

### **3 Eigene Untersuchungen**

#### **3.1 Material**

##### *3.1.1 Frische Pferdegliedmaßen*

Im Rahmen dieser Arbeit wurde das Diffusionsverhalten von Disulfonblaulösung nach intrasynovialer Injektion bei 57 Gliedmaßen von 21 verschiedenen Pferden untersucht. Es handelte sich dabei um 30 Vordergliedmaßen (16 rechte und 14 linke) und 27 Hintergliedmaßen (14 rechte und 13 linke).

So wurden 26 Hufgelenke von 12 Vorder- und 14 Hintergliedmaßen, 9 Hufrollenschleimbeutel von 5 Vorder- und 4 Hintergliedmaßen, 13 Fesselbeugesehnenscheiden von 6 Vorder- und 7 Hintergliedmaßen, 38 Fesselgelenke von jeweils 19 Vorder- und Hintergliedmaßen, 10 Karpometakarpal- bzw. Mediokarpalgelenke, 9 Radiokarpalgelenke, 5 Karpalbeugesehnenscheiden, 10 Tarsometatarsal- bzw. distale Intertarsalgelenke und 13 Talokrural- bzw. proximale Intertarsalgelenke hinsichtlich der Farbstoffverteilung beurteilt (sh. Anhang 1).

Das Alter der Pferde variierte bis auf ein Fohlen und zwei Jährlinge zwischen 2 und 27 Jahren. Auch die Rasseverteilung war sehr vielfältig: zehn Warmblüter, zwei Warmblut-Mix-Pferde, ein Traber, ein Vollblüter, ein Quarter Horse, ein Irish Tinker, ein Norweger, ein Haflinger und drei Ponys (sh. Anhang 2).

Bei keinem der Tiere war der Tötungsgrund bekanntermaßen orthopädischer Natur. Einen Großteil des Patientengutes stellten auf Grund von Kolik euthanasierte Pferde, so dass natürlich eine evtl. zusätzliche orthopädische Erkrankung nicht zu 100 % ausgeschlossen werden konnte, diese aber zumindest weder bekannt war noch bei der Auswertung im anschließenden Querschnitt auffiel.

Todeszeitpunkt des Pferdes und anschließende Verwendung der Gliedmaße für die Studie schwankte zwischen unverzüglich nach Euthanasie bis zu maximal sechs Stunden später - immer aber vor Eintritt der Totenstarre.

Diese Gliedmaßen wurden entweder in der Mitte des Unterarmes bzw. Unterschenkels oder distal von Karpus und Tarsus abgesetzt und anschließend wurde aus hygienischen Gründen ein Handschuh über den Gliedmaßenstumpf gezogen.

### 3.1.2 Injektionsflüssigkeit

Zum Einsatz kam das Disulfonblau VN 150 für Tensiduntersuchungen (MERCK 2006).

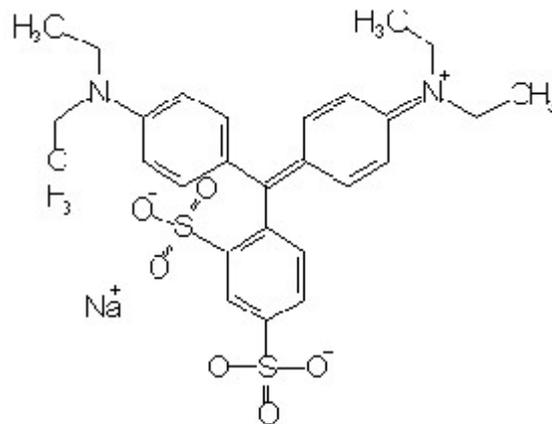


Abb. 6: Summenformel ( $C_{27}H_{31}N_2NaO_6S_2$ ) von Disulfonblau VN 150 für Tensiduntersuchungen (MERCK 2006).

Hierbei handelt es sich um ein wasserlösliches Mononatriumsalz der Anhydro-4,4'-bis-(diäthyl-amino)-triphenylmethanol-2'',4''-disulfonsäure (HERTSCH et al. 1982).

Wichtige chemische Daten zu Disulfonblau sind eine Löslichkeit in Wasser von 210 g/l (25 °C), ein Schmelzpunkt von 290 °C, eine **Molare Masse von 566,70 g/mol** sowie ein pH-Wert von 6,9 (10 g/l, H<sub>2</sub>O, 20 °C) (MERCK 2006).

Verwendet wurde dieser Farbstoff hier als 0,15 %-tige Lösung, wobei dazu 1,5 g Disulfonblau in einem Liter Wasser gelöst wurden, was eine ausreichende Blaufärbung für die Injektionen gewährleistete.

Methodisch bedingt wurden außerdem, zur Überprüfung des korrekten Kanülensitzes, bei der Punktion der Bursa podotrochlearis 0,5 bis 1 ml Röntgenkontrastmittel (Micropaque ®) injiziert.

### *3.1.3 Injektionskanülen und Spritzen*

Zur Punktion der Huf-, Fessel-, Karpal- und Talokruralgelenke dienten Kanülen der Stärke 18 G x 1 ½ inch (1,20 x 40 mm).

Für die Fessel- und Karpalbeugesehnenscheiden kamen Kanülen der Stärke 20 G x 1 ½ inch (0,90 x 40 mm) zum Einsatz.

Um das relativ enge Tarsometatarsalgelenk zu erreichen, wurde auf eine feinere Kanüle der Stärke 21 G x 2 inch (0,80 x 50 mm) zurückgegriffen, während für die Bursapunktion eine Kanüle von ausreichender Länge, 20 G x 2 ¾ inch (0,90 x 70 mm) benötigt wurde.

In der Regel wurden 10 ml Spritzen verwendet.

## 3.2 Methodik

### 3.2.1 Gewählte intrasynoviale Zugänge

Für die injizierten Gelenke bzw. sonstigen synovialen Einrichtungen wurden folgende Zugänge gewählt:

#### *Dorsolateraler Zugang zum Hufgelenk*

Die Kanüle wurde in etwa 1,5 cm lateral von der Medianen und 1,5 cm oberhalb der Krone mit distomedianem Einstich im dorsalen Rezessus des Hufgelenks platziert (HERTSCH 1987).

#### *Palmarer Zugang zur Bursa podotrochlearis*

Hierfür wurde ein palmarer bzw. plantarer Zugang gewählt (WÜRFEL 2002). Der Einstich erfolgte in der Mitte der Ballengrube am Übergang vom mittleren in das distale Drittel – wo sich die Ballengrube noch leicht eindrücken ließ. Die Stichrichtung der Kanüle orientierte sich an der Huflänge und war nie sohlenparallel sondern immer etwas distal geneigt. Nun wurde die Kanüle vorgeschoben bis man auf deutlichen, knöchernen Widerstand (Strahlbein) stieß und dann wieder ein wenig zurückgezogen.

Um sicher zu gehen, dass die Disulfidblaulösung in die Bursa podotrochlearis injiziert wurde, wurde hierzu eine fluoroskopische Kontrolle durchgeführt. Dazu ging der eigentlichen Injektion eine Injektion von 0,5 bis 1 ml Röntgenkontrastmittel (Micropaque ®) voraus. Bestätigte das Bild im C-Bogen (Abb. 7) eine Füllung des Hufrollenschleimbeutels, schloss sich dem die Injektion der Disulfidblaulösung an.



Abb. 7: Durchleuchtungsbild der Zehe (rechte Vordergliedmaße des Pferdes Nr. 20) im seitlichen (90°) Strahlengang. Zur Überprüfung der Lage der Punktionskanüle wurde die Bursa podotrochlearis mit Röntgenkontrastmittel gefüllt.

Hierbei war im Vergleich zu den anderen synovialen Einrichtungen ein relativ hoher Injektionswiderstand zu überwinden. Daher blieb nach der Injektion die Spritze noch locker aufgesetzt, um einen Rückfluss eines Teils des Farbstoff-Kontrastmittelgemisches zu ermöglichen und somit die Bursa podotrochlearis nicht unnötig zu überdehnen oder gar Kapselrisse artifiziell zu erzeugen.

#### *Lateraler Zugang zur gemeinsamen Fesselbeugesehnnenscheide*

Zur Orientierung diente die fühlbare Rinne zwischen dem Beugesehnenpaket und dem Musculus interosseus medius. Der horizontale Einstich erfolgte 50 mm oberhalb der Gleichbeinspitze. Hierzu umgriffen die Finger der linken Hand die tiefe Beugesehne von hinten und fixierten den vorderen Rand derselben, da natürlich eine Fehlinjektion in die Sehnen unbedingt vermieden werden musste (WESTHUES 1934).

#### *Lateraler Zugang zum Fesselgelenk*

Oberhalb der Gleichbeinspitze zwischen Röhrlbein und Fesselträger wurde die Kanüle distomedial und lateromedial eingestochen (HERTSCH 1987).

#### *Dorsaler Zugang zum Mediokarpalgelenk*

Punktiert wurde in knochenparalleler Stichrichtung in die klaffende, durch die distale und die proximalen Karpalknochenreihe formierte Spalte und zwar zwischen die Endsehnen des M. ext. dig. comm. und des M. ext. carpi radialis (HERTSCH 1987).

#### *Dorsaler Zugang zum Radiokarpalgelenk*

Dieser Zugang glich bis auf, dass nun eine Gelenketape höher zwischen proximaler Karpalknochenreihe und Radius eingestochen wurde, dem Zugang zum Mediokarpalgelenk (HERTSCH 1987).

#### *Lateraler Zugang zur Karpalbeugesehnenscheide*

Punktiert wurde der distale Endblindsack im oberen Drittel des Mittelfußes in dem Winkel gebildet von dem Unterstützungsband zur tiefen Beugesehne und dieser selbst. Der Einstich erfolgte waagrecht entlang der vorderen Kante der tiefen Beugesehne und ca. 1 bis 2 cm tief (WESTHUES 1934).

#### *Lateraler Zugang zum Tarsometatarsalgelenk*

Der waagrechte, dorsomedial gerichtete Einstich erfolgte von kaudolateral in den Gelenkspalt zwischen dem lateralen Griffelbeinkopf und dem Os tarsale quartum (HERTSCH 1987).

#### *Dorsomedialer Zugang zum Talokruralgelenk*

Nach Palpation der Aussackung des dorsomedialen Rezessus wurde die Kanüle waagrecht und mediolateral positioniert (HERTSCH 1987).

### *3.2.2 Synoviaaspiration und Injektion der Farbstofflösung*

Nach Synoviaaspiration bzw. dem Versuch Synovia zu aspirieren, folgte unter mäßigem Injektionsdruck die Applikation der Disulfidblaulösung in die einzelnen synovialen Einrichtungen.

Tabelle 2 spiegelt die von Gelenk zu Gelenk doch sehr variable Möglichkeit der Synoviagewinnung, sowie das intrasynovial injizierte Volumen an Disulfinblaulösung wieder.

Injektion von	Aspirierte Synovia	Injizierte Menge an Disulfinblau 0,15 %
Hufgelenk	0- 3 ml	5 ml
Bursa podotrochlearis	0 ml	3,5 ml (+ 0,5- 1 ml Micropaque ®).
Gemeinsame Fesselbeugeschnenscheide	0,5 ml Synovia bei zwei Gliedmaßen, sonst 0 ml.	10- 15 ml
Fesselgelenk	0- 8,5 ml	10 ml
Mediokarpalgelenk	0,5- 10 ml	10 ml
Radiokarpalgelenk	0,5- 10 ml	10 ml
Karpalbeugeschnenscheide	einmal 0,5 ml, sonst 0 ml	10 ml
Tarsometatarsalgelenk	0- 1,5 ml	4- 6 ml
Talokruralgelenk	0,5- 20 ml	4- 6 ml (5 Gliedmaßen) 10- 15 ml (8 Gliedmaßen)
Tabelle 2: Übersicht bezüglich der Menge, der aus den intrathekalen Einrichtungen aspirierbaren Synovia und des jeweils injizierten Volumens an Disulfinblaulösung.		

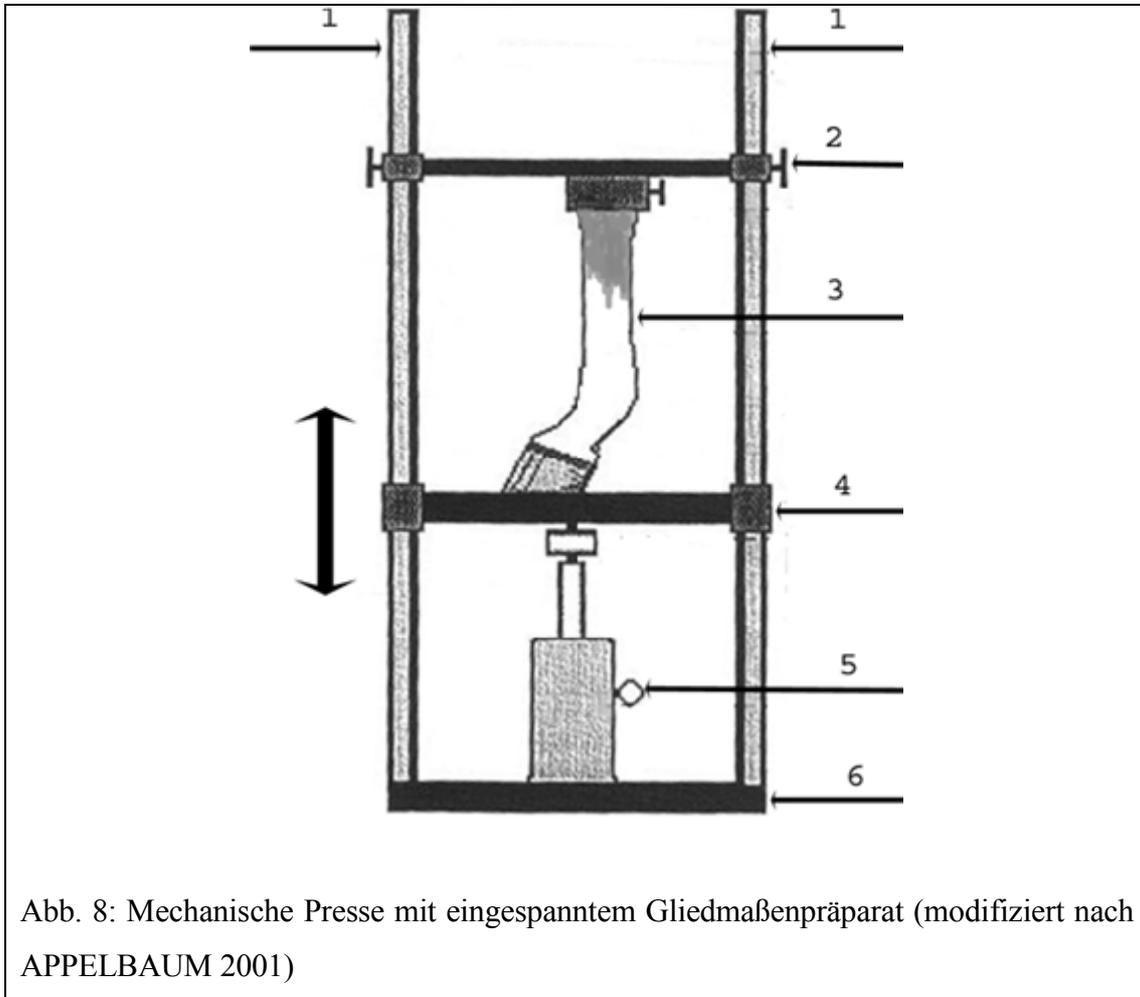
### 3.2.3 *Anschließendes Procedere mit den injizierten Gliedmaßen*

Methode 1:

46 Gliedmaßen wurden 10 min lang, minütlich fünfmal gebeugt und gestreckt.

Methode 2:

Die letzten 11 Gliedmaßen wurden in das Belastungsgerät eingespannt, welches für eine frühere Dissertation von APPELBAUM (2001) eigens von der Lehrschmiede der FU Berlin konstruiert worden war. Abbildung 8 stellt die Apparatur schematisch dar.



Legende zu Abb. 8:

- 1: Führungsgestänge
- 2: Rahmen und Befestigungsvorrichtung, beides fixierbar durch Flügelschrauben
- 3: Gliedmaßenpräparat
- 4: Auf- und abwärtsbewegbare Platte durch Betätigung von 5
- 5: Hydraulischer Wagenheber
- 6: Grundplatte

Die Gliedmaßen wurden unverzüglich nach der Disulfidblauinjektion in der Befestigungsvorrichtung eingespannt. Anschließend wurde mit dem hydraulischen Wagenheber die bewegliche Platte nach oben bewegt, so dass deutlicher Druck auf die Gliedmaße ausgeübt wurde, was an einem Durchtreten im Fesselgelenk zu sehen war. Danach wurde die Platte wieder abgelassen, um erneut nach oben bewegt zu werden. Dieser Vorgang wurde fünfmal wiederholt. Die Intention hierbei war es die Druckverhältnisse im Gliedmaßenbereich eines lebenden Pferdes, das auf seinen Beinen steht und nicht wie bei Methode 1 liegt, nachzuempfinden.

#### *3.2.4 Tiefgefrieren und Sägevorgang*

Alle untersuchten Gliedmaßen wurden anschließend unverzüglich im Tiefgefriererraum der Pferdeklinik FU Berlin bei minus 21° C tiefgefroren.

In der Regel wurden am folgenden Tag die tiefgefrorenen Gliedmaßen mit der KOLBE-Bandsäge K 330 S gesägt.

Es erfolgten Transversalschnitte mit einer Schnittdicke von ca. 1 cm. Für die Transversalschnitte im Hufbereich wurde kronsaumparallel gesägt, ansonsten senkrecht zur Gliedmaßenachse.

Abschließend wurden die Gliedmaßen vom Knochenmehl gesäubert, ausgewertet und die Ergebnisse wurden fotografisch dokumentiert.