

SPECULUM

Geburtshilfe / Frauen-Heilkunde / Strahlen-Heilkunde / Forschung / Konsequenzen

Fischer B

Die Evolution des menschlichen Beckens und die Bedeutung für die Geburt

*Speculum - Zeitschrift für Gynäkologie und Geburtshilfe 2018; 36 (2)
(Ausgabe für Österreich), 10-13*

Homepage:

www.kup.at/speculum

Online-Datenbank
mit Autoren-
und Stichwortsuche

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

P.b.b. 02Z031112 M, Verlagsort: 3003 Gablitz, Mozartgasse 10

Mitteilungen aus der Redaktion

Die meistgelesenen Artikel



Speculum

Journal für Reproduktionsmedizin und Endokrinologie



Die Evolution des menschlichen Beckens und die Bedeutung für die Geburt

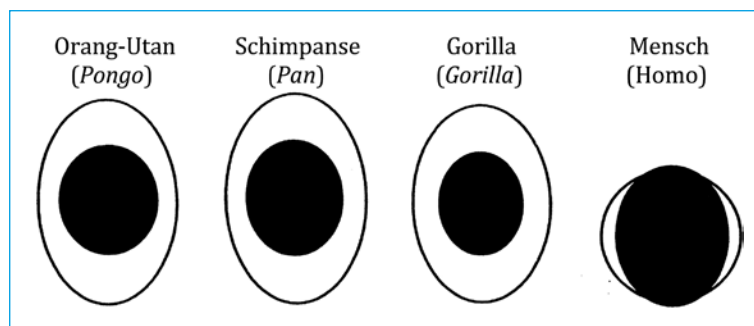
B. Fischer

Aufrechter Gang und größer werdende Köpfe

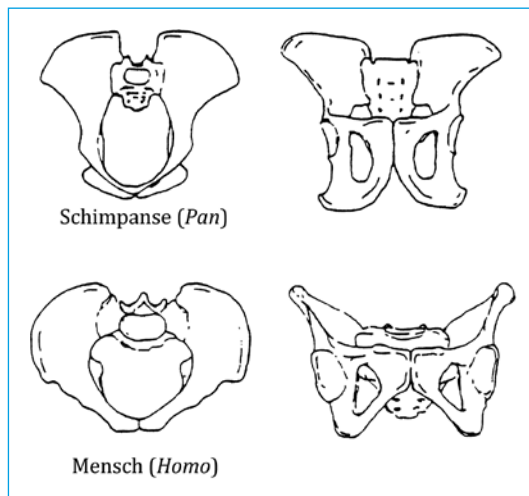
Das knöcherne menschliche Becken spielt sowohl für die Geburt als auch bei unserer Fortbewegung auf zwei Beinen eine wichtige Rolle. Es definiert den Geburtskanal, durch den Föten geboren werden, und stellt außerdem einen stabilen Ansatzpunkt für die Skelettmuskulatur unserer Oberschenkel dar. Durch seine Gestalt und Weite bestimmt das Becken daher mit, wie effizient wir uns auf zwei Beinen fortbewegen können. Diese beiden Funktionen – Geburtskanal und aufrechter Gang – machten im Laufe der Evolution unterschiedliche Anpassungen im Becken notwendig.

Für die Geburt sind unter anderem die Dimensionen des knöchernen Beckens und die Schädel- und Körpergröße des Fötus relevant. Vergleicht man Größe und Gewicht von menschlichen Neugeborenen mit jenen von anderen Primatenarten, so wird klar, dass der Mensch hier eine Sonderstellung einnimmt. Menschliche Neugeborene sind im Vergleich zu anderen Primatenarten um 15 % schwerer und haben eine um 42,2 % schwerere Gehirnmasse (im Verhältnis zur Masse eines Erwachsenen) [1, 2]. Sie sind also außerordentlich groß, und haben zudem noch überproportional große Köpfe (Abb. 1). Bei Erwachsenen ist dieser Unterschied noch ausgeprägter: Im Vergleich zu anderen Primatenarten ist die menschliche Gehirnmasse um 87 % größer, als man für unsere Körpermasse erwarten würde. Obwohl die großen Gehirne von Neugeborenen im Vergleich zu jenen von Erwachsenen also noch verhältnismäßig gering ausgeprägt sind, machen sie die Geburt bereits außergewöhnlich schwierig.

Die menschliche Enzephalisation, darunter versteht man die evolutionäre Zunahme der Gehirnmasse im Verhältnis zur Körpermasse, setzte in unserer Evolution vor etwa 1–2 Millionen Jahren ein. Viel früher jedoch, vor etwa 5–7 Millionen Jahren [4], entwickelte der Mensch bereits den aufrechten Gang, was eine massive Umgestaltung des Körperbaus notwendig machte. Der Körperbau eines vierfüßigen Primaten ist einer, bei dem die Wirbelsäule ähnlich einer Hängebrücke funktioniert, die an Schulter- und Beckengürtel aufgehängt ist. Mit dem Aufrichten des Körpers wurden die vorderen Extremitäten frei, die hinteren Extremitäten wurden im Verhältnis zu den vorderen massiver, muskulöser und länger, da sie von nun an alleine für die Fortbewegung verantwortlich waren. Das Ziel dieser Anpassung an den aufrechten Gang war, auf stabile Art und Weise lange Schritte zu ermöglichen, ohne dabei das Gleichgewicht zu verlieren. Schimpansen beispielsweise, die zu unseren nächsten Verwandten zählen, bewegen sich auf vier Beinen fort und besitzen ein langgestrecktes Becken. Dieses Becken der quadrupedalen Primaten wurde in der Entwicklung des aufrechten Gangs verkürzt und entwickelte sich zu einem massiven, schüsselförmigen Knochenring. Dabei wurden die Iliä kürzer, die Verbindung zwischen den Iliä und dem



1. Verhältnis der Größe des Geburtskanals im Verhältnis zur Kopfgröße des Neugeborenen beim modernen Menschen (*Homo*) und bei den Menschenaffen Gorilla (*Gorilla*), Schimpanse (*Pan*) und Orang-Utan (*Pongo*). Das weiße Oval zeigt die durchschnittliche Größe des Beckeneinlasses im mütterlichen Becken, das schwarze Oval die durchschnittliche Kopfgröße des Neugeborenen. Der transversale Durchmesser des Beckeneinlasses wurde bei allen vier Arten konstant gehalten, die anderen Dimensionen wurden im Verhältnis dazu skaliert (verändert nach [3]).



2. Weibliches Becken beim Schimpansen und beim modernen Menschen (verändert nach [5])

Sakrum wurde stärker, um eine größere Stabilität zu ermöglichen, das Sakrum wurde breiter und kürzer und die Acetabula wurden größer, um stärkere Femurköpfe unterzubringen (Abb. 2). Mit diesen Veränderungen war das Becken gemeinsam mit der Beckenbodenmuskulatur schließlich imstande, den gesamten Oberkörper abzustützen [5, 6].

Diese neue Beckenmorphologie hatte allerdings Konsequenzen für die Geburt. Abgesehen davon, dass der Kopf bei unseren quadrupedalen Verwandten viel kleiner ist, hat er am Weg durch den Geburtskanal außerdem das Sakrum nahezu vollständig passiert, wenn er auf die Symphyse trifft, da das Becken langgestreckt ist. Beim Menschen hingegen entsteht durch die komprimierte Beckenform eine Engstelle zwischen Sakrum und Symphyse, die sich gegenüber liegen [7]. Außerdem entstand so beim modernen Menschen ein Geburtskanal, der im Beckeneingang meist transversal am weitesten ist, im Beckenausgang jedoch im Verhältnis dazu um 90° verdreht, in antero-posteriorer Richtung. Um den beschränkten Platz optimal auszunützen, entwickelte sich eine Geburtsmechanik, bei der der menschliche Fötus eine Rotationsbewegung vollzieht. Diese unterscheidet sich von der Situation bei den meisten Primaten, bei denen der Fötus relativ gerade durch den Geburtskanal geschoben wird, da genug Platz vorhanden ist [5].

Das Becken hatte die Anpassungen an den aufrechten Gang also bereits durchgemacht, als die Enzephalisation einige Millionen Jahre später einsetzte. Die größer und größer werdenden Köpfe mussten nunmehr durch Becken hindurch geboren werden, die bereits an die aufrechte Fortbewegung angepasst waren. So kam es zum menschlichen „Geburtsdilemma“, wie man diese Engstelle in der

Anthropologie bezeichnet: Die Geburten wurden immer schwieriger und langwieriger.

Warum wurde das Becken nicht weiter?

Gewissermaßen überraschend ist, dass ein solch schwieriger Geburtsprozess über die Jahrtausende der Evolution des modernen Menschen nicht korrigiert wurde. Eigentlich sollte man meinen, dass jene Gene, die für zu enge Geburtskanäle, oder für zu große Föten, verantwortlich sind, im Laufe der menschlichen Evolution aussortiert worden wären. Lange Zeit waren Anthropologen der Meinung, dass der Grund dafür, warum das menschliche Becken in der Evolution eng blieb und nicht mehr weiter wurde, darin liegt, dass ein enges Becken für das aufrechte Gehen und Laufen biomechanisch effizienter wäre [3, 8, 9]. Dies wird allerdings durch einige aktuelle Forschungsarbeiten infrage gestellt [10–12]. Ein weites Becken könnte außerdem die Stabilität des Beckenbodens gefährden. In einem noch weiteren Becken nähme insbesondere nach vaginalen Geburten der Druck der abdominalen Organe auf den Beckenboden mitunter überhand, was das Auftreten von Inkontinenz- und Prolapsfällen begünstigen könnte [13, 14].

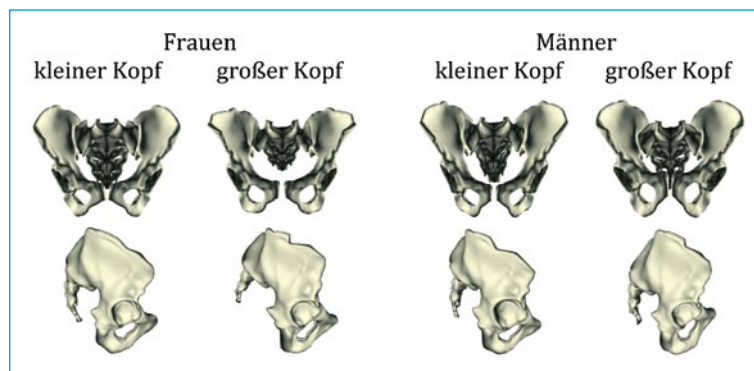
Gleichzeitig ist es vorteilhaft, große Neugeborene zur Welt zu bringen. Neugeborene mit höherem Geburtsgewicht haben ein niedrigeres Mortalitätsrisiko [15], aber nur solange sie eben noch sicher durch den Geburtskanal passen. Ist das Kind zu groß oder der Geburtskanal zu eng, kommt es zum Geburtsstillstand, der ohne entsprechende medizinische Versorgung gravierende Folgen bis hin zum Tod von Mutter und Kind haben kann. Die Fitnessfunktion, die dieses Szenario beschreibt, ist daher höchst asymmetrisch: Es ist vorteilhaft, so groß wie möglich geboren zu werden, aber nur bis zu einem kritischen Punkt (*Anmerkung:* Mit Fitness ist hier die biologische Fitness im Darwin'schen Sinn, also die Überlebenswahrscheinlichkeit der Nachkommen gemeint).

Dieses evolutionäre Szenario habe ich kürzlich gemeinsam mit Kollegen mithilfe eines mathematischen Modells beschrieben [16]. Wir argumentieren, dass die Evolution hier vor einer äußerst schwierigen Situation steht: Eine wichtige morphologische Eigenschaft, auf die es bei der Geburt ankommt, ist die Größe des Fötus relativ zur Beckengröße. Diese in der menschlichen Population variierende Eigenschaft versucht die Evolution nun, an die oben beschriebene, asymmetrische Fitness-Verteilung anzupassen, was unweigerlich dazu führt, dass ein „Überschuss“, also ein gewis-

ser Prozentsatz an Fällen mit Becken-Kopf-Missverhältnis, entsteht.

Abschwächen ließe sich dieses Dilemma nur dadurch, wenn die Evolution es schaffen würde, eine genauere Übereinstimmung zwischen den mütterlichen und kindlichen Dimensionen zu erzeugen. Wenn beispielsweise nur Frauen mit weiten Geburtskanälen große Kinder zur Welt bringen würden, und jene mit engen Becken kleinere, käme es seltener zu einem Missverhältnis.

Tatsächlich konnten wir in einer früheren Studie [17] zeigen, dass die Evolution ein Stück weit eine Anpassung geschafft hat. Frauen mit großen Köpfen, die tendenziell Kinder mit großen Köpfen zur Welt bringen, haben einen weiteren Geburtskanal. Im statistischen Mittel ist das Sakrum bei diesen Frauen verkürzt und kippt nach außen und lässt so mehr Platz im Beckenauslass. Bei Männern kommt dies nicht vor (Abbildung 3).



3. Zusammenhang zwischen Beckengestalt und Kopfumfang. Gezeigt sind die mittleren Beckengestalten von Frauen bzw. Männern mit sehr kleinem bzw. sehr großem Kopfumfang, unabhängig von der Körpergröße. Frauen mit einem großen Kopf haben ein verkürztes Sakrum, das aus dem Geburtskanal hinauskippt und so mehr Platz lässt (verändert nach [17])

Einfluss der modernen Geburtshilfe auf die Evolution

Mithilfe der modernen Medizin wurde das Dilemma nun auf völlig andere Art und Weise gelöst, nämlich dadurch, dass bei Geburtsstillständen Kaiserschnitte durchgeführt werden können. Das führt dazu, dass Frauen, bei denen ein Becken-Kopf-Missverhältnis auftritt, überleben und ihre Gene so dennoch in die nächste Generation weitergeben können. Damit wurde der Selektionsdruck, der über Generationen auf Beckendimensionen und Größe der Föten bestanden hat, durch die moderne Geburtshilfe aufgehoben. Die Medizin nimmt also Einfluss auf die menschliche Evolution: Weder ein zu enges Becken noch ein zu großer Kopf sind evolutionär betrachtet nun mehr ein Nachteil. Gemeinsam mit Kollegen habe ich berechnet, dass erwartet werden kann, dass diese evolutionäre Dynamik zukünftig zur Zunahme von Fällen mit Becken-Kopf-Missverhältnis führen wird [16].

Der massive Anstieg der Kaiserschnitttrate in den letzten Jahrzehnten lässt sich natürlich nicht alleine auf diesen evolutionären Effekt zurückführen. Allerdings trägt der evolutionäre Effekt dazu bei, dass manche Kinder nur mehr per Kaiserschnitt geboren werden können. Bisher ging man davon aus, dass die Rate von Becken-Kopf-Missverhältnissen konstant bleibt und je nach Population

zwischen 3 und 6 % liegt. Tatsächlich nehmen wir durch die moderne Geburtshilfe aber Einfluss auf diese Rate und damit auf die Evolution unserer eigenen Art.

LITERATUR:

1. Leutenegger W. Encephalization and obstetrics in primates with particular reference to human evolution. In: Primate Brain Evolution. Springer, Boston, MA, 1982; 85–95.
2. Wells JCK, DeSilva JM, Stock JT. The obstetric dilemma: an ancient game of Russian roulette, or a variable dilemma sensitive to ecology? *Am J Phys Anthropol* 2012; 149 (Suppl 55): 40–71.
3. Schultz AH. Sex differences in the pelvis of primates. *Am J Phys Anthropol* 1949; 7: 401–24.
4. Lovejoy CO. The natural history of human gait and posture: Part 1. Spine and pelvis. *Gait Posture* 2005; 21: 95–112.
5. Rosenberg K, Trevathan W. Birth, obstetrics and human evolution. *BJOG Int J Obstet Gynaecol* 2002; 109: 1199–206.
6. Gruss LT, Schmitt D. The evolution of the human pelvis: changing adaptations to bipedalism, obstetrics and thermoregulation. *Philos Trans R Soc B Biol Sci* 2015; 370: 20140063.
7. Trevathan W. Primate pelvic anatomy and implications for birth. *Phil Trans R Soc B* 2015; 370: 20140065.
8. Washburn SL. Tools and human evolution. *Sci Am* 1960; 203: 63–75.
9. Rosenberg K, Trevathan W. Bipedalism and human birth: The obstetrical dilemma revisited. *Evol Anthropol Issues News Rev* 1995; 4: 161–8.
10. Dunsworth HM, Warrener AG, Deacon T, Ellison PT, Pontzer H. Metabolic hypothesis for human altriciality. *Proc Natl Acad Sci* 2012; 109: 15212–6.
11. Gruss LT, Gruss R, Schmitt D. Pelvic breadth and locomotor kinematics in human evolution. *Anat Rec* 2017; 300: 739–51.
12. Wall-Scheffler CM, Myers MJ. The biomechanical and energetic advantages of a mediolaterally wide pelvis in women. *Anat Rec* 2017; 300: 764–75.
13. Handa VL, Pannu HK, Siddique S, Gutman R, et al. Architectural differences in the bony pelvis of women with and without pelvic floor disorders. *Obstet Gynecol* 2003; 102: 1283–90.

14. Herschorn S. Female pelvic floor anatomy: the pelvic floor, supporting structures, and pelvic organs. *Rev Urol* 2004; 6: S2–S10.

15. Alberman E. Are our babies becoming bigger? *J R Soc Med* 1991; 84: 257–60.

16. Mitteroecker P, Huttegger SM, Fischer B, Pavlicev M. Cliff-edge model of obstetric selection in humans. *Proc Natl Acad Sci* 2016; 201612410.

17. Fischer B, Mitteroecker P. Covariation between human pelvis shape, stature, and head size alleviates the obstetric dilemma. *Proc Natl Acad Sci* 2015; 112: 5655–60.

Korrespondenzadresse:

Dr. Barbara Fischer

Konrad-Lorenz-Institut für Evolutions- und Kognitionsforschung

A-3400 Klosterneuburg, Martinstraße 12

E-mail: b.fischer@univie.ac.at

www.kli.ac.at

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](#)