

## **6. Diskussion**

### **6.1. Methodenkritik**

#### **6.1.1. Relevanz wildhygienischer Untersuchungen**

Seroepidemiologische Untersuchungen schaffen die Basis für das Verständnis der Epidemiologie von Infektionskrankheiten. Sie helfen Erreger, die an einer Epidemie beteiligt sind, zu identifizieren, den möglichen Infektionsstatus einer Population abzuschätzen sowie Übertragungswege aufzudecken (Munson und Cook, 1993).

Das Auftreten von Antikörpern gegen ein spezifisches Antigen im Serum eines Tieres bedeutet, dass sich dieses Tier zu irgendeinem Zeitpunkt mit diesem Antigen immunologisch auseinandergesetzt hat (Thrusfield, 1995). Das heißt, in serologischen Studien wird die Exposition von Individuen bzw. Populationen gegen bestimmte Erreger geprüft.

Es kann davon ausgegangen werden, dass eine Vielzahl von Infektionen, die bei Haus- und Nutztieren von Bedeutung sind, auch bei wildlebenden Tieren vorkommen. So können die Infektionen zu klinischen Erscheinungen führen, werden aber in vielen Fällen nicht erkannt oder verlaufen subklinisch und können damit ein Infektionsrisiko für Haus- und Nutztierbestände darstellen (Dedek, 1992; Frölich, 1993). In der Literatur finden sich zahlreiche Hinweise auf die mögliche wechselseitige Übertragung von Infektionskrankheiten zwischen Wildtieren und Haustieren (Frölich, 2001). Nach Dedek (1992) kommen serologischen Screenings im Rahmen systematischer und regelmäßiger wildhygienischer Untersuchungen zur Ermittlung von Risikofaktoren eine besondere Bedeutung zu. In der Praxis werden gelegentlich Infektionsquellen vergeblich bei Haustieren gesucht, weil ausreichende Kenntnisse über die Situation im infizierten wildlebenden Tierbestand fehlen. Dieser Mangel an Informationen macht sich in solchen Situationen bemerkbar, da das Wissen um die epidemiologische Situation Voraussetzung für Maßnahmen zur Verhütung und Bekämpfung von Infektionskrankheiten ist (Dedek und Steineck, 1994).

Epidemiologische Kenntnisse über MKSV-Infektionen bei einheimischen Wildtieren (v.a. bei Rehen) basieren hauptsächlich auf Beschreibungen aus den ersten vier Jahrzehnten des 20. Jahrhunderts. In diesen Fällen wurde die Diagnose anhand der Ausbildung klinischer Symptome gestellt (Waldmann und Hirschfelder, 1938; Cohrs und Weber-Springe, 1939; Sallinger, 1939; Stroh, 1939). Serologische Untersuchungen auf Antikörper gegen MKSV bei Wildtieren (siehe Kap. 6.3.) wurden in Europa in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts durchgeführt (Lawman et al., 1978; Blancou, 1983; Barrat et al., 1988). Aus der ehemaligen DDR stammt ein Bericht über serologische Untersuchungen an Schalenwild in der Umgebung eines getilgten Seuchenherdes bei Haustieren (Dedek und Loepelmann, 1988).

Bei der MKS ist zudem von besonderer Bedeutung, dass sie zwar keine Gefahr für den Menschen darstellt, doch die Ausbrüche dieser hoch kontagiösen Tierseuche äußerst negative wirtschaftliche und soziale Auswirkungen auf die ländlichen Gebiete und die Volkswirtschaft der betroffenen Länder haben (Thompson et al., 2002) (siehe Kap. 2.2.1.). Die wirtschaftlichen Schäden infolge der MKS beruhen dabei weniger auf den von ihr verursachten Todesfällen (Mortalität bei benignem Krankheitsverlauf 2-5%; bei malignem Verlauf bis zu 50%), sondern kommen vielmehr durch den verminderten Ertrag der tierischen Produktion zustande (Röhler und Olechnowitz, 1980). Durch die wegen der hohen Kontagiosität zu verhängenden Isolierungsmaßnahmen und Restriktionen des Verkehrs und Handels sowie des Imports und Exports von Tieren und tierischen Produkten entstehen weitere hohe wirtschaftliche Verluste (James und Rushton, 2002).

In diesem Zusammenhang ist es wichtig, die unvollständigen Kenntnisse über Empfänglichkeit und Epidemiologie der MKS bei wildlebenden Paarhufern zu ergänzen.

### **6.1.2. Probenmaterial und Probengewinnung**

Untersuchungen von Wildtieren beschränken sich in der Regel auf tote Tiere (erlegtes Wild, Fallwild). Dabei hängt die Qualität der untersuchten Serumproben und somit die Aussagefähigkeit der Diagnostik wesentlich von der sachgemäßen und sauberen Blutprobenentnahme (beim Schalenwild aus der Brusthöhle, dem Herzen oder den großen Körpervenen), zusätzlich von der Art und Weise der daran anschließenden Lagerung und vom schnellstmöglichen Transport zur Untersuchungsstelle ab. Bis zum Versand sollten die Blutproben bei 4°C oder bei Kühlschranktemperatur aufbewahrt werden (Brömel et al., 1994). Die Serumproben sollten bis zur Untersuchung bei -20°C gelagert werden (Frölich, 2001).

Die Blutproben wurden von den Jägern innerhalb von 1-13 Tagen eingesendet, in zwei Fällen betrug der Postweg mehr als 14 Tage. Insgesamt wirkte sich die lange Einsendungszeit auf die Qualität der Proben aus (hämolytische Seren). Zudem war ein Teil der eingesandten Proben durch z.B. Haare verschmutzt.

### **6.1.3. Untersuchungsgebiete und Untersuchungszeitraum**

Ursprünglich war als Untersuchungsgebiet ein 20 bis max. 50 km breiter Streifen entlang der Grenze zu den Niederlanden in den Bundesländern Nordrhein-Westfalen und Niedersachsen vorgesehen, wobei sich die östliche Grenze des Gebietes anhand natürlicher und nicht

natürlicher „Grenzen“ wie Flüsse, Kanäle und Autobahnen orientieren sollte. Dabei sollte sich das Untersuchungsgebiet in den Landkreisen befinden, welche geographisch in der Nähe zu den MKS-Ausbruchsgebieten in den Niederlanden liegen: in Nordrhein-Westfalen waren dies die Landkreise Borken, Kleve, Wesel und Steinfurt; in Niedersachsen sollten es die Landkreise Grafschaft Bentheim, Emsland und Leer sein.

Eine gleichmäßige Verteilung der Erlegungsorte in den Untersuchungsgebieten konnte jedoch nicht gewährleistet werden, da die Wahl der für die Studie geeigneten Jagdreviere anhand der Revierkarten und Streckenergebnisse erfolgte. Es war möglich, in Nordrhein-Westfalen eine spezielle Auswahl an Jagdrevieren (n=197) zu treffen, die sich im grenznahen Gebiet zu den Niederlanden in den ausgewählten Landkreisen befinden und aufgrund ihrer Größe und Strecken der vergangenen Jahre eine ausgewählte Probenanzahl erwarten ließen.

Ein direktes Kontaktieren der Jagdausübungsberechtigten der für die Untersuchung geeigneten Reviere war in Niedersachsen aufgrund unzugänglicher Informationen über Reviere und Revierpächter nicht möglich. Trotz Inkennzeichnung des Niedersächsischen Ministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, der Bezirksregierung Weser-Ems (Obere Jagdbehörde), der Veterinärämter und Kreisjägermeister der betreffenden Landkreise über dieses Projekt und Zusicherung des direkten Probenversandes an die Bundesforschungsanstalt für Viruskrankheiten der Tiere in Tübingen als zuständiges Referenzlabor für MKS (siehe Kap. 6.1.6.) kam keine Zusammenarbeit mit den Unteren Jagdbehörden der Landkreise zustande. Die Unterstützung des Niedersächsischen Ministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten beschränkte sich auf die Nennung Staatlicher Forstämter für die Teilnahme an diesem Projekt im April 2002. Die Materialien für die Probenentnahme sollten an die Niedersächsischen Forstämter Palsterkamp, Lingen und Neuenburg versendet werden. Die Verteilung der Materialien an Revierpächter und Revierförstereien wurde dann von den Forstämtern selbst vorgenommen, wobei diese die geographische Nähe zu den Niederlanden berücksichtigen sollten. In Niedersachsen bestimmte daher die alleinige Zusammenarbeit mit den Staatlichen Forstämtern die Auswahl des Untersuchungsgebietes und beschränkte sich somit auf bestimmte Gebiete innerhalb der Landkreise Aurich, Emsland, Leer und Osnabrück.

Ähnliche Erfahrungen bei serologischen Untersuchungen hinsichtlich einer Tierseuche wurden auch im Europäischen Ausland (Dänemark, Vereinigtes Königreich, Niederlande) gemacht (K. Frölich, pers. Mittlg.).

Die gleichmäßige Aufteilung des Probenumfanges auf die verschiedenen Untersuchungsgebiete in Nordrhein-Westfalen war aus folgenden organisatorischen Gründen nicht durchführbar. Es wurden 199 verschiedene Revierpächter angeschrieben und um Mithilfe gebeten. Davon beteiligten sich an der Studie insgesamt 41 durch Einsendung

von Probenmaterial. Trotz telefonischer Nachfrage im April 2002 und daraufhin größtenteils zugesichertem Zusenden von Proben konnten nur sieben weitere Revierpächter zur Teilnahme gewonnen werden. Außerdem beteiligten sich nur 17 Pächter über den gesamten Untersuchungszeitraum an der Studie. Zudem ist zu berücksichtigen, dass der Probenumfang in den Untersuchungsgebieten auch von der Rehstrecke abhängig ist (siehe Kap. 6.1.4.). So war daher auch in Niedersachsen keine gleichmäßige Aufteilung des Probenumfanges möglich.

Da in der Literatur keine Angaben über den möglichen Zeitraum zu finden sind, wie lange Antikörper gegen MKSV beim Reh nachzuweisen sind (siehe Kap. 2.6.2.), wurden als Anhaltspunkt für die Dauer der Studie die Angaben vom Rind (18 Monate) und von verschiedenen Wildtierarten (300 Tage) genommen (siehe Kap. 2.3.4.). Um eine größtmögliche Sicherheit in Bezug auf die Nachweismöglichkeit von Antikörpern gegen MKSV bei den untersuchten Rehen einzuräumen, wurde das Ende des Untersuchungszeitraumes auf 1,5 Jahre nach dem letzten MKS-Ausbruch in den Niederlanden (siehe Kap. 2.2.2.) gelegt (Oktober 2002).

#### **6.1.4. Statistik - Aussagekraft der Proben**

Epidemiologische Untersuchungen bei freilebenden Wildtieren lassen sich grundsätzlich nicht so systematisch durchführen wie bei Haustierpopulationen und beschränken sich daher auf eine explorative Analyse der Daten (Frölich, 2001).

Da nicht jedes Tier die gleiche Chance besaß, in die Stichprobe zu kommen, handelt es sich bei den in dieser Studie untersuchten Tieren nicht um eine im statistischen Sinne zufällig ausgewählte Stichprobe. Der Rückschluß der gewonnenen Ergebnisse von den untersuchten Stichproben auf die jeweilige Wildtierpopulation muß daher relativiert werden.

Darüber hinaus ist zu bemerken, dass z.B. die Auswahl der erlegten Tiere möglicherweise einer Selektion nach bestimmten Kriterien gefolgt ist. Zudem sind bei der Gesamtheit der erlegten Rehe (Jagdstrecke) je nach Jagdziel bestimmte Merkmale, Altersgruppen oder Verhaltensauffälligkeiten überrepräsentiert, so dass die Jagdstrecke bzw. der Anteil der untersuchten Tiere daher nicht repräsentativ im wissenschaftlichen Sinn ist und direkt keine Aussage über die Gesamtpopulationen erlaubt.

Die Bestimmung von Seroprävalenzen in einer Population setzt Untersuchungen einer bestimmten Probengruppe, in einem definierten Gebiet und in einem definierten Zeitraum voraus (Thrusfield, 1995). Das vorliegende Untersuchungsmaterial konnte nur sporadisch im gesamten Untersuchungsgebiet gesammelt werden (siehe Kap. 6.1.3.) und in den einzelnen Gebieten auch nur in einer so geringen Anzahl, dass eine Auswertung im statistischen Sinn

nicht möglich war. Daher sollte in dieser Arbeit aus epidemiologischer Sicht nur die Anzahl der seropositiven Reagenten bestimmt werden.

#### 6.1.5. Das Reh

Aufgrund des flächendeckenden Vorkommens der Rehe sowohl in dem für die Studie ausgewählten Gebiet in Deutschland (siehe Kap. 2.7.1. und 4.1.) als auch im angrenzenden Gebiet in den Niederlanden (Schwerpunkt der MKS-Ausbrüche während des Seuchenzuges 2001; siehe Kap. 2.2.2. und 2.7.1.) wurde die Studie an dieser Cervidenspezies durchgeführt.

Die Rehstrecke ist in Nordrhein-Westfalen und Niedersachsen durch einen hohen Fallwildanteil an der Gesamtwildstrecke, insbesondere aufgrund des Straßenverkehrs, gekennzeichnet (siehe Tab. 6-1 und 6-2). Dieser relativ hohe Fallwildanteil führte in einigen Revieren in Nordrhein-Westfalen dazu, dass die von der unteren Jagdbehörde vorgegebene Strecke z.T. schon erfüllt war und während des Untersuchungszeitraums nur noch sehr wenige bzw. keine Tiere mehr erlegt wurden. Dies wurde von einigen Revierpächtern auch persönlich bestätigt.

Tab. 6-1: Jahresjagdstrecken 2001/2002 vom Reh in Nordrhein-Westfalen (W. Lutz, pers. Mittlg.);  
Anteil Fallwild an der Jahresjagdstrecke,  
Anteil Verkehrsverluste am Fallwild

Landkreis	Strecke	Anteil Fallwild	Anteil Verkehrsverluste
Borken	3253	1257 (38,64%)	1029 (81,86%)
Kleve	1626	683 (42,00%)	486 (71,16%)
Steinfurt	4338	1718 (39,60%)	1334 (77,65%)
Wesel	1730	750 (43,35%)	652 (86,93%)

Tab. 6-2: Jahresjagdstrecken 2002 vom Reh in Niedersachsen (H. Krause, pers. Mittlg.);  
 Anteil Fallwild an der Jahresjagdstrecke,  
 Anteil Verkehrsverluste am Fallwild

Landkreis	Strecke	Anteil Fallwild	Anteil Verkehrsverluste
Aurich	1385	562 (40,58%)	430 (76,51%)
Emsland	6278	1677 (26,71%)	1492 (88,97%)
Leer	1352	553 (40,90%)	553 (100,00%)
Osnabrück	5681	1992 (35,06%)	1869 (93,83%)

#### 6.1.6. Labordiagnostik

Die meisten serologischen Tests, die für größere Wildtiere verwendet werden, sind aus der Haustierdiagnostik übernommen worden. Nach der Beschreibung im "Manual of Standards for Diagnostic Tests and Vaccines" (Lists A and B Diseases of Mammals, Birds and Bees) des OIE werden für den Nachweis von MKS bei Wildtieren die Standardnachweisverfahren in der Weise verwendet wie sie für Nutztiere beschrieben und zugelassen wurden (Anonymus, 2000). So wurden die Blutproben vom Reh im LPBE und VNT gemäß der Durchführung für Proben vom Rind getestet. Durch speziesspezifische Unterschiede in der Immunantwort eines Wildtieres (z.B. Antikörper-Kreuzreaktionen) kann jedoch nicht uneingeschränkt davon ausgegangen werden, dass serologische Tests bei Wildtieren auf die gleiche Weise reagieren wie in der Haustierdiagnostik (Gardner et al., 1996; Frölich, 2001). Eine Standardisierung dieser Testverfahren ist für Wildtiere in den meisten Fällen leider nicht gegeben (Gardner et al., 1996). Für serologische Untersuchungen hat sich der VNT aber als geeignete Methode bewährt (Kölbl, 1994). Eine exakte Beurteilung der Ergebnisse serologischer Tests ist nur möglich, wenn die Ergebnisse innerhalb einer statistisch ausreichenden Anzahl von Individuen unter gleichen Bedingungen verglichen werden können - bei Wildtieren fast unmöglich. Zudem ist die Sensivität und Spezifität der einzelnen Testverfahren für viele Wildtierarten unbekannt, d.h. die Beurteilung der Titerstufen kann daher nicht unmittelbar von der Haustierdiagnostik übertragen werden (Munson und Cook, 1993).

## 6.2. Testmethoden

Nach Ablauf der ersten Woche nach einer MKSV-Infektion ist die Wahrscheinlichkeit einer Virusisolierung gering. Infizierte Klauentiere bilden etwa ab dem 3.-5. Tag p.i. Antikörper gegen Strukturproteine des Virus, die mit serologischen Verfahren lange Zeit nachweisbar sind (siehe Kap. 2.3.4. und 2.6.2.) (Haas, 2001b). Daher wurden aufgrund des zeitlichen Zusammenhangs mit den MKS-Ausbrüchen in den Niederlanden (siehe Kap. 6.1.3.) in dieser Studie ausschließlich serologische Untersuchungen durchgeführt.

Da die Validierung der serologischen Testverfahren mit Serum und nicht mit Plasma erfolgte und Gerinnungshemmer Probleme mit der Zellkultur im VNT hervorrufen können (Haas, 2001b), wurden zur Probengewinnung Röhrchen ohne Gerinnungshemmer verwendet und ausschließlich Vollblut zur Untersuchung eingesendet.

Der zur Zeit weltweit zum Nachweis von Antikörpern gegen Strukturproteine des MKSV im Serum verwendete LPBE basiert auf dem Prinzip des „double sandwich ELISA“ (siehe Kap. 4.4.2.1.2.) (Haas, 2001b). Er weist eine Sensivität von nahezu 100% auf, wobei seine Spezifität bei nur etwa 95% liegt (Hamblin et al., 1986b; Alexandersen, 2003). Untersuchungen von Haas (1994) zeigten, dass bei Rindern, die Stressfaktoren ausgesetzt sind, der Anteil falsch-positiver Reagenten bei diesem Testverfahren auf 18% ansteigen kann. Auch durch akut erkrankte Tiere und Tiere mit Fieber kann der Anteil der falsch-positiven Ergebnisse erhöht sein (Rémond et al., 2002).

Von den in dieser Studie untersuchten Rehseren zeigten 5,4% eine positive Reaktion im LPBE. Es handelt sich hierbei um falsch-positive Ergebnisse, da keine Bestätigung durch den VNT erfolgte. Unter Berücksichtigung der Tatsache, dass die Proben von erlegtem Wild stammen und die Tiere eventuellen Stressfaktoren ausgesetzt waren, liegt der Anteil der falsch-positiven Ergebnisse beim LPBE im Rahmen der o.g. Ergebnisse. Laut Green (1992) ist bei der Betrachtung des Zusammenhanges von Jagd und Stressfaktoren zu beachten, dass die Art des Schusses (d.h. die Platzierung am Tierkörper), mit dem das Reh erlegt wurde, zu unterschiedlich stark ausgeprägtem Streß führt. So werden die Tiere z.B. bei einem Weidwundschuß (Pansen bzw. Darm), Laufschuß (Extremitäten), Wildbretschuß (Muskulatur) oder Krellschuß (lange Dornfortsätze der Wirbelsäule) nicht sofort tödlich getroffen, sondern können abhängig von der Schwere der Verletzung erst später verenden und somit eine Nachsuche erforderlich machen (Krebs, 2000). Aus diesem Grund sollte in Zukunft mehr Wert darauf gelegt werden, bei der Probensammlung und -beurteilung zu berücksichtigen, ob die Proben vorwiegend von erlegten Tieren stammen, bei denen eine Nachsuche erforderlich war. Dabei ist man jedoch auf die Bereitschaft der Jäger angewiesen, über ihre Jagdpraxis Auskunft zu geben.

Da der LPBE in Bezug auf seine Spezifität keine befriedigenden Ergebnisse liefert, wurde am Weltreferenzlabor für MKS in Pirbright (Vereinigtes Königreich) ein kompetitiver ELISA (SPCE) zum Nachweis von Antikörpern gegen MKSV entwickelt und validiert (Haas, 2001b). Neben der diagnostischen Genauigkeit spielt bei der MKS-Diagnostik auch die Dauer des Testverfahrens eine entscheidende Rolle, da durch sie die Durchführung wichtiger Kontrollmaßnahmen verzögert werden kann. Es ist demzufolge ein sensitives, spezifisches und schnell durchführbares Testverfahren für die Diagnostik erforderlich (Rémond et al., 2002). Die Vorteile des SPCE, verglichen mit dem LPBE, bestehen zum einen in seiner schnelleren Durchführungsweise (keine Über-Nacht-Inkubation von Testserum und Antigen) und zum anderen in seiner höheren Spezifität (99,8%), welche mit der des VNT nahezu vergleichbar ist. Bei einem „cut off“ von 70% (prozentualer OD-Wert; siehe Kap. 4.4.2.1.3.) und einer EV von 1:5 ist der SPCE bei der Untersuchung von Proben sowohl infizierter als auch geimpfter Tiere aber genauso sensitiv wie der LPBE. Der Unterschied im „cut off“ zwischen LPBE (50%, EV 1:40) und SPCE (70%, EV 1:5) kommt dadurch zustande, dass im SPCE höher konzentrierte, positive Seren benötigt werden als im LPBE, um eine festgelegte prozentuale Hemmung zu erreichen (Mackay et al., 2001). Testversuche mit Serumproben von Rindern an der Bundesforschungsanstalt für Viruskrankheiten der Tiere bestätigen die Ergebnisse (B. Haas, pers. Mittlg.).

Von den in dieser Studie untersuchten Rehseren zeigten 11,7% eine positive Reaktion im SPCE und wurden als falsch-positiv bewertet, da sie nicht im LPBE bzw. VNT bestätigt wurden. Trotz der insgesamt geringen untersuchten Probenanzahl (n=223) scheint der SPCE in der hier beschriebenen Form nicht geeignet für den Nachweis von Antikörpern gegen MKSV beim Reh. Eventuell ist dies als ein generelles Problem bei Seren von dieser Tierart einzustufen, es kann aber auch auf Qualitätsmängel der eingesendeten Proben zurückzuführen sein. So war ein Großteil der Proben hämolytisch verändert (siehe Kap. 6.1.2.), und bei einem Verdünnungsfaktor von nur 1:5 wäre ein negativer Einfluß auf die Spezifität möglich. Die Verdünnungsfaktoren beim LPBE betragen dagegen ein Vielfaches mehr (EV 1:40 bzw. 1:80), so dass die Hämolyse der Proben vermutlich einen nicht so gravierenden Einfluß auf die Testspezifität hatte.

Der statistische Vergleich von LPBE und SPCE als geeignetes Testverfahren zum Nachweis von Antikörpern gegen MKSV bei Rehen zeigt einen signifikanten Unterschied zwischen den beiden Testverfahren (siehe Kap. 5.3.). Dieses Ergebnis unterstützt die Aussage, dass der SPCE in der hier durchgeführten Form nicht für Rehseren geeignet ist.

Der VNT dient zur Abklärung zweifelhafter ELISA-Ergebnisse (siehe Kap. 2.3.5.). Er dauert in der Regel vier Tage und ist für Massenuntersuchungen nicht geeignet (Haas, 2001b).

Gegenüber dem VNT besitzen die beiden ELISAs den Vorteil eines niedrigeren Nachweislevels, d.h. sie können geringere Antikörpertiter nachweisen (Mackay et al., 2001). Während der VNT solche Antikörper misst, welche das MKSV *in vitro* neutralisieren, betrifft die Messung beim ELISA die Gesamtpopulation der Antikörper und schließt auch solche ein, die gegen inkomplette Viren und nicht infektiöse Virusbestandteile gerichtet sind (Hamblin et al., 1987).

Außer gegen die Strukturproteine bilden infizierte Tiere auch Antikörper gegen die Nichtstrukturproteine des MKSV (siehe Kap. 2.3.4.). Zur Bestätigung einer Infektion können daher auch Testverfahren zum Nachweis von Antikörpern gegen Nichtstrukturproteine angewendet werden, die im Moment jedoch nur für das Rind validiert sind. Die Eignung der vorhandenen Verfahren für die Testung von Wildtierproben ist nicht bekannt. Der kompetitive Test nach Sorensen et al. (1998) erscheint theoretisch hierzu geeignet, stand aber zum Zeitpunkt der in dieser Studie durchgeführten Untersuchungen noch nicht zur Verfügung.

Mit einem Titer von 1:288 im LPBE und einer prozentualen OD von 36,8% (d.h. 63,2% Hemmung der Farbreaktion; siehe Kap. 4.4.2.1.3.) im SPCE ist die Probe Nr.16 bei den Ergebnissen besonders aufgefallen. Diese Blutprobe stammt von einem weiblichen Kitz aus dem Kontrollgebiet in Schleswig-Holstein und war von guter Qualität. Eine Kreuzreaktivität zwischen verschiedenen Serotypen des MKSV ist für alle drei serologischen Nachweismethoden beschrieben und betrifft die Serotypen O, A, C, SAT1 und SAT3 (Hamblin et al., 1986a; Mackay et al. 2001). Diese ist hier aber auszuschließen (VNT negativ). Eine Kreuzreaktion mit Antikörpern gegen nahe verwandten Viren des MKSV (z.B. Enteroviren) wäre als Grund möglich. Auffällig bei der Betrachtung der falsch-positiven Ergebnisse ist zudem, dass 11 (91,67%) der 12 im LPBE positiv getesteten Proben auch im SPCE vergleichbare positive Ergebnisse zeigten. Diese Proben stammten sowohl aus dem Untersuchungsgebiet in Nordrhein-Westfalen und Niedersachsen als auch aus dem Kontrollgebiet in Schleswig-Holstein. Um abzuklären, ob diese „übereinstimmende Kreuzreaktivität“ bei den ELISAs durch bestimmte Faktoren ausschließlich in Rehseren zustande kommt, wären weiterführende serologische Untersuchungen nötig. So gibt die hier durchgeführte Arbeit einen Hinweis darauf, dass die Durchführung von Standardnachweismethoden bei Nutztieren nicht in jedem Fall auf Wildtiere übertragbar sind (siehe Kap. 6.1.6.).

### **6.3. Betrachtung der Ergebnisse serologischer Untersuchungen im Hinblick auf die Bedeutung von Rehen während eines MKS-Seuchenzuges**

Natürliche MKSV-Infektionen bei Rehen sind im Verlauf von Seuchenzügen in Europa ausschließlich anhand klinischer Symptome beobachtet worden (Waldmann und Hirschfelder, 1938; Cohrs und Weber-Springe, 1939; Sallinger, 1939; Stroh, 1939). Im Rahmen experimenteller Infektionsversuche wurde zwar die Empfänglichkeit der Rehe für eine MKSV-Infektion bestätigt (Forman und Gibbs, 1974; Forman et al., 1974; Gibbs et al., 1975b), es lassen sich in der Literatur jedoch keine Angaben über die minimale Infektionsdosis für das Reh finden. Sellers (1971) gibt für eine intranasale Infektion eine minimale Infektionsdosis von  $10^2$  KID<sub>50</sub> (Rind) bzw.  $10^4$  KID<sub>50</sub> für das Schaf an, bei oraler Infektion des Rindes eine Dosis von  $10^6$  KID<sub>50</sub>, wobei diese Werte zwischen den Subtypen eines Serotypes variieren können. Experimentelle Infektionsversuche von Gibbs et al. (1975b) zeigen, dass das MKSV von Rehen in signifikanter Menge ausgeschieden wird und eine Infektion und Erkrankung durch direkten Kontakt hervorrufen kann. Eine Infektionsübertragung vom Nutztier auf das Reh wäre (a) direkt zum einen durch (1) Tierkontakt möglich, zum anderen besteht auch ein Infektionsrisiko durch (2) gemeinsam genutzte, potentiell infizierte Weideflächen. Vor allem in ländlichen Gebieten gibt es zahlreiche Vorkommen von Cerviden, die in näheren Kontakt mit Nutztieren kommen können (Elbers et al., 2003). Zusätzlich kann eine (b) indirekte Übertragung des MKSV durch belebte und unbelebte Vektoren eine Rolle spielen (Bachrach, 1968; Sellers, 1971; Donaldson, 1987). Zu berücksichtigen ist hier zudem die hohe Tenazität des MKSV, wodurch das Virus bis zu sechs Monate infektiös bleiben kann (siehe Kap. 2.1.2.). Für einen so langen Zeitraum sind optimale Bedingungen erforderlich (Dunkelheit, Feuchtigkeit und niedrige Temperaturen) (Donaldson, 1987), die jedoch nur während der Wintermonate gegeben sind.

In dieser Studie wurden keine seropositiven Reagenten gegen MKSV bei Rehen in den Untersuchungsgebieten in Nordrhein-Westfalen und Niedersachsen nachgewiesen. Diese Ergebnisse liefern somit keinen Hinweis darauf, dass eine Exposition der untersuchten Rehpopulationen während des Seuchenzuges in den Niederlanden im Jahr 2001 stattgefunden hat.

Der MKS-Seuchenzug in den Niederlanden (siehe Kap. 2.2.2.) begann im März 2001, endete im April 2001 und betraf vor allem die dortigen Milchviehbestände (Bouma et al., 2003). In den Niederlanden wird hauptsächlich Milchviehwirtschaft betrieben, wobei auch die Freilandhaltung des Milchviehs eine Rolle spielt (minInv.nl, 2004). Etwa die Hälfte der Gesamtfläche der Niederlande wird landwirtschaftlich genutzt, wobei 50% davon Weideland

sind (europa-auf-einen-blick.de, 2004; wikipedia.org, 2004). Intensivhaltung kommt vor allem in der Schweinezucht und Putenhaltung vor (minInv.nl, 2004). Während der Zeit des Ausbruchs, also zu Beginn der Weidezeit, könnte eine Infektion vom Nutztierbestand auf Rehe stattgefunden haben. Denn besonders durch den Kontakt während der Weidezeit ist die Möglichkeit solcher Übertragungen von Haustiere auf Wildtiere gegeben (Boardman et al., 2001).

Theoretisch kann auch die Jagdausübung in einem Gebiet zu einer erhöhten Mobilität führen und somit die Kontaktmöglichkeiten zwischen Nutztieren und Wildtieren erhöhen. Die Jagd auf Rehe war in den Niederlanden zu dem Zeitpunkt des Ausbruchs so geregelt, dass keine generellen Jagdzeiten gesetzlich vorgeschrieben waren. Für die Jagd auf Rehe mussten beim Landwirtschaftsministerium Genehmigungen für einen bestimmten Zeitraum erworben werden, wobei diese für weibliche Tiere (Ricken, Schmalrehe und Kitze) vor allem für den Zeitraum vom 01. Januar bis 15. März ausgestellt wurden. Die Jagdlizenzen für männliche Tiere (Böcke und Kitze) bezogen sich hauptsächlich auf den Zeitraum vom 01. Mai bis 15. September (G.A.J. de Boer, pers. Mittlg). Am 21. März 2001 wurde in den Niederlanden ein totales Jagdverbot erteilt, welches am 01. Juli 2001 wieder aufgehoben wurde (Elbers et al., 2003). Da der erste MKS-Fall schon am 15. März 2001 auftrat (bestätigt am 22. März 2001), der erste amtlich bestätigte Fall aber erst am 21. März 2001 festgestellt wurde (Bouma et al., 2003), war die Möglichkeit der Jagdausübung in der „unerkannten“ Anfangsphase des MKS-Seuchenzuges prinzipiell gegeben.

Zu dem Zeitpunkt des Ausbruchs in den Niederlanden im Frühjahr 2001 bestand mit dem einsetzenden Territorialverhalten der Rehe (siehe Kap. 2.7.2.) die Möglichkeit des vermehrten Kontaktes zwischen den Rehen in dieser Zeit. Nach Auflösung der Sprünge Mitte März beginnt die Einnahme der Territorien durch die einzelnen Böcke. Diese Zeit ist gekennzeichnet durch die damit verbundenen Einstandskämpfe. Es kommt zu häufigen Kontakten zwischen den Böcken und zu Überschneidungen ihrer Reviere. Die Rangordnung wird endgültig festgelegt (Stubbe, 1997; Liberg et al., 1998). Jährlinge, deren Lebensraum innerhalb des Territoriums eines Bockes oder innerhalb der Territorien von mehreren Böcken liegen, sowie auch subadulte Böcke werden von den älteren Böcken immer wieder verjagt, so dass es zu einer verstärkten Dispersion der Tiere kommen kann (Liberg et al., 1998). Die Lebensräume und Territorien von Ricken und Böcken überschneiden sich während des gesamten Jahres. Das Territorium eines Rehbocks kann sich dabei mit den Lebensräumen von mehreren weiblichen Tieren überschneiden bzw. ist es möglich, dass sich der Lebensraum einer Ricke innerhalb der Territorien von verschiedenen Böcken befindet (Bramley 1970; Strandgaard et al. 1972). In der Setzzeit besteht zwischen Ricken und Böcken ein ausgeprägtes Revierverhalten, wobei sich die Territorien und Lebensräume nur an den Grenzen überschneiden. Die Ricken markieren ihre „Territorien“ durch Harnmarken

und verteidigen diese gegen die Böcke und andere weibliche Tiere (Stubbe 1997). Auch wenn das Reh als generell standorttreu bezeichnet wird (Raesfeld, 1978), konnten Wanderungen von vereinzelt Tieren beobachtet werden: Raganella Pellicioni et al. (2003) zeigten, dass männliche Jährlinge im Frühjahr bis zu 18,3 km zurücklegten, um sich ein Revier zu suchen. Auch bei subadulten weiblichen und männlichen Tiere wurden solche Wanderungen beobachtet. Zudem beschreiben sie gelegentliche Wanderungen bei jungen Böcken und Schmalrehen in einem Umkreis von bis zu 5 km im Frühjahr und Sommer. Da sich das deutsch-niederländische Grenzgebiet größtenteils als ein z.T. durch Flüsse geteilter Grüngürtel darstellt, der landwirtschaftlich genutzt wird oder als Naturschutzgebiet ausgewiesen ist (cicero-net.nl, 2004), ist ein Überqueren dieser Landesgrenze durch Rehe möglich.

In diesem Zusammenhang sollte auch die Möglichkeit einer aerogenen Infektion (siehe Kap. 2.3.1.) nicht unerwähnt bleiben. In der Regel erfolgt eine Übertragung über die Luft nur über wenige hundert Meter oder allenfalls wenige Kilometer. Es scheint jedoch plausibel, dass sich die Seuche unter geeigneten Umständen (Infektion eines größeren Schweinebestandes mit einem Virusstamm, der von dieser Spezies mit hohem Titer ausgeschieden wird; hohe Luftfeuchtigkeit; ruhige, stetige Luftströmung; flache Topographie) über mehr als 100 km ausbreiten kann. Fälle aerogener Übertragung des MKSV traten auch bei der MKS-Epidemie im Vereinigten Königreich im Jahr 2001 auf, eine weiträumige Übertragung mit der Luft scheint es aber nicht gegeben zu haben. Der Grund dafür dürfte zum einen der Virusstamm, zum anderen aber auch die geringe Beteiligung von Hausschweinen an diesem Seuchenzug gewesen sein (Kramer und Haas, 2002). Schweine bezeichnet man aufgrund ihrer extrem hohen Virusausscheidung auch als sogenannte „Potenzierer der Seuche“ (Donaldson, 1987). Da der Europäische Seuchenzug im Jahr 2001 zwar von Schweinen ausging, aber im weiteren Verlauf hauptsächlich Wiederkäuer betraf (siehe Kap. 2.2.1. und 2.2.2.), ist der aerogenen Übertragung des MKSV auf Rehe keine Bedeutung beizumessen, sollte aber bei der Einschätzung der Möglichkeiten für eine Infektion von Wildtieren während eines Seuchenzuges nicht außer Acht gelassen werden.

Es muß außerdem darauf hingewiesen werden, dass trotz negativer Untersuchungsergebnisse eine Übertragung des MKSV auf Rehe im Untersuchungsgebiet nicht auszuschließen ist. Diese erscheint jedoch aufgrund der hohen Tenazität und Kontagiosität des Erregers (Röhler und Olechnowitz, 1980) und somit einer zu erwartenden hohen Infektionsrate innerhalb einer Population eher unwahrscheinlich. An dieser Stelle seien jedoch mögliche Ursachen genannt, die trotz negativer Untersuchungsergebnisse in dieser Studie die Aussage, dass die Rehe keinen Kontakt mit dem MKSV hatten, in Frage stellen können:

### *(1) Dauer des Antikörpernachweises bei Rehen*

Die einzigen Angaben über den Nachweis von Antikörpern gegen MKSV beim Reh stammen aus Infektionsversuchen von Forman und Gibbs (1974), Forman et al. (1974) und Gibbs et al. (1975b). Ein Nachweis erfolgte hier bis zum 21. bzw. 28. Tag p.i. (siehe Kap. 2.6.2.). Eine Aussage wie lange diese Antikörper beim Reh nach einer Infektion nachzuweisen sind, wurde nicht untersucht. Auch wenn man sich an den Angaben für das Rind und für andere Wildwiederkäuerarten orientiert (siehe Kap. 2.3.4. und 6.1.3.) und einen Antikörpernachweis auch bei Rehen noch Monate bis 1,5 Jahre p.i. annimmt, ist eine mögliche MKSV-Übertragung nicht auszuschließen. Es besteht die Möglichkeit, dass mit Beginn der Studie im Oktober 2001 bei den Tieren, die während des Seuchenzuges in den Niederlanden (März bis April 2001) oder kurz danach mit dem MKSV in Kontakt gekommen sind, kein Antikörpernachweis mehr erfolgen konnte. Demgegenüber stehen Untersuchungen an Fallwild in den Niederlanden während des Seuchenzuges (siehe Kap. 2.2.2.), welche auch negative Ergebnisse erbracht haben (Elbers et al., 2003). Bei diesen Tieren sollte im Fall einer MKSV-Infektion ein Antikörpernachweis möglich gewesen sein.

### *(2) Anwendbarkeit der Testverfahren bei Serumproben von Rehen*

Die Anwendbarkeit der Testverfahren für Proben vom Reh wurde in den Kapiteln 6.1.6. und 6.2. diskutiert, wobei sich gezeigt hat, dass die Durchführung der Nachweismethoden für Nutztiere auf Proben für Wildtiere nicht in jedem Fall übertragbar ist. Der Nachweis von Antikörpern gegen MKSV in Proben von freilebenden Cerviden gelang Barrat et al. (1988) in Frankreich bei einem Rothirsch (*Cervus elaphus*) (MKSV Serotyp C) mit Hilfe eines Neutralisationstestes (Sullivan und Rosenbaum, 1967). Die Bildung von Antikörpern gegen MKSV nach experimenteller Infektion von Rehen wurde von Forman und Gibbs (1974), Forman et al. (1974) und Gibbs et al. (1975b) durch einen Neutralisationstest („cell metabolic inhibition test“; Martin und Chapman, 1961) nachgewiesen.

### *(3) Altersspezifische Zusammensetzung des Tiermaterials*

Die Proben stammen von erlegten Tieren aus dem Zeitraum Oktober 2001 bis Oktober 2002 und wurden von den Jägern nach keinen besonderen Kriterien ausgesucht. Der Schwerpunkt sollte dabei auf adulte Tiere gelegt werden. Die Altersklassifizierung erfolgte in Kitze, Jährlinge und Adulte, wobei der Stichtag für das Aufrücken in die nächste Altersklasse auf den 01. April festgesetzt ist (Krebs, 2000). Die Setzzeit liegt bei Rehen in den Monaten Mai und Juni (Krebs, 2000), d.h., dass ab April des darauffolgenden Jahres Kitze als Jährling bezeichnet werden. Von den insgesamt 151 Proben aus den Untersuchungsgebieten in Nordrhein-Westfalen und Niedersachsen stammen 24 Proben von Kitzen und 71 von Jährlingen; bei drei Tieren wurde keine Altersangabe gemacht (siehe Kap. 5.1.2.). Die Kitze

aus den Jahren 2001 und 2002 besaßen, da sie nach dem Seuchenzug in den Niederlanden (März bis April 2001) geboren wurden, eine geringere Chance mit dem MKSV in Kontakt zu kommen, außer durch eine Übertragung von zuvor infizierten und eventuell erkrankten Tieren (siehe Punkt 3), welche das Virus ausgeschieden haben. Jährlinge, die vor April 2002 erlegt wurden (n=56) wurden im Jahr 2000 geboren und konnten daher während des Seuchenzuges in den Niederlanden in Kontakt mit dem MKSV gekommen sein. Die übrigen Jährlinge (n=15; Proben ab April 2002) stammen vom Sommer 2001. Auch für diese Tiere bestand eine geringere Wahrscheinlichkeit für eine Infektion mit dem MKSV. Insgesamt ist die Probenanzahl, wenn man von einer hohen Kontaktchance ausgeht, um die Anzahl der Kitze (n=24) und einem Teil der Jährlinge (n=15) zu verringern ( $\Sigma=39$ ). Mit dieser um 26% verringerten Probenanzahl war somit auch die Chance vermindert, bei den untersuchten Rehen ein seropositives Tier nachzuweisen.

#### *(4) Vor dem Beginn der Studie infizierte und erkrankte Tiere*

Es besteht die Möglichkeit, dass Rehe vor Beginn der Studie mit dem MKSV infiziert wurden, erkrankt sind und an den Komplikationen der Erkrankung gestorben sind (siehe Krankheitsverlauf beim Reh, Kap. 2.6.2.). So verlaufen Seuchen bei Wildtieren oftmals verdeckt und entgehen einer breiten Aufmerksamkeit. Infizierte Tiere ziehen sich in Verstecke, abgelegene und schwer zugängliche Gebiete zurück und verenden dort meist unbemerkt. Das Auffinden dieser Tiere ist daher oft zufallsabhängig (Dedek, 1992). Auch der Kontakt mit anderen Tieren ist durch das Absondern verringert (Elbers et al., 2003).

In den Niederlanden wurden Proben von Rehen und auch Wildschweinen (*Sus scrofa*) vereinzelt während der Ausbrüche und im Rahmen eines „Wildlife“-Monitorings nach Beendigung des Seuchenzuges serologisch untersucht (Elbers et al. 2003). Dabei wurden alle Proben in einem Solid-phase-blocking ELISA (Chenard et al., 2003) getestet und alle ELISA-positiven Proben im VNT, durchgeführt nach Dekker und Terpstra (1996), überprüft. Trotz Berichten über lahmende bzw. sich untypisch fortbewegende Cerviden im Zentrum der MKS-Ausbrüche (Sutmöller, 2001) und der hier beschriebenen Möglichkeit einer Infektionsübertragung vom Nutztier auf Rehe während des Seuchenzuges 2001, wurden keine seropositiven Tiere gefunden (Elbers et al., 2003).

Im Vereinigten Königreich wurden virologische und serologische Untersuchungen von Proben von Cerviden (keine Speziesangabe) im Verlauf des Seuchenzuges durchgeführt (D. Paton, pers. Mittlg.). Obwohl in der Nähe zu den Ausbruchsgebieten Tiere mit Symptomen einer MKS-Erkrankung beobachtet worden sind (Griot und Giacometti, 2002), konnte kein Virus- oder Antikörpernachweis erbracht werden (Davies, 2002; D. Paton, pers. Mittlg.). Elbers et al. (2003) erwähnen, dass ein Großteil dieser Tiere durch z.B. Autounfälle verletzt

und später verendet aufgefunden worden ist. Womöglich war im Rahmen der Seuchenschutzmaßnahmen die Beobachtung von Wildtieren während dieser Zeit intensiver als sonst, so dass diese Tiere aufgefallen sind. Jedoch wäre auch im Vereinigten Königreich eine Übertragung des MKSV von Nutztieren auf Wildtiere aus den Gründen wie sie für die Niederlande beschrieben wurden prinzipiell möglich gewesen.

Die negativen Ergebnisse dieser Studie hinsichtlich des Nachweises von Antikörpern gegen MKSV bei Rehen und die Ergebnisse der serologischen Untersuchungen im Vereinigten Königreich und in den Niederlanden lassen insgesamt darauf schließen, dass Rehe während des Seuchenzuges 2001 in Europa keine Rolle für die Verbreitung des MKSV gespielt haben.

Bei einer in Deutschland durchgeführten Expertenbefragung hinsichtlich der Bedeutung von Risikofaktoren für die Einschleppung und Verbreitung der MKS wurden Wildtiere als Faktor sowohl für die Einschleppung als auch für die Verbreitung des MKSV genannt (Nissen, 2001). In den vergangenen sechs Jahrzehnten konnte jedoch während der Seuchenzüge in Europa weder ein „spill over“ von infizierten Nutztieren auf Wildtiere noch ein „spill back“ beobachtet werden (Hess, 1967; Kubin 1972; Anonymus 1982). So stammen die Einschätzungen über die Bedeutung der Cerviden für die Epidemiologie der MKS aus dem frühen 20. Jahrhundert, als MKSV-Infektionen bei Cerviden beobachtet wurden (Westermann, 1912; Nevermann, 1914; Waldmann und Hirschfelder, 1938; Bartels und Claassen, 1936; Cohrs und Weber-Springe, 1939; Meyer, 1939). Die Autoren maßen den Cerviden jedoch keine epidemiologische Bedeutung bei. Während des Seuchenzuges 1968/69 im Vereinigten Königreich waren nach Boardman et al. (2001) keine Cerviden in das Seuchengeschehen involviert, was die Autoren unter anderem auf ein geringes Vorkommen von Wildtieren in den betroffenen Gebieten zurückführen. Da im Vereinigten Königreich bis dahin keine Beteiligung von Cerviden an MKS-Seuchenzügen beobachtet wurde, schließen auch McDiarmid (1975) und Gibbs et al. (1975b) auf eine geringe Bedeutung. Zwischen 1961 und 1973 wurden in Großbritannien die dort vorkommenden Cerviden Reh, Rothirsch, Damhirsch (*Dama dama*), Sikahirsch (*Cervus nippon*) und Chinesisches Wasserreh (*Hydropotes inermis*) auf Antikörper gegen verschiedene Viruskrankheiten, die bei Nutztieren vorkommen, untersucht. Es wurden keine Antikörper gegen MKSV Serotyp O, A und C nachgewiesen (Lawman et al., 1978). Auch Blancou (1983) konnte bei serologischen Untersuchungen an Rehen in Frankreich keine MKSV-seropositiven Reagenten finden. Das gleiche Ergebnis erhielten Dedek und Loepelmann (1988) bei flächendeckenden Untersuchungen bei Rehen, bei Rot- und Damhirschen sowie Mufflons (*Ovis musimon*). Wilesmith (2001) schätzt nach der jüngsten Epidemie im Jahr 2001 die epidemiologische Bedeutung von freilebenden Cerviden in West-Europa als unbedeutend ein.

Auch wenn die Betrachtung der Ergebnisse der in Europa durchgeführten Studien an Cerviden im Zusammenhang mit MKS-Seuchenzügen keine epidemiologische Bedeutung dieser Tiere als Infektionsquelle erkennen lässt, sollte diese Möglichkeit jedoch nicht ganz außer Acht gelassen werden.

Wenn man davon ausgehen kann, dass praktisch alle europäischen Paarhufer erkranken können, unterstreichen die negativen Ergebnisse der serologischen Untersuchungen, dass wildlebenden Paarhufern nur in Abhängigkeit folgender Faktoren eine epidemiologische Bedeutung zukommt (Hoffmann, 1984; Dedek und Loepelmann, 1988):

- Produktionsverhältnisse der Viehwirtschaft im Seuchengebiet
- Populationsstruktur und Lebensweise des Wildes in den betroffenen Gebieten
- Wilddichte in den betroffenen Gebieten
- Empfänglichkeit der vorkommenden Wildtierspezies
- veterinärmedizinische Absicherung von Seuchenherden bei landwirtschaftlichen Nutztieren

Die Kenntnis dieser Faktoren ist wesentlich für die Beurteilung von MKS-Seuchenzügen in den verschiedenen Regionen der Erde. In Gebieten, in denen es aufgrund der Produktionsverhältnisse nicht möglich ist, gefährdete oder erkrankte Haustierherden aufzustallen und wo der Wild-Haustierkontakt auf den Weideflächen und an den Wasserstellen unvermeidlich ist (z.B. in Teilen von Afrika und Asien), ist die Bedeutung der Wildtiere in der Epidemiologie der MKS höher zu bewerten als in Europa (Hoffmann, 1984). Kitching (2002) weist hinsichtlich der aktuellen Beurteilung der Bedeutung von Wildtieren für die Verbreitung des MKSV jedoch auf die heutzutage immer weiter ansteigende Wilddichte hin, wodurch auch die Bedeutung dieser Tierarten zugenommen haben könnte. Lawman et al. (1978) teilen die Cerviden in Großbritannien in Hinblick auf ihr Sozialverhalten und ihrem Nahrungserwerb in zwei Gruppen ein:

1. In großen Gruppen lebende Cerviden, wie Rot-, Dam- und Sikawild, die Kontakt mit Rindern haben können und zum Intermediärernährungstyp der Wiederkäuerarten gehören.
2. In Familiengruppen lebende Cerviden, wie Muntjak, Reh und Chinesisches Wasserreh, die vermutlich kaum Kontakt zu Rindern haben und Konzentratselektierer sind.

Die erste Gruppe spielt ihrer Ansicht nach die größte Rolle bei der Übertragung von Infektionen, da sie ein ähnliches Sozialverhalten wie Rinder haben und außerdem oft als Gatterwild gehalten werden. Ob das Sozialverhalten und speziell der Ernährungstyp in diesem Fall tatsächlich einen Einfluß auf das Infektionsrisiko haben können, bleibt sehr fraglich. Das Reh hat z.B. ein sehr plastisches Sozialverhalten und tritt auch im Winter in größeren Gruppen auf (Kurt, 1991). Ferner wäre auch der gegenteilige Schluß zu ziehen, nämlich dass Konzentratselktierer, die im Gegensatz zu Intermediärernährungstypen eine höhere Frequenz der Äsungsperioden aufweisen, dadurch auch ein höheres Infektionsrisiko auf derselben potentiell infizierten Weidefläche haben könnten.

### **6.4. Ausblick**

Enzootisch verseuchte Gebiete der Erde sind ein Reservoir des MKSV und stellen für die seuchenfreien Länder eine permanente Bedrohung dar. Die Gefahr der Einschleppung des Erregers aus diesen enzootisch verseuchten Gebieten ist allgegenwärtig (Thalmann und Nöckler, 2001). Dass diese Gefahr eines MKS-Ausbruchs auch im überwiegend MKS-freien Europa ernst zu nehmen ist, wurde durch den Seuchenzug im Vereinigten Königreich und in den Niederlanden im Jahr 2001 eindrucksvoll bestätigt. Auch während dieses Seuchenzuges wurde über die Rolle von Wildtieren in Bezug auf die Verbreitung des Virus und die Beteiligung an einer Aufrechterhaltung des Seuchenzuges diskutiert (Boardman et al., 2001; Wilesmith, 2001; Kitching, 2002). Obwohl experimentelle Versuche zeigen, dass Cerviden mit MKSV infiziert werden und erkranken können, und natürliche Infektionen beobachtet wurden, gibt es keinen Beweis dafür, dass diese Tiere während eines Seuchenzuges das Virus zurück auf Nutztiere übertragen haben (Hess, 1967; Kubin 1972; Anonymus 1982). Kitching (2002) gibt hier zu bedenken, dass dies auf ungenügende Untersuchungen zurückzuführen sein kann und daher ein Mangel an Erkenntnissen über eine Infektion insbesondere bei Cerviden bestehen kann. Alle Untersuchungen in Bezug auf die Bedeutung dieser Tiere während einer MKS-Epidemie wurden vor langer Zeit durchgeführt (Westermann, 1912; Nevermann, 1914; Waldmann und Hirschfelder, 1938; Bartels und Claassen, 1936; Cohrs und Weber-Springe, 1939; Meyer, 1939) bzw. stammen die Erkenntnisse über eine MKSV-Infektion bei Rehen aus experimentellen Infektionen in den Jahren 1974/75 (Forman und Gibbs, 1974; Forman et al., 1974; Gibbs et al. 1975b). Darüber hinaus scheint es verwunderlich, dass während des Seuchenzuges 2001 trotz eines hohen Infektionsdrucks und der hohen Kontagiosität des Erregers keine Übertragung des MKSV auf Cerviden nachgewiesen werden konnte. So könnten weitere experimentelle Versuche hinsichtlich des Verlaufs einer MKS-Infektion, auch im Hinblick auf die Antikörperbildung und

deren Persistenz, bei Cerviden von Nutzen sein. Solche Versuche sind aufgrund der Klassifizierung der MKS als Tierseuche Klasse A nur in Hochsicherheitslaboratorien durchzuführen und ihr Nutzen daher abzuwägen. Da die Durchführung der Nachweismethoden für Nutztiere auf Proben für Wildtiere nicht in jedem Fall übertragbar ist, könnten experimentelle Infektionen zusätzlich geeignetes positives Probenmaterial liefern, um eine eventuell notwendige Validierung der Testverfahren für Proben von Wildtiere zu ermöglichen.

Auch wenn einheimische Cerviden (insbesondere Rehe) während des MKS-Seuchenzuges im Jahr 2001 keine Rolle gespielt haben, so sollte eine Beurteilung über die Bedeutung dieser Tiere kritisch erfolgen. Folgende Punkte sind dabei zu berücksichtigen:

- Wo sind die Ausbrüche zu verzeichnen und wie sieht die Nutztierproduktion in diesem Gebiet aus?
- Welche Tiere sind vorwiegend von MKS betroffen (Schweine, Wiederkäuer)?
- Zu welchem Zeitpunkt (Sommer, Winter) verläuft der Seuchenzug?
- Welche Wildtiere kommen in diesem Gebiet vor? Wie groß ist die Wilddichte?
- Wie verläuft eine MKS-Infektion bei diesen Wildtierarten?
- Welche Nachweisverfahren werden bei den Proben von Wildtiere angewendet?

Eine Aussage über die Rolle von Cerviden in Hinblick auf einen MKS-Seuchenzug in Europa kann daher nur in Abhängigkeit der Betrachtung des jeweiligen Seuchenzuges getroffen werden.