

Zur Funktion der mimischen Muskulatur und des Organum vomeronasale beim Flehmen des Pferdes

Horst Erich König¹, Horst Wissdorf², Alexander Probst¹, Rudolf Macher¹, Susanne Voß³ und Eva Polsterer¹

Department für Pathobiologie (Institut für Anatomie) der Veterinärmedizinischen Universität Wien¹, Anatomisches Institut der Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover² und Fa. Merial Hallbergmoos³

Zusammenfassung

Zusätzlich zur Riechschleimhaut dient das Organum vomeronasale der Wahrnehmung von Gerüchen und vor allem von Pheromonen. Das Organ weist bei einem mittelgroßen Pferd eine Längenausdehnung, beginnend von einer gedachten Querebene ca. 10 cm kaudal des Naseneinganges bis zu einer Querebene durch die Mitte des zweiten Vormahlzahnes auf. Beim Flehmen kontrahieren sich die Mm. levator labii superioris, levator nasolabialis, caninus und lateralis nasi. Die Oberlippe und die Nasenspitze werden angehoben und der Naseneingang durch die Annäherung der Lamina an das Cornu des Flügelknorpels stark verengt. Dadurch wird die Luft während des Flehmens direkt in die nasenhöhlenseitige Öffnung des Vomeronasalorgans geleitet. Beim Flehmen nehmen die Pferde eine charakteristische Körperhaltung ein.

Schlüsselwörter: Pferd, Flehmen, Organum vomeronasale, Anatomie, Verhalten.

Considerations about the function of the mimic muscles and the vomeronasal organ of horses during the Flehmen reaction

Additional to the olfactory epithelium, the equine vomeronasal organ serves to the perception of odorous substances and specially for pheromones. In a middle-size horse this organ has an extension in length from an imaginary transverse plane about 10 cm caudally the nostrils to a transverse plane through the middle of the second premolar tooth. During the Flehmen reaction the levator labii superior, nasolabial, caninus and lateralis nasi muscles contract. The upper lip and the tip of the nose are lifted. The opening of the nostrils is narrowed, caused by the convergence of the plate and horn of the alar cartilage. In this manner in case of Flehmen reaction air is directly conducted towards the opening of the vomeronasal organ into the nasal cavity during inspiration. During the "Flehmen" horses assume a characteristic posture.

Keywords: horse, Flehmen reaction, vomeronasal organ, anatomy, behaviour.

Einleitung und Literatur

Das Nasenbodenorgan, Organum vomeronasale, auch Jakobsonsches Organ genannt ist beim Pferd lediglich nasenhöhlenseitig offen (Negus 1956, Böhme 1992). Zur Wahrnehmung von Gerüchen und vor allem von Pheromonen muss der Luftstrom möglichst direkt und mit hoher Geschwindigkeit zur Öffnung des Jakobsonschen Organs geleitet werden. Die Pferde heben dabei die Oberlippe, so dass die oberen Schneidezähne sichtbar werden. Mit Hilfe der Muskulatur, die auf die Oberlippe und die Nase einwirkt, kommt es zur Annäherung der Lamina und des Cornu der Cartilago alaris. Das Cornu wölbt dabei die Haut seitlich vor. Nach Goody (2004) wird das blind endende Diverticulum nasi mittels der Mm. nasales geschlossen und die Luft hörbar durch das Vestibulum nasi eingesogen. Sie strömt dabei an der Öffnung des Organum vomeronasale vorbei und befördert dadurch potentiell vorhandene Schleimreste in dessen Eingang. In der Luft enthaltene Geruchstoffe kommen dadurch direkt in Kontakt mit den Sinneszellen des Organs.

Die Sinneszellen des Organum vomeronasale erreichen die höchstmögliche Spezifität. Sie reagieren nur auf eine einzige

Molekularart und unterscheiden auch zwischen spiegelbildlichen Molekülen. Duftmoleküle können nicht direkt an die Rezeptoren binden. Sie müssen zuvor im Oberflächenschleim gelöst werden. Die aktivierten Rezeptoren interagieren mit G-Proteinen, einem „second messenger“ wodurch eine interzelluläre Signalverstärkungskaskade ausgelöst wird (Graumann und Sasse 2004). Nach den beiden Autoren kann die Aktivierung eines einzelnen Rezeptorproteins durch ein Duftmolekül tausende von cAMP-Molekülen freisetzen. Hieraus erklären sich die unwahrscheinlich niederen Schwellwerte für bestimmte Duftstoffe.

Das paarige Organum vomeronasale war und ist Gegenstand zahlreicher Untersuchungen. Es ist bekannt, dass das Organ bei vielen Wirbeltierarten und generell bei Säugetieren ausgebildet ist. Außer bei Pferd, Esel und Kamel, bei denen das Organum vomeronasale ausschließlich eine Öffnung zur Nasenhöhle besitzt, kommuniziert das Nasenbodenorgan bei den anderen Säugetieren sowohl mit der Maulhöhle als auch mit der Nasenhöhle (Negus 1956). Das Organ besteht jederseits aus einer Schleimhautröhre, die abgesehen vom rostralen und kaudalen Ende von hyalinem Knorpel umgeben und gestützt ist (Lindsay et al. 1978, Salazar et al. 1995). Diese

Röhre endet kaudal blind. Das Organum vomeronasale wird, mit Ausnahme seiner medialen Wand, von respiratorischem Epithel ausgekleidet. Rund um das Epithel befindet sich kollagenes Bindegewebe mit einem integrierten dichten Netz von Blutgefäßen mit erektilen Eigenschaften (Lindsay et al. 1978, Salazar et al. 1997). Nach Salazar et al. (1997) erfolgt die Innervation des Organum vomeronasale durch den N. terminalis. Frewein (1972) untersucht mit Hilfe von Röntgenaufnahmen die Ausdehnung des Organs bei mehreren Tierarten. Beim Fohlen hat das Organum vomeronasale eine Längenausdehnung von einer gedachten Querebene am kaudalen Rand des zweiten Schneidezahnes bis zur Mitte des ersten Prämolaren, falls dieser Vormahlzahn voll entwickelt ist. Beim adulten Pferd beginnt das Nasenbodenorgan rostral ähnlich wie beim Fohlen. Das kaudale Ende konnte von Frewein (1972) jedoch aus technischen Gründen röntgenologisch nicht mit Sicherheit festgelegt werden.

Ziel dieser Arbeit ist, die Aktion der Muskulatur während des Flehmens zu untersuchen und Kenntnisse zur Anatomie des Jakobson'schen Organs zu überprüfen und zu aktualisieren.

Material und Methodik

Zur Untersuchung gelangten sieben erwachsene Pferde und zwei Fohlen (6 Monate und 1 Jahr). Bei drei adulten Pferden wurde das Organum vomeronasale an sagittalen Paramediananschnitten präpariert. Anschließend wurden die Präparate mit PEG (Polyethylenglykol) nach der Methode von Steinmann (1982) als Demonstrations- und Lernobjekte für Studierende imprägniert. Das Präparat vom einjährigen Fohlen wurde nach der S 10 Methode (Hagens 1985) plastiniert. Bei einem weiteren Präparat eines erwachsenen Pferdes wurde das Organ im frischen Zustand von dorsal freigelegt. Hierzu wurde das Nasenhöhldach entfernt und das Septum nasi ebenfalls bis auf Reste am Nasenhöhlenboden abgetragen. Nach Lokalisation der nasenhöhlenseitigen Öffnung des Organum vomeronasale wurde zusätzlich die Schleimhaut der Nasenhöhle entfernt und das paarige Organ dargestellt. An den übrigen drei adulten Pferde und dem 6 Monate alten Fohlen wurde die Muskulatur von Oberlippe und Nase dargestellt und mobilisiert, um sowohl ihre Einzelwirkungen als auch ihr Zusammenspiel zu verstehen. Danach wurden wissenschaftliche Zeichnungen angefertigt. Zur Dokumentation wurden sämtliche Präparate mit einer Leica R 6 fotografiert.

Zusätzlich zum beschriebenen anatomischen Material wurden 8 adulte Pferde und ein Fohlen beim Flehmen beobachtet. Dabei wurde insbesondere auf die, durch die Haut scheinende und sich kontrahierende, mimische Muskulatur geachtet. Zusätzlich wurde die charakteristische Körperhaltung der Pferde während des Flehmens beobachtet. Zur Dokumentation wurden mehrere Fotos angefertigt und als Vorlagen für Zeichnungen verwendet.

Ergebnisse

Bei einem mittelgroßen Pferd (Wallach, 7,5 Jahre, 350 kg) maß die Längenausdehnung des Organs 12,1 cm. Die in

Richtung der Körperlängsachse schlitzförmige Öffnung war 1,6 cm lang und in der Mitte 3 mm breit. Sie lag 10,3 cm vom Naseneingang entfernt. Die Öffnung wurde von einer Verdickung des Septum nasi bedeckt. Um diese Öffnung von dorsal zu sehen, musste die Nasenscheidewand bis auf den Boden der Nasenhöhle vorsichtig abgetragen werden. Das Organum vomeronasale besaß in seiner Mitte einen Durchmesser von 2,5 mm. Seine kaudale Ausdehnung reichte bis zu einer Querebene durch den zweiten Vormahlzahn (Abb. 1).

Beim Flehmen treten als Teile der mimischen Muskulatur der M. levator labii superioris, M. levator nasolabialis, M. caninus und der M. lateralis nasi in Aktion (Abb. 2). Sie werden alle vom N. facialis innerviert.



Abb 1 Organum vomeronasale (Ansicht von dorsal). Die Pfeilspitze zeigt auf den Eingang des Organs.
Vomeronasal organ (dorsal view). The arrow-head indicates the opening of the organ.

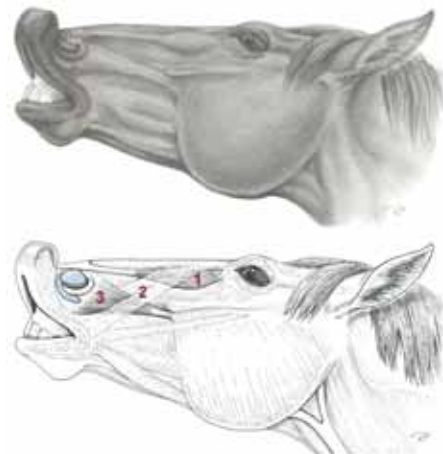


Abb 2 Anteile der mimischen Muskulatur, die während des Flehmens in Aktion treten. 1 M. levator labii superioris, 2 M. levator nasolabialis, 3 M. caninus.
Parts of the mimic muscles, acting during the "Flehmen". 1 levator labii superior m., 2 levator nasolabial m., 3 caninus m.

Der M. levator labii superioris entspringt rostral des Auges am Os lacrimale und an der Maxilla. Er vereinigt sich nasenspitzenwärts mit dem Muskel der gegenüberliegenden Seite, so dass sich dorsal des Apex nasi eine breite Aponeurose bildet. Diese Sehnenplatte strahlt in die Oberlippe ein. Bei der Kontraktion der Muskeln beider Seiten wird die Oberlippe so weit dorsal angehoben, dass die Vorderseite der oberen

Schneidezähne und die Schleimhaut des Vestibulum nasi sichtbar werden. Die Haut im rostralen Abschnitt des Nasenrückens legt sich dabei in Querfalten. Der Muskelbauch und die Sehne des Hebers der Oberlippe zeichnen sich während dieser Aktion deutlich durch die Haut ab.

Der dünne und flache M. levator nasolabialis liegt unmittelbar unter der Haut und bedeckt den M. levator labii superioris. Er entspringt rostral des M. malaris am Os lacrimale und der Maxilla und hat rostroventralen Faserverlauf. In seinem mittleren Drittel teilt er sich in einen oberflächlichen Abschnitt, der über den M. caninus von der Mitte der Oberlippe bis zur Commissura labiorum zieht. Der tiefe Anteil verläuft, den M. caninus unterkreuzend, an die seitliche Wand des Nasenein-

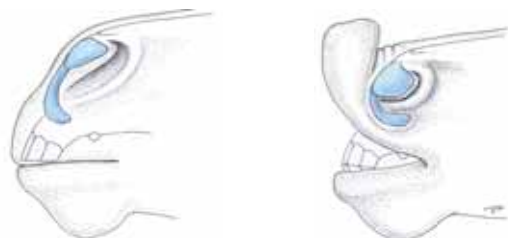


Abb 3 Verengung der Nasenöffnung während des Flehmens (Ansicht von lateral).
Narrowing of the nasal opening during the „Flehmen“ (lateral view)

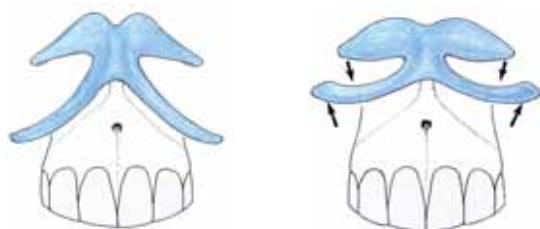


Abb 4 Lageveränderung der Lamina und des Cornu des Flügelknorpels während des Flehmens (Ansicht von rostral).
Dislocation of the plate and horn of the alar cartilage during the „Flehmen“ (rostral view).

ganges. Bei seiner Kontraktion werden die Nasenspitze und die Oberlippe angehoben. Er unterstützt damit den M. levator labii superioris.

Der M. caninus entspringt in der Regio infraorbitalis mit dünner Sehne an der Maxilla. Sein Muskelbauch verbreitert sich rostral, verläuft zwischen oberflächlichem und tiefem Abschnitt des M. levator nasolabialis und setzt seitlich am Cornu des Flügelknorpels an. Bei Kontraktion zieht er den Flügelknorpel ventral und verengt dabei den Naseneingang. Die ventral gelegene, lateral gerichtete Spitze des Cornu des Flügelknorpels wölbt sich dabei deutlich unter der Haut vor und wird dadurch gut sichtbar.

Der M. lateralis nasi, vor allem seine dorsalen und ventralen Fasern agieren derart, dass sie das Diverticulum nasi einengen, so dass während des Flehmens keine Luft in diese Bucht gelangt.

Während der Aktion aller genannten Muskeln nähert sich die dorsal gelegene Platte des Flügelknorpels dem ventral gelegenen Horn, so dass das Nasenloch sehr viel enger wird (Abb. 3 und Abb. 4). Die eintretende Luft, die hörbar eingesogen wird strömt so in Richtung Nasenboden und gelangt optimal zu den Rezeptoren des Organum vomeronasale.

Während des Flehmens wird der Kopf stark angehoben, der Hals nach oben gestreckt, Ober- und Unterkiefer sind meist geschlossen, die Ohren erscheinen seitlich oder nach hinten gedreht und die Augen werden halb geschlossen (Abb. 5).

Flehmen wird meist im Zusammenhang mit dem sexuellen Geschehen von beiden Geschlechtern gezeigt, häufiger jedoch von Hengsten beim Prüfen von Stutenduft. Es tritt auch bei der Wahrnehmung von ungewohnten Gerüchen, z.B. Rauch, Medikamenten oder Futterzusätzen auf. Sogar bei Pferden mit Koliken, Magenulcera oder Kreislaufbeschwerden kann eine ähnliche Körperhaltung eingenommen werden, im letzten Fall wird allerdings kein Ansaugen der Luft beobachtet.

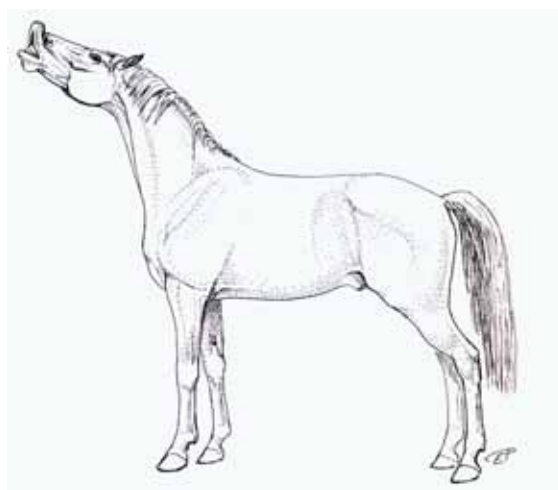


Abb 5 Körperhaltung eines Pferdes beim Flehmen.
Posture of a horse during the „Flehmen“.

Diskussion

Gegenwärtig werden Pheromone bereits therapeutisch in der Verhaltenstherapie vor allem zur Beruhigung von Tieren eingesetzt. Schmidt (2003) führt Beispiele an, um den erfolgreichen Einsatz eines „appeasing“ Pheromons (engl. to appease = beruhigen) beim Hund zu dokumentieren. Schoof und Koene (2004) geben eine gute Übersicht über die bislang bekannten Pheromone und deren Wirkmechanismus beim Pferd. Die Autoren untersuchen den Einsatz von Pherocalm® (Merial, 85399 Hallbergmoos, Deutschland) beim Pferd unter Praxisbedingungen.

Die Anatomie des Organum vomeronasale wurde bei verschiedenen Tierarten bereits eingehend untersucht. Frewein (1972) gibt eine gute Übersicht zur Lage und zu den Ausmaßen des Organs bei Haussäugetieren, kann allerdings beim Pferd die kaudale Grenze röntgenologisch nicht mit Sicherheit bestimmen, da dieser Teil des Schleimhautrohres sich nicht mit Kontrastmittel füllte. Diese Grenze konnte an den vorliegenden Präparaten sehr gut gesehen werden und reichte bis zu einer Querebene durch die Mitte des zweiten Vormahlzahn.

Böhme (1992) vertritt die Meinung, dass das Organum vomeronasale in seiner gesamten Ausdehnung von Riechschleimhaut ausgekleidet wird. Es soll sich beim Pferd bis zum 2. Prämolaren ausdehnen. Nach Böhme (1992) „unterschei-

det sich die Schleimhaut des Organs von der Riechschleimhaut aber dadurch, dass die Riechhärchen keine Zilienstruktur besitzen, sondern mit sehr langen Mikrovilli ausgestattet sind. Das Vomeronasalorgan soll wie auch die übrige Riechschleimhaut vom N. nasalis caudalis innerviert werden. Zudem soll sich im Organum vomeronasale, wie auch in der übrigen Nasenschleimhaut, der N. terminalis ausbreiten, der aus marklosen Fasern, mit eingestreuten bipolaren oder multipolaren Nervenzellen besteht". Salazar et al. (1997) finden marklose Nervenfasern lediglich im rostralen Abschnitt des Organs. Nach Michel (1992) fallen im Organum vomeronasale reichlich Ansammlungen von seromukösen Drüsen auf. Das Eindringen von Geruchstoffen in das Organ soll beim Pferd durch Bewegungen der Nasenknorpel ermöglicht werden.

Nach Liebich (2004) ist die Außenwand des Organum vomeronasale von respiratorischer, seine Innenwand jedoch von olfaktorischer Schleimhaut ausgekleidet. Die respiratorische Schleimhaut ist subepithelial von einem umfangreichen serösen Drüsenlager mit einem dichten Netzwerk venöser Schwellgefäße unterlagert. Das Sekret dieser Drüsen dient der Benetzung der Schleimhaut und der Lösung der Duftstoffe. Nach Liebich (2004) entspricht die olfaktorische Schleimhaut in ihrem Aufbau dem der Regio olfactoria. Dabei verlaufen im subepithelialen Bindegewebe markarme Bündel des N. terminalis.

Soucek (1998) gibt eine umfassende Literaturübersicht zur Anatomie des Jakobsonschen Organs. Die Autorin beschreibt vor allem die Verhältnisse beim Schwein. Der Knorpel des Organs wird von Salazar et al. (1995) untersucht, wobei die Autoren feststellen, dass das Schleimhautrohr nicht allseits von Knorpel umgeben ist.

Zur Muskulatur, die sich während des Flehmens kontrahiert, erwähnt Goody (2004), dass dabei der M. nasalis das Diverticulum nasi verschließt. Nach einer Zeichnung von Ghetie (1971) könnte diese Wirkung lediglich von der Pars ventralis des M. lateralis nasi ausgeübt werden. Bei einer umfangreichen Literaturrecherche konnten keine weiteren Untersuchungen zur Aktion der mimischen Muskulatur beim Flehmen des Pferdes gefunden werden.

Danksagung

Herrn Tierarzt Alexander Schoenberg, Linz und Frau Alexandra Schmucker, Kleinostheim danken wir für die Bereitstellung von Fotos flehmender Pferde, die für die Anfertigung der Zeichnungen dienlich waren.

Literatur

- Böhme G. (1992): Sinnesorgane. In: Nickel R., A. Schummer und E. Seiferle (Hrsg.) Lehrbuch der Anatomie der Haustiere. Nervensystem, Sinnesorgane, Endokrine Drüsen, Bd. 4, 3. Aufl., Parey, Berlin, 403-404
- Frewein J. (1972): Röntgenanatomie des Organum vomeronasale bei den Haussäugetieren. Zbl. Vet. Med. C 1, 55-63
- Ghetie V. (1971): Anatomia animalelor domestice. Aparatul locomotor, Bd. 1, Editura Academiei Republicii Socialiste Romania, Bucuresti, S. 485, 495
- Goody P. (2004): Anatomie des Pferdes. Ulmer, Stuttgart, 36
- Graumann W. und D. Sasse (2004): CompactLehrbuch Anatomie. Bd. 4 Sinnessysteme Haut Zns Periphere Leitungsbahnen. Schattauer, Stuttgart, 148-149
- Hagens G. von (1985): Heidelberger Plastinationshefter. Sammlung aller Merkblätter zur Plastination. Anatom. Inst. I, Univ. Heidelberg
- Liebich H.-G. (2004): Funktionelle Histologie der Haussäugetiere. 4. Aufl., Schattauer, Stuttgart, 242-243
- Lindsay F. E. F., H. M. Clayton und M. E. S. Pirie (1978): The vomeronasal Organ of the horse and donkey. J. Anat. 127, 655
- Michel G. (1992): Atmungssystem. In: Smollich, A. und G. Michel (Hrsg.) Mikroskopische Anatomie der Haustiere, 2. Aufl., Fischer, Jena, 189
- Negus V. E. (1956): The Organ of Jacobson. J. Anat. 90, 515-519
- Salazar I., P. S. Quinteiro und J. M. Cifuentes (1995): Comparative anatomy of the vomeronasal cartilage in mammals: mink, cat, dog, cow and horse. Ann. Anat. 177, 457-481
- Salazar I., P. S. Quinteiro und J. M. Cifuentes (1997): The soft-tissue Components of the Vomeronasal Organ in Pigs, Cows and Horses. Anat. Histol. Embryol. 26, 179-186
- Schmidt W.-D. (2003): Einsatz von Dog Appeasing Pheromon (D.A.P.) in der Verhaltenstherapie beim Hund. Praktischer Tierarzt 84, 824-835
- Schoof B. und M. Koene (2004): Verhaltenstherapie beim Pferd: Einsatz von Pheromonen (Pherocalm®). Praktischer Tierarzt 85, 262-264
- Soucek G. (1998): Zur Anatomie der Nasenhöhle und der äußeren Nase beim Schwein. Med. Vet. Diss. München
- Steinmann W. F. (1982): Makroskopische Präparationsmethoden in der Medizin. Thieme, Stuttgart, 213-215

Prof. Dr. Dr. h.c. Horst Erich König
Department für Pathobiologie (Institut für Anatomie)
Veterinärmedizinische Universität Wien
Veterinärplatz 1
A-1210 Wien
Horst.Koenig@vu-wien.ac.at

Pferdeheilkunde Curriculum Berlin Osteopathie und Chiropraktik

Beatrix Schulte Wien und Sybill Moffatt

20.–21. August 2005

www.pferdeheilkunde.de