

# Tierschutzrelevante Neuentwicklungen zur Optimierung der Distanzimmobilisation\*

H. Wiesner

Aus dem Tierpark Hellabrunn, München (Vorstand: Prof. Dr. H. Wiesner)

**Schlüsselwörter:** Distanzimmobilisation – Trauma – Auftreffenergie – Absorption – Laser-Entfernungsmesser – »Hellabrunner Mischung« – LAN

**Zusammenfassung:** Es wird über die neuesten Entwicklungen auf dem Gebiet der Distanzimmobilisation aus Sicht des Tierschutzes berichtet. Zur Vermeidung von Traumen muß die Auftreffenergie der Narkosepfeile der Beschaffenheit von Haut, Unterhautbindegewebe und Haardichte tierart-spezifisch angepaßt werden. So dürfen beispielsweise bei Equiden 10 Joule und bei Boviden und Cerviden 20 Joule keinesfalls überschritten werden. Eine Gummikappe der Pfeile kann bis zu 50% der Auftreffenergie absorbieren und sollte immer eingesetzt werden. Der Einsatz eines exakten Laser-Entfernungsmessers ermöglicht einen tierschonenden Schuß. Dosierungsempfehlungen der »Hellabrunner Mischung« (Mortalitätsrate 0,35%) und von Langzeitneuroleptika (Long Acting Neuroleptic, LAN) werden angegeben. Auf die einschlägigen Rechtsvorschriften wird hingewiesen.

**Key words:** Distance immobilization – Trauma – Impact energy – Absorption – Laser rangefinder – "Hellabrunner Mixture" – LAN

**Summary:** Developments in the field of distance immobilization with regard to animal welfare are reported. In order to prevent trauma, the impact energy of the darts has to be adjusted species specifically to the quality of the epidermis, the subcutaneous tissue and the thickness of the coat. A momentum of 10 joule in Equidae, or 20 joule in Bovidae and Cervidae should not be exceeded in any case. The impact energy can be reduced to 50% by using rubber caps with the darts; it is therefore recommended to use them regularly. The use of a laser rangefinder allows the most precise and careful application. Dosage recommendations for the "Hellabrunner Mixture" (mortality rate 0.35%) and for Long Acting Neuroleptic (LAN) are given. It is referred to the relevant legal regulations.

## Einleitung

Eine erfolgreiche, tierschutzgerechte Distanzimmobilisation hängt hauptsächlich von zwei Faktoren ab. Es ist dies zum einen die chemikalische Komponente, die bei der Auswahl der verfügbaren Anästhetika der tierartspezifischen Dosierung unter Berücksichtigung der Galenik Rechnung tragen muß. Zum anderen wird eine physikalische Komponente im Sinne einer ausgefeilten Ballistik maßgeblich den Erfolg einer derartigen Immobilisation mitentscheiden. Dies trifft vor allem dann zu, wenn die Injektionspfeile auf größere Distanz treffen sollen, ohne zu verletzen. In den vergangenen 25 Jahren war die Distanzimmobilisation ein Hauptanliegen der Hellabrunner Feldforschung. So wurde in langjährigen Versuchsserien das Telinject®-Blasrohrsystem hier zur

Praxisreife entwickelt und gemeinsam mit der »Hellabrunner Mischung« in die Zootiermedizin eingeführt. Konsequenterweise erfolgte daraus die Entwicklung der Blasrohrgewehre, bei der im Gegensatz zu den früher üblichen Kalt- oder Heißgassystemen besonderer Wert auf den Tierschutz gelegt wurde.

Die neuesten Ergebnisse auf diesem komplexen Gebiet werden hier in übersichtlicher Form dargestellt, da sie sowohl dem Praktiker als auch vor allem dem Amtstierarzt als gesetzlichem Vertreter des Tierschutzes eine rasche Orientierungsmöglichkeit bieten sollen.

## Anästhetika

### Pharmakologie und Galenik

Derzeit werden für die Distanzimmobilisation zahlreiche Anästhetika angeboten, deren unterschiedliche Wirkungsweisen bei einer Fülle von Kombinationsmöglichkeiten vor allem jene Kollegen verwirren müssen, die sich

\* Herrn Kollegen Hartwig Bostedt in alter Verbundenheit herzlichst zum 60. Geburtstag gewidmet.

nicht häufig mit dieser Materie beschäftigen. Damit steigt freilich auch das Narkoserisiko durch erhöhte Fehlermöglichkeiten des Anwenders (Unsicherheit, unvorhersehbare Nebenwirkungen, inverse Reaktionen, hang over, Verwechslungen etc.) erheblich an. Hier sei an den nach wie

Tab. 1 Vorteile der a) Kombination von Anästhetika gegenüber der Anwendung von b) Monoanästhetika

|  |   |
|--|---|
| <b>Gorilla, 120 kg, Sectio caesarea:</b> |   |
| a)                                       | »Hellabrunner Mischung«:<br>HM: 0,02 ml/kg = 2,4 ml in toto<br>= 300 mg Xylazin + 240 mg Ketamin  |
| b)                                       | Dosierung (Anonymus 1994): Ketamin<br>In 33 Min. wurden insgesamt 5–10 mg/kg<br>Ketamin = 2200 mg = 22 ml einer 10%igen<br>Lösung appliziert. |
| <b>Rothirsch, 150 kg:</b>                |   |
| a)                                       | HM: 1,8 ml in toto<br>= 225 mg Xylazin + 180 mg Ketamin   |
| b)                                       | Dosierung nach Fa. Bayer:<br>4 mg/kg KM Xylazin 10%ige Lösung<br>150 × 4 = 600 mg Xylazin = 6 ml  |
| <b>Oryx-Antilope, 150 kg:</b>            |   |
| a)                                       | Dosierung nach Wiesner:<br>375 mg Tilest + 15 mg Xylazin = 3 ml in toto   |
| b)                                       | Dosierung nach Fa. Virbac:<br>Tiletamin 31 mg/kg;<br>10%ige Lösung = 4650 mg = 46,5 ml  |

Tab. 2 Hinweise zur Anwendung der »Hellabrunner Mischung« (HM)

|   |   |
|---|---|
| <b>Herstellung</b>  | 500 mg Rompun® TS + 4 ml einer Ketaminlösung 10%ig  |
| <b>Antagonisierung</b>  | Nur gegen den Xylazin-Anteil möglich.   |
| a)  | Tolazolin: 2,5–3 mg/kg  |
| b)  | Idaxozan: 0,06–0,1 mg/kg  |
| c)  | Yohimbin: 0,25–0,3 mg/kg<br>(unzuverlässig bei Ziegenartigen)   |
| d)  | Antisedan (Atipamezol): 1,5–2 ml pro 1 ml HM  |
| Bei allen Präparaten auf <u>langsame</u> i.v. Injektion achten.<br>Sublinguale Injektion möglich. |   |
| <b>Dosierungshinweise</b>   | Die angegebenen Richtwerte gelten für den Beschuß mit dem Blasrohr unter Zoobedingungen. Bei unzureichender Wirkung ist eine Nachdosierung von bis zu einem Drittel der Anfangsdosis nach ca. 10 bis 20 Minuten möglich. Bei Aufregung, Streß, in Großgattern und in freier Wildbahn sowie bei der Benutzung von Narkosegewehren kann eine 15–30% höhere Dosis erforderlich sein.<br>Zur Erzielung und Aufrechterhaltung eines operationstolerablen Stadiums (z. B. Sectio caesarea) kann Ketamin solo sehr langsam i.v. (Tropf) nach Wirkung gegeben werden. Zur praktikablen Applikation geringer Volumina empfiehlt sich eine Verdünnung von 0,1 ml HM + 0,9 ml Aqua ad inj. |
| <b>Cave</b>   | Xylazin ist beim Mähnschaf ( <i>Ammotragus lervia</i> ) kontraindiziert. Bei Wisent und Bison ist die Wirkung der HM unzureichend.  |

vor höchst aktuellen pharmakologischen Leitsatz von Bacon (1561-1621) erinnert: »Multitudo remediorum est filia ignorantiae«, demzufolge auch die beste Anästhesie immer jene bleiben wird, die man sicher beherrscht. Das Gewirr an Medikamenten und Dosierungsvorschlägen lichtet sich allerdings rasch, wenn zusammengefaßt dargestellt wird, welche Grundanforderungen an ein Anästhetikum für diesen Zweck gestellt werden müssen:

- geringe Humantoxizität
- gute Löslichkeit und Konzentrierbarkeit
- Kompatibilität mit anderen Anästhetika
- gute lokale Gewebsverträglichkeit (i.m./s.c.)
- rasche Resorption und schneller Wirkungseintritt
- große therapeutische Breite
- Sedation, Muskelrelaxation, Analgesie
- ausreichend lange Wirkungsdauer
- kein Auftreten von Exzitationen bei der An- und Abflutung
- kein Auftreten von vital bedrohlichen Nebenwirkungen
- Möglichkeit der Nachdosierung i.v./i. m. zur Operationstoleranz

– Antagonisierbarkeit, kurze Aufwachphase

- Wirtschaftlichkeit, lange Haltbarkeit
- für lebensmittelliefernde Tiere zugelassen

Setzt man nun zur Optimierung der Reichweite eines Narkosepfeils zusätzlich ein Maximalvolumen von nur 3 ml voraus, lassen sich mit den meisten Anästhetika nur unzureichende Wirkungen erzielen, wenn sie als Monoanästhetika eingesetzt werden (20).

Einer zu hohen Konzentration eines Wirkstoffes steht zudem das Soehringische Gesetz entgegen, demzufolge die Resorption in der Zeiteinheit umgekehrt proportional der angewendeten Konzentration und der injizierten Flüssigkeitsmenge ist (19). So konnte ein grober Keiler mit 223 kg Lebendgewicht in einem Großgatter mit hochkonzentrierter Tiletaminlösung (33%ig) aus diesem Grunde nicht ausreichend immobilisiert werden. Je niedriger dagegen die Tiletaminkonzentration, desto kürzer war die Zeit zum Wirkungseintritt (18).

Dem Einsatz der hochwirksamen, synthetischen Morphinderivate Carfentanyl und Etorphin, dank ihres geringen Volumens ideal für die Distanzimmobilisation, stehen dagegen andere Probleme entgegen. Beide sind in der Bundesrepublik nicht zugelassen, und Etorphin wird durch das Betäubungsmittelgesetz streng reglementiert. Es unterliegt nicht dem tierärztlichen Dispensierrecht, sondern muß über eine Apotheke bezogen werden, darf nur bei Tierarten angewendet werden, bei denen keine anderen wirksamen Präparate zur Verfügung stehen und darf zudem nur vom Tierarzt oder in dessen Beisein appliziert werden (BtMVV, 1993, § 4, Abs. 3). Hinzu kommt eine extreme Humantoxizität, die mit 30–120 µg = 0,0125–0,05 ml Immobilon® in toto/homo adult angegeben wird (7).

Des weiteren ist die Applikation hoch dosierter Anästhetika mit einem höheren Risiko durch das Auftreten unerwünschter Nebenwirkungen belastet. Hier seien als Beispiele Xylazin mit der vitalen Tympaniegefahr bei Wiederkäuern oder die Exzitationen und Kreislaufbelastungen bei Katzenartigen nach Einsatz von Ketamin genannt (s. Tab. 1). Da es somit das ideale Anästhetikum mit den oben geforderten Eigenschaften (noch) nicht gibt, ist man auf die Anwendung von Anästhetikakombinationen angewiesen.

Tab. 3 Hellabrunner Mischung, Gesamtdosis in ml. Quellen: persönliche Mitteilungen von (1) Cavicchio 1998, (2) Langner 1998, (3) Ramdohr 1997, (4) Tschirch 1998, (5) Baumgartner 1998

| <b>Säuger</b>               | <b>subadult</b> | <b>-</b> | <b>adult</b> |                        | <b>subadult</b> | <b>-</b> | <b>adult</b>  |
|-----------------------------|-----------------|----------|--------------|------------------------|-----------------|----------|---------------|
| <b>Beuteltiere:</b>         |                 |          |              | Pekari                 | 0,4 ml          | -        | 0,8 ml        |
| Baum-,Bennett-,Bergkänguruh | 0,2 ml          | -        | 0,5 ml       | Reh                    | 0,2 ml          | -        | 0,4 ml        |
| Filander                    | 0,1 ml          | -        | 0,3 ml       | Ren                    | 0,5 ml          | -        | 1,0 ml        |
| Hübschgesichtkänguruh       | 0,2 ml          | -        | 0,5 ml       | Rothirsch              | 0,5 ml          | -        | 1,5 ml        |
| Kurzkopfgleitbeutler (1)    |                 |          | 0,02 ml      | Wapiti                 | 0,3 ml          | -        | 0,8 ml        |
| Riesenkänguruh              | 0,3 ml          | -        | 0,7 ml       | Wasserbüffel           | 1,0 ml          | -        | 1,8 ml        |
| <b>Nagetiere:</b>           |                 |          |              | Weißwedelhirsch        | 0,5 ml          | -        | 1,0 ml        |
| Baumstachler                |                 | -        | 0,05 ml      | Wildschwein            |                 |          | 1 ml/10 kg    |
| Capybara                    | 0,2 ml          | -        | 0,8 ml       | Zebu                   | 0,4 ml          | -        | 1,5 ml        |
| Hausratte (2)               |                 | -        | 0,05 ml      | <b>Antilopen:</b>      |                 |          |               |
| Mara                        | 0,1 ml          | -        | 0,2 ml       | Berg-Gazelle           | 0,2 ml          | -        | 1,0 ml        |
| Meerschweinchen             | 0,03 ml         | -        | 0,1 ml       | Bezoarziege            | 0,1 ml          | -        | 0,8 ml        |
| Murmeltier                  | 0,4 ml          | -        | 1,2 ml       | Buntbock               | 0,5 ml          | -        | 1,1 ml        |
| Prähühnerhund               | 0,05 ml         | -        | 0,1 ml       | Dorcasgazelle          | 0,05 ml         | -        | 0,1 ml        |
| Stachelschwein              | 0,1 ml          | -        | 0,3 ml       | Dünengazelle           | 0,2 ml          | -        | 1,0 ml        |
| <b>Hasentiere:</b>          |                 |          |              | Edmigazelle            | 0,2 ml          | -        | 1,0 ml        |
| Hase, Kaninchen             | 0,05 ml         | -        | 0,2 ml       | Gemse                  | 0,04 ml         | -        | 0,08 ml (!)   |
| <b>Raubtiere:</b>           |                 |          |              | Großer Kudu (4)        | 0,5 ml          | -        | 2,0 ml        |
| Braunbär                    | 0,5 ml          | -        | 3,0 ml       | Hirschziegenantilope   | 0,1 ml          | -        | 0,4 ml        |
| Dachs                       | 0,3 ml          | -        | 0,6 ml       | Impala                 | 0,3 ml          | -        | 1,0 ml        |
| Dingo (2)                   |                 | -        | 0,8 ml       | Kropfgazelle (5)       | 0,3 ml          | -        | 0,6 ml        |
| Eisbär                      | 0,3 ml          | -        | 3,0 ml       | Laristan Wildschaf     | 0,4 ml          | -        | 0,9 ml        |
| Fuchs                       | 0,8 ml          | -        | 1,0 ml       | Markhor                | 0,5 ml          | -        | 1,0 ml        |
| Gepard                      | 0,3 ml          | -        | 0,6 ml       | Mendesantilope         | 0,5 ml          | -        | 2,0 ml        |
| Hund                        | 0,3 ml          | -        | 1,0 ml       | Mhorr gazelle          | 0,4 ml          | -        | 1,0 ml        |
| Hyäne                       | 0,5 ml          | -        | 1,5 ml       | Moschusochse           | 0,4 ml          | -        | 1,0 ml        |
| Hyänenhund                  | 0,05 ml         | -        | 0,5 ml       | Mufflon                | 0,5 ml          | -        | 1,5 ml        |
| Irbis, Jaguar               | 0,5 ml          | -        | 1,5 ml       | Nilgau-Antilope (4)    | 0,8 ml          | -        | 2,0 ml        |
| Kragenbär                   | 0,2 ml          | -        | 1,0 ml       | Nyala                  | 0,3 ml          | -        | 1,0 ml        |
| Leopard, Puma               | 0,5 ml          | -        | 1,5 ml       | Oryxantilope, südafr.  | 0,5 ml          | -        | 2,0 ml        |
| Löwe, Tiger                 | 0,5 ml          | -        | 3,0 ml       | Oryxantilope, weiß     | 0,5 ml          | -        | 1,8 ml        |
| Luchs                       | 0,5 ml          | -        | 0,8 ml       | Rappenantilope         | 0,5 ml          | -        | 2,0 ml        |
| Mähnenwolf                  | 0,25 ml         | -        | 0,7 ml       | Säbelantilope          | 0,5 ml          | -        | 2,0 ml        |
| Marder                      | 0,05 ml         | -        | 0,1 ml       | Springbock             | 0,1 ml          | -        | 0,5 ml        |
| Nasenbär                    | 0,1 ml          | -        | 0,2 ml       | Schaf (Haus-)          | 0,05 ml         | -        | 0,25 ml       |
| Otter                       | 0,15 ml         | -        | 0,3 ml       | Steinbock, Alpen-      | 1,0 ml          | -        | 2,0 ml        |
| Ozelot                      | 0,05 ml         | -        | 0,2 ml       | Steinbock, Nubischer   | 0,5 ml          | -        | 1,4 ml        |
| Serval                      | 0,25 ml         | -        | 0,4 ml       | Steinbock, Sibirischer | 1,0 ml          | -        | 2,0 ml        |
| Vielfraß                    | 0,2 ml          | -        | 0,6 ml       | Thar                   | 0,2 ml          | -        | 0,8 ml        |
| Waschbär                    | 0,05 ml         | -        | 0,2 ml       | Tur                    | 0,5 ml          | -        | 0,9 ml        |
| Weddell-Robbe (3)           |                 | -        | 2,0 ml       | Ziege (Haus-)          | 0,05 ml         | -        | 0,25 ml       |
| Wildkatze, Katze            | 0,01 ml         | -        | 0,06 ml      | <b>Primaten</b>        |                 |          | 0,02 ml/kg KM |
| Wolf                        | 1,0 ml          | -        | 1,5 ml       | <b>Vögel:</b>          |                 |          | ml/kg KM      |
| <b>Rüsseltiere:</b>         |                 |          |              | Eulen                  | 0,03            | -        | 0,06          |
| Elefant, Afrikanischer      | 0,8 ml          | -        | 1,5 ml       | Flamingos              | 0,05            | -        | 0,07          |
| Elefant, Indischer          | 0,8 ml          | -        | 2,0 ml       | Gänsevögel             | 0,03            | -        | 0,08          |
| <b>Paarhufer:</b>           |                 |          |              | Greifvögel             | 0,03            | -        | 0,04          |
| Alpaka, Vikunja             | 0,2 ml          | -        | 0,5 ml       | Hühnervögel            | 0,02            | -        | 0,1           |
| Auerochse, Hausrind         | 0,4 ml          | -        | 1,5 ml       | Kranichvögel           | 0,03            | -        | 0,05          |
| Axishirsch                  | 0,5 ml          | -        | 1,3 ml       | Kuckucksvögel          | 0,06            | -        | 0,1           |
| Barasinghahirsch            | 1,0 ml          | -        | 2,0 ml       | Papageien              | 0,06            | -        | 0,1           |
| Berberhirsch                | 0,4 ml          | -        | 1,2 ml       | Pinguine               | 0,06            | -        | 0,08          |
| Damhirsch                   | 1,0 ml          | -        | 2,0 ml       | Rackenvögel            | 0,03            | -        | 0,07          |
| Dybowskihirsch              | 1,5 ml          | -        | 2,5 ml       | Spechtvögel            | 0,06            | -        | 0,1           |
| Elch                        | 1,0 ml          | -        | 2,0 ml       | Sperlingsvögel         | 0,03            | -        | 0,05          |
| Guanako, Lama               | 1,0 ml          | -        | 1,5 ml       | Stelzvögel             | 0,05            | -        | 0,1           |
| Japansika                   | 0,5 ml          | -        | 1,0 ml       | Taubenvögel            | 0,03            | -        | 0,05          |
| Kamel, Dromedar             | 1,0 ml          | -        | 2,5 ml       | Wat- und Möwenvögel    | 0,03            | -        | 0,04          |
| Maral                       | 1,0 ml          | -        | 2,0 ml       | <b>Reptilien:</b>      |                 |          | ml/kg KM      |
| Maultierhirsch              | 0,5 ml          | -        | 1,5 ml       | Echsen                 | 0,15            | -        | 0,2           |
| Milu                        | 1,0 ml          | -        | 2,3 ml       | Schildkröten           | 0,08            | -        | 0,2           |
| Muntjak                     | 0,25 ml         | -        | 0,4 ml       | Schlangen              | 0,15            | -        | 0,2           |
| Pampashirsch                | 0,3 ml          | -        | 0,6 ml       |                        |                 |          |               |

## »Hellabrunner Mischung« (HM)

Im Sinne der genannten Anforderungen wird die HM den Auflagen in hohem Maße gerecht, und es gibt derzeit keine Kombination, die bei einem äußerst geringen Mortalitätsrisiko ( $n = 3420$  Tiere aus über 200 Arten, Mortalität = 12 Todesfälle oder 0,35%) bei soviel unterschiedlichen Tierarten eingesetzt und antagonisiert werden kann (s. Tab. 2, 3). Dies trifft auch für lebensmittelliefernde Tiere zu, da Ketamin seit dem 10.12.97 gemäß Art. 7 of Council Regulation (EEC) Nr. 2377/90 in den Annex II aufgenommen wurde. Somit sind derzeit von den gebräuchlichen Anästhetika zur Distanzimmobilisation nur Xylazin und Ketamin bzw. deren Kombinationen für lebensmittelliefernde Tiere zugelassen. Wildbiologische Feldstudien haben gezeigt, daß die HM sowohl bei tropischen als auch bei Temperaturen um den Gefrierpunkt über 18 Monate stabil bleibt, ohne an Wirksamkeit zu verlieren. Vor allem aber wird sie unter Einfluß von Luft-sauerstoff (Durchstechflasche!) im Gegensatz zu Sernylan oder Tiletamin mit der Zeit nicht toxisch (20).

## Langzeitneuroleptika (LAN)

LAN wurden bisher vor allem in Großfarmen Südafrikas bei Ungulaten mit gutem Erfolg eingesetzt (2). Unbekannt war bisher, inwieweit die Langzeitwirkung dieser Präparate das physiologische Verhalten der Tiere im negativen Sinne beeinflussen könnte. Im Rahmen einer Dissertation wurde daher der Einfluß von Perphenazin-Enantat auf das Flucht-, Meide-, Ruhe-, Nahrungsaufnahme- und Sozialverhalten unter Praxisbedingungen bei Zootieren untersucht (21). Dazu wurden die Tiere acht Tage vor, acht Tage nach Verabreichung und acht Tage nach Ende der Wirkung 11mal täglich für je 15 Minuten beobachtet. Die so ermittelten Verhaltensparameter sowie die Tagesrhythmik von Aktivitäts- und Ruhephasen wurden nicht signifikant negativ beeinflusst. Arttypische Angstreaktionen, die bei Transport, Umsetzen und Eingewöhnung in neue Gehege zu Panikreaktionen mit erheblichen, streßbedingten Schäden und nicht selten zum Tod von Tieren führen, konnten dagegen völlig unterdrückt werden. Aus diesem Grund ist der Einsatz von LAN aus ethologischen und tierschützerischen Gründen bei dieser Indikationsstellung ein großer Fortschritt. Als Dosierung für Perphenazin-Enantat wird bei europäischen Ungulaten in Anlehnung an die Dosierungen von südafrikanischen Huftieren eine Dosis zwischen 0,6 und 0,8 mg/kg KM (13) empfohlen, während bei weiteren Versuchen bei Feliden eine optimale Dosierung 0,5-0,6 mg/kg KM ermittelt werden konnte (21). Bei den zahlreichen Transporten mit den sehr nervösen Mhorrhgazellen, die derzeit zur Wiedereinbürgerung der Tiere durchgeführt werden, hat sich der Einsatz von Perphenazin so gut bewährt, daß Transporte ohne eine derartige Prämedikation nicht mehr vorgenommen werden sollten (22).

## Resorptionsbeschleuniger

In Notfallsituationen und vor allem bei der Immobilisation von Tieren in freier Wildbahn ist eine schnelle Resorption im Sinne eines raschen »knock down«-Effektes von großer Bedeutung. Das früher eingesetzte Hyaluronidase-Präparat Kinetin® (Fa. Schering), mit dem die Resorptions-

zeit um ca. ein Drittel verkürzt werden konnte, wurde aus forensischen Gründen (BSE) aus dem Verkehr gezogen (6). Das versuchsweise eingesetzte Urapidil zeigte nicht die erhoffte Wirkung (11). Andere, derzeit noch offizinelle Hyaluronidase-Präparate wirken unterschiedlich und bedürfen noch einer genaueren klinischen Prüfung. Das Präparat Wobe-Mugos® (Mucos Pharma), eine Mischung aus pflanzlichen und tierischen, proteolytisch wirkenden Enzymen, konnte die Induktionszeit zwar verkürzen, war aber im Vergleich zu Kinetin® weniger wirksam (17). Der Einsatz von DMSO (14) kann aus tierschützerischen Gründen nicht empfohlen werden, da diese Substanz auch noch in ca. 20facher Verdünnung Muskelnekrosen hervorruft. Weitere Untersuchungen zur Optimierung der Resorptionsbeschleunigung sind noch nicht abgeschlossen.

## Ballistik

Mit dem Blasrohr der Firma Telinject steht heute für Narkose und Therapie ein hervorragendes Teleinjektionssystem zur Verfügung, das sich durch folgende Eigenschaften auszeichnet:

- lautlos
- schmerzlose, atraumatische Injektion
- widerhakenfreie Injektionskanüle, automatisches Abfallen des Projektils
- universelle Einsetzbarkeit (s. Abb. 1)
- optimaler Tierschutz (s. Abb. 2)

Je nach Übungs- und Trainingszustand des Schützen liegt die Reichweite bei 8-10 m. Durch den Einsatz neuer Plastikstabilisatoren konnte die Abschußgeschwindigkeit im Vergleich zum Wollstabilisator noch gesteigert werden, wodurch Schüsse aus einer Distanz von bis zu 20 m erfolgreich appliziert werden können (23).

Mit zunehmender Entfernung ist man freilich auf den Einsatz von Narkosegewehren angewiesen. Beim Test diverser Modelle zeigte sich eine erhebliche Diskrepanz zwischen den Herstellerangaben und den tatsächlichen ballistischen Eigenschaften der Projektile. Da von den Herstellern bisher keine exakten Untersuchungen und seitens der Anwender lediglich eine große Zahl widersprüchlicher Erfahrungsberichte vorlagen, lag es nahe, diese wichtige Komponente der Distanzimmobilisation genauer zu untersuchen. Im Rahmen einer Dissertation wurden die Ballistik und die Einsatzmöglichkeit für Blasrohre, Narkosepistolen und -gewehre für verschiedenartig stabilisierte Projektile mit Hilfe von Geschwindigkeitsmessungen, Trefferbildern und Berechnung ermittelt. Auf diese Weise ließen sich Flugbahn, Auftreffgeschwindigkeit und Auftreffenergie der Projektile exakt bestimmen. Durch Schüsse auf frisch getötete Tiere konnte dann festgestellt werden, welche tatsächlichen Verletzungen an Haut und Muskulatur durch den Aufprall der verschiedenen Projektile entstehen und welche Faktoren dafür ausschlaggebend sind (9, 10).

Dabei zeigte es sich, daß zur Vermeidung von Verletzungen der Haut nicht die Energiedichte der entscheidende Parameter ist, sondern eine plane, möglichst große Auftrefffläche die wichtigste Voraussetzung darstellt. Projektile mit konisch zulaufenden Auftreffflächen sollte man daher nicht mehr einsetzen (9). Mit den so ermittelten Werten konnte nachgewiesen werden, daß die Angaben der Hersteller zur Erzielung eines möglichst gestreckten Schusses hinsichtlich der Auftreffwucht oft viel zu hoch

Tab. 4 Kaltgasgewehr: Telinject G.U.T. 50 mit 3-ml-Pfeil, 12 g mit Aluminium- oder Gummikappe.  $v_0$  = Mündungsgeschwindigkeit in [m/s];  $E_0$  = Mündungsenergie in Joule [J]. Die Koordinaten aus Distanz (m) und Druck (bar) ergeben die zulässige Auftreffenergie [J]: z.B. Schuß mit 6 bar auf 20 m = 17 J: zulässig (<20 J); Schuß mit 8 bar auf 20 m = 22,3 J: unzulässig (>20 J)

| bar  | $v_0$ [m/s]  | $v_{10}$ [m/s] | $v_{20}$ [m/s] | $v_{30}$ [m/s] | $v_{40}$ [m/s] | $v_{50}$ [m/s] | $v_{60}$ [m/s] | $v_{70}$ [m/s] | $v_{80}$ [m/s] | $v_{90}$ [m/s] | $v_{100}$ [m/s] |
|------|--------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|
|      | Distanz: 0 m | 10 m           | 20 m           | 30 m           | 40 m           | 50 m           | 60 m           | 70 m           | 80 m           | 90 m           | 100 m           |
| 2,0  | 32,1         | 28,6           | 27,0           | 24,5           | 22,4           | 20,5           | 18,8           | 17,2           | 15,7           | 14,3           | 13,1            |
| 3,0  | 44,8         | 38,7           | 36,1           | 34,2           | 31,3           | 28,6           | 26,2           | 23,9           | 21,9           | 20,0           | 18,3            |
| 4,0  | 52,0         | 46,9           | 40,9           | 39,8           | 36,3           | 33,2           | 30,4           | 27,8           | 25,4           | 23,2           | 21,2            |
| 6,0  | 65,6         | 61,5           | 63,2           | 50,1           | 45,9           | 41,9           | 38,3           | 35,1           | 32,1           | 29,3           | 26,8            |
| 8,0  | 76,5         | 69,0           | 61,0           | 58,5           | 53,5           | 48,9           | 44,7           | 40,9           | 37,4           | 34,2           | 31,3            |
| 10,0 | 82,8         | 76,0           | 69,0           | 63,3           | 57,9           | 52,9           | 48,4           | 44,2           | 40,5           | 37,0           | 33,8            |
| 12,0 | 94,2         | 86,6           | 75,4           | 72,0           | 65,8           | 60,2           | 55,1           | 50,3           | 46,0           | 42,1           | 38,5            |
| 14,0 | 99,4         | 91,0           | 82,4           | 76,0           | 69,5           | 63,5           | 58,1           | 53,1           | 48,6           | 44,4           | 40,6            |
| 16,0 | 104,0        | 96,5           | 87,8           | 79,5           | 72,7           | 66,5           | 60,8           | 55,6           | 50,8           | 46,5           | 42,5            |
| 18,0 | 111,5        | 106,0          | 93,4           | 85,2           | 77,9           | 71,3           | 65,2           | 59,6           | 54,5           | 49,8           | 45,5            |
| 20,0 | 114,2        | 107,8          | 97,4           | 87,3           | 79,8           | 73,0           | 66,7           | 61,0           | 55,8           | 51,0           | 46,7            |
| 22,0 | 122,6        | 114,8          | 107,4          | 93,7           | 85,7           | 78,4           | 71,6           | 65,5           | 59,9           | 54,8           | 50,1            |
| 24,0 | 130,5        | 122,5          | 112,8          | 99,8           | 91,2           | 83,4           | 76,3           | 69,7           | 63,8           | 58,3           | 53,3            |

| bar  | $E_0$ [J]    | $E_{10}$ [J] | $E_{20}$ [J] | $E_{30}$ [J] | $E_{40}$ [J] | $E_{50}$ [J] | $E_{60}$ [J] | $E_{70}$ [J] | $E_{80}$ [J] | $E_{90}$ [J] | $E_{100}$ [J] |
|------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
|      | Distanz: 0 m | 10 m         | 20 m         | 30 m         | 40 m         | 50 m         | 60 m         | 70 m         | 80 m         | 90 m         | 100 m         |
| 2,0  | 6,2          | 4,9          | 4,4          | 3,6          | 3,0          | 2,5          | 2,1          | 1,8          | 1,5          | 1,2          | 1,0           |
| 3,0  | 12,0         | 9,0          | 7,8          | 7,0          | 5,9          | 4,9          | 4,1          | 3,4          | 2,9          | 2,4          | 2,0           |
| 4,0  | 16,2         | 13,2         | 10,0         | 9,5          | 7,9          | 6,6          | 5,5          | 4,6          | 3,9          | 3,2          | 2,7           |
| 6,0  | 25,8         | 22,7         | 17,0         | 15,1         | 12,6         | 10,5         | 8,8          | 7,4          | 6,2          | 5,2          | 4,3           |
| 8,0  | 35,1         | 28,6         | 22,3         | 20,5         | 17,2         | 14,3         | 12,0         | 10,0         | 8,4          | 7,0          | 5,9           |
| 10,0 | 41,1         | 34,7         | 28,6         | 24,0         | 20,1         | 16,8         | 14,0         | 11,7         | 9,8          | 8,2          | 6,9           |
| 12,0 | 53,2         | 45,0         | 34,1         | 31,1         | 26,0         | 21,7         | 18,2         | 15,2         | 12,7         | 10,6         | 8,9           |
| 14,0 | 59,3         | 49,7         | 40,7         | 34,6         | 29,0         | 24,2         | 20,2         | 16,9         | 14,2         | 11,8         | 9,9           |
| 16,0 | 64,9         | 55,9         | 46,3         | 37,9         | 31,7         | 26,5         | 22,2         | 18,5         | 15,5         | 13,0         | 10,8          |
| 18,0 | 74,6         | 67,4         | 52,3         | 43,6         | 36,4         | 30,5         | 25,5         | 21,3         | 17,8         | 14,9         | 12,4          |
| 20,0 | 78,2         | 69,7         | 56,9         | 45,7         | 38,2         | 32,0         | 26,7         | 22,3         | 18,7         | 15,6         | 13,1          |
| 22,0 | 90,2         | 79,1         | 69,2         | 52,7         | 44,1         | 36,8         | 30,8         | 25,8         | 21,5         | 18,0         | 15,0          |
| 24,0 | 102,2        | 90,0         | 76,3         | 59,7         | 49,9         | 41,7         | 34,9         | 29,2         | 24,4         | 20,4         | 17,1          |

liegen (s. Tab. 4). Dies sei an einem Beispiel verdeutlicht. So besitzt ein Aluminiumprojektil, das mit der stärksten Treibladung eines Heißgasgewehres abgefeuert wird, nach 100 m Distanz noch eine Energie, die einer 22-l.f.B.-Büchsenpatrone in ihrer tödlichen Wirkung vergleichbar ist. Kein Wunder also, daß beim Einsatz derartiger Gewehre sehr häufig zum Teil schwere Verletzungen durch

die »fliegenden Spritzen« auftreten und die Zahl der dadurch bedingten Todesfälle mit ca. 20% angegeben wird (8, 12, 15).

Beim Einfang von Weißohr-Kobantilopen im Comoé-Nationalpark/Elfenbeinküste (3) traten zwei weitere Probleme auf. Zum einen war der Abschußknall auch beim Kaltgasprojektor der Firma Telinject GUT 50 so laut, daß



Abb. 1 Giftige Mangrovennachtbaumnatter. Schuß mit Blasrohr auf 1 m (Foto Hector)



Abb. 2 Nubischer Steinbock. Tinteninjektion (siehe Pfeil) mit Blasrohr auf 8 m. Blasrohrpfeil mit Fell zurückgeklappt. Kein Trauma! (Foto Wiesner)

die schreckhaften Tiere längst das Weite gesucht hatten, bevor der Pfeil auftraf. Dies ist verständlich, wenn man bedenkt, daß ein ca. 12 g schwerer Pfeil mit einer Mündungsgeschwindigkeit von 67 m/sec auf 35 m Distanz 0,6 sec benötigt, während der Schall das Tier bereits nach annähernd 0,1 sec erreicht hat. Dies führt freilich nicht allein zur Frustration des Schützen, sondern hat eine wichtige tierschutzrelevante Bedeutung. Die Flucht- und Ausweichbewegungen des Tieres führen selbst dann sehr leicht zu Fehltreffern, wenn eine tierschutzgerechte Auftreffenergie des Pfeiles gewählt wurde (Abb. 3). Aus diesem Grunde sollte auf eine Entfernung von über 20 m nur auf die gut bemuskelte proximale Hintergliedmaße geschossen werden, da dann das Tier ohne Schaden zu nehmen ausweichen kann (4).

Zur Dämpfung des Abschußknalles von Narkosegewehren wurde versuchsweise ein Schalldämpfer der ERMA-Werke, Dachau, eingesetzt. Dabei stellte sich heraus, daß Schalldämpfer herkömmlicher Bauart nicht in der Lage sind, den Abschußknall weder von Heiß- noch von Kaltgasgewehren ausreichend zu minimieren. Weitere Untersuchungen werden durchgeführt.

Als nächstes Problem erwies sich der Schnittbildentfernungsmesser, der unter der tropischen Sonne keine ver-

wertbaren Meßergebnisse lieferte und bekanntermaßen auch unter heimischen Bedingungen häufig versagt. So bewirkt eine Fehleinschätzung von  $\pm 5$  m auf eine Entfernung von 80 m bereits eine Höhenabweichung von  $\pm 10$  cm mit einer entsprechend folgeschweren Traumatisierung bei Knochen-, Gelenk-, Nerven- oder Flankentreffern (5). Abhilfe schaffte hier die Firma Swarovski, die das Swarovski-Zielfernrohr LRS mit integriertem Laser-Entfernungsmesser zur Verfügung stellte. Dank der hervorragenden Präzision dieses Gerätes lassen sich Entfernungen von 20-100 m mit einer Meßgenauigkeit von  $\pm 0,5$  m erfassen. In der Handhabung umständlicher, dafür preisgünstiger sind lasergesteuerte Handmeßgeräte. Zur Minimierung der Auftreffwucht der Projektile ist aber zweifellos der Einsatz von exakten Entfernungsmessern aus Gründen des Tierschutzes unabdingbare Voraussetzung (Abb. 4).

Aufgrund dieser ballistischen Untersuchungen konnte an frischgetöteten Tieren verschiedener Arten erstmals ein tierschutzrelevanter Maximalwert für die Auftreffenergie mit 19 Joule ermittelt werden (9). Die dabei gewonnenen Erkenntnisse legten es nahe, sich mit der eigentlichen Wundballistik im Rahmen einer weiterführenden Arbeit näher zu befassen, um exakte Energiedichtewerte für

Tab. 5 Heißgasgewehr: Pneu-dart Mod. 193 mit 3-ml-Pfeil, bei unterschiedlicher Ladung L: (B = brown; G = green; Y = yellow) und Ventilposition 1-5; z. B. B-4 = Braun, Ventilposition 4; vo = Mündungsgeschwindigkeit in [m/s]; Eo = Mündungsenergie in Joule [J]. Die Koordinaten aus Distanz (m) und Ladung (L) ergeben die zulässige Auftreffenergie [J]; z. B. Schuß mit G-3 auf 20 m = 18,8 J; zulässig (<20 J); Schuß mit G-4 auf 20 m = 44,8 J; unzulässig (>20 J)

| Ladung | vo [m/s]                                | v10 [m/s] | v20 [m/s] | v30 [m/s] | v40 [m/s] | v50 [m/s] | v60 [m/s] | v70 [m/s] | v80 [m/s] | v90 [m/s] | v100 [m/s] |
|--------|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|
|        | Distanz: 0 m                            | 10 m      | 20 m      | 30 m      | 40 m      | 50 m      | 60 m      | 70 m      | 80 m      | 90 m      | 100 m      |
| B-1    | Pfeil wird nicht aus dem Lauf befördert |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |
| B-2    | 21,2                                    | 19,8      | 18,4      | 17,1      | 16,0      | 14,9      | 13,9      | 12,9      | 12,0      | 11,2      | 10,5       |
| B-3    | 34,5                                    | 32,1      | 30,0      | 27,9      | 26,0      | 24,2      | 22,6      | 21,0      | 19,6      | 18,3      | 17,0       |
| B-4    | 65,7                                    | 61,4      | 58,6      | 53,1      | 49,5      | 46,1      | 43,0      | 40,1      | 37,3      | 34,8      | 32,4       |
| B-5    | 92,7                                    | 82,5      | 79,5      | 75,0      | 69,9      | 65,1      | 60,7      | 56,5      | 52,7      | 49,1      | 45,7       |
| G-1    | 40,7                                    | 39,2      | 35,3      | 32,9      | 30,7      | 28,6      | 26,6      | 24,8      | 23,1      | 21,5      | 20,1       |
| G-2    | 52,5                                    | 48,9      | 45,6      | 42,5      | 39,6      | 36,9      | 34,4      | 32,0      | 29,8      | 27,8      | 25,9       |
| G-3    | 66,8                                    | 61,0      | 59,3      | 54,0      | 50,3      | 46,9      | 43,7      | 40,7      | 38,0      | 35,4      | 32,9       |
| G-4    | 102,4                                   | 92,2      | 91,5      | 82,8      | 77,2      | 71,9      | 67,0      | 62,4      | 58,2      | 54,2      | 50,5       |
| G-5    | 131,0                                   | 121,5     | 111,3     | 106,0     | 98,7      | 92,0      | 85,7      | 79,9      | 74,4      | 69,3      | 64,6       |
| Y-1    | 58,8                                    | 56,2      | 51,2      | 47,6      | 44,3      | 41,3      | 38,5      | 35,9      | 33,4      | 31,1      | 29,0       |
| Y-2    | 66,8                                    | 64,5      | 56,0      | 54,0      | 50,3      | 46,9      | 43,7      | 40,7      | 38,0      | 35,4      | 32,9       |
| Y-3    | 84,6                                    | 83,5      | 72,2      | 68,4      | 63,8      | 59,4      | 55,4      | 51,6      | 48,1      | 44,8      | 41,7       |
| Y-4    | 122,8                                   | 118,3     | 104,2     | 99,3      | 92,6      | 86,2      | 80,4      | 74,9      | 69,8      | 65,0      | 60,6       |
| Y-5    | 152,5                                   | 144,2     | 131,6     | 123,4     | 114,9     | 107,1     | 99,8      | 93,0      | 86,6      | 80,7      | 75,2       |

| Ladung | Eo [J]       | E10 [J] | E20 [J] | E30 [J] | E40 [J] | E50 [J] | E60 [J] | E70 [J] | E80 [J] | E90 [J] | E100 [J] |
|--------|--------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|
|        | Distanz: 0 m | 10 m    | 20 m    | 30 m    | 40 m    | 50 m    | 60 m    | 70 m    | 80 m    | 90 m    | 100 m    |
| B-2    | 2,4          | 2,1     | 1,8     | 1,6     | 1,4     | 1,2     | 1,0     | 0,9     | 0,8     | 0,7     | 0,6      |
| B-3    | 6,4          | 5,5     | 4,8     | 4,2     | 3,6     | 3,1     | 2,7     | 2,4     | 2,1     | 1,8     | 1,5      |
| B-4    | 23,1         | 20,2    | 28,4    | 15,1    | 13,1    | 11,4    | 9,9     | 8,6     | 7,5     | 6,5     | 5,6      |
| B-5    | 46,0         | 36,4    | 33,8    | 30,1    | 26,1    | 22,7    | 19,7    | 17,1    | 14,8    | 12,9    | 11,2     |
| G-1    | 8,9          | 8,2     | 6,7     | 5,8     | 5,0     | 4,4     | 3,8     | 3,3     | 2,9     | 2,5     | 2,2      |
| G-2    | 14,7         | 12,8    | 11,1    | 9,6     | 8,4     | 7,3     | 6,3     | 5,5     | 4,8     | 4,1     | 3,6      |
| G-3    | 23,9         | 19,9    | 18,8    | 15,6    | 13,6    | 11,8    | 10,2    | 8,9     | 7,7     | 6,7     | 5,8      |
| G-4    | 56,1         | 45,5    | 44,8    | 36,7    | 31,9    | 27,7    | 24,0    | 20,9    | 18,1    | 15,7    | 13,6     |
| G-5    | 91,8         | 79,0    | 66,3    | 60,1    | 52,2    | 45,3    | 39,3    | 34,1    | 29,6    | 25,7    | 22,3     |
| Y-1    | 18,5         | 16,9    | 14,0    | 12,1    | 10,5    | 9,1     | 7,9     | 6,9     | 6,0     | 5,2     | 4,5      |
| Y-2    | 23,9         | 22,3    | 16,8    | 15,6    | 13,6    | 11,8    | 10,2    | 8,9     | 7,7     | 6,7     | 5,8      |
| Y-3    | 38,3         | 37,3    | 27,9    | 25,1    | 21,8    | 18,9    | 16,4    | 14,2    | 12,4    | 10,7    | 9,3      |
| Y-4    | 80,7         | 74,9    | 58,1    | 52,8    | 45,8    | 39,8    | 34,5    | 30,0    | 26,0    | 22,6    | 19,6     |
| Y-5    | 124,4        | 111,2   | 92,7    | 81,4    | 70,7    | 61,4    | 53,3    | 46,3    | 40,2    | 34,9    | 30,3     |

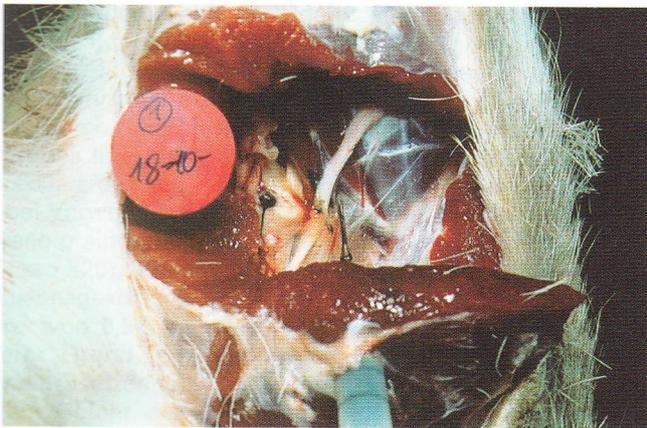


Abb. 3 Damhirsch. Telinjectpfeil 3 ml, 10 Joule, Perforation des N. tibialis (siehe Pfeil) (Foto Friedrich)

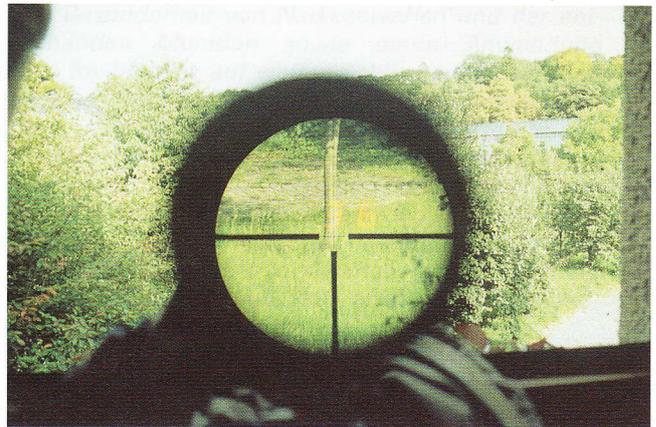


Abb. 4 Baumstamm auf 36 m im Swarovski-Zielfernrohr LRS (Foto Wiesner)

eine tierschonende Applikation ermitteln zu können (5). Die so erhaltenen Ergebnisse stammen aus über 800 Schüssen mit 12 verschiedenen Pfeiltypen auf frisch getötete Tierkörper von neun Arten unterschiedlicher Größe, Fell- und Hautbeschaffenheit (s. Tab. 3). Die Untersuchungsergebnisse belegen, daß bei Tieren mit dünner Haut, feiner Behaarung und wenig Unterhautfettgewebe die Auftreffwucht 10 Joule und bei Tieren mit dickerer Haut, starkem Unterhautfettgewebe und starker Behaarung höchstens 20 Joule betragen darf (s. Tab. 4, 5). Dabei gilt der höhere Wert selbst bei letzteren Arten nur für gut bemuskelte Zonen, da Treffer auf den Thorax oder das Abdomen sonst ebenfalls zu schweren Verletzungen führen können (Abb. 5, 6). Die tierartlich unterschiedlichen anatomischen Verhältnisse sind also vor dem Beschuß unbedingt zu berücksichtigen.

Um den unterschiedlichen Situationen bei der Distanzimmobilisation vieler Tierarten gerecht zu werden, wurde als effektiver und einfacher Schutzmechanismus eine Gummikappe eingesetzt, die auch bei zu hoher Auftreffenergie oder ungünstiger Trefferlage das Verletzungsrisiko minimiert. Derartige Gummibremsen sind z.B. beim Pfeiltyp »Speedy« der Fa. Distinfect bereits integriert. Als Gummikappe wurde bei den Versuchen der Gummikolben einer 2-ml-Spritze mit einem Hartgummi-Dichtungsring (Ø 10,6 mm) verklebt. Dadurch konnten bei dünnhäutigen Kamernuschafen und Damwild Gewebs-traumata durch Pfeilpenetration um ca. 50% reduziert werden (4).

Metallische aufspreizbare Aufschlagbremsen führen dagegen bei mechanischem Versagen zu hochgradigen Verletzungen, da einzelne Bremsstifte querschlägerartig tief in das Gewebe penetrieren und zudem Haare und Schmutzpartikel mit hineinreißen können (5).

Eine Applikation von Injektionspfeilen ohne eine Gummikappe als Aufschlagbremse kann daher nicht mehr empfohlen werden (4).

Die Untersuchungen ergaben zudem, daß Injektionspfeile mit pyrotechnischen Aufschlagzündern (Cap Chur, Distinfect-Aluminiumpfeile) erst ab einer Auftreffenergie von 21 Joule zünden und schon aufgrund dieser Tatsache nicht mehr verwendet werden dürfen. Der Aufschlagzünder von Pneu-dart-Pfeilen mit 3 ml Füllungsvolumen zündet bei einer Auftreffenergie von 9 Joule, während



Abb. 5 Damhirsch. Telinjectpfeil 3 ml, 22 Joule. Thorax von innen: Rippenperforation (Foto Friedrich)

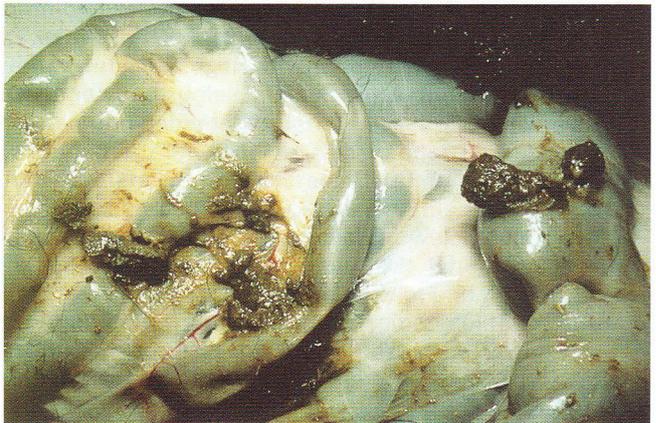


Abb. 6 Damhirsch. Pneu-dart, 30 Joule. Multiple Darm-perforationen (Foto Friedrich)

luftdruckbetriebene Pfeile schon ab Auftreffenergien von 2,5 Joule auslösen (5).

Durch den Beschuß isolierter Muskelstücke konnte ferner unter Einsatz der Röntgenvideoanlage der Chirurgischen Tierklinik der LMU München der Injektionsvorgang in situ

simuliert werden. Dabei fiel eine gleichmäßige und tiefe Verteilung der jodhaltigen Kontrastflüssigkeit in der Muskulatur für Pfeile mit luftdruckbetriebenem Injektionsmechanismus auf. Pyrotechnisch gezündete Pfeile führten durch den Rückpralleffekt dagegen zu einer Verteilung des Injektats im oberflächlichen Muskelgewebe. Dies erklärt die aus der Praxis bekannte Beobachtung, daß bei Verwendung solcher Pfeile höhere Dosierungen notwendig sind, da schlechtere Resorptionsverhältnisse vorliegen (20). Zudem konnten eingepreßte Luft- und Explosionsgasblasen der Zündladung mit einem Durchmesser von 0,5-5 mm festgestellt werden. Dies ist ein weiterer Grund, pyrotechnisch gezündete Pfeile nicht mehr einzusetzen (5).

Auf die Gefahr der explosionsartigen Injektion wurde früher von verschiedenen Autoren hingewiesen, wobei immer eine Injektionszeit von 0,001 sec angegeben wurde (1, 16). Die bei uns durchgeführten Messungen für Pfeile mit einem Füllungsvolumen von 3 ml ergaben dagegen für einen pyrotechnischen Aluminiumpfeil eine Injektionszeit von 0,24 sec und für einen luftbetriebenen Kunststoffpfeil einen Wert von 0,64 sec. Bei dem Injektionsvorgang des letzteren Pfeiltyps ist entsprechend die Hämatomgefahr geringer und eine schneller einsetzende Resorption gegeben.

## Rechtliche Aspekte

### Waffengesetz

Die Distanzimmobilisation wird zusätzlich durch Auflagen des Waffengesetzes kompliziert. Da hier seitens der Erlaubnisbehörden bundesweit immer wieder irriige Auffassungen beim Erteilen von Genehmigungen vertreten werden, seien die wichtigsten Voraussetzungen hier skizziert:

#### 1. Blasrohr

Es unterliegt mit einer Abschußenergie von <7,5 Joule nicht dem Waffengesetz, bedarf damit weder eines Eintrags in die Waffenbesitzkarte, noch einer Schießerlaubnis nach § 45 Abs. 1 WaffG.

#### 2. Narkosegewehr und -pistole

Sie sind mit einer Abschußenergie >7,5 Joule keine Tötungswaffen, sondern tiermedizinische Teleinjektionsgeräte zur Injektion von Medikamenten. Sie dürfen nur nach einem entsprechenden Sachkundenachweis erworben werden und bedürfen des Eintrags in die Waffenbesitzkarte sowie einer Schießerlaubnis. Ein Inhaber eines Jahresjagdscheines hat, wie irrigerweise nicht selten unterstellt wird, nicht die Sachkundeprüfung zum Gebrauch einer solchen Narkosewaffe abgelegt (§ 31 Abs. 1 WaffG; § 29, 1 WaffV und § 32.1.1a der 1. WaffV). Aus aktuellem Anlaß sei dies hier näher erläutert.

Mit dem Erlaß vom 12. Juni 1984 legt das Ministerium des Innern und für Sport des Landes Rheinland-Pfalz die Richtlinien zur Sachkundeprüfung für den Umgang mit Narkosewaffen wie folgt fest:

»wird zum Nachweis der Sachkunde gemäß § 31 Abs. 1 WaffG für den Umgang – schließt auch Erwerb und Führen von Narkosewaffen sowie das Schießen mit solchen Waffen ein – mit Narkosewaffen folgende Regelung erlassen:

1. Die Besonderheit von Narkosewaffen und der entsprechenden Munition sowie deren Anwendung stellen im Hinblick auf waffenrechtliche, arzneimittelrechtliche, veterinärmedizinische, lebensmittelrechtliche und fleischbeschauliche Aspekte differenzierte Anforderungen, die in der Regel nur aufgrund einer besonderen Ausbildung erbracht und durch eine entsprechende Prüfung nachgewiesen werden können.«

Da auch vom Bundesministerium des Innern (BMI) Narkosewaffen nicht zu den Jagdwaffen gezählt werden, wurde vom BMI am 7. Juli 1987 an die Innenminister/Senatoren die Empfehlung herausgegeben:

»ihre zuständigen Erlaubnisbehörden anzuweisen, ab sofort bis zur Änderung der WaffVwV nach einer Neufassung des § 31 (Sachkunde 31 WaffG) zu verfahren.«

In dieser Neufassung heißt es:

»31,2 Als anderweitiger Nachweis der Sachkunde i.S.v. § 31 Abs. 1 WaffG und § 32 Abs. 1 Nr. 2 Buchst. C der 1. WaffV kann die Ausbildung bei ..... über Schußwaffen zu speziellen Verwendungszwecken (z. B. Signalwaffen, Narkosewaffen) anerkannt werden, ....«.

Da die Sachbearbeiter der zuständigen Behörden in Anbetracht der verwirrenden Gesetzeslage oft überfordert sind und nicht selten Sachkundenachweise für Narkosewaffen an Jagdscheininhaber ausstellen, sind die Behördenleiter um so mehr aufgefordert, im Sinne der zitierten Empfehlung des BMI aufklärerisch tätig zu werden und zu handeln. Dies mag zunächst nach Paragrafenreiterei aussehen, hat aber aus der Sicht des Tierschutzes (TierschG § 18 Abs. 1) unbedingt seine Berechtigung. Nur durch einen speziellen Lehrgang mit einer ernsthaften Sachkundeprüfung erlernt der entsprechende Kandidat den tierschutzgerechten Umgang mit Narkosegewehren. Auf diese Weise wird sich die hohe, ballistisch bedingte Mortalität, welche die pharmakologischen Todesfälle im Vergleich zu eigenen Untersuchungen und den Literaturangaben (8) um mehr als 50% übersteigt (20), am ehesten reduzieren lassen.

In diesem Zusammenhang sei noch ausdrücklich auf weitere Mißstände in der praktischen Anwendung der Distanzimmobilisation hingewiesen. Nach § 45 Abs. 1 WaffG wird eine Schießerlaubnis auch für Narkosegewehre nur unter strengen, ortsgebundenen Auflagen erteilt. Dagegen und zugleich gegen das Arzneimittelgesetz (§ 12) verstoßen daher »Wandernarkotiseure«, die von einem Wildgatter zum anderen ziehen oder in Nachbarschaftshilfe Tiere immobilisieren. Häufig werden dabei von diesen Laien auch aus Kostenersparnis noch billige synthetische Curarederivate eingesetzt, welche die Tiere bei vollem Bewußtsein nur motorisch lähmen. Diese Präparate sind in dieser Indikation obsolet und tierschutzwidrig. Auch diesem unzulässigen Treiben sollte seitens der Behörden aus Sicht des Tierschutzes ein Riegel vorgeschoben werden.

### Tierschutzgesetz

Für Nichttierärzte kann das zuständige Veterinäramt nach TierschG § 5 Abs. 1 bei Nachweis eines berechtigten Grundes (Wildgatterbesitzer) und der veterinärmedizinisch dafür erforderlichen Sachkenntnis eine Ausnahmegenehmigung für die Betäubung von Tieren erteilen. Hier erweist die zuständige Behörde dem Tierschutz einen Bärendienst, wenn dieser Sachkundenachweis ohne gute

Ausbildung und ernsthafte Prüfung vergeben wird. Aufgrund des hohen Verletzungsrisikos durch Narkosegewehre sollte aus unserer Sicht der Amtsveterinär nach TierschG § 1 die Genehmigung auch davon abhängig machen, ob der Kandidat auch den Sachkundenachweise für Narkosewaffen (siehe oben) erbracht oder dazu nur den Jagdschein vorgelegt hat. Kontinuierliche Kontrollen im Sinne des Arzneimittel- (§ 5; 12; 12a; 13) und Fleischhygienegesetzes (§ 1) beim Betrieb eines Wildgatters nehmen zugleich Tierhalter sowie den betreuenden Tierarzt in die Pflicht.

### Schlußempfehlungen

Aus den vorgelegten Untersuchungen und den derzeit gültigen Rechtsgrundlagen nach Waffen-, Arzneimittel- und Tierschutzgesetz ergeben sich für eine tierschutzgerechte Verwendung von Narkosegewehren und -pistolen folgende Konsequenzen:

1. Wenn immer möglich, das Blasrohr einsetzen.
2. Pyrotechnische Aufschlagzünder > 10 Joule nicht einsetzen.
3. Nur Pfeile mit geeigneten Gummikappen verwenden.
4. Tierartspezifische Grenzenergiewerte von 10-20 Joule einhalten (s. Tab. 4, 5).
5. Laser-Entfernungsmesser zur Optimierung der Trefferlage einsetzen.
6. Wegen des Abschußknalleffektes bei Entfernungen von über 20 m nur auf die gut bemuskelten Hintergliedmaßen schießen.
7. Keine Monoanästhetika verwenden.
8. Bei Kombinationen von Anästhetika Grundanforderungen beachten.
9. Für Transport, Umsetzen und Eingewöhnung Langzeitneuroleptika einsetzen.
10. Einhaltung des Waffen-, Arzneimittel- und Tierschutzgesetzes.

Vor allem die Punkte 2, 3, 4, 5, 6 und 10 könnten sinnvoll in eine Verordnung zu einer tierschutzgerechten Distanzimmobilisation eingebracht werden.

### Danksagung

Unser Dank gilt folgenden Institutionen und Firmen, ohne deren Hilfe diese Arbeit nicht möglich gewesen wäre: Beschußamt Mellrichstadt; Beschußamt München; Chirurgische Tierklinik der LMU München; Fa. Erma; Polizeidirektion München, SEK; Fa. Swarovski; Fa. Telinject.

### LITERATUR

1. Bush M. Methods of capture, handling and anaesthesia. In: Wild Mammals in Captivity. Kleiman K et al., ed. Chicago and London: Chicago Press 1996.
2. Ebedes H. Long-acting neuroleptics in wildlife. In: The Use of Tranquillizers in Wildlife. Ebedes, ed. Pretoria: Dept of Agricultural Development 1992; 31-7.
3. Fischer F, Hector J, Wiesner H. Immobilizing free ranging Western Kobs (Kobus kob kob) in the Comoé National Park, Ivory Coast (in press).

4. Friedrich K, Wiesner H. Tierschutzgerechte Applikation von Distanzinjektionspfeilen. In: Proc 17 Arbeitstagung der Zootierärzte im deutschsprachigen Raum, Berlin 1997.
5. Friedrich K. Wundballistische Untersuchungen zur Distanzinjektion als Beitrag zum praktischen Tierschutz. Diss, LMU München 1998.
6. Hafner S. Zur Antagonisierung der Xylazin/Ketamin-Anästhesie »Hellabrunner Mischung« mit Tolazolin, Yohimbin und der Kombination 4-Aminopyridin. Klinische und experimentelle Untersuchungen an im Zoo gehaltenen Wildwiederkäuern. Diss, LMU München 1988.
7. Haigh JC, Haigh JM. Accidental injection. Vet Hum Toxicol 1980; 22: 1.
8. Hawkings RE, Autry D C. Comparison of methods used to capture white tailed deer. J Wildl Manag 1967; 31: 460-4.
9. Hector J. Zur Ballistik von Distanzinjektionsgeräten. Diss, LMU München 1996.
10. Hector J, Wiesner H. Recent studies on ballistics of remote injection systems. In: Proc EAZWV, Scientific Meeting, Rostock 1996; 129-33.
11. Koch M. Untersuchungen zur Induktionszeitverkürzung von intramuskulär verabreichten Injektionsanästhetika durch Hyaluronidase oder Urapidil bei Zoo-, Wild- und Labortieren. Diss, LMU München 1993.
12. Kreeger TJ. Handbook of Wildlife Chemical Immobilisation. Intern Wildlife Veterinary Services Inc 1997.
13. Lendl C, Wiesner H. Psychosedativa bei Zootieren. In: Proc 14. Arbeitstagung der Zootierärzte im deutschsprachigen Raum, Bochum 1994; 1-6.
14. McKenzie A. The Capture and Care Manual. Wildlife Decision Support 1993.
15. Nielsen L. Translocation of Wild Animals. Milwaukee: Wisconsin Human Soc 1988.
16. Nielsen L. Chemical Immobilisation in Urban Animal Control Work. Milwaukee: Wisconsin Human Soc 1982.
17. Rose-Rumpff C. Untersuchungen zur Induktionszeitverkürzung der Wirkung von intramuskulär verabreichten Injektionsanästhetika durch die Enzympräparate Wobe-Mugos® E oder Hylase »Dessau«® bei Merino-Landschafen und Zootieren. Diss, LMU München 1996.
18. Siemon A. Zum Einsatz von Pulsoximetrie und elektronischer Atemfrequenzmessung bei Zoo- und Wildtieren unter Anästhesie mit Ketamin/Xylazin oder Etorphin/Acepromazin/Xylazin oder Tiletamin/Zolazepam/Romifidine und teilweiser Antagonisierung dieser Anästhesiemethoden. Diss, LMU München 1991.
19. Soehring K, Fram M. Pharmakologie der Narkose. In: Lehrbuch der Anästhesiologie, Reanimation und Intensivtherapie. Frey R et al., Hrsg. Heidelberg, New York: Springer 1972.
20. Wiesner H. Zum aktuellen Stand der Distanzimmobilisation: DVG-Tagung Fachgruppe Zootierkrankheiten, München 1990; 27-43.
21. Winterer A. Zur Tierschutzrelevanz des Einsatzes eines Langzeitneuroleptikums bei Zootieren – eine Verhaltensstudie. Diss, LMU München 1997.
22. Winterer A, Wiesner H. The Use of Long Acting Neuroleptic in Zoo Animals under the Aspect of Animals Welfare. EAZWV Scientific Meeting Chester 1998 (in press).
23. Wiesner H, Hector J. (in Vorbereitung).

Prof. Dr. Henning Wiesner  
Münchner Tierpark Hellabrunn  
Tierparkstraße 30  
D-81543 München