



Forschungsbericht

Nr. 162

**Blauzungenkrankheit bei Rind und Schaf:
Art und Umfang der entstehenden Verluste in der
Produktion
anhand von Beispielbetrieben in Nordrhein-Westfalen
sowie Monitoring der Impferfolge**

Verfasser:

Dr. agr. Ute Müller

Prof. Dr. Dr. Helga Sauerwein

**Institut für Tierwissenschaften
Abteilung Physiologie & Hygiene**

Herausgeber: Lehr- und Forschungsschwerpunkt „Umweltverträgliche und Standortgerechte Landwirtschaft“, Landwirtschaftliche Fakultät der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn

Meckenheimer Allee 172, 53115 Bonn
Tel.: 0228 – 73 2285; Fax.: 0228 – 73 1776
www.usl.uni-bonn.de

Forschungsvorhaben im Auftrag des Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen
Bonn, September 2010

ISSN 1610-2460

Projektleitung: Prof. Dr. Dr. Helga Sauerwein

Projektbearbeiter: Dr. agr. Ute Müller
Dr. agr. Kirsten Kemmerling
Dipl. geogr. Heike Kemmerling

Institut für Tierwissenschaften
Abteilung Physiologie und Hygiene
Katzenburgweg 7-9
53115 Bonn

Zitiervorschlag:

MÜLLER, U. UND H. SAUERWEIN (2010): Blauzungenkrankheit bei Rind und Schaf: Art und Umfang der entstehenden Verluste in der Produktion anhand von Beispielbetrieben in Nordrhein-Westfalen sowie Monitoring der Impferfolge. Landwirtschaftliche Fakultät der Universität Bonn, Schriftenreihe des Lehr- und Forschungsschwerpunktes USL Nr. 162, 56 Seiten.

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Abkürzungsverzeichnis	III
1 Einleitung	1
1.1 Blauzungenkrankheit bei Rind und Schaf - Stand des Wissens	1
1.2 Zielsetzung	9
Teil I:	
Blauzungeninfektionen bei nicht-geimpften Bullen: Einfluss auf die Spermaqualität	
2 Material und Methoden	11
2.1 Untersuchte Tiere	11
2.2 Spermagewinnung und Analyse der -qualitätsparameter	12
2.3 Statistische Auswertung	13
3 Ergebnisse und Diskussion	15
3.1 Einfluss der BTV-Infektion auf die Standard-Spermaqualitätsparameter	15
3.2 Einfluss der BTV-Infektion auf weitere Spermaqualitätsparameter	19
Teil II:	
Blauzungeninfektionen bei Milchkühen und Schafen: Einfluss auf die Leistungs- und Gesundheitsdaten	
2 Material und Methoden	21
2.1 Beschreibung der Beispielbetriebe	21
2.2 Probenentnahme und Probenanalyse	24
2.3 Erfassung der Leistungs- und Gesundheitsdaten	25
2.3.1 Milchviehhaltende Beispielbetriebe	25
2.3.2 Schafhaltende Beispielbetriebe	26
2.4 Auswertung	26
3 Ergebnisse und Diskussion	28
3.1 Milchviehhaltende Betriebe: Einfluss der BTV-Infektion und der BTV- Impfung auf die Leistungs- und Gesundheitsdaten	28
3.2 Schafhaltende Betriebe: Einfluss der BTV-Infektion und der BTV- Impfung auf die Leistungsdaten	42
4 Zusammenfassung	47
5 Schlussfolgerung für die Umsetzung der Ergebnisse in die Praxis	49

6	Literaturverzeichnis	50
7	Liste über Veröffentlichungen	54
8	Liste über Posterpräsentationen	54
9	Kurzfassung	55

Abkürzungsverzeichnis

ADR	Arbeitsgemeinschaft Deutscher Rinderzüchter e.V.
BSI	Besamungsindex
BT	Blue tongue
BTV	Blue tongue virus
ELISA	Enzyme-Linked Immunosorbent Assay = Enzymgekoppelter Immunadsorptionstest
FLI	Friedrich Löffler Institut
LKV	Landeskrollverband
LWK	Landwirtschaftskammer
MLP	Milchleistungsprüfung
OD	Optische Dichte
PCR	Polymerase Chain Reaktion = Polymerase-Ketten-Reaktion
RUW	Rinder-Union West eG
TGD	Tiergesundheitsdienst
Tsd.	Tausend

1 Einleitung

1.1 Blauzungenkrankheit bei Rind und Schaf - Stand des Wissens

Verbreitung der Blauzungenkrankheit in Europa

Der Blauzungen-Virus ist ein von Culicoides-Mücken auf Wiederkäuer übertragbarer Krankheitserreger. Das Auftreten der Blauzungenkrankung in Nordeuropa (erste Meldung am 17. August 2006; ENSERIK, 2006) stand in Zusammenhang mit einer vorausgegangenen Hitzewelle und starken Regenfällen. Das auslösende Virus (Blue tongue virus, BTV 8) wurde in einer einheimischen Gnizenart, in *Culicoides dewulfi* nachgewiesen (MEISWINKEL, 2006). Damit hat sich das Spektrum der BTV-übertragenden Vektoren von den auf Südeuropa und den Balkan beschränkten Gnizenarten offenbar nach Norden hin erweitert. Als BT-endemische Gebiete galten zunächst die Zonen zwischen etwa 50°N und 35°S; in 2006 wurde eine nördliche Ausdehnung bis 53°N angenommen (MEISWINKEL, 2006); 2007 reicht die geographische Verteilung der gemeldeten Fälle bis etwa 57°N. Somit ist in ganz Europa von einem dauerhaft bestehenden Infektionsdruck auszugehen.

Vor August 2006 ist in keinem europäischen Land nördlich der Alpen das Auftreten von BT-Fällen berichtet worden. Fast zeitgleich wurden aber ab August 2006 Blauzungenkrankheitsfälle in den Benelux-Staaten, Nordfrankreich und Deutschland gemeldet.

Von den in Deutschland von 2006 bis 2008 bestätigten Fällen (gesamt: 28.838, BMELV 2010) von Blauzungenkrankheit sind 42 % in Nordrhein-Westfalen aufgetreten (NRW: 12.119, BMELV 2010). Die Fälle wurden in Rinder-, Schaf-, Ziegen-, bzw. -mischbeständen und Wildgehegen gemeldet. Die folgende Tabelle zeigt die Verteilung der Blauzungenkrankheitsfälle in NRW im Vergleich zu Deutschland sowohl in Rinder- als auch in Schafbeständen auf.

Tab. 1: Anzahl der bestätigten Blauzungenkrankheitsfälle in Deutschland (BMELV 2010)

	2006	2007	2008	2009
Deutschland (gesamt)	885	20.623	5.125	142
davon in				
NRW	802	10.18	554	2
Rinderbetrieben	564	12.572	4.792	137
Schafbetrieben	306	7.530	287	2

NRW wurde ab 2007 als Teil eines BT-Enzootiegebietes betrachtet, in dem eine wirksame Kontrolle der Vektoren nicht möglich ist und höchstens eine zeitweise Reduzierung in deren Anzahl erzielt werden kann (LEFÈVRE & MELLORS, 2007).

In diesem Jahr (2010) gab es noch keinen bestätigten Blauzungenkrankheitsfall in Deutschland (BMVEL 2010 online, Stand: 19. Mai 2010). Die Impfpflicht wurde aufgehoben (siehe Abbildung 1).

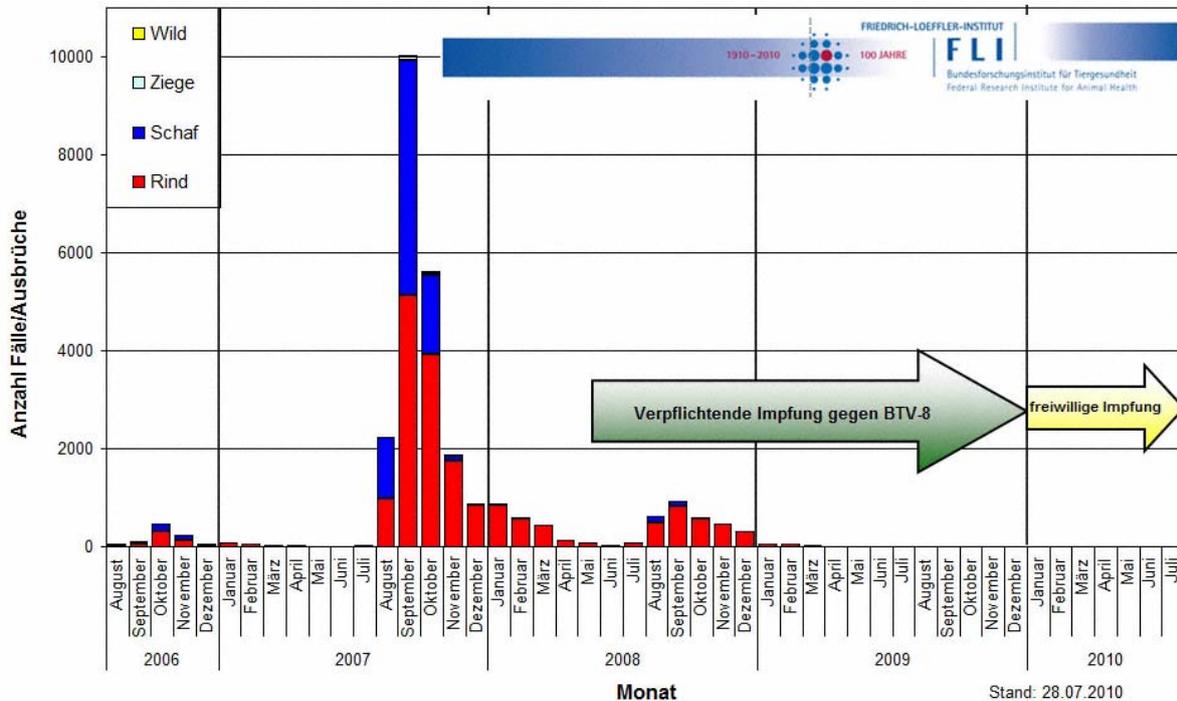


Abb. 1: Anzahl der Fälle von Blauzungenkrankheit seit 2006 (FLI 2010a online)

Inwieweit der Rückgang der aufgetretenen bzw. gemeldeten Erkrankungsfälle in erster Linie auf die Impfung gegen BTV Serotyp 8 (seit 2008) zurückzuführen ist, ist derzeit nicht bekannt.

Die Blauzungerkrankung und ihre Folgen

Die Blauzungenkrankheit ist eine infektiöse, nicht kontagiöse Erkrankung bei Wiederkäuern.

HEIMBERG et al. (2008) geben für das BTV folgende Merkmale an:

- Inkubationszeit: durchschnittlich 3-12 Tage (max. 21 Tage)
- Virämie (zellassoziiert): beginnt 3 Tage nach Infektion und dauert bis zu 220 Tage
- Antikörper: 8-10 Tage p.i. nachweisbar
- Infektiosität: -60 Tage p.i.

Bei Rindern, Ziegen und den meisten wilden Wiederkäuern verläuft sie eher subklinisch (MACLACHLAN et al. 2009). Die BT-Infektionen bei Schafen hingegen sind mit mehreren klinischen Anzeichen wie

- Nasenausfluss,
- Speichelfluss,
- subkutane Ödeme (teilweise am Kopf),
- Geschwürbildung an der Mundschleimhaut und
- zeitweise Blaufärbung der Zunge

verbunden (MACLACHLAN 1994, SAEGERMAN et al. 2007).

Im Rahmen ihrer Feldstudie während der BT Serotyp 8 Epidemie 2006 in den Niederlanden ermittelten ELBERS et al. (2008b) in den untersuchten Schafherden (n = 234) für die Risikomomente eine Morbidität von 7,7 % und einer Mortalität von 4,4 %. Sie stellten fest, dass im Vergleich zu Ausbrüchen mit anderen Serotyp (außerhalb von Europa) die klinischen Folgen der BTV-8 Epidemie als moderate angesehen werden können (ELBERS et al. 2008b). In den untersuchten Rinderherden (n = 164) ermittelten sie eine Morbiditätsrate von 2,5 % und eine Mortalitätsrate von 0,22 %. Diese Raten entsprechen den Angaben, dass BT-Infektionen bei Rindern selten klinische Symptome zur Folge haben.

Für 2007 ergab die von ELBERS et al. 2009 veröffentlichte Vergleichsstudie in den Niederlanden:

- bei 699 weiteren untersuchten Schafherden (mit mindestens einem BT positiven Tier, mittels PCR-Analyse) eine durchschnittliche 6-fach höhere Morbiditäts-Inzidenzrate im Vergleich zu 2006 und eine durchschnittlich 1,7-fach höhere Mortalitätsrate und
- bei 161 weiteren untersuchten Rinderherden (mit mindestens einem BT positiven Tier, mittels PCR-Analyse) eine durchschnittliche 14-fach höhere Morbiditäts-Inzidenzrate im Vergleich zu 2006 und eine durchschnittlich 4,5-fach höhere Mortalitätsrate.

Im Jahr 2007 war die Häufigkeit von Todesfällen bei den Schafen mit BT assoziierten klinischen Symptomen 5,3-fach niedriger im Vergleich zu 2006, bei den Rindern 2,6-fach niedriger. Das begründen die Autoren mit verbesserten Behandlungsmaßnahmen und einer größeren Vertrautheit mit der BT-Erkrankung..

Beiden Studien (ELBERS et al. 2008b und 2009) nutzten zur Ermittlung der Morbiditätsraten eine Liste mit klinischen Symptomen (ELBERS et al. 2008 a), die sowohl Störungen des Allgemeinbefindens als auch verschiedene Störungen des Bewegungsapparates, des Nervensystems, der Schleimhäute und der Haut sowie des Respirations- und des Verdauungstraktes und des Fruchtbarkeitsgeschehens umfassten und in einem oder mehr Tieren der von BTV 8 betroffenen Herden auftraten.

Langzeitfolgen einer BT-Infektion können Fruchtbarkeitsstörungen wie embryonaler Fröhrtod, Abort, und Todgeburt bis hin zur Unfruchtbar bei weiblichen Wiederkäuern sein (OSBURN 1994, ELBERS et al. 2008a, SAEGERMAN et al. 2009).

Bei Böcken und Bullen führt die BT-Infektion ebenfalls zu Fruchtbarkeitsstörungen durch Beeinträchtigung der Spermatogenese als Folge der Hyperthermie oder in Form von mikrovaskulären Läsionen im Reproduktionstrakt (OSBURN 1994). KIRSCHVINK et al. (2009) bestätigen mit ihrer Studie den signifikant negativen Einfluss einer BT-Infektion auf die Samenqualität von Böcken (mittels Motilität, Dichte, Anteil lebender Spermien, Anteil abgestorbener normal Spermien und Anteil abnormer toter Spermien). Mit den Ergebnissen ihrer Langzeitstudie zeigen sie aber auch auf, dass diese Schädigung nicht von Dauer ist, sondern dass innerhalb von 63-138 Tagen nach dem Auftreten erster klinischer Symptome die ursprüngliche Samenqualität wieder erreicht werden kann (KIRSCHVINK et al. 2009). Für Rinder waren in dem Zeitraum des vorliegenden Forschungsvorhabens keine entsprechenden Untersuchungen verfügbar.

Bei Milchkühen spielt die mit der Erkrankung einhergehende Reduktion der Futteraufnahme eine zentrale Rolle; sie wird bedingt durch schmerzhaftes Lahmheiten, Läsionen im Maulbereich und/oder der allgemeinen Inappetenz in Folge von Fieber. Wie in Abbildung 2 zusammengefasst resultiert daraus eine verminderte Milchleistung, die auf die Herde bezogen um 10 – 30%, bei Akuten Infektionen sogar bis auf die Hälfte zurückgehen kann. Zusammen mit den sich aus den o.g. Störungen ergebenden Fruchtbarkeitsproblemen resultieren letztendlich auch verlängerte Zwischenkalbezeiten aus der Infektion (HEIMBERG et al. 2008).



Abb. 2: (Folge)Schäden durch BTV in Milchviehherden (HEIMBERG et al. 2008)

Zu den am häufigsten zu beobachtenden Symptomen, die während der BTV-8 Infektion in Milchviehbetrieben in NRW aufgetreten sind, zählen laut HEIMBERG et al. (2008) auf Betriebsebene:

- Zellzahlprobleme 86,4 %
- Lahmheiten 77,6 %
- Störung der Futterraufnahme 73,7 %
- Schleimhautläsionen Maulbereich 72,3 %
- gestörte Fruchtbarkeit 68,7 %
- Totalverluste 66,7 %
- Fieber 54,0 %
- Aborte 51,7 %
- Zitzenhautveränderungen 51,7 %
- reduzierte Milchmenge 40,6 %
- Veränderungen an der Zunge 16,8 %

Nachdem der während der Infektionen beobachtete Anstieg der Milchzellzahl in die Sommer- bzw. Spätsommermonate fiel, ist hier ein kausaler Zusammenhang mit der Infektion nicht eindeutig. In NRW, aber auch den übrigen Bundesländern liegen die Milchzellgehalte in den Sommermonaten stets höher; beispielsweise betragen 2008 die Juli- und Augustwerte in NRW 108 und 111% des Jahresdurchschnitts (190.000 Zellen/mL).

Bei Schafen traten ähnliche Störungen, jedoch in deutlich schwerem Maße auf; insgesamt waren die Mortalität, wie aus der Zahl der angelieferten, verendeten Tiere an die Tierkörperbeseitigung deutlich wird (Abb. 3), stark erhöht. So zeigten sich 2007 im September gegenüber den vorausgegangenen Jahren rund 7 bis 13-fache höhere Anlieferungszahlen; gegenüber dem Juli 2007 lagen die septemberwerte um das mehr als fünffache höher. (HEIMBERG et al. 2008)

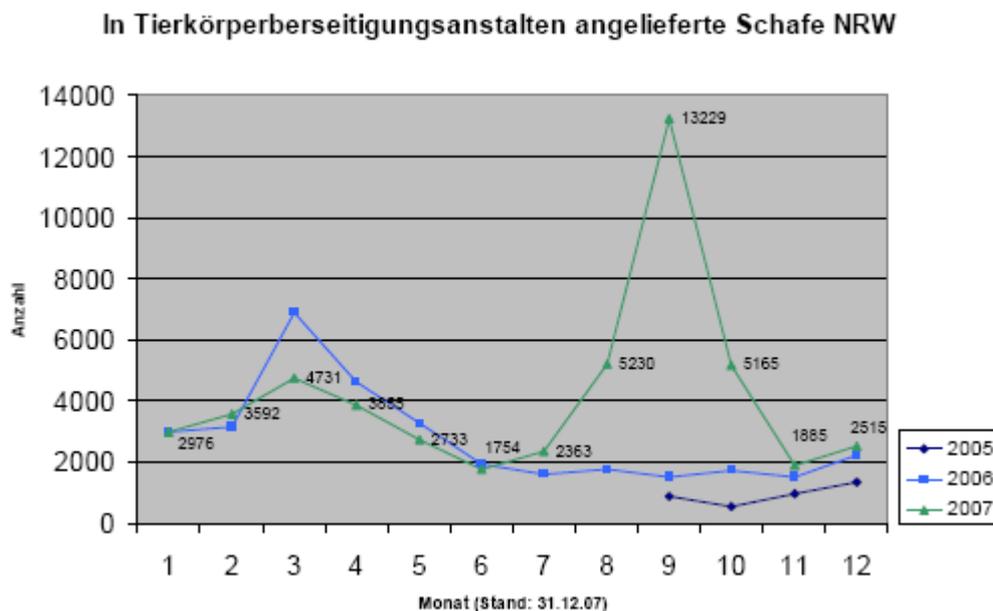


Abb. 3: Verluste an Schafen (TBA Daten) (HEIMBERG et al. 2008)

Übertragungswege und Überwinterung

Das BT-Virus ist in erster Linie auf *Culicoides*-Mücken als Übertragungsvektor angewiesen. Darüber hinaus konnten SAEGERMANN et al. (2009) bei einer Schafherde nachweisen, dass die BTV 8-Übertragung auch plazentär erfolgt. Durch die Möglichkeit der Persistenz in der Plazenta kam es zu Infektionen auch zwischen November und März. Die Gefahr einer plazentären Infektion wird entsprechend des langfristigen Rückgangs der Vektoraktivität geringer (SAEGERMANN et al., 2009)

Die eigentliche Virämie, während der die Tiere ein Erregerresevoir bilden, dauert vergleichsweise lange, weil das Virus die Erythrozyten quasi als „Trojanisches Pferd“ nutzt (MACLACHLAN et al. 1994). Alle Blutzellen können von Viren befallen werden, dabei findet in den Monozyten die Virusreplikation mit anschließendem Auflösen der Zelle statt, während es in den roten Blutkörperchen reaktionslos bleibt und weiter im Blut zirkuliert. Mit dem Absterben der betroffenen Erythrozyten wird das Virus von der körpereigenen Abwehr eliminiert, die sich in der Zwischenzeit gebildet hat. Die Lebensdauer der Erythrozyten dauert beim Rind 120 bis 160 Tage; während dieser Zeit können die befallenen Erythrozyten von einem Vektor aufgenommen werden und der Zyklus beginnt von neuem (MACLACHLAN et al. 1994). Deswegen zeigen infizierte Wiederkäuer eine verlängerte, aber nicht persistente Virämie (MACLACHLAN et al. 2009). Die Dauer dieser Virämie hängt somit von der Lebensdauer der Erythrozyten ab und ist daher beim Rind etwas länger als beim Schaf (BARRATTBOYES & MACLACHLAN 1994).

Hinsichtlich der Überlebensfähigkeit des Vektors, der Culicoides-Mücken, ist davon auszugehen, dass auch in den nördlicheren Breiten die Winter nicht immer so kalt sind, dass die Mücken nicht überleben würden (VELLEMA 2008). Auch ein Überwintern der Erreger im Wirt scheint möglich, weil gezeigt werden konnte, dass BTV-infizierte T-Zellen in Reaktion auf den Mückenstich in die betroffene Haut rekrutiert werden und das BT-Virus von dort bis zu neun Wochen nach Ende der Virämie nachweisbar bleibt (TAKAMATSU et al. 2003).

Unter natürlichen Bedingungen werden Resistenzen aufgebaut, wobei diese bei Ziegen offenbar belastbarer sind als bei Schafen (VELLEMA 2008).

Wirtschaftliche Konsequenzen der BT-Infektion 2006 und 2007

In einem Bericht des Friedrich-Loeffler-Instituts von 2010 zur Risikobewertung des Wiederauftretens, der Ausbreitung von BTV-8 und der Impfpflicht gegen BT in Deutschland werden die im Rahmen der Blauzungkrankheit verursachten Kosten aufgeführt (siehe Tabelle 2) (FLI 2010b online). Die Autoren schätzen den Gesamtschaden im Rinderbereich für 2007 über 100 Mio. € wenn man die verschlechterte Leistung bei Mutterkühen, Mastrindern, Färsen, Imageschäden mit verringerten Absatzmöglichkeiten, Kosten der Veterinärämter, weiterer Verwaltungskosten etc. mit einbezieht. Sie weisen allerdings auch darauf hin, dass es sich um eine Schätzung handelt, da die Schäden stark von der individuellen betriebswirtschaftlichen Situation der betroffenen Betriebe abhängt. Sie schließen eine erhebliche Unter- oder Überschätzung nicht aus (FLI 2010b online, GETHMANN et al. 2010).

Tab. 2: Übersicht der durch die Blauzungenkrankheit bei Rindern verursachten Kosten (FLI 2010b online)

	2006	2007
empfängliche Population (2006 Gesamtpopulation)	12.969.674	12.865.917
Ausbrüche Rinder (Betriebe) (jeweils Saison vom Mai 2006/2007 – April 2007/2008)	750	14.615
geschätzte Inzidenz (empfängliche Population)	1	20
Neuinfektionen (Anzahl Tiere)	129.697	2.573.183
Anteil klinisch erkrankter Tiere / infizierte Tiere (geschätzt)	0,10	0,10
Anzahl klinisch erkrankter Tiere	25.939	514.637
Anteil Milchkühe an Gesamtpopulation (Destatis)	0,32	0,32
Kosten pro klinisch erkrankter Milchkuh (Berechnungen NRW)	137 – 257 (197 nach LWK NRW)	137 – 257 (197 nach LWK NRW)
Gesamtkosten für klinisch erkrankte Milchkühe	576.153 bis 1.080.812	11.430.866 bis 21.443.304
Kosten pro verendetem Rind (Berechnungen NRW)	1.700	1.700
Anteil verendete Rinder/Neuerkrankungen (geschätzt anhand der Erstattungen der Tierseuchenkassen für an BTV verendeten Rinder im Jahr 2007)	0,0040	0,0040
Anzahl verendete Tiere	514	10.199
Gesamtkosten für verendete Tiere	436.948	17.408.000
Anzahl exportierte Rinder (Eurostat)	560.012	513.738
Zusätzliche Kosten für Testung der Tiere [€/Rind]	45	45
Zusätzliche Kosten Export/Verbringen	25.200.540	23.118.210
Kosten Blauzungenkrankheit	26.654.112 bis 27.158.771	51.957.076 bis 61.969.514

Für die Niederlande berechneten VELTHUIS et al. (2010) die wirtschaftlichen Folgen der BT-Infektion für niederländisch Rinder-, Schaf- und Ziegenbetriebe in den Jahren 2006 und 2007. Die Kosten umfassten Produktionsverluste, Diagnosen, Behandlungen und Kontrolluntersuchungen (der Ställe, der Tiertransporte, der Exporte, der Behandlungsverfahren etc.). Im Jahr 2006 waren 200 Rinderbetriebe und 270 Schafbetriebe mit dem BTV 8 infiziert. Die Autoren schätzten die Gesamtkosten für diese Betriebe auf 32,4 Millionen Euro. 91 % der Gesamtkosten fielen auf die oben genannten Kontrolluntersuchungen und 7 % auf die Diagnosen. Im Jahr 2007 waren 30.417 Rinderbetriebe, 45.022 Schafbetriebe und 35.278 Ziegenbetriebe betroffen. Die Gesamtkosten beliefen sich auf 164-175 Millionen Euro. In diesem Jahr setzten sich die Kosten in erster Linie aus den Produktionsverlusten (92 %) und den Behandlungskosten (6 %) zusammen. Für

den Rindersektor waren die Kosten am höchsten: 88 % und 85 % des Gesamtkosten der Jahre 2006 und 2007. (VELTHUIS et al., 2010)

BTV 8-Impfung

Im Jahr 2008 wurden mittels eines europaweiten Ausschreibungsverfahrens drei inaktivierte BTV 8 Vakzinen ausgewählt (BLUEVAC[®] 8, Zulvac[®] 8 und BTVPUR[®] AlSap 8), die seit Mitte Mai 2008 unter anderem in Deutschland zur Impfung von Rindern, Schafen, Ziegen sowie Gatterwild zum Einsatz kommen (BMVEL 2010 online).

Die Unschädlichkeit und Wirksamkeit dieser drei Impfstoffe wurden im Rahmen eines in Mecklenburg-Vorpommern durchgeführten und vom Nationalen Referenzlabor für BT, dem Friedrich-Loeffler-Institut, wissenschaftlich begleiteten Impfversuches dokumentiert. (BMVEL 2010 online); eine detaillierte Beschreibung der Ergebnisse ist bei WÄCKERLING et al. (2010) nachzulesen. Demnach waren alle Tiere (6 Rinder und 6 Schafe) bis auf zwei Ausnahmen durch die BTV 8-Immunsierung vor der Virusreplikation und dem Auftreten klinischer Symptome geschützt, auch wenn sie anfangs nur niedrige Antikörpertiter hatten.

1.2 Zielsetzung

Angesichts der hohen Letalität bei BT-infizierten Schafen und der Morbidität bei Rindern war es erforderlich, die mit BTV-Infektionen einhergehenden Leistungseinbußen näher zu quantifizieren. Ziele des Vorhabens waren daher

1. die Quantifizierung der Produktionseinbußen und -ausfälle in Beispielbetrieben (ein Besamungsstation, vier Milchkuhbetriebe, vier Schafbetriebe) vor dem Einsatz von Impfstoffen. Als Datenquelle dienten die Jahresabschlüsse der milchkuh- und schafhaltenden Betriebe, die Daten der monatlichen Milchleistungsprüfung sowie die Bestandsbuchdaten in den milchkuhhaltenden Betrieben. Zur Beurteilung der Einbußen für Besamungsstationen wurde die Spermaqualität der BTV-infizierten Bullen der RUW e.G. Münster kontinuierlich überprüft.
2. die Aufnahme der serologischen Veränderungen in Zusammenhang mit der erfolgten Impfung in den milchkuh- und schafhaltenden Betrieben. Dazu erfolgte eine Blutprobenentnahme im gesamten Bestand der vier milchkuhhaltenden Beispielbetriebe (durchschnittlich 80 Kühe pro Betrieb) und der vier schafhaltenden Beispielbetriebe (durchschnittlich 150 Schafe pro Betrieb) vor und nach der Impfung. Die quantitativen Daten aus den Analysen vor und nach der Impfung wurden zunächst deskriptiv zur Charakterisierung der Feldsituation dargestellt und unter Ergänzung durch die weiter erhobenen Leistungs- und Krankheitsdaten ausgewertet.

Das Forschungsvorhaben sollte damit zur Aufklärung der BTV 8-Folgeschäden in milchkuh- und schafhaltenden Betrieben sowie in Besamungsstationen beitragen.

Die dem Vorhaben zugrundeliegenden Arbeitshypothesen waren, dass a) die vorausgegangenen BTV-Infektionen Leistungseinbußen nach sich ziehen, die beispielhaft quantifiziert werden können und somit Rückschlüsse auf die Schäden insgesamt zulassen und dass b) die Impfung zu messbaren Titern führt, die in Beziehung zur Tiergesundheit und Leistung stehen.

Die entsprechenden Ergebnisse werden in den folgenden zwei Teilen erarbeitet und diskutiert:

- I) Blauzungeninfektionen bei nicht-geimpften Bullen: Einfluss auf die Spermaqualität
- II) Blauzungeninfektionen bei Milchkühen und Schafen: Einfluss auf die Leistungs- und Gesundheitsdaten

Teil I:**Blauzungeninfektionen bei nicht-geimpften Bullen: Einfluss auf die Spermaqualität**

Die Ergebnisse dieses Teilauspekts aus dem Versuchsvorhaben sind bereits als englischsprachiger Artikel veröffentlicht (MÜLLER U., KEMMERLING K., STRAET D., JANOWITZ U. & SAUERWEIN H. (2010): Effects of bluetongue virus infection on sperm quality in test-bulls: a preliminary report. The Veterinary Journal, doi: 0.1016/j.tvjl.2009.09.017) und werden nachfolgend zusammenfassend dargestellt:

2 Material und Methoden**2.1 Untersuchte Tiere**

Seit Juli 2007 erfolgte bei 37 Wartebullen der Rinder-Union West eG (RUW) im monatlichen Abstand eine Blutuntersuchung auf BTV (PCR-System S5 von TOUSSIAN et al. 2007, modifiziert von B. Hoffmann, Friedrich Loeffler Institut, Deutschland) und auf BTV-Antikörper (Pourquier ELISA Bluetongue Serum, Institut Pourquier, Montpellier, Frankreich). Die Bullen wurden in einem Offenstall der RUW in Kleve gehalten. Als Präventivmaßnahme wurden alle Bullen im sechs wöchigem Abstand mit einem Insektizid (Butox® 7,5 pour on, Intervet GmbH) behandelt. Sie waren nicht gegen BTV geimpft.

Im September und Oktober 2007 wurden bei insgesamt sechs Wartebullen erstmals positive Testergebnisse ermittelt. Drei Bullen wiesen das erste positive PCR-Ergebnis am 28. September 2007 aus, zwei am 18. Oktober 2007 und ein weiterer am 22. Oktober 2007. Die sechs Bullen zeigten keine klinischen Symptome der Blauzungenkrankheit, nur einer der sechs Bullen wies Entwicklungsstörungen auf. Die letzten positiven PCR-Befunde wurden Ende Februar (fünf Bullen) und Anfang April (ein Bulle) ermittelt und wurden von negativen PCR-Ergebnissen in den nächsten Probenentnahmen abgelöst. Zwischen April und Mai 2008 waren alle sechs Bullen wieder PCR-negativ und blieben sero-positiv. Eine genauere Terminierung der PCR-Ergebnisentwicklung war aufgrund der verwendeten Stichprobenerhebungsintervalle nicht möglich. Die sechs BTV- positiven Bullen wurden zwischen Juni 2003 und März 2006 geboren. Bei den 31 BTV negativen Tieren, welche als Vergleichstiere dienten, handelte es sich um Wartebullen, welche dem Alter der sechs positiven Wartebullen entsprachen und sich zum selben Zeitpunkt im Testbulleneinsatz befanden. Alle 37 Tiere erreichten nacheinander bis Oktober 2007 den Status „Wartebulle“ und wurden aus diesem Grund nicht mehr routinemäßig abgesamt.

2.2 Spermagewinnung und Analyse der -qualitätsparameter

Die Spermagewinnung erfolgte mit Hilfe einer künstlichen Vagina, als Sprungpartner diente ein Sprungbulle. Nach der Entnahme wurde das Sperma zunächst bei Raumtemperatur gelagert und dann von Kleve in das Labor nach Borken zur Untersuchung der Spermaqualitätsparameter transportiert. Von den ersten Probenahmen bis zur Untersuchung vergingen ca. zwei Stunden. Alle 37 Bullen wurde in der Zeit von September 2006 bis Oktober 2007 bis zu 3 Mal pro Woche abgesamt und der Samen auf die drei Standardqualitätsparameter Volumen, Dichte und Motilität nach dem Tiefgefrieren untersucht. Aufgrund des positiven PCR-Befundes bei den sechs Bullen erfolgte im November 2007 kein Absamen dieser Tiere.

Für das vorliegende Forschungsvorhaben wurde dann das Absamen der BTV-positiven Bullen im 14-tägigen Abstand von Dezember 2007 bis Oktober 2008 fortgesetzt.

In dieser Zeit wurden die o.g. Standardqualitätsparameter sowie folgende Parameter zusätzlich von dem Sperma der sechs BTV-infizierten Bullen erhoben:

- Motilität vor dem Tiefgefrieren
- Anteil morphologisch veränderter Spermien vor dem Tiefgefrieren
- Anteil morphologisch veränderter Spermien nach dem Tiefgefrieren

Als Kontrolle für die Standardqualitätsparameter dienten die zwischen 2006 und 2007 aufgezeichneten Daten der nicht infizierten 31 Testbullen, womit sowohl die jahreszeitlichen als auch altersbedingten Einflüsse auf die Spermaqualitätsparameter berücksichtigt wurden.

Die Analyse der Spermaqualitätsparameter erfolgte entsprechend der Empfehlung 8.2 der Arbeitsgemeinschaft Deutscher Rinderzüchter e.V. (ADR). Volumen, Dichte und Motilität wurden in frischem Sperma wurden bestimmt. Ein bis drei Tage nach dem Tiefgefrieren wurde von jedem Sprung eine Probe auf Motilität (Anteil vorwärtsbeweglicher Spermien) und Morphologie (Anteil abnormal geformter Spermien) nach dem Auftauen untersucht. Die morphologischen Veränderungen wurden visuell mit Hilfe eines Mikroskops erfasst. Für die genannten Qualitätsparameter wurden die in Tabelle 3 genannten Mindestanforderungen zugrunde gelegt.

Tab. 3: Mindestanforderungen zur Spermaqualität

Parameter	Mindestwert	Referenz
Volumen	2,0 mL/Ejakulat	ADR 2006
Dichte	0,5 Milliarden/mL	KUPFERSCHMIED 1993; ADR 2006
Motilität vor dem Einfrieren	70%	ADR, 2006
Motilität nach dem Auftauen	50%	ADR, 2006
Anteil abnormer spermien	Höchstens 20%	ADR, 2006

2.3 Statistische Auswertung

Die Auswertung der Spermaqualitätsparameter erfolgte mit Hilfe des Programms SPSS 17.0 (Chicago, IL, USA). Die Daten von Januar bis Oktober 2008 wurden anhand eines Messwiederholungsdesigns (allgemeines lineares Modell, (GLM), ANOVA) mit den Faktoren „Gruppe“ (G: 0 = nicht BTV-infiziert, 1 = BTV-infiziert), „Zeit“ (Z: Messwiederholungen, monatlich, September 2007 bis Oktober 2008) und der entsprechenden Interaktion verglichen:

$$y_{ij} = \mu + Z_i + G_j + (Z_i \times G_j) + e_{ij};$$

Wenn aus der Vergleichsgruppe keine Werte verfügbar waren (für solche Parameter, die nur in der infizierten Gruppe aufgezeichnet wurden, beschränkte sich der Vergleich auf die BTV-Gruppe und umfaßte Zeit und BTV-PCR-Status als fixe Effekte. Diese Art des Vergleiches wurde auch für die Spermiedichte und das Ejakulatvolumen angewendet, weil beide Parameter bekanntlich durch die Absamhäufigkeit beeinflusst werden (MATHEVON et al. 1998, FUERST-WALTL et al. 2006) und diese unterschied sich zwischen den beiden Tiergruppen.

Für die Auswertung standen die in der folgenden Tabelle aufgeführte Anzahl Werte pro Bullengruppe zu Verfügung.

Tab. 4: Anzahl Bullen pro Gruppe und Monat

Monat	Vergleichsbullen	BTV-infizierte Bullen
September 2006	3	2
Oktober 2006	8	2
November 2006	8	2
Dezember 2006	7	2
Januar 2007	7	1
Februar 2007	5	1
März 2007	12	1
April 2007	9	1
Mai 2007	13	3
Juni 2007	17	4
Juli 2007	13	4
August 2007	11	4
September 2007	10	1
Oktober 2007	5	1
November 2007	3	-
Dezember 2007	1	6
Januar - Oktober 2008	-	6

Da für den Zeitraum der 14-tägigen Beprobung der sechs BTV-infizierten Bullen (ab Dezember 2007) zeitgleich keine Daten von gleichaltrigen nicht infizierten Vergleichsbullen vorlagen (siehe Tab. 4), wurden die Daten der Vergleichsbullen in den entsprechenden Zeitraum aus dem Vorjahr verwendet.

Das Signifikanzniveau aller Vergleiche lag bei $p \leq 0,05$.

2 Ergebnisse und Diskussion

3.1 Einfluss der BTV-Infektion auf die Standard-Spermaqualitätsparameter

Spermavolumen

Die Zeitverläufe des Spermavolumens von BTV- infizierten und nicht infizierten Wartebullen sind in Abbildung 4 gezeigt.

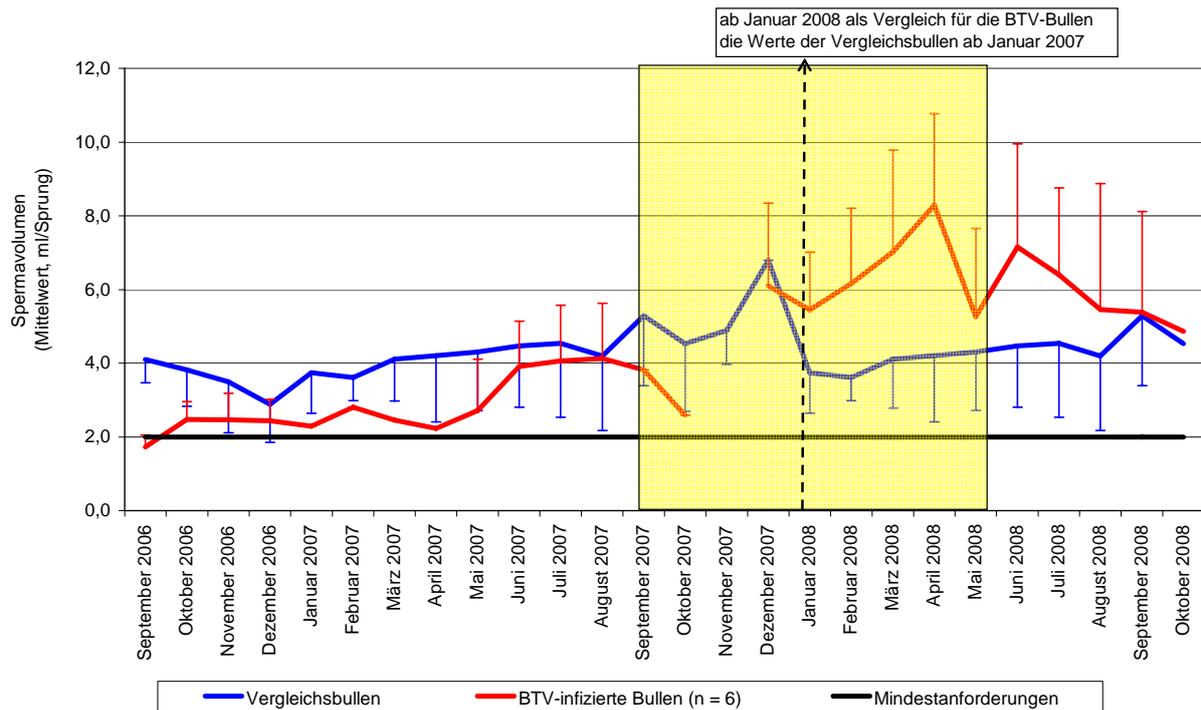


Abb. 4: Verlauf des durchschnittlichen Spermavolumens (+ oder – Standardabweichung der beiden Bullengruppen (BTV-infizierte Bullen (n = 1-6) und Vergleichsbullen (n = 1-17) im Zeitraum von September 2007 bis Oktober 2008

Während des Untersuchungszeitraums von September 2006 bis August 2007 (vor der ersten bekannten BTV-Infektion) schwankte das durchschnittliche Spermavolumen der 31 Vergleichsbullen (maximal 17 pro Monat, siehe Tab. 2) im Mittel zwischen 2,9 und 4,5 ml/Sprung. Das durchschnittliche Spermavolumen der sechs Bullen, die im folgenden Zeitraum als BTV-positiv eingestuft wurden, schwankte zwischen 1,7 und 4,1 ml/Sprung. Von Januar bis April 2007 lagen von den sechs Bullen die Absamergebnisse von nur einem Bullen vor. Dieses Tier hatte von Anfang an ein geringeres Spermavolumen als die anderen Wartebullen.

Das Tier mit dem geringen Spermavolumen, das zudem während der Infektion Wachstumsverzögerungen zeigte, blieb während des gesamten Zeitraums unter dem

Durchschnitt der Vergleichsbullen und lag im Mai und September 2008 unter der Mindestanforderung von 2,0 ml/Sprung.

Spermadichte

In Abbildung 5 ist die Entwicklung der mittleren Spermadichte der BTV-infizierten Wartebullen im Vergleich zu den nicht infizierten Wartebullen bis zum Zeitpunkt der Infektion gezeigt.

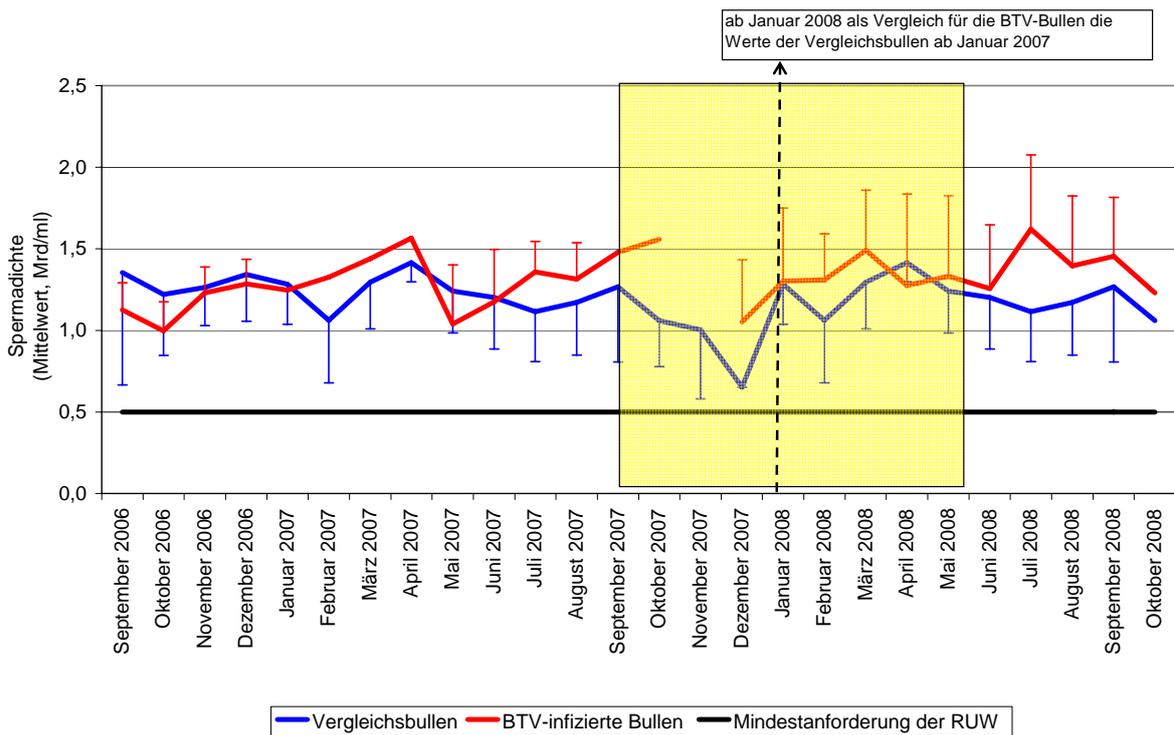


Abb. 5: Verlauf der durchschnittlichen Spermadichte (+ oder – Standardabweichung) in den beiden Bullengruppen (BTV-infizierte Bullen (n = 1-6) und Vergleichsbullen (n = 1-17)) von September 2007 bis Oktober 2008

Auch für den Parameter Spermadichte – entsprechend dem Volumen – lagen in den Monaten Januar bis April 2007 die Werte von nur einem Bullen vor. Unterschiede zwischen beiden Tiergruppen ergaben sich in keinem der untersuchten Zeiträume; die Mindestanforderung für die Spermadichte (mind. 0,5 Mrd. Spermien/ml Sperma) waren durchgängig erfüllt. Im Unterschied zum Spermavolumen ist kein Einfluss der Absamhäufigkeit auf die Spermadichte (bei den sechs BTV- infizierten Wartebullen ab Dezember 2007 14-tägig) erkennbar bzw. nachweisbar.

Spermienmotilität nach dem Tiefgefrieren

Die durchschnittliche Spermienmotilität nach dem Tiefgefrieren ist für die BTV-infizierten und die nicht infizierten Bullen zwischen September 2007 und Oktober 2008 in Abbildung 6 dargestellt. Ab Dezember 2007 waren bei den BTV-infizierten Bullen geringere Werte zu beobachten als bei den Vergleichsbullen; die Mindestanforderung von 50 % wurde dabei unterschritten. Zu Ende des Beobachtungszeitraumes (September und Oktober 2008) stiegen die Motilitätswerte der BTV-infizierten Bullen wieder an und näherten sich unter Erfüllung der Mindestanforderungen denen der Vergleichsgruppe

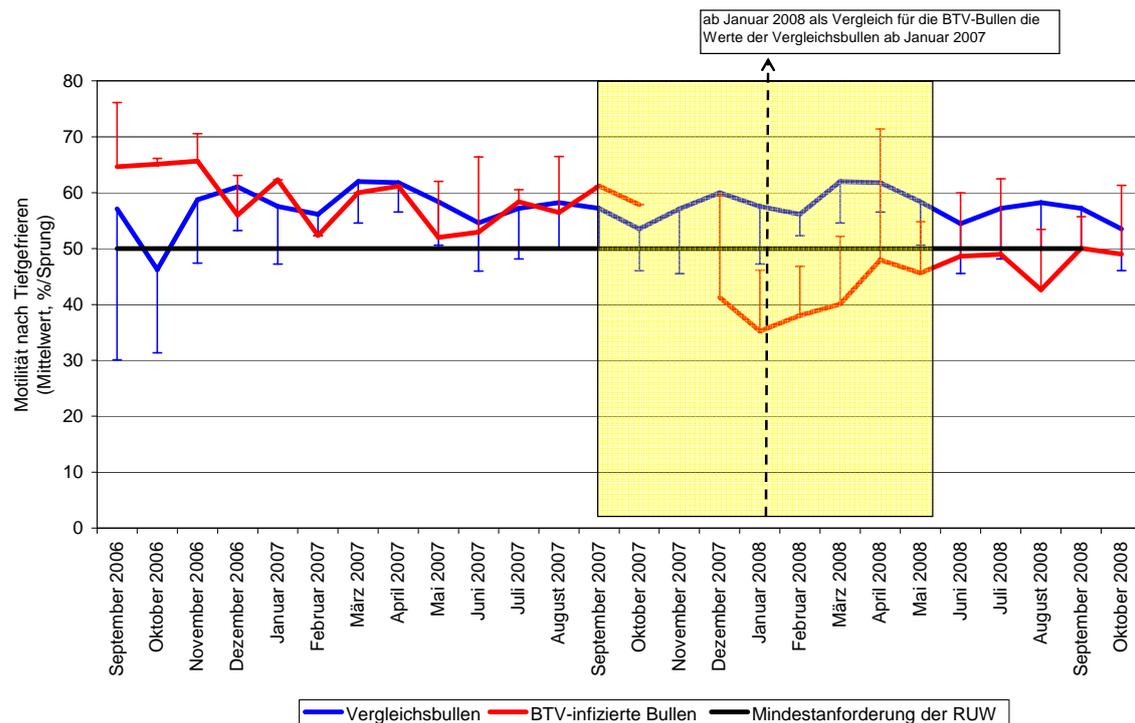


Abb. 6: Verlauf der durchschnittlichen Motilität nach dem Tiefgefrieren (+ oder – Standardabweichung) der beiden Bullengruppen (BTV-infizierte Bullen (n = 1-6) und Vergleichsbullen (n = 1-17)) von September 2007 bis Oktober 2008

Da im Dezember 2007 die Motilitätsdaten von nur einem Vergleichsbullen zur Auswertung zur Verfügung standen, wurden die Daten erst ab Januar 2008 statistisch ausgewertet. Die Auswertung erfolgte mittels Varianzanalyse für Messwiederholungen wie in Kapitel 3.5 beschrieben. Die Signifikanzangaben zu dem Einfluss der beiden Bullengruppen, der Zeit und deren Wechselwirkungen in der folgenden Tabelle geben den aus der Abbildung gewonnen Eindruck wieder, dass sich die Motilitätswerte wieder erholen.

Tab. 5: Motilitätsdaten nach dem Tiefgefrieren: Signifikanzangaben zu dem Unterschied zwischen den beiden Bullengruppen (BTV-infizierte Bullen (n = 1-6) und Vergleichsbullen (n = 5-17)) in verschiedenen Zeiträumen 2008

Auswertungszeitraum	p-Wert Bullengruppe	p-Wert Zeit	p-Wert Bullengruppe x Zeit
Januar bis Mai 2008	< 0,001	n.s.	n.s.
Januar bis September 2008	< 0,001	n.s.	n.s.
Januar bis Oktober 2008	< 0,001	n.s.	n.s.
September 2008	n.s.	-	-
Oktober 2008	n.s.	-	-

n.s. = nicht signifikant

Da die BTV-infizierten Bullen nur 14-tägig abgesamt wurden, erfolgte – nach dem Ausschlussprinzip - eine Erweiterung der oben angewendeten Modelle um die Kovariate „Absamhäufigkeit“. Es konnte nachgewiesen werden, dass die Absamhäufigkeit keinen Einfluss auf die Spermienmotilität hat.

Innerhalb der Gruppe der BTV-infizierten Bullen konnte ein signifikanter Einfluss ($p = 0,038$) des PCR-BT-Status auf den Verlauf der Spermienmotilitätswerte in dem Zeitraum von Dezember 2007 bis Oktober 2008 nachgewiesen werden.

Damit bestätigt sich für die Spermienmotilität die Aussage von OSBURN (1994), wonach eine BTV-Infektion auch die Fruchtbarkeit, insbesondere die Spermatogenese, bei Bullen beeinträchtigt.

Die eigenen Ergebnisse sind auch äquivalent zu denen von KIRSCHVINK et al. (2009), die eine Erholung der Fruchtbarkeitsparameter bei Schafböcken 63 bis 138 Tage nach Auftreten der ersten klinischen BT-Symptome beschrieben. Die Autoren gehen davon aus, dass bei BTV-infizierten Böcken der Zeitraum der Virämie kürzer ist als bei Rindern: 63 Tage bei Rinder (SINGER et al. 2001) versus nur 8-15 Tage bei Böcken (KIRSCHVINK et al. 2009). Dem entsprechend könnte vermutet werden, dass bei Bullen die Erholungsphase bis zur Wiedererlangung der optimalen Fruchtbarkeit(sparameter) länger andauert. Entsprechend der Abb. 3 und der Tab. 5 ist ein Zeitraum von mindestens neun Monaten denkbar. Genauere Angaben sind derzeit möglich.

3.2 Einfluss der BTV-Infektion auf weitere Spermaqualitätsparameter

Für den Parameter „Motilität vor dem Tiefgefrieren“ standen keine Daten von nichtinfizierten Tieren zum Vergleich zur Verfügung, weshalb hier nur der Vergleich der Einzelwerte zu den Mindestanforderungen erfolgen konnte. Im Februar und März 2008 lagen die Motilitätswerte aller sechs Bullen unterhalb der Mindestanforderung von 70 % liegen. Da die Spermatogenese bei Bullen etwa 90 Tage dauert (KUPFERSCHMIED 1993), sind die Veränderungen im Sperma aufgrund einer Infektion nicht unmittelbar festzustellen. Im Vergleich zur Motilität der Spermien nach dem Tiefgefrieren scheint aber dieser Parameter später zu reagieren. Bei der Motilität nach dem Tiefgefrieren lagen bereits im Januar 2008 alle sechs Bullen unterhalb der Mindestanforderung von 50 %. Auch bei diesem Parameter zeigt sich, analog zu den Befunden bei Schafböcken (KIRSCHVINK et al. 2008) eine Erholung zum Ende der Untersuchungen, jedoch fallen vereinzelt Werte auch wieder unter die Mindestgrenze und unterstützen somit die Vermutung, dass die Fruchtbarkeitserholungsphase bei Bullen länger andauert.

Für den Anteil morphologisch veränderter Spermien vor und nach dem Tiefgefrieren waren im Beobachtungszeitraum immer wieder Anstiege über den Maximal-Richtwert von 20% zu verzeichnen, die auch mehrere Monate nach dem letzten Nachweis von BT-Antigenen (Ende März 2008) noch auftraten. Erst im September bzw. Oktober 2008 lag die Mehrzahl der Bullen (vier bzw. fünf von sechs) unterhalb des Grenzwertes von 20 %. Die in der eigenen Studie aufgetretenen Häufigkeiten von Abnormitäten der Spermien der Bullen sind wiederum vergleichbar mit den Ergebnissen von KIRSCHVINK et al (2008) bei Schafböcken. Es wurden auch hier primär abnormal geformte Schwänze beobachtet, z.B. war der Schwanz aufgerollt, geformt wie ein Bogen oder nur rudimentär vorhanden.

Insgesamt enthielten 35 % der frisch gewonnenen Ejakulate von den infizierten Bullen zwischen Dezember 2007 und September 2008 mehr als 20 % morphologische veränderter Spermien. Nach dem Tiefgefrieren wurden bei 41,6 % dieser Ejakulate mehr als 20 % morphologisch veränderter Spermien gefunden.

Somit ist mit der BTV-Infektion von Bullen nicht nur ein Ansteckungspotential über das Sperma gegeben (BOWEN & HOWARD 1984), das in Verwendungs- und Handelsbeschränkungen resultiert, sondern es bestehen laut unserer Untersuchungen auch zumindest zeitweilig nachteilige Folgen für die männliche Fruchtbarkeit bei Rindern. Innerhalb des intensiven Beobachtungszeitraumes der sechs BTV-infizierten Bullen (Dezember 2007 bis Oktober 2008 = 11 Monate) treten immer wieder gehäuft morphologisch veränderte Spermien auf. Außerdem zeigen unsere Daten, dass neben dem Anteil

morphologisch veränderter Spermien auch die Motilität der Spermien von BTV-infizierten Bullen auch über die Zeit des PCR-Nachweises hinaus beeinträchtigt ist. Diese Forschungsergebnisse untermauern die Notwendigkeit von entsprechenden Maßnahmen zur Vermeidung von BTV-Infektionen bei Zuchtbullen.

Teil II:**Blauzungeninfektionen bei Milchkühen und Schafen: Einfluss auf die Leistungs- und Gesundheitsdaten****2 Material und Methoden****2.1 Beschreibung der Beispielbetriebe**

Voraussetzung für die Auswahl sowohl der milchvieh- als auch der schafhaltenden Betriebe war die Dokumentation folgender Tierdaten seitens der Betriebe:

- bei den Milchviehbetrieben (M-Betrieben): Milchleistungsprüfungsdaten (MLP-Daten) und (übertragbare, nachvollziehbare) Bestandsbuchdaten sowie
- bei den Schafbetrieben (S-Betrieben): Ablammrate, Ablammergebnis, Lämmerverlustrate, Produktivitätszahl und Eigenbestandsremontierung.

Für die Teilnahme an dem Forschungsvorhaben konnten vier schafhaltende Betriebe im Bergischen Land, drei milchviehhaltende Betriebe ebenfalls im Bergischen Land sowie ein milchviehhaltender Betrieb am Niederrhein gewonnen werden.

Zur Beschreibung des Leistungsniveaus der acht Beispielbetriebe sind die Jahresabschlusszahlen vor August 2006 (erste Meldungen von Blauzungenenerkrankungen) in den beiden folgenden Tabellen zusammengefasst.

Tab. 6: MLP-Jahresabschlussdaten des Milchwirtschaftsjahres 2005/2006 der vier milchviehhaltenden Beispielbetrieben

	M-Betrieb 1	M-Betrieb 2	M-Betrieb 3	M-Betrieb 4
Anzahl Milchkühe	47,1	77,0	102,3	99,1
Jahresmilchleistung (kg)	11.386	7.885	11.028	8.958
Fett (%)	4,55	4,08	3,81	4,18
Eiweiß (%)	3,43	3,30	3,43	3,36
Zellzahl (Tsd./ml)	245	289	231	251
Anzahl Laktationen	3,9	2,7	3,0	3,1
Remontierung (%)	15	21	17	20
Rastzeit (Tage)	148	126	131	118
Güstzeit (Tage)	215	197	195	179
Zwischenkalbezeit (Tage)	469	405	432	411
Besamungsindex Rind	1,71	1,48	1,44	1,91
Besamungsindex Kuh	2,55	1,48	2,08	2,05
Tierarztkosten (cent/kg Milch)	1,49	1,33	1,41	1,21

Tab. 7: Jahresabschlussdaten 2005 der vier schafhaltenden Beispielbetriebe

	S-Betrieb 1	S-Betrieb 2	S-Betrieb 3	S-Betrieb 4
Anzahl Mutterschafe	55-60	60	320	220-230
Ablammrate¹ (%)	92	92	85	90
Ablammergebnis² (%)	168	157	137	151
Lämmerverlustrate³ (%)	12	18	22	26
Produktivitätszahl⁴ (%)	129	122	-	123
Eigenbestandsremontierung (%)	5	13	32	22

¹Ablammrate = Anzahl der ab- und verlammten Schafe/Anzahl gedeckter Mutterschafe * 100

²Ablammergebnis = Anzahl geborener Lämmer/Anzahl der lammenden Mutterschafe * 100

³Lämmerverluste = Anzahl aller verendeten Lämmer/Anzahl lebend geborener Lämmer * 100

⁴Produktivitätszahl = Anzahl der aufgezogenen Lämmer/Anzahl der gedeckten Mutterschafe * 100

Vor Ort wurden in den acht Beispielbetrieben die betrieblichen Gegebenheiten erfasst, von denen bekannt war/ist, dass sie im Zusammenhang mit dem Auftreten der Gnitzen stehen, welche das BT-Virus übertragen. Das Auftreten der Gnitzen wird durch offene Ställe und durch die Nähe zu Feuchtgebieten begünstigt. Die entsprechenden betrieblichen Gegebenheiten sind in der folgenden Tabelle – zunächst die milchviehhaltenden, dann die schafhaltenden Betriebe – dargestellt.

Tab. 8: Betriebliche Gegebenheiten der acht Beispielbetriebe

	Betrieb 1	Betrieb 2	Betrieb 3	Betrieb 4
Milchviehhaltende Betriebe				
Boxenlaufstall	eine Stallseite offen, gegenüberliegende Seite mit Netz	eine Stallseite offen, gegenüberliegende Seite mit Netz	eine Stallseite offen	geschlossen, ohne offene Stallseite
Ventilatoren	ja	nein	ja	nein
Weidegang	ja, nachts	ja, Tag und Nacht	ja, nachts	ja, Tag und Nacht
Art der Tränke auf der Weide	Installierte Tränke	Tränke und Bachlauf	Bachlauf	Tränke und Bachlauf
Haltung der trockenstehenden Kühe	Stall und Weide ohne Bachlauf	Weide mit Bachlauf	Weide mit Bachlauf	Weide mit Bachlauf
Haltung der Rinder	Weide mit Bachlauf	Weide mit Bachlauf	Weide mit Bachlauf	Weide mit Bachlauf
Häufigkeit der Insektizidbehandlungen im Jahr	2x	2x	2x	2x
Jahr mit ersten BT-infizierten Tieren	2006	2006	2007	2006
Erste klinische BT-Symptome	Dicke Beine und Gelenke	Dicke Beine und Gelenke	Gestörtes Allgemeinbefinden	Gestörtes Allgemeinbefinden
Schafhaltende Betriebe				
Winterhaltung	Stall	Stall	Stall und Weide	Stall und Weide
Sommerhaltung	eine Weide	eine Weide	mehrere Weiden	mehrere Weiden
Tränke auf der Weide	installierte Tränke	Bachlauf	Bachlauf	Bachlauf
Anzahl Herden	2	1	2	1
Anzahl Weiden im Sommer	3	7-10	> 10	> 10
Insektizidbehandlung	ja	ja	ja	ja
Jahr mit ersten BT-infizierten Tieren	2006	2006	2006	2006
Erste klinischen BT-Symptome	Verstärkter Speichelfluss, Läsionen im Maul	Verstärkter Speichelfluss, gestörtes Allgemeinbefinden	Verstärkter Speichelfluss, Läsionen im Maul	Gestörtes Allgemeinbefinden, Läsionen im Maul

2.2 Probenentnahme und Probenanalyse

Die Häufigkeit der Blutprobenentnahme aus der Schwanzvene (Vena coccygica) erfolgte in Anlehnung an die Projektbeschreibung wie folgt:

1. Blutprobe	Vor erster Impfung	April – Juni 2008	Antikörpernachweis mittels BT-EIA
2. Blutprobe	1. Probe nach Impfung 2008	November 2008	Antikörpernachweis mittels BT-EIA
3. Blutprobe	2. Probe nach Impfung 2008	Februar bis April 2009	Antikörpernachweis mittels BT-EIA und Antigennachweis mittels PCR
4. Blutprobe	1. Probe nach Impfung 2009	August bis Dezember 2009	Antikörpernachweis mittels BT-EIA

Die Blutprobenentnahme wurde durch den Tiergesundheitsdienstes (TGD) der Landwirtschaftskammer NRW (Dres. Winkelmann und Holsteg) sowie den die Betriebe jeweils betreuenden Hoftierarzt unterstützt.

Während der ersten Blutprobenentnahme wurden von einem überwiegenden Teil der Tiere pro Betrieb Blutproben genommen. Aufgrund der verschiedenen Abgänge reduzierte sich die endgültige Anzahl der beprobten Tiere, von denen dann letztendlich alle Blutproben ausgewertet werden konnten, auf die in Tabelle 9 angegebene Menge.

Tab. 9: Anzahl vollständig beprobter Tiere in den jeweiligen Beispielbetrieben

	Betrieb 1	Betrieb 2	Betrieb 3	Betrieb 4
Milchviehhaltende Betriebe	31	57	24	30
Schafhaltende Betriebe	37	38	31	50

Die Analyse der Blutproben erfolgte im Chemischen- und Veterinäruntersuchungsamt (CVUA) in Krefeld und im Labor des Tiergesundheitsdienstes der Landwirtschaftskammer NRW. Die Untersuchung auf BTV-Antigen erfolgte mittels real-time Reverse Transkriptase-Polymerase-Kettenreaktion (rRT-PCR) und die Untersuchung auf BTV Antikörper mittels ELISA (Enzyme Linked Immunosorbent Assay).

Von den BTV-Antikörper-Analysen lagen die quantitativen Daten vor, d.h. die optische Dichte (OD)). Weil die OD-Werte mit steigenden Titern abnehmen, bedeuten hohe absolute Werte, dass keine oder kaum Antikörper messbar waren. Zur besseren Verständlichkeit werden in Anlehnung an WÄCKERLING et al. (2010) für die vergleichende Darstellung und Auswertung nicht die eigentlichen OD-Werte verwendet, sondern in Relation zu einem Nullwert gestellt, bei dem die höchste OD erreicht ist und der als 100% betrachtet wird. Die Werte der fraglichen Proben werden als % dieses Wertes ausgedrückt (= % Inhibition). Als Schwellenwert für die Anwesenheit relevanter Antikörpertiter wurden mindestens 50% Inhibition betrachtet, d.h. Proben mit > 50 % Inhibition wurden als positiv eingestuft. Diese Darstellung hat den Vorteil, dass steigende Titer auch mit steigenden Werten einhergehen und somit kein detailliertes Methodenverständnis nötig ist.

Aus dem direkten Nachweis des BTV-Virus über rtRT-PCR standen nur qualitative Daten (positiv oder negativ) zur Verfügung, wenngleich die Methode auch eine Quantifizierung erlaubt hätte. Zur Beurteilung der Befunde ist jedoch der qualitative Nachweis vorrangig und auch für die weitergehende Interpretation ausreichend.

2.3 Erfassung der Leistungs- und Gesundheitsdaten

2.3.1 Milchviehhaltende Beispielbetriebe

Mit Zustimmung der Betriebsleiter wurden folgende Daten und Ergebnisse der Milchleistungsprüfung (MLP) – mit Unterstützung des Landeskontrollverbandes (LKV) NRW e.V. – erfasst:

- Jahresdaten auf Betriebs-/Herdenebene: Daten der Milchleistung sowie der Reproduktion im Rahmen der MLP Jahresabschlüsse 2004/2005 bis 2008/2009 (5 Jahresabschlüsse, jeweils vom 1.10. bis 30.9.)
- Monatsdaten auf Betriebs-/Herdenebene: Daten der monatlichen Milchleistung, Reproduktion und Zellzahl von Januar 2004 bis Dezember 2009
- Jahresdaten der beprobten Einzeltiere: Daten der Milchleistung sowie der Reproduktion im Rahmen der MLP Jahresabschlüsse 2004/2005 bis 2008/2009 (5 Jahresabschlüsse)

Bei den Daten ist daraufhin zu weisen, dass durch die Zusammenlegung der beiden LKVs in NRW die Datenstruktur mit dem Jahreswechsel von 2006 auf 2007 umgestellt wurde. Da bei beiden LKVs zuvor mit verschiedenen Strukturen gearbeitet wurde, liegen von dem Zeitraum

vor diese Umstellung nicht alle Daten vor (z.B. der Besamungsindex (BSI) von dem Jahresabschluss 2004/2005).

Die vier Milchviehbetriebe wurden unter anderem im Hinblick auf eine auswertbare Dokumentation des Bestandsbuches ausgewählt. Von den vier Betrieben konnten von Januar 2007 bis Dezember 2009 die Einzelerkrankungen pro Kuh aus dem Bestandsbetreuungssystem des jeweiligen Betriebes übernommen werden. Anschließend wurden die Einzelerkrankungen in folgende Komplexe eingeteilt:

- Bewegungsapparat,
- Euter,
- Fruchtbarkeit,
- Stoffwechsel- und Verdauung sowie
- Geburt.

2.3.2 Schafhaltende Beispielbetriebe

Von den schafhaltenden Betrieben wurden während der Betriebsbesuche folgende Jahresabschlussdaten von 2004 bis 2009 erfasst:

- Ablammrate (%)
- Ablammergebnis (%)
- Lämmerverlustrate (%)
- Produktivitätszahl (%)
- Eigenbestandsremontierung (%)

Die Daten konnten von drei Betrieben aus den handschriftlichen Aufzeichnungen und in einem Betrieb aus einer Excel-Datei übernommen werden.

2.4 Auswertung

Die Auswertung der Daten und die Erstellung der Grafiken erfolgte in erster Linie deskriptiv mit Hilfe des Programms Microsoft Office Excel 2003.

Die quantitativen Antikörpertiter-Daten wurden mittels eines allgemeinen linearen Modells mit Messwiederholungen ausgewertet. Der Einflussfaktor „Impfung“ (mit den Stufen: keine, 1. Impfung, 2. Impfung) wurde innerhalb der vier Beprobungen als Effekt genested. Des

weiteren wurde innerhalb des Modells der Einfluss des Betriebes berücksichtigt. Aufgrund der Nestung war eine Überprüfung der Wechselwirkungen nicht möglich.

Bei den anschließenden Mehrfachvergleichen wurde der Bonferroni-Test verwendet, da dieser die Alpha-Korrektur berücksichtigt.

Das Signifikanz-Niveau lag bei $p \leq 0,05$.

3 Ergebnisse und Diskussion

3.1 Milchviehhaltende Betriebe: Einfluss der BTV-Infektion und der BTV-Impfung auf die Leistungs- und Gesundheitsdaten

BT-Antikörper und –Antigen-Ergebnisse

Wie in Kapitel 2.2 aufgeführt wurden zu vier verschiedenen Zeitpunkten Blutproben in den vier Beispielbetrieben gezogen. Von allen vier Zeitpunkten konnte der BTV-Antikörperstatus quantitativ ermittelt werden. Die dritten Blutproben (Anfang 2009) wurden des Weiteren mittels PCR auf ihren BTV-Antigenstatus qualitativ untersucht. In dem Zeitraum der dritten Blutprobe waren alle Tiere PCR-negativ, d.h. sie waren nicht erneut mit dem BTV infiziert worden. Die Entwicklung der Antikörpertiter über die vier Probezeitpunkte ist in der folgenden Abbildung dargestellt.

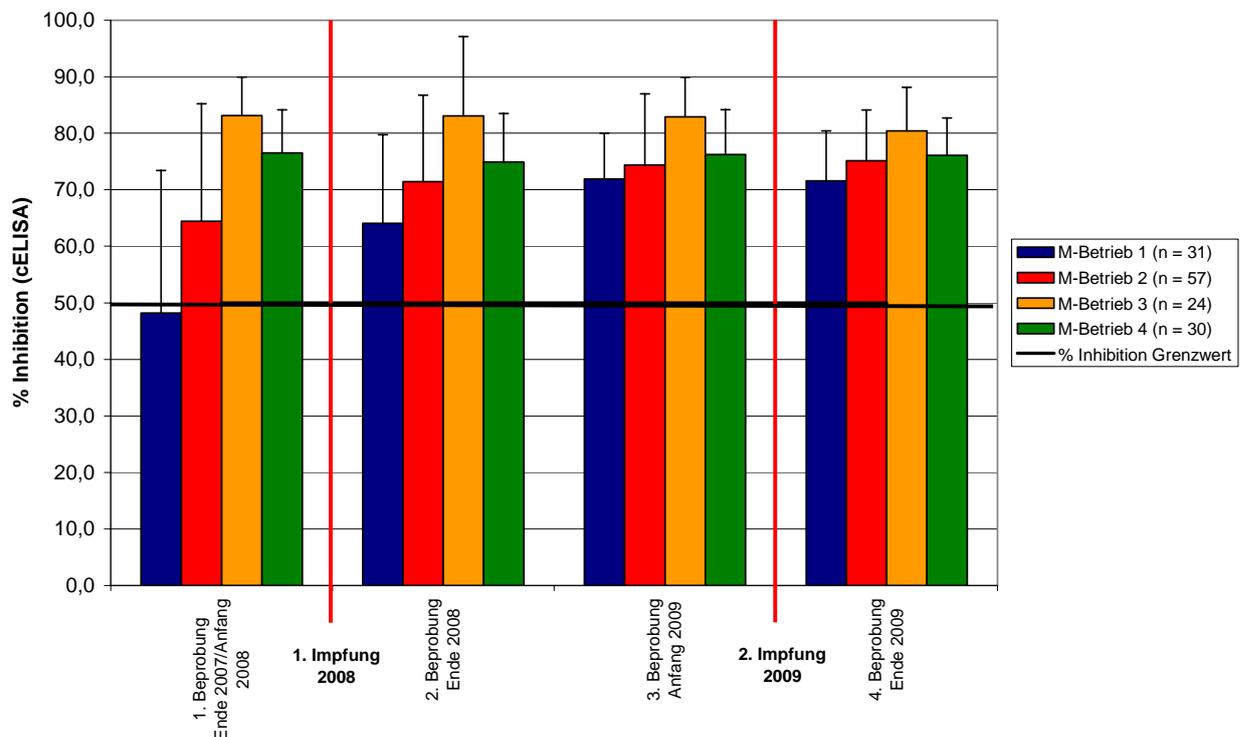


Abb. 7: Vergleich der BTV-Antikörpertiter vor und nach den beiden Impfungen 2008 und 2009 in den vier milchviehhaltenden Beispielbetrieben (in % Inhibition = 100 – OD%)

Mittels eines allgemeinen linearen Modells konnte bestätigt werden, dass die erste Impfung einen signifikanten Einfluss auf den BTV-Antikörpertiter hatte ($p < 0,001$). Zum Zeitpunkt des dritten Beprobungstermins – vor der 2. Impfung – hatten 139 von den beprobten 142 Kühe einen positiven Antikörpertiter. Dieses Ergebnis bestätigt auch die Schlussfolgerung

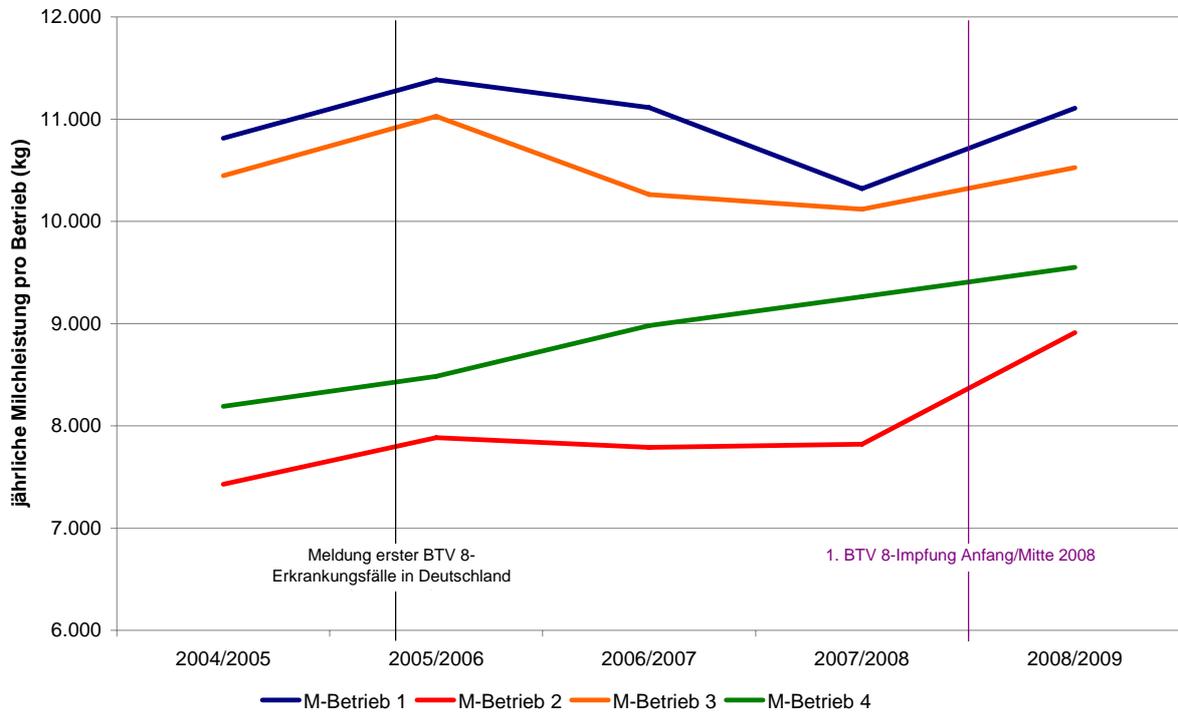
von WÄCKERLIN et al. (2010), die die Wirksamkeit und Unschädlichkeit der drei europaweit eingesetzten BTV-8-Impfstoffe nachwiesen.

Die zweite Impfung ergab keinen signifikanten Effekt. Des Weiteren hatte der Betrieb einen signifikanten Einfluss auf die Entwicklung der BTV-Antikörpertiter ($p < 0,001$) – je nach Ausgangssituation zum Zeitpunkt der ersten Probennahme. Die Titer waren bei den M-Betrieben 1 und 2 signifikant geringer als bei M-Betrieb 3 (Betrieb 1: $p < 0,001$; Betrieb 2: $p = 0,013$). Das lässt vermuten, dass die BTV-Infektion der Herde von M-Betrieb 3 länger zurückliegt als in den beiden anderen Betrieben.

Milchleistung

Die folgende Abbildung 8 zeigt die Milchleistung der vier milchviehhaltenden Beispielbetriebe: (a) die durchschnittliche 305-Tage-Leistung der geprüften Tiere der den Versuchszeitraum abdeckenden Milchwirtschaftsjahre 2004/2005 bis 2008/2009 (jeweils vom 1.10. bis 30.9.) und (b) die durchschnittliche monatliche Milchleistung im Rahmen der Milchleistungsprüfung. Die Grafiken machen deutlich, dass die Auswirkungen der BT-Infektion betriebsindividuell verschieden sind. Bei M-Betrieb 1 ($n = \text{ca. } 45$ Kühe) und 3 ($n = \text{ca. } 100$) ist eine reduzierte Milchleistung von Mitte 2006 bis Mitte 2007 (bei M-Betrieb 1 auch bis Mitte 2008) zu verzeichnen. M-Betrieb 2 ($n = \text{ca. } 80$) und 4 ($n = \text{ca. } 100$) hingegen können ihre Milchleistung auf Betriebsebene steigern.

(a)



(b)

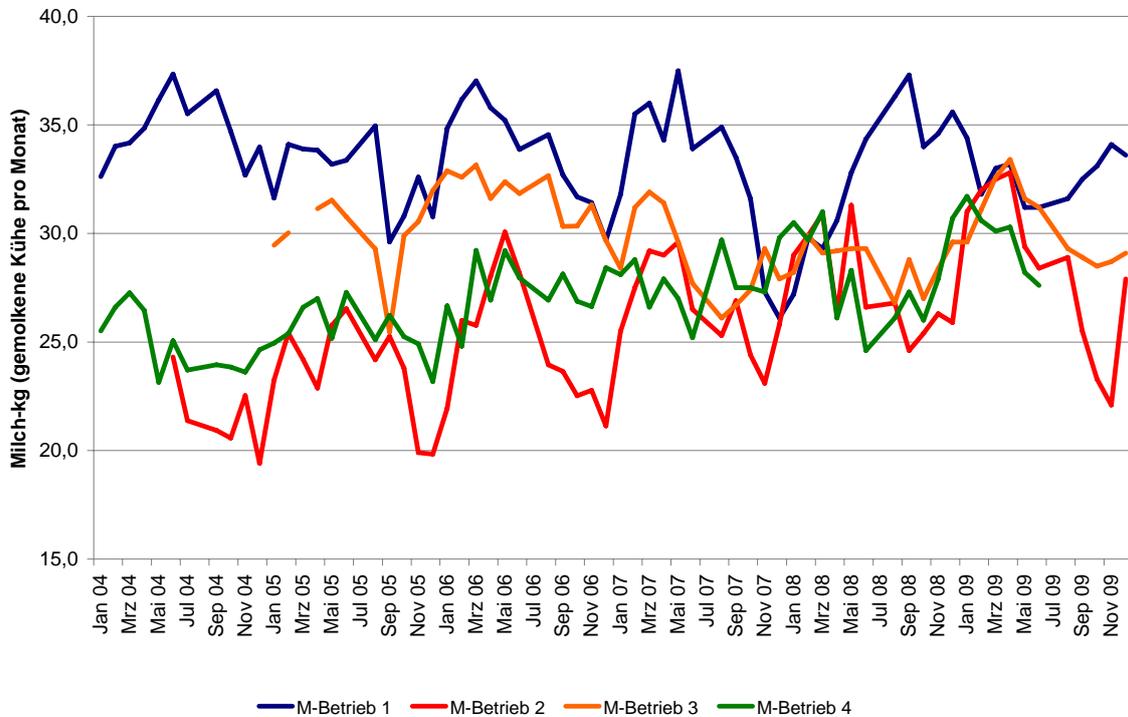


Abb. 8: Verlauf der Milchleistung pro Betrieb (a) Milchleistung pro Jahr, b) Milchleistung pro monatliche MLP) der vier Milchviehbetriebe (M-Betriebe) von 2004 bis 2009

Unter der Berücksichtigung der jährlichen Abgangsraten (Abb. 9a) und der durchschnittlichen Laktationsnummern (Abb. 9b) in dem Beobachtungszeitraum wird deutlich, dass diese Milchleistungssteigerung der Betriebe 2 und 4 auf den Zukauf junger Kühe zurückzuführen ist.

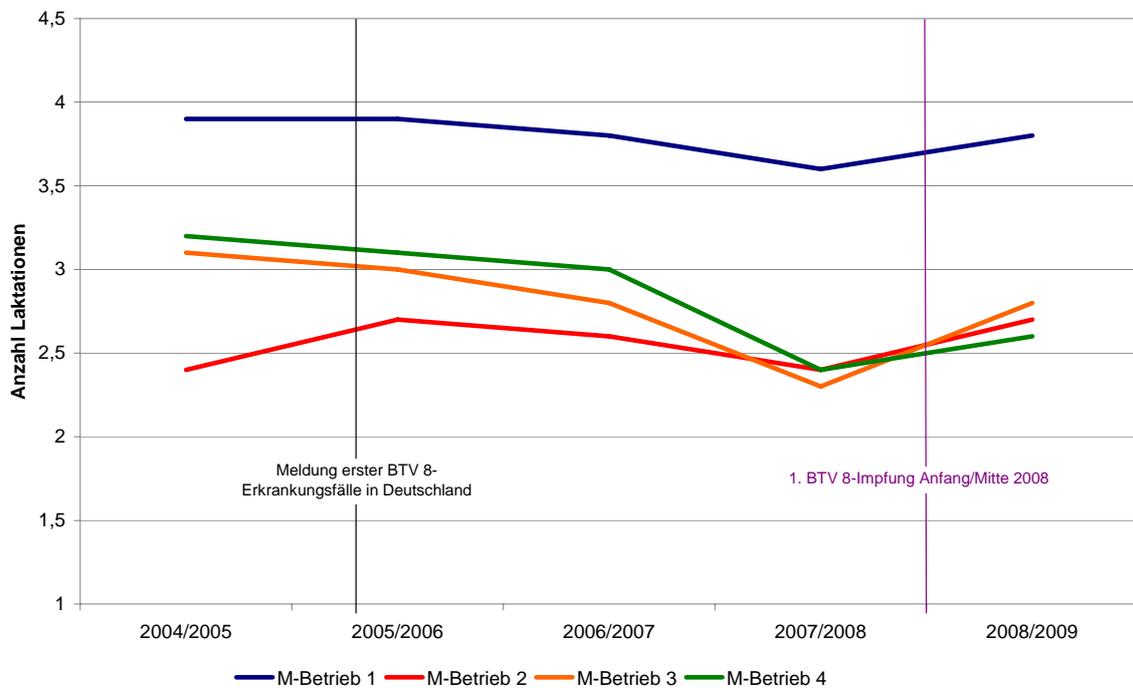
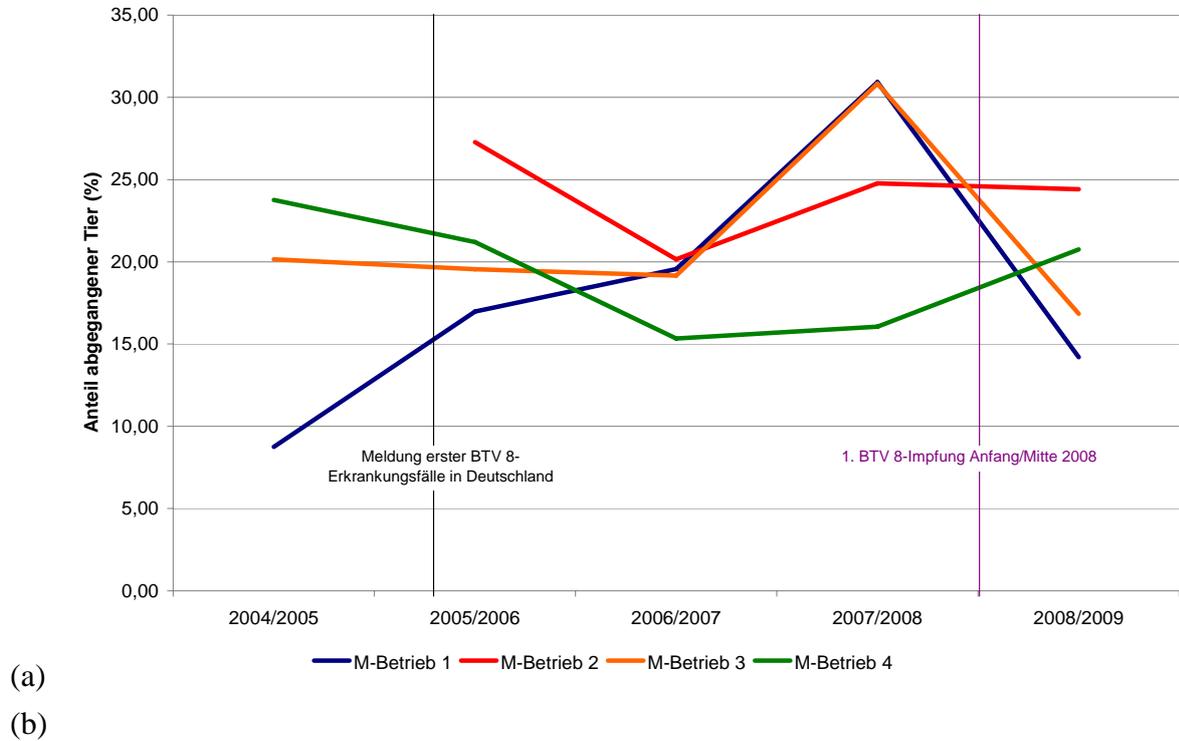


Abb. 9: Verlauf des Anteils abgegangener Tiere (a) und der Anzahl Laktationen (b) pro Betrieb und Jahr der vier Milchviehbetriebe (M-Betriebe) von 2004 bis 2009

Der Milchleistungsabfall von M-Betrieb 1 geht einher mit einer geringeren Remontierungsrate (ca. 15 %) und damit einem geringeren Abfall der Laktationsanzahl (bei gleichzeitig geringen Tierzahlen im Vergleich zu den drei anderen Betrieben). Daraus könnte geschlossen werden, dass die im Betrieb verbleibenden Tiere, wie von HEIMBERG et al. (2008) beschrieben, als Folge einer BTV-Infektion einen Milchleistungsabfall hatten.

Um den Einfluss der BTV-Infektion die Milchleistungsentwicklung auf Einzeltierebene in dem Beobachtungszeitraum beurteilen zu können, wurden im Folgenden die Daten der beprobten Kühe herangezogen, wobei in der folgenden Tabelle die Tiere in die Berechnung aufgenommen wurden, von denen seit dem Jahresabschluss 2004/2005 Milchleistungsdaten vorlagen. Wie auch alle anderen beprobten Tiere wiesen sie dem Zeitpunkt der dritten Blutprobenentnahme (Anfang 2009) ein negatives PCR-Ergebnis auf (d.h. keine Re-Infektion). Zehn der 18 Kühe von M-Betrieb 1 hatten bei der ersten Blutprobenentnahme (Anfang 2008) noch keinen positiven BTV-Antikörpertiter, von M-Betrieb 2 eine Kuh sowie von M-Betrieb 4 eine Kuh.

Tab. 10: Durchschnittliche 305-Tage-Leistungen der beprobten Kühe mit MLP-Daten von 2004/2005 bis 2008/2009

M-Betrieb	Anzahl Kühe	durchschn. Anzahl Laktationen 2004/2005	durchschnittliche Jahresleistung (kg)				
			2004/2005	2005/2006	2006/2007	2007/2008	2008/2009
1	18	2,1 ± 1,3	11.780 ± 2.198	12.034 ± 1.707	12.370 ± 2.127	12.102 ± 1.704	12.500 ± 1.479
2	17	1,6 ± 0,9	8.134 ± 1.087	8.609 ± 914	8.572 ± 1.005	8.621 ± 1.278	9.338 ± 994
3	5	1,8 ± 1,1	9.540 ± 1.301	9.867 ± 1.046	10.721 ± 1.247	11.357 ± 1.098	11.334 ± 829
4	7	2,9 ± 1,6	8.907 ± 790	9.224 ± 1.546	10.384 ± 924	10.370 ± 1.336	10.368 ± 1.625

Aus Tabelle 10 wird ersichtlich, dass diese Tiere im Durchschnitt keinen Leistungsabfall zeigten, aber zum Teil eine Stagnation der Jahresleistung zeigten, obwohl mit zunehmender Laktationsdauer und -zahl eine Leistungssteigerung zu erwarten gewesen wäre.

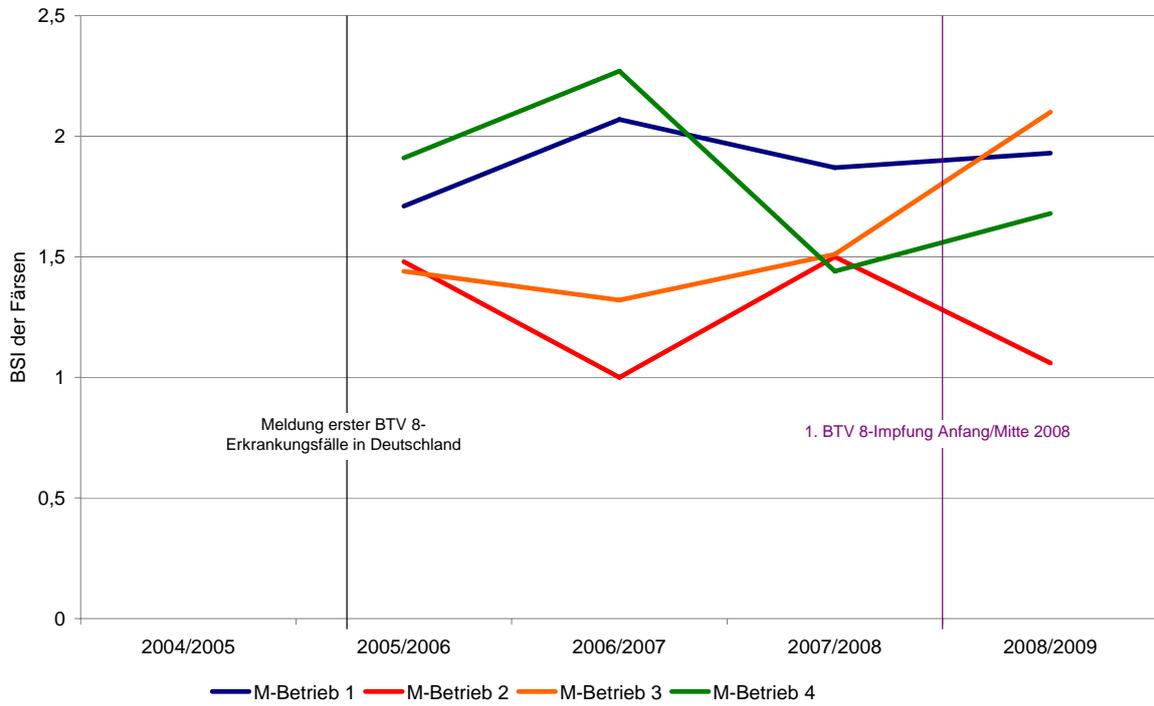
Aufgrund der Milchleistungsdaten der Beispielbetriebe ist demnach die Schlussfolgerung zu ziehen, dass sich zum einen die BT-Infektion auf die Milchleistung des infizierten Einzeltieres in Form von einer Leistungsstagnation (Unterbrechung der kontinuierlichen Leistungssteigerung) auswirken kann, und zum anderen auf die betriebliche Milchleistung – in Abhängigkeit von der Anzahl der Tiere und von den Abgängen bzw. Remontierungen der Betriebe

Reproduktionskenngrößen

Als Kenngrößen zur Beschreibung der Reproduktionsleistung der Tiere in dem Beobachtungszeitraum standen der Besamungsindex (BSI) der Färsen und Kühe, die Rastzeit, die Günstzeit sowie die Zwischenkalbezeit der mehrkalbigen Kühe zur Verfügung. Auch bei diesen Leistungsdaten verhielten sich die vier Betriebe unterschiedlich. Bei dem Verlauf des BSI und insbesondere bei den Färsen ist eine deutliche Steigerung in dem Jahr 2007 zu erkennen (siehe Abb. 11).

Erläuternd dazu ist aber daraufhin zu weisen, dass vom LKV erst ein BSI errechnet und ausgegeben wird, wenn die Kalbung gemeldet wurde. D.h. die eigentliche(n) Besamung(en) zu der Kalbung können mehr als 9 Monate zurückliegen. Bei der Angabe des Jahres-BSI werden die Daten der Kalbungen von 12 Monaten zusammengefasst, d.h. dazugehörige Besamungen können bis zu 21 Monate und länger zurückliegen. Diese Berechnungsmethode gilt auch für die Berechnung des Rast-, Günst- und Zwischenkalbezeit.

(a)



(b)

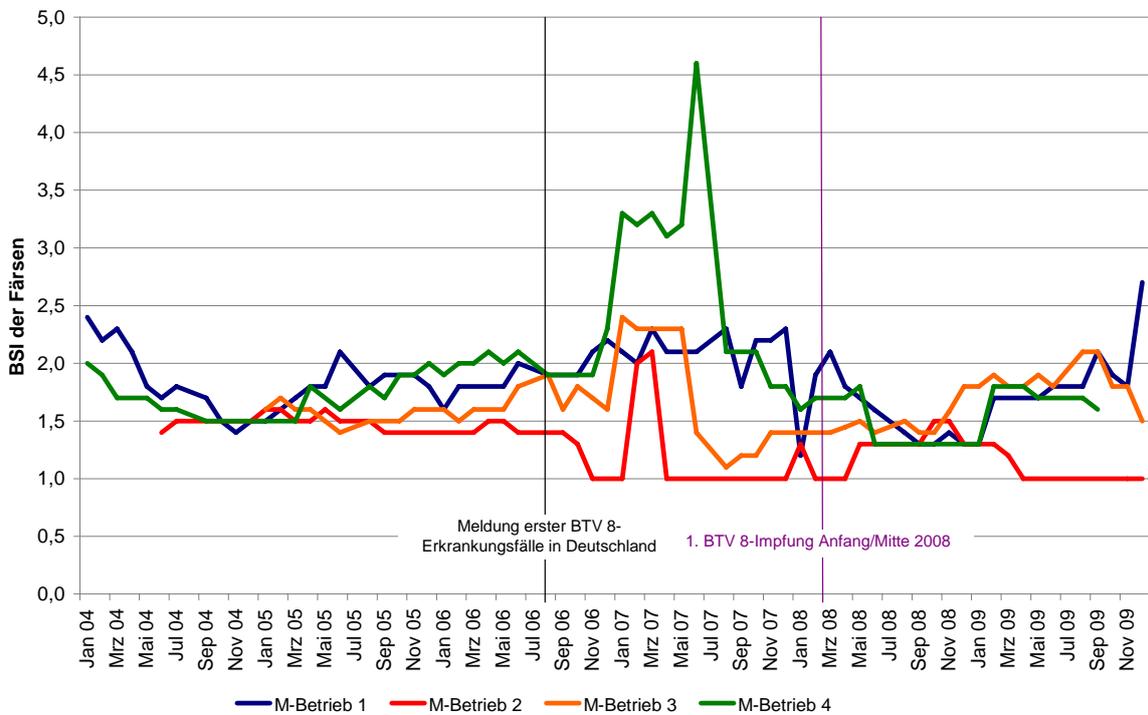


Abb. 10: Verlauf des Besamungsindices bei Färsen pro Betrieb (a) BSI pro Jahr, b) BSI pro monatliche MLP) der vier Milchviehbetriebe (M-Betriebe) von 2004 bis 2009

Wie in Kapitel 1.1 aufgeführt, können BTV-Infektionen Aborte und Totgeburten zur Folge haben (ELBERS et al. 2008a), welche sich die Besamungshäufigkeit beeinflussen würden. Der BSI (Abb. 12a) sowie die Zwischenkalbezeit der mehrkalbigen Tiere (Abb. 12b) reagierten weniger deutlich. Das lässt die Vermutung zu, dass bei BTV-Infektionen die Fruchtbarkeit eher von Färsen beeinträchtigt wird.

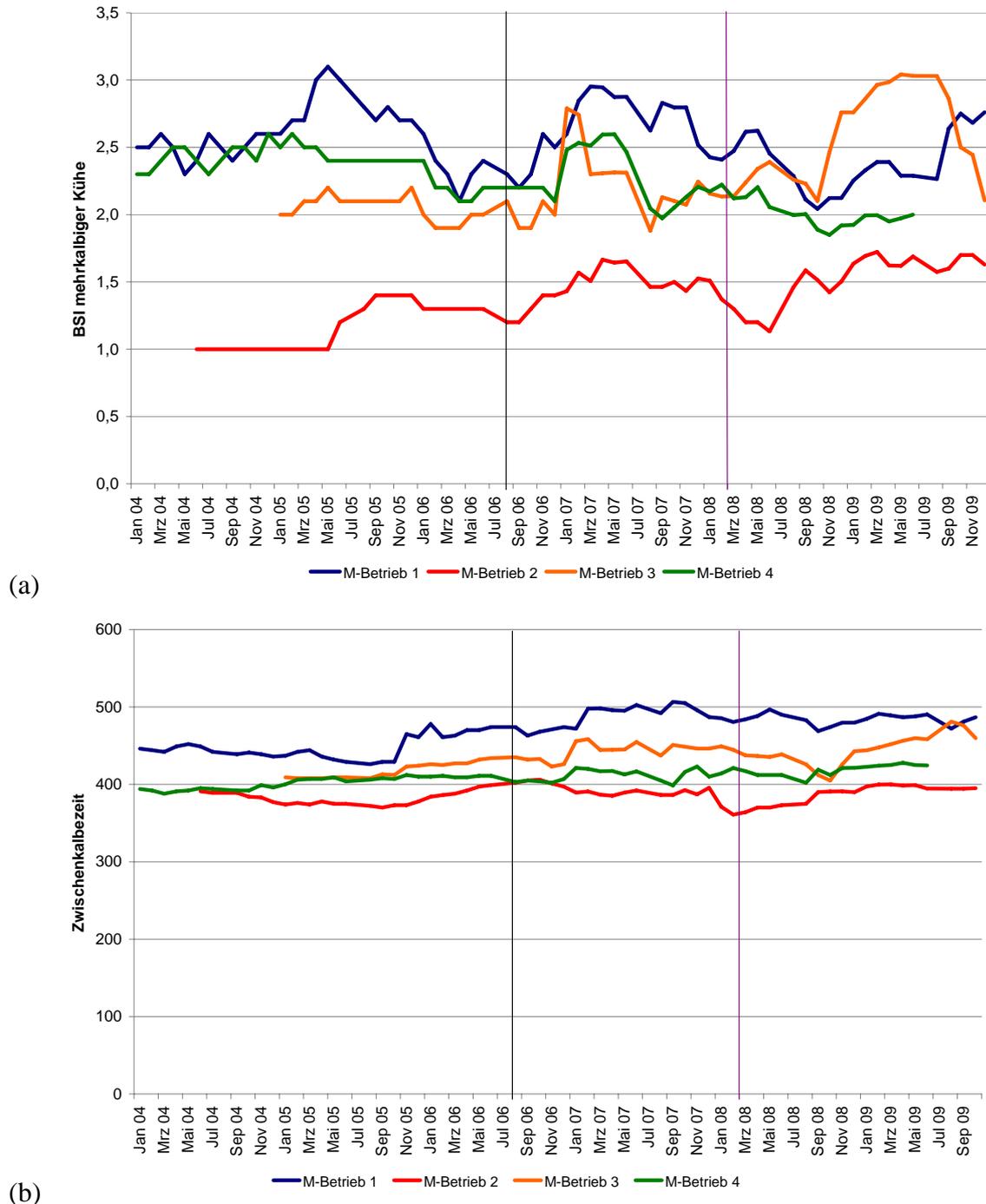


Abb. 11: Verlauf a) des BSI und b) der Zwischenkalbezeit der mehrkalbigen Kühe pro Monat der vier Milchviehbetriebe (M-Betriebe) von Januar 2004 bis Dezember 2009

Zellgehalt in der Milch

Die von HEIMBERG et al. (2008) in ihrer Symptomatik-Hitliste an erster Stelle aufgeführten Zellzahlprobleme kann an Hand der vorliegenden Daten nicht bestätigt werden. Wie bereits in Kapitel 1.1 erläutert, traten die BTV-Infektionen innerhalb der Sommermonate auf, in denen stets die Zellzahl einzelner Tiere und/oder Betriebe ansteigt.

Die folgende Abbildung 13 zeigt zum einen den Verlauf des durchschnittlichen Zellgehaltes pro Monat (a) sowie den Anteil der Kühe in den jeweiligen Monaten mit bis zu 250.000 Zellen pro Monat (b). Dieser Anteil wird vom LKV monatlich berechnet.

Die eigenen Daten geben demnach keinen offensichtlichen, kausalen Zusammenhang zwischen dem BT-Infektionszeitraum und dem Zellgehalt in der Milch wieder.

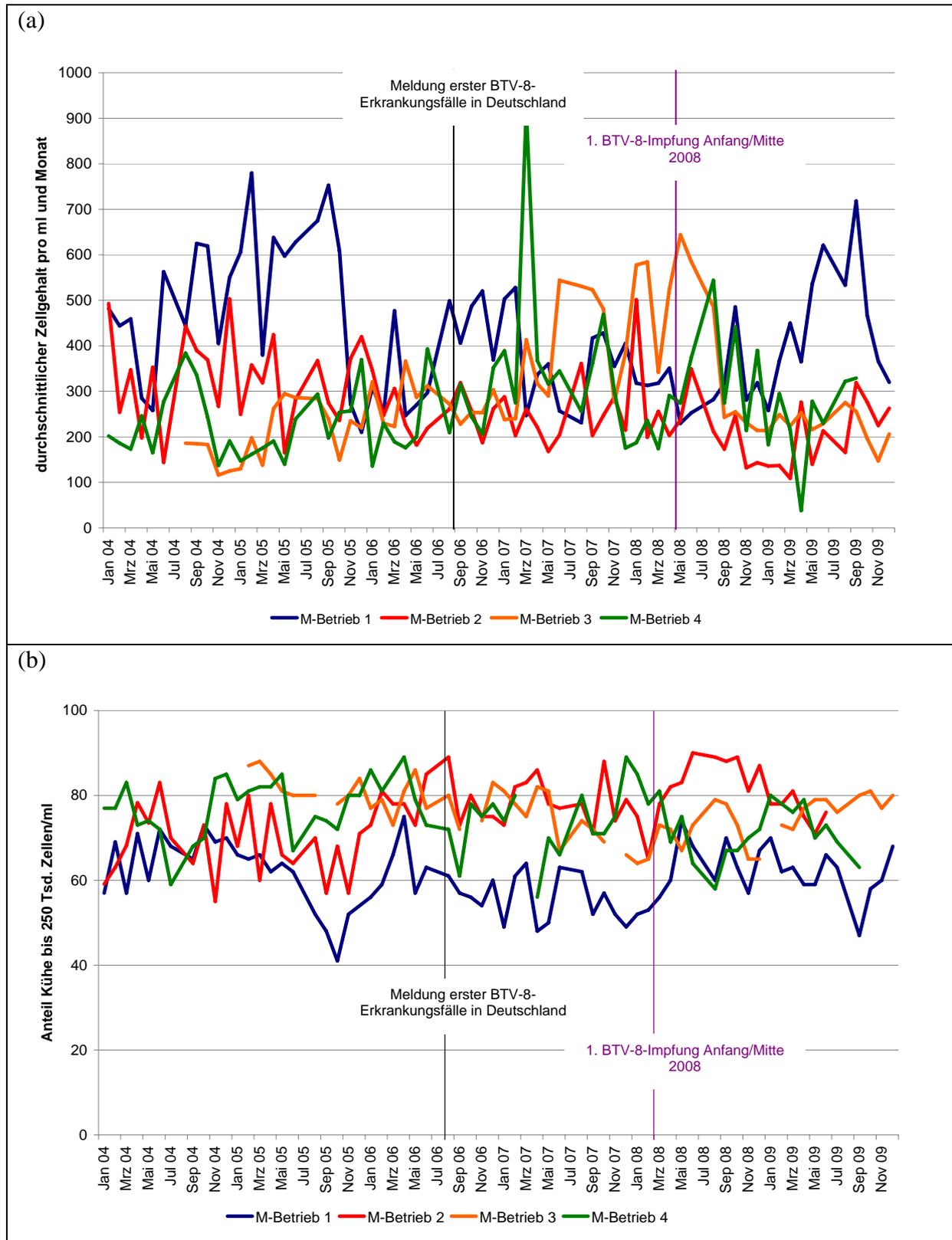


Abb. 12: Verlauf a) des durchschnittlichen Zellgehaltes und b) des Anteils von Kühen mit bis zu 250 Tsd. Zellen/ml pro Monat der vier Milchviehbetriebe (M-Betriebe) von Januar 2004 bis Dezember 2009

Gesundheitsdaten

Für dieses Forschungsvorhaben lagen die Gesundheitsdaten – wie in Kapitel 2.3.1 beschrieben – von Januar 2007 bis Dezember 2009 vor. Demnach war nur ein Vergleich vor und nach der ersten Impfung Anfang/Mitte 2008 möglich. In der Zeit vor Januar 2007 berichteten die Betriebsleiter von einzelnen Kühen mit Läsionen an der Nase, an den Euterzitzen sowie bläuliche Verfärbungen der Zungen und Zitzen. Diese Entzündungssymptome wurden von den Tierärzten behandelt. Betrachtet man die Anzahl der in den Bestandsbüchern eingetragenen Entzündungssymptome ab Januar 2007 im Verhältnis zu den Impfterminen ist kein Zusammenhang mehr festzustellen.

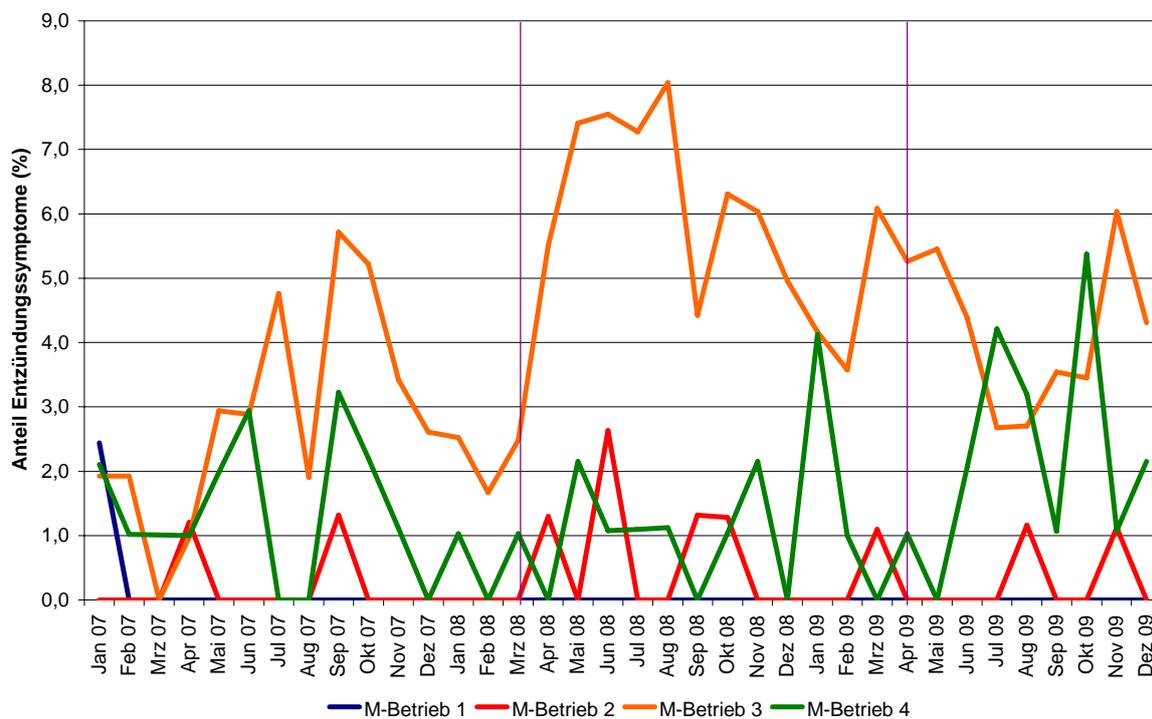


Abb. 13: Verlauf des Anteils von Kühen mit Entzündungssymptomen pro Monat der vier Milchviehbetriebe (M-Betriebe) von Januar 2007 bis Dezember 2009

Die Darstellung der Tierärztkosten (cent) pro kg Milch zeigen einen deutlich(er)en Zusammenhang zwischen dem BTV-Infektionszeitraum ab Mitte 2006 und dem Erkrankungsgeschehen bzw. dem zusätzlichen tierärztlichen Aufwendungen in der Zeit bis zur ersten BTV-Impfung 2008 (siehe Abb. 15). Die Tierärztkosten werden im Rahmen der Betriebszweigauswertung der Landwirtschaftskammer NRW erhoben und verrechnet.

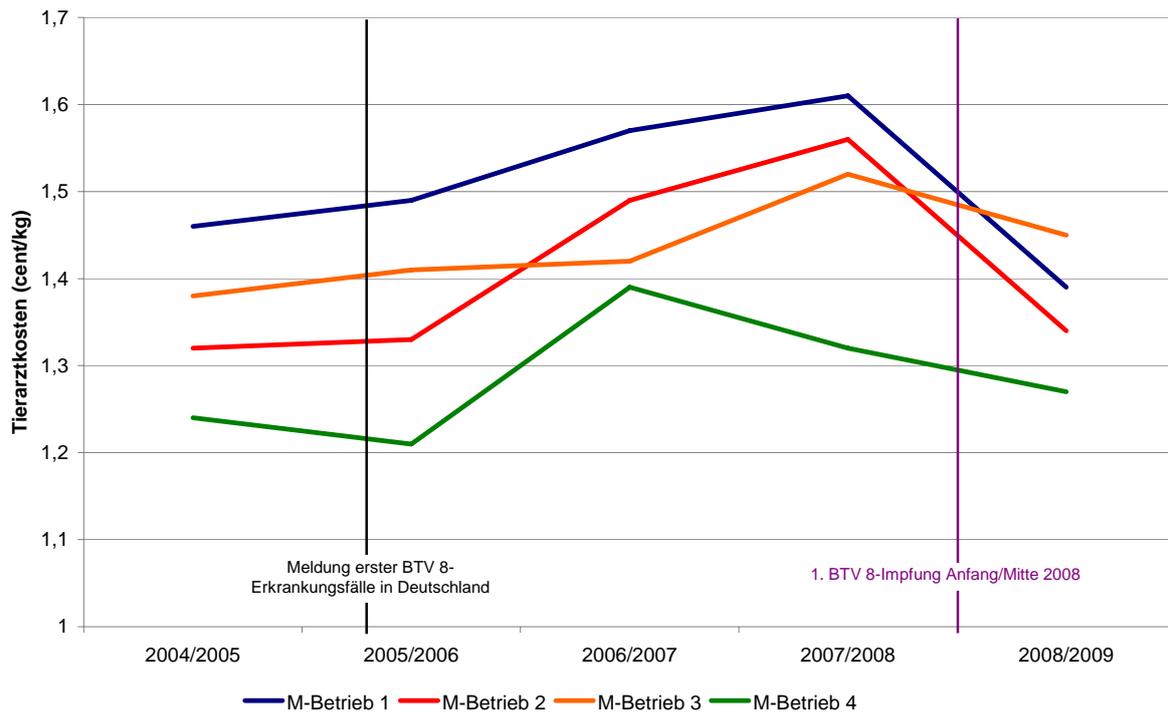


Abb. 14: Verlauf der Tierarztkosten pro Jahr der vier Milchviehbetriebe (M-Betriebe) von 2004/2005 bis 2008/2009

Die Tierarztkosten (pro kg Milch) zeigten in allen vier Beispielbetrieben einen deutlichen Anstieg innerhalb des BT-Infektionszeitraumes und sanken nach der ersten Impfung wieder ab.

Neben dem Verlauf der entzündlichen Erkrankungen (siehe Abb. 14 oben) sind auch die Krankheitsmeldungen in den Bereichen des Bewegungsapparates, der Fruchtbarkeit und des Euters sehr unterschiedlich. In den folgenden drei Abbildungen werden die Häufigkeiten von Behandlungen in diesen Komplexen Bereich aufgeführt.

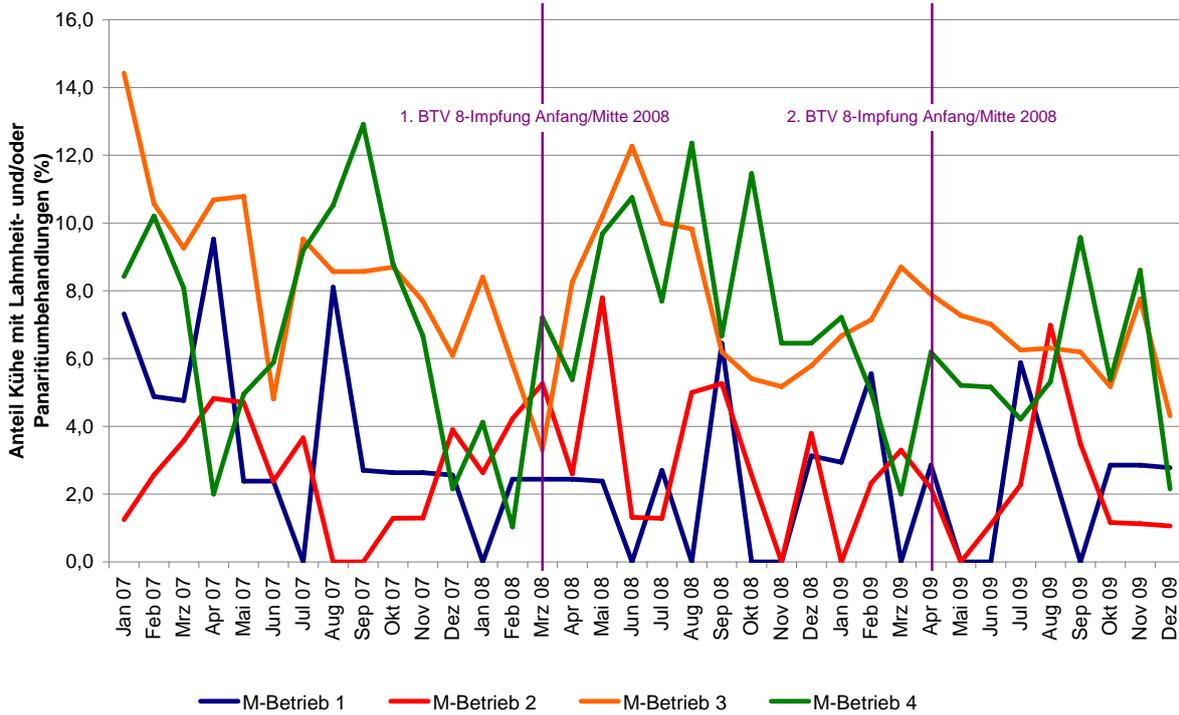


Abb. 15: Verlauf des Anteils von Kühen mit Lahmheiten- und Panariumbehandlungen pro Monat der vier Milchviehbetriebe (M-Betriebe) von Januar 2004 bis Dezember 2009

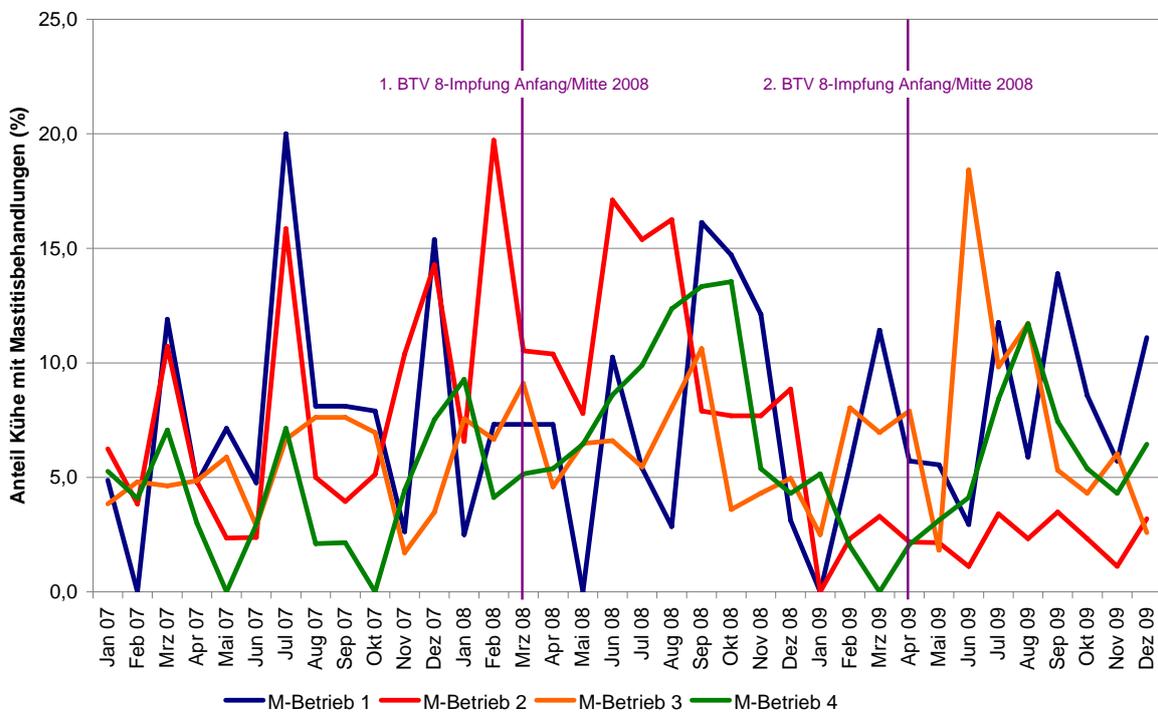


Abb. 16: Verlauf des Anteils von Kühen mit Mastitisbehandlungen pro Monat der vier Milchviehbetriebe (M-Betriebe) von Januar 2004 bis Dezember 2009

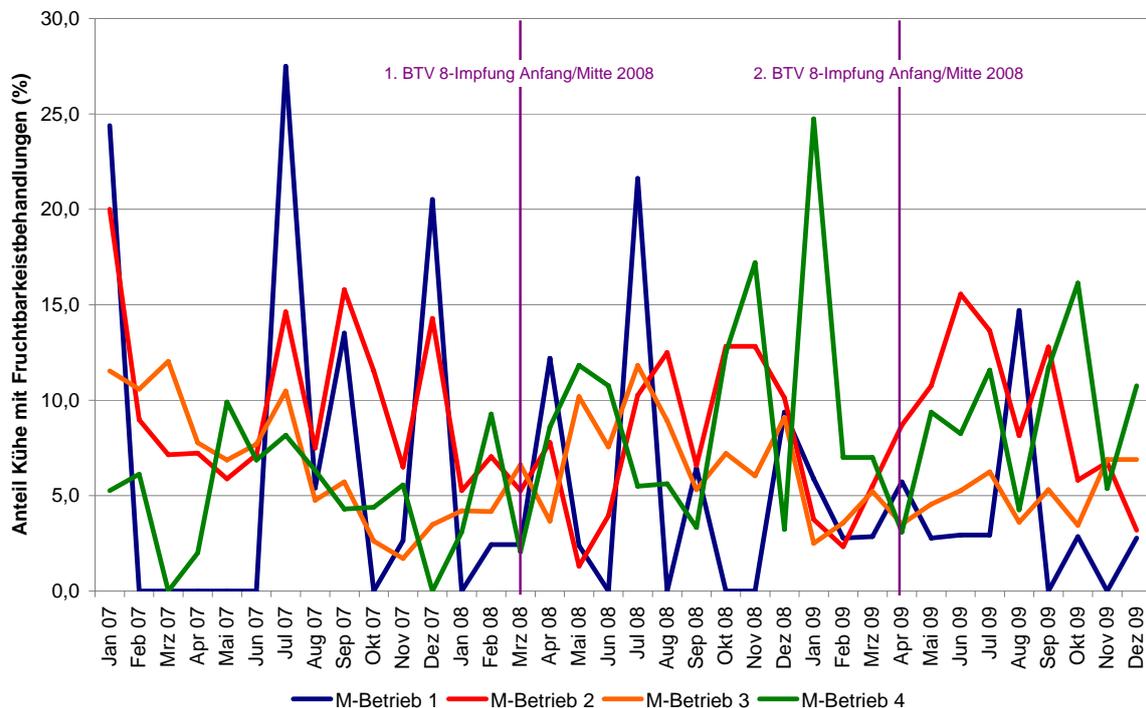


Abb. 17: Verlauf des Anteils von Kühen mit Fruchtbarkeitsbehandlungen pro Monat der vier Milchviehbetriebe (M-Betriebe) von Januar 2004 bis Dezember 2009

Die Betrachtung dieser betriebsindividuellen Verläufe bestätigt die Aussage von MACLACHLAN et al. (2009), dass die Folgen von BTV-Infektionen bei Rindern geringer einzustufen sind als bei Schafen, da sie eher subklinisch verlaufen. Bei den vier Beispielbetrieben sind die Auswirkungen auf den Bewegungsapparat, das Euter und die Fruchtbarkeit nicht in einem erkennbaren Ausmaß. Dennoch treten auch bei Rindern klinische Entzündungssymptome auf.

3.2 Schafhaltende Betriebe: Einfluss der BTV-Infektion und der BTV-Impfung auf die Leistungsdaten

BT-Antikörper und –Antigen-Ergebnisse

Im Vergleich zu der Verteilung der Antikörpertiter der untersuchten Milchkühe in Abbildung 7 zeigte sich eine ähnliche Entwicklung bei den Schafen (siehe Abb. 19). Zum Zeitpunkt der dritten Blutprobe hatten 148 von 156 Schafen nachweisbare Antikörpertiter. Des Weiteren waren alle Tiere PCR-negativ, d.h. nicht re-infiziert.

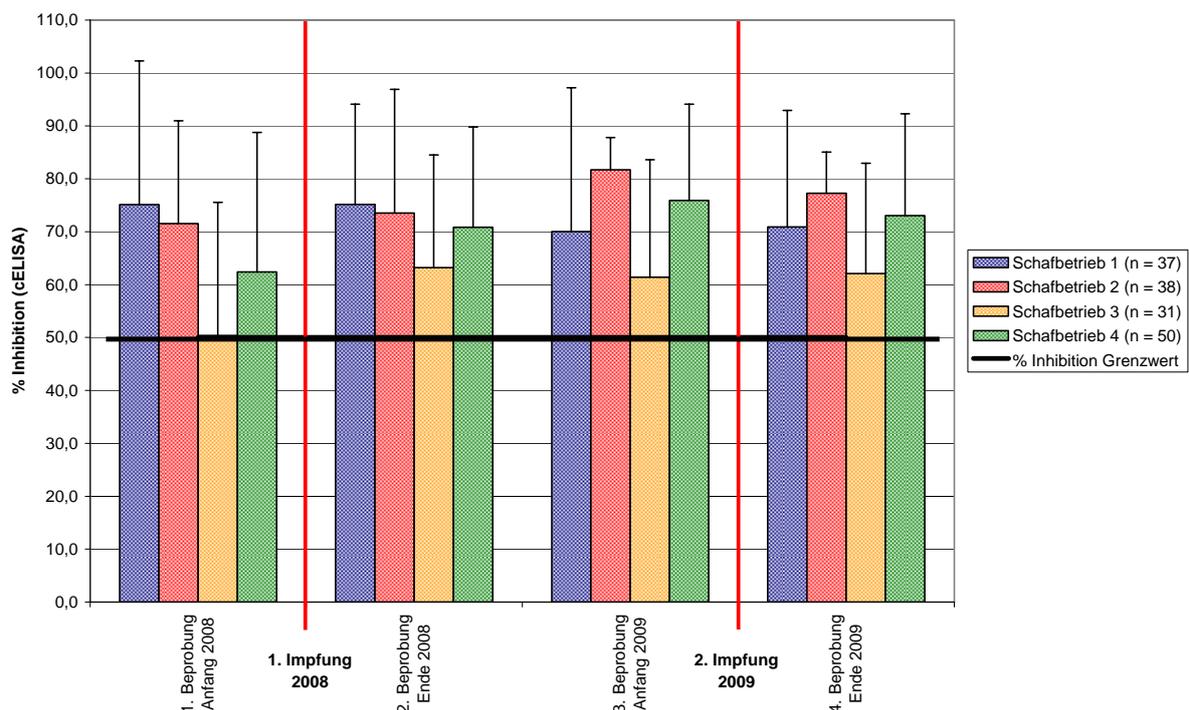


Abb. 18: Vergleich der BTV-Antikörpertiter vor und nach den beiden Impfungen 2008 und 2009 in den vier schafhaltenden Beispielbetrieben (in % Inhibition = 100 – OD%)

Auch bei den Schafen bestätigt sich, dass die erste Impfung einen signifikanten Einfluss auf die BTV-Antikörpertiter hatte ($p = 0,003$). Somit können die Ergebnisse von WÄCKERLIN et al. (2010) bezüglich der Wirksamkeit der BTV-8-Impfung bestätigt werden. Die zweite Impfung ergab auch bei den Schafen keinen signifikanten Effekt.

Des Weiteren hatte der Betrieb einen signifikanten Einfluss auf die Entwicklung der BTV-Antikörpertiter ($p < 0,001$) – je nach Ausgangssituation zum Zeitpunkt der ersten Probenahme: Die Titer im Schafbetrieb 3 waren im Vergleich zu den Betrieben 1, 2 und 4 signifikant geringer ($p < 0,001$). Das lässt vermuten, dass die BTV-Infektion der Herde von Schafbetrieb 3 zeitlich kürzer zurückliegt als in den anderen Betrieben.

Leistungsdaten

Das Herdenmanagement, insbesondere das Datenmanagement bei schafhaltenden Betrieben unterscheidet sich wesentlich von dem milchviehhaltender Betriebe. Es findet selten eine kontinuierliche Datenaufnahme auf Einzeltierebene statt. Die Leistungsdaten, die auch für die Buchführung entscheidend sind, liegen herdenbezogen vor. Auf den vier Beispielbetrieben konnten demnach die Herdendaten zu den fünf Kenngrößen erhoben werden, welche bereits in Kapitel 2.1 aufgeführt und in Tabelle 6 definiert worden sind:

- Ablamtrate,
- Ablammergebnis,
- Lämmerverlustrate,
- Produktivitätszahl und
- Eigenbestandsremontierung.

Diese Verläufe der einzelnen Raten über die sechs Jahre (von 2004 bis 2009) sind in den folgenden fünf Abbildungen dargestellt.

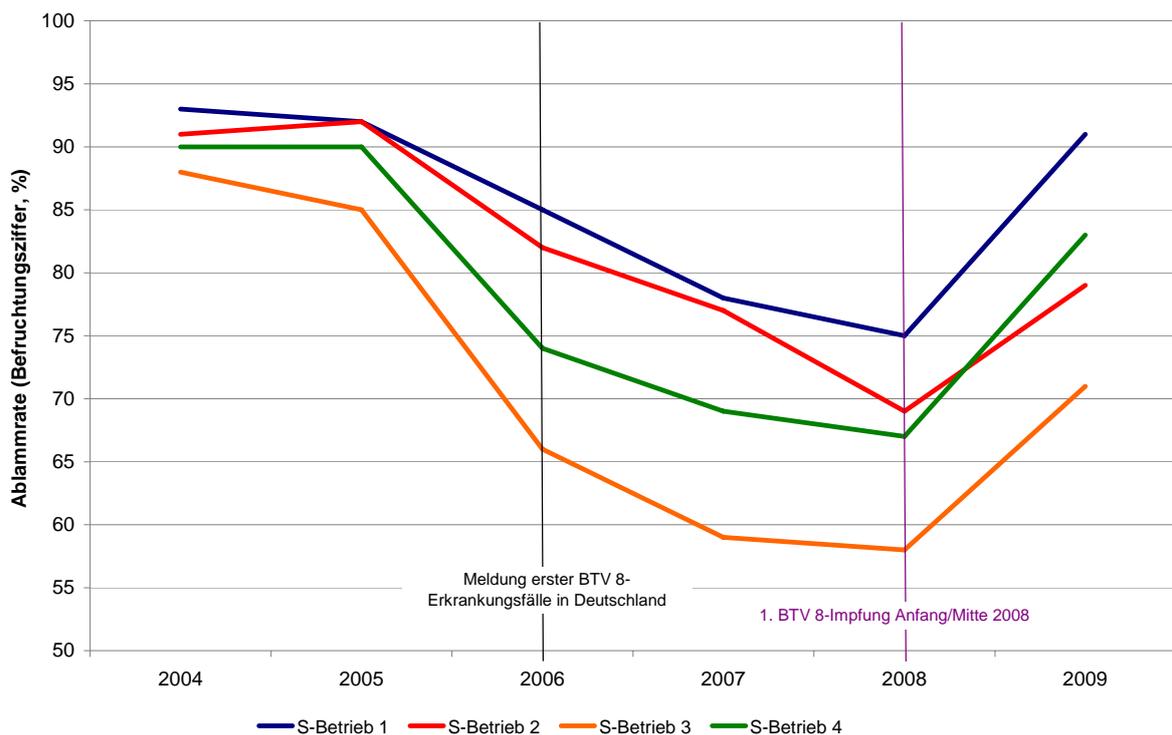


Abb. 19: Verlauf der Ablamtrate pro Jahr der vier Schafbetriebe (S-Betriebe) von 2004 bis 2009

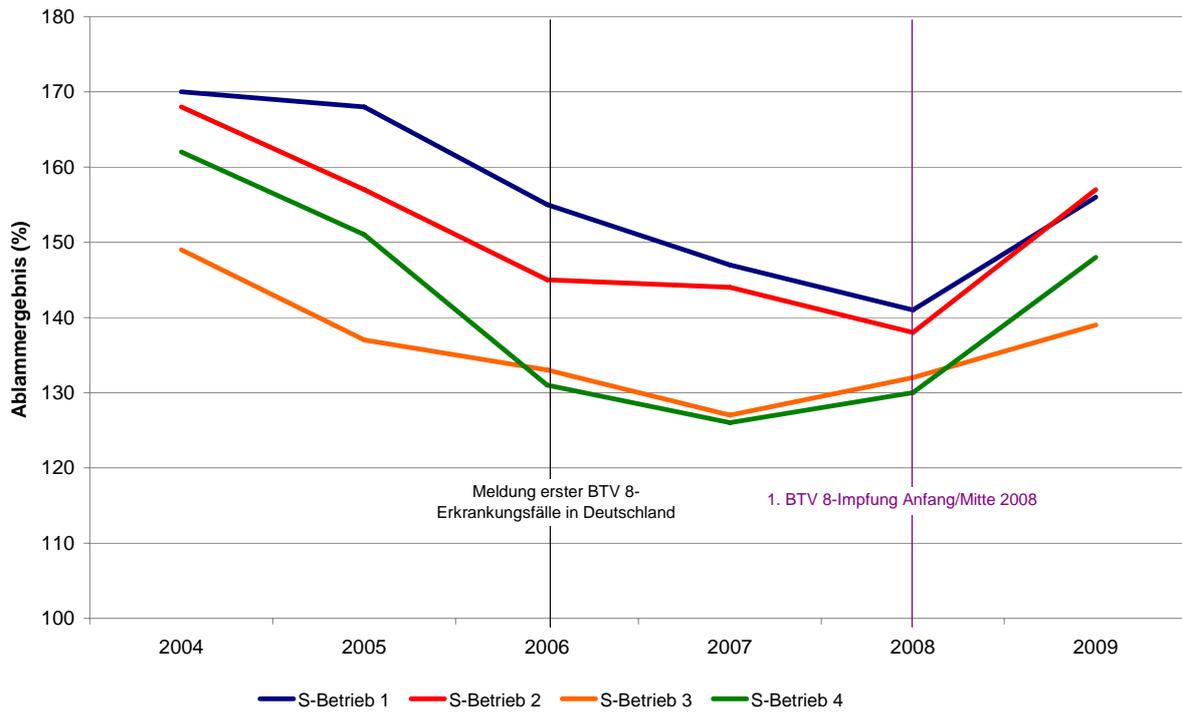


Abb. 20: Verlauf des Ablammergebnis pro Jahr der vier Schafbetriebe von 2004 bis 2009

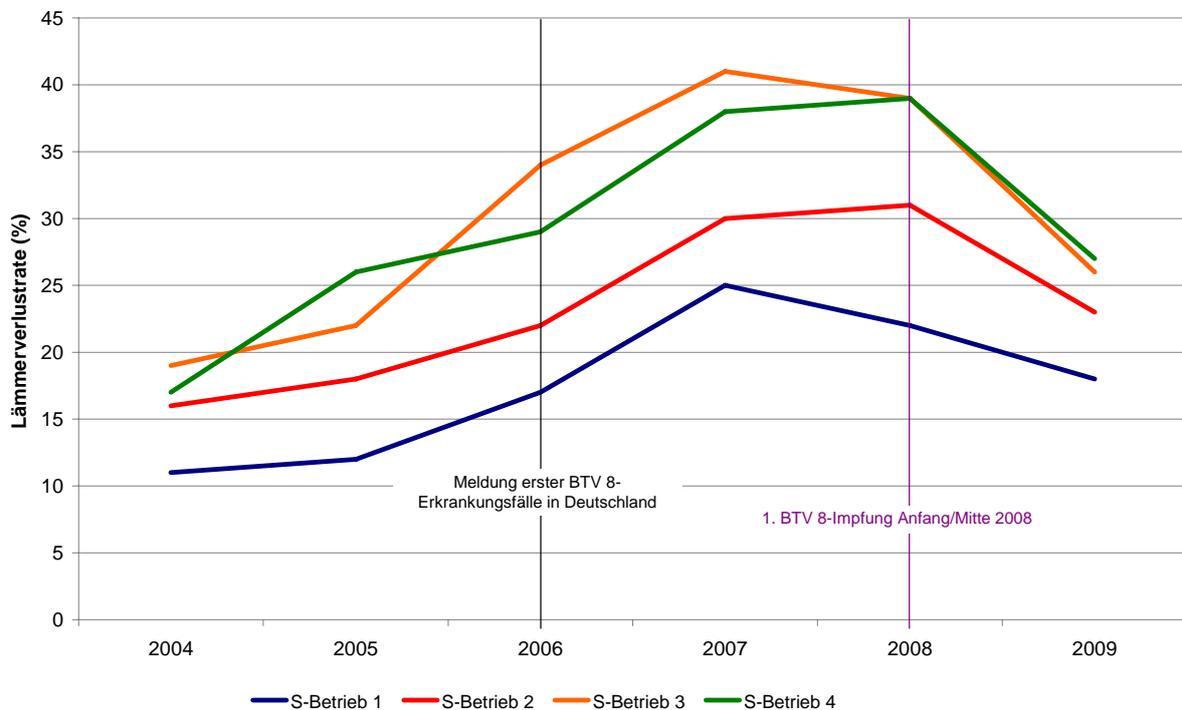


Abb. 21: Verlauf der Lämmerverlustrate pro Jahr der vier Schafbetriebe von 2004 bis 2009

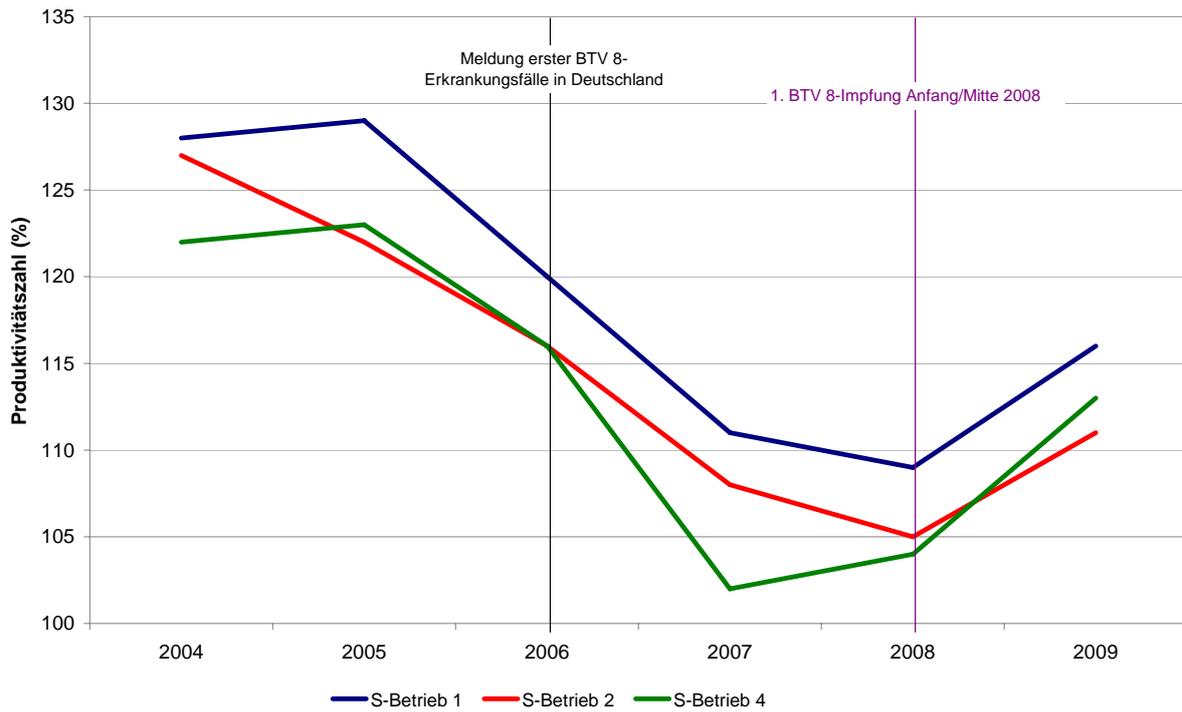


Abb. 22: Verlauf der Produktivitätszahl pro Jahr der vier Schafbetriebe von 2004 bis 2009

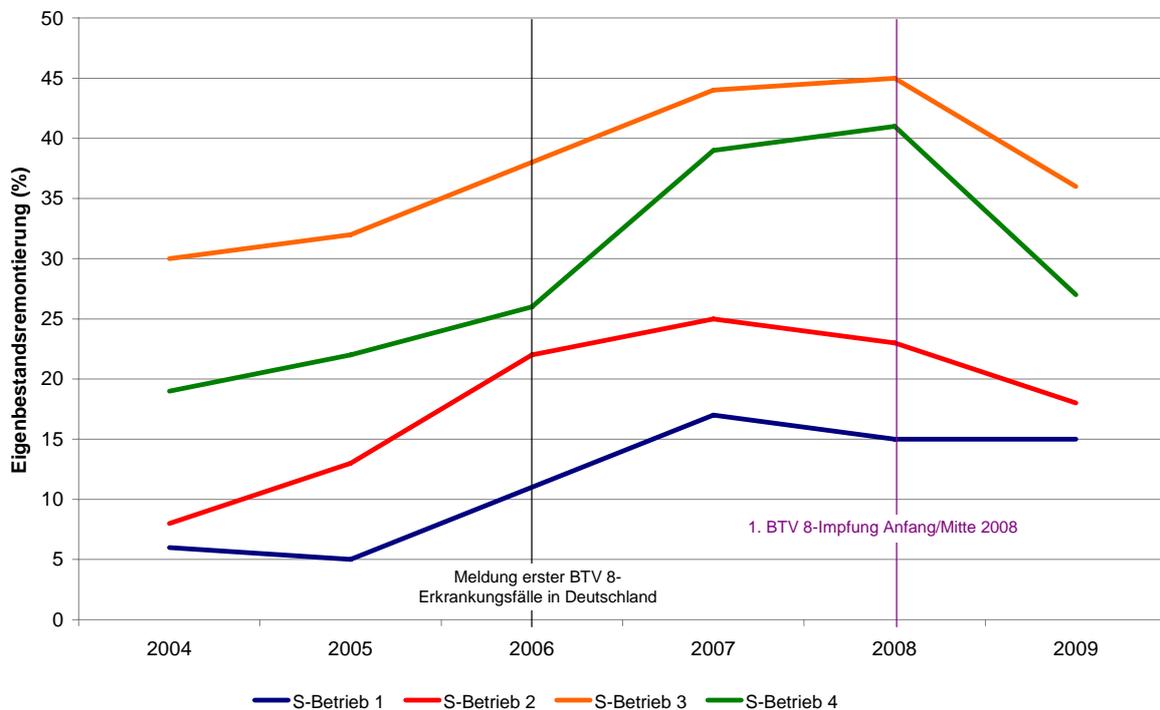


Abb. 23: Verlauf der Eigenbestandsremontierung pro Jahr der vier Schaf-Betriebe von 2004 bis 2009

Alle fünf Abbildungen zeigen die gleiche Entwicklung. Die Kenngrößen, die sich gegenseitig bedingen, wurden wesentlich durch Geschehnisse in den Jahren 2007 und 2008 im negativen Sinne beeinflusst:

- eine geringere Anzahl Ablammungen,
- eine geringere Anzahl geborener Lämmer,
- eine höhere Anzahl verendeter Lämmer,
- einer geringere Anzahl aufgezogener Lämmer sowie
- eine steigende Remontierungsrate.

Diese deutlichen Verluste sind auf die BTV-Infektionen in den vier Beispielbetrieben zurückzuführen. In den in Kapitel 1.1 genannten Quellen (MACLACHLAN 1994, SAEGERMANN et al. 2007, ELBERS et al. 2008b, ELBERS et al. 2009) ermitteln und diskutieren die Autoren neben den klinischen BTV-Symptomen, die deutlicher bei Schafen auftreten als bei Rindern, die bei Schafen höheren Morbiditäts- und Mortalitätsraten aufgrund von BTV-Infektionen. Die Ergebnisse des vorliegenden Forschungsprojektes ergänzen diese veterinärmedizinischen Kenngrößen mit Produktionskennzifferdaten. Die minimalen und maximalen Abweichungen der Raten von 2005 (Basiswerte, da vor Auftreten der ersten BTV-Erkrankungsfälle) sowie die durchschnittliche Abweichung über die vier Beispielbetriebe sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst. Dabei ist allerdings zu betonen, dass diese Werte von nur vier Betrieben stammen und damit nur bedingt Allgemeingültigkeit haben.

Tab. 11: Abweichung der Leistungsdaten aus vier schafhaltenden Betrieben während des BTV-Infektionszeitraumes (2008) im Vergleich zu der Zeit vor dem Auftreten von BTV in NRW (2005)

Differenz 2008-2005	Minimum	Maximum	Mittelwert
Ablammrate (%)	-17,0	-27,0	-22,5
Ablammergebnis (%)	-5,0	-27,0	-18,0
Lämmerverlustrate (%)	10,0	17,0	13,25
Produktivitätszahl (%)	-17,0	-20,0	-18,7
Eigenbestandsremonierung (%)	10,0	19,0	13,0

4 Zusammenfassung

Ziele des vorliegenden Forschungsvorhabens waren zum einen die Quantifizierung der Produktionseinbußen in Beispielbetrieben: eine Besamungsstation, vier Milchviehbetriebe und vier Schafbetriebe. Zum anderen erfolgte das Monitoring der serologischen Veränderungen im Zusammenhang mit den 2008 und 2009 erfolgten BTV-8-Impfungen. Das Gesamtprojekt gliederte sich in die Teilprojekte:

- I) Blauzungeninfektionen bei nicht-geimpften Bullen: Einfluss auf die Spermaqualität und
- II) Blauzungeninfektionen bei Milchkühen und Schafen: Einfluss auf die Leistungs- und Gesundheitsdaten

Teilprojekt I

Die Spermaqualitätsparameter von sechs BTV-8-infizierten Bullen der RUW e.G. Münster wurden in dem Zeitraum von September 2007 bis Oktober 2008 mit den Daten von 31 nicht-infizierten Bullen verglichen. Es konnte statistisch abgesichert werden, dass die BTV-Infektion nachteiligen Einfluss auf den Standardspermaqualitätsparameter Motilität nach dem Tiefgefrieren hatte. Auch bei den Spermaqualitätsparametern Motilität vor dem Tiefgefrieren sowie der Anteil morphologisch veränderter Spermien vor und nach dem Tiefgefrieren wurde eine deutliche Beeinträchtigung sichtbar. Aufgrund nicht vorhandener Vergleichsdaten konnten diese nicht statistisch bearbeitet werden. Die Spermaqualitätsparameter waren auch über den Zeitraum des BTV-positiven PCR-Nachweises beeinträchtigt. Gegen Ende des Beobachtungszeitraumes trat eine Erholung der Fruchtbarkeitsparameter ein.

Laut unserer Untersuchungen bestehen somit, neben dem Ansteckungspotential durch Sperma von BTV-infizierten Bullen, zeitweilig nachteilige Folgen für die männliche Fruchtbarkeit bei Rindern.

Teil II:

In den vier milchviehhaltenden Betrieben wurden von 24 bis 57 Kühen pro Betrieb Blut aus der Schwanzvene entnommen sowie von 31 bis 50 Schafen pro schafhaltendem Betrieb. Die erste Blutprobe wurde Anfang 2008 vor der ersten BTV-8-Impfung gezogen, die zweite Probe Ende 2008, die dritte Anfang 2009 vor der zweiten Impfung und die vierte Ende 2009. In den Blutproben wurde der BTV-Antikörpertiter quantitativ bestimmt.

Das Monitoring der BTV-Antikörpertiter hat sowohl in den milchviehhaltenden als auch in den schafhaltenden Beispielbetrieben ergeben, dass zwar der Verlauf des Titers innerhalb des Beobachtungszeitraumes betriebsindividuell ist (in Abhängigkeit von dem Zeitpunkt der Infektion der Herde), aber der Einfluss der ersten Impfung 2008 signifikant war, der Einfluss

der zweiten Impfung 2009 hingegen nicht. Anfang 2009 (vor der zweiten Impfung) hatten 139 von 142 Milchkühen einen positiven Antikörpertiter sowie 148 von 156 Schafen.

Bei der Betrachtung der Leistungsdaten zeigte sich bei den beprobten Tieren in den vier milchviehhaltenden Beispielbetrieben eine zeitweilige Stagnation der Milchleistung durch die BTV-Infektion. Auf Betriebsebene wurde die Milchleistung zeitweise negativ in Abhängigkeit von der Remontierung, bedingt durch den relativ größeren Anteil von Färsen in der Herde, beeinflusst. Bei den Fruchtbarkeitskenngrößen war ein deutlicher Einfluss der BTV-Infektion auf den Besamungsindex (BSI) bei Färsen zu erkennen, nicht aber bei mehrkalbigen Kühen. Demnach scheinen Färsen in Hinblick auf ihre Reproduktionsleistung empfindlicher auf BTV-Infektionen zu reagieren als Kühe. Bezüglich des Einflusses einer BTV-Infektion auf den Zellgehalt der Milch (als einem der Eutergesundheitsparameter) zeigen die eigenen Daten keinen offensichtlichen Zusammenhang. Die im Rahmen der Betriebszweigauswertung ermittelten Tierarztkosten pro kg Milch zeigen eine deutliche Steigerung in den Jahren 2006/2007 sowie 2007/2008, die auf die BTV-Infektion in diesem Zeitraum zurückgeführt wird. Die Erkrankungs-/Behandlungsdaten aus den Bestandsbüchern ab Januar 2007 zeigen keinen Unterschied vor und nach der ersten (bzw. zweiten) BTV-Impfung.

In den vier schafhaltenden Beispielbetrieben zeigten sich – entsprechend der Angaben in der Literatur über die Ausprägung einer BTV-Infektion bei Schafen - weitaus deutlichere Auswirkungen auf die Leistungsdaten der Schafe: geringere Anzahl Ablammungen (durchschnittlich -22,5 %), geringere Anzahl geborener Lämmer (durchschnittlich -18,0 %), höhere Anzahl verendeter Lämmer (durchschnittlich 13,25 %), geringere Anzahl aufzogener Lämmer (durchschnittlich -18,7 %) sowie steigende Remontierungsrates (durchschnittlich 13,0 %).

Bezugnehmend auf die in dem Kapitel „Zielsetzung“ aufgestellten Arbeitshypothesen machte das vorliegende Forschungsvorhaben deutlich, dass

- a) Leistungs- und Qualitätseinbußen aufgrund einer BTV-8-Infektion in Abhängigkeit von der Tierart und dem Geschlecht zu quantifizieren sind. Des Weiteren ist festzuhalten, dass Erholungen von Leistungs- und Qualitätsparameterneinbußen möglich sind.
- b) Die Wirksamkeit der BTV-8-Impfung konnte anhand der Beispielbetriebe bestätigt werden.

5 Schlussfolgerung für die Umsetzung der Ergebnisse in die Praxis

Für Besamungsstationen sind die Ergebnisse des Teilprojektes I insofern von Bedeutung, als dass mit der BTV-Infektion von Bullen nicht nur ein Ansteckungspotential über das Sperma gegeben ist, das in Verwendungs- und Handelsbeschränkungen resultiert, sondern dass laut unserer Untersuchungen zeitweilig nachteilige Folgen für die Fruchtbarkeit von Bullen bestehen. Da eine BTV-Impfung bei Zuchtbullen ebenfalls Handelsbeschränkungen zu Folge hat, untermauern diese Forschungsergebnisse die Notwendigkeit entsprechender Maßnahmen zur Vermeidung von zukünftigen BTV-Infektionen bei Zuchtbullen.

Für milchviehhaltende Betriebe sind die wirtschaftlichen Verluste – in erster Linie in Form von Tierarztkosten und gegebenenfalls Merzungen – bei einem erneuten Ausbruch einer BTV-Infektion den wirtschaftlichen Aufwendungen für die Impfung gegenüberzustellen. Wobei auch die Gesamtsituation in Betracht gezogen werden sollten, da ungeimpfte Tiere ein Erregerreservoir bilden, das die Ausbreitung des Erregers auch auf andere Tierspezies (Haus- und Wildwiederkäuer) erleichtert. Nicht nur bei den Kühen, sondern insbesondere bei Färsen sollten in jedem Fall Maßnahmen zur Vermeidung von BTV-Infektionen durchgeführt werden.

In schafhaltenden Betrieben hat aufgrund der im Rahmen dieses Forschungsprojektes beispielhaft quantifizierten Leistungseinbußen (in Form von Lämmerverlusten und erforderlichen Bestandsremontierungen) in Folge einer BTV-Infektion die Impfung auch weiterhin eine hohe Bedeutung.

6 Literaturverzeichnis

- ADR (Arbeitsgemeinschaft Deutscher Rinderzüchter) (2006):
 ADR-Empfehlung 8.2 – Anforderungen an Zuchtbullen für den Einsatz in der künstlichen Besamung und für Deckbullen.
 In: ADR-Handbuch – Empfehlungen und Richtlinien, 2008.
 Arbeitsgemeinschaft Deutscher Rinderzüchter e.V., Bonn, Germany.
- Barratboyes SM & MacLachlan NJ (1994):
 Dynamics of viral spread in bluetongue virus infected calves.
 Veterinary Microbiology 40, 361-371.
- BMELV (2010):
 Allgemeines zur Blauzungenkrankheit und zur Impfung.
 URL: http://www.bmelv.de/cln_163/SharedDocs/Standardartikel/Landwirtschaft/Tier-/Tiergesundheit/Blauzungenkrankheit/Blauzungenkrankheit.html.
 [Stand: 12.07.2010].
- Bowen RA, Howard TH (1984):
 Transmission of bluetongue virus by intrauterine inoculation or insemination of virus-containing bovine semen.
 Am J Vet Res, 45: 1386-1388.
- Elbers ARW, Backx A, Me´ Roc E, Gerbie G, Staubach C, Hendrickx G, van der Spek AN, Mintiens K (2008 a):
 Field observations during the bluetongue serotype 8 epidemic in 2006. I. Detection of first outbreaks and clinical signs in sheep and cattle in Belgium, France and the Netherlands.
 Prev Vet Med, 87: 2130.
- Elbers ARW, Backx A, Mintiens K, Gerbier G, Staubach C, Hendrickx G, van der Spek AN (2008 b):
 Field observations during the bluetongue serotype 8 epidemic in 2006. II. Morbidity and mortality rate, case fatality and clinical recovery in sheep and cattle in the Netherlands.
 Prev Vet Med, 87: 31-40.
- Elbers ARW; van der Spek AN, van Rijn PA (2009):
 Epidemiologic characteristics of bluetongue virus serotype 8 laboratory-confirmed outbreaks in The Netherlands in 2007 and a comparison with the situation in 2006.
 Prev Vet Med, 92: 1-8.
- Enserink M (2006):
 Emerging infectious diseases. During a hot summer, bluetongue virus invades northern Europe.
 Science, 313: 1218-1219.

- FLI (Friedrich-Loeffler-Institut, Bundesforschungsinstitut für Tiergesundheit) (2010a):
 Blauzungenkrankheit in Deutschland
 URL: http://www.fli.bund.de/no_cache/de/startseite/aktuelles-presse-/aktuelles-tierseuchengeschehen/blauzungenkrankheit.html
 [Stand: 28.7.2010]
- FLI (Friedrich-Loeffler-Institut, Bundesforschungsinstitut für Tiergesundheit) (2010b)
 Qualitative Risikobewertung zur Aufhebung der Impfpflicht gegen die
 Blauzungenkrankheit, Serotyp 8, im Jahr 2010
 URL: http://www.fli.bund.de/fileadmin/dam_uploads/tierseuchen-/Risikobewertung_Impfung_BTV-8_091007.pdf
 [Stand: Oktober 2009]
- Fuerst-Waltl B, Schwarzenbacher H, Perner C, Sölkner J (2006):
 Effects of age and environmental factors on semen production and semen quality of
 Austrian simmental bulls.
 Anim Reprod Sci, 95: 27-37.
- Gethmann J, Probst C, Conraths F (2010):
 Finanzielle Auswirkungen der Blauzungenkrankheit in Deutschland
 Internationale DLG-Fachtagung „Globalisierung und Epidemiologie – Neue
 Herausforderung & neue Lösungen“, 1.-3.9.2010, Leipzig, Deutschland
- Heimberg P, Adam F, Holsteg M (2008):
 Blauzungenerkrankung bei Rind, Schaf und Ziege – Klinik, Schäden Verluste.
 Landwirtschaftskammer NRW, Tiergesundheitsdienst
<http://www.landwirtschaftskammer.de/landwirtschaft/tiergesundheit/pdf/2008-11-10-blauzungenkrankheit.pdf>
 [Stand: 16.08.2010]
- Kirschvink N, Raes M, Saegermann C (2009):
 Impact of a natural bluetongue serotyp 8 infection on semen quality of Belgian rams in
 2007.
 The Vet J, Suppl. 2, 182: 244-251.
- Kupferschmied H (1993):
 Künstliche Besamung beim Rind.
 Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart.
- Lefèvre PC, Mellor PS (2007):
 Bluetongue.
 In: Infectious and parasitic disease of livestock, Lavoisier, Provigny, France
- MacLachlan NJ (1994):
 The pathogenesis and immunology of bluetongue virus infection of ruminants.
 Comparative immunology, microbiology and infectious.
 Diseases, 17: 197-206.

- MacLachlan NJ, Drew CP, Darpel KE, Worwa G (2009):
The pathology and pathogenesis of bluetongue.
J Comp Pathol, 141: 1-6.
- Mathevon M, Buhr MM, Dekkers JCM (1998):
Environmental, management, and genetic factors affecting semen production in Holstein bulls.
J Dairy Sci, 81: 3321-3330.
- Meiswinkel R (2006):
The Culicoides vector of bluetongue disease in Limburg, The Netherlands.
Int Soc Infect Dis, Available at: [www-promedmail.org](http://www.promedmail.org).
- Müller U, Kemmerling K, Straet D, Janowitz U, Sauerwein H (2010):
Effects of bluetongue virus infection on sperm quality in test-bulls: a preliminary report.
The Vet J, doi: 10.1016/j.tvjl.2009.09.017
- Osburn BI (1994):
The impact of bluetongue virus on reproduction.
Comp Immunol Micr Infect Dis, 17: 189-196.
- Saegerman C, Hubaux M, Urbain B, Lengele L, Berkvens D (2007):
Regulatory issues surrounding the temporary authorisation of animal vaccination in emergency situations: the example of bluetongue in Europe.
Rev Sci et Tech (Int Off of Epizoot), 26: 395-413.
- Saegerman C, Bolkaerts B, Baricalla C, Raes M, Wiggers L; de Leeuw L, Vandebussche F, Zimmer JY, Haubruge E, Cassart D, de Clercq K, Kirschvink N (2009):
The impact of naturally-occurring, trans-placental bluetongue virus serotype-8 infection on reproductive performance in sheep.
The Vet J, doi:10.1016/j.tvjl.2009.11.012
- Singer RS, MacLachlan NJ, Carpenter TE (2001):
Maximal predicted duration of viremia in bluetongue virus-infected cattle
J Vet Diagn Invest 13: 43-49.
- Takamatsu H, Mellor PS, Mertens PPC, Kirkham PA, Burroughs JN, Parkhouse RME (2003):
A possible overwintering mechanism for bluetongue virus in the absence of the insect vector.
J. Gen. Virol. 84, 227–235.
- Toussaint JF, Sailleau C, Breard E, Zientara S, de Clercq K (2007):
Bluetongue virus detection by two real-time RT-qPCRs targeting two different genomic segments. J Virol Methods, 140: 115-123.
- Vellema P (2008):
Bluetongue in sheep: Question marks on bluetongue virus serotype 8 in Europe.
Small Rum Res 76: 141-148.

Velthuis AG, Saatkamp HW, Mourits MC, de Koeijer AA, Erbers AR (2010):
Financial consequences of the Dutch bluetongue serotype 8 epidemics of 2006 and 2007.
Prev Vet Med, 93: 294-304.

Wäckerlin R, Eschbaumer M, König P, Hoffmann B, Beer M (2010):
Evaluation of humoral response and protective efficacy of three inactivated vaccines
against bluetongue virus serotype 8 one year after vaccination of sheep and cattle.
Vaccine 28: 4348-4355.

7 Liste über Veröffentlichungen

Müller U., Kemmerling K., Straet D., Janowitz U. & Sauerwein H. (2010):
Effects of bluetongue virus infection on sperm quality in test-bulls: a preliminary report.
The Veterinary Journal, doi: 0.1016/j.tvjl.2009.09.017

8 Liste über Posterpräsentationen

Kemmerling K, Straet D, Müller U, Janowitz U & Sauerwein H (2009):
Effects of bluetongue virus infection on sperm quality in German test bulls.
Journal of Dairy Science, 92, E-Suppl. 1/Journal of Animal Science, 87, E-Suppl. 2: (Abstr.
M21)

Kemmerling K, Straet D, Müller U, Janowitz U & Sauerwein H (2009):
Semen quality of bluetongue virus infected and non-infected test bulls in Germany.
Proceedings of the XIV ISAH Congress 2009, International society for Animal Hygiene 20.-
24.07.2009, Vechta, Volume 1, 183-184

9 Kurzfassung

Ziele des vorliegenden Forschungsvorhabens waren zum einen die Quantifizierung der Produktionseinbußen in Beispielbetrieben: eine Besamungsstation, vier Milchviehbetriebe und vier Schafbetriebe. Zum anderen erfolgte das Monitoring der serologischen Veränderungen im Zusammenhang mit den 2008 und 2009 erfolgten BTV-8-Impfungen. Das Gesamtprojekt gliederte sich in die Teilprojekte:

- III) Blauzungeninfektionen bei nicht-geimpften Bullen: Einfluss auf die Spermaqualität und
- IV) Blauzungeninfektionen bei Milchkühen und Schafen: Einfluss auf die Leistungs- und Gesundheitsdaten

Teilprojekt I

Die Spermaqualitätsparameter von sechs BTV-8-infizierten Bullen der RUW e.G. Münster wurden in dem Zeitraum von September 2007 bis Oktober 2008 mit den Daten von 31 nicht-infizierten Bullen verglichen. Es konnte statistisch abgesichert werden, dass die BTV-Infektion nachteiligen Einfluss auf den Standardspermaqualitätsparameter Motilität nach dem Tiefgefrieren hatte. Auch bei den Spermaqualitätsparametern Motilität vor dem Tiefgefrieren sowie der Anteil morphologisch veränderter Spermien vor und nach dem Tiefgefrieren wurde eine deutliche Beeinträchtigung sichtbar. Aufgrund nicht vorhandener Vergleichsdaten konnten diese nicht statistisch bearbeitet werden. Die Spermaqualitätsparameter waren auch über den Zeitraum des BTV-positiven PCR-Nachweises beeinträchtigt. Gegen Ende des Beobachtungszeitraumes trat eine Erholung der Fruchtbarkeitsparameter ein.

Laut unserer Untersuchungen bestehen somit, neben dem Ansteckungspotential durch Sperma von BTV-infizierten Bullen, zeitweilig nachteilige Folgen für die männliche Fruchtbarkeit bei Rindern.

Teil II:

In den vier milchviehhaltenden Betrieben wurden von 24 bis 57 Kühen pro Betrieb Blut aus der Schwanzvene entnommen sowie von 31 bis 50 Schafen pro schafhaltendem Betrieb. Die erste Blutprobe wurde Anfang 2008 vor der ersten BTV-8-Impfung gezogen, die zweite Probe Ende 2008, die dritte Anfang 2009 vor der zweiten Impfung und die vierte Ende 2009. In den Blutproben wurde der BTV-Antikörpertiter quantitativ bestimmt.

Das Monitoring der BTV-Antikörpertiter hat sowohl in den milchviehhaltenden als auch in den schafhaltenden Beispielbetrieben ergeben, dass zwar der Verlauf des Titers innerhalb des Beobachtungszeitraumes betriebsindividuell ist (in Abhängigkeit von dem Zeitpunkt der Infektion der Herde), aber der Einfluss der ersten Impfung 2008 signifikant war, der Einfluss

der zweiten Impfung 2009 hingegen nicht. Anfang 2009 (vor der zweiten Impfung) hatten 139 von 142 Milchkühen einen positiven Antikörpertiter sowie 148 von 156 Schafen.

Bei der Betrachtung der Leistungsdaten zeigte sich bei den beprobten Tieren in den vier milchviehhaltenden Beispielbetrieben eine zeitweilige Stagnation der Milchleistung durch die BTV-Infektion. Auf Betriebsebene wurde die Milchleistung zeitweise negativ in Abhängigkeit von der Remontierung, bedingt durch den relativ größeren Anteil von Färsen in der Herde, beeinflusst. Bei den Fruchtbarkeitskenngrößen war ein deutlicher Einfluss der BTV-Infektion auf den Besamungsindex (BSI) bei Färsen zu erkennen, nicht aber bei mehrkalbigen Kühen. Demnach scheinen Färsen in Hinblick auf ihre Reproduktionsleistung empfindlicher auf BTV-Infektionen zu reagieren als Kühe. Bezüglich des Einflusses einer BTV-Infektion auf den Zellgehalt der Milch (als einem der Eutergesundheitsparameter) zeigen die eigenen Daten keinen offensichtlichen Zusammenhang. Die im Rahmen der Betriebszweigauswertung ermittelten Tierarztkosten pro kg Milch zeigen eine deutliche Steigerung in den Jahren 2006/2007 sowie 2007/2008, die auf die BTV-Infektion in diesem Zeitraum zurückgeführt wird. Die Erkrankungs-/Behandlungsdaten aus den Bestandsbüchern ab Januar 2007 zeigen keinen Unterschied vor und nach der ersten (bzw. zweiten) BTV-Impfung.

In den vier schafhaltenden Beispielbetrieben zeigten sich – entsprechend der Angaben in der Literatur über die Ausprägung einer BTV-Infektion bei Schafen - weitaus deutlichere Auswirkungen auf die Leistungsdaten der Schafe: geringere Anzahl Ablammungen (durchschnittlich -22,5 %), geringere Anzahl geborener Lämmer (durchschnittlich -18,0 %), höhere Anzahl verendeter Lämmer (durchschnittlich 13,25 %), geringere Anzahl aufgezogener Lämmer (durchschnittlich -18,7 %) sowie steigende Remontierungsrates (durchschnittlich 13,0 %).

Bezugnehmend auf die in dem Kapitel „Zielsetzung“ aufgestellten Arbeitshypothesen machte das vorliegende Forschungsvorhaben deutlich, dass

- c) Leistungs- und Qualitätseinbußen aufgrund einer BTV-8-Infektion in Abhängigkeit von der Tierart und dem Geschlecht zu quantifizieren sind. Des Weiteren ist festzuhalten, dass Erholungen von Leistungs- und Qualitätsparameterneinbußen möglich sind.
- d) Die Wirksamkeit der BTV-8-Impfung konnte anhand der Beispielbetriebe bestätigt werden.

