

Aus dem Institut für Veterinärmedizin (Robert von Ostertag-Institut)
des Bundesgesundheitsamtes Berlin
Leiter: Prof. Dr. D. Großklaus
und aus dem Institut für Lebensmittelhygiene, Fleischhygiene
und -technologie, Fachrichtung Fleischhygiene des Fachbereichs
Veterinärmedizin der Freien Universität Berlin

**Auswirkungen einer tierschutzgerechten Elektrobetäubung
bei Schlachtgeflügel auf den Ausblutungsgrad und die
pH-Wert-Entwicklung der Tierkörper**

INAUGURAL-DISSERTATION
zur Erlangung des Grades eines
Doktors der Veterinärmedizin
an der Freien Universität Berlin

vorgelegt von
INGRID SCHÜTT
Tierärztin aus Hamburg

Berlin 1982
Journal-Nr. 1065

Gefördert durch das Forschungsvorhaben „Tierschutzgerechte
elektrische Betäubung von Schlachtgeflügel“
des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft
und Forsten (BMELF)

Gedruckt mit Genehmigung
des Fachbereiches Veterinärmedizin
der Freien Universität Berlin

Fachbereichssprecher: Prof. Dr. H.-H. Frey

Referent: Prof. Dr. G. Reuter

Korreferent: Prof. Dr. W. Wilk

Tag der Promotion: 8. Februar 1982

I n h a l t

	Seite
1. <u>Einleitung und Problemstellung</u>	1
2. <u>Literaturübersicht</u>	3
2.1 Zusammenhang zwischen Blutgehalt und Haltbarkeit des Fleisches	4
2.2 Zusammenhang zwischen Entblutung und Blutgehalt des Fleisches	6
2.3 Zusammenhang zwischen Herzaktivität und Entblutung resp. Ausblutungsgrad	7
3. <u>Eigene Untersuchungen</u>	16
3.1 Methodik	16
3.1.1 Versuchstiere und Versuchsdurchführung	16
3.1.2 Untersuchungskriterien	19
3.1.2.1 Elektrokardiogramm und Registriergerät	19
3.1.2.2 Blutverlust und Ausblutungsgeschwindigkeit	20
3.1.2.3 pH-Wert	21
3.1.3 Auswertungsverfahren	22
3.2 Ergebnisse	24
3.2.1 Beobachtungen bei der elektrischen Durchströmung und während des Blutentzugs	24
3.2.2 Blutverlust und Ausblutungsgeschwindigkeit	26
3.2.3 Säuerungsgrad der Brustmuskulatur	42
4. <u>Diskussion</u>	52
5. <u>Zusammenfassung / Summary</u>	67
6. <u>Literaturverzeichnis</u>	73

1. Einleitung und Problemstellung

Nach deutschem Recht ist auch Schlachtgeflügel vor dem Blutentzug grundsätzlich zu betäuben (§4 Abs. 1 des Tierschutzgesetzes vom 24. Juli 1972; §1 Abs. 1 des Gesetzes über das Schlachten von Tieren vom 21. April 1933; §4 der Verordnung über das Schlachten von Tieren vom 21. April 1933). Diese Betäubung erfolgt in den gewerblichen Geflügelschlachtereien der EG heute überwiegend auf elektrischem Wege, da die entsprechenden Anlagen weitgehend automatisiert werden konnten und ihr Betrieb nur geringe Kosten verursacht.

Das meistverwendete Verfahren beruht auf dem Naßkontaktprinzip. Dabei werden die Tiere mit den Ständern in metallene Einzelbügel einer Förderkette gehängt und ihre Köpfe durch ein unter Spannung stehendes Wasserbad gezogen. Hierdurch kommt es zu einer Ganzkörperdurchströmung, bei der Herz und Gehirn in den Stromweg eingeschlossen sind.

Die mit den üblichen Spannungen von 60 - 90 Volt erzielbaren Stromstärken reichen neueren Erkenntnissen zufolge nicht aus, um bei allen Tieren eine genügend tiefe und anhaltende Betäubung zu gewährleisten. Mit einer Erhöhung der Spannung zur Verbesserung des Betäubungsergebnisses, wie sie in jüngster Zeit aus Gründen des Tierschutzes gefordert wird, wäre unvermeidlich eine Zunahme der Todesfälle infolge des Auslösens von Herzkammerflimmern verbunden.

Nach bisheriger Lehrmeinung kommt es jedoch bei Ausfall der Herztätigkeit nur zu einer unvollständigen Ausblutung und infolgedessen zur Disqualifikation des Schlachtkörpers als Lebensmittel.

Angesichts dieses Konfliktes erhob sich die Frage, inwieweit das Zusammenfallen von Betäubung und Tötung des Tieres unmittelbar vor dem Blutentzug tatsächlich negative Auswirkungen auf das Ausblutungsergebnis hat. Dabei standen folgende Überlegungen im Vordergrund: Schlachtgeflügel befindet sich während des gesamten Betäubungs-, Tötungs- und Entblutungszeitraumes in vertikaler Schlachtaufhängung. Der Entblutungsschnitt erfolgt üblicherweise auf der dorsalen Halsseite dicht hinter dem Kopf. Da sich die - zumeist maschinell beigebrachte - Schnittwunde somit am tiefsten Punkt des Tierkörpers befindet, sind die Voraussetzungen für ein Ausfließen des Blutes aufgrund des hydrostatischen Druckes denkbar günstig.

Sollte demgegenüber der entscheidende Faktor bei der Ausblutung das aktive Herauspumpen des Blutes durch das Herz sein, müßten Tiere mit Kammerflimmern, bei denen diese Pumpfunktion ausfällt, eine geringere Blutmenge verlieren als solche, deren Herztätigkeit erhalten bleibt. Ein erhöhter Restblutgehalt im Schlachtkörper sollte darüberhinaus den postmortalen Säuerungs-vorgängen entgegenwirken.

In der vorliegenden Arbeit sollte daher geprüft werden, ob zwischen Tieren mit und ohne Kammerflimmern Unterschiede in Blutverlust, Ausblutungsgeschwindigkeit und pH-Wert-Entwicklung bestehen, und wenn ja, inwieweit daraus auf eine schlechtere Ausblutung der durch Strom-einwirkung getöteten Tiere geschlossen werden muß.

2. Literaturübersicht

Nach Angaben von FRICKER (1974) birgt jede Ganzkörperdurchströmung mit Stromstärken um 90 mA bereits die latente Gefahr des Auslösens von Herzkammerflimmern in sich. Untersuchungen von WORMUTH et al. (1981) zufolge ist die Flimmerschwelle für Broiler und Legehennen sogar erheblich niedriger anzusetzen und liegt bei etwa 40 mA.

Aufgrund ihrer Untersuchungen gelangen letztgenannte Autoren zu dem Schluß, daß eine elektrische Durchströmung mit Todesfolge durch Auslösen von Kammerflimmern eins der tierschutzgerechtesten Verfahren zur elektrischen Betäubung von Schlachtgeflügel darstellt, da das Bewußtsein sofort und irreversibel erlischt.

Dieser Überzeugung steht die allgemeine Auffassung entgegen, daß ohne Unterstützung durch die Herztätigkeit kein ausreichender Blutentzug möglich sei. Der demzufolge erhöhte Restblutgehalt des Schlachtkörpers, vor allem der Muskulatur, folgert GÖTZE (1974a), vermindert die Haltbarkeit des Fleisches, indem er postmortalen Säuerungs Vorgängen entgegenwirkt und darüberhinaus einen idealen Nährboden für Bakterien abgibt.

In jüngerer Zeit werden jedoch zunehmend Zweifel an dieser Gedankenkette geäußert.

2.1 Zusammenhang zwischen Blutgehalt und Haltbarkeit des Fleisches

Schon 1962 konstatierte SHESTAKOV (zit. nach LAWRIE, 1970), daß weniger stark ausgeblutetes Fleisch, sofern besondere Vorkehrungen zur Gewährleistung der Sterilität getroffen würden, qualitativ oft besser und zarter sei, da es den "wandelnden Vorgängen" bei der Fleischreifung stärker unterliege.

PEARSON (1972) stellt angesichts des Eiweißmangels in der Dritten Welt die althergebrachte Methode des Entblutens von Schlachttieren überhaupt in Frage und gibt zu bedenken, daß der hohe Nährwert des per se nicht gesundheitsschädlichen Blutes im natürlichen Reservoir des Schlachtkörpers am besten aufgehoben sei.

In einem Versuch, den Einfluß ungenügender Ausblutung auf die Haltbarkeit von Fleischprodukten zu ermitteln, versetzten LEACH und WARRISS (1975) Hackfleischproben mit unterschiedlichen Mengen homologen Blutes und lagerten sie bei einer Temperatur von 5 °C. Dies führte zu vermehrter oxidativer Ranzigkeit der Fette in den so behandelten Proben. Die Geschwindigkeit der Proteindenaturierung und der mikrobiellen Verderbnis schien dagegen unverändert.

In die gleiche Richtung weisende Befunde erbrachten die Untersuchungen von OLDIGS et al. (1980), die einen Vergleich der Fleischqualität geschlachteter und durch Schrotschuß getöteter Hauskaninchen durchführten. Trotz deutlicher Unterschiede im Blutverlust fanden sich bei kaum einem der untersuchten Merkmale Unterschiede zwischen den Tötungsarten. Lediglich die

sensorische Prüfung - Aussehen der Schlachtkörper, Geruch und Geschmack des fritierten Fleisches - wurde bei den geschossenen Tieren ungünstiger beurteilt. Bakteriologische Untersuchungen erbrachten dagegen keine signifikanten Unterschiede.

In einem Überblick über die gegenwärtig bekannten Untersuchungen zum Ausblutungsproblem stellt WARRISS (1977) fest, daß bisher kein zwingender Beweis dafür erbracht wurde, daß der Ausblutungsgrad die Fleischqualität oder die Haltbarkeit des Fleisches beeinflusst. Angesichts des im Verhältnis zur Muskelmasse geringen Volumens des skelettmuskulären Blutgefäßsystems hält es WARRISS sogar für unwahrscheinlich, daß Veränderungen im Blutgehalt der Muskulatur den normalen Säuerungsprozeß beeinflussen könnten.

Tatsächlich verteilt sich das nach beendeter Ausblutung noch im Schlachtkörper verbliebene Blut in unterschiedlicher Ausprägung auf die einzelnen Organsysteme, wobei der Anteil des auf die Skelettmuskulatur entfallenden Restblutes vergleichsweise gering ist. LEIBETSEDER et al. (1972) ermittelten bei sehr jungen Schweinen einen Restblutgehalt der Skelettmuskulatur von nur 1.62 ml/100g Gewebe. Niedrigere Werte fanden sich nur noch in Auge und Depotfett.

Auch beim Geflügel erwies sich der Blutgehalt wertvoller Fleischpartien wie Brust oder Keule als vergleichsweise gering. KOTULA und HELBACKA (1966a) ermittelten für die genannten Teilstücke Werte von 2.18 bis 4.48 g / 100 g Gewebe, die nur von Füßen, Federn und Muskelmagen (1.78 bis 0.89 g Blut / 100 g Gewebe)

unterboten werden konnten. Weniger fleischreiche Teilstücke wie Nacken, Kopf und Rücken wiesen mit 4.85 bis 9.30 g Blut / 100 g Gewebe bereits höhere Anteile auf. Am blutreichsten waren jedoch auch beim Geflügel die großen inneren Organe (Leber, Lunge, Niere, Milz), deren Blutanteil zwischen 33.31 und 13.23 g Blut / 100 g Gewebe schwankte.

.2 Zusammenhang zwischen Entblutung und Blutgehalt des Fleisches

Die Annahme, daß ein unzureichender Blutentzug zwangsläufig zu einem erhöhten Restblutgehalt des Fleisches führen müsse, ist heute umstritten. Während GÖTZE (1974a) von erheblichen Unterschieden im Hämoglobingehalt der Zwerchfellspfeiler normal-, not- und schein- geschlachteter Schweine berichtet, denenzufolge not- geschlachtete Tiere doppelt so hohe, schein- geschlachtete 3 1/2 mal so hohe Werte aufwiesen, konnten STOLLE und REUTER (1981) eine schlechtere Ausblutung der Muskulatur auf dem Transport verendeter und nachträglich entbluteter Schweine nicht sicher nachweisen.

Auch in gezielten Untersuchungen an Schafen (WARRISS und LEACH, 1978) und Ratten (WARRISS, 1978) wurde kein Zusammenhang zwischen der Menge des beim Schlachten entzogenen Blutes und dem Hämoglobingehalt der Skelettmuskulatur festgestellt. Selbst nichtausgeblutete Tiere unterschieden sich hierin nicht von ausgebluteten (WARRISS, 1978), obwohl die vollkommene Ausblutung eines gesunden, ausgeruhten Tieres und die Blutfülle eines verendeten extreme Ausblutungsgrade darstellen

(GÖTZE, 1974a).

WARRISS und LEACH (1978) schließen aus ihren Befunden, daß der mit Betäubung und Entblutung verbundene Stress aufgrund der vasokonstriktiven Wirkung der ausgeschütteten Katecholamine bereits hinreichend sei, den Restblutgehalt der Muskulatur auf ein Minimum zu reduzieren. Gestützt werden diese Vermutungen durch die bereits erwähnten Untersuchungen von OLDIGS et al. (1980), die trotz erheblicher Unterschiede im Blutverlust bei den entbluteten gegenüber den nicht entbluteten, sondern durch Schrotschuß getöteten Kaninchen keine Unterschiede im Blutgehalt der Skelettmuskulatur fanden.

2.3 Zusammenhang zwischen Herztätigkeit und Entblutung resp. Ausblutungsgrad

Wenige Untersuchungen befassen sich direkt mit dem Zusammenwirken aktiver und passiver Vorgänge bei der Ausblutung. Zusammenhänge zwischen Herzaktivität und Ausblutungsgrad wurden zumeist aus Befunden abgeleitet, die bei vergleichenden Untersuchungen verschiedener Schlachtverfahren erhoben wurden und darüberhinaus recht widersprüchlich sind.

HABERER (1951) untersuchte das Verhalten der Herztätigkeit und der Entleerung der Blutgefäße bei der verzögerten Entblutung von Schlachtrindern. Er stellte fest, daß die Herztätigkeit der mit dem Bolzenschußapparat betäubten Tiere um so länger anhielt, je länger die Ausblutung dauerte, und schloß daraus, daß ein gutes Ausbluten untrennbar mit einem kräftig arbeitenden Herzen verbunden sein müsse.

Blutverlust, Blutdruck und Elektrokardiogramm von baby-beef-Rindern registrierte MAROT (1977). Eine Gruppe wurde im Hängen entblutet, die andere bis zur Beendigung der Herzaktivität im Liegen belassen und anschließend in vertikale Schlachtaufhängung verbracht. Diese "kombinierte" Entblutung hatte einen um 23% höheren Blutverlust zur Folge, was MAROT ursächlich auf den bei dieser Gruppe um 56 - 68% länger feststellbaren Blutdruck und die entsprechend (um 58 - 67%) länger anhaltende Herzaktivität zurückführte.

Auch Schafe zeigten bei frühzeitiger Entblutung im Liegen eine längere Puls- und Herzaktivität sowie ein besseres Ausbluten (LEACH und WARRINGTON, 1975).

Diesen Ergebnissen widersprechen die Beobachtungen anderer Autoren, die die Bedeutung passiver Vorgänge bei der Entblutung hervorheben.

So konnte VÖLLM (1964) den Restblutgehalt im Schlachtkörper von Rindern um 8% senken, wenn die Tiere nicht liegend, sondern hängend entbluteten. Der Blutgehalt der Muskulatur reduzierte sich bei diesem Verfahren sogar um 40% (HESS und KLINGER, 1967; HESS, 1968).

Vor dem Entbluten an den Hinterextremitäten aufgehängte Kälber und Lämmer bluteten deutlich rascher aus als in horizontaler Position in einem Restrainer fixierte Tiere (PRINCE et al., 1973). Als mögliche Ursache wird die anfangs höhere Herzfrequenz der im Hängen entbluteten Tiere diskutiert. Im Laufe der Entblutung erfolgte jedoch eine Angleichung beider Gruppen, die nach drei Minuten bei den Kälbern fast vollständig war. Der Blutverlust der hängend entbluteten Lämmer bewegte sich

demgegenüber auch bei Beendigung der Ausblutung auf einem geringfügig höheren Niveau.

Bei not- oder scheingeschlachteten Schweinen ermittelte GÖTZE (1974a), wie bereits erwähnt (vgl. 2.2), erheblich höhere Restblutgehalte in der Muskulatur der Zwerchfellspfeiler als bei normal geschlachteten Tieren.

GÖTZE führt diesen Unterschied auf den Herzstillstand und das Kreislaufversagen der im oder nach dem Verenden entbluteten Tiere zurück.

Auch HESS und KLINGER (1967) sowie HESS (1968) erwähnen, daß die Blutausbeute bolzenschußbetäubter Rinder, die erst nach erfolgtem Erlöschen der Herztätigkeit entblutet wurden, geringer war als die von Tieren, deren Herz während der Entblutung noch schlug.

Allerdings überdauert die Herztätigkeit auch bei gesunden, normal geschlachteten Tieren nicht den gesamten Entblutungszeitraum. Von einem bestimmten verminderten Blutangebot an schlägt das Herz leer und stellt seine Tätigkeit ein (GÖTZE, 1974a, 1979). Dieser Punkt ist in der Regel erreicht, wenn mindestens 20% des Gesamtvolumens ausgeflossen sind (THORNTON und GRACEY, 1974). Das Erlahmen des linken Ventrikels geht dabei dem des rechten zeitlich voraus, während das Reizleitungssystem von dem Absterbevorgang der sich kontrahierenden Muskulatur zunächst noch nicht betroffen ist (HESSE, 1948).

Dementsprechend hielt die elektrische Aktivität des Herzens bei Schafen bis maximal 460 Sekunden nach dem Entblutungsstich an, obwohl das Ende des pulsierenden Blutstroms bereits nach 100 - 120 Sekunden erreicht war.

(LEACH und WARRINGTON, 1976). Herztöne waren im Mittel sogar nur bis gegen 45 Sekunden nach dem Stich zu hören (LEACH und WARRINGTON, 1975).

50 - 100 Sekunden nach dem Stich war bei Schweinen kein Blutdruck mehr feststellbar (SCHIEFER et al., 1976).

Vom Herzen ausgehende elektrische Potentiale ließen sich jedoch bei dieser Tierart noch bis zu 26 Minuten nach dem klinischen Tod registrieren (TÄSCHNER, 1972).

Auch bei Schlachtgeflügel kann eine ähnliche Diskrepanz zwischen mechanischem und elektrischem Herztod angenommen werden. 45 - 60 Sekunden nach dem Beginn des Entblutens errechneten KUENZEL und WALTHER (1978) anhand des Elektrokardiogramms noch eine Herzfrequenz von um 90% der Ausgangswerte. Zu diesem Zeitpunkt waren jedoch der systolische wie auch der diastolische Blutdruck bereits auf 18 bzw. 13% der Ausgangswerte abgesunken.

Angaben über die Ausblutung bei Schlachttieren, die infolge des Elektroschocks an Kammerflimmern verendeten, liegen dagegen kaum vor.

SCHULENKO (1974) ermittelte bei Rindern nach elektrischer Betäubung einen Blutverlust von 13.97kg bei vorhandener Herztätigkeit und von 12.5kg bei Herzstillstand.

Von einer um 20 - 25% verminderten Blutausbeute bei Schlachtschweinen, die infolge der elektrischen Durchströmung getötet wurden, berichtet RESETNIKOV (1978).

Demgegenüber konnte HOENDERKEN (1978) zwischen Schweinen, welche den Elektroschock überlebten, und solchen, bei denen dieser zu Kammerflimmern geführt hatte, keinen Unterschied in der ausfließenden Blutmenge feststellen.

HOENDERKEN folgerte daraus, daß beim Entbluten passive Vorgänge vorherrschend seien.

Jüngst veröffentlichte Ergebnisse von WARRISS und WOTTON (1981) belegen, daß beim Schwein das Auslösen von Herzkammerflimmern unmittelbar vor dem Entbluten keine negativen Auswirkungen auf den Ausblutungsgrad hat.

Untersuchungen zum Ausblutungsgrad von Schlachtgeflügel wurden vor allem im Hinblick auf die Ermittlung einer optimalen Entblutungstechnik vorgenommen.

Den Einfluß unterschiedlicher Schlachtverfahren auf den Ausblutungsgrad bei Broilern untersuchten NEWELL und SHAFFNER (1950). Während der Entblutungsdauer verloren die Tiere zwischen 35 und 50% ihrer Gesamtblutmenge. Das verlorene Volumen entsprach ca. 4% ihres Körpergewichtes, bei erheblichen individuellen Schwankungen.

Das beste Ausblutungsergebnis zeigten mittels Halschnitts entblutete Tiere, dicht gefolgt von der Gruppe, bei der zusätzlich ein Hirnstich ausgeführt wurde. Die geringste Blutmenge ließ sich von dekapitierten Tieren gewinnen. NEWELL und SHAFFNER weisen in diesem Zusammenhang auf die Tatsache hin, daß die Dekapitation infolge der Durchtrennung der Halsnerven mit einem Verlust der nervösen Kontrolle des Herzens verbunden ist. Nach Meinung der Autoren scheint zudem die Höhe des Blutverlustes in engerem Bezug zum Sistieren der Herztätigkeit zu stehen, während Faktoren wie z.B. die Blutgerinnung geringere Bedeutung für den Ausblutungsgrad besitzen. Beziehungen zwischen dem Aussehen der Schlachtkörper und dem Blutverlust wurden nicht offenbar. Entgegen der

damals wie heute vielzitierten Ansicht, daß eine vermehrte Hautrötung oder starke Füllung der sichtbaren Blutgefäße untrügliche Zeichen einer schlechten Ausblutung seien (DAVIS und COE, 1954; ZIOLECKI, 1967; THORNTON und GRACEY, 1974; DRAWER, 1979), machen NEWELL und SHAFFNER dafür eine unterschiedliche Fettausprägung und individuelle Verteilung des peripheren Blutes verantwortlich.

DAVIS und COE (1954) verglichen gleichfalls den Ausblutungsgrad bei verschiedenen Methoden der Geflügelschlachtung. Folgende Verfahren wurden angewendet: Standardschnitt mit (Los 5) und ohne (Los 1) vorhergehende Betäubung durch Kopfschlag, Dekapitation (Los 3) sowie beidseitige Durchtrennung der großen Halsgefäße mit (Los 4) und ohne (Los 2) vorherige Betäubung durch Zerstörung des Gehirns. Während 20 Sekunden nach dem Schnitt deutliche Unterschiede im Blutverlust zwischen den Losen 2, 4 und 5 auf der einen und 1 und 3 auf der anderen Seite festgestellt wurden, blieben nach einer Ausblutungsdauer von 3 Minuten nur noch die dekapitierten Tiere im Blutverlust deutlich hinter den anderen zurück. Hinsichtlich des schlechten Ausblutungsergebnisses bei Dekapitation entspricht dieser Befund den Beobachtungen von NEWELL und SHAFFNER (1950). Jedoch konnten DAVIS und COE schlecht ausgeblutete Tiere auch äußerlich an einer stärkeren Färbung der Haut und vermehrten Füllung der Brustkapillaren und der großen Flügelvenen erkennen.

KOTULA und HELBACKA (1966a) interessierte vor allem die Verteilung des Restblutgehaltes im Schlachtkörper von Broilern, die nach folgenden Verfahren geschlachtet

wurden: Schächtschnitt (beidseitige Durchtrennung der großen Halsgefäße), Standardschnitt (einseitige Durchtrennung der großen Halsgefäße), sowie Standardschnitt nach vorhergehender Betäubung durch elektrischen Strom, Kohlendioxid, Hirnstich oder Bolzenschuß.

Hinsichtlich des in den vermarktungsfähigen Teilstücken Brust, Flügeln, Keulen und Schenkeln, aber auch in Rücken, Leber und Muskelmagen zurückbleibenden Blutes ergaben sich keine wesentlichen Unterschiede zwischen den Schlachtverfahren. Signifikant verschieden waren dagegen die Blutgehalte von Hals, Herz, Därmen, Kopf, Milz und Niere.

Geschächtete Tiere wiesen dabei einen bedeutend höheren Blutgehalt in den Abfallstücken auf als alle übrigen. Darüberhinaus war der Blutanteil in den vermarktungsfähigen Teilstücken relativ hoch. Ein auffällig hoher Blutanteil fand sich auch in Hals und Kopf der geschächteten Tiere. Nach Ansicht der Autoren ist dies wahrscheinlich auf die Durchschneidung sämtlicher Halsgefäße zurückzuführen, die ein Abfließen des Blutes verhindert und Blutstase und -koagulation begünstigt.

Untersuchungen zur elektrischen Betäubung von Schlachtgeflügel und ihres Einflusses auf die Entblutung finden sich bei ZARIKOW et al. (1969). Diese empfehlen, bei der Öffnung der Blutgefäße von elektrisch betäubtem Schlachtgeflügel die unmittelbar neben den Gefäßen verlaufenden Stränge des Parasympathikus zu durchschneiden, um der Beeinträchtigung der Herztätigkeit infolge elektrischer Reizung dieser Nervenstränge zu begegnen.

KUENZEL et al. (1978) untersuchten die Auswirkungen ver-

schiedener Stromarten, die zur elektrischen Betäubung von Schlachtgeflügel verwendet werden, auf das Ausblutungsergebnis. Bei Verwendung von Gleichstrombetäubern registrierten sie innerhalb der ersten 60 Sekunden nach dem Stich eine verlangsamte Ausblutung und empfehlen daher, bei Anwendung dieses Verfahrens die Entblutungsstrecke auf mindestens 90 Sekunden zu verlängern.

Weiterführende Untersuchungen von KUENZEL und WALTHER (1978) erbrachten keinen Hinweis auf einen zunächst vermuteten Zusammenhang zwischen dem schlechten Ausblutungsergebnis und der Herztätigkeit. Die Betäubung mit Gleichstrom führte qualitativ und quantitativ zu gleichen Veränderungen der Herzfrequenz, des Blutdrucks und der Atmung wie die Durchströmung mit Wechselstrom. Die Autoren halten jedoch eine unterschiedliche Verteilung des Blutes im Körper infolge der verschiedenen Stromarten für möglich.

In jüngster Zeit teilten MÜLLER (1981) sowie FRICKER und MÜLLER (1981) Ergebnisse einer Untersuchung des Ausblutungsgrades von Schlachtgeflügel mit, das einerseits einer Ganzkörperdurchströmung mit tödlichem Ausgang, andererseits einer in dieser Hinsicht ungefährlichen Schädelquerdurchströmung unterworfen worden war. Innerhalb der ersten 60 Sekunden der Ausblutung ließen sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Gruppen feststellen.

Auch in der Praxis gemachten Beobachtungen von HEATH et al. (1981) zufolge ließen sich durch den Elektroschock getötete Broiler bei der Inspektion nicht von

lebend entbluteten unterscheiden. Die in manchen Schlachtkörpern auftretende Hautrötung, eine rote Verfärbung der Flügelspitzen oder des Pygostyls schienen ebenfalls in keinem Zusammenhang mit der Herztätigkeit zu stehen, sondern eher durch den Rupfprozeß bedingt (HEATH, 1981).

3. Eigene Untersuchungen

3.1 Methodik

3.1.1 Versuchstiere und Versuchsdurchführung

Die Versuchstiere - 43 männliche und 41 weibliche Broiler - stammten aus zwei Gruppen von insgesamt 129 Tieren, die in einem Alter von 4-5 Wochen erworben, gekennzeichnet und bis zum Schlachttag in Bodenhaltung gemästet wurden, wo ihnen Futter und Wasser ad libitum zur Verfügung standen.

Haltung und Schlachtung der Tiere erfolgte auf dem Versuchsgut Berlin-Marienfelde des Bundesgesundheitsamtes, wo auch alle weiteren Untersuchungen durchgeführt wurden.

Um gewichtsabhängige Schwankungen im Blutvolumen möglichst auszuschließen, wurden alle Tiere mit einem Gewicht zwischen 2250 und 2400g geschlachtet. Innerhalb dieser Gewichtsspanne kann der Anteil des Blutvolumens am Körpergewicht bei Broilern als weitgehend konstant angesehen werden (KOTULA und HELBACKA, 1966b). Sobald regelmäßige Gewichtskontrollen zeigten, daß die ersten Tiere diesen Bereich annähernd erreicht hatten, wurde das bis dahin verwendete Starterfutter zur Vermeidung von Rückständen im Schlachtkörper durch Legehmehl ersetzt. Die weiteren Gewichtskontrollen erfolgten in regelmäßigen Abständen jeweils morgens nach 17 bis 19stündigem Futterentzug. Im Anschluß an diese Wägungen wurden die schlachtreifen Tiere in den Versuch genommen.

Unmittelbar vor dem Einhängen in den Schlachtbügel wurde jeder Broiler noch einmal gewogen. Nach Ankleben der Elektroden zur Ableitung des Elektrokardiogramms (EKG) wurden die Tiere zur Ruhigstellung der Flügel mit einer breiten, elastischen Binde umwickelt und anschließend zur Kontrolle kurzzeitig das EKG registriert. Unmittelbar darauf erfolgte die Ganzkörperdurchströmung mit einer Spannung von 100 Volt für 4 Sekunden. Bei dieser Spannung war aufgrund vorangegangener Untersuchungen (WORMUTH et al., 1981) bei ca. der Hälfte der Tiere mit dem Auftreten von Kammerflimmern zu rechnen.

Aus versuchstechnischen Gründen konnten die Broiler nicht wie in der Praxis beim Durchgang durch ein Wasserbad betäubt und am laufenden Schlachtband entblutet werden. Zur Simulierung dieser Art der Ganzkörperdurchströmung wurde der elektrische Strom daher über eine kopfhörerähnliche Konstruktion appliziert wie sie schon von WORMUTH et al. (1981) benutzt und der Durchströmung im Wasserbad als vergleichbar gefunden worden war. Der verwendete Miniatur"kopfhörer" bestand aus zwei durch einen federnden Bügel verbundenen und mit kleinen Schwämmchen besetzten Plattenelektroden und wurde den Tieren von dorsal aufgesetzt.

Die Ableitung des Stromes erfolgte entsprechend den Verhältnissen in der Praxis über den metallenen Schlachtbügel. Dieser wurde über ein Ampèremeter mit der "Erde" verbunden, so daß während der Durchströmung die Stromstärke ermittelt werden konnte.

Das Einschalten des Stromes geschah manuell, das Ausschalten besorgte ein elektronischer Zeitschalter. Mit Beginn der Durchströmung wurde eine Stoppuhr gestartet, unmittelbar nach dem Ausschalten des Stromes

die Registrierung des EKG wiederaufgenommen.

Das Abstechen der Tiere erfolgte 30 Sekunden nach Beginn der elektrischen Durchströmung. Der Stich wurde mit einem zweischneidigen Skalpell im proximalen Drittel der rechten Halsseite von ventral her ausgeführt, ohne Ösophagus und Trachea zu durchtrennen. Anschließend wurde der Kopf des Tieres leicht zur Seite gehalten, um nach Möglichkeit zu verhindern, daß ein Teil des ausfließenden Blutes unkontrollierbar im Kopfgefieder hängenblieb.

Die Zeitspanne von 30 Sekunden zwischen Betäubung und Entbluten wird von BREMNER (1977) zur Erzielung einer optimalen Ausblutung beim Geflügel empfohlen. Darüber hinaus erwies sie sich aus versuchstechnischen Gründen als notwendig, um anhand des nach Wiederaufnahme der Registrierung zunächst durch Bewegungsartefakte gestörten EKG in jedem Fall mit Sicherheit feststellen zu können, ob Kammerflimmern eingetreten war oder nicht. Zudem mußten die Vorbereitungen zum Entbluten getroffen werden.

Das in den ersten 90 Sekunden herausströmende Blut wurde in einem Plastikeimer aufgefangen und gewogen. 180 Sekunden nach dem Schnitt erfolgte das Rückwiegen des inzwischen von der Binde und den Elektroden befreiten Tieres. Die Differenz zwischen diesem und dem unmittelbar vor der Schlachtung ermittelten Gewicht ergab den Blutverlust nach 180 Sekunden.

240 Sekunden nach Betäubungsbeginn wurde das Tier bei einer Wassertemperatur von 60 °C 1 Minute lang in einem 75l fassenden Brühkessel gebrüht und anschließend 30 Sekunden lang auf einer kleinen im Handel erhält-

lichen Rupfmaschine von den Federn befreit. Nach Reinigung des Tierkörpers unter fließendem Wasser wurde der Schlachtkörper ausgenommen und koch- bzw. bratfertig hergerichtet.

Vor dem Abtrennen des Kopfes erfolgte eine Kontrolle der Stichstelle.

15 Minuten und 2 Stunden nach dem Anlegen des Entblutungsschnittes wurde der pH-Wert der Brustmuskulatur ermittelt. Zwischenzeitlich lagerten die Schlachtkörper, durch eine Verpackung in Plastiktüten gegen Austrocknen geschützt, bei Temperaturen um 15 - 18 °C im Untersuchungsraum.

3.1.2 Untersuchungskriterien

3.1.2.1 Elektrokardiogramm und Registriergerät

Bei der geplanten Versuchsdurchführung stand nicht von vornherein fest, welche der Tiere infolge der Strom- einwirkung verenden würden. Daher mußte ein Kriterium in die Untersuchungen einbezogen werden, das innerhalb der kurzen bis zum Entbluten zur Verfügung stehenden Zeit die sichere Diagnose des Kammerflimmerns erlaubte. Für diesen Zweck erwies sich das Elektrokardiogramm (EKG) als am besten geeignet.

Das EKG wurde - in Anlehnung an die beim Menschen bekannten bipolaren Extremitätenableitungen nach EINTHOVEN - von der linken Flügelbasis und dem linken Unterschenkel abgeleitet, was der Ableitung III entsprach. Eine Erdelektrode wurde am rechten Unterschenkel befestigt. Als Elektroden dienten plastiküberzogene

Miniatur-Krokodilklemmen, die über abgeschirmte Kabel mit dem Registriergerät in Verbindung standen. Zur Verbesserung des Elektroden/Haut-Kontaktes wurden die entsprechenden Bezirke mit Elektrolytpaste vorbehandelt.

Das Registriergerät, ein volltransistorisierter, mit 4 Kanälen bestückter Tintendirektschreiber vom Typ R 511 A der Fa. Beckman Instruments, München, war auf eine obere Grenzfrequenz von 30 Hz und eine untere von 0.16 Hz (das entsprach einer Zeitkonstante von 1 sec) eingestellt. Die Aufzeichnung des EKG erfolgte bei eingeschaltetem 50 Hz-Bandfilter zur Unterdrückung von Netzfrequenzeinstreuungen bei einer Verstärkung von 20, 50 oder 100 $\mu\text{V}/\text{mm}$.

Der Papiervorschub betrug 5 mm/sec.

3.1.2.2 Blutverlust und Ausblutungsgeschwindigkeit

Angesichts der Überlegung, daß der mit dem Einsetzen des Kammerflimmerns verbundene Verlust der Pumpfunktion des Herzens sich zunächst und vor allem auf die Entblutung selbst auswirken müßte, standen Blutverlust und Ausblutungsgeschwindigkeit im Vordergrund der Untersuchungen.

Die erste Bestimmung des Blutverlustes erfolgte 90 Sekunden nach dem Stich. Dieser Zeitpunkt gilt bei KRAX (1974) als absolutes Minimum für eine vollständige Ausblutung und erlaubt zudem Vergleiche mit den Ergebnissen anderer Untersuchungen (KOTULA und HELBACKA, 1966b; KUENZEL et al., 1978).

Als Blutverlust nach 90 Sekunden galt das Gewicht des in den ersten 90 Sekunden nach dem Stich aufgefangenen

Blutes, das absolut (in g) und relativ (in % des Lebendgewichtes nach 17 - 19stündiger Nüchterung) angegeben wurde.

Eine weitere Messung wurde 180 Sekunden nach dem Stich vorgenommen. Dieser Zeitpunkt liegt weit außerhalb der in der Literatur (LORENZ, 1972; GÖTZE, 1974b, 1979; KRAX, 1974; ZRENNER und TRAUTWEIN, 1974; THORNTON und GRACEY, 1974; BREMNER, 1977; KUENZEL et al., 1978; TRAUTWEIN, 1978) zur Erzielung einer vollständigen Ausblutung als notwendig angesehenen Entblutungsdauer. Der zu diesem Zeitpunkt ermittelte Blutverlust konnte somit als Gesamtverlust angesehen werden.

Berechnet wurde der Blutverlust nach 180 Sekunden aus der Differenz des Schlachttiergewichtes unmittelbar vor dem Versuch und 180 Sekunden nach dem Stich. Auch dieser Parameter wurde absolut (in g) und relativ (in % des Lebendgewichtes nach 17 - 19stündiger Nüchterung) ausgedrückt.

Als Maß für die Ausblutungsgeschwindigkeit diente das Verhältnis von Blutverlust nach 90 Sekunden zum Gesamtblutverlust, das in Prozent des letzteren angegeben wird.

3.1.2.3 pH-Wert

Hinweise auf die postmortalen Reifungsvorgänge wurden vom pH-Wert der Brustmuskulatur erwartet. Dieser wurde 15 Minuten und 2 Stunden nach der Schlachtung mit einem tragbaren, batteriebetriebenen pH-Meter des Typs Portamess 651 der Fa. Knick und einer Standard-Einstabmeß-

kette 405 (Ingold) in folgender Reihenfolge und an folgenden 8 Stellen ermittelt:

- M. pect. supf. am linken cranialen Ende des Brustbeins
- M. pect. prof. am linken cranialen Ende des Brustbeins
- M. pect. supf. am linken caudalen Ende des Brustbeins
- M. pect. prof. am linken caudalen Ende des Brustbeins
- M. pect. supf. am rechten cranialen Ende des Brustbeins
- M. pect. prof. am rechten cranialen Ende des Brustbeins
- M. pect. supf. am rechten caudalen Ende des Brustbeins
- M. pect. prof. am rechten caudalen Ende des Brustbeins

Aus den gemessenen 8 Werten wurde für jedes Tier unter Berücksichtigung des Verfahrens nach HOFMANN (1973) der Mittelwert gebildet und als repräsentativ für den Zustand des Brustfleisches angesehen.

3.1.3 Auswertungsverfahren

Zur Auswertung gelangten nur Tiere, bei denen der Versuchsablauf in jeder Phase der Entblutung exakt eingehalten werden konnte. Tiere, die zwischen den beiden Wägungen zur Bestimmung des Gesamtblutverlustes Kot oder Flüssigkeit aus Kropf und/oder Kloake verloren, wurden ebenso aus dem Versuch eliminiert wie solche, bei denen nachgeschnitten werden mußte, oder deren Halsgefäße sich bei der Stichkontrolle als nur angeschnitten herausstellten.

Die Tiere wurden nach dem EKG-Befund in zwei Gruppen (mit/ohne Kammerflimmern) eingeteilt.

Für jede Gruppe wurden zunächst für jedes Merkmal Mittelwert und Standardabweichung berechnet und ein

Säulendiagramm zur Veranschaulichung der Verteilung der Einzelwerte erstellt.

Da diese weitgehend einer Normalverteilung zu entsprechen schienen, erfolgte die statistische Prüfung der Unterschiede zwischen den Gruppenmitteln mit Hilfe des t-Testes für ungleiche Gruppengrößen. Dieser Prüfung voraus ging ein Vergleich der Varianzen der jeweiligen Gruppenmittel mit Hilfe des F-Testes.

Lagen signifikante Unterschiede zwischen den Varianzen vor, wurde statt des üblichen t-Wertes ein modifizierter t'-Wert ermittelt und dem Vergleich der Gruppenmittel zugrundegelegt.

Sämtliche Berechnungen erfolgten nach Verfahren und mit Formeln, die bei SNEDECOR und COCHRAN (1967) beschrieben werden.

3.2 Ergebnisse

3.2.1 Beobachtungen bei der elektrischen Durchströmung und während des Blutentzugs

Die elektrische Durchströmung mit 100 Volt für 4 Sekunden löste bei allen Tieren tonisch-klonische Krämpfe aus, die bis maximal 25 Sekunden nach Einschalten des Stromes anhielten, zumeist jedoch bereits 15 - 17 Sekunden nach Beginn der Durchströmung beendet waren. Während dieser Phase war es praktisch unmöglich, zu erkennen, ob bei den Tieren Kammerflimmern aufgetreten war oder nicht.

Die Krämpfe mündeten bei allen Tieren in einer völligen Erschlaffung, die infolge der Schlachtaufhängung mit einem Abspreizen des Halsgefieders verbunden war.

Bei vorhandener Herztätigkeit erlangten die Tiere innerhalb weniger Sekunden einen gewissen Muskeltonus zurück und legten das Halsgefieder wieder an. Tiere, bei denen die Durchströmung zu Kammerflimmern geführt hatte, verblieben jedoch in dieser Stellung und waren somit beim Anlegen des Entblutungsschnittes 30 Sekunden nach Beginn der Durchströmung auch optisch eindeutig von den noch lebenden zu unterscheiden.

Der Stich selbst rief bei den an Kammerflimmern verendeten Broilern erwartungsgemäß keine Abwehrbewegungen hervor. Auch bei den Überlebenden wurden jedoch kaum derartige Reaktionen beobachtet.

Das Blut floß bei allen Tieren zunächst in kräftigem Strahl, später anhaltend tröpfelnd aus der Schlachtwunde. Hierin zeigten sich von der Ausgangslage (vorhandene/nicht vorhandene Herztätigkeit) unabhängige Unterschiede.

Während der Entblutungsvorgang bei einigen Tieren bereits beim Wiegen des aufgefangenen Blutes beendet schien und kaum noch Blutstropfen fielen, zeigte sich in Ausnahmefällen noch unmittelbar vor Eintritt in das Brühwasser ein wenn auch sehr spärliches Tröpfeln.

Zwischen 60 und 180 Sekunden nach dem Stich traten bei lebend entbluteten Tieren regelmäßig mehr oder weniger anhaltende und heftige Konvulsionen auf, die vermutlich hypoxiebedingt waren, während solche Krampferscheinungen bei den infolge Stromeinwirkung verendeten Broilern fehlten. Das Auftreten derartiger Klonismen konnte somit ebenfalls als Nachweis einer beim Entbluten noch vorhandenen Herzaktivität gewertet werden.

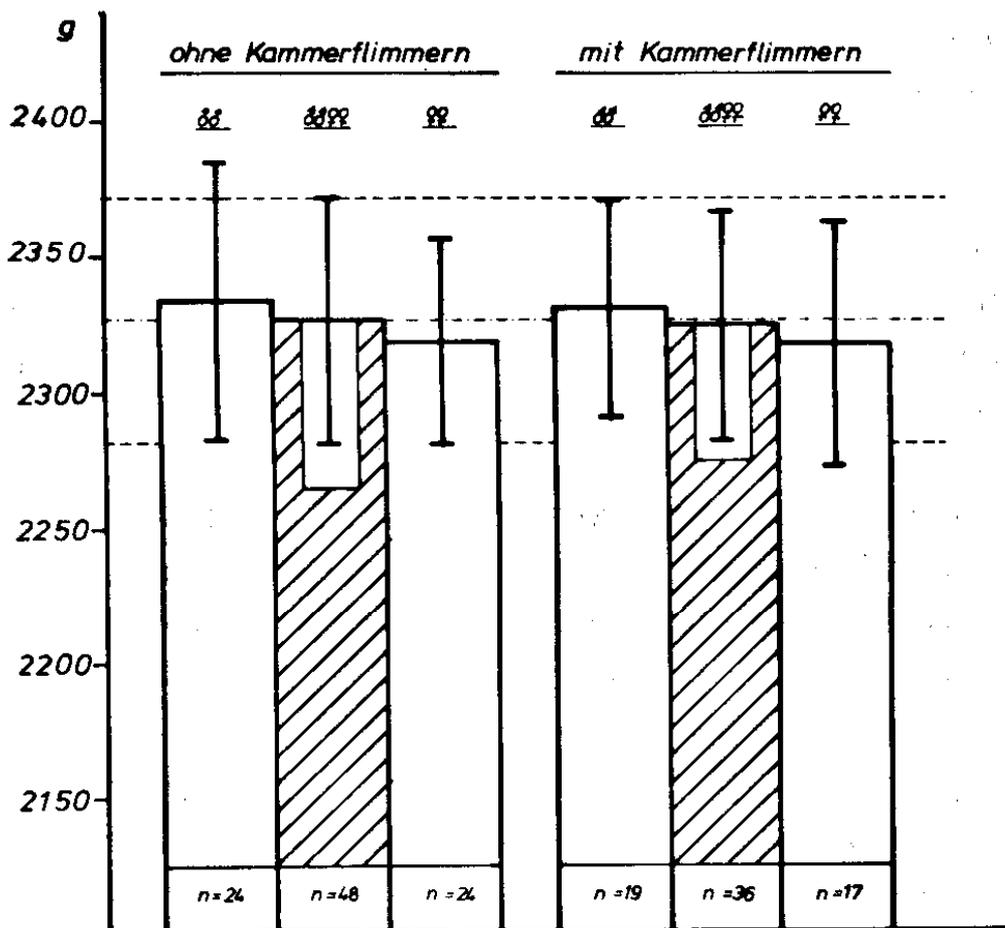
Der Cornealreflex war bei allen Tieren mit Kammerflimmern bereits 30 Sekunden nach Beginn der elektrischen Durchströmung erloschen. Demgegenüber zeigten 32 von 35 untersuchten überlebenden Broilern (=91%) noch 90 Sekunden nach dem Stich eine positive Reaktion. Wenige Sekunden vor dem Eintritt in das Brühwasser (210 Sekunden nach dem Stich) gelang die Auslösung des Cornealreflexes noch bei 10 von 25 untersuchten Broilern (ca. 40%).

In den Tabellen 1 - 3 finden sich nachfolgend im einzelnen besprochene Untersuchungsergebnisse zusammenfassend dargestellt. Die Tabellen 4 - 7 enthalten die Einzelergebnisse.

3.2.2 Blutverlust und Ausblutungsgeschwindigkeit

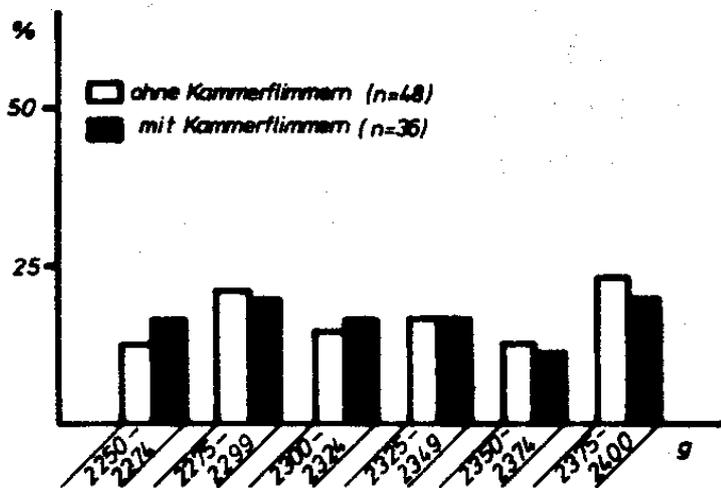
Lebendgewicht

Die mit der Begrenzung des Körpergewichtes auf den Bereich von 2250 - 2400 g angestrebte Nivellierung wurde voll und ganz erreicht (Darst. 1). Das nach 17 - 19stündiger Nüchterung am Morgen des Schlacht- tages ermittelte Lebendgewicht erwies sich bei beiden Gruppen als fast identisch.



Darst. 1: Lebendgewicht am Morgen des Schlachtages nach 17-19stündiger Nüchterung (Mittelwert und Standardabweichung) für jede Gruppe (schraffiert) und jedes Geschlecht. Gruppenmittel -.-.- und Standardabweichung ---- bei vorhandener Herztätigkeit zur Orientierung durchgezogen

Tiere, welche die Betäubung überlebten, wogen im Mittel 2327 g (s = 45 g), solche, bei denen die elektrische Durchströmung zu Kammerflimmern führte, brachten durchschnittlich 2325 g (s = 42 g) auf die Waage.



Darst. 2: Häufigkeitsverteilung des Lebendgewichtes (Angaben in Prozent der Gesamtanzahl jeder Gruppe)

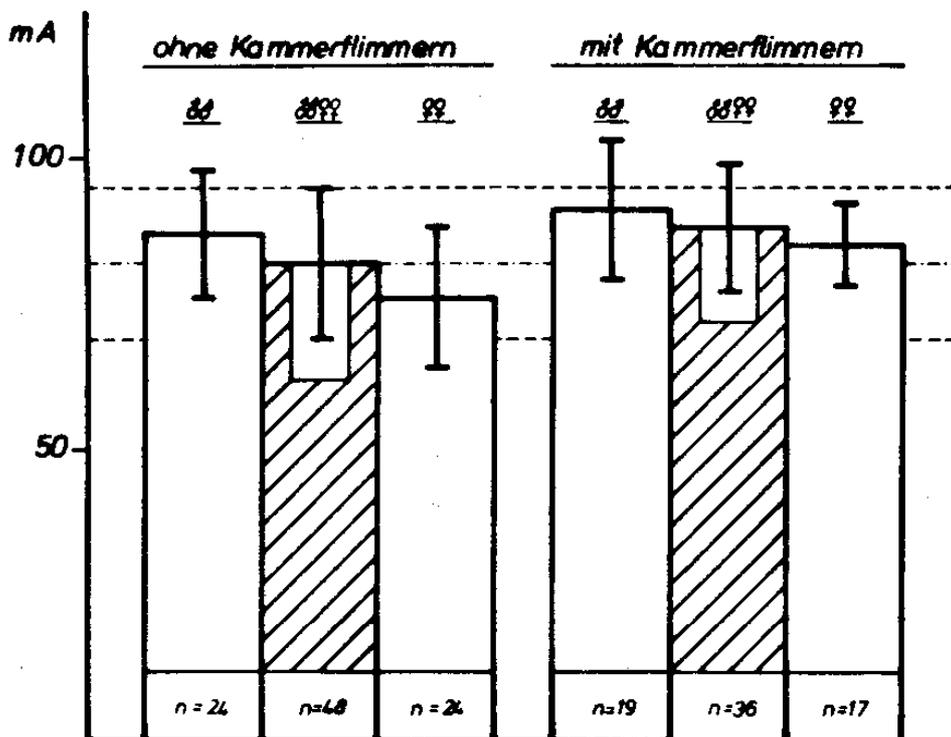
Darst. 2 zeigt die weitgehend gleichmäßige Verteilung der Tiere beider Gruppen auf die einzelnen Gewichtsabschnitte sowie den gesamten Gewichtsbereich. Bei beiden Gruppen waren die Hennen mit einem mittleren Lebendgewicht von 2319 g (überlebende) bzw. 2318 g (verendende) geringfügig leichter als die Hähne, für die Durchschnittsgewichte von 2334 g (überlebende) sowie 2331 g (verendende) errechnet wurden.

Wie diese Angaben zeigen, bestanden auch bei getrennter Betrachtung der Geschlechter keine wesentlichen Unterschiede im Lebendgewicht zwischen Tieren mit erhaltener Herztätigkeit und solchen mit Kammerflimmern.

Stromstärke

Trotz gleicher Spannung und Einwirkungszeit kam es zu erheblichen individuellen Unterschieden in der resultierenden Stromstärke, deren Spannweite zwischen 55 und 110 mA lag.

Demgegenüber erwiesen sich bei beiden Geschlechtern die Unterschiede zwischen den Gruppen als relativ unbedeutend. Während die Gruppe der die Betäubung überlebenden Tiere im Mittel 81 mA ausgesetzt war ($s = 13$ mA), erfolgte die Durchströmung der verendeten Tiere bei durchschnittlich 88 mA ($s = 11$ mA), wie Darstellung 3 zeigt.



Darst. 3: Stromstärke (Mittelwert und Standardabweichung) für jede Gruppe (schraffiert) und jedes Geschlecht. Gruppenmittel -.-.- und Standardabweichung ---- bei vorhandener Herztätigkeit zur Orientierung durchgezogen

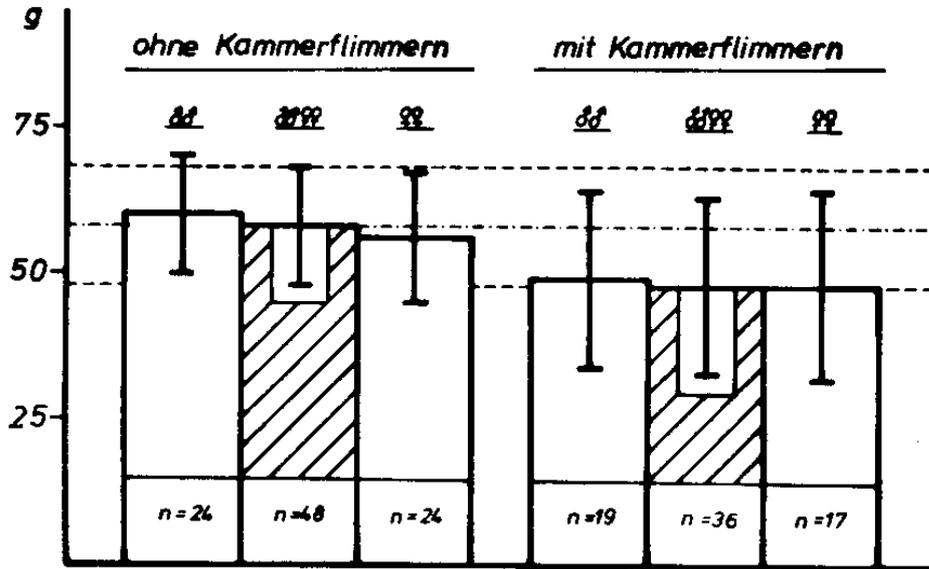
Weibliche Broiler erzielten im Mittel geringere Stromstärken als männliche. So erreichten die überlebenden Hennen durchschnittlich 76 mA ($s = 12$ mA), während den verendeten 85 mA ($s = 9$ mA) verabreicht worden waren. Demgegenüber betrug die bei den Hähnen gemessenen mittleren Stromstärken bei erhaltener Herzfunktion 86 mA ($s = 11$ mA) und 91 mA ($s = 12$ mA) bei Kammerflimmern.

Insgesamt nahm trotz erheblicher individueller Unterschiede in der "Verträglichkeit" der erzielten Stromstärken die Todesrate mit steigender Stromintensität deutlich zu. Im Bereich von 55 - 70 mA fanden 21 Durchströmungen statt, bei denen 1 Tier (=4%) verendete. Zwischen 71 und 90 mA erfolgten 74 Durchströmungen, davon 30 (=41%) mit Todesfolge, und im Bereich von 91 - 110 mA endeten 18 von 34 Durchströmungen tödlich, was einer Todesrate von 53% entspricht.

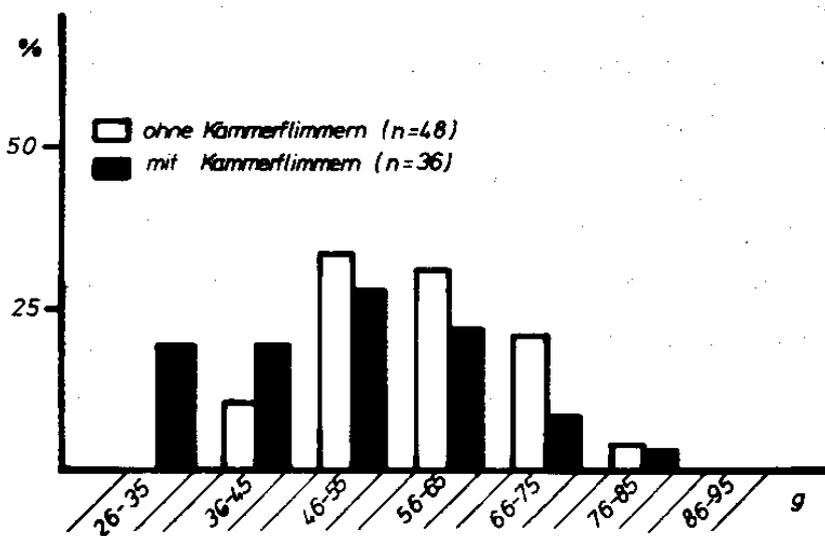
Blutverlust nach 90 Sekunden in g

Deutliche Unterschiede zeigten sich zwischen den Tieren beider Gruppen hinsichtlich des Blutverlustes nach 90 Sekunden (Darst. 4 und 5). Tiere mit vorhandener Herzaktivität verloren innerhalb dieses Zeitraums durchschnittlich 58 g ($s = 10$ g) Blut. Von Broilern, die infolge der elektrischen Durchströmung verendeten, konnten im Mittel nur 48 g ($s = 15$ g) gewonnen werden. Die Differenz von 10 g war trotz der großen individuellen Streuungen signifikant ($p \hat{=} 0.1\%$).

Entsprechende Unterschiede zeigt die getrennte Betrachtung der Geschlechter. Von den die Betäubung überlebenden Hähnen wurden in den ersten 90 Sekunden nach dem



Darst. 4: Blutverlust nach 90 Sekunden (Mittelwert und Standardabweichung) in g für jede Gruppe (schraffiert) und jedes Geschlecht. Gruppenmittel -.-.- und Standardabweichung ---- bei vorhandener Herztätigkeit zur Orientierung durchgezogen



Darst. 5: Häufigkeitsverteilung des Blutverlustes nach 90 Sekunden in g (Angaben in Prozent der Gesamtanzahl jeder Gruppe)

Stich durchschnittlich 60 g (s = 10 g) Blut aufgefangen, bei den bereits verendeten betrug der mittlere Blutverlust lediglich 49 g (s = 15 g). Lebend entblutete Hennen lieferten im Mittel 56 g (s = 11 g), während die verendeten durchschnittlich 48 g (s = 16 g) verloren.

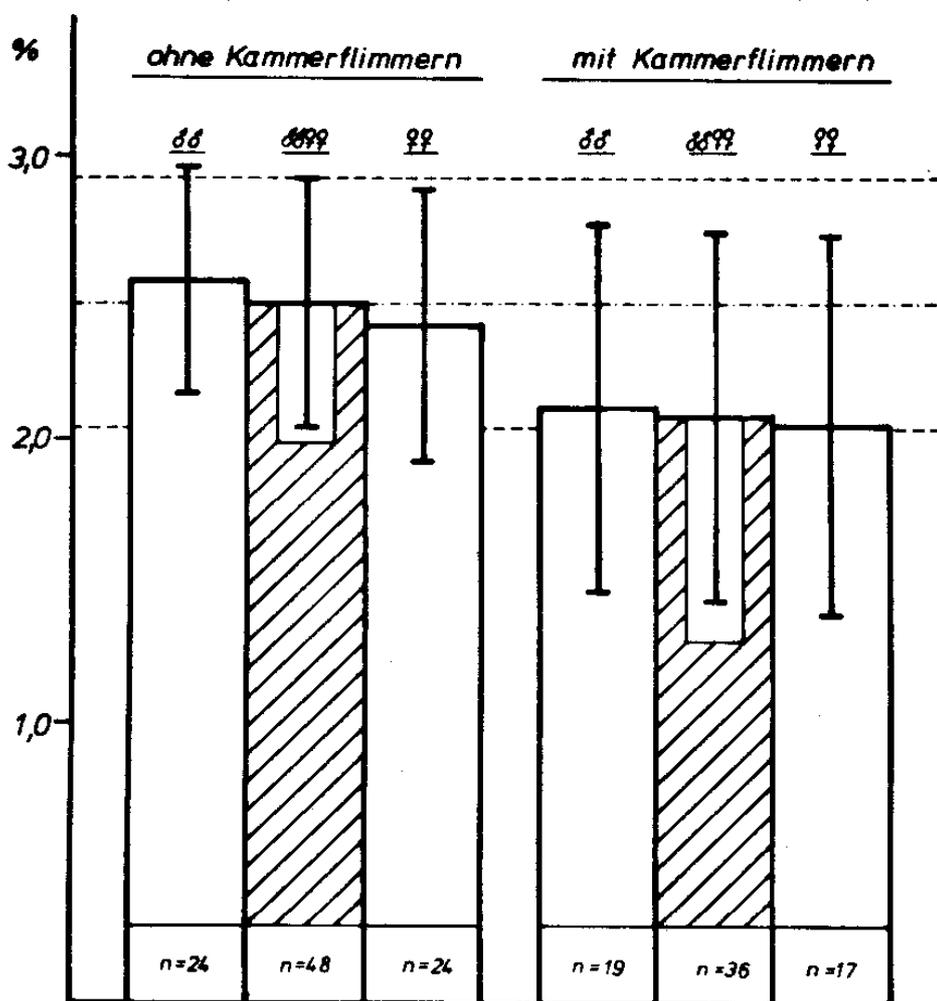
Die Differenz von 11 g bei den männlichen Tieren war auf dem Niveau $p \leq 5\%$, die von 8 g bei den weiblichen nur mit $p \leq 10\%$ abzusichern.

Bei beiden Gruppen zeigten sich erhebliche individuelle Variationen im Blutverlust. Männliche Tiere verloren in 90 Sekunden zwischen 36 und 80 g Blut bei vorhandener Herztätigkeit, bzw. 21 und 74 g bei Ausfall derselben. Weibliche Tiere hatten eine Spannweite von 39 - 82 g bei den lebend entbluteten resp. 24 - 82 g bei Kammerflimmern. Eine Zuordnung der Tiere zur einen oder anderen Gruppe war allein aufgrund des Blutverlustes daher nicht möglich.

Blutverlust nach 90 Sekunden in % des Lebendgewichtes

Ansichts der fast identischen Lebendgewichte beider Gruppen führte die Umrechnung des Blutverlustes nach 90 Sekunden in % des Lebendgewichtes prinzipiell zu den gleichen Ergebnissen (Darst. 6 und 7).

Der prozentuale Blutverlust betrug bei vorhandener Herztätigkeit im Mittel 2.48% (s = 0.44%) des Lebendgewichtes und reduzierte sich bei Ausfall der Herzfunktion auf durchschnittlich 2.08% (s = 0.65%). Die sich daraus ergebende Differenz von 0.40% war statistisch signifikant ($p \leq 1\%$).

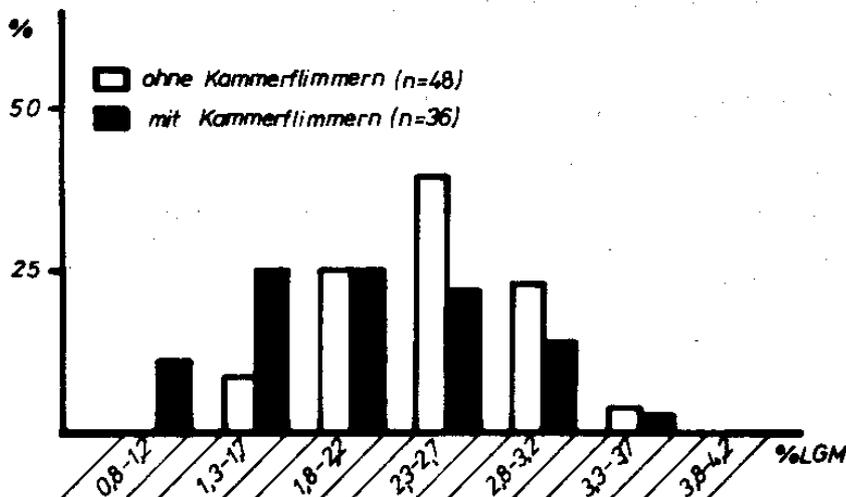


Darst. 6: Blutverlust nach 90 Sekunden in % des Lebendgewichtes (Mittelwert und Standardabweichung) für jede Gruppe (schraffiert) und jedes Geschlecht. Gruppenmittel -.-.- und Standardabweichung ---- bei vorhandener Herz-
tätigkeit zur Orientierung durchgezogen

Vorteile für die Lebendentblutung traten auch nach Trennung der Geschlechter noch deutlich zutage. So verloren lebend entblutete Hähne innerhalb der ersten 90 Sekunden der Entblutung durchschnittlich 2.56% (s = 0.40%) ihres Lebendgewichtes an Blut, während von den Hähnen mit Kammerflimmern im Mittel nur 2.11% (s = 0.65%) gewonnen werden konnten. Geringere Unterschiede zeigten

sich bei den weiblichen Tieren. Bei Hennen mit vorhandener Herzaktivität belief sich der mittlere Blutverlust auf 2.40% (s = 0.48%) des Lebendgewichtes, während bei Hennen mit Kammerflimmern 2.05% (s = 0.67%) aufgefangen wurden.

Auch diese Unterschiede von 0.45% bei den männlichen und 0.35% bei den weiblichen Tieren waren statistisch schwach signifikant ($p \leq 5\%$ bzw. $p \leq 10\%$).



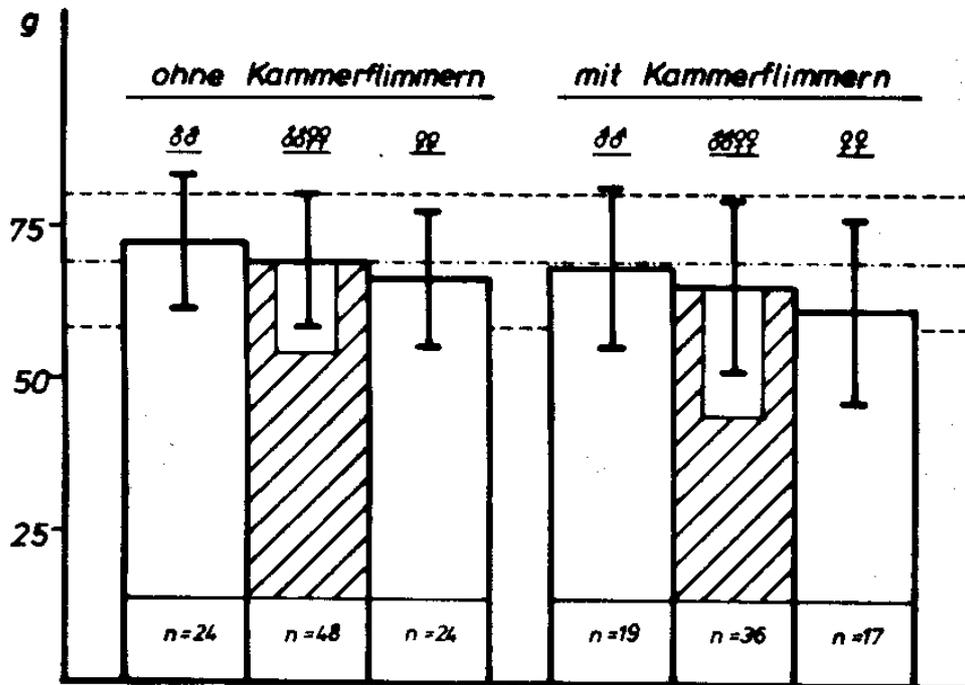
Darst. 7: Häufigkeitsverteilung des Blutverlustes nach 90 Sekunden in % des Lebendgewichtes (Angaben in Prozent der Gesamtanzahl jeder Gruppe)

Wie beim absoluten bestanden auch beim prozentualen Blutverlust bei beiden Gruppen erhebliche individuelle Unterschiede. Während der Anteil der innerhalb der ersten 90 Sekunden nach dem Stich gewonnenen Blutmenge am Lebendgewicht bei vorhandener Herztätigkeit zwischen

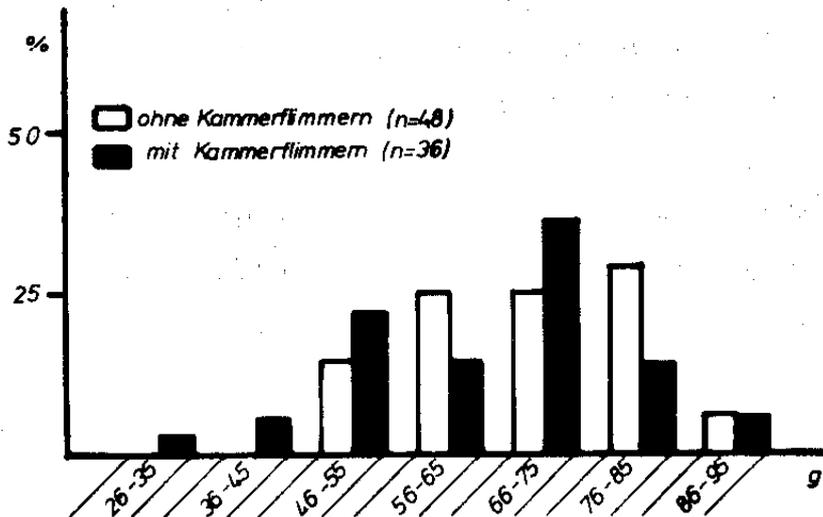
1.58% und 3.39% (Hähne) resp. 1.66% und 3.58% (Hennen) variierte, wurden bei Ausfall der Herzaktivität zwischen 0.92% und 3.24% (Hähne) bzw. 1.05% und 3.44% (Hennen) ermittelt.

Blutverlust nach 180 Sekunden in g

Die Verlängerung der Ausblutungszeit um weitere 90 Sekunden führte zu einer weitgehenden Angleichung der Ausblutungsergebnisse beider Gruppen (Darst. 8 und 9).



Darst. 8: Blutverlust nach 180 Sekunden in g (Mittelwert und Standardabweichung) für jede Gruppe (schraffiert) und jedes Geschlecht. Gruppenmittel -.-.- und Standardabweichung ---- bei vorhandener Herztätigkeit zur Orientierung durchgezogen



Darst. 9: Häufigkeitsverteilung des Blutverlustes nach 180 Sekunden in g (Angaben in Prozent der Gesamttierzahl jeder Gruppe)

Tiere mit vorhandener Herzaktivität hatten 180 Sekunden nach dem Stich durchschnittlich 69 g (s = 11 g) Blut verloren, während Tiere mit Kammerflimmern einen mittleren Gesamtblutverlust von 65 g (s = 14 g) erreichten. Damit reduzierte sich die 90 Sekunden nach Beginn der Entblutung vorhandene Differenz zwischen beiden Gruppen um mehr als die Hälfte. Der geringe bestehenbleibende Unterschied von 4 g war statistisch nicht mehr signifikant ($p \geq 10\%$).

Auch bei getrennter Betrachtung der Geschlechter ließen sich kaum noch wesentliche Unterschiede im Ausblutungsgrad feststellen. Männliche Broiler, welche die Betäubung überlebten, verloren im Mittel 72 g (s = 11 g) Blut, solche, die infolge der elektrischen Durchströmung verendeten, 68 g (s = 13 g). Weibliche Tiere verloren

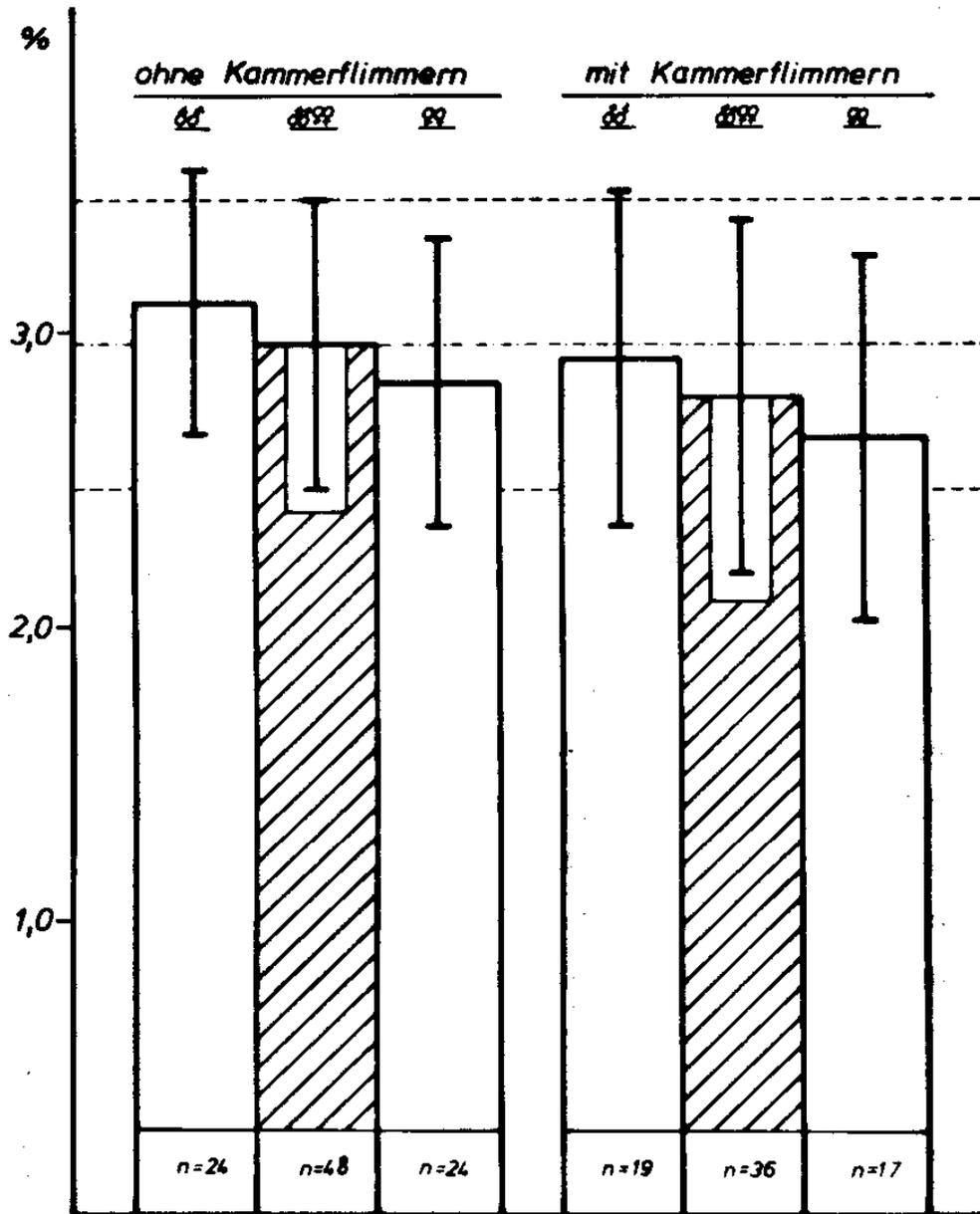
insgesamt durchschnittlich 66 g (s = 11 g) bei vorhandener und 61 g (s = 15 g) bei Ausfall der Herztätigkeit. Diese Differenzen waren weder bei den männlichen noch bei den weiblichen Tieren signifikant ($p \geq 10\%$).

Auch nach Beendigung der Ausblutung 180 Sekunden nach dem Stich zeigten sich erhebliche individuelle Unterschiede im Blutverlust. Die Spannweite der gemessenen Werte umfaßte bei vorhandener Herzaktivität 47 - 90 g bei Hähnen und 48 - 91 g bei Hennen. Von männlichen Tieren mit Kammerflimmern wurden zwischen 46 und 86 g, von weiblichen zwischen 35 und 90 g Blut erhalten.

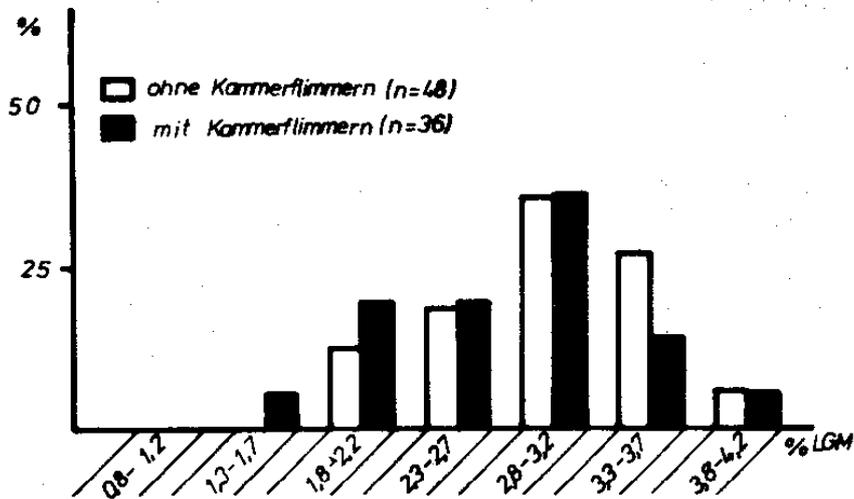
Blutverlust nach 180 Sekunden in % des Lebendgewichtes

Die Angleichung der beiden untersuchten Gruppen im Hinblick auf das Ausblutungsergebnis kommt auch nach Umrechnung des Gesamtblutverlustes in % des Lebendgewichtes noch deutlich zum Ausdruck (Darst. 10 und 11). Zwischen 90 und 180 Sekunden nach dem Stich verloren Tiere ohne Kammerflimmern durchschnittlich weitere 0.48% ihres Lebendgewichtes an Blut. Der mittlere Blutverlust der an Kammerflimmern verendeten Tiere betrug in diesem Zeitraum jedoch 0.70%. Infolgedessen belief sich der Gesamtblutverlust der lebend entbluteten Gruppe auf 2.96% (s = 0.49%), der nach dem Verenden entbluteten auf 2.78% (s = 0.60%). Der daraus resultierende geringe Unterschied von 0.18% war statistisch nicht gesichert ($p \geq 10\%$).

Die getrennte Betrachtung der Geschlechter führte im wesentlichen zum gleichen Ergebnis. Bei männlichen wie weiblichen Tieren hatte sich der Abstand zwischen den



Darst. 10: Blutverlust nach 180 Sekunden in % des Lebendgewichtes (Mittelwert und Standardabweichung) für jede Gruppe (schraffiert) und jedes Geschlecht. Gruppenmittel -.-.- und Standardabweichung ---- bei vorhandener Herzaktivität zur Orientierung durchgezogen



Darst. 11: Häufigkeitsverteilung des Blutverlustes nach 180 Sekunden in % des Lebendgewichtes (Angaben in Prozent der Gesamt tierzahl jeder Gruppe)

beiden Gruppen um etwa die Hälfte verringert. Der Gesamtblutverlust der Hähne lag somit im Mittel bei 3.10% (s = 0.45%) bei vorhandener und 2.91% (s = 0.57%) bei Ausfall der Herzaktivität. Weibliche Tiere hatten einen Gesamtblutverlust von durchschnittlich 2.83% (s = 0.49%) bei Lebendentblutung gegenüber 2.64% (s = 0.62%) bei Kammerflimmern.

Die Differenz von 0.19% war bei beiden Geschlechtern nicht signifikant ($p \geq 10\%$).

Auch bei diesem Merkmal waren erhebliche individuelle Unterschiede zu beobachten. Die größte Spannweite fand sich bei den weiblichen Tieren. So konnten von den lebend entbluteten Hennen insgesamt zwischen 2.00% und 3.97% ihres Lebendgewichtes an Blut gewonnen werden, während infolge der elektrischen Durchströmung verendete Hennen zwischen 1.53% und 3.77% verloren. Der Gesamt-

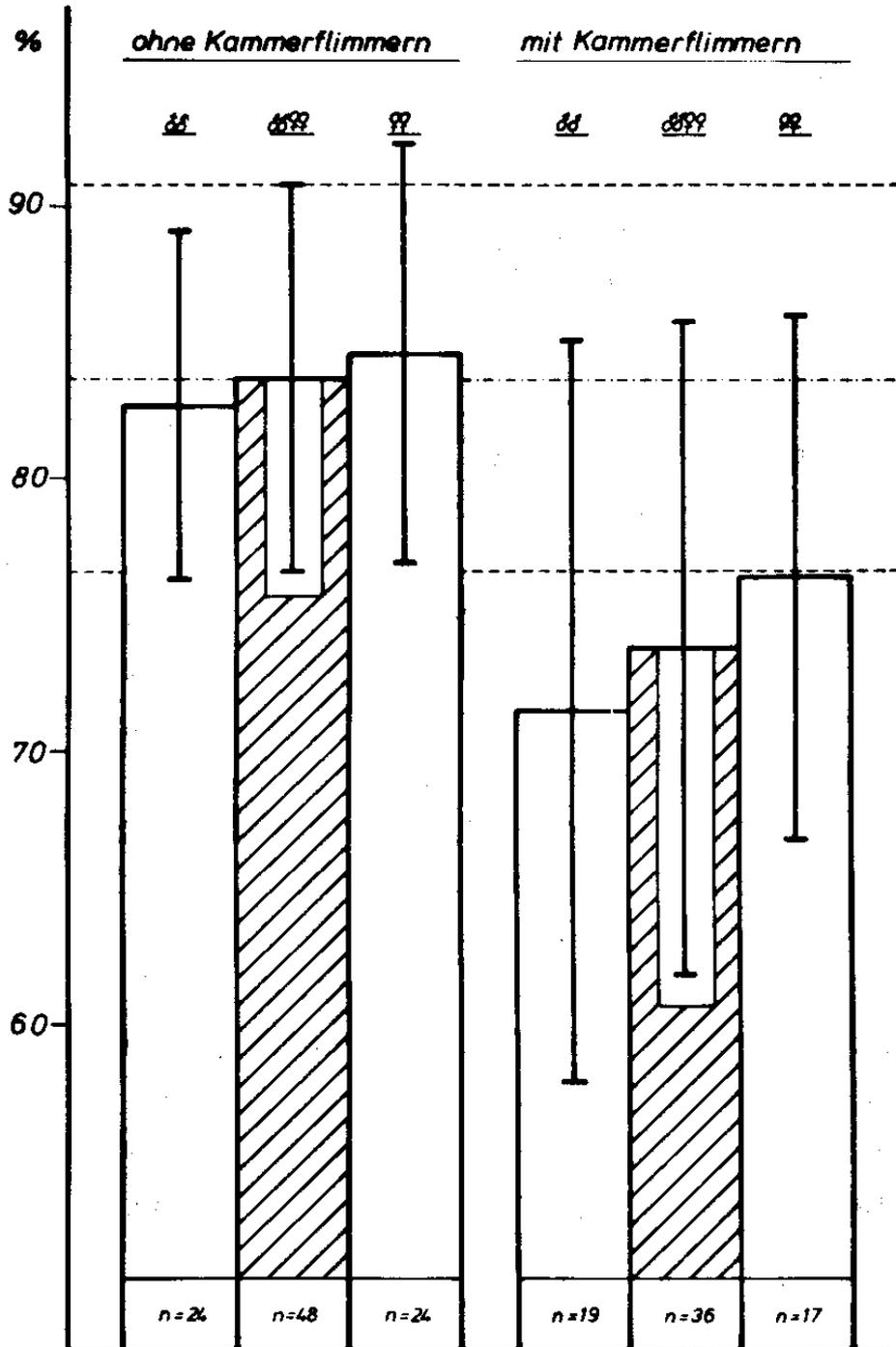
blutverlust männlicher Tiere belief sich auf 2.06% - 3.81% bei vorhandener und 1.93% - 3.78% bei Ausfall der Herztätigkeit.

Blutverlust nach 90 Sekunden in % des Gesamtblutverlustes (Ausblutungsgeschwindigkeit)

Bei einem Vergleich der nach 90 und 180 Sekunden gewonnenen Blutmengen treten deutliche Unterschiede in der Ausblutungsgeschwindigkeit zwischen den beiden untersuchten Gruppen zutage. Der Anteil des in der ersten Hälfte des Entblutungszeitraumes aufgefangenen Volumens am Gesamtblutverlust war bei vorhandener Herztätigkeit signifikant höher als bei Ausfall derselben ($p \leq 0.1\%$). Für die Gruppe der lebend entbluteten Broiler wurde diesbezüglich ein mittlerer Wert von 83.7% ($s = 7.1\%$) ermittelt, während die Gruppe mit Kammerflimmern in der gleichen Zeit lediglich einen Schnitt von 73.8% ($s = 12.0\%$) erreichte (Darst. 12 und 13).

Diese Befunde weisen auf eine raschere Ausblutung bei vorhandener Herztätigkeit hin.

Entsprechend deutliche Unterschiede fanden sich sowohl bei den männlichen als auch bei den weiblichen Tieren. Lebend entblutete Hähne verloren in den ersten 90 Sekunden nach dem Stich durchschnittlich bereits 82.7% ($s = 6.4\%$), nach dem Verenden entblutete dagegen im Mittel nur 71.5% ($s = 13.6\%$) der insgesamt aufgefangenen Schlachtblutmenge. Bei Hennen betrug dieser Anteil im Mittel 84.6% ($s = 7.7\%$) sofern das Herz noch schlug. Bereits durch die Betäubung getötete Hennen lieferten

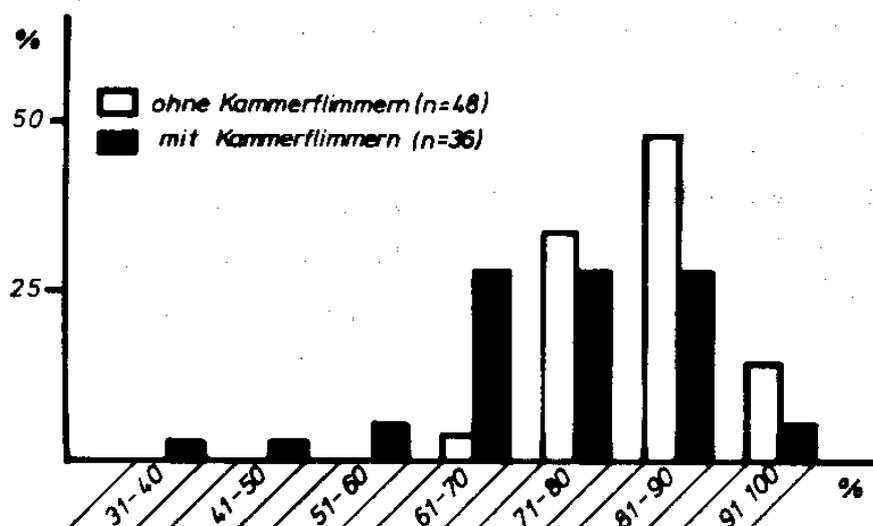


Darst. 12: Blutverlust nach 90 Sekunden in % des Gesamtblutverlustes nach 180 Sekunden (Ausblutungsgeschwindigkeit; Mittelwert und Standardabweichung) für jede Gruppe (schraffiert) und jedes Geschlecht. Gruppenmittel -.-.- und Standardabweichung ---- bei vorhandener Herztätigkeit zur Orientierung durchgezogen

dagegen in der gleichen Zeit durchschnittlich nur 76.4% (s = 9.6%).

Die sich daraus ergebenden Differenzen von 11.2% bei den männlichen und 8.2% bei den weiblichen Tieren waren auf einem Niveau von $p \leq 0.5\%$ signifikant.

Auch bei diesem Parameter bestand eine erhebliche individuelle Streuung der Werte. Die Spannweite bewegte sich bei lebend entbluteten Hähnen zwischen 67.3% und 100%, bei den nach dem Verenden entbluteten zwischen 40.4% und 95.7%. Hennen verloren bei Lebendentblutung zwischen 68.3% und 97.1% , bei Kammerflimmern zwischen 61.5% und 91.1%.



Darst. 13: Häufigkeitsverteilung des Blutverlustes nach 90 Sekunden in % des Gesamtblutverlustes nach 180 Sekunden (Ausblutungsgeschwindigkeit). (Angaben in Prozent der Gesamttierzahl jeder Gruppe)

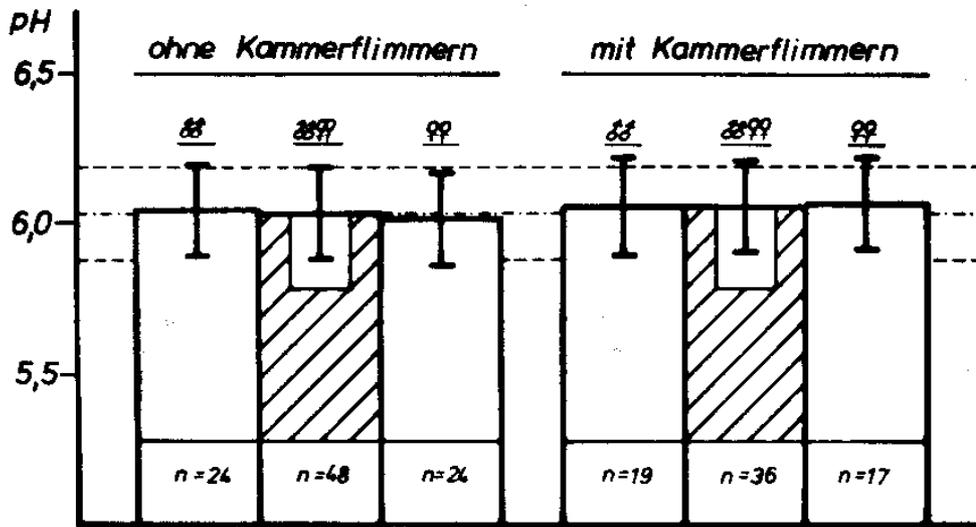
3.2.3 Säuerungsgrad der Brustmuskulatur

Unterschiede im Säuerungsgrad ließen sich zwischen den beiden Gruppen zu keinem der beiden Meßzeitpunkte erkennen. So betrug der pH-Wert der Brustmuskulatur 15 Minuten nach dem Entbluten bei Broilern ohne Kammerflimmern im Mittel 6.03, bei Broilern mit Kammerflimmern 6.05 (Darst. 14 - 17). Auch die Streuung innerhalb der beiden Gruppen war mit $s = 0.15$ identisch.

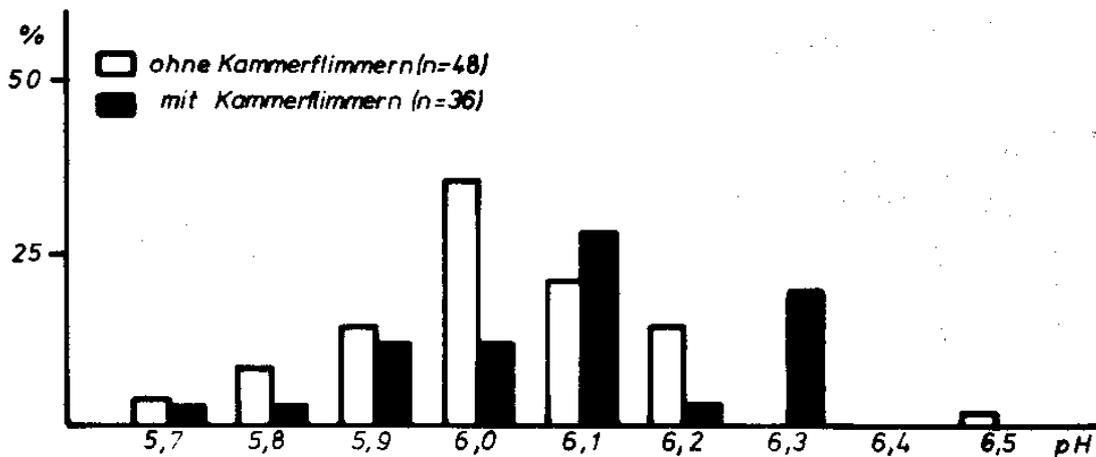
Männliche Tiere hatten einen pH-Wert von durchschnittlich 6.04 ($s = 0.15$) bei vorhandener und 6.05 ($s = 0.16$) bei Ausfall der Herztätigkeit aufzuweisen. Bei weiblichen Broilern wurden im Mittel 6.01 bei Lebendentblutung und 6.06 bei Kammerflimmern gemessen, wobei sich die Streuung bei beiden Gruppen mit $s = 0.15$ kennzeichnen ließ.

2 Stunden nach dem Entbluten zeigte sich der pH-Wert bei keiner Gruppe nennenswert abgesunken. Sowohl bei den lebend entbluteten als auch bei den nach dem Verenden abgestochenen Tieren wurden 5.98 ($s = 0.15$) ermittelt. Die pH-Werte der männlichen Broiler beliefen sich auf 5.99 ($s = 0.15$) bei Lebendentblutung gegenüber 5.97 ($s = 0.12$) bei Kammerflimmern. Der mittlere pH-Wert der weiblichen Tiere betrug 5.98 bei vorhandener und 5.99 bei Ausfall der Herztätigkeit, wobei als Maß für die Streuung bei ersteren $s = 0.15$, bei letzteren $s = 0.18$ errechnet wurden.

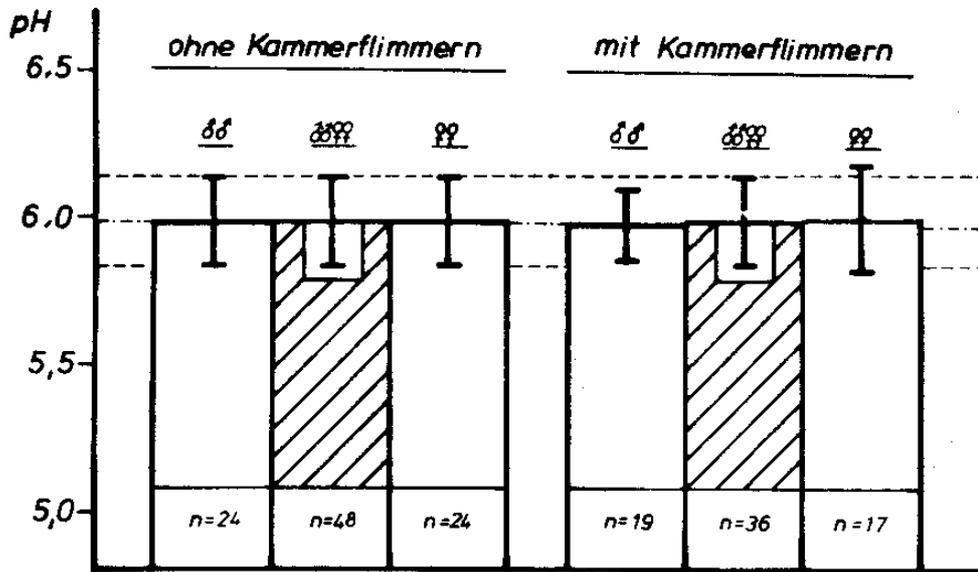
Soweit der pH-Wert erkennen ließ, blieb somit der Ausfall der Herztätigkeit bei der Entblutung ohne negative Folgen für die Fleischreifung zumindest der Brustmuskulatur.



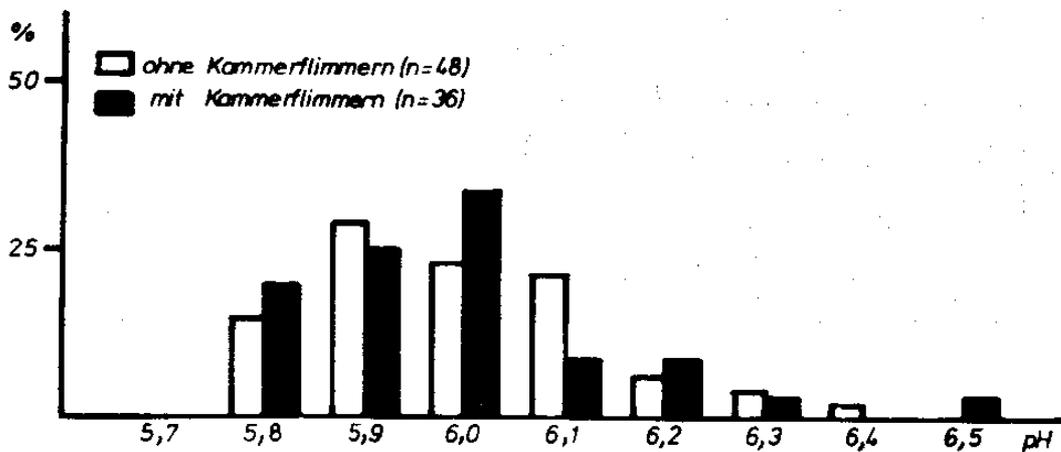
Darst. 14: pH-Wert der Brustmuskulatur 15 min nach dem Schlachten (Mittelwert und Standardabweichung) für jede Gruppe (schraffiert) und jedes Geschlecht. Gruppenmittel -.-.- und Standardabweichung ---- bei vorhandener Herz-tätigkeit zur Orientierung durchgezogen



Darst. 15: Häufigkeitsverteilung des pH-Wertes der Brustmuskulatur 15 min nach dem Schlachten (Angaben in Prozent der Gesamt-tierzahl jeder Gruppe)



Darst. 16: pH-Wert der Brustmuskulatur 2 h nach der Schlachtung (Mittelwert und Standardabweichung) für jede Gruppe (schraffiert) und jedes Geschlecht. Gruppenmittel -.-.- und Standardabweichung ---- bei vorhandener Herz-tätigkeit zur Orientierung durchgezogen



Darst. 17: Häufigkeitsverteilung des pH-Wertes der Brustmuskulatur 2 h nach der Schlachtung (Angaben in Prozent der Gesamt-tierzahl jeder Gruppe)

Tabelle 1: Vergleich der Gruppenmittel lebend und nach dem Verenden entbluteter Tiere

Merkmal	ohne Kammerfl.		mit Kammerfl.		
	(n = 48)		(n = 36)		
	\bar{x}	s	\bar{x}	s	
Lebendgewicht in g	2327	45	2325	42	--
Blutverlust nach 90 sec in g	58	10	48	15	xxx
Blutverlust nach 180 sec in g	69	11	65	14	--
Blutverlust nach 90 sec in % des Lebendgewichtes	2.48	0.44	2.08	0.65	xx
Blutverlust nach 180 sec in % des Lebendgewichtes	2.96	0.49	2.78	0.60	--
Ausblutungsgeschw. (Blutverlust nach 90 sec in % des nach 180 sec)	83.7	7.1	73.8	12.0	xxx
pH-Wert 15 min p.m.	6.03	0.15	6.05	0.15	--
pH-Wert 2 h p.m.	5.98	0.15	5.98	0.15	--

-- = nicht signifikant; x = (p $\hat{=}$ 5%); xx = (p $\hat{=}$ 1%); xxx = (p $\hat{=}$ 0.1%)

Tabelle 2: Vergleich der Gruppenmittel lebend und nach dem Verenden entbluteter Hähne

Merkmal	ohne Kammerfl.		mit Kammerfl.		
	(n = 24)		(n = 19)		
	\bar{x}	s	\bar{x}	s	
Lebendgewicht in g	2334	51	2331	40	--
Blutverlust nach 90 sec in g	60	10	49	15	x
Blutverlust nach 180 sec in g	72	11	68	13	--
Blutverlust nach 90 sec in % des Lebendgewichtes	2.56	0.40	2.11	0.65	x
Blutverlust nach 180 sec in % des Lebendgewichtes	3.10	0.45	2.91	0.57	--
Ausblutungsgeschw. (Blutverlust nach 90 sec in % des nach 180 sec)	82.7	6.4	71.5	13.6	xx
pH-Wert 15 min p.m.	6.04	0.15	6.05	0.16	--
pH-Wert 2 h p.m.	5.99	0.15	5.97	0.12	--

-- = nicht signifikant; x = (p $\hat{=}$ 5%); xx = (p $\hat{=}$ 1%); xxx = (p $\hat{=}$ 0.1%)

Tabelle 3: Vergleich der Gruppenmittel lebend und nach dem Verenden entbluteter Hennen

Merkmal	ohne Kammerfl.		mit Kammerfl.		
	(n = 24)		(n = 17)		
	\bar{x}	s	\bar{x}	s	
Lebendgewicht in g	2319	38	2318	45	--
Blutverlust nach 90 sec in g	56	11	48	16	(x)
Blutverlust nach 180 sec in g	66	11	61	15	--
Blutverlust nach 90 sec in % des Lebendgewichtes	2.40	0.48	2.05	0.67	(x)
Blutverlust nach 180 sec in % des Lebendgewichtes	2.83	0.49	2.64	0.62	--
Ausblutungsgeschw. (Blutverlust nach 90 sec in % des nach 180 sec)	84.6	7.7	76.4	9.6	xx
pH-Wert 15 min p.m.	6.01	0.15	6.06	0.15	--
pH-Wert 2 h p.m.	5.98	0.15	5.99	0.18	--

-- = nicht signifikant; (x) = (p $\hat{=}$ 10%); x = (p $\hat{=}$ 5%); xx = (p $\hat{=}$ 1%); xxx = (p $\hat{=}$ 0.1%)

Tabelle 4: Einzelergebnisse der männlichen Tiere ohne Kammerflimmern

Tiere	mA	LMG(g)	Blutverlust nach				90s/ 180s%	pH _{15'}	pH _{2h}
			90s(g)	180s(g)	90s%	180s%			
37	83	2380	53	60	2.23	2.52	88.3	6.16	5.75
71	65	2295	65	78	2.83	3.40	83.3	6.00	5.99
8	65	2385	72	84	3.02	3.52	85.7	6.23	6.02
75	95	2385	64	78	2.68	3.27	82.1	6.00	5.88
35	98	2415	57	65	2.36	2.69	87.7	5.92	5.69
36	92	2400	64	80	2.67	3.33	80.0	5.91	6.18
85	100	2378	60	77	2.52	3.24	77.9	5.98	5.97
13	90	2359	80	89	3.39	3.77	89.9	6.09	6.22
89	80	2400	60	60	2.50	2.50	100.0	5.98	5.93
78	90	2292	54	61	2.36	2.66	88.5	6.02	5.85
81	95	2304	60	67	2.60	2.91	89.6	5.98	6.05
27	100	2326	66	80	2.84	3.44	82.5	5.91	5.79
1	80	2327	52	67	2.23	2.88	77.6	5.81	5.88
32	70	2264	60	78	2.65	3.45	76.9	5.97	6.10
31	75	2254	37	55	1.64	2.44	67.3	6.09	6.04
79	100	2248	59	67	2.62	2.98	88.1	6.10	6.10
8	95	2388	61	74	2.55	3.10	82.4	5.83	5.88
3	75	2313	63	77	2.72	3.33	81.8	6.18	6.08
15	80	2334	66	83	2.83	3.56	79.5	6.00	6.06
56	90	2344	55	71	2.35	3.03	77.5	6.11	6.05
67	95	2264	66	80	2.92	3.53	82.5	6.51	6.30
85	90	2363	70	90	2.96	3.81	77.8	6.14	6.12
11	80	2318	55	68	2.37	2.93	80.9	6.00	5.82
25	85	2279	36	47	1.58	2.06	76.6	6.00	5.93

Tabelle 5: Einzelergebnisse der weiblichen Tiere ohne Kammerflimmern

Tiere	mA	LMG(g)	Blutverlust nach				90s/ 180s%	pH _{15'}	pH _{2h}
			90s(g)	180s(g)	90s%	180s%			
42	55	2295	52	63	2.27	2.75	82.5	5.83	5.94
83	63	2355	39	51	1.66	2.17	76.5	6.01	6.10
86	70	2357	67	78	2.84	3.31	85.9	5.78	6.13
7	85	2360	67	69	2.84	2.92	97.1	5.94	5.83
90	68	2350	41	60	1.74	2.55	68.3	6.15	6.36
45	60	2283	49	64	2.15	2.80	76.6	5.71	5.99
29	80	2287	61	78	2.67	3.41	78.2	6.12	6.08
19	75	2374	56	71	2.36	2.99	78.9	6.19	6.27
69	75	2295	48	50	2.09	2.18	96.0	6.07	5.86
17	55	2290	82	91	3.58	3.97	90.1	6.18	6.23
80	70	2328	52	67	2.23	2.88	77.6	5.74	5.89
100	100	2252	50	63	2.22	2.80	79.4	5.93	5.94
57	70	2325	48	56	2.06	2.41	85.7	5.98	5.78
20	75	2321	50	52	2.15	2.24	96.2	6.25	6.08
89	80	2338	53	64	2.27	2.74	82.8	6.02	5.90
91	75	2312	59	69	2.55	2.98	85.5	6.14	5.98
50	80	2260	60	73	2.65	3.23	82.2	5.95	5.95
46	100	2284	72	78	3.15	3.42	92.3	6.01	5.76
55	95	2279	50	64	2.19	2.81	78.1	6.02	5.87
13	65	2302	68	70	2.95	3.04	97.1	6.14	5.99
35	80	2317	46	50	1.99	2.16	92.0	6.04	5.93
14	90	2398	42	48	1.75	2.00	87.5	5.91	5.88
70	85	2375	51	64	2.15	2.69	79.7	5.97	5.97
29	80	2327	69	81	2.97	3.48	85.2	6.25	6.05

Tabelle 6: Einzelergebnisse der männlichen Tiere mit Kammerflimmern

Tiere	mA	LGM(g)	Blutverlust nach				90s/ 180s%	pH _{15'}	pH _{2h}
			90s(g)	180s(g)	90s%	180s%			
16	85	2385	32	46	1.34	1.93	69.6	6.28	6.16
60	102	2385	23	46	0.96	1.93	50.0	6.28	5.87
54	104	2315	50	67	2.16	2.89	74.6	6.09	6.12
26	75	2380	70	81	2.94	3.40	86.4	5.96	5.81
39	75	2339	40	63	1.71	2.69	63.5	5.97	6.00
18	103	2400	47	67	1.96	2.79	70.1	5.96	6.17
61	85	2310	60	80	2.60	3.46	75.0	6.25	5.99
90	100	2273	51	86	2.24	3.78	59.3	5.87	5.97
21	95	2308	37	70	1.60	3.03	52.9	6.07	6.05
19	95	2359	67	70	2.84	2.97	95.7	6.14	6.03
38	85	2359	37	49	1.57	2.08	75.5	6.33	6.12
71	100	2315	62	78	2.68	3.37	79.5	5.75	5.82
44	100	2345	54	74	2.30	3.16	73.0	6.15	6.02
63	105	2293	49	71	2.14	3.10	69.0	5.82	5.87
24	95	2333	60	74	2.57	3.17	81.1	5.94	5.85
49	90	2298	42	54	1.83	2.35	77.8	5.95	5.96
41	90	2338	58	75	2.48	3.21	77.3	6.02	5.87
22	85	2273	21	52	0.92	2.29	40.4	6.08	5.85
88	60	2281	74	85	3.24	3.73	87.1	6.01	5.91

Tabelle 7: Einzelergebnisse der weiblichen Tiere mit Kammerflimmern

Tiere	mA	LGM(g)	B l u t v e r l u s t nach				90s/ 180s%	pH ₁₅	pH _{2h}
			90s(g)	180s(g)	90s%	180s%			
20	72	2258	46	57	2.04	2.52	80.7	5.89	5.99
43	84	2385	49	74	2.05	3.10	66.2	5.93	5.75
73	80	2268	59	71	2.60	3.13	83.1	6.30	6.48
57	85	2337	37	51	1.58	2.18	72.5	5.85	6.02
36	110	2298	31	50	1.35	2.18	62.0	6.31	6.27
48	90	2385	82	90	3.44	3.77	91.1	6.11	6.19
99	80	2271	63	76	2.77	3.35	82.9	5.90	5.86
40	80	2255	37	49	1.64	2.17	75.5	5.93	6.03
65	75	2301	34	45	1.48	1.96	75.6	6.11	6.05
6	90	2378	50	62	2.10	2.61	80.6	6.14	5.94
16	90	2356	63	71	2.67	3.01	88.7	6.10	6.01
92	85	2338	65	74	2.78	3.17	87.8	6.00	5.94
68	95	2299	54	63	2.35	2.74	85.7	6.15	5.88
52	80	2290	24	35	1.05	1.53	68.6	6.15	5.80
4	80	2320	40	60	1.72	2.62	66.7	5.91	5.88
74	85	2293	24	39	1.05	1.70	61.5	6.25	5.97
64	85	2366	51	75	2.16	3.17	68.0	5.97	5.84

4. Diskussion

Die relativ große Zeitspanne zwischen dem Beginn der elektrischen Durchströmung und dem Anlegen des Entblutungsschnittes erwies sich nicht nur aus versuchstechnischen Gründen als notwendig, sondern auch als optimal im Hinblick auf die der Untersuchung zugrundeliegende Fragestellung.

Auch bei den überlebenden Broilern kommt es, wenn auch vorübergehend, infolge des Elektroschocks zu erheblichen Funktionsstörungen im Herz-Kreislauf-System, die sich bei diesen Tieren in einem drastischen Abfall der Herzfrequenz, anhaltenden Arrhythmien und Ansteigen des Blutdrucks manifestieren (RICHARDS und SYKES, 1967; FRICKER, 1974; KUENZEL und WALTHER, 1978). 30 Sekunden nach Durchströmungsbeginn sind die hämodynamisch bedeutsamen Beeinträchtigungen der Herztätigkeit jedoch wieder im Abklingen begriffen (RICHARDS und SYKES, 1967; FRICKER, 1974; WORMUTH et al., 1981). BREMNER (1977) empfiehlt daher, den Entblutungsschnitt nicht vor Ablauf dieser Zeit auszuführen. Darüber hinaus bewegt sich der Blutdruck zu diesem Zeitpunkt noch immer in der Nähe des Maximums (FRICKER, 1974), was nach THORNTON (1973) entscheidende Vorteile hinsichtlich der Ausblutung mit sich bringen soll.

Somit kann angenommen werden, daß zu dem für die Entblutung gewählten Zeitpunkt - 30 Sekunden nach Beginn der elektrischen Durchströmung - für die noch lebenden Tiere die denkbar günstigsten Voraussetzungen für eine aktive Ausblutung vorgelegen haben.

Demgegenüber konnte die Ausblutung der getöteten Broiler allein aufgrund passiver Vorgänge erfolgen.

Obwohl im Elektrokardiogramm Flimmerwellen frühestens einige Sekunden nach dem Ausschalten der Betäubungsspannung aufgezeichnet wurden - aus versuchstechnischen Gründen mußte die Registrierung der Kurve für die Dauer der elektrischen Durchströmung unterbrochen werden - kann das Erlöschen der Herztätigkeit in etwa mit dem Beginn der Durchströmung gleichgesetzt werden. Nach IRNICH et al. (1974) ist für das Auslösen von Kammerflimmern weniger die Summation elektrischer Reize als vielmehr der Stimulationseffekt der ersten (überschwelligen) Sinuswelle maßgebend. Zudem benötigt der elektrische Strom bei Broilern im ungünstigsten Fall maximal 2 Sekunden, um zu seiner vollen Stärke aufzulaufen (WORMUTH et al., 1981).

Infolge des Ausfalls der Herztätigkeit kommt es innerhalb von 20 - 25 Sekunden aufgrund des zunehmenden Sauerstoffmangels zum irreversiblen Verlust auch der Hirntätigkeit (ROBERTS, 1954; HOENDERKEN, 1978; WORMUTH et al., 1981) und infolgedessen zum Erlöschen jeglicher Lebensvorgänge. Die Annahme, daß zum Zeitpunkt des Entblutens bei den an Kammerflimmern verendeten Broilern bereits der Gesamttod eingetreten war, wird durch das völlige Fehlen des Cornealreflexes bei sämtlichen Tieren dieser Gruppe untermauert.

Infolgedessen ließ das Verhalten der Tiere trotz zunächst gleicher Reaktion auf das Einschalten der Betäubungsspannung bereits 30 Sekunden nach Beginn der

elektrischen Durchströmung die Zuordnung zu einer der beiden Gruppen erkennen. Zu diesem Zeitpunkt legten die überlebenden Tiere, bei denen es im Anschluß an die Phase der tonisch-klonischen Krämpfe nur zu einer vorübergehenden Erschlaffung gekommen war, ihr Halsgefieder wieder an, während sich der Verlust des Muskeltonus bei solchen mit Kammerflimmern als irreversibel erwies, so daß diese Tiere mit abgespreiztem Halsgefieder verharrten.

Darüber hinaus ließen sich hypoxämische Krämpfe, wie sie bei den die Stromeinwirkung überlebenden Broilern im Verlauf der Ausblutung regelmäßig, wenn auch in stark unterschiedlicher Ausprägung, auftraten, bei keinem der durch das Auslösen von Kammerflimmern getöteten Tiere beobachten.

Beide Verhaltensunterschiede bieten somit die Möglichkeit zur relativ einfachen Differenzierung lebend und tot entbluteter Tiere auch unter Praxisverhältnissen.

Die extremen Unterschiede in der Ausgangsposition - rein passive Entblutung auf der einen, Unterstützung durch die Herztätigkeit auf der anderen Seite - fanden ihren Niederschlag in der 90 Sekunden nach dem Stich erkennbaren signifikanten Überlegenheit der Gruppe mit vorhandener Herztätigkeit gegenüber der Gruppe mit Kammerflimmern. Nach dem Verenden entblutete Tiere verloren innerhalb dieses Zeitraums durchschnittlich 48 g oder 2.08% des Lebendgewichtes an Blut, während es solche, deren Herz beim Anlegen des Entblutungschnittes noch schlug, demgegenüber auf 58 g oder 2.48%

des Lebendgewichtes brachten. Dieser zusätzliche Blutverlust von 10 g oder 0.40% des Lebendgewichtes muß in Ermangelung anderer Unterschiede in der Behandlung der beiden Gruppen auf die Pumpfunktion des Herzens zurückgeführt werden, die somit innerhalb des genannten Zeitraums gewisse Vorteile für die Ausblutung mit sich brachte.

Gemessen am Ergebnis der nach dem Ausfall der Herztätigkeit entbluteten Gruppe, deren Blutverlust allein aufgrund passiver Vorgänge bereits das fünffache dieses Betrages erreichte, erscheint jedoch der Beitrag der aktiven Vorgänge zum Ausblutungsergebnis vergleichsweise gering.

Hinsichtlich des Gesamtblutverlustes erwies sich die rein passive Entblutung gegenüber der Kombination aktiver und passiver Vorgänge als durchaus gleichwertig. Zwischen 90 und 180 Sekunden nach dem Stich verlor die Gruppe mit Kammerflimmern fast eineinhalbmal so viel Blut wie die der lebend entbluteten Tiere. Obwohl der für diesen Zeitraum errechnete Blutverlust noch nicht einmal 1% des Lebendgewichtes betrug, resultierte daraus eine so weitgehende Angleichung der beiden Gruppen, daß 180 Sekunden nach dem Stich keine signifikanten Unterschiede im Ausblutungsergebnis mehr gefunden wurden.

Diese Ergebnisse lassen auf ein langsames Ausbluten von Tieren mit Kammerflimmern schließen, wobei der Ausfall der Herztätigkeit durch eine entsprechende Verlängerung der Ausblutungsdauer kompensiert werden kann.

Die erheblichen individuellen Unterschiede im Blutverlust, die in den breiten Spannweiten und den relativ großen Standardabweichungen zum Ausdruck kommen, machten eine Zuordnung der einzelnen Tiere zur einen oder anderen Gruppe allein aufgrund des Blutverlustes selbst zum Zeitpunkt 90 Sekunden nach dem Stich unmöglich. Sehr gut ausblutende Tiere wurden nach Kammerflimmern ebenso beobachtet wie schlecht ausblutende bei vorhandener Herztätigkeit.

Die Ursache dieser individuellen Unterschiede konnte nicht geklärt werden; jedoch ist ein Zusammenhang mit dem manuell vorgenommenen Entblutungsschnitt denkbar. HEATH (1981) zufolge erhöhte sich die Quote der Beanstandungen wegen ungenügender Ausblutung in einem englischen Geflügelschlachtbetrieb nach einem Wechsel des Entbluters. Entsprechend fand HOENDERKEN (1978) beim Entbluten von Schweinen eine wesentlich geringere Varianz hinsichtlich des Zeitintervalls zwischen Stich und (hypoxämisch bedingtem) Hirntod, wenn die Entblutung von einem erfahrenen Schlachter ausgeführt wurde, als wenn weniger erfahrene Personen das Stechen übernahmen. Sollten diese Überlegungen zutreffen, wären sie ein weiterer Hinweis darauf, daß die Herztätigkeit bei der Ausblutung nur eine untergeordnete Rolle spielt.

Die in der vorliegenden Arbeit erhobenen Befunde widersprechen der vorherrschenden Lehrmeinung, daß die Herzfunktion zur Erzielung einer guten Ausblutung unbedingt erhalten bleiben müsse. Die Überzeugung, daß ohne ein kräftig schlagendes Herz kein ausreichender Blutentzug möglich sei, gründet sich jedoch hauptsächlich auf Er-

fahrungen mit Tieren, bei denen sich bereits vor Einleitung des Schlachtvorgangs ein Zusammenbruch des Herz-Kreislauf-Systems erkennen ließ. So untersuchte GÖTZE (1974a) not- und schein geschlachtete Schweine im Vergleich zu gesunden, normalgeschlachteten Tieren. Auch der von HESS und KLINGER (1967) sowie HESS (1968) mitgeteilte wesentlich schlechtere Ausblutungsgrad bolzenschußbetäubter und erst nach Erlöschen der Herztätigkeit entbluteter Rinder ist in diesem Zusammenhang zu sehen, zumal hier noch der für das Ausblutungsergebnis ebenfalls wichtige Zeitfaktor zwischen Betäubung und Entbluten berücksichtigt werden muß. Entsprechend zeigten Kälber, die erst 4 Minuten nach dem Schuß entbluteten, nur noch eine halb so gute Ausblutung wie solche, bei denen der Schuß maximal 70 - 90 Sekunden zurücklag; bei später als 250 Sekunden nach dem Schuß entbluteten Tieren ließen sich bereits Blutgerinnsel in den Herzkammern und den großen Venen feststellen (OGIELSKI und WARTENBERG, 1961).

Die von RESETNIKOV (1978) im Gegensatz zu HOENDERKEN (1978) oder WARRISS und WOTTON (1981) angegebene, um 20 - 25% verminderte Blutausbeute bei Schweinen, die infolge der elektrischen Betäubung getötet wurden, bezieht sich bei näherem Hinsehen auf die innerhalb der üblichen, aber nicht näher bezeichneten Entblutungsdauer aufgefangene Blutmenge, die jedoch nicht dem Gesamtblutverlust gleichzusetzen ist, da sich das Ausfließen des Blutes bei allen nachfolgenden Arbeitsgängen fortsetzte. Die Ergebnisse dieser Untersuchung weisen demnach eher auf eine verlangsamte Ausblutung bei Ausfall der Herztätigkeit hin und entsprechen in diesem

Punkt den in der vorliegenden Arbeit gemachten Beobachtungen.

Demgegenüber fand MÜLLER (1981) in vergleichbaren Untersuchungen an Schlachtgeflügel nach einer Ausblutungszeit von nur 60 Sekunden keinen Unterschied zwischen Broilern, die mit und solchen, die ohne Unterstützung durch die Herztätigkeit entbluteten.

Es muß in diesem Zusammenhang dahingestellt bleiben, ob sich die in der vorliegenden Arbeit nach 90 Sekunden festgestellten Unterschiede zwischen den beiden Gruppen erst im Laufe dieser Zeit vorübergehend ausgebildet haben, oder ob für die von MÜLLER abweichenden Ergebnisse die verschiedenen Betäubungsverfahren verantwortlich zu machen sind.

Während die Aufteilung in zwei Gruppen bei der von MÜLLER gewählten Versuchsanordnung bereits vor der Betäubung erfolgte - bei Kopfdurchströmung ist aller Erfahrung nach nicht mit dem Auftreten von Kammerflimmern zu rechnen, während sich die von ihm für die Ganzkörperdurchströmung verwendete Spannung in der Regel als tödlich erweist - ergab sich diese Gruppeneinteilung in der vorliegenden Untersuchung entsprechend den Verhältnissen in der Praxis erst infolge der elektrischen Durchströmung. Dadurch kann es zu einer gewissen Selektierung von Tieren mit einem anfälligen Herz-Kreislauf-System in die Gruppe der Todesfälle gekommen sein. Selbst unter dieser Voraussetzung ist jedoch angesichts der annähernd gleichen Gesamtblutverluste nicht mit einem Nachteil für die Ausblutung infolge der elektrischen Betäubung getöteter Tiere zu rechnen.

Da auch die pH-Werte der Brustmuskulatur 15 Minuten und 2 Stunden nach Beginn der Entblutung bei beiden Gruppen praktisch identisch waren, ergaben sich aus der vorliegenden Untersuchung weder hinsichtlich des Ausblutungsergebnisses noch der Fleischqualität Anhaltspunkte, die eine Diskriminierung von durch Elektroschock getötetem Schlachtgeflügel rechtfertigen würden.

Dies bestätigte sich in parallel durchgeführten Untersuchungen an einer größeren Anzahl von Tieren, bei der der Vergleich der Lebensmittelqualität von lebend und nach dem Verenden entbluteten Broilern im Vordergrund stand. Dabei wurden weder im End-pH-Wert, noch im Wasserbindungsvermögen der Brustmuskulatur, noch in der Haltbarkeit frischer Schlachtkörper oder bei der sensorischen Prüfung gegarter Tiere im Blindversuch signifikante Unterschiede zwischen den beiden Gruppen gefunden (WEISE et al., 1981).

Voraussetzung für eine gute Ausblutung auch der nach dem Verenden entbluteten Tiere ist jedoch, daß für die Entblutung ein ausreichend langer Zeitraum zur Verfügung steht.

Die der Literatur zu entnehmenden Empfehlungen hinsichtlich der zur Erzielung einer optimalen Entblutung notwendigen Zeit sind alles andere als einheitlich.

LORENZ (1972) hält den Ausblutungsvorgang nach 1 Minute im wesentlichen für beendet und eine Zeitspanne von 100 - 120 Sekunden zwischen Entblutungsstich und Brühen daher in jedem Fall für ausreichend. KRAX (1974) sieht 90 Sekunden als absolutes Minimum an, eine Zeitspanne,

die auch das britische "Slaughter of Poultry Act" als untere Grenze angibt (BREMNER, 1977).

Eine Zeit von weniger als 100 Sekunden hält demgegenüber GROSSKLAUS (1972) für zu kurz, um eine völlige Ausblutung zu gewährleisten. GÖTZE (1974b; 1979) fordert eine Ausblutungszeit von mindestens 2 Minuten, während THORNTON und GRACEY (1974) empfehlen, zwischen Stich und Brühkessel wenigstens 2 1/2 Minuten verstreichen zu lassen. Eine Ausblutungszeit von mindestens 150 Sekunden bevorzugen auch ZRENNER und TRAUTWEIN (1974) sowie TRAUTWEIN (1978), da erst nach Ablauf dieser Zeit einigermaßen die Sicherheit dafür gegeben sei, daß die Tierkörper restlos ausgeblutet sind.

Wie die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit zeigen, reichten selbst bei lebend entbluteten Broilern 90 Sekunden nicht aus, um i.d.R. mehr als 4/5 der insgesamt entziehbaren Blutmenge ausfließen zu lassen. Nach dem Verenden entblutete Tiere verloren in der gleichen Zeit durchschnittlich sogar nur 3/4 der gesamten Schlachtblutmenge.

Demgegenüber bot die Verlängerung der Ausblutungszeit auf 180 Sekunden die Gewähr, daß die Ausblutung bei allen Tieren vor dem Brühen beendet war.

Die in modernen Geflügelschlachthanlagen für die Ausblutung zur Verfügung stehende Zeit richtet sich nach der Bandgeschwindigkeit, die entsprechend der jeweils angestrebten Schlachtkapazität eingestellt werden kann. Die mit dem Einbau der Anlage festgelegte Entblutungsstrecke muß dabei so lang bemessen sein, daß selbst bei maximaler Bandgeschwindigkeit eine Mindestausblutungszeit nicht unterschritten wird.

In den Geflügelschlachtereien der EG finden sich nach den Untersuchungen von v. MICKWITZ und LEACH (1977) üblicherweise Bandgeschwindigkeiten zwischen 2.3 und 40 cm/sec, wobei Schlachtleistungen von 500 - 9500 Tieren/Stunde erzielt werden.

Bei Stundenleistungen von 3600 - 4200 Tieren ermittelte JAKSCH (1980) Bandgeschwindigkeiten von umgerechnet zwischen 15 und 19 cm/sec. Die dabei für die Ausblutung zur Verfügung stehende Zeit belief sich auf 2 - 2 1/2 Minuten, manchmal auch mehr.

Demgegenüber gelten im amerikanischen Bereich heute bereits 60 Sekunden als Standard (KUENZEL et al., 1978).

Die gesetzlichen Regelungen enthalten keine konkreten Angaben hinsichtlich einer bestimmten Mindestausblutungsdauer. Die Ausblutung muß jedoch vollständig (Anl. 2 Abschn. II Nr. 2 GFlMindV) und der Tod des Tieres vor Eintritt in das Brühwasser gewährleistet sein (§ 11 der Verordnung über das Schlachten von Tieren vom 21.4.1933; Art. 15 des Europäischen Übereinkommens über den Schutz von Schlachttieren vom 29.5.1980).

Dies ist nicht allein Anliegen des Tierschutzes, um den Tieren vermeidbare Schmerzen oder Leiden zu ersparen, sondern vor allem auch im Interesse der Lebensmittelhygiene. Beim Brühen noch nicht ausgebluteter Tiere wäre eine erhebliche Verunreinigung des Brühwassers mit Schlachtblut unvermeidlich (GROSSKLAUS, 1972; ZRENNER und TRAUTWEIN, 1974; TRAUTWEIN, 1978; KUENZEL et al., 1978). Zudem wird befürchtet, daß das im Laufe des fortschreitenden Schlachtprozesses zunehmend mit Schmutz und Bakterien belastete Brühwasser

aufgrund von Reflexbewegungen noch nicht vollständig entbluteter Tiere in Lunge und Luftsäcke angesaugt werden und so zu einer Kontamination des Schlachtkörpers führen könnte (BARTELS und WÖHNER, 1972; GROSSKLAUS, 1972).

Nach den Ergebnissen der vorliegenden Arbeit scheinen diese Befürchtungen nicht unbegründet. Bei lebend entbluteten Tieren waren nicht selten noch 3 Minuten nach dem Stich Lebensäußerungen zu beobachten, obwohl der Blutstrom aus der Schlachtwunde längst versiegt war. So konnte in einigen Fällen aufgrund der ausgeprägten hypoxämischen Krämpfe, die ein genaues Rückwiegen des Schlachtkörpers unmöglich machten, zu diesem Zeitpunkt kein Gesamtblutverlust ermittelt werden.

Darüber hinaus war der Cornealreflex bei 10 von 25 diesbezüglich untersuchten Broilern noch bis 210 Sekunden nach dem Stich erhalten. In Übereinstimmung damit berichten RICHARDS und SYKES (1964; 1967), daß die Zeitspanne zwischen Entblutungsschnitt und Erlöschen des Cornealreflexes bei einseitiger Durchtrennung der großen Halsgefäße von Schlachtgeflügel durchschnittlich 254 und 223 Sekunden (ohne) bzw. 276 Sekunden (mit vorausgegangener Betäubung) betrug.

Entsprechend spät erfolgte der Hirntod. Die diesen kennzeichnende isoelektrische Linie im Elektroenzephalogramm trat nach RICHARDS und SYKES (1967) erst 75 - 220 Sekunden nach dem Stich ein. WORMUTH et al. (unveröff.) konnten bei 2 Broilern noch 165 resp. 180 Sekunden nach dem Stich eine gewisse Hirnaktivität im Elektro-

enzephalogramm feststellen.

Da zu diesem Zeitpunkt die Ausblutung bereits beendet war, kann von einer bewußten Wahrnehmung der Tiere wohl nicht mehr ausgegangen werden. Angesichts der noch voll funktionsfähigen Reflexbahnen ist demgegenüber die Möglichkeit einer reflektorischen Brühwasseraspiration nicht von der Hand zu weisen.

Bei der von WORMUTH et al. (1981) und von FRICKER und MÜLLER (1981) aus Gründen des Tierschutzes zur Erzielung eines besseren Betäubungsergebnisses vorgeschlagenen Methode der Elektrotötung von Schlachtgeflügel ist eine Aspiration von Brühwasser ausgeschlossen, da die Tiere längstens 30 Sekunden nach Beginn der elektrischen Durchströmung bereits völlig erschlaft sind und keinerlei Lebensäußerungen mehr zeigen.

Demzufolge ist eine einwandfreie Positionierung aller Tiere vor dem Entblutungsschnitt möglich, so daß die Rate der Fehlschlachtungen vernachlässigbar gering werden dürfte. Zudem erübrigt sich das Nachschneiden dennoch nicht vom Entbluter erfaßter Tiere, da keine Gefahr besteht, daß diese das Bewußtsein wiedererlangen könnten.

Diesen Vorteilen steht nach den Ergebnissen der vorliegenden Untersuchung lediglich die notwendige Verlängerung der Ausblutungsdauer als Nachteil gegenüber. Diese könnte jedoch mit weit geringerem technischen Aufwand erfolgen als z.B. die ebenfalls zur Diskussion stehende Umrüstung der Betäubungsanlagen auf Kopfdurchströmung. Als Beispiel seien hier nur genannt: 1. Herabsetzen der Bandgeschwindigkeit, sofern es die damit ver-

bundene Verringerung der Stundenleistung vertretbar erscheinen läßt, 2. Verlängerung der Entblutungsstrecke, soweit es die räumlichen Verhältnisse erlauben, und 3. Aufteilung der Schlachttiere auf mehrere Entblutungsbahnen für die Dauer der Ausblutung, wodurch trotz Verringerung der Bandgeschwindigkeit der einzelnen Bahnen insgesamt die volle Stundenleistung erhalten werden könnte.

Aus den vorgelegten Untersuchungsergebnissen lassen sich folgende Schlußfolgerungen ziehen:

1. Wiederanlegen des Halsgefieders um 30 Sekunden nach Betäubungsbeginn, Auslösbarkeit des Cornealreflexes zu einem späteren Zeitpunkt sowie krampfartige Zuckungen im Verlauf der Entblutung sind sichere Zeichen einer erhaltenen Herzaktivität.
2. Erlöschen des Cornealreflexes 30 Sekunden nach Betäubungsbeginn und irreversibler Verlust des Muskeltonus mit infolge der Schlachtaufhängung "gesträubt" verbleibendem Halsgefieder kennzeichnen ein durch den Elektroschock getötetes Tier.
3. Aufgrund ihrer frühzeitigen völligen Erschlaffung können getötete Broiler leichter fixiert und besser positioniert werden. Die mechanisierte Entblutung im "Killer" ist daher bei ihnen leichter auszuführen als bei noch lebenden Tieren.
4. Die Ansicht, daß ohne Unterstützung durch die Herzaktivität nur ein mangelhafter Blutentzug erfolgen könne, erscheint aufgrund der vorliegenden Untersuchungs-

ergebnisse, zumindest für Schlachtgeflügel, nicht länger haltbar. Sofern für die Entblutung ein ausreichender Zeitraum zur Verfügung steht (min. 180 Sekunden), bluten infolge der elektrischen Betäubung an Herzkammerflimmern verendete Broiler nicht schlechter aus als solche, deren Herzaktivität erhalten bleibt.

5. Auch bei vorhandener Herzaktivität sollte die Ausblutungszeit mindestens 180 Sekunden betragen, um eine Verunreinigung des Brühwassers mit Blut weitmöglichst zu vermeiden.

6. Die Verlängerung der Ausblutungsdauer wird zumeist Änderungen im Konstruktionsbereich der Geflügelschlachtanlagen erfordern. Diese können jedoch mit relativ geringem finanziellen und baulichen Aufwand bewerkstelligt werden.

7. Um den Tod der Tiere vor Eintritt in das Brühwasser zu gewährleisten, ist eine Zeitspanne von 210 Sekunden zwischen Stechen und Brühen zu empfehlen.

8. Vor Ablauf dieser Zeitspanne ist die Möglichkeit einer reflektorischen Brühwasseraspiration bei lebend entbluteten Tieren nicht mit Sicherheit auszuschließen.

9. Bei infolge des Elektroschocks getöteten Broilern besteht die Gefahr einer solchen Brühwasseraspiration nicht, da bei diesen Tieren spätestens 30 Sekunden nach Durchströmungsbeginn der Gesamttod eingetreten und somit jegliche Reflexaktivität erloschen ist.

11. Negative Auswirkungen auf die Fleischreifung sind bei den infolge des Elektroschocks getöteten Broilern nicht zu erwarten.

12. An denselben und anderen Tieren von anderer Seite ausgeführte fleischhygienische Untersuchungen lassen auf keine Nachteile gegenüber lebend entbluteten Broilern schließen.

13. Angesichts dieser Ergebnisse, die noch der Bestätigung durch die Praxis bedürfen, besteht keine Veranlassung, der aus Gründen des Tierschutzes geforderten Erhöhung der Spannung bei der Ganzkörperdurchströmung von Schlachtgeflügel im Wasserbad die Zustimmung zu verweigern.

5. Zusammenfassung

Eine tierschutzgerechte Elektrobetäubung von Schlachtgeflügel im Wasserbad erfordert Spannungen, die vermehrt zum Tod der Tiere infolge Herzkammerflimmerns führen. Dies steht in Konflikt mit den Forderungen der Lebensmittelhygiene nach Aufrechterhaltung der Herzaktivität zur Gewährleistung einer guten Ausblutung. In der vorliegenden Arbeit wurden daher die Auswirkungen eines solchen Verlustes der Herzfunktion auf Ausblutung und pH-Wert-Entwicklung der Tierkörper untersucht.

84 Broiler im Gewicht von 2250 - 2400 g wurden einer Ganzkörperdurchströmung mit 100 V für 4 sec bei 55 - 110 mA unterzogen und anhand des Elektrokardiogramms auf das Auftreten von Herzkammerflimmern überprüft. Die Entblutung erfolgte manuell 30 sec nach Durchströmungsbeginn. Der Blutverlust wurde nach 90 sec aus dem aufgefangenen Schlachtblut und nach 180 sec aus der Gewichts Differenz der Tiere vor und nach dem Entbluten bestimmt. Alle Tiere wurden 210 sec nach dem Stich für 1 min bei 60 °C gebrüht und anschließend 30 sec lang maschinell gerupft. Nach Ausnehmen und Herrichten der Schlachtkörper wurde 15 min und 2 h nach dem Stich der pH-Wert der Brustmuskulatur an jeweils 8 Stellen gemessen und gemittelt.

Die Untersuchungen führten zu folgenden Resultaten:

1. 48 Broiler überlebten die Durchströmung, bei 36 Tieren trat Kammerflimmern auf. Jedoch zeigten beide Gruppen nach der Durchströmung zunächst tonisch-klonische Krämpfe mit nachfolgender Erschlaffung.

2. 30 Sekunden nach Durchströmungsbeginn war bei Broilern mit Kammerflimmern bereits der Gesamttod eingetreten und diese daher auch optisch von den überlebenden zu unterscheiden:
Verlust von Cornealreflex und Muskeltonus mit infolge der Schlachtaufhängung irreversibel "gesträubt" verbleibendem Halsgefieder kennzeichnen den Ausfall der Herztätigkeit.
Wiederanlegen des Halsgefieders zum genannten Zeitpunkt, Auslösbarkeit des Cornealreflexes darüber hinaus und reflektorische Krämpfe im Verlauf der Entblutung sind dagegen sichere Zeichen einer erhaltenen Herzaktivität.
3. Weder hinsichtlich des Gesamtblutverlustes nach 180 sec (69 g resp. 2.96% des Lebendgewichtes bei Herztätigkeit, 65 g resp. 2.78% bei Kammerflimmern), noch der pH-Werte nach 15 min (6.03 bei Herzaktivität, 6.05 bei Ausfall derselben) oder 2 h (5.98 für beide) ergaben sich signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen.
4. Der nach 90 sec gemessene Blutverlust war dagegen mit 58 g resp. 2.48% des Lebendgewichtes bei der lebend entbluteten Gruppe signifikant höher als bei der nach dem Verenden entbluteten, von der 48 g resp. 2.08% des Lebendgewichtes gewonnen wurden.
5. Innerhalb der ersten 90 sec flossen somit bei Herztätigkeit 83.7%, bei Ausfall derselben jedoch nur 73.8% des insgesamt zu gewinnenden Schlachtblutes aus.

Diese Befunde weisen auf eine verlangsamte Ausblutung bei Ausfall der Herztätigkeit hin, was jedoch durch eine entsprechend längere Ausblutungsdauer (min. 180 sec) ohne Nachteile für die Fleischreifung kompensiert werden kann. Für die in der Praxis zur Verlängerung der Ausblutungsstrecke zumeist erforderlichen Umrüstungen werden Vorschläge gemacht. Dem Nachteil einer verlängerten Ausblutungszeit steht jedoch die bessere Fixierung und Positionierung vor dem mechanischen Entbluter bei den getöteten Tieren sowie die bei ihnen auszuschließende Gefahr der Brühwasseraspiration als Vorteil gegenüber.

Sofern sich diese im Experiment erhobenen Befunde in der Praxis bestätigen lassen, besteht keine Veranlassung, der aus Gründen des Tierschutzes geforderten Erhöhung der Spannung im Wasserbadbetäuber zur Erzielung eines besseren Betäubungsergebnisses bei Schlachtgeflügel die Zustimmung zu verweigern.

Summary

The voltages recommended from the view of animal protection for adequate electrical stunning of poultry in a water bath stunner include the risk of electrocution by inducing heart fibrillation. This is opposed by the demands of food hygiene, which claim heart action indispensable for sufficient bleeding.

This study was undertaken to investigate the influence of electrically induced heart stoppage on blood loss and the development of pH-value in the carcass.

84 broilers weighing from 2250 - 2400 grams were submitted to a head-to-legs-passage of a current of 55 - 110 milliampères by applying 100 volts for 4 seconds. Heart action was monitored by electrocardiogram. All animals were bled manually 30 seconds after the onset of current flow. Blood loss was measured from the collected blood after 90 seconds of bleeding and from the weight difference between the bled and unbled animal after 180 seconds of bleeding. 210 seconds after the cut all broilers were scalded for 1 minute by 60 °C, plucked mechanically for 30 seconds, and processed. 15 minutes and 2 hours after the cut the pH-value of the breast muscles was measured at 8 different sites per animal and averaged.

The investigation led to the following results:

1. The electrical shock triggered heart fibrillation in 36 broilers and was survived by 48. Just after the shock both groups showed tonic and clonic spasms, followed by complete relaxation.

2. 30 seconds after the onset of current flow all broilers in which heart fibrillation was found were obviously dead and could thus be distinguished by sight from the survivors:
Irreversible loss of corneal reflex and muscle tension, which latter led to "rised" hackles because of the upward down position of the animals, marked loss of heart function.
Smooth hackles, a positive remaining corneal reflex, and spasms during bleeding were signs of maintained heart action.
3. Neither total blood loss after 180 seconds of bleeding (69 grams or 2.96% of live weight with hear action versus 65 grams or 2.78% of live weight without), nor pH-values 15 minutes (6.03 with heart action versus 6.05 without) or 2 hours after the cut (5.98 in both cases) showed any significant differences between the two groups.
4. However, blood loss after 90 seconds of bleeding was significantly greater in live bled animals which lost 58 grams or 2.48% of live weight, than in dead bled broilers, from which only 48 grams or 2.08% of live weight were obtained.
5. Within the first 90 seconds of bleeding animals with maintained heart action thus lost 83.7% of their total blood loss during slaughter while broilers with heart stoppage lost only 73.8%.

From these results is concluded that loss of heart function tends to decrease the speed of bleeding rather than the total amount of blood loss. The lower speed of bleeding can be compensated without deterioration of meat quality by simply providing a longer bleeding period. This prolongation will probably require changes in the design of slaughter lines for which suggestions are made.

The disadvantage of a longer bleeding period is made up for by the easier fixation of the broilers before entering the mechanical killer and the excluded risk of scald water aspiration in these animals.

Confirmation of these results under practical conditions provided the recommendation to rise the voltage in the water bath stunner for the sake of animal protection should be followed.

6. Literaturverzeichnis

- Bartels, H.
Wöhner, H.-P. 1972 Hygienisch bedeutsame
Schwerpunkte bei der
Geflügelschlachtung
Fleischwirtsch. 52, 1583-
1588
- Bremner, A.S. 1977 Poultry meat hygiene and
inspection
Ballière Tindall, London
- Davis, L.L.
Coe, M.E. 1954 Bleeding of chickens during
killing operations
Poultry Sci. 33, 616-619
- Drawer, K. 1979 Tierschutzgerechtes Schlach-
ten von Hausgeflügel
tierärztl. prax. 7, 211-220
- Fricker, Chr. 1974 Die elektrische Betäubung
von Hühnern vor dem Schlach-
ten mit Wechselstrom von
50 Hz
Vet. med. Diss. Zürich
- Fricker, Chr.
Müller, H. R. 1981 Die elektrische Betäubung
von Hühnern mit Wechselstrom
von 50 Hz, deren Einfluß auf
die Herzaktivität und die
Bedeutung der Herzaktivität
für den Ausblutungsgrad
Berl. Münch. Tierärztl. Wschr.
94, 108-111
- Götze, U. 1974a Elektrophoretische Untersuchen-
gen des Muskelpreßsaftes gesun-
der normalgeschlachteter, not-
geschlachteter und verendeter
Schlachtschweine zur Bestimmung
des Ausblutungsgrades im Fleisch
Fleischwirtsch. 54, 234-239

- ders. 1974b Schlachtung von Geflügel
I. Betäubung-Entblutung-
Brühen-Rupfen
Rundschau f. Fleischbeschauer,
Trichinenschauer u. Geflügelfleischkontrolleure
26, 165-169
- ders. 1979 Technologie und Hygiene der
Geflügelschlachtung
in: Großklaus, D.:
Geflügelfleischhygiene
Verl. Paul Parey, Berlin und
Hamburg
- Großklaus, D. 1972 Hygiene-Probleme beim
Schlachtgeflügel
Zucht, Haltung, Schlachtung,
Verpackung
Fleischwirtsch. 52, 1011-
1013
- ders. 1979 Geflügelfleischhygiene
Verl. Paul Parey Berlin und
Hamburg
- Haberer, H. 1951 Das Verhalten der Herztätigkeit
und der Entleerung der
Blutgefäße bei der verzögerten
Entblutung der Schlacht-
tiere
Fleischwirtsch. 31, 115-116
- Heath, G.B.S. 1981 (pers. Mitteilung)
- Heath, G.B.S. 1981 Observations on poultry
slaughter
Watt, D.J. Vet. Rec. 108, 97-99
Waite, P.R.
Ormond, J.M.
- Hess, E. 1968 Bestimmung des Ausblutungs-
grades
Fleischwirtsch. 48, 292-293

- Hess, E.
Klinger, I. 1967 Quantitative Bestimmung des Blutgehaltes in der Muskulatur von Schlachtrindern nach Entblutung im Liegen und im Hängen
Zbl. Vet. Med. Reihe B, 14, 685-697
- Hesse, H. 1948 Elektrokardiographische Untersuchungen am sterbenden Warmblüterherzen
Pflüger's Archiv 250, 552-568
- Hoenderken, R. 1978 Elektrische bedwelming van slachtvarkens
Vet. med. Diss. Utrecht
- Hofmann, K. 1973 Ist die Mittelwertbildung von pH-Werten zulässig?
Fleischwirtsch. 53, 258-259
- Irnich, W.
Silny, J.
de Bakker, J.M.T. 1974 Fibrillation threshold induced by alternating current and alternating voltage
Biomed. Technik 19, 62-65
- Jaksch, W. 1980 Betrachtungen zur elektrischen Betäubung des Geflügels bei der Schlachtung
Wien. tierärztl. Mschr. 67, 321-337
- Kotula, A.W.
Helbacka, N.V. 1966a Blood retained by chicken carcasses and cut-up parts as influenced by slaughter method
Poultry Sci. 45, 404-410
- dies. 1966b Blood volume of live chickens and influence of slaughter technique on blood loss
Poultry Sci. 45, 684-688

- Krax, H. 1974 Geflügelproduktion
Verl. Paul Parey, Hamburg
Berlin
- Kuenzel, W.J. 1978 Variable frequency stunning
Ingling, A.L. and a comparison of two bleed-
Denbow, D.M. out time intervals for
Walther, J.H. maximizing blood release in
Schaefer, M.M. processed poultry
Poultry Sci. 57, 449-454
- Kuenzel, W.J. 1978 Heart beat, blood pressure,
Walther, J.H. respiration, and brain waves
of broilers as affected by
electrical stunning and
bleed-out
Poultry Sci. 57, 655-659
- Lawrie, R.A. 1970 Fleischkunde
BLV Verlagsges. München,
Basel, Wien
- Leach, T.M. 1975 The effect of added blood on
Warriss, P.D. the storage life of meat
products
ref. in: Annual Report 1975,
Meat Res. Inst., Langford,
Bristol
- Leach, T.M. 1975 Heart action and blood loss
Warrington, R. ref. in: Annual Report 1975
Meat Res. Inst., Langford,
Bristol
- dies. 1976 The electrocardiogram of
sheep, monitored by radio-
telemetry, during electrical
or carbon-dioxide stunning
and subsequent slaughter
Med. Biol. Eng. 14, 79-84

- Leibetseder, J. 1972 Über den Blutgehalt von
Kment, A. Schweineorganen nach dem
Skalicky, M. Entbluten der Tiere
Wien. tierärztl. Mschr. 59,
99-102
- Lorenz, E. 1972 Schlachtmethoden, Zubereitung,
Verpacken, Kühlen, Lagern und
Transport des Schlachtgeflügels
Bundesgesundhbl. 15, 50-54
- Marot, A. 1977 Kritischer Rückblick auf die
vertikale Rinderschlachtung
Schlachten und Vermarkten 77,
260-263
- Mickwitz, G.v. 1977 Schlachttierbetäubung in den
Leach, T.M. Mitgliedstaaten der EG
Mitt. über Landwirtschaft 30,
März 1977
- Müller, H.R. 1981 Der Einfluß der elektrischen
Betäubung auf die Herzakti-
vität und deren Bedeutung
für den Ausblutungsgrad bei
Schlachtgeflügel
Vet. med. Diss. Zürich
- Newell, G.W. 1950 Blood loss by chickens during
Shaffner, C.S. killing
Poultry Sci. 29, 271-275
- Ogielski, I. 1961 Über den Einfluß der verlän-
Wartenberg, L. gerten Zeit zwischen der Be-
täubung und dem Öffnen der
Blutgefäße bei Kälbern auf
die Intensität der Fleisch-
ausblutung und auf den Ver-
lauf der Glykogenolyse
Arch. Lebensmittelhyg. 12,
153-156

- Oldigs, B. 1980 Körperzusammensetzung und
Meyer-Ravenstein, H.-J. Fleischqualität von Hasen,
Kallweit, E. Wild- und Hauskaninchen in
Scupin, E. Abhängigkeit von verschiede-
nen Behandlungen und Lagerungs-
bedingungen
Fleischwirtsch. 60, 744-750
- Pearson, A.M. 1972 Meat and meat products
in: Symp. "Protein for Human
Food", Proc. New Zeal. Soc.
Anim. Prod. 32, 226-234
- Prince, R.P. 1973 Improved humane handling and
Kinsman, D.M. slaughtering techniques for
Goger, W. jr. small animals
Westervelt, R.G. Progress Report, Univ. of Conn.
Storrs, Connecticut, May 31,
1973
- Resetnikov, P.T. 1980 Zum Einfluß der elektrischen
Betäubung und des Ausblutens
auf die Blutergüsse in
Schweinehälften
Fleisch 34, 70-71
- Richards, S.A. 1964 Observations on the electrical
Sykes, A.H. stunning and slaughter of
poultry
Vet. Rec. 76, 835-839
- Richards, S.A. 1967 Physiological effects of
Sykes, A.H. electrical stunning and vene-
section in the fowl
Res. Vet. Sci. 8, 361-368
- Roberts, T.D.M. 1954 Cortical activity in electro-
cuted dogs
Vet. Rec. 66, 561-567

- Trautwein, H. 1978 Praktische Erfahrungen bei der Anwendung des Geflügel-fleischhygienegesetzes Schlachten und Vermarkten 78, 6-11
- Völlm, J. 1964 Der Ausblutungsgrad von Schlachtrindern bei Entblutung im Liegen, im Hängen und nach Vorbehandlung mit "Octapressin" (Sandoz) Vet. med. Diss. Zürich
- Warriss, P.D. 1977 The residual blood content of meat - a review J. Sci. Food Agric. 28, 457-462
- ders. 1978 Factors affecting the residual blood content of meat Meat Sci. 2, 155-159
- Warriss, P.D. 1978 The influence of slaughter method on the residual blood content of meat J. Sci. Food Agric. 29, 608-610
- Leach, T.M.
- Warriss, P.D. 1981 Effect of cardiac arrest on exsanguination in pigs Res. Vet. Sci. 31, 82-86
- Wotton, S.B.
- Weise, E. 1981 Auswirkungen einer tierschutzgerechten elektrischen Betäubung auf die Fleischqualität geschlachteten Geflügels (in Vorbereitung)
- Schütt, I.
- Levetzow, R.

Für die freundliche Überlassung des Themas und die stets großzügig gewährte Unterstützung des Versuchsvorhabens bin ich Herrn Prof. Dr. D. Großklaus sehr zu Dank verpflichtet.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. G. Reuter für die Hilfe bei der Präsentation der Ergebnisse und die kritische Durchsicht des Manuskriptes.

Darüber hinaus möchte ich nicht versäumen, meinen Kollegen, Herrn Dr. H.-J. Wormuth, Leiter des Forschungsvorhabens, in dessen Rahmen diese Arbeit entstand, und Herrn Ing. J. Fessel für die hervorragende Mithilfe bei der Durchführung der Untersuchungen meinen herzlichen Dank auszusprechen.

Danken möchte ich ferner Herrn Dir. u. Prof. Dr. R. Levetzow und Herrn Dr. E. Weise für ihre wertvollen Anregungen hinsichtlich der fleischhygienischen Untersuchungen sowie Herrn G. Friedmann für die Übernahme der fotografischen Arbeiten.

Lebenslauf

9. 7. 1950	geboren in Hamburg
1957 - 1960	Besuch der Grundschule in Hamburg-Sasel
1961 - 1970	Besuch des Gymnasiums Oberalster in Hamburg-Sasel
1970 - 1975	Studium der Veterinärmedizin an der Freien Universität Berlin
1976	Approbation als Tierarzt
seit 1977	Wiss. Mitarbeiterin am Institut für Veterinärmedizin des Bundesgesundheitsamtes Berlin