

## 3 Klinische Untersuchung

### 3.1

#### Einleitung

Die eigentliche Lahmheitsuntersuchung beginnt im Stand der Ruhe in Form einer Adspektion des Pferdes und einer ersten orientierenden Palpation. Danach schließt sich die Untersuchung in der Bewegung an sowie die spezielle Palpation und weitere klinische Untersuchungen (z. B. Hufzangenprobe oder Provokationsproben). Grundsätzlich wird die gesamte erkrankte Gliedmaße beurteilt, da man sonst Gefahr läuft, bei zufälligen, oft unbedeutenden oder lang ausgeheilten Befunden „hängen zu bleiben“ und damit das eigentliche aktuelle Problem zu übersehen.

Ergeben sich aus diesen klinischen Untersuchungen **eindeutige** diagnostische Hinweise, so sind häufig direkt weiterführende Untersuchungen (Röntgen, Sonografie, gezielte diagnostische Anästhesien) sinnvoll, um eine exakte Diagnose zu stellen.

Ergibt sich aus der klinischen Untersuchung **kein eindeutiger** Hinweis, so sind als nächster Schritt systematische diagnostische Anästhesien angezeigt.

### 3.2

#### Beurteilung in Ruhe

##### Ziel dieses Untersuchungsschritts

- Körperhaltung und Gliedmaßenstellung beurteilen
- augenfällige Veränderungen vermerken (Verletzungen, deutliche Schwellungen, knöcherne Zubildungen, Muskelasymmetrien oder -atrophien)

#### 3.2.1 Adspektion

Die Besichtigung des Pferdes erfolgt zunächst von allen Seiten und aus einiger Entfernung (► Abb. 3.1). Besonderes Augenmerk wird auf die Haltung des Pferdes gerichtet, die durch ungleichmäßige Gewichtsverteilung oder eventuelle Schonung einer oder mehrerer Gliedmaßen (z. B. bei Hufrehe) erste Hinweise geben kann. Begutachtet wird ebenfalls die Gliedmaßenstellung inkl. möglicher Fehlstellungen, und auch deutliche Asymmetrien (► Abb. 3.2) werden bereits auffällig. Ausfälle motorischer Nerven führen zu typischen Haltungsbildern (S. 24), wie z. B. der sog. „Kusshandstellung“ bei einer Radialisparese oder das Abplatten der Schulter bei der Lähmung des N. suprascapularis.

#### 3.2.2 Orientierende Palpation

Diese nimmt Bezug auf die eventuell bei der Adspektion im Stand erfassten Auffälligkeiten. Der Tierarzt erfühlt Regionen vermehrter Wärme, Umfangsvermehrungen sowie Muskelveränderungen wie Verhärtungen, Narben oder Dellen. An den Gliedmaßen wird die Pulsation der Mittelfußarterie überprüft und mit dem kontralateralen Bein verglichen (► Abb. 3.3, ► Abb. 3.36).

#### 3.2.3 Zusammenfassung Beurteilung in Ruhe

##### Praxis

##### Befunde aus diesen Untersuchungsschritten

- Hinweise auf hochgradige Schmerzzustände (erhöhte Puls- und Atemfrequenz)
- Hinweise auf entzündliche Erkrankungen (erhöhte Körpertemperatur, verstärkte Pulsation der Mittelfußarterien, Schmerz, Wärme, Schwellung)
- Hinweise auf Traumata
  - offene Verletzungen
  - deutliche Schwellungen
- atypische Haltung (wie z. B. Kusshandstellung, Abplatten der Schulter, Entlastungshaltung beider Vordergliedm.)
- Fehlstellungen dokumentieren, um sie später in die Befundung mit einzubeziehen
- Asymmetrien in der Muskulatur dokumentieren, um sie später in die Befundung mit einzubeziehen

##### Weiteres Vorgehen

- Überprüfung und Versorgung offener Verletzungen,
- bei Verdacht auf Fraktur/Fissur (akute Lahmheit, Palpations- oder Rotationsschmerz) auf Beurteilung in der Bewegung verzichten und zunächst mittels Röntgen/Sonografie abklären
- bei Hufrehe Röntgen, lokale und systemische Therapie einleiten
- pathognomonische Haltungen direkt weiter abklären (S. 24)
- andernfalls bisherige Befunde dokumentieren und mit der systematischen Untersuchung fortfahren



► **Abb. 3.1** Bei der Adspektion in Ruhe achtet man auf gleichmäßige Belastung der Gliedmaßen und gewinnt darüber hinaus einen ersten Eindruck vom Typ und Temperament des Patienten.



► **Abb. 3.2** Asymmetrie der Kruppenmuskeln.



► **Abb. 3.3** Die Prüfung vermehrter Pulsation der Mittelfußarterie gibt Aufschluss über mögliche entzündliche Vorgänge im Bereich der Zehe.

- a An der Vordergliedmaße wird medial die A. digitalis palmaris communis palpirt.
- b Die Palpation der A. metatarsea dorsalis lateralis an der Hintergliedmaße erfolgt von lateral.

### 3.3 Beurteilung in der Bewegung

#### 8 Ziel dieses Untersuchungsschritts

- Identifizierung der lahmen Gliedmaße(n), des Lahmheitsgrads und der Art der Lahmheit!
- Durch Provokationsproben werden möglichst selektiv Strukturen unter Stress gesetzt. Verstärkt sich anschließend die Lahmheit, kann die betroffene Region möglicherweise eingegrenzt werden (nur hinweisender Charakter).

#### 3.3.1 Vorführen des Pferdes auf gerader Strecke

Ein erstes Vorführen des lahmen Pferdes erfolgt bevorzugt auf hartem, ebenem Untergrund (z. B. Pflaster) über eine wenigstens 20–30 m lange gerade Strecke. Je nach Temperament kann das Pferd am Halfter oder aufgetrennt vorgeführt werden. Das Pferd sollte dabei am relativ langen Zügel gemustert werden, ansonsten können Einwirkungen des Vorführers das Gangbild erheblich beeinflussen. Das Vorführen erfolgt im fleißigen Schritt (► Abb. 3.4) und im Trab (► Abb. 3.5) möglichst ruhig und gleichmäßig.



► **Abb. 3.4** Bereits beim Vorführen des Pferdes im Schritt sollte man die Beurteilung von vorne, von der Seite und von hinten vornehmen. Dies erlaubt das Erkennen von Schrittverkürzungen oder auch eines ungleichen Absinkens von Schulter bzw. Hüfte.

- a Vorführen im Schritt, Ansicht von vorne.
- b Vorführen im Schritt, seitliche Ansicht.
- c Vorführen im Schritt, Ansicht von hinten.



► **Abb. 3.5** Wie schon im Schritt erfolgt das Vorführen im Trab auf ebenem hartem Boden und wird aus den 3 vorgenannten Positionen beurteilt. Sitz, Art und Grad der Lahmheit werden registriert.

- a Vorführen im Trab, Ansicht von vorne.
- b Vorführen im Trab, seitliche Ansicht.
- c Vorführen im Trab, Ansicht von hinten.

**Identifikation der erkrankten Gliedmaße** Man begutachtet erst alle Gliedmaßen gleichzeitig, dann die Vorhand bzw. Hinterhand gesondert und zuletzt die einzelne Gliedmaße. Dazu muss der Untersucher das Pferd von vorne, von der Seite und von hinten gesehen haben. In der Regel sind Vorhandlahmheiten von vorne und von der Seite, Lahmheiten der Hinterhand von der Seite und von hinten am besten zu erkennen.

Geachtet wird auf Nickbewegungen von Kopf und Hals, Schritt- oder Trittkürzungen, Asymmetrien im Bewegungsablauf. Im Zweifel empfiehlt sich der wiederholte Vergleich der verdächtigen Extremität mit der kontralateralen Gliedmaße. Neben dem **visuellen Eindruck** beim Vortrab findet auch ein **akustischer** Vergleich des Hufschlags statt, oftmals wird das kranke Bein vorsichtiger aufgesetzt und damit leiser. Es kann auch hilfreich sein, sich vom Pferd wegzudrehen (oder die Augen zu schließen) und sich nur auf das Gehör zu konzentrieren. Voraussetzung ist, dass dann eine 2. Person gleichzeitig das Auffußen beobachtet und so der „Hörbefund“ einer Gliedmaße zugeordnet werden kann.

**Graduierung der Lahmheit** Ebenso wird der Grad der Lahmheit beurteilt. Man beginnt mit der Bewegung des Pferdes im Schritt. Ist die Lahmheit schon hier offensichtlich, dann erfolgt die Besichtigung im Trab mit Vorsicht (über wenige Tritte), um weitere Traumatisierungen der betroffenen Gliedmaße zu vermeiden.

Die Graduierung der Lahmheit ist in der Literatur uneinheitlich. Eine Standardisierung ist daher empfehlenswert, und es wird zu einer 5-stufigen Einteilung der Lahmheit im Trab geraten (► Tab. 3.1).

**Art der Lahmheit** Neben der Identifikation der lahmen Gliedmaße und der Bestimmung des Lahmheitsgrads ist die dritte und ungleich schwieriger zu beantwortende Frage die nach Art und eventuell Ursache der Lahmheit.

Grundsätzlich kann man zwischen **Stützbein- und Hangbeinlahmheiten** unterscheiden; dazwischen liegen zahlreiche Variationen von sog. **gemischten Lahmheiten**.

Bei einer **Stützbeinlahmheit** vorne wird die Nickbewegung des Kopfes zur Entlastung der erkrankten Gliedmaße vermindert, umso deutlicher erfolgt sie beim Stützen der gesunden Seite, was den Eindruck gibt, das Pferd „falle“ auf die gesunde Extremität. Ähnlich verhält es sich mit einer eingeschränkten Bewegung des Beckens bei Belastung der kranken Hintergliedmaße, wohingegen die Kruppe mit dem gesunden Bein deutlich gesenkt und gehoben wird.

**Hangbeinlahmheiten** werden nicht selten von schmerzhaften Zuständen aus den proximalen Gliedmaßenabschnitten verursacht. Dabei wird das erkrankte Bein kürzer und flacher geführt, die Beugung der betroffenen Regionen ist eingeschränkt.

Bei bilateralen Lahmheiten (z.B. palmar foot syndrome) verringern sich häufig die asymmetrischen Bewegungsabläufe bzw. verschwinden völlig. Übrig bleibt ein gebundener, klammer Gang mit schwunglosen, kurzen Tritten. Das Erkennen der hauptsächlich lahmen Gliedmaße wird dadurch ebenso erschwert wie beim Vorliegen von diagonalen oder sagittalen Ausgleichsbewegungen, die zu sog. **Scheinlahmheiten** führen können.

### 3.3.2 Untersuchung auf gebogener Linie, verändertem Untergrund und unter dem Reiter

Speziell zur weiteren Abklärung solcher differenzialdiagnostischen Fragestellungen ist es sinnvoll, die adspektori-sche Beurteilung einer Lahmheit außer auf harter, gerader Vorführbahn auch auf anderem Untergrund und auf gebogener Linie fortzusetzen.

Speziell Hangbeinlahmheiten verstärken sich oft auf weichem Boden (Reithalle/Reitplatz), da das Vorführen der erkrankten Gliedmaße durch den Sandboden zusätzlich erschwert wird. Die Beurteilung kann dabei sowohl an der Hand als auch an der Longe (► Abb. 3.6) auf beiden Händen erfolgen, da die Symptomatik sich oft deutlich

► **Tab. 3.1** Lahmheitsgrade (nach Ross MW, Dyson SJ. Diagnosis and Management of Lameness in the Horse. 2nd ed. Oxford: Elsevier Ltd; 2010: 72).

Lahmheitsgrad	Klinisches Bild
0	Ohne Lahmheit.
1	Undeutliche, geringgradige Lahmheit im Trab auf gerader Linie. Möglicherweise ist ebenfalls undeutlich in einzelnen Phasen eine geringe asymmetrische Bewegung von Kopf oder Hüfte zu beobachten.
2	Deutliche geringgradige Lahmheit. Die asymmetrischen Bewegungen von Kopf oder Hüfthöcker sind konstant zu erkennen.
3	Mittelgradige Lahmheit mit deutlicher Nickbewegung bzw. Hüfthöckerasymmetrie. Entlastungsbewegung mit Gewichtsverlagerung auf die diagonale fußende Gliedmaße.
4	Hochgradige Lahmheit mit extremer Kopf- oder Beckenbewegung. Die Fußung ist plan, und Trab über einige Tritte ist möglich.
5	Höchstgradige Lahmheit ohne Lastaufnahme bei Zehenspitzenfußung oder fehlender Belastung in der Bewegung.





► **Abb. 3.6** Das Longieren in allen 3 Gangarten und auf beiden Händen ergänzt den Gesamteindruck. Der Lahmheitsgrad an der Hand sollte für ein – vorsichtiges – Longieren im Trab nicht mehr als 3/5, für ein Galoppieren an der Longe nicht mehr als 2/5 betragen.

- a Longieren im Schritt auf der linken Hand.
- b Longieren im Trab auf der linken Hand.
- c Longieren im Galopp auf der rechten Hand.

verändert, je nachdem, ob die erkrankte Gliedmaße die innere oder äußere im Bogen ist.

Seit vielen Jahren hat sich auch die Lahmheitsbeurteilung auf kleinem Kreisbogen auf hartem Boden etabliert. Die Prüfung auf einen sog. „Wendeschmerz“ erfolgt im Schritt an der Hand nach beiden Seiten (► **Abb. 3.8**). Das Mustern des Pferdes in der Volte (ca. 10 m Durchmesser) erfolgt dabei an der Hand des Vorführers (► **Abb. 3.7**). Nur ein harter, rutschfester Untergrund (z.B. gewalzter Splitt) lässt eine für das Pferd risikoarme Begutachtung



► **Abb. 3.7** Vortraben auf hartem Boden auf dem Kreisbogen – auf Pflaster und Asphalt an der Hand, nur bei rutschfesten Böden auch an der Longe möglich.

- a Vortraben auf dem Kreisbogen, seitliche Ansicht.
- b Vortraben auf dem Kreisbogen, Ansicht von hinten.



► **Abb. 3.8** Enge Wendung zur Prüfung des Wendeschmerzes nur im Schritt!

an der Longe zu. Auch auf der Volte verstärken sich viele Lahmheiten, und man beobachtet dies bei unterschiedlichen Krankheiten, je nachdem, ob das kranke Bein innen oder außen auf dem Kreis geführt wird. In aller Regel verstärken sich Lahmheiten aus dem distalen Gliedmaßenbereich, wenn das betroffene Bein innen ist, und Lahmheiten aus der proximalen Gliedmaße, wenn das Bein außen geht und damit weiter vorgeführt werden muss. Dies gilt typischerweise auch für Lahmheiten aus der Fesselträgerursprungsregion.

Manche Fragestellungen sind nur unter dem Reiter oder bei Rennpferden auf der Bahn im entsprechenden Tempo zu klären, insbesondere wenn der Verdacht besteht, dass die Pferde sich in der Bewegung „anschlagen“. Das sog. Streichen, Greifen oder Einhauen kommt jedoch nicht nur beim Rennpferd vor, sondern zeigt sich auch bei Reitpferden, v. a. in den Seitwärtsbewegungen (Transversalen). Bei diesbezüglichen Fragestellungen können Videoaufzeichnungen und deren Begutachtung in slow motion hilfreich sein.

Auf eine Begutachtung auf dem Laufband oder auf Ganganalysesystemen soll hier nicht weiter eingegangen werden.

### 3.3.3 Provokationsproben

Insbesondere die Beugeproben sind ein essenzieller Bestandteil der Lahmheitsuntersuchung, besonders bei der Abklärung von geringgradigen Lahmheiten. Hier sind sie eine Hilfe, um die erkrankte Region möglicherweise näher einzugrenzen, und sie sollten routinemäßig durchgeführt werden. Bei hochgradigen und höchstgradigen Lahmheiten sollte dagegen mit Provokationsproben äußerst zurückhaltend umgegangen werden.

Keil- und Brettproben können zur weiteren Differenzierung eingesetzt werden. Je nach Positionierung des Keils werden spezifische Strukturen unter Stress gesetzt und so eventuell vorhandene Schmerzen verstärkt.

Eine Bewertung des Ergebnisses von Provokationsproben erfolgt immer auf Basis des ursprünglichen Bewegungsablaufs, d. h., bewertet wird die Verstärkung der Lahmheit. Man beurteilt in 3 Stufen (+ bis +++) bzw. wertet das Ergebnis negativ (-).

## Beugeproben

Die Beugeproben sollten mit der kontralateralen Beugung verglichen werden, um sie richtig bewerten zu können. Pferde zeigen nämlich häufig deutlich individuelle Empfindlichkeiten, weshalb – insbesondere bei älteren Pferden – eine Beugeprobe auch ohne Bezug zu einer Lahmheit positiv ausfallen kann. Daher ist es sinnvoll, mit der vergleichenden Beugeprobe immer zunächst an der gesunden oder weniger lahmen Gliedmaße zu beginnen.

Mithilfe der Beugeprobe kann der Lahmheitsgrad vorübergehend verstärkt werden. Die Proben werden über ca. 1 min mit einer Kraft von 100–150 Newton durchgeführt, dies entspricht der Kraft, die notwendig ist, um ca. 10–15 kg anzuheben. Anschließend wird das Pferd unmittelbar vorgetrabt. Insbesondere bei Gelenk- oder Sehnen-scheidenschmerzen und bei anderen gelenknahen Problemen ist ein positives Ergebnis zu erwarten.

Während des Beugevorgangs achtet man auf akute Beugeschmerzreaktionen, aber auch auf Beugehemmungen.

Sogenannte „Übersichtsbeugeproben“ (► Abb. 3.9, ► Abb. 3.17) sind mehr oder weniger unspezifisch und geben eher einen allgemeinen Eindruck von Konfiguration und Konstitution der gebeugten Gliedmaße.

### Beugeproben Vordergliedmaße

Spezifische Beugeproben einzelner Gelenke gelingen insbesondere an der Zehe kaum, da meist alle 3 Phalangen-gelenke gleichzeitig gebeugt werden (► Abb. 3.10). Lediglich das Fesselgelenk (► Abb. 3.11) kann speziell durch Fixation von Röhre und Kron-gelenksregion (fast) unabhängig von Kron- und Hufgelenk gebeugt werden. Nach proximal schließt sich die Karpalbeugeprobe an (► Abb. 3.12). Ähnlich den Zehengelenken sind auch die Provokationsergebnisse an den proximalen Gelenken nur schwerlich dem Ellbogen- oder dem Schultergelenk eindeutig zuzuordnen. Alle Manipulationen – auch die Extensionsprobe und die Abduktion – betreffen beide Gelenke mehr oder weniger gleich bzw. gegenläufig (► Abb. 3.13, ► Abb. 3.14, ► Abb. 3.15, ► Abb. 3.16).



► **Abb. 3.9** Übersichtsbildeprobe an der Vordergliedmaße: Die Zehengelenke, der Karpus und geringgradig auch das Ellbogengelenk sind einbezogen.



► **Abb. 3.12** Bei der Karpalbeugeprobe wird das Ellbogengelenk geringgradig mit gebeugt, was jedoch in der überwiegenden Zahl der Fälle vernachlässigt werden kann.



► **Abb. 3.10** Das alleinige Beugen der Zehengelenke gelingt bei Fixation von Karpus und Unterarm in kaum gebeugter Haltung. Alle 3 Zehengelenke sind betroffen.



► **Abb. 3.13** Bei der Beugung des Ellbogengelenks lässt sich die gleichzeitige Streckung von Karpal- und Schultergelenk nicht vermeiden.



► **Abb. 3.11** Die isolierte Beugeprobe des Fesselgelenks erfordert die Fixation von Fesselbein und Röhrenbein, das gleichzeitige Beugen der beiden distalen Zehengelenke muss vermieden werden.



► **Abb. 3.14** Umgekehrt führt die Beugung der Schulter zu einer gleichzeitigen Streckung des Ellbogengelenks. Neben einer Lahmheitsverstärkung kommt es bei Schulterschmerzen häufig zu Unmutsäußerungen der Pferde während der Probe.



► **Abb. 3.15** Die Abduktionsprobe an der Vordergliedmaße verläuft nicht selten auffällig bei Verletzungen von Sehnen- und Bandstrukturen medial in der Ellbogen- und Schulterregion.



► **Abb. 3.16** Für die Adduktion der Vordergliedmaße gilt Entsprechendes. Auch diese Probe ist häufig auffällig bei Verletzungen von Sehnen- und Bandstrukturen; unter Zugbelastung kommen hier die lateral gelegenen Strukturen.

### Beugeproben Hintergliedmaße

Auch an der Hintergliedmaße hat die Übersichtsbeugeprobe, die eine Kombination aus Zehenbeugeprobe und Beugung der proximalen Gliedmaße (v. a. Tarsalgelenk und Kniegelenk) darstellt, nur eine eingeschränkte Aussagekraft (► **Abb. 3.17**). Sinnvoll ist es, auch hier die Zehengelenksbeugeprobe (► **Abb. 3.18**) und die Beugeprobe von Tarsus und Knie getrennt vorzunehmen (► **Abb. 3.19**). In dieser Region gelingen weitere Differenzierungen durch den Extensionstest des Tarsalgelenks (► **Abb. 3.20**) und der isolierten Kniegelenksbeugung (► **Abb. 3.21**). Eine Provokation der Hüftgelenke gelingt durch Abduktion der Gliedmaße bei gleichzeitiger Vor- und Rückbewegung des Beines (► **Abb. 3.22**) sowie durch die Adduktionsprobe (► **Abb. 3.23**).



► **Abb. 3.17** Die Übersichtsbeugeprobe an der Hintergliedmaße bezieht Zehengelenke, Sprung- und Kniegelenk mit ein.





► **Abb. 3.18** Die Zehngelenksbeugeprobe hinten erfordert erneut das Fixieren der Röhre bei kaum gebeugtem Sprunggelenk.



► **Abb. 3.20** Auch ein Extensionstest des Tarsalgelenks führt gleichzeitig zu einer gewissen Beugung des Knies. Dies ist bei der Ergebnisbewertung zu berücksichtigen.



► **Abb. 3.19** Bei der auch als Spatprobe bezeichneten Beugung des Tarsus lässt sich das gleichzeitige mäßige Beugen des Kniegelenks nicht vermeiden.



► **Abb. 3.21** Die isolierte Kniegelenksbeugung lässt Tarsus und Zehe möglichst unbeeinflusst.



► **Abb. 3.22** Mit der Abduktion der Hintergliedmaße versucht man die Provokation schmerzhafter Prozesse im Hüftgelenk und Oberschenkelbereich.



► **Abb. 3.23** Die Adduktionsprobe der Hintergliedmaße kann insbesondere schmerzhaftere Reaktionen an den Menisken und den seitlichen Bandstrukturen verstärken.

## Keil- und Brettproben

Für diese Provokationen wird die Gliedmaße je nach Fragestellung auf einen Keil platziert bzw. durch das Anheben eines auf ein Brettende gesetzten Pferdebeins wird ein Keil erzeugt. Die Probe wird bei aufgenommener kontralateraler Gliedmaße für 30–60 sec vorgenommen. Je nach Fragestellung kann dieser Keil nach vorne, hinten oder zur Seite offen sein (► **Abb. 3.24**), was zur Überstreckung, Trachtenhochstellung oder einem seitlichen Anheben der Zehe führt. Schmerzen aus dem Bereich der Seitenbänder des Hufgelenks (seitliches Hochstellen), den dorsalen Hufgelenksanteilen (Trachtenhochstellung) oder infolge eines palmar foot syndrome (Überstreckung) werden dadurch möglicherweise verstärkt, entweder durch Dehnungs- oder durch Stauchungskräfte. Die Spezifität dieser Proben ist jedoch nicht so groß, wie in der älteren Literatur beschrieben.

### 3.3.4 Pathognomonische Lahmheiten und Gangbilder

Einige Erkrankungen, darunter insbesondere Paresen und Paralysen von Nerven, aber auch spezielle Traumata und Funktionsstörungen sowie kongenitale Fehlfunktionen führen zu typischen, teilweise pathognomonischen Lahmheitsbildern, die eine Diagnose bereits im Stand oder nach wenigen Schritten ermöglichen.

Bei den über längere Zeit bestehenden nervalen Funktionsausfällen treten nach kurzer Zeit muskuläre Veränderungen in Form von Inaktivitätsatrophien hinzu, die das Krankheitsbild noch verdeutlichen. Nicht mit krankhaften Zuständen verwechseln darf man dagegen rasetytische Bewegungsabläufe, wie z. B. den Termino des Peruanischen Paso oder den Tölt und Passgang bei Isländern und anderen Gangpferderassen.



► **Abb. 3.24** Beispiele von Keilproben an einer Vordergliedmaße: Die dorsalen, palmaren und seitlichen Regionen werden vermehrt durch Zug und Druck belastet.

- a Keilprobe mit Mehrbelastung dorsaler Strukturen.
- b Keilprobe mit Mehrbelastung palmarer Strukturen.
- c Keilprobe mit Mehrbelastung seitlicher Strukturen.