

3. Eigene Untersuchungen

3.1. Auswertung der Fleischuntersuchungsstatistik eines Schlachthofes

Material

Zur Erarbeitung eines Überblicks zur Praxisrelevanz der Untersuchung wurde die Fleischuntersuchungsstatistik der Fleischuntersuchungsstelle im Fleischzentrum L. GmbH im Zeitraum von Januar 1994 bis Dezember 2000 ausgewertet.

Methode und statistische Verfahren

Zur Auswertung der Schlachtstatistik wurden die Zahlen der gesamt geschlachteten Schweine, der als untauglich bzw. minderwertig beurteilten Schlachttierkörper sowie der wegen (gelber) Farbabweichung beschlagnahmten und wegen Ikterus als untauglich beurteilten bzw. wegen nicht bestätigter Farbabweichung als tauglich beurteilten Schlachttierkörper herangezogen.

Mit Hilfe des Tabellenkalkulationsprogramms Excel 97 wurden diese Zahlen tabellarisch pro Jahr und über den gesamten Zeitraum zusammengefasst und mit Hilfe der Prozentrechnung aufgearbeitet.

Ergebnisse

Im Zeitraum von Januar 1994 bis Dezember 2000 wurden im Fleischzentrum L. GmbH 2.540.188 Mastschweine geschlachtet. Davon wurden 4805 Schlachttierkörper beanstandet und als untauglich bzw. damals noch minderwertig beurteilt. Das entsprach einem Anteil von 0,19 % der geschlachteten Schweine (Tabelle 7).

Wegen des Verdachts auf ikterische Farbabweichung wurden 242 Schlachttierkörper vorläufig beschlagnahmt. Bei erneuter visueller Beurteilung bzw. im Zweifelsfall durch Prüfung nach AVVFIH nach 24 Stunden bestätigte sich bei 214 (88,43%) der Verdacht und die Schlachttierkörper wurden als untauglich beurteilt (Tabelle 8). Das entsprach einem mittleren Anteil von 0,008 % der geschlachteten Schweine und einem mittleren Anteil von 4,45% der Gesamtzahl der untauglichen Schlachttierkörper (Tabelle 7). In den 7 Jahren schwankte der Anteil ikterischer Tiere an den insgesamt beanstandeten Tierkörpern zwischen 3% und fast 6%. Der Mangel wurde relativ häufig festgestellt und unterlag jährlich deutlichen Schwankungen. Über den Untersuchungszeitraum hinweg war ein Anstieg ikterischer Tierkörper zu verzeichnen.

Lediglich 28 (11,57%) Schlachttierkörper zeigten nach 24 Stunden keine Gelbfärbung mehr und wurden als tauglich beurteilt (Tabelle 8).

Tabelle 7: Ergebnisse der Auswertung der Fleischuntersuchungsstatistik für Schlachtschweine von 1994 bis 2000

Jahr	geschlachtete Schweine	davon untaugliche Schweine		davon ikterische Schweine	
	Stück gesamt	in Stück	in %	in Stück	in %
1994	277.747	624	0,22%	20	3,21%
1995	349.800	875	0,25%	36	4,11%
1996	366.271	704	0,19%	27	3,84%
1997	368.556	545	0,15%	23	4,22%
1998	366.975	490	0,13%	29	5,92%
1999	384.833	687	0,18%	37	5,39%
2000	426.006	880	0,21%	42	4,77%
Summe	2.540.188	4.805	0,19%	214	4,45%

Tabelle 8: Ergebnisse der Beurteilung der Gelbfärbung nach 24 Stunden bei beschlagnahmten Schweinen von 1994 bis 2000

Jahr	beschlagnahmte Schweine n	davon ikterische Schweine		davon taugliche Schweine	
		in Stück	in %	in Stück	in %
1994	21	20	95,24%	1	4,76%
1995	41	36	87,80%	5	12,20%
1996	32	27	84,38%	5	15,63%
1997	25	23	92,00%	2	8,00%
1998	33	29	87,88%	4	12,12%
1999	40	37	92,50%	3	7,50%
2000	50	42	84,00%	8	16,00%
Summe	242	214	88,43%	28	11,57%

3.2. Spektrophotometrische Modelluntersuchungen

Material

In den Voruntersuchungen kam das Spektrophotometer CM100 der Firma Shimadzu zur Anwendung.

Ziel der Untersuchungen war es, die Absorptionsspektren der Lösungen von Karotin und Bilirubin zu ermitteln, um Schlussfolgerungen für deren Differenzierung zu treffen.

Zur Untersuchung wurden Bilirubin für biochemische Zwecke der Firma Merck, frischer Gallensaft vom Schwein, Karotin für biochemische Zwecke der Firma Merck und Karottensaft (Grünkost Plusmarkt) verwendet.

In Anlehnung an die amtliche Methode zur Diagnose der Farbabweichung im Fett wurden die Stoffe in Ethanol 70% bzw. in Diethylether p.a. gelöst.

Methode

Zu Beginn der Versuche wurden Stammlösungen hergestellt. Durch weiteres Verdünnen, bis die Farben der Lösungen vor weißem Hintergrund kaum noch zu erkennen waren, entstanden die Probelösungen (Tabelle 9).

Tabelle 9: Rezepturen der Stamm- und Probelösungen für Bilirubin, Gallensaft, Karotin und Karottensaft

Nr.	Stammlösung		Probelösung	
1.	Bilirubin	10,0 mg	Stammlösung 1	0,50 ml
	Ethanol ad	10,0 ml	Ethanol	9,50 ml
2.	Gallensaft	1,0 ml	Stammlösung 2	0,10 ml
	Ethanol	9,0 ml	Ethanol	9,90 ml
3.	Karotin	15,0 mg	Stammlösung 3	0,01 ml
	Diethylether ad	10,0 ml	Diethylether	9,99 ml
4.	Karottensaft	10,0 ml	Stammlösung 4	1,00 ml
			Diethylether	9,00 ml

Gemessen wurde die Absorption in einem Spektralbereich von 300 bis 600 nm. Durch eine Basislinienkorrelation wurden die Lösungsmittel aus dem Spektrum ausgeblendet. Die Absorptionskurven wurden im optimalen Bildausschnitt ausgedruckt.

Ergebnisse

Bilirubin präsentierte sich mit einem Absorptionsmaximum von 460,5 nm, einem Absorptionsanstieg bei 300,0 nm und einem Absorptionsplateau von 500,0 bis 600,0 nm (Abbildung 7).

Gallensaft hatte ein Absorptionsmaximum bei 446,0 nm, ein weiteres schwaches Extremum bei 305,5 nm, ein Absorptionsplateau zwischen 310,0 und 360,0 nm und ein geringeres Absorptionsplateau von 500,0 bis 600,0 nm (Abbildung 8).

Karotin wies ein Maximum bei 452,0 nm und ein zweites Extremum bei 478,0 nm und Nullwerte von 525,0 bis 600,0 nm sowie ein Minimum bei 304,0 nm auf (Abbildung 9).

Der **Karottensaft** hatte ein Extremum bei 445,5 nm und ein zweites bei 478 nm. Des weiteren fiel ein Absorptionsmaximum und -plateau zwischen 300,0 und 410,0 nm auf (Abbildung 10).

Die Spektren von Bilirubin und Gallensaft zeigten keine Übereinstimmung der Maxima und des Kurvenverlaufes. Karotin und Karottensaft hatten jeweils ein Maximum im Bereich zwischen 440,0 und 460,0 nm und ein weiteres gemeinsames Extremum bei 478,0 nm. Daraus resultierte eine charakteristische Zweigipfligkeit in diesem Bereich. Sie unterschieden sich jedoch in der Wellenlänge der Absorptionsmaxima und sehr stark im weiteren Kurvenverlauf. Eine Unterscheidung der untersuchten Stoffe nach deren spezifischen Absorptionsmaxima bzw. weiteren Extrema war nicht möglich, da diese sich nicht stark genug unterschieden oder sogar den gleichen Wert annahmen, z.B. Gallensaft (446,0 nm) und Karottensaft (445,5 nm) (Tabelle 10).

Tabelle 10: Extremwerte der Spektren im Vergleich

Substanz	Bilirubin	Gallensaft	Karotin	Karottensaft
Absorptionsmaximum	460,5 nm	446,0 nm	452,0 nm	445,5 nm
weiteres Extremum		305,5 nm	478,0 nm	478,0 nm

Es musste eine andere Messmethode gewählt werden, um die Spektren über ein größeres Intervall miteinander vergleichen zu können.

Absorption in %

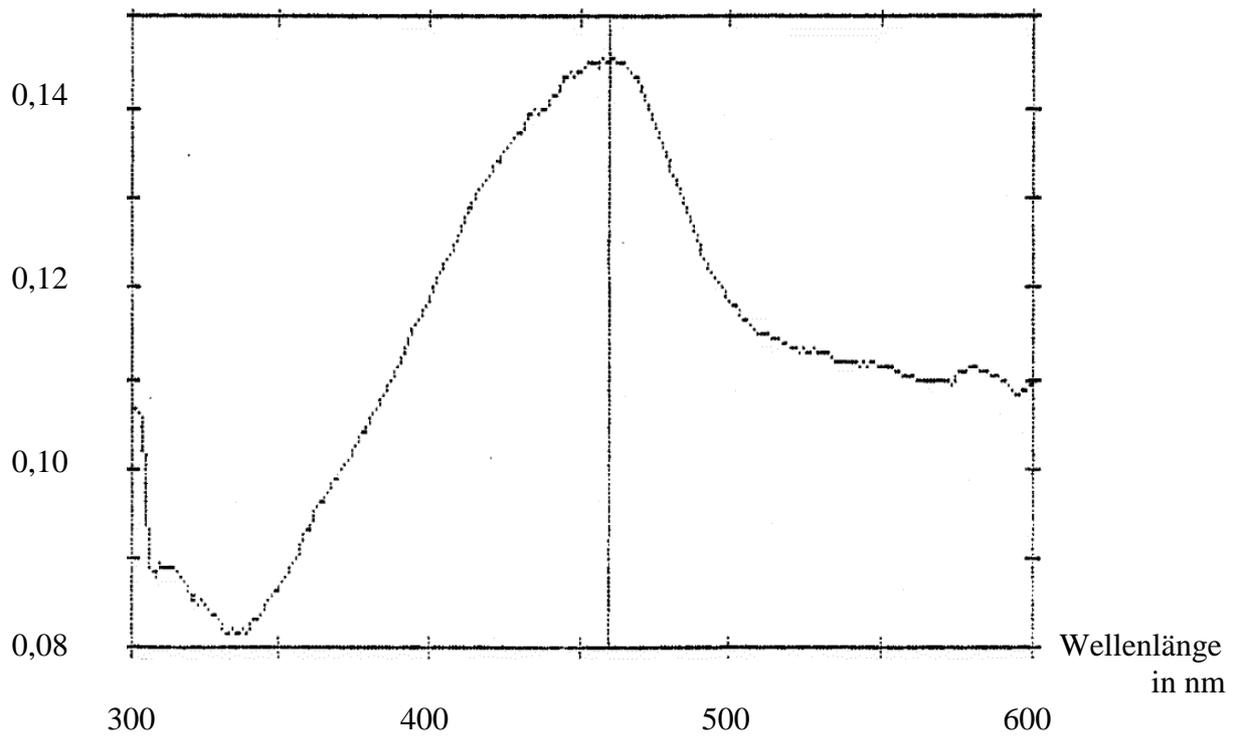


Abbildung 7: Absorptionsspektrum von Bilirubin

Absorption in %

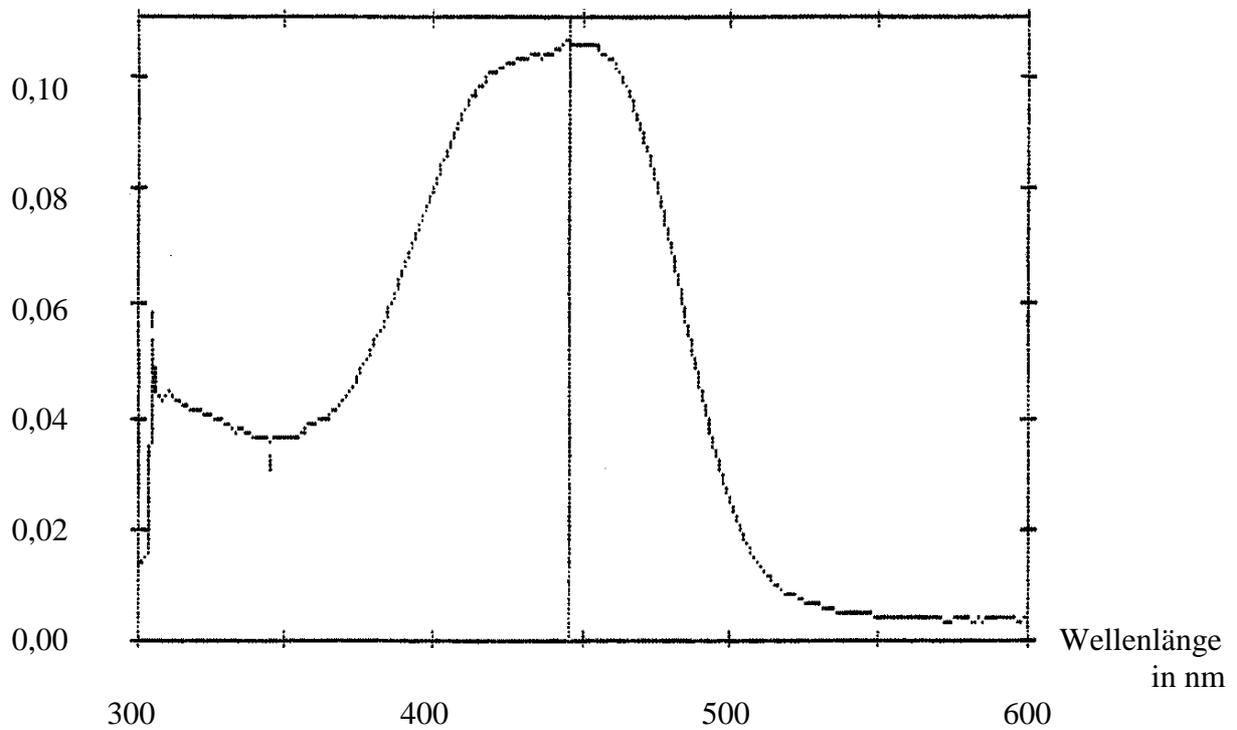


Abbildung 8: Absorptionsspektrum von Gallensaft

Absorption in %

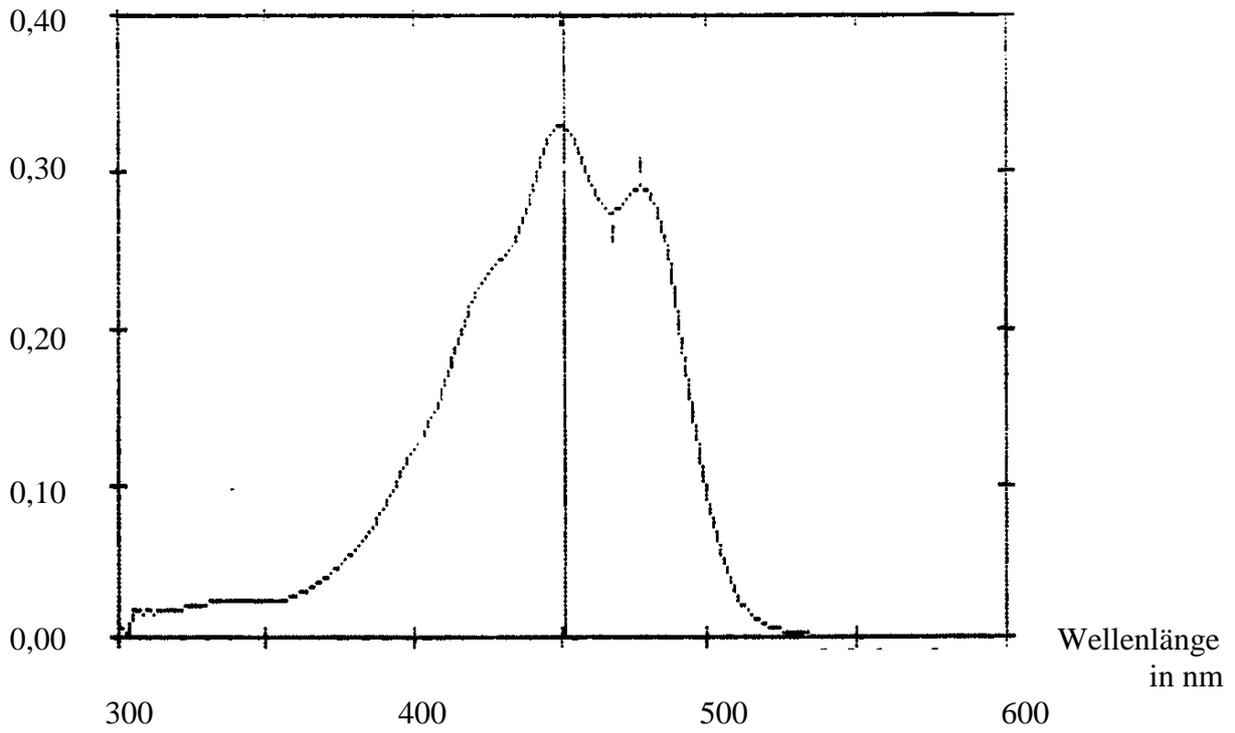


Abbildung 9: Absorptionsspektrum von Karotin

Absorption in %

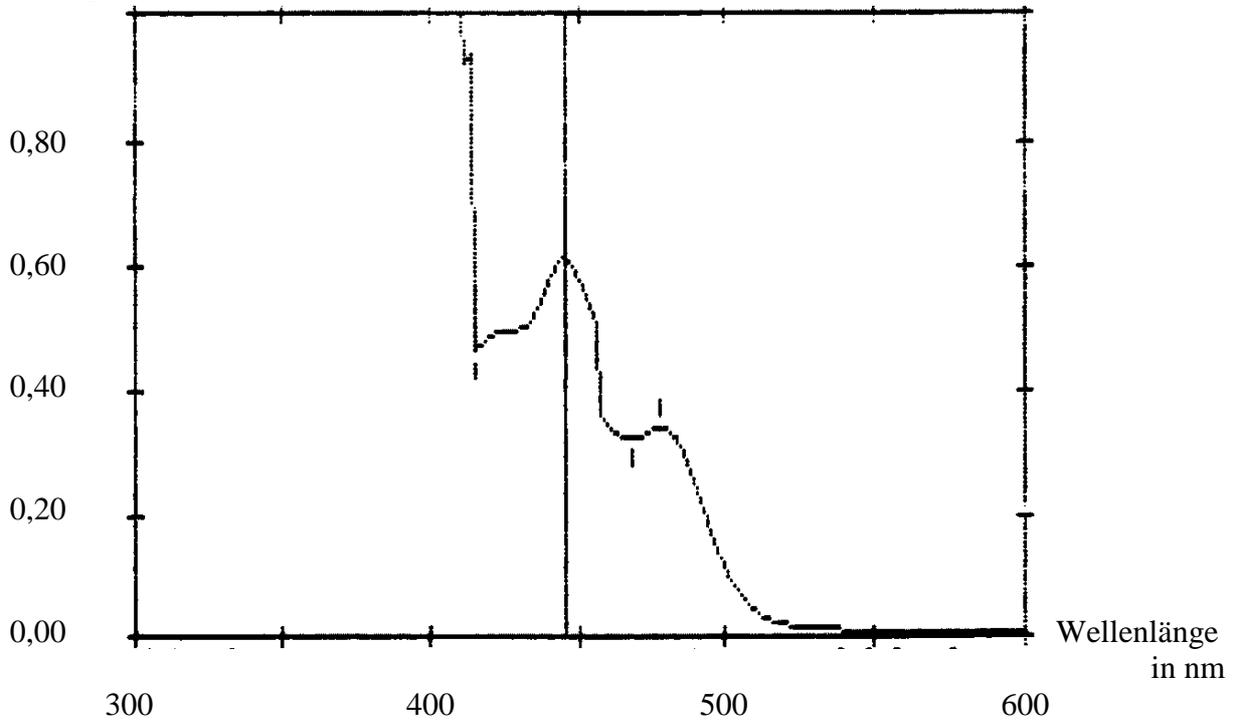


Abbildung 10: Absorptionsspektrum von Karottensaft

3.3. Farbmétrische Untersuchungen

3.3.1. Gerát und Methode

Die farbmétrischen Untersuchungen wurden mit dem Chromameter CR 300 der Firma Minolta durchgefúhrt.

Dieses Gerát besitzt eine $d/0^\circ$ Messgeometrie mit Glanzeinschluss und ein 8 Millimeter großes Messfeld. Es arbeitet nach dem Dreibereichsverfahren, bei dem drei entsprechend der Farbempfindlichkeit des menschlichen Auges gefilterte Sensoren Licht vom Objekt empfangen und als Messwerte an einen Microcomputer weiterleiten. Der Microcomputer errechnet numerische Messergebnisse aus den Sensorsignalen, die als Farbwerte in den Farbsystemen $L^*a^*b^*$, $L^*C^*H^\circ$ usw. ausgegeben werden können.

Für die Untersuchungen wurde mit der Lichtart D65 und dem 2° -Normalbeobachter gemessen. Das Chromameter wurde mit der Geräteeinstellung nach Tabelle 11 betrieben.

Tabelle 11: Geräteeinstellung des Minolta Chromameter CR 300

Einstellung		Erläuterung
Print	Y	Daten werden ausgedruckt
Color Space	Y	in allen Farbsystemen wird Ergebnis ausgegeben
Data Protect	Y	Daten werden gespeichert
Multi Measure	Y	3xMessung +Ausgabe des Durchschnitts
Multi Cal	N	nur eine Kalibrier-Datei wird genutzt
Cal.	ch00	Kalibrier-Kanal
Light Source:	D65	verwendete Normlichtart

Zur Kalibrierung des Gerätes wurden der Standard-Weiß-Reflektor (CR-A43) und die Eichwerte für D65-Licht verwendet. Die Kalibrierung wurde täglich zu Beginn der Messungen durchgefúhrt. Es wurde stets darauf geachtet, dass das Messfenster des Gerätes in sauberem Zustand war.

Als Standardmessstelle wurde der Panniculus adiposus der Kammregion von median geteilten Schweinehälften in Höhe der verlängerten Linie, die sich vom cranialen Rand der ersten Rippe und des Dornfortsatzes des ersten Brustwirbels bilden lässt, festgelegt.

Die Messungen erfolgten größtenteils ca. 30 Minuten p.m.. Die Messstelle wurde durch einen frischen Anschnitt gesäubert. Der Messkopf wurde direkt auf das Fettgewebe aufgesetzt (Kontaktmessung).

Die Normfarbwerte X,Y,Z wurden in den Farbsystemen Y_{xy} , CIE- $L^*a^*b^*$, $L^*C^*H^\circ$ und Hunter $L^*a^*b^*$ ausgegeben und registriert. Weitere Berechnungen sowie graphische und statistische Auswertungen erfolgten mit den Parametern L^* , a^* , b^* , C^* und H° .

Der L^* -Wert beschreibt die Helligkeit, die Werte a^* (Rotanteil) und b^* (Gelbanteil) stehen für die Koordinaten im Farbraum, C^* für die Buntheit (Sättigung) und H° für den Buntonwinkel einer Farbe. Somit kann jede Farbe genau im Farbraum eingetragen werden.

Die Bearbeitung der Daten erfolgte mit Hilfe von Excel 97, SPSS 10.0 und Sigma Plot 4.0 zur Erstellung der Grafik.

3.3.2. Modelluntersuchungen an unverändertem und gefärbtem Schweinefettgewebe

Material und Methode

Um die Einsatzfähigkeit des Minolta Chromameters CR 300 für die Feststellung von Farbabweichungen zu testen, wurden in diesem Vorversuch zwei ca. 10 Zentimeter lange und 4 Zentimeter dicke Fettproben aus dem Paniculus adiposus der Kammregion von als tauglich begutachteten Schweineschlachtkörpern entnommen und mit 5 ml frischem Gallensaft bzw. 20 mg Karotin für biochemische Zwecke der Firma Merck gefärbt.

Je ein Schweinefettgewebstreifen wurde durch Aufbringen von Gallensaft bzw. Karotin, fünfminütiges Einwirken und anschließendes Abwischen imprägniert. Wie erwartet nahm das Fett die Farbstoffe gut an und es zeigte sich eine gelbgrüne Farbe des gallensaftgefärbten und eine gelbrote Farbe des karotingefärbten Fettes. Es wurden 20 Messungen je Fettprobe entsprechend der Beschreibung in Kapitel 3.3.1. durchgeführt. Zur Erstellung einer Kontrollgruppe von unbehandeltem Schweinefett wurden 20 Schlachttierkörperhälften direkt nach der Schlachtung willkürlich ausgewählt und am Paniculus adiposus der Kammregion gemessen.

Ergebnisse

Von den gemessenen Werten wurden Mittelwert und Standardabweichung gebildet (Tabelle 12).

Aus den Farbwerten a^* und b^* und deren Mittelwerten ergab sich die Abbildung 11.

In dieser graphischen Darstellung sind deutlich die drei Cluster der karotin- bzw. gallensaftgefärbten Fettproben und des Kontrollfettes zu erkennen, wobei sich die Cluster von karotingefärbtem Fett und Kontrollfett geringgradig überschneiden.

Es ergab sich die Schlussfolgerung, dass auch natürlich entstandene Farbunterschiede im Schweinefett mit dem Chromameter CR 300 erfasst werden können.

Tabelle 12: $L^*a^*b^*$ und C^*H° -Werte der Fettgewebsproben aus dem Modellversuch

(Mittelwert \pm Standardabweichung)

Probe	n	L^*	a^*	b^*	C^*	H°
Karotinfett	20	66,85 \pm 4,37	6,73 \pm 5,36	11,46 \pm 7,30	13,33 \pm 9,00	61,85 \pm 4,39
Gallensaftfett	20	66,63 \pm 3,63	-0,11 \pm 1,37	17,23 \pm 7,57	17,27 \pm 7,59	90,45 \pm 4,10
Kontrollfett	20	67,76 \pm 2,07	2,74 \pm 0,98	3,60 \pm 1,04	4,57 \pm 1,26	52,85 \pm 8,29

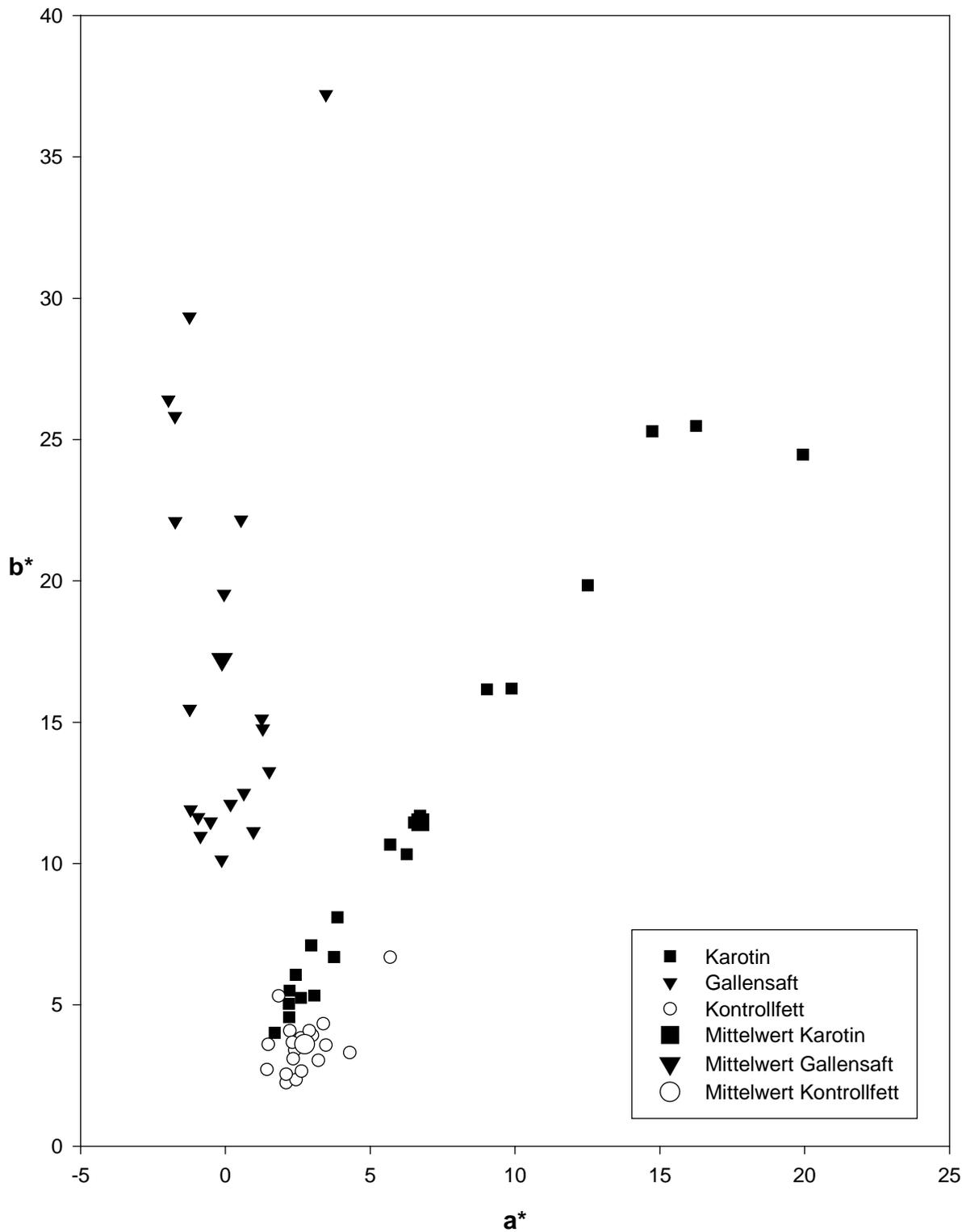


Abbildung 11: a* b*-Werte von Gallensaft und Karotin auf Fett und Kontrollfett

3.3.3. Farbmétrische Untersuchungen an tauglichem Schweinefettgewebe

Material und Methoden

In diesem Versuch wurden als tauglich beurteilte Schlachthälften nach der in Kapitel 3.3.1. beschriebenen Methode gemessen.

Zur Untersuchung wurden 108 Mastschweine (davon 54 Borgen und 54 Sauen) im Alter von 7 bis 8 Monaten und einem Lebendgewicht von ca. 120 kg sowie 54 Zuchtsauen mit einem Alter über 2 Jahren und einem Lebendgewicht von ca. 250 kg herangezogen. Die Tiere entstammten einer Hybridzuchtlinie aus Deutscher Landrasse und Deutschem Edelschwein mit Einkreuzungen von Pietrain und Hampshire.

Mit Hilfe von statistischen Verfahren sollte ermittelt werden, ob sich die gemessenen Farbwerte der einzelnen Gruppen voneinander unterscheiden.

Für die Auswertung wurden paramétrische Verfahren herangezogen, d.h. für die beschreibende Statistik arithmetische Mittel und Standardabweichungen berechnet und zum Vergleich Varianzanalysen durchgeführt. Zur Prüfung der Voraussetzungen (Normalverteilung) für diese Verfahren wurden nach Berechnung der Varianzanalyse für die abhängigen Variablen der Farbwerte L^* , a^* , b^* die standardisierten Residuen aus diesen Modellen als Histogramm dargestellt. Bis auf einzelne Ausreisser bei den Farbwerten a^* und b^* war die Verteilung nicht so schief, dass eine Transformation als notwendig erforderlich erschien.

Ergaben sich bei der Varianzanalyse signifikante Unterschiede zwischen den o.g. Gruppen (Signifikanzgrenze $\alpha = 0,05$), so wurden paarweise Vergleiche nach Scheffé durchgeführt (Signifikanzgrenze $\alpha = 0,05$).

Die Varianzanalyse wurde über alle untersuchten Gruppen einschließlich Eber (3.3.4.) und ikterische Tiere (3.3.5.) durchgeführt.

Zum Vergleich der als tauglich zu beurteilenden Gruppen (Mastsauen, Borgen und Zuchtsauen) wurde eine separate Varianzanalyse durchgeführt.

Ergebnisse

Die gemessenen Werte sind Tabelle 13 zu entnehmen.

Tabelle 13: L*a*b*- und C*H°- Werte von tauglichem Schweinefettgewebe
(Mittelwert und Standardabweichung bei n = 54)

	L*	a*	b*	C*	H°
Mastsau	69,63 ± 1,40	2,50 ± 0,69	2,78 ± 0,66	3,78 ± 0,77	47,97 ± 8,44
Borg	65,98 ± 2,09	2,35 ± 0,63	3,07 ± 0,70	3,91 ± 0,75	52,39 ± 8,65
Zuchtsau	64,16 ± 2,15	1,45 ± 0,49	2,60 ± 0,60	3,01 ± 0,63	60,58 ± 9,43

Nach der statistischen Auswertung für die Farbwerte konnten folgende Aussagen getroffen werden:

1. Die Parameter für Helligkeit L* und Buntonwinkel H° unterschieden sich in allen drei Gruppen.
2. In den Parametern für den Rotanteil a* und die Farbsättigung C* grenzten sich die Werte von Zuchtsauen von den Werten von Borgen und Mastsauen ab. Bei Borgen und Mastsauen war ein Unterschied nicht feststellbar.
3. Im Parameter für den Gelbanteil b* waren die Werte von Zuchtsauen und Borgen unterschiedlich. Zwischen Zuchtsauen und Mastsauen sowie Mastsauen und Borgen war ein Unterschied nicht feststellbar.

Durch Vereinigung der Gruppen von Mastsauen und Mastborgen wurde das normale Schlachtverhältnis in der Schlachtung imitiert. Nach der Berechnung von arithmetischem Mittel und Standardabweichung konnte ein Farbwertstandard für taugliches Schweinefettgewebe festgelegt werden (Tabelle 14).

Tabelle 14: L*a*b*-und C*H°-Farbwertstandard (Mittelwert und Standardabweichung) für taugliches Schweinefettgewebe von Mastschweinen (weibliche Tiere (n = 54) und männliche Kastraten (n = 54))

	L*	a*	b*	C*	H°
Mastschwein-Standard	67,81 ± 2,55	2,43 ± 0,66	2,93 ± 0,69	3,85 ± 0,76	50,18 ± 8,78

3.3.4. Farbmétrische Untersuchungen an Fettgewebe von Ebern

Material und Methode

In diesem Versuch wurden Schlachtkörperhälften von Ebern untersucht, die als tauglich nach Brauchbarmachung beurteilt wurden.

Zur Untersuchung wurden 54 Eber bzw. Binneneber im Alter von 7 bis 8 Monaten und einem Lebendgewicht von ca. 120 kg herangezogen. Die Messungen wurden entsprechend der in Kapitel 3.3.1. beschriebenen Methode durchgeführt.

Die gemessenen Werte wurden wie in Kapitel 3.3.3. beschrieben statistisch bearbeitet.

Ergebnisse

Es wurde die Farbwerte nach Tabelle 15 ermittelt.

Tabelle 15: L*a*b*- und C*H°-Farbwerte für Schweinefettgewebe von Ebern
(Mittelwerte und Standardabweichung bei n = 54)

	L*	a*	b*	C*	H°
Eber	78,85 ± 3,6	2,48 ± 0,78	3,55 ± 0,87	4,47 ± 1,00	55,18 ± 7,77

Nach dem Vergleich der Farbmittelwerte von Eberfett und dem Fett von Mastsauen, Borgen und Zuchtsauen in der einfachen Varianzanalyse (siehe 3.3.3.) ließen sich folgende Aussagen feststellen:

1. Eberfett unterschied sich in den L*-Werten vom Fett der Mastsauen, Borgen und Zuchtsauen. Es war wesentlich heller ($L^* = 78,85$) als das Fett der anderen Gruppen.
2. Eberfett unterschied sich in den a*-, b*- und C*-Werten vom Fett der Zuchtsauen. Im Vergleich zu diesem hatte es einen höheren Rotanteil ($a^* = 2,48$), einen höheren Gelbanteil ($b^* = 3,56$) und somit auch eine höhere Farbsättigung ($C^* = 3,55$). Ein Unterschied zu Borgen und Mastsauen war nicht feststellbar.
3. Bei den H°-Werten für den Bunttonwinkel war ein Unterschied zwischen Eberfett ($H^\circ = 55,18$) und Zuchtsauenfett ($H^\circ = 60,58$) sowie Mastsauenfett ($H^\circ = 47,97$) zu verzeichnen. Es konnte kein Unterschied zu den H°-Werten von Borgen festgestellt werden.

3.3.5. Farbmtrische Untersuchungen an ikterischem Schweinefettgewebe

Material und Methoden

Im Zeitraum von Mai 1999 bis April 2001 wurden 54 wegen Gelbfärbung (Ikterus) als untauglich beurteilte Schlachttierkörper mit dem Minolta Chromameter gemessen.

Die Messungen erfolgten in diesem Versuch aus technischen Gründen nicht 30 Minuten p.m. sondern erst im Abstand von 2 Stunden bis 7 Tagen nach der Schlachtung, meist jedoch im Zeitraum von 24 bis 48 Stunden. Eine Geschlechtsdifferenzierung wurde nicht vorgenommen.

Ergebnisse

Es wurden die Farbwerte nach Tabelle 16 ermittelt.

Tabelle 16: L*a*b*- und C*H°-Farbwerte für ikterisches Schweinefettgewebe
(Mittelwerte und Standardabweichung bei n = 54)

	L*	a*	b*	C*	H°
Ikterisches Fett	77,24 ± 3,05	0,92 ± 1,14	8,48 ± 3,00	8,64 ± 3,00	82,83 ± 9,36

Nach dem Vergleich der Farbmittelwerte aller Gruppen in der einfachen Varianzanalyse (siehe 3.3.3.) konnten folgende Feststellungen getroffen werden:

1. Ikterisches Fett unterschied sich in allen Parametern vom Fett anderer Gruppen.
2. Ikterisches Fett hatte einen größeren Bunttonwinkel ($H^\circ = 82,83$) und wies eine viel stärkere Farbsättigung ($C^* = 8,64$) auf als Mastsauen-, Borgen-, Zuchtsauen- und Eberfett.
3. Mit einem Helligkeitswert von $L^* = 77,24$ war es heller als das Fett von Mastsauen, Borgen und Zuchtsauen, aber dunkler als Eberfett.
4. Es hatte mit $a^* = 0,92$ den geringsten Wert für den Rotanteil und mit $b^* = 8,48$ den höchsten Wert für den Gelbanteil aller untersuchten Gruppen.

3.3.6. Farbmétrische Untersuchungen an anämischem Schweinefettgewebe

Material und Methoden

Im Februar 2002 fiel in der Schlachtung ein Schweineschlachtierkörper durch extreme Blassheit der Haut, der Schleimhäute, der Muskulatur und des Fettgewebes auf. Er wurde wegen Abweichung der Farbe nach 24 Stunden als untauglich beurteilt.

Ergebnis

Die Messung mit dem Chromameter CR 300 ergab die Werte nach Tabelle 17.

Tabelle 17: L*a*b*- und C*H°-Werte für anämisches Schweinefettgewebe
(Mittelwerte bei n = 10 Messungen)

Farbwert	L*	a*	b*	C*	H°
Mittelwert	79,57	-0,29	2,39	2,41	97,02

Der subjektive Farbeindruck wurde durch die Farbwerte bestätigt:

1. Der hohe L*-Wert deutete auf eine überdurchschnittliche Helligkeit im Vergleich zu den anderen Gruppen hin.
2. Der a*-Wert war im negativen Bereich und repräsentierte den Grünanteil der Farbe. Er ähnelte dem Wert für ikterisches Schweinefettgewebe. Der b*-Wert für den Gelbanteil lag im Normalbereich.
3. Die Farbsättigung (C*) war unterdurchschnittlich und bestätigte die subjektiv festgestellte Blassheit.
4. Der Bunttonwinkel (H°) war größer als 90° und stellte somit eine Farbe im Grün-Gelb-Bereich dar.

Aufgrund der Einmaligkeit des Befundes und der daraus folgenden geringen statistischen Aussagefähigkeit wurde das Ergebnis bei der weiteren Auswertung nicht berücksichtigt.

3.3.7. Zusammenfassende statistische Auswertung der farbmtrischen Untersuchungen

In Tabelle 18 wurden die Messergebnisse im Überblick dargestellt.

Tabelle 18: L*a*b*- und C*H°- Farbwerte des Fettgewebes von Mastsauen, Mastborgen, Zuchtsauen, Ebern und ikterischen Schweinen
(Mittelwert und Standardabweichung bei n = 54)

	L*	a*	b*	C*	H°
Mastsau	69,63 ± 1,40	2,50 ± 0,69	2,78 ± 0,66	3,78 ± 0,77	47,97 ± 8,44
Borg	65,98 ± 2,09	2,35 ± 0,63	3,07 ± 0,70	3,91 ± 0,75	52,39 ± 8,65
Zuchtsau	64,16 ± 2,15	1,45 ± 0,49	2,60 ± 0,60	3,01 ± 0,63	60,58 ± 9,43
Eber	78,85 ± 3,60	2,48 ± 0,78	3,55 ± 0,87	4,47 ± 1,00	55,18 ± 7,77
Ikterus	77,24 ± 3,05	0,92 ± 1,14	8,48 ± 3,00	8,64 ± 3,00	82,83 ± 9,36

Die Messwerte wurden mit der univariaten Varianzanalyse mit Post-Hoc-Test nach Scheffé ausgewertet. Für die Ergebnisse wurde eine Signifikanzgrenze von $\alpha = 0,05$ festgelegt.

Folgende Aussagen zur Bildung homogener Untergruppen konnten festgestellt werden:

1. Die Helligkeitswerte (L*) aller Gruppen waren unterschiedlich.
2. Die Werte für den Rotanteil (a*) bei Borgen, Ebern und Mastsauen grenzten sich von den Werten der Zuchtsauen und der ikterischen Schweine ab. Die Werte von Zuchtsauen und ikterischen Schweinen waren ebenfalls unterschiedlich. Unterschiede zwischen Borgen, Ebern und Mastsauen konnten im Parameter a* nicht festgestellt werden.
3. Die Werte für den Gelbanteil (b*) der ikterischen Schweine unterschieden sich von allen anderen Gruppenwerten. Weiterhin bestanden Unterschiede zwischen den Werten von Ebern und Zuchtsauen. Unterschiede zwischen Zuchtsauen, Mastsauen und Borgen sowie Ebern, Mastsauen und Borgen konnten im Parameter b* nicht festgestellt werden.
4. Die Werte für die Buntheit (C*) der ikterischen Schweine unterschieden sich von allen anderen Gruppenwerten. Weiterhin bestanden Unterschiede zwischen den Werten von Ebern und Zuchtsauen. Unterschiede zwischen Zuchtsauen, Mastsauen und Borgen sowie Ebern, Mastsauen und Borgen konnten im Parameter C* nicht festgestellt werden.
5. Die Werte für den Buntonwinkel (H°) waren bei ikterischen Schweinen, Zuchtsauen, Ebern und Mastsauen unterschiedlich. Unterschiede zwischen Borgen und Mastsauen bzw. Borgen und Ebern konnten nicht festgestellt werden.

Mit Hilfe des Graphikprogrammes Sigma Plot 4.0 wurden die Farbwerte im Polarplot und im 3D-Scatterplot graphisch dargestellt.

Aus den Zahlenwerten in Tabelle 18 und mit Hilfe der graphischen Darstellungen in Abbildung 13 und 14 ließ sich erkennen, dass eine Identifizierung der fleischhygienisch zu beanstandenden Gruppen (Eber, Ikterus) über die Helligkeitswerte möglich ist.

Die tauglichen Schlachtkörper von Zuchtsauen, Mastsauen- und Borgen sowie von den als tauglich nach Brauchbarmachung zu beurteilenden Eberschlachttierkörpern ließen sich auch über die Farbparameter b^* , C^* oder H° von den als untauglich zu beurteilenden ikterischen Schlachttierkörpern unterscheiden (Abbildungen 12 bis 18).

Der Farbwert für den Rotanteil a^* eignete sich nicht für eine sichere Identifizierung, da das Fett von Zuchtsauen und ikterischen Tiere nicht sicher unterschieden werden konnte.

Eine relativ sichere Abgrenzung der Fettfarbe von tauglichen Mastsauen, Borgen und Zuchtsauen von untauglichen ikterischen Schweinen bzw. tauglich nach Brauchbarmachung beurteilten Ebern ist mit Hilfe der Farbwerte für die Helligkeit L^* und den Gelbanteil b^* möglich (Abbildungen 12, 13, 14, 16).

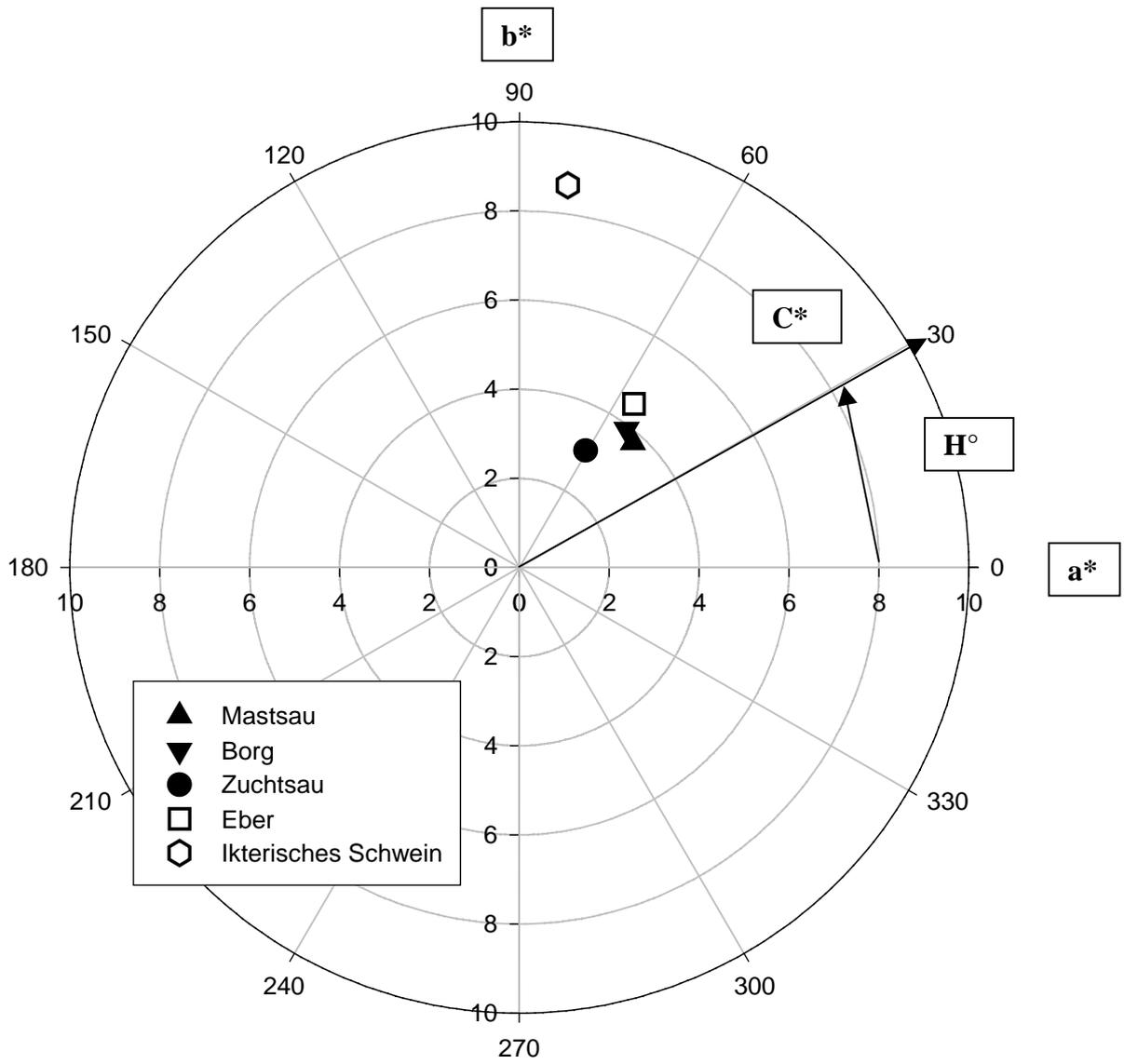


Abbildung 12: a^*b^* -bzw. C^*H° -Farbmittelwerte aller Gruppen im Polarplot

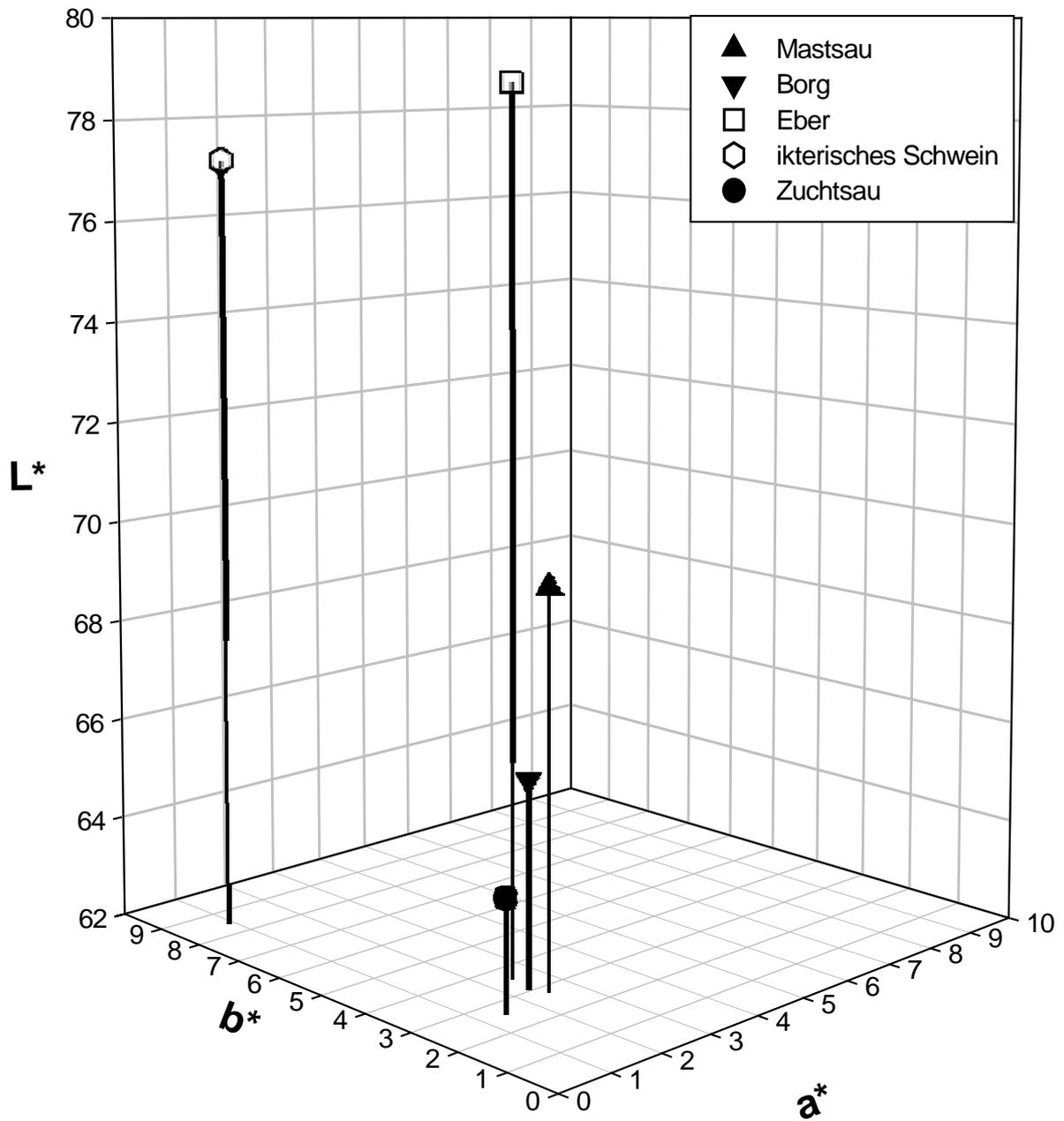


Abbildung 13: L*a*b*-Farbmittelwerte aller Gruppen im 3D-Scatterplot

3.3.8. Ermittlung von Grenzwerten und praktische Anwendung

Ziel dieser Arbeit war es unter anderem ein Verfahren zur schnelleren und objektiveren Ikterusdiagnostik bei Schlachtschweinen zu entwickeln. Zur besseren Einordnung der in der Produktion gemessenen Werte wurden Grenzwerte für die Parameter L^* , a^* , b^* , C^* und H° berechnet.

Da unter Praxisbedingungen eine Unterscheidung von tauglichen Mastsauen und Borgen von untauglichen ikterischen Schweinen mit Hilfe der Farbmessung erfolgen soll, wurden zur Berechnung der Grenzwerte des in Kapitel 3.3.3. ermittelte Mastschwein-Standard und die Farbwerte für ikterische Schlachtkörper aus Kapitel 3.3.5. herangezogen. Als Grenzwerte für die einzelnen Parameter wurde das gerundete arithmetische Mittel aus der Summe des kleineren Parameterwertes und dem Wert seiner einfachen Standardabweichung und der Differenz des größeren Parameterwertes und seiner einfachen Standardabweichung festgelegt (siehe Tabelle 19 und Abbildungen 14 bis 18).

Tabelle 19: Berechnung der Grenzwerte für die Parameter L^* , a^* , b^* , C^* und H°

Parameter	Mastschwein Standard	Ikterus	Grenzwert	Grenzwert gerundet
L^*	67,81	77,24		
$s(L^*)$	2,55	3,05		
$L^*+s(L^*)$	70,36			
$L^*-s(L^*)$		74,19	72,275	72,3
a^*	2,43	0,92		
$s(a^*)$	0,66	1,14		
$a^*+s(a^*)$		2,06		
$a^*-s(a^*)$	1,77		1,915	1,9
b^*	2,93	8,48		
$s(b^*)$	0,69	3,00		
$b^*+s(b^*)$	3,62			
$b^*-s(b^*)$		5,48	4,550	4,6
C^*	3,85	8,64		
$s(C^*)$	0,76	3,00		
$C^*+s(C^*)$	4,61			
$C^*-s(C^*)$		5,64	5,125	5,1
H°	50,18	82,83		
$s(H^\circ)$	8,78	9,36		
$H^\circ+s(H^\circ)$	58,96			
$H^\circ-s(H^\circ)$		73,47	66,215	66,2

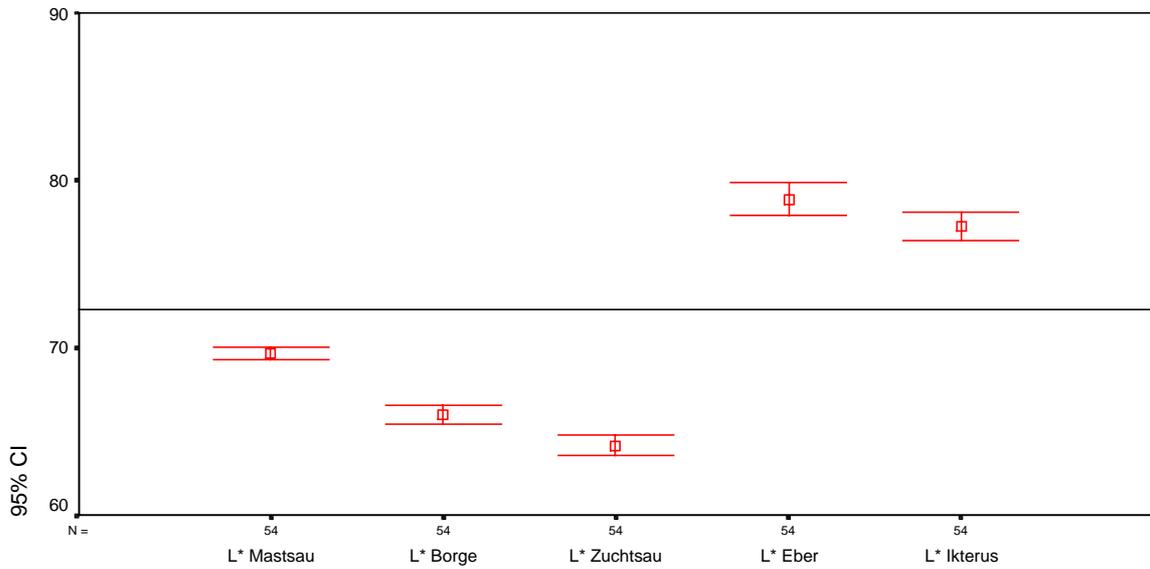


Abbildung 14: Mittelwerte für die Helligkeit L* und 95%-Konfidenzintervall sowie Grenzwert L* = 72,3

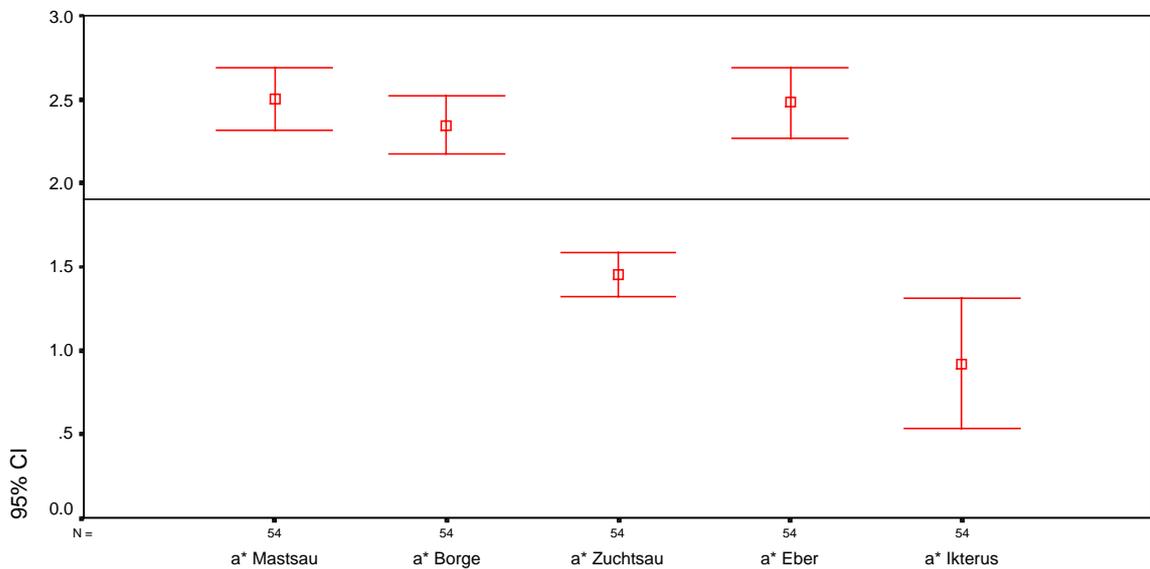


Abbildung 15: Mittelwerte für den Rotanteil a* und 95%-Konfidenzintervall sowie Grenzwert a* = 1,9

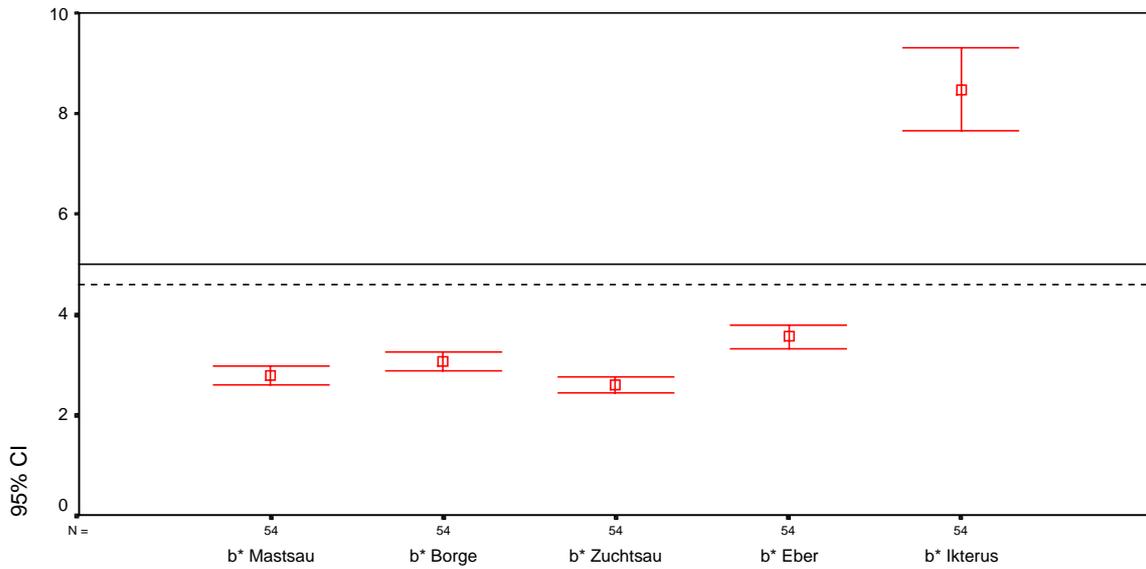


Abbildung 16: Mittelwerte für den Gelbanteil b^* und 95%-Konfidenzintervall sowie Grenzwert $b_1^* = 4,6$ (-----) für Untersuchungen mit Eberausschluss und Grenzwert $b_2^* = 5,0$ (—) für Untersuchungen mit Ebereinschluss

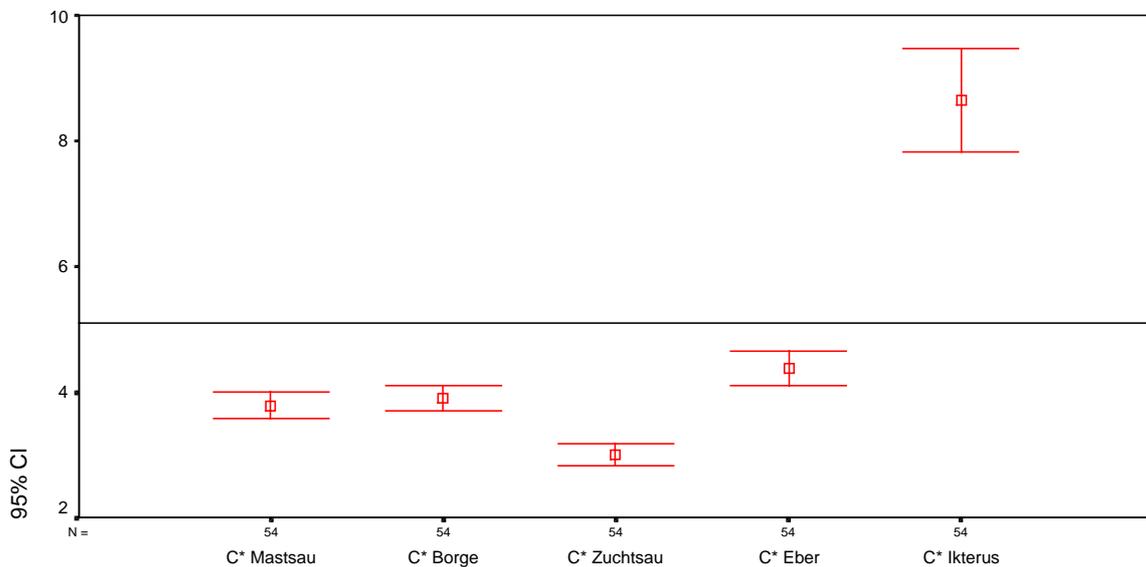


Abbildung 17: Mittelwerte für die Farbsättigung C^* und 95%-Konfidenzintervall sowie Grenzwert $C^* = 5,1$

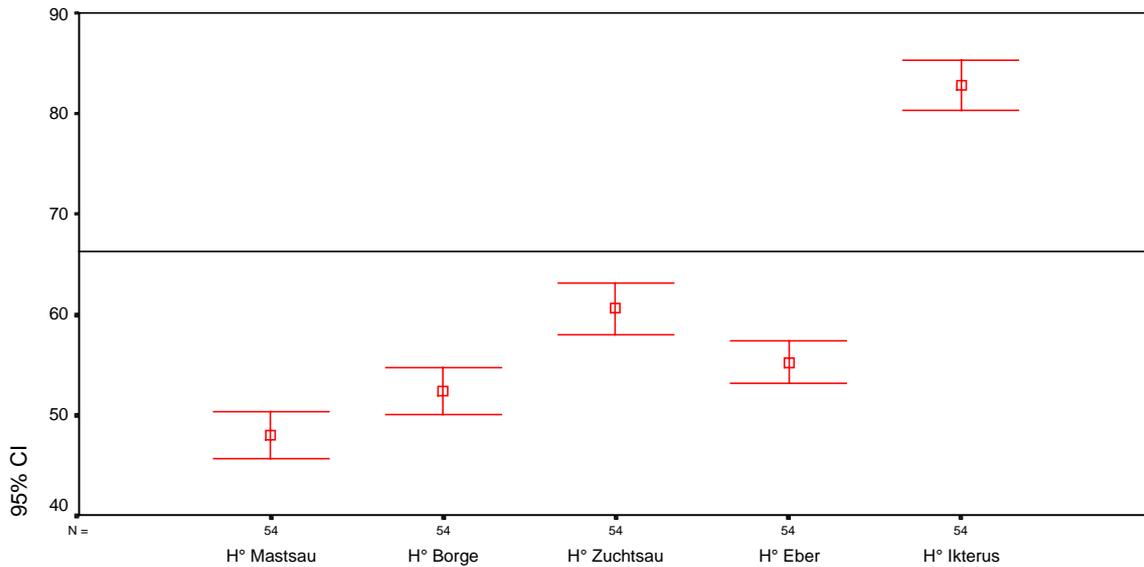


Abbildung 18: Mittelwerte für den Bunttonwinkel H° und 95%-Konfidenzintervall sowie Grenzwert $H^\circ = 66,2$

Zur Verifizierung der berechneten Grenzwerte wurden diese mit den Daten der einzelnen Gruppen verglichen, um falschpositive bzw. -negative Werte zu ermitteln. Tabelle 20 zeigt, dass der Grenzwert für Parameter a^* keine zuverlässige Identifizierung ermöglichte. Die Ursachen hierfür lagen in der starken Streuung der Werte für ikterische Schlachttierkörper und in der geringen Differenz der zu vergleichenden Mittelwerte. Deshalb konnte Parameter a^* nicht für die Auswertung verwendet werden. Damit wurde gleichzeitig die falschpositive Wertung der Zuchtsauen im Parameter a^* ausgeschlossen.

Da die Parameter C^* und H° aus Berechnungen der Parameter a^* und b^* stammten, wiesen sie ebenfalls eine erhöhte Fehlerhäufigkeit auf und waren für die Identifizierung ungeeignet.

Tabelle 20: Falsch positive bzw. -negative Ergebnisse bei Anwendung der Grenzwerte

Parameter	$L^* > 72,3$	$L^* \leq 72,3$	$a^* > 1,9$	$a^* \leq 1,9$	$b^* > 4,6$	$b^* \leq 4,6$	$C^* > 5,1$	$C^* \leq 5,1$	$H^o > 66,2$	$H^o \leq 66,2$
Ikterus	52	2	11	43	53	1	53	1	51	3
Mastsau	2	52	44	10	0	54	2	52	1	53
Borg	0	54	45	9	0	54	3	51	2	52
Zuchtsau	0	54	6	48	0	54	0	54	15	39
Eber	51	3	39	15	9	45	12	42	4	50

Als relativ sichere Parameter zur Ikterusdiagnostik erwiesen sich die Parameter L^* und b^* . Tabelle 21 verdeutlicht, dass eine Ikterusdiagnostik mit den Grenzwerten $L^* = 72,3$ und $b_1^* = 4,6$ mit einer Fehlerquote von 3,7 % bzw. 1,85 % möglich war. Es wurden vor allem taugliche Tierkörper mit großer Zuverlässigkeit erkannt.

Tabelle 21: Fehlerhäufigkeit bei der Ikterusdiagnostik mit L^* und b^* -Werten

Parameter	n	L^* -Fehler	Fehler in %	b^* -Fehler	Fehler in %
Ikterus	54	2	3,70%	1	1,85%
Mastsau	54	2	3,70%	0	0,00%
Borg	54	0	0,00%	0	0,00%
Zuchtsau	54	0	0,00%	0	0,00%
Eber	54	3	5,56%	9	16,66%

Durch die Kombination beider Grenzwerte (Tabelle 22 und 23) erhöht sich die Sicherheit des Ergebnisses, da es sich um unabhängige Parameter handelt. Zweifelhafte Ergebnisse können nach Abwägung des Sachverhaltes entsprechend nochmals überprüft bzw. zugunsten des Verbraucherschutzes als untauglich beurteilt werden.

Tabelle 22: Kreuztabelle zur Ikterusdiagnostik mit L* und b* Werten

		b*-tauglich	b*-untauglich
Ikterus	L*-tauglich	0	2
	L*-untauglich	1	51
Mastsau	L*-tauglich	52	0
	L*-untauglich	2	0
Borg	L*-tauglich	54	0
	L*-untauglich	0	0
Zuchtsau	L*-tauglich	54	0
	L*-untauglich	0	0
Eber ²⁾	L*-tauglich	3	0
	L*-untauglich	42	9

²⁾ Eber wurden als tauglich nach Brauchbarmachung beurteilt.

Tabelle 23: Auswertung der Kreuztabelle zur Ikterusdiagnostik mit L* und b* Werten

	sicher tauglich	zweifelhaft	sicher untauglich
Ikterus	0	3	51
Mastsau	52	2	0
Borg	54	0	0
Zuchtsau	54	0	0
Eber ²⁾	3	42	9

²⁾ Eber wurden als tauglich nach Brauchbarmachung beurteilt.

Tabelle 23 zeigt, dass eine Auswertung mit o.g. Grenzwerten nur für Mastsauen, Borgen und Zuchtsauen mit zufriedenstellender Sicherheit ausfällt. Zur Ikterusdiagnose bei Ebern eignet sich der o.g. Grenzwerte nicht.

Unter Praxisbedingungen spielt dieser Sachverhalt nur einen untergeordnete Rolle, da Eber, Binneneber und Zwitter bei der fleischhygienischen Untersuchung anhand des Geruches und der männlichen bzw. zwitterigen Geschlechtsorgane (primären und sekundären Geschlechtsmerkmale) identifiziert und für 24 Stunden beschlagnahmt werden.

Mit Ausschluss der Eber kann für die Grenzwerte der Auswertungsalgorithmus nach Tabelle 24 angewendet werden.

Alle Schweinefettgewebe mit einem Helligkeitswert $L^* > 72,3$ und einem Gelbanteil $b^* > 4,6$ sind mit Sicherheit ikterisch. Alle Schweinefettgewebe mit Helligkeitswert $L^* < 72,3$ und Gelbanteil $b^* < 4,6$ sind mit Sicherheit nicht ikterisch. Die Schweinefettgewebe mit einem Wert oberhalb und einem Wert unterhalb der Grenzwerte sind als zweifelhaft einzustufen und nochmals zu messen bzw. einem anderen Prüfverfahren zu unterziehen.

Tabelle 24: Auswertungsalgorithmus nach L^* und b^* -Werten zur Ikterusdiagnostik

	$L^* < 72,3$	$L^* > 72,3$
$b^* < 4,6$	o.b.B.	zweifelhaft
$b^* > 4,6$	zweifelhaft	Ikterus

Die Ikterusdiagnostik kann so mit hoher Genauigkeit durch Ermittlung des Parameters b^* und Vergleich mit der Farbparametergrenze $b_1^* = 4,6$ erfolgen (siehe Tabelle 21).

Die Ermittlung der L^* -Werte ist nur im Zweifelsfall zur Verdachtsbestätigung nötig.

Die Parameter der Zuchtsauen lagen generell im Bereich der Mastschweine und konnten deshalb mit den genannten Grenzwerten überprüft werden. Messwerte für ikterische Zuchtsauen wurden bei den Untersuchungen nicht ermittelt. Da der b^* -Wert der Zuchtsauen dem der Mastsauen ähnelte, ist im Falle der positiven Ikterusdiagnostik auch mit ähnlichen Werten zu rechnen.

Abbildung 18 verdeutlicht den Sachverhalt graphisch.

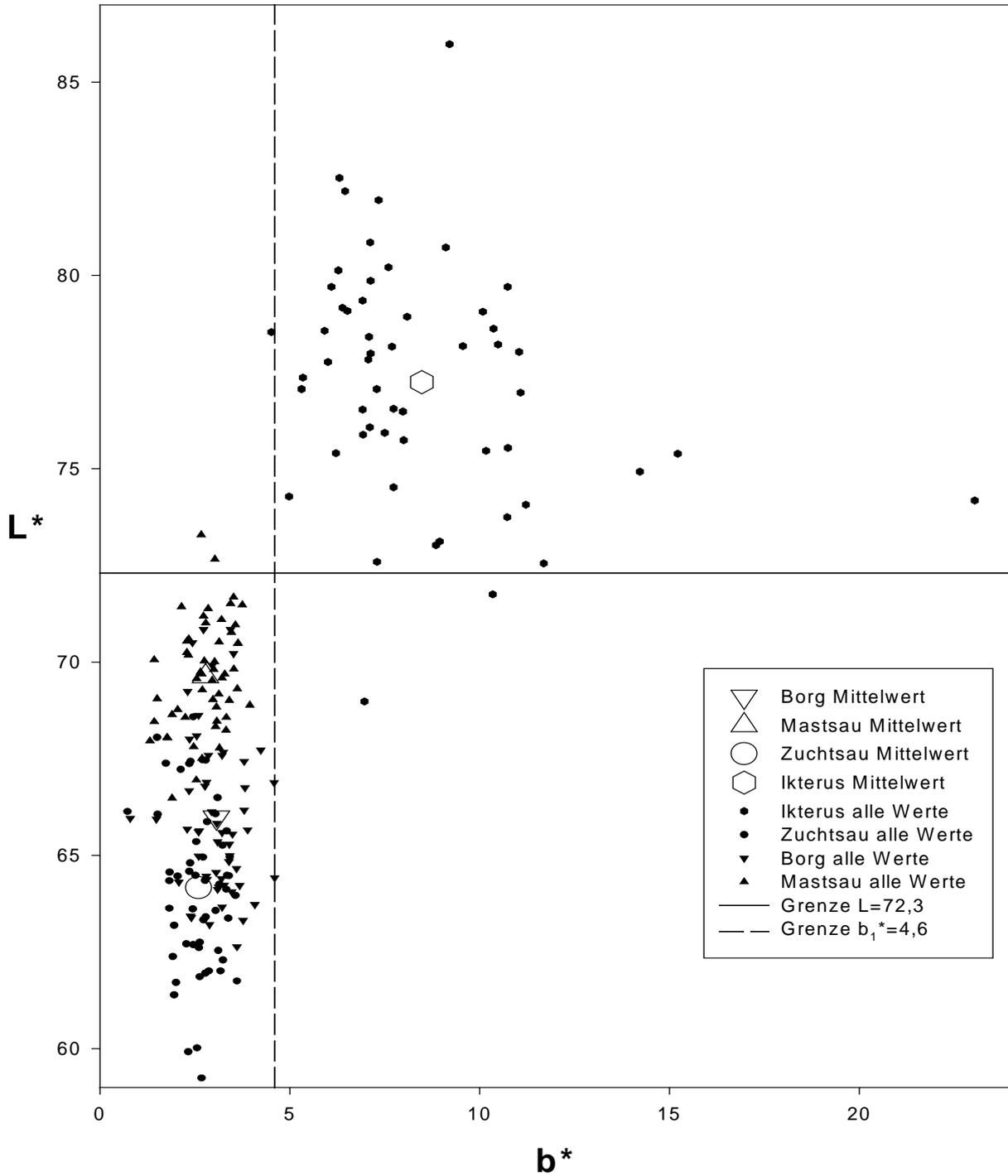


Abbildung 18: L^* und b^* -Werte von Mastsauen, Borgern, Zuchtsauen und ikterischen Schweinen mit Grenzen für L^* und b_1^* zur Differenzierung im Scatterplot

Ist ein Erkennen der Eber in der Schlachtung nicht möglich oder notwendig (z.B. in anderen EU-Staaten wie Großbritannien oder Spanien), so ergibt sich bei der Anwendung der o.g. Grenzwerte ein hoher Anteil zweifelhafter Ergebnisse bei den Ebern.

Um diesen Fehler auszuschließen, sollte unbedingt nach der Identifikation der Eber und der ikterischen Tiere über den Helligkeitswert L^* eine Auswertung nach den b^* -Werten für den Gelbanteil erfolgen. Da dieser für den Grenzwert $b_1^* = 4,6$ bei Eberfett sehr ungenau ist, wurde für den Eber-Ikterus-Vergleich ein neuer Grenzwert aus den Farbmittelwerten und Standardabweichungen von Ebern und ikterischen Schweinen nach o.g. Formel (siehe Tabelle 25) berechnet.

Tabelle 25: Berechnung des Grenzwertes für b^* -Wertvergleich unter Einbeziehung der Eber

Parameter	Eber	Ikterus	Grenzwert	Grenzwert gerundet
b^*	3,55	8,48		
$s(b^*)$	0,87	3,00		
$b^*+s(b^*)$	4,42			
$b^*-s(b^*)$		5,48	4,95	5,00

Die veränderten Grenzwerte wurden auf Genauigkeit an den Messdaten der Gruppen getestet (siehe Tabelle 26, 27 und 28).

Tabelle 26: Fehlerabschätzung mit verändertem Grenzwert $b_2^* = 5$

Parameter	Anzahl	Grenze $L^* = 72,3$	Fehler in %	Grenze $b_2^* = 5$	Fehler in %
Ikterus	54	2	3,70%	2	3,70%
Eber	54	3	5,56%	3	5,56%
Mastsau	54	2	3,70%	0	0,00%
Borg	54	0	0,00%	0	0,00%
Zuchtsau	54	0	0,00%	0	0,00%

Tabelle 27: Kreuztabelle zur Ikterusdiagnostik mit L* und b* Werten mit Ebereinschluss

		b*-tauglich	b*-untauglich
Ikterus	L*-tauglich	0	2
	L*-untauglich	2	50
Mastsau	L*-tauglich	52	0
	L*-untauglich	2	0
Borg	L*-tauglich	54	0
	L*-untauglich	0	0
Zuchtsau	L*-tauglich	54	0
	L*-untauglich	0	0
Eber ²⁾	L*-tauglich	3	0
	L*-untauglich	48	3

²⁾ Eber wurden als tauglich nach Brauchbarmachung beurteilt.

Tabelle 28: Auswertung der Kreuztabelle zur Ikterusdiagnostik mit L* und b* Werten

	sicher tauglich	zweifelhaft	sicher untauglich
Ikterus	0	4	50
Mastsau	52	2	0
Borg	54	0	0
Zuchtsau	54	0	0
Eber ²⁾	3	48	3

²⁾ Eber wurden als tauglich nach Brauchbarmachung beurteilt.

Bei Nutzung der Grenzwerte $L^* = 72,3$ und $b_2^* = 5$ ergab sich ein Auswertungsalgorithmus nach Tabelle 29.

Tabelle 29: Auswertungsalgorithmus nach L^* und b^* -Werten zur Ikterusdiagnostik

	$L^* < 72,3$	$L^* > 72,3$
$b^* < 5$	o.b.B.	Eber
$b^* > 5$	zweifelhaft	Ikterus

Alle Schweinefettgewebe mit einem Helligkeitswert $L^* > 72,3$ sind verdächtig, von Ebern bzw. ikterischen Schweinen zu stammen. Ist in diesen Fällen der b^* -Wert über 5, so ist der Ikterusverdacht bestätigt, andernfalls handelt es sich um einen Eber. Werden beide Grenzwerte nicht überschritten, ist die Messung ohne besonderen Befund verlaufen. Ist der b^* -Wert größer als 5 und der L^* -Wert kleiner als 72,3 so ist das Ergebnis als zweifelhaft zu bewerten.

Abbildung 19 verdeutlicht den Sachverhalt graphisch.

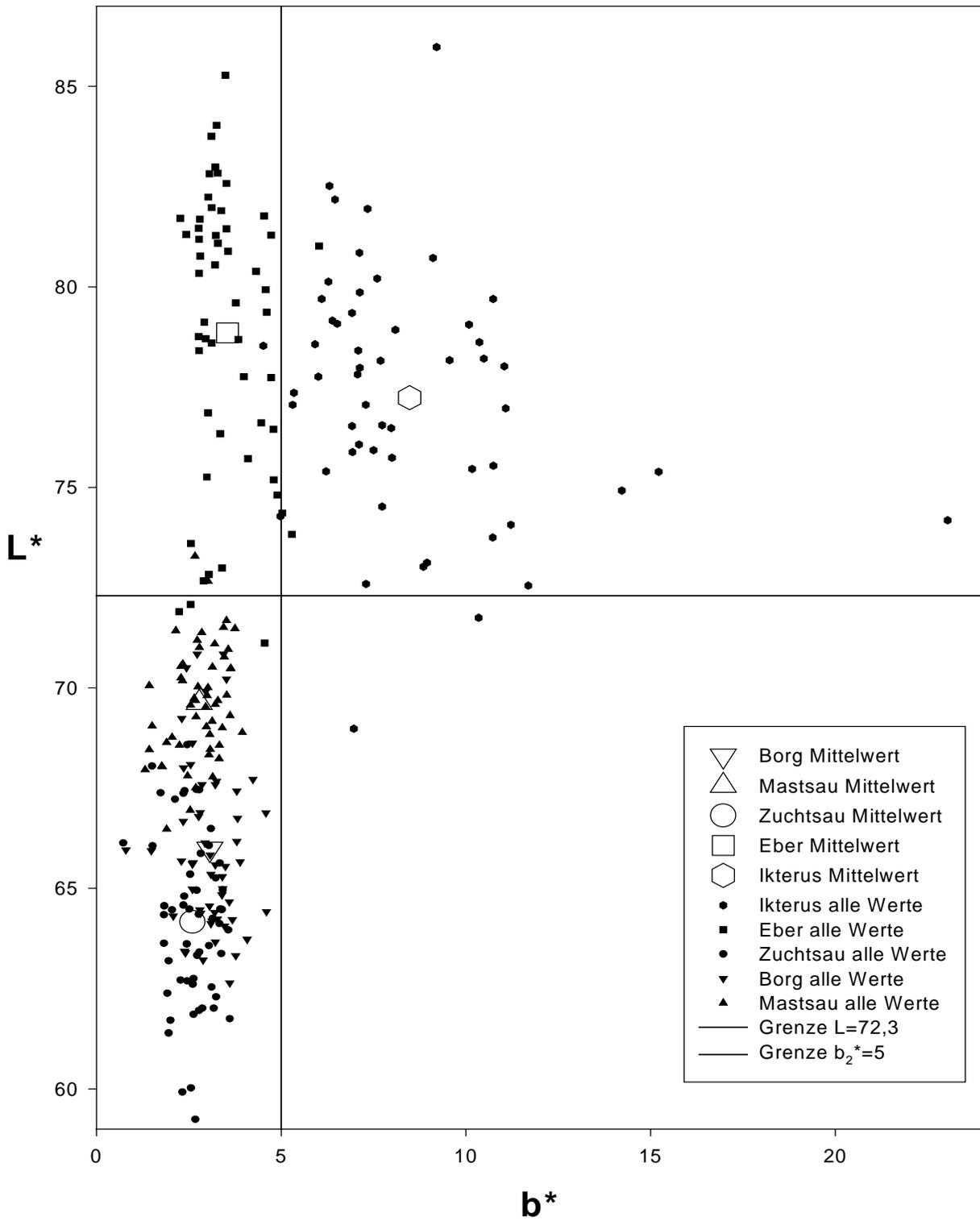


Abbildung 19: L* und b*-Werte aller Gruppen mit Grenzen für L* und b_2^* zur Differenzierung im Scatterplot mit Einschluss der Eber

3.3.9. Farbmétrische Untersuchungen zum Einfluss von technologischen Faktoren

Um den Einfluss verschiedener technologischer Faktoren wie Beschnitt, Zeit und Kühlung auf die Messergebnisse zu verdeutlichen, wurden neben den o.g. Messungen Untersuchungen unter speziellen Bedingungen durchgeführt.

Einfluss von schlachtbedingten Auflagerungen

Um den Einfluss von Fremdmaterialien wie Blut, Knochensplittern und Fleischpartikeln zu erkennen, erfolgten die ersten Messungen bei Mastsauen ohne die Messstelle durch einen frischen Anschnitt zu säubern. Nachfolgende Messungen erfolgten mit vorherigem Anschnitt. Die Messwerte von unbeschnittenen und beschnittenen Messstellen bei Mastsauen wurden mit dem t-Test für gepaarte Stichproben analysiert. Es wurde eine Signifikanzgrenze $\alpha = 0,05$ festgelegt (Tabelle 30).

Tabelle 30: $L^*a^*b^*$ und C^*H° - Messwerte von unbeschnittenem und beschnittenem Mastsauenfettgewebe und Differenzen
(Mittelwerte mit Standardabweichung, $n = 54$)

	L^*	a^*	b^*	C^*	H°
Mastsau unbeschnitten	$68,49 \pm 1,38$	$3,29 \pm 0,94$	$4,05 \pm 1,01$	$5,25 \pm 1,26$	$51,02 \pm 6,30$
Mastsau beschnitten	$69,63 \pm 1,40$	$2,50 \pm 0,69$	$2,78 \pm 0,66$	$3,78 \pm 0,77$	$47,97 \pm 8,44$
Differenz	$-1,15 \pm 1,30$	$0,79 \pm 0,75$	$1,27 \pm 0,67$	$1,46 \pm 0,92$	$3,05 \pm 6,11$

Die Messwerte von unbeschnittenen und beschnittenen Messstellen bei Mastsauen unterschieden sich in allen Parametern. Die beschnittenen Messstellen wiesen eine höhere Helligkeit L^* , einen geringeren Rotanteil a^* , einen geringeren Gelbanteil b^* und daraus resultierend eine geringere Farbsättigung C^* sowie einen kleineren Bunttonwinkel auf als unbeschnittene Messstellen.

Da die Streuung der Parameter a^* , b^* und C^* der beschnittenen Proben geringer war als bei unbeschnittenen, wurden die weiteren Messungen an frisch angeschnittenen Messstellen vorgenommen.

Einfluss von Zeit p.m. und Kühlung auf taugliche Schlachtkörperhälften

Zur Ermittlung des Einflusses einer längeren Kühlung wurden ungekühlte und gekühlte Schlachtkörperhälften verglichen. Bei den gekühlten Schlachtkörperhälften handelte es sich um 34 Schlachtkörper von Borgen der EUROP-Klassifizierung P, nach zweitägiger Kühlung bei 7°C. Die 54 ungekühlten Schlachtkörperhälften der Borgen aus Versuch 3.3.3. waren noch nicht klassifiziert. Da ein direkter Vergleich von identischem Untersuchungsmaterial nicht möglich war, wurden die Messergebnisse mit dem t-Test für unabhängige Stichproben verglichen (Tabelle 31). Für die Ergebnisse wurde eine Signifikanzgrenze von $\alpha = 0,05$ festgelegt.

Tabelle 31: Einfluss der Temperatur und Zeit p.m. auf die Farbwerte

	n	L*	a*	b*	C*	H°
Borgen ungekühlt	54	65,98 ± 2,09	2,35 ± 0,63	3,07 ± 0,70	3,91 ± 0,75	52,39 ± 8,65
Borgen 2d gekühlt	34	74,91 ± 2,21	2,14 ± 0,67	2,96 ± 0,64	3,71 ± 0,65	54,25 ± 10,23

Beim Vergleich stellte sich heraus, dass nur der Parameter L* für die Helligkeit unterschiedlich war. Bei den anderen Parametern konnte ein Unterschied nicht festgestellt werden.

Gekühltes Schweinefett war wesentlich heller als schlachtfrisches Schweinefett. Andere Farbparameter veränderten sich bei der Kühlung von tauglich beurteiltem Schweinefett nur geringgradig.

Einfluss von Zeit und Kühlung auf ikterische Schlachtkörperhälften

Um den Einfluss der Zeit auf die Farbveränderung festzustellen, wurde bei einem ikterischen Schlachttierkörper über 6 Tage eine Verlaufsuntersuchung durchgeführt. Die Messungen erfolgten an 5 Messstellen pro Schlachtkörperhälfte, wobei die erste Messstelle der Standardmessstelle entsprach und die weiteren Messstellen im Abstand von 10 bis 15 Zentimetern im Rückenspeck durch Markierung festgelegt und täglich frisch angeschnitten wurden. Die Verlaufsuntersuchung ergab die Messwerte nach Tabelle 32.

Tabelle 32: Farbwerte der Verlaufsuntersuchung über 6 Tage (Mittelwerte, n = 10)
am Fettgewebe eines ikterischen Schlachttierkörpers (n = 1)

Datum	L*	a*	b*	C*	H°
08.11.00	74,98	1,26	7,62	7,77	80,77
09.11.00	73,30	3,33	9,08	9,76	70,78
10.11.00	79,71	3,49	9,66	10,33	70,71
11.11.00	73,36	4,10	10,43	11,37	70,07
12.11.00	73,89	4,08	10,75	11,59	69,95
13.11.00	77,73	4,26	10,85	11,74	69,34

Wie aus Tabelle 32 zu ersehen ist, nahmen die Farbwerte a*, b* und die Sättigung C* im Verlauf der Untersuchungen zu. Der Bunttonwinkel wurden kleiner. Das entsprach einer Farbveränderung des ikterischen Fettgewebes von einem matten Gelb zu einem brillanten Gelborange.