

QUANTENSPRUNG

Parasiten regieren die Welt

Viele Menschen denken, dass Lebensformen mit der Evolution immer komplizierter wurden. Aber evolutionärer Erfolg und Komplexität gehen nicht notwendigerweise Hand in Hand. Viele evolutionäre Linien sind sekundär auch wieder scheinbar „primitiv“ geworden und führen als Parasiten ein evolutionär höchst erfolgreiches Leben.

Ein schönes Beispiel eines scheinbar simplen, aber besonders cleveren Parasiten ist der Protist (Toxoplasma gondii). Sein Lebenszyklus muss sexuelle Fortpflanzung im Darm eines Mitglieds der Katzenfamilie einschließen (dies schadet der Katze nur selten ernsthaft). Aber andere Säugetiere dienen ihm als Zwischenwirt. Meist verläuft die Erkrankung eines befallenen Menschen relativ harmlos. Sie wurde aber auch mit psychologischen Veränderungen in Verbindung gebracht. In seltenen Fällen kann sie während der Schwangerschaft für den Fötus sogar tödlich sein.



AXEL MEYER  
Professor für Evolutionsbiologie, Konstanz

Bevor Toxoplasma in die Katze kommen muss, lebt es – sich asexuell vermehrend – meist in Ratten und Mäusen. Die Parasiten siedeln am häufigsten in deren Gehirn. Katzen infizieren sich, indem sie infizierte Mäuse und Ratten fressen.

Dies ist im Sinne des Parasiten. Es ist aber natürlich nicht im Interesse der Ratten, gefressen zu werden. Aber – jetzt wird's spannend – der Parasit kann das Verhalten seines Wirts zu seinen Gunsten, aber zum Nachteil des Wirts verändern, indem eine Toxoplasmainfektion Ratten ihre Angst vor Katzen verlieren lässt. So werden sie leichter zur Beute, und der Parasit gelangt öfter zum Katzenwirt.

Jetzt hat die Arbeitsgruppe des Neurobiologen Robert Sapolsky von der Stanford University herausgefunden, wie Toxoplasma das Verhalten der Mäuse manipuliert. Nicht-infizierte Nager zeigen normalerweise eine gesunde Abneigung gegen den Geruch von Katzen-Urin. Toxoplasma-infizierte Ratten aber finden den Geruch sogar attraktiv. Andere typische Angstreaktionen der Nager sind interessanterweise unverändert. Diese Besonderheit der Verhaltensänderung der infizierten Mäuse erklärt sich aus den vielen Toxoplasma-Bakterien in der Hirnregion Amygdala. Diese hat mit der Entstehung von Angst zu tun. Sie spielt auch eine wichtige Rolle bei der emotionalen Wertung potenzieller Gefahren.

So hat ein hirnloser Einzeller das Gehirn eines Säugetiers zu seinem Vorteil manipuliert. Viele Parasiten haben einen einfachen Bauplan, weil sie nicht unbedingt komplex sein müssen. Ihr Wirt verschafft ihnen ja alles Lebensnotwendige gratis. Respekt!  
wissenschaft@handelsblatt.com

# Die Zeit der Großmutterliebe

Frauen kommen immer später in die Wechseljahre. Anthropologen erforschen ein Phänomen im historischen Wandel.

FERDINAND KNAUSS | DÜSSELDORF

Aristoteles ist als Naturwissenschaftler sicher nicht die zuverlässigste Instanz: „Die Menstruation endet bei den meisten Frauen etwa im vierzigsten Lebensjahr.“ Aber kann er sich derart irren? Wohl kaum, denn auch Hippokrates und andere antike Autoren bestätigen ihn. Offensichtlich kamen die Frauen der Antike sehr viel früher in die Wechseljahre als heutige Europäerinnen, die ihre letzte Monatsblutung durchschnittlich etwa mit 50 oder 51 Jahren erleben.

Aktuelle Meldungen zur veränderten Pubertät – „bald werden Zehnjährige geschlechtsreif!“ – verschweigen meist, dass auch das Ende der Geschlechtsreife (zumindest bei Frauen) sich wandelt, wenn auch nicht mit derselben Geschwindigkeit.

Die Menopause wird üblicherweise definiert als Zeitpunkt zwölf Monate nach der letzten Menstruation (siehe Kasten). Sozialanthropologen wissen, dass sich nicht nur im Vergleich zur Antike, sondern auch in den vergangenen 180 Jahren das Alter beim Eintritt der Menopause nach hinten verschoben hat (siehe Grafik). „Die Bestimmungen waren früher nicht immer exakt. Aber dass sich das Menopausalalter verschoben hat, ist aus unzähligen Daten zu sehen“, sagt Sylvia Kirchengast, Anthropologin an der Universität Wien. Es ist ebenso wie das Menarchealter und die Körperhöhe ein Parameter der „säkularen Akzeleration“. Diese beschreibt die Beschleunigung der körperlichen Entwicklung mit der Zeit. Der Trend zu späterem Ende der Fortpflanzungsfähigkeit (bei Frauen) kann ebenso wie der zu höheren Körpern und früherer Geschlechtsreife beider Geschlechter zumindest für die Industrienationen beschrieben werden.

Hilfe bei der Erziehung

Schon die Menopause an sich ist ein Phänomen, das evolutionsbiologisch noch nicht ganz eindeutig erklärt ist. Die derzeit wohl überzeugendste Theorie ist die so genannte „Großmutter-Hypothese“: Die Menopause setzte sich in der Evolution des Menschen durch, weil ältere, körperlich schwächer werdende Frauen bei Geburten zunehmend gefährdet waren (und damit auch ihre Kinder), wohingegen sie als Unterstützung jüngerer Mütter bei der Erziehung und Sorge um deren Kinder (meist ihre Enkel) mit ihrer Lebenserfahrung sehr effektive Hilfe leisten können.

Diese Theorie passt auch sehr gut zur Theorie der sozioemotionalen Selektivität, die vor allem von der Psychologin Laura L. Carstensen von der Universität Harvard vertreten wird. Danach ändert sich bei alternden Menschen, die sich der Begrenztheit der noch verbleibenden Zeit bewusst werden, die Motivation des sozialen Verhaltens: von Zielen, die dem eigenen Fortschritt dienen hin zu Zielen, die anderen (Nahestehenden, vor allem Verwandten) dienen. „Die evolutionäre Auslese hat wahrscheinlich Fähigkeiten favorisiert, die älteren Menschen helfen, anderen zu helfen“, sagt Carstensen.

Gemeinsam mit Corinna Löckenhoff schreibt sie in einem Aufsatz in der Zeitschrift „Annals of the New



Spätes Mutterglück: Als Madonna im August 2000 ihren Sohn Rocco gebar, war sie 41 Jahre alt. In diesem Alter waren die Frauen in der Antike meist schon in den Wechseljahren und kümmerten sich eher um Enkel als um eigene Kinder.

York Academy of Science“: „Die Bereitschaft, den Enkelkindern Unterstützung zukommen zu lassen, war erstaunlich konsistent durch die ganze Geschichte unserer Vorfahren hindurch. Das legt nahe, dass es eine immanente Bereitschaft gibt, für jüngere Verwandte zu handeln.“

Unter allen Tieren stehen Menschen-Frauen mit ihren Wechseljahren – und den damit einhergehenden Beschwerden – ziemlich alleine. Nur bei wenigen anderen Primaten-Af-fen, Elefanten und Grindwale wurde eine Menopause festgestellt. Gorilla-Weibchen werden mit etwa 44 Jahren unfruchtbar. Ebenso wie Menschen-Kinder benötigen auch kleine Gorillas und Grindwale langfristige „Investitionen“ in Pflege und Erziehung durch die Eltern. Und dabei können Großmütter eine entscheidende Hilfe sein. Die auf Enkel

fokussierte Lebenserfahrung älterer Frauen war evolutionär wahrscheinlich ein größerer Vorteil als riskante Schwangerschaften im vorgerückten Alter.

Doch wie kann man die Verschiebung des Menopausalalters erklären? Zunächst einmal muss man sehen, dass die Varianz, also die individuelle Verschiedenheit des Menopausalalters innerhalb einer Generation, bekanntlich weit größer ist als die bei der Menarche, also beim Beginn der weiblichen Geschlechtsreife. Bei einer von 100 Frauen findet die Menopause vor dem 40. Lebensjahr statt (wie zu Aristoteles Zeiten), einige Frauen sind aber noch mit Ende 50 fruchtbar. Als normal betrachtet man in Europa 45 bis 55 Jahre.

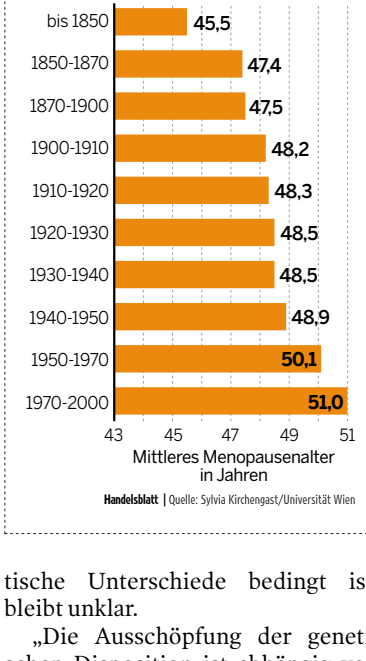
Die Faktoren dafür sind zahlreich: Wie eine Studie von 2005 von Joanne M. Murabito und Kollegen von der

Boston-Universität nahe legt, ist das Menopausalalter aber zu über 50 Prozent erblich bedingt. Wenn die Mutter früh unfruchtbar wird, ist das auch für die Tochter wahrscheinlich. Die Durchschnittswerte waren nach dieser Studie 49,1 Jahre für die 1500 Teilnehmerinnen der ersten „Kohorte“ und 49,4 Jahre für ihre 932 Töchter. Diese Zahlen liegen zwar etwa zwei Jahre unter anderen Angaben (Christian Lauritzen nimmt in seinem Standardwerk „Altersgynäkologie“ von 1997 einen Mittelwert von 51,5 Jahren an, viele andere sogar von 52 Jahren). Aber ihre Differenz untereinander bestätigt die Tendenz einer allgemein immer später einsetzenden Menopause. Allgemein tritt in südlichen Ländern die Menopause (ebenso wie die Menarche) früher ein als in nördlichen Zonen. Ob dies klimatisch oder durch ethnisch-gene-

Menopause

Als Menopause (griechisch men = Monat und pauein = aufhören) bezeichnet man das physiologische Aufhören der Menstruation, das die Fruchtbarkeit der Frau beendet. Sie ist verursacht durch eine nach und nach abnehmende Funktion der Eierstöcke. Künstlich herbeigeführt werden kann die Menopause durch Entfernen der Eierstöcke, Bestrahlung, oder Behandlung mit Antioöstrogenen. Festgestellt wird sie gewöhnlich im Nachhinein, wenn ein Jahr lang keine Menstruationsblutungen mehr aufgetreten sind. Die Übergangsphase der hormonellen Umstellung, die in den Jahren davor und danach stattfindet, wird korrekt als Wechseljahre (Klimakterium) bezeichnet.

Später in die Wechseljahre



tische Unterschiede bedingt ist, bleibt unklar.

„Die Ausschöpfung der genetischen Disposition ist abhängig von den Lebensbedingungen“, sagt Kirchengast. Dazu gehören Ernährung, Hygiene, Arbeits- und Krankheitsbelastung. Möglicherweise, so sagt sie, sind schon die Bedingungen für den weiblichen Fötus im Mutterleib entscheidend: Ist die Versorgung dort schlechter, werden vielleicht weniger Eizellen in der Tochter angelegt. Und weniger Eizellen heißt kürzere Fruchtbarkeit.

In einer Langzeitstudie mit etwa 20 000 älteren Frauen stellten Bjarne K. Jakobsen und Kollegen von der Universität Tromsø 2002 fest, dass eine späte Menopause auch ein Fitness-Indikator ist: „Frauen, die eine frühe, natürliche Menopause erleben, sind Opfer einer leicht erhöhten Sterblichkeit.“ Doch die Frage bleibt: Was ist Ursache, was ist Wirkung? Setzen sich die „späten“ Frauen evolutionär allmählich durch? Besteht überhaupt ein kausaler Zusammenhang zwischen steigender Lebenserwartung und tendenziell immer längerer Fruchtbarkeit der Frauen?

Das Fenster der Fruchtbarkeit ist – zumindest in den Industrieländern – in den vergangenen Jahrhunderten jedenfalls deutlich größer geworden. Die Frauen leben also nicht nur länger, sie haben auch mehr Zeit zum Kinderkriegen. Doch das tun sie bekanntlich immer weniger. Sie nutzen, so könnte man interpretieren, die wachsenden Möglichkeiten, die die Natur bietet, immer weniger aus.

Physiker stellen die „Realität“ in Frage

DÜSSELDORF. Ist der Mond tatsächlich da, wenn niemand ihn sieht? Unser Alltagsverstand sagt uns, dass ein Objekt „reale“ Eigenschaften besitzt – wie Farbe, Form, Ort, Geschwindigkeit –, unabhängig davon, ob wir diese beobachten oder nicht. In der Quantenphysik gelten diese Alltagsregeln nicht notwendigerweise. Markus Aspelmeyer und Anton Zeilinger von der Universität Wien zeigen in einem neuen Experiment, dass unser Konzept von Realität noch stärker als bisher in Frage gestellt werden könnte.

Die klassische Physik (einschließlich Einsteins Relativitätstheorie) ist mit den Konzepten „Realismus“ (es gibt eine externe Realität unabhängig von der Beobachtung) und „Lokalität“ (genügend weit entfernte Objekte können sich nicht beeinflussen) verbunden. Alltags Erfahrungen bestätigen beide Annahmen.

Quantenexperimente an entfernten Teilchen, die sich sehr wohl beeinflussen („Verschränkung“), widersprechen dem. Das folgte schon John S. Bell, der 1964 theoretisch zeigte, dass jede physikalische Theorie, die beide Konzepte verwendet, Lokalität oder Realismus, im Widerspruch steht zu den Vorhersagen der Quantentheorie. Eine Beschreibung der Natur, die die Quantenphänomene mit einschließt, kann also diese Annahmen nicht aufrechterhalten. Wie die Wiener nun belegen, genügt es nicht, nur das Konzept der Lokalität aufzugeben. Man muss auch auf einige „realistische Annahmen“ verzichten.

Verzicht auf Lokalität und Realität

Ideengeber war ein Theorem von Anthony Leggett, wonach „realistische“ Eigenschaften, wie etwa die Polarisation eines Photons (Richtung der Schwingung einer Welle), nicht gleichzeitig immer exakt definiert und über eine „geisterhafte Fernwirkung“ (Einstein) mit einem Parterteilchen nach den Regeln der Quantenphysik verbunden sein können. In einem Experiment konnten ihn die Wiener nun bestätigen: Sie verwendeten eine Photonenpaar-Quelle, deren Paare in der Polarisation der Lichtteilchen verschränkt sind, d.h., die gemessene Polarisation an einem der Teilchen ist immer mit dem Messergebnis am Parterteilchen korreliert. Laut Leggett sollten Polarisationsmessungen entlang ganz bestimmter Richtungen selbst für nicht-lokale realistische Eigenschaften (hier: Polarisation) nicht mehr nachvollziehbar sein. Die Ergebnisse geben ihm Recht.

Es genügt demnach für ein Verständnis der Quantentheorie nicht, auf das Prinzip der Lokalität zu verzichten. Will man das dennoch tun, müssen zwangsläufig gewisse anschauliche Eigenschaften der Wirklichkeit aufgegeben werden. jk

UNSERE THEMEN	
MO ÖKONOMIE	
DI ESSAY	
MI GEISTESWISSENSCHAFTEN	
DO NATURWISSENSCHAFTEN	
FR LITERATUR	

## 7. Handelsblatt Jahrestagung

# Kapitalanlagestrategien für Versicherungen

Ihre Experten:

**Volker Greve**  
Bundesanstalt für Finanzdienstleistungsaufsicht

**Volker Heinke**  
Versorgungskassen KZVK/VKPB

**Olaf Keese**  
Sparkassen Pensionskasse

**Dr. Ulrich Krüger**  
Barclays Capital

**Marius Müller**  
Münchener Rückversicherungs-gesellschaft

**Rainer Neumann**  
R+V Versicherung

**Frank Nieresel**  
Swiss Life Deutschland

und weitere.

Handelsblatt  
Veranstaltungen

**4. und 5. Juli 2007 in München**

**Kapitalanlagestrategien für Versicherungen**

Bitte faxen an: **02 11.96 86-44 48**

Ja, ich nehme/wir nehmen am 4. und 5. Juli 2007 teil zum Preis von € 1.899,- zzgl. MwSt. p. P. [P1200086M012]

Bitte senden Sie mir unverbindlich das detaillierte Tagungsprogramm zu.

Ich interessiere mich für Ausstellungs- und Sponsoringmöglichkeiten.

Name \_\_\_\_\_

Firma \_\_\_\_\_

Anschrift \_\_\_\_\_

Telefon \_\_\_\_\_

E-Mail \_\_\_\_\_

Datum \_\_\_\_\_ Unterschrift \_\_\_\_\_

Substanz entscheidet.

oder einsenden an: EUROFORUM Deutschland GmbH  
Petra Pilester, Postfach 1112 34, 40512 Düsseldorf  
E-Mail: petra.pilester@euroforum.com

**Bitte rufen Sie uns an: 02 11.96 86-34 48**

Weitere Informationen erhalten Sie unter:  
<http://vhb.handelsblatt.com/kapitalanlage>

Mit freundlicher Unterstützung von:

Handelsblatt