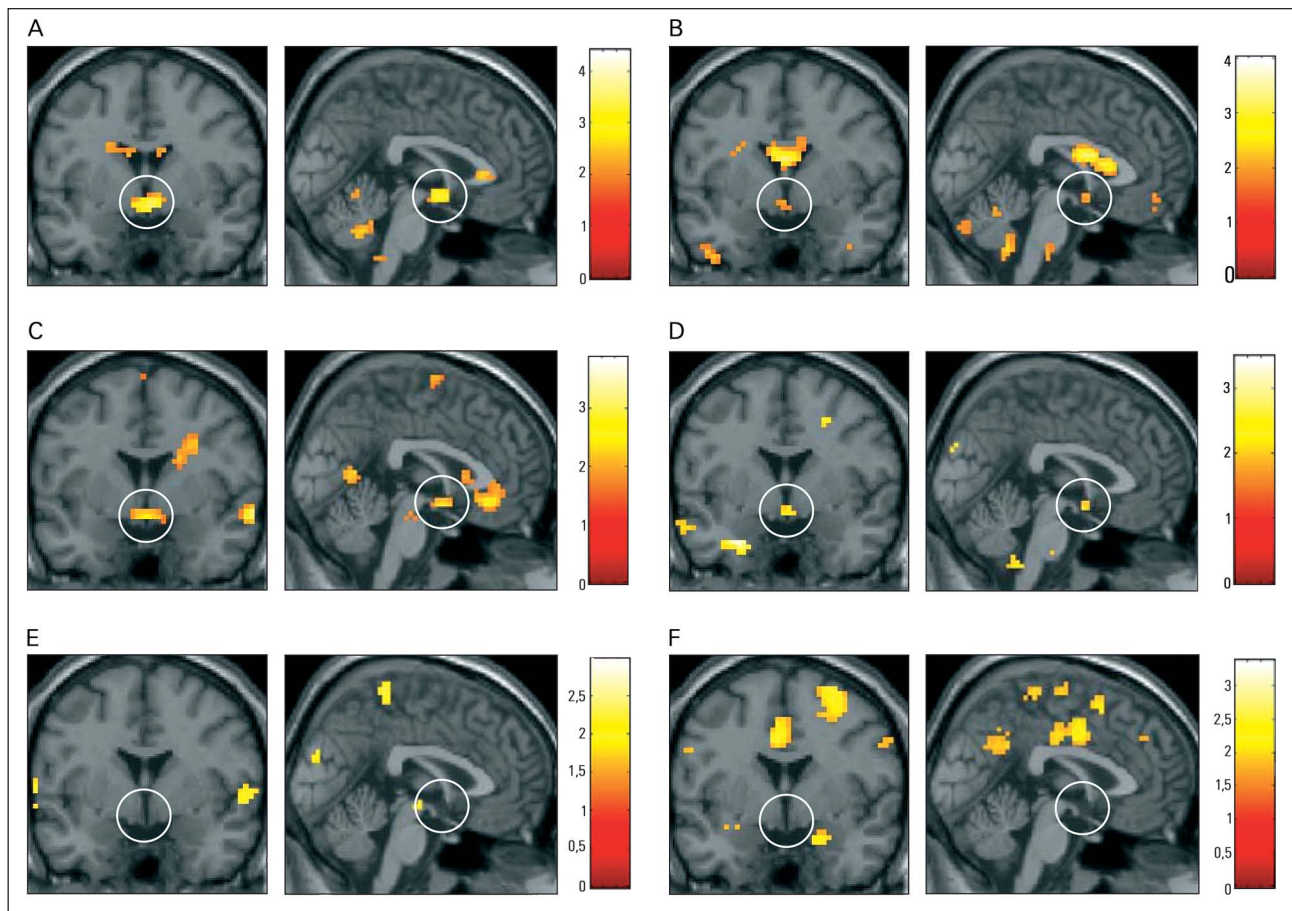


Abbildung 3: Koronare und sagittale Schichtbilder mit den Aktivierungsmustern der Vergleichsanalysen (A, B, E, F) und der Regressionsanalysen der hypothalamischen Aktivierung (C, D) bei heterosexuellen Männern (A, C, E) und homosexuellen Männern (B, D, F). (A) Der HET COR- (heterosexuelle Männer, die den präferierten sexuellen Stimulus präsentiert bekamen) minus HOM OPP- (homosexuelle Männer, die den nicht präferierten sexuellen Stimulus präsentiert bekamen) Kontrast zeigt eine starke hypothalamische Aktivierung. (B) Der HOM COR- minus HET OPP-Kontrast zeigt eine leichte hypothalamische Aktivierung. (C) Der HET COR-Kontrast mit der subjektiven Einschätzung der sexuellen Erregung als Regressor zeigt eine starke hypothalamische Aktivierung. (D) Der HOM COR-Kontrast mit der subjektiven Einschätzung der sexuellen Erregung zeigt eine leichte hypothalamische Aktivierung. (E) Der HET OPP- minus HOM COR-Kontrast zeigt keine hypothalamische Aktivierung. (F) Ebenso fand sich keine hypothalamische Aktivierung im HOM COR- minus HET OPP-Kontrast (Details siehe [27]). Aus [27].

Verliebtheitszustände und mütterliche Zuneigung wiederum sind vor allem durch Aktivierungen im Hirnstamm (ventrale Area tegmentalis), in subkortikal gelegenen Strukturen (N. caudatus, Putamen) und kortikalen Arealen (mediale Inselregion, anteriorer Gyrus cinguli) sowie Deaktivierungen des posterioren Gyrus cinguli, Amygdala und bestimmter kortikaler Strukturen gekennzeichnet [34–37].

Den meisten Studien gemein ist vor allem die Aktivierung von Teilen der dopaminerg innervierten Belohnungszentren im Hirnstamm mit seinen weitreichenden Projektionen in unterschiedliche Areale des limbischen Systems.

■ Sexuelle Aktivität, Belohnung und Bindung

Die bildgebenden und neuroendokrinen Arbeiten haben also zeigen können, dass während sexueller Aktivität ein Netzwerk neuronaler Strukturen (u. a. ventrales tegmentales Areal, Nucleus accumbens, präfrontaler Kortex und ventrales Pallidum) und neuroendokrine Faktoren (v. a. Dopamin und Oxytocin) aktiviert bzw. ausgeschüttet werden. Der neuronale Schaltkreis ist auch für die Generierung des konditionierten Belohnungslernens verantwortlich, wie es auch bei der konditionierten Platzpräferenz bei z. B. Drogenabhängigen zu beobachten ist, bei denen ein ehemals neutraler Reiz mit einem Belohnungserleben gekoppelt wird [38]. Es wird daher angenommen, dass auf verhaltensbiologischer Ebene eine Paarbindung das Ergebnis eines konditionierten Belohnungslernens ist, bei dem im Tiermodell die (Geruchs-) Wahrnehmung des Kopulationspartners (unkonditionierter Stimulus, UCS) zum konditionierten Stimulus (CS) wird, der an ein Belohnungserleben gekoppelt ist (CR), welches zuvor durch die sexuelle Aktivität bzw. Kopulation induziert wurde (UCR) [2].

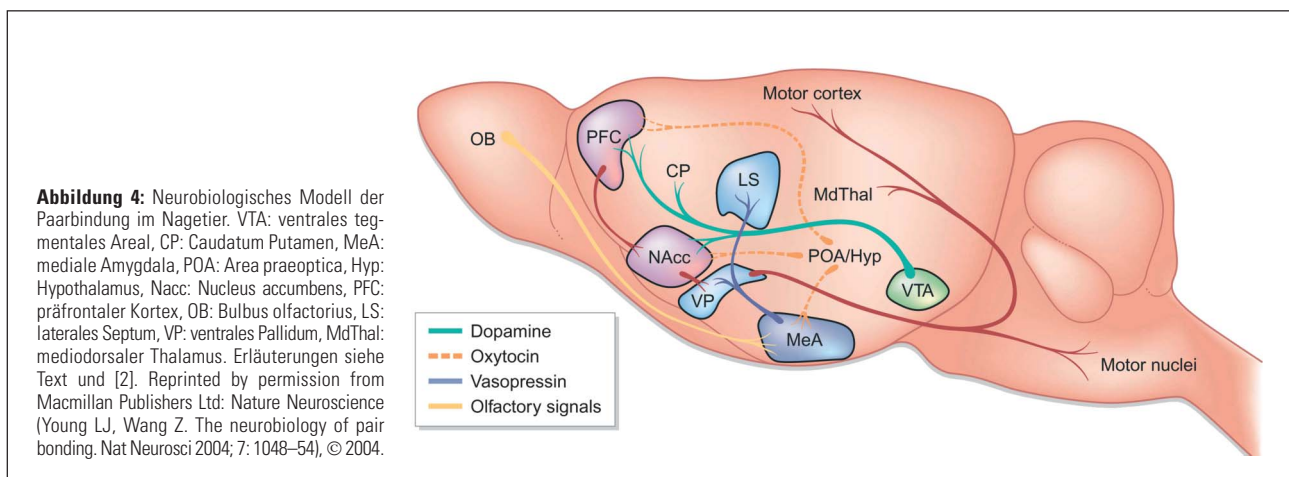
Eine alleinige Aktivierung des dopaminergen Systems scheint für eine anhaltende Paarbindung jedoch nicht ausreichend zu sein, sondern erst die Interaktion des dopaminergen Belohnungssystems mit den Neuropeptiden Oxytocin (vorrangig bei Weibchen) und Vasopressin (vorrangig bei Männchen) bzw. deren neuronaler Strukturen scheint die Paarbindung zu festigen [39–41].

■ Neurobiologisches Modell der Paarbindung im Sinne der konditionierten Partnerpräferenz – Implikationen für die frühe Phase einer Bindung

Die obigen Befunde führen zu einem neurobiologischen Modell der konditionierten Partnerpräferenz [1, 2]. Vor dem Hintergrund einer sexuellen Interaktion integriert dieses Modell das dopaminerge, oxytocinerge und vasopressinerge System und bietet eine neurobiologische Erklärung für die Entstehung einer konditionierten Partnerpräferenz. Das neuro-peptiderge System scheint dabei eine wesentliche Rolle in der Verarbeitung sozialer und sexueller Reize zu spielen. So konnte beispielsweise eindrucksvoll gezeigt werden, dass Knock-out-Mäuse für das Oxytocin- und Vasopressin-Gen eine soziale Amnesie aufweisen [42]. Aber auch erste human-experimentelle Arbeiten belegen die immense Bedeutung von Oxytocin und Vasopressin für soziale Kognition, Annäherungsverhalten und Bindung [20, 22–24, 43, 44].

Das postulierte Modell belegt eine neuronale und neurochemische Interaktion zwischen dem ventralen tegmentalen Areal (Abb. 4, VTA, grün), der medialen Amygdala (MeA, dunkelblau), der Area praeoptica (POA), dem Hypothalamus und dem ventralen Anteil des Striatums. Dopaminerge Projektionen des VTA führen zum N. accumbens (Nacc, lila) und präfrontalen Kortex (PFC, lila), der wiederum intensive glutamaterge Projektionen zurück zum N. accumbens unterhält. Die mediale Amygdala und die Stria terminalis sind reich an vasopressinergen Projektionen, während oxytocinerge Projektionen von der Area praeoptica und dem Hypothalamus zum N. accumbens ausgehen. Bei der Kopulation kommt es dann zu einer simultanen Aktivierung von D₂-Rezeptoren im N. accumbens sowie von Oxytocinrezeptoren im PFC und N. accumbens bei Weibchen bzw. von Vasopressinrezeptoren im ventralen Pallidum bei Männchen.

Daraus folgt eine Kopplung der verstärkenden und hedonistischen Aspekte der Kopulation mit den soziosexuellen Reizen und Erkennungsmerkmalen des Kopulationspartners, was zu einer konditionierten Partnerpräferenz führt; vergleichbar mit der konditionierten Platzpräferenz bei Drogenkonsumenten.



Für den Humanbereich bleibt vorerst ungeklärt, ob es in Analogie zum Tiermodell eine derart strenge Funktionsaufteilung von Oxytocin und Vasopressin bei Frauen und Männern gibt, da die bisher zur Verfügung stehenden Daten Oxytocin auch bei Männern eine wesentliche Bedeutung für soziale Kognition und Verhalten beimessen [21–23].

Die konditionierte Partnerpräferenz kann also als neurobiologisch determinierter Vorgang von immenser Bedeutung für das Verständnis der frühen Bindungsphase sexuell interagierender Partner sein und bietet die besondere Gelegenheit einer Untersuchung der physiologischen Funktion von Neuropeptiden für sexuelles Bindungsverhalten beim Menschen.

■ Der Coolidge-Effekt als ein neurobiologisches Phänomen sexueller Appetenz und Sättigung in Abhängigkeit vom Neuheitsgrad eines sexuellen Reizes – Implikationen für die späte Phase einer Bindung

Der konditionierten Partnerpräferenz als verhaltensbiologisches Modell scheint in vielen langjährigen Beziehungen das Phänomen abnehmenden sexuellen Interesses z. B. aufgrund der zunehmenden Bekanntheit des sexuellen Reizes gegenüber zu stehen.

Dieses Phänomen hielt in Anlehnung an eine Anekdote des 30. Präsidenten der Vereinigten Staaten von Amerika (Calvin Coolidge, 1872–1933) als Coolidge-Effekt Eingang in die Psychologie und Neurobiologie. Nach einer auch in der Fachliteratur kolportierten, aber nie authentifizierten Anekdote besuchte Mr. Coolidge einst mit seiner Gattin eine Farm, wo Mrs. Coolidge auf einen Hahn aufmerksam wurde, der gerade eine Henne bestieg. Als man ihr mitteilte, der Hahn vollzöge diesen Akt bis zu zwölf Mal am Tag, soll sie geantwortet haben: „Sagen Sie das meinem Mann!“ Als der Präsident daraufhin erfuhr, dass es sich jedes Mal um eine andere Henne handelte, entgegnete er kühl: „Sagen Sie das meiner Frau!“ Neben der sexuellen Sättigung nach Kopulation mit einem Weibchen beschreibt der Coolidge-Effekt demnach auch die Möglichkeit einer Reinitiierung sexuellen Interesses bei Präsentation eines neuen, unbekanntes sexuellen Reizes [45, 46]. Neurobiologische Arbeiten zeigen, dass es bei Antizipation einer sexuellen Interaktion und während der Kopulation innerhalb des mesolimbischen Systems zu einer deutlichen Erhöhung der dopaminergen Transmission im N. accumbens kommt, die parallel zum Eintreten einer sexuellen Sättigung wiederum abfällt. Lediglich die Präsentation eines neuen, geschlechtsbereiten Weibchens führt zu einer erneuten Zunahme der Dopamintransmission in diesem Kerngebiet [47].

■ Ausblick

Für den Humanbereich bieten die Phänomene der konditionierten Partnerpräferenz und des Coolidge-Effektes Erklärungsmodelle für die Ausbildung einer stabilen soziosexuellen Bindung zwischen zwei Geschlechts- oder Kopulationspartnern mit initial starker Ausprägung an sexuellem Verlangen und soziosexueller Bindung, die im späteren Verlauf eine

deutliche Abschwächung erfahren kann. Aus neuro- und sozialwissenschaftlichen Gründen liegt es daher nahe, die zugrundeliegenden verhaltensneurobiologischen Mechanismen bei Männern und Frauen während der Entstehung einer soziosexuellen Bindung und bei Personen aus langfristigen Partnerschaften systematisch zu untersuchen. Auf der Ebene der Sexualmedizin, Paarberatung und Psychotherapie wird diese Thematik u. a. die provokative Frage auf, ob die Neurobiologie des Coolidge-Effektes als Begründung für sexuelle Langeweile in langjährigen Paarbeziehungen herangezogen werden kann. Wahrscheinlich sind auch bei Männern und Frauen die hier im Tiermodell skizzierten neurobiologischen Phänomene zu beobachten. Gleichzeitig aber seien zwei Buchpublikationen von Ulrich Clement („Guter Sex trotz Liebe“) oder Esther Perel („Wild Life“) genannt, die in diesem Zusammenhang auf die Wichtigkeit von sexuell vitalisierenden Faktoren wie Neugier, Entscheidungskraft und die Lust auf Unterschiede hinweisen und für ein Verlassen des „kleinsten gemeinsamen Nenners“ als vertraute, aber möglicherweise auch langweilige Komfortzone plädieren. Diese primär psychologisch-psychotherapeutischen Anhaltspunkte haben wiederum messbare Korrelate auf neurobiologischer Ebene [47], sodass sich der Kreis zwischen der neurobiologischen und der Verhaltensebene schließt und deutlich wird, dass Männer und Frauen nicht einem neurobiologischen Diktat unterliegen müssen, sondern sehr wohl in der Lage sind, neurobiologisch determinierte Verhaltensweisen maßgeblich zu modifizieren.

■ Relevanz für die Praxis

- Die konditionierte Partnerpräferenz ist ein psychobiologisches Erklärungsmodell für stabile Paarbeziehungen vor allem in der frühen Phase einer Beziehung.
- Der Coolidge-Effekt ist ein psychobiologisches Phänomen abnehmenden sexuellen Verlangens bei zunehmender Bekanntheit eines sexuellen Stimulus wie z. B. in langjährigen Paarbeziehungen.
- Beide Phänomene sind jedoch durch spezifische psychologische/psychotherapeutische Interventionen modulierbar und in Sexual- und Paartherapien damit thematisierbar.

Literatur:

1. Young LJ, Murphy Young AZ, Hammock EA. Anatomy and neurochemistry of the pair bond. *J Comp Neurol* 2005; 493: 51–7.
2. Young LJ, Wang Z. The neurobiology of pair bonding. *Nat Neurosci* 2004; 7: 1048–54.
3. Morell V. A new look at monogamy. *Science* 1998; 281: 1982–3.
4. Wilson G. *The great sex divide*. Peter Owen, London, 1989.
5. Bearman PS, Moody J, Stovel K. Chains of affection: The structure of adolescent romantic and sexual networks. *Am J Sociol* 2004; 110: 44–91.
6. Das Liebesnetzwerk der Halbwüchsigen. *Die Zeit* 27.1.2005. http://www.zeit.de/2005/05/BdW_5 [gesehen 16.3.2009].
7. Kruger T, Exton MS, Pawlak C, von zur Muhlen A, Hartmann U, Schedlowski M. Neuroendocrine and cardiovascular response to sexual arousal and orgasm in men. *Psychoneuroendocrinology* 1998; 23: 401–11.
8. Exton MS, Bindert A, Kruger T, Scheller F, Hartmann U, Schedlowski M. Cardiovascular and endocrine alterations after masturbation-induced orgasm in women. *Psychosom Med* 1999; 61: 280–9.
9. Kruger TH, Schiffer B, Eikermann M, Haake P, Gizewski E, Schedlowski M. Serial neurochemical measurement of cerebrospinal fluid during the human sexual response cycle. *Eur J Neurosci* 2006; 24: 3445–52.
10. Kruger TH, Haake P, Haverkamp J, Krämer M, Exton MS, Saller B, Leygraf N, Hartmann U, Schedlowski M. Effects of acute prolactin manipulation on sexual drive and function in males. *J Endocrinol* 2003; 179: 357–65.
11. Kruger TH, Haake P, Hartmann U, Schedlowski M, Exton MS. Orgasm-induced prolactin secretion: feedback control of sexual drive? *Neurosci Biobehav Rev* 2002; 26: 31–44.

12. Kruger TH, Hartmann U, Schedlowski M. Prolactinergic and dopaminergic mechanisms underlying sexual arousal and orgasm in humans. *World J Urol* 2005; 23: 130–8.
13. Egli M, Bertram R, Sellix MT, Freeman ME. Rhythmic secretion of prolactin in rats: action of oxytocin coordinated by vasoactive intestinal polypeptide of suprachiasmatic nucleus origin. *Endocrinology* 2004; 145: 3386–94.
14. Egli M, Bertram R, Toporikova N, Sellix MT, Blanco W, Freeman ME. Prolactin secretory rhythm of mated rats induced by a single injection of oxytocin. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 2006; 290: E566–E572.
15. Carmichael MS, Humbert R, Dixen J, Palmisano G, Greenleaf W, Davidson JM. Plasma oxytocin increases in the human sexual response. *J Clin Endocrinol Metab* 1987; 64: 27–31.
16. Murphy MR, Seckl JR, Burton S, Checkley SA, Lightman SL. Changes in oxytocin and vasopressin secretion during sexual activity in men. *J Clin Endocrinol Metab* 1987; 65: 738–41.
17. Blaicher W, Gruber D, Bieglmayer C, Blaicher AM, Knogler W, Huber JC. The role of oxytocin in relation to female sexual arousal. *Gynecol Obstet Invest* 1999; 47: 125–6.
18. Krüger TH, Haake P, Chereath D, Knapp W, Janssen OE, Exton MS, Schedlowski M, Hartmann U. Specificity of the neuroendocrine response to orgasm during sexual arousal in men. *J Endocrinol* 2003; 177: 57–64.
19. Carmichael MS, Warburton VL, Dixen J, Davidson JM. Relationships among cardiovascular, muscular, and oxytocin responses during human sexual activity. *Arch Sex Behav* 1994; 23: 59–79.
20. Kirsch P, Esslinger C, Chen Q, Mier D, Lis S, Siddhanti S, Gruppe H, Mattay VS, Gallhofer B, Meyer-Lindenberg A. Oxytocin modulates neural circuitry for social cognition and fear in humans. *J Neurosci* 2005; 25: 11489–93.
21. Kosfeld M, Heinrichs M, Zak PJ, Fischbacher U, Fehr E. Oxytocin increases trust in humans. *Nature* 2005; 435: 673–6.
22. Domes G, Heinrichs M, Gläscher J, Büchel C, Braus DF, Herpertz SC. Oxytocin attenuates amygdala responses to emotional faces regardless of valence. *Biol Psychiatry* 2007; 62: 1187–90.
23. Domes G, Heinrichs M, Michel A, Berger C, Herpertz SC. Oxytocin improves „mind-reading“ in humans. *Biol Psychiatry* 2007; 61: 731–3.
24. Feldman R, Weller A, Zagoory-Sharon O, Levine A. Evidence for a neuroendocrinological foundation of human affiliation: plasma oxytocin levels across pregnancy and the postpartum period predict mother-infant bonding. *Psychol Sci* 2007; 18: 965–70.
25. Burri A, Heinrichs M, Schedlowski M, Krüger TH. The acute effects of intranasal oxytocin administration on endocrine and sexual function in males. *Psychoneuroendocrinology* 2008; 33: 591–600.
26. Schiffer B. Neurobiologie abweichenden Sexualverhaltens. *Forensische Psychiatrie, Psychologie, Kriminologie* 2007; 1: 139–46.
27. Paul T, Schiffer B, Zwarg T, Krüger TH, Karama S, Schedlowski M, Forsting M, Gizewski ER. Brain response to visual sexual stimuli in heterosexual and homosexual males. *Hum Brain Mapp* 2008; 29: 726–35.
28. Redouté J, Stoléru S, Grégoire MC, Costes N, Cinotti L, Lavenne F, Le Bars D, Forest MG, Pujol JF. Brain processing of visual sexual stimuli in human males. *Hum Brain Mapp* 2000; 11: 162–77.
29. Mouras H, Stoléru S, Bittoun J, Glutrin D, Péligrini-Issac M, Paradis AL, Burnod Y. Brain processing of visual sexual stimuli in healthy men: a functional magnetic resonance imaging study. *Neuroimage* 2003; 20: 855–69.
30. Karama S, Lecours AR, Leroux JM, Bourgoin P, Beaudoin G, Joubert S, Beauregard M. Areas of brain activation in males and females during viewing of erotic film excerpts. *Hum Brain Mapp* 2002; 16: 1–13.
31. Hamann S, Herman RA, Nolan CL, Wallen K. Men and women differ in amygdala response to visual sexual stimuli. *Nat Neurosci* 2004; 7: 411–6.
32. Holstege G, Georgiadis JR, Paans AM, Meiners LC, van der Graaf FH, Reinders AA. Brain activation during human male ejaculation. *J Neurosci* 2003; 23: 9185–93.
33. Georgiadis JR, Kortekaas R, Kuipers R, Nieuwenburg A, Pruim J, Reinders AA, Holstege G. Regional cerebral blood flow changes associated with clitorally induced orgasm in healthy women. *Eur J Neurosci* 2006; 24: 3305–16.
34. Bartels A, Zeki S. The neural basis of romantic love. *Neuroreport* 2000; 11: 3829–34.
35. Fisher H, Aron A, Brown LL. Romantic love: an fMRI study of a neural mechanism for mate choice. *J Comp Neurol* 2005; 493: 58–62.
36. Fisher HE, Aron A, Brown LL. Romantic love: a mammalian brain system for mate choice. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci* 2006; 361: 2173–86.
37. Aron A, Fisher H, Mashek DJ, Strong G, Li H, Brown LL. Reward, motivation, and emotion systems associated with early-stage intense romantic love. *J Neurophysiol* 2005; 94: 327–37.
38. Kelley AE, Berridge KC. The neuroscience of natural rewards: relevance to addictive drugs. *J Neurosci* 2002; 22: 3306–11.
39. Becker JB, Rudick CN, Jenkins WJ. The role of dopamine in the nucleus accumbens and striatum during sexual behavior in the female rat. *J Neurosci* 2001; 21: 3236–41.
40. Pfau JG, Damsma G, Nomikos GG, Wenkstern DG, Blaha CD, Phillips AG, Fibiger HC. Sexual behavior enhances central dopamine transmission in the male rat. *Brain Res* 1990; 530: 345–8.
41. Liu Y, Wang ZX. Nucleus accumbens oxytocin and dopamine interact to regulate pair bond formation in female prairie voles. *Neuroscience* 2003; 121: 537–44.
42. Ferguson JN, Young LJ, Hearn EF, Matzuk MM, Insel TR, Winslow JT. Social amnesia in mice lacking the oxytocin gene. *Nat Genet* 2000; 25: 284–8.
43. Heinrichs M, Baumgartner T, Kirschbaum C, Ehler U. Social support and oxytocin interact to suppress cortisol and subjective responses to psychosocial stress. *Biol Psychiatry* 2003; 54: 1389–98.
44. Heinrichs M, Domes G. Neuropeptides and social behaviour: effects of oxytocin and vasopressin in humans. *Prog Brain Res* 2008; 170: 337–50.
45. Beamer W, Bermant G, Clegg MT. Copulatory behaviour of the ram, *Ovis aries*. II. Factors affecting copulatory satiation. *Anim Behav* 1969; 17: 706–11.
46. Bermant G, Clegg MT, Beamer W. Copulatory behaviour of the ram, *Ovis aries*. I. A normative study. *Anim Behav* 1969; 17: 700–5.
47. Fiorino DF, Coury A, Phillips AG. Dynamic changes in nucleus accumbens dopamine efflux during the Coolidge effect in male rats. *J Neurosci* 1997; 17: 4849–55.

PD Dr. med. Tillmann Krüger

Facharzt für Psychiatrie und Psychotherapie und seit vielen Jahren wissenschaftlich mit den psychobiologischen Grundlagen menschlichen Sexualverhaltens und deren klinischer Relevanz beschäftigt. Er ist Mitarbeiter in der Abteilung für Psychiatrie, Sozialpsychiatrie und Psychotherapie der Medizinischen Hochschule Hannover.



Mitteilungen aus der Redaktion

Besuchen Sie unsere zeitschriftenübergreifende Datenbank

[Bilddatenbank](#)

[Artikeldatenbank](#)

[Fallberichte](#)

e-Journal-Abo

Beziehen Sie die elektronischen Ausgaben dieser Zeitschrift hier.

Die Lieferung umfasst 4–5 Ausgaben pro Jahr zzgl. allfälliger Sonderhefte.

Unsere e-Journale stehen als PDF-Datei zur Verfügung und sind auf den meisten der marktüblichen e-Book-Readern, Tablets sowie auf iPad funktionsfähig.

[Bestellung e-Journal-Abo](#)

Haftungsausschluss

Die in unseren Webseiten publizierten Informationen richten sich **ausschließlich an geprüfte und autorisierte medizinische Berufsgruppen** und entbinden nicht von der ärztlichen Sorgfaltspflicht sowie von einer ausführlichen Patientenaufklärung über therapeutische Optionen und deren Wirkungen bzw. Nebenwirkungen. Die entsprechenden Angaben werden von den Autoren mit der größten Sorgfalt recherchiert und zusammengestellt. Die angegebenen Dosierungen sind im Einzelfall anhand der Fachinformationen zu überprüfen. Weder die Autoren, noch die tragenden Gesellschaften noch der Verlag übernehmen irgendwelche Haftungsansprüche.

Bitte beachten Sie auch diese Seiten:

[Impressum](#)

[Disclaimers & Copyright](#)

[Datenschutzerklärung](#)