

Arbeitspaket 2: Optimierung des Nutzkälberangebots

2a: Einsatz von gesextem Sperma

1 Einleitung

1.1 Zielsetzung

Ein Ziel von Arbeitspaket 2a besteht darin, die Entwicklung des Einsatzes von gesextem Sperma in Milchviehbetrieben in Rheinland-Pfalz zu beleuchten. Diese Entwicklung soll anhand von Zahlen der Rinder-Union West eG näher beschrieben werden, um das Potential im Hinblick auf die Reduktion der überschüssigen männlichen Kälber zu bewerten. Als spezifische Zielsetzung werden Hindernisse zur Umsetzung dieser Innovation in Milchviehbetrieben ermittelt und Anreize dieser Innovation herausgearbeitet. Ziel dieses Arbeitspaketes ist es, die Verlängerung der Zwischenkalbezeit und den Einsatz von gesextem Sperma als Einflussmöglichkeiten auf die Anzahl geborener männlicher Milchviehkälber zu untersuchen, sowie Vor- und Nachteile dieser Verfahren aufzuzeigen. Das Thema Verlängerung der Zwischenkalbezeit wird in im Kapitel 2b verfolgt.

2 Vorgehensweise

Im Rahmen des Projekts, schrieb Frau Maren Kopp Ihre Bachelorarbeit über das Thema „Verlängerung der Zwischenkalbezeit und Einsatz von gesextem Sperma zur Verringerung der Anzahl geborener männlicher Milchviehkälber“. Daher werden im folgenden Bericht auch Teil Ihrer Abschlussarbeit aufgegriffen.

2.1 Literaturüberblick

Der erste Schritt von Arbeitspaket 2 bestand darin, sich einen Überblick in der Literatur zu den Themen gesextes Sperma in Milchviehbetrieben und der Verlängerung der Zwischenkalbezeit in Milchviehherden zu verschaffen. Mit Hilfe einer wissenschaftlichen Suchmaschine wurden anhand von Schlagwörtern entsprechende Literaturquellen herausgesucht.

2.1.1 Wissenschaftliche Literatur

Die Recherche nach wissenschaftlicher Literatur basierte auf zwei Ansätzen:

- 👉 auf einer bibliographischen Suche anhand von Schlüsselwörtern
- 👉 anhand von Literaturangaben in wissenschaftlichen Fachartikeln

2.1.2 Graue Literatur

Die Graue Literatur bezieht sich auf Fachmagazine, Berichte auf Websites usw. Die Internetsuche basierte hier ebenfalls auf Schlüsselwörtern, während Fachzeitschriften in Druckansicht manuell gesichtet wurden.

- 👉 Fachpresse
- 👉 Magazine
- 👉 Website

Die Literaturrecherche wurde beendet als in der Literatur keine neuen Kenntnisse mehr gefunden wurden.

3 Definition Gesextes Sperma

Im Verfahren des Spermasexing werden männliche und weibliche Spermien mit Hilfe der Durchflusszytometrie voneinander getrennt. Im Ergebnis werden 90 % der Kälber (Dr. Anacker et al. 2008) tatsächlich auch weiblich geboren. Das bedeutet im Praxisbeispiel, dass von zehn Kälbern neun Kuhkälber und ein Bullenkalb geboren werden würden. Eine hundertprozentige Garantie kann hierbei nicht gegeben werden. Gleiches gilt für den Einsatz von männlich gesextem Sperma (BVN). In der Tierzucht wurde lange auf dieses Verfahren hingearbeitet, um gezielt männliche oder weibliche Kälber zu produzieren.

4 Entwicklung des Einsatzes von gesextem Sperma in Milchviehbetrieben in Rheinland-Pfalz

4.1 Gesamtbesamungen in Rheinland-Pfalz

Abbildung 1 zeigt den Verlauf der Gesamtbesamungen in Rheinland-Pfalz in den Geschäftsjahren 2018/19 bis 2022/2023. Die Entwicklung macht deutlich, dass die Anzahl der Besamung jährlich abnehmen. Die aufgeführten Gesamtbesamungen beinhalten sowohl die Besamungen mit Milchviehrassen, als auch die Besamungen mit Fleischrassen. Von 150.288 Besamungen im Geschäftsjahr 2018/2019 reduzierte sich die Anzahl der Besamungen auf 126.274 Besamung im Geschäftsjahr 2022/2023. Dieser Abwärtstrend ist auch durch die stetig abnehmende Anzahl an Milchviehbetrieben und die abnehmende Kuhzahl in Rheinland-Pfalz zu erklären. Auffällig in Abbildung 1 ist, dass der Einsatz von gesextem Sperma in den ersten beiden Geschäftsjahren bei ca. 5 % an den Gesamtbesamungen liegt. Ab dem Geschäftsjahr 2020/2021 nimmt der Anteil stetig zu, bis dass er im Geschäftsjahr 2022/2023 sich verdoppelt und über 10 % der Gesamtbesamungen ausmacht. Dieser Aufwärtstrend ist auch auf die sehr niedrigen Kälberpreise für Bullenkälber aus der Milchviehhaltung in den Jahren 2019/2020 zurückzuführen.

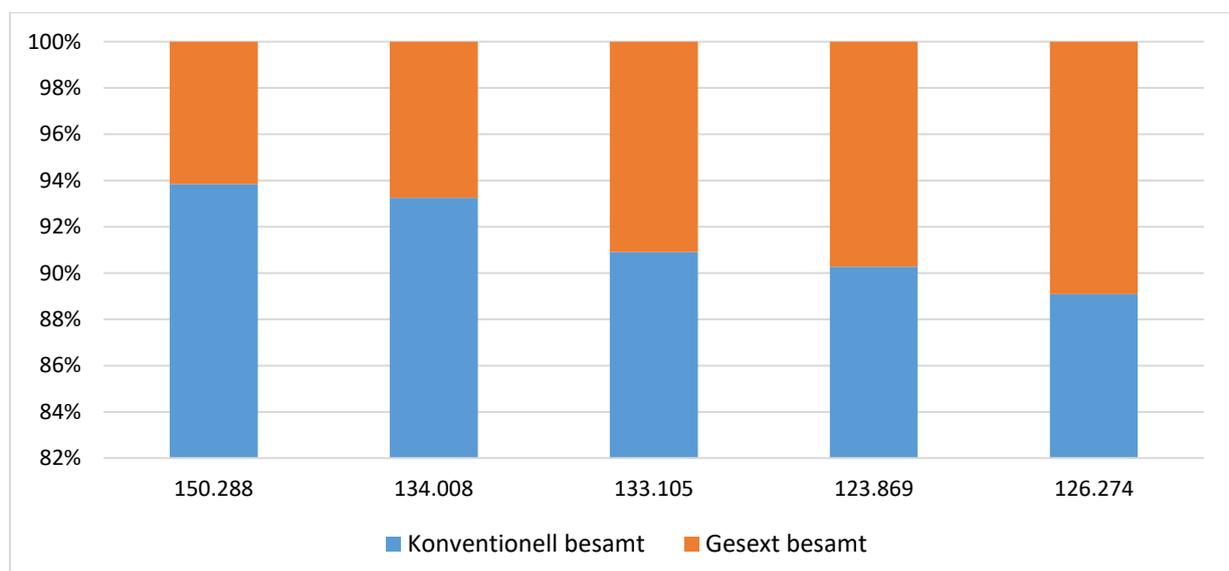


Abbildung 1: Verlauf der Gesamtbesamungen unterschieden nach konventionellem und gesextem Sperma in den Geschäftsjahren 18/19 bis 22/23 (verändert nach Rinder- Union West eG)

Abbildung 2 verdeutlicht in diesem Zusammenhang die unterdurchschnittlichen Preise für Bullenkälber im Alter ab dem 14. Lebenstag in Euro/Kalb. Am Tiefpunkt lagen hier in den Jahren 2020/2021 die Kälberpreise bei unter 30 €/ Bullenkalb. Dies hat dann den Aufschwung im Einsatz des gesexten Spermas in Milchviehbetrieben, wie in Abbildung 1 dargestellt, bewirkt. Der Landwirt wirtschaftete mit dem Verkauf der Bullenkälber ein Defizit ein und entschied sich aus ökonomischer Sicht mehr gesetztes Sperma einzusetzen und weniger Bullenkälber aus Milchviehbetrieben zu erzeugen.

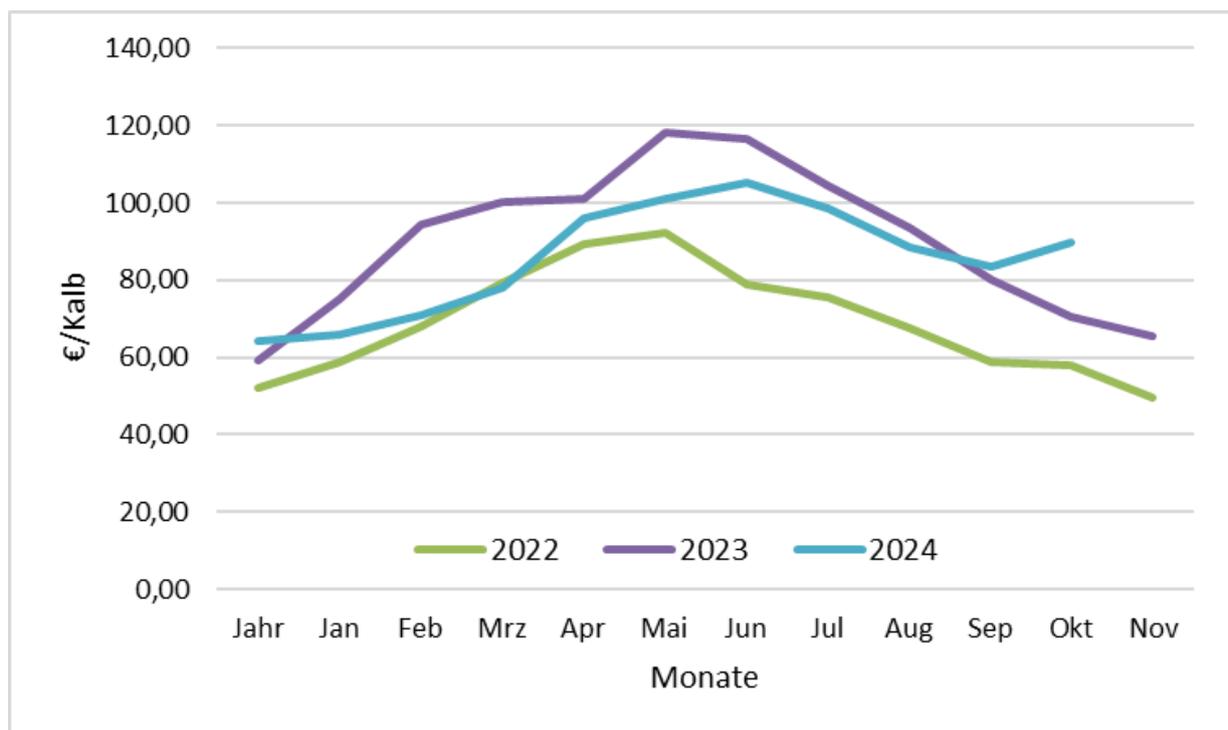


Abbildung 2: Preise für Holstein Bullenkälber im Alter ab 14. Lebenstag in Euro/Stück für die Jahre 2022 bis 2024 (Agrarmarktinformationsgesellschaft, 2024)

Abbildung 3 stellt den Anteil von Milch- und Fleischrassesperma von den Gesamtbesamungen für die bereits genannten Geschäftsjahre dar. Wie in Abbildung 1 erklärt, sind die Gesamtbesamungen in den letzten 5 Geschäftsjahren gesunken. Dabei ist in Abbildung 3 zu erkennen, dass dies nicht auf den Einsatz von Fleischrassesperma zurückzuführen ist. Die absoluten Zahlen sind in diesem Bereich nahezu gleich geblieben mit einem tendenziellen Anstieg. Der Einsatz von Milchrassesperma ist hingegen jedes Jahr weiter gesunken und betrug im Geschäftsjahr 2022/2023 noch 93.294 Besamungen mit Milchrassesperma. Dies ist zum einen auf den Rückgang der Kuhzahlen in Rheinland-Pfalz, aber auch durch den höheren Einsatz von Fleischrassesperma und den gezielteren Einsatz von Milchrassesperma zurückzuführen. Wie bereits in Abbildung 3 dargestellt, hat der Anteil an absolut eingesetzten Fleischrassesperma die letzten Jahre tendenziell zugenommen. Beef on Dairy nennt sich dieser Trend. Ziel ist es, in Milchviehherden mit Fleischrassesperma zu arbeiten. Die Kreuzungskälber sollen mastfähige, frohwüchsige Kälber mit einer guten Fleischleistung sein. Das Ganze in

Kombination mit einer leichten Kalbung soll die Fleischrasse ideal für den Einsatz in Milchviehherden geeignet sein.

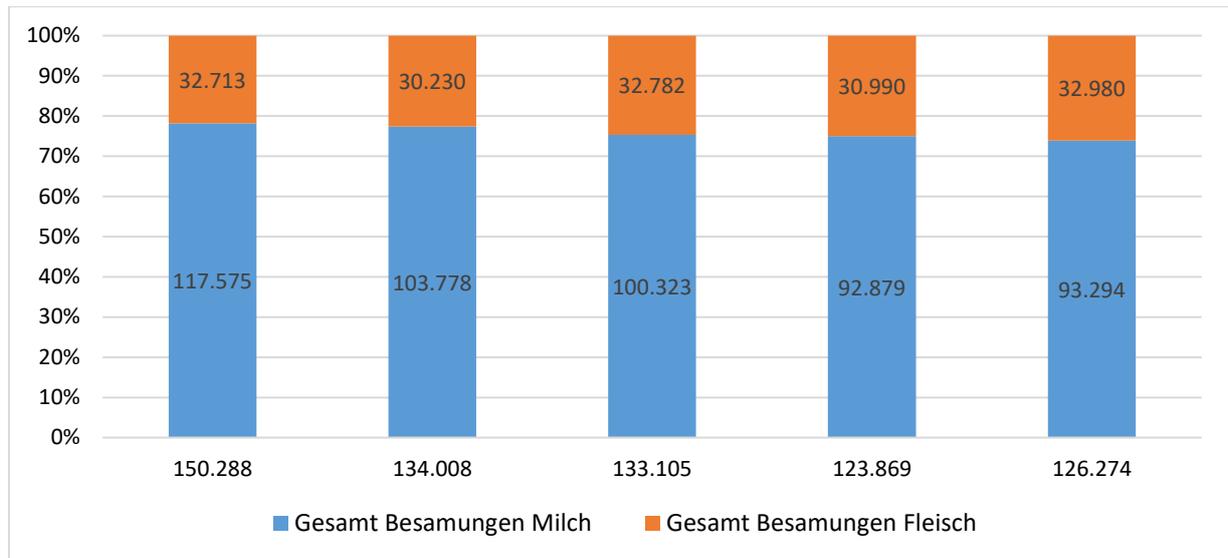


Abbildung 3: Gesamtbesamungen in Milchviehbetrieben in Rheinland-Pfalz differenziert nach dem Einsatz von Milch- und Fleischrassesperma für die Geschäftsjahre 2019/2020 bis 2022/2023 (modifiziert nach Rinder-Union West eG)

Abbildung 4 zeigt die Anzahl der Besamungen, sortiert nach den verschiedenen Fleischrassen. Unmittelbar fällt hier auf, dass die Milchviehbetriebe in Rheinland-Pfalz unter den Fleischrassen stark auf den Einsatz von Weiß-Blaue-Belgier (WBB) oder British Blue (BB) zurückgreifen. Vorteilhaft beim Einsatz dieser Rassen, sind die sehr mastfähigen Kälber, was ist ein großer betriebswirtschaftlicher Vorteil für den Milchviehbetrieb darstellt. Dennoch ist auch bei dieser Rasse in den letzten beiden Geschäftsjahren ein tendenzieller Rückgang zu erkennen. Dieser Anteil hat sich auf die Rassen Angus und INRA 95 verteilt. Die Rasse Angus erhält immer mehr Beliebtheit, da das Sperma oft sehr gut befruchtet und die Kalbungen sehr leicht verlaufen. Dies ist den Landwirten zunehmend wichtiger geworden. Der Einsatz von Weiß-Blauen-Belgier führt noch vermehrt zu Schweregeburten, da die Kälber bereits sehr hohe Geburtsgewichte und eine gewisse Breite mit sich bringen.

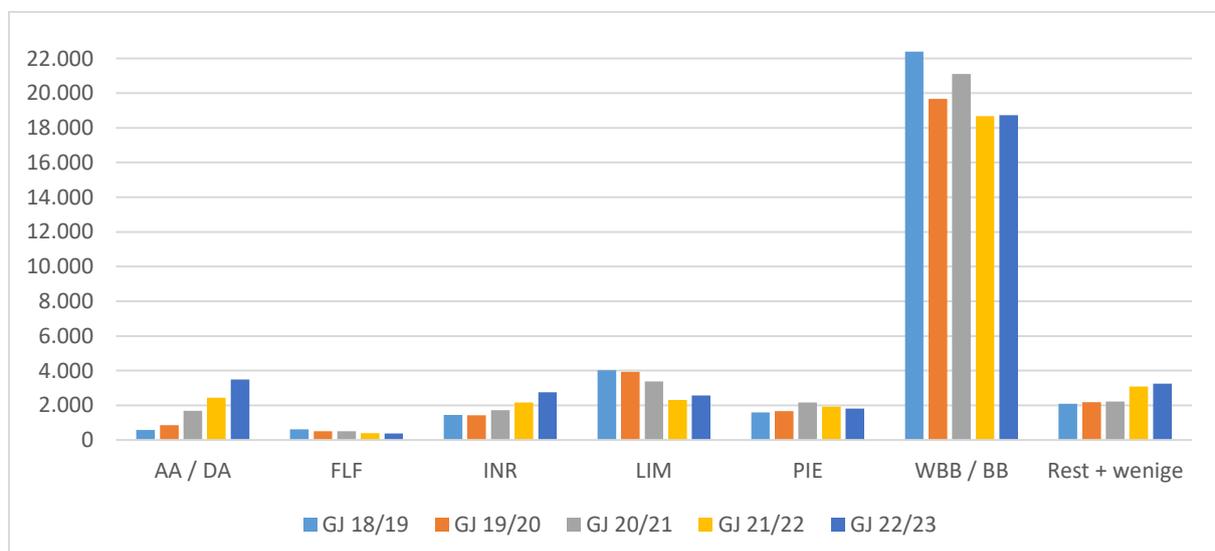


Abbildung 4: Anzahl Besamungen nach Rasse, AA/DA: (Aberdeen) Angus, BA: Blonde Aquitaine, BV: Braunvieh, CHA: Charolais, FLF: Fleckvieh Fleisch, FV: Fleckvieh, GR: Glanrind, GV/GVF: Gelbvieh (Fleisch), INR: Inra95, Jer: Jersey, Lim: Limousin, MON: Montbeliard, PIE: Piemontese, RBT: Holstein Rotbunt, RVA: Angler, SBT: Holstein sbt, WBB/BB: Weißblauer Belgier/Britsch Bleu, WY: Wagyu, Rest: Sonstige Rassen (modifiziert nach Rinder-Union West eG)

4.2.1 Entwicklung des Einsatzes von gesextem Sperma in Milchviehbetrieben in Rheinland-Pfalz

Abbildung 5 stellt die Entwicklung des Einsatzes von gesextem Sperma in Milchviehbetrieben in Rheinland-Pfalz dar. Die Daten wurden vom Zuchtverband Rinder-Union West eG für die Auswertung zur Verfügung gestellt. In orange ist der Einsatz von gesextem Fleischrassesperma dargestellt. In blau ist der Einsatz von gesextem Milchrassesperma aufgeführt. In grau ist der anteilige Einsatz von gesextem Sperma der Rasse Holstein schwarzbunt gezeigt. Auf der y-Achse und die Geschäftsjahre auf der x-Achse dargestellt. Es ist deutlich zu erkennen, dass ein steigender Trend im Einsatz des gesexten Spermas zu erkennen ist. Gerade ab dem Geschäftsjahr 19/20 ist ein deutlicher Anstieg zu verzeichnen. In diesem Jahr waren die Preise für männliche Nutzkälber extrem niedrig, sodass die Betriebe vermehrt gesextem Sperma eingesetzt haben, um weniger männliche Kälber zu erzeugen. Dieser Aufwärtstrend ist in den Folgejahre etwas abgeflacht, aber weiterhin zunehmend. Auffällig ist auch, dass die Rasse Holstein schwarzbunt einen Großteil der eingesetzten Portionen von den Gesamtportionen ausmacht. Diese Rasse allein macht fast in jedem gezeigten Jahr etwa 70 % des verwendeten gesexten Spermas im Milchrassbereich aus. Der Einsatz von gesextem Fleischrassesperma ist deutlich niedriger. Dennoch ist auch hier ein kontinuierlicher Anstieg im Einsatz des gesexten Fleischrassespermas zu erkennen.

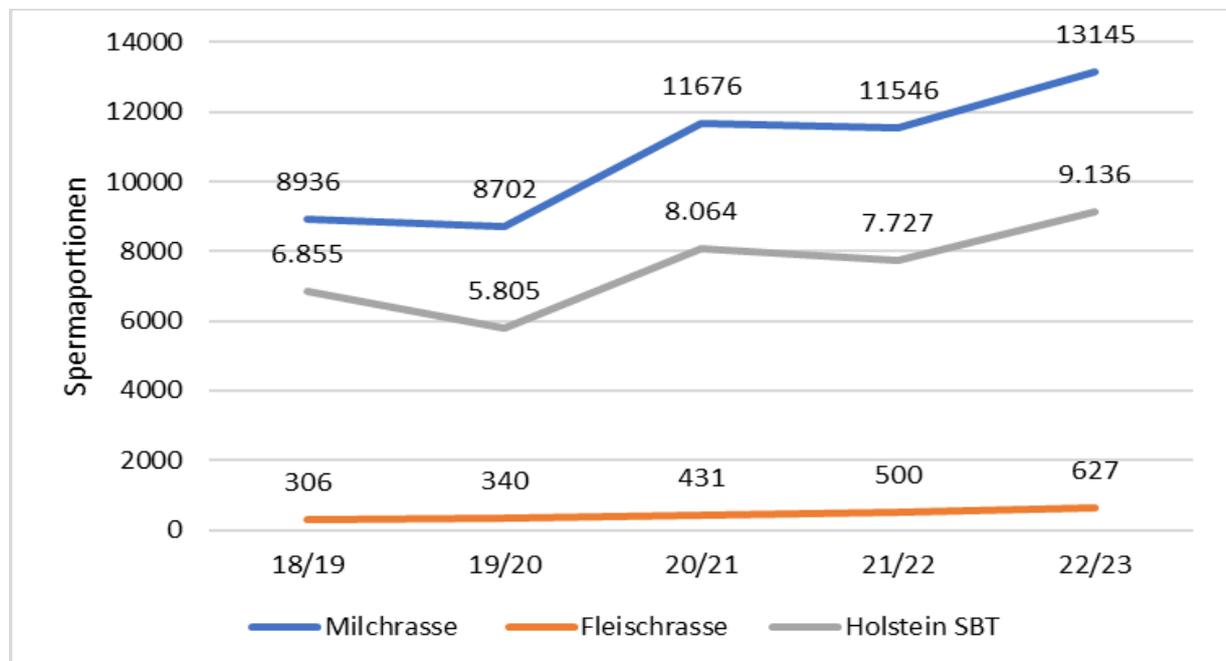


Abbildung 5: Entwicklung des Einsatzes von gesextem Sperma in Rheinland-Pfalz für die Geschäftsjahre 18/19 – 22/23 (modifiziert nach Rinder-Union West eG)

Allein vom Geschäftsjahr 18/19 bis zum Geschäftsjahr 22/23 hat sich dieser Einsatz verdoppelt, sodass auch hier ein Aufwärtstrend zu erkennen ist. Prozentual macht der Einsatz

von gesextem Fleischrassesperma von den Gesamtportionen nicht einmal 10 % aus. Bei gesextem Fleischrassesperma ist davon auszugehen, dass es sich um männlich gesextes Sperma handelt, um bei den Kreuzungskälbern ein männliches Kalb zu erzeugen, welches tendenziell besser für die Mast geeignet ist. Im Milchrassebereich hingegen wird hauptsächlich weiblich gesextes Sperma eingesetzt, um ein weibliches Nachzuchtkalb zu erzeugen.

5 Vor- und Nachteile des Einsatzes von gesextem Sperma

5.1 Vorteile

Bewertet man den Einsatz von gesextem weiblichem Sperma in Milchviehbetrieben, wird als erster Grund oft genannt, dass man dadurch weniger unerwünschte Bullenkälber erzeugt (Anacker et al. 2008). Die Anzahl männlicher MVK kann dadurch verringert werden und das bestehende Überangebot reduzieren (Holden und Butler, 2018; Institut für Fortpflanzung landwirtschaftlicher Nutztiere Schönnow e.V., 2023). Diese Erwartung haben Betriebsleiter an den Einsatz von gesextem Sperma. Mit einer Wahrscheinlichkeit von etwa 90 % kann das Geschlecht des Kalbes vorhergesagt werden (Moore und Hasler, 2017; Naniwa et al., 2019; Seidel Jr. und DeJarnette, 2022; Zuidema et al., 2021). So können mehr Kuhkälber für die eigene Remontierung produziert werden. Außerdem kann die Herdengröße und der Milchertrag gesteigert werden (Butler et al., 2014; Naniwa et al., 2019), da der Herdenmanager eine größere Auswahl hat und die besten Tiere für seine Herde selektieren kann. Die anderen Kühe deren Kälber nicht zur Remontierung gebraucht werden, können mit Fleischrassesperma belegt werden und damit ein höheres Einkommen durch den Verkauf dieser Kälber erzielen (Butler et al., 2014; Seidel Jr. und DeJarnette, 2022; Wellmann et al., 2024). Männlich gesextes Sperma kann in diesem Zusammenhang eingesetzt werden, um männliche Kreuzungskälber zu bekommen, die noch mehr Fleisch ansetzen, als weibliche Kreuzungstiere. Allerdings ist es in diesem Fall eine ökonomische Frage, ob der Verkauf von männlichen Kreuzungskälbern tatsächlich den Mehraufwand des gesexten Spermas auffängt. In Irland ist der Preisunterschied zum Beispiel so gering, dass es sich nicht lohnt, männlich gesextes Sperma von Fleischrassen zu nutzen (Butler et al., 2014). Anacker et al. (2008) geben ebenfalls als Argument für den Einsatz von weiblich gesextem Sperma an, dass dadurch weniger Kälberverluste während der Geburt stattfinden. Dies ist darauf zurück zu führen, dass mehr weibliche Kälber geboren werden, welche tendenziell leichter sind, als Bullenkälber. Gerade für die Erstkalbinnen ist dann die Geburt leichter. Daraus folgt, dass die Färsen weniger Stress während der Kalbung haben und die Erkrankungsraten somit auch niedriger sind. Dadurch können somit auch entstehende Tierarztkosten eingespart werden, wodurch sich auch ein ökonomischer Vorteil für den Milchviehbetrieb ergibt (Anacker et al. 2008). Mit einer leichteren Kalbung und weniger Problemen während des Geburtsprozess steigen die Färsen auch besser in die Laktation ein und können ein höheres Leistungsniveau erreichen. Auch bedingt die leichtere Kalbung bessere Voraussetzungen für eine erneute Fruchtbarkeit (Anacker et al. 2008). Mit dem Einsatz von gesextem Sperma kann der Betrieb einen höheren Zuchtfortschritt erreichen, indem primär genetisch besonders interessante Kuhfamilien mit gesextem Sperma angepaart werden. Natürlich muss dies in Verbindung mit dem Einsatz

überdurchschnittlicher Vererber erfolgen (Anacker et al. 2008). Mit diesem Hintergrund können dann funktionale Merkmale schneller verbessert werden (Anacker et al. 2008). Zudem hat der Betrieb eine größere Kontrolle über die Genetik der Tiere und Erhöhung der Biosicherheit, (Holden und Butler, 2018; Seidel Jr. und DeJarnette, 2022), dadurch dass die Nachzucht vom eigenen Betrieb stammt.

5.2 Nachteile

Der offensichtlichste Nachteil des gesexten Spermas sind die deutlich höheren Kosten, im Gegensatz zu konventionellem Sperma (Butler et al., 2014). Wellmann et al. (2024) stellen fest, dass gesextes Sperma etwa 20 € je Spermaportion teurer ist als konventionelles Sperma (Wellmann et al., 2024). Einer der größten Risikofaktoren, ist die schlechtere Befruchtungsrate der Herde durch den Einsatz von gesextem Sperma, im Vergleich zu konventionellem Sperma. Der Einsatz von gesextem Sperma kann eine geringere Trächtigkeitsrate (Seidel Jr. und DeJarnette, 2022; Wellmann et al., 2024; Zuidema et al., 2021) und einen höheren Besamungsindex (Norman et al., 2010) zur Folge haben. Anders als das konventionelle Sperma, durchläuft das gesexte Sperma fast 30 Schritte während des gesamten Trennungsprozesses in welchem es stark behandelt wird. Das Sperma ist hohem Druck, Geschwindigkeit, Schubkraft und einer Hüllflüssigkeit ausgesetzt (Zuidema et al., 2021). Ein weiterer Nachteil ist die verhältnismäßig langsame Trennung der Spermien. Nur 100 bis 200 Millionen Spermien pro Stunde werden getrennt (Zuidema et al., 2021). Die zahlreichen Arbeitsschritte, die das Sperma durchläuft und die langsame Trennung führen zu einer geringeren Lebensspanne der Spermien sowie beschädigten Spermien (Zuidema, et al., 2021). Die haltbare Lagerung des gesexten Spermas ist dadurch ebenso schwierig (Zuidema, et al., 2021). Die Spermienportion ist bei gesextem Sperma wesentlich kleiner, als bei konventionellem Sperma. Während eine Portion gesextes Sperma etwa zwei Millionen Spermien enthält, befinden sich etwa 15 bis 20 Millionen in einer konventionellen Portion (Butler et al., 2014; Moore und Hasler, 2017). Die verhältnismäßig kleine Portion an Sperma und der Prozess der Trennung führen zu einer geringeren Fruchtbarkeit bei dem Einsatz von gesextem Sperma (Moore und Hasler, 2017). Das Angebot an Bullen mit gesextem Sperma ist verhältnismäßig gering im Vergleich zur konventionellen Auswahl. Die Erreichung eines hohen Zuchtfortschritts hängt demnach auch stark von den zur Verfügung stehenden Bullen ab. Da bei der Trennung des Spermas auch viel verschwendet wird, wird das Sperma genetisch wertvoller Bullen typischerweise nicht gesext vermarktet (Butler et al., 2014). Ein weiteres Risiko stellt eine zu frühe Besamung am Anfang der Laktation dar. Wie bereits ausführlich im Kapitel der ZKZ besprochen, befindet sich die Kuh in einer negativen Energiebilanz am Anfang der Laktation. Das teure Sperma sollte also erst eingesetzt werden, wenn die Chance die Kuh tragend zu bekommen gestiegen ist (Bittante et al., 2020). Bei Verwendung von gesextem Sperma sollte der Besamungstermin laut Wellmann et al. (2024) etwa zehn Tage früher sein, als bei konventionellem Sperma, um in der durchschnittlichen ZKZ zu bleiben. Da der Gebrauch von gesextem Sperma nur über künstlichen Befruchtung erfolgen kann, ist eine natürliche Besamung durch einen Bullen nicht möglich. Dies ist kein Risiko an sich, sollte allerdings berücksichtigt werden, wenn Landwirte Wert auf den Natursprung legen. Ein

weiteres Risiko besteht darin ein zu großes Angebot an weiblicher Nachzucht zu erzeugen und dadurch überflüssige Tiere zu schaffen, die den Preis für die weiblichen Nachzuchttiere verringern (Seidel Jr. und DeJarnette, 2022).

6 Umfrage gesextes Sperma

Im Rahmen des Projekts wurde eine Umfrage zu dem Einsatz von gesextem Sperma durchgeführt. Erstellt wurde diese von dem OG-Partner Hofgut Neumühle. Da die Auswertung der Umfrage ein eigener großer Teil ist, werden die Ergebnisse der Umfrage in einem separaten Bericht dargestellt. An der Umfrage selbst nahmen 94 Betriebe teil.

7 Schlussfolgerung

Nach reichlicher Recherche in den Bereichen Verlängerung der ZKZ und Einsatz von gesextem Sperma, kann die Fragestellung, ob diese Verfahren mögliche Lösungsansätze sind, für die Verringerung der männlichen MVK, kann mit Ja beantwortet werden. Die aufgestellte Hypothese, dass die Anzahl der männlichen MVK sich dadurch verringert, kann jedoch nicht vollends bestätigt werden. Es liegen Forschungsergebnisse zu der Verringerung der Anzahl männlicher Kälber durch den Einsatz von gesextem Sperma vor, allerdings nicht inwieweit sich die Anzahl durch eine verlängerte Zwischenkalbezeit verändert. Außerdem stellt sich heraus, dass es noch Forschungsarbeit bedarf gibt, um die Verfahren in der Praxis großflächig etablieren zu können. Nicht für jeden Betrieb sind die genannten Lösungsansätze allerdings umsetzbar oder rentabel. Ein Zusammenspiel vieler Faktoren, wie Milchleistung der Herde, vorhandene Stallkapazität, Verfügbarkeit von Deckbullen gesext und konventionell, Preise der eingesetzten Bullen, muss bei der Entscheidung zur Verlängerung der ZKZ, wie auch bei dem Einsatz von gesextem Sperma berücksichtigt werden. Beide Verfahren sind als eine gute Lösungsmöglichkeit für die Verringerung der männlichen MVK anzusehen. Um herauszufinden, inwieweit der Markt darauf reagiert und sich das Tierwohl der Kälber verbessert, sind weitere Forschungen in diesem Bereich notwendig.

Literaturverzeichnis

Agrarmarkt Informationsgesellschaft. (AMI). (2024). Service-Portal Forschung und Lehre – Schlacht- und Nutztvieh. Verfügbar unter <https://www.ami-informiert.de/ami-maerkte>. Zuletzt eingesehen am 24.06.2024

Anacker, Dr. G., Hubrich, J., Hofmann, A. (2008): Standpunkt zum Einsatz von gesextem Sperma in der Rinderzucht. Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft. 1. Auflage.

Bittante, G., Negrini, R., Bergamaschi, M., Cecchinato, A., Toledo-Alvarado, H. (2020). Pure-breeding with sexed semen and crossbreeding with semen of double-muscled sires to improve beef production from dairy herds: Factors affecting heifer and cow fertility and the sex ratio. *Journal of Dairy Science*. Vol. 103. No. 6. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17932>

Butler, S. T., Hutchinson, I. A., Cromie, A. R., Shalloo, L. (2014). Applications and cost benefits of sexed semen in pasture-based dairy production systems. *Animal*. Vol. 8. S. 165-172. <https://doi.org/10.1017/S1751731114000664>

Holden, S. A., Butler, S. T. (2018). Review: Applications and benefits of sexed semen in dairy and beef herds. *Animal*. Vol. 12. S. 97-103. <https://doi.org/10.1017/S1751731118000721>

Institut für Fortpflanzung landwirtschaftlicher Nutztiere Schönow e.V. (2023). Leitfaden für Milcherzeugerbetriebe zur Anwendung bestehender Tierzuchtmethoden und assoziierten Reproduktionstechnologien für eine langfristig nachhaltige Milcherzeugung. Verfügbar unter <https://www.ifn-schoenow.de/verzeichnis/visitenkarte.php?mandat=138821>. Zuletzt eingesehen am 24.06.2024

Landwirtschaftskammer Rheinland-Pfalz

Moore, S. G., Hasler, J. F. (2017). A 100-Year Review: Reproductive technologies in dairy science. *Journal of Dairy Science*. Vol. 100. No. 12. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13138>

Naniwa, Y., Sakamoto, Y., Toda, S., Uchiyama, K. (2019). Bovine sperm sex-selection technology in Japan. *Reproductive Medicine and Biology*. Vol. 18. S. 17-26. <https://doi.org/10.1002/rmb2.12235>

Norman, H. D., Hutchison, J. L., Miller, R. H. (2010). Use of sexed semen and its effect on conception rate, calf sex, dystocia, and stillbirth of Holsteins in the United States. *Journal of Dairy Science*. Vol. 93. No.8. <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2781>

Rinder-Union West. (2024). Daten zur Entwicklung des Einsatzes von gesextem Sperma aus den Geschäftsjahren 2018/2019 bis 2022/2023.

Seidel Jr., G. E., DeJarnette, J. M. (2022). Applications and world-wide use of sexed semen in cattle. *Animal Reproduction Science*. Vol. 246. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2021.106841>

Wellmann, R., Rolfes, A., Rensing, S., Bennewitz, J. (2024). Economic benefits of herd genotyping and using sexed semen for pure and beef-on-dairy breeding in dairy herds. *Journal of Dairy Science*. Vol. 107. No. 5. <https://doi.org/10.3168/jds.2023-23297>

Zuidema, D., Kerns, K., Sutovsky, P. (2021). An Exploration of Current and Perspective Semen Analysis and Sperm Selection for Livestock Artificial Insemination. *Animals*. Vol. 11. 3563. <https://doi.org/10.3390/ani11123563>