

Aus dem Department für Kleintiere und Pferde
der Veterinärmedizinischen Universität Wien

Universitätsklinik für Kleintiere

(Leiterin: Univ. Prof. Dr.med.vet. Eva Schnabl-Feichter, DECVS)

**Eine systematische Literaturübersicht über die
Indikationen von Nadelarthroskopiesystemen in der
Human- und Veterinärmedizin.**

Diplomarbeit

Veterinärmedizinische Universität Wien

vorgelegt von

Julia Helm

Wien, im März 2024

Betreuerin

Univ. Prof. Dr.med.vet. Eva Schnabl-Feichter, DECVS

Gutachter

Ao Univ. Prof. Dr. Florian Buchner, DECVSMR

Eigenständigkeitserklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorgelegte Arbeit selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe. Alle übernommenen Textstellen aus fremden Quellen wurden kenntlich gemacht. Ich habe die entscheidenden Arbeiten selbst durchgeführt und alle zuarbeitend Tätigen mit ihrem Beitrag zur Arbeit angeführt. Die vorliegende Arbeit wurde nicht an anderer Stelle eingereicht oder veröffentlicht.

Wien, am 5.3.2024

Julia Helm

Danksagung

Einen besonderen Dank möchte ich meiner Betreuerin Univ. Prof. Dr.med.vet. Eva Schnabl-Feichter, DECVS für Ihre fachliche Unterstützung sowie für Ihre raschen und ausführlichen Rückmeldungen aussprechen.

Ebenso gilt mein Dank meiner Familie, die mich während des Studiums uneingeschränkt motiviert und stets tatkräftig unterstützt haben.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Zielsetzung	1
2	Literaturübersicht.....	3
2.1	Die Arthroskopie	3
2.2	Die Geschichte der Arthroskopie	5
2.3	Das Nadelarthroskop	6
3	Material und Methode	7
3.1	Literaturrecherche	7
3.2	Auswahl der Literatur	8
3.3	Evidenzkriterien	9
4	Ergebnisse	11
4.1	Einteilung der Studien	11
4.2	Studien Humanmedizin	12
4.2.1	Evidenzkriterien der humanmedizinischen Studien.....	15
4.2.2	Studien Humanmedizin: Indikationen am Kniegelenk	19
4.2.3	Studien Humanmedizin: Indikationen am Schultergelenk.....	21
4.2.4	Studien Humanmedizin: Indikationen an Hand- und Fußgelenken	22
4.2.5	Studien Humanmedizin: Indikationen am Sprung- und Ellbogengelenk.....	22
4.2.6	Studien Humanmedizin: Indikationen am Hüftgelenk	23
4.2.7	Studien Humanmedizin: Indikationen am Kiefergelenk.....	24
4.2.8	Studien Humanmedizin: Indikation native Gelenke.....	24
4.3	Studien Veterinärmedizin	25
4.3.1	Evidenzkriterien der veterinärmedizinischen Studien	27
4.3.2	Studien Veterinärmedizin: Indikationen am Kniegelenk.....	32
4.3.3	Studien Veterinärmedizin: Indikationen am Schultergelenk	33
4.3.4	Studien Veterinärmedizin: Indikationen am Ellbogengelenk.....	34
4.3.5	Studien Veterinärmedizin: Indikationen am Karpal-, Tarsal- und Fesselgelenk.....	36
4.3.6	Studien Veterinärmedizin: Indikationen an der Wirbelsäule.....	38
4.3.7	Studien Veterinärmedizin: Indikationen am Kiefergelenk	38
5	Diskussion.....	39
6	Zusammenfassung.....	43
7	Abstract	44
8	Literaturverzeichnis	45
9	Abbildungsverzeichnis.....	49
10	Tabellenverzeichnis	50

1 Einleitung

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit dem Thema Nadelarthroskopie in der Human- und Veterinärmedizin und welche diagnostischen sowie therapeutischen Indikationen hierfür in der Literatur bereits beschrieben wurden. In der Humanmedizin ist die klassische Arthroskopie am Menschen erstmalig 1918 dokumentiert worden und seitdem ein fester Bestandteil der Orthopädie (1). Wegbereiter der Arthroskopie war Kenji Takagi, ein japanischer Arzt an der Universität Tokio. Er modifizierte ein Zystoskop für die Untersuchung eines Knies um. Zunächst verwendete er ein Endoskop mit einem Durchmesser von 7.3 mm. Später verbesserte er den Durchmesser auf 3.5 mm und verwendete zusätzlich Linsen zur vergrößerten Darstellung (2). Die Arthroskopie bei Tieren, speziell bei Kleintieren, entwickelte sich im Vergleich zur Arthroskopie bei Menschen und Großtieren nur langsam. Es überwog der Glaube, dass diese in der Kleintierorthopädie nicht erforderlich und praktikabel sei. 1978 wurde der erste Bericht über arthroskopische Eingriffe in der Kleintierorthopädie veröffentlicht. Damals untersuchte Siemering 180 Hunde am Kniegelenk und kam zu dem Entschluss, dass eine Gelenkspiegelung bei Hunden sinnvoll und nützlich ist (2). Heute, mehr als 40 Jahre später, ist die klassische Arthroskopie nicht nur in der Humanmedizin, sondern auch in der Veterinärmedizin eine gängige Methode zur Diagnose und Behandlung von Gelenkerkrankungen.

In den letzten Jahrzehnten gab es einige Innovationen auf dem Gebiet der minimalinvasiven Chirurgie. Insbesondere am Umfang des Arthroskops wurde viel geforscht und gearbeitet, wodurch die ersten Nadelarthroskope auf den Markt gebracht werden konnten. Die Nadelarthroskopie ist eine Methode, die der klassischen Arthroskopie ähnelt, bei der jedoch deutlich kleinere Instrumente verwendet werden. Diese können sogar unter lokaler Betäubung ambulant perkutan eingeführt werden (3). Der Durchmesser dieser Arthroskope beträgt < 2 mm, wodurch die Möglichkeiten der minimalinvasiven Eingriffe erweitert und neugestaltet wurden (4, 5).

1.1 Zielsetzung

Ziel dieser Diplomarbeit ist es, eine Literaturrecherche nach Prisma Richtlinie mithilfe verschiedener Onlinedatenbanken wie Pubmed, Science direct und Google Scholar durchzuführen. Zusätzlich werden die Kataloge der Universitätsbibliothek der Veterinärmedizinischen Universität Wien sowie jene der Veterinärmedizinischen Universitäten

in Deutschland nach Studienpublikationen, vor allem in Form von Dissertationen und Diplomarbeiten, durchsucht. Anhand von definierten Suchbegriffen sollen diejenigen human- bzw. veterinärmedizinischen klinischen Studien im Zeitraum von September 2010 – September 2023 in englischer und deutscher Sprache ausgewählt werden, welche von dem Einsatz von Nadelarthroskopie Systemen berichten. Danach erfolgt eine genaue Auswahl von potenziellen Studien. In weiterer Folge sollen die final herausgefilterten Studien in Evidenzklassen nach den Kriterien der Cochrane Musculoskeletal Group (6) beurteilt werden.

2 Literaturübersicht

2.1 Die Arthroskopie

Eine Gelenkspiegelung (Arthroskopie) ist eine minimalinvasive Operationstechnik, bei der durch kleine Stichinzisionen spezielle starre, von einer Kamera unterstützte Endoskope in das Gelenkinnere eingeführt werden (7). Über einen zweiten Zugang zum Gelenk wird das Einführen von Instrumenten zur Behandlung ermöglicht (2).

Die Arthroskopie erlaubt einen Blick auf intraartikuläre Strukturen. Am Knie können beispielsweise die Kreuzbänder, die Menisken oder die Gelenkflächen beurteilt werden. Diese Bilder kann der Chirurg über einen Videomonitor in Echtzeit verfolgen. Der minimalinvasive Eingriff kann prinzipiell an jedem Gelenk durchgeführt werden und zudem ist es auch möglich mehrere Gelenke in einer Narkose zu operieren (2, 5).

Das Know-how über arthroskopische Geräte und die passende Auswahl dieser, sind entscheidend für den Erfolg einer Arthroskopie. Von zentraler Bedeutung ist hierbei vor allem die Optik (2). Die Geräte müssen ein hervorragendes Bild liefern, um eine exakte Darstellung, Diagnose und Therapie zu ermöglichen. Die Qualität der Optik wird durch ein angemessenes Flüssigkeitsmanagement unterstützt. Eine adäquate Flüssigkeitszufuhr ist auch notwendig, um die Sicht während des Eingriffs aufrechtzuerhalten. Mit der richtigen Auswahl und der Pflege der Ausrüstung ist es einem Chirurgen möglich, präzise arthroskopische Diagnosen und Therapien mit einem Minimum an iatrogenem Gelenkstrauma durchzuführen (2). Die Arthroskopie wird deshalb auch als "State-of-the-Art"-Therapie für eine Reihe an orthopädischen Erkrankungen bezeichnet (5).

In der Regel werden Arthroskope durch drei Maße beschrieben: Durchmesser des Teleskops, dem Blickwinkel und der Arbeitslänge. Auf dem Markt werden sowohl für die Human als auch für die Veterinärmedizin Arthroskope mit unterschiedlichen Durchmessern und Längen angeboten. In der Veterinärmedizin entscheiden sich Chirurgen bei Hunden im Normalfall für Arthroskope mit einem Durchmesser von 2.3, 2.4 oder 2.7 mm (2, 5). Die gängigsten Winkel sind 30 und 70 Grad, wobei das 30-Grad-Arthroskop am häufigsten verwendet wird. Die Arbeitslänge beschreibt die Gesamtlänge des Schafts. Diese beträgt in der Kleintierchirurgie normalerweise 8.5 oder 13 cm (2).

Im Gegensatz zur Arthrotomie, dem Eingriff am offenen Gelenk, hat die Arthroskopie einige nennenswerte Vorteile. Einerseits sinkt das Infektionsrisiko durch den wesentlich kleineren Zugang zum Gelenk, andererseits entsteht weniger Weichteiltrauma, wodurch eine raschere Heilung möglich ist (2). Einer der Hauptgründe für den Einsatz der Arthroskopie im Vergleich zur offenen Gelenkoperation bei Hunden ist die Verringerung der postoperativen Schmerzen und die Verbesserung der frühen Funktion des Gelenks (5). Bei Hunden ist der häufigste arthroskopische Eingriff die Entfernung von Knochenfragmenten bei Osteochondrosis dissecans (OCD) sowie die Exzision des fragmentierten Processus coronoideus (8).

Obgleich es viele Vorteile der Arthroskopie gibt, sind auch Nachteile dieser Technik zu erwähnen. Der größte Nachteil ist die mit der Arthroskopie verbundenen Lernkurve. Sie erfordert ein hohes Maß an Geschicklichkeit und vor allem eine gute Koordination, denn die meisten Gelenke bieten nicht viel Platz zum Arbeiten. Die Handhabung des Arthroskops und der Instrumente innerhalb des Gelenks ohne Verletzungen der Knorpeloberfläche zu verursachen, erfordert Training. Allerdings ist die Lernkurve steil. Die Fertigkeit kann durch die frühzeitige Teilnahme an Kadaver - Fortbildungskursen verbessert werden (2, 5). Ein weiterer Nachteil sind die hohen Anschaffungskosten sowie die Instandhaltung der Instrumente. Zudem sind die Instrumente und Geräte oft sehr klein und zerbrechlich, daher können sie leicht beschädigt werden (2).

Da wie bei allen chirurgischen Interventionen auch bei der Arthroskopie Komplikationen auftreten können, ist auch diese mit Risiken verbunden. Zu den häufigsten Komplikationen zählt die Gefahr des Austrittes von Flüssigkeit in das umliegende Gewebe (Extravasation). Diese Flüssigkeitsansammlung außerhalb des Gelenks ist zwar unschön, aber eine vergleichsweise kleine Komplikation. Denn die Flüssigkeit wird normalerweise innerhalb von 24 Stunden vollständig absorbiert. Um einen Kollaps der Gelenkscapsel zu verhindern, sollte der Chirurg sein Flüssigkeitsmanagement immer gut im Blick haben (2). Eine schwerwiegendere Komplikation im Zusammenhang mit der Arthroskopie ist das iatrogene Trauma der Oberfläche im Gelenk. Bei vielen arthroskopischen Eingriffen kommt es zu minimalen Abschürfungen an der Gelenksoberfläche, welche auch „Arthroskopiespuren“ genannt werden. Gründe dafür können die Unerfahrenheit des Operateurs, eine ungeeignete Ausrüstung oder sehr enge Gelenke sein (2). Dennoch gibt es zahlreiche Indikationen, die für eine Arthroskopie sprechen.

2.2 Die Geschichte der Arthroskopie

Der Mensch zeigte im Laufe der Jahrhunderte das unstillbare Verlangen in diverse Körperhöhlen schauen zu können. Der Ursprung dieser Neugier lässt sich bis in die frühen Tage von Pompeii zurückverfolgen. Das Hauptproblem stellten damals besonders die geschlossenen Hohlräume dar, da man für sie eine zusätzliche Lichtquelle benötigt (1). Im frühen 19. Jahrhundert wurden die ersten großen endoskopischen Erfindungen gemacht. 1806 wurde ein Instrument entwickelt, mit dem man in die Blase schauen konnte. Dieses Instrument wurde Lichtleiter genannt und von Bozzini der Akademie der Wissenschaften in Rom vorgestellt. 1879 wurde mit der Erfindung der Glühbirne, ebenso ein Zystoskop mit Glühbirne vorgestellt. Zu Beginn des 20. Jahrhunderts war die Tuberkulose beim Menschen eine häufige Ursache für Osteomyelitis und Ankylose im Knie. In diesem Zusammenhang war Kenji Takagi, ein japanischer Arzt an der Universität Tokio, Wegbereiter der Arthroskopie. Er modifizierte 1918 ein Zystoskop für die Untersuchung eines Knies um. Der als Vater der modernen Arthroskopie geltende Wantanabe entwickelte Arthroskope mit Hilfe neuer Technologien aus der japanischen Welt. Infolgedessen wurde von Wantanabe im Jahre 1959 das erste kommerzielle Arthroskop sowie der erste Atlas zur Arthroskopie vorgestellt. Ein Pionier auf dem Gebiet war auch der prominente Orthopäde Johnson, welcher 1972 das erste Nadelarthroskop einführte (1, 9).

In der Veterinärmedizin wurden die ersten Berichte über die Arthroskopie an Großtieren in den frühen 1970er Jahren veröffentlicht. Die Skepsis war anfangs sehr groß. Als mehr Studien den Nutzen dieser minimalinvasiven Methode belegten, wurde die Arthroskopie an großen Tieren schnell üblich. Die Arthroskopie beim Kleintier hat sich im Gegensatz dazu nur langsam entwickelt und erst 1978 hat Siemering mit einem 1.7 mm Arthroskop erfolgreich 180 canine Kniegelenke untersucht. Zeitgleich erforschten damals das britische Team Bennett und Kivumbi den diagnostischen Wert des Arthroskops an caninen Kniegelenken. Auch sie kamen zur Schlussfolgerung, dass die Kniegelenksarthroskopie in der Kleintierorthopädie nützlich werden wird. Ein weiterer Pionier auf dem Gebiet der Kleintierarthroskopie war Person, welcher in den 1980er Jahren mehrere Artikel über Eingriffe am Hundekniegelenk veröffentlichte. Zudem vergrößerte er das Einsatzgebiet des Arthroskops auf das canine Hüft- und Schultergelenk (2). Obwohl diese frühen Erfolgsmeldungen vorlagen, konnte sich die Arthroskopie in der Kleintierorthopädie nicht wirklich durchsetzen. Die Aufmerksamkeit der Kleintierorthopäden für die Arthroskopie begann erst, als van Bree und van Ryssen über den erfolgreichen Einsatz des Arthroskops zur Behandlung von Gelenkpathologien bei Hunden

schrieben (2). Die ersten arthroskopischen Chirurgiekurse wurden ebenfalls von den Beiden angeboten (2).

2.3 Das Nadelarthroskop

Das erste Nadelarthroskop wurde in den 1990er Jahren als Alternative zu den herkömmlichen Arthroskopen mit Stablinsen auf den Markt gebracht. Problematisch waren dabei die mangelhafte Bildqualität und das Nichtvorhandensein maßgeschneiderter chirurgischer Instrumente. Diese Problematik begrenzte die diagnostische Präzision sowie die operative Anwendung. Zudem handelte es sich um teils unhandliche und zu große Geräte. Als Resultat daraus, wurde die Nadelarthroskopie selten angewendet (4). In den letzten Jahren wurde sie hauptsächlich als diagnostisches Hilfsmittel eingesetzt. Beispielsweise hat die diagnostische Nadelarthroskopie als preiswerte Alternative zum MRT an Attraktivität gewonnen. Mit der Verbesserung der Auflösung und der Bildqualität hat die Nadelarthroskopie aber ebenfalls Vorteile, die für eine umfassendere therapeutische Anwendung im Operationssaal sprechen (10). Bei der Nadelarthroskopie kommen deutlich kleinere Instrumente als bei der klassischen Arthroskopie zum Einsatz. Bei der klassischen Arthroskopie wird meistens eine 4.0 mm oder sogar eine noch größere Optik verwendet (11). Der Durchmesser der Nadelarthroskope beträgt < 2 mm. Die Instrumente sind so klein, dass diese sogar unter lokaler Betäubung ambulant perkutan eingeführt werden können (3, 12). Den Ärzten ermöglicht es die Anatomie ihres Patienten, in Echtzeit und in ihrer Praxis, erforschen zu können (13). Im Vergleich zum herkömmlichen Arthroskop besitzen die Nadelarthroskope eine kleinere Optik sowie ein geringeres Gewicht. Dadurch sind auch die Schnitte, welche für diesen minimalinvasiver Eingriff nötig sind, kleiner. Zudem kann die postoperative Schwellung nach der Arthroskopie positiv beeinflusst werden, da durch die kleinere Kameralhülle weniger Flüssigkeit benötigt wird (10). Eine Untersuchung mittels Nadelarthroskop kann ebenso die Zeit von Verletzung bis Genesung verkürzen. Alle Befunde und Diagnosen können nämlich direkt am Patienten besprochen werden und es kann sofort entschieden werden, ob eine konservative oder chirurgische Therapie begonnen wird (13). Aktuell gibt es einige verschiedene Anbieter für Nadelarthroskope am Markt. Zwei Vertreter dieser, sind beispielsweise das mi-eye System (Trice Medical, Malvern, PA, USA) oder das NanoScopeTM (Arthrex, Naples, FL, USA). Dabei kombiniert das NanoScopeTM (Arthrex, Naples, FL, USA) diagnostische und therapeutische Funktionen, denn das System umfasst auch diverse Instrumente, wie kleine Scheren, Fräsen, Sonden und Greifzangen (3). Beispielsweise verwendeten Evers et al. (14) das NanoScopeTM in ihrer Studie.

3 Material und Methode

3.1 Literaturrecherche

Mit Hilfe verschiedener Onlinedatenbanken wie Pubmed, Science direct und Google Scholar wurde eine systematische Literaturrecherche durchgeführt. Es wurden die Kataloge der Universitätsbibliothek der Veterinärmedizinischen Universität Wien sowie jene der Veterinärmedizinischen Universitäten in Deutschland nach Studienpublikationen, vor allem in Form von Dissertationen und Diplomarbeiten, durchsucht. Anhand von definierten Suchbegriffen wurden diejenigen klinischen Studien in englischer und deutscher Sprache ausgewählt, welche vom Einsatz von Nadelarthroskopie Systemen berichteten. Die Recherche wurde nach Prisma Richtlinie durchgeführt. Das Prisma Statement wurde mit dem Ziel entwickelt gewisse Leitlinien für Übersichtsarbeiten bereitzustellen. PRISMA bedeutet "Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-Analyses" (15).

Folgende Tabelle (Tab. 1) soll einen Überblick über die Literatursuche dieser Arbeit geben.

Tab. 1: Kriterien der Literatursuche

Parameter	Suchkriterium
Zeitraum der Suche	Juni 2023 – September 2023
Suchmaschinen	Pubmed Scienc direct Google Scholar Katalog der Universitätsbibliothek der Veterinärmedizinischen Universität Wien Katalog der JLU Gießen Katalog der Universitätsbibliothek Leipzig Katalog der Universitätsbibliothek Tiermedizin der LMU München Katalog der Universitätsbibliothek Berlin Katalog der Universitätsbibliothek der tierärztlichen Hochschule Hannover
Suchbegriffe	Nadelarthroskopie Nadelarthroskopie Veterinärmedizin Needle arthroscopy Needle arthroscopy vetmed Canine arthroscopy In Office arthroscopy Nanoscope Nanoscope Arthrex Nano arthroscopy Small Bore Needle arthroscopy
Darüber hinaus	Suche unter "related articles"
Sprache	Deutsch und Englisch
Veröffentlichung	September 2010 - September 2023

3.2 Auswahl der Literatur

Um das Ziel dieser Arbeit zu erfüllen, wurden klinische Studien ausgewählt, die den Einsatz von Nadelarthroskopie Systemen beschreiben und nach September 2010 erschienen sind.

Zur Identifizierung der relevanten Studien, wurde nach der Literaturrecherche in einem zweiten Schritt eine Selektion anhand der Abstracts durchgeführt. Danach erfolgte in einem weiteren Arbeitsschritt das Lesen der Volltexte mit einhergehender weiterführender Auswahl. Zudem wurde in den vorgeschlagenen „related articles“ dieser ausgewählten Studien weiter recherchiert.

Die Ausschlusskriterien, anhand deren die potenziellen Studien herausselektiert wurden, waren folgende:

- Fallberichte mit einer Patientenzahl von < 2
- reine Ex-vivo und Kadaverstudien
- reine Kostenanalysen
- Reviews
- Studien, deren Volltexte nicht in deutscher oder englischer Sprache verfügbar waren
- Studien, deren Volltexte über den Hochschulzugang nicht kostenlos verfügbar waren
- Studien, welche nur ihre Abstracts veröffentlicht haben

Zu Beginn konnten insgesamt 103 Studien gefunden werden, welche von potenziellem Interesse waren. 81 Studien stammten dabei aus der Humanmedizin und 22 Studien aus der Veterinärmedizin. Die Studien wurden nach den oben genannten Kriterien herausselektiert. Am Ende blieben insgesamt 21 humanmedizinische und 15 veterinärmedizinische Studien über, welche in dieser Arbeit inkludiert wurden. Das nachfolgende Flussdiagramm illustriert die Literatursuche, sowie den Auswahlprozess der Studien.

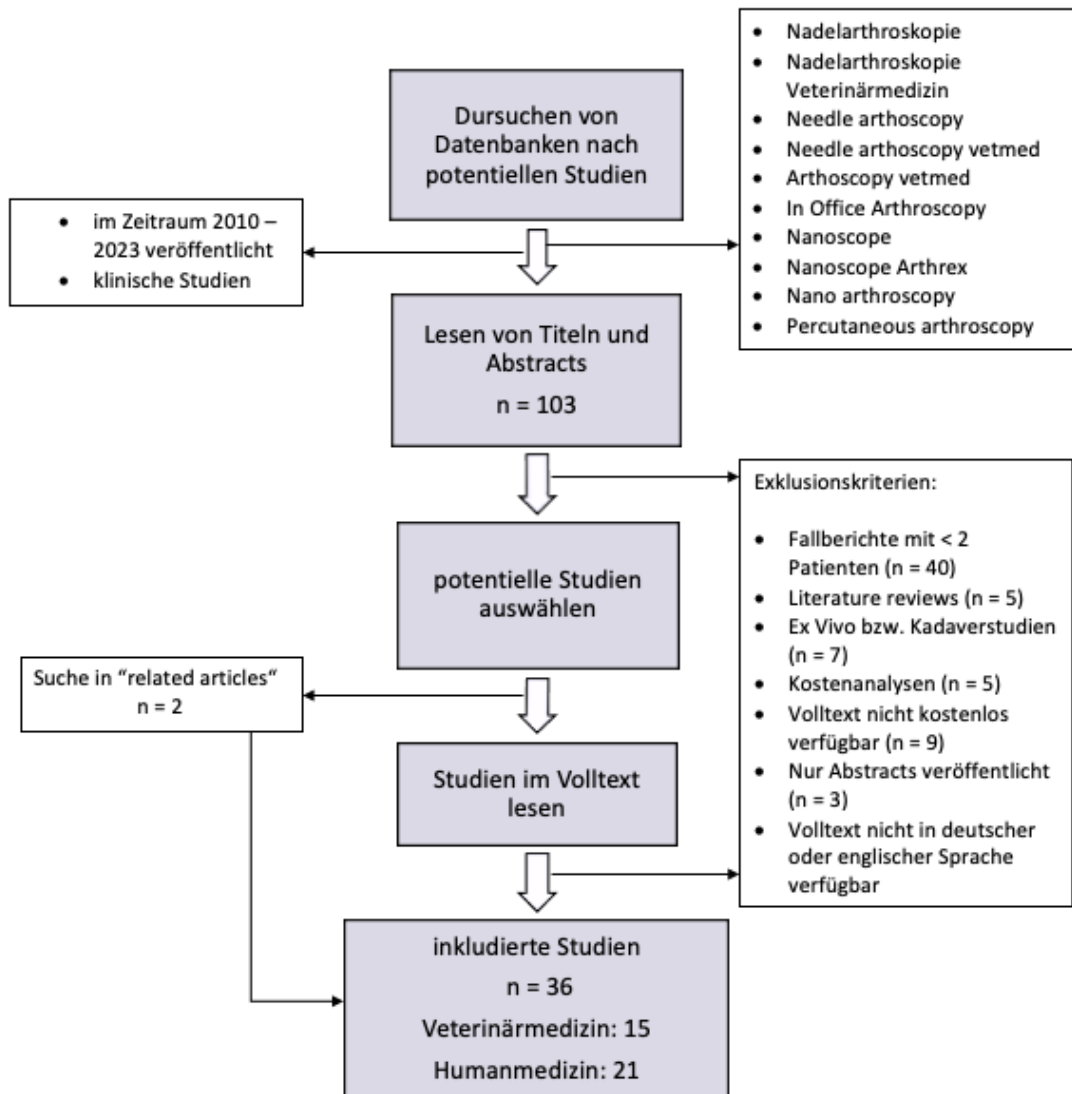


Abb. 1: Flussdiagramm zur Illustration der Literatursuche und des Auswahlprozesses

3.3 Evidenzkriterien

Um die klinische Relevanz, der in dieser Arbeit inkludierten Studien zu evaluieren, wurde eine Evidenzklasseneinteilung der Cochrane Musculoskeletal Group, welche im Jahr 2006 von Santesso et al. (6) veröffentlicht wurde, angewendet. Die Evidenzklassen werden in vier verschiedene Gruppen unterteilt: Platin, Gold, Silber und Bronze.

Die selektierten Studien wurden hinsichtlich ihres Studiendesigns beurteilt: der Gruppengröße, der Verblindung, der Randomisierung, den Ausfällen, den Nachuntersuchungen, den Teilnehmerdaten, der Geheimhaltung von Anweisungen und dem Studienaufbau.

In nachfolgender Tabelle sind diejenigen Kriterien aufgezählt, welche die Studien erfüllen müssen, um die jeweilige Evidenzklasse zu erhalten.

Tab. 2: Evidenzklasseneinteilung nach Santesso et al. (6)

Evidenzklasse	Studiendesign
PLATIN	ein veröffentlichter systematischer Literaturübersichtsartikel, der zumindest zwei individuelle kontrollierte Studien inkludiert, welche folgende Kriterien erfüllen müssen: • mindestens 50 Patienten pro Gruppe • verblindet für die Patienten sowie für die Untersucher • Teilnahme von mehr als 80 % der Patienten an den Nachfolgeuntersuchungen • Geheimhaltung der Behandlungszuordnung
GOLD	mindestens eine kontrollierte, randomisierte Studie, welche die folgenden Kriterien erfüllt: • mindestens 50 Patienten pro Gruppe • verblindet für die Patienten sowie für die Untersucher • Teilnahme von mehr als 80 % der Patienten an den Nachfolgeuntersuchungen • Geheimhaltung der Behandlungszuordnung
SILBER	• randomisierte Studie, die die genannten Kriterien von Platin und Gold nicht erfüllt • nicht-randomisierte Kohortenstudien mit Kontrollgruppe, die keine Therapie erhält • mindestens eine hochwertige, kontrollierte, klinische Fall-Kontroll-Studie • „head to head-Vergleich“ - Vergleich von zwei Gruppen ohne Kontrollgruppe, mit einer Differenz der Ergebnisse von mind. 20%
BRONZE	• mindestens eine hochwertige, klinische Fallstudie ohne Kontrollgruppe inklusive einfacher Vorher-Nachher Studien, bei denen der Patient als eigene Kontrolle dient • Expertenmeinungen basierend auf klinischer Erfahrung

4 Ergebnisse

4.1 Einteilung der Studien

Die ausgewählten Studien wurden in die zwei Bereiche „Humanmedizin“ sowie „Veterinärmedizin“ unterteilt.

Sowohl für die veterinärmedizinischen als auch für die humanmedizinischen Studien wurden Tabellen verfasst, in denen die Studien sowie ihre Indikation für die Anwendung des Nadelarthroskops stichwortartig erklärt werden (Tab. 3 und Tab. 5). In einem darauffolgenden Schritt erfolgte die Einteilung der Studien in Evidenzklassen nach Santesso et al. (6). Im Zuge dessen wurden die untersuchten Parameter ebenfalls tabellarisch gelistet. Die verschiedenen Gelenke, welche mittels Nadelarthroskop in den hier inkludierten Studien untersucht oder behandelt wurden, werden in nachfolgender Illustration in Relation zueinander dargestellt.

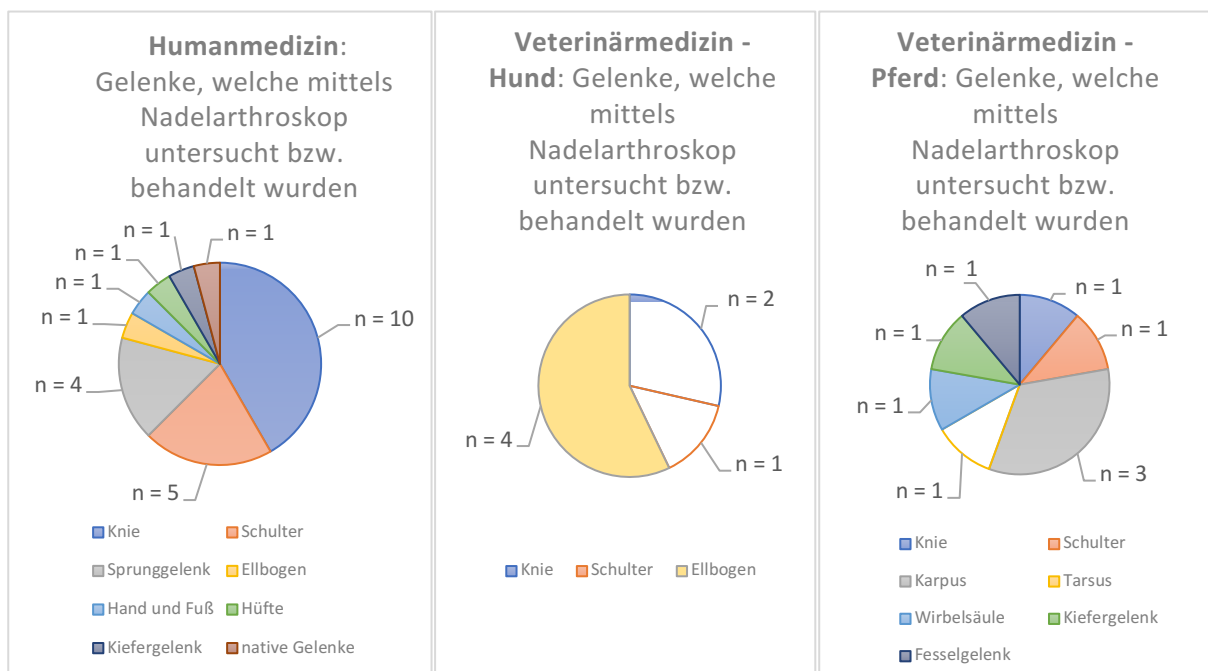


Abb. 2: vergleichende Übersicht der nadelarthroskopierte Gelenke in der Human- und Veterinärmedizin

Die Abbildung zeigt, dass in der Humanmedizin hauptsächlich Publikationen zur Anwendung am Knie $n = 10$ (42 %) veröffentlicht wurden. Sie sind gefolgt von Berichten an der Schulter $n = 5$ (21 %) und dem Sprunggelenk $n = 4$ (17 %). Im Vergleich dazu, wurden in der Tiermedizin

beim Hund in erster Linie Studien am Ellbogen n = 4 publiziert (57 %). Hingegen wurden beim Pferd vorwiegend Arbeiten am Karpus n = 3 (34 %) veröffentlicht.

4.2 Studien Humanmedizin

Insgesamt konnten 21 humanmedizinische Studien in diese Übersichtsarbeit inkludiert werden. Dabei wurde ein Nadelarthroskop in sieben Studien am Kniegelenk (16–22), in drei Studien am Schultergelenk (23–25), in zwei Studien am Knie- und Schultergelenk (26–27), in drei Studien am Sprunggelenk (28–30), in einer Studie am Knie- und Sprunggelenk (31), in einer Studie an Hand- und Fußgelenken (32), in einer Studie an der Hüfte (33), in einer Studie an nativen Gelenken (34), in einer Studie am Kiefergelenk (35) und in einer Studie am Ellbogengelenk (36) eingesetzt.

Eine Auflistung dieser Studien inklusive ihrer Indikationen in Stichworten ist aus nachfolgender Tabelle (Tab. 3) zu entnehmen.

Tab. 3: Inkludierte Studien Humanmedizin mit stichwortartiger Kurzbeschreibung der Indikation

	<u>Studie</u>	<u>Indikation Nadelarthroskop</u>
1.	Revu S, Neregård P, af Klint E, Korotkova M, Catrina AI. 2013. Synovial membrane immunohistology in early-untreated rheumatoid arthritis reveals high expression of catabolic bone markers that is modulated by methotrexate. Arthritis Res Ther 15(6):R205.	synoviale Biopsie an Händen und Füßen
2.	Chowdhury A, Gibson C, Nicholls A, MacLeod I, Colaco H. 2023. Diagnostic Needle Arthroscopy of the Shoulder. Orthop J Sports Med 9;11(8):23259671231155885.	Diagnostische Nadelarthroskopie an Schulter
3.	Gill TJ, Safran M, Mandelbaum B, Huber B, Gambardella R, Xerogeanes J. 2018. A Prospective, Blinded, Multicenter Clinical Trial to Compare the Efficacy, Accuracy, and Safety of In-Office Diagnostic Arthroscopy With Magnetic Resonance Imaging and Surgical Diagnostic Arthroscopy. Arthroscopy 34(8):2429-2435.	Vergleich diagnostische Nadelarthroskopie in der Praxis vs. MRT vs. chirurgische diagnostische Arthrooskopie am Knie
4.	Stornebrink T, Janssen SJ, Kievit AJ, Mercer NP, Kennedy JG, Stufkens SAS, Kerkhoffs GMMJ. 2021. Bacterial arthritis of native joints can be successfully managed with needle arthroscopy. J Exp Orthop 24;8(1):67.	Therapeutische Nadelarthroskopie zur Behandlung von bakterieller Arthritis in nativen Gelenken

5.	Stornebrink T, Stufkens SAS, Mercer NP, Kennedy JG, Kerkhoffs GMMJ. 2022. Can bedside needle arthroscopy of the ankle be an accurate option for intra-articular delivery of injectable agents? World J Orthop 18;13(1):78-86.	Intraartikuläre Injektion mit Hilfe von Nadelarthroskop am Sprunggelenk
6.	De Groof A, Ducreux J, Humby F, Nzeusseu Toukap A, Badot V, Pitzalis C, Houssiau FA, Durez P, Lauwerys BR. 2016. Higher expression of TNFα-induced genes in the synovium of patients with early rheumatoid arthritis correlates with disease activity, and predicts absence of response to first line therapy. Arthritis Res Ther 20;18:19.	synoviale Biopsie am Knie
7.	Fiechter RH, de Jong HM, van Mens LJJ, Fluri IA, Tas SW, Baeten DLP, Yeremenko NG, van de Sande MGH. 2021. IL-12p40/IL-23p40 Blockade With Ustekinumab Decreases the Synovial Inflammatory Infiltrate Through Modulation of Multiple Signaling Pathways Including MAPK-ERK and Wnt. Front Immunol 4;12:611656.	synoviale Biopsie am Knie und/oder Sprunggelenk
8.	Mercer NP, Samsonov AP, Dankert JF, Gianakos AL, Stornebrink T, Delmonte RJ, Kerkhoffs GMMJ, Kennedy JG. 2022. Improved Clinical Outcomes and Patient Satisfaction of In-Office Needle Arthroscopy for the Treatment of Posterior Ankle Impingement. Arthrosc Sports Med Rehabil 8;4(2):e629-e638.	Therapeutische Nadelarthroskopie am Sprunggelenk zur Behandlung von PAIS
9.	Annibaldi A, Monaco E, Daggett M, Carrozzo A, Mazza D, Previ L, Rossi G, Orlandi P, Ferretti A. 2022. In-office needle arthroscopic assessme after primary ACL repair/ short-term results in 15 patients. J Exp Orthop 7;9(1):89.	Diagnostische Nadelarthroskopie („second look“) nach ACL Korrektur am Knie
10.	Andreozzi V, Monaco E, Garufi C, Spinelli FR, Rossi G, Dagget M, Conti F, Ferretti A. 2022. In-Office Needle Arthroscopic Synovial Biopsy Is an Effective Diagnostic Tool in Patients With Inflammatory Arthritis. Arthrosc Sports Med Rehabil 29;4(6):e2099-e2106.	synoviale Biopsie am Knie
11.	DiBartola AC, Rogers A, Kurzweil P, Knopp MV, Flanigan DC. 2021. In-Office Needle Arthroscopy Can Evaluate Meniscus Tear Repair Healing as an Alternative to Magnetic Resonance Imaging. Arthrosc Sports Med Rehabil 14;3(6):e1755-e1760.	Diagnostische Nadelarthroskopie („second look“) 6 Monate nach Meniskus Korrektur am Knie
12.	Rosso C, Grezda K, Heuberger PR. 2022. Long head of the biceps intra-articular tenotomy using needle arthroscopy under local anesthesia: preliminary results and technical note. J Exp Orthop 22;9(1):70.	Therapeutische Nadelarthroskopie zur Behandlung von irreparabilem Riss der Rotatorenmanschette an der Schulter

13.	Munn D, Burt J, Gee CW, McLaren CK, Clarke JV, Hall AJ. 2023. Moving orthopaedic procedures out of the operating theatre: Outpatient needle arthroscopy can reduce cost & waste, and increase inpatient capacity compared to conventional knee arthroscopy. Knee 42:143-152.	Vergleich diagnostische Nadelarthroskopie vs. konventionelle Arthroskopie am Knie, um chronische Weichteilpathologien oder frühe degenerative Knieerkrankungen zu erkennen
14.	DeClouette B, Birnbaum A, Campbell H, Bi AS, Lin CC, Struhl S. 2022. Needle Arthroscopy Demonstrates High Sensitivity and Specificity for Diagnosing Intra- Articular Shoulder and Knee Pathology. Cureus 31;14(12):e33189.	Diagnostische Nadelarthroskopie an Schulter und Knie
15.	Lopes R, Noailles T, Padiolleau G, Bouguennec N, Vieira TD. 2022. Needle arthroscopy in anatomical reconstruction of the lateral ankle: a report of three cases with a parallel comparison to the standard arthroscopy procedure. J Exp Orthop 30;9(1):75.	Therapeutische Nadelarthroskopie zur Behandlung einer chronischen Instabilität am Sprunggelenk
16.	Walinga AB, Struijs PA, de Waard S, Kerkhoffs G, Kievit AJ. 2022. Needle arthroscopy in the treatment of bacterial arthritis of the hip in a neonate and two infants. Journal of Pediatric Surgery Case Reports Volume 87, 102470: 2213-5766.	Therapeutische Nadelarthroskopie bei bakterieller Arthritis der Hüfte
17.	Atoun E, Horneff JG, Levy O, Stanwood W, Verma N, Abboud JA. 2021. Needle-Based Arthroscopic Transosseous Rotator Cuff Repair: A Short-Term Outcomes Analysis. Cureus 27;13(2):e13595.	Behandlung von Riss der Rotatorenmanschette
18.	Hossameldin RH, McCain JP. 2018. Outcomes of office-based temporomandibular joint arthroscopy: a 5-year retrospective study. Int J Oral Maxillofac Surg 47(1):90-97.	Therapeutische Nadelarthroskopie am Kiefergelenk
19.	McMillan S, Chhabra A, Hassebrock JD, Ford E, Amin NH. 2019. Risks and Complications Associated With Intra-articular Arthroscopy of the Knee and Shoulder in an Office Setting. Orthop J Sports Med 27;7(9):2325967119869846.	diagnostischen Nadelarthroskopien an Knie und Schulter und deren Risiken
20.	Vander Voort WD, Saad M, Falgout D, Blaine TA, Kassam HF. 2022. Small-Bore Needle Arthroscopic Extensor Carpi Radialis Brevis Release Results in Improved Outcomes at One Year Postoperatively. Arthrosc Sports Med Rehabil 23;5(1):e159-e164.	Untersuchung des Ellbogens und Freisetzung des ECRB mittels therapeutischer Nadelarthroskopie
21.	Deirmengian CA, Dines JS, Vernace JV, Schwartz MS, Creighton RA, Gladstone JN. 2018. Use of a Small-Bore Needle Arthroscope to Diagnose Intra-Articular Knee Pathology: Comparison with Magnetic Resonance Imaging. Am J Orthop (Belle Mead NJ) 47(2).	Vergleich diagnostische Nadelarthroskopie vs. MRT am Knie

PAIS = posterior ankle impingement syndrome, ECRB = Musculus extensor carpi radialis brevis

4.2.1 Evidenzkriterien der humanmedizinischen Studien

Nachdem die Studien in die Evidenzklassen eingeteilt wurden, hat sich folgendes Ergebnis präsentiert: Keine der inkludierten Studien erfüllten die Evidenzkriterien der Klasse „Platin“ oder „Gold“. Nur zwei Publikationen erfüllten die Kriterien der Silberklasse (16, 23). Die Gründe für die Einteilung dieser zwei Studien in die Silberklasse lassen sich wie folgt erklären: Die Studie von Gill et al. (16) ist eine prospektive, randomisierte, verblindete Studie zur Untersuchung der Genauigkeit, Wirksamkeit und Sicherheit der diagnostischen Bildgebung am Knie. Sie inkludierte auch Nachuntersuchungen. Da die Behandlungszuordnung nicht geheim gehalten wurde, ist eine Zuteilung zur Goldklasse nicht möglich. Chowdhury et al. (23) ist eine randomisierte Studie, welche die genannten Kriterien von Platin und Gold nicht erfüllt. Es handelt sich um eine randomisierte, verblindete Publikation, ohne Geheimhaltung der Behandlungszuordnung und ohne Nachuntersuchung der Patienten. Zudem belief sich die Teilnehmerzahl auf nur 22 Patienten. Die restlichen Studien wurden aufgrund ihrer Mängel im Studiendesign der Klasse „Bronze“ zugeteilt. Anhand der Übersicht in nachfolgender Tabelle (Tab. 4) wird dies veranschaulicht.

Insgesamt waren fünf Studien retrospektiv (26, 27, 29, 35, 36). Die restlichen 16 Publikationen besaßen ein prospektives Studiendesign. Die Gruppengrößen sind sehr unterschiedlich, wobei die Publikation von McMillan et al. (27), eine retrospektive Fallserienanalyse, mit 1419 Patienten die höchste Zahl aufweist. Die notwendigen Daten für diese Studie wurden von 13 verschiedenen Chirurgen im Zeitraum April 2016 bis Juni 2018, für alle diagnostischen Nadelarthroskopien am Knie und an der Schulter, gesammelt. Mit jeweils drei Teilnehmern wiesen die Studien von Walinga et al. (33) und Lopes et al. (30) die niedrigsten Zahlen auf. Eine Randomisierung fand in zwei Studien statt (16, 23). Gill et al. (16) führte eine prospektive, randomisierte und verblindete Studie zur Untersuchung der Genauigkeit, Wirksamkeit und Sicherheit der diagnostischen Bildgebung am Knie durch. Es fand ein Vergleich der diagnostischen Nadelarthroskopie in der Praxis, der Magnetresonanztomographie (MRT) und der chirurgischen diagnostischen Arthroskopie statt. Die Bilder wurden in randomisierter Reihenfolge bei getrennten Bewertungen überprüft. Chowdhury et al. (23) führten ebenfalls eine Beurteilung der intraoperativen Bilder des Nadelarthroskops und des klassischen Arthroskops in randomisierter Reihenfolge durch. Im Hinblick auf die Verblindung konnten fünf Studien ermittelt werden, die dieses Kriterium erfüllen (16, 17, 20, 23, 32). In der Publikation von Gill et al. (16) überprüften zwei verblindete Experten, die nichts mit der klinischen Versorgung der Teilnehmer zu tun hatten, die arthroskopischen Bilder und die MRT-Bilder in

der Praxis, wobei die Bilder der chirurgischen diagnostischen Arthroskopie als Vergleich für die Kontrollgruppe dienten. Bei der Studie von Revu et al. (32), wo Synovialbiopsien zu Beginn und acht Wochen nach Therapiebeginn mittels Nadelarthroskop entnommen wurden, wurde das Verhältnis zwischen dem synovialen Rezeptor-Aktivator des NF- κ B-Liganden bzw. Osteoprotegerin durch eine semiquantitative mikroskopische Doppelblind-Analyse ermittelt. De Groof et al. (17) führte anhand von Genexpressionsprofilen aus Synovialbiopsien Korrelations- und Genanreicherungsstudien durch. Diese Proben wurden in zwei verschiedenen Zentren durch Nadelarthroskopie oder Ultraschall geführt, gewonnen. Für jeden Objektträger wurden sechs digitalisierte Bilder von einem Untersucher erstellt, der gegenüber den Proben verblindet war. Dibartola et al. (20) evaluierten das beste Verfahren zur Feststellung der Heilung von horizontalen Spalttrissen des Meniskus ein Jahr nach der chirurgischen Wiederherstellung. Zur Beurteilung der Heilung wurden ein Jahr postoperativ MRTs durchgeführt. Die prä- und postoperativen MRT-Aufnahmen der Risse wurden von einem Radiologen blind ausgewertet. Die Heilung, welche durch In-Office-Nadelarthroskopie erhoben wurde, wurde unabhängig und verblindet von zwei Gutachtern bewertet. In einer Studie von Chowdhury et al. (23) wurden die intraoperativen Bilder randomisiert und von zwei verblindeten Schulterchirurgen bewertet, um die wichtigsten pathologischen und anatomischen Strukturen zu erfassen. Die Studie verfolgte das Ziel, einen Vergleich der Genauigkeit eines Nadelarthroskops mit einem MRT bei der Erkennung von intraartikulären Anomalien im Glenohumeralgelenk, zu bekommen. Vier von den 21 Studien (22, 25, 31, 36) wiesen Ausfälle auf. In der Studie von Atoun et al. (25) standen von 32 Patienten nur 28 (87.5 %) für eine abschließende Nachuntersuchung zur Verfügung. Am Ende standen 26 Patienten für die postoperative Analyse bereit, was einem Ausfall von unter 20 % entspricht. Vander Voort et al. (36) weist ebenfalls einen Ausfall von unter 20 % auf, denn nur 13 von 15 Patienten waren für die Nachkontrollen verfügbar. Die Studie von Deirmengian et al. (22) umfasste am Schluss nur 106 Patienten. Davon waren 53 Patienten Männer und 53 Frauen. Sieben der 113 Patienten, die an der Studie teilnahmen, verfügten nicht über den notwendigen vollständigen Datensatz. Dies entspricht einem Ausfall von unter 10 %. Bei Fiechter et al. (31) liesen nach 24 Wochen nur mehr sechs Patienten ($\approx$ 55 %) eine Biopsie des Synovialgewebes durchführen. Bei weiteren vier der 21 Publikationen fanden keine Nachkontrollen der Patienten statt (22, 23, 26, 30). Deirmengian et al. (22) gaben beispielsweise an, dies für seine Studie nicht zu benötigen. Eine Kontrollgruppe wurde nur in der Studie von Gill et al. (16) verwendet. Hierfür wurden die Bilder der chirurgischen diagnostischen Arthroskopie genutzt.

Tab. 4: Evidenzkriterien und Evidenzklassen der Studien Humanmedizin

<i>Studie:</i>	<i>Fokus</i>	<i>Gruppengröße</i>	<i>Randomisierung</i>	<i>Verblindung</i>	<i>Behandlungs- ordnung geheim</i>	<i>Nachkontrolle</i>	<i>Kontrollgruppe</i>	<i>Ausfälle</i>	<i>Evidenzklasse</i>
Revu et al. 2013	Hand und Fuß	15	-	+	-	+	-	-	BRONZE
Gill et al. 2018	Knie	110	+	+	-	+	+	-	SILBER
Stornebrink et al. 2021	native Gelenke	10	-	-	-	+	-	-	BRONZE
Stornebrink et al. 2022	Sprunggelenk	24	-	-	-	+	-	-	BRONZE
De Groof et al. 2016	Knie	21	-	+	-	+	-	-	BRONZE
Fiechter et al. 2021	Knie- und Sprunggelenk	11	-	-	-	+	-	-	BRONZE
Mercer et al. 2022	Sprunggelenk	10	-	-	-	+	-	-	BRONZE
Annibaldi et al. 2022	Knie	15	-	-	-	+	-	-	BRONZE
Andreozzi et al. 2022	Knie	12	-	-	-	+	-	-	BRONZE
Dibartola et al. 2021	Knie	8	-	+	-	+	-	-	BRONZE
Rosso et al. 2022	Schulter	13	-	-	-	+	-	-	BRONZE

Munn et al. 2023	Knie	20	-	-	-	+	-	-	BRONZE
DeClouette et al. 2022	Knie und Schulter	34	-	-	-	-	-	-	BRONZE
Lopes et al. 2022	Sprunggelenk	3	-	-	-	-	-	-	BRONZE
Walinga et al. 2022	Hüfte	3	-	-	-	+	-	-	BRONZE
Atoun et al. 2021	Schulter	32	-	-	-	+	-	+	BRONZE
Hossameldin und McCain 2018	Kiefergelenk	363	-	-	-	+	-	-	BRONZE
McMillan et al. 2019	Knie und Schulter	1419	-	-	-	+	-	-	BRONZE
Vander Voort et al. 2022	Ellbogen	12	-	-	-	+	-	+	BRONZE
Chowdhury et al. 2023	Schulter	22	+	+	-	-	-	-	SILBER
Deirmengian et al. 2018	Knie	113	-	-	-	-	-	+	BRONZE

4.2.2 Studien Humanmedizin: Indikationen am Kniegelenk

Insgesamt wird in sieben Studien der Einsatz von einem Nadelarthroskop am Kniegelenk geschildert (16–22). In zwei Studien am Knie- und Schultergelenk (26, 27) und in einer Studie am Knie- und Sprunggelenk (31).

Als diagnostischer Goldstandard für die Beurteilung von intraartikulären Knie- und Schulteranomalien gilt die Arthroskopie (27). Gill et al. (16) verfolgten mit dieser Studie das Ziel die Genauigkeit, Wirksamkeit und Sicherheit verschiedener diagnostischen Verfahren (diagnostische Nadelarthroskopie in der Praxis, MRT und chirurgische diagnostische Arthroskopie) am Knie zu vergleichen. Die Präzision, die Empfindlichkeit und die Spezifität der Nadelarthroskopie in der Praxis war in dieser Studie gleichwertig mit der chirurgischen Arthroskopie und sogar genauer als der MRT Befund. Auf Grundlage der Studienergebnisse ermöglicht die diagnostische Nadelarthroskopie in der Praxis eine zuverlässige, sorgfältige, minimalinvasive Diagnosemethode in Echtzeit zur Beurteilung der intraartikulären Pathologien am Knie, ohne dass ein chirurgischer operativer Eingriff oder eine kostspielige Bildgebung erforderlich sind. Dies bestätigt auch die Pilotenstudie von Deirmengian et al. (22). In dieser Studie war die Nadelarthroskopie bei der Diagnose von Meniskusrissen im Knie ebenfalls genauer als die MRT. Auch DeClouette et al. (26) untersuchten die Spezifität und Sensitivität der Nadelarthroskopie bei der Diagnose von intraartikulären Schulter- und Kniepathologien, welche sich anschließend einer chirurgischen Arthroskopie unterzogen. Ihr Resümee fiel ähnlich aus: Für die Beurteilung der intraartikulären Pathologie des Knie- und Schultergelenks ist die Nadelarthroskopie ein präzises Diagnoseinstrument. Die Sensitivität des Nadelarthroskops betrug 0.93 für Risse der Rotatorenmanschette, 1.00 für Risse des Labrums und 1.00 für freie Gelenkkörper. Am Schultergelenk ergab die Nadelarthroskopie eine 100%ige Spezifität. Am Knie wurde bei der Nadelarthroskopie eine Sensitivität von 1.00 für die Erkennung von Knorpeldefekten und von 0.80 für Meniskusrisse festgestellt. Es gab in keiner der beiden Gruppen falsch positive Nadelarthroskopiefunde. Mit dieser Methode können Ungenauigkeiten in der MRT-Diagnostik, die zu übersehenen Pathologien oder nicht indizierten Eingriffen führen können, möglicherweise behoben werden. Bei der retrospektive Fallserienanalyse von McMillan et al. (27) wurden die Risiken, welche bei diagnostischen Nadelarthroskopien aufkommen könnten, ausgewertet. Unter den 1419 Fällen wurden keine größeren Komplikationen (Infektion, chondrale Toxizität oder die Notwendigkeit einer Behandlung in einer Notfallambulanz als Folge des Eingriffs) beobachtet. Die Gesamtrate der vasovagalen Ereignisse lag bei allen Eingriffen bei 1.9 % (1.6 % am Knie, 3 % an der Schulter).

Schmerzen, welche länger als 24 Stunden nach dem Eingriff anhielten, wurden in 0.3 % der Fälle gemeldet. Eine Magnetresonanztomographie nach der Arthroskopie war bei 1.4 % erforderlich. Die Effizienz, Sensitivität und Spezifität der diagnostischen Arthroskopie in der Praxis wurde bereits in der Literatur untersucht, und McMillan et al. (27) bestätigt mit der Studie, dass die Nadelarthroskopie in der Praxis sicher ist und nur ein minimales Risiko für größere oder kleinere Komplikationen birgt. Ebenfalls bewährte sich das Nadelarthroskop als Gerät für eine postoperative „second look“ Arthroskopie am Knie, wie Annibaldi et al. (18) bestätigen. Innerhalb der Studie wurden die klinischen, radiologischen und nadelarthroskopischen Befunde von 15 Patienten, die sich einer akuten (innerhalb von 14 Tagen nach der Verletzung) Reparatur des vorderen Kreuzbandes unterzogen, verglichen. Es zeigte sich, dass die Nadelarthroskopie in der Praxis ein zuverlässiges Instrument zur postoperativen Beurteilung am vorderen Kreuzband ist. Auch Dibartola et al. (20) machten hinsichtlich postoperativer Evaluierung mittels Nadelarthroskop gute Erfahrungen. 6 Monate nach der chirurgischen Reparatur eines horizontalen Spaltrisses des Meniskus wurde eine In-Office-Nadelarthroskopie durchgeführt und mit MRTs, welche 1 Jahr postoperativ angefertigt wurde, verglichen. Auch hinsichtlich der Kosten, der Effizienz und des Abfallaufkommens wurde das Nadelarthroskop mit dem klassischen Arthroskop verglichen (21). Es zeigte sich, dass die Nadelarthroskopie weniger Krankenhausressourcen benötigt, zwei Drittel weniger, nicht wiederverwertbaren Müll, erzeugt und weniger Spitalbesuche notwendig sind. Im Vergleich zu den Kosten von 2.351,53 £ für eine klassischen Arthroskopie beliefen sich die Kosten für die Nadelarthroskopie auf 1555,20 £ pro Patient (21). Zur Entnahme von synovialen Biopsien wurde das Nadelarthroskop sowohl in den Studien von De Groof et al. (17), Fiechter et al. (31) als auch in der Studie von Andreozzi et al. (19) beschrieben. Fiechter et al. (31) gewann innerhalb der Studie synoviale Gewebeproben durch Nadelarthroskopie aus entzündeten Knie- oder Sprunggelenken. Laut De Groof et al. (17) könnte durch die fortschreitende Entwicklung minimalinvasiver Techniken (Nadelarthroskopie und ultraschallgeführte Biopsie) der Zugang zu synovialen Material, aus jedem Gelenk, am ambulanten Patienten ermöglicht werden. Auch bei diagnostischen Zweifeln kann die nadelarthroskopische Biopsie eine nützliche Technik sein, wie beispielsweise bei "schwer zu diagnostizierenden" Fällen oder bei schwerkranken Patienten mit Verdacht auf eine Infektion (3). In der Studie von Andreozzi et al. (19) wurde mit Hilfe der In-office-Nadelarthroskopie das makroskopische Erscheinungsbild des Gelenks untersucht, die Biopsiestelle bestimmt und die synoviale Entzündung eingestuft. Auch sie kamen zu dem Entschluss, dass die In-office-Nadelarthroskopie ein effektives und gut verträgliches Verfahren ist, welches Ärzten helfen

kann, optimale Behandlungsstrategien für Patienten mit rheumatoider und psoriatischer Arthritis zu entwickeln.

4.2.3 Studien Humanmedizin: Indikationen am Schultergelenk

Nadelarthroskopische Eingriffe am Schultergelenk wurden in insgesamt drei Studien beschrieben (23–25).

Die Genauigkeit der diagnostische Nadelarthroskopie wurde in Chowdhury et al. (23) mit dem MRT und der klassischen Arthroskopie verglichen. Speziell wurde die Präzision der Darstellung von intraartikulären anatomischen Anomalien im Glenohumeralgelenk untersucht. Bei insgesamt 22 Patienten, wovon bei bereits 20 präoperative MRT Befunde vorlagen, wurde eine Nadelarthroskopie mit anschließender 4 mm Standardarthroskopie durchgeführt. Für die Diagnose von Pathologien der Rotatorenmanschette war die Nadelarthroskopie (Sensitivität: 0.75; Spezifität: 1.00) der MRT (Sensitivität: 0.75; Spezifität: 0.75) mit einer Reliabilität (k) von 0.703 überlegen. Ebenso bei der Erkennung von Pathologien des langen Bizepskopfes (Sensitivität Nadelarthroskop: 0.67; Spezifität: 0.95, Sensitivität der MRT: 0.00; Spezifität: 0.83). Bei Erkrankungen des Labrums (Sensitivität Nadelarthroskop: 0.33; Spezifität: 0.50) und Gelenkknorpelpathologien (Sensitivität Nadelarthroskop: 0.00; Spezifität: 0.94) war sie weniger genau. Im Vergleich zur Standardarthroskopie war die Anzahl der anatomischen Strukturen, die eindeutig identifiziert werden konnten, beim Nadelarthroskop 8.35 von 12 (69.58 %) gegenüber 10.35 von 12 (86.25 %). Es zeigte sich, dass die diagnostische Nadelarthroskopie bei der Diagnose von Pathologien der Rotatorenmanschette und des langen Bizepskopfes genauer ist als die MRT, aber weniger genau bei der Diagnose von Labral- und Knorpelpathologien. In Rosso et al. (24) wurde an 13 Patienten mit irreparablen Rotatorenmanschettenrissen, eine nadelarthroskopische Bicepstenotomie in Lokalanästhesie durchgeführt. Der Constant Score und die aktive sowie passive Flexion wurden präoperativ und drei Monate postoperativ erfasst. Dieser verbesserte sich signifikant von prä- zu postoperativ (44 ± 8.9 zu 63.1 ± 14.2 $p < 0.05$). Die aktive Flexion verbesserte sich von präoperativ $115 \pm 24^\circ$ auf $145 \pm 31^\circ$ postoperativ ($p < 0.05$), während sich die passive Flexion nicht signifikant verbesserte. Das Fazit war, dass diese Technik bei älteren Patienten mit irreparablen Rissen der Rotatorenmanschette und Schmerzen, die auf konservative Maßnahmen nicht ansprechen, sicher durchgeführt werden kann. In der Studie von Atoun et al. (25) wurde der Einsatz eines neuartig nadelbasierten arthroskopischen transossären Gerät (OmniCuff™, MinInvasive Ltd., Magal, Israel) zur Reparatur der Rotatorenmanschetten

untersucht und die kurzfristigen klinischen Ergebnisse sowie die Patientenzufriedenheit bewertet. Die Patienten waren insgesamt sehr zufrieden mit dem Outcome der Operation.

4.2.4 Studien Humanmedizin: Indikationen an Hand- und Fußgelenken

In der Studie von Revu et al. (32) wird der Einsatz von Nadelarthroskopie an Hand- und Fußgelenken beschrieben.

Als Instrument für Synovialbiopsien wurde das Nadelarthroskop in der Studie von Revu et al. (32) dargelegt. Es wurden 15 Proben bei Patienten mit früher, unbehandelter rheumatoider Arthritis zu Beginn der Studie, sowie acht Wochen nach Beginn der Therapie mit Methotrexat 20 mg, entnommen. Sie kamen zu dem Ergebnis, dass bei früher, unbehandelter rheumatoider Arthritis die Synovialmembran durch ein hohes RANKL/OPG-Verhältnis gekennzeichnet ist und, dies mit Hilfe von Methotrexat aufgehoben werden kann.

4.2.5 Studien Humanmedizin: Indikationen am Sprung- und Ellbogengelenk

Ein Nadelarthroskop wurde in drei Studien am Sprunggelenk (28–30) und in einer Studie am Ellbogengelenk (36) eingesetzt.

Stornebrink et al. (28) testeten die klinische Präzision und Verträglichkeit der Nadelarthroskopie als Applikationsmethode für injizierbare Wirkstoffe in das Tibiotalargelenk. In dieser prospektiven Pilotenstudie wurde in 24 Sprunggelenke, unter Lokalanästhesie, Hyaluronsäure durch die Kanüle des Nadelarthroskops in den Gelenkspalt eingebracht. In 20 Fällen (83 %) war Arthrose die Indikation für die Injektion, wobei acht (33 %) Patienten an Arthrose Kellgren-Lawrence Grad IV und 10 (42 %) Patienten an Kellgren-Lawrence Grad III erkrankt waren. In vier (17 %) Fällen war ein osteochondraler Defekt die Indikation für die Injektion. Bei 14 (58 %) Teilnehmern lag eine Operation am Knöchel und bei elf (46 %) Teilnehmern eine Mehrfachoperation am Knöchel vor. Bei 21 (88 %) Eingriffen konnte die Genauigkeit der Nadelarthroskopie bestätigt werden. Die drei (12 %) Teilnehmer, bei denen mit der Nadelarthroskopie keine klare Sicht auf den Gelenkspalt erreicht wurde, wiesen alle Kellgren-Lawrence-Arthrose Grad IV auf. Die klinische Genauigkeit und Verträglichkeit des Nadelarthroskops als Verabreichungssystem für injizierbare Wirkstoffe erwies sich als ausgezeichnet. In der retrospektiven Kohortenstudie von Mercer et al. (29) wurde die In-Office-Nadelarthroskopie am Sprunggelenk zur Behandlung des posterioren Impingement-Syndroms (PAIS) angewendet. Patienten, welche länger als 3 Monate nicht auf die konservative Therapie

ansprachen, wurden inkludiert. Die Chirurgen führten eine Resektion des Os trigonum, Weichteilen und der Stieda-Prozessi durch. Mit der Studie konnte gezeigt werden, dass die nadelarthroskopische Behandlung von PAIS eine komplikationsarme Methode ist, welche zu einer beträchtlichen Schmerzreduzierung und ausgezeichneten Patientenberichten führt. In Lopes et al. (30) wurde eine therapeutische Nadelarthroskopie bei der anatomischen Rekonstruktion des lateralen Knöchels untersucht. In der Studie wurde das Nadelarthroskop mit dem Standardarthroskop verglichen und für jeden Arbeitsschritt wurde nach Schwierigkeitsgrad klassifiziert: erleichtert, ähnlich, kompliziert und unmöglich. Im Zuge dessen wurde versucht eine chronische Knöchelinstabilität bei drei Patienten zu behandeln. Die anatomische Rekonstruktion des lateralen Sprunggelenks mit dem rein nadelarthroskopischen Zugang war in allen drei Fällen unmöglich. Der Blick auf die Syndesmose wurde durch das Nadelarthroskop im Vergleich zum Standardarthroskop erleichtert. Das Nadelarthroskop sollte laut Lopes et al. (30) daher nicht als "Mini-Arthroskop" betrachtet werden. Es ist ein neues Gerät, bei dem es notwendig ist, die üblichen Verfahren zu überdenken. Vander Voort et al. (36) erforschten retrospektiv die Ergebnisse einer nadelarthroskopischen Freisetzung des Extensor carpi radialis brevis (ECRB) zur Behandlung einer rezidivierenden lateralen Epicondylitis. Insgesamt wurde an 13 Patienten eine Untersuchung des Ellenbogens und ein ECRB-Release mit einem Nadelarthroskopiesystem durchgeführt. Erfasst wurden die „Quick Disabilities of the Arm Shoulder and Hand“ und die „Single Assessment Numerical Evaluation“ sowie die Gesamtzufriedenheitswerte. Es gab eine statistisch signifikante Verbesserung beider Ergebnisse (präoperativ und postoperative Ergebnissen nach einem Jahr) und eine Zufriedenheitsrate von 92.3 %, ohne bedeutende Komplikationen, bei einer Nachuntersuchung von mindestens einem Jahr.

4.2.6 Studien Humanmedizin: Indikationen am Hüftgelenk

Die Nadelarthroskopie an der Hüfte wurde in einer Studie (33) beschrieben.

Die Definition einer bakteriellen Arthritis, auch septische Arthritis genannt, ist eine durch Bakterien verursachte Infektion eines Gelenks. Kinder erkranken in einer Häufigkeit von 5 bis 12 Fällen pro 100.000 Personen daran (37). Walinga et al. (33) beschreiben anhand von drei Patienten (ein Neonate und zwei Säuglinge) den Einsatz eines Nadelarthroskops zur Lavage eines septischen Hüftgelenks. Sie kamen zu dem Entschluss, dass die Nadelarthroskopie eine minimalinvasive, sichere und wirksame Alternative für die Spülung bei bakterieller Arthritis von Neugeborenen und Säuglingen sein kann. Aufgrund des geringen Durchmessers (1.9 mm)

wird das Weichteilgewebe nur minimal geschädigt, was zu einer schnelleren Genesung beitragen kann. Die Arthroskopietechnik ermöglicht eine gründliche lokale Spülung unter direkter Sicht auf das Gelenk und verbessert die Zugänglichkeit enger Räume. Das Risiko iatrogenen Schädens ist geringer, die Narben sind kleiner, und die Genesung erfolgt rascher.

4.2.7 Studien Humanmedizin: Indikationen am Kiefergelenk

Nadelarthroskopische Eingriffe am Kiefergelenk wurden in einer Studie (35) beschrieben.

In der Studie von Hossameldin und McCain (35) war das Ziel, die Wirksamkeit einer Kiefergelenksnadelarthroskopie in der Praxis zu evaluieren. Es wurde eine retrospektive Auswertung von 363 Patienten mit einer Kiefergelenkserkrankung durchgeführt. Bei diesen Patienten wurde ab Juli 2007 ein nadelarthroskopischer Eingriff am Kiefergelenk in der Praxis mit einem 1.2 mm Arthroskop durchgeführt. Im Zuge der Studie wurden die Verbesserung der schmerzfreien Bewegung des Unterkiefers, die Schmerzen bei Belastung sowie funktionelle Kieferschmerzen bewertet. Nach der arthroskopischen Lysis und Lavage des Kiefergelenks zeigten sich statistisch signifikante Verbesserungen bei Kiefergelenkschmerzen und -funktion sowie bei anderen Variablen. Die Nadelarthroskopie in der Praxis, hat sich als wirksames und sicheres Verfahren für die Behandlung von Kiefergelenksbeschwerden erwiesen.

4.2.8 Studien Humanmedizin: Indikation native Gelenke

Von dem Einsatz eines Nadelarthroskops in nativen Gelenken wurde in einer Studie (34) berichtet.

Stornebrink et al. (34) evaluierten die Durchführbarkeit der Nadelarthroskopie bei Verdacht auf bakterielle Arthritis in nativen Gelenken. Die Eingriffe wurden im Operationssaal, sowie in nicht sterilen Umgebungen, wie der Notaufnahme, durchgeführt. Es wurden elf Gelenke von zehn Patienten arthroskopiert. Die Arthroskopie führte in allen Fällen zu einem makroskopisch klaren Gelenk. Nach sorgfältiger Spülung war klare Kochsalzlösung sichtbar und keine Eiteransammlungen mehr vorhanden. Eine Umstellung auf eine Standardarthroskopie oder Arthrotomie war daher nicht erforderlich. In Lokalanästhesie konnten sieben Eingriffe am Patientenbett durchgeführt werden. Diese Eingriffe wurden gut toleriert, sodass eine Umstellung auf eine Vollnarkose nicht erforderlich war. Nur bei einem Patienten wurden mehrere Nadelarthroskopien durchgeführt, um ihn erfolgreich zu behandeln. Stornebrink et al. (34) zeigten, dass die Nadelarthroskopie hierfür ein praktikables Instrument ist.

4.3 Studien Veterinärmedizin

Insgesamt konnten 15 veterinärmedizinische Studien in diese Übersichtsarbeit inkludiert werden. Dabei wurde das Nadelarthroskop beim Hund in drei Studien am Ellbogengelenk (38–40), in einer Studie am Schultergelenk (11) sowie in einer Studie am Kniegelenk (14) beschrieben. Beim Pferd wurde es in einer Studie am Schultergelenk (41), in einer Studie am Kniegelenk (42), in drei Studien am Karpalgelenk (43–45), in einer Studie am Tarsalgelenk (46), in einer Studie am Fesselgelenk (47), in einer Studie an der Wirbelsäule (48) und in einer Studie am Kiefergelenk (49) beschrieben. Ebenso wurde es bereits im Rahmen einer Dissertation am Knie- und Ellbogengelenk (50) beim Hund angewendet. Eine Auflistung dieser Studien inklusive ihrer Indikationen in Stichworten ist aus nachfolgender Tabelle (Tab. 5) zu entnehmen.

Tab. 5: Inkludierte Studien Veterinärmedizin mit stichwortartiger Kurzbeschreibung der Indikation

	<u>Studie</u>	<u>Indikation Nadelarthroskop</u>
1.	Kadic DTN, Bonilla AG. 2020. Diagnostic needle arthroscopy of the tarsocrural joint in standing sedated horses. Vet Surg 49(3):445-454.	Diagnostische Nadelarthroskopie im Tarsalgelenk am stehenden Pferd
2.	Pérez-Nogués M, Vaughan B, Phillips KL, Galuppo LD. 2020. Evaluation of the caudal cervical articular process joints by using a needle arthroscope in standing horses. Vet Surg 49(3):463-471.	Diagnostische Nadelarthroskopie an der cervicalen Wirbelsäule am stehenden Pferd
3.	Evers JS, Kim SE, Johnson MD, Lazarus MA. 2022. Accuracy of needle arthroscopy for the diagnosis of medial meniscal tears in dogs with cranial cruciate ligament rupture. Vet Surg 52(6):820-826.	Diagnostische Nadelarthroskopie am Knie bei kranialer Kreuzbandruptur (CCLR) beim Hund
4.	von Pfeil DJF, Megliola S, Horstman C, Tan D, Glassman M. 2021. Comparison of classic and needle arthroscopy to diagnose canine medial shoulder instability: 31 cases. Can Vet J. 62(5):461-468.	Vergleich diagnostische Nadelarthroskopie vs. konventionelle Arthrooskopie an Schulter, um mediale Instabilität bei Hunden zu diagnostizieren
5.	Hersh-Boyle RA, Chou PY, Kapatkin AS, Spriet M, Filliquist B, Garcia TC, Marcellin-Little DJ. 2021. Comparison of needle arthroscopy, traditional arthroscopy, and computed tomography for the evaluation of medial coronoid disease in the canine elbow. Vet Surg 50Suppl 1:O116-O127.	Vergleich diagnostische Nadelarthroskopie vs. konventionelle Arthrooskopie vs. CT am Ellbogen zur Beurteilung einer Erkrankung des medialen Proc. coronoideus des Hundes
6.	Pouyet M, Bonilla AG. 2021. Diagnostic needle arthroscopy of the scapulohumeral joint in standing sedated horses. Vet Surg 50(1):29-37.	Diagnostische Nadelarthroskopie an der Schulter am stehenden Pferd

7.	Frisbie DD, Barrett MF, McIlwraith CW, Ullmer J. 2014. Diagnostic Stifle Joint Arthroscopy Using a Needle Arthroscope in Standing Horses. Vet Surg 43(1):12-8.	Diagnostische Nadelarthroskopie am Knie am stehenden Pferd
8.	Miagkoff L, Bonilla AG. 2020. Diagnostic tenoscopy of the carpal sheath with a needle arthroscope in standing sedated horses. Vet Surg 49Suppl 1:O38-O44.	Diagnostische Nadelarthroskopie im Karpalgelenk am stehenden Pferd
9.	Rüther L. 2021. Die Anwendung des Needle-Arthroskops als diagnostische Maßnahme bei Knie- und Ellbogengelenkserkrankungen des Hundes. Dissertation. Hannover: Tierärztliche Hochschule Hannover	Diagnostische Nadelarthroskopie am Knie und Ellbogen beim Hund
10.	Kadic DTN, Miagkoff L, Bonilla AG. 2020. Needle arthroscopy of the radiocarpal and middle carpal joints in standing sedated horses. Vet Surg 49(5):894-904.	Diagnostische Nadelarthroskopie im Karpalgelenk am stehenden Pferd
11.	Bonilla AG. 2019. Standing Needle Arthroscopy of the Metacarpophalangeal and Metatarsophalangeal Joint for Removal of Dorsal Osteochondral Fragmentation in 21 Horses. Vet Comp Orthop Traumatol 32(5):420-426.	Arthroskopische Entfernung von dorsalen osteochondralen Fragmenten im Fesselgelenk am stehenden Pferd
12.	Carmalt JL, Pimentel KL. 2022. The Equine Temporomandibular Joint: Comparisons Between Standard and Needle Arthroscopic Examination of Cadaver Specimens and Standing Horses. Front Vet Sci 26;9:876041.	Diagnostische Nadelarthroskopie des Kiefergelenks am stehenden Pferd
13.	Garnier P, Dekerle B, Vial J, Maurice E, Manassero M, Viateau V. 2023. Evaluation of a small-bore needle arthroscope for diagnosis and treatment of medial coronoid disease in dogs: a pilot study with short-term assessment. N Z Vet J 71(3):152-158.	Nadelarthroskopie am Ellbogen zur Diagnose und Behandlung einer Erkrankung des medialen Proc. coronoideus des Hundes
14.	Garnier P, Decambon A, Manassero M, Viateau V. 2022. Needle arthroscopy for exploration of the elbow joint: a case series of six dogs with preliminary cadaveric study. N Z Vet J 70(5):287-296	Diagnostische Nadelarthroskopie am Ellbogen des Hundes
15.	Märki N, Witte S, Kuchen S, Reichenbach S, Ramseyer A, Gerber V, Spadavecchia C. 2018. Safety of Intra-Articular Gold Microimplants in Horses—A Randomized, Blinded, Controlled Experimental Study. Journal of Equine Veterinary Science Volume 60 Pages 59-66.e2.	Diagnostische Nadelarthroskopie am Karpalgelenk zur Beurteilung des Gelenks von Pferden vor Behandlung und drei Monate danach

4.3.1 Evidenzkriterien der veterinärmedizinischen Studien

Nach der Einteilung in die Evidenzklassen präsentierte sich folgendes Ergebnis: Keine der inkludierten Studien erfüllte die Kriterien für eine Zuteilung in die Klassen „Platin“ oder „Gold“. Der Evidenzklasse „Silber“ konnte nur eine Studie (45) zugeordnet werden. Folgende Gründe erklären, warum diese Studie in die Silberklasse eingestuft werden kann. Die Studie von Märki et al. (45), welche die Sicherheit von Gold-Mikroimplantaten (Berlock-Micro-Implants) in equinen Karpalgelenken untersuchte, wurde als verblindete, randomisierte, kontrollierte, prospektive Studie konzipiert. Zudem inkludierte diese Nachuntersuchungen. Da die Behandlungszuordnung nicht geheim gehalten wurde und die Gruppengröße nur neun Patienten umfasst, ist eine Zuteilung zur Goldklasse nicht möglich. Die übrigen Studien konnten aufgrund ihrer Mängel im Studiendesign nur der Klasse „Bronze“ zugeteilt werden. In nachfolgender Tabelle (Tab. 6) wird dies veranschaulicht. Von den 15 inkludierten Studien besaß nur eine Studie ein retrospektives Studiendesign (11). Die restlichen 14 Publikationen wurden prospektiv aufgebaut.

In Fünf von 15 Studien fand eine Randomisierung statt (38, 43, 44, 45, 46). Kadic und Bonilla (46) untersuchten mittels Nadelarthroskop das Tarsocruralgelenk bei stehenden, sedierten Pferden. Sie nutzten in der *in-vivo* Phase ihrer Studie die Hilfe eines Softwarerandomizers (Excel 16.25 Microsoft, Washington, USA) zur Randomisierung. So wurde bei jedem Pferd die zu operierende Hintergliedmaße bestimmt. Am Ende führte die Randomisierung zu zwei Eingriffen an der linken Hintergliedmaße und vier Eingriffen an der rechten Hintergliedmaße. In Kadic et al. (44) sollte eine Technik für die diagnostische Nadelarthroskopie der radiokarpalen und mittleren Karpalgelenke am sedierten, stehenden Pferd entwickelt werden. Die Randomisierung der Gliedmaßen wurde ebenso mit einem Software Randomisierer (Excel 16.25 Microsoft, Washington, USA) durchgeführt. Es konnte damit eine Gleichverteilung von drei linken und drei rechten Karpalgelenken festgelegt werden. Ähnlich führten Hersh-Boyle et al. (38) die Randomisierung durch. Sie verglichen in ihrer Studie den diagnostischen Wert von Standbildern der Nadelarthroskopie, Standbildern der traditionellen Arthroskopie und der CT zur Diagnose von Pathologien am Processus coronoideus medialis (MCP). Die Standbilder der Nadelarthroskopie, sowie die Standbilder der traditionellen Arthroskopie, wurden in zufälliger Reihenfolge geprüft (www.randomizer.org). Im Zuge der Publikation von Märki et al. (45) wurde die Sicherheit von Gold-Mikroimplantaten (BMI = Berlock-Micro-Implants), welche mit Hyaluronsäure vermischt in das mittlere Karpalgelenk von neun gesunden Pferden injiziert wurden, mittels Nadelarthroskop untersucht. Nach dem Zufallsprinzip wurde einem Gelenk ein

Fläschchen BMI (enthielt 10 mg Gold) gemischt mit 2 ml Hyaluronsäure injiziert („behandelt“), während in das andere 2 ml Hyaluronsäure allein appliziert wurde („scheinbehandelt“). In Miagkoff und Bonilla (43) wurde eine zufällig ausgewählte Gliedmaße für den Eingriff herangezogen. Sie forschten in ihrer Studie am Einsatz des Nadelarthroskops zur diagnostischen Tenoskopie der Karpalsehnenscheide am stehenden Pferd.

Hinsichtlich der Verblindung konnten drei Studien (14, 38, 45) identifiziert werden, die dieses Kriterium erfüllen. Die Gutachter waren in Hersh-Boyle et al. (38) gegenüber den chirurgischen und klinischen Befunden verblindet. Alle Aufnahmen wurden anonymisiert. Für die Gutachter waren die Signalelemente der Hunde, die CT-Befunde, die chirurgischen Befunde, die arthroskopische Behandlung sowie die Befunde der anderen Gutachter unbekannt. Allerdings wiesen die exportierten Bilder der Nadelarthroskopie bzw. der traditionellen Arthroskopie, einen bemerkenswerten Unterschied in der Auflösung auf. Zudem war eine Kerbe sichtbar, welche klassischerweise bei abgewinkelten Arthroskopen auftritt. Demnach war es den Gutachtern hierbei nicht möglich, absolut blind zu sein. In der Publikation von Evers et al. (14) wurden die Nadelarthroskopie und die Standardarthroskopie von zwei unterschiedlichen Chirurgen durchgeführt. 26 Hunde wurden einer Nadelarthroskopie mit anschließender Standardarthroskopie unterzogen. Der Chirurg, der die Standardarthroskopie durchführte, war gegenüber den Befunden aus der Nadelarthroskopie verblindet. Märki et al. (45) lies Ultraschalluntersuchungen der Synovialschicht von einem Untersucher, welcher gegenüber der Behandlung verblindet waren, durchführen. Die Proben der Synovialflüssigkeit, sowie die Messung der Ergebnisse wurden ebenfalls von verblindeten Untersuchern überprüft. Zwei von den insgesamt 15 Studien (14, 38) wiesen Ausfälle auf. In Evers et al. (14) wurden von den ursprünglich 31 Hunden, welche anfangs in die Studie miteinbezogen wurden, fünf Hunde ($\approx 16\%$) ausgeschlossen. Es waren die ersten fünf Fälle, welche als „Pilotengruppe“ angesehen wurden und auf Grund von der subjektiv empfundenen Lernkurve exkludiert wurden. Bei den verbliebenen 26 Hunden war eine Nadelarthroskopie möglich. Auf Grund von mehrmaligen erfolglosen Versuchen das Nadelarthroskop einzuführen ($n = 3$) und weil keine geeigneten Standardarthroskopie Bilder ($n = 1$) verfügbar waren, wurden insgesamt vier ($\approx 15\%$) Gelenke aus der Studie von Hersh-Boyle et al. (38) ausgeschlossen. Am Ende blieben somit 27 Gelenke von 17 Hunden zur endgültigen statistischen Analyse übrig. In Drei von 15 Studien wurden keine Nachkontrollen am Patienten durchgeführt (38, 49, 50). In Hersh-Boyle et al. (38) wurde die Auswertung der Standbilder von den Standard- und Nadelarthroskopen, mindestens vier Wochen nach der ersten Auswertung, von zwei Gutachter wiederholt. Eine

Kontrollgruppe wurde in nur einer Studie (45) verwendet. In Märki et al. (45) wurde jedem der neun Pferde Gold-Mikroimplantate gemischt mit 2 ml Hyaluronsäure in ein mittleres Karpalgelenk injiziert. Während in ein anderes mittleres Karpalgelenk nur 2 ml Hyaluronsäure gespritzt wurde. Diese scheinbehandelte Gruppe diente somit als Kontrolle. Hinsichtlich der Gruppengröße wies die Studie von Rüther (50), welche im Rahmen einer Dissertation veröffentlicht wurde, mit 48 Patienten die höchste Zahl auf. Mit insgesamt nur sechs Patienten hatte die Studie von Pérez-Nogués et al. (48) die niedrigste Teilnehmeranzahl. Auch Kadic und Bonilla (46), Garnier et al. (39), Pouyet und Bonilla (41), Kadic et al. (44) und Miagkoff und Bonilla (43) hatten für die *in-vivo* Phase ihrer Studie nur sechs Patienten. Carmalt und Pimentel (49) sogar nur drei. Die Anzahl der Patienten in den übrigen Publikationen lag, bis auf die Studie von Märki et al. (45) mit einer Gruppengröße von exakt neun, insgesamt immer über zehn Teilnehmern.

Tab. 6: Evidenzkriterien und Evidenzklassen der Studien Veterinärmedizin

<i>Studie:</i>	<i>Fokus</i>	<i>Gruppengröße</i>	<i>Randomisierung</i>	<i>Verblindung</i>	<i>Behandlungszuordnung geheim</i>	<i>Nachkontrolle</i>	<i>Kontrollgruppe</i>	<i>Ausfälle</i>	<i>Evidenzklasse</i>
Kadic und Bonilla 2020	Tarsalgelenk	9 Phase 1: 3 Phase 2: 6	+	-	-	+	-	-	BRONZE
Pérez-Nogués et al. 2020	Wirbelsäule	6	-	-	-	+	-	-	BRONZE
Evers et al. 2022	Knie	26	-	+	-	+	-	+	BRONZE
Von Pfeil et al. 2021	Schulter	31 Gruppe CA: 14 Gruppe NA: 17	-	-	-	+	-	-	BRONZE
Hersh-Boyle et al. 2021	Ellbogen	17	+	+	-	-	-	+	BRONZE
Pouyet und Bonilla 2021	Schulter	10 Phase 1: 4 Phase 2: 6	-	-	-	+	-	-	BRONZE
Frisbie et al. 2014	Knie	14 Phase 1: 5 Phase 2: 6 Phase 3: 3	-	-	-	+	-	-	BRONZE
Miagkoff und Bonilla 2020	Karpalgelenk	9 Phase 1: 3 Phase 2: 6	+	-	-	+	-	-	BRONZE
Rüther 2021	Knie und Ellbogen	48 Knie: 30 Ellbogen: 18	-	-	-	-	-	-	BRONZE

Kadic et al. 2020	Karpalgelenk	9 Phase 1: 3 Phase 2: 6	+	-	-	+	-	-	BRONZE
Bonilla 2019	Fesselgelenk	21	-	-	-	+	-	-	BRONZE
Carmalt und Pimentel 2022	Kiefergelenk	17 Phase 1: 14 Phase 2: 3	-	-	-	-	-	-	BRONZE
Garnier et al. 2023	Ellbogen	25 Phase 1: 10 Phase 2: 15	-	-	-	+	-	-	BRONZE
Garnier et al. 2022	Ellbogen	12 Phase 1: 6 Phase 2: 6	-	-	-	+	-	-	BRONZE
Märki et al. 2018	Karpalgelenk	9	+	+	-	+	+	-	SILBER

CA = classic arthroscopy, NA = needle arthroscopy

4.3.2 Studien Veterinärmedizin: Indikationen am Kniegelenk

Nadelarthroskopische Eingriffe am Kniegelenk wurden in insgesamt zwei Studien (14, 42) beschrieben. Davon berichtet eine Studie von der Nadelarthroskopie am Pferd (42) und eine am Hund (14). Eine weitere Studie (50) beschreibt den Einsatz von einem Nadelarthroskop am caninen Knie- und Ellbogengelenk.

In Frisbie et al. (42) wurde der Einsatz eines 1.3 mm Arthroskop zur diagnostischen Untersuchung des Kniegelenks am stehenden Pferd erforscht. Die Studie wurde in drei Phasen aufgebaut. Der erste Teil bestand aus einer Kadaverstudie: fünf Gliedmaßen von Pferdekadavern mit intakten Kniegelenken wurden zur diagnostischen Arthroskopie verwendet. Das Sichtfeld war zwar kleiner als das des 4-mm-Arthroskops, dennoch konnte eine vollständige Untersuchung der Gelenke mit dem Nadelarthroskop problemlos durchgeführt werden. Phase 2 inkludierte sechs gesunde Pferde, bei denen die Kniegelenke sowohl in gestreckter als auch in gebeugter Stellung arthroskopiert wurden. Sowohl in Phase 1 als auch in Phase 2 wurde gleichzeitig eine Ultraschalluntersuchung durchgeführt, um den Umfang der diagnostischen Untersuchung zu bestätigen. In Phase 3 wurden drei Pferde mit Verdacht auf Kniegelenksverletzungen oder -erkrankungen, mit den in Phase 2 entwickelten Methoden, untersucht. Das Ergebnis der Studie war, dass sowohl bei den Kadavern als auch bei den lebendigen Pferden alle intraartikulären Strukturen, die eine vollständige arthroskopische Untersuchung ausmachen, identifiziert werden konnten. Zudem kam es zu keiner intra- oder postoperativen Morbidität. Bemerkenswert war, dass bei einem Pferd ein osteochondrales Fragment identifiziert wurde, welches weder im Ultraschall noch im Röntgenbild erkannt wurde. Frisbie et al. (42) konnten damit bestätigen, dass mit Hilfe eines Nadelarthroskops eine lückenlos diagnostische Untersuchung der drei Kompartimente des Kniegelenks durchgeführt werden kann. Einen Vergleich der Nadelarthroskopie (1.9 mm Durchmesser) mit der Standardarthroskopie (2.3 mm oder 2.7 mm Durchmesser) führten Evers et al. (14) durch. Ziel war es, mediale Meniskusrisse mittels Nadelarthroskop bei Hunden mit kranialer Kreuzbandruptur zu diagnostizieren. 26 Hunde, die für eine TPLO (Tibial Plateau Leveling Osteotomy) geplant waren, wurden in diese Studie miteinbezogen. Zuerst wurde eine Nadelarthroskopie und anschließend die Standardarthroskopie durchgeführt. Bei beiden Arthroskopien wurden die Zeit, die Sichtbarkeit auf die Menisken, die Möglichkeit die Menisken zu sondieren und das Vorhandensein von Meniskusrissen erfasst. Für die Diagnose medialer Meniskusrisse betrug die Sensitivität und Spezifität der Nadelarthroskopie 95 % bzw. 100 %. Die Menisken waren damit weniger gut sichtbar und der laterale Meniskus war schwieriger zu

sondieren, aber die Dauer des Verfahrens war kürzer. Evers et al. (14) schlussfolgerten, dass die Nadelarthroskopie bei Hunden mit kranialer Kreuzbandruptur schnell und mit geringer Morbidität durchgeführt werden kann und zudem eine hohe Genauigkeit beim Nachweis medialer Meniskusriss bietet. In der Dissertation von Rütger (50) wurde, im Rahmen einer klinischen Studie, die Nadelarthroskopie (1.2 mm Durchmesser) im Vergleich zur herkömmlichen Arthroskopie (2.4 mm Durchmesser) am Ellbogen- und Kniegelenk untersucht. 30 Hunde mit einer Kniegelenkslahmheit und 18 Hunde mit einer Ellbogenerkrankung wurden in die Studie miteinbezogen. Es zeigte sich, dass am Kniegelenk beide Arthroskope gleiche Ergebnisse bei der Begutachtung des Knorpels und der Einteilung des Grades von synovialen Entzündungen erbrachten. Die größten Unterschiede zeigten sich bei der Darstellung der Menisken, denn speziell die Darstellung des kaudalen Teils der Menisken war mit dem Nadelarthroskop klar begrenzt. An der Schulter erzielten beide Geräte bei der Beurteilung des Knorpelzustandes und der Klassifizierung des Entzündungsgrades der Synovia 100% übereinstimmende Ergebnisse. Der laterale Processus coronoideus konnte mit dem Nadelarthroskop über den gewählten Zugang in mehr als 90 % der Fälle nicht dargestellt und beurteilt werden. Die Darstellung war aber auch mit dem konventionellen Arthroskop eingeschränkt und belief sich auf nur 43 %. Insgesamt lieferte das Nadelarthroskop trotz seiner kleineren Optik im Vergleich zum konventionellen Arthroskop zufriedenstellende diagnostische Ergebnisse.

4.3.3 Studien Veterinärmedizin: Indikationen am Schultergelenk

In zwei Studien wurde ein Nadelarthroskop am Schultergelenk angewendet. Einmal an caninen (11) und einmal an equinen Schultergelenken (41).

In der retrospektiven Studie von Von Pfeil et al. (11) wurde zum ersten Mal bei Hunden mit medialer Schulterinstabilität die Operationszeit, die Anästhesiezeit und die Kosten verglichen, die mit der klassischen Arthroskopie beziehungsweise der Nadelarthroskopie verbunden sind. Bei insgesamt 31 Hunden wurde eine mediale Schulterinstabilität nachgewiesen. Für die Operationszeit wurden keine wesentlichen Abweichungen festgestellt, wohl aber für die Anästhesiezeit, welche bei der Nadelarthroskopie um 35 Minuten kürzer war. Auch die Rechnung betrug bei der Nadelarthroskopie um 38 % weniger. Komplikationen wurden bis zum Zeitpunkt der letzten Nachuntersuchung (durchschnittlich 12.4 Wochen nach dem Eingriff) nicht festgestellt. Laut Von Pfeil et al. (11) stellt die Nadelarthroskopie eine zuverlässige Technik zur Diagnose der medialen Schulterinstabilität bei Hunden dar.

In der Studie von Pouyet und Bonilla (41) wurde ein Arthroskop, mit einem Durchmesser von 1.2 mm, für eine diagnostische Nadelarthroskopie des equinen Schultergelenks im Stehen getestet. Die in zwei Phasen aufgeteilte Studie, untersuchte in Phase 1 (*ex-vivo*) die Durchführbarkeit der Technik über einen kraniolateralen Zugang. Die intraartikulären Strukturen des Schultergelenks konnten sowohl mit einem 4-mm Arthroskop als auch mit einem Nadelarthroskop begutachtet werden. Die Gelenksbeurteilung war mit beiden Arthroskopen ähnlich und ermöglichte eine vollständige Beurteilung der lateralen Hälfte des Humeruskopfes und des lateralen Glenoids. Die Technik wurde in Phase 2 an sechs gesunden, sedierten Pferden durchgeführt. Auch hier konnten die Gelenke erfolgreich erreicht werden. Die Sicht war bei allen Pferden für den zentrolateralen Bereich des Gelenks vollständig und für die kraniolateralen und kaudolateralen Strukturen entweder vollständig ($n = 3$) oder nur teilweise vollständig ($n = 3$). Der Eingriff fand schnell statt und wurde gut vertragen. Es traten keine postoperativen Komplikationen auf. Pouyet und Bonilla (41) kamen zu dem Entschluss, dass die beschriebene Technik einfach durchzuführen ist und sie eine direkte Untersuchung des Skapulohumeralgelenks ermöglicht. Dennoch war es aufgrund des stehenden Charakters der Technik nicht möglich, den medialen Anteil des Humeruskopfes und den größten Teil der Glenoidhöhle zu untersuchen.

4.3.4 Studien Veterinärmedizin: Indikationen am Ellbogengelenk

Insgesamt wurden drei Studien zu nadelarthroskopischen Eingriffen am caninen Ellbogengelenk veröffentlicht (38–40).

Hersh-Boyle et al. (38) evaluierten den diagnostischen Wert von Standbildern der Nadelarthroskopie, Standbildern der traditionellen Arthroskopie und der Computertomographie (CT), um Pathologien am Processus coronoideus medialis (MCP) festzustellen. In dieser prospektiven Studie wurden 17 Hunde, welche wegen einer Untersuchung auf eine Ellbogendysplasie vorstellig wurden, inkludiert. Unabhängig voneinander und in zufälliger Reihenfolge wurden für jeden Fall zwei Nadelarthroskopie und zwei traditionelle Arthroskopie Aufnahmen des MCP von 3 Chirurgen geprüft. Auch die CT Bilder wurden von einem Radiologen übergeprüft. Als Goldstandard wurden die chirurgischen Befunde der „Echtzeit Arthroskopie“ mit Palpation verwendet. Nadelarthroskopie -, Standardarthroskopie - und CT-Standbilder hatten in dieser Studie einen ähnlichen diagnostischen Wert für die Identifizierung von MCP-Fissuren. Interessant war, dass die Standbilder von der Standardarthroskopie der Nadelarthroskopie und der CT bei der

Erkennung von MCP-Fragmenten überlegen waren. Garnier et al. (39) beschrieben die Exploration des Ellbogengelenks bei Hunden mittels Nadelarthroskopie (1 mm Durchmesser). Sechs Hunde, welche an einer Lahmheit im Zusammenhang mit dem Ellbogen litten und eine Arthroskopie benötigten, wurden inkludiert. Die vorangegangenen CT Befunde dieser Hunde ließen sich mit einer Entwicklungsstörung des Ellbogens vereinbaren. Bevor die sechs erkrankten Hunde arthroskopiert wurden, wurde die Methode im Rahmen einer Kadaverstudie an sechs Vordergliedmaßen von gesunden adulten Hunden ausprobiert. Die Nadelarthroskopie ermöglichte die Inspektion aller Strukturen, bei denen das Risiko einer medialen bzw. kaudalen Kompartmenterkrankung besteht. Gelegentlich waren für den Eingriff mehrere Portale erforderlich. Bei vier der sechs zu behandelnden Hunden wurde festgestellt, dass die Exploration des Ellbogengelenks im klinischen Umfeld mit der von den Kadavergelenken vergleichbar ist. Eine Einschränkung der Technik war die geringere Sichtqualität der Nadelarthroskopie in 2/6 klinischen Fällen. Daher war eine Umstellung auf die Standardarthroskopie notwendig. Garnier et al. (39) schlussfolgerten deshalb, dass die Nadelarthroskopie eine geeignete Technik für die Diagnose und Beurteilung von Läsionen bei Entwicklungsstörungen des Ellenbogens ist. Durch die geringe Sichtqualität des 1 mm großen Endoskops und dem kleinen Durchmesser der Hülse, der den Flüssigkeitszufluss einschränkte, wurde eine vollständige Erkundung des Gelenks verhindert. Die Autoren empfahlen daher eine Verbesserung des Geräts.

In einer weiteren Studie von Garnier et al. (40) wurde ein Nadelarthroskop (1. 9 mm Durchmesser) für die Diagnose und Behandlung medialer Kompartmenterkrankungen mit MCP Fissur oder Fragmentierung beim Hund eingesetzt. Bei 15 Hunden, welche für diese Studie herangezogen wurde, zeigten die Ergebnisse der CT eine Erkrankung des medialen Koronoids mit zerklüftetem oder fragmentiertem medialen Processus coronoideus. Da die vorangegangene Kadaverstudie zeigte, dass die Nadelarthroskopie eine sichere Untersuchung aller Strukturen in den medialen und kaudalen Kompartimenten ermöglicht, kam dieses Verfahren bei 15 Hunden zum Einsatz. Bei allen Hunden war die Exploration des Ellbogens erfolgreich und die Entfernung osteochondraler Fragmente konnte ohne Umstellung auf die Standardarthroskopie durchgeführt werden. Es wurde ein zufriedenstellendes kurzfristiges klinisches Ergebnis erzielt. Daher ist die Nadelarthroskopie laut Garnier et al. (40) eine praktikable Technik zur Beurteilung und Behandlung von Ellbogenerkrankungen mit einer Fissur oder Fragmentation des Processus coronoideus.

4.3.5 Studien Veterinärmedizin: Indikationen am Karpal-, Tarsal- und Fesselgelenk

Von der Nadelarthroskopie am Karpalgelenk beim Pferd berichten insgesamt drei Studien (43–45). In einer weiteren Studie wurde ein Nadelarthroskop am Tarsalgelenk beim Pferd angewendet (46). Von Eingriffen am Metakarpophalangeal- und Metatarsophalangealgelenk beim Pferd mittels Nadelarthroskop berichtet eine Studie (47).

Eine nadelarthroskopische Tenoskopie der Karpalsehnenscheide an stehenden Pferden wurde von Miagkoff und Bonilla (43) beschrieben. In der *ex-vivo* Phase wurde an sechs toten Gliedmaßen eine Tenoskopie mit einem Nadelarthroskop (1.2 mm Durchmesser) durchgeführt. Danach fand eine Standardarthroskopie mit einem 4-mm Arthroskop über einen proximolateralen Zugang statt. In der *in-vivo* Phase wurde eine unilaterale nadelarthroskopische Tenoskopie und eine Standardarthroskopie an sechs sedierten, gesunden Pferden, wobei die zu operierende Gliedmaße in einem speziell angefertigten Splint in Flexion gehalten wurden, durchgeführt. Mit dem 4-mm Arthroskop sowie mit dem Nadelarthroskop konnte eine umfassende Betrachtung der proximalen Region der Karpalsehnenscheide sowohl bei den Kadavern als auch an den stehenden Pferden (6/6) erreicht werden. Im Vergleich zum Standardarthroskop war die Sichtbarkeit im distalen Bereich der Sehnenscheide mit den Nadelarthroskopen nicht gegeben. Bei vier von sechs Pferden war auf Grund der verbleibenden Spannung am stehenden Pferd nur eine bedingte Sicht auf die Rezessi möglich. Miagkoff und Bonilla (43) kamen daher zu dem Fazit, dass die Tenoskopie der Karpalsehnenscheide im Stehen eine sichere und gründliche Beurteilung der meisten Strukturen im proximalen Bereich der Sehnenscheide zulässt. Eine diagnostische Nadelarthroskopie der radiokarpalen und mittleren Karpalgelenke, bei sedierten Pferden im Stehen, wurde in Kadic et al. (44) durchgeführt. In der zweiphasigen Studie wurde die Nadelarthroskopie zuerst an den Karpalgelenken von sechs toten Vordergliedmaßen getestet. Anschließend wurde das Verfahren in Phase 2 an lebenden Tieren überprüft. Das Gelenk wurde mit einem speziell angefertigten Splint in Flexion gehalten. Im Vergleich zu Phase 1, wo die Nadelarthroskopie eine gründliche Beurteilung der dorsalen und palmaren Rezessi beider Gelenke ermöglichte, konnte in Phase 2 das mittlere Karpalgelenk aufgrund von Bewegung nur bei drei von sechs Pferden untersucht werden. Eine Arthroskopie des Radiokarpalgelenks konnte bei allen durchgeführt werden. Die Technik wies als Komplikation leichte iatrogene Knorpelschäden und leichte Hämarthrosen auf. Laut Kadic et al. (44) ist die Nadelarthroskopie im Stehen eine gute Methode zur gründlichen Beurteilung des dorsalen Bereichs beider Gelenke. Limitierend muss jedoch die eingeschränkte Beurteilung von nur 3 von 6 mittleren

Karpalgelenken, aufgrund von Bewegung, genannt werden. Eine Studie zur Applikation von Goldmikroimplantaten (Berlock-Micro-Implants) in equine mittlere Karpalgelenke wurde von Märki et al. (45) durchgeführt. Märki et al. (45) überprüften mittels einem 1.2-mm Nadelarthroskop die Sicherheit der Goldmikroimplantaten. Eine diagnostische Nadelarthroskopie wurde einmal direkt vor der Injektion und 3 Monate danach durchgeführt. Nach dem Zufallsprinzip wurde einem Karpalgelenk ein Fläschchen mit Goldmikroimplantaten (10 mg Gold) gemischt mit 2 ml Hyaluronsäure injiziert, während in das andere 2 ml Hyaluronsäure allein injiziert wurden. In der ersten Woche nach der Nadelarthroskopie wurde sowohl bei den behandelten als auch bei den scheinbehandelten Patienten auf eine Lahmheit, Temperaturanstieg, Schwellung und Reaktion auf die Palpation des Gelenks geachtet. In den behandelten Gelenken wurden an Tag 4, am Orientierungspunkt 3 (der dem dorsalen Aspekt des mittleren Handwurzelknochens entspricht) höhere nozizeptiven Schwellenwerte gefunden. Da in dieser Studie keine systemischen oder lokalen Nebenwirkungen der Goldmikroimplantate festgestellt wurden, kamen Märki et al. (45) zu dem Entschluss, dass diese vielversprechenden Ergebnisse für weitere künftige klinische Studien sprechen. Kadic und Bonilla (46) führten eine Studie zur Entwicklung und Bewertung einer diagnostischen Nadelarthroskopie am Tarsocruralgelenk bei stehenden, sedierten Pferden durch. Die Studie wurde zweiphasig aufgebaut. In der *ex-vivo* Phase wurden sechs Tarsocruralgelenke mit einem 1.2 mm Nadelarthroskop untersucht. Die Tauglichkeit des Nadelarthroskops und der Grad der Gelenkvisualisierung wurden bewertet. In der *in-vivo* Phase wurde das Verfahren an sechs stehenden, gesunden Pferden untersucht. Zur Aufrechterhaltung der Gelenkflexion wurden ein maßgefertigter Splint und ein Sockel verwendet. In beiden Phasen war eine gründliche Beurteilung der dorsalen intraartikulären Strukturen des Tarsocruralgelenks über dorsomediale und dorsolaterale Zugänge möglich. Insgesamt war der Eingriff schnell durchführbar und wurde von allen Pferden gut toleriert. Eine verringerte Bewegung (2/6) und Hämarthrosen (3/6 Pferde) traten als Komplikationen auf. Die Autoren konnten mit der diagnostischen Nadelarthroskopie im Stehen die dorsalen Bereiche des Gelenks gründlich untersuchen, ohne dass eine Vollnarkose in Kauf genommen werden mussten. Letztendlich muss erwähnt werden, dass durch das versehentliche Punktieren des dorsomedialen Gefäßsystems mit der Kanüle und dem Obturator eine erhebliche Hämarthrose hervorgerufen wurde. In Bonilla (47) wurden osteochondrale Fragmente des Metakarpophalangeal- und Metatarsophalangealgelenks bei 21 Pferden entfernt. Sie stammten bei 18 Pferden (24 Gelenke) vom proximalen Rand der ersten Phalanx, bei zwei Pferden (zwei Gelenke) aus der Plica synovialis und bei einem Pferd (ein Gelenk) schwamm das Fragment frei herum.

Insgesamt waren 15 Pferde einseitig und sechs beidseitig betroffen. Durch die Nadelarthroskopie waren alle Gelenkstrukturen im dorsalen Rezessus sichtbar. Während des Eingriffs traten nur minimale Komplikationen auf und die Operationszeit betrug bei den meisten Patienten 15 bis 20 Minuten. Es konnten erfolgreich alle dorsalen Fragmente entfernt werden.

4.3.6 Studien Veterinärmedizin: Indikationen an der Wirbelsäule

Nadelarthroskopische Eingriffe an der equinen Wirbelsäule wurden in einer Studie durchgeführt (48).

Pérez-Nogués et al. (48) erforschten die Sicherheit und Wirksamkeit der Nadelarthroskopie von kaudalen zervikalen Gelenkfortsätzen (C5-C7) bei stehenden, sedierten Pferden. Sechs Pferde wurden in zwei Gruppen aufgeteilt, wobei drei Pferde einer beidseitigen arthroskopischen Untersuchung der Gelenkfortsätze an C5-C6 und drei Pferde einer beidseitigen arthroskopischen Untersuchung der Gelenkfortsätze an C6-C7 unterzogen wurden. Die Instrumente wurden ultraschallgeführt in die gewünschte Region eingeführt, ohne das Gelenk zu dilatieren. Es wurden alle zwölf Gelenkfortsätze erfolgreich erforscht. Ein kraniodorsaler Zugang zur Einführung des Arthroskops ermöglichte ebenso die Beurteilung des kranialsten Bereich der Knorpeloberfläche. Die Triangulation mit einer Spinalnadel erwies sich als problematisch und führte zu einem eingeschränkten Bewegungsspielraum.

4.3.7 Studien Veterinärmedizin: Indikationen am Kiefergelenk

In einer Studie von Carmalt und Pimentel (49) wird der Einsatz von Nadelarthroskopie am equinen Kiefergelenk beschrieben.

Im Rahmen der Studie von Carmalt und Pimentel (49) wurde die Nadelarthroskopie und die Standardarthroskopie zur Untersuchung der Kiefergelenkskompartimente von Pferden, an Kadavern und stehenden Pferden, gegenübergestellt. Die zweiphasige Studie untersuchte zuerst die Gelenkkompartimente beider Kiefergelenke an 14 toten Pferdeköpfen über ein kaudales Arthroskopieportal. Als erstes wurden diese mit einem Nadelarthroskop begutachtet und daraufhin fand die Untersuchung mit einem 2.5 mm Arthroskopiesystem statt. An die *ex-vivo* Phase schloss die *in-vivo* Phase an, wofür drei gesunde Pferde untersucht wurden. Sowohl die rostralen als auch die kaudalen Bereiche des Diskostemporalgelenks und des Diskomandibulargelenks beider Kiefergelenke wurden unter Sedierung und Analgesie erfolgreich erforscht.

5 Diskussion

Das Ziel dieser Diplomarbeit war es, eine systematische Literaturübersicht über die bereits beschriebenen Indikationen der Nadelarthroskopie zu erarbeiten. Um die Qualität der Publikationen zu beurteilen, wurden diese zusätzlich in die Evidenzklassen nach Santesso et al. (6) untergliedert.

In dem Großteil der hier inkludierten Studien wurde das Nadelarthroskop für eine diagnostische Arthroskopie verwendet. Hierfür stellte es sich als eine äußerst effektive und komplikationsarme Untersuchungsmethode von intra- und extraartikulärer Regionen heraus. In der Humanmedizin wurde das Nadelarthroskop als diagnostische Untersuchungsmethode am häufigsten am Knie, der Schulter und dem Sprunggelenk angewendet. Als diagnostisches Hilfsmittel wurde es in der Veterinärmedizin hauptsächlich am Karpal-, Schulter- und Ellbogengelenk beschrieben. Gelenke, wie beispielsweise das Ellbogengelenk, bereiten in der Regel viele orthopädische Probleme und wurden in der Vergangenheit bereits häufig mittels Standardarthroskop untersucht, weshalb vermutlich gerade an diesen mit dem Nadelarthroskop geforscht wurde.

Zu den größten Vorteilen der diagnostischen Nadelarthroskopie zählen mit Sicherheit der noch minimalinvasivere Charakter, die kürzeren Eingriffe, die Möglichkeit eine sofortige Diagnose zu stellen sowie das Umgehen einer Vollnarkose bei Menschen und Pferden. Beim Hund wurde in zwei Studien eine Sedierung vor der Nadelarthroskopie durchgeführt (14, 38). Während sich in zwei weiteren Studien bewusst gegen eine Sedierung und für eine Vollnarkose entschieden wurde, um die gegebenenfalls notwendige Umstellung auf eine Standardarthroskopie zu erleichtern (39, 40). Sind die Tiere nicht ausreichend sediert, dürfte ein möglicher erhöhter Muskeltonus Probleme bereiten, denn dieser könnte sich negativ auf die Positionierung der Tiere und die vollständige Ausdehnung der Gelenke auswirken (38). Es ist noch nicht genügend ausgeforscht, ob eine Sedierung, anstelle einer Vollnarkose, für die Nadelarthroskopie ausreichend wäre (14). Ob beim Hund in Zukunft nur eine Sedierung in Frage kommt ist daher noch zweifelhaft. Das Ersetzen der Vollnarkose durch eine Sedierung bei der Nadelarthroskopie am Hund könnte jedoch die Kosten und die Verfahrensdauer weiter reduzieren (11). Beim Pferd können die Eingriffe bereits unter Sedierung im Stehen vorgenommen werden. Eine Methode, die in der Pferdechirurgie bereits etabliert ist, was vermutlich die hohe Anzahl an Publikationen erklärt. Jedoch darf nicht außer Acht gelassen werden, dass der stehende Charakter auch Komplikationen mit sich bringt. Bei den Pferden

wurde als Komplikation beispielsweise von Hämarthrosen aufgrund von Bewegung während des Eingriffs, sowie einer erhöhten verbleibenden Spannung der Gliedmaße während der Arthroskopie, berichtet (43, 44, 46).

Einige human- und veterinärmedizinische Studien verglichen die diagnostische Standardarthroskopie mit der Nadelarthroskopie. Publikationen wie Gill et al. (16) aus der Humanmedizin oder Hersh-Boyle et al. (38) aus der Veterinärmedizin verglichen zusätzlich noch ein weiteres diagnostisches Verfahren wie die CT oder die MRT. Insgesamt wurde von Vorteilen gegenüber der MRT sowie der konventionellen Arthroskopie berichtet. Vieles deutet darauf hin, dass die Nadelarthroskopie die MRT ergänzen oder in einigen Fällen sogar ersetzen kann.

Als Instrument zur Entnahme von synovialen Biopsien wurde das Nadelarthroskop in drei humanmedizinischen Studien verwendet (17, 19, 31). Für eine makroskopische Beurteilung des Gelenks, um eine geeignete Biopsiestelle zu bestimmen sowie die den Grad einer synovialen Entzündung zu ermitteln, kann ein Nadelarthroskop indiziert sein. Das Instrument erwies sich als schnelle und komplikationslose Methode zur Gewinnung von synovialen Biopsien. Es konnte keine veterinärmedizinische Publikation gefunden werden, die ein Nadelarthroskop zur Entnahme von synovialen Gewebe anwendete. Der Grund dafür könnte sein, dass das Nadelarthroskop in der Tiermedizin generell noch sehr wenig verbreitet ist. In diesem Zusammenhang fiel bei der Aufarbeitung der Studien ebenfalls auf, dass das Nadelarthroskop für therapeutische Indikationen bis dato nur von einer kleinen Anzahl Pioniergruppen beschrieben wurde. In der Humanmedizin wurde das Nadelarthroskop in neun von den 21 inkludierten Studien zu therapeutischen Zwecken genutzt, dies entspricht $\approx 43\%$. Im Vergleich dazu wurde in nur zwei von 15 Studien ($\approx 13\%$) der veterinärmedizinischen Studien ein Nadelarthroskop therapeutisch angewendet. Auch hier lässt sich erneut schlussfolgern, dass diese Zahlen auf der Unbekanntheit des Nadelarthroskops basieren.

Beim Vergleich der human- und veterinärmedizinischen Studien konnte eine ähnliche Indikation für das Nadelarthroskop gefunden werden. In der Veterinärmedizin forschte Evers et al. (14) an der Genauigkeit der diagnostischen Nadelarthroskopie für die Diagnose von medialen Meniskusrissen bei Hunden. Auch in der Humanmedizin wurde eine vergleichbare Studie von Deirmengian et al. (22) publiziert. Die Publikation überprüfte die Anwendung eines Nadelarthroskops, im Vergleich mit der MRT, zur Diagnose von intraartikulärer Kniepathologien. Beide Studien kamen jedoch zu demselben Ergebnis. Die Nadelarthroskopie

war in Deirmengian et al. (22) genauer als die MRT bei der Diagnose von Meniskusrissen. Auch in Evers et al. (14) wies die Nadelarthroskopie eine fast 100%ige Sensitivität und Spezifität zur Diagnose von medialen Meniskusrissen auf. Der Grund hierfür könnte die bessere Zugänglichkeit bei Platzknappheit im Gelenk, sowie die direkte Visualisierung der intraartikulären Pathologien sein (0° Optik). Daher handelt es sich um eine aussichtsreiche, minimalinvasive diagnostische Methode bei der Fragestellung, ob ein medialer Meniskusriss vorliegt.

Ebenfalls befassten sich humanmedizinische und veterinärmedizinische Wissenschaftler mit den Kosten. So zeigte sich, dass die Kosten für eine Nadelarthroskopie, im Vergleich zur Standardarthroskopie, geringer ausfallen (11, 21). Gründe dafür sind unter anderem die verkürzte Eingriffszeit sowie die kürzere Narkosedauer. Allerdings muss ebenso beachtet werden, dass es sich bei Geräten wie dem NanoScope™ um Produkte für den Einmalgebrauch handelt und daher nicht wiederverwendet werden können.

Die hier inkludierten Studien berichteten größtenteils über positive Erfahrungen mit dem Nadelarthroskop. Kritisch äußerten sich Lopes et al. (30). Sie verglichen das Nadelarthroskop mit dem Standardarthroskop bei der Indikation chronische Sprunggelenksinstabilität beim Menschen. Es sollte eine nadelarthroskopische anatomische Rekonstruktion des lateralen Knöchels stattfinden, welche allerdings nicht möglich war. Als Gründe dafür wurden die schlechte Auflösung, das Fehlen einer distalen Schräge sowie das 120° Blickfeld beim NanoScope™ genannt. Laut Lopes et al. (30) ist die Nadelarthroskopie in erster Linie eine Alternative zur MRT und „second look“ Arthroskopie. Vermutlich resultieren diese Ergebnisse in der Unerfahrenheit mit dem Umgang des Nadelarthroskops.

Limitierend ist zu sagen, dass die Evidenzlage zurzeit unzureichend und zudem von mangelnder Qualität ist. Obwohl die Publikationen teilweise qualitativ hochwertig sind, fehlte es vor allem an Kontrollgruppen und Teilnehmerzahlen. Mit Ausnahme auf ein paar bisher publizierte Studien, ist die Teilnehmergröße durchwegs zu klein, sodass diese Arbeiten keine hohe Aussagekraft besitzen. Zudem wurde in einigen Studien nicht auf die Varianz innerhalb der Patientenpopulation geachtet. Beispielsweise beschränkte Evers et al. (14) ihre Studienpopulation nur auf mittelgroße Hunde mit vollständiger kranialer Kreuzbandverletzung vor chirurgischer Stabilisierung. Daher könnte es sein, dass ihre Ergebnisse nicht für andere klinische Szenarien adaptierbar sind. Zusätzlich wurden die Eingriffe in einigen Studien nur von ein oder zwei Chirurgen durchgeführt. Da die Nadelarthroskopie mit einer Lernkurve

verbunden ist, ist dies ebenfalls als limitierender Faktor zu nennen. Die chirurgische Kompetenz der Chirurgen kann ebenso variieren. Die Notwendigkeit neue Handgriffe und operative Abläufe zu erlernen, um den neuen Eigenschaften des Nadelarthroskops gerecht zu werden, kann gerade am Anfang mit einem erhöhten Risiko von iatrogenen Verletzungen verbunden sein. Daher sollten auch *ex-vivo* Studien in die Entwicklung neuer nadelarthroskopischer Techniken einfließen. Interessant wären ebenfalls Studien, welche die Gesamtanzahl an iatrogenen Knorpelschäden, die bei der Standard- bzw. Nadelarthroskopie entstehen, miteinander vergleichen. Durch den deutlich geringeren Durchmesser des Nadelarthroskops, wäre es denkbar, dass dieses insgesamt weniger Knorpelschäden verursacht. Dies wäre ein großer Vorteil der Nadelarthroskopie.

Insgesamt zeigt diese Übersichtsarbeit, dass die Nadelarthroskopie in der Human- und vor allem in der Veterinärmedizin kaum etabliert ist und deshalb noch wenig beschrieben wurde. Das Nadelarthroskop kann zur Diagnosestellung und bei ausgewählten therapeutischen Indikationen zu positiven Ergebnissen führen. Auch wenn das Nadelarthroskop bereits einige nennenswerte Fortschritte mit sich gebracht hat, ist weitere Forschung notwendig. Die Wirksamkeit, die Sicherheit und die Kosten der Nadelarthroskopie sollten weiter untersucht werden. Die zukünftigen wissenschaftlichen Arbeiten benötigen zudem einen prospektiven, randomisierten, verblindeten und kontrollierten Charakter, um standhafte und vergleichbare Ergebnisse zu liefern. Zudem sollte an weiteren Indikationen geforscht werden. Aus veterinärmedizinischer Sicht wären einerseits weitere Publikationen im Bereich der Pferdechirurgie interessant, da der Eingriff bereits erfolgreich am stehenden, sedierten Pferd angewendet werden konnte. Somit muss keine Vollnarkose und die damit verbundenen Kosten und Risiken in Kauf genommen werden. Andererseits sollten auch Studien an weiteren, vor allem kleineren, Tierarten in Betracht gezogen werden. Durch den geringen Durchmesser des Nadelarthroskops, kann der Zugang zu kleinen Gelenken noch leichter erfolgen. Aus kleintierchirurgischer Sicht wären daher vor allem nadelarthroskopische Eingriffe an Katzen von großem Interesse.

Abschließend ist zu sagen, dass es wünschenswert wäre, wenn die Indikationen für diagnostische und vor allem therapeutische Nadelarthroskopien in der Human- und Veterinärmedizin weiter ausgebaut werden und diese zukünftig durch noch hochwertigere Studien wahrheitsgetreue und evidenzbasierte Ergebnisse liefern können.

6 Zusammenfassung

In der Humanmedizin ist die Arthroskopie erstmalig 1918 beschrieben worden und seitdem ein fester Bestandteil der Orthopädie. In den letzten Jahrzehnten gab es viele Innovationen auf dem Gebiet der minimalinvasiven Orthopädie. Einer dieser Innovationen ist das Nadelarthroskop. Der Umfang dieser Instrumente beträgt < 2 mm, wodurch die Möglichkeiten von minimalinvasiven Eingriffen neugestaltet wurden.

Das Ziel dieser Arbeit war es daher festzustellen, welche Indikationen für die Nadelarthroskopie in der Human- und Veterinärmedizin in der Literatur bereits beschrieben wurden. Es wurde eine systematische Literaturrecherche nach Prisma Richtlinien in Onlinedatenbanken wie Pubmed, Science direct und Google Scholar und in veterinärmedizinischen Universitätsbibliotheken durchgeführt. Die Studien wurden anschließend nach den Kriterien der Cochrane Musculoskeletal Group (Santesso et al. 2006) in Evidenzklassen eingeteilt.

Insgesamt konnten 36 Publikationen, welche in dem Zeitraum September 2010 – September 2023 veröffentlicht wurden, in diese Übersichtsarbeit inkludiert werden. Dabei konnten 21 Studien der Humanmedizin und 15 Studien der Veterinärmedizin zugeteilt werden. Ihrem Studiendesgin entsprechend, konnten nur 3 Arbeiten die Kriterien für die Einstufung in die Evidenzklasse „Silber“ erfüllen. Die Nadelarthroskopie stellte sich in nahezu allen eingeschlossenen Studien als eine äußerst effektive und komplikationsarme intraartikuläre Untersuchungsmethode dar. Die häufigste Indikation war eine diagnostische Arthroskopie. Therapeutische Indikationen wurden bisher nur von wenigen Vorreitergruppen erforscht, doch auch hier erwies es sich als ein vielversprechendes Instrument.

Bei tierischen und menschlichen Patienten mit muskuloskelettalen Beschwerden kann die Nadelarthroskopie die Diagnosestellung verbessern. Über therapeutische Indikationen ist, vor allem in der Tiermedizin, noch nicht viel Literatur vorhanden. Allerdings soll sie in der Humanmedizin Vorteile gegenüber der konventionellen Arthroskopie bieten. Generell ist die Verfügbarkeit von wissenschaftlichen Arbeiten noch zu gering sowie von wenig aussagekräftiger Qualität, daher sind weitere Studien unbedingt notwendig.

7 Abstract

In 1918 arthroscopy was first documented in human medicine in and has been a permanent component of orthopedics ever since. In the recent decades, there have been many innovations in the field of minimally invasive orthopedics. One of these innovations is the needle arthroscope. Needle arthroscopes are very small arthroscopes. The diameter of these instruments is under 2 mm, which has reshaped the possibilities of minimally invasive procedures.

This review attempts to determine which indications for needle arthroscopy in human and veterinary medicine have already been described in the literature. Using different search engines such as Pubmed, Science direct, Google Scholar and the local veterinary university libraries catalogues, a systematic literature search was performed. The studies were then classified into evidence classes according to the criteria of the Cochrane Musculoskeletal Group (Santesso et al. 2006).

A total of 36 publications published between September 2010 and September 2023 were included in this review. Of these, 21 studies could be assigned to human medicine and 15 studies to veterinary medicine. Only 3 papers met the criteria for classification to the "silver" evidence class. Needle arthroscopy proved to be an effective intraarticular examination method in the included studies. The most frequently indication was the diagnostic arthroscopy. So far, therapeutic indications have only been researched by a few pioneers, here it could also be a promising tool.

Needle arthroscopy can improve the diagnosis of both animal and human patients with musculoskeletal complaints. There are only a few literatures available on therapeutic indications, especially in veterinary medicine. However, it is argued that it does provide advantages over conventional arthroscopy in human medicine. In general, the amount of available literature is still too small and not of sufficient quality, so further scientific work is essential.

8 Literaturverzeichnis

1. Jackson RW. A history of arthroscopy. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*. 2010; 26(1):91–103.
2. Beale B, Hulse DA, Schulz KS, Whitney WO. *Small animal arthroscopy*. Philadelphia, Pa.: Saunders; 2003.
3. Burt J, Smith V, Gee CW, Clarke J, Hall AJ. The role of outpatient needle arthroscopy in the diagnosis and management of musculoskeletal complaints: A systematic review of the Arthrex NanoScope. *The Knee*. 2023; 42:246–57.
4. Stornebrink T, Emanuel KS, Shimozone Y, Karlsson J, Kennedy JG, Kerkhoffs GMMJ. A change in scope: redefining minimally invasive. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. 2020; 28(10):3064–5.
5. Piermattei DL, Flo GL, DeCamp CE, Brinker WO. Brinker, Piermattei, and Flo's handbook of small animal orthopedics and fracture repair. Fourth Edition. St. Louis, Missouri: Saunders Elsevier; 2006.
6. Santesso N, Maxwell L, Tugwell PS, Buchbinder R, Johnston R. Evidence Based Chiropractic Care: Systematic Reviews from the Cochrane Musculoskeletal Group. *J Can Chiropr Assoc*. 2006; (50):238–43.
7. Freeman LJ. *Veterinary Endosurgery*. California: Mosby; 1999.
8. Welch Fossum T. *Chirurgie der Kleintiere*. 2. Aufl. München: Elsevier; 2007.
9. Jackson RW. The introduction of arthroscopy to North America. *Clinical Orthopaedics and Related Research*. 2000; 374:183–6.
10. Quinn R, Lang SD, Gilmer BB. Diagnostic needle arthroscopy and partial medial meniscectomy using small bore needle arthroscopy. *Arthroscopy Techniques*. 2020; 9(5):e645–50.
11. Von Pfeil DJF, Megliola S, Horstman CL, Tan D, Glassman M. Comparison of classic and needle arthroscopy to diagnose canine medial shoulder instability: 31 cases. *Can Vet J*. 2021; 62(5):461–468.
12. Arthrex. 2022 [zitiert 20. November 2023]. Verfügbar unter: https://www.arthrex.com/de/weiterfuehrende-informationen/LB2-000383-de-DE/nanoarthroskopie?referringteam=imaging_resection
13. McMillan S, Saini S, Alyea E, Ford E. Office-Based Needle Arthroscopy: a standardized diagnostic approach to the knee. *Arthroscopy Techniques*. 2017; 6(4):e1119–24.
14. Evers JS, Kim SE, Johnson M, Lazarus MA. Accuracy of needle arthroscopy for the diagnosis of medial meniscal tears in dogs with cranial cruciate ligament rupture. *Veterinary Surgery*. 2022; 52(6):820–6.

15. PRISMA: Transparent Reporting of Systematic Reviews and Meta-Analysis. 2020 [zitiert 11. November 2023]. Verfügbar unter: <http://www.prisma-statement.org/?AspxAutoDetectCookieSupport=1>
16. Gill TJ, Safran MR, Mandelbaum BR, Huber B, Gambardella RA, Xerogeanes JW. A prospective, blinded, multicenter clinical trial to compare the efficacy, accuracy, and safety of In-Office diagnostic arthroscopy with magnetic resonance imaging and surgical diagnostic arthroscopy. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*. 2018; 34(8):2429–35.
17. De Groof A, Ducreux J, Humby F, Toukap AN, Badot V, Pitzalis C, u. a. Higher expression of TNFA-induced genes in the synovium of patients with early rheumatoid arthritis correlates with disease activity, and predicts absence of response to first line therapy. *Arthritis Research & Therapy*. 2016; 18(1):19.
18. Annibaldi A, Monaco E, Daggett M, Carrozzo A, Mazza D, Previ L, u. a. In-office needle arthroscopic assessment after primary ACL repair: Short-term results in 15 patients. *Journal of Experimental Orthopaedics*. 2022; 9(1):89.
19. Andreozzi V, Monaco E, Garufi C, Spinelli FR, Rossi G, Dagget M, u. a. In-Office needle arthroscopic synovial biopsy is an effective diagnostic tool in patients with inflammatory arthritis. *Arthroscopy, Sports Medicine, and Rehabilitation*. 2022; 4(6):e2099–106.
20. Di Bartola AC, Rogers A, Kurzweil P, Knopp MV, Flanigan DC. In-Office needle arthroscopy can evaluate meniscus tear repair healing as an alternative to magnetic resonance imaging. *Arthroscopy, Sports Medicine, and Rehabilitation*. 2021; 3(6):e1755–60.
21. Munn D, Burt J, Gee CW, McLaren CK, Clarke J, Hall AJ. Moving orthopaedic procedures out of the operating theatre: outpatient needle arthroscopy can reduce cost & waste, and increase inpatient capacity compared to conventional knee arthroscopy. *The Knee*. 2023; 42:143–52.
22. Deirmengian C, Dines JS, Vernace JV, Schwartz MS, Creighton RA, Gladstone J. Use of a Small-Bore Needle Arthroscope to diagnose Intra-Articular Knee Pathology: comparison with Magnetic Resonance Imaging. *The American journal of orthopedics*. 2018; 47(2).
23. Chowdhury A, Gibson C, Nicholls AJ, MacLeod I, Colaco H. Diagnostic Needle Arthroscopy of the shoulder: a validation study. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*. 2023; 11(8).
24. Rosso C, Grezda K, Heuberger PR. Long head of the biceps intra-articular tenotomy using needle Arthroscopy under local anesthesia: Preliminary results and Technical note. *Journal of Experimental Orthopaedics*. 2022; 9(1).
25. Atoun E, Horneff JG, Levy O, Stanwood W, Verma NN, Abboud JA. Needle-Based Arthroscopic Transosseous Rotator Cuff Repair: A Short-Term Outcomes Analysis. *Cureus*. 2021; 13(2):e13595.
26. DeClouette B, Birnbaum A, Campbell H, Bi AS, Lin CC, Struhl S. Needle arthroscopy demonstrates high sensitivity and specificity for diagnosing Intra-Articular shoulder and Knee pathology. *Cureus*. 2022; 14(12):e33189.

27. McMillan S, Chhabra A, Hassebrock JD, Ford E, Amin NH. Risks and complications associated with intra-articular arthroscopy of the knee and shoulder in an office setting. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*. 2019; 7(9):232596711986984.
28. Stornebrink T, Stufkens SAS, Mercer NP, Kennedy JG, Kerkhoffs GMMJ. Can bedside needle arthroscopy of the ankle be an accurate option for intra-articular delivery of injectable agents? *World journal of orthopedics*. 2022; 13(1):78–86.
29. Mercer NP, Samsonov AP, Dankert JF, Gianakos AL, Stornebrink T, Delmonte R, u. a. Improved clinical outcomes and patient satisfaction of In-Office needle arthroscopy for the treatment of posterior ankle impingement. *Arthroscopy, Sports Medicine, and Rehabilitation*. 2022; 4(2):e629–38.
30. Lopes R, Noailles T, Padiolleau G, Bouguennec N, Vieira TD. Needle arthroscopy in anatomical reconstruction of the lateral ankle: A report of three cases with a parallel comparison to the standard arthroscopy procedure. *Journal of Experimental Orthopaedics*. 2022; 9(1):75.
31. Fiechter RH, De Jong HM, Van Mens LJJ, Fluri IA, Tas SW, Baeten D, u. a. IL-12P40/IL-23P40 blockade with ustekinumab decreases the synovial inflammatory infiltrate through modulation of multiple signaling pathways including MAPK-ERK and WNT. *Frontiers in Immunology*. 2021; 12:611656.
32. Revu S, Neregård P, Klint EA, Korotkova M, Catrina AI. Synovial membrane immunohistology in early-untreated rheumatoid arthritis reveals high expression of catabolic bone markers that is modulated by methotrexate. *Arthritis Research & Therapy*. 2013; 15(6):R205.
33. Walinga AB, Struijs P, De Waard S, Kerkhoffs GMMJ, Kievit AJ. Needle arthroscopy in the treatment of bacterial arthritis of the hip in a neonate and two infants. *Journal of Pediatric Surgery Case Reports*. 2022; 87:102470.
34. Stornebrink T, Janssen SJ, Kievit AJ, Mercer NP, Kennedy JG, Stufkens SAS, u. a. Bacterial arthritis of native joints can be successfully managed with needle arthroscopy. *Journal of Experimental Orthopaedics*. 2021; 8(1):67.
35. Hossameldin RH, McCain JP. Outcomes of office-based temporomandibular joint arthroscopy: a 5-year retrospective study. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 2018; 47(1):90–7.
36. Vander Voort WD, Saad M, Falgout D, Blaine TA, Kassam HF. Small-Bore needle arthroscopic extensor carpi radialis brevis release results in improved outcomes at one year postoperatively. *Arthroscopy, Sports Medicine, and Rehabilitation*. 2023; 5(1):e159–64.
37. García-Arias M, Balsa A, Mola EM. Septic arthritis. *Best Practice & Research Clinical Rheumatology*. 2011; 25(3):407–21.
38. Hersh-Boyle RA, Chou PT, Kapatkin AS, Spriet M, Filliquist B, Garcia TC, u. a. Comparison of needle arthroscopy, traditional arthroscopy, and computed tomography for the evaluation of medial coronoid disease in the canine elbow. *Veterinary Surgery*. 2021; 50(S1):O116-O127.

39. Garnier P, Decambron A, Manassero M, Viateau V. Needle arthroscopy for exploration of the elbow joint: A case series of six dogs with preliminary cadaveric study. *New Zealand Veterinary Journal*. 2022; 70(5):287–96.
40. Garnier P, Dekerle B, Vial J, Maurice E, Manassero M, Viateau V. Evaluation of a small-bore needle arthroscope for diagnosis and treatment of medial coronoid disease in dogs: a pilot study with short-term assessment. *New Zealand Veterinary Journal*. 2023; 71(3):152–8.
41. Pouyet M, Bonilla AG. Diagnostic needle arthroscopy of the scapulohumeral joint in standing sedated horses. *Veterinary Surgery*. 2020; 50(1):29–37.
42. Frisbie DD, Barrett MF, McIlwraith CW, Ullmer J. Diagnostic stifle joint arthroscopy using a needle arthroscope in standing horses. *Veterinary Surgery*. 2013; 43(1):12–8.
43. Miagkoff L, Bonilla AG. Diagnostic tenoscopy of the carpal sheath with a needle arthroscope in standing sedated horses. *Veterinary Surgery*. 2020; 49(S1):O38-O44.
44. Kadic DTN, Miagkoff L, Bonilla AG. Needle arthroscopy of the radiocarpal and middle carpal joints in standing sedated horses. *Veterinary Surgery*. 2020; 49(5):894–904.
45. Märki N, Witte S, Kuchen S, Reichenbach S, Ramseyer A, Gerber V, u. a. Safety of Intra-Articular Gold Microimplants in Horses—A Randomized, Blinded, Controlled Experimental study. *Journal of Equine Veterinary Science*. 2018; 60:59-66.e2.
46. Kadic DTN, Bonilla AG. Diagnostic needle arthroscopy of the tarsocrural joint in standing sedated horses. *Veterinary Surgery*. 2020; 49(3):445–54.
47. Bonilla AG. Standing needle arthroscopy of the metacarpophalangeal and metatarsophalangeal joint for removal of dorsal osteochondral fragmentation in 21 horses. *Veterinary and comparative orthopaedics and traumatology*. 2019; 32(05):420–6.
48. Pérez-Nogués M, Vaughan B, Phillips K, Galuppo LD. Evaluation of the caudal cervical articular process joints by using a needle arthroscope in standing horses. *Veterinary Surgery*. 2020; 49(3):463–71.
49. Carmalt JL, Pimentel KL. The Equine Temporomandibular Joint: Comparisons between standard and needle arthroscopic examination of cadaver specimens and standing horses. *Frontiers in Veterinary Science*. 2022; 9:876041.
50. Rütther L. Die Anwendung des Needle-Arthroskops als diagnostische Maßnahme bei Knie- und Ellbogengelenkserkrankungen des Hundes [Dissertation]. Tierärztliche Hochschule Hannover; 2021.

9 Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Flussdiagramm zur Illustration der Literatursuche und des Auswahlprozesses	9
Abb. 2: vergleichende Übersicht der nadelarthroskopierten Gelenke in der Human und Veterinärmedizin	11

10 Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Kriterien der Literatursuche	7
Tab. 2: Evidenzklasseneinteilung nach Santesso et al. (Santesso et al. 2006).....	10
Tab. 3: Inkludierte Studien Humanmedizin mit stichwortartiger Kurzbeschreibung der Indikation	12
Tab. 4: Evidenzkriterien und Evidenzklassen der Studien Humanmedizin	17
Tab. 5: Inkludierte Studien Veterinärmedizin mit stichwortartiger Kurzbeschreibung der Indikation	25
Tab. 6: Evidenzkriterien und Evidenzklassen der Studien Veterinärmedizin	30