

Aus dem Department für Nutztiere und öffentliches
Gesundheitswesen in der Veterinärmedizin
der Veterinärmedizinischen Universität Wien
(Departmentsprecher: O. Univ.-Prof. Dr. med. vet. Michael Hess)

Abteilung Öffentliches Veterinärwesen und Epidemiologie
(Leitung: Univ.-Prof. Dr. med. vet. Annemarie Käsbohrer)

Lumpy Skin Disease -
Mögliche Eintragswege und Biosicherheitsmaßnahmen, um diese einzudämmen

Diplomarbeit
Zur Erlangen der Würde eines
Mag. med. vet.
der Veterinärmedizinischen Universität Wien

vorgelegt von
Deborah Groß

Wien, Juni 2021

Betreuer: Univ.-Prof. Dr. med. vet. Annemarie Käsbohrer

Zweitbegutachter: Priv.Doiz. Dr. Lorenz KHOL, Diplomate ECBHM

Abkürzungsverzeichnis

ADNS -Animal Diseases Notification System

AMA - AgrarMarkt Austria

BFSA - Bulgarian Food Safety Authority

BMGF - Bundesministerium für Gesundheit und Frauen

CFSPH – The Center for Food Security and Public Health

EFSA - European Food Safety Authority

EU - europäische Union

FLI - Friedrich-Löffler-Institut

LSD - Lumpy Skin Disease

LSD-Virus - Lumpy Skin Disease Virus

OIE - World Organisation for Animal Health

PCR - Polymerase-Kettenreaktion

SNT - Serumneutralisationstest

VIS - Veterinärinformationssystem

VMU – Veterinärmedizinische Universität Wien

WHO - World Health Organization

Inhaltsverzeichnis

Danksagung

Abkürzungsverzeichnis

1. Einleitung	1
1.1. Die Krankheit	1
1.2. Verbreitung von LSD	2
1.3. Bekämpfungsmaßnahmen in Europa	7
1.4. Zielstellung der Diplomarbeit	8
2. Material und Methoden	9
2.1. Literaturrecherche	9
2.2. Vorgehensweise zur Auswahl der Referenzen	11
2.3. Datenaufarbeitung	11
3. Übertragungswege für das LSD-Virus	13
3.1. Übertragung über belebte und unbelebte Vektoren	13
3.2. Potentielle belebte Vektoren und deren Vorkommen in Österreich	14
4. Belebte Vektoren	15
4.1. Klassifikation von belebten Vektoren	15
4.2. Mücken	17
4.2.1. Krankheitsübertragung durch Mücken	18
4.2.2. LSD-Virus Nachweise in Mücken-Arten	19
4.2.3. Mücken als Überträger des LSD-Virus in Österreich	19
4.2.4. Bekämpfung von Mücken	22

4.3. Fliegen der Gattung Stomoxys	23
4.3.1. Der Wadenstecher – Allgemeines	24
4.3.2. Krankheitsübertragung durch den Wadenstecher	24
4.3.3. LSD-Virus Nachweise in Wadenstechern	24
4.3.4. Bekämpfung von Wadenstechern	26
4.4. Fliegen der Gattung Musca	27
4.4.1. Stubenfliegen – Allgemeines	28
4.4.2. Krankheitsübertragung durch Stubenfliegen	28
4.4.3. LSD-Virus Nachweise in Stubenfliege	29
4.4.4. Bekämpfung von Stubenfliegen	29
4.5. Bremsen	30
4.5.1. Bremsen – Allgemeines	31
4.5.2. Krankheitsübertragung durch Bremsen	32
4.5.3. LSD-Virus Nachweise in Bremsen	32
4.5.4. Bekämpfung von Bremsen	33
4.6. Zecken	33
4.6.1. Zecken – Allgemeines	34
4.6.2. Für die Übertragung des LSD-Virus in Frage kommende Zecken-Arten	38
4.6.3. Krankheitsübertragung durch Zecken	40
4.6.4. Bekämpfung von Zecken	41
5. Weitere Übertragungswege	42
5.1. Handel mit Tieren und tierischen Produkten	42
5.1.1. Übertragung durch Tierkontakt oder Tiersekrete	42

5.1.2. Übertragung durch tierische Lebensmittel	44
5.1.3. Übertragung durch Sperma	45
5.1.4. Intrauterine Übertragung	46
5.2. Verschleppung durch den Menschen	47
5.2.1. Iatrogene Übertragung	47
5.2.2. Mechanische Übertragung durch den Melkvorgang	47
5.3. Übertragung durch den Wind	48
6. Vorbeuge- und Bekämpfungsmaßnahmen	49
6.1. Maßnahmen von Seiten der Landwirte	49
6.1.1. Biosicherheit	49
6.1.2. Vektorenbekämpfung	49
6.2. Maßnahmen der LSD-Verordnung	50
6.2.1. LSD-Monitoring zur Früherkennung	50
6.2.2. Maßnahmen bei Seuchenverdacht	51
6.2.3. Maßnahmen bei LSD-Virus-Ausbruch	51
6.2.4. Maßnahmen zur Verhinderung der Ausbreitung des LSD-Virus	52
6.2.5. Maßnahmen in der Schutz- und Überwachungszone	52
6.3. Biosicherheitsmaßnahmen für Tierärzte auf Seuchenbetrieben	53
7. Diskussion	56
7.1. Eintrags- und Übertragungswege	56
7.2. Maßnahmen	60
8. Zusammenfassung	63
9. Summary	64

10. Literaturverzeichnis und Judikaturverzeichnis	65
11. Abbildungsverzeichnis	79
12. Tabellenverzeichnis	80

Danksagung

Zuerst möchte mich vor allem bei meiner Mutter, meinem Freund und meinem Hund Wolfgang bedanken. Sie standen immer hinter mir, haben mich immer unterstützt, mich bestärkt und motiviert und sie hatten immer ein offenes Ohr für meine Sorgen während des ganzen Studiums, außerdem war Wolfgang immer bemüht, dass ich auch viel frische Luft bekomme. Vielen Dank, ohne euch hätte ich das nie geschafft!

Ebenfalls ein sehr großer Dank gebührt meiner Betreuerin Univ.-Prof. Dr. med. vet. Annemarie Käsbohrer. Sie hat mich immer herausragend unterstützt und mir immer wertvolle Hinweise und Tipps für meine Diplomarbeit gegeben. Ein herzliches Dankeschön für ihre Geduld und Ihre Mühen!

Außerdem möchte ich mich noch bei all denjenigen bedanken, die mich während meiner Ausbildung und der Anfertigung dieser Diplomarbeit motiviert und unterstützt haben.

1. Einleitung

1.1. Lumpy Skin Disease

Die Lumpy Skin Disease (LSD) (Synonym: *Dermatitis nodularis*, Knötchenkrankheit) ist eine anzeigepflichtige Tierseuche der Wiederkäuer (§17 TSG).

Erreger:

Die Infektion wird durch das Lumpy Skin Disease-Virus (LSD-Virus) hervorgerufen. Das LSD-Virus gehört innerhalb der Familie der Pockenviren (*Poxviridae*) zur Gattung der Schaf- und Ziegenpockenviren (*Capripoxvirus*). Das Virus ist sehr stabil, wenn es sich nicht am Wirt befindet (AGES 2016, Amt der steiermärkischen Landesregierung-Veterinärdirektion 2017). In der Umwelt, wie zum Beispiel dem Rinderstall, kann es viele Monate überleben und bleibt die ganze Zeit über auch infektiös (OIE 2016). Für den Menschen ist das LSD-Virus allerdings ungefährlich (AGES 2019c).

Infektionsweg:

Der Erreger kann sowohl direkt als auch indirekt übertragen werden. Am wichtigsten ist allerdings die Rolle der indirekten Übertragung durch Insekten wie u.a. Bremsen, Fliegen, Mücken und Zecken. Als zweiter wichtiger Infektionsweg wird der direkte Weg angesehen. Die Ansteckung erfolgt zum Beispiel über unbehandelte Tierhäute und Felle, Sperma, Tränen, Speichel, Rohfleischprodukte, Rohmilchprodukte und durch daraus gewonnenes Tierfutter, sowie auch über das Kolostrum (FLI 2016, AGES 2019c).

Die lange Inkubationszeit von bis zu 28 Tagen macht die Bekämpfung sehr schwierig, da die Tiere in der Phase der Inkubationszeit symptomlos, aber trotzdem ansteckend für andere empfängliche Wiederkäuer sein können (FLI 2016, AGES 2019c).

Symptome:

Die Erkrankung äußert sich bei Rindern (auch Giraffen, Büffeln u.a.) durch ein generalisierendes papulo-vesikuläres Exanthem in Form von ca. 0,5-5 cm großen Hautknoten am ganzen Körper. Bevorzugt treten diese Hautknoten am Kopf, Schwanz, Hals, Extremitäten, Perineum sowie im Genitalbereich inkl. Euter auf. Bei etwa der Hälfte der erkrankten Tiere tritt eine Hautschwellung auf (40-50 %) (FLI 2016, AGES 2019c). Weitere

Symptome können Fieber (bis zu 41 Grad), stark geschwollene Lymphknoten, Nasen- und Augenausfluss, Mattigkeit, Appetitlosigkeit, erhöhter Speichelfluss, fehlender Duldungsreflex bei weiblichen Tieren und Aborte sein. Außerdem können nekrotische Läsionen in den Organen des Respirationstraktes sowie im Uterus und im Bereich des Magens auftreten (FLI 2016, AGES. 2019c).

Als Differentialdiagnosen kommen einige andere Erkrankungen mit ähnlichen Symptomen in Betracht. Es muss zum Beispiel an eine Infektion mit dem bovinen Herpesvirus-2 (Erreger: bovinen Herpes Virus-2) gedacht werden, welches aufgrund der sehr ähnlichen Symptome auch Pseudo Lumpy Skin Disease genannt wird. Ebenfalls sollten Allergien, Parapocken (Erreger: *Bovines Parapoxvirus 1*), Demodikose (Erreger: *Demodex bovis*) und Dermatophilose (Erreger: *Dermatophilus congolensis*), die Hautform der enzoonotischen Leukose des Rindes (Erreger: *Bovine Leukose Virus*), *Stomatitis papulosa* (Erreger: *parapoxvirus bovis 1*) differentialdiagnostisch ausgeschlossen werden (FLI 2016, AGES. 2019c).

Für LSD empfängliche Tierarten sind gemäß LSD-VO 2017:

Bos taurus (Hausrind)

Bos indicus (Zebu)

Bison bison (Bison)

Bubalus bubalis (Wasserbüffel)

in Gefangenschaft gehaltene Wildwiederkäuer, welche auf der Homepage des Bundesministeriums für Gesundheit und Frauen genannt sind, weil sie gemäß neuesten wissenschaftlichen Erkenntnissen an der Übertragung und Ausbreitung der LSD beteiligt sind.

Diagnostik:

Für die Diagnostik des LSD-Virus gibt es ein spezielles nationales zuständiges Referenzlabor in Österreich. Das AGES-Institut für veterinärmedizinische Untersuchungen in Mödling (AGES. 2019c)

Am besten geeignet für die diagnostische Untersuchung und den Nachweis von LSDV eignen sich Blut, Hautveränderungen und Exkrete wie Tränenflüssigkeit und Speichel. Von bereits toten Tieren können Material von Lymphknoten, Milz und Lunge genommen werden.

Diese Proben werden dann mit Hilfe von molekularbiologischer Verfahren wie PCR, Sequenzierung, elektronenmikroskopischer Untersuchung, Isolierung mittels Zellkultur und Serumneutralisationstest sowie ELISA analysiert. Ebenfalls gibt es das sogenannte Ausschlußverfahren bzw. die Ausschlußdiagnostik. Bei dieser kannfrühzeitig das Seuchengeschehen erkannt werden. Es wurden im Jahr 2017 und 2018 mittels der Ausschlussdiagnostik 30 Rinder mit auffallenden Hautsymptomen untersucht. Alle Fälle wurden aber negativ auf LSD getestet (AGES. 2019c).

1.2. Verbreitung von LSD

Das erste Mal wurde LSD in Sambia 1921 beschrieben. Bis in die 80er Jahre war das Vorkommen dieser Krankheit auf die Gebiete der Sahara beschränkt und breitete sich dann weiter nach Ägypten und Israel aus (Yeruham et al. 1995). Seit 2012 breitet sich LSD großflächig in Israel aus. Ab 2013 hat diese Seuche den europäischen Kontinent erreicht. Der erste Fall wurde in Griechenland festgestellt und nur wenige Monate später kamen in Bulgarien, Mazedonien und Serbien weitere Ausbrüche dazu. Ein Jahr später wurde LSD auch im Kosovo beobachtet (Hoffmann et al. 2016).

Nach der Ausbreitung im Nahen Osten (Israel, Libanon und Türkei) verbreitete sich das Virus dann weiter Richtung Süden (Alkhamis, Van der Waal 2016). Im Jahr 2016 war LSD auch in Südosteuropa (Albanien, Bulgarien, Mazedonien, Kosovo, Montenegro und Serbien) nachzuweisen. Danach folgte die weitere Ausbreitung über Armenien, Aserbaidschan und Georgien bis hin nach Russland und Kasachstan (Hoffmann et al. 2016).

Eine Übersicht über die Verbreitung von LSD wird in Abb. 1 gegeben.



Abb. 1: Verbreitung von LSD Modifiziert nach Daten des FLI 2016. Rot = Land, in dem LSD aufgetreten ist, grün = Land ohne Auftreten von LSD

Nachfolgend wird die Situation in den Jahren 2016–2020 (Tab. 1–5) anhand der seitens der AGES zur Verfügung gestellten Daten zusammengefasst. Grundlage dieser Berichte sind die verpflichtenden Meldungen der EU-Mitgliedsstaaten und der Türkei an das Animal Diseases Notification System (ADNS; Tierseuchenmeldesystem-System der Europäischen Kommission).

Tab. 1: Gemeldete LSD-Ausbrüche im Jahr 2016. Quelle: AGES, Lumpy Skin Disease (LSD) Auswertung der ADNS-Meldungen 2016

	Jan	Feb	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug	Sept	Okt	Nov	Dez	Gesamt
Albanien	0	0	0	0	0	0	0	0	243	7	0	0	250
Bulgarien	0	0	0	34	92	76	14	1	0	0	0	0	217
Griechenland	0	0	0	15	33	27	16	7	1	2	3	0	104
Kosovo	0	0	0	0	0	4	11	26	5	0	0	0	46
Nord-mazedonien	0	0	0	5	28	30	39	11	2	2	0	0	117
Montenegro	0	0	0	0	0	0	46	18	0	0	0	0	64
Serbien	0	0	0	0	0	82	129	8	4	2	0	0	225
Türkei		5	6	10	45	8	0	0	0	12	10	6	106
Gesamt	4	5	6	64	198	227	255	71	255	25	13	6	1129

Tab. 2: Gemeldete LSD-Ausbrüche im Jahr 2017. Quelle: AGES, Lumpy Skin Disease (LSD) Auswertung der ADNS-Meldungen 2017

	Jan	Feb	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug	Sept	Okt	Nov	Dez	Gesamt
Albanien	45	63	71	237	18	60	0	0	0	0	0	0	494
Griechenland	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
Mazedonien	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	4
Türkei	0	0	3	1	2	0	3	0	2	0	2	1	14
Gesamt	46	63	75	239	21	60	4	1	2	0	2	1	514

Tab. 3: Gemeldete LSD-Ausbrüche im Jahr 2018. Quelle: AGES, Lumpy Skin Disease (LSD) Auswertung der ADNS-Meldungen 2018

	Jan	Feb	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug	Sept	Okt	Nov	Dez	Gesamt
Türkei	0	0	0	2	0	6	10	11	9	4	4	1	47
Gesamt	0	0	0	2	0	6	10	11	9	4	4	1	47

Tab. 4: Gemeldete LSD-Ausbrüche im Jahr 2019. Quelle: AGES, Lumpy Skin Disease (LSD) Auswertung der ADNS-Meldungen 2019

	Jan	Feb	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug	Sept	Okt	Nov	Dez	Gesamt
Türkei	1	1	0	0	4	19	33	41	32	33	13	3	180
Gesamt	1	1	0	0	4	19	33	4	32	33	13	3	180

Tab. 5: Gemeldete LSD-Ausbrüche im Jahr 2020. Quelle: AGES, Lumpy Skin Disease (LSD) Auswertung der ADNS-Meldungen 2020, Stand: 20.07.2020

	Jan	Feb	März	April	Mai	Juni	Juli	Gesamt
Türkei	3	0	1	0	0	0	0	4
Gesamt	3	0	1	0	0	0	0	4

Wie in der Tabelle 2 ersichtlich, waren im ersten Halbjahr 2017 z.T. sehr hohe Erkrankungszahlen berichtet worden, während in der zweiten Jahreshälfte kaum Ausbrüche gemeldet wurden. Im Vergleich zum Vorjahr 2016 (Tab. 1) haben sich die Fälle deutlich reduziert. Im Verlauf bis heute kann man einen massiven Rückgang der Erkrankungen sehen. Im Jahr 2019 (Tab. 4) waren es noch 180 Fälle, im ersten Halbjahr 2020 (Tab. 5) bis zum Stand 20.07.2020 nur 4 bestätigte Fälle in der Türkei. Die Sommermonate zeigen in allen Jahren mit verfügbaren ADNS Aufzeichnungen (seit 2016) eine Anhäufung der auftretenden LSD-Erkrankungen. Es wird sich zeigen, wie sich der Verlauf in den kommenden Sommermonaten 2021 entwickeln wird.

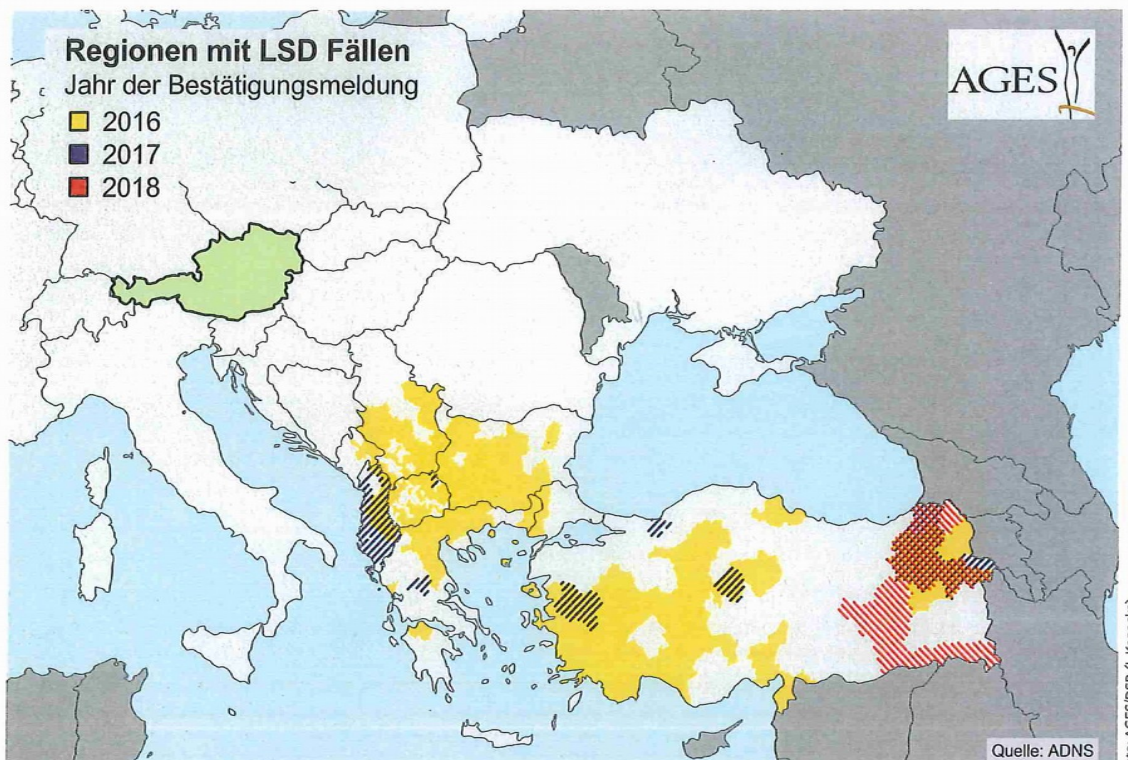


Abb. 2: Ausbreitung der Lumpy Skin Disease 2016–2018 in Europa und Kleinasien.

Quelle: Richter et al., 2019

1.3. Bekämpfungsmaßnahmen in Europa

Um die weitere Ausbreitung des Virus in Europa aufzuhalten, wurden intensive Bekämpfungsmaßnahmen begonnen. Neben Handelsbeschränkungen wurden 2015 und 2016 Massenimpfungen in Südosteuropa durchgeführt. Dadurch wurde die Krankheit erfolgreich eingedämmt (EFSA 2017).

Anfang 2018 konnte sogar von einem Rückgang der Infektionen um 95 % in der Balkanregion gesprochen werden. Daraus wurde gefolgert, dass die Impfung gegen LSD ein wirksamer Schutz ist und wesentlich zur Eindämmung der Krankheit beiträgt. (EFSA 2018). . 2018 gab es keine weiteren Ausbrüche in Südosteuropa (EFSA 2019). Dies führt auch dazu, dass die Gefahr, dass LSD das Land Österreich erreicht, deutlich gesunken ist.

Der Lagebericht der EFSA zu LSD im Februar 2020 hat gezeigt, dass es im Jahr 2019 zu keinen neuen Ausbrüchen von LSD in Südosteuropa gekommen ist. Die von der EU-

Kommission unterstützte Massenimpfkampagne die in allen betroffenen Ländern in Südosteuropa durchgeführt wurde weiter unterstützt und somit wurden über 1,8 Millionen Rinder geimpft (EFSA 2020).

1.4. Zielstellung der Diplomarbeit

Zielstellung dieser Arbeit ist es, mittels Literaturrecherche herauszuarbeiten, wie das LSD-Virus am häufigsten übertragen wird und zu beschreiben, welche Maßnahmen möglich sind, um die Übertragung des Virus einzudämmen. Hierfür werden generelle Biosicherheitsmaßnahmen sowie spezielle Maßnahmen im Falle eines Ausbruchs von LSD berücksichtigt. Der Schwerpunkt liegt hierbei auf Übertragungswegen, die für die Verbreitung des Virus in Betracht kommen und von denen somit auch eine größere Wahrscheinlichkeit der Erregerverschleppung ausgeht.

Der Fokus der Biosicherheitsmaßnahmen liegt dabei einerseits auf möglichen Maßnahmen, die von den Landwirtinnen und Landwirten durchzuführen sind, vor allem im Bereich der Vektorenbekämpfung. Des Weiteren werden die möglichen Maßnahmen seitens der Tierärztinnen und Tierärzte, auch unter Berücksichtigung amtlicher Maßnahmen und der Einrichtung von verschiedenen Seuchenzonen beschrieben.

2. Material und Methoden

2.1. Literaturrecherche

Zur Beschreibung der Übertragung des LSD-Virus und um die möglichen Biosicherheitsmaßnahmen herauszuarbeiten, wurden Studien und Publikationen aufbereitet, die den aktuellen Wissensstand beschreiben; ebenso wurden auch Modelle zur Verbreitung von LSD verwendet. Die Literaturrecherche wurde in den Datenbanken Scopus® (<https://www.scopus.com/home.uri>) und Pubmed® (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>) durchgeführt. Gesucht wurde mit folgenden Begriffen oder auch mit Kombinationen aus diesen:

- LSD/ lumpy skin
- Vektoren in Österreich, vectors
- belebte und unbelebte Vektorenart
- Übertragung
- mechanical transmission
- semen, milk, Milch
- Biosecurity
- Seuchen
- Seuchenprävention
- Landwirte LSD-Ausbruch
- Schutzzone
- LSD-Situation 2005, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020
- LSD in Österreich
- Virusinfektionen
- Tierseuchenrecht
- Ansteckungsgefahr LSD
- Inkubationszeit
- Blutmahlzeit Mücken
- Mückenaktivität Österreich und Europa

- Culicoides LSD
- Ixodes LSD
- Vorkommen Ixodes
- Flugdistanzen Mücken und Fliegen
- Taxonomie der einzelnen Insekten
- transmission lumpy skin
- transmission lumpy skin veterinarian
- transmission lumpy skin semen
- transmission lumpy skin meat and milk

Zur Literaturrecherche wurde folgende Fachliteratur/Fachzeitschriften verwendet:

Eckert et al. 2012. Lehrbuch der Parasitologie für die Tiermedizin

Beck u. Pantchev 2006. Praktische Parasitologie bei Heimtieren: Kleinsäuger - Vögel – Reptilien

Bürger 2006. Veterinärmedizinische Parasitologie

Boch, Supperer. 2006. Veterinärmedizinische Parasitologie

Mehlhorn 2012. Die Parasiten der Tiere: Erkrankungen erkennen, bekämpfen und vorbeugen

Vet-Journal 07/08 2016, o.S.

Deutsches Tierärzteblatt 09/2016, o.S.

Desweiteren wurden folgende Internetseiten zur Literaturrecherche herangezogen:

EFSA - European Food Safety Authority (<http://www.efsa.europa.eu>)

AGES - Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH (<https://www.ages.at>)

BMSGPK - Kommunikationsplattform VerbraucherInnen-gesundheit des Bundesministeriums für Soziales, Gesundheit, Pflege und Konsumentenschutz (<https://www.verbrauchergesundheit.gv.at>)

FLI – Friedrich-Löffler-Institut (<https://www.fli.de>)

Rechtstexte:

Tierseuchengesetz

Richtlinie 92/119/EWG

Durchführungsbeschluss (EU) 2016/2008

Durchführungsbeschluss (EU) 2016/2009

Durchführungsbeschluss (EU) 2019/81

Lumpy skin disease-Verordnung – LSD-VO (Verordnung der Bundesministerin für Gesundheit und Frauen zur Bekämpfung der Lumpy skin disease (Lumpy skin disease-Verordnung – LSD-VO). StF: BGBl. II Nr. 315/2017

Die gesamte Literaturrecherche erstreckte sich über den Zeitraum vom 01.06.2017 bis 01.10.2017 und schließt somit alle Publikationen, Studien und Informationen ein, die bis zu diesem Datum veröffentlicht wurden. Die Verbreitung der LSD in Europa wurde ergänzend auf den Zeitraum von 2017–2020 ausgeweitet.

2.2. Vorgehensweise zur Auswahl der Referenzen

Nach Sichtung des Ergebnisses dieser Recherchen aus den oben angeführten Literaturangaben und der somit hierfür in Frage kommenden Studien und Publikationen sowie Fachbücher wurde im Hinblick auf die Relevanz eine Vorauswahl getroffen, um die zu bearbeitenden Literaturstellen einzuschränken und sich auf die Bearbeitung der konkreten Fragestellung zu konzentrieren. Die erste Vorauswahl der Publikationen ist anhand des Titels erfolgt und dann anhand der Zusammenfassungen bzw. Abstracts im zweiten Schritt verfeinert worden. Die Fachbücherauswahl erfolgte aufgrund von Recherchen in Suchmaschinen des Internets, indem oben angeführte Begriffe gesucht wurden. Als wichtige Kriterien wurden Quellen zum Vorkommen von LSD, zu den Verbreitungswegen und zu möglichen Maßnahmen ausgewählt.

2.3. Datenaufarbeitung

Die so ausgewählten Arbeiten wurden dann im Detail gelesen und die für die einzelnen Aspekte dieser Arbeit relevanten Informationen extrahiert. Hierbei wurde darauf geachtet,

dass jeweils die Referenz bei der summarischen Darstellung der Erkenntnisse mitgeführt wurde.

Die Ergebnisse der Recherche wurden im Hinblick auf die darin beschriebenen verschiedenen Übertragungswege unterschieden, die entweder auf dem einzelnen landwirtschaftlichen Betrieb stattfinden können oder die eher für die Ausbreitung zwischen verschiedenen Betrieben von Bedeutung sind und somit übergreifende Maßnahmen erfordern.

3. Übertragungswege für das LSD-Virus

3.1. Übertragung über belebte und unbelebte Vektoren

Bei der Übertragung von Infektionserregern durch Vektoren wird zwischen belebten und unbelebten Vektoren unterschieden (Große-Kock 2019). Generell versteht man unter Vektoren Überträger von Krankheitserregern (z. B. Viren, Bakterien etc.), die Infektionskrankheiten bei verschiedenen oder auch gleichen Organismen, in diesem Zusammenhang Tierarten, auslösen können. Belebte Vektoren übertragen dabei entweder mechanisch durch den Kontakt (z.B. Stubenfliege) oder auch über die Blutmahlzeit (biologische Übertragung, z.B. Mücke) den Krankheitserreger. Typische unbelebte Überträger sind zum Beispiel Transportfahrzeuge oder Einstreu (Große-Kock 2019).

Eine Übertragung von LSD kann entweder auf direktem Weg von einem Rind auf das andere (zum Beispiel durch Speichel, Nasensekret, Augensekret oder Ejakulat) oder auf indirektem Weg, zum Beispiel durch die Umgebung, Aerosole, Stäube oder tierische Produkte, erfolgen. (Amt der Steiermärkische Landesregierung-Veterinärdirektion. 2017)

Die größte Bedeutung bei der Verschleppung in bisher LSD-freie Regionen wird dem Transport von (zum Teil subklinisch) infizierten Tieren inklusive den Vektoren zugeschrieben. Die Einfuhr infizierter Tiere in neue Gebiete ist der effizienteste Weg der Verbreitung, v.a. über weite Distanzen (Amt der Steiermärkische Landesregierung-Veterinärdirektion. 2017). Als Vektoren sind in vorwiegend (blutsaugende) Insekten und Milben genannt (Amt der Steiermärkische Landesregierung-Veterinärdirektion. 2017). Bisher konnte eine Virusübertragung durch bestimmte Arten (Amt der Steiermärkische Landesregierung-Veterinärdirektion. 2017) von Stechmücken, Zecken und Fliegen nachgewiesen werden. Nach momentanem Kenntnisstand wird das Virus vorwiegend mechanisch, wahrscheinlich über eine Kontamination der Mundwerkzeuge, übertragen. Es muss keine vorherige Replikation in Zellen oder Geweben der Arthropoden statt gefunden haben und die Verschleppung des LSD-Virus ist somit auch nicht an eine bestimmte Spezies (Amt der Steiermärkische Landesregierung-Veterinärdirektion. 2017) von Vektoren gebunden. Hinsichtlich der

Vektorkompetenz der Insekten- und Milbenarten in Mitteleuropa besteht allerdings noch Forschungsbedarf.

Allerdings sind sich die Forscherinnen und Forscher einig darüber, dass die wichtigste Art der Übertragung des LSD-Virus wahrscheinlich mechanisch durch blutsaugende Insekten ist. Diese Hypothese wird dadurch gestützt, dass LSD-Ausbrüche vor allem an warmen und feuchten Tagen gehäuft vorkamen (Weiss 1968, Amt der Steiermärkische Landesregierung-Veterinärdirektion. 2017).

Tab. 6: Übersicht über wichtige Vektoren für die Übertragung des LSD-Virus (MSD-Tiergesundheit 2019b)

Belebte Vektoren	Unbelebte Vektoren
Erkrankte Tiere	Transportfahrzeuge
Insekten	Einstreu
Milben/Zecken	Futter/Trinkwasser
Menschen	Stallgeräte/Kleidung

3.2. Potentielle belebte Vektoren und deren Vorkommen in Österreich

In Österreich gibt es eine Vielzahl von belebten Vektoren, die als Überträger des LSD-Virus in Frage kommen. Die Übertragung ist durch alle in Europa heimischen (fliegenden) Vektoren möglich, die auch bereits bei anderen Krankheiten als Überträger bekannt sind.(AGES 2016, (Verbrauchergesundheit.gv.at 2016).

Belebte Vektoren, die möglicherweise das Virus tragen, können über verschiedene Wege nach Österreich gelangen. So ist es durchaus denkbar, dass z. B. die Stubenfliege auf verschiedenen Wegen selbst transportiert wird und somit das Virus mitbringt. Als Beispiel könnte man eine Fliege oder Mücke nennen, die das Virus am Körper heften hat und in einem Fahrzeug eingesperrt in ein anderes Land mitreist. Dort angekommen, kann sie als Vektor die Krankheit weiter übertragen. Auch die Einnistung der Larven in einem Transportmittel ist denkbar, so dass die neue Generation erst in neuer Umgebung geboren wird. Daher sollen nachfolgend die wichtigsten Vertreter der Insekten beschrieben werden, die als Überträger des LSD-Virus in Frage kommen.

4. Belebte Vektoren

4.1. Klassifikation von belebten Vektoren

Im Rahmen dieser Arbeit werden potentielle als Hauptüberträger Vertreter aus zwei Klassen von belebten Vektoren berücksichtigt: der Klasse der Insekten und der Klasse der Spinnentiere.

Insekten können entsprechend der klassischen Systematik in Unterklassen, Überordnungen und Ordnungen gruppiert werden. Tabelle 7 ordnet einige Insekten in der Ordnung der Zweiflügler, auf die nachfolgend auch eingegangen werden soll, analog dieser Systematik ein.

Tab. 7: Taxonomie der Insekten (Wikipedia 2019a)

Klasse Insekten (insecta)

 Unterklasse: Fluginsekten (Pterygota)

 Überordnung: Neuflügler (Neoptera)

 Ordnung Zweiflügler (Diptera)

Unterordnung Mücken (Nematocera)

 Familie: Gnitzen (Ceratopogonidae)

 Unterfamilie: Ceratopogoninae

 Gattung: Culicoides (z.B. Art: Culicoides impunctatus)

 Familie: Stechmücken (Culicidae)

 Gattung: *Aedes* (z.B. Art *Aedes vexans*)

 Gattung: *Culex* (z.B. Art *Culex pipiens*)

 Gattung: *Anopheles* (z.B. Art *Anopheles stephensi*)

 Familie: Schmetterlingsmücken (Psychodidae)

 Unterfamilie: Sandmücken (Phlebotominae)

Unterordnung: Fliegen (Brachycera)

 Familie: Bremsen (Tabanidae)

 Gattung: *Tabanus* (z.B. Art: *T. bromius*)

 Gattung: *Chrysops* (z.B. Art: *Ch. relictus*)

- Gattung: *Haematopota*
- Familie: Echte Fliegen (Muscidae)
 - Gattung: *Stomoxys* (z.B. Art: Wadenstecher (*Stomoxys calcitrans*))
 - Gattung: *Musca* (z.B. Art: Stubenfliege (*Musca domestica*), Stallfliege (*Musca autumnalis*))
- Klasse: Spinnentiere (Arachnida)
 - Unterklasse: Milben (Acari)
 - Ordnung: Zecken (Ixodida)
 - Familie: Schildzecken (Ixodidae)
 - Gattung: *Ixodes* (z.B. Art: Gemeiner Holzbock (*Ixodes ricinus*))
 - Gattung: Buntzecken (*Dermacentor*)
 - (z.B. Art: Auwaldzecke (*Dermacentor reticulatus*))
 - Gattung: *Haemaphysalis*
 - (z.B. Art: Reliktzecke (*Haemaphysalis concinna*))
 - Gattung: *Rhipicephalus* (z.B. Art: *Rhipicephalus sanguineus*)

Zweiflügler (Diptera) bilden eine Ordnung in der Klasse der Insekten. Es werden knapp 160.000 Arten aus 226 Familien zu den Zweiflüglern gezählt (Wikipedia 2019a). In Mitteleuropa sind derzeit etwa 9200 Arten heimisch.

Zweiflügler sind gekennzeichnet dadurch, dass bei ihnen nur zwei der üblicherweise vier bei Insekten vorkommenden Flügel als solche ausgebildet sind. Im Durchschnitt können Zweiflügler eine Größe von 0,8 mm bis 60 mm erreichen (Wikipedia 2019a), außerdem haben sie gut entwickelte Komplexaugen. Ihre Stechwerkzeuge sind entweder leckend-saugend oder stechend-saugend (Spektrum der Wissenschaft 2019).

Zweiflügler gehören zu den Insekten, die sich vollständig verwandeln. Kurz nach der Begattung erfolgt meistens direkt die Eiablage in ein Substrat, welches sich zur Entwicklung der Larven eignet. Bis zum Schlupf der Larven kann es unterschiedlich lange dauern. Hier sind je nach Art sind Zeiträume von Stunden bis Wochen hier möglich. Außerdem gibt es drei

bis vier verschiedene Larvenstadien, ebenfalls je nach Art unterschiedlich. Im letzten Stadium der Entwicklung verpuppt sich die Larve. Das nun fertige Insekt, welches dann aus der Puppe schlüpft, nennt sich Imago. Zweiflügler werden in die beiden Unterordnungen Mücken (Nematocera) und Fliegen (Brachycera) unterteilt (Wikipedia 2019a).

4.2. Mücken

Ein Vertreter der Unterordnung der Mücken wird beispielhaft in Abb. 3 gezeigt. Eine Übersicht über die Taxonomie der Mücken gibt Tabelle 8.



Abb. 3: Mücke, Quelle: Mark Minge

Tab. 8: Taxonomie der Mücken (Wikipedia 2020a)

Unterordnung Mücken (Nematocera)

- Familie: Gnitzen (Ceratopogonidae)
 - Unterfamilie: Ceratopogoninae
 - Gattung: *Culicoides* (z.B. Art *Culicoides impunctatus*)
- Familie: Stechmücken (Culicidae)
 - Gattung: *Aedes* (z.B. Art *Aedes vexans*)
 - Gattung: *Culex* (z.B. Art *Culex pipiens*)
 - Gattung: *Anopheles* (z.B. Art *Anopheles stephensi*)
- Familie: Schmetterlingsmücken (Psychodidae)
 - Unterfamilie: Sandmücken (Phlebotominae)

Tab. 9: Übersicht Mückenvorkommen weltweit (Wikipedia 2020a)Mückenarten:

Weltweit: 3600 Arten

Europa: 104 Arten

Österreich: 40 Arten

Wichtige Arten: *Culicoides*, *Aedes*

Derzeit gibt es weltweit 3600 Arten (Wikipedia 2020a) von Mücken (Culicidae). In Europa sind ca. 104 Arten heimisch (Tab. 9). Die meisten finden sich in Mitteleuropa (Museum für Naturkunde 2019). Mücken sind weltweit verbreitet. Sie kommen lediglich nicht in der Arktis vor und nicht auf einigen Inseln (Rueda 2008).

Nur die weiblichen Mücken saugen Blut. Sie durchdringen die Haut von Menschen und Tieren und nehmen so ihre Blutmahlzeit auf. Durch ihre Mahlzeiten fügen sie ihrem Körper wichtige Substanzen zu. Darunter sind zum Beispiel Proteine und auch Häm, essentielle Bestandteile für die Mücken. Mit diesen Nahrungsbestandteilen werden ihre Nachkommen ernährt (Zhou et al. 2007). Weibliche Mücken ernähren sich ansonsten wie die Männchen von Pflanzensäften und Nektar (biogents.eu, 2019)

Bei den Mücken (*Nematocera*) werden sechs Teilordnungen unterschieden, denen jeweils eine Vielzahl von Familien zugeordnet werden kann. Besonders bekannt sind bei uns die Familien der Gnitzen (*Ceratopogonidae*), der Stechmücken (*Culicidae*) und die Unterfamilie der Sandmücken (*Phlebotominae*).

4.2.1. Krankheitsübertragung durch Mücken

Wenn die Mücke ihren Wirt sticht, können durch den Speichel der Mücke Krankheitserreger übertragen werden. Hervorzuheben ist hierbei, dass sich bei einigen viralen Erkrankungen, z.B. Gelbfieber, der Erreger auch in der Mücke vermehren und in die Speicheldrüsen der Mücke gelangen muss (Gontard 2019). Dafür müssen die Erreger die adulte Mücke, beziehungsweise die darauf spezialisierten Zwischenstadien, auch infizieren. Aus diesem Grund ist es auch nicht möglich, dass jede Mücke jede Krankheit übertragen kann

(biogents.eu, 2019). Allerdings ist nach bisherigem Kenntnisstand keine Vermehrung des LSD-Virus in der Mücke notwendig, um es zu übertragen.

4.2.2. LSD-Virus Nachweise in Mückenarten

In einer Studie konnte bis jetzt nur eine Mückenart, die weibliche *Aedes aegypti*, als Überträger des LSD-Virus nachgewiesen werden. Dazu setzte man weibliche Mücken der Gattung *Aedes aegypti* zur Blutmahlzeit auf LSD-infizierte Rinder. Danach wurden die Mücken, die das Virus aufgenommen hatten, auf gesunde Rinder gesetzt, um diese zu infizieren. In 5 von 7 Fällen konnte anschließend aus den Empfängertieren das LSD-Virus isoliert werden. Die Infektion der nun infizierten Rinder verlief bis auf einen Fall milde. Somit konnte also festgestellt werden, dass weibliche *Aedes aegypti*-Mücken das LSD-Virus im Zeitraum von 2–6 Tagen nach der Blutmahlzeit auf Rinder übertragen können, wenn sie selbst das Virus tragen (Chihota et al. 2001).

4.2.3. Mücken als Überträger des LSD-Virus in Österreich

In Österreich sind bisher ca. 40 Mückenarten nachgewiesen worden, die anhand ihrer Eigenschaften sechs verschiedenen Gattungen zugeordnet werden können. Sie gehören wenigen verschiedenen Lebensformtypen an. Mehr über die Lebensformen der Mücken zu wissen, ist insofern wichtig, damit man versteht, wie sie sich vermehren und wo sie leben. So kann man sich besser schützen und ihre Ausbreitung verhindern oder zumindest eindämmen (AGES 2019a).

Univ. Prof. Horst Aspöck hat 1969 ein Monitoring Programm zur Bestimmung der Mückenartenvielfalt in Österreich entwickelt (Aspöck 1969). Danach wurden im Zeitraum 1997-1999 auch Populationsmessungen durchgeführt (Seidel 2011). Forscherinnen und Forscher haben dort täglich die Mückenaktivität bestimmt. Es handelte sich um mehrere Tage, an denen die Tiere gefangen wurden. Die Messungen wurden in unmittelbarer Nähe der österreichischen Grenze in Tschechien an der Thaya und March gemacht. Aus diesem Grund

kann man annehmen, dass die Mückenarten, die auf der tschechischen Seite vorkommen, auch auf österreichischer Seite an der Grenzregion vorkommen können und somit als Vektor in dem Gebiet in Frage kommen. Als Ergebnis der Studie konnte somit gesagt werden, dass die selten Mückenarten zwar abnehmen, aber die Mückenpopulation im Gesamten zunimmt.

Familie Gnitzen (Ceratopogonidae)

Da der Gattung der Culicoides in der Familie der Gnitzen eine große Bedeutung als Vektor für die Übertragung des LSD-Virus in der Veterinärmedizin zugesprochen wird, ist es von großer Bedeutung, auch realistisch abschätzen zu können, in welcher Häufigkeit verschiedene Arten der Gattung Culicoides in Österreich vorkommen und somit für die Übertragung von LSD in Betracht gezogen werden müssen.

Familie Stechmücken (Culicidae)

Gattung *Aedes* - *Aedes vexans* (Überschwemmungsgelsen/-mücken)

Innerhalb der Gattung *Aedes* der Familie der Stechmücken ist *Aedes vexans* eine weit verbreitete Art und in Deutschland die häufigste Art der Familie der Stechmücken (AGES 2019b). *Aedes vexans* wird ihrem Lebensraum entsprechend oft der Name „Überschwemmungsgelse“ gegeben. Adulte Tiere von *Aedes vexans* erreichen eine Länge von etwa 6 mm (Becker et al. 1996). Die Überschwemmungsmücken sind fast weltweit verbreitet (Goddard 2003). Sie legen ihre Eier hauptsächlich in ausgetrocknetes Terrain von Gebieten, die zuvor überschwemmt wurden. Nach dem Rückgang des Hochwassers kommt es zu einer explosionsartigen Ausbreitung und Entwicklung dieser Gelsen. In Sommern, in denen es Hochwasser gab, kommt es an Gewässern wie Elbe, Donau oder Bodensee und am Rhein zu massenhaftem Auftreten dieser Mücken wie bei keiner anderen Mückenart (Becker et al. 1996).

Die Überschwemmungsgelsen haben nur ein kurzes Leben. Um neue Eier reifen zu lassen, benötigen die Weibchen viel Blut. In dieser Lebensphase sind die Gelsen sehr aktiv und lästig. Sie parasitieren an Amphibien, sowie am Wild und wenn sich eine Gelegenheit bietet auch an Menschen. Durch starken Wind können die Gelsen passiv verweht werden. So gelangen sie zum Beispiel in Siedlungen, wo sie dann auch tagsüber zur Plage werden können. Die

Überschwemmungsgelsen dringen eigentlich selten in Gebäude ein (AGES 2019b, Becker et al. 2016).

Gattung *Aedes* - *Aedes japonicus* – asiatische Buschmücke

In den letzten Jahren kommen immer häufiger asiatische Buschmücken in Mitteleuropa vor (AGES 2019b). Durch Forschungsarbeiten werden über die Mücken immer mehr Details bekannt. Eigentlich sind die *Aedes japonicus* in südlich-tropischen Gegenden heimisch oder auch in ostasiatischen Ländern. Die asiatische Buschmücke konnte erstmals 2011 in Österreich nachgewiesen werden (Seidel et al. 2016a, Seidel et al. 2016b, Schoener 2019a, Schoener 2019b). Sie hat eine sehr hohe ökologische Toleranz und ist sehr robust. Durch diesen Vorteil ist sie sogar in der Lage in den Alpen zu leben. Für das vermehrte Vorhandensein tropischer Gelsenarten kann aber derzeit nicht nur der Klimawandel verantwortlich gemacht werden, sondern vor allem auch der Handel mit Waren, in denen sich Gelsen eingenistet haben und so in andere Länder transportiert worden sind (AGES 2019b).

Gattung: *Culex* - *Culex pipiens* – Hausgelsen – gemeine Stechmücke

Bei den Hausgelsen, einer Art der Gattung *Culex*, schaut es dagegen ganz anders aus. Sie überleben den Winter nur, wenn sie in Erdlöcher, Baumhöhlen oder auch Häuser eindringen (AGES 2019b, Dehghan et al. 2016). Die Hausgelsen sind auch diejenigen Stechmücken, die uns im Sommer am Nachtschlaf hindern. Ihre Hauptaktivität ist abends nach der Dämmerung bis morgens vor Sonnenaufgang. Im Frühling nach der Überwinterung suchen die Gelsenweibchen einen Wasserplatz/Tümpel auf, um dort ihre Eier abzulegen. Das können alte Regentonnen, Wasserlacken, Vogeltränken oder Dinge, in denen Wasser zum Stehen gekommen ist, sein. Ein Weibchen kann bis zu 150 Eier (3-7mm groß) pro Eiablage legen. Da ein Weibchen mehrere Male im Jahr Eier ablegen kann, ist es durchaus möglich, dass ein Weibchen bis zu einer Milliarde Nachkommen in ihrem Leben haben kann (AGES 2019b, Dehghan et al. 2016).

Gattung: *Anopheles* - *Anopheles stephensi* – Fieber-Mücken oder Malaria-Mücken

Auch in menschlichen Bauten zu finden sind die *Anopheles (A.) stephensi* Mücken, oder auch Fieber/Malaria-Mücken genannt. Hierbei handelt es sich um eine Art der Gattung *Anopheles*. Sie suchen gerne feuchte Räume und Tierställe auf (AGES 2019b). In ländlichen Gebieten

können *A. stephensi* in Lebensräumen wie Teichen, Bächen, Sümpfen und anderen stehenden Wasserquellen vorkommen (Rueda 2008). Sie können auch kleinere Umgebungen, wie z.B. Baumlöcher, Blattachseln und künstliche Behälter, einnehmen (Harbach 2007). Darüber hinaus brütet *A. stephensi* auch in der Stadt. Sie suchen dazu verschiedene Gewässer auf, wie z.B. künstliche Behälter oder bodennahe Wassertanks (Jeyabalan et al. 2003).

Der Name Malaria-Mücke zeugt davon, dass diese Mücken Malaria übertragen können (Valenzuela et al. 2003). Das kann auch in unseren Breiten theoretisch möglich sein, wenn im Speichel der Mücke Krankheitserreger vorhanden sind, die die Mücke zuvor bei einer Blutmahlzeit von einem infizierten Wirt aufgenommen hat. Die Mücke würde somit als zyklischer Überträger und Zwischenwirt für verschiedene Erreger dienen. Nach der Vermehrung in der Mücke kann während der Blutmahlzeit am nächsten Wirt der Erreger über den Speichel injiziert werden. Somit wäre auch die Übertragung vom LSD-Virus möglich (AGES 2019b, Wikipedia 2019b).

4.2.4. Bekämpfung von Mücken

Derzeit gibt es bei Rindern nur Insektizid-Ohrclips, das sind weiche Kunststoffclips für das Ohr (Wirkstoffe aus der Gruppe der *Pyrethroide*) oder Insektizide in Form einer Pour-on Applikation (Wirkstoff: *Deltamethrin*) für die Abwehr von Stechmücken.. Das Pour-on-Verfahren ist ein Aufguss, der von der Schädelbasis bis zum Schwanzansatz aufgetragen wird. Hierdurch lässt sich aber höchstens eine Teilwirkung gegen Mücken erzielen, d.h. das allein reicht zur Bekämpfung der Ausbreitung des LSD-Virus aber nicht aus (Eckert et al. 2012, Liebisch und Liebisch 2008).

Ebenso können prophylaktische Maßnahmen im Lebensraum vieler Mückenarten genutzt werden. So kann zum Beispiel die Entleerung oder Abdeckung von Regentonnen und sonstigen Wassersammelstätten ein gutes und wirksames Mittel zur Eindämmung der Mückenpopulationen sein (Liebisch und Liebisch 2008).

Für Tiere in Stallhaltung können Insektizidsprays verwendet werden, die aber nur bedingt wirken. Tiere, die eigentlich Tag und Nacht auf der Weide stehen, sollten unter Umständen

nachts in die Stallungen gebracht werden, um den nachtaktiven Mücken zu entgehen(Connelly et al. 2009).

Eine weitere Möglichkeit stellt das Anbringen von feinmaschigen Insektenschutznetzen, sogenannten „sandfly safe-Netzen“ an den Fenstern bzw. Lüftungsöffnungen von Stallungen dar. Allerdings wird dies in der Umsetzung meist schwer möglich sein. Außerdem muss ggf. gewährleistet werden, dass vorkommende Rauchschwalben ihre Nester weiterhin erreichen können. Bei der Verwendung von grobmaschigen Netzen muss das Netz vorher in ein Insektizid getaucht bzw. imprägniert werden. Als bester Wirkstoff gilt hier Permethrin (Connelly et al. 2009).

4.3. Echte Fliegen der Gattung *Stomoxys*

Eine Übersicht über die Taxonomie der Fliegen gibt Tabelle 10.

Tab. 10: Taxonomie der Fliegen (Wikipedia 2020b)

Unterordnung: Fliegen (Brachycera)

Familie: Echte Fliegen (Muscidae)

Gattung: *Stomoxys* (z.B. Art: Wadenstecher (*Stomoxys calcitrans*))

Gattung: *Musca* (z.B. Art: Stubenfliege (*Musca domestica*), Stallfliege (*Musca autumnalis*))

Familie: Bremsen (Tabanidae)

Gattung: *Tabanus* (z.B. Art: *T. bromius*)

Gattung: *Chrysops* (z.B. Art: *Ch. relictus*)

Gattung: *Haematopota*

Familie: Echte Fliegen (Muscidae)

Gattung: *Stomoxys* (z.B. Art: Wadenstecher (*Stomoxys calcitrans*))

Gattung: *Musca* (z.B. Art: Stubenfliege (*Musca domestica*), Stallfliege (*Musca autumnalis*))

4.3.1. Der Wadenstecher - Allgemeines

Stomoxys calcitrans, auch Stallfliege, beißende Stubenfliege, Hundefliege, Wadenstecher oder Motormäherfliege genannt, kommt weltweit vor und hat ihren Ursprung in Eurasien (Bishop 1913). Im Unterschied zu den anderen Mitgliedern der Familie der *Muscidae*, saugen Vertreter der Gattung *Stomoxys* Blut. Die Stallfliege ähnelt optisch der Stubenfliege, bei genauerem Hinschauen sieht man jedoch einen Stech-/ Beißrüssel. Mit diesem Rüssel beißt sie ihre Opfer, damit sie ihre Blutmahlzeit aufnehmen kann, wobei sowohl die Weibchen als auch die Männchen als Nahrung Blut aufnehmen (Cook 1999). Da der Entwicklungszyklus stark variieren kann und temperaturabhängig ist, kann er sowohl bei 19 °C in etwa 4 Wochen als auch z.B. bei 33 °C in nur 10 Tagen erfolgen (Wikipedia 2019c). Ist die Umgebung wenig nahrhaft, kann die Entwicklungszeit auch bis zu 4 Wochen betragen (Bishop 1913). Die Eier legt das Wadenstecherweibchen zwischen organischen Materialien wie Heu, Mist, Kot oder auch Holz ab. Dort entwickeln sich dann die Larven. Die Männchen sterben normalerweise kurz nach der Paarung.

4.3.2. Krankheitsübertragung durch den Wadenstecher

Der Wadenstecher kann eine Reihe von Krankheitserregern wie zum Beispiel *Escherichia coli*, Salmonellen, Listerien und Borrelien übertragen. Als Zwischenwirt. Durch den Saugakt am Wirt nimmt der Wadenstecher die Erreger wie bei einer Injektion in seinen Stechrüssel auf (wie eine Injektionsnadel) und kann die Erreger darin sogar vorübergehend speichern. Wenn ein Blutsaugakt unterbrochen wird, haftet noch infektiöses, erregerhaltiges Material am Stechrüssel und kann dann auf kurze Distanz (etwa 30 Minuten) auf ein anderes noch nicht infiziertes Tier übertragen werden, indem der Wadenstecher dieses Tier ebenfalls sticht und dort Blut saugt (Wikipedia 2019c).

4.3.3. LSD-Virus Nachweise in Wadenstechern

In einer in-vivo Übertragungsstudie wurde getestet, inwieweit der Wadenstecher (*Stomoxys calcitrans*) das LSD-Virus übertragen kann. Für den Versuch wurden Stiere im Alter von 4-6

Monaten genommen. Diese Tiere mussten nachweislich frei von LSD sein und durften auch nie zuvor daran erkrankt sein. Es wurden sogenannte Spendertiere und Empfängertiere eingesetzt. Beide Gruppen wurden separat in insektenfreien Stallungen der Biosicherheitsstufe 3 gehalten, um einen Kontakt untereinander zu vermeiden. Die Gruppenzuordnung (Spender- oder Empfängertiere) erfolgte zufällig (Kahana-Sutin 2017).

Im Versuch wurden dann die künftigen Spendertiere intravenös durch 6 ml und intradermal durch 1ml mit dem Virus infiziert. Letzteres erfolgte durch Injektion von jeweils 250 µl (die Infektionsdosis betrug 107,55 TCID₅₀ / ml) an 4 verschiedenen Stellen auf beiden Seiten des Halses (Kahana-Sutin 2017).

Dann wurden drei unabhängige Experimente durchgeführt. Dabei mussten die Insekten bei den Stieren, die bereits LSD-Symptome zeigten, 10 Minuten lang ihre Blutmahlzeit nehmen. Anschließend wurde versucht, das Virus zu übertragen, indem die Insekten auf die gesunden Rinder gesetzt wurden (Kahana-Sutin 2017).

In den Versuchen 1 und 2 wurden Insekten an zwei bis drei aufeinanderfolgenden Tagen auf die Tiere gesetzt. Sie haben also im Unterschied zu Versuch 3 mehrfach eine Blutmahlzeit von den LSD-Virus-infizierten Rindern nehmen müssen. In Versuch 3 durften sich die Wadenstecher nur einmal von Spendertieren und anschließend von Akzeptortieren ernähren.

Das Ergebnis des Versuchs war, dass die LSD-Virus-Übertragung durch *Stomoxys calcitrans* in allen drei unabhängigen Experimenten nachgewiesen werden konnte. Es gab in jeder Empfängergruppe sowohl positive als auch negative Tiere. Die LSD-Virus-Übertragung durch *Stomoxys calcitrans*, die zu einer generalisierten LSD führte, wurde in etwa 30 % der Tiere nachgewiesen (Sohier et al. 2019).

In einer weiteren Studie wurde die relative Häufigkeit einer von *Stomoxys calcitrans* übertragenen LSD-Infektion in israelischen Milchviehbetrieben ermittelt (Kahana-Sutin 2017). Unter Feldbedingungen wurden ein Jahr lang Zweiflügler (Diptera) in Milchviehbetrieben, in denen bereits 1-2 Jahre zuvor LSD aufgetreten war, gefangen. Dies wurde durchgeführt, um die monatlichen relativen Häufigkeiten der Diptera in jedem Betrieb während des ganzen Jahres zu berechnen. Die relative Häufigkeit von *Stomoxys calcitrans*

war dabei in den Monaten parallel zu den Ausbrüchen (Dezember und April) signifikant höher als bei anderen Dipteren (Kahana-Sutin 2017).

Es wurde ein stabiles Fliegenpopulationsmodell, basierend auf Wetterparametern, für das betroffene Gebiet verwendet, um diese Ergebnisse zu validieren. Diese Beobachtungen und Modellvorhersagen zeigten eine geringere Häufigkeit von Fliegen im Oktober und November. Die Ergebnisse legen daher nahe, dass *Stomoxys calcitrans* ein potenzieller Vektor von LSD in Milchviehbetrieben ist, da *Stomoxys calcitrans* häufig während der Zeit der Ausbrüche von LSD nachzuweisen war. Da auch andere Dipteren nachweislich vorhanden waren, kommen aber auch andere Fliegen dieser Ordnung als Vektoren für eine LSD-Virus-Übertragung in Herden in Frage. Die Autoren folgerten, dass diese Ergebnisse mit Vektorkompetenzstudien weiterverfolgt werden sollten (Kahana-Sutin 2017).

4.3.4. Bekämpfung von Wadenstechern

Der Lebenszyklus aller Fliegenarten ist stark von der Umgebungstemperatur und der Luftfeuchtigkeit abhängig. Ebenso wichtig ist auch die Nahrungsgrundlage, die angeboten wird.

Für die Bekämpfung des Wadenstechers in Stallungen eignen sich zum Beispiel das Anbringen von Fliegengittern an Fenstern. Ebenso sollten mögliche Schlupflöcher in Wänden oder auch an Stalldecken verschlossen werden (Topagrar 2019).

Wichtig ist vor allem auch, den Wadenstechern keine Möglichkeit zur Eiablage zu bieten; das heißt, Futterreste (auch am Fressgitter etc.) und Kot sollten regelmäßig entfernt werden. Das Ablassen von Gülle ist ebenso sehr wichtig, damit die Schwimmschicht der Gülle zerstört wird (hier werden gerne die Larven abgelegt) (Wikipedia. 2019c).

Biologische Bekämpfungsmittel wie Güllefliegen oder Schlupfwespen eignen sich auch, um diese Insekten zu reduzieren. Die sicherste Bekämpfung erfolgt mittels Larviziden (zum Beispiel mit dem Wirkstoff Cyromazin). Diese Produkte sind laut Hersteller für Nutztiere unbedenklich und können daher im Stall ohne Probleme angewandt werden.

Gegen adulte Fliegen lassen sich Leimfallen, die an der Decke des Stalls angebracht werden können, oder Ködergranulate verwenden. Bei der Bekämpfung mit Ködergranulaten sollte das Mittel regelmäßig gewechselt werden, um Resistenzen zu vermeiden (Topagrar 2019, Institut für Schädlingskunde 2019).

4.4. Echte Fliegen der Gattung *Musca*

Ein Vertreter der Unterordnung der Fliegen wird beispielhaft in Abb. 4 gezeigt. Eine Übersicht über die Taxonomie der Fliegen gibt Tabelle 11.



Abb. 4: Fliege, Quelle: Ivo Zahradníček

Tab. 11: Taxonomie *Musca* (Wikipedia 2020b)

Unterordnung: Fliegen (Brachycera)

Familie: Bremsen (Tabanidae)

Gattung: *Tabanus* (z.B. Art: *T. bromius*)

Gattung: *Chrysops* (z.B. Art: *Ch. relictus*)

Gattung: *Haematopota*

Familie: Echte Fliegen (Muscidae)

Gattung: *Stomoxys* (z.B. Art: Wadenstecher (*Stomoxys calcitrans*))

**Gattung: *Musca* (z.B. Art: Stubenfliege (*Musca domestica*),
Stallfliege (*Musca autumnalis*))**

Tab. 12: Fliegenvorkommen weltweit (Eckert et al. 2012)

Fliegenarten
weltweit: ca. 4000 Arten
Europa: ca. 600 Arten
Österreich/Mitteleuropa: 500 Arten
wichtigste Arten in Österreich: Stubenfliege (<i>Musca domestica</i>), Stallfliege (<i>Muscina stabulans</i>)

4.4.1. Stubenfliegen - Allgemeines

Ein weit verbreiteter Vertreter der Gattung *Musca* ist die Stallfliege. Wie der Name schon sagt, ist die Stallfliege am liebsten im Stall und somit dort auch reichlich vorhanden. Sie legt ihre Eier oft in verrottendem Mist von Rindern und Geflügel (Cook 1999).

Die Stubenfliege und auch die Stallfliege sind weit verbreitete Arten der Gattung *Musca* aus der Familie der Echten Fliegen (Tab. 12). Stubenfliegen sind häufig in der Nähe von Menschen anzutreffen. Hierfür ist das reichliche Nahrungsangebot in menschnähe verantwortlich (Wikipedia 2019g)

4.4.2. Krankheitsübertragung durch Stubenfliegen

Stuben- oder Hausfliegen sind sowohl von medizinischer als auch von veterinärmedizinischer Bedeutung, da sie viele Krankheiten bei Menschen und Tieren übertragen können, wie z.B. Anthrax, Tuberkulose, Cholera, Typhus, Maul- und Klauenseuche u.v.a. (Szalanski 2004).

Krankheitserreger, die an einer Stubenfliege haften, können ggf. mehrere Stunden überleben. Im Darm der Fliege überleben manche Erreger sogar mehrere Tage. Meistens findet man wenige Bakterien oder Viren auf der Oberfläche der Stubenfliege, die meisten befinden sich im Darm und werden über den Kot ausgeschieden. Dies wurde für bakterielle Erreger, wie z.B. *Campylobacter* und *Escherichia coli* beschrieben (WHO 2017). *Musca domestica* scheint als nicht blutsaugendes Insekt in der Lage zu sein, Krankheitserreger zu übertragen. Darunter befinden sich auch virale Krankheiten (z.B. das MKS-Virus) (Hoffmann 2002). In einer

Studie wurde die Krankheitsübertragung an Schweinen erforscht. Inwieweit auch LSD wirklich übertragen werden kann, ist bisher nicht getestet worden (Pitkin et al. 2009).

4.4.3. LSD-Virus Nachweise in Stubenfliegen

In einer Studie wurde versucht, anhand eines durch einen impfstoffähnlichen LSD-Virus-Stamm verursachten LSD-Ausbruchs eine entomologische Untersuchung durchzuführen (Sprygin et al. 2018). Das Vorhandensein von impfstoffähnlicher LSD-Virus-DNA bei den Fliegen wurde durch einen spezifisch hierfür entwickelten Assay bestätigt. In der Studie fand man heraus, dass *Musca domestica* impfstoffähnliche LSD-DNA trägt. Um zu testen, ob die Fliegen intern und extern kontaminiert waren, wurden fünfzig zufällig ausgewählte Fliegen viermal gewaschen und getestet. Virale DNA wurde dabei hauptsächlich in der 1. Waschflüssigkeit nachgewiesen, was auf eine äußerliche Genom- oder sogar Viruskontamination des Insektenkadavers hindeutet. Ergänzend wurde auch eine innere Kontamination der Insektenkörper, allerdings ohne Unterscheidung zwischen den Körperstellen, festgestellt. Die klinische Relevanz für die mechanische Übertragung von LSD ist jedoch nicht bekannt. Weitere Studien und Arbeiten sind erforderlich, um die Rolle von *Musca domestica* bei der Übertragung von LSD-Viren zu klären (Sprygin et al. 2018).

4.4.4. Bekämpfung von Stubenfliegen

Um eine effiziente Bekämpfung der Fliegen im Stall zu erzielen, muss am besten der Entwicklungszyklus der Fliegen unterbunden werden, indem man auch die Eier und Larven bekämpft.

Am wichtigsten ist jedoch die Stallhygiene. Hierbei sollte man die Brutstätten der Tiere ausfindig machen und entfernen. Fliegen legen ihre Eier besonders gern in Kälberboxen, Futterresten, Nischen und Ritzen, Ecken und Hohlräumen, Spaltenböden, Kothaufen, nasser/feuchter Einstreu und Mistlagern ab, um nur einige mögliche Brutstätten zu nennen. Überall dort, wo es feucht ist und sich genug Nahrung für die Larven findet, werden die Eier abgelegt. Im Frühjahr sollten die Ställe einer Grundreinigung unterzogen werden, aber auch

sonst muss eine regelmäßige Reinigung vorgenommen werden, bei der zum Beispiel verschmutzte Ecken und Nischen gereinigt und Futterreste/Milchreste entfernt werden. Außerdem sollte auf eine gute Belüftung und somit auf ein gutes Stallklima geachtet werden (Agrarheute 2019b).

Ratsam ist es außerdem, die natürlichen Feinde der Fliegen zu fördern, indem man z.B. Schwalben (in Österreich vor allem Rauch- und Mehlschwalben) Unterschlupf im Stall gewährt (Agrarheute 2017). Am liebsten bauen Schwalben ihre Nester im Inneren von bewirtschafteten Ställen. Hier finden sie auch bei schlechtem Wetter, aufgrund der vielen Fliegen im Stall, genug Nahrung. Vor einiger Zeit, kam nach Jahrzehnten des guten Zusammenlebens zwischen Schwalbe und Rind in einem Stall, dann das „Schwalbenverbot“ in den Ställen auf. Hierbei handelte es sich mehr um ein Gerücht, da die EU-Hygienerichtlinie für Milcherzeugerbetriebe (Richtlinie 89/362/EWG) besagt, dass das Halten von Geflügel in Rinderställen nicht erlaubt ist. Bei Schwalben handelt es sich allerdings nicht um Geflügel (Geflügel wird als Nutztier gezüchtet und zum Verzehr für den Menschen gehalten), sondern um Wildtiere bzw. Wildvögel (Loupal, Wichmann 2017).

Der Verein „BirdLife Österreich“, Landesgruppe Kärnten, nahm aus diesem Grund mit der AMA (AgrarMarkt Austria) Kontakt auf und zeigte mit der AMA gemeinsam den Nutzen der Schwalben im Stall auf. Denn von einem einzigen Schwalbenpaar werden alleine für die Aufzucht von vier bis sechs Jungen, pro Saison ca. 1,2 kg (entspricht ca. 12000 Fliegen/Mücken) Insekten gefangen (Loupal, Wichmann 2017).

Das kann in Zeiten der Klimaänderung und auch bei den bis jetzt in Österreich noch nicht vorkommenden Mückenarten durchaus größere positive Auswirkungen auf die Säugetiere haben, wenn diese weniger von Mücken und Fliegen belästigt werden. Das heißt, Schwalben sind Nützlinge und keine Schädlinge. Ein weiterer Punkt stellt die Verunreinigung mit Kot im Stall dar. Viele Landwirtinnen und Landwirte haben große Angst vor einem dadurch resultierenden Milchhygieneproblem.

Wenn man im Stall einige Punkte zur Hygiene beachtet, kann man sich gut davor schützen. Wenn sich Schwalbennester unmittelbar über dem Futtertisch befinden, kann das Futter durch den Kot der Schwalben verschmutzt werden. Dagegen empfiehlt es sich zum Beispiel ein

sogenanntes Kotbrett unterhalb des Nestes anzubringen. Darauf sammelt sich der Kot, kann dann entfernt werden und gelangt nicht in die Milch oder auf das Futter (Loupal, Wichmann 2017, Agrarheute 2017).

In der Milchkammer darf sich kein Schwalbennest befinden. Sollte es bereits zu spät sein, es wurde kein Einflugschutz angebracht und die die Schwalben haben in der Milchkammer bereits genistet, sollte die zuständige Behörde (die zuständige Behörde ist die Naturschutzbehörde, denn Schwalben sind laut Bundesnaturschutzgesetz und Tierschutzgesetz geschützte Wildvögel und das entfernen der Nester ist strafbar) informiert werden und weitere Schritte abgeklärt werden (Loupal, Wichmann 2017, TschG 2014).

Das Anbringen von Fliegengittern kann im Stall nur bedingt helfen. Außerdem sollte man dann wiederum auf eine ungehinderte Einflugmöglichkeit für Schwalben achten, da diese ja wie bereits oben beschrieben, als Nützlinge anzusehen sind (Loupal, Wichmann 2017, Agrarheute 2017).

Es eignen sich auch Klebefallen, Klebebänder oder sogenannte Fliegenfangbeutel mit Lockstoffen. Auf dem Markt finden sich mittlerweile auch verschiedene Spritz-, Streich- oder Fraßmittel. Diese allein zeigen allerdings keine so gute Wirkung (Eckert et al. 2012, Agrarheute 2019b, Landwirtschaftskammer Österreich 2019).

4.5. Bremsen

Ein Vertreter der Unterordnung der Bremsen wird beispielhaft in Abb. 5 gezeigt. Eine Übersicht über die Taxonomie der Bremsen gibt Tabelle 13.



Abb. 5: Bremse, Quelle: Erik Karits

Tab. 13: Taxonomie Bremsen (Wikipedia 2019d)**Unterordnung: Fliegen (Brachycera)****Familie: Bremsen (Tabanidae)**Gattung: *Tabanus* (z.B. Art: *T. bromius*)Gattung: *Chrysops* (z.B. Art: *Ch. relictus*)Gattung: *Haematopota*.**Familie: Echte Fliegen (Muscidae)**Gattung: *Stomoxys* (z.B. Art: Wadenstecher (*Stomoxys calcitrans*))Gattung: *Musca* (z.B. Art: Stubenfliege (*Musca domestica*),
Stallfliege (*Musca autumnalis*))**4.5.1. Bremsen - Allgemeines**

Zu der Familie der Bremsen gehören die Gattungen *Tabanus*, *Chrysops* und *Haematopota* (Tab. 14).

Bei den meisten Arten der Familie der *Tabanidae* saugen lediglich die weiblichen Exemplare Blut. Die Männchen ernähren sich von Blüten und Nektar. Die Eiablage der Weibchen findet meistens an Pflanzen, die in der Nähe von Wasser stehen, statt. Nach dem Schlupf durchlaufen die Larven mehrere Entwicklungsstadien (6-13 Stadien). Im Anschluss verpuppen sie sich. Ein ganzer Zyklus kann mehrere Monate bis sogar mehrere Jahre dauern, wobei die meisten in Mitteleuropa vorkommenden Arten einen Jahreszyklus aufweisen. Die adulten *Tabanidae* leben meistens nur zwei bis vier Wochen (Bürger et al. 2006).

Tab. 14: Bremsenvorkommen weltweit (Wikipedia 2019d, Mally 1983a)

Weltweit: 4000 Arten

Europa: 90 Arten

Österreich: 71 Arten

Wichtige Arten: *Tabanus bromius*, *T. spodopterus*, *Hybomitra ciureai**Chrysops caecutiens*, *Ch. relictus*, *Haematopota pluvialis*

4.5.2. Krankheitsübertragung durch Bremsen

Die Schädigung, die durch Bremsen erfolgt, liegt zum einen in den wirtschaftlichen Konsequenzen, aber vor allem auch in der Krankheitsübertragung und somit in ihrer Funktion als Vektoren (Umweltbundesamt Dessau 2019).

Bremsen sind überwiegend tagaktiv. An sehr heißen Tagen wurde allerdings zu Mittag eine Aktivitätsminderung festgestellt (Mally, Kutzer 1984). In der Hauptaktivitätszeit sind oft Massen von Bremsen um Weidetiere herum zu sehen, dabei kann es zu Schwärmen von 500 Bremsen pro Tier und Stunde kommen (Mally, Kutzer 1984).

Folgende Eigenschaft der Bremsen kann ihre Rolle als Vektor begünstigen: Während der Entwicklungsphase müssen die Weibchen regelmäßig verschiedene Weiderinder/Weidetiere aufsuchen (Mally, Kutzer 1984).

Die Stiche der Tabanidae sind oft sehr schmerzhaft, daher versuchen die Tiere, die gestochen werden, die Bremsen abzuschütteln. Dadurch kommt es oft vor, dass der Saugakt der Bremse noch nicht beendet wurde und sie ihre Blutmahlzeit an einem anderen Tier fortsetzen muss. Dabei können Krankheitserreger, die bereits aufgenommen wurden, und noch im Saugrüssel stecken oder am Saugrüssel haften geblieben sind, beim Fortsetzen der Blutmahlzeit durch das Vorwürgen eines Teiles des Blutes auf ein anderes Rind übertragen werden.

Eine Blutmahlzeit dauert durchschnittlich 5 Minuten und in diesem Zeitraum können ausreichend Infektionserreger aufgenommen werden um eine Krankheit weiter zu verbreiten. Außerdem ist es auch möglich, dass Bremsen als indirekte Überträger fungieren, da man an ihrer Körperoberfläche und den Flügeln Keime (*Staphylococcus*, *Enterococcus*, *Klebsiella*, *Proteus* und *Clostridium*) gefunden hat (Maretic 1973, Mally, Kutzer 1984).

4.5.3. LSD-Virus Nachweise in Bremsen

In derselben Studie die auch für den LSD-Virus-Nachweis in *Stomoxys calcitrans* durchgeführt wurde, wurde auch das Vorhandensein von LSD-Viren in *Haematopota spp.* versucht nachzuweisen (Sohier et al. 2019). Der Nachweis war in mehreren Versuchen jedoch nur ein einziges Mal positiv. Trotzdem kann *Haematopota spp.* dadurch nicht als Vektor ausgeschlossen werden (Sohier et al. 2019).

4.5.4. Bekämpfung von Bremsen

Um eine effiziente Bekämpfung der Bremsen im Stall zu erzielen, muss am besten der Entwicklungszyklus unterbunden werden, indem man auch die Eier und Larven bekämpft. Hierbei unterscheiden sich die Maßnahmen zu jenen, die gegen Stubenfliegen angewendet werden, nicht (Junker 2016, Weidezaun.info 2018).

Zur Abwehr bereits vorhandener adulter Bremsen im Stall können chemische Insektizide genommen werden oder die Bremsen werden mit Lockstoffen (z.B. Flybusters Wirkstoff: Pyrethrin) angelockt und gefangen. Ebenfalls ist eine Anlockung durch Simulation des Hinterteils von Pferd/Rind möglich in dem eine schwarze Kunststoffkugel kann z.B. dabei das Hinterteil eines Weidetieres vortäuscht und die Insekten zum Anfliegen anlocken. Über dem Ball befindet sich ein Netz, in das die Bremsen beim Abflug fliegen, da sie nur nach oben steigen können, wenn sie losfliegen. Das Netz dient als Fangbehälter, aus dem die gefangenen Bremsen dann herausgenommen werden können (Junker 2016, Weidezaun.info 2018).

Ebenfalls können Repellentien (Pour-on mit dem Wirkstoff Deltamethrin) Anwendung finden. Die Tiere werden hiermit einzeln behandelt bzw. übergossen. Die Bremsen nehmen, wenn sie auf dem Tier sitzen oder ggf. beim Blutsaugen auf dem Tier, eine tödliche Menge des Giftes auf und sterben (Elite-Magazin 2018).

4.6. Zecken

Ein Vertreter der Unterordnung der Zecken wird beispielhaft in Abb. 6 gezeigt. Eine Übersicht über die Taxonomie der Zecken gibt Tabelle 15.



Abb. 6: Zecke,
Quelle: Nature-Pix

Tab. 15. Taxonomie Zecken (Wikipedia 2019e)

Klasse: Spinnentiere (Arachnida)

Unterklasse: Milben (Acari)

Ordnung: Zecken (Ixodida)

Familie: Schildzecken (Ixodidae)

Gattung: *Ixodes* (z.B. Art: Gemeiner Holzbock (*Ixodes ricinus*))

Gattung: Buntzecken (*Dermacentor*)

(z.B. Art: Auwaldzecke (*Dermacentor reticulatus*))

Gattung: *Haemaphysalis*

(z.B. Art: Reliktzecke (*Haemaphysalis concinna*))

Gattung: *Rhipicephalus* (z.B. Art: *Rhipicephalus sanguineus*)

4.6.1. Zecken – Allgemeines

Zecken gehören zur Klasse der Spinnentiere. In Österreich sind bisher 18 heimische Zeckenarten bekannt. Die häufigsten Zeckenarten sind *Ixodes ricinus*, auch bekannt als gemeiner Holzbock, und *Dermacentor reticulatus*, die Auwaldzecke, sowie *Haemaphysalis concinna*, die Reliktzecke (Tab. 16). Außerdem ist noch *Rhipicephalus sanguineus*, die braune Hundezecke zu nennen (AGES. 2019a).

Tab. 16: Zeckenvorkommen weltweit (Wikipedia 2019e)

Weltweit: 900 Arten

Österreich: 18 Arten

Wichtige Arten: *Ixodes ricinus*, *Dermacentor reticulatus*, *Haemaphysalis concinna*

Gattung Ixodes, Art: *Ixodes ricinus* (gemeiner Holzbock)

Ixodes ricinus ist in ganz Europa weit verbreitet. Ihr Gebiet erstreckt sich über den gesamten europäischen Kontinent von den Inseln und Halbinseln im Norden, über das gesamte Festland und weiter bis in den südlichen Mittelmeerraum (AGES 2019a).

Der gemeine Holzbock (*Ixodes ricinus*) erreicht im Durchschnitt eine Größe zwischen 2,5 und 4,5 mm. Je nach Geschlecht ist die Größe unterschiedlich. Männchen sind meistens kleiner als Weibchen. Ein dunkelbraunes bis schwarzes Rückenschild (Scutum) als morphologisches Merkmal ist auch namensgebend für die Schildzecken (Uni-Hohenheim Zeckenforschung 2018).

Der Körper des Holzbocks ist zweigegliedert und hat an der Vorderseite seine Saugwerkzeuge. Im Laufe der Entwicklung ändert sich auch das Erscheinungsbild des Holzbocks, es erfolgt in 3 unterschiedlichen Stadien.

Die Männchen saugen als Larve und Nymphe, jedoch nicht mehr als geschlechtsreife Adulte. Das Weibchen hat eine besonders dehnbare Cuticula, um eine hohe Eiablage zu gewährleisten (bis zu 5000 Eier) (AGES 2019a).

Damit der Holzbock seinen Wirt auch erkennen kann, hat er ein spezielles Organ – das Hallerorgan (Chemorezeptoren) – welches er zur Messung von hinterlassenen Spuren am Wirt nutzt. Jedes Wirtstier stößt verschiedene Spuren aus, wie zum Beispiel Ammoniak im Urin, oder CO₂ durch die Atmung, ebenso können Buttersäure und Milchsäure erkannt werden, die beim Schwitzen entstehen (Donau-Auen 2019)

Das Hallersche Organ kann Temperaturunterschiede in der Umgebung feststellen und demnach auch einen Wirt ausmachen.

Grundsätzlich bewegen sich Zecken sehr langsam vorwärts (ca. 5-8 m/Std.). Normalerweise lassen sie sich vom Wirt an einer Pflanze oder ähnlichem abstreifen (Wikipedia 2019f).

Innerhalb von 2-3 Jahren entwickelt sich der Holzbock von der Larve über die Nymphe zur adulten Zecke. Sein recht kurzes Leben besteht überwiegend aus Abwarten und Lauern auf einen Wirt zur Blutmahlzeit (Wikipedia 2019f).

Gattung *Rhipicephalus* allgemein

Die Gattung *Rhipicephalus* gehört zur Familie der Schildzecken und hat etwa 75 Arten. Einige von ihnen können Krankheiten übertragen. Die meisten *Rhipicephalus*-Arten sind in Afrika heimisch. *Rhipicephalus bursa* und die bekannte braune Hundezecke (*Rhipicephalus sanguineus*) sind jedoch weltweit verbreitet, somit auch in den südlichen Teilen Europas (Uni-Hohenheim Zeckenforschung 2018).

Rhipicephalus gehört, wie fast alle Schildzecken, die den Wiederkäuer als Wirt bevorzugen (Ausnahme u.a. *Rhipicephalus bursa* ist 2-wirtig), zu den dreiwirtigen Zecken, das heißt, dass sie drei Zyklen (Larve, Nymphe, Adultus) im Laufe ihres Lebens durchläuft. Erst im 3. Zyklus, also als Adulte, pflanzt sie sich fort (Mehlhorn 2012).

Zecken, die drei Wirte in ihrem Lebenszyklus haben, verbringen meistens 90 % ihres Lebens in der Umwelt und nur 10 % am Wirt selbst. Daher ist es wichtig, Zecken in der Umgebung zu kontrollieren und nicht nur am Wirt (Eckert et al. 2012, Walker et al. 2000).

***Rhipicephalus sanguineus* (braune Hundezecke)**

Die Braune Hundezecke stammt ursprünglich aus dem Norden Afrikas und ist an warme, trockene Bedingungen bestens angepasst. *Rhipicephalus sanguineus* hat sich mittlerweile fast weltweit verbreitet.

Vor der Blutmahlzeit misst die braune Hundezecke etwa drei Millimeter, im vollgesogenen Zustand ist das Weibchen dann bis zu 12 Millimeter groß. Der Körper ist rötlich-braun gefärbt, am Vorderteil des Körpers haben die Weibchen einen dunklen Rückenschild. Sie haben einen sechseckigen Kopf mit spitzen seitlichen Fortsätzen, daher auch ihr Name *Rhipicephalus* („Fächerkopf“ altgriech. *rhiphis* ‚fächerartig‘) (Wikipedia 2019h).

Der Entwicklungszyklus findet komplett auf einem Wirt statt. Nach der Blutmahlzeit werden die Eier in Verstecken abgelegt. Nach ca. drei Wochen schlüpfen die Larven. Diese müssen bei einem Hund ihre Blutmahlzeit nehmen, um sich weiter zu entwickeln. Anschließend häuten sich die Larven zu Nymphen und dann zu einer adulten Zecke. Zur Blutmahlzeit und Weiterentwicklung suchen sie immer wieder den Wirt auf (AGES 2019a)

Allerdings befällt sie auch andere Wirte wie z.B. Rinder, andere Säugetiere oder auch selten den Menschen (AGES 2019a). *Rhipicephalus sanguineus* kann bis zu einem Jahr auch ohne Wirt überleben, indem sie in eine Kältestarre verfällt (Aspöck 2010)

Rhipicephalus sanguineus ist hauptsächlich in Wohnräumen oder auch in Hundehütten zu finden. Somit ist es durchaus möglich, dass sie sich auch in Rinderstallungen einnistet. Nach einer Blutmahlzeit verlassen Zecken ihren Wirt und ziehen sich in Spalten, Nischen und Ritzen zurück, wo sie geschützt vor äußeren Einflüssen sind. In ihrem Versteck beginnen die Häutung und die Eiablage. Da die Zecken eine hohe Toleranz gegenüber Hitze und Trockenheit aufweisen, können das Einnisten und die Eiablage auch in trockenen Räumen/Ställen oder ähnlichen Umgebungen stattfinden (Uni Hohenheim Zeckenforschung 2018).

Rhipicephalus appendiculatus*, *R. decloratus

Rhipicephalus appendiculatus kommt bei Rindern und Büffeln in Ostafrika vor. Sie nimmt ihre Blutmahlzeit meistens an ausgewählten Körperstellen von Rindern, wie den Ohren oder der Schwanzfalte auf. Die Zecke, die bei einer Blutmahlzeit ein Virus überträgt, ist meistens adult (Eckert et al. 2012).

Männliche *Rhipicephalus appendiculatus* sind bräunlich, rotbraun oder sehr dunkel mit rotbraunen Beinen. Sie variieren von 1,8 bis 4,4 mm Länge.

Amblyomma hebraeum

Amblyomma hebraeum, auch Bont-Zecke genannt, ist eine im südlichen Afrika heimische Art von harten Zecken.

Die langen Mundteile der *Amblyomma hebraeum*-Zecken machen es schwierig, sie manuell beim Wirt zu entfernen. Diese Zecken hinterlassen große Wunden, die anschließend zu bakteriellen Infektionen führen können.

Amblyomma hebraeum sind dreiwirtig. Larven und Nymphen ernähren sich von kleinen Säugetieren, bodenfressenden Vögeln, Reptilien und allen einheimischen Wiederkäuern.

Erwachsene Zecken können bei Nutztieren und Wildtieren einschließlich Antilopen gefunden werden und befinden sich normalerweise an den meist haarlosen Körperstellen. Die meisten Stellen befinden sich an der ventralen Körperoberfläche, am Perineum und an den Achselhöhlen sowie auch unter dem Schwanz (CFSPH 2006)

Die Männchen haben keine Adanalschilde, Nebenschilde oder Subanalschilde.

Die *Amblyomma hebraeum* Männchen sind ca. 4,2–5,7 mm lang und oval. Das Kapitolum ist lang und rechteckig. Die seitlichen Ränder sind gerundet und die posterolateralen Winkel sind gerundet und leicht ausgeprägt. Die *Amblyomma hebraeum*-Weibchen sind 5 mm lang (CFSPH 2006).

4.6.2. Für die Übertragung des LSD-Virus in Frage kommende Zeckenarten

Die meisten LSD-Ausbrüche sind mit hohen Temperaturen und hoher Luftfeuchtigkeit verbunden (Yeruham et al. 1995). Die hohe Häufigkeit von Ausbrüchen wurde wahrscheinlich durch bisher unbekannte Insektenvektoren verursacht, die bei dieser Temperatur gut überleben und ihre Hauptaktivität haben. Darüber hinaus ereignete sich die Mehrzahl der LSD-Ausbrüche im Sommer und Herbst, was auch auf die Übertragung durch Arthropoden hindeuten kann, da auch sie dort ihre Hauptaktivitätszeit haben (Coetzer 2004).

Eine bedeutende Rolle als Vektoren bei der Verbreitung von LSD spielen *Rhipicephalus appendiculatus*, *Amblyomma hebraeum* und *Rhipicephalus decoloratus* (Lubinga 2014).

Tsapko (2017) berichten über 38 Arten von fünf Zeckengattungen, einschließlich *Ixodes*, *Haemaphysalis*, *Dermacentor*, *Rhipicephalus* und *Hyalomma* im Gebiet des Nordkaukasus. Es wurden insbesondere die Arten *Boophilus (Rhipicephalus) annulatus*, *Ixodes ricinus*, *Dermacentor marginatus*, *Dermacentor reticulatus*, *Hyalomma scupense* und *Hyalomma marginatum* gefunden. Alle diese Zeckenarten können das Potenzial haben, das LSD-Virus zu übertragen. Ihre mögliche Rolle als Vektoren sollte jedoch getestet werden (Tsapko 2017).

In Studien wurde gezeigt, dass die beiden Arten (*Rhipicephalus appendiculatus*, *R. decloratus*) für die Übertragung von LSD in Frage kommen. Im Speichel beider Zecken-Arten wurde das Virus gefunden (Lubinga 2014).

Ziel einer Studie war es, zu bestimmen, welche Zeckenorgane nach intrastadialer Infektion der Zecken mit LSD-Virus infiziert sind (Lubinga et al. 2014). Um das heraus zu finden, wurden in der Studie mit LSD infizierte Rinder mit Zecken besetzt, die ihre Blutmahlzeit an den infizierten Tieren nahmen. Danach wurden die Zecken von den infizierten Rindern entfernt und auf das Vorhandensein eines LSD-Antigens untersucht. Das virale Antigen wurde in Speichel, Hämozyten, Synganglien, Eierstöcken, Hoden, Fettkörpern und im Mitteldarm der Zecken nachgewiesen. Da gezeigt wurde, dass das Virus die Mitteldarmwand durchquert und verschiedene Zeckenorgane infiziert, könnte dies auf die Möglichkeit für die biologische Entwicklung und Übertragung von LSD-Viren bei Zecken hinweisen (Lubinga et al. 2014).

In einer weiteren Studie wurde getestet, ob *Rhipicephalus decoloratus* in der Lage ist, das LSD-Virus transovarial zu übertragen (Tuppurainen et al. 2013).. Gesunde und nicht infizierte, im Labor gezüchtete *Rhipicephalus decoloratus*-Larven wurden dafür auf experimentell mit dem LSD-Virus infizierte Rinder gesetzt, um dort ihre Blutmahlzeit zu nehmen. Nach Beendigung der Blutmahlzeit der Zecken an den Rindern wurden die erwachsenen lebenden weiblichen Zecken abgenommen und zur Eiablage gebracht. Die Larven, die aus diesen Eiern geschlüpft sind, wurden anschließend auf gesunde, nicht mit dem LSD-Virus infizierte Rinder gesetzt, um dort Blut zu saugen. Die Rinder wurden virämisch und zeigten eine leichte klinische Erkrankung mit charakteristischen Hautläsionen und deutlich vergrößerten präkuralen und subkapulären Lymphknoten. Mit dieser Studie wurde erstmalig eine transovarische Übertragung (Erreger werden über den Eierstock bzw. die Eizellen des Muttertieres auf die Nachkommen übertragen) von LSD-Viren durch *Rhipicephalus decoloratus* berichtet (Tuppurainen et al. 2013).

In einer weiteren Studie wurde das Vektorpotential von *Amblyomma hebraeum* bei der Übertragung von LSD-Virus erforscht (Lubinga 2015). Dazu wurden mechanische / intrastadiale und transstadiale Übertragungsmodi für das Virus durch diese Zeckenspezies untersucht. Zwei Rinder wurden dazu künstlich als Infektionsquellen (Spender) für die Zecken infiziert. Die Zecken wurden dann entweder als Nymphen oder als Erwachsene auf die Rinder gesetzt, um sich durch die Blutmahlzeit mit dem Virus zu infizieren.

Nymphen von *Amblyomma hebraeum* wurden bis zur Entwicklung zur adulten Zecke dort belassen. Danach wurden die adulten Zecken auf Empfängertiere gesetzt, um die transstadiale Übertragung (Übertragung zwischen den Stadien, z.B. von der Nymphe zum adulten Tier) des Virus zu testen. Die erfolgreiche Übertragung des LSD-Virus wurde bei den Empfängertieren durch das Auftreten von klinischen Symptomen, Überprüfung von Blut auf LSD-Viren mittels real-time PCR, Virusisolierung und Serumneutralisationstest bestimmt. Die Tiere entwickelten Symptome und auch im Blut konnte das Virus nachgewiesen werden. Diese Ergebnisse implizieren *Amblyomma hebraeum* somit als möglichen Vektor des LSD-Virus. Diese Studie liefert Hinweise auf eine mechanische / intrastadiale und erstmals auch eine transstadiale Übertragung von LSD-Virus durch *Amblyomma hebraeum* (Lubinga 2015).

4.6.3. Krankheitsübertragung durch Zecken

Wenn die Zecke einen Wirt gefunden hat, macht sie ein kleines Loch in die Haut; erstens, um besseren Halt während des Saugaktes zu haben und zweitens, um dort das Hypostom einzuführen. Nachdem die Zecke mit dem Hypostom in die Haut eingedrungen ist, wird ein Sekret mit verschiedenen Wirkstoffen abgegeben. Dieses Sekret enthält einen Gerinnungshemmer, damit ein guter Blutfluss möglich ist und so der Saugvorgang erfolgreich ist. Außerdem enthält das Sekret noch ein lokales Betäubungsmittel, damit der Wirt den Stich nicht bemerkt und keine Abwehrreaktion zeigt. Zudem enthält das Sekret noch einen Entzündungshemmer, damit sich die Wunde nach dem Saugvorgang nicht entzündet. Zu guter Letzt enthält das Sekret noch eine Art Klebstoff, um die Wunde zu verschließen und somit wiederum eine Sekundärinfektion zu vermeiden (Igl 2019).

Die Zecke nimmt während ihres Saugaktes im Vergleich zu anderen Blutsaugern große Mengen an Blut bzw. Nahrung auf. Demnach müssen auch große Mengen von überschüssigem Wasser zur Aufrechterhaltung der Homöostase wieder ausgeschieden werden. Die Zecke löst dieses Problem durch die erhöhte Sekretionstätigkeit ihrer Speicheldrüsen während des Saugaktes (Binnington und Kemp, 1980).

Durch gelegentliches Regurgitieren aus dem Darm der Zecke werden Teile der bereits aufgenommenen Nahrung zurück in den Wirt gegeben. Aber auch durch die Tätigkeit der

malpighischen Schläuche wird Extrazellulärflüssigkeit in das Darmlumen sezerniert und danach durch Defäkation ausgeschieden. Daher ist eine Übertragung von Infektionserregern durch den Holzbock sowohl über Speichel als auch über kontaminierten Darminhalt möglich (Beck et al. 2006, Stanek und Hofmann.1994, Mehlhorn 2009).

4.6.4. Bekämpfung von Zecken

Zur Prophylaxe vor einem Zeckenbefall wird eine regelmäßige Behandlung aller Weidetiere mit einem zugelassenen (Wartezeit beachten: z.B. Deltamethrin Rind: Essbare Gewebe 18 Tage, Milch 0 Tage) Insektizid/Akarazid empfohlen. Mittel der Wahl sind Pyrethroide, diese wirken durch eine chemische Reizung auf die Zecke, den sogenannten „Fuß-Rückzieh-Effekt“ (Bei diesem Effekt handelt es sich um einen Repellenteffekt der auf einer Reizung taktiler Elemente in den Extremitäten der Arthropoden beruht) (Boch, Supperer 2006). Bei der Auswahl eines geeigneten Präparates ist das Resistenzspektrum zu beachten. Auch das Absuchen der Tiere ist möglich, allerdings wenig praktikabel bei Vorhandensein mehrerer Tiere (Vetpharm 2019).

5. Weitere Übertragungswege

5.1. Handel mit Tieren und tierischen Produkten

5.1.1. Übertragung durch Tierkontakt oder Tiersekrete

Eine Übersicht über den Nachweis des LSD-Virus in verschiedenen Sekreten von Rindern, Exkreten von Rindern und der Umwelt wurde von Richter und Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen veröffentlicht (Tab. 17).

Tab. 17: Nachweis des LSD-Virus in verschiedenen Sekreten von Rindern, Exkreten von Rindern und der Umwelt. (Richter et. al 2016)

	PCR	Virusisolation
Blut	4-21 Tage p.i.	5-16 Tage p.i.
Speichel	12-18 Tage p.i.	15-18 Tage p.i.
Nasensekret	12-21 Tage p.i.	12-18 Tage p.i.
Tränenflüssigkeit	15 Tage p.i.	k.A.
Hautläsionen	92 Tage p.i.	39 Tage p.i.
Samen	159 Tage p.i.	42 Tage p.i.
Stall	6 Monate	k.A.

Legende:

p.i.= post infectionem

k.A.=keine Angabe

In einer Studie von Babiuk und Mitarbeitern konnte nachgewiesen werden, dass das LSD-Virus in oralem und nasalem Sekret vorhanden ist, jedoch in geringen Mengen (Babiuk et al. 2008). Eine Übertragung durch Tier-Tier-Kontakt über Sekrete wäre somit nicht auszuschließen. In der Studie wurden acht geimpfte 4 bis 6 Monate alte Holstein-Kälber intravenös mit dem LSD-Virus infiziert. Danach wurden Proben über einen Zeitraum von 42 Tagen genommen. Die Untersuchungen erfolgten durch Virusisolierung, real-time PCR und Lichtmikroskopie. Einige Rinder entwickelten Fieber und Hautknoten, wobei das Ausmaß der

Symptomatik zwischen den Tieren variierte. Die Hautknoten blieben bis zum Ende des Versuchs sichtbar. Eine Virämie, gemessen durch Echtzeit-PCR und Virusisolierung wurde nicht bei allen Tieren beobachtet. Jedoch war diese zwischen 6 und 15 DPI (days post infection) nachweisbar. Geringe Mengen an Virusausscheidung mit Werten zwischen 12 und 18 DPI wurden in den oralen und nasalen Sekreten beobachtet (Babiuk et al. 2008).

Diese Studie zeigt, dass der Nachweis des LSD-Virus am Besten aus einer Probe einer Hautläsion gewonnen wird.

Die Analyse der Ausbrüche in verschiedenen Rinderherden in Äthiopien die in den Jahren 2014–2015 durchgeführt wurden ergab, dass die Basis-Reproduktionsrate ($R_0 = 1,1$) gerade noch ausreichte, um die Übertragung aufrechtzuerhalten, obwohl dies in deutlichem Gegensatz zur Schätzung von $R_0 = 15,7$ für den israelischen Ausbruch stand (Magori-Cohen et al. 2012). Auf regionaler Ebene ergab die Analyse der gemeldeten Ausbrüche im Nahen Osten in den Jahren 2012–2015, dass die wichtigsten Umweltprädiktoren für den Ort des Ausbruchs der jährliche Niederschlag, der mittlere Temperaturbereich untertags, die Landbedeckung sowie die Tierdichte der Rinder waren.

Schließlich wurde die Ausbreitungsrate von dem LSD-Virus auf dem Balkan in den Jahren 2015–2016 auf etwa 7,3 km / Woche geschätzt, aber die verzerrte Verteilung der Ausbreitungsrate deutete sowohl auf eine lokale Ausbreitung als auch auf eine Ausbreitung über größere Entfernungen hin (Mercier et al. 2018). Dies stand möglicherweise jeweils auch im Zusammenhang mit der Übertragung über Vektorbewegungen oder/ und Tierbewegungen. Nach dem vermehrten Auftreten vom LSD-Virus führten die meisten Länder auf dem Balkan jedoch Impfprogramme durch, bei denen der abgeschwächte Lebendimpfstoff gegen das LSD-Virus von Neethling verwendet wurde (Mercier et al. 2018).

Bei der Studie von Gubbins und Mitarbeitern (Gubbins et al. 2018) wurde ein einfaches Modell für die Übertragung vom LSD-Virus zwischen Herden verwendet, auch um eine Reihe von Fragen zu seiner Verbreitung und Übertragung zu beantworten. Als erstes wurde die Infektionskraft (d. h. die Rate, mit der nicht infizierte Herden infiziert werden) untersucht, die

von der Entfernung zwischen nicht infizierten und infizierten Herden abhängt. Danach wurden Hinweise auf Saisonalität in Bezug auf die Infektionskraft bewertet. Des Weiteren wurden die Auswirkungen der Impfung auf die Verbreitung von dem LSD-Virus betrachtet. Die Analyse konzentrierte sich auf Ausbruchsdaten aus Albanien im Jahr 2016, da Daten zur Viehdemographie, zu gemeldeten Ausbrüchen und zur Impfung verfügbar waren. Darüber hinaus war Albanien das am stärksten betroffene Land auf dem Balkan und führte keine Ausrottung als Kontrollmaßnahme ein.

Die Berücksichtigung der Saisonalität bei der Bewertung der Infektionskraft verbesserte die Modellanpassung signifikant ($\Delta AIC > 100$ für Modelle ohne Saisonalität). Außerdem lieferte ein Modell, das die Saisonalität über die relative Vektorhäufigkeit miteinbezog, eine bessere Anpassung als eines, bei dem die Saisonalität über die Temperatur berücksichtigt wurde.

Der Vergleich der abgeleiteten saisonal variierenden Übertragungsrate mit der Inzidenz neu gemeldeter Fälle zeigte, dass der erste Ausbruch mit der höchsten Übertragungsrate zusammenfiel. Ein zweiter Höhepunkt neu gemeldeter Herden trat jedoch später im Jahr auf, als die Übertragungsrate niedriger war (Gubbins et al. 2018).

Die Analyse ergab zudem einen signifikanten Einfluss der Impfung auf die Verbreitung des LSD-Virus in Albanien. Die Anfälligkeit der Tiere verringerte sich, wodurch die Wahrscheinlichkeit verringert wurde, dass eine nicht betroffene Herde infiziert wird, weil weniger anfällige Tiere vorhanden waren und die Infektiosität ebenso verringert wurde. Insbesondere konnten Modelle, bei denen die Impfung die Anfälligkeit der Rinder beeinflusste, durch eine bessere Anpassung als Modelle dargestellt werden, bei denen sie entweder keine Wirkung hatte oder wo nur die Infektiosität beeinflusst wurde. Die Modelle, bei denen die Impfung sowohl die Anfälligkeit als auch die Infektiosität beeinflusste, ergaben allerdings keine signifikant schlechtere Anpassung als diejenigen, bei denen sie nur die Anfälligkeit beeinflusste. In der abschließenden Wertung wurde das einfachere Modell (d.h. nur die Anfälligkeit wird berücksichtigt) daher bevorzugt, da es die geringere Anzahl von Parametern aufwies. Die Ergebnisse der Studie, haben gezeigt, dass diese Auswirkung darauf zurückzuführen ist, dass die Impfung die Anfälligkeit eines Tieres verringert, wodurch natürlich die Wahrscheinlichkeit einer LSD-Infektion einer nicht betroffenen Herde aufgrund

der geringeren Anzahl anfälliger Tiere verringert werden kann. Die Wirksamkeit des Impfstoffs wurde auf 76 % geschätzt (Gubbins et al. 2018).

5.1.2. Übertragung durch tierische Lebensmittel

In einer Studie wurde die Übertragung des LSD-Virus über den Handel mit Fleisch und Fleischprodukten geprüft (Kononov et al. 2019). Dazu wurden PCR-Positivität und Infektiosität bei klinischen und subklinischen Infektionen zur Bewertung der Sicherheit von Fleisch und Innereien von Kühen, die mit dem virulenten LSD-Virus-Stamm Russia / Dagestan / 2015 infiziert waren, getestet. Es wurden vierzehn 6 bis 7 Monate alte Stiere in biologisch sicheren Räumen gehalten (Tierhaltung BSL 3 Level). Die Tiere wurden von einem lokalen Lieferanten bezogen. Vor der Aufnahme in die Studie wurden die Tiere negativ auf LSD-Virus-DNA getestet. Futter und Wasser wurde *ad libitum* bereitgestellt. Am Tag 21 nach der Infektion mit dem LSD-Virus entwickelten sieben der Tiere eine generalisierte Krankheit und vier Tiere waren ohne erkennbare klinische Anzeichen subklinisch infiziert. Bei der klinischen Untersuchung und der Sektion hatten die Tiere mit der generalisierten Krankheit Hautläsionen, deutlich vergrößerte Lymphknoten und Läsionen in Lunge, Luftröhre und Hoden, wohingegen subklinisch kranke Tiere nur vergrößerte Lymphknoten und Fieber zeigten. Die Ergebnisse zeigen, dass klinisch und subklinisch infizierte Tiere Reservoirs für ein lebendes LSD-Virus in Lymphknoten und Hoden sein können, während die tiefe Skelettmuskulatur keine lebenden Viren trägt. Aus der Studie wurde gefolgert, dass das Risiko einer Übertragung durch Fleisch sehr niedrig ist.

Der Nachweis vom LSD-Virus in Hodengewebe bei subklinisch kranken Tieren gelang. Daher könnte laut dieser Studie das LSD-Virus durch Sperma übertragen werden (Kononov et al. 2019).

5.1.3. Übertragung durch Sperma

Da die künstliche Besamung weit verbreitet ist und häufig angewandt wird, wurde auch die Übertragung vom LSD-Virus durch Sperma untersucht.

Um dies zu untersuchen, wurden zwölf postpubertäre Stiere in zwei Gruppen geteilt. Sechs wurden geimpft und sechs wurden ungeimpft belassen. Zuvor wurden die Tiere mit einem Serumneutralisationstest (SNT) seronegativ auf LSD getestet. Die Tiere der Impfgruppe wurden zweimal mit einem LSD-V-Impfstoff geimpft. Nach 27 Tagen wurden alle Stiere mit dem LSD-Virus infiziert. Das Ejakulat wurde regelmäßig mittels PCR auf das LSD-Virus untersucht. Zwei der nicht geimpften Stiere zeigten schwere LSD-Symptome, die anderen vier nur leichte Symptome. Die nicht geimpften Stiere haben das Virus im Sperma ausgeschieden. Bei den geimpften Bullen hingegen konnte keine virale Nukleinsäure im Sperma nachgewiesen werden (Chihota et al. 2003).

Da in den durch die Krankheit entstehenden Hautknoten eine sehr hohe Konzentration des Virus enthalten ist (Chihota et al. 2003) und die Knoten sich oft im Genitaltrakt der erkrankten Tiere entwickeln, ist es durchaus möglich, dass dadurch das Virus auch auf den Samen während des Durchgangs durch den Hoden freigesetzt wurde. Nicht auszuschließen ist aber auch, dass das Ejakulat bei der Samenentnahme mit dem Virus kontaminiert wurde. Mit dieser Studie konnte gezeigt werden, dass LSD über das Sperma nach experimenteller Infektion der Tiere übertragen werden kann bzw. ausgeschieden wird (Irons et al. 2005, Weiss 1968) und ebenso, dass dies durch eine Impfung verhindert werden könnte.

5.1.4. Intrauterine Übertragung

In einer weiteren Studie (Rouby und Aboulsoud. 2016) wurde getestet, ob das LSD-Virus auch intrauterin übertragen werden kann. Dazu wurde ein 1 Tag altes Kalb, welches von einer LSD-infizierten Kuh im 7. Monat geboren wurde, untersucht. Das Kalb zeigte generalisierte Hautläsionen mit Anzeichen von Unreife und starb 36 h nach der Geburt. Postmortale und histopathologische Untersuchungen ergaben die Beteiligung mehrerer Gewebe an der Infektion. Es wurden harte Hautknoten mit einem Durchmesser von 1–2 cm in verschiedenen Körperregionen gefunden. Eine signifikante Anzahl von Knötchen wurde in der Lunge gesehen, auf der Leberoberfläche und dem Pansenpfeiler. Die oberflächlichen und mesenterialen Lymphknoten waren leicht vergrößert (Rouby et al. 2016).

Des Weiteren wurde das Vorhandensein von Neethling-Virus-DNA in Geweben durch PCR und Gensequenzierung bestätigt. Ergebnisse des ELISA- und SNT bestätigten, dass das Kalb präkolostrale Serumantikörper gegen das in der Gebärmutter angezeigte LSD-Virus entwickelt hatte. Zusammenfassend bestätigt dieser Bericht die intrauterine Übertragung von einem LSD-Virus von einer infizierten trächtigen Kuh auf ihren Fötus, der mit typischen LSD-Läsionen kurz nach der Geburt verstarb (Rouby et al. 2016).

5.2. Verschleppung durch den Menschen

5.2.1. Iatrogene Übertragung

Eine iatrogene Übertragung des LSD-Virus kann dann auftreten, wenn klinisch oder subklinisch infizierte Rinder geimpft werden, oder mit Hilfe einer Injektion behandelt werden, ohne die Nadeln zwischen Tieren oder Herden zu wechseln (Tuppurainen und Galon. 2016).

Da die mechanische Übertragung durch den Stich von Mücken oder saugenden Insekten möglich ist, ist auch die Übertragung durch eine Injektionsnadel denkbar, da das Prinzip ähnlich ist. An und in der Injektionsnadel haftet das Virus, das auch bei symptomlosen infizierten Tieren im Blut vorhanden ist, und somit über die Injektionsnadel in das nächste Tier verbracht wird (Amt der steiermärkischen Landesregierung-Veterinärdirektion 2017).

Auch andere medizinische Instrumente müssen sterilisiert oder desinfiziert werden, soweit keine Einmalprodukte verwendet werden können, um eine Übertragung von Virusmaterial zu vermeiden.

5.2.2. Mechanische Übertragung durch den Melkvorgang

In einer Studie wurde die Bedeutung der Übertragung über direkten und indirekten Kontakt unter Feldbedingungen mithilfe mathematischer Werkzeuge verglichen (Magori-Cohen et al. 2012). Es wurde ein Datensatz analysiert, der während des LSD-Ausbruchs 2006 in einer großen Milchviehherde gesammelt wurde, zu der zehn getrennte Rindergruppen gehörten. Die Ausbruchsdynamik und die Risikofaktoren für LSD wurden anhand eines Übertragungsmodells ausgewertet. Die Übertragung durch drei Kontaktmodi wurde berücksichtigt: (i) indirekter Kontakt zwischen den Gruppen innerhalb einer Herde, (ii) direkter Kontakt oder Kontakt über das gemeinsame Trinkwasser innerhalb der Gruppen und (iii) Übertragung durch Kontakt während des Melkvorgangs. Die indirekte Übertragung war der einzige Parameter, der ausschließlich die gesamte Ausbruchsdynamik erklären konnte, und es wurde geschätzt, dass sie einen Gesamteffekt hat, der mehr als fünfmal größer ist als alle anderen möglichen Übertragungswege zusammen (Magori-Cohen et al. 2012).

Die Sensitivitätsanalyse zeigte, dass dieses Ergebnis gegenüber einer Vielzahl von Annahmen hinsichtlich des Mittelwerts und der Standardabweichung der Inkubationszeit und hinsichtlich der Existenz subklinisch infizierter Rinder robust ist. Diese Ergebnisse zeigen auf, dass die Ausbreitung des LSD-Virus in der betroffenen Herde wahrscheinlich nicht auf einen direkten Kontakt zwischen Rindern oder den Kontakt durch das Melkverfahren zurückzuführen ist. Es wird daher der Schluss gezogen, dass die Übertragung hauptsächlich durch indirekten Kontakt erfolgt, wahrscheinlich durch fliegende blutsaugende Insekten. Diese Erkenntnis hatte u.a. sehr wichtige Auswirkungen auf die Kontrolle von LSD (Magori-Cohen et al. 2012).

5.3. Übertragung durch den Wind

In Israel gab es 1989 und 2006 Einzelausbrüche von LSD. In beiden Jahren ereigneten sich die Ausbrüche parallel zu einem schweren Ausbruch in Ägypten und es wurde angenommen, dass das LSD-Virus über große Entfernungen von Ägypten nach Israel mit dem Wind übertragen wurde. Daher wurde eine Studie mit dem Ziel durchgeführt, zu überprüfen, ob eine Übertragung durch den Wind durch Insekten möglich ist (Klausner et al. 2017).

Die Studie ergab mehrere Ereignisse, wonach atmosphärische Verbindungswege zwischen den betroffenen Standorten in Ägypten und Israel möglich wären. Insbesondere während des Jahres 1989 stechen die Orte Damietta und Port Said als wahrscheinliche Quellen für den Ausbruch in Israel hervor. Im Jahr 2006 kommen mehrere Standorte gleichzeitig als mögliche Quellen des Ausbruchs in Israel in Frage. Diese Standorte befanden sich am Nildelta, am Suezkanal und am nördlichen Sinai. Die Analyse zeigte, dass Sharav Low und Shallow Cyprus Low im Norden die wahrscheinlichsten Systeme für den Windtransport des LSD-Virus von Ägypten nach Israel sind. Die Ergebnisse der Studie sind von hoher Bedeutung für die Analyse des Risikos der Übertragung von vektorbasierten Viren im östlichen Mittelmeerraum (Klausner et al. 2017).

6. Vorbeuge- und Bekämpfungsmaßnahmen

6.1. Maßnahmen von Seiten der Landwirte

6.1.1. Biosicherheit

Biosicherheit (Biosecurity) bedeutet: alle Maßnahmen, die getroffen werden, um die Gefahr der Einschleppung und Ausbreitung von Infektionserregern (z.B. LSD-Virus) zu minimieren, damit die Tiere die von der Infektion gefährdet werden gesund bleiben. Diese Maßnahmen ermöglichen Landwirtinnen und Landwirten (oder auch anderen Tierbesitzerinnen und Tierbesitzern) so gut es ihnen möglich ist ihre Tiere vor Krankheiten zu schützen. Allerdings ist auch mit den besten Maßnahmen und einem hervorragenden Management unmöglich, ein Null-Risiko zu haben.

Es kann bei der Biosecurity zwischen externer und interner Biosecurity unterschieden werden.

Externe Biosecurity bedeutet: Betriebe, die Kontakt zu anderen Betrieben/Firmen/Händlern außerhalb ihres landwirtschaftlichen Betriebes o.ä. haben und dabei versuchen, zu vermeiden, dass die Krankheitsursache und/oder der Krankheitserreger in den Betrieb hereinkommen oder den Betrieb verlassen (Hörmann 2019, Landwirtschaftskammer Österreich 2017).

Interne Biosecurity bedeutet: jene Maßnahmen, die die Ausbreitung von Krankheiten innerhalb des Betriebes reduzieren oder sogar versuchen zu verhindern. Externe und interne Biosecurity lassen sich schwer voneinander abgrenzen (Hörmann 2019, Landwirtschaftskammer Österreich 2017).

6.1.2. Vektorenbekämpfung

Vektoren für das LSD-Virus müssen zum Schutz des eigenen Bestandes und zum Schutz der Ausbreitung bekämpft werden. Für jede Vektorenart steht eine andere Bekämpfungsmethode zur Auswahl.

Steckmücken lassen sich nur schwer verhindern, da sie sich in Ritzen einnisten oder in Gewässern, Tränken oder sogar Wasserlacken brüten und fortpflanzen (Magori-Cohen 2012, Weiss 1968, wissen.de 2016). Bewährt haben sich traditionelle Methoden wie das Abtöten

durch Ausräuchern in Wohngebieten oder auch die chemische Behandlung von potenziellen Brutplätzen in Wassertanks, -lacken und stehenden Wasseransammlungen. Für die Stubenfliege hingegen gibt es mehrere Möglichkeiten, die auch in Kombination oft einen guten Erfolg versprechen. Einfache Mittel wie Fliegenfänger oder Klebefallen, die im Stall angebracht werden können, sind ebenso wichtig, wie den Fliegen die Einnistungsmöglichkeit zu nehmen, indem die Ställe trocken sein sollten und die Einstreu verdichtet. Chemische Mittel wie Larvizide verhindern ebenfalls die Entwicklung der Fliegen (Topagrar 2019, Institut für Schädlingskunde 2019).

Eine weitere Möglichkeit ist das Anbringen von elektronischen Fliegenfallen. Diese locken die Fliegen durch eine Lichtquelle an und tötet die Insekten durch die Berührung des unter Spannung stehenden Metallnetzes. Für biologische Betriebe sind auch Schlupfwespen, die durch das Legen ihrer eigenen Eier in fremde Eier sogenannte Eiparasiten sind.. Statt des unerwünschten Schädlings schlüpft dann eine Schlupfwespe. Ebenso können Güllefliegen zum Einsatz kommen, sie fressen die Larven der Fliegen im Stall. Wenn keine Güllefliegen eingesetzt werden, sollte die Schwimmschicht der Gülle durch Rühren oder Umpumpen zerstört werden, dadurch sterben die Fliegenlarven, die sich in der Gülle befinden, ab (Landwirtschaftskammer Österreich 2019, Topagrar 2019, Institut für Schädlingskunde 2019).

Die Sauberkeit der Stallungen ist allerdings der wichtigste Aspekt. Das regelmäßige Ausmisten und neue Einstreuen sind sehr wichtig im Kampf gegen Fliegen. Dabei werden auch Futterreste sowie potentielle Brutplätze entfernt. Durch eine gründliche Reinigung des Stalles im Frühjahr kann die Fliegenbelastung bzw. die Entwicklung einer solchen sehr eingedämmt werden (Landwirtschaftskammer Österreich 2019).

Grundsätzliche Maßnahmen zur Bekämpfung von Fliegen sind nach wie vor die regelmäßige Erneuerung von Mist- und Strohmattentzen im Kälberbereich sowie auch im Jungvieh- und Kuhbereich. (Landwirtschaftskammer Österreich 2019). Oftmals finden sich Fliegeneier in Resten von Milch. Da diese sehr gehaltvoll ist, wird sie von den Fliegen gerne aufgesucht. Milchreste sollten daher auch immer gut entfernt werden. Alle schlecht zugänglichen Ecken und Ritzen müssen regelmäßig gesäubert werden (Landwirtschaftskammer Österreich 2019, AGES 2019c).

6.2. Maßnahmen der LSD-Verordnung

6.2.1. LSD-Monitoring zur Früherkennung

Laut §3 der aktuellen Version der LSD-Verordnung wird folgende Vorgehensweise angegeben: wenn eine epidemiologische Entwicklung zeigt, dass sich die Krankheit bzw. das LSD-Virus bis auf ca. 100 km der österreichischen Staatsgrenze angenähert hat, und deshalb das Übergreifen des LSD-Virus auf österreichisches Staatsgebiet sehr wahrscheinlich ist, ist zur Früherkennung einer Infektion folgendermaßen vorzugehen (LSD-Verordnung):

1. Das Festlegen von Risikogebieten und die Erstellung eines risikobasierten Stichprobenplans durch die AGES.
2. Anordnung von stichprobenhaften amtlichen Untersuchungen in Risikogebieten durch Bekanntgabe in den „Amtlichen Veterinärnachrichten“ durch die Bundesministerin für Gesundheit und Frauen.
3. Eintragung (verpflichtend) der Ergebnisse der Untersuchungen ins VIS.

Wenn das LSD-Virus sich in unmittelbarer Nähe (100 km) zu Österreich befindet und damit zu rechnen ist, dass das LSD-Virus sich bald auf Österreich ausbreiten wird, müssen gemäß LSD-Verordnung spezielle Maßnahmen zum Schutz vor weiterer Ausbreitung ergriffen werden. Dazu gehören die Festlegung des Risikogebietes und die Erstellung eines risikobasierten Stichprobenplanes durch die AGES. Durch das zuständige Bundesministerium müssen die stichprobenhaften amtlichen Untersuchungen in den Risikogebieten angeordnet und die Bekanntmachung der entsprechenden Anordnung erfolgen (LSD-Verordnung).

6.2.2. Maßnahmen bei Seuchenverdacht

Wenn auf einem Betrieb durch eine/n Veterinärin oder Veterinär oder andere berechnigte Personen eine Anzeige wegen des Verdachtes auf eine LSD-Infektion gemacht wurde, kommt es zwangsläufig zu einer Sperre des Betriebes. Diese ist solange aufrecht zu erhalten bis

bewiesen ist, dass keine Seuche vorliegt. Die amtliche Tierärztin oder der amtliche Tierarzt muss im Falle eines Seuchenverdachts sofort Maßnahmen ergreifen. Dazu gehört es, die erforderlichen Biosicherheitsmaßnahmen anzuordnen. Die zuständige Amtstierärztin oder der zuständige Amtstierarzt muss diese veranlassen. Im betroffenen Bestand müssen alle Tiere gezählt werden, inklusive der bereits verstorbenen oder ansteckungsverdächtigen Tiere. Außerdem muss die Tierkennzeichnung überprüft werden, d.h. ob die eingetragenen Daten im Veterinär-Informationssystem (VIS) mit den Daten am Betrieb übereinstimmen. Der gesamte Bestand muss mittels Blutprobe (oder Speichelflüssigkeit-nativ in Röhrchen oder Tupfer möglich oder Nasen- und Augenflüssigkeit) von der amtlichen Tierärztin / dem amtlichen Tierarzt oder der Amtstierärztin/dem Amtstierarzt klinisch untersucht werden (LSD-VO 2017, AGES. 2019c).

6.2.3. Maßnahmen bei LSD-Virus-Ausbruch

Sollte sich der Verdacht von LSD bestätigen und in einem Betrieb wirklich LSD aufgetreten sein, muss durch die amtliche Tierärztin oder den amtlichen Tierarzt die Tötung aller empfänglichen Tiere veranlasst werden. Des Weiteren müssen im Falle eines LSD-Ausbruchs weitere Maßnahmen erfolgen, um eine weitere Ausbreitung zu verhindern. Dazu gehört das Verbot des Inverkehrbringens und des Verbringens von Milch- und Milcherzeugnissen, die zum Zweck der Verfütterung der Tiere dienen. Ebenso dürfen keine Felle oder Häute sowie sonstige tierische Nebenprodukte den Betrieb verlassen. Tierkörper sowie auch Sperma und Eizellen dürfen nicht mehr vom Betrieb abgehen. Das gleiche gilt auch für Gülle, Futtermittel und Einstreu, die kontaminiert sein könnten (LSD-VO 2017).

Alle Räumlichkeiten oder Stallungen, in denen sich empfängliche Tiere befunden haben oder die in direktem/indirektem Kontakt standen, müssen mit dazu geeigneten Mitteln gereinigt und desinfiziert werden (LSD-VO 2017).

6.2.4. Maßnahmen zur Verhinderung der Ausbreitung des LSD-Virus

Um eine weitere Ausbreitung des LSD-Virus zu verhindern, müssen weitere Maßnahmen ergriffen werden. Dazu gehört, dass für 72 Stunden der gesamte Verkehr mit lebenden Tieren, einschließlich deren Samen, Eizellen und Embryonen im verlaublichen Gebiet stillsteht

(emergency stand still). Die Maßnahmen werden unter Berücksichtigung der epidemiologischen Lage von der Bundesministerin bzw. dem Bundesminister für Gesundheit und Frauen auf an den Seuchenbetrieb angrenzende Gebiete ausgedehnt, wenn diese Maßnahmen zur Vermeidung der Ausbreitung der Krankheit erforderlich ist. Außerdem müssen alle Maßnahmen durch Kundmachung in den „Amtlichen Veterinärnachrichten“ vermittelt werden (LSD-VO 2017).

Die Maßnahmen müssen je nach Lage auch auf an den Seuchenbetrieb angrenzende Gebiete ausdehnt werden. Die Bevölkerung muss durch geeignete Kennzeichnung und Kundmachung informiert werden.

Zur Buerteilung der Lage und der weiteren Verbreitung von LSD sollte wöchentlich ein Lagebericht durch die BMGF und der AGES erstellt werden und zugänglich zu machen.

6.2.5. Maßnahmen in der Schutz- und Überwachungszone

Wenn der Ausbruch von LSD von der örtlich zuständigen Behörde bestätigt wurde, ist sofort über den Landeshauptmann das zuständige Bundesministerium zu verständigen. Die Bundesministerin bzw. der Bundesminister richtet um den Seuchenbetrieb die Schutz- und Überwachungszone ein (LSD-VO 2017).

Es wird eine Schutzzone mit einem Radius von mindestens 3 km eingerichtet und eine direkt daran anschließende Überwachungszone mit einem Radius von zumindest 10 km, sowie des Weiteren eine infizierte Zone mit einem Radius von zumindest 20 km. Alle Zonen müssen öffentlich bekannt gemacht werden in den „Amtlichen Veterinärnachrichten“.

Die Aufhebung der Schutz- und Überwachungszone erfolgt ebenso über die Bundesministerin/den Bundesminister für Gesundheit und Frauen. Dies kann jedoch frühestens nach unschädlicher Beseitigung aller Tiere aus dem Seuchenbetrieb, nach erfolgter Reinigung und Desinfektion sowie unter Berücksichtigung der seuchenspezifischen Inkubationszeit von mindestens 28 Tagen, sowie den Ergebnissen der spezifischen epidemiologischen Erhebungen erfolgen.

Durch die AGES wird ein Stichprobenplan erstellt, anhand dessen die betroffenen Betriebe in der Überwachungszone kontrolliert werden müssen. Bei dem Betriebsbesuch sind ggf. Proben zu nehmen und klinische Untersuchungen an den Tieren durchzuführen. Sämtliche Daten müssen im VIS eingetragen und gespeichert werden (LSD-VO 2017).

Eine Impfung wäre unter amtlicher Anordnung möglich. Diese könnte als ergänzende Maßnahme im infizierten Gebiet vorgesehen oder als vorbeugende Maßnahme im freien Gebiet angeordnet werden. Im Fall der behördlichen Anordnung werden von der Bundesministerin bzw. dem Bundesminister für Gesundheit und Frauen alle Details zur Durchführung in einem Impfplan festgelegt. Auch das ist in den „Amtlichen Veterinärnachrichten“ zu veröffentlichen (LSD-VO 2017). Die Beschaffung für die LSD-Impfstoffe wurde bereits gestartet. Sollte es zu einer flächendeckenden Impfung im Ausbruchsfall kommen, so ist diese in drei aufeinanderfolgenden Jahren zu wiederholen. Es wurde dazu ein Ausschreibungsverfahren über 6,9 Millionen Impfdosen gestartet, damit eine ausreichende Verfügbarkeit des Impfstoffes in Österreich zu gewährleisten ist. Eine kleine Menge des Impfstoffes (500.000 Dosen) soll dabei in Österreich bevorratet werden, um ggf. sofort impfen zu können (BMFG 2017).

6.3. Biosicherheitsmaßnahmen für Tierärzte auf Seuchenbetrieben

Im Zusammenhang mit tierärztlichen Tätigkeiten auf Seuchenbetrieben gilt es folgende 3 wichtigen Aspekte der Biosicherheit zu beachten (Loitsch, Fink 2019):

1. Kontakt mit dem Erreger verhindern → Physische Trennung
2. sichtbare Kontaminationen verringern/entfernen → Reinigung
3. verbleibende Erreger entfernen → Desinfektion und Abtötung

1. Kontakt mit dem Erreger verhindern → Physische Trennung

Bevor der seuchenverdächtige Betrieb durch die Veterinärin oder den Veterinär betreten wird, muss das Auto außerhalb des Kontaminationsbereiches oder dem Hof/Betrieb geparkt werden,

es darf nicht auf dem Betrieb abgestellt werden. Hierdurch soll der Kontakt des Fahrzeuges mit potentiell infektiösem Material vermieden werden (Loitsch, Fink 2019).

Alle Utensilien, die für die Untersuchung der Tiere bzw. Maßnahmen auf dem Betrieb benötigt werden, müssen beim Betreten des Betriebs mitgenommen werden. Hierzu eignet sich am besten die Nutzung einer Checkliste, um nichts zu vergessen und unnötige Wege und Zeit zu sparen. Schmuck und Uhren dürfen nicht mit auf den Betrieb genommen werden. Sollten Gegenstände mitgenommen werden müssen, die nicht zu desinfizieren sind (z.B. Laptop/Tablet/Handy) müssen diese in einen verschließbaren Plastiksack gegeben werden.

Das Auto selbst wird am besten in zwei Bereiche aufgeteilt, in einen unreinen (z.B. den Kofferraum) und einen reinen Bereich (z.B. den Rücksitz). Der unreine Bereich ist mit Plastik auszulegen (Loitsch, Fink 2019).

Es ist ein Grenzbereich = Desinfektionsgrenze einzurichten, der eine reine und eine unreine Seite voneinander abgrenzt. Die reine Seite befindet sich auf der Seite außerhalb des Betriebes, die unreine Seite auf der Betriebsseite. Dies reflektiert, dass der Betrieb als kontaminiertes Gelände gesehen wird. Eine Desinfektionslösung (z.B. Virkon 2 %) muss hergestellt werden. Diese Desinfektionslösung wird im reinen Bereich an der Grenze zum unreinen Bereich aufgestellt. An der Grenzstelle werden Einweghandschuhe, Stiefel, Einwegoverall angezogen. Der Overall wird über die Handschuhe und die Stiefel gezogen und mit einem Klebeband verschlossen. Die Kapuze ist aufzuziehen (Loitsch, Fink 2019).

2. Sichtbare Kontaminationen verringern/entfernen → Reinigung

Vor dem Verlassen des Betriebes müssen umfangreiche Vorkehrungen getroffen werden, um keine Verschleppung aus dem Betrieb heraus zu begünstigen.

Hierbei müssen alle Utensilien auf die sogenannte unreine Seite der oben genannten Desinfektionsgrenze gebracht werden, damit dort die Reinigung erfolgen kann. Dokumente und Papiere sind in einen verschließbaren Plastiksack zu geben. Verbrauchsmaterialien und Müll werden in einem Müllsack gegeben, verschlossen und bleiben vorerst auf der unreinen Seite (Loitsch, Fink 2019).

3. Verbleibende Erreger → Desinfektion und Abtötung

Um noch verbleibende Erreger abzutöten, wird nun alles auf der unreinen Seite desinfiziert. Alle Säcke (auch Müll) werden von außen desinfiziert. Alle desinfizierten Sachen werden auf die reine Seite gelegt.

Nun darf das Klebeband vom Overall entfernt werden, der Overall darf ausgezogen werden und muss sofort in den Müllsack auf der unreinen Seite gegeben werden. Die Stiefel sind im Anschluss des Auskleidens zu desinfizieren und nun darf auf die reine Seite gewechselt werden.

Anschließend wird mit einem neuen Paar Einmalhandschuhe der Müllsack, in dem sich der Overall etc. befindet, von der unreinen Seite in einen neuen und frischen Müllsack auf der reinen Seite gepackt und dieser wird verschlossen.

Zum Schluss muss noch der Kübel der unreinen Seite sowie der Desinfektionsbereich an der Grenze desinfiziert werden. Auch die Hände müssen desinfiziert werden. Alle desinfizierten Geräte und Utensilien dürfen anschließend in den Kofferraum gegeben werden (Loitsch, Fink 2019).

7. Diskussion

Die Analysen in dieser Diplomarbeit zeigen, dass verschiedene Übertragungsmöglichkeiten des LSD-Virus beschrieben sind, deren Bedeutung sich aber durchaus unterscheiden. Je nach Ausgangssituation sind generelle oder auch und spezielle Biosecurity-Maßnahmen notwendig, um einerseits eine Einschleppung und andererseits die weitere Ausbreitung eines Seuchenausbruchs einzudämmen.

7.1. Eintrags- und Übertragungswege

Die Übertragungswege des LSD-Virus sind derzeit noch wenig erforscht. Als einer der wichtigsten Übertragungswege gilt die mechanische Übertragung durch Insekten. Besonders sind hier die blutsaugenden Insekten als Überträger zu sehen, gefolgt von anderen Zweiflüglern (AGES. 2019c). Eine große Bedeutung hat vor allem auch die Verbreitung des LSD-Virus über den Handel durch subklinisch infizierte Tiere. Die Bedeutung dieser verschiedenen Übertragungswege hängt auch von der Ausgangssituation ab. Generell kann man annehmen, dass der nicht kontrollierte Handel mit Tieren ggf. zu einer weiträumigen Verschleppung des Infektionserregers führen kann.

Ein großes Risiko für die Ansteckung mit dem LSD-Virus stellt der Transport der Tiere dar, vor allem über große Entfernungen (Alemayehu et al. 2013). Beim Transport von lebenden Tieren können zum Beispiel Vektoren wie Fliegen (*Stomoxys calcitrans*) ein Risiko darstellen. Sie können lange Zeit auf glatten Oberflächen sitzen und so lange in der Nähe von Rindern und Pferden verbleiben (Carn, Kitching 1995, Yeruham et al. 1994). Die Wahrscheinlichkeit der Einschleppung durch andere Fahrzeuge, wie zum Beispiel durch den Transport von Lebensmitteln oder durch Personenkraftwagen usw. ist vernachlässigbar, da *Stomoxys calcitrans* sich immer in der Nähe von Rindern oder Pferden aufhält (Eckert et al. 2012).

Andere Vektorarten spielen möglicherweise nur eine untergeordnete Rolle. Die *Tabanidae* leben im Freien (Chihota et al. 2003) und sind nie in Gebäude oder Fahrzeugen zu finden. Sollte versehentlich ein Tier der Art *Tabanidae* in ein Transportfahrzeug geraten, würde es innerhalb weniger Stunden sterben, da es sich zum Beispiel die Flügel verletzen würde. Daher

kann man davon ausgehen, dass die Ausbreitung des LSD-Virus durch *Tabanidae* eher unwahrscheinlich ist.

Man nimmt an, dass sich LSD-Viren auf drei unterschiedliche Arten über große Entfernungen bewegen können. Erstens durch Fahrzeuge, zweitens durch den Wind und drittens durch Insekten. Für den Transport lebender Tiere wurden nur Transportfahrzeuge (Lastwagen) berücksichtigt, aber keine anderen Transportmittel, da die Wahrscheinlichkeit der Nutzung anderer Fahrzeuge sehr gering ist. Das wichtigste Kriterium zur Übertragung des LSD-Virus ist aber auch die Zeit. Bei langen Transportwegen von Rindern müssen die Tiere gemäß Tierschutzgesetz nach 8 Stunden eine Pause machen, bei der sie den Wagen verlassen und getränkt werden (Saegerman et al. 2018). Zu diesem Zeitpunkt verlässt auch *Stomoxys* den Transporter, da sie sich immer in der Nähe der Rinder aufhält und folgt ihnen. Somit ist es in der Tat möglich, dass es beim Entladen und Beladen während der Reise in andere Länder zu einer LSD-Virus-Verschleppung kommen kann. Verhindern lässt sich so eine Verbreitung der Ansteckung nur durch den Verzicht auf Lebendtransporten und den Wechsel zum Transport von Schlachtkörpern/Schlachttieren auf Ferntransporten (Saegerman et al. 2018).

Um eine Reduzierung der Anzahl von *Stomoxys* im LKW zu erlangen, sollte immer nach der Reinigung auch eine Desinfektion gemäß der europäischen Gesetzgebung erfolgen (European Commission 2019). Diese Maßnahmen sollten staatlich gefördert werden, um das Risiko des Imports von Vektoren zu begrenzen, die mit Tieren in Lastwagen fahren.

Generell haben Insekten einen eher begrenzten Aktionsradius, so dass ihnen eine wesentliche Rolle bei der Verschleppung innerhalb einer Region zukommt. Die Aktivität von Insekten/Zecken und somit ihre Bedeutung als Vektor wird stark von der Jahreszeit und somit ihrem Entwicklungszyklus beeinflusst, da sie nur in bestimmten Zeiträumen aktiv auf Futtersuche sind. Auch das Klima hat einen wesentlichen Einfluss auf die Häufigkeit des Vorkommens von Insekten sowie ihren Futterbedarf. Neben der Temperatur spielt hier möglicherweise auch die Feuchtigkeit eine wichtige Rolle (Wikipedia 2020a).

Die weiblichen Mücken benötigen zur Bildung ihrer Eier Blut. Die meist im Herbst gelegten Eier überstehen den Winter unbeschadet und können sich, sofern gegen März/April der Schnee geschmolzen und der Frost weg ist, in einer von der Sonne angewärmten Wasserlacke

oder einem Tümpel entwickeln. Ungefähr drei Wochen später können dann aus den Eiern die Mücken schlüpfen (wissen.de 2016). Bei der Krankheitsübertragung durch Insekten konnte man beobachten, dass gerade an warmen und feuchten Tagen mehr Mücken unterwegs waren. Daher ist es naheliegend, dass ein Zusammenhang zwischen dem Mückenaufkommen und dem gehäuften Auftreten von durch blutsaugende Insekten übertragbaren Krankheiten wie LSD besteht (Magori-Cohen 2012, Weiss 1968). Es ist nie möglich alle Vektoren zu bekämpfen oder unschädlich zu machen. Selbst wenn man alle Maßnahmen anwenden würde, würde es Insekten geben die dennoch einen Weg finden sich zu vermehren. Man kann nur versuchen ihre Ausbreitung stark einzudämmen.

Aber auch das Nahrungsangebot ist bedeutsam. So fördert ein reichliches Nahrungsangebot, das z.T. auch durch Hygienemängel bedingt ist, die Häufigkeit des Vorkommens von Mücken. Wenn die Viehställe nicht ausreichend geputzt werden, sich Tümpel bilden oder irgendwo Gewässer stehen (auch Wasserlacken etc.) ist das der ideale Brutplatz für die Mücken. Befinden sich solche Brutgebiete in der Nähe eines großen Rinderbestandes, ist das Nahrungsangebot perfekt. Hierbei ist zu bedenken, dass die Hygienesituation bei der Nutztierhaltung in den einzelnen Ländern verschieden ist. In Österreich gibt es klare Vorschriften für Landwirte die Hygiene und den Tierschutz betreffend (TschG 2014). In südlichen Ländern gibt es häufig keine entsprechend formulierten Regelungen diesbezüglich. Auch müssen zum Beispiel Transportfahrzeuge nicht unbedingt vor einem neuen Tiertransport gereinigt werden. Somit ergeben sich in anderen Ländern ganz andere Bedingungen zur Verbreitung und zur Populationsmenge der Mücken.

Für die regionale Ausbreitung können weitere belebte und unbelebte Vektoren von Bedeutung sein. So ist z.B. eine indirekte Übertragung durch Sperma, Speichel, kontaminiertes Futter oder Wasser ebenfalls möglich (Amt der Steiermärkische Landesregierung-Veterinärdirektion. 2017). Dies ist insbesondere der Fall, wenn die Tiere im gleichen Stall untergebracht sind und die Infektion ggf. noch nicht erkannt wurde. Eine Verschleppung ausgehend von Tieren, die bereits infiziert aber noch symptomlos sind, ist durchaus denkbar. Infizierter Samen kann aber auch für eine Ausbreitung auf weite Distanzen von Bedeutung sein, wenn dieser gehandelt und in anderen Regionen zur künstlichen Befruchtung eingesetzt wird. Allerdings sind bisher keine Ausbrüche beschrieben, bei denen dieser Übertragungsweg belegt werden konnte.

Ergänzend zu den beschriebenen Vektoren wäre auch eine mechanische Übertragung durch das Personal, oder durch Werkzeuge oder Fahrzeuge durchaus denkbar. Dieser Übertragungsweg ist insbesondere auch im Rahmen von Sanierungsstrategien von besonderer Bedeutung, da ggf. die Zirkulation des LSD-Virus in einem Betrieb begünstigt wird (Große-Kock 2019). (Eckert et al. 2012).

Die bisher schnellste Ausbreitung über große Distanzen wurde jedoch vor allem über den Transport bereits infizierter Tiere oder tierischer Materialien (z.B. Felle) nachgewiesen (FLI 2016). Allerdings wurde auch eine Ausbreitung durch den Wind als Möglichkeit beschrieben.

Dass das LSD-Virus durch Lebensmittel übertragbar ist, gilt als sehr unwahrscheinlich. Dies wird damit begründet, dass das Virus nur in den Lymphknoten nachgewiesen werden konnte, jedoch nicht in tiefen Skelettfasern (Kononov et al. 2019). Sofern Rinder nicht mit Tiermehl gefüttert wurden, was in der EU seit 2001 verboten ist, spielt diese Übertragungsmöglichkeit in Österreich gar keine Rolle. Dieser Übertragungsweg kommt nur in Ländern außerhalb der EU in Betracht, in denen weiterhin Tiermehl gefüttert werden darf.

Die EFSA (EFSA 2019) weist in ihrem Gutachten deutlich darauf hin, dass zu den genannten Übertragungswegen der LSD derzeit noch erhebliche Wissenslücken bestehen. Bis jetzt sind nur einige Mücken oder Zecken in Studien auf ihr Übertragungspotential hin untersucht worden. Ebenso fehlen noch weitere Belege für die Übertragungsmöglichkeit anderer Vektoren. Durch Einsatz moderner Methoden und unter Nutzung aktueller Erkenntnisse zu den verschiedenen Übertragungswegen sollten weitere Studien unbedingt durchgeführt werden, um den Erkenntnisstand weiter zu sichern (EFSA 2019).

Demnach könnte man anhand der bisher durchgeführten Studien das Risiko zur Einschleppung von LSD nach Österreich folgendermaßen einschätzen. Hierbei wurde auch die Bewertung in Deutschland berücksichtigt (FLI 2016):

- Einschleppung über Vektoren: hoch
- Personen- und Fahrzeugverkehr: mäßig
- Handel mit infizierten Tieren, Sperma, Fellen/Häuten: hoch
- Frischfleisch: vernachlässigbar

7.2. Maßnahmen

In Abhängigkeit von der regionalen Situation müssen unterschiedliche Maßnahmen getroffen werden. Für Österreich sind insbesondere Maßnahmen von Bedeutung, die darauf abzielen, eine Einschleppung in das Land zu verhindern, ggf. einen Seuchenausbruch frühzeitig zu erkennen und die weitere Ausbreitung einzudämmen.

In den Punkten der Biosicherheit sind ebenfalls noch viele offene Fragen, die zum Teil noch in Abstimmung mit der EU/OIE beantwortet werden müssen.

Die Maßnahmen zur Verhinderung der Einschleppung des LSD-Virus nach Österreich sehen insbesondere vor, dass der Handel von infizierten Tieren und tierischen Materialien unterbunden wird (AGES 2019b, FLI 2016). Generell gibt es für den Handel mit Tieren rechtliche Regelungen, die es zu beachten gilt. Damit die rechtlichen Regelungen, wie z.B. in der Binnenmarktverordnung 2008 getroffen, greifen können, ist es erforderlich, dass die Anzeigepflicht für Tierseuchen, wie auch der LSD, eingehalten wird (BVO 2008). Das Auftreten von LSD führt in der Regel zur Sperre einer Region für den Handel, so dass auch der Transport in ein anderes Land oder eine andere Region unterbunden werden kann. Wichtig wäre es, Überwachungsdaten und wissenschaftliche Informationen, die eine Relevanz haben könnten zu sammeln (z.B. Wetter, Temperatur usw.), denn auf deren Grundlage könnte eine bessere Risikobewertung erstellt werden. Eine gute Möglichkeit wäre es, sichere Waren, die transportiert werden dürfen zu definieren, so dass bei den Ländern keine Unsicherheiten entstehen.

Ebenso ist es wichtig, dass ein Land den LSD-virusfreien-Status wiedererlangen kann. Daher sollten Regeln ausgearbeitet werden, wie auch bei Einsatz von Impfungen der Status der Krankheitsfreiheit schnell wiedererlangt werden kann.

Einzelne Länder können selbst Vorkehrungen treffen, in dem sie die nötigen Impfstoffe in ausreichenden Dosen beschaffen, so dass im Falle eines Ausbruchs eine schnelle Impfung der Rinderbestände im Land möglich ist (BMFG 2017).

Problematisch bleibt trotz all dieser Bestrebungen der illegale Handel mit Produkten wie zum Beispiel Fellen und den lebenden Rindern selbst, der ggf. zu einer Einschleppung des LSD-Virus in freie Regionen führen kann (EFSA 2020).

Ergänzend zu den Maßnahmen, die eine Einschleppung in eine Region verhindern sollen, müssen auch geeignete Maßnahmen ergriffen werden, um die Einschleppung frühzeitig zu erkennen. Hierzu ist es wichtig, dass das regionale Vorkommen des Erregers kontinuierlich beobachtet wird, um ggf. bei Annäherung an die österreichische Grenze gezielte Untersuchungen veranlassen zu können. Die AGES führt zum Beispiel ein regelmäßiges österreichweites Gelsenmonitoring durch. Zudem muss befürchtet werden, dass die Verschleppung durch belebte Vektoren an Wahrscheinlichkeit zunimmt, je näher ein Infektionsherd an die österreichische Grenze heranrückt.

Ergänzend zu aktiven Überwachungsmaßnahmen ist insbesondere die Verpflichtung zur Anzeige eines klinischen Verdachts von Bedeutung. Dies wiederum setzt voraus, dass Landwirtinnen und Landwirte und Tierärztinnen und Tierärzte, ebenso wie Transporteurinnen und Transporteure sensibilisiert werden, auftretende Symptome als verdächtig zu erkennen und zu berichten was leider derzeit noch nicht passiert. Es wäre möglich zur Sensibilisierung einen Katalog mit Anhaltspunkten und Erklärungen für die betroffenen Personenkreise zu erstellen und diese dann kostenlos zur Verfügung zu stellen.

Die Früherkennung ist auch von besonderer Bedeutung, um schnell eine mögliche Ausbreitung nach Einschleppung verhindern zu können. Als wichtigste Maßnahme hat sich hierfür die Impfung in verschiedenen osteuropäischen Staaten bewährt. So zeigte die Massenimpfung im Balkan einen sehr guten Erfolg. Die Zahl der Ausbrüche sank 2017 rapide. Im Jahr 2018 sind keine neuen LSD-Virus-Ausbrüche im Balkan mehr aufgetreten. Die Gefahr eines Wiederauftretens ist weiterhin gegeben, daher wird seitens der EFSA empfohlen, das Impfprogramm in Risikogebieten, wie z.B. Balkangebieten, zu wiederholen (EFSA 2019).

Immer dann, wenn viele Tiere zusammengehalten werden, steigt auch die Infektionsgefahr stark an. Die Hygienemaßnahmen auf Betrieben sollten gut organisiert sein und verschiedene Dinge berücksichtigen wie zum Beispiel die räumlichen Gegebenheiten im Stall und am Hof,

das bisherige Hygienemanagement am Hof. U.a. ist es wichtig, die Infektionskette zu durchbrechen. Sollte es dennoch zu einer Infektion mit dem LSD-Virus gekommen sein, sind Biosecuritymaßnahmen unumgänglich, um wieder den Freiheitsstatus zu erlangen.

Bei einem Seuchenausbruch müssen sich Betriebe an folgende Maßnahmen gemäß §24 TSG/2013 halten:

Es dürfen keine Milch- und Milcherzeugnisse verbracht werden, keine Häute und Nebenprodukte, keine tierischen Produkte, keine Tierkörper, Futtermittel, Einstreu sowie auch Gülle. Ställe, in den sich erkrankte Tiere befunden haben, müssen unter Beachtung der jeweiligen Richtlinien desinfiziert werden. Die allenfalls erforderlichen Biosecuritymaßnahmen sind vom Amtstierarzt oder der Amtstierärztin anzuordnen und die Tierhalter sind über weitere erforderliche Hygienemaßnahmen ebenso zu informieren.

Obwohl das Risiko eines LSD-Ausbruchs in Österreich derzeit als gering einzustufen ist, ist es dennoch wichtig, dass Tierärztinnen und Tierärzte und Landwirtinnen und Landwirte über diese Tierseuche informiert werden. Die klinischen Symptome sind je nach Verlaufsform unspezifisch und können ebenso auf andere Erkrankungen zutreffen. Demnach ist die Früherkennung enorm wichtig und die damit verbundenen Seuchenschutzmaßnahmen. Es wäre daher sinnvoll, Weiterbildungsmaßnahmen für Tierärzte und ggf. auch Landwirte auf diesem Gebiet als Bestandteil von Präventionsmaßnahmen in Risikogebieten einzuführen. Es gibt derzeit bereits Informationsblätter Amt der Steiermärkische Landesregierung-Veterinärdirektion, diese sollten regelmäßig an die Landwirtinnen und Landwirte und Tierärztinnen und Tierärzte ausgesandt werden.

Zur Reduzierung des Einschleppungsrisikos ist das zuständige Ministerium dazu angehalten, alle bestehenden Bestimmungen für die Einfuhr kritischer Produkte zu prüfen und nach Möglichkeit und Bedarf Einschränkungen vorzunehmen oder zu erlassen. Die Personen in der Wirtschaft sind angehalten, primär das Vorsorgeprinzip zu wahren. Somit sollen sie auf die Einfuhr von risikoreichen Produkten verzichten. Dazu gehören auch Produkte aus Seuchengebieten/Sperrgebieten.

Der große wirtschaftliche Schaden, der mit der Keulung der Tiere einhergeht, ist ein weiterer wichtiger Punkt, der nicht außer Acht gelassen werden darf. Durch das Keulen fehlen den

Landwirtinnen und Landwirten wichtige Einnahmequellen, die auch durch eine staatliche Entschädigung nur bedingt wiederhergestellt bzw. ersetzt werden können. Ebenso hat das Keulen von großen Tierbeständen auch andere Folgen für die Betroffenen, die psychische Belastung durch den großen Verlust und auch die öffentliche Aufmerksamkeit sind nicht zu unterschätzen. Neben den Kosten der Reinigungs- und Desinfektionsmaßnahmen fehlen den Betrieben Einkünfte durch den Verkauf von Tieren sowie von Milch, da oft der Betrieb einige Zeit gesperrt wird (Verbrauchergesundheit.gv.at 2016).

8. Zusammenfassung

LSD hat sich in den letzten Jahren vom Nahen Osten und der russischen Föderation über die Türkei und die EU ausgebreitet. Seit 2015 ist auch Griechenland betroffen sowie seit Anfang 2016 ebenfalls Bulgarien, Serbien, Montenegro, Kosovo und Albanien.

Einige der betroffenen Staaten versuchen die weitere Ausbreitung von LSD durch eine Vorsorge-Impfung zu unterbinden. Für die Impfung ist allerdings eine Genehmigung der EU-Kommission erforderlich.

Unter anderem kann für die Ausbreitung von LSD der Transport bereits infizierter und meist symptomloser Rinder (lange Inkubationszeit) über große Distanzen verantwortlich gemacht werden, wohingegen die Ausbreitung in benachbarte Regionen bzw. die lokale Ausbreitung vermutlich auf blutsaugende Vektoren zurückzuführen ist. Ebenso kommt eine orale Aufnahme von infektiösem Speichel und somit eine Übertragung von Rind zu Rind in Frage. Außerdem wurde eine Übertragung über Sperma nachgewiesen. Auch eine vertikale Übertragung konnte in Studien nachgewiesen werden. Der Personenverkehr oder auch eine Übertragung von LSD durch Fahrzeuge scheint nicht im Vordergrund zu stehen. Da die Krankheit eine mittlere Morbidität von 45 % hat und eine Letalität von 20 % und zu großen wirtschaftlichen Einbußen führt, wurde an einer Impfung geforscht und diese auch bereits in einigen Ländern eingesetzt. Erste Erfolge wurden dabei im Balkan verzeichnet, der seit 2018 frei von LSD ist. Im 3. Bericht der EFSA wird darüber berichtet, dass es sogar seit 2018 keine Ausbrüche von LSD mehr in Südosteuropa gab.

Um LSD weiterhin an seiner Ausbreitung zu hindern, müssen Schutzmaßnahmen ergriffen werden. Das Wichtigste, neben dem Schutz durch eine Impfung, sollten jedoch die Eindämmungsmaßnahmen sein, wie den Schutz vor Mücken, wobei nur bei *Aedes aegypti* LSD bis jetzt nachgewiesen werden konnte und Zecken durch geeignete Maßnahmen wie medizinische Präparate für das Tier selbst oder auch den Schutz der Räume um das Eindringen der Mücken zu verhindern. Ganz wichtig ist dabei, dass Mücken schon von Anfang an an ihrer Ausbreitung gehindert werden sollten in dem man ihnen erst gar keine Möglichkeit bietet zu brüten. Es ist jedoch so, dass in den Bereichen der potentiellen Vektoren

und Wege der Übertragung derzeit noch große Wissenslücken vorhanden sind und es sollte weiter daran geforscht werden um noch effektiver gegen LSD vorgehen zu können.

9. Summary

LSD has spread from the Middle East and the Russian Federation to Turkey and the EU in recent years. Greece has also been affected since 2015 and Bulgaria, Serbia, Montenegro, Kosovo and Albania since the beginning of 2016.

Some of the affected states are trying to prevent the further spread of LSD by means of preventive vaccinations. However, approval from the EU Commission is required for vaccination.

Among other things, the transport of infected and mostly symptom-free cattle (long incubation period) over long distances can be responsible for the spread of LSD, whereas the spread to neighboring regions, or the local spread is probably due to blood-sucking vectors. Oral ingestion of infectious saliva and thus transmission from cattle to cattle is also possible. Transmission via semen has also been demonstrated. Studies have also shown vertical transmission. The traffic of people or the transmission of LSD by vehicles does not seem to be of major relevance. Since the disease has a mean morbidity of 5%-45% and a mortality of 20% and leads to major economic losses, research was carried out on a vaccination and this has already been used in some countries. The first successes were recorded in the Balkans, which have been free of LSD since 2018. In the 3rd EFSA report it is demonstrated that there have been no more outbreaks of LSD in Southeastern Europe since 2018.

In order to keep LSD from spreading, protective measures must be taken. The most important thing, in addition to protection through vaccination, should be containment measures, such as protection against mosquitoes, although LSD has only been detected with *Aedes aegypti* so far, and ticks through appropriate measures such as medical preparations for the animal itself or the protection of the Spaces to prevent mosquitoes from entering.

It is very important that mosquitoes should be prevented from spreading right from the start by not giving them any opportunity to breed. It is, however, the case that there are currently still large knowledge gaps concerning potential vectors and ways of transmission. Thus, research should be continued in order to be able to act even more effectively against LSD.

10. Literaturverzeichnis

- AGES. 2016. Lumpy Skin Disease (LSD) - eine neue Gefahr für unsere Rinderherden. https://science.apa.at/rubrik/medizin_und_biotech/Lumpy_Skin_Disease_LSD_-_eine_neue_Gefahr_fuer_unsere_Rinderherden/SCI_20161006_SCI57732384432349486 (Zugriff: 12.02.2019).
- AGES. 2019a. <https://www.ages.at/themen/ages-schwerpunkte/vektorieubertragene-krankheiten/zecken/biologie-und-zoologie/#c74622> (Zugriff: 02.03.2019).
- AGES. 2019b. <https://www.ages.at/themen/ages-schwerpunkte/vektorieubertragene-krankheiten/stechmuecken-in-oesterreich/> (Zugriff: 09/2019).
- AGES. 2019c. <https://www.ages.at/themen/krankheitserreger/lumpy-skin-disease/> (Zugriff: 09/2019).
- Agrarheute. 2019a Bremsen und Mücken: Diese Mittel helfen den Tieren. <https://www.agrarheute.com/tier/rind/bremsen-muecken-diese-mittel-helfen-tieren-443974> (Zugriff: 02.04.2019).
- Agrarheute. 2019b. So fliegen die Fliegen raus. Fleckvieh 2/2015:48-49. https://www.agrarheute.com/sites/default/files/atoms/files/b215_fliegen.pdf (Zugriff: 10.04.2019).
- Agrarheute. 2017. Schwalbenschutz versus Milchhygiene: Darauf müssen Milcherzeuger achten <https://www.agrarheute.com/tier/rind/schwalbenschutz-versus-milchhygiene-darauf-muessen-milcherzeuger-achten-537198> (Zugriff: 02/2019).
- Alemayehu G, Zewde G, Admassu B. 2013. Risk assessments of lumpy skin diseases in Borena bull market chain and its implication for livelihoods and international trade. Tropical Animal Health and Production, 45:1153–1159.
- Alkhamis MA, Van der Waal K. 2016. Spatial and temporal epidemiology of lumpy skin disease in the Middle East. Frontiers in Veterinary Science, 3(19):1-12. DOI: 10.3389/fvets.2016.00019 (Zugriff: 28.01.2021).

- Amt der Steiermärkische Landesregierung-Veterinärdirektion. 2017. PDF: Lumpy skin disease. Informationen für Tierärztinnen und Tierärzte https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjU4M2vyLTuAhVSNewKHUzPApQQFjAAegQIAxAC&url=https%3A%2F%2Fwww.verwaltung.steiermark.at%2Fcms%2Fdokumente%2F12395949_126534820%2F9c612f45%2FLSD-Informationen_Tier%25C3%25A4rzte_01.2017.pdf&usg=AOvVaw3jTh-hkuNi9Gcheazsrlr7 (Zugriff: 09/2019).
- Aspöck H. 1969. Die Stechmücken Ostösterreichs und ihre Bedeutung als Überträger von Arboviren. Wiener klinische Wochenschrift, 81(6):107-108.
- Aspöck H. 2010. Krank durch Arthropoden. Denisia 30: 149-169.
- Babiuk S, Bowden TR, Parkyn G, Dalman B, Manning L, Neufeld J, Embury-Hyatt C, Copps J, Boyle DB. 2008. Quantification of lumpy skin disease virus following experimental infection in cattle. Transbound Emerg Dis., 55(7):299-307.
- Beck W, Pantchev N. 2006. Praktische Parasitologie bei Heimtieren: Kleinsäuger - Vögel – Reptilien. 2. Aufl. Hannover: Schlütersche Verlag.
- Becker N, Glaser P, Magin H. 1996. Biologische Stechmückenbekämpfung am Oberrhein: 20 Jahre Kommunale Aktionsgemeinschaft zur Bekämpfung der Schnakenplage. Waldsee: Kommunale Aktionsgemeinschaft zur Bekämpfung der Schnakenplage.
- Binnington, K. C. & Kemp, D. H. (1980). Role of tick salivary glands in feeding and disease transmission. Advances in Parasitology 18, 315– 339.
- Biogent. <https://eu.biogents.com/stechmuecken-als-krankheitsuebertraeger> (Zugriff: 04/2019).
- Bishop F. 1913. The Stable Fly (*Stomoxys calcitrans* L.) An Important Live Stock Pest. Journal of Economic Entomology. 6: 112-126.
- Boch J, Supperer R. 2006. Veterinärmedizinische Parasitologie. 6. Aufl. Singhofen: Parey Verlag.

- Bürger HJ, Eckert J, Kutzer E, Körting W, Rommel M, Hrsg. 2006. Veterinärmedizinische Parasitologie. 6. Aufl. Stuttgart: Georg Thieme Verlag
- Carn VM, Kitching RP. 1995. An investigation of possible routes of transmission of lumpy skin disease virus (Neethling). *Epidemiology and Infection*, 114(1):219-226.
- Center for Food Security and Public Health (CFSPH) 2006. *Amblyomma hebraeum* https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:O7ryRed4gOwJ:https://www.cfsph.iastate.edu/Factsheets/pdfs/amblyomma_hebraeum.pdf+&cd=2&hl=de&ct=clnk&gl=at&client=firefox-b-d (Zugriff: 22.02.2019).
- Center for food security and public health (CFSPH). www.cfsph.iastate.edu (Zugriff: 15.12.2019).
- Chihota CM, Rennie LF, Kitching RP, Mellor PS. 2001. Mechanical transmission of lumpy skin disease virus by *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). *Epidemiology and Infection*. 126(2):317-21.
- Chihota CM, Rennie LF, Kitching RP, Mellor PS. 2003. Attempted mechanical transmission of lumpy skin disease virus by biting insects. *Med Vet Entomol.*, 17:294-300.
- Coetzer JAW. 2004. *Infectious Diseases of Livestock*. Cape Town: Oxford University Press.
- Connelly CR, Carlson DB. 2009. Florida Mosquito Control: The state of the mission as defined by mosquito controllers, regulators, and environmental managers. Vero Beach. https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwiS7_miucjuAhXMDWMBHSb7B7UQFjAAegQIBBAC&url=https%3A%2F%2Fmel.ifas.ufl.edu%2Fmedia%2Ffmelifasufledu%2F7-15-2018-white-paper.pdf&usg=AOvVaw1q6SAScs85AiG72W2_1Evu (Zugriff: 30.07.2019).
- Cook DF, Dadour IR, Keals NJ. 1999. Stable fly, house fly (Diptera: Muscidae), and other nuisance fly development in poultry litter associated with horticultural crop production. <https://academic.oup.com/jee/article-abstract/92/6/1352/2217142?redirectedFrom=fulltext> (Zugriff: 04.03.2019).

- Dehghan H, Sadraei J, Moosa-Kazemi SH. 2016. A Pictorial Key for *Culex pipiens* Complex (Diptera: Culicidae) In Iran. *Journal of Arthropod-Borne Diseases*, 10(3):292-304.
- Donau Auen 2019. <https://www.donauauen.at/wissen/natur-wissenschaft/fauna/zecke-gemeiner-holzbock-ixodes-ricinus> (Zugriff: 02/2019).
- Eckert J, Friedhoff KT, Zahner H, Deplazes P. Hrsg. 2012. *Lehrbuch der Parasitologie für die Tiermedizin*. Stuttgart: Enke Verlag.
- EFSA. 2017. Lumpy-skin-Krankheit: Ausbrüche in Südosteuropa eingedämmt. <http://www.efsa.europa.eu/de/press/news/170420> (Zugriff: 30.08.2018).
- EFSA 2018. <https://www.efsa.europa.eu/de/press/news/180219> (Zugriff: 08/2019)
- EFSA. 2019. Lumpy-skin-Krankheit: Balkan frei von Ausbrüchen im Jahr 2018. <http://www.efsa.europa.eu/de/press/news/190321> (Zugriff: 29.08.2020).
- EFSA. 2020. Lumpy skin disease epidemiological report IV: data collection and analysis. <https://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/6010> (Zugriff: 30.12.2020).
- Elite-Magazin 2018. Magazin für Milcherzeuger. <https://www.elite-magazin.de/news/nachrichten/rinder-zum-weidestart-gut-vorbereiten-13436.html> (Zugriff: 09/2019).
- European Commission. 2019. Anhänge der delegierten Verordnung (EU)) .../... der Kommission zur Ergänzung der Verordnung (EU) 2016/429 des Europäischen Parlaments und des Rates hinsichtlich Vorschriften für die Prävention und Bekämpfung bestimmter gelisteter Seuchen. <https://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/3/2019/DE/C-2019-4057-F1-DE-ANNEX-1-PART-1.PDF> (Zugriff: 12.02.2020).
- FLI (Friedrich-Loeffler-Institut). 2016. Qualitative Risikobewertung zur Einschleppung von Lumpy Skin Disease (LSD; auch Dermatitis nodularis) in die Bundesrepublik Deutschland. https://www.openagrar.de/servlets/MCRFileNodeServlet/openagrar_derivate_00000698/LSD_Risikobewertung_2016-11-10.pdf (Zugriff: 12.06.2019).
- Goddard J. Hrsg. 2003. *Physician's guide to arthropods of medical importance*. 4. Auflage. Florida: CRC Press.

- Gontard, Andrea. 2019. <https://tropeninstitut.de/malaria/malaria-uebertragung> (Zugriff 12/2019).
- Große-Kock 2019. proagravet Tierärztegesellschaft Westfalen. <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:HH-3ZPfUhvMJ:www.proagravet.de/infothek/Zoonoseerreger.pptx+&cd=1&hl=de&ct=clnk&gl=at&client=firefox-b-d> (Zugriff: 12/2019).
- Gubbins S, Stegeman A, Klement E, Pite L, Broglia A, Abrahantes JC. 2018. Inferences about the transmission of lumpy skin disease virus between herds from outbreaks in Albania in 2016. *Prev Vet Med.* 181:104602. doi: 10.1016/j.prevetmed.2018.12.008.
- Harbach RE 2007. The Culicidae (Diptera): a review of taxonomy, classification and phylogeny*. *Zootaxa*: 591–638. doi:<http://dx.doi.org/10.11646/zootaxa.1668.1.28>.
- Hoffmann D, Conraths FJ, Beer M, Hoffmann B. 2016. Lumpy Skin Disease: Eine Rindererkrankung auf dem Vormarsch. *Deutsches Tierärzteblatt* 09/2016:1350-1353.
- Hoffmann, G., Herrmann, H. Gliedertiere (Arthropoda) als mögliche Überträger (Vektoren) des Maul- und Klauenseuche- (MKS-)Virus. *Bundesgesundheitsbl - Gesundheitsforsch - Gesundheitsschutz* 45, 565–576 (2002). <https://doi.org/10.1007/s00103-002-0434-z>
- Hörmann M. 2019. Biosicherheit am landwirtschaftlichen Betrieb. Landwirtschaftskammer Österreich. <https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:9rjN2iFRcLwJ:https://www.zukunftsraumland.at/download/1959%3Fv%3D1558621464+&cd=2&hl=de&ct=clnk&gl=at&client=firefox-b-e> (Zugriff: 12.03.2019).
- Institut für Schädlingkunde. 2019. <https://schaedlingskunde.de/schaedlinge/steckbriefe/fliegen/wadenstecher-stomoxys-calcitrans/wadenstecher-stomoxys-calcitrans/> (Zugriff: 11/2019).
- Irons PC, Tuppurainen ESM, Venter EH. 2005. Excretion of lumpy skin disease virus in bull semen. *Theriogenology*. 63(5):1290-7.

- Jeyabalan D, Arul N, Thangamathi P. 2003. Studies on effects of *Pelargonium citrosa* leaf extracts on malarial vector, *Anopheles stephensi* Liston. *Bioresource Technology*, 89(2):185-189. DOI: 10.1016/S0960-8524(03)00036-1.
- Junker D. 2016. Was ist das für ein seltsames Gebilde in Leinemasch? Hannoversche Allgemeine. <https://www.haz.de/Umland/Laatzten/Nachrichten/Passanten-wundern-sich-ueber-seltsames-Gebilde-in-Grasdorfer-Leinemasch> (Zugriff: 12.09.2019).
- Kahana-Sutin E, Klement E, Lensky I, Gottlieb Y. 2017. High relative abundance of the stable fly *Stomoxys calcitrans* is associated with lumpy skin disease outbreaks in Israeli dairy farms. *Med Vet Entomol* 31(2):150-160.
- Klausner Z, Fattal E, Klement E. 2017. Using Synoptic Systems' Typical Wind Trajectories for the Analysis of Potential Atmospheric Long-Distance Dispersal of Lumpy Skin Disease Virus. *Transbound Emerg Dis.*, 64(2):398-410.
- Kononov A, Prutnikov P, Shumilova I, Kononova S, Nesterov A, Byadovskaya O, Pestova Y, Diev V, Sprygin A. 2019. Determination of lumpy skin disease virus in bovine meat and offal products following experimental infection. *Transbound Emerg Dis.*, 66(3):1332-1340. doi: 10.1111/tbed.13158 (Zugriff: 22.07.2020).
- Lgl 2019. Bayrisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit https://www.lgl.bayern.de/gesundheitschutz/infektionsschutz/infektionskrankheiten_a_z/borreliose/lyme_zecke.htm (Zugriff: 02/19).
- Landwirtschaftskammer Österreich. 2017. Broschüre der Landwirtschaftskammer Österreich: Biosicherheitsmaßnahmen Rind. <https://ooe.lko.at/biosicherheit-rind+2500+2623718> (Zugriff: 01.03.2019).
- Landwirtschaftskammer Österreich. <https://noe.lko.at/fliegenbek%C3%A4mpfung-im-stall-rechtzeitig-starten+2500+2413442> (Zugriff: 04.06.2019).
- Rueda LM. 2008. Global diversity of mosquitoes (Insecta: Diptera: Culicidae) in freshwater. *Hydrobiologia*, 595:477–487.

- Liebisch G, Liebisch A. 2008. Wirksamkeit von Flectron-Ohrclips (Cypermethrin) zur Bekämpfung von Gniten (Culicoides) als Vektoren des BT-Virus bei Rindern: Felduntersuchungen und Bioassays [Efficacy of Flectron-eartags (cypermethrin) for control of midges (Culicoides) as the vectors of bluetongue virus in cattle: field studies and bioassays]. Dtsch Tierarztl Wochenschr., 115(6):220-30.
- Loitsch A, Fink M. 2019. Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH (AGES) https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:g6bTfhw3gjQJ:https://www.ages.at/download/0/0/b0f188160e51b0332f4bdbd7ae01397249617d0/fileadmin/AGES2015/Service/Tiergesundheit/Folder/Folder_Biosicherheit_verd%25C3%25A4chtiger_Betrieb_2017.pdf+&cd=1&hl=de&ct=clnk&gl=at&client=firefox-b-d (Zugriff: 07.07.2019).
- Loupal G, Wichmann G. 2017. Heimatlose Glücksbringer – Rauchschwalben in Not. https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:rqdReqvab4J:https://www.tieraerzteverlag.at/fileadmin/dokumente/VETJOURNALONLINENEU/Vetjournale_2017/VJ_052017_ONLINE.pdf+&cd=17&hl=de&ct=clnk&gl=at&client=firefox-b-d (Zugriff: 09/2019).
- Lubinga JC, Tuppurainen ES, Mahlare R, Coetzer JA, Stoltz WH, Venter EH. 2015. Evidence of transstadial and mechanical transmission of lumpy skin disease virus by *Amblyomma hebraeum* ticks. Transbound Emerg Dis., 62(2):174-82. doi: 10.1111/tbed.12102.
- Lubinga JC, Clift SJ, Tuppurainen ES, Stoltz WH, Babiuk S, Coetzer JA, Venter EH. 2014. Demonstration of lumpy skin disease virus infection in *Amblyomma hebraeum* and *Rhipicephalus appendiculatus* ticks using immunohistochemistry. Ticks Tick Borne Dis., 5(2):113-20. doi: 10.1016/j.ttbdis.2013.09.010.
- Lubinga JC, Tuppurainen ES, Coetzer JA, Stoltz WH, Venter EH. 2014. Transovarial passage and transmission of LSDV by *Amblyomma hebraeum*, *Rhipicephalus appendiculatus* and *Rhipicephalus decoloratus*. Exp Appl Acarol. 62(1):67-75. doi: 10.1007/s10493-013-9722-6.

- Magori-Cohen R, Louzoun Y, Herziger Y, Oron E, Arazi A, Tuppurainen E, Shpigel NY, Klement E. 2012. Mathematical modelling and evaluation of the different routes of transmission of lumpy skin disease virus. *Vet Res.* 43(1):1. doi: 10.1186/1297-9716-43-1.
- Mally M. 1983a. Die Bremsen Österreichs – Medizinisch bedeutende Stechfliegen (Diptera, Tabanidae). – Dissertation Naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Wien: 249 S.
- Mally M. 1983b. Die Bremsen-Fauna des Burgenlandes, nebst Angaben zur Biologie der Species (Diptera, Tabanidae). *Zeitschrift der Arbeitsgem. Österr. Entomologen*, 35(1/2):55-60.
- Mally M, Kutzer E. 1984. Zur Tabanidenfauna Österreichs und ihrer medizinischen Bedeutung. *Mitt. Österr. Ges. Tropenmed. Parasitol.* 6 (1984) 97-103
- Maretic Z, Zekiö R. 1973. The effects of gadflies stings in humans. *Abstr. 9th Int. Congr. Trop. Med. Malar.*
- Mehlhorn B, Mehlhorn H. 2009. Zecken auf dem Vormarsch! Vorbeugung und Maßnahmen gegen Krankheitserreger. 1. Auflage. Düsseldorf: düsseldorf university press dup.
- Mehlhorn H. 2012. Die Parasiten der Tiere: Erkrankungen erkennen, bekämpfen und vorbeugen. Berlin: Springer Verlag.
- Mercier A, Arsevska E, Bournez L, Bronner A, Calavas D, Cauchard J, Falala S, Caufour P, Tisseuil C, Lefrançois T, Lancelot R. 2018. Spread rate of lumpy skin disease in the Balkans, 2015-2016. *Transboundary and Emerging Diseases.* 65(1):240-243. doi: 10.1111/tbed.12624.
- MSD-Tiergesundheit. 2019b. <https://www.msd-tiergesundheit.de/fokusthemen/salmonellosen-beim-gefluegel/infektionswege-vektoren/> (Zugriff: 01.10.2019).
- Museum für Naturkunde Berlin. Fauna Europaea. All European Animal Species online. https://fauna-eu.org/cdm_dataportal/taxon/ef7da5aa-e818-4835-bb5d-2221077b0f68 (Zugriff: 04/2019).

- OIE. 2016. [http://web.oie.int/RR-Europe/eng/Regprog/docs/docs/LSD1/LSD%20SGE1%20\(Brussels%20%20July2016\)%20-%20Conclusions%20and%20recommendations%20\(Final\).pdf](http://web.oie.int/RR-Europe/eng/Regprog/docs/docs/LSD1/LSD%20SGE1%20(Brussels%20%20July2016)%20-%20Conclusions%20and%20recommendations%20(Final).pdf) (Zugriff: 03.08.2020).
- Pitkin A, Deen J, Otake S, Moon R, Dee S. 2009. Further assessment of houseflies (*Musca domestica*) as vectors for the mechanical transport and transmission of porcine reproductive and respiratory syndrome virus under field conditions. *Can J Vet Res.* 73(2):91-96.
- Richter S, Schiefer P, Schmoll F. 2016. Steckbrief Lumpy skin disease – Rinderpocken in Europa. https://www.ages.at/download/0/0/02ec1ab2bbf031580d6c70b6f3ab0679c04f70e4/fileadmin/AGES2015/Service/Tiergesundheits/Welser_Messe/Rind_Richter_Lumpy_skin_disease.pdf (Zugriff: 12.12.2018).
- Rouby S, Aboulsoud E. 2016. Evidence of intrauterine transmission of lumpy skin disease virus. *Vet J.*, 209:193-195. doi: 10.1016/j.tvjl.2015.11.010.
- Rueda LM. 2008. Global diversity of mosquitoes (Insecta: Diptera: Culicidae) in freshwater. *Hydrobiologia.* 595:477–487.
- Saegerman C, Bertagnoli S, Meyer G, Ganière JP, Caufour P, De Clercq K, Jacquet P, Fournié G, Hautefeuille C, Eto F, Casal J. 2018. Risk of introduction of lumpy skin disease in France by the import of vectors in animal trucks. *PLoS One.* 13(6):e0198506. doi: 10.1371/journal.pone.0198506.
- Schoener E, Zittra C, Weiss S, Walder G, Barogh BS, Weiler S, Fuehrer HP. 2019a. Monitoring of alien mosquitoes of the genus *Aedes* (Diptera: Culicidae) in Austria. *Parasitol Res.* 118(5):1633-1638. doi:10.1007/s00436-019-06287-w (Zugriff: 22.07.2020).
- Schoener ER, Harl J, Himmel T, Fragner K, Weissenböck H, Fuehrer HP. 2019b. Protozoan parasites in *Culex pipiens* mosquitoes in Vienna. *Parasitol Res.* 118(4):1261-1269. doi: 10.1007/s00436-019-06219-8.

- Seidel B, Montarsi F, Huemer HP, Indra A, Capelli G, Allerberger F, Nowotny N. 2016a. First record of the Asian bush mosquito, *Aedes japonicus japonicus*, in Italy: invasion from an established Austrian population. *Parasit Vectors*. 9(1):284. doi: 10.1186/s13071-016-1566-6 (Zugriff: 22.07.2020).
- Seidel B, Nowotny N, Bakonyi T, Allerberger F, Schaffner F. 2016b. Spread of *Aedes japonicus japonicus* (Theobald, 1901) in Austria, 2011-2015, and first records of the subspecies for Hungary, 2012, and the principality of Liechtenstein, 2015. *Parasit Vectors*. 9(1):356. doi: 10.1186/s13071-016-1645-8.
- Seidel, B. 2011. Vielfalt und Dynamik der Stechmücken (Diptera, Culicidae) entlang von March und Thaya sowie ihre Rolle als Vektoren von Pathogenen. *Wiss. Mitt. Niederösterr. Landesmuseum* 22:415-430.
- Service M. 2008. *Medical Entomology for Students*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Tsapko NV. 2017. Ticks (Acari, Ixodidae) of the North Caucasus: Species diversity and host-parasite relationships. *Entmol. Rev.* **97**:542–553. <https://doi.org/10.1134/S0013873817040157>.
- Sohier C, Haegeman A, Mostin L, De Leeuw I, Van Campe W, De Vleeschauwer A, Tuppurainen ESM, van den Berg T, De Regge N, De Clercq K. 2019. Experimental evidence of mechanical lumpy skin disease virus transmission by *Stomoxys calcitrans* biting flies and *Haematopota* spp. horseflies. *Sci Rep.*, 9(1):20076. doi: 10.1038/s41598-019-56605-6.
- Spektrum der Wissenschaft. <https://www.spektrum.de/lexikon/biologie/zweifluegler/72073> (Zugriff: 04.2019).

- Sprygin A, Artyuchova E, Babin Y, Prutnikov P, Kostrova E, Byadovskaya O, Kononov A. 2018. Epidemiological characterization of lumpy skin disease outbreaks in Russia in 2016. *Transbound Emerg Dis.* 65:1514–1521. <https://doi.org/10.1111/tbed.12889> (Zugriff: 22.07.2020).
- Sprygin A, Pestova Ya, Prutnikov P, Kononov A. 2018. Detection of vaccine lumpy skin disease virus in cattle and *Musca domestica* L. flies in an outbreak of lumpy skin disease in Russia in 2017. *Transbound Emerg Dis.* 65(5):1137-1144. doi: 10.1111/tbed.12897.
- Stanek G, Hofmann H. 1994. Krank durch Zecken. Wien: Facultas / Maudrich Verlag.
- Stockreiter S. 2017. Bundesministerium für Gesundheit und Frauen. Gefahr im Anmarsch: Vorkehrungen für die Lumpy Skin Disease (LSD) sind getroffen. <https://www.tieraerzteverlag.at/vetjournal/lumpy-skin-disease> (Zugriff: 12/2019).
- Szalanski AL, Owens CB, McKay T, Steelman CD. 2004. Detection of *Campylobacter* and *Escherichia coli* O157:H7 from filth flies by polymerase chain reaction. *Med Vet Entomol.* 18(3):241-6. doi: 10.1111/j.0269-283X.2004.00502.x.
- Topagrar. <https://www.topagrar.com/rind/aus-dem-heft/fliegen-bekaempfen-bevor-sie-da-sind-11523733.html> (Zugriff: 09.09.2019).
- Tuppurainen ES, Lubinga JC, Stoltz WH, Troskie M, Carpenter ST, Coetzer JA, Venter EH, Oura CA. 2013. Evidence of vertical transmission of lumpy skin disease virus in *Rhipicephalus decoloratus* ticks. *Ticks Tick Borne Dis.* 4(4):329-33. doi: 10.1016/j.ttbdis.2013.01.006.
- Tuppurainen E, Galon N. 2016. Technical item II Lumpy skin disease: Current situation in Europe and neighbouring regions and necessary control measures to halt the spread in south-east europe. <https://www.researchgate.net/publication/321937389> (Zugriff: 26.06.2019).
- Umweltbundesamt Dessau 2019. <https://www.umweltbundesamt.de/bremsen#gefahrenabschätzung> (Zugriff: 09/2019)
- Universität Gent. www.biocheck.ugent.be (Zugriff: 10/2018).

- Universität Hohenheim. Zeckenforschung. https://hundezecken.uni-hohenheim.de/zecken_bei_hunden (Zugriff: 03.12.2018).
- Valenzuela JG, Francischetti IM, Pham VM, Garfield MK, Ribeiro JM. 2003. Exploring the salivary gland transcriptome and proteome of the *Anopheles stephensi* mosquito. *Insect Biochem Mol Biol.* 2003 Jul;33(7):717-32. doi: 10.1016/s0965-1748(03)00067-5.
- Verbrauchergesundheit.gv.at.2016.
https://www.verbrauchergesundheit.gv.at/tiere/Empfehlungen_der_Expertengruppe-Tierseuchenbekaempfung_zur_L.pdf?7i55a6 (Zugriff: 01.08.2020).
- Vetpharm. https://www.vetpharm.uzh.ch/wir/00005264/5531_02.htm (Zugriff: 29.09.2019).
- Walker JB, Keirans JE, Horak IG. 2000. The Genus *Rhipicephalus* (Acari, Ixodidae): A Guide to the Brown Ticks of the World. Cambridge: Cambridge University Press.
- Weidezaun.Info https://www.weidezaun.info/voss-farming-tabanus-eco-bremsenfalle.html?gclid=EAIaIQobChMI4_7vIYO96QIVi7HtCh3kwQLIEAYYAyABEgJ4EPD_BwE (Zugriff: 17.07.2018).
- Weiss KE. 1968. Lumpy Skin Disease Virus. In: Cytomegaloviruses. Rinderpest Virus. Lumpy Skin Disease Virus. *Virology Monographs* (Die Virusforschung in Einzeldarstellungen). Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-662-39771-8_3.
- Wikipedia. 2019a. Zweiflügler. <https://de.wikipedia.org/wiki/Zweifl%C3%BCgler> (Zugriff: 04/2019).
- Wikipedia. 2019b. Anopheles. [www.https://de.wikipedia.org/wiki/Anopheles](https://de.wikipedia.org/wiki/Anopheles) (Zugriff: 25.10.2019).
- Wikipedia. 2019c. Wadenstecher. <https://de.wikipedia.org/wiki/Wadenstecher> (Zugriff: 12.07.2019).
- Wikipedia. 2019d. Bremsen. <https://de.wikipedia.org/wiki/Bremsen> (Zugriff: 20.05.2019).
- Wikipedia 2019e. Zecken. <https://de.wikipedia.org/wiki/Zecken> (Zugriff: 20.09.2019).

- Wikipedia 2019f. *Ixodes ricinus*. https://de.wikipedia.org/wiki/Gemeiner_Holzbock (Zugriff: 21.09.2019).
- Wikipedia 2019g. Stubenfliegen. <https://de.wikipedia.org/wiki/Stubenfliege> (Zugriff: 02/2019).
- Wikipedia 2019h. Rhipicephalus. <https://de.wikipedia.org/wiki/Rhipicephalus>. (Zugriff: 02/2019).
- Wikipedia 2020a. Mücken. <https://de.wikipedia.org/wiki/Mücken> (Zugriff: 20.09.2019).
- Wikipedia 2020b. Fliegen. <https://de.wikipedia.org/wiki/Fliegen> (Zugriff: 20.09.2019).
- wissen.de. 2016. <https://www.wissen.de/wenn-es-feucht-wird-kommen-die-muecken> (Zugriff: 01.08.2020).
- World Health Organization 2017. Houseflies (PDF)https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwjKgqSoxrTuAhVR26QKHf0lDfoQFjABegQIARAC&url=https%3A%2F%2Fwww.who.int%2Fwater_sanitation_health%2Fresources%2Fvector302to323.pdf&usg=AOvVaw2SFXVN6JZvpVo7WUYwpT_T (Zugriff: 03/2010).
- Yeruham I, Perl S, Nyska A, Abraham A, Davidson M, Haymovitch M. 1994. Adverse reactions in cattle to a capripox vaccine. *Vet Rec.* 135(14):330-2. doi: 10.1136/vr.135.14.330.
- Yeruham I, Nir O, Braverman Y, Davidson M, Grinstein H, Haymovitch M, Zamir O. 1995. Spread of Lumpy Skin Disease in Israeli Dairy Herds. *Vet Rec.* 137(4):91-3. doi: 10.1136/vr.137.4.91.
- Zhou G, Kohlhepp P, Geiser D, Frasquillo Mdel C, Vazquez-Moreno L, Winzerling JJ. 2007. Fate of blood meal iron in mosquitoes. *J Insect Physiol.* 53(11):1169-78. doi: 10.1016/j.jinsphys.2007.06.009.

Judikaturverzeichnis:

Binnenmarktverordnung (BVO) BGBl. II Nr. 473/2008 ,zuletzt geändert durch das Bundesgesetz BGBl.I Nr.121/2008.

Tierseuchengesetz (TSG) RGBL. Nr. 177/1909, zuletzt geändert durch das Bundesgesetz BGBl. I Nr. 80/2013.

Tierschutzgesetz (TschG) BGBl. I Nr. 118/2004 , zuletzt geändert durch das Bundesgesetz BGBl. I Nr. 86/2018.

Verordnung der Bundesministerin für Gesundheit und Frauen zur Bekämpfung der Lumpy skin disease (Lumpy skin disease-Verordnung – LSD-VO) StF: BGBl. II Nr. 315/2017 [CELEX-Nr.: 31992L0119].

Richtlinie 92/119/EWG des Rates vom 17. Dezember 1992 mit allgemeinen Gemeinschaftsmaßnahmen zur Bekämpfung bestimmter Tierseuchen sowie besonderen Maßnahmen bezüglich der vesikulären Schweinekrankheit.

Richtlinie 89/362/EWG der Kommission vom 26. Mai 1989 über die allgemeinen Hygienevorschriften für Milcherzeugerbetriebe.

Durchführungsbeschluss (EU) 2016/2008 der Kommission vom 15. November 2016 mit tierseuchenrechtlichen Maßnahmen zur Bekämpfung der Lumpy-Skin-Krankheit in bestimmten Mitgliedstaaten.

Durchführungsbeschluss (EU) 2016/2009 der Kommission vom 15. November 2016 zur Genehmigung der von den Mitgliedstaaten vorgelegten Programme zur Impfung gegen die Lumpy-skin-Krankheit.

Durchführungsbeschluss (EU) 2019/81 der Kommission vom 17. Januar 2019 zur Änderung des Anhangs I des Durchführungsbeschlusses (EU) 2016/2008 mit tierseuchenrechtlichen Maßnahmen zur Bekämpfung der Lumpy-Skin-Krankheit in bestimmten Mitgliedstaaten.

11. Abbildungsverzeichnis

Abb. 1	Verbreitung von LSD im Zeitraum 2005-2014	3
Abb. 2	Ausbreitung der Lumpy Skin Disease 2016-2018 in Europa und Kleinasien	7
Abb. 3	Mücke	17
Abb. 4	Fliege	27
Abb. 5	Bremse	30
Abb. 6	Zecke	33

12. Tabellenverzeichnis

Tab. 1	Gemeldete LSD-Ausbrüche im Jahr 2016	4
Tab. 2	Gemeldete LSD-Ausbrüche im Jahr 2017	5
Tab. 3	Gemeldete LSD-Ausbrüche im Jahr 2018	5
Tab. 4	Gemeldete LSD-Ausbrüche im Jahr 2019	5
Tab. 5	Gemeldete LSD-Ausbrüche im Jahr 2020	6
Tab. 6	Übersicht über wichtige Vektoren für die Übertragung des LSD-Virus	14
Tab. 7	Taxonomie der Insekten	15
Tab. 8	Taxonomie der Mücken	17
Tab. 9	Übersicht Mückenvorkommen weltweit	18
Tab. 10	Taxonomie der Tabanidae	23
Tab. 11	Taxonomie Musca	27
Tab. 12	Fliegenvorkommen weltweit	28
Tab. 13	Taxonomie Bremsen	31
Tab. 14	Bremsenvorkommen weltweit	31
Tab. 15	Taxonomie Zecken	34
Tab. 16	Zeckenvorkommen weltweit	34
Tab. 17	Nachweis des LSD-Virus in verschiedenen Sekreten von Rindern, Exkreten von Rindern und der Umwelt	42