

Institut für Tierhaltung und Tierzucht der Universität Hohenheim
Fachgebiet Genetik und Züchtung landwirtschaftlicher Nutztiere
Prof. Dr. Jörn Bennewitz

Untersuchungen zu Einfachgebrauchskreuzungen beim Merinolandschaf

DISSERTATION

Zur Erlangung des Doktorgrades
Der Fakultät Agrarwissenschaften
der Universität Hohenheim

vorgelegt von

STEFANIE HENSELER

M. Sc. agr.
aus Langenau

Hohenheim 2013

Prüfungsvorsitzender: Prof. Dr. Dr. h. c. R. Mosenthin
1. Prüfer, Berichterstatter: Prof. Dr. J. Bennewitz
2. Prüfer, Mitberichterstatter: Prof. Dr. Dr. h. c. W. Bessei
3. Prüfer: Prof. Dr. L. Hölzle

Tag der mündlichen Prüfung: 31.01.2014

INHALTSVERZEICHNIS

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS.....	6
1 EINLEITUNG	7
2 LITERATURÜBERSICHT.....	9
2.1 Bedeutung der Schafe in Deutschland.....	9
2.2 Schafrassen in Baden-Württemberg	11
2.3 Mastleistung	14
2.3.1 Mastleistungsparameter	14
2.3.2 Einflussfaktoren.....	14
2.4 Schlachtleistung.....	16
2.4.1 Beschreibung des Schlachtkörpers und der Schlachtleistungsparameter	17
2.4.2 Einflussfaktoren auf die Schlachtleistung	18
2.5 Fleischqualität.....	20
2.5.1 Beschreibung des Fleischaufbaus und der Qualitätsparameter	21
2.5.2 Einflussfaktoren der Fleischqualität	24
2.6 Sensorik	26
2.6.1 Sensorische Untersuchung.....	27
2.6.2 Erfassung und Beschreibung der Sensorikparameter	27
2.6.3 Einflussfaktoren auf die Sensorik.....	28
3 MATERIAL UND METHODEN	30
3.1 Versuchsaufbau und Versuchsdurchführung.....	30
3.1.1 Die Tiere	30
3.1.2 Haltung und Fütterung.....	32
3.1.3 Schlachtung und Zerlegung.....	33
3.2 Datenerfassung und Berechnung der Merkmale	33

INHALTSVERZEICHNIS

3.2.1	Datenerfassung auf den Betrieben.....	33
3.2.2	Mastleistung	34
3.2.3	Erfassung der Schlachtleistung.....	35
3.2.4	Erfassung der Fleischqualität	37
3.3	Statistische Auswertungen.....	39
3.4	Sensorische Analyse	45
3.4.1	Tiermaterial	45
3.4.2	Panel und Durchführung.....	46
3.4.3	Statistische Analyse der Sensorik.....	47
3.5	Zusammenführen der Ergebnisse in einem Gesamtindex	49
4	ERGEBNISSE	51
4.1	Abstammungsnachweis	51
4.2	Mastleistung	52
4.2.1	Mastdauer	52
4.2.2	Abgangsgewicht und Schlachtkörpergewicht	53
4.2.3	Tägliche Zunahmen	54
4.2.4	Nettozunahmen.....	56
4.3	Schlachtleistung.....	57
4.3.1	Schlachtkörpergewicht	57
4.3.2	Ausschlachtung.....	58
4.3.3	Nierenfett	58
4.3.4	Schulterbreite 1 und 2.....	59
4.3.5	Rückenlänge	60
4.3.6	Fleischfläche der Koteletts	61
4.3.7	Keule.....	62
4.3.8	Klassifizierung.....	63
4.4	Fleischqualität.....	64
4.4.1	pH-Werte	64

INHALTSVERZEICHNIS

4.4.2	Leitfähigkeit.....	65
4.4.3	Tropfsaftverlust	67
4.4.4	Kochverlust.....	67
4.4.5	Farbparameter.....	69
4.4.6	Scherkraft.....	70
4.5	Sensorik	71
4.6	Korrelationen	75
4.7	Gesamtindex	75
5	DISKUSSION	78
5.1	Versuchsaufbau und Durchführung.....	78
5.2	Statistische Auswertungen.....	80
5.3	Ergebnisse.....	81
5.3.1	Mastleistung	81
5.3.2	Schlachtleistung.....	83
5.3.3	Fleischqualität.....	84
5.3.4	Sensorische Analysen	85
5.3.5	Korrelationen	86
5.3.6	Gesamtindex	87
5.4	Ausblick.....	88
6	SCHLUSSFOLGERUNGEN	90
7	ZUSAMMENFASSUNG	92
8	SUMMARY	94
9	LITERATURVERZEICHNIS.....	95
10	TABELLENVERZEICHNIS	103

INHALTSVERZEICHNIS

11	ANHANG	109
11.1	Versuchsdurchführung.....	109
11.1.1	Eingesetzte Böcke.....	109
11.1.2	Futterzusammensetzung	110
11.1.3	Rohmittelwerte der Mast- und der Schlachtleistung	112
11.1.4	Rohmittelwerte der Fleischqualität.....	120
11.1.5	Rohmittelwerte der Sensorik	127
11.1.6	Ergebnisse der Korrelationen	129
	DANKSAGUNG.....	131
	EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG	132
	LEBENS LAUF.....	133

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

a*	-	Rot-Grün-Farbwert
b*	-	Blau-Gelb-Farbwert
CH	-	Charollais x Merinolandschaf
FWW	-	Futtermittelverwertung
IE	-	internationale Einheiten
IDF	-	Ile de France x Merinolandschaf
LTZ	-	Lebensstagszunahme, von Geburt bis zum Mastende
LF	-	Leitfähigkeit
LfL	-	bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft
L*	-	Farbhelligkeit
ML	-	reines Merinolandschaf
MLR	-	Ministerium für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg
pH ₄₅	-	pH-Wert 1, 45 Min. p.m.
pH ₂₄	-	pH-Wert 2, 24 h p.m.
p.m.	-	post mortem = nach der Schlachtung
SE	-	Standardfehler
SK	-	Schwarzköpfiges Fleischschaf x Merinolandschaf
SU	-	Suffolk x Merinolandschaf
SNP	-	Single-Nucleotide-Polymorphism
TX	-	Texel x Merinolandschaf
ZWS	-	Zuchtwertschätzung

EINLEITUNG

1 EINLEITUNG

In Deutschland war in den letzten Jahren ein Rückgang der Schafhaltung durch erschwerte Rahmenbedingungen, wie Flächendruck, Strukturveränderungen und Konkurrenzdruck aus dem Ausland, zu beobachten. Im Jahre 2012 waren nur noch 1 630 100 Schafe registriert, die auf 10 400 Betrieben gehalten wurden (Statistisches Bundesamt 2012). Jedoch trägt die Schafhaltung einen enormen Teil zum Naturschutz und zur Landschaftspflege bei, da 15 % der Grünlandfläche an Schafhaltung gebunden sind und davon 80 % extensiv genutzt werden (MLR 2012). Neben den Einnahmen aus Landschaftspflege ist die zweite Haupteinnahmequelle der Verkauf von Schlachtlämmern (Strittmatter 2005). In Baden-Württemberg ist das Merinolandschaf, dessen Vorfahren spanische Merinoschafe und regionale Landrassen sind, die vorherrschende Schafrasse (Fischer 2003; von Korn 2001). Es ist ein mittelgroßes bis rahmiges Schaf, komplett weiß, sehr fruchtbar und weist gute mütterliche Eigenschaften auf (VDL 2005). Zudem ist es pferch- und marschfähig und dabei sehr robust bei einem asaisonalen Brunstzyklus (von Korn 2001). Aus diesem Grund soll die vermehrt auf Wollqualität gezüchtete Schafrasse mit fleischbetonten Rassen angepaart werden. Durch eine Einfachgebrauchskreuzung können Leistungseigenschaften verschiedener Rassen kombiniert werden. Zudem hat die Kreuzungszucht gegenüber der Reinzucht entscheidende Vorteile um komplementäre Rassenunterschiede und auch Heterosiseffekte zu nutzen (Nitter 2003).

Ziel dieser Studie war es festzustellen, welche Vatterasse sich am besten zur Anpaarung mit dem Merinolandschaf eignet. Hierzu wurden als Vatterassen Texel, Charollais, Schwarzköpfiges Fleischschaf, Ile de France, Suffolk und Merinolandschaf eingesetzt. Untersucht wurden verschiedenste Parameter zur Mastleistung, zur Schlachtleistung und zur Fleischqualität. Zusätzlich folgte eine sensorische Analyse bei der Koteletts der Kreuzungslämmer und Lammkoteletts neuseeländischer Herkunft verkostet wurden. Zudem wurde untersucht, wie die reinen Merinolandschafe und deren Kreuzungsnachkommen in den eben genannten Merkmalskomplexen abschnitten. Die Ergebnisse wurden unter Berücksichtigung der Futterverwertung von Schiller et al. (2013) in einem Gesamtindex eingeordnet.

Zu Beginn dieser Arbeit wird ein kurzer Überblick über die Schafhaltung in Deutschland und über die genutzten Rassen gegeben. Des Weiteren werden die Merkmale der Mastleistung, der Schlachtleistung, der Fleischqualität und der Sensorik sowie deren Einflussfaktoren

EINLEITUNG

beschrieben. Anschließend werden das Versuchsdesign und die umfangreiche Datenerfassung des Versuches vorgestellt. Im darauf folgenden Kapitel werden die Ergebnisse des Kreuzungsversuches für Merkmale der Mastleistung, Schlachtleistung und Fleischqualität dargestellt. Ferner wird auf die Ergebnisse der sensorischen Analyse und die Ergebnisse des Gesamtindex eingegangen. Die Ergebnisse werden daraufhin mit der Literatur verglichen und diskutiert. Abschließend folgen eine Schlussfolgerung und eine Zusammenfassung der Arbeit.

2 LITERATURÜBERSICHT

Die Schafhaltung ist weltweit sehr vielschichtig. So werden Schafe extensiv in der Landschaftspflege, zur Milchproduktion, zur Wollproduktion oder speziell für die Erzeugung von Lammfleisch gehalten. Schafe sind vor allem in trockenen Gebieten, auf Grund ihrer Genügsamkeit, häufig zusammen mit anderen kleinen Wiederkäuern, die einzigen fleischliefernden Nutztiere.

2.1 Bedeutung der Schafe in Deutschland

In Deutschland kann ein Abnehmen der Schafbestände in den letzten Jahren verzeichnet werden. Während noch im Jahr 1990 3 240 000 Tiere in Deutschland gehalten wurden, folgte schon bald ein kontinuierlicher Abwärtstrend (Strittmatter 2005). In Deutschland waren im Jahre 2012 1 630 100 Schafe registriert. Diese wurden auf 10 400 Betrieben gehalten (Statistisches Bundesamt 2012). 2006 waren es noch ca. 2,56 Mio. Schafe (Mendel 2008). In Tabelle 1 ist der Schafbestand, Stand November 2012, dargestellt. In Baden-Württemberg wurden im Jahr 2012 rund 222 000 Schafe gehalten (Statistisches Landesamt Baden-Württemberg 2012). Im Vergleich zum Vorjahr (221 300 Tiere) hat sich demnach der Schafbestand kaum verändert. 2012 machten die Mutterschafe in Baden-Württemberg rund 70 % des Gesamtbestandes aus. Die Milchschafe sind mit weniger als 1 % in Baden-Württemberg vertreten und bilden somit eine spezialisierte Nische (Statistisches Landesamt Baden-Württemberg 2012).

Tabelle 1: Schafbestand in Baden-Württemberg am 3. November 2012 nach Kategorien und Veränderungen gegenüber 3. November 2011 (Statistisches Landesamt Baden-Württemberg 2012)

	Bestand	Veränderungen
Schafe unter einem Jahr	59 500	0,9 %
Sonstige Schafe	5 900	7,4 %
Milchschafe	1 800	-5,1 %
Mutterschafe	154 500	-0,3 %
Insgesamt	221 700	0,2 %

In Baden-Württemberg sind 15 % der Grünlandflächen an Schafhaltung gebunden. 80 % der Grünflächen werden extensiv genutzt. Somit trägt die Schafhaltung einen enormen Teil zum

LITERATURÜBERSICHT

Naturschutz und zur Landschaftspflege bei. Vom gesamten Schafbestand werden 60 % der Tiere in Wanderschaf- bzw. in Hüttehaltung gehalten (MLR 2012).

Der Erlös aus der Schafhaltung setzt sich aus den Einnahmen des Fleisches, der Wolle und aus Ausgleichszahlungen zusammen, wobei rund 50 % des Erlöses aus Ausgleichszahlungen von der Landschaftspflege stammen. Allein vom Erlös des Fleisches und der Wolle können die Schäfer nicht rentabel wirtschaften. Die Wolle hat aus ökonomischer Sicht an Bedeutung verloren, da die Schurkosten so hoch sind, dass diese bei niedrigem Wollpreis nicht zu decken sind (Lupton et al. 2007). Die Schäfer sind somit auf die Einnahmen durch öffentliche Direktzahlungen (Strittmatter 2005), wie zum Beispiel Gelder durch die Pflege von Kulturlandschaften, angewiesen. Im Rahmen des Nachhaltigkeitsprojektes des Landes Baden-Württemberg wurde festgestellt, dass eine Verbesserung der Produktionsergebnisse unabdingbar ist. Es ist von ökonomischer Relevanz, mehr und bessere Lämmer zu produzieren, die Zucht und das Herdenmanagement anzupassen und somit eine Kostenoptimierung zu erreichen (Ableiter 2013). Da der Erlös des Fleisches mit einem Anteil von 46,6 % zu den Einnahmen der Schafhaltung beiträgt (Strittmatter 2005) stellt er einen wichtigen ökonomischen Faktor dar. Auch neueste Zahlen belegen, dass die Tierproduktion einen hohen ökonomischen Faktor hat (LEL 2013a).

4,5 % des Schaf- und Ziegenfleisches der EU stammt aus Deutschland (Strittmatter 2005). Der Pro-Kopf-Verbrauch in der EU liegt bei 3,4 kg, wobei in Deutschland unterdurchschnittlich wenig Lammfleisch verzehrt wird (Mendel 2008; Strittmatter 2005). In Deutschland wurden, bei einem Selbstversorgungsgrad von 50 %, im Jahr 2011 pro Person 1 kg Lammfleisch verzehrt (LEL Schwäbisch Gmünd 2012; LEL 2013b). Hierzulande besteht das Problem, dass die Qualität des Lammfleisches nicht gleichbleibend und zudem ein kontinuierliches Angebot des Lammfleisches nicht gegeben ist (Baumann 2013; Strittmatter 2005).

In den letzten Jahren hat jedoch das Lammfleisch aus ernährungsphysiologischer Sicht an Bedeutung gewonnen. Lammfleisch beinhaltet viele wichtige Vitamine, Mineralstoffe und auch viel Eiweiß, dabei ist es kalorienarm, zart und leicht bekömmlich (Fischer und Strittmatter 2003).

2.2 Schafrassen in Baden-Württemberg

In Baden-Württemberg ist die vorherrschende Rasse mit ca. 70 % das Merinolandschaf. Weitere in Baden-Württemberg häufig genutzte Rassen sind neben dem Merinolandschaf Suffolk, Schwarzköpfiges Fleischschaf, Texel und Ile de France. Genaue Zahlen zu den eingesetzten Rassen in den Gebrauchsherden gibt es nicht. Die Anzahl der eingetragenen Herdbuchrassen ist in Tabelle 2 dargestellt (Wenzler 2013). In geringem Maß sind auch extensive Rassen vertreten, die aber kaum wirtschaftliche Bedeutung haben und auf die hier deshalb nicht eingegangen werden soll.

Tabelle 2: Statistik der Zuchttiere, Hauptrassen > 2 % (nach Wenzler 2013)

Rasse	Gesamt	Anteil in %
Merinolandschaf	2299	38
Suffolk	687	11
Schwarzköpfiges Fleischschaf	553	9
Ile de France	415	7
Dorperschaf	374	6
Texel	280	5
Coburger Fuchsschaf	164	3
Sonstige Rassen	1290	21
Gesamt	6062	100

Merinolandschaf

Das deutsche Merinolandschaf ist ein mittelgroßes bis rahmiges weißes Schaf. Es hat einen breiten, langen Rücken und eine ausgeprägte Rippenwölbung sowie eine gute Flankentiefe (von Korn 2001). Der Kopf ist gekennzeichnet durch große, leicht hängende Ohren (Strittmatter und Fischer 2003). Charakteristisch für diese Rasse sind die hohen Aufzuchtergebnisse, die guten Gewichtszunahmen und eine nennenswerte Fleisch- und Wollleistung bei sehr feiner Wolle sowie eine gute Futterverwertung (Strittmatter und Fischer 2003). Merinolandschafe sind pferch- und marschfähig und auch für die Hüttehaltung geeignet (VDL 2005). Da das Merinolandschaf robust ist, kann es das ganze Jahr auf der Weide gehalten werden, was Kosten einspart. Aufgrund der Asaisonalität der Fortpflanzung ist eine ganzjährige Lämmerproduktion möglich (VDL 2005). Unterstützt wird dies durch eine hohe Fruchtbarkeitsleistung sowie gute Mütterlichkeit und gute Säugeleistung (von Korn 2001).

LITERATURÜBERSICHT

Charollais

Das Charollaisschaf stammt aus Frankreich und ist eine ausgesprochene Fleischrasse (von Korn 2001). Der Kopf erscheint rosa oder grau und ist unbewolkt, teilweise können auch Pigmentflecken auftreten. Es hat feine Ohren und eine breite Stirn. Zuchtziel ist ein frohwüchsiges Schaf mit einer hervorragenden Fleischqualität und einer geringen Verfettung (VDL 2003c). Der Rücken ist bei einem langen Körperbau wie der restliche Körper stark bemuskelt. Das Deckhaar sowie die Wolle an Kopf und Unterbeinen sind weiß. Die Rasse ist sehr fruchtbar, frühreif und hat einen saisonalen Brunstzyklus (von Korn 2001; VDL 2003c). Die Lämmer sollten vor allem in der Frühjahrslammlung nicht der Witterung ausgesetzt werden, da sie mit einer sehr kurzen Wolle geboren werden (VDL 2003c).

Ile de France

Das französische Fleischschaf entstand im 19. Jahrhundert durch Anpaarung von Rambouillet-Mutterschafen mit englischen Leicester-Böcken (Strittmatter und Fischer 2003). 1922 wurde die Rasse anerkannt (Mendel 2008). Das Schaf hat einen weißen Kopf mit mittelgroßen Ohren. Die Böcke haben einen typisch gefalteten Nasenrücken (VDL 2003b). Die Wolle ist fein und reicht weit an den Extremitäten herab (Mendel 2008). Der Hals ist kurz und geht in eine relativ schmale Brust über. Der Rumpf und der Rücken sind breit und tief. Kennzeichnend ist die ausgeprägte Keulenmuskulatur (Mendel 2008), was hochwertige Schlachtkörper verspricht (von Korn 2001). Das Ile de France Schaf ist frühwüchsig und eignet sich besonders für Stall- und Koppelhaltung auf futterreichen Standorten (Mendel 2008; Strittmatter und Fischer 2003).

Schwarzköpfiges Fleischschaf

Entstanden ist das Schwarzköpfige Fleischschaf Mitte des 19. Jahrhunderts in Westfalen durch die Anpaarung einheimischer Mutterschafe mit englischen kurzwolligen, Schwarzköpfigen Fleischrassen wie Oxford und Hampshire (Mendel 2008). 1994 war die Rasse die zweithäufigste Deutschlands und kam hauptsächlich in Nordrhein-Westfalen, Hessen, Niedersachsen, Mecklenburg-Vorpommern, Brandenburg, Rheinland-Pfalz und Schleswig-Holstein vor (von Korn 2001). Die Rasse kann sowohl gute Wachstumseigenschaften, wie auch nennenswerte Fleischleistungen aufweisen. Das Zuchtziel ist auf ein mittel- bis großrahmiges Schaf mit einheitlichem, dichtem Vlies mit weißer Wolle ausgerichtet (Strittmatter und Fischer 2003). Der Kopf und die Beine sollten schwarz und

LITERATURÜBERSICHT

gering bewollt sein (VDL 2003c). Die Schafe kennzeichnet zudem eine hohe Schlachtkörperqualität, da die Fleischansätze günstig und der Rücken und die Keule stark ausgeprägt sind (Strittmatter und Fischer 2003). Das Deutsche Schwarzköpfige Fleischschaf ist für Hüte- und Koppelhaltung geeignet (VDL 2003a) und wird wegen seiner Widerstandsfähigkeit geschätzt (Strittmatter und Fischer 2003). Die Böcke werden häufig zur Erzeugung von Kreuzungsmastlämmern eingesetzt und haben einen hohen Anteil am Gesamtbestand der deutschen Schafe (Strittmatter und Fischer 2003).

Suffolk

Das Suffolkschaf stammt aus der gleichnamigen englischen Grafschaft aus Großbritannien (Strittmatter und Fischer 2003). Es entstand Anfang des 19. Jahrhunderts durch Kreuzung von gehörnten, Schwarzköpfigen Norfolkschafen und Southdown-Böcken (Strittmatter und Fischer 2003). In Großbritannien sind Suffolkschafe weit verbreitet (Jones et al. 2002b; Maniatis und Pollott 2002). In Deutschland wird die Rasse erst seit wenigen Jahren gezüchtet (von Korn 2001). Weltweit ist es jedoch eine der wichtigsten Fleischschafrassen (Mendel 2008). Es ist ein mittelgroßes bis großes Schaf mit tiefschwarzem, bis hinter den Ohren unbewolltem, edlen Kopf mit einem leicht gewölbten Nasenrücken (Mendel 2008) und leicht hängenden Ohren (Strittmatter und Fischer 2003). Die Beine sind ebenfalls tiefschwarz und unbewollt. Die Wolle des Suffolkschafes ist weiß und dicht (VDL 2003d). Rücken und Keule sind stark bemuskelt (Mendel 2008; Strittmatter und Fischer 2003). Wenn das Suffolkschaf intensiv gefüttert wird, zeichnet es sich durch hervorragende Schlachtkörper und hohe Zunahmen aus (von Korn 2001). Die Rasse eignet sich für Koppel- und Hütehaltung auf Intensivstandorten (VDL 2003d).

Texel

Den Ursprung hat das Texelschaf auf der niederländischen Insel Texel (Samraus 2011). Die Texelschafe waren ursprünglich Landschafe. Mitte des 19. Jahrhunderts wurden hier englische Fleischrassen, wie Borderleicester, Leicester und Lincoln eingekreuzt (Strittmatter und Fischer 2003). Weltweit sind die Texelschafe eine der wichtigsten Fleischschafrassen (Mendel 2008) u. a. auch in Großbritannien (Dawson et al. 2002). In Deutschland begann die Texelzucht erst in den 60er Jahren (von Korn 2001). Durch herausragende Fleischleistung hat sich die Rasse schnell in der ganzen Bundesrepublik verbreitet, vor allem aber in Norddeutschland (von Korn 2001). Es ist ein mittel- bis großrahmiges Fleischschaf mit

LITERATURÜBERSICHT

weißem, mittelbreiten und unbewoltem Kopf mit einem kurzen Hals (Strittmatter und Fischer 2003). Der gesamte Körper ist stark bemuskelt auf einem stark knöchigen, trockenen Fundament (Mendel 2008). Texel sind bekannt und geschätzt für ihren guten Körperbau, die Bemuskulung und ihren mageren Schlachtkörper (Marcq et al. 2002). Außerdem sind die Innen- und Außenkeulen stark bemuskelt, was unter anderem zu einer hervorragenden Schlachtkörperqualität führt (VDL 2003e). Sie sind frühreif, streng saisonal, fruchtbar und haben hohe Zuwachseleistungen (von Korn 2001). Texelschafe können sehr gut in der Koppelhaltung eingesetzt werden, wohingegen sie für die Hütelhaltung nur eingeschränkt geeignet sind (Strittmatter und Fischer 2003).

2.3 Mastleistung

2.3.1 Mastleistungsparameter

Zu den Mastleistungsparametern zählen unter anderem Aufzuchttagzunahmen, Masttagzunahmen, Nettolebensstagszunahmen und Lebensstagszunahmen. Um diese berechnen zu können, müssen die Geburtsgewichte, die Absetzgewichte sowie das Mastendgewicht jeweils mit Datum erfasst werden.

2.3.2 Einflussfaktoren

Auf die Mast wirken verschiedene Einflüsse ein. Zu nennen sind hier sowohl Umweltfaktoren wie Mastverfahren, Fütterung, Mastendgewicht und Witterung, wie aber auch genetische Faktoren wie Rasse, Geschlecht und Geburtstyp (Einling/Mehrling). Der Geburtstyp wird zusätzlich durch die Umwelt beeinflusst.

Umwelteinflüsse

Snowder und Vleck (2003) haben einen großen Umwelteffekt mit Auswirkungen auf alle in ihrer Studie erfassten Merkmale (Zunahmen der Aufzucht und der Mast sowie der Futteraufnahme) festgestellt.

Für die Erzeugung von Mastlämmern kann zwischen verschiedenen Aufzucht- und Mastverfahren gewählt werden. Die Lämmer können an der Mutter aufgezogen, frühentwöhnt oder mutterlos aufgezogen werden. Bei den Mastverfahren wird unter der Sauglammernmast,

LITERATURÜBERSICHT

Weidemast, Wirtschaftsmast, Kraftfutter- oder Intensivmast sowie der Hammelmast unterschieden (von Korn 2001).

In der Studie von Borton et al. (2005) wird ein signifikanter Einfluss der Mastdauer beschrieben. Das Mastendgewicht kann durch eine extensivere Fütterung mit Gras und Heu erreicht werden, jedoch geht dies mit schlechteren Zunahmen bei längerer Mastdauer und weniger wohlschmeckendem Fleisch einher (Borton et al. 2005). Borton et al. (2005) beschreiben weiter, dass eine Erhöhung des üblichen Mastendgewichtes bei einer kraftfutterreichen Fütterung verfettete Schlachtkörper mit sich bringt.

Genetische Einflüsse

Die genetischen Einflüsse der Rasse können sich im Exterieur und in der Größe der Tiere widerspiegeln. Des Weiteren sind das Geburtsgewicht, die täglichen Zunahmen und das Mastendgewicht zwischen Rassen verschieden. Carson et al. (2001) haben Rassenunterschiede hinsichtlich des Absetzgewichtes beschrieben. Bei den täglichen Zunahmen konnten signifikante Unterschiede der Genotypen bei intensiv gefütterten Lämmern festgestellt werden (Carson et al. 2001; Engelhart und Eckl 2012; Lenz et al. 2011). Auch das Alter der Tiere bei Mastende fällt durch die Wahl der Rasse unterschiedlich aus (Carson et al. 2001). Das Geschlecht und der Geburtstyp haben Einfluss auf verschiedenste Parameter. Dies bestätigt eine Vielzahl von Studien (Brash et al. 1992; Dawson et al. 2002; Hopkins und Fogarty 1998).

Heritabilitäten der Wachstumsleistungen

Für eine gute wirtschaftliche Lämmermast ist eine hohe Fruchtbarkeit und Milchleistung der Muttertiere unabdingbar. Heritabilitäten der Reproduktion, z. B. die Anzahl geborener Lämmer ist gering (Naidoo und Cloete 2006; Safari et al. 2008).

In Tabelle 3 sind Heritabilitäten aus der Literatur für Geburtsgewichte, Absetzgewichte, die täglichen Zunahmen der Aufzucht und der Mast zusammengetragen.

LITERATURÜBERSICHT

Tabelle 3: Heritabilitäten (h^2) mit den jeweiligen Standardfehler (SE) der Merkmale Geburtsgewichte, Absetzgewichte, täglichen Zunahmen (TZ) der Aufzucht und der Mast

Merkmale	$h^2 \pm \text{SE}$	Quelle	Rasse
Geburtsgewicht	0,18±0,02	Cloete et al. 2001	Merino
	0,21±0,04	Safari et al. 2005	Wollrassen
	0,19±0,04	Safari et al. 2005	Zweinutzungsrasen
	0,15±0,04	Safari et al. 2005	Fleischrasen
	0,07±0,03	Ingham et al. 2007	Merino Kreuzung
	0,29±0,01	Greeff et al. 2008	Merino
Absetzgewicht	0,09	Mousa et al. 1999	Columbia (m), Hampshire x Suffolk (w)
	0,30±0,02	Cloete et al. 2001	Merino
	0,23±0,02	Safari et al. 2005	Wollrassen
	0,18±0,02	Safari et al. 2005	Zweinutzungsrasen
	0,18±0,04	Safari et al. 2005	Fleischrasen
	0,11±0,04	Ingham et al. 2007	Merino Kreuzung
TZ Aufzucht	0,03±0,04	Snowder und Vleck 2003	Targhee
	0,07-0,21	Bromley 2001	Polypay, Targhee und Rambouillet
TZ Mast	0,21	Mousa et al. 1999	Columbia (m), Hampshire x Suffolk (w)
weibliche Lämmer	0,16	Mousa et al. 1999	Columbia (m), Hampshire x Suffolk (w)
männliche Lämmer	0,23	Mousa et al. 1999	Columbia (m), Hampshire x Suffolk (w)
9 W. – 17 W.	0,17	Rao und Notter 2000	Suffolk
11 W. – 17 W.	0,26±0,06	Cammack et al. 2005	Columbia, Hampshire, SU
14 W.	0,39±0,07	Snowder und Vleck 2003	Targhee lambs
14 W. – 23W.	0,43	François et al. 2002	French INRA401, Böcke
TZ	0,1	Conington et al. 2001	Britisches Bergschaf
	0,15±0,01	Safari et al. 2005	Woll-, Zweinutzungs- und Fleischrasen

2.4 Schlachtleistung

Die Schlachtleistung setzt sich aus mehreren Parametern zusammen. Sie ist ein wichtiges Indiz für die möglichst exakte Bewertung der Qualität des Schlachtlammes, die zuvor beim lebenden Tier nicht erfasst werden konnte.

2.4.1 Beschreibung des Schlachtkörpers und der Schlachtleistungsparameter

Die Form eines Schlachtkörpers ist ausschlaggebend für die Wirtschaftlichkeit (Gewicht und Verfettung) (Jones et al. 2002b). Die größten Unterschiede werden bei den reinrassigen Merinolandschafen gemacht. Diese werden bei einem höheren Mastendgewicht geschlachtet (Engelhart und Eckl 2012; LfL 2011). Bei gleicher Körperkonstitution treten die geringsten Unterschiede der Körperzusammensetzung zwischen den Rassen auf (Thompson und Ball 1997). Die Schlachtausbeute ist von Rasse, Geschlecht und Mastverfahren abhängig (Strittmatter und Fischer 2003). Um den Verfettungsgrad der Schlachtkörper vergleichen zu können, wird die Nierenfettmenge der Schlachtkörper gewogen und so als Hilfsmerkmal miterfasst. Grundsätzlich sind Fettanreicherungen unerwünscht, mit Ausnahme des intramuskulären Fetts. Jegliches überschüssige Fett, das in Fettdepots angelagert wird, ist energetisch ungünstig und reduziert die Produktionseffizienz (Hausman et al. 2009). Fett ist energiereicher, die Energie zum Fettansatz wird aus dem Futter bezogen und steht nicht mehr für den Muskelaufbau bereit. Fett hat einen weit geringeren Wert als Muskelfleisch. Der Fettanteil sollte für die Erzeugung von Mastlämmern gering gehalten werden (Strittmatter und Fischer 2003).

Die Muskeldicke und die Fettauflage werden meist an der 13. Rippe erfasst (Strittmatter und Fischer 2003). Es können auch, wie es auf den Prüfstationen praktiziert wird, die äußere Körperform durch die Körperlänge, Keulenbreite, Körperbreite und der Keulenumfang gemessen werden. Zusätzlich werden die Gewebsdickenmaße, wie Fett- und Muskelgewebsdicken sowie die Fettauflage zur Erfassung genutzt.

Des Weiteren kann der Schlachtkörper durch die Schulterbreite und die Rückenlänge charakterisiert werden. Die Rückenlänge ist abhängig vom Alter und der Rasse. Einen wichtigen wirtschaftlichen Parameter stellt die Kotelettfläche dar, diese kann an unterschiedlichen Stellen gemessen werden. Sie wird zwischen der 12. und 13. Rippe (Borton et al. 2005; Karim et al. 2006), hinter der 13. Rippe (LfL 2011) oder am Anschnitt der 10./11. Rippe (Engelhart und Eckl 2012) erhoben. Dabei wird die Fläche des großen Rückenmuskels (*M. longissimus dorsi*) ausplanimetriert (Strittmatter und Fischer 2003).

Um die Keule möglichst exakt beschreiben zu können, wird der Keulenumfang, die Keulenbreite und die Keulenausprägung jeweils an definierten Punkten gemessen. Die Schlachtkörperqualität kann mit dem EUROP-System klassifiziert werden. Mit diesem Verfahren wurden im Februar 1993 die Handelsklassen von Schaffleisch EU-weit festgelegt und vereinheitlicht (Strittmatter und Fischer 2003). Die Beurteilung E bedeutet hierbei, dass

LITERATURÜBERSICHT

der Schlachtkörper als vorzüglich eingestuft wird und ist die zweitbeste Bewertung. Die beste Bewertung (S) ist allerdings in der Praxis kaum zu realisieren. Die Fleischklasse P hingegen ist die schlechteste Bewertung, hier sind die Schlachtkörper zu dünn, also die Muskulatur zu wenig ausgeprägt (Strittmatter und Fischer 2003). Schlachtkörper von Tieren unter 12 Monaten werden mit L gekennzeichnet (Kirchgeßner 2004). Seit 2011 wird die Klassifizierung der Schlachtkörper nicht mehr standardisiert erhoben, da die Produkte nicht nach der EUROP Klassifizierung verkauft werden (Baumann 2013). Um die Schlachtkörper besser vergleichen zu können, ist dieses Verfahren jedoch gut geeignet (Carson et al. 2001; Dawson et al. 2002; Zupp 2005).

2.4.2 Einflussfaktoren auf die Schlachtleistung

Nachfolgend werden einige Faktoren genannt die Einfluss auf die Schlachtleistung nehmen können. Diese können in Umwelteinflüsse sowie genetische Einflüsse unterteilt werden.

Umwelteinflüsse

Karim et al. (2006) kamen zu dem Ergebnis, dass unterschiedlichen Fütterungsbedingungen das Schlachtkörpergewicht und die Kotelettfläche beeinflussen. Semiintensive und intensiv gefütterte Lämmer weisen ein höheres Schlachtkörpergewicht und eine größere Kotelettfläche auf. Zudem wurde bei intensiv gefütterten Lämmer eine höhere Ausschachtung bei gleichzeitig höherem Anteil an Nierenfett festgestellt (Carson et al. 2001; Karim et al. 2006). Auf der Weide gehaltenen Lämmer können ein höheres Endgewicht bei niedriger Verfettung erreichen (Borton et al. 2005).

In den Ergebnissen von Borton et al. (2005) wurde beschrieben, dass schwerere Schlachtkörper größere Koteletts aufweisen, aber im Geschmack schlechter abschneiden. Lämmer mit einem schweren Schlachtkörper wiesen eine höhere Ausschachtung auf (Borton et al. 2005; Carson et al. 2001). Zusätzlich erzielten sie eine bessere Klassifizierung (Carson et al. 2001).

Genetische Einflüsse

Carson et al. (2001) ermittelten in ihrer Untersuchung genetische Unterschiede des Schlachtkörpergewichtes. Scottish Blackface hatten signifikant leichtere Schlachtkörper als

LITERATURÜBERSICHT

die anderen Rassen im Versuch. Bunch et al. (2004) haben Rassenunterschiede beim Körpergewicht von verschiedenen Wollschafen festgestellt.

Zudem stellten Carson et al. (2001) bei der Ausschlachtung signifikante Rassenunterschiede fest. Beim Nierenfettgewicht wurde von Carson et al. (2001) kein Einfluss des Genotyps festgestellt. Bei der Rückenfettdicke haben Bunch et al. (2004) Unterschiede ermittelt. Brash et al. (1992) haben Unterschiede in der Fettauflage bei verschiedenen Rassen ermittelt. Genetische Unterschiede bei der Klassifizierung sind von Carson et al. (2001) nachgewiesen worden.

Heritabilitäten der Schlachtleistung

Aus den Ergebnissen verschiedener Untersuchungen lassen sich die in Tabelle 4 dargestellten Heritabilitäten für die Merkmale der Schlachtleistung zusammenfassen. Die Schlachtleistungen lassen sich durch eine mittlere Heritabilität züchterisch verhältnismäßig gut bearbeiten und bieten so Potenzial zur Verbesserung.

Tabelle 4: Heritabilitäten (h^2) mit den jeweiligen Standardfehlern (SE) der Merkmale Schlachtleistung, Mastendgewicht, matures Endgewicht, Schlachtkörpergewicht, Schlachtausbeute und Klassifizierung

Merkmale	$h^2 \pm SE$	Quelle	Rasse
Mastendgewicht	0,30±0,20	Karamichou et al. 2006	Scottish Blackface
	0,51±0,10	Fogarty et al. 2003	Merino
($\bar{x}$ = 38,8 kg)	0,29±0,06	Ingham et al. 2007	Merino Kreuzung
Schlachtkörpergewicht	0,20±0,6	Safari et al. 2005	Woll- und Fleischrassen
($\bar{x}$ = 16,8 kg)	0,33	Conington et al. 2001	UK Bergschaf
($\bar{x}$ = 17,3 kg)	0,47±0,19	Karamichou et al. 2006	Scottish Blackface
($\bar{x}$ = 22,0 kg)	0,36±0,09	Ingham et al. 2007	Merino Kreuzung
	0,37±0,04	Greeff et al. 2008	Merino
($\bar{x}$ = 21,6 kg)	0,35±0,06	Mortimer et al. 2010	Terminal* x Merino u. Border Leicester Merino
Schlachtausbeute (%)	0,42±0,05	Safari et al. 2005	Woll- und Fleischrassen
	0,39±0,10	Fogarty et al. 2003	Merino
	0,35± 0,11	Ingham et al. 2007	Merino Kreuzung
	0,24±0,05	Mortimer et al. 2010	Terminal* x Merino u. Border Leicester Merino
	0,25±0,04	Greeff et al. 2008	Merino
Klassifizierung	0,29±0,02	Safari et al. 2005	Woll- und Fleischrassen
	0,52±0,18	Karamichou et al. 2006	Scottish Blackface

$\bar{x}$ = Mittelwert

* Pool Dorset, Suffolk, White Suffolk, Hampshire Down, Southdown, Ile de France

LITERATURÜBERSICHT

In Tabelle 5 sind in der Literatur angegebene Heritabilitäten der Schlachtleistungsmerkmale Fettauflage, Kotelettgröße, Bemuskelung und Exterieur dargestellt.

Tabelle 5: Heritabilitäten (h^2) mit den jeweiligen Standardfehlern (SE) der Merkmale der Schlachtleistung, Fettauflage, Kotelettgröße, Bemuskelung und Exterieur

Merkmale	$h^2 \pm SE$	Quelle	Rasse
Fettauflage – (C site) ^a	0,30±0,03	Safari et al. 2005	Woll- und Fleischrassen
	0,20± 0,08	Fogarty et al. 2003	Merino
	0,44± 0,09	Ingham et al. 2007	Merino Kreuzung
	0,20± 0,03	Greeff et al. 2008	Merino
	0,23± 0,04	Mortimer et al. 2010	Terminal* x Merino u. Border Leicester Merino
Fettauflage – (GR site) ^b	0,32±0,04	Safari et al. 2005	Woll- und Fleischrassen
	0,33± 0,09	Fogarty et al. 2003	Merino
	0,47± 0,08	Ingham et al. 2007	Merino Kreuzung
	0,28± 0,04	Greeff et al. 2008	Merino
	0,50± 0,05	Mortimer et al. 2010	Terminal* x Merino u. Border Leicester Merino
Kotelett			
-dicke	0,30± 0,03	Safari et al. 2005	Woll- und Fleischrassen
	0,27± 0,08	Fogarty et al. 2003	Merino
	0,39±0,07	Ingham et al. 2007	Merino Kreuzung
-breite	0,38± 0,10	Safari et al. 2005	Woll- und Fleischrassen
	0,15±0,07	Fogarty et al. 2003	Merino
-fläche	0,41±0,07	Safari et al. 2005	Woll- und Fleischrassen
	0,23±0,08	Fogarty et al. 2003	Merino
	0,32±0,09	Ingham et al. 2007	Merino Kreuzung
	0,26±0,04	Greeff et al. 2008	Merino
	0,30± 0,05	Mortimer et al. 2010	Terminal* x Merino u. Border Leicester Merino

^a Messungen der Fettschichtdicke ungefähr über der 12. Rippe

^b Messungen der vollständigen Gewebsdicke über der 12. Rippe 110 mm von der Mittellinie entfernt, am warmen Schlachtkörper

* Pool Dorset, Suffolk, White Suffolk, Hampshire Down, Southdown, Ile de France

2.5 Fleischqualität

In der Wissenschaft wie auch in der Praxis, gewinnt der Begriff Fleischqualität zunehmend an Bedeutung. Fleischqualität bezieht sich auf die Zusammensetzung des Fleisches und dessen Eigenschaften. Hofmann (1986) beschreibt die Fleischqualität als Summe von vier Qualitätsfaktoren. Der erste Faktor ist der sensorische, dieser bestimmt den Genusswert und kann auch über Aromastoffe beschrieben werden. Des Weiteren spielen die

LITERATURÜBERSICHT

ernährungsphysiologischen und die hygienisch-toxikologischen Faktoren eine Rolle. Zu den zweitgenannten gehören der pH-Wert und die Wasseraktivität. Der vierte Faktor ist der verarbeitungstechnologische, zu dem Festigkeit, Struktur und Farbe gehören (Hofmann 1986). Sensorische Untersuchungen sind aufwändig, deshalb wird der pH-Wert des Muskels und die Warner-Bratzler-Scherkraft standardmäßig als Indikator für die Fleischqualität herangezogen (Safari et al. 2005).

2.5.1 Beschreibung des Fleischaufbaus und der Qualitätsparameter

Unter Fleisch versteht man laut Strittmatter und Fischer (2003) alle Teile des Schlachtkörpers, die für den Mensch als Nahrungsmittel dienen. Der Verbraucher fragt in der Regel Muskelfleisch mit geringem Fettanteil nach, deshalb liegt das Ziel bei der Fleischerzeugung bei einem hohen, mageren Muskelfleischanteil.

pH-Wert

Der ultimative pH-Wert des Muskels ist ein wichtiger Indikator für die Fleischqualität (Dawson et al. 2002; Hoffman et al. 2003) bzw. die Fleischreifung. Der optimale ultimative pH liegt bei 5,8 (Hoffman et al. 2003). Ein niedrigerer ultimativer pH führt zu einem geringen Wasserbindungsvermögen und zu einem erhöhten Wasserverlust (Huff-Lonergan 2009). Fällt der pH schnell ab, während der Muskel noch warm ist, wird auch der ultimative pH schnell erreicht. Das lässt auf eine Denaturierung, den Verlust der Funktionalität und des Wasserbindungsvermögens von Proteinen schließen (Honikel und Schwägele 1998). Als pH₄₅ oder auch als pH 1 wird der pH 45 Minuten post mortem (p.m.) bezeichnet. Fällt dieser Wert unter 5,8, kann das zu PSE-Fleisch (pale, soft and exudative = blass, weich und wässrig) führen (Honikel und Schwägele 1998). Der pH₂₄ wird 24 h p.m. gemessen. Der sogenannte ultimative pH wird in der Literatur nach 24 h (Dawson et al. 2002; Polidori et al. 1999) oder nach 48 h gemessen (Greeff et al. 2008; Hoffman et al. 2003). Wenn der pH-Wert zu hoch bleibt und 24 bis 48 Stunden p.m. nicht unter 6,2 absinkt, kann das zu DFD Fleisch (dark, firm and dry = dunkel, fest und trocken) führen (Honikel und Schwägele 1998). Grundsätzlich sind PSE und DFD die bekanntesten Fehlreifungen die mittels pH-Wert festgestellt werden können.

Eine Reduktion des pH-Wertes führt zu hellerem Fleisch (Greeff et al. 2008). Bei einem zu hohen pH-Wert tritt zudem ein Verlust der Fleischqualität auf. Ein erhöhter pH-Wert führt zu zäherem Fleisch und lässt den Kochverlust linear ansteigen (Bouton et al. 1971). Ein höherer

LITERATURÜBERSICHT

pH hat laut Braggins (1996) auch einen schlechten Effekt auf Geruch und Geschmack. Devine et al. (1993) ermittelten, dass die Textur am besten beurteilt wird bei einem pH-Wert zwischen 5,8 und 6,0. Dawson et al. (2002) haben in ihrer Studie geringe Korrelationen zwischen dem ultimativen pH-Wert und anderen Parametern der Fleischqualität, wie Warner-Bratzler-Scherkraft und Fleischparameter ermittelt.

Leitfähigkeit

Die Leitfähigkeit kann neben dem pH-Wert Auskunft über die p.m. Veränderungen im Fleisch geben. In einem intakten Muskel ist die Leitfähigkeit gering, da die Lipiddoppelschicht der Zellmembranen Ionen hindert, zu den Elektroden zu gelangen (Honikel 1998b). Nach der Schlachtung beginnen sich die geordneten Zellstrukturen aufzulösen (Honikel 1998b). Die Leitfähigkeit des Muskels wenige Minuten nach der Schlachtung ist gering, wohingegen der Ohmsche Widerstand hoch ist (Schöne et al. 2012). Im weiteren Verlauf, mit einem sinkenden pH-Wert, kommt es zu Läsionen an den Zellmembranen. Hierbei tritt intrazelluläre Flüssigkeit in den extrazellulären Raum. Das hat zur Folge, dass dieser größer wird und die Zellen schrumpfen. Durch die Ionen in der austretenden Flüssigkeit, die bis dahin intrazellulär auftrat, erhöht sich die Leitfähigkeit (Fischer 1999). Dies führt zu einem postmortalen Anstieg der Leitfähigkeit, der tierartspezifisch und abhängig von der Fleischqualität ist (Honikel 1998b). Bei normalem Fleisch geht dieser langsam von statten, bei PSE-Fleisch hingegen erhöht sich die Leitfähigkeit innerhalb der ersten 1,5 bis 2 Stunden. Starke Läsionen in der Zellmembran führen auch zu einem hohen Tropfsaftverlust (Honikel 1998b).

Wasserbindungsvermögen

Das Wasserbindungsvermögen ist die Eigenschaft des Fleisches das enthaltene Wasser zu halten (Honikel 1998b). 80 % des Wassers im Fleisch werden mittels Myofibrillen gebunden (Honikel 1998b). Wasserbindungsvermögen und vor allem Tropfsaftverluste haben besondere Bedeutung bei der Fleischqualität (Huff-Lonergan 2009). Der Tropfsaftverlust beschreibt den Anteil der während der Lagerung ausgetretenen Flüssigkeit (Huff-Lonergan 2009). Des Weiteren kann der Kochverlust zur Ermittlung des Wasserbindungsvermögens herangezogen werden. Bei einer Erhitzung über 55 °C werden die Membranstrukturen der Muskelzellen zerstört. Das Bindegewebe zieht sich zusammen und denaturiert, was zum Austritt von Wasser führt (Honikel 1998b). Auf das Wasserbindungsvermögen wirken verschiedene

LITERATURÜBERSICHT

Parameter ein. So wirken sowohl Umweltfaktoren, wie der Umgang vor der Schlachtung und der Schlacht- und Zerlegungsvorgang, als auch die Genetik der Tiere mit ein (Huff-Lonergan 2009).

Farbe

Die Farbe des Fleisches spielt eine entscheidende Rolle bei der Kaufentscheidung des Verbrauchers (Honikel 1998b). Erzeugt wird die Farbe durch den Farbstoff Myoglobin, wobei mehr Myoglobin einen roteren Muskel hervorruft. Die Muskeln, die mehr beansprucht werden, erscheinen roter. Der Rückenmuskel und das Filet sind deshalb heller (Honikel 1998b). Außerdem ist die Fleischfarbe durch Fütterung, aber insbesondere durch die Verarbeitung des Fleisches, z. B. Verpackung unter Begasung, beeinflussbar. Die Farbe lässt sich vollständig durch das dreidimensionale $L^*a^*b^*$ -System beschreiben (CIE 1976), wobei L^* die Helligkeit beschreibt, 100 entspricht reinem Weiß und 0 entspricht reinem Schwarz. Bei dem CIE $L^*a^*b^*$ -System, beschreibt der a^* -Wert den rot/grün Ton. Dabei entsprechen positive Werte rot, negative Werte grün. Der b^* -Wert beschreibt den gelb/blau Bereich, positive Werte stellen den Gelbanteil, negative den Blauanteil dar (CIE 1976).

Das System CIE $L^*a^*b^*$ misst den geometrischen Abstand zwischen zwei Farben weitestgehend dem menschlichen Wahrnehmungsvermögen angepasst (CIE 1976). Der Lab-Farbraum wird standardmäßig zur Bestimmung der Fleischfarbe verschiedener Spezies und Teilstücke verwendet so z. B. in Honikel (1998b), Khliji et al. (2010), Martínez-Cerezo et al. (2005), Fogarty et al. (2003), Ingham et al. (2007), Greeff et al. (2008), Hopkins und Fogarty (1998) und Dawson et al. (2002).

Scherkraft

Fleisch besteht aus Myofibrillen und Bindegewebe und ist durch Quervernetzungen verbunden. Teile der Quervernetzungen können durch Reifung gelöst werden, was das Fleisch zarter macht. Der permanente Teil der Zähigkeit kann durch die übliche Reifezeit jedoch nicht beeinflusst werden (Honikel 1998b). Die maximale Zähigkeit wird zwischen 12 und 24 h p.m. erreicht. Wird das Fleisch dabei gekühlt gelagert, wird es zarter (Koohmaraie 1996). Durch Säuren können weitere Quervernetzungen gelöst werden (Honikel 1998b) auch pflanzliche Enzyme (z. B. in Papayas) können dies bewerkstelligen.

Die Scherkraft ist ein Indikator für die Zartheit (Hopkins et al. 2011; Sañudo et al. 2003). Die Zartheit kann durch stumpfe oder konische Messköpfe gemessen werden. Die bekannteste

LITERATURÜBERSICHT

Messmethode stellt wohl die Warner-Bratzler-Schere dar (Honikel 1998b). Diese misst die Kraft, die beim Scheren des Fleisches benötigt wird und ist in Honikel (1998b) beschrieben.

2.5.2 Einflussfaktoren auf die Fleischqualität

Auf die Fleischqualität wirken Umwelteinflüsse wie das Mastendgewicht, der Schlachtvorgang, die Lagerung, Reifung und genetische Einflüsse, wie Rasse und Geschlecht ein. Die Heritabilitäten der Fleischqualität liegen in einem geringen bis mittleren Bereich.

Umwelteinflüsse

Apple et al. (1995) und Devine et al. (1993) haben in ihren Untersuchungen festgestellt, dass erhöhter Stress vor der Schlachtung zu einem höheren pH-Wert führt. Stress vor der Schlachtung führt bei Lämmern zu einer Reduktion des Glykogenlevel des Muskels, was den ultimativen pH ansteigen lässt (Apple et al. 1993). Die Glykolyse ist hoch sensitiv gegenüber der Temperatur (Thompson et al. 2006), was das optimale Abkühlen der Schlachtkörper für eine gute Fleischqualität voraussetzt. Des Weiteren wirkt sich elektrische Stimulation positiv auf die Zartheit aus (Polidori et al. 1999). Der Anstieg des pH-Wertes führt zu einem Anstieg der Scherkraft (Devine et al. 1993). Der Umgang vor der Schlachtung und der Schlacht- und Zerlegungsvorgang hat Einfluss auf das Wasserbindungsvermögen (Huff-Lonergan 2009). Nur einen geringen Einfluss hat der Stress, der auf die Tiere vor der Schlachtung wirkt, auf die Farbe des Fleisches (Apple et al. 1993). Bei längerer Lagerung verändert sich nach Fischer (1999) die Farbe. Des Weiteren hat die Reifung Einfluss auf die Zartheit, diese verbessert sich im Laufe der Zeit (Fischer 1999). Das Mastendgewicht und das Mastalter zeigen signifikante Effekte auf die Fleischqualität. Jüngere Lämmer haben tendenziell zarteres Fleisch (Devine et al. 1993; Sañudo et al. 1996, 2003). Ältere Lämmer haben meist einen höheren pH-Wert (Devine et al. 1993; Sañudo et al. 1996) und dunkleres Fleisch (Sañudo et al. 1996). Dawson et al. (2002) kamen zu dem Ergebnis, dass der a^* -Wert bei leichteren Lämmern signifikant niedriger ist.

Bei der EUROP Klassifizierung konnte kein signifikanter Effekt auf den ultimativen pH-Wert, den Kochverlust, die Warner-Bratzler-Scherkraft und die Fleischfarbe nachgewiesen werden (Dawson et al. 2002).

Genetische Einflüsse

Hoffman et al. (2003), Dawson et al. (2002) und Cloete et al. (2012) stellten einen signifikanten Effekt der Rasse auf den pH_{48} fest. Die Studien von Schöne et al. (2012) und Safari et al. (2001) konnten dies nicht bestätigen.

Beim Kochverlust haben Hopkins und Fogarty (1998) signifikante genetische Unterschiede bei männlichen Lämmern festgestellt. Safari et al. (2001) beschrieben bei verschiedenen Merinokreuzungen einen signifikanten Rasseunterschied. Hoffman et al. (2003) und Cloete et al. (2012) konnten hingegen keinen Effekt der Rasse auf den Koch- und Tropfsaftverlust ermitteln. Bei der Farbe konnten Carson et al. (2001) einen genetischen Einfluss auf den b^* -Wert feststellen. Ebenfalls konnten Martínez-Cerezo et al. (2005) genetische Einflüsse auf die Fleischfarbe erfassen. Hopkins und Fogarty (1998) haben bei weiblichen Tieren einen signifikanten Rasseunterschied in den Farben L^* und b^* ermittelt. Bei der Scherkraftmessung konnten bei Safari et al. (2001) und Hopkins und Fogarty (1998) keine signifikanten Rasseunterschiede festgestellt werden. Hoffman et al. (2003) und Sañudo et al. (2003) konnten jedoch einen signifikanten Effekt nachweisen.

Das Geschlecht hat einen signifikanten Einfluss auf den ultimativen pH-Wert (Hopkins und Fogarty 1998), auf den Kochverlust und die Scherkraft (Dawson et al. 2002).

Heritabilität der Fleischqualität

In der Literatur wurden verschiedenste Studien beschrieben um die Heritabilität der Fleischqualität zu ermitteln. Eine Übersicht wurde in Tabelle 6 zusammengestellt. Es sind Heritabilitäten der Fleischqualitätsparameter pH, Fleischfarbe und Scherkraft dargestellt.

LITERATURÜBERSICHT

Tabelle 6: Heritabilitäten (h^2) mit den jeweiligen Standardfehlern (SE) für die Fleischqualitätsparameter, den ultimativen pH, die Fleischfarbe und die Scherkraft

Fleischqualitätsparameter	$h^2 \pm SE$	Quelle	Rasse
pH ₄₅ (45 min p. m.)	0,54±0,18	Karamichou et al. 2006	Scottish Blackface
pH ₂₄ – ultimativer pH	0,18±0,01	Safari et al. (2005)	Woll- und Fleischerassen
24 h p.m.	0,27±0,09	Fogarty et al. 2003	Merino
24 h p.m.	0,18±0,07	Ingham et al. 2007	Merino Kreuzung
24 h und 48 h p. m.	0,22±0,03	Greeff et al. 2008	Merino
Fleischfarbe a*	0,04±0,03	Safari et al. (2005)	Woll-, Zweinutzungs- und Fleischerassen
	0,02±0,06	Fogarty et al. 2003	Merino
	0,10±0,06	Ingham et al. 2007	Merino Kreuzung
	0,10±0,03	Greeff et al. 2008	Merino
	0,06±0,03	Mortimer et al. 2010	Terminal* x Merino u. Border Leicester Merino
Fleischfarbe b*	0,05±0,01	Safari et al. (2005)	Woll-, Zweinutzungs- und Fleischerassen
	0,04±0,06	Fogarty et al. 2003	Merino
	0,12±0,06	Ingham et al. 2007	Merino Kreuzung
	0,13±0,04	Mortimer et al. 2010	Terminal* x Merino u. Border Leicester Merino
Fleischfarbe L*	0,16±0,03	Safari et al. (2005).	Woll- und Fleischerassen
	0,14±0,07	Fogarty et al. 2003	Merino
	0,23±0,07	Ingham et al. 2007	Merino Kreuzung
	0,18±0,03	Greeff et al. 2008	Merino
	0,21±0,04	Mortimer et al. 2010	Terminal* x Merino u. Border Leicester Merino
Scherkraft (5 Tage)	0,26±0,12	Mortimer et al. 2009	Merinokreuzungen
(1 Tag)	0,27±0,07	Mortimer et al. 2010	Terminal* x Merino u. Border Leicester Merino

* Pool Dorset, Suffolk, White Suffolk, Hampshire Down, Southdown, Ile de France

2.6 Sensorik

Der Genusswert und somit die Sensorik hat in den letzten Jahren besonders in höherpreisigen Segmenten zunehmend an Bedeutung gewonnen. Bei der Sensorik haben Saftigkeit, Zartheit und Geschmack Einfluss auf die Bewertung des Fleisches (Thompson und Ball 1997) und somit auf die Wahrscheinlichkeit, dass ein Konsument erneut zugreift. Die Qualität und die Herkunft der Lebensmittel, aber auch das Aussehen, der Geruch und der Geschmack nehmen an Bedeutung zu. Verbraucher erwarten von Lammfleisch, dass es zart und saftig ist und dabei einen guten Geschmack hat (Mortimer et al. 2009). Es sollte wertvolle Proteine beinhalten und zu einer gesunden Ernährung beitragen. Um diese Eigenschaften überprüfen

LITERATURÜBERSICHT

zu können, werden Hilfsmittel wie der pH-Wert und die Scherkraft herangezogen. Die Scherkraft scheint als Kriterium für die Zartheit gut geeignet zu sein, wohingegen der pH-Wert nur ein eingeschränkt nutzbares Indiz für die sensorischen Merkmale darstellt (Safari et al. 2001). Die vielfältigen Sinneseindrücke des Menschen, die über Augen, Ohren, Nase, Zunge und Haut wahrgenommen werden können, konnten bis jetzt durch kein Messinstrument vollständig ersetzt werden, weshalb der Mensch, trotz einer gewissen Subjektivität, das am besten geeignete Instrument für die Qualitätsbeurteilung darstellt (Busch-Stockfisch 2009b). Zartheit, Geruch und Saftigkeit sind die wichtigsten sensorischen Merkmale, da sie zusammen einen Großteil der gesamten Variation des Gesamteindrucks beschreiben (Safari et al. 2001).

2.6.1 Sensorische Untersuchung

Bei einem Sensoriktest ist es von zentraler Bedeutung, dass die Anzahl der Personen statistisch aussagefähig ist. Die Anzahl der Personen sollte so groß sein, dass die Ergebnisse statistisch abgesichert sind. So waren z. B. bei Resconi et al. (2010) neun Personen, bei Borton et al. (2005) zehn Personen und bei Young et al. (2003) zwölf Personen beteiligt. Eine sensorische Prüfung kann mit Laien, geschultem Personal oder mit Experten durchgeführt werden.

2.6.2 Erfassung und Beschreibung der Sensorikparameter

Die Zartheit kann objektiv durch die Scherkraft beschrieben werden oder durch ein trainiertes Panel wie bei Safari et al. (2001). Für die Sensorik ist die Zartheit des Fleisches das wichtigste Merkmal (Honikel 1998b). Die Zartheit des Fleisches ist abhängig von der Produktion, der Weiterverarbeitung, den Zusätzen und auf welche Weise das Fleisch zubereitet wurde. Post mortem Lagerung bei gekühlten Bedingungen lässt das Fleisch zarter werden (Koochmaraie 1996).

Die Textur spielt bei der Beurteilung eine große Rolle und wirkt entscheidend bei der Wahrnehmung des Verbrauchers. Auch Aussehen, Geschmack und der Geruch werden von der Textur beeinflusst. Man spricht auch von dem primären Qualitätsfaktor (Busch-Stockfisch 2009a). Bei der sensorischen Texturmessung wird die physiologische Wahrnehmung bewertet. Die Textur kann über das Kauen, Beißen und durch Zerdrücken mit der Zunge festgestellt werden (Mühle 2009). Bei Fleisch, das grundsätzlich wenig Geschmack hat, ist die Textur umso wichtiger (Mühle 2009).

LITERATURÜBERSICHT

Mit zunehmendem Alter der Lämmer steigt der Anteil an verzweigten Fettsäuren im Fettgewebe, was auch einen stärkeren Lammgeschmack bewirkt (Sutherland und Ames 1996). Auch der pH-Wert hat Einfluss auf den Geschmack des Fleisches. So sinken mit zunehmendem pH-Wert erwünschte Gerüche und Geschmack ab, wohingegen unangenehme Geschmackskomponenten zunehmen (Braggins 1996).

2.6.3 Einflussfaktoren auf die Sensorik

Auf die Sensorik wirken verschiedene Parameter mit ein. Umwelteinflüsse, wie die Fütterung, aber auch das Mastendgewicht und die Zubereitung des Fleisches können Einfluss auf die Sensorik ausüben. Zusätzlich können genetische Einflüsse, wie z. B. die Rasse, die sensorischen Eigenschaften Zartheit, Saftigkeit, Geschmack oder Gesamteindruck beeinflussen.

Umwelteinflüsse

Besonders beeinflusst werden durch die Fütterung der Geschmack und die Muskelfarbe (Wood et al. 2008). Borton et al. (2005) sind zu dem Ergebnis gekommen, dass bei extensiv gefütterten Lämmern mit einer höheren Wahrscheinlichkeit Nebengeruch und -geschmack auftritt. Auch bei Kemp et al. (1980) und Rousset-Akrim et al. (1997) wurde Lammfleisch von extensiv gefütterten Lämmern schlechter bewertet. Intensiv gefütterte Lämmer mit einem höheren Mastendgewicht sind saftiger (Borton et al. 2005). Bei Kemp et al. (1980) hatten intensiv gefütterte Lämmer ein zarteres Fleisch.

Borton et al. (2005) und Young et al. (1997) stellten bei einem höheren Mastendgewicht einen intensiveren Nebengeschmack fest.

Die Zartheit des Fleisches ist abhängig von der Produktion, der Weiterverarbeitung, den Zusätzen und auf welche Weise das Fleisch zubereitet wurde. Dies alles wirkt sich auf den Genuss des Verbrauchers aus (Thompson 2002). Braggins (1996) kamen zu dem Ergebnis, dass Tiere mit einem mäßigen bzw. hohen pH-Wert einen niedrigeren Kochgeruch und Geschmacksintensität aufwiesen, als Tiere mit einem akzeptablen pH-Wert.

Genetische Einflüsse

Hoffman et al. (2003) haben keinen signifikanten Effekt der Rasse auf die sensorischen Eigenschaften ermitteln können mit Ausnahme der Geschmacksintensität. Devine et al.

LITERATURÜBERSICHT

(1993) und Safari et al. (2001) konnten eine negative Korrelation zwischen der Scherkraft der Zartheit ermitteln.

Heritabilitäten der sensorischen Analyse

In Tabelle 7 sind Heritabilitäten der sensorischen Merkmale aus der Literatur aufgeführt. Es haben bisher sehr wenige Studien die Heritabilität der sensorischen Merkmale erfasst. Karamichou et al. (2007) haben mit einem trainierten Panel die sensorischen Eigenschaften von Scottish Blackface Lämmern untersucht. Dabei war zu erkennen, dass die Merkmale Zartheit, Saftigkeit, Lammgeschmack und Gesamteindruck gering bis mittel erblich sind.

Tabelle 7: Heritabilitäten (h^2) mit den jeweiligen Standardfehlern (SE) der sensorischen Merkmale

Sensorische Merkmale	$h^2 \pm \text{SE}$	Quelle	Rasse
Zartheit	0,15±0,13	Karamichou et al. 2007	Scottish Blackface
Saftigkeit	0,31±0,17	Karamichou et al. 2007	Scottish Blackface
Lammgeschmack	0,21±0,13	Karamichou et al. 2007	Scottish Blackface
Gesamteindruck	0,05±0,09	Karamichou et al. 2007	Scottish Blackface

3 MATERIAL UND METHODEN

Thema des Projekts, das 2010 begann, war die „Untersuchung der speziellen Kombinationseignung beim Merinolandschaf“. Als Mutterrasse wurde das Merinolandschaf gewählt. Als Vatterassen wurden Böcke der Rasse Texel, Charollais, deutsches Schwarzköpfiges Fleischschaf, Ile de France, Suffolk und Merinolandschaf eingesetzt.

Wie in der Einleitung erwähnt war es Ziel der Studie festzustellen welche Vatterasse sich am besten zur Kreuzung mit dem Merinolandschaf eignet um qualitativ hochwertige Schlachtlämmer zu erzeugen. Es sollte die signifikante Wirkung der verschiedenen Vatterassen auf Parameter zur Mastleistung, Schlachtleistung und Fleischqualität untersucht werden. Zusätzlich folgte eine sensorische Analyse, bei der zusätzlich zu den Kreuzungslämmern auch neuseeländisches Lammfleisch verkostet wurde. Diese Ergebnisse wurden mit den Ergebnissen der Mastleistung, Schlachtleistung und Fleischqualität in einem Gesamtindex zusammengeführt.

3.1 Versuchsaufbau und Versuchsdurchführung

Die Untersuchungen begannen mit den Tieren der Herbstlammung aus dem Jahr 2010 und endeten mit denen der Sommerlammung 2011. Insgesamt waren 1200 Mutterschafe an dem Versuch beteiligt. In diesen zwei Ablammzeiten wurden 533 Lämmer (Herbst) und 1067 Lämmer (Sommer) geboren. Da der Versuch unter praxisnahen Bedingungen durchgeführt werden sollte, stammten die Lämmer von sieben Betrieben aus Baden-Württemberg. Die Mutterschafe wurden gezielt an die verschiedenen Vatterassen angepaart. Die Lämmer wurden auf den Betrieben erzeugt, aufgezogen und mit einem einheitlichen Futter gefüttert. Anschließend wurden die Lämmer zentral gemästet und zentral geschlachtet. Die Erfassung der Daten erfolgte auf den Betrieben, dem Mastbetrieb, im Schlachthof und im Labor.

3.1.1 Die Tiere

Als Mutterrasse wurde das Merinolandschaf ausgewählt, da es in Baden-Württemberg die vorherrschende Schafrasse darstellt wie in Kapitel 2 beschrieben. Insgesamt wurden 1200 Mutterschafe in dem Versuch eingesetzt. Als Vatterassen wurden Böcke der Fleischrassen Texel, Charollais, Schwarzköpfiges Fleischschaf, Ile de France, Suffolk und Merinolandschaf verwendet. Pro Rasse wurden vier bzw. fünf Böcke eingesetzt. Auswahlkriterien waren

MATERIAL UND METHODEN

hierbei, dass die Bockväter stationsgeprüft sein mussten. Die Böcke selber mussten eine Bemuskelungsnote von mindestens sieben, eine Note für die äußere Erscheinung von mindestens sechs und einen Gesamtindex von mindestens 95 aufweisen. Die Notenskala erstreckt sich von eins bis neun, wobei neun die beste Note darstellte. Die Böcke wurden den sieben teilnehmenden Betrieben in Baden-Württemberg zugeteilt. Mitwirkende Betriebe waren der Obere Lindenhof (Versuchstation der Universität Hohenheim, St. Johann), der Betrieb Bauer im Wildberg, der Betrieb Erhardt in Stöttlen, der Betrieb Fauser in Pfronstetten, der Betrieb Fritz in Tübingen-Hagelloch, der Betrieb Lemke in Ammerbuch und der Betrieb Wiedenmann in Herbrechtingen. Auswahl und Verteilung der Böcke auf die Betriebe erfolgte durch die Viehzentrale Südwest GmbH, den Schafherdengesundheitsdienst, die Lammfleischerzeugergemeinschaft e.V., den Landesschafzuchtverband Baden-Württemberg sowie das Landratsamt Ludwigsburg.

Vaterrassen:

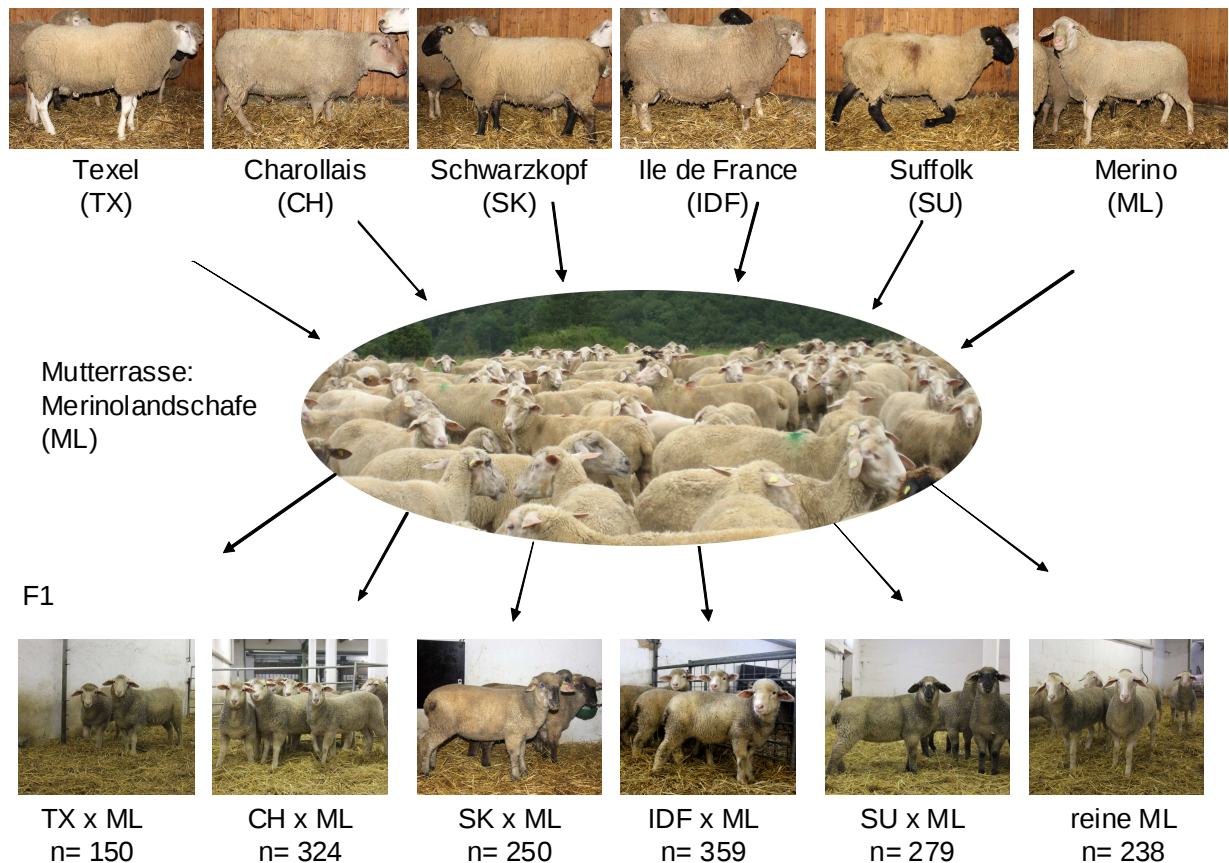


Abbildung 1: Grafische Darstellung des Versuchsdesigns

MATERIAL UND METHODEN

Insgesamt wurden 1624 Lämmer geschlachtet, bei denen Mast- und Schlachtleistung sowie der Fleischkörperqualität bestimmt werden konnten. 24 Tiere konnten nicht in die Auswertung aufgenommen werden, da sie das vorher festgelegte Abgangsgewicht nicht erreicht haben, nicht identifizierbar waren oder keinem der Böcke im Versuch als Nachkomme zugeordnet werden konnte. Es konnten somit 1600 Lämmer für die Auswertungen herangezogen werden. Davon waren die Vatterassen wie folgt vertreten: 150 Texel, 324 Charollais, 250 Schwarzkopf, 359 Ile de France, 279 Suffolk und 238 Merinolandschaf. Das Versuchsdesign ist in Abbildung 1 dargestellt.

3.1.2 Haltung und Fütterung

Die Lämmer wurden mit Heu und Kraftfutter gefüttert. Das Kraftfutter stammte aus einer Mühle bei gleichbleibender Rezeptur des Futters, so war die Vorraussetzung der einheitlichen Fütterung gegeben. Ein wichtiges Kriterium bei der Auswahl des Futters war, dass keine Bestandteile in der Ration vorhanden waren, die Farbveränderungen des Fettes hervorrufen könnten. Die Lämmer hatten während der Aufzuchtphase Zugang zu einem Lämmerschlundpf, in dem *ad libitum* Lämmerstarter-Kraftfutter der Firma KAMA-Kraftfutterwerk GmbH und Co KG, Senden/Iller zur Verfügung stand. In Tabelle 43 und Tabelle 44 sind die Inhaltsstoffe und die Futterzusammensetzung des Lämmerstarters aufgeführt. Die Lämmer wurden auf den Aufzuchtbetrieben immer wieder zur Probe gewogen, so dass sie mit einem Körpergewicht zwischen 18 kg bis 20 kg ausgestallt und zum Mastbetrieb transportiert werden konnten. Diese Transporte fanden einmal wöchentlich statt.

Die Tiere wurden während der Mast in Großgruppen nach Betrieben geordnet, auf Tiefstreu gehalten. Während der Mast wurde Mastfutter der Firma KAMA-Kraftfutterwerk GmbH und Co KG, Senden/Iller eingesetzt. Das Lämmerstarter-Futter wurde durch ein reines Mastfutter mit einem niedrigeren Energiegehalt (MJ ME/kg) ersetzt (Tabelle 43 und Tabelle 44). Die Tiere wurden während der gesamten Mastperiode mit Kraftfutter *ad libitum* gefüttert und bekamen zudem 200-300 g Heu pro Tier und Tag. Wasser und vitaminisierte Mineralleckschalen standen zur freien Verfügung.

3.1.3 Schlachtung und Zerlegung

Die schlachtreifen Lämmer wurden im Schlachthof Baumann in Viernheim geschlachtet. Dieser Schlachthof ist deutschlandweit der Größte seiner Art und speziell für Lämmer und Schafe konzipiert. Die Anlieferung der Lämmer erfolgte schon einige Tage vor Schlachttermin zur Nüchterung. Die Tiere wurden nach heutigem Standard mit Elektrobetäubung betäubt und anschließend geschlachtet. Die Tierkörper wurden nach der Schlachtung in einem Kühltunnel auf eine Temperatur von 7 °C herunter gekühlt. Nach einer Kühlung unter standardisierten Bedingungen für 24 h fand die Zerlegung der Schlachtkörper durch geschultes Schlachthofpersonal statt. Aus dem Rücken wurden mit Hilfe einer standardisiert eingestellten Maschine die Koteletts geschnitten. Von jedem Tier wurden die Koteletts der 10. und 11. Rippe (jeweils zwei cm stark) in eine Schale mit Normalluft ohne Zusätze verschlossen. Diese 350 g Fleisch je Schlachtkörper wurden noch am selben Tag nach Hohenheim transportiert und bei 5 °C gelagert. Die Rücken, die später für die sensorische Analyse genutzt werden sollten, wurden nicht weiter zerlegt, sondern komplett vakuumverpackt und bei -20 °C bis zur sensorischen Analyse gelagert.

3.2 Datenerfassung und Berechnung der Merkmale

3.2.1 Datenerfassung auf den Betrieben

Die Betriebe hatten die Aufgabe die Böcke mit den Mutterschafen gezielt anzupaaren. War dies nicht durchführbar, wurden Böcke, deren Nachkommen anhand der äußeren Erscheinung zuzuordnen waren in eine Gruppe eingeteilt. So fand z. B. ein gleichzeitiger Einsatz von Suffolk und Ile de France statt. Die Muttertiere lammten im ersten Durchgang auf der Weide ab. Danach wurden sie zusammen mit den Lämmern aufgestellt. Im zweiten Durchgang waren die meisten Schafe noch im Stall. Die Lämmer mussten unverzüglich individuell gekennzeichnet werden, um Verwechslungen zu vermeiden. Die Tiere blieben bis zum Absetzen mit den anderen Versuchstieren im Stall. Die Versuchstiere mussten jedoch getrennt von den anderen Tieren aufgestellt werden.

Zusätzlich mussten die Daten der Lämmer dokumentiert werden. Hierzu wurden Listen vorgefertigt (Lämmer- und Mutterschafverzeichnis), die dann entsprechend auszufüllen waren. Im Mutterschafverzeichnis wurde die Einzeltiernummer und das ungefähre Alter der Mütter (jung, mittel und alt), das von den Schäfern zusammen mit dem Landratsamt Ludwigsburg ermittelt wurde, das Geburtsdatum und der Geburtstyp (Einling/Zwilling) der

MATERIAL UND METHODEN

Lämmer notiert. Zusätzlich wurde der Verlauf der Geburt erfasst: keine Beobachtung, einfacher Geburtsverlauf oder Geburtshilfe wurde geleistet. In der zweiten Liste, der Lämmerliste, wurden die Lämmernummern, das Geburtsdatum, das Geschlecht, die vermutete Vatterrasse und die Einzeltiernummer der Mutter erfasst. Zudem wurde erfasst, wann und mit welchem Gewicht die Tiere abgesetzt wurden bzw. wann ein Tier verendete. Außerdem wurden medizinische Behandlungen der Lämmer bzw. des ganzen Bestandes dokumentiert. Die Betriebe hatten darauf zu achten, dass die Muttertiere bedarfsgerecht gefüttert wurden, so dass die Lämmer keinen Mangel erlitten. Die Einzelidentifikation nach der Geburt fand mittels Ohrmarken statt. Im linken Ohr war die Betriebsmarke und im rechten Ohr eine Ohrmarke mit einer für den Versuch zugeteilten Betriebsfarbe und fortlaufender Nummer. Die Zuteilung der Farbe erfolgte, um eine schnelle Zuteilung beim Schlachten zu gewährleisten. Mit 18 bis 20 kg wurden die Lämmer auf den Mastbetrieb transportiert. Das Gewicht zu Mastbeginn und das Datum wurden auf dem Mastbetrieb dokumentiert. Während der Mastperiode erfolgten wiederholte Probewiegungen. Zwischen 39 und 43 kg wurden die Tiere vom Mäster mittels Metzgergriff untersucht und bei Erreichen der Schlachtreife ausgestellt, wobei das Abgangsgewicht und das Abgangsdatum dokumentiert wurden. Beim Metzgergriff wird u. a. mittels Abtasten des Rückens die Fleischigkeit des Tieres überprüft. Zusätzlich erfolgte die Erfassung der Behandlungen der einzelnen Tiere sowie der Gruppen während der Mast. Es wurde prophylaktisch ein Pasteurellen- und Clostridienimpfstoff eingesetzt. Des Weiteren wurden die Tiere gegen Innenparasiten behandelt.

3.2.2 Mastleistung

Die Mast- und Schlachtleistungen wurden in Anlehnung an die in den Prüfstationen gängigen Methoden durchgeführt. Im Besonderen wurde sich an der Prüfstation St. Johann orientiert (Engelhart und Eckl 2012). Bei der Fleischqualität wurden die üblichen Merkmale erhoben und durch die Tropfsaftanalyse erweitert.

Im Schlachthof wurde die Herkunft der Lämmer mittels Ohrmarke festgestellt. Von jedem Tier wurde das Geschlecht nochmals erfasst um Unklarheiten aufzudecken. Anschließend wurden je Tier 20 ml EDTA Vollblut gewonnen, aus dem noch am selben Tag in Hohenheim ein Alliquot genommen und von diesem die DNA extrahiert wurde. Extrahierte DNA sowie die Rückstellproben wurden bei -20 °C eingefroren. Mittels Genotypisierung von 768 SNPs wurde eine Vaterschaftszuordnung durchgeführt und das Geschlecht überprüft. Am Schlachtband wurden die Tiere mit einer laufenden Nummer versehen, die am Bein der

MATERIAL UND METHODEN

Schlachtkörper befestigt wurde. Die Erfassung der Schlachtkörpergewichte erfolgte an der warmen Schlachtkörpermasse ohne Kopf, Füße (am unteren Gelenk der Fußwurzel abgetrennt) und Innereien. Die Gewichte wurden mit Haken (1,3 kg) gewogen an dem der Schlachtkörper hing, der später abgezogen wurde. Bei jeder Schlachtung wurde der Tarawert der Waage erfasst, sodass die Schlachtkörpergewichte korrigiert werden konnten.

Die täglichen Zunahmen während der Aufzuchtphase wurden anhand der Angaben der Betriebe, die das Geburtsgewicht dokumentierten, und des Mästers, der das Ankunftsdatum und das -gewicht erfasste, berechnet. Die Berechnung der täglichen Zunahmen (TZ) wurde wie folgt berechnet: $TZ (\text{Aufzucht}) = \text{Ankunftsgewicht (g)} / \text{Alter bei Mastbeginn (Tagen)}$.

Durch die Dokumentation des Gewichtes und des Datums beim Absetzen nach der Mast konnten die täglichen Zunahmen der Mast und die gesamten Lebenstagszunahmen wie folgt berechnet werden: $TZ (\text{Mast}) = (\text{Endgewicht} - \text{Anfangsgewicht der Mast (g)}) / \text{Mastdauer (Tagen)}$.

Die gesamten Lebenstagszunahmen (LTZ) wurden durch $LTZ = \text{Abgangsgewicht (g)} / \text{Schlachtalter (Tagen)}$ berechnet. Das Abgangsgewicht (g), ist das Gewicht, was die Tiere bei der letzten Wiegung bei Mastende aufwiesen.

Die Definition bzw. Berechnung der Nettolebenstagszunahme (NLTZ) wurde berechnet durch $NLTZ = \text{Schlachtkörpergewicht (kg)} / \text{Schlachtalter (Tagen)}$. Sie gibt die Zunahme pro Tag in Gramm an. Alle erfassten Daten wurden auf Plausibilität kontrolliert und wenn nötig korrigiert.

3.2.3 Erfassung der Schlachtleistung

Bei der Ausschlachtung wurden 5 % Nüchterung (Nüchterungsanteil bei Lebendverkauf) berücksichtigt (Baumann 2013). Das Schlachtkörpergewicht wurde zu dem korrigierten Wert in Relation gesetzt und mit 100 multipliziert. So konnte die prozentuale Schlachtausbeute, die sogenannte Ausschlachtung ermittelt werden. Die Ausschlachtung setzt sich wie folgt zusammen: $\text{Ausschlachtung (\%)} = (\text{Abgangsgewicht} * 0,95 \text{ (kg)} - \text{Schlachtkörpergewicht (kg)}) / \text{Abgangsgewicht} * 0,95 \text{ (kg)}$.

Bevor das Nierenfett aus dem Schlachtkörper herausgelöst werden konnte, mussten die Nieren vorsichtig, ohne Fett mit abzulösen aus dem Schlachtkörper entfernt werden. Beim Herauslösen des Nierenfettes musste das Fett nochmals auf Reinheit überprüft werden.

MATERIAL UND METHODEN

Die Rückenlänge wurde mit Hilfe eines Stabes und eines Maßbandes ermittelt. Der Stab wurde zwischen der 5. und 6. Rippe eingestochen. Die Rückenlänge wurde zwischen Kreuzbein und 5./6. Brustwirbel gemessen. Die Schulterbreite wurde an zwei verschiedenen Punkten mittels einer Schieblehre gemessen. Diese wurde beim ersten Messpunkt auf Höhe der Beinbeuge, direkt hinter der Schulter des Tieres, gemessen. Der zweite Messpunkt befand sich auf der Schulter, an ihrem breitesten Punkt. Beim Keulenumfang wurde der Umfang der Keule der Tiere gemessen. Bei der Keulenbreite wurde die breiteste Stelle der Keule gemessen. Die Keulenausprägung wurde an zwei Stellen gemessen, an der rechten sowie an der Linken Keule, da teilweise Unterschiede zwischen der rechten und der linken Seite zu erkennen waren. Die Fleischausprägung wurde von innen bis zur breitesten Stelle gemessen. Diese zwei gemessenen Werte wurden später gemittelt und zu einem Wert zusammengeführt.

In Tabelle 8 ist die Einteilung der Rückenbeurteilung, bei der die Entwicklung der Breite der Schlachtkörper beurteilt wurde, dargestellt. Diese nicht vollständig objektive Bewertung wurde jeweils von den selben Personen durchgeführt. Die Breite der Schlachtkörper wurde in fünf Stufen unterteilt (s bis b). So konnten Unterschiede in der Ausprägung dargestellt werden.

Tabelle 8: Einteilung der Rückenbeurteilung: Entwicklung der Breite der Schlachtkörper

Rückenbeurteilung	Beschreibung
s	Schmal; der Schlachtkörper ist sehr schmal, geringe Breite und fast keine Muskeln vorhanden
sn	Schmal bis normal; der Schlachtkörper ist etwas schmaler als der Durchschnitt
n	Normal; gute Breite des Schlachtkörpers, gute Muskelfülle
nb	Normal bis breit; sehr gute Breite, sehr gute Muskelfülle
b	Breit; außergewöhnlich breiter Schlachtkörper mit außergewöhnlicher Muskelfülle

Die Fettabdeckung wurde durch zwei fachkundige Personen bewertet. Hierbei wurde die Fettabdeckung genauer beleuchtet. Die Benotung erfolgte auf einer Skala von eins (viel Fett) bis neun (gar kein Fett vorhanden).

MATERIAL UND METHODEN

Die Klassifizierung der Lämmer wurde mittels dem EUROP-Verfahren, dass in Kapitel 2 beschrieben wurde, und nach EWG Verordnung (2013 Nr. 2137/92), von einem Metzgermeister durchgeführt.

Die Kotelettfläche wurde am *Musculus longissimus dorsi* zwischen der 10./ 11. Rippe erhoben, indem die Koteletts zum einen gescannt und zum anderen von Hand abgezeichnet wurden. Es wurde bestimmt, aus wie viel reinem Fleisch die Koteletts bestehen. Die gescannten Koteletts wurden mit Hilfe des Programms Photoshop 6.0 (1998-2000) ausgewertet, um den Anteil des Fleisches zu bestimmen. Die von Hand abgezeichneten Kotelettflächen wurden ausplanimetriert.

3.2.4 Erfassung der Fleischqualität

Zur Messung des pH-Wertes wurde das Gerät Testo 206 (Testo, Lenzkirch, Deutschland) mit automatischer Temperaturkompensation verwendet. Gemessen wurde mit einer Glaselektrode die ca. zwei cm in den Rückenmuskel, *longissimus dorsi*, eingeführt wurde. Hierzu wurde mit einem scharfen Messer ein kleiner Schlitz durch die Fettauflage der Schlachtkörper geschnitten. Vor Beginn der Messungen wurde das Gerät auf den pH 4 und den pH 7 kalibriert. Es wurde zu zwei Zeitpunkten gemessen. Die erste Messung wurde 45 min p.m. (pH₄₅) und die zweite Messung am darauffolgenden Tag 24 h p.m. (pH₂₄) vorgenommen.

Die Leitfähigkeit wurde mit einer edelstahlummantelten Elektrode mit einem LF-Star (Matthäus, Pöttmes, Deutschland) gemessen. Die Messeinheit wurde in mS/cm gemessen. Auch das Leitfähigkeitsgerät wurde nach Herstellerangaben zu Beginn der Messungen im Schlachthof kalibriert. Hierzu wurde es auf zwei Ohm und sieben Ohm kalibriert. Es wurde an der gleichen Stelle des Schlachtkörpers und zum gleichen Zeitpunkt gemessen wie beim pH-Wert. So wurde 45 min p.m. (LF₄₅) und 24 h p.m. (LF₂₄) gemessen.

Für den Kochverlust wurde die rechte Kotelettseite des Koteletts der 10. Rippe verwendet. Das Fleisch wurde vom Knochen getrennt und vom Fett befreit. Das Fleischstück wurde auf einer austarierten Waage gewogen und anschließend in einen beschrifteten Plastikbeutel (Gefrierbeutel) gegeben. Gekocht wurde auf einer Induktionskochplatte mit der Grundeinstellung von 1800 Watt und 240 °C. Es wurden maximal vier Beutel in einen Kochtopf mit kochendem Wasser gegeben (geändert nach Honikel, 1998). Wenn die Proben eine Kerntemperatur von 85 °C, welche mit einem Einstichthermometer (Digitalthermometer GTH 1200 der Firma Greisinger electronic) überprüft wurde, erreicht hatten, wurden sie aus dem Wasser herausgenommen. Nachdem die Proben abkühlt und abgetropft waren, wurden

MATERIAL UND METHODEN

sie zurück gewogen. Der Kochverlust ist definiert als: $\text{Kochverlust (\%)} = (\text{Gewicht vor dem Kochen (g)} - \text{Gewicht nach dem Kochen (g)}) / \text{Gewicht vor dem Kochen} * 100 \text{ (g)}$.

Das Kotelett der 10. Rippe wurde bei -20 °C eingefroren. Nach dem auftauen wurde dieses ebenfalls gekocht und die Scherkraft ermittelt.

Das Safthaltevermögen wurde mit Hilfe der Pressprobe ermittelt. Es wurden jeweils ca. 3 g vom rohen Fleisch des *Musculus longissimus dorsi* entfernt und auf ein Filterpapier (Durchmesser von 3 cm) gelegt. Unter Druck mittels Anziehen der Schraube wurde das Fleischstück fünf Minuten gepresst. Anschließend wurde die Schraube gelöst. Die Proben wurden getrocknet und die Fläche des aus der Probe herausgepressten Fleischsaftes sowie des Fleisches planimetriert. Der Verlust des Presssaftes setzt sich wie folgt zusammen: $\text{Presssaftverlust (\%)} = \text{Fläche des Fleisches} / \text{Fläche des Fleischsaftes}$.

Der Tropfsaftverlust wurde mit Fleisch des *Musculus longissimus dorsi* durchgeführt. Die Proben wurden 24 h nach dem Zerlegen beprobt, indem ein definiertes, rundes Stück Fleisch mit 1,5 cm Durchmesser ausgestanzt wurde. Die Proben wurden in einen Trichter gegeben, der mit einem Röhrchen versehen war, in den der Saft hinein tropfen konnte. Die Proben wurden 8 Tage bei 4 °C gelagert. Der Tropfsaft wurde durch zurückwägen der Proben prozentual berechnet (geändert nach Honikel, 1998b). Der Tropfsaftverlust (TSV) ist definiert als: $\text{TSV (\%)} = ((\text{Einwaage (g)} - \text{Rückwaage (g)}) / \text{Einwaage (g)}) * 100$.

Die Fleischfarbe wurde wie bei Honikel (1998) nach dem CIE-L*a*b*-Farbsystem gemessen. 48 h p.m. wurde die Fleischfarbe im Labor erfasst. Honikel (1998) hält Proben von 1,5 bis 2 cm als geeignet, die vor einem weißen oder schwarzen Hintergrund gemessen werden. In diesem Versuch wurde die Farbe zwei cm dicker Koteletts mit einem Photometer der Firma BYK-Gardner (Color-guide 45°/0°) mit Kontrolleinheit und Messkopf auf weißem Hintergrund gemessen.

Die Fettauflage am Rücken (auch: Rückenfettstärke) wurde an der 10. Rippe des *Musculus longissimus dorsi* bestimmt. Die Messungen wurden 100 mm und 400 mm zu beiden Seiten der Wirbelsäule erfasst und anschließend gemittelt.

Als Indikator für die Zartheit wurde die Scherkraft herangezogen. Sie wurde mittels der Warner-Bratzler-Schere aus den gekochten Stücken ermittelt (geändert nach Honikel, 1998). Aus den standardisierten, gekochten Stücken Fleisch wurde wiederum ein definiertes, einheitliches Stück mittels eines Zylinders ausgestanzt, der einen Radius von 1,5 cm hatte. Die Fleischstücke wurden bei 4 °C 24 Stunden gekühlt. Anschließend wurden sie zur

MATERIAL UND METHODEN

Bestimmung der Scherkraft mittels der Warner-Bratzler-Schere im rechten Winkel zu den Muskelfasern geschnitten. Die Maximale Geschwindigkeit betrug 200 mm/ min. Die benötigte Kraft wird in N angegeben.

3.3 Statistische Auswertungen

Das Ziel der statistischen Analyse war, Vergleiche zwischen den Rassenmittelwerten durchzuführen und zu testen, ob sich die Lämmer der unterschiedlichen Vatterassen in den erhobenen Merkmalen signifikant unterscheiden. Die statistischen Auswertungen der Mast- und Schlachtleistung sowie der Fleischqualität wurden mit der Statistik-Software SAS (9.2, SAS Inst. Inc., Cary, NC) mit der Prozedur GLIMMIX geschätzt. So wurden in der Mastleistung die Merkmale der täglichen Zunahmen (für Aufzucht und Mast), die Tageszunahmen und die Nettozunahmen ausgewertet. In den Merkmalen der Schlachtleistung wurden die dazugehörigen Merkmale Schlachtkörpergewicht, Nierenfett, Fettauflage, Benotung der Fettauflage, Rückenbeurteilung, Schulterbreite 1 und 2, Rückenlänge, Koteletfläche, Keulenumfang, Keulenbreite, Keulenausprägung und Klassifizierung geschätzt. Auch die Merkmale der Fleischqualität wie pH-Werte, LF-Werte, Presssaft, Tropfsaft, Kochverluste, Farben und die Scherkraft wurden mit derselben Prozedur geschätzt. Die Verteilung der Merkmale wurde als binominal oder normal verteilt angenommen und wurde entweder mit einer logit Link-Funktion oder einer identity-Funktion im unten dargestellten Model analysiert. Die Merkmale der Mast- und Schlachtleistung sowie der Fleischqualität wurden mit folgendem statistischem Model berechnet (univariate Analyse, vereinfachte Darstellung):

$$Y = Xb + Zu + e$$

wobei

- Y Vektor der Beobachtungen
- b Vektor der fixen Effekte
- u Vektor der zufälligen Effekte der Böcke
- e statistischer Restfehler
- X, Z bekannte Designmatrizen

MATERIAL UND METHODEN

In Tabelle 9 sind die Merkmale der Mast- und Schlachtleistung, Verteilung, die verwendete Link-Funktion und die Tabellenummer der Ergebnisse dargestellt.

Tabelle 9: Die Merkmale der Mast- und Schlachtleistung, deren Verteilung, Link-Funktion und die Nummer der Ergebnistabelle

Nr.	Merkmal	Verteilung	Link-Funktion	Tabelle
1	Aufzuchtzunahme	normal	identity	21
2	Mastzunahme	normal	identity	21
3	Gesamtzunahme	normal	identity	21
4	Nettolebensstagszunahme	normal	identity	22
5	Schlachtkörpergewicht	normal	identity	23
6	Ausschlachtung	binominal	logit	24
7	Nierenfett	normal	identity	25
8	Fettauflage	normal	identity	53
9	Note für Fettauflage	normal	identity	61
10	Rückenbeurteilung	normal	identity	59
11	Schulterbreite1	normal	identity	26
12	Schulterbreite2	normal	identity	26
13	Rückenlänge	normal	identity	27
14	Kotelettfläche	normal	identity	28
15	Keulenumfang	normal	identity	29
16	Keulenbreite	normal	identity	29
17	Keulenausprägung	normal	identity	29
18	Klassifizierung	normal	identity	30

In der folgenden Tabelle 10 sind die Merkmale der Fleischqualität, deren Nummern, Verteilung, die verwendete Link-Funktion und die Tabellenummer der Ergebnisse dargestellt.

MATERIAL UND METHODEN

Tabelle 10: Die Merkmale der Fleischqualität, deren Verteilung, Link-Funktion und die Nummer der Ergebnistabelle

Nr.	Merkmal	Verteilung	Link-Funktion	Tabelle
19	pH1	normal	identity	31
20	pH24	normal	identity	31
21	LF1	normal	identity	32
22	LF24	normal	identity	32
23	Presssaft	binominal	logit	67
24	Tropfsaft	binominal	logit	33
25	Kocherverlust 1	binominal	logit	34
26	Kocherverlust 2	binominal	logit	34
27	Farbe L	normal	identity	35
28	Farbe a	normal	identity	35
29	Farbe b	normal	identity	35
30	gefrorene Farbe L	normal	identity	72
31	gefrorene Farbe a	normal	identity	72
32	gefrorene Farbe b	normal	identity	72
33	Scherkraft 1	normal	identity	36
34	Scherkraft 2	normal	identity	36

Es wurden die adjustierten Mittelwerte (LS-Means) berechnet. Die Signifikanzen wurden mittels der Contrast-Anweisung in GLIMMIX bestimmt. In Tabelle 11 sind die Merkmale der Mast- und Schlachtleistung mit statistischem Model und den Signifikanzen der fixen Effekten sowie der Schätzwert der zufälligen Effekte mit deren Standardfehler dargestellt. Bei den fixen Effekten wurde jeweils Rasse, Betrieb und Geschlecht berücksichtigt. War der Effekt signifikant ($p \leq 0,05$), wurde zusätzlich um Schlachtung, Betrieb, Mastdauer, Mastdauer x Rasse-Interaktion, Abgangsgewicht x Rasse-Interaktion, Abgangsgewicht² x Rasse-Interaktion, Abgangsgewicht x (Rasse x Geschlecht)-Interaktion und Ankunftsgewicht x Rasse-Interaktion korrigiert. Die Böcke wurden als zufällig und unverwandt modelliert.

MATERIAL UND METHODEN

Tabelle 11: Die Merkmale der Mast- und Schlachtleistung mit statistischem Model und den Signifikanzen der fixen Effekte, sowie der Schätzwert der zufälligen Effekte mit deren Standardfehler

Nr.	Merkmal	Fixe Effekte	Zufällige Effekte (Schätzwert/ SE)
1	Aufzuchtzunahme	Rasse ^{n.s.} , Betrieb**, Geschlecht***	Bock (1404,7/1138,4) Residual (7691,6/302,8)
2	Mastzunahme	Rasse ^{n.s.} , Schlachtung***, Betrieb***, Geschlecht***, Mastdauer(Rasse)***, Abgangsgewicht(Rasse)***	Bock (0/0) Residual (1042/37,8)
3	Gesamtzunahme	Rasse ^{n.s.} , Schlachtung***, Betrieb***, Geschlecht**, Mastdauer(Rasse)***, Abgangsgewicht (Rasse)***	Bock (122,36/61,13) Residual (489,6/19,3)
4	Nettozunahme	Rasse ^{n.s.} , Schlachtung***, Betrieb***, Geschlecht ^{n.s.} , Mastdauer(Rasse)***, Abgangsgewicht(Rasse)***	Bock (16,98/8,77) Residual (161,07/6,32)
5	Schlachtkörpergewicht	Rasse**, Schlachtung***, Betrieb***, Geschlecht***	Bock (0,043/0,44) Residual (3,73/0,14)
6	Ausschlachtung	Rasse*, Schlachtung***, Geschlecht***	Bock (0,0005/0,0002) Residual (0,002 /0,000)
7	Nierenfett	Rasse *, Schlachtung***, Betrieb***, Geschlecht***, Mastdauer(Rasse)***, Abgangsgewicht(Rasse)***	Bock (376,5/173,4) Residual (5555 /202)
8	Fettauflage	Rasse*, Schlachtung***, Betrieb*, Geschlecht***, Mastdauer(Rasse_Geschlecht) *, Abgangsgewicht (Rasse_Geschlecht)***	Bock (0,08/0,044) Residual (1,22/0,05)
9	Benotung des Oberflächenfetts	Rasse ^{n.s.} , Schlachtung***, Geschlecht***, Abgangsgewicht(Rasse)***	Bock (0,0002/0,0018) Residual (0,25/0,009)
10	Rückenbeurteilung	Rasse ^{n.s.} , Schlachtung***, Geschlecht***, Abgangsgewicht(Rasse)***	Bock (0,034/0,014) Residual (0,36/0,014)

MATERIAL UND METHODEN

Fortsetzung von Tabelle 11

Nr.	Merkmal	Fixe Effekte	Zufällige Effekte (Schätzwert/ SE)
11	Schulterbreite1	Rasse ^{n.s.} , Schlachtung***, Geschlecht***, Abgangsgewicht(Rasse)***, Abgangsgewicht ² (Rasse)**	Bock (0,05/0,019) Residual (0,53/0,02)
12	Schulterbreite2	Rasse ^{n.s.} , Schlachtung***, Geschlecht***, Abgangsgewicht (Rasse)***, Abgangsgewicht ² (Rasse)**	Bock (0,05/0,018) Residual (0,5/0,018)
13	Rückenlänge	Rasse ^{n.s.} , Schlachtung***, Mastdauer(Rasse)***, Abgangsgewicht (Rasse)***, Ankunftsgewicht (Rasse) ^{n.s.}	Bock (0,20/0,081) Residual (2,40/0,09)
14	Kotelettfläche	Rasse ^{n.s.} , Schlachtung***, Geschlecht ^{n.s.} , Abgangsgewicht (Rasse)***	Bock (0,18/0,064) Residual (1,55/0,056)
15	Keulenumfang	Rasse ^{n.s.} , Schlachtung***, Geschlecht***, Abgangsgewicht (Rasse)***, Abgangsgewicht ² (Rasse)**	Bock (0,12/0,054) Residual (2,22/0,08)
16	Keulenbreite	Rasse ^{n.s.} , Schlachtung***, Betrieb*, Abgangsgewicht (Rasse)***, Abgangsgewicht ² (Rasse)**	Bock (0,019/0,01) Residual (0,45/0,016)
17	Keulenausprägung	Rasse ^{n.s.} , Schlachtung***, Geschlecht*, Abgangsgewicht (Rasse)***	Bock (0,01/0,005) Residual (0,24/0,008)
18	Klassifizierung	Rasse *, Schlachtung***, Geschlecht***, Ankunftsgewicht (Rasse)**, Mastdauer(Rasse)**, Abgangsgewicht (Rasse)***	Bock (0,0005/0,001) Residual (0,05/0,002)

n.s.: $p > 0,05$; *: $p \leq 0,05$; **: $p \leq 0,01$; ***: $p \leq 0,001$

In Tabelle 12 sind die Merkmale der Fleischqualität mit statistischem Model und den Signifikanzen der festen Effekte, sowie der Schätzwert der zufälligen Effekte mit deren Standardfehler dargestellt.

MATERIAL UND METHODEN

Tabelle 12: Die Merkmale der Mast- und Schlachtleistung mit statistischem Model und den Signifikanzen der fixen Effekte, sowie der Schätzwert der zufälligen Effekte mit deren Standardfehler

Nr.	Merkmal	Fixe Effekte	Zufällige Effekte (Schätzwert/ SE)
19	pH1	Rasse ^{n.s.} , Schlachtung***, Geschlecht**	Bock (0,002/0,001) Residual (0,08/0,003)
20	pH24	Rasse ^{n.s.} , Schlachtung***, Geschlecht**	Bock (0/0) Residual (0,04/0,002)
21	LF1	Rasse ^{n.s.} , Schlachtung*** Geschlecht***	Bock (0,0035/0,003) Residual (0,23/0,009)
22	LF24	Rasse ^{n.s.} , Schlachtung***, Geschlecht***	Bock (0,001/0,001) Residual (0,086/0,003)
23	Presssaft	Rasse**, Schlachtung***, Geschlecht***, Abgangsgewicht (Rasse)***	Bock (0,00009/0,0003) Residual (0,01/0,0004)
24	Tropfsaft	Rasse *, Schlachtung***, Geschlecht ^{n.s.}	Bock (0,0008/0,001) Residual (0,006/0,0002)
25	Kocherverlust	Rasse **, Schlachtung***, Geschlecht***	Bock (0,006/0,0005) Residual (0,006/0,0002)
26	Kocherverlust 2	Rasse ^{n.s.} , Schlachtung***, Geschlecht***	Bock (0,0003/0,0002) Residual (0,004/0,0002)
27	Farbe a	Rasse ^{n.s.} , Schlachtung***, Geschlecht***, Abgangsgewicht (Rasse)***	Bock (0,093/0,041) Residual (1,03/0,037)
28	Farbe b	Rasse ^{n.s.} , Schlachtung***, Geschlecht***, Abgangsgewicht (Rasse)*	Bock (0,016/0,010) Residual (0,63/0,023)
29	Farbe L	Rasse ^{n.s.} , Schlachtung***, Geschlecht***, Abgangsgewicht (Rasse)***	Bock (0,39/0,16) Residual (2,92/0,11)
30	Farbe a, tiefgefrorenes Fleisch	Rasse ^{n.s.} , Schlachtung***, Geschlecht***, Abgangsgewicht (Rasse)***	Bock (0,037/0,017) Residual (0,75/0,028)
31	Farbe b, tiefgefrorenes Fleisch	Rasse ^{n.s.} , Schlachtung***, Geschlecht***	Bock (0,001/0,003) Residual (0,44/0,016)

Fortsetzung von Tabelle 12:

Nr.	Merkmal	Fixe Effekte	Zufällige Effekte (Schätzwert/ SE)
32	Farbe L, tiefgefrorenes Fleisch	Rasse ^{n.s.} , Schlachtung ^{***} , Geschlecht ^{***} , Abgangsgewicht (Rasse) ^{***}	Bock (0,25/0,11) Residual (4,39/0,16)
33	Scherkraft 1	Rasse ^{n.s.} , Schlachtung ^{***} , Geschlecht ^{***}	Bock (44,29/20,96) Residual (966,2/35,07)
34	Scherkraft 2	Rasse ^{n.s.} , Schlachtung ^{***} , Geschlecht ^{***}	Bock (26,03/11,5) Residual (393,94 /14,6)

n.s.: $p > 0,05$; *: $p \leq 0,05$; **: $p \leq 0,01$; ***: $p \leq 0,001$

3.4 Sensorische Analyse

Da die Beurteilung durch menschliche Verkoster maßgeblich für den späteren Verkaufserfolg ist (Busch-Stockfisch 2009b), wurde ein Sensoriktest durchgeführt. Ziel des Sensorikversuches war es, die spezielle Kreuzungseignung vom Merinolandschaf bezüglich der sensorischen Merkmale Geruch, Zartheit, Saftigkeit, Lammgeschmack, Geschmack und des Gesamturteils zu bewerten. Die Mast- und Schlachtleistung sowie die Fleischqualität sollten durch eine sensorische Analyse ergänzt werden. Verkostet wurden Kreuzungslämmer aller Vatterassen und Reinzuchtlämmer der ML. Zusätzlich wurde neuseeländisches Lammfleisch im Einzelhandel erworben und verkostet.

3.4.1 Tiermaterial

Von den insgesamt 1600 Tieren wurden 90 Tiere ausgewählt und auf sensorische Merkmale hin untersucht. Insgesamt wurden 105 Tiere im Sensoriktest verkostet. Verkostet wurden Fleischproben der Kreuzungslämmer aller Herkünfte sowie Reinzuchtlämmer der Rasse Merinolandschaf. Zusätzlich wurde neuseeländisches Lammfleisch im Einzelhandel erworben und ebenfalls verkostet. Beim neuseeländischen Lammfleisch waren Rasse, Fütterung, Haltung und post mortem Bedingungen unbekannt. Es dient lediglich als Vergleich, da in Deutschland neuseeländisches Lammfleisch einen hohen Marktanteil hat.

Auswahlkriterium der baden-württembergischen Lämmer war ein durchschnittliches Schlachtkörpergewicht und eine durchschnittliche bis gute Oberflächenfettbewertung. Die Tiere stammten von unterschiedlichen Betrieben und sind aus dem ersten und dem zweiten

MATERIAL UND METHODEN

Durchgang. Pro Rasse wurden 15 Tiere, sowohl weibliche wie männliche, ausgewählt. Die Schlachtkörper wurden bei 4 °C 48 Stunden im Schlachthof gelagert und zerlegt. Anschließend wurden das Fleisch zur Universität Hohenheim transportiert und bei -20 °C bis zum Vortag der Verkostung gelagert. Das neuseeländische Lammfleisch wurde als vakuumierte Frischware im Einzelhandel gekauft.

3.4.2 Panel und Durchführung

Für den Sensoriktest wurde ein Panel von 21 weiblichen und männlichen Personen, sowohl theoretisch als auch praktisch geschult, herangezogen. Das Panel setzte sich aus Personen der umliegenden Fachgebiete sowie dem eigenen Fachgebiet zusammen. Hierbei handelt es sich um Professoren, wissenschaftliche Mitarbeiter/innen, Doktoranden/innen, Sekretärinnen, Laborpersonal, Aushilfskräfte und Studenten/innen. Die Tester wurden befragt, ob sie Lammgeschmack mögen oder nicht. An dem Prüftag durfte kein starkes Parfum, Deo oder Aftershave benutzt werden. Es durften vorab keine stark gewürzten Speisen oder Getränke eingenommen werden. Bei starker Erkältung durfte nicht am Test teilgenommen werden. Eine Stunde vor dem Sensoriktest durfte nicht mehr geraucht, kein Kaffee mehr getrunken und keine Speisen mehr verzehrt werden.

Insgesamt wurden 15 Sensoriktests an 15 Tagen durchgeführt. Pro Tag wurden maximal drei Durchgänge mit jeweils sechs Personen durchgeführt. Das Panel bewertete auf einer 10 cm langen unskalierten Strecke die Zartheit, die Saftigkeit, den spezifischen Lammgeschmack, den Geschmack und den Geruch. Zudem gab das Panel einen Gesamteindruck ab (Tabelle 13). Zusätzlich zu den normalen Proben (fünf Kreuzungen, Reinzucht ML und neuseeländisches Lamm) wurde ein Duplikat hinzugefügt. Mit diesem wurden die Testpersonen überprüft.

Die verkosteten Koteletts waren 2 cm dick und ungewürzt. Sie wurden 1:30 Minuten auf einem Kontaktgrill bei 170 °C gebraten. Danach wurden sie in Alufolie gewickelt um 2:20 Minuten nachzureifen. Anschließend wurden die Koteletts in Streifen geschnitten und dem Panel in 0,7 cm großen Streifen auf einem weißen Teller gereicht. Da insbesondere die Zartheit in mediolateraler Richtung einen starken Gradienten aufweist, wurden die inneren und äußeren Streifen verworfen. Als Verkostungsraum wurde ein Kellerraum gewählt, der räumlich von dem Vorbereitungsraum, in dem das Fleisch gegrillt wurde, getrennt war. Verkostet wurde das Fleisch in Kabinen mit grünem Licht, um einen Einfluss der Fleischfarbe

MATERIAL UND METHODEN

auf das Testurteil auszuschließen. Die Stücke wurden nicht geschluckt, damit kein Sättigungsgefühl eintritt. Nach jeder Probe wurde mit Wasser oder Weißbrot neutralisiert.

Tabelle 13: Merkmale der sensorischen Analyse, deren Skala und Definition

Merkmale und Skala	Definition
Saftigkeit 0 = sehr trocken, 10 = sehr saftig	Die Saftigkeit des Fleisches.
Zartheit 0 = sehr zäh, 10 = sehr zart	Die Kaukraft, die zum Zerteilen des Fleisches aufgebracht werden muss.
Geruch 0 = sehr unangenehm, 10 = sehr angenehm	Der Geruch des Fleisches.
typischer Lammgeschmack 0 = nicht vorhanden, 10 = stark ausgeprägt	Der Geschmack, der mit der Tierart assoziiert wird.
Geschmack 0 = sehr unangenehm, 10 = sehr wohlschmeckend	Der Geschmack insgesamt.
Gesamteindruck 0 = sehr negativ, 10 = sehr positiv	Der Eindruck insgesamt.

3.4.3 Statistische Analyse der Sensorik

Das Panel verkostete jedes Mal acht Proben, wobei eine der Proben ein Duplikat war.

Alle Proben wurden in einer balancierten Reihenfolge präsentiert um den Carryover-Effekt so gering wie möglich zu halten (nach Macfie und Bratchell, 1989).

Zur genetisch-statistischen Analyse der Merkmale der sensorischen Untersuchung wurde ein Model mit der Prozedur GLIMMIX der Software SAS entwickelt. In dem Model wurden Rasse, Geschlecht, die Präferenz der Testperson, ob sie Lammfleisch mag oder nicht, als fixe Effekte berücksichtigt. Ergänzt wurde das Model durch die Interaktion *Testperson***Rasse* (Verkoster) und um den Term *e*, der den statistischen Restfehler beschreibt. Die Ergebnisse der Sensorik wurden mit dem folgenden Model (nach Piepho 2003) statistisch ausgewertet:

$$y = \text{Rasse} + \text{Geschlecht} + x + \text{Testperson} * \text{Rasse} + e,$$

MATERIAL UND METHODEN

wobei

- y Beobachtung
- *Rasse* Fixer Effekt der Vatterrasse
- *Geschlecht* Fixer Effekt des Geschlechts der Lämmer
- x Indikatorvariable mit der Lammpräferenzen des Verkosters ('mag Lamm oder nicht')
- *Testerperson*Rasse* Zufällige Effekte der Tester*Rasse-Kombination
- e statistischer Restfehler

Die Merkmale wurden als binominal verteilt modelliert. Als Link wurde die logit Funktion gewählt. Wie bei den Merkmalen der Mast- und Schlachtleistungen sowie den Merkmalen der Fleischqualität wurden die adjustierten Mittelwerte (LS-Means) berechnet. Die Signifikanzen wurden ebenfalls mit der Statistik-Software SAS mit der Prozedur GLIMMIX geschätzt.

In Tabelle 14 sind die Merkmale der Sensorik mit deren statistischem Model, Signifikanzen, fixen Effekten, sowie der Schätzwert der zufälligen Effekte mit deren Standardfehler aufgeführt.

Tabelle 14: Die Merkmale der Sensorik mit statistischem Model und den Signifikanzen der fixen Effekte, sowie der Schätzwert der zufälligen Effekte mit deren Standardfehler

Nr.	Merkmal	Fixe Effekte	Zufällige Effekte (Schätzwert/ SE)
36	Saftigkeit	Rasse*, Geschlecht ^{n.s} , Verkostung***, maglamm*, Verk*maglamm**	Verkoster (0,21/0,07) Residual (0,19/0,007)
37	Geruch	Rasse***, Geschlecht ^{n.s} , Verkostung ^{n.s} , maglamm*, Verk*maglamm***	Verkoster (0,38/0,13) Residual (0,09/0,003)
38	Zartheit	Rasse***, Geschlecht***, Verkostung***, maglamm**, Verk*maglamm ^{n.s}	Verkoster (0,07/0,03) Residual (0,23/0,008)
39	Lammgeschmack	Rasse***, Geschlecht ^{n.s} , Verkostung**, maglamm*, Verk*maglamm**	Verkoster (0,41/0,14) Residual (0,17/0,006)
40	Geschmack	Rasse***, Geschlecht ^{n.s} , Verkostung*, maglamm**, Verk*maglamm**	Verkoster (0,12/0,04) Residual (0,15/0,005)
41	Gesamteindruck	Rasse***, Geschlecht**, Verkostung**, maglamm***, Verk*maglamm**	Verkoster (0,12/0,04) Residual (0,18/0,006)

n.s.: $p > 0,05$; *: $p \leq 0,05$; **: $p \leq 0,01$; ***: $p \leq 0,001$

3.5 Zusammenführen der Ergebnisse in einem Gesamtindex

Um die Rassen rangieren zu können wurde im Folgenden ein Gesamtindex aufgestellt, der sich an dem in der Tierzucht gebräuchlichen Basisindex orientiert (z. B. Willam und Simianer, 2011). Der Index zur Rangierung der Vatterassen wurde folgendermaßen aufgestellt.

$$I = \sum_{i=1}^n w_i \frac{(RM_i - MLM_i)}{\sigma_i},$$

wobei I der Indexwert der jeweiligen Kreuzungen ist, w_i das relative ökonomische Gewicht des Merkmals i darstellt, mit $\sum_{i=1}^n |w_i| = 100$, RM_i der korrigierte Rassenmittelwert der jeweiligen Kreuzung im Merkmal i , MLM_i der korrigierte Rassenmittelwert der reinen ML im Versuch und σ_i die phänotypische Standardabweichung der reinen ML im Merkmal i darstellt. Die Heritabilität des Merkmals i ist implizit durch die Nutzung der Rassenmittelwerte berücksichtigt. Der Index wurde auf die Basis 100 eingestellt.

Eine auf Grenzertrag basierende Ableitung ökonomischer Gewichte war nicht möglich, da in der Praxis der Preis für Schlachtlämmer nicht anhand der Schlachtkörperqualität unterschieden wird. So ist eine gute Schlachtleistung speziell für den Schlachthof und die Vermarkter von Vorteil. Von guten Zunahmen profitiert hingegen der Erzeuger, von guter Fleischqualität und gutem Geschmack vor allem der Verbraucher. Alles in allem profitieren auch der Erzeuger und der Vermarkter von einer guten Fleischqualität, da der Verbraucher das Produkt wieder nachfragt, wenn es ihm geschmeckt hat. Deshalb wurde unter volkswirtschaftlichen Gesichtspunkten gewichtet. In Zusammenarbeit mit dem Landratsamt Ludwigsburg/ Tierzucht (J.-G. Wenzler und R. Buchsteiner) wurde versucht, relative ökonomische Gewichte für die Merkmale von ökonomischer Relevanz abzuleiten. Diese geben an, wie viel eine Veränderung des Mittelwertes (in σ_i) in der F_1 -Kreuzung gegenüber den reinrassigen ML, in Relation zu den entsprechenden Veränderungen der anderen Merkmale im Index wert ist. Die Merkmalskomplexe und die Gewichtungsfaktoren sind in Tabelle 15 dargestellt. Diese Werte sind geschätzt und können unter anderen Gesichtspunkten variiert werden, sie sollen Orientierung geben. Neben den Ergebnissen der Mastleistung, der Schlachtleistung, der Fleischqualität und der Sensorik werden auch die Ergebnisse der Futtermittelverwertung (Schiller et al., 2013, Manuskript in Vorbereitung) berücksichtigt.

MATERIAL UND METHODEN

Tabelle 15: Merkmalskomplexe mit ihren jeweiligen Merkmalen, deren Abkürzungen, Standardabweichung der Merinolandschafe (σ_i), relative ökonomischen Gewichte (w_i)

mit $\sum |w_i| = 100$.

Merkmalskomplex	Merkmal	Abkürzung	σ_i ¹⁾	w_i
Mastleistung	Nettolebensstagszunahmen	NLTZ	38,8	35
Schlachtleistung	Rückenlänge	RL	2,56	5
	Schulterbreite	SB	1,10	5
	Fettauflage	FA	1,46	-5
	Kotelettfäche	KF	1,63	5
	Keulenausprägung	KA	0,75	5
Fleischqualität	Kochverlust	KV	0,04	-5
	Tropfsaftverlust	TSV	0,02	-5
Futtermverwertung	Futtermverwertung	FWW	8,74	-20
Sensorik	Gesamturteil	GU	2,24	10

¹⁾ Die Standardabweichungen wurden aus den Tabellen im Anhang entnommen, die Standardabweichung der Futtermverwertung aus Schiller et al. (2013).

4 ERGEBNISSE

Die Ergebnisse der im Kapitel 3 dargestellten Auswertungen der Mast-, Schlachtleistung, der Fleischqualität, der Sensorik und die Gewichtung der Merkmale werden in den nachfolgenden Kapiteln dargestellt. Es werden im Folgenden die Abkürzungen die in Tabelle 16 dargestellt sind verwendet.

Tabelle 16: Folgenden Abkürzungen werden verwendet:

Kreuzungen	Abkürzung
Charollais x Merinolandschaf	CH
Ile de France x Merinolandschaf	IDF
Merinolandschaf x Merinolandschaf	ML
Schwarzköpfiges Fleischschaf x Merinolandschaf	SK
Suffolk x Merinolandschaf	SU
Texel x Merinolandschaf	TX

4.1 Abstammungsnachweis

Mithilfe des Abstammungsnachweises wurden die Vatterassen und der jeweilige Vater ermittelt. Zusätzlich konnte so das Geschlecht überprüft und fehlende Daten ergänzt werden. Der Abstammungsnachweis ergab, dass von 1625 Tieren 186 Tiere der falschen Rasse zugeordnet waren. Dies entspricht einer Fehlerquote von 11,5 %. 439 Vaterschaften wurden nicht angegeben oder konnten aufgrund nicht vollständiger Lämmerdaten/ -tabellen nicht zugeordnet werden, was 27 % entspricht. Insgesamt konnten anhand der Daten von den Betrieben 61,5 % zugeordnet werden und mit Hilfe des Abstammungsnachweises bestätigt werden. 38,5 % waren falsch oder gar nicht zuordenbar.

In Tabelle 17 ist die Verteilung der Kreuzungen und der reinen ML dargestellt. Insgesamt gingen 1600 Tiere in die Auswertungen ein. Davon waren 150 TX, 324 CH, 250 SK, 359 IDF, 279 SU und 238 reine ML. Ferner waren 783 Tiere weiblich und 817 männlich.

ERGEBNISSE

Tabelle 17: Verteilung der Rassen, Gesamte Anzahl sowie Anzahl der weiblichen und männlichen Tiere

Rasse	Gesamt	Weiblich	männlich
CH	324	167	157
IDF	359	171	188
ML	238	106	132
SK	250	133	117
SU	279	142	137
TX	150	64	86

4.2 Mastleistung

Dieser Punkt befasst sich in erster Linie mit der deskriptiven Statistik der Merkmale der Mastleistung. Von den erfassten Merkmalen wurden die unkorrigierten Mittelwerte, die jeweilige Standardabweichungen sowie das 10 % Quantil und das 90 % Quantil berechnet. Von den täglichen Zunahmen der Aufzucht und der Mast, der Lebenstagszunahmen (Geburt bis Mastende) sowie den Nettozunahmen sind jeweils die adjustierten Mittelwerte, Standardfehler und das Signifikanzniveau tabellarisch dargestellt. In den Tabellen wurden zudem signifikante Unterschiede der Mittelwerte mit Buchstaben (a-e) gekennzeichnet, wobei gleiche Buchstaben für einen nicht signifikanten Unterschied stehen. Im Anhang sind die Rohdaten der erfassten Parameter in Tabelle 60 ff aufgeführt.

4.2.1 Mastdauer

Tabelle 18: Mastdauer in Tagen und Anzahl der Tiere, Mittelwerte und Standardabweichung (STD) mit 10 %/ 90 %-Quantil

Rasse	Anzahl	Mittelwert	STD	10 %/ 90 %-Quantil
CH	320	67	11	53 – 84
IDF	358	67	11	54 – 82
ML	238	72	12	56 – 85
SK	250	66	11	53 - 82
SU	278	68	13	54 – 90
TX	150	72	10	62 – 85

ERGEBNISSE

In Tabelle 18 sind die Anzahl der Tiere, die erfassten Mittelwerte, deren Standardabweichungen sowie das 10 % und 90 % Quantil der Mastdauer aufgeführt. Die Mastdauer betrug bei den untersuchten Tieren zwischen 66 und 72 Tagen. Die Tiere der Kreuzung SK erreichte am schnellsten das Mastendgewicht, dicht gefolgt von den Kreuzungen CH und IDF. Einen Tag älter wurden im Mittel die SU-Kreuzungen. Die reinen ML und die TX-Kreuzungen wiesen die längste Mastdauer auf. Die kürzeste Mastdauer betrug 37 Tage, die längste 113 Tage. Diese Schwankungen waren bei den reinen ML und allen anderen Kreuzungen zu erkennen. Das niedrigste 10 % Quantil lag bei 53 Tagen, das höchste 90 % Quantil der Kreuzungen lag bei 90 Tagen.

4.2.2 Abgangsgewicht und Schlachtkörpergewicht

Die in Tabelle 19 dargestellten Mittelwerte und Standardabweichungen des Abgangsgewichtes von allen 1600 Lämmern zeigen, dass die Abgangsgewichte sehr eng beieinander lagen. So waren die Tiere im Mittel zwischen 40 und 42 kg schwer. Die schwersten Abgangsgewichte wiesen die reinen ML sowie die Tiere der Kreuzungen SU und IDF auf, gefolgt von den Kreuzungen SK und TX. Die im Durchschnitt leichtesten Tiere hatte die Kreuzung CH. Auch hier wurden innerhalb der Rassen große Varianzen ermittelt. So lag das niedrigste 10 % Quantil bei 34 kg und das höchste 90 % Quantil 15 kg darüber.

Tabelle 19: Abgangsgewicht (kg) und Anzahl der Tiere, Rohmittelwerte und Standardabweichung (STD) mit 10 %/ 90 % Quantil

Rasse	Anzahl	Mittelwert	STD	10%/ 90 %-Quantil
CH	322	40,3	4,90	34 – 47
IDF	358	41,7	4,52	36 – 48
ML	238	42,0	5,18	36 – 49
SK	249	41,1	4,04	36 – 46
SU	277	42,0	4,93	36 – 49
TX	150	40,9	4,69	35 – 47

ERGEBNISSE

Tabelle 20: Mittleres Schlachtkörpergewicht (kg), mittleres Abgangsalter und Anzahl der Tiere und Rohmittelwerte der Lebenstagszunahmen (g/d)

Rasse	Anzahl	Lebenstagszunahmen*		Mittleres Schlacht- körpergewicht (kg)	Mittleres Abgangs- alter (Tage)
		Mittelwert	10 %/ 90 % Quantil		
CH	258	337	266 – 408	17,8	118
IDF	298	337	259 – 426	18,5	122
ML	238	316	240 – 410	18,3	125
SK	217	336	259 – 425	18,1	122
SU	274	337	262 – 419	18,5	121
TX	102	328	250 – 402	17,9	121

* in g/d, Gewichtszunahmen pro Tag von Geburt bis Mastende

In Tabelle 20 sind die Anzahl der Tiere, die Lebenstagszunahmen (g/d) mit 10 %/ 90 % Quantil, das mittlere Schlachtkörpergewicht und das mittlere Abgangsalter dargestellt. Das höchste Abgangsalter erreichten die reinen ML. Die schwersten Schlachtkörper hatten die Kreuzungen IDF und SU bei gleichen Lebenstagszunahmen zu verzeichnen. Sie waren dabei im Mittel drei Tage jünger als die reinen ML. Bei der Kreuzung CH waren dieselben Lebenstagszunahmen wie bei SU und IDF zu beobachten, wobei sie im Mittel vier Tagen jünger waren und ein um 0,7 kg niedrigeres Schlachtkörpergewicht hatten als die Kreuzung IDF.

4.2.3 Tägliche Zunahmen

Nachfolgend sind in Tabelle 21 die Anzahl der Tiere der reinen ML und der Kreuzungen, deren adjustierten Mittelwerte und Standardfehler sowie die Kontrast-Signifikanzen der täglichen Zunahmen der Aufzucht und der Mast und die Lebenstagszunahmen dargestellt. Bei den täglichen Zunahmen während der Aufzuchtphase ließen sich keine signifikanten Unterschiede erkennen. Die durchschnittlichen täglichen Zunahmen lagen zwischen 348 und 381 g/d. Eine leichte Tendenz zeichnete sich bei den Tieren der Kreuzung TX ab. Diese hatten im Mittel die höchsten Zunahmen zu verzeichnen. Die Kreuzung SU hatte tendenziell die schlechtesten Zunahmen während der Aufzucht.

ERGEBNISSE

Tabelle 21: Täglichen Zunahmen der Aufzucht und der Mast, sowie die Tageszunahmen (g/d) und Anzahl der Tiere, adjustierte Mittelwerte und Standardfehler (SE) mit Kontrast-Signifikanzen

Wachstumsleistung	Rasse	Anzahl	Mittelwert*	SE	Kontrast-Signifikanzen
Tägliche Zunahmen (g/d) ¹	CH	257	377	18	a
	IDF	296	369	18	a
	ML	235	368	21	a
	SK	217	368	19	a
	SU	274	349	21	a
	TX	102	381	23	a
Tägliche Zunahmen (g/d) ²	CH	320	324	2,2	a
	IDF	354	335	2,0	c
	ML	236	328	2,6	ab
	SK	248	337	2,4	c
	SU	276	335	2,3	bc
	TX	149	327	3,3	a
Lebenstagszunahmen (g/d) ³	CH	258	337	5	a
	IDF	298	344	5	a
	ML	238	338	6	a
	SK	217	339	5	a
	SU	274	334	6	a
	TX	102	351	7	a

* adjustierte Mittelwerte

a, b, c, unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede, Signifikanzniveau $p \leq 0.05$

¹ Gewichtszunahmen pro Tag von der Geburt bis zu Beginn der Mast (Zunahmen während der Aufzucht)

² Gewichtszunahmen pro Tag vom Absetzen bis Mastende (Zunahmen während der Mast)

³ Gewichtszunahmen pro Tag von Geburt bis Mastende

Die durchschnittlichen täglichen Zunahmen der Mast lagen zwischen 324 und 337 g/d. Signifikante Unterschiede ließen sich zwischen den Tieren der Kreuzungen IDF und SK im Vergleich zu den Kreuzungen CH, TX und den reinen ML beobachten. Die SU-Kreuzungen

ERGEBNISSE

zeigten keinen signifikanten Unterschied zu den reinen ML und den IDF- sowie den SK-Kreuzungen. Die Kreuzung SK erreichte die höchsten täglichen Zunahmen. Es folgten die Tiere der Kreuzung SU, die ihrerseits nicht signifikant von den IDF- und SK-Kreuzungen verschieden waren. Anschließend folgten die reinen ML, die 9 g/d geringere Zunahmen als die Tiere der Kreuzung SK erreichten. Bei den Tieren der Kreuzungen TX und CH wurden 10 g/d bzw. 13 g/d geringere Zunahmen in der Mast gegenüber SK ermittelt.

Die durchschnittlichen Lebenstagszunahmen lagen bei allen Lämmern zwischen 337 und 351 g/d. Es ließen sich keine signifikanten Unterschiede erkennen. Bei den Tieren der Kreuzung TX war eine leichte Tendenz zu höheren Zunahmen zu erkennen.

4.2.4 Nettozunahmen

In Tabelle 22 sind die Anzahl der Tiere der reinen ML und der Kreuzungen, deren adjustierten Mittelwerte und Standardfehler sowie die Kontrast-Signifikanzen der Nettozunahmen aufgeführt. Die Ergebnisse der Nettozunahme lagen im Durchschnitt zwischen 155 und 166 g/d. Die Tiere der Kreuzung TX erreichten die höchsten Nettozunahmen. Sie waren signifikant verschieden von den Tieren der Kreuzungen CH, SK, reinen ML und der Kreuzung SU. Kein signifikanter Unterschied konnte zwischen den TX-Kreuzungen und den IDF-Kreuzungen festgestellt werden. Ebenso war die IDF-Kreuzung nicht signifikant verschieden von den Tieren der Kreuzungen CH, SK, reinen ML und der Kreuzung SU.

Tabelle 22: Nettozunahmen (g/d) und Anzahl der Tiere, adjustierte Mittelwerte und Standardfehler (SE) mit Kontrast-Signifikanzen

Rasse	Anzahl	Mittelwert*	SE	Kontrast-Signifikanzen
CH	255	158	2,2	a
IDF	299	161	2,2	ab
ML	238	156	2,4	a
SK	218	156	2,3	a
SU	275	155	2,4	a
TX	102	166	3,0	b

*adjustierte Mittelwerte

a, b unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede, Signifikanzniveau $p \leq 0.05$

4.3 Schlachtleistung

Die folgenden Abschnitte befassen sich mit der schließenden Statistik der Merkmale der Schlachtleistung. In den folgenden Tabellen ist die Anzahl der Beobachtung pro Rasse/Kreuzung, die adjustierten Mittelwerte (LS-Means) und die jeweiligen Standardfehler mit den Kontrast-Signifikanzen für die einzelnen Merkmale der Schlachtleistung dargestellt. Es werden die Ergebnisse der Merkmale Schlachtkörpergewicht, Ausschlachtung, Nierenfett, Fettauflage, Benotung der Fettauflage, Schulterbreite, Rückenlänge, Kotelettfläche, Keulenumfang, Keulenbreite, Keulenausprägung und der Klassifizierung beschrieben.

4.3.1 Schlachtkörpergewicht

Die adjustierten Mittelwerte und die Standardfehler der Schlachtkörpergewichte sind in Tabelle 23 abgebildet. Die Schlachtkörpergewichte streuten zwischen durchschnittlich 18,6 und 19,4 kg. Die Tiere der Kreuzungen IDF und SU erreichten gegenüber den Tieren der Kreuzungen CH und TX signifikant höhere Schlachtkörpergewichte. Bei den reinen ML und den SK-Kreuzungen wurden Schlachtkörpergewichte im mittleren Bereich erfasst, wobei sich die reinen ML nur von der CH-Kreuzung signifikant unterschieden. Die Tiere der Kreuzung CH wiesen tendenziell die niedrigsten Schlachtkörpergewichte auf, gefolgt von den Tieren der Kreuzung TX.

Tabelle 23: Warme Schlachtkörpergewichte (kg) und Anzahl der Tiere, adjustierte Mittelwerte und Standardfehler (SE) mit Kontrast-Signifikanzen

Rasse	Anzahl	Mittelwert*	SE	Kontrast-Signifikanzen
CH	321	18,6	0,2	a
IDF	359	19,4	0,2	d
ML	238	19,2	0,2	bcd
SK	250	19,0	0,2	bc
SU	279	19,3	0,2	cd
TX	150	18,7	0,2	ab

*adjustierte Mittelwerte

a, b, c, d unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede, Signifikanzniveau $p \leq 0.05$

4.3.2 Ausschlachtung

Tabelle 24: Ausschlachtung (%) und Anzahl der Tiere, adjustierte Mittelwerte und Standardfehler (SE) mit Kontrast-Signifikanzen

Rasse	Anzahl	Mittelwert*	SE	Kontrast-Signifikanzen
CH	321	49,3	0,3	bc
IDF	359	49,5	0,3	c
ML	238	48,7	0,3	abc
SK	250	48,7	0,3	ab
SU	279	48,2	0,3	a
TX	150	49,2	0,3	bc

*adjustierte Mittelwerte

a, b, c unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede, Signifikanzniveau $p \leq 0.05$

Die Ausschlachtung wurde um 5 % bereinigt, wie in Kapitel 3 beschrieben. Die Ergebnisse der Ausschlachtung sind in Tabelle 24 dargestellt. Sie zeigen, dass der Ausschlachtungsgrad bei allen Kreuzungen zwischen 48 und 49 % lag. Die IDF-Kreuzungen realisierten die höchste Ausschlachtung. Die Tiere der IDF Kreuzungen waren signifikant von den Tieren der Kreuzungen SK und SU verschieden. Die reinen ML und die Tiere der Kreuzungen CH, IDF und TX waren nicht signifikant voneinander verschieden. Die Tiere der Kreuzungen CH und TX waren ihrerseits von den SU-Kreuzungen signifikant verschieden. Die reinen ML wiesen keine signifikanten Unterschiede zu einer der Kreuzungen auf.

4.3.3 Nierenfett

In Tabelle 25 sind die adjustierten Mittelwerte, deren Standardfehler und die Kontrast-Signifikanzen des Nierenfettes der reinen ML und der Kreuzungen dargestellt. Die Ergebnisse zeigen signifikante Unterschiede zwischen den Herkünften im Nierenfett. Das Gewicht des Nierenfettes streute im Mittel zwischen 133 und 347 g. Den tendenziell höchsten Wert des Nierenfettes wies die Kreuzung SK auf, gefolgt von den Tieren der Kreuzungen CH, SU und TX. Zwischen den eben genannten Kreuzungen bestand kein signifikanter Unterschied. Am wenigsten Nierenfett wurde bei den reinen ML ermittelt. Diese waren jedoch nicht signifikant verschieden von den IDF-Kreuzungen. Die reinen ML und die IDF-Kreuzungen unterschieden sich signifikant von den Werten der SK-Kreuzungen. Die Tiere der

ERGEBNISSE

Kreuzungen SU und TX konnten keiner Signifikanzgruppe zugeordnet werden. Der hohe Standardfehler weist bei diesem Merkmal darauf hin, dass die Varianzen innerhalb der Rassen sehr hoch waren.

Tabelle 25: Nierenfettes (g) und Anzahl der Tiere, adjustierte Mittelwerte und Standardfehler (SE) mit Kontrast-Signifikanzen

Rasse	Anzahl	Mittelwert*	SE	Kontrast-Signifikanzen
CH	352	319	42	bc
IDF	359	200	43	ab
ML	238	133	48	a
SK	250	347	54	c
SU	278	262	45	abc
TX	150	212	58	abc

*adjustierte Mittelwerte

a, b, c unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede, Signifikanzniveau $p \leq 0.05$

4.3.4 Schulterbreite 1 und 2

Nachfolgend sind in Tabelle 26 die Anzahl der Tiere der reinen ML und der Kreuzungen, deren adjustierten Mittelwerte und Standardfehler sowie die Kontrast-Signifikanzen der Schulterbreite 1 und der Schulterbreite 2 in cm dargestellt. Bei beiden Merkmalen ließen sich signifikante Unterschiede zwischen den Kreuzungen und den reinen ML erkennen. Die Schulterbreite 1 streute zwischen 19,3 bis 20,0 cm. Die signifikant breiteste Schulter wurde bei den Tieren der Kreuzung IDF gemessen. Mit einer um 0,3 cm geringeren Schulterbreite1 folgten die CH-Kreuzungen. Die Tiere der Kreuzung CH waren ihrerseits nicht signifikant verschieden von den Tieren der Kreuzungen SK und SU. Reine ML und die SU-Kreuzungen hatten jeweils eine um 0,7 cm geringere Schulterbreite 1 im Vergleich zu den IDF-Kreuzungen. Des Weiteren waren die reinen ML und die Tiere der Kreuzung SU signifikant verschieden von den Tieren der Kreuzungen IDF und CH.

ERGEBNISSE

Tabelle 26: Schulterbreite 1 und der Schulterbreite 2 (cm) und Anzahl der Tiere, adjustierte Mittelwerte und Standardfehler mit Kontrast-Signifikanzen

	Rasse	Anzahl	Mittelwert*	SE	Kontrast-Signifikanzen
Schulterbreite 1 (cm)	CH	324	19,7	0,1	b
	IDF	358	20,0	0,1	c
	ML	237	19,3	0,1	a
	SK	250	19,4	0,1	ab
	SU	278	19,3	0,1	a
	TX	150	19,4	0,1	ab
Schulterbreite 2 (cm)	CH	324	19,3	0,1	d
	IDF	358	19,4	0,1	d
	ML	237	18,6	0,1	a
	SK	250	19,0	0,1	bc
	SU	278	18,8	0,1	ab
	TX	150	19,1	0,1	cd

*adjustierte Mittelwerte

a, b, c, d unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede, Signifikanzniveau $p \leq 0.05$

Bei der Schulterbreite 2 wurden die tendenziell breitesten Schultern bei den Tieren der Kreuzungen IDF und CH gemessen. Ohne signifikanten Unterschied folgten die Tiere der Kreuzung TX. Diese drei Kreuzungen waren signifikant von den SU-Kreuzungen und den reinen ML verschieden. Die reinen ML hatten tendenziell die schmalste Schulterbreite 2, die um 0,8 cm geringer war als die der IDF-Kreuzungen. Die Tiere der Kreuzung SK waren sowohl zu den Tieren der Kreuzungen IDF und CH sowie zu den Tieren der Kreuzung SU und den reinen ML signifikant verschieden.

4.3.5 Rückenlänge

In Tabelle 27 sind die Ergebnisse der Rückenlänge dargestellt. Hierbei ließen sich zwei Gruppen signifikant unterscheiden. Bei den reinen ML und den Kreuzungen SK sowie SU betrug die Rückenlänge zwischen 41,4 und 40,9 cm. Diese Gruppe zeigte signifikante Unterschiede zu den Tieren der Kreuzungen CH, IDF und TX. Diese drei Kreuzungen hatten einen bis zu 0,6 cm kürzeren Rücken verglichen mit reinen ML. Die reinen ML hatten

ERGEBNISSE

tendenziell die längsten Rücken. Den tendenziell kürzesten Rücken hatten die TX-Kreuzungen. Die Rücken der TX-Kreuzung waren im Vergleich zu den reinen ML im Mittel 1,6 cm kürzer. Betrachtet man die Rückenlänge und die Schulterbreite¹ zusammen, so ist zu erkennen, dass die Tiere der Kreuzungen SK, SU und der reinen ML einen etwas längeren Rücken bei einer schmalen Schulterbreite haben. Bei den Tieren der Kreuzungen IDF, CH und TX wurden kürzere Rücken und breitere Schultern erfasst.

Tabelle 27: Rückenlänge (cm) und Anzahl der Tiere, adjustierte Mittelwerte und Standardfehler mit Kontrast-Signifikanzen

Rasse	Anzahl	Mittelwert*	SE	Kontrast-Signifikanzen
CH	324	39,9	0,2	a
IDF	359	39,9	0,2	a
ML	238	41,4	0,3	b
SK	250	41,1	0,2	b
SU	278	40,9	0,3	b
TX	150	39,8	0,3	a

*adjustierte Mittelwerte

a, b unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede, Signifikanzniveau $p \leq 0.05$

4.3.6 Fleischfläche der Koteletts

Tabelle 28: Kotelettfläche (cm²) und Anzahl der Tiere, adjustierte Mittelwerte und Standardfehler mit Kontrast-Signifikanzen

Rasse	Anzahl	Mittelwert*	SE	Kontrast-Signifikanzen
CH	324	12,3	0,2	ab
IDF	358	12,7	0,2	b
ML	238	12,0	0,2	a
SK	250	12,3	0,2	ab
SU	279	12,2	0,2	ab
TX	150	13,3	0,2	c

* adjustierte Mittelwerte

a, b, c unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede, Signifikanzniveau $p \leq 0.05$

ERGEBNISSE

Die Auswertung führt hinsichtlich der Fleischfläche der Koteletts zu den in Tabelle 28 zusammengestellten Ergebnissen. Die Tiere der Kreuzung TX wiesen die signifikant größten Kotelettflächen auf. So folgten mit einem signifikanten Unterschied die Kreuzung IDF. Ohne signifikanten Unterschied dazu folgten die Tiere der Kreuzungen CH, SK und SU. Die geringste Kotelettfläche wurde bei den reinen ML festgestellt.

4.3.7 Keule

Tabelle 29: Keulenumfang, -breite und -ausprägung der ML und ihrer Kreuzungen, sowie Anzahl der Tiere, adjustierte Mittelwerte und Standardfehler mit Kontrast-Signifikanzen

Merkmal	Rasse	Anzahl	Mittelwert*	SE	Kontrast-Signifikanzen
Keulenumfang (cm)	CH	324	64,4	0,2	cd
	IDF	359	64,0	0,2	c
	ML	238	63,5	0,2	ab
	SK	249	63,2	0,2	a
	SU	279	63,9	0,2	bc
	TX	150	64,8	0,2	d
Keulenbreite (cm)	CH	324	21,9	0,1	b
	IDF	359	21,7	0,1	b
	ML	238	21,7	0,1	b
	SK	249	21,4	0,1	a
	SU	279	21,3	0,1	a
	TX	150	21,8	0,1	b
Keulenausprägung (cm)	CH	324	12,3	0,1	de
	IDF	359	12,3	0,1	cd
	ML	238	11,7	0,1	a
	SK	250	12,0	0,1	b
	SU	279	12,1	0,1	bc
	TX	150	12,4	0,1	e

* adjustierte Mittelwerte

a, b, c, d, e unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede, Signifikanzniveau $p \leq 0.05$

ERGEBNISSE

In Tabelle 29 ist die Anzahl der Tiere der reinen ML und der ML-Kreuzungen, deren adjustierte Mittelwerte und Standardfehler sowie die Kontrast-Signifikanzen des Keulenumfangs, der Keulenbreite und der Keulenausprägung, jeweils in cm zusammengestellt.

Beim Keulenumfang ließen sich signifikante Unterschiede erkennen. Die TX-Kreuzungen hatten mit Ausnahme von der Kreuzung CH den signifikant größten Keulenumfang. Der zweitgrößte Keulenumfang wies die Kreuzung CH auf, gefolgt von den Tieren der Kreuzungen IDF und SU. Bei den SK-Kreuzungen wurde der signifikant geringste Keulenumfang gemessen. Einen nicht signifikant größeren Keulenumfang wiesen die reinen ML auf.

Bei der Keulenbreite waren zwei Gruppen zu erkennen. In Tabelle 29 ist zu erkennen, dass für die Tiere der Kreuzungen CH, TX, IDF und reine ML eine signifikant breitere Keule im Vergleich zur Keule der SK- und SU-Kreuzungen festgestellt wurde. Die größten Keulenbreiten erreichten die Tiere der Kreuzungen CH und TX, gefolgt von den Tieren der Kreuzung IDF und den reinen ML. Schmalere Keulen hatten die Tiere der Kreuzungen SK und SU.

Bei der Berechnung der Keulenausprägung ließen sich ebenfalls signifikante Unterschiede erkennen. Kein signifikanter Unterschied konnte zwischen den Tieren der Kreuzungen TX und CH nachgewiesen werden. Es zeigte sich, dass die Tiere der Kreuzung TX eine signifikant größere Keulenausprägung im Vergleich zu den Tieren der Kreuzungen IDF, SU, SK und den reinen ML hatte. Die IDF-Kreuzungen war ihrerseits signifikant verschieden von den Tieren der Kreuzungen TX, SK und reinen ML. SU-Kreuzungen unterschieden sich nicht von den IDF-Kreuzungen aber waren signifikant verschieden von den Tieren der Kreuzungen TX und CH sowie zu den reinen ML. Somit wurden die tendenziell größten Koteletts bei den TX-Kreuzungen ermittelt, gefolgt von den CH-Kreuzungen. Die drittgrößte Keulenausprägung hatten die IDF-Kreuzungen. Wieder gefolgt von den Tieren der Kreuzungen SU und SK. Die signifikant geringste Keulenausprägung zeigten die reinen ML.

4.3.8 Klassifizierung

Die Auswertung führten hinsichtlich der Klassifizierung zu den in Tabelle 30 zusammengestellten Ergebnissen.

ERGEBNISSE

Tabelle 30: Klassifizierung nach EUROP, wobei E= 5, U = 4, R = 3, O = 2 und P = 1 und Anzahl der Tiere, adjustierte Mittelwerte und Standardfehler mit Kontrast-Signifikanzen

Rasse	Anzahl	Mittelwert*	SE	Kontrast-Signifikanzen
CH	323	2,96	0,02	a
IDF	353	2,96	0,02	a
ML	238	2,87	0,02	c
SK	240	2,93	0,02	ab
SU	279	2,88	0,02	bc
TX	150	2,97	0,03	a

* adjustierte Mittelwerte

a, b, c unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede, Signifikanzniveau $p \leq 0.05$

Die tendenziell beste Klassifizierung erhielt die Tiere der Kreuzung TX, ohne signifikanten Unterschied folgten die Tiere der Kreuzungen CH und IDF. Ebenso konnte kein signifikanter Unterschied zu den SK-Kreuzungen nachgewiesen werden. Diese Vier unterschieden sich signifikant von den reinen ML. Nicht signifikant unterschieden sich die reinen ML von den Tieren der Kreuzung SU. Die reinen ML schnitten bei der Klassifizierung tendenziell am schlechtesten ab.

4.4 Fleischqualität

Dieses Kapitel befasst sich mit der schließenden Statistik der Merkmale der Fleischqualität. In den folgenden Tabellen ist die Anzahl der Beobachtung pro Rasse/ Kreuzung, die LS-Means und die jeweiligen Standardfehler mit den Kontrast-Signifikanzen für die einzelnen Merkmale der Fleischqualität dargestellt.

4.4.1 pH-Werte

Die Ergebnissen des pH₄₅, die in Tabelle 31 dargestellt sind, zeigten teilweise signifikante Unterschiede auf. So waren die Tiere der Kreuzung SK signifikant von den Tieren der Kreuzung IDF verschieden. Nicht voneinander verschieden waren jedoch die Tiere der Kreuzungen CH, SU, TX und reine ML. Die SK-Kreuzungen hatten den tendenziell höchsten pH-Wert. Die mittlere Gruppe, die keine signifikanten Unterschiede zu den Tieren der

ERGEBNISSE

Kreuzungen IDF und SK aufzeigten, lag in einem Bereich zwischen 6,4 und 6,5. Der tendenziell niedrigste pH₄₅ wurde bei den IDF-Kreuzungen gemessen.

Beim pH₂₄ ließen sich keine signifikanten Unterschiede feststellen. In Tabelle 31 ist zu sehen, dass bei den reinen ML und den ML Kreuzungen der gleichen pH-Wert gemessen wurde.

Tabelle 31: PH₄₅ und pH₂₄ und Anzahl der Tiere, adjustierte Mittelwerte und Standardfehler mit Kontrast-Signifikanzen

	Rasse	Anzahl	Mittelwert*	SE	Kontrast-Signifikanzen
pH ₄₅ ¹	CH	317	6,4	0,03	ab
	IDF	350	6,4	0,03	a
	ML	231	6,5	0,03	ab
	SK	238	6,5	0,03	b
	SU	270	6,4	0,03	ab
	TX	143	6,4	0,04	ab
pH ₂₄ ²	CH	322	5,6	0,01	a
	IDF	357	5,6	0,01	a
	ML	237	5,6	0,01	a
	SK	247	5,6	0,01	a
	SU	279	5,6	0,01	a
	TX	150	5,6	0,02	a

* adjustierte Mittelwerte

a, b unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede, Signifikanzniveau $p \leq 0.05$

¹ pH-Wert gemessen 45 min p.m.

² pH-Wert gemessen 24 h p.m.

4.4.2 Leitfähigkeit

Beim LF₂₄ wurden ebenfalls signifikante Unterschiede erfasst. So waren die Tiere der Kreuzungen IDF und SK signifikant von den reinen ML verschieden. Die Tiere der Kreuzungen TX, CH und SU unterschieden sich weder von den Tieren der Kreuzungen IDF und SK noch zu den reinen ML. Die tendenziell höchsten LF-Werte wurden bei den Kreuzungen IDF und SK gemessen. Die reinen ML hatten den tendenziell geringsten LF-Wert zu verzeichnen.

ERGEBNISSE

In Tabelle 32 sind die Ergebnisse der Leitfähigkeit, die Standardfehler, die Anzahl der Tiere und die Kontrastsignifikanzen dargestellt. Bei der LF_{45} unterschieden sich die Tiere der Kreuzung TX signifikant von den Tieren der Kreuzungen CH und den reinen ML. Nicht signifikant unterschieden sich von diesen dreien die Tiere der Kreuzungen IDF, SK und SU. Bei den TX-Kreuzungen wurde tendenziell die höchste Leitfähigkeit gemessen. Die reinen ML hatten den geringsten pH-Wert, dicht gefolgt von den CH-Kreuzungen. Die anderen Kreuzungen lagen dazwischen.

Beim LF_{24} wurden ebenfalls signifikante Unterschiede erfasst. So waren die Tiere der Kreuzungen IDF und SK signifikant von den reinen ML verschieden. Die Tiere der Kreuzungen TX, CH und SU unterschieden sich weder von den Tieren der Kreuzungen IDF und SK noch zu den reinen ML. Die tendenziell höchsten LF-Werte wurden bei den Kreuzungen IDF und SK gemessen. Die reinen ML hatten den tendenziell geringsten LF-Wert zu verzeichnen.

Tabelle 32: LF_{45} und LF_{24} und Anzahl der Tiere, adjustierte Mittelwerte und Standardfehler mit Kontrast-Signifikanzen

	Rasse	Anzahl	Mittelwert*	SE	Kontrast-Signifikanzen
LF_{45}^1	CH	315	2,99	0,04	a
	IDF	328	3,01	0,04	ab
	ML	227	2,96	0,05	a
	SK	218	3,00	0,04	ab
	SU	279	3,00	0,05	ab
	TX	150	3,13	0,05	b
LF_{24}^2	CH	311	1,55	0,02	ab
	IDF	325	1,57	0,02	b
	ML	225	1,49	0,03	a
	SK	210	1,57	0,03	b
	SU	279	1,50	0,03	ab
	TX	150	1,57	0,03	ab

* adjustierte Mittelwerte

a, b unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede, Signifikanzniveau $p \leq 0.05$

¹ Leitfähigkeit gemessen 45 min p.m.

² Leitfähigkeit gemessen 24 h p.m.

4.4.3 Tropfsaftverlust

Tabelle 33: Tropfsaftverlusts (%) und Anzahl der Tiere, adjustierte Mittelwerte und Standardfehler mit Kontrast-Signifikanzen

Rasse	Anzahl	Mittelwert*	SE	Kontrast-Signifikanzen
CH	316	3,4	0,1	c
IDF	329	3,4	0,1	c
ML	230	3,0	0,1	ab
SK	221	3,2	0,1	bc
SU	277	2,9	0,1	a
TX	150	3,1	0,1	abc

* adjustierte Mittelwerte

a, b, c unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede, Signifikanzniveau $p \leq 0.05$

Beim Tropfsaftverlust wurden, wie in Tabelle 33 zu sehen, signifikante Unterschiede festgestellt. Die Tropfsaftverluste waren im Bereich von 2,9 bis 3,4 %. Die Tiere der Kreuzungen CH und IDF waren signifikant verschieden von den reinen ML und den SU-Kreuzungen, welche sich nicht signifikant unterschieden. Keinen signifikanten Unterschied zeigten diese beiden zu den Tieren der Kreuzungen SK und TX. Zudem konnte ein signifikanter Unterschied von den SK-Kreuzungen zu den SU-Kreuzungen nachgewiesen werden. Den tendenziell geringsten Tropfsaftverlust hatten die Tiere der Kreuzung SU. Der tendenziell höchste Tropfsaftverlust wurde bei den Tieren der Kreuzungen CH und IDF erfasst.

4.4.4 Kochverlust

Beim Kochverlust wurden ebenfalls signifikante Rassenunterschiede ermittelt. In Tabelle 34 dargestellt sind die Ergebnisse der Kochverluste. Die Kochverluste des frischen Fleisches (Kochverlust 1) lagen zwischen 30,9 und 32,9 %. Hierbei waren die Tiere der Kreuzungen IDF und TX signifikant von den Tieren der Kreuzung SK und den reinen ML verschieden. IDF- und TX-Kreuzungen wiesen keine signifikanten Unterschiede zu den Tieren der Kreuzungen SU und CH auf. Bei diesen vier Kreuzungen wurde ein signifikanter Unterschied zu den reinen ML festgestellt, welche sich wiederum nicht von den Tieren der Kreuzung SK unterschieden. Die SK-Kreuzungen zeigten keinen signifikanten Unterschied zu den Tieren

ERGEBNISSE

der Kreuzungen SU und CH. Die reinen ML wiesen tendenziell den geringsten Kochverlust auf. Die Tiere der Kreuzungen IDF und TX hatten tendenziell den höchsten Kochverlust, gefolgt von den Tieren der Kreuzungen SU und CH.

Beim Kochverlust 2, der nach der Lagerung bei -20 °C erfasst wurde, konnte ein etwas anderes Ergebnis festgestellt werden. Die Kochverluste streuten hier zwischen 30,6 und 31,9 %. In Tabelle 34 ist zu sehen, dass die Tiere der Kreuzungen TX und SU signifikant von den reinen ML verschieden waren. Die Tiere der Kreuzungen CH, IDF und SK waren nicht signifikant von den reinen ML zu unterscheiden. Die reinen ML hatten den tendenziell geringsten Kochverlust 2, gefolgt von den Kreuzungen SK, IDF und CH. Der tendenziell höchste Kochverlust wurde bei den Tieren der Kreuzungen TX und SU nachgewiesen.

Tabelle 34: Kochverluste (%) und Anzahl der Tiere, adjustierte Mittelwerte und Standardfehler mit Kontrast-Signifikanzen

Merkmal	Rasse	Anzahl	Mittelwert*	SE	Kontrast-Signifikanzen
Kochverlust 1 ¹	CH	324	32,2	0,3	bc
	IDF	359	32,9	0,3	c
	ML	238	30,9	0,4	a
	SK	250	31,5	0,4	ab
	SU	279	32,6	0,4	bc
	TX	149	32,9	0,4	c
Kochverlust 2 ²	CH	310	31,4	0,3	ab
	IDF	340	31,3	0,2	ab
	ML	221	30,6	0,3	a
	SK	228	31,0	0,3	ab
	SU	272	31,5	0,3	b
	TX	141	31,9	0,3	b

* adjustierte Mittelwerte

a, b, c unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede, Signifikanzniveau $p \leq 0.05$

¹ Kochverlust gemessen 24 h nach der Zerlegung, frisches Fleisch

² Kochverlust gemessen am aufgetauten Fleisch, gelagert bei -20 °C

4.4.5 Farbparameter

Nachfolgend sind in Tabelle 35 die Anzahl der Tiere der reinen ML und der Kreuzungen, deren adjustierte Mittelwerte und Standardfehler sowie die Kontrast-Signifikanzen der Farben L, a und b von rohem Fleisch dargestellt. Bei den Farbparametern L, a und b wurden signifikante Unterschiede festgestellt. Bei der Farbe L zeigten die TX-Kreuzungen signifikante Unterschiede zu allen Kreuzungen außer SK. Die SK-Kreuzungen konnten nicht von den anderen Kreuzungen und den reinen ML unterschieden werden. CH, IDF, SU und die reinen ML unterschieden sich nicht voneinander. Das tendenziell hellste Fleisch hatten die Tiere der Kreuzung TX, gefolgt von den Tieren der Kreuzung SK.

Tabelle 35: Farbparameter L, a und b von rohem Fleisch und Anzahl der Tiere, adjustierte Mittelwerte und Standardfehler mit Kontrast-Signifikanzen

Merkmal	Rasse	Anzahl	Mittelwert*	SE	Kontrast-Signifikanzen
Farbparameter L	CH	324	42,0	0,3	a
	IDF	358	42,0	0,3	a
	ML	238	41,7	0,3	a
	SK	250	42,6	0,3	ab
	SU	279	42,0	0,3	a
	TX	150	43,0	0,3	b
Farbparameter a	CH	324	10	0,2	b
	IDF	359	10	0,1	b
	ML	238	10	0,2	b
	SK	250	9,6	0,2	ab
	SU	279	9,8	0,2	ab
	TX	150	9,4	0,2	a
Farbparameter b	CH	324	13,0	0,1	b
	IDF	359	13,0	0,1	b
	ML	238	12,7	0,1	a
	SK	250	12,9	0,1	ab
	SU	279	12,9	0,1	ab
	TX	150	12,9	0,1	ab

* adjustierte Mittelwerte

a, b unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede, Signifikanzniveau $p \leq 0.05$

ERGEBNISSE

Bei dem Farbparameter a wurden signifikante Unterschiede zwischen den Tieren der Kreuzung TX und den Tieren der Kreuzungen CH, IDF und den reinen ML erhoben. Die SU- und SK-Kreuzungen waren zu keiner der anderen Gruppen signifikant verschieden. Die tendenziell höchsten Werte des Farbparameters a wurden bei den Tieren der Kreuzungen CH, IDF und den reinen ML festgestellt. Den tendenziell geringsten a-Wert erreichten die Tiere der Kreuzung TX.

Bei dem Farbparameter b zeigte sich, dass die Tiere der Kreuzungen CH und IDF signifikant verschieden von den reinen ML waren. Die Tiere der Kreuzungen SK, SU und TX waren nicht signifikant voneinander verschieden. Ebenso waren sie nicht signifikant verschieden von den Erstgenannten. Den tendenziell höchsten b-Wert hatten die Tiere der Kreuzungen CH und IDF. Der tendenziell geringste b-Wert wurde bei den reinen ML festgestellt.

4.4.6 Scherkraft

Tabelle 36: Scherkraft 1 und der Scherkraft 2 und Anzahl der Tiere, adjustierte Mittelwerte und Standardfehler mit Kontrast-Signifikanzen

Merkmal	Rasse	Anzahl	Mittelwert*	SE	Kontrast-Signifikanzen
Scherkraft 1	CH	322	114,4	3,6	a
	IDF	353	123,3	3,5	ab
	ML	238	123,2	4,0	ab
	SK	239	124,5	3,7	ab
	SU	279	129,7	4,1	b
	TX	150	127,4	4,4	b
Scherkraft 2 ^t	CH	310	61,3	2,7	a
	IDF	342	66,3	2,6	ab
	ML	219	64,4	3,0	ab
	SK	229	63,3	2,7	ab
	SU	272	68,1	3,0	ab
	TX	143	70,3	3,2	b

* adjustierte Mittelwerte

a, b unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede, Signifikanzniveau $p \leq 0.05$

^t Scherkraft gemessen an tiefgefrorenem (-20 °C), aufgetauten und anschließend gekochtem Fleisch

ERGEBNISSE

Nachfolgend sind in Tabelle 36 die Anzahl der Tiere der reinen ML und der Kreuzungen, deren adjustierten Mittelwerte und Standardfehler sowie die Kontrast-Signifikanzen der Scherkraft am frisch gekochten Fleisch bzw. beim tiefgefrorenen und anschließend aufgetauten und gekochten Fleisch dargestellt. Bei beiden Merkmalen waren signifikante Unterschiede feststellbar. Bei der Scherkraft am frischen Fleisch zeigten die Tiere der Kreuzungen SU und TX einen signifikanten Unterschied zu den Tieren der Kreuzung CH. Eine nicht signifikant verschiedene Gruppe bildeten die Tiere der Kreuzungen SK, IDF zusammen mit den reinen ML. Diese waren weder zu den SU- und TX-Kreuzungen noch zu den CH-Kreuzungen verschieden. Bei den Tieren der Kreuzungen SU wurde der tendenziell höchste Kraftaufwand gemessen. Die tendenziell geringste Kraft wurde bei den CH-Kreuzungen benötigt.

Bei der Scherkraft am zuvor tiefgefrorenen Fleisch wurde ein ähnliches Ergebnis ermittelt. Ein signifikanter Unterschied zeigte sich bei den TX-Kreuzungen im Vergleich zu den CH-Kreuzungen. Bei den TX-Kreuzungen wurde die tendenziell höchste Scherkraft erfasst. Gefolgt von den Tieren der Kreuzung SU, IDF, den reinen ML und der Kreuzung SK, welche sich untereinander und auch zu den Tieren der Kreuzung TX und CH nicht signifikant unterschieden. Die tendenziell geringste Scherkraft wiesen die CH-Kreuzungen auf.

4.5 Sensorik

Neben den Merkmalen der Mast- und Schlachtleistung sowie der Fleischqualität wurde ein sensorischer Test durchgeführt. Insgesamt wurden Koteletts von 105 Lämmern bewertet. Diese setzten sich aus Rückenteilen von 75 Kreuzungslämmern, 15 reine ML und 15 neuseeländischen Lämmern (NS) zusammen. Die adjustierten Mittelwerte und Standardfehler der sensorischen Merkmale Geruch, Zartheit und Saftigkeit sind in Tabelle 37 dargestellt. Beim Geruch waren signifikante Unterschiede zu erkennen. Der Geruch der reinen ML und der ML-Kreuzungen lag zwischen 6,2 und 6,4, wobei keine signifikanten Unterschiede ermittelt wurden. Die NS unterschieden sich signifikant von allen anderen und wurden im Geruch vom Panel als signifikant unangenehmer bewertet.

ERGEBNISSE

Tabelle 37: Sensorischen Merkmalen Geruch, Zartheit sowie Saftigkeit und Anzahl der Beobachtungen, die adjustierte Mittelwerte, Standardfehler und die Kontrastsignifikanzen

	Rasse	Anzahl	Mittelwerte*	SE	Kontrast-Signifikanzen
Geruch	CH	15	6,4	0,34	b
	IDF	15	6,2	0,35	b
	ML	15	6,4	0,34	b
	SK	15	6,4	0,34	b
	SU	15	6,3	0,34	b
	TX	15	6,4	0,34	b
	NS	15	5,2	0,37	a
Zartheit	CH	15	5,6	0,23	ab
	IDF	15	5,3	0,22	a
	ML	15	6,1	0,22	c
	SK	15	6,0	0,22	bc
	SU	15	5,8	0,21	bc
	TX	15	5,1	0,24	a
	NS	15	8,6	0,16	d
Saftigkeit	CH	15	6,4	0,28	b
	IDF	15	6,0	0,28	ab
	ML	15	5,7	0,29	a
	SK	15	6,1	0,28	b
	SU	15	6,0	0,28	ab
	TX	15	6,1	0,30	ab
	NS	15	6,3	0,30	b

* adjustierte Mittelwerte

a, b, c, d unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede, Signifikanzniveau $p \leq 0,05$

Auch in der Zartheit ließen sich signifikante Unterschiede erkennen. Die Proben der reinen ML und der ML-Kreuzungen wurden zwischen 5,1 und 6,1 bewertet. Die reinen ML waren signifikant von den Tieren der Kreuzungen CH, IDF und TX verschieden, unterschieden sich aber nicht den Tieren der Kreuzungen SK und SU. Die beiden zuletzt genannten Kreuzungen zeigten signifikante Unterschiede zu den Tieren der Kreuzungen IDF und TX. Das Fleisch der

ERGEBNISSE

reinen ML wurde tendenziell gegenüber den ML-Kreuzungen als zarter bewertet. Ohne signifikanten Unterschied folgten die Tiere der Kreuzungen SK und SU. Als am tendenziell zähesten wurde das Fleisch der TX- und IDF-Kreuzungen beurteilt. Das Fleisch der NS wurde im Vergleich zu den reinen ML und den ML-Kreuzungen, als signifikant zarter eingestuft.

Betrachtet man die Saftigkeit so ließen sich auch hier signifikante Unterschiede feststellen. Die Saftigkeit der reinen ML und deren Kreuzungen lag in einem Bereich zwischen 5,7 und 6,4. Die Tiere der Kreuzungen CH und SK waren signifikante von den reinen ML verschieden. Die Tiere der Kreuzungen TX, IDF und SU zeigten zu keinen der oben genannten signifikante Unterschiede. Das Fleisch der CH-Kreuzungen wurde tendenziell als am saftigsten bewertet. Als tendenziell am wenigsten saftig wurde das Fleisch von den reinen ML beurteilt. Das Fleisch der NS war nur gegenüber der reinen ML signifikant verschieden.

Tabelle 38: Sensorischen Merkmalen Lammgeschmack sowie Geschmack und Anzahl der Beobachtungen, die adjustierte Mittelwerte, Standardfehler und die Kontrastsignifikanzen

	Rasse	Anzahl	Mittelwerte*	SE	Kontrast-Signifikanzen
Lammgeschmack	CH	15	4,6	0,39	ab
	IDF	15	4,8	0,39	b
	ML	15	4,6	0,39	ab
	SK	15	4,7	0,39	b
	SU	15	4,3	0,38	a
	TX	15	4,4	0,39	ab
	NS	15	7,1	0,33	c
Geschmack	CH	15	5,9	0,23	bc
	IDF	15	5,6	0,23	c
	ML	15	6,1	0,22	cd
	SK	15	6,1	0,22	c
	SU	15	6,4	0,21	d
	TX	15	6,2	0,23	cd
	NS	15	4,3	0,25	a

* adjustierte Mittelwerte

a, b, c, d unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede, Signifikanzniveau $p \leq 0,05$

ERGEBNISSE

Die adjustierten Mittelwerte und Standardfehler der sensorischen Merkmale Lammgeschmack, Geschmack und Gesamteindruck der sensorischen Analyse sind in Tabelle 38 dargestellt. Beim Geschmack wurden die SU-Kreuzungen als tendenziell am besten bewertet. Diese waren signifikant verschieden von den Tieren der Kreuzungen IDF, SK und CH. Kein signifikanter Unterschied konnte zwischen den Tieren der Kreuzung SU und TX und den reinen ML nachgewiesen werden. Das Fleisch der CH-Kreuzungen hatte tendenziell den schlechtesten Geschmack. Im Vergleich mit den anderen Kreuzungen wurde das Fleisch der NS als signifikant weniger schmackhaft beurteilt.

In Tabelle 39 sind die Ergebnisse des Gesamturteils dargestellt. Die Tiere der Kreuzungen SK, SU, die reinen ML und die Kreuzung CH wurden im Gesamturteil als signifikant besser beurteilt als die IDF-Kreuzungen. Die TX-Kreuzungen zeigten keine signifikanten Unterschiede weder zu den Kreuzungen noch zu den reinen ML. Die Tiere der Kreuzung IDF schnitten von den ML-Kreuzungen tendenziell am schlechtesten ab. Das Fleisch der NS wies signifikante Unterschiede zu den Fleischproben der reinen ML und der ML-Kreuzungen auf. Es wurde als am signifikant schlechtesten bewertet.

Tabelle 39: Sensorisches Merkmal Gesamturteil und Anzahl der Beobachtungen, die adjustierte Mittelwerte, Standardfehler und die Kontrastsignifikanzen

	Rasse	Anzahl	Mittelwerte*	SE	Kontrast-Signifikanzen
Gesamturteil	CH	15	5,6	0,25	c
	IDF	15	5,1	0,24	b
	ML	15	5,8	0,24	c
	SK	15	5,9	0,24	c
	SU	15	5,9	0,23	c
	TX	15	5,5	0,25	bc
	NS	15	4,6	0,26	a

* adjustierte Mittelwerte

a, b, c, d unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede, Signifikanzniveau $p \leq 0,05$

4.6 Korrelationen

Die Korrelationen zwischen der Warner-Bratzler-Scherkraft, pH-Wert und den sensorischen Merkmalen sind in Tabelle 40 dargestellt. Es besteht eine signifikant negative Korrelation zwischen der Warner-Bratzler-Scherkraft und der Bewertung der Zartheit. Der pH-Wert korreliert nicht mit den Merkmalen der Sensorik.

Tabelle 40: Korrelationskoeffizienten zwischen pH₂₄, Warner-Bratzler-Scherkraft (WB), und der Beurteilung des Panels des *m. longissimus dorsi*, signifikante Korrelationskoeffizienten sind fettgedruckt ($p < 0,001$)

Merkmal		Z	S	L	Ge	GU	WB	pH ₂₄
Geruch	(G)	0,193	0,180	0,014	0,396	0,243	0,010	0,102
Zartheit	(Z)		0,328	0,192	0,648	0,838	-0,688	0,165
Saftigkeit	(S)			0,014	0,354	0,461	-0,166	0,171
Lammgeschmack	(L)				-0,152	-0,100	-0,155	0,265
Geschmack	(Ge)					0,807	-0,473	-0,117
Gesamturteil	(GU)						-0,591	0,061
WB								-0,230

4.7 Gesamtindex

Um die gewonnen Ergebnisse einordnen zu können wurde ein Gesamtindex aufgestellt. Es wurden die relevantesten Merkmale für die Berechnung herangezogen. Merkmale die keine signifikanten Unterschiede zeigten oder schwer zu erfassen waren wurden nicht in dem Index berücksichtigt. Wie in Kapitel 3 beschrieben, wurden die Merkmale ausgewählt, die von volkswirtschaftlicher Relevanz zu sein schienen. In Tabelle 41 sind die relevanten Merkmale, die in den Index aufgenommen wurden, deren Einheiten und adjustierte Mittelwerte sowie die berechneten Indices dargestellt. Zusätzlich zu den Ergebnissen der Mast- und Schlachtleistung, der Fleischqualität und der sensorischen Analyse wurden die Ergebnisse der FVW (Schiller et al. 2013) mit aufgenommen. Bei der Berechnung der Teilindices (TI) ist zu erkennen, dass jede einzelne Kreuzung Vor- und Nachteile mit sich bringt. So zeigten für die Nettolebenstagszunahme alle Kreuzungen, bis auf die Tiere der Kreuzung SU und SK, höhere Zunahmen als die reinen ML. Bei der Fettauflage waren die Tiere der Kreuzungen IDF und SU den reinen ML überlegen. Bei der Schulterbreite wiesen alle Kreuzungen bis auf die SU-

ERGEBNISSE

Kreuzungen eine Verbesserung hinsichtlich der Breite auf. Jedoch erreichte keine der Kreuzungen die Rückenlänge der reinen ML.

Tabelle 41: Korrigierte Mittelwerte (MW) und entsprechende Teilindices (TI) und der Gesamtindex der einzelnen Kreuzungen und der reinen Merinolandschafe

Merkmal ²⁾		korrigierte Mittelwerte der Kreuzungen ³⁾					
		ML	CH	IDF	SK	SU	TX
NLTZ in g	MW	156	158	161	156	155	166
	TI	100	101,8	104,5	100,0	99,1	109,0
FA in mm	MW	3,7	5,5	3,0	5,4	3,2	5,9
	TI	100	93,8	102,4	94,2	101,7	92,5
SB in cm	MW	19,3	19,7	20,0	19,4	19,3	19,4
	TI	100	101,8	103,2	100,5	100,0	100,5
RL in cm	MW	41,5	39,9	39,9	41,1	40,9	39,8
	TI	100	97,1	97,1	99,4	99,0	96,9
KF in cm ²	MW	12	12,3	12,7	12,3	12,2	13,3
	TI	100	100,9	102,1	100,9	100,6	104,0
KA in cm	MW	11,7	12,3	12,3	12,0	12,1	12,4
	TI	100	104,0	104,0	102,0	102,7	104,7
KV in %	MW	0,309	0,322	0,329	0,315	0,326	0,329
	TI	100	98,5	97,7	99,3	98,1	97,7
TSV in %	MW	0,03	0,034	0,034	0,032	0,029	0,031
	TI	100	98,7	98,7	99,3	100,3	99,7
FVW in MJ/kg ¹⁾	MW	55,8	63,2	51,2	52,6	54,5	50,7
	TI	100	83,1	110,5	107,3	103,0	111,7
GU (Sensorik)	MW	5,8	5,6	5,1	5,9	5,9	5,5
	TI	100	99,1	96,9	100,4	100,4	98,7
Gesamtindex		100	78,8	117,1	103,4	104,9	115,2

¹⁾ Aus den Ergebnissen der Futterverwertung (Schiller et al. 2013)

²⁾ Die Abkürzungen sind in Tabelle 15 erläutert.

³⁾ CH = Charollais, IDF = Ile de France, ML = Merinolandschaf, SK = Schwarzköpfiges Fleischschaf, SU = Suffolk, TX = Texel

ERGEBNISSE

Auch im Kochverlust zeigte sich eine Verschlechterung durch das Einkreuzen der fleischbetonten Vatterassen. Beim Tropfsaftverlust konnte lediglich durch das Einkreuzen der Rasse SU eine tendenzielle Verbesserung erzielt werden. Die Merkmale Kotelettfläche und Kotelettausprägung wurden durch das Einkreuzen der fleischbetonten Vatterassen verbessert. Bei der FVW waren alle Kreuzungen bis auf die Kreuzung CH den reinen ML überlegen. Im Gesamteindruck der Sensorik waren die Tiere der Kreuzungen SK und SU genauso gut bewertet worden, wie die reinen ML. Die anderen Kreuzungen wurden als weniger schmackhaft eingestuft. Im Gesamtindex belegten die Tiere der Kreuzung IDF den ersten Rang, dicht gefolgt von den Tieren der Kreuzung TX. Mit etwas Abstand folgten die Tiere der Kreuzungen SU und SK, diese waren den reinen ML überlegen. Die Tiere der Kreuzung CH zeigte hingegen gegenüber den reinen ML im Gesamtindex keinen Vorteil.

5 DISKUSSION

Die Grundlage dieser Studie bildeten die Daten von 1600 reinen ML und ML-Kreuzungen die auf verschiedenste Merkmale hin untersucht wurden. Es wurden Merkmale der Mast- und Schlachtleistung, der Fleischqualität sowie der Sensorik untersucht. Der Schwerpunkt lag darin, die reinen ML und die ML-Kreuzungen miteinander zu vergleichen und Vorzüge der Kreuzungen bzw. der reinen ML aufzuzeigen. Die Auswertungen ergaben in vielen Merkmalen signifikante Unterschiede.

Im folgenden Kapitel werden die Ergebnisse, die aus dieser Studie hervorgegangen sind, mit der Literatur verglichen und diskutiert. Zu Beginn werden der Versuchsaufbau und die statistische Auswertung betrachtet. Anschließend werden die Merkmale der Mast- und Schlachtleistung, der Fleischqualitätsparameter sowie der Sensorik diskutiert. Abschließend sollen die Ergebnisse mit Hilfe einer Gewichtung eingeordnet und somit der Nutzen für die praktische Schafhaltung aufgeführt werden.

5.1 Versuchsaufbau und Durchführung

Der Versuchsaufbau wie auch die Versuchsdurchführung wurden in Zusammenarbeit mit dem Landratsamt Ludwigsburg/ Tübingen, dem Schafherdengesundheitsdienst, der Viehzentrale Südwest, der Lammfleischerzeugergemeinschaft und dem Landesschafzuchtverband Baden-Württemberg geplant. Auch die Betriebe wurden bei der Planung mit integriert. Auf Grund dessen konnte der Versuch sehr praxisnah umgesetzt werden.

Versuchsaufbau

In der Studie wurden pro Rasse vier bis fünf Böcke eingesetzt. Eine höhere Anzahl von Böcken hätte genauer Aufschluss über das Populationsmittel gegeben und diese eventuell exakter beschrieben. Die jungen Böcke wurden auf Auktionen gekauft. Diese brauchten zunächst eine gewisse Zeit zur Eingewöhnung, was aufgrund der geringen Anzahl Nachkommen im ersten Durchgang anzunehmen ist. Im zweiten Durchgang waren die Nachkommenzahlen deutlich erhöht. Möglicherweise hätten hier etwas ältere und deckerfahrenere Böcke Vorteile gezeigt. In Anbetracht der Deckhygiene war dies für die Betriebe jedoch keine Option. Dies stellte insgesamt auch keinen Nachteil dar, da die gewünschte Anzahl der Lämmer mit dem zweiten Durchgang erreicht wurde. Im ersten Durchgang wurde jeder Bock zu ca. 50 Mutterschafen zugeteilt. Hierbei fiel auf, dass einige

DISKUSSION

Böcke keine bzw. geringe Libido zeigten, was eventuell an fehlender Konkurrenz lag. Im zweiten Durchgang wurden deshalb mehrere Böcke einer Untergruppe zugeordnet. Dies führte zu einem gesteigerten Ablammergebnis.

Die TX-Böcke hatten im Vergleich zu den anderen Rassen eine geringere Anzahl an Nachkommen. Allgemein gelten Texel als saisonal, was sich auch hier, vor allem im ersten Durchgang, widerspiegelte. Eine erhöhte Anzahl der Texel-Böcke wäre von Vorteil gewesen. Anzudenken wäre auch bei einer so streng saisonalen Rasse Kreuzungsböcke einzusetzen, was aber wiederum den Vergleich in den erhobenen Parametern erschwert hätte.

Die Daten von manchen Betrieben waren nicht immer eindeutig zuzuordnen und somit auch teilweise nicht verwendbar. Zudem waren die Daten nicht bei allen Betrieben vollständig. Eine intensivere Betreuung der Betriebe wäre hier von Vorteil gewesen, da der Arbeitsaufwand für die Betriebe, im speziellen die Dokumentation, immens war. Zur Überprüfung der Vaterschaft stellte aufgrund der genannten Problematik der Abstammungsnachweis ein sehr wichtiges Instrument dar. Dieser gewährleistete die Richtigkeit der Vatterassen und des Geschlechts und konnte fehlende Daten ergänzen. Nicht zuletzt konnten so auch Tiere identifiziert werden, von denen fälschlicherweise angenommen wurde, dass sie zum Versuch gehörten.

Versuchsdurchführung

Während der Mast hatten die Lämmer unter gleichen Haltungsbedingungen, am gleichen Standort, *ad libitum* Zugang zu Kraftfutter. Dies war eine der Voraussetzungen um sicherzustellen dass ein Vergleich verschiedener Kreuzungen stattfinden konnte. Wären die Lämmer auf den Betrieben gemästet worden auf denen sie erzeugt wurden, wäre dies kaum möglich gewesen. Es hätten verschiedenste Umwelteinflüsse, wie z. B. Standort, Qualität des Grundfutters, Haltung, Hygiene und Krankheiten auf die Lämmer eingewirkt, welche nur schlecht von genetischen Einflüssen zu trennen gewesen wären. Durch die zentrale Mast waren die Umwelteinflüsse zumindest während der Mast für alle Tiere gleich. Zudem konnten mittels des einheitlichen Kraftfutters die Einflüsse der Fütterung verringert werden.

Eine weitere logistische und organisatorische Herausforderung stellte die weite Fahrt zum Schlachthof dar. Jedoch überwogen hier die Vorteile, die von einem so großen Schlachthof ausgingen. Durch die Größe des Schlachthofes waren die Schlachtbedingungen standardisiert und das Schlachthofpersonal hervorragend vertraut mit der Schlachtung von Schafen. Auch

DISKUSSION

die Zerlegung und Verpackung konnte so praxisnah umgesetzt werden, was für die Fleischqualität und die Sensorik von großer Bedeutung war.

5.2 Statistische Auswertungen

Der hohe Einfluss des Parameters Schlachtnummer, der unter anderem den Effekt der Schlachtung beschreibt, könnte durch die wechselnden jahreszeitlichen Aspekte begründet sein. Es wurden somit witterungsbedingte Aspekte berücksichtigt, aber auch verschiedenste Einflussfaktoren beim Transport und im Schlachthof. Der hohe Einfluss der Betriebe dürfte auf die verschiedenen betriebsspezifischen Bedingungen zurückzuführen sein, die sich in verschiedenen Standorten, Herdengröße und Betriebsmanagement widerspiegeln. De Vries et al. (2004) hatten signifikante Herd-Jahr-Effekte beobachtet und berücksichtigt. Sie nannten als Ursache zusätzlich verschiedene Aufzuchtverfahren. Diese sollten in dem vorliegenden Versuch durch das einheitliche Futter, das *ad libitum* zur Verfügung stand, sowie das frühe Absetzen von der Mutter minimiert sein. Jedoch wirkte sich der systematische Effekt der Schlachtnummer und des Betriebs auf fast jedes Merkmal aus und wurden folglich um diese korrigiert.

Das Geschlecht hatte im vorliegenden Versuch in den meisten Merkmalen einen signifikanten Einfluss. Zu diesem Ergebnis kamen auch de Vries et al. (2004), Zupp (2005) sowie Strittmatter und Fischer (2003). Diese Studien erfassten eine stärkere Bemuskelung bzw. bessere Lebensstagszunahmen bei männlichen Lämmern. Da in der Praxis sowohl weibliche als auch männliche Tiere gemästet werden und weder das Sexen noch Besamung mit gesextem Sperma eine Rolle in der Lammfleischproduktion spielt, wurde der Einfluss des Geschlechts in der vorliegenden Studie nicht weiter untersucht.

Auch der systematische Effekt des Geburtstyps wurde auf Signifikanz hin untersucht. Bei Lüchinger Wüest (1995) waren Einlinge im Vergleich zu Zwillingslämmern bei Mastende jünger und konnten höhere tägliche Zunahmen verzeichnen. Außerdem hatten Einlinge und weibliche Tiere einen höheren Fettanteil (Lüchinger Wüest 1995). Der Geburtstyp zeigte in der hier vorliegenden Studie keinen signifikanten Einfluss. Dies könnte durch das Absetzen nach 18 bis 20 kg und das frühe Zufüttern von Kraftfutter bedingt worden sein.

Für die Definition der Schlachtreife bestanden im Vorfeld mehrere Möglichkeiten. Diskutiert wurde, ob nach Erreichen eines bestimmten Schlachtkörpergewichtes, nach Erreichen der Schlachtreife im Sinne eines bestimmten Bemuskelungsgrades oder einem bestimmten Alter

DISKUSSION

geschlachtet werden soll. Es wurde für den vorliegenden Versuch beschlossen die Variante der Schlachtreife mit einem Lebendgewicht zwischen 40 und 42 kg mit zusätzlicher Anwendung des Metzgergriffs zu definieren. So hatte, wie in der Praxis üblich, der Mäster die letzte Entscheidungsgewalt. Eventuell bestehende Unterschiede des Geschlechts und des Geburtstyps konnten somit berücksichtigt werden, falls z. B. überdurchschnittliche Verfettung vorlag konnte somit ein Lamm vorzeitig geschlachtet werden.

5.3 Ergebnisse

Insgesamt wurden die meisten Untersuchungen mit reinrassigen Tieren oder anderen Kreuzungspartnern als den in der vorliegenden Studie genutzten durchgeführt. Auch die Vergleiche mit der internationalen Literatur sind auf Grund der verschiedenen vorherrschenden Merinotypen nur eingeschränkt möglich.

5.3.1 Mastleistung

Betrachtet man die Zunahmen während der Aufzucht mit den Zunahmen während der Mast wird deutlich, dass insgesamt die Tiere der Kreuzung TX die höchsten Tageszunahmen aufwiesen. Diese Spitzenposition konnten sie jedoch in der darauf folgenden Mast nicht halten. Die vorher im Mittelfeld liegende Tiere der Kreuzung SK holten in der Mast deutlich auf. Den kurzen Einbruch der TX Kreuzungstiere zu Beginn der Mast begründet sich eventuell darauf, dass die Lämmer beim Absetzen noch sehr jung waren. Teilweise erreichten die Lämmer schon vor der achten Lebenswoche das Absetzgewicht. Dieses frühe Absetzen hätte unterbunden werden können, was aber den Bedingungen in der Praxis widersprochen hätte.

Die Mastdauer war im Vergleich zu denen der Prüfstationen St. Johann in Baden-Württemberg, Grub in Bayern, Köllitsch in Sachsen und im Lehr-, Prüf- und Versuchsgut GmbH Buttelstedt um einige Tage länger (Engelhart und Eckl 2012; Lenz et al. 2011; LfL 2011; Walther et al. 2012). Grund hierfür könnten die unterschiedlichen Haltungsbedingungen und das unterschiedliche Tiermaterial sein, da in vorliegender Studie großen Wert auf Praxisnähe gelegt wurde. Auf den Prüfstationen wurden die Tiere in vierer, achter und zehner Gruppen gehalten. Der höhere soziale Stress, wie auch der stärkere Konkurrenzkampf ums Futter, könnten zu den geringeren Zunahmen und somit zu der längeren Mastdauer geführt haben. Weitere Ursachen sind der Einsatz von ausschließlich

DISKUSSION

männlichen Tieren auf den Stationen. Zudem werden dort vornehmlich beste Genetiken, nämlich Herdbuchnachkommen aus der Reinzucht, geprüft.

Ähnliches ließ sich auch bei dem Alter der Tiere beobachten. Die Lämmer des vorliegenden Versuches wurden einige Tage älter als die Lämmer auf den Prüfstationen St. Johann, Grub in Bayern und Köllitsch in Sachsen (Engelhart und Eckl 2012; Lenz et al. 2011; LfL 2011; Walther et al. 2012). Auf der Prüfstation St. Johann erreichte die Rasse Ile de France das höchste Mastalter (Engelhart und Eckl 2012). Auf der Stationsprüfung Grub in Bayern wurden die Schwarzköpfigen Fleischschafe am ältesten (LfL 2011). Die reinrassigen ML waren dort demnach sogar früher schlachtreif.

Die Zunahmen in der Mast aus der vorliegenden Studie lagen mit ca. 100 g/d unter den Vorgaben für Reinzuchttiere der VDL-Rassenbeschreibungen (VDL 2003b, 2003c, 2003e, 2005). Auch die Stationsprüfungen hatten bei reinrassigen Bocklämmern um ca. 100 g höhere Mastzunahmen erfasst (Engelhart und Eckl 2012; LfL 2011; Walther et al. 2012). Bei den reinen ML wurden auf den Prüfstationen in St. Johann in Baden-Württemberg, Grub in Bayern und Köllitsch in Sachsen und in der Lehr-, Prüf- und Versuchsgut GmbH Buttstedt in Thüringen schlechtere Mastzunahmen verzeichnet als bei den fleischbetonten Rassen (Engelhart und Eckl 2012; LfL 2011; Walther et al. 2012). Dies konnte in der vorliegenden Studie anhand der ML und deren Kreuzungen nicht bestätigt werden. Die tendenziell höchsten Zunahmen in der Mast verzeichneten die Tiere der Kreuzungen IDF und SK. Dies haben für die Reinzuchttiere auch LfL (2011) und Walther et al. (2012) ermittelt. Lenz et al. (2011) haben hingegen die höchsten Zunahmen bei Suffolk erfasst. Die teilweise großen Unterschiede auf den Prüfstationen konnten in der vorliegenden Studie nicht bestätigt werden. Hier könnte vor allem das Einkreuzen mit den ML zu tragen gekommen sein, da somit alle Tiere der Herkunft nach die Hälfte der Gene gemeinsam haben. Zudem könnten die Unterschiede in den verschiedenen Haltungsformen Feld vs. Station, dem Geschlechtstyp und an der überdurchschnittlichen reinrassigen Herdbuchnachkommen liegen. Auch die größeren Gruppen und der höhere Konkurrenzdruck um das Futter könnten sich mit ausgewirkt haben. In der Nettolebensstagszunahme wurde durch das Einkreuzen der Rasse Texel eine Verbesserung gegenüber reinen ML ermittelt. Dies wurde auch bei Carson et al. (2001) bei der Rasse Cheviot festgestellt. Die Tiere der Kreuzung CH hatten in der vorliegenden Studie keine signifikante Verbesserung hinsichtlich der Zunahmen erbracht.

5.3.2 Schlachtleistung

Die Rangierung der Kreuzungen für die Fettauflage der vorliegenden Studie unterscheidet sich zu der Rangierung von der Prüfstation St. Johann. In der vorliegenden Studie erreichte die Kreuzung IDF den ersten Rang und die Kreuzung TX den letzten, wohingegen bei Engelhart und Eckl (2012) die reinen TX den ersten Rang und IDF den letzten Rang belegten. Insgesamt sind diese Werte niedriger, wobei zu beachten ist, dass auf Stationsprüfungen nur reinrassige Bocklämmer aus hervorragender Abstammung geprüft werden. Auch werden die Tiere in Kleingruppen gehalten, wohingegen in dieser Untersuchung die Tiere in Großgruppen gehalten wurden, was eine erhöhte Futterkonkurrenz mit sich bringt. Aus diesen Gründen sind die Tiere bei Prüfende auf der Station auch jünger, was die geringere Fettauflage mit begründet. Betrachtet man die Rückenlänge und die Schulterbreite ist zu beobachten, dass in diesem Versuch die reinen ML den längsten Rücken und dabei eine schmale Schulter haben. Zu diesem Ergebnis kam auch die Prüfstation Grub (LfL 2011). Auch beim Lehr-, Prüf- und Versuchsgut Buttstedt wurde bei den Rassen CH, SK und SU eine kürzere Rückenlänge, als bei der Rasse ML bestimmt (Lenz et al. 2011). Es stellt sich heraus, dass längere Schlachtkörper in der Regel etwas schmaler sind. Zu diesem Ergebnis kamen auch Engelhart und Eckl (2012). Eine Ausnahme stellt die Kreuzung SK dar, die einen langen Schlachtkörper bei einer breiten Schulter erreicht. Auch die Prüfstation Grub kam zu diesem Ergebnis, wobei SU nicht von der Rasse SK verschieden waren (LfL 2011). Auf der Prüfstation St. Johann hingegen wurde für SK die gleiche Breite, wie beim ML ermittelt (Engelhart und Eckl 2012).

Die Prüfstation in St. Johann kam bei der Kotelettfläche zu sehr ähnlichen Ergebnissen wie die in der vorliegenden Studie. Die Untersuchung von St. Johann bestätigt, dass reinrassige ML eine geringere Kotelettfläche aufzuweisen haben, als die Fleischschafassen und die Rasse TX dabei die größte Kotelettfläche erreicht (Engelhart und Eckl 2012). Im Vergleich zu den Stationsprüfungen von Grub und Köllitsch hat in St. Johann die Rasse SK die zweitgrößte Kotelettfläche, direkt hinter der Rasse TX (Engelhart und Eckl 2012; LfL 2011; Walther et al. 2012). In Grub und Köllitsch wurden die reinen SK schlechter als ML bewertet, bei den reinen SU Bocklämmer wurde die größte Kotelettfläche erhoben (LfL 2011; Walther et al. 2012).

Betrachtet man die Keulenausprägung, so zeigt sich auch hier der Vorteil der Kreuzungszucht, da die reinen ML die signifikant geringste Keulenausprägung aufweisen, d. h. alle Kreuzungen sind den reinen ML überlegen. In den Erhebungen der Prüfstation St.

DISKUSSION

Johann wurde kein erheblicher Unterschied zwischen den Rassen IDF, SK und SU zu der Keulenausprägung der ML festgestellt (Engelhart und Eckl 2012). Ebenfalls kam diese Studie zu dem Ergebnis, dass die Rasse TX die größte Keulenausprägung erreicht (Engelhart und Eckl 2012). Erstaunlich ist hierbei, dass die Ergebnisse der Prüfstation unter den Werten der vorliegenden Studie liegen, was auf eine Messung an unterschiedlichen Punkten hinweisen kann.

Die reinen ML schneiden in den Merkmalen der Klassifizierung und der Fleischfläche signifikant am schlechtesten ab. Auch hier zeigt sich, wie bei den Merkmalen der Keulenausprägung, dass die reinen ML den Kreuzungen mit den fleischbetonten Rassen unterliegen. Auch das Bildungs- und Wissenszentrum Aulendorf (2005) hat Kreuzungen mit reinen ML untersucht und ist zu einem ähnlichen Ergebnis gekommen. So haben die Kreuzungen TX, gefolgt von den Kreuzungen CH und SU eine bessere Bewertung, als reine ML erreicht. Jones et al. (2002a) haben bei männlichen TX-Lämmern eine ausgeprägtere Muskelstärke gegenüber SU und CH Lämmern in einem Alter von 14 Wochen nachgewiesen. Hieraus lässt sich insgesamt schließen, dass die Kreuzung TX in den Merkmalen Kotelettfäche, Keulenausprägung und Klassifizierung den anderen Kreuzungen überlegen ist, gefolgt von der Kreuzung IDF.

5.3.3 Fleischqualität

In dieser Studie konnte beim pH_{24} kein signifikanter Rassenunterschied nachgewiesen werden. Die reinen ML sowie alle Kreuzungslämmer liegen in einem optimalen Bereich, was darauf schließen lässt, dass hier kein Problem hinsichtlich der Fleischqualität, die den pH beeinflussen, besteht. Ebenfalls liegen alle Werte des LF_{24} im optimalen Bereich.

Die Ergebnisse des Kochverlustes lagen in einem ähnlichen Bereich, wie bei Hopkins und Fogarty (1998) (Studie mit TX, Poll Dorset, Border Leicester und Merinoböcke angepaart mit Border Leicester x Merino und Merino), jedoch ohne einen signifikanten Unterschied des Kochverlustes feststellen zu können. Hoffman et al. (2003) haben ebenfalls beim Kochverlust keine signifikanten Unterschiede zwischen den Kreuzungen beobachtet.

Beim Tropfsaftverlust wurden signifikante Unterschiede festgestellt, was wiederum bei Hoffman et al. (2003) nicht ermittelt wurde. Dies könnte in der unterschiedlichen Genetik und an den nicht bekannten Umwelteinflüssen, wie unterschiedlichem Schlachtverfahren etc. begründet sein. Die hier angewandte Methode des Tropfsaftverlustes ist nicht etabliert und in Folge dessen nicht mit den Daten aus der Literatur vergleichbar.

DISKUSSION

In der vorliegenden Studie wurden bei der Scherkraft signifikante Unterschiede zwischen den Kreuzungen erfasst. Dies bestätigte auch die Studie von Hoffman et al. (2003).

Auch bei der Scherkraftmessung von zuvor tiefgefrorenem Fleisch konnten signifikante Unterschiede erfasst werden. Insgesamt ist festzustellen, dass nach dem Gefrierprozess bei -20 °C das Fleisch zarter wurde. Es ist anzunehmen, dass das Fleisch trotz des Gefrierprozesses eine gewisse Reifung erfahren hat oder möglicherweise aufgrund des Aufbrechens von Zellstrukturen durch die Eiskristalle diese strukturelle Veränderung erfahren hat.

5.3.4 Sensorische Analysen

Zur Bewertung der sensorischen Qualität können verschiedene Parameter herangezogen werden, wie z. B. Geschmack, Lammgeschmack, Saftigkeit und Zartheit (Young et al. 1993). Devine et al. (1993) erfassten zusätzlich den Gesamteindruck. In der vorliegenden Studie wurden diese fünf Komponenten um den Geruch erweitert. Safari et al. (2001) bezeichnet die Zartheit, den Geruch und die Saftigkeit als die wichtigsten sensorischen Merkmale. Die Ergebnisse der vorliegenden Studie zeigen, dass die Zartheit zu einem hohen Anteil in die Bewertung des Gesamteindrucks mit eingeht, da der Geschmack und die Zartheit mit dem Gesamteindruck korrelieren. Der von Safari et al. (2001) genannte Einfluss des Geruches wurde in der vorliegenden Studie ebenfalls erfasst. Obwohl die verkosteten neuseeländischen Lämmer sehr zart und sehr saftig waren, wurden sie schlechter bewertet, was unter anderem durch den starken Lammgeschmack begründet sein könnte.

Beim neuseeländischen Lammfleisch ist zu beachten, dass die Rasse und die Fütterung unbekannt sind sowie die Behandlung des Fleisches, die Reifedauer und -bedingungen und die genaue Haltung nicht dokumentiert sind. Außerdem sind das Alter der Lämmer und der Schlachtvorgang nicht bekannt. Im Gesamturteil bleibt daher offen, ob die für das neuseeländische Lammfleisch festgestellten Eigenschaften auf der abweichenden Lagerung und anderen Umweltfaktoren oder auf einer spezifischen Genetik beruhen.

Fleisch kann auf unterschiedliche Weise zubereitet werden, was sich auch in den verschiedenen Verfahren in Sensoriktests widerspiegelt. So können die Fleischproben gekocht (Young et al. 2003), im Ofen gebraten (Hoffman et al. 2003; Safari et al. 2001) oder gegrillt werden (Andrés et al. 2007; Karamichou et al. 2007; Resconi et al. 2010; Sañudo et al. 1998, 2000). Erhitzt wird in der Regel auf ca. 70 bis 78 °C (Andrés et al. 2007; Karamichou et al.

DISKUSSION

2007; Resconi et al. 2010; Sañudo et al. 1998, 2000). In dieser Studie wurde das Fleisch bei 170 °C gegrillt.

In der vorliegenden Studie konnte auf kein erfahrenes Panel zurück gegriffen werden. Es wurde daher ein Panel aufgebaut und geschult, das die Bandbreite der Verbraucher darstellen sollte. Durch das Abdecken verschiedener Altersgruppen und verschiedener Ausbildungsstände, wie bei Busch-Stockfisch (2009b) beschrieben, wurde dies umgesetzt.

Das gute Ergebnis der reinen ML in der Fleischqualität wurde in der Sensorik nicht bestätigt. Wie es scheint, geben die Warner-Bratzler-Scherkraft, der Tropfsaftverlust und der Kochverlust den Gesamteindruck, der durch die Sensorik bewertet wurde, nicht perfekt wieder. Dies bestätigt somit die Aussage von Busch-Stockfisch (2009c), dass der Mensch, trotz einer gewissen Subjektivität, das am besten geeignete Instrument für die Qualitätsbeurteilung darstellt.

Das reine ML nimmt im Gesamteindruck und in der Zartheit eine sehr gute Position ein. Auf Grund der geringen Saftigkeit könnte der Unterschied zu den Kreuzungen geringer ausgefallen sein, da neben der Zartheit die Saftigkeit zu einem hohen Anteil den Gesamteindruck beeinflusst.

Obwohl sehr viel Lammfleisch aus Neuseeland in Deutschland konsumiert wird, auch auf Grund des geringen Selbstversorgungsgrades (LEL Schwäbisch Gmünd 2012), zeigt sich, dass die baden-württembergischen Lämmer von dem hier eingesetzten Panel bevorzugt wurden. Einige Testpersonen waren positiv von dem Geschmack des Lammfleisches überrascht, da sie einen intensiveren und unangenehmeren Geschmack erwartet hatten. Dies könnte auch für den geringen Konsum von Lammfleisch allgemein in Deutschland ursprünglich sein. Durch gute Erfahrungen mit qualitativ hochwertigem Lammfleisch könnte der Absatz des Lammfleisches erhöht werden.

5.3.5 Korrelationen

Der ultimative pH-Wert ist ein wichtiger Indikator für Fleischqualität, ein pH-Wert über 5,8 gilt als unerwünscht (Devine et al. 1993). In der vorliegenden Studie wurden keine signifikanten Korrelationen zwischen pH₂₄ und den sensorischen Merkmalen festgestellt. Die Studie von Safari et al. (2001) bestätigt dies, mit Ausnahme der Geschmackstärke. Die niedrigen Korrelationen überraschen jedoch nicht, da wie bei Safari et al. (2001) die gemessenen pH-Werte den Wert von 5,8 nicht überschritten. Es wurde kein signifikanter Unterschiede zwischen pH-Wert und Warner-Bratzler-Scherkraft ermittelt. In der Literatur

DISKUSSION

werden hierzu unterschiedliche Angaben gemacht. So wurde unter anderem ein Anstieg der Scherkraft bei höherem pH-Wert (Devine et al. 1993), ein kurvilinearer Zusammenhang (Young et al. 1993) oder auch keine Zusammenhänge ermittelt (Safari et al. 2001; Watanabe et al. 1996). Die hohe Korrelation zwischen Warner-Bratzler-Scherkraft und der Zartheit (Tabelle 4) wurden ebenfalls in den Studien von Safari et al. (2001), Devine et al. (1993) und Dransfield et al. (1979) erfasst. Den Einfluss von Saftigkeit und Geschmack auf das Gesamturteil wurden auch von Andrés et al. (2007) ermittelt.

5.3.6 Gesamtindex

Um über die Einzelergebnisse hinaus eine Gesamtbewertung der Kreuzungspartner zu erstellen, wurden die Ergebnisse in einem Index zusammengeführt.

Betrachtet man die Sensorik und das Ergebnis des Gesamtindex, so fällt auf, dass die Kreuzung IDF im Gesamtindex den ersten Rang belegt hat, in der Sensorik hingegen als nicht so schmackhaft eingestuft wurde. Es stellte sich zudem heraus, dass Böcke mit guten Muskeleigenschaften und geringer Verfettung, wie die Kreuzung IDF es sind, Nachkommen mit geringeren sensorischen Eigenschaften aufwiesen. Auch bei der Kreuzung TX bestätigte sich dies zum Teil, jedoch wurde die Kreuzung TX nicht signifikant schlechter in der Sensorik bewertet, als die anderen Kreuzungen. Demnach ist es unabdingbar die Kreuzungen auf alle Kriterien hin zu untersuchen. Die schlechteren Ergebnisse der Sensorik der Tiere der Kreuzung IDF sollte eventuell bei Direktvermarktern in die Entscheidung mit einfließen.

Zupp (2005) hatte Mutterschafe der Rasse Schwarzköpfiges Fleischschaf mit Böcken der Rasse Texel, Suffolk, Ile de France, blauköpfiges Fleischschaf und weißköpfiges Fleischschaf angepaart und dabei ermittelt, dass sowohl in den Merkmalen der Schlachtleistung als auch in den Merkmalen der Schlachtkörperbeteiligung die Nachkommen aus den Texel x Schwarzköpfiges Fleischschaf Kreuzungen die besten Ergebnisse erreichten. Auch die Ile de France x Schwarzköpfiges Fleischschaf Kreuzungen haben in dem Versuch von Zupp (2005) gut abgeschnitten und eignen sich zur Schlachtlammerzeugung. Obwohl in der vorliegenden Studie ML als Mutterrasse ausgewählt wurden, konnten die Vorzüge durch die Böcke der Texel und Ile de France bestätigt werden.

Die schlechte Bewertung der Kreuzung CH konnte in der Literatur nicht bestätigt werden. In dem hier vorliegenden Versuch konnten keine signifikanten Verbesserungen der Mastleistung durch das Einkreuzen mit der Rasse CH ermittelt werden. Auch der Gesamtindex spricht nicht für die Kreuzung CH. Wohingegen die Studie von Lüchinger Wüest (1995) bei der

DISKUSSION

Weidemast eine verbesserte Mastleistung von rund 12 % durch das Einkreuzen von Charollais auf das Weiße Alpenschaf (einheimische Rasse in der Schweiz) erfasste (Lüchinger Wüest 1995). Diese Unterschiede könnten zum Einen darin begründet sein, dass hierbei unterschiedliche Rassen verglichen wurden. Zum Anderen könnte die unterschiedliche Haltung eine Rolle gespielt haben. Der hohe Futterverbrauch bei Schiller et al. (2013) deutet darauf hin, dass die Tiere sehr viel Futter aufnehmen können, was sich in der Stallmast, in der das Futter zugekauft werden muss, negativ auswirkt, hingegen bei der Weidemast von Vorteil sein könnte. Diese Vermutung gilt es jedoch zu überprüfen.

5.4 Ausblick

Der Verbraucher legt sehr viel Wert auf mageres Fleisch und fragt dieses auch vermehrt nach. Deutlich sichtbares Fett ist daher nicht erwünscht, jedoch spielt Fett grundsätzlich als Geschmacksträger eine große Rolle. Wichtig ist deshalb nach wie vor der intramuskuläre Fettgehalt (IMF), welcher zudem in Verbindung mit der Saftigkeit gebracht wird. Die Heritabilität des IMF liegt laut Karamichou et al. (2006) und Mortimer et al. (2010) bei 0,32 bzw. 0,39 und somit im moderaten Bereich. Karamichou et al. (2006) hatten außerdem herausgefunden, dass der IMF-Gehalt positiv genetisch korreliert mit den Merkmalen Saftigkeit und Geschmack. Durch die Ermittlung des IMF-Gehalts könnten so Rückschlüsse auf die Fleischqualität gezogen werden. Karamichou et al. (2006) kamen zu dem Ergebnis, dass Potential vorhanden ist und die Fleischqualität durch Selektion auf einen höheren IMF-Gehalt erhöht werden könnte. Daher sollten im Nachgang die IMF-Gehalte des Fleisches der reinen ML und der Kreuzungstiere analysiert werden.

Ferner wird der Verbraucher immer mehr auf die Zusammensetzung des Fleisches achten. Daher wäre es wünschenswert die Nährstoffe aber auch z. B. die Fettsäuren genauer zu analysieren. Mortimer et al. (2010) haben bei den Nährstoffgehalte geringe bis moderate (mittlere) Erblichkeiten (0,11 bis 0,29) ermittelt. Mortimer et al. (2010) schlossen daraus, dass es möglich ist, durch Selektion den Anteil von Omega-3 Fettsäuren zu erhöhen. Es gilt zu überprüfen welche Fettsäurezusammensetzung ML und ML-Kreuzungen aufweisen und ob es hier Unterschiede gibt. Dies könnte auch für die Vermarktung von Lammfleisch eine Rolle spielen und könnte den Verzehr von Lammfleisch möglicherweise steigern.

Da die Erfassung von Merkmalen am geschlachteten Tier einen hohen personellen Aufwand mit sich bringt, und insbesondere Zuchttiere nicht vor einem Einsatz geschlachtet werden

DISKUSSION

sollen, wäre es denkbar Merkmale am lebenden Tier mittels Ultraschall zu erfassen. Greeff et al. (2008) stellten in ihrer Studie eine hohe genetische Korrelation zwischen den mit Ultraschall erfassten Eigenschaften der Fettauflage und der Kotelettmuskel Fettauflage fest. Mortimer et al. (2010) haben starke genetische Korrelationen mittels Ultraschall zwischen der subkutanen Fettauflage und der Kotelettflächentiefe mit den Fleischfarben a^* und b^* erfasst. Dies könnte eventuell Teile der aufwändigen Laborarbeit ersetzen.

Ein großes Anliegen der Schäfer war es die FVW der reinen ML und der Kreuzungen zu untersuchen. Damit nicht nur die Zunahmen sondern auch der Verbrauch des Futters, welcher sich direkt auf die Produktionskosten auswirkt, mit in die Auswertungen mit aufgenommen werden könnten. Dies war im vorliegenden Versuch personell und logistisch nicht zu lösen. Ein gesonderter Versuch mit den gleichen Kreuzungen und einem Teil der Böcke wurde daher auf dem Oberen Lindenhof durchgeführt (Schiller et al, 2013). Die Ergebnisse flossen in den zuvor erstellten Index mit ein.

Da die Getreidepreise sehr starken Preisschwankungen unterliegen und zum Teil sehr hoch sind, stellt sich die Frage, ob diese Ergebnisse auf die Weide übertragbar sind. Um dies herauszufinden soll zukünftig ein Weidemastversuch durchgeführt werden. Dies soll auf dem Oberen Lindenhof der Universität Hohenheim, mit einer Auswahl der in diesem Versuch eingesetzten Böcke durchgeführt werden. Es gilt herauszufinden, ob sich die Ergebnisse des hier vorliegenden Versuches, und des FVW-Versuches durch den Weidemastversuch bestätigen lassen oder ob es zu Rangierungseffekten kommt und andere Kreuzungen auf der Weide überlegen sind.

6 SCHLUSSFOLGERUNGEN

Schlussfolgerungen aus den Mastleistungen

Bei den täglichen Zunahmen während der Aufzuchtphase zeigten sich keine signifikanten Unterschiede, wobei die Tiere der Kreuzungen IDF und TX tendenziell höhere Zunahmen erbrachten. In den Lebenstagszunahmen während der nachfolgenden Mast erzielten die Tiere der Kreuzungen IDF und SK signifikant höhere Zunahmen als die Tiere der Kreuzungen TX und CH. Betrachtet man beide Abschnitte zusammen lässt sich kein signifikanter Unterschied feststellen. Jedoch ließen sich Unterschiede im Schlachalter der Tiere erkennen. Die kürzeste Mastzeit hatten die SK-Kreuzungen gefolgt von den Tieren der Kreuzungen CH und IDF. Die CH-Kreuzungen waren am schnellsten schlachtreif, am längsten brauchten die reinen ML.

Schlussfolgerungen aus den Schlachtleistungen

Beim Nierenfett ließen sich Rassenunterschiede erkennen. Am meisten Nierenfett hatten die Tiere der Kreuzung SK, gefolgt von den Kreuzungen CH, SU und TX. Bei der Rückenlänge und der Schulterbreite unterschieden sich die reine ML und die Tiere der Kreuzung SU von den Tieren der Kreuzungen CH, IDF und TX. Die erste Gruppe wies etwas längere Rücken und schmalere Schultern auf. Die Keulenausprägung war bei den Tieren der Kreuzungen TX, CH und IDF signifikant stärker ausgeprägt als bei den anderen Kreuzungen. Die geringste Keulenausprägung hatten die reinen ML. Hier zeigte sich der Vorteil der Kreuzungszucht. Bei der Klassifizierung nach EUROP schnitten die reinen ML am schlechtesten ab. Die Tiere der Kreuzungen CH, IDF und TX wurden in der Klassifizierung am besten bewertet. Dies spiegelte sich auch in der Fleischfläche der Koteletts wieder. Die größten Koteletts hatten mit Abstand die Tiere der Kreuzung TX, gefolgt von den Tieren der Kreuzung IDF. Das Schlusslicht bildeten hier wiederum die reinen ML.

Schlussfolgerungen aus den Fleischqualitäten

Der pH₂₄ zeigte keine signifikanten Unterschiede zwischen den reinen ML und den ML-Kreuzungen. Bei der Leitfähigkeit waren leichte Unterschiede zu erkennen, jedoch lagen alle Lämmer im optimalen Bereich. Dies lässt darauf schließen, dass bei reinen ML und ML-Kreuzungen keine Probleme mit der Fleischreifung bestehen. Den größten Kochverlust wiesen die Tiere der Kreuzungen TX und IDF auf, den geringsten die reinen ML. Den größten Tropfsaftverlust hatten die Tiere der Kreuzungen CH und IDF, den geringsten die reinen ML und die Tiere der Kreuzung SU. Hinsichtlich der Fleischfarbe war die Kreuzung TX etwas

SCHLUSSFOLGERUNGEN

heller. Auch bei der Scherkraft ließen sich Unterschiede erkennen. Der höchste Kraftaufwand zum Zerteilen der Koteletts wurde bei den Tieren der Kreuzungen SU und TX benötigt, der niedrigste bei der Kreuzung CH.

Schlussfolgerungen aus der Sensorik

Vergleicht man die reinen ML und die ML-Kreuzungen so ist zu erkennen, dass sich über alle erfassten Merkmale der Sensorik die reinen ML und die Tiere der Kreuzungen CH, SK und SU von den anderen Kreuzungen abheben. In der Bewertung des Gesamteindrucks geht die Zartheit zu einem hohen Anteil mit ein. Das reine ML nimmt im Gesamteindruck und in der Zartheit eine sehr gute Position ein.

Die beobachteten Unterschiede zwischen dem Fleisch der Kreuzungslämmer und dem neuseeländischen Lammfleisch waren deutlich, wobei das neuseeländische Lammfleisch wesentlich schlechter beurteilt wurde. Bei den Kreuzungslämmern handelte es sich um F1-Tiere mit derselben Mutterrasse. Obwohl somit die Hälfte der Gene denselben Ursprung hatten, waren signifikante Unterschiede feststellbar. Das zum Vergleich herangezogene neuseeländische Lammfleisch roch und schmeckte stärker nach Lamm und war signifikant zarter als die ML und die ML-Kreuzungslämmer. Im Gesamturteil bleibt jedoch offen, ob die für das neuseeländische Lammfleisch festgestellten Eigenschaften auf der abweichenden Lagerung und anderen Umweltfaktoren oder auf einer rassenspezifischen Genetik beruhen. Typischerweise erhält der Verbraucher in Baden-Württemberg Lammfleisch aus der Region bzw. aus Neuseeland, das genauso vorbehandelt wurde wie die Proben in den hier beschriebenen Verkostungen.

Schlussfolgerungen aus dem Gesamtindex

Alles in allem, kann unter Berücksichtigung der zehn wichtigsten Merkmale festgehalten werden, dass die Tiere der Kreuzung IDF die beste Indexbewertung erreichten. Jedoch muss hierbei beachtet werden, dass diese in der Sensorik schlechter bewertet wurden, was eventuell bei Direktvermarktern in die Entscheidung mit einfließen sollte. Es folgten die Kreuzungen SK und SU. Durch das Einkreuzen der Rasse Charollais wurde keine Verbesserung erreicht.

7 ZUSAMMENFASSUNG

Ziel dieser Arbeit war es, die Fleisch- und Schlachtkörperqualität bei Schlachtlämmern aus Baden-Württemberg zu untersuchen und dabei die am besten geeignete Vatterasse für das Merinolandschaf zu ermitteln. Hierzu wurden in zwei Durchgängen Böcke der fleischbetonten Rassen Charollais, Ile de France, Schwarzköpfiges Fleischschaf, Suffolk und Texel an das weitverbreitete Merinolandschaf angepaart. Zusätzlich wurden Böcke der Rasse Merinolandschaf eingesetzt. Die Kreuzungslämmer wurden auf sieben Betrieben aufgezogen, anschließend zentral gemästet und geschlachtet. 1600 Lämmer gingen in die Auswertungen der Mast- und Schlachtleistungen sowie der Fleischqualität ein. Zudem wurde eine sensorische Analyse durchgeführt. Aus den insgesamt 1600 ausgewerteten Lämmern wurden 105 Tiere ausgewählt und von einem 21 Personen starken Panel verkostet. Diese Ergebnisse wurden zusammen mit den Ergebnissen der Mastleistung, Schlachtleistung und Fleischqualität in einem Gesamtindex dargestellt.

Bei den Mastleistungen fielen die Texel mit den höchsten Nettozunahmen auf. Bei Betrachtung der Schlachtleistungsmerkmale zeigten die Tiere der Kreuzungen Charollais, Ile de France und Texel Verbesserungen in der Keulenausprägung und der Klassifizierung. Bei der Fleischfläche der Koteletts dominierten die Tiere der Kreuzung Texel. Bezüglich der Fleischqualitätsparameter Kochverlust und Tropfsaft, waren bei dem reinen Merinolandschaf die geringsten Verluste zu beobachten. In der Scherkraft ergab sich ein hoher Kraftaufwand bei den Tieren der Kreuzungen Suffolk und Texel, die niedrigste aufzuwendende Scherkraft wies die Kreuzung Charollais auf.

Bei der Sensorik wurde festgestellt, dass die Tiere der Kreuzungen Charollais, Schwarzköpfiges Fleischschaf und Suffolk sowie reine Merinolandschafe zur Produktion von qualitativ hochwertigem Lammfleisch gut geeignet sind und sich das baden-württembergische Lammfleisch von dem neuseeländischen Lammfleisch signifikant unterscheidet. Zudem wurde festgestellt, dass eine deutlich negative Korrelation zwischen der Warner-Bratzler-Scherkraft und der Bewertung der Zartheit besteht. Der Gesamtindex beinhaltet 10 wirtschaftlich relevante Merkmale mit relativen ökonomischen Gewichten. Der Gesamtindex wird bezogen auf das reine Merinolandschaf. Den ersten Index-Rang belegte die Kreuzung Ile de France, gefolgt von den Tieren der Kreuzungen Texel, Suffolk und Schwarzköpfiges Fleischschaf. Durch das Einkreuzen der Rasse Charollais wurde keine Verbesserung des Gesamtindex erreicht. Um in der Praxis eine optimale Bockauswahl, bzw. eine optimale Vatterasse auszuwählen, ist es unabdingbar, die betriebspezifischen Bedingungen wie z. B.

ZUSAMMENFASSUNG

Art der Vermarktung zu beachten. Hierbei kann durch andere Gewichtung der einzelnen Merkmale eine andere Rangierung der Rassen entstehen.

SUMMARY

8 SUMMARY

The present study examined the meat and carcass quality of lambs slaughtered in the German federal state of Baden-Württemberg in order to determine the sire breeds most suitable for the Merinolandschaf, a Merino land race. For this purpose, rams of the meat breeds Charollais, Ile de France, Blackheaded sheep, Suffolk and Texel were bred to the widespread Merinolandschaf in order to produce cross bred lambs. In addition, rams of the Merinolandschaf were used to produce purebred lambs. The lambs were raised on seven farms, then fattened at one farm and slaughtered. 1600 lambs were used to evaluate meat quality, fattening performance and yield at slaughter. 105 animals were chosen from a total of 1600 lambs used in the study. These were tasted by a panel consisting of 21 persons. Results of this sensory analysis were combined with results in regard to fattening performance, yield at slaughter and quality of meat in a joint index. The net gain from fattening of the Texel sheep surpassed all other crossbreeds. In regard to yield from slaughter, crossbreeds with Charollais, Ile de France and Texel showed improvement in development of haunches and classification. Texel crossbreed ranked highest in respect to meat area of the chops. The parameters determining the quality of the meat – drip loss and loss by cooking – were lowest for pure Merinolandschaf. High shear force was necessary for meat of Suffolk and Texel crossbreeds, whereas Charollais crossbreed showed the lowest value for this parameter.

The sensory analysis showed that crossbreeds with Charollais, Blackhead sheep and Suffolk as well as the pure breed Merinolandschaf are well suited to production of high-quality lamb's meat. In addition, it was shown that lamb's meat from the German federal state of Baden-Württemberg differs significantly from lamb's meat from New Zealand. There is a significant negative correlation between shear force according to Warner-Bratzler and the perceived tenderness of meat. The joint index consists of 10 economically relevant parameters, relatively weighted according to economic factors. The first rank was achieved by the crossbreed with Ile de France, followed by Texel, Suffolk and Blackhead sheep. To choose the optimal rams, i.e. the optimal sire breed, under practical circumstances, it is vital to take the conditions of the individual farm – such as marketing strategies – into consideration. With different weighting of single traits ranking of breeds can differ.

9 LITERATURVERZEICHNIS

- Ableiter, H. (2013): „Kreuzungsversuch zur Optimierung der Lammfleischerzeugung in Baden-Württemberg“. Vortrag in Hohenheim am 13.03.2013.
- Andrés, S.; Murray, I.; Navajas, E. A.; et al. (2007): „Prediction of sensory characteristics of lamb meat samples by near infrared reflectance spectroscopy“. *Meat Science*. 76, 509–16.
- Apple, J. K.; Dikeman, M. E.; Minton, J. E.; et al. (1995): „Effects of Restraint and Isolation Stress and Epidural Blockade Endocrine and Metabolite Status , Muscle Glycogen Metabolism , of Dark-Cutting Longissimus Muscle of Sheep“. *Journal of Animal Science*. 73, 2295–2307.
- Apple, J. K.; Unruh, J. A.; Minton, J. E.; et al. (1993): „Influence of repeated restraint and isolation stress and electrolyte administration on carcass quality and muscle electrolyte content of sheep“. *Meat science*. 35, 191–203.
- Bildungs und Wissenszentrum Aulendorf (2005): „Versuchsbericht Nr. 2 - 2005. Einfluss der Vatterasse auf die Mastleistung von Lämmern“
- Baumann, R. (2013): pers. Gespräch am 27.02.2013.
- Borton, R. J.; Loerch, S. C.; McClure, K. E.; et al. (2005): „Comparison of characteristics of lambs fed concentrate or grazed on ryegrass to traditional or heavy slaughter weights. I. Production, carcass, and organoleptic characterisitcs“. *Animal Science*. 83, 679–685.
- Bouton, P. E.; Harris, P. V.; Shorthose, W. R. (1971): „Effect of ultimate pH upon the water-holding capacity and tenderness of mutton“. *Journal of Food Science*. 36, 435–439.
- Braggins, T. J. (1996): „Effect of Stress-Related Changes in Sheepmeat Ultimate pH on Cooked Odor and Flavor“. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 44, 2352–2360.
- Brash, L. D.; Fogarty, N. M.; Gilmour, A. R.; et al. (1992): „Genetic parameters for liveweight and ultrasonic fat depth in Australian meat and dual-purpose sheep breeds“. *Crop and Pasture Science*. 43, 831–41.
- Bromley, C. M. (2001): „Genetic correlations for litter weight weaned with growth, prolificacy, and wool traits in Columbia, Polypay, Rambouillet, and Targhee sheep“. *Journal of Animal Science*. 79, 339–346.
- Bunch, T. D; Evans, R.C; Wang, S; et al. (2004): „Feed efficiency, growth rates, carcass evaluation, cholesterol level and sensory evaluation of lambs of various hair and wool sheep and their crosses“. *Small Ruminant Research*. 52, 239–245.
- Busch-Stockfisch, M. (2009a): „Prüferauswahl, Prüferschulung, Prüfermotivation“. *Praxishandbuch Sensorik in der Produktentwicklung und Qualitätssicherung, I Grundlagen*. Behrs Verlag.

LITERATURVERZEICHNIS

- Busch-Stockfisch, M. (2009b): „Sensorische Grundlagen“. *Praxishandbuch Sensorik in der Produktentwicklung und Qualitätssicherung, I Grundlagen*. Behrs Verlag.
- Cammack, K. M.; Leymaster, K. A.; Jenkins, T. G.; et al. (2005): „Estimates of genetic parameters for feed intake, feeding behavior, and daily gain in composite ram lambs“. *Journal of AnimScience*. 83, 777–785.
- Carson, A. F.; Moss, B. W.; Dawson, L. E. R.; et al. (2001): „Effects of genotype and dietary forage to concentrate ratio during the finishing period on carcass characteristics and meat quality of lambs from hill sheep systems“. *Journal of Agricaulural Science*. 137, 205–220.
- CIE (1976): „CIE Colorimetry - Part 4: 1976 L*a*b* Colour Space“. <http://cie.co.at/index.php>, zugegriffen am 11.09.2013
- Cloete, J. J. E.; Hoffman, L. C.; Cloete, S. W. P. (2012): „A comparison between slaughter traits and meat quality of various sheep breeds: wool, dual-purpose and mutton“. *Meat Science*. 91, 318–24.
- Cloete, S. W. P.; Greeff, J. C.; Lewer, R. P. (2001): „Environmental and genetic aspects of survival and early liveweight in Western Australian Merino sheep“. *South African Journal of Animal Science*. 31, 123–130.
- Conington, J.; Bishop, S. C.; Grundy, B.; et al. (2001): „Multi-trait selection indexes for sustainable UK hill sheep production“. *Animal Science*. 73, 413–423.
- Dawson, L. E. R; Carson, A. F; Moss, B. W. (2002): „Effects of crossbred ewe genotype and ram genotype on lamb meat quality from the lowland sheep flock“. *The Journal of Agricultural Science*. 139,195–204.
- Devine, C. E.; Graafhuis, A. E.; Muir, P. D.; et al. (1993): „The effect of growth rate and ultimate pH on meat quality of lambs“. *Meat Science*. 35, 63–77.
- Dransfield, E.; Nute, G. R.; Macdougall, D. B.; et al. (1979): „Effect of sire breed on eating quality of cross-bred lambs“. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 30, 805–808.
- Engelhart, T.; Eckl, R. (2012): „Prüfstation für Schafe St. Johann. 30. Bericht über die Prüfung der Mastleistung und des Schlachtkörperwertes beim Schaf“. *Ministerium für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz*.
- EWG Verordnung (2013): „Verordnung (EWG) Nr. 2137/92“.
- Fischer, A. (2003): „Deutsche Schafrassen“. *Schafzucht*. Ulmer Verlag, 88–118.
- Fischer, A.; Strittmatter, K. (2003): „Grundlagen der Erzeugung von Lammfleisch und seine Vermarktung“. *Schafzucht*. Ulmer Verlag, 203–226.

LITERATURVERZEICHNIS

- Fischer, K. (1999): „Sinnvolle Erfassung von Qualitätsparametern bei Schweinefleisch“. *Institut für Chemie und Physik, Bundesanstalt für Fleischforschung. Analytik bei Fleisch. Kulmbacher Reihe* 16, 193–216.
- Fogarty, N. M.; Safari, E.; Taylor, P. J.; et al. (2003): „Genetic parameters for meat quality and carcass traits and their correlation with wool traits in Australian Merino sheep“. *Australian Journal of Agricultural Research*. 715–722.
- François, D.; Bibé, B.; Bouix, J.; et al. (2002): „Genetic parameters of feeding traits in meat sheep“. *7th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production*.
- Greeff, J. C.; Safari, E.; Fogarty, N. M.; et al. (2008): „Genetic parameters for carcass and meat quality traits and their relationships to liveweight and wool production in hogget Merino rams“. *Journal of Animal Breeding and Genetics*. 125, 205–15.
- Hausman, G. J.; Dodson, M. V.; Ajuwon, K.; et al. (2009): „Board-invited review: the biology and regulation of preadipocytes and adipocytes in meat animals“. *Journal of Animal Science*. 87, 1218–46.
- Hoffman, L. C.; Muller, M.; Cloete, S. W. P.; et al. (2003): „Comparison of six crossbred lamb types: sensory, physical and nutritional meat quality characteristics“. *Meat Science*. 65, 1265–74.
- Hofmann, K. (1986): „Ist Fleischqualität messbar?“. *Chemisch-physikalische Merkmale der Fleischqualität. Kulmbacher Reihe* 1–17.
- Honikel, K. O. (1998a): „Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat“. *Meat Science*. 49, 447–57.
- Honikel, K. O.; Schwägele, F. (1998): „Biochemische Prozesse der Fleischbildung“. *Qualität von Fleisch und Fleischwaren II*. 593–616.
- Honikel, K. O. (1998b): „Physikalische Meßmethoden zur Erfassung der Fleischqualität“. *Qualität von Fleisch und Fleischwaren II*. 696 – 719.
- Hopkins, D. L.; Fogarty, N. M. (1998): „Diverse lamb genotypes-2. Meat pH, colour and tenderness“. *Meat Science*. 49, 477–88.
- Hopkins, D. L.; Fogarty, N. M.; Mortimer, S. I. (2011): „Genetic related effects on sheep meat quality“. *Small Ruminant Research*. 101, 160–172.
- Huff-Lonergan, E. (2009): „Fresh meat water-holding capacity“. *Improving the sensory and nutritional quality of fresh meat*. 149–177.
- Ingham, V. M.; Fogarty, N. M.; Gilmour, A. R.; et al. (2007): „Genetic evaluation of crossbred lamb production. 4. Genetic parameters for first-cross animal performance“. *Australian Journal of Agricultural Research*. 58, 839–846.

LITERATURVERZEICHNIS

- Jones, H. E.; Lewis, R. M.; Young, M. J.; et al. (2002a): „Changes in muscularity with growth and its relationship with other carcass traits in three terminal sire breeds of sheep“. *Animal Science*. 74, 265–275.
- Jones, H. E.; Lewis, R. M.; Young, M. J.; et al. (2002b): „Incorporating CT measures of composition and muscularity into selection programs for Suffolk sheep“. *7th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production*. 3–6.
- Karamichou, E.; Richardson, R. I.; Nute, G. R.; et al. (2007): „Genetic analyses of sensory characteristics and relationships with fatty acid composition in the meat from Scottish Blackface lambs“. *Animal*. 1, 1524–31.
- Karamichou, E.; Richardson, R. I.; Nute, G. R.; et al. (2006): „Genetic analyses of carcass composition, as assessed by X-ray computer tomography, and meat quality traits in Scottish Blackface sheep“. *Animal Science*. 82.
- Karim, S. A.; Porwal, K.; Kumar, S.; et al. (2006): „Carcass traits of Kheri lambs maintained on different system of feeding management“. *Meat Science*. 76, 395–401.
- Kemp, J. D.; Mahyuddin, M.; Ely, D. G.; et al. (1980): „Effect of feeding systems, slaughter weight and sex on organoleptic properties, and fatty acid composition of lamb“. *Journal of Animal Science*. 51, 321–330.
- Khlijji, S.; Van de Ven, R.; Lamb, T. A.; et al. (2010): „Relationship between consumer ranking of lamb colour and objective measures of colour“. *Meat Science*. 85, 224–9.
- Kirchgeßner, M. (2004): *Schaffütterung in der Tierernährung*.
- Koohmaraie, M. (1996): „Biochemical factors regulating the toughening and tenderization processes of meat“. *Meat Science*. 43, 193–201.
- Von Korn, S. (2001): *Schafe in Koppel- und Hütelhaltung*. Ulmer Verlag.
- Landesamt (2012): „Statistisches Landesamt“. <http://www.statistik.baden-wuerttemberg.de/Pressemitt/2012405.asp?Landwirtschaft>, zugegriffen am 5.2.2013.
- LEL (2013a): *Landwirtschaftliche Betriebsverhältnisse und Buchführungsergebnisse*. LEL Schwäbisch Gmünd.
- LEL (2013b): „Schafe in der Landschaftspflege.“. *Landesanstalt für Entwicklung der Landwirtschaft und der ländlichen Räume (LEL)*.
- LEL Schwäbisch Gmünd (2012): „Agrarmärkte 2011/2012“. *Vieh und Fleisch*. [https://www.landwirtschaft-bw.info/servlet/PB/show/1367623/LEL_Agrarm%E4rkte 2011 - 08 Vieh und Fleisch %28Text%29.pdf](https://www.landwirtschaft-bw.info/servlet/PB/show/1367623/LEL_Agrarm%E4rkte%2011-08ViehundFleisch%28Text%29.pdf), zugegriffen am 17.02.2013.
- Lenz, H.; Sauerteig, B.; Gernand, E. (2011): „Stationsleistungsprüfung bei Schafen in der Thüringer Lehr-, Prüf- und Versuchsgut GmbH Buttstedt und der Leistungsprüfung im Feld“. *Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft*, zugegriffen am 19.12.2012.

LITERATURVERZEICHNIS

- LfL (2011): „Ergebnisse der Nachkommenprüfung auf Mast- und Schlachtleistung beim Schaf“. *Bayrische Landesanstalt für Landwirtschaft*.
- Lupton, C. J.; Huston, J. E.; Craddock, B. F.; et al. (2007): „Comparison of three systems for concurrent production of lamb meat and wool“. *Small Ruminant Research*. 72, 133–140.
- Lüchinger Wüest, R. (1995): „Mast- und Schlachtleistung verschiedener Lämmertypen bei unterschiedlichen Haltungssystemen“. *Technischen, Eidgenössischen Zürich, Hochschule*.
- Macfie, H. J.; Bratchell, N. (1989): „Design to balance the effect of order of presentation and first-order carry-over effects in hall tests“. *Journal of Sensory Studies*. 4, 129–148.
- Maniatis, N.; Pollott, G. E. (2002): „Genotype by environment interactions in lamb weight and carcass composition traits“. *Animal Science-Glasgow*. 75, 3–14.
- Marcq, F.; Larzul, C.; Marot, V.; et al. (2002): „Preliminary results of a whole-genome scan targeting QTL for carcass traits in a Texel x Romanov intercross“. *7th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production*.
- Martínez-Cerezo, S.; Sañudo, C.; Panea, B.; et al. (2005): „Breed, slaughter weight and ageing time effects on physico-chemical characteristics of lamb meat“. *Meat Science*. 69, 25–33.
- Mendel, C. (2008): *Praktische Schafhaltung*. Eugen Ulme.
- MLR (2012): „Leitfaden Schafhaltung in Baden-Württemberg - Ein Nachhaltigkeitsprojekt des Landes Baden-Württemberg zur Weiterentwicklung der Schafhaltung“. *Schafreport*. Ministerium für ländlichen Raum und Verbraucherschutz.
- Mortimer, S. I.; Van der Werf, J. H. J.; Jacob, R. H.; et al. (2010): „Preliminary estimates of genetic parameters for carcass and meat quality traits in Australian sheep“. *Animal Production Science*. 50, 1135.
- Mortimer, S. I.; Pearce, K. L.; Jacobs, R. H.; et al. (2009): „The information nucleus - genetically improving australian lamb production“. *Proc. Assoc. Advmt. Anim. Breed. Genet.* 18, 426–429.
- Mousa, E.; Van Vleck, L. D.; Leymaster, K. A. (1999): „Genetic parameters for growth traits for a composite terminal sire breed of sheep“. *Journal of Animal Science*. 77, 1659–1665.
- Mühle, C. (2009): „Anleitung für ein Schulungsprogramm zur sensorischen Texturmessung“. *Praxishandbuch Sensorik in der Produktentwicklung und Qualitätssicherung, III Deskriptive Prüfungen*. Behrs Verlag.
- Naidoo, P.; Cloete, S. W. P. (2006): „Genetic correlations between reproduction and wool traits in mature reproducing Merino ewes“. *8th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production*. 2004–2007.

LITERATURVERZEICHNIS

- Nitter, G. (2003): „Züchtung“. *Schafzucht*. Ulmer Verlag. 119–162.
- Piepho, H-P. (2003): „The folded exponential transformation for proportions“. *The Statistician*. 52, 575–589.
- Polidori, P.; Lee, S.; Kauffman, R. G.; et al. (1999): „Low voltage electrical stimulation of lamb carcasses: effects on meat quality“. *Meat Science*. 53.
- Rao, S.; Notter, D. R. (2000): „Genetic analysis of litter size in Targhee, Suffolk, and Polypay sheep“. *Journal of Animal Science*. 78, 2113–2120.
- Resconi, V. C.; Campo, M. M.; Montossi, F.; et al. (2010): „Relationship between odour-active compounds and flavour perception in meat from lambs fed different diets“. *Meat Science*. 85, 700–6.
- Rousset-Akrim, S.; Young, O. A.; Berdagué, J. L. (1997): „Diet and growth effects in panel assessment of sheepmeat odour and flavour“. *Meat Science*. 45, 169–81.
- Safari, E.; Fogarty, N. M.; Ferrier, G. R.; et al. (2001): „Diverse lamb genotypes. 3. Eating quality and the relationship between its objective measurement and sensory assessment“. *Meat Science*. 57, 153–9.
- Safari, E.; Fogarty, N. M.; Hopkins, D. L.; et al. (2008): „Genetic correlations between ewe reproduction and carcass and meat quality traits in Merino sheep“. *Journal of animal breeding and genetics*. 125, 397–402.
- Safari, E.; Fogarty, N. M.; Gilmour, A. R. (2005): „A review of genetic parameter estimates for wool, growth, meat and reproduction traits in sheep“. *Livestock Production Science*. 92, 271–289.
- Sambras, H. H. (2011): *Farbatlas Nutztierassen*. Eugen Ulmer Verlag.
- Sañudo, C.; Alfonso, M.; Sanchez, A.; et al. (2000): „Carcass and meat quality in light lambs from different fat classes in the EU carcass classification system“. *Meat Science*. 56, 89–94.
- Sañudo, C.; Alfonso, M.; Sanchez, A.; et al. (2003): „Meat texture of lambs from different European production systems“. *Australian Journal of Agricultural Research*. 54, 551–560.
- Sañudo, C.; Nute, G. R.; Campo, M. M.; et al. (1998): „Assessment of commercial lamb meat quality by British and Spanish taste panels“. *Meat Science*. 48, 91–100.
- Sañudo, C.; Santolaria, M. P.; María, G.; et al. (1996): „Influence of carcass weight on instrumental and sensory lamb meat quality in intensive production systems“. *Meat Science*. 42, 195–202.
- Schiller, K.; Preuss, S.; Bennewitz, J. (2013): „Statistische Modellierung des Wachstums von Kreuzungslämmern“. Persönliche Mitteilung.

LITERATURVERZEICHNIS

- Schöne, F.; Kinast, C.; Lenz, H.; et al. (2012): „Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft Lammfleischqualität im Teilstückvergleich“.
- Snowder, G. D.; van Vleck, L. D. (2003): „Estimates of genetic parameters and selection strategies to improve the economic efficiency of postweaning growth in lambs“. *Journal of Animal Science*. 81, 2704–2713.
- Statistisches Bundesamt (2012): „Land- und Forstwirtschaft, Viehbestand.“. <https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/Wirtschaftsbereiche/LandForstwirtschaft/Viehbestand/Tabellen/BetriebeSchafBestand.html>, zugegriffen am 5.2.2013.
- Strittmatter, K. (2005): „Entwicklung, Stand und Perspektiven der Schafproduktion in Deutschland“. *Züchtungskunde*. 77, 496–501.
- Strittmatter, K.; Fischer, A.; (2003): *Schafzucht*. Eugen Ulmer Verlag.
- Sutherland, M. M.; Ames, J. M (1996): „Free fatty acid composition of the adipose tissue of intact and castrated lambs slaughtered at 12 and 30 weeks of age“. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 8561, 0–3.
- Thompson, J. M.; Perry, D.; Daly, B.; et al. (2006): „Genetic and environmental effects on the muscle structure response post-mortem“. *Meat Science*. 74, 59–65.
- Thompson, J. M.; Ball, A. J. (1997): „Genetics of Meat Quality“. *The Genetic of sheep*. 523–538.
- Thompson, J. (2002): „Managing meat tenderness“. *Meat Science*. 62, 295–308.
- VDL (2003a): „VDL Rasse- und Zuchtzielbeschreibung Charollais“.
- VDL (2003b): „VDL Rasse- und Zuchtzielbeschreibung Ile de France“.
- VDL (2003c): „VDL Rasse- und Zuchtzielbeschreibung Schwarzköpfiges Fleischschaf“.
- VDL (2003d): „VDL Rasse- und Zuchtzielbeschreibung Suffolk“.
- VDL (2003e): „VDL Rasse- und Zuchtzielbeschreibung Texel“.
- VDL (2005): „VDL-Rasse- und Zuchtzielbeschreibung Merinolandschaf“.
- De Vries, F.; Hamann, H.; Distl, O. (2004): „Schätzung genetischer Parameter für Fleisch- und Milchschafrassen“. *Züchtungskunde*. 76, 117–126.
- Walther, R.; Diener, K.; Bergel, B. (2012): „Stationsprüfbericht Schafe 2012“. *Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie*.
- Watanabe, A.; Daly, C. C.; Devine, C. E. (1996): „The effects of the ultimate pH of meat on tenderness changes during ageing“. *Meat Science*. 42, 67–78.
- Wenzler, J. G. (2013): „Zuchtschafbestand“. Persönliche Mitteilung.

LITERATURVERZEICHNIS

- Willam, A.; Simianer, H. (2011): *Tierzucht Grundwissen Bachelor*. Eugen Ulmer Verlag.
- Wood, J. D.; Enser, M.; Fisher, A. V.; et al. (2008): „Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review“. *Meat Science*. 78, 343–58.
- Young, O. A.; Berdagué, J. L.; Viallon, C.; et al. (1997): „Fat-borne volatiles and sheepmeat odour“. *Meat Science*. 45,. 183–200.
- Young, O. A.; Reid, D. H.; Scales, G. H. (1993): „Effect of breed and ultimate pH on the odour and flavour of sheep meat“. *New Zealand Journal of Agricultural Research*. 36, 363–370.
- Young, O. A.; Lane, G. A.; Priolo, A.; et al. (2003): „Pastoral and species flavour in lambs raised on pasture, lucerne or maize“. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 83, 93–104.
- Zupp, W. (2005): „Leistung von Fleischschaf-Vaterrassen in der Gebrauchskreuzung“. *Landesforschungsanstalt Mecklenburg-Vorpommern - Institut für Tierproduktion Dummerdorf*.

10 TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Schafbestand in Baden-Württemberg am 3. November 2012 nach Kategorien und Veränderungen gegenüber 3. November 2011 (Statistisches Landesamt Baden-Württemberg 2012).....	9
Tabelle 2: Statistik der Zuchttiere, Hauptrassen > 2 % (nach Wenzler 2013)	11
Tabelle 3: Heritabilitäten (h^2) mit den jeweiligen Standardfehler (SE) der Merkmale Geburtsgewichte, Absetzgewichte, täglichen Zunahmen (TZ) der Aufzucht und der Mast	16
Tabelle 4: Heritabilitäten (h^2) mit den jeweiligen Standardfehlern (SE) der Merkmale Schlachtleistung, Mastendgewicht, matures Endgewicht, Schlachtkörpergewicht, Schlachtausbeute und Klassifizierung	19
Tabelle 5: Heritabilitäten (h^2) mit den jeweiligen Standardfehlern (SE) der Merkmale der Schlachtleistung, Fettauflage, Kotelettgröße, Bemuskelung und Exterieur	20
Tabelle 6: Heritabilitäten (h^2) mit den jeweiligen Standardfehlern (SE) für die Fleischqualitätsparameter, den ultimativen pH, die Fleischfarbe und die Scherkraft	26
Tabelle 7: Heritabilitäten (h^2) mit den jeweiligen Standardfehlern (SE) der sensorischen Merkmale.....	29
Tabelle 8: Einteilung der Rückenbeurteilung: Entwicklung der Breite der Schachtkörper	36
Tabelle 9: Die Merkmale der Mast- und Schlachtleistung, deren Verteilung, Link-Funktion und die Nummer der Ergebnistabelle	40
Tabelle 10: Die Merkmale der Fleischqualität, deren Verteilung, Link-Funktion und die Nummer der Ergebnistabelle	41
Tabelle 11: Die Merkmale der Mast- und Schlachtleistung mit statistischem Model und den Signifikanzen der fixen Effekte, sowie der Schätzwert der zufälligen Effekte mit deren Standardfehler.....	42
Tabelle 12: Die Merkmale der Mast- und Schlachtleistung mit statistischem Model und den Signifikanzen der fixen Effekte, sowie der Schätzwert der zufälligen Effekte mit deren Standardfehler.....	44
Tabelle 13: Merkmale der sensorischen Analyse, deren Skala und Definition.....	47
Tabelle 14: Die Merkmale der Sensorik mit statistischem Model und den Signifikanzen der fixen Effekte, sowie der Schätzwert der zufälligen Effekte mit deren Standardfehler	48

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 15: Merkmalskomplexe mit ihren jeweiligen Merkmalen, deren Abkürzungen, Standardabweichung der Merinolandschafe (σ_i), relative ökonomischen Gewichte (w_i) mit $\sum w_i = 100$	50
Tabelle 16: Folgenden Abkürzungen werden verwendet:	51
Tabelle 17: Verteilung der Rassen, Gesamte Anzahl sowie Anzahl der weiblichen und männlichen Tiere	52
Tabelle 18: Mastdauer in Tagen und Anzahl der Tiere, Mittelwerte und Standardabweichung (STD) mit 10 %/ 90 %-Quantil	52
Tabelle 19: Abgangsgewicht (kg) und Anzahl der Tiere, Rohmittelwerte und Standardabweichung (STD) mit 10 %/ 90 % Quantil	53
Tabelle 20: Mittleres Schlachtkörpergewicht (kg), mittleres Abgangsalter und Anzahl der Tiere und Rohmittelwerte der Lebenstagszunahmen (g/d)	54
Tabelle 21: Täglichen Zunahmen der Aufzucht und der Mast, sowie die Tageszunahmen (g/d) und Anzahl der Tiere, adjustierte Mittelwerte und Standardfehler (SE) mit Kontrast- Signifikanzen	55
Tabelle 22: Nettozunahmen (g/d) und Anzahl der Tiere, adjustierte Mittelwerte und Standardfehler (SE) mit Kontrast-Signifikanzen	56
Tabelle 23: Warme Schlachtkörpergewichte (kg) und Anzahl der Tiere, adjustierte Mittelwerte und Standardfehler (SE) mit Kontrast-Signifikanzen	57
Tabelle 24: Ausschlachtung (%) und Anzahl der Tiere, adjustierte Mittelwerte und Standardfehler (SE) mit Kontrast-Signifikanzen	58
Tabelle 25: Nierenfettes (g) und Anzahl der Tiere, adjustierte Mittelwerte und Standardfehler (SE) mit Kontrast-Signifikanzen	59
Tabelle 26: Schulterbreite 1 und der Schulterbreite 2 (cm) und Anzahl der Tiere, adjustierte Mittelwerte und Standardfehler mit Kontrast-Signifikanzen	60
Tabelle 27: Rückenlänge (cm) und Anzahl der Tiere, adjustierte Mittelwerte und Standardfehler mit Kontrast-Signifikanzen	61
Tabelle 28: Kotelettfläche (cm ²) und Anzahl der Tiere, adjustierte Mittelwerte und Standardfehler mit Kontrast-Signifikanzen	61
Tabelle 29: Keulenumfang, -breite und -ausprägung der ML und ihrer Kreuzungen, sowie Anzahl der Tiere, adjustierte Mittelwerte und Standardfehler mit Kontrast-Signifikanzen	62

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 30: Klassifizierung nach EUROP, wobei E= 5, U = 4, R = 3, O = 2 und P = 1 und Anzahl der Tiere, adjustierte Mittelwerte und Standardfehler mit Kontrast-Signifikanzen	64
Tabelle 31: PH ₄₅ und pH ₂₄ und Anzahl der Tiere, adjustierte Mittelwerte und Standardfehler mit Kontrast-Signifikanzen.....	65
Tabelle 32: LF ₄₅ und LF ₂₄ und Anzahl der Tiere, adjustierte Mittelwerte und Standardfehler mit Kontrast-Signifikanzen.....	66
Tabelle 33: Tropfsaftverlusts (%) und Anzahl der Tiere, adjustierte Mittelwerte und Standardfehler mit Kontrast-Signifikanzen	67
Tabelle 34: Kochverluste (%) und Anzahl der Tiere, adjustierte Mittelwerte und Standardfehler mit Kontrast-Signifikanzen	68
Tabelle 35: Farbparameter L, a und b von rohem Fleisch und Anzahl der Tiere, adjustierte Mittelwerte und Standardfehler mit Kontrast-Signifikanzen	69
Tabelle 36: Scherkraft 1 und der Scherkraft 2 und Anzahl der Tiere, adjustierte Mittelwerte und Standardfehler mit Kontrast-Signifikanzen	70
Tabelle 37: Sensorischen Merkmalen Geruch, Zartheit sowie Saftigkeit und Anzahl der Beobachtungen, die adjustierte Mittelwerte, Standardfehler und die Kontrastsignifikanzen	72
Tabelle 38: Sensorischen Merkmalen Lammgeschmack sowie Geschmack und Anzahl der Beobachtungen, die adjustierte Mittelwerte, Standardfehler und die Kontrastsignifikanzen	73
Tabelle 39: Sensorisches Merkmal Gesamturteil und Anzahl der Beobachtungen, die adjustierte Mittelwerte, Standardfehler und die Kontrastsignifikanzen	74
Tabelle 40: Korrelationskoeffizienten zwischen pH ₂₄ , Warner-Bratzler-Scherkraft (WB), und der Beurteilung des Panels des <i>m. longissimus dorsi</i> , signifikante Korrelationskoeffizienten sind fettgedruckt (p < 0,001)	75
Tabelle 41: Korrigierte Mittelwerte (MW) und entsprechende Teilindices (TI) und der Gesamtindex der einzelnen Kreuzungen und der reinen Merinolandschafe	76
Tabelle 42: Eingesetzte Böcke, Labornummer, Herdbuchnummer und die Betriebe	109
Tabelle 43: Inhaltsstoffe (laut Hersteller) des Lämmerstarter und des Mastfutters (KAMA-Kraftfutterwerk GmbH und Co KG, Senden/Iller)	110
Tabelle 44: Futterzusammensetzung (laut Hersteller) des Lämmerstarter und des Mastfutters (KAMA-Kraftfutterwerk GmbH und Co KG, Senden/Iller)	111

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 45: Ankunftsgewicht bei der Mast (kg) und Anzahl der Tiere, Mittelwerte und Standardabweichung (STD) mit 10 %/ 90 % Quantil	112
Tabelle 46: Alters der Tiere bei Mastantritt (Tagen) und Anzahl der Tiere, Mittelwerte und Standardabweichung (STD) mit 10 %/ 90 %-Quantil	112
Tabelle 47: Abgangsalter (Tagen) und Anzahl der Tiere, Rohmittelwerte und Standardabweichung (STD) mit 10 %/ 90 %-Quantil	113
Tabelle 48: Rohmittelwerte und Standardabweichung sowie das 10 % und das 90 %-Quantil der täglichen Zunahmen der Aufzucht, der täglichen Zunahmen der Mast und die Tageszunahmen (g/d)	113
Tabelle 49: Rohmittelwerte und Standardabweichung sowie das 10 % und das 90 %-Quantil des Schlachtkörpergewichts (kg).....	114
Tabelle 50: Rohmittelwerte und Standardabweichung sowie das 10 % und das 90 %-Quantil des Verlustes bei der Ausschlachtung	114
Tabelle 51: Rohmittelwerte und Standardabweichung sowie das 10 % und das 90 %-Quantil der Nettozunahmen (g)	114
Tabelle 52: Rohmittelwerte und Standardabweichung sowie das 10 % und das 90 %-Quantil des Nierenfetts (g)	115
Tabelle 53: Fettauflage (mm) und Anzahl der Tiere, adjustierte Mittelwerte und Standardfehler (SE) mit Kontrast-Signifikanzen.....	115
Tabelle 54: Rohmittelwerte und Standardabweichung sowie das 10 % und das 90 %-Quantil der Fettauflage (cm).....	115
Tabelle 55: Rohmittelwerte und Standardabweichung sowie das 10 % und das 90 %-Quantil der Schulterbreite1 (cm) und der Schulterbreite2 (cm).....	116
Tabelle 56: Rohmittelwerte und Standardabweichung sowie das 10 % und das 90 %-Quantil der Rückenlänge (cm).....	116
Tabelle 57: Rohmittelwerte und Standardabweichung sowie das 10 % und das 90 %-Quantil des Keulenumfangs, der Keulenbreite und der Keulenausprägung (cm)	117
Tabelle 58: Rohmittelwerte und Standardabweichung sowie das 10 % und das 90 %-Quantil der Rückenbeurteilung (Noten von 1-5, wobei 1= schmal, 2= schmal/ normal, 3= normal, 4= normal/ breit und 5= breit bedeutet).....	117
Tabelle 59: Rückenbeurteilung in Noten von 1-5, wobei 1= schmal, 2= schmal/ normal, 3= normal, 4= normal/ breit und 5= breit bezeichnet und Anzahl der Tiere, adjustierte Mittelwerte und Standardfehler mit Kontrast-Signifikanzen	118

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 60: Rohmittelwerte und Standardabweichung sowie das 10 % und das 90 %-Quantil der Note des Oberflächenfettes (Noten von 1-10, wobei 1=viel Fett und 10= sehr wenig Fett bedeutet)	118
Tabelle 61: Benotung des Oberflächenfettes (Noten von 1-10, wobei 1= sehr viel Fett und 10= sehr wenig Fett bedeutet) und Anzahl der Tiere, adjustierte Mittelwerte und Standardfehler mit Kontrast-Signifikanzen	119
Tabelle 62: Rohmittelwerte und Standardabweichung sowie das 10 % und das 90 %-Quantil der Klassifizierung (nach EUROP, wobei E=5, U=4, R=3, O=2 und P=1 entspricht) .	119
Tabelle 63: Rohmittelwerte und Standardabweichung sowie das 10 % und das 90 %-Quantil der Kotelettfläche (cm ²).....	119
Tabelle 64: Rohmittelwerte und Standardabweichung sowie das 10 % und das 90 %-Quantil des pH-Werts1 und des pH-Werts 2	120
Tabelle 65: Rohmittelwerte und Standardabweichung sowie das 10 % und das 90 %-Quantil des LF 1 und des LF 2	121
Tabelle 66: Rohmittelwerte und Standardabweichung sowie das 10 % und das 90 %-Quantil des Presssafts (%)	121
Tabelle 67: Presssafts (%) und Anzahl der Tiere, adjustierte Mittelwerte und Standardfehler mit Kontrast-Signifikanzen.....	122
Tabelle 68: Rohmittelwerte und Standardabweichung sowie das 10 % und das 90 %-Quantil des Kochverlust 1 und des Kochverlusts 2.....	122
Tabelle 69: Rohmittelwerte und Standardabweichung sowie das 10 % und das 90 %-Quantil des Tropfsafts (%)	123
Tabelle 70: Rohmittelwerte und Standardabweichung sowie das 10 % und das 90 %-Quantil der Farben L, a und b.....	123
Tabelle 71: Rohmittelwerte und Standardabweichung sowie das 10 % und das 90 %-Quantil der Farben L, a und b.....	124
Tabelle 72: Farben L, a und b nach dem Kochen und Anzahl der Tiere, adjustierte Mittelwerte und Standardfehler mit Kontrast-Signifikanzen	125
Tabelle 73: Rohmittelwerte und Standardabweichung sowie das 10 % und das 90 %-Quantil der Scherkraft und der Scherkraft der gefrorenen Koteletts.....	126
Tabelle 74: Rohmittelwerte und Standardabweichung sowie das 10 % und das 90 %-Quantil der Sensorikmerkmale Geruch, Zartheit und Saftigkeit	127

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 75: Rohmittelwerte und Standardabweichung sowie das 10 % und das 90 %-Quantil der Sensorikmerkmale Lammgeschmack, Geschmack und Gesamturteil.....	128
Tabelle 76: Korrelationskoeffizienten zwischen den Zunahmen und Merkmalen der Schlachtleistung, signifikante Korrelationskoeffizienten sind fettgedruckt ($p < 0,001$)	129
Tabelle 77: Korrelationskoeffizienten zwischen Merkmalen der Fleischqualität und dem Lebendgewicht sowie der Klassifizierung, signifikante Korrelationskoeffizienten sind fettgedruckt ($p < 0,001$).....	129
Tabelle 78: Korrelationskoeffizienten zwischen verschiedensten Merkmalen, signifikante Korrelationskoeffizienten sind fettgedruckt ($p < 0,001$)	130

11 ANHANG**11.1 Versuchsdurchführung**

Nachfolgend sind die eingesetzten Böcke und die Futterzusammenstellung dargestellt.

11.1.1 Eingesetzte Böcke

In der Tabelle 42 sind die Daten der Böcke, deren Labornummer, deren Herdbuchnummer und die Betriebe, in denen sie eingesetzt wurden, aufgeführt.

Tabelle 42: Eingesetzte Böcke, Labornummer, Herdbuchnummer und die Betriebe

Labornr.	Herdbuch-Nr.	Rasse	Name	Bemerkung	Betrieb	Betrieb2
1	4621	SK	1		Wiedenmann	
2	29904	SK	2_200	Harnstein	Fauser	
3	29929	SK	3_200		Lemke	
4	4618	SK	4	verendet	OLI	
5	4756	TX	5		Fauser	
6	6865?	TX	6	verendet	Ehrhardt	
7	3816	TX	7			
8	6987	TX	8		Fritz	
9	23750	ML	9		Lemke	
10	5002	ML	10_200		Bauer	
11	6353	ML	11_200		OLI	
12	6332	ML	12		Ehrhardt	Erhardt
13	25980	SU	13		Fritz	
14	26772	SU	14		Bauer	
15	6684	SU	15		Wiedenmann	
16	26785	SU	16		Ehrhardt	Erhardt
17	6695	SU	17		Fauser	
18	34678	IDF	18		OLI	
19	34664	IDF	19		Lemke	
20	34663	IDF	20		Fritz	
21	7169	IDF	21		Wiedenmann	
22	7170	IDF	22		Fauser	
23	90004	CH	23		Fritz	
24	90007	CH	24		Fauser	
25	90001	CH	25		OLI	
26	90026	CH	26		Bauer	Erhardt
27	90062	CH	27		Bauer	Erhardt
28	29934	SK	28		Fauser	
29	35341	TX				
30	35342	TX				
31	07476	SK				OLI

Proben mit einem B wurden aus BuffyCoat gewonnen

Proben mit _200 stammen aus einem Durchgang mit 200 µl Elutionspuffer, da im ersten Durchgang (300 µl) die DNA-Konzentration unter 50 ng/µl lag.

28 ist Ersatz für 2 (29904), geliefert am 14.4.10

11.1.2 FutterzusammensetzungTabelle 43: Inhaltsstoffe (laut Hersteller) des Lämmerstarter und des Mastfutters (*KAMA-Kraftfutterwerk GmbH und Co KG, Senden/Iller*)

Inhaltstoffe	Lämmerstarter	Mastfutter
Rohprotein	20 %	18 %
Rohfaser	7,7 %	6,8 %
Calcium	1,3 %	1,6 %
Natrium	0,3 %	0,4 %
Rohfett	2,3 %	2,7 %
Rohasche	8,25 %	8,65 %
Phosphor	0,45 %	0,55 %
Metabolische Energie	11,0 MJ/kg	10,4 MJ/kg

ANHANG

Tabelle 44: Futterzusammensetzung (laut Hersteller) des Lämmerstarter und des Mastfutters
(KAMA-Kraftfutterwerk GmbH und Co KG, Senden/Iller)

Futterzusammensetzung	Lämmerstarter	Mastfutter
Weizen	17 %	
Weizenkleie		13,5 %
Sojaextraktionsschrot HP (GVO)	12,5 %	17,5 %
Leineextraktionsschrot	12,5 %	
Melasseschnitzel	12,5 %	5,2 %
Gerste	9,9 %	30,8 %
Malzkeim	8 %	
Weizengrießkleie	6 %	12,5 %
Mais	5 %	
Hafer	5 %	13,6 %
Luzernegrünmehl	5 %	
Zuckerrübenmelasse	2,8 %	2,2 %
Calciumcarbonat	2,6 %	3,5 %
Magnesiumoxyd	0,2 %	
Natriumchlorid		0,5 %
Zusatzstoffe		
Vitamin A	15 000 IE/kg	15 000 IE/kg
Vitamin D3	1 500 IE/kg	1 500 IE/kg
Vitamin E	50 mg ¹	50 mg ¹
Vitamin B1	5 mg	5 mg
Biotin	140 mcg	140 mcg
Zink (als Zn-Oxid)	100 mg	105 mg
Eisen (als Fe-Sulfat)	45 mg	44 mg
Mangan (als Mn-Oxid)	45 mg	44 mg
Jod (als Ca-Jodat)	0,2 mg	2,1 mg
Selen (als Na-Selenit)	0,2 mg	
Cobalt (als Co-Sulfat)	0,3 mg	

11.1.3 Rohmittelwerte der Mast- und der Schlachtleistung

Die Beschreibung der Befunde (deskriptive Statistik) erfolgte mit Hilfe von Mittelwerten, Standardabweichungen, 10 und 90 % Quantilen. Alle Berechnungen wurden mit Statistical Analysis Systems (9.2, SAS Inst. Inc., Cary, NC) vorgenommen. In den folgenden Tabellen sind die Rohmittelwerte, Standardabweichung, sowie das 10 % und das 90 %-Quantil der Merkmale der Mast- und Schlachtleistung dargestellt.

Tabelle 45: Ankunftsgewicht bei der Mast (kg) und Anzahl der Tiere, Mittelwerte und Standardabweichung (STD) mit 10 %/ 90 % Quantil

Rasse	Anzahl	Mittelwert	STD	10 %/ 90%-Quantil
CH	320	19,7	3,8	15 – 25
IDF	355	19,2	3,8	15 – 24
ML	235	19,5	3,3	16 – 24
SK	249	19,1	3,1	16 – 23
SU	277	19,0	3,8	14 – 24
TX	150	18,1	2,8	15 – 22

Tabelle 46: Alters der Tiere bei Mastantritt (Tagen) und Anzahl der Tiere, Mittelwerte und Standardabweichung (STD) mit 10 %/ 90 %-Quantil

Rasse	Anzahl	Mittelwert	STD	10 %/ 90 %-Quantil
CH	257	52	9	41 – 61
IDF	298	55	15	41 – 78
ML	238	53	9	42 – 66
SK	218	57	14	42 – 75
SU	275	53	11	38 – 66
TX	102	48	11	33 – 63

ANHANG

Tabelle 47: Abgangsalter (Tagen) und Anzahl der Tiere, Rohmittelwerte und Standardabweichung (STD) mit 10 %/ 90 %-Quantil

Rasse	Anzahl	Mittelwert	STD	10 %/ 90 %-Quantil
CH	257	118	13	101 – 133
IDF	298	122	18	100 – 145
ML	238	125	15	107 – 144
SK	218	122	19	100 – 144
SU	275	121	15	100 – 141
TX	102	121	14	102 – 139

Tabelle 48: Rohmittelwerte und Standardabweichung sowie das 10 % und das 90 %-Quantil der täglichen Zunahmen der Aufzucht, der täglichen Zunahmen der Mast und die Tageszunahmen (g/d)

Wachstumsleistung	Rasse	Anzahl	Mittelwert	STD	10%/ 90 %-Quantil
Tägliche Zunahmen (g/d) ¹	CH	257	397,6	84,4	294 – 500
	IDF	296	372,1	107,6	222 – 520
	ML	235	376,3	86,2	263 – 488
	SK	217	363,6	101,3	217 – 500
	SU	274	369,3	94,7	246 – 492
	TX	102	405,8	108,1	278 – 548
Tägliche Zunahmen (g/d) ²	CH	320	314	68,9	238 – 402
	IDF	354	340	62,2	260 – 419
	ML	236	319	72,8	234 – 421
	SK	248	339	64,9	527 – 422
	SU	276	343	68	260 – 434
	TX	149	317	60	238 – 398
Tageszunahmen (g/d) ³	CH	258	336,8	59,2	266 – 408
	IDF	298	337,8	68,3	259 – 426
	ML	238	315,8	83,5	240 – 410
	SK	217	335,7	64,9	259 – 425
	SU	274	337,4	62,6	262 – 419
	TX	102	328,1	75,3	250 – 402

¹ Gewichtszunahmen pro Tag von der Geburt bis zu Beginn der Mast

² Gewichtszunahmen pro Tag vom Absetzen bis Mastende

³ Gewichtszunahmen pro Tag von Geburt bis Mastende

ANHANG

Tabelle 49: Rohmittelwerte und Standardabweichung sowie das 10 % und das 90 %-Quantil des Schlachtkörpergewichts (kg)

Rasse	Anzahl	Mittelwert	STD	10 %/ 90 %-Quantil
CH	321	18.8	2.46	15,8 – 21,8
IDF	359	19.5	2.31	16,5 – 22,2
ML	238	19.5	2.56	16,7 – 22,6
SK	250	18.9	2.05	16,4 – 21,3
SU	279	19.6	2.48	16,4 – 22,5
TX	150	19.3	2.48	16,2 – 22,7

Tabelle 50: Rohmittelwerte und Standardabweichung sowie das 10 % und das 90 %-Quantil des Verlustes bei der Ausschlachtung

Rasse	Anzahl	Mittelwert	STD	10 %/ 90 %-Quantil
CH	319	0,508	0,026	0,47 – 0,54
IDF	355	0,508	0,024	0,48 – 0,54
ML	238	0,511	0,026	0,48 – 0,54
SK	248	0,517	0,027	0,49 – 0,55
SU	277	0,511	0,023	0,48 – 0,54
TX	150	0,505	0,023	0,48 – 0,53

Tabelle 51: Rohmittelwerte und Standardabweichung sowie das 10 % und das 90 %-Quantil der Nettozunahmen (g)

Rasse	Anzahl	Mittelwert	STD	10 %/ 90 %-Quantil
CH	255	158	29	124 – 191
IDF	299	158	32	123 – 197
ML	238	147	39	108 – 188
SK	218	154	30	116 – 195
SU	275	157	31	121 – 198
TX	102	156	37	116 - 194

ANHANG

Tabelle 52: Rohmittelwerte und Standardabweichung sowie das 10 % und das 90 %-Quantil des Nierenfetts (g)

Rasse	Anzahl	Mittelwert	STD	10 %/ 90 %-Quantil
CH	322	199,6	106,5	103,1 – 318,6
IDF	359	248,8	115,1	130,3 – 400,3
ML	238	264,3	129,1	137,8 – 445,4
SK	250	235,7	107,5	122,5 – 377,1
SU	278	237,1	106,2	128,8 – 385,2
TX	150	227,4	109,1	116,8 – 349,2

Tabelle 53: Fettauflage (mm) und Anzahl der Tiere, adjustierte Mittelwerte und Standardfehler (SE) mit Kontrast-Signifikanzen

Rasse	Anzahl	Mittelwert*	SE	Kontrast-Signifikanzen
CH	324	5,5	0,8	c
IDF	359	3,0	0,7	a
ML	237	3,7	0,8	abc
SK	250	5,4	0,9	bc
SU	279	3,2	0,8	ab
TX	150	5,9	1,0	c

*adjustierte Mittelwerte

a, b, c unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede, Signifikanzniveau $p \leq 0.05$

Tabelle 54: Rohmittelwerte und Standardabweichung sowie das 10 % und das 90 %-Quantil der Fettauflage (cm)

Rasse	Anzahl	Mittelwert	STD	10 %/ 90 %-Quantil
CH	324	4,5	1,4	2,9 – 6,6
IDF	359	5,0	2,2	3,1 – 7,1
ML	237	4,1	1,5	2,5 – 5,9
SK	250	4,4	1,3	3,0 – 6,1
SU	279	4,7	1,5	3,1 – 6,6
TX	150	3,7	1,1	2,3 – 5,1

ANHANG

Tabelle 55: Rohmittelwerte und Standardabweichung sowie das 10 % und das 90 %-Quantil der Schulterbreite 1 (cm) und der Schulterbreite 2 (cm)

Merkmal	Rasse	Anzahl	Mittelwert	STD	10 %/ 90 %-Quantil
Schulterbreite 1	CH	324	19,5	1,1	18,1 – 20,8
	IDF	358	20,0	1,1	18,7 – 21,4
	ML	237	19,3	1,1	17,9 – 20,6
	SK	250	19,4	1	18,1 – 20,7
	SU	278	19,6	1,1	18,1 – 21,1
	TX	150	19,4	1,1	18,0 – 20,7
Schulterbreite 2	CH	324	19,1	1,2	17,8 – 20,6
	IDF	358	19,4	1,1	18,0 – 20,7
	ML	237	18,7	1,1	17,5 – 19,9
	SK	250	18,8	0,9	17,7 – 19,9
	SU	278	19,1	1,1	17,7 – 20,4
	TX	150	19,1	1,2	17,7 – 20,5

Tabelle 56: Rohmittelwerte und Standardabweichung sowie das 10 % und das 90 %-Quantil der Rückenlänge (cm)

Rasse	Anzahl	Mittelwert	STD	10 %/ 90 %-Quantil
CH	324	39,37	2,15	36,5 – 42,5
IDF	359	39,81	2,9	36,5 – 43,0
ML	238	41,95	2,56	39,0 – 45,5
SK	250	40,82	2,44	38,0 – 44,0
SU	278	41,19	2,03	38,5 – 44,0
TX	150	39,87	2,27	37,0 – 43,0

ANHANG

Tabelle 57: Rohmittelwerte und Standardabweichung sowie das 10 % und das 90 %-Quantil des Keulenumfangs, der Keulenbreite und der Keulenausprägung (cm)

	Rasse	Anzahl	Mittelwert	STD	10 %/ 90 %-Quantil
Keulenumfang (cm)	CH	324	63,9	2,8	60,0 – 67,0
	IDF	359	64	3,8	61,0 – 67,5
	ML	238	63,7	2,5	60,5 – 66,5
	SK	249	63	2,4	60,5 – 66,0
	SU	279	64,3	2,6	61,0 – 67,5
	TX	150	64,4	2,6	61,0 – 68,0
Keulenbreite (cm)	CH	324	21,8	1,1	20,4 – 23,1
	IDF	359	21,9	2,3	20,5 – 23,1
	ML	238	21,8	1,1	20,4 – 23,1
	SK	249	21,4	1,0	20,2 – 22,6
	SU	279	21,5	1,1	20,3 – 22,7
	TX	150	21,6	0,9	20,3 – 22,9
Keulenausprägung (cm)	CH	324	12,2	0,8	11,2 – 13,2
	IDF	359	12,2	0,9	11,4 – 13,2
	ML	238	11,8	0,7	10,8 – 12,8
	SK	250	12	0,7	10,9 – 12,8
	SU	279	12,2	0,7	11,3 – 13,1
	TX	150	12,3	0,7	11,4 – 13,2

Tabelle 58: Rohmittelwerte und Standardabweichung sowie das 10 % und das 90 %-Quantil der Rückenbeurteilung (Noten von 1-5, wobei 1= schmal, 2= schmal/ normal, 3= normal, 4= normal/ breit und 5= breit bedeutet).

Rasse	Anzahl	Mittelwert	STD	10 %/ 90 %-Quantil
CH	309	3,4	0,7	3 – 5
IDF	324	3,6	1,2	3 – 4
ML	224	3,1	0,7	2 – 4
SK	209	3,3	0,7	3 – 4
SU	278	3,4	0,7	3 – 4
TX	150	3,3	0,7	3 – 4

ANHANG

Tabelle 59: Rückenbeurteilung in Noten von 1-5, wobei 1= schmal, 2= schmal/ normal, 3= normal, 4= normal/ breit und 5= breit bezeichnet und Anzahl der Tiere, adjustierte Mittelwerte und Standardfehler mit Kontrast-Signifikanzen

Rasse	Anzahl	Mittelwert*	SE	Kontrast-Signifikanzen
CH	309	3,4	0,1	bc
IDF	324	3,5	0,1	c
ML	224	3,1	0,1	a
SK	209	3,3	0,1	ab
SU	278	3,3	0,1	abc
TX	150	3,4	0,1	bc

* adjustierte Mittelwerte

a, b, c unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede, Signifikanzniveau $p \leq 0.05$

Tabelle 60: Rohmittelwerte und Standardabweichung sowie das 10 % und das 90 %-Quantil der Note des Oberflächenfettes (Noten von 1-10, wobei 1=viel Fett und 10= sehr wenig Fett bedeutet)

Rasse	Anzahl	Mittelwert	STD	10 %/ 90 %-Quantil
CH	324	6,7	0,5	6,0 – 7
IDF	359	6,7	0,7	6,0 – 7
ML	238	6,6	0,5	6,0 – 7
SK	250	6,6	0,7	6,0 – 7
SU	279	6,7	0,3	6,5 – 7
TX	150	6,9	0,3	6,5 – 7

ANHANG

Tabelle 61: Benotung des Oberflächenfettes (Noten von 1-10, wobei 1= sehr viel Fett und 10= sehr wenig Fett bedeutet) und Anzahl der Tiere, adjustierte Mittelwerte und Standardfehler mit Kontrast-Signifikanzen

Rasse	Anzahl	Mittelwert*	SE	Kontrast-Signifikanzen
CH	324	6,6	0,03	a
IDF	359	6,7	0,03	ab
ML	238	6,7	0,04	a
SK	250	6,7	0,03	ab
SU	279	6,7	0,04	ab
TX	150	6,8	0,05	b

* adjustierte Mittelwerte

a, b unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede, Signifikanzniveau $p \leq 0.05$

Tabelle 62: Rohmittelwerte und Standardabweichung sowie das 10 % und das 90 %-Quantil der Klassifizierung (nach EUROP, wobei E=5, U=4, R=3, O=2 und P=1 entspricht)

Rasse	Anzahl	Mittelwert	STD	10 %/ 90 %-Quantil
CH	323	2,95	0,25	3 – 3
IDF	353	2,95	0,28	3 – 3
ML	238	2,87	0,35	2 – 3
SK	240	2,93	0,32	3 – 3
SU	279	2,92	0,28	3 – 3
TX	150	2,96	0,20	3 – 3

Tabelle 63: Rohmittelwerte und Standardabweichung sowie das 10 % und das 90 %-Quantil der Kotelettfläche (cm²)

Rasse	Anzahl	Mittelwert	STD	10 %/ 90 %-Quantil
CH	324	12,0	1,7	10,0 – 14,1
IDF	358	12,9	2,3	10,9 – 15,1
ML	238	12,0	1,6	10,0 – 14,0
SK	250	12,1	1,5	10,2 – 14,2
SU	279	12,2	1,4	10,3 – 13,9
TX	150	13,0	1,6	11,0 – 15,1

11.1.4 Rohmittelwerte der Fleischqualität

In den nachfolgenden Tabellen sind die Rohmittelwerte, deren Standardabweichung, sowie das 10 % und das 90 %-Quantil der Merkmale der Fleischqualität dargestellt. In Tabelle 54 sind die Rohmittelwerte der pH-Werte aufgezeigt.

Tabelle 64: Rohmittelwerte und Standardabweichung sowie das 10 % und das 90 %-Quantil des pH-Werts 1 und des pH-Werts 2

Merkmal	Rasse	Anzahl	Mittelwert	STD	10 %/ 90 %-Quantil
pH-Wert 1 ¹	CH	317	6,4	0,4	5,9 – 6,9
	IDF	350	6,4	0,4	5,9 – 6,9
	ML	231	6,4	0,4	5,9 – 6,9
	SK	238	6,5	0,4	6,0 – 7,0
	SU	270	6,4	0,4	5,9 – 6,8
	TX	143	6,3	0,4	5,8 – 6,8
pH-Wert 2 ²	CH	322	5,6	0,3	5,4 – 5,9
	IDF	357	5,6	0,4	5,4 – 6,0
	ML	237	5,6	0,3	5,4 – 5,9
	SK	247	5,6	0,4	5,3 – 6,1
	SU	279	5,6	0,2	5,4 – 5,8
	TX	150	5,5	0,2	5,3 – 5,8

¹ pH-Wert gemessen 45 min p.m.

² pH-Wert gemessen 24 h p.m.

ANHANG

Tabelle 65: Rohmittelwerte und Standardabweichung sowie das 10 % und das 90 %-Quantil des LF 1 und des LF 2

Merkmal	Rasse	Anzahl	Mittelwert	STD	10 %/ 90 %-Quantil
LF 1 ¹	CH	315	3,1	0,7	2,2 – 4,0
	IDF	328	3,1	1,2	2,2 – 4,0
	ML	227	3,0	0,7	2,1 – 3,9
	SK	218	3,0	0,7	1,9 – 3,9
	SU	279	3,1	0,6	2,3 – 3,9
	TX	150	3,1	0,6	2,4 – 3,9
LF 2 ²	CH	311	1,6	0,5	1,0 – 2,2
	IDF	325	1,6	0,5	1,0 – 2,1
	ML	225	1,5	0,4	1,0 – 2,0
	SK	210	1,5	0,4	1,0 – 2,0
	SU	279	1,6	0,4	1,0 – 2,0
	TX	150	1,6	0,4	1,2 – 2,1

¹ pH-Wert gemessen 45 min p.m.

² pH-Wert gemessen 24 h p.m.

Tabelle 66: Rohmittelwerte und Standardabweichung sowie das 10 % und das 90 %-Quantil des Presssafts (%)

Rasse	Anzahl	Mittelwert	STD	10 %/ 90 %-Quantil
CH	324	0,381	0,073	0,3 – 0,5
IDF	358	0,392	0,174	0,3 – 0,5
ML	238	0,395	0,077	0,3 – 0,5
SK	250	0,400	0,077	0,3 – 0,5
SU	279	0,389	0,060	0,3 – 0,5
TX	150	0,401	0,061	0,3 – 0,5

ANHANG

Tabelle 67: Presssafts (%) und Anzahl der Tiere, adjustierte Mittelwerte und Standardfehler mit Kontrast-Signifikanzen

Rasse	Anzahl	Mittelwert*	SE	Kontrast-Signifikanzen
CH	324	40,4	0,3	b
IDF	358	39,0	0,3	a
ML	238	40,2	0,4	b
SK	250	39,7	0,4	ab
SU	279	39,9	0,4	ab
TX	150	40,4	0,5	b

* adjustierte Mittelwerte

a, b unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede, Signifikanzniveau $p \leq 0.05$

Tabelle 68: Rohmittelwerte und Standardabweichung sowie das 10 % und das 90 %-Quantil des Kochverlust 1 und des Kochverlusts 2

Merkmal	Rasse	Anzahl	Mittelwert	STD	10 %/ 90 %-Quantil
Kochverlust 1 ¹	CH	324	0,33	0,04	0,27 – 0,38
	IDF	359	0,33	0,04	0,28 – 0,38
	ML	238	0,31	0,04	0,25 – 0,36
	SK	250	0,32	0,04	0,27 – 0,37
	SU	279	0,33	0,04	0,28 – 0,37
	TX	149	0,33	0,04	0,27 – 0,37
Kochverlust 2 ²	CH	310	0,31	0,03	0,27 – 0,35
	IDF	340	0,31	0,03	0,27 – 0,35
	ML	221	0,31	0,03	0,26 – 0,34
	SK	228	0,31	0,03	0,27 – 0,35
	SU	272	0,31	0,03	0,27 – 0,35
	TX	141	0,32	0,03	0,29 – 0,35

¹ Kochverlust gemessen 24 h nach der Zerlegung, frisches Fleisch

² Kochverlust gemessen am zuvor tiefgefrorenen Fleisch, gelagert bei -20 °C.

ANHANG

Tabelle 69: Rohmittelwerte und Standardabweichung sowie das 10 % und das 90 %-Quantil des Tropfsafts (%)

Rasse	Anzahl	Mittelwert	STD	10 %/ 90 %-Quantil
CH	316	0,036	0,015	0,016 – 0,054
IDF	329	0,035	0,015	0,006 – 0,053
ML	230	0,030	0,015	0,004 – 0,049
SK	221	0,033	0,015	0,005 – 0,050
SU	277	0,028	0,014	0,004 – 0,046
TX	150	0,029	0,014	0,004 – 0,047

Tabelle 70: Rohmittelwerte und Standardabweichung sowie das 10 % und das 90 %-Quantil der Farben L, a und b nach dem Kochen der frischen Koteletts

	Rasse	Anzahl	Mittelwert	STD	10 %/ 90 %-Quantil
Farbe L	CH	324	42,2	2,3	39,3 – 45,0
	IDF	358	42,1	2,0	39,6 – 44,6
	ML	238	41,7	2,3	38,6 – 44,6
	SK	250	42,1	2,4	39,2 – 45,0
	SU	279	42,3	1,9	39,9 – 44,8
	TX	150	43,4	2,2	40,3 – 46,2
Farbe a	CH	324	10,0	1,3	8,4 – 11,8
	IDF	359	10,0	1,3	8,4 – 11,6
	ML	238	9,9	1,1	8,5 – 11,4
	SK	250	9,6	1,2	8,2 – 11,3
	SU	279	10,0	1,4	8,4 – 11,8
	TX	150	9,3	1,3	7,9 – 11,0
Farbe b	CH	324	12,8	0,9	11,7 – 14,1
	IDF	359	12,9	1,4	11,7 – 14,1
	ML	238	12,6	1,0	11,5 – 13,8
	SK	250	12,8	0,9	11,7 – 14,0
	SU	279	13,0	1,0	11,7 – 14,3
	TX	150	12,9	1,0	11,6 – 14,5

ANHANG

Tabelle 71: Rohmittelwerte und Standardabweichung sowie das 10 % und das 90 %-Quantil der Farben L, a und b nach dem Kochen der aufgetauten Koteletts

	Rasse	Anzahl	Mittelwert	STD	10 %/ 90 %-Quantil
Farbe L ^t	CH	321	57,3	2,7	54,2 – 60,7
	IDF	344	56,9	3,4	53,9 – 60,3
	ML	232	56,6	2,7	53,2 – 60,0
	SK	233	57,1	3,7	53,1 – 60,9
	SU	279	57,1	3,2	54,1 – 60,7
	TX	150	57,9	3,0	55,0 – 61,2
Farbe a ^t	CH	321	5,6	1,1	4,4 – 7,0
	IDF	345	5,5	1,4	4,0 – 6,9
	ML	232	5,7	1,0	4,5 – 7,0
	SK	233	5,5	1,3	4,2 – 6,6
	SU	279	5,5	1,2	4,3 – 6,9
	TX	150	5,3	1,2	4,0 – 6,8
Farbe b ^t	CH	321	16,5	0,8	15,6 – 17,4
	IDF	345	16,4	0,8	15,6 – 17,3
	ML	232	16,6	0,7	15,8 – 17,5
	SK	233	16,4	1,0	15,6 – 17,3
	SU	279	16,4	0,8	15,7 – 17,3
	TX	150	16,3	0,8	15,5 – 17,2

^t Farbe nachdem das Fleisch tiefgefroren war, bei -20 °C.

ANHANG

Tabelle 72: Farben L, a und b nach dem Kochen der aufgetauten Koteletts und Anzahl der Tiere, adjustierte Mittelwerte und Standardfehler mit Kontrast-Signifikanzen

Merkmal	Rasse	Anzahl	Mittelwert*	SE	Kontrast-Signifikanzen
Farbe L ^t	CH	321	56,6	0,3	ab
	IDF	344	56,8	0,3	ab
	ML	232	56,2	0,3	a
	SK	233	57,3	0,3	b
	SU	279	56,5	0,3	ab
	TX	150	57,2	0,3	b
Farbe a ^t	CH	321	5,8	0,1	b
	IDF	345	5,5	0,1	ab
	ML	232	5,7	0,1	ab
	SK	233	5,5	0,1	a
	SU	279	5,7	0,1	ab
	TX	150	5,4	0,1	a
Farbe b ^t	CH	321	16,4	0,04	ab
	IDF	345	16,4	0,04	ab
	ML	232	16,5	0,05	b
	SK	233	16,4	0,05	a
	SU	279	16,4	0,05	ab
	TX	150	16,3	0,06	a

* adjustierte Mittelwerte

a, b unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede, Signifikanzniveau $p \leq 0.05$

^t Farbe nachdem das Fleisch tiefgefroren war, bei -20 °C.

ANHANG

Tabelle 73: Rohmittelwerte und Standardabweichung sowie das 10 % und das 90 %-Quantil der Scherkraft und der Scherkraft der gefrorenen Koteletts

	Rasse	Anzahl	Mittelwert	STD	10 %/ 90 %-Quantil
Scherkraft	CH	322	109,8	37,5	65,3 – 155,9
	IDF	353	127,9	46,6	70,0 – 187,9
	ML	238	121,9	40,7	73,1 – 173,2
	SK	239	125,6	47,7	75,0 – 187,3
	SU	279	118,4	34,3	73,0 – 162,0
	TX	150	121,9	34,1	76,9 – 160,5
Scherkraft ^t	CH	310	59,1	20,8	38,3 – 83,9
	IDF	342	69,2	27,2	42,0 – 104,5
	ML	219	64,8	26,7	37,6 – 100,0
	SK	229	66,7	27,2	37,7 – 103,4
	SU	272	63,6	20,0	43,0 – 86,8
	TX	143	68,2	23,0	42,6 – 95,1

^t Scherkraft nachdem das Fleisch tiefgefroren war, bei -20 °C.

11.1.5 Rohmittelwerte der Sensorik

In Tabelle 74 und Tabelle 75 sind die Rohmittelwerte der Sensorikmerkmale, die Anzahl der Beobachtungen, die Rohmittelwerte, deren Standardabweichung, sowie das 10 % und das 90 %-Quantil dargestellt.

Tabelle 74: Rohmittelwerte und Standardabweichung sowie das 10 % und das 90 %-Quantil der Sensorikmerkmale Geruch, Zartheit und Saftigkeit

Sensorikmerkmale	Rasse	Anzahl	Mittelwert	STD	10 %/ 90 %-Quantil
Geruch	CH	205	6,5	2,1	3,7 – 9,1
	IDF	261	6,4	2,1	3,6 – 8,9
	ML	223	6,5	2,2	3,6 – 9,1
	NS	244	5,5	2,7	1,8 – 9,1
	SK	249	6,5	2,1	3,7 – 8,8
	SU	275	6,5	2	4,1 – 8,9
	TX	174	6,6	2	3,9 – 8,9
Zartheit	CH	206	5,6	2,6	2,0 – 9,0
	IDF	262	5,5	2,7	1,7 – 9,0
	ML	224	6,4	2,5	2,4 – 9,0
	NS	246	8,8	1,1	7,6 – 9,9
	SK	249	6,3	2,4	2,6 – 9,2
	SU	277	6	2,5	2,4 – 9,2
	TX	175	5,2	2,7	1,4 – 8,9
Saftigkeit	CH	206	6,2	2,5	2,3 – 9,2
	IDF	262	6,0	2,4	2,7 – 8,9
	ML	225	5,7	2,4	2,1 – 8,7
	NS	246	6,4	2,3	3,2 – 9,4
	SK	250	5,9	2,3	2,8 – 9,0
	SU	277	6,1	2,3	2,7 – 9,2
	TX	175	6,2	2,4	2,9 – 9,1

ANHANG

Tabelle 75: Rohmittelwerte und Standardabweichung sowie das 10 % und das 90 %-Quantil der Sensorikmerkmale Lammgeschmack, Geschmack und Gesamturteil

Sensorikmerkmale	Rasse	Anzahl	Mittelwert	STD	10 %/ 90 %-Quantil
Lammgeschmack	CH	204	5,1	2,3	1,4 – 7,8
	IDF	262	5,1	2,4	1,1 – 7,9
	ML	225	4,8	2,5	0,9 – 7,8
	NS	245	7,1	2,3	3,7 – 9,5
	SK	250	5,1	2,4	1,3 – 7,9
	SU	277	4,7	2,4	1,0 – 7,7
	TX	175	4,8	2,4	1,3 – 7,6
Geschmack	CH	206	6,1	2,0	3,4 – 8,6
	IDF	262	5,9	2,1	3,0 – 8,5
	ML	225	6,3	2,0	3,4 – 8,6
	NS	246	4,7	2,9	0,6 – 8,5
	SK	250	6,3	2,0	3,0 – 8,8
	SU	277	6,5	1,9	3,9 – 8,7
	TX	175	6,2	2,0	3,2 – 8,5
Gesamturteil	CH	206	5,7	2,3	2,7 – 8,6
	IDF	262	5,3	2,3	2,0 – 8,1
	ML	225	5,9	2,2	2,6 – 8,8
	NS	245	5,0	2,9	1,0 – 8,6
	SK	250	6,0	2,1	2,8 – 8,6
	SU	277	6,0	2,1	3,0 – 8,7
	TX	175	5,6	2,4	2,0 – 8,5

11.1.6 Ergebnisse der Korrelationen

Tabelle 76: Korrelationskoeffizienten zwischen den Zunahmen und Merkmalen der Schlachtleistung, signifikante Korrelationskoeffizienten sind fettgedruckt ($p < 0,001$)

Merkmal	Mltz	Gltz	Aus	Skg	SB	Kbr	KU	KA*
Aufzucht	0,146	0,544	0,136	0,202	0,241	0,381	0,245	0,085
Mastzunahme (Mltz)		0,650	0,335	0,221	0,240	0,204	0,071	0,146
Gesamtltz (Gltz)			0,000	0,169	0,298	0,276	0,144	0,087
Aus-schlachtung (Aus)				-0,062	0,026	0,206	-0,243	-0,206
Schlacht-körpergewicht (Skg)					0,503	0,638	0,708	0,542
Schulterbreite ¹ (SB)						0,398	0,308	0,201
Keulenbreite (Kbr)							0,600	0,280
Keulenumfang (KU)								0,674

*Keulenausprägung

Tabelle 77: Korrelationskoeffizienten zwischen Merkmalen der Fleischqualität und dem Lebendgewicht sowie der Klassifizierung, signifikante Korrelationskoeffizienten sind fettgedruckt ($p < 0,001$)

Merkmal	PS	Snr	L	a	b	Lkg	KL	Salt*
pH ₂₄	-0,576	0,965	0,248	0,234	-0,018	-0,078	0,108	0,073
Presssaft (PS)		-0,530	-0,045	-0,273	-0,031	0,084	-0,053	-0,084
Schlachtnr. (Snr)			0,250	0,251	-0,001	-0,086	0,172	0,166
Farbe L (L)				-0,457	0,422	0,150	0,143	0,110
Farbe a (a)					0,090	-0,038	-0,120	-0,152
Farbe b (b)						0,037	0,038	0,009
Lebendgewicht (Lkg)							0,116	0,041
Klassifizierung (KL)								0,796

*Schlachalter

ANHANG

Tabelle 78: Korrelationskoeffizienten zwischen verschiedensten Merkmalen, signifikante Korrelationskoeffizienten sind fettgedruckt ($p < 0,001$)

Merkmal		FA	SB	Rbe	KF	KA	TSV	GU	NF*
Gesamtlebens- tagszunahme	(Gltz)	0,062	0,298	0,134	-0,023	0,087	0,084	-0,052	-0,492
Fettauflage	(FA)		0,417	0,297	-0,360	-0,199	-0,160	0,199	0,293
Schulterbreite ¹	(SB)			0,534	0,108	0,200	-0,124	-0,086	0,168
Rückenbe- urteilung	(Rbe)				0,015	0,019	-0,002	-0,199	0,145
Kotelettfläche	(KF)					0,280	0,056	-0,065	0,002
Keulen- ausprägung	(KA)						-0,120	0,036	0,004
Tropfsaftverlust	(TSV)							-0,170	-0,061
Gesamturteil (Sensorik)	(GU)								0,076

*Nierenfett

DANKSAGUNG

DANKSAGUNG

Zunächst möchte ich mich bei Herrn Prof. Dr. Jörn Bennewitz für die Überlassung des Themas und die Betreuung und Unterstützung während meiner Arbeit sehr herzlich Bedanken.

Mein Dank gilt Herrn Dr. Siegfried Preuß für den regen Austausch und die gute Zusammenarbeit sowie dem ganzen Fachgebiet Genetik und Züchtung landwirtschaftlicher Nutztiere für die gute Zusammenarbeit und die Unterstützung der großangelegten Studie.

Für die technische und räumliche Unterstützung möchte ich dem Fachgebiet Kleintierzucht und im Speziellen Herrn Prof. Dr. Grashorn und Carina Lorenz danken.

Ebenso Herrn K. Herrmann (Lebensmitteltechnologie) für das Know-How der Rückenzerlegung eines Lammes.

Danke dem Panel, das mit dem Verkosten maßgeblich zum Gelingen der sensorischen Analyse beigetragen hat.

Besonderer Dank gilt den mitwirkenden Betrieben (Bauer, Erhardt, Fauser, Fritz, Lemke, Oberer Lindenhof der Universität Hohenheim und Wiedenmann) dem Mastbetrieb Willi Mang und dem Schlachthof Reiner Baumann GmbH. Herr U. Rothweiler (Lammfleischerzeugergemeinschaft und Viehzentrale Südwest) und Herr B. Krieglstein (Ministerium für ländlichen Raum und Verbraucherschutz) für die Initiierung des Projektes. Herr Dr. J.-G. Wenzler (Landratsamt Ludwigsburg/ Landesschafzuchtverband), Dr. R. Buchsteiner (Landratsamt Ludwigsburg) sowie dem Schafherdengesundheitsdienst für das Begleiten des Projektes und allen weiteren Personen, die an der Versuchsdurchführung und der umfangreichen Datenerhebung mitgewirkt haben.

Ein ganz besonderer Dank gilt meinem Freund und meiner Familie.

Ich danke dem Ministerium für ländlichen Raum und Verbraucherschutz und der Marketinggesellschaft Baden-Württemberg für die finanzielle Unterstützung.

EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG

EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG

Ich versichere an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig verfasst habe. Alle Stellen, die wörtlich oder dem Sinn nach auf Publikationen oder Vorträgen anderer Autoren beruhen, sind als solche kenntlich gemacht. Ich versichere außerdem, dass ich keine andere als die angegebene Literatur verwendet habe. Diese Versicherung bezieht sich auch auf alle in der Arbeit enthaltenen Zeichnungen, Skizzen, bildlichen Darstellungen und dergleichen. Die Hilfe einer kommerziellen Promotionsvermittlung oder -beratung wurde nicht in Anspruch genommen. Die Arbeit hat in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner Prüfungsbehörde vorgelegen und wurde noch nicht in einer anderen Fachrichtung als Prüfungsleistung verwendet.

Die Bedeutung der eidesstattlichen Versicherung und der strafrechtlichen Folgen einer unrichtigen oder unvollständigen eidesstattlichen Versicherung sind mir bekannt.

Des Weiteren erkläre ich, dass das übermittelte digitale Textdokument in Inhalt und Wortlaut ausnahmslos der gedruckten Ausfertigung entspricht. Mir ist bekannt, dass die digitale Version anhand einer Analyse-Software auf Plagiate überprüft werden kann.

Die Richtigkeit der vorstehenden Erklärung bestätige ich. Ich versichere an Eides statt, dass ich nach bestem Wissen die reine Wahrheit erkläre und nichts verschwiegen habe.

Hohenheim, den 25.09.2013

Stefanie Henseler

LEBENS LAUF

LEBENS LAUF

Persönliche Angaben

Stefanie Henseler
31.01.1986
Langenau
deutsch

Ausbildung

ab 10 / 2013	Landwirtschafts-Referendariat in Baden-Württemberg
09 / 2010 – 08 / 2013	Promotion an der Universität Hohenheim
10 / 2008 – 08 / 2010	Studium der Agrarwissenschaften an der Universität Hohenheim mit Abschluss Master (Vertiefungsstudium in den Tierwissenschaften)
10 / 2005 – 08 / 2008	Studium der Agrarwissenschaften an der Universität Hohenheim mit Abschluss Bachelor (5. und 6. Semester Vertiefungsstudium in den Tierwissenschaften)
09 / 1997 – 07 / 2005	Robert-Bosch-Gymnasium, Langenau mit Abschluss der allgemeinen Hochschulreife
09 / 1993 – 07 / 1997	Ludwig-Uhland-Grundschule, Langenau

Praxiserfahrung

09 / 2011 – 04 / 2013	Lehrerin an der Staatsschule für Gartenbau und Landwirtschaft im Bereich Tierzucht. Spezialistin für Tierwirte.
07 / 2009 – 10 / 2009	Gesellschaft für Lebensmittelsicherheit mbH in Ulm. Mitarbeit in Projektbetreuung und Qualitätssicherung. Praktikum
7 / 2006 – 10 / 2006	Gestüt Birkhof in Donzdorf. Besamungsstation und Landwirtschaft. Praktikum