

**Hygienemanagement einer Mastkükenbrüterei als
Basis für die Optimierung der Kükengesundheit
unter mikrobiologischen Gesichtspunkten**

Matthias Michael Hausleitner

Aus dem Veterinärwissenschaftlichen Department der Tierärztlichen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität München

Arbeit angefertigt unter der Leitung von
Prof. Dr. Dr. M. H. Erhard

**Hygienemanagement einer Mastkükenbrüterei als
Basis für die Optimierung der Kükengesundheit
unter mikrobiologischen Gesichtspunkten**

Inaugural-Dissertation zur Erlangung der tiermedizinischen Doktorwürde der Tierärztlichen
Fakultät

der Ludwig-Maximilians-Universität München

von Matthias Michael Hausleitner

aus Eggenfelden

München 2011

Gedruckt mit der Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität München

Dekan:	Univ.-Prof. Dr. J. Braun
Berichterstatter:	Univ.-Prof. Dr. Dr. M. Erhard
Korreferent:	Univ.-Prof. Dr. Stangassinger

Tag der Promotion: 30.07.2011

Meiner Familie

INHALTSVERZEICHNIS

INHALTSVERZEICHNIS	II
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	VI
1 EINLEITUNG	1
2 LITERATURÜBERSICHT.....	2
2.1 ELTERN-TIERGESUNDHEIT	2
2.1.1 Virale Erkrankungen.....	3
2.1.1.1 Picornavirus (Aviäre Encephalomyelitis)	3
2.1.1.2 Retroviren (Leukose des Huhns).....	4
2.1.1.3 Aviäre Adenovirose.....	5
2.1.1.4 Reoviren (Infektiöse Tendosynovitis).....	8
2.1.1.5 Newcastle disease.....	9
2.1.2 Bakterielle Erkrankungen	11
2.1.2.1 Salmonellen	11
2.1.2.2 Mykoplasmen	15
2.1.2.3 Mycobacterium avium (Geflügeltuberkulose)	17
2.2 ELTERN-TIERHERDENMANAGEMENT	18
2.2.1 Gewichtskontrolle Hennen.....	18
2.2.2 Uniformität.....	20
2.2.3 Fütterung der Hennen	20
2.2.4 Lichtprogramm für ET-Hennen.....	22
2.2.5 Wasser.....	24
2.2.6 Stallklima.....	25
2.2.7 Stalleinrichtung	25
2.2.8 Hahnenmanagement.....	28
2.3 GEFAHREN DER BRUTEIKONTAMINATION	31
2.3.1 Eiablage	32
2.3.2 Bruteier sammeln und sortieren.....	32
2.3.3 Ankommende Vorbruthorden	34
2.3.4 Eilagerung Farm.....	35

2.3.5	<i>Bruteitransport</i>	35
2.3.6	<i>Bruteidesinfektion</i>	36
2.3.7	<i>Eierlagerung Brüterei</i>	38
2.3.8	<i>Technik-assoziierte Gefahren</i>	40
2.3.8.1	Vorbruthorden	40
2.3.8.2	Vorbrüter	41
2.3.8.3	Schlupfbrüter	43
2.3.8.4	Kükenabnahme	44
2.3.8.5	Waschmaschinen	45
2.3.8.6	Kükentransport	46
2.3.9	<i>Reinigungs- und Desinfektionsplan</i>	47
2.4	KÜKENQUALITÄT	48
2.4.1	<i>Quantitative Beurteilung</i>	48
2.4.2	<i>Qualitative Beurteilung</i>	49
2.4.3	<i>Die Mortalität in der ersten Lebenswoche</i>	50
2.5	KONTROLLE DES HYGIENEMANAGEMENTS	51
2.5.1	<i>„Breakout“-Analyse</i>	51
2.5.2	<i>Bruteiqualität</i>	52
3	MATERIAL UND METHODEN	53
3.1	PROBENAHME ZUR UNTERSUCHUNG DER ÄUßEREN BRUTEIQUALITÄT	55
3.1.1	<i>„Shell-rinse“-Methodik</i>	55
3.1.2	<i>Bestimmung der Gesamtkeimzahl (Spatelverfahren)</i>	56
3.1.3	<i>Verwendetes Material</i>	56
3.1.4	<i>Kontrolle der äußeren Bruteiqualität zum Zeitpunkt der Umlage</i>	57
3.1.5	<i>Kontrolle der R+D (Abklatschuntersuchungen)</i>	58
3.2	PROBENAHME „BREAKOUT“-ANALYSE NACH 18-TÄGIGER VORBRUT	59
3.2.1	<i>Methodik „Breakout“-Analyse</i>	60
3.2.2	<i>Probennahme zur „Breakout“-Analyse am Schlupftag</i>	62
3.2.3	<i>Methodik „Breakout“-Analyse am Schlupftag</i>	62
3.3	PROBENAHME ZUR UNTERSUCHUNG DER INNEREN BRUTEIQUALITÄT	63
3.3.1	<i>Methodik der bakteriologischen Untersuchung</i>	63

3.3.2	<i>Verwendetes Material</i>	64
3.4	QUALITÄTSKONTROLLE DER KÜKEN	66
3.5	UNTERSUCHUNG DER TRANSPORTBEDINGUNGEN	66
3.6	REKLAMATIONEN	66
3.7	SALMONELLENMONITORING.....	67
3.8	STATISTISCHE DATENAUSWERTUNG	69
4	ERGEBNISSE	70
4.1	ÄUßERE BRUTEIQUALITÄT	70
4.1.1	<i>Bei Ankunft an der Brüterei</i>	70
4.1.2	<i>Äußere Bruteiqualität nach Bruteidesinfektion</i>	77
4.1.3	<i>Kontrolle der Keimentwicklung auf dem Brutei während der Vorbrut</i>	77
4.1.4	<i>Kontrolle der R+D</i>	80
4.2	„BREAKOUT“-ANALYSE.....	81
4.3	INNERE BRUTEIQUALITÄT	85
4.3.1	<i>Probenahme nach 18-tägiger Vorbrut</i>	85
4.3.2	<i>Probenahme am Schlupftag</i>	90
4.4	QUALITÄTSKONTROLLE DER KÜKEN	94
4.5	SIEBEN-TAGES-VERLUSTE	95
4.6	UNTERSUCHUNG DER TRANSPORTBEDINGUNGEN	97
4.7	REKLAMATIONEN	99
5	DISKUSSION	101
5.1	ÄUßERE BRUTEIQUALITÄT	101
5.1.1	<i>Bei Ankunft an der Brüterei</i>	101
5.1.2	<i>Nach Bruteidesinfektion</i>	102
5.1.3	<i>Nach 18-tägiger Vorbrutphase</i>	103
5.1.4	<i>Kontrolle der R+D</i>	103
5.2	„BREAKOUT“-ANALYSE.....	105

5.3	INNERE BRUTEIQUALITÄT	106
5.4	QUALITÄTSKONTROLLE DER KÜKEN	108
5.5	SIEBEN-TAGES-VERLUSTE	109
5.6	TRANSPORTBEDINGUNGEN	109
5.7	REKLAMATIONEN	110
5.8	SCHLUSSFOLGERUNGEN	110
6	ZUSAMMENFASSUNG	111
7	SUMMARY.....	112
8	LITERATURVERZEICHNIS	113
9	ANHANG	128
10	DANKSAGUNG	137
11	LEBENS LAUF	138

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

Abb.	Abbildung	ST	Sieben-Tages-Verluste
d	Tag	Tab.	Tabelle
ELISA	Enzyme-Linked Immunosorbent Assay	UR	Unfruchtbarkeitsrate
ET-	Elterntier-	VO	Verordnung
FM	Frühe Mortalität		
GKZ	Gesamtkeimzahl		
GM	Gesamtmortalität während der Brut		
KbE	Koloniebildende Einheiten		
LW	Lebenswoche		
MM	Mittlere Mortalität		
Mio.	Million		
ND	Newcastle Disease		
OIE	Organisation Mondiale de la Santé Animale		
PW	Produktionswoche		
PCR	Polymerase Chain Reaction		
R+D	Reinigung und Desinfektion		
SP	Späte Mortalität		
SPF	Spezifisch Pathogen Frei		

1 Einleitung

Geflügelfleisch liegt im Trend der Zeit. Die deutsche Bruttoeigenerzeugung stieg im Jahr 2010 auf ca. 1,59 Mio. t, das waren 8,80 % mehr als im Jahr 2009 (MEG, 2010). Allein um den Bedarf an Hähnchenfleisch in Deutschland zu decken, wurden 2010 707,78 Mio. Hähnchenküken in deutschen Ställen gehalten (MEG, 2011).

Für den Erfolg der Junggeflügelaufzucht ist die Gesundheit (= Qualität) der Küken entscheidend. Elterntiergesundheit, Elterntiermanagement und Brutverlauf sind für eine gute Kükenqualität von großer Bedeutung. Während der Brut müssen sowohl klimatische Parameter wie Temperatur, Luftfeuchte und Lüftungsrate als auch bruthygiene Parameter eingehalten werden. Meist besteht aber das Problem der Quantifizierbarkeit von Bruthygiene. Jene beginnt mit der Bruteierzeugung und muss während des gesamten Brutprozesses fortgeführt werden. Neben der Hygiene auf dem Brutei selbst bedarf es eines Hygienemanagements während der gesamten Brut. Die Brüterei ist die Schnittstelle zwischen Bruteierzeugern und Kükenaufzüchtern (Lister, 2008; McMullin, 2009). Es besteht die Gefahr, dass Krankheitserreger aus einem einzigen Erzeugerbetrieb direkt oder indirekt auf andere Bruteier oder Küken übertragen werden.

Um solches zu verhindern ist eine optimale Hygiene im gesamten Betrieb einer Brüterei besonders wichtig. Es gibt aber noch weitere Parameter, die die Kükenqualität negativ beeinflussen können. Neben der Bruttechnik spielt das Elterntierfutter, die Elterntierrasse, das Alter der Elterntiere, und das Impf- und Elterntiermanagement eine große Rolle (Yassin et al., 2009). Ferner kann der Kükentransport die Qualität negativ beeinflussen (Chou et al. 2004; Meijerhof, 2010).

In folgender Studie sollen Methoden des Hygienemanagements einer Brüterei evaluiert und etabliert werden, die eine weitergehende Kontrolle der Hygiene in einer Brüterei ermöglichen. Ziel der Arbeit war die Verbesserung der mikrobiologischen Kükenqualität als Grundlage eines künftigen Aktionsplanes zur weiteren Optimierung der Kükenqualität und der weiteren Minimierung des therapeutischen Antibiotikaeinsatzes. Ferner wird eine Risikoanalyse bezüglich Bruteikontaminationen durchgeführt.

2 Literaturübersicht

2.1 Elterntiergesundheit

„Bruteier sollen von gesunden, erregerefreien Elterntieren stammen“ (Redman et al., 2005). Die Elterntierhaltung bedarf einer sehr intensiven tierärztlichen Bestandsbetreuung. Von den Fähigkeiten des Tierarztes hängt nicht nur die Gesundheit der Elterntiere ab, sondern auch die Gesundheit der Nachkommenschaft. Ein schnelles Erkennen von Erkrankungen der Elterntiere und ein adäquates Handeln sind unerlässlich, um eine gute Kükenqualität sicher zu stellen. Neben einer Vielzahl von Krankheitserregern nehmen vertikale Infektionskrankheiten eine besondere Stellung in Elterntierbetrieben ein, da sie über das Brutei übertragen werden können. Beim Haushuhn (*Gallus gallus domesticus*) kennt man folgende vertikale Infektionserkrankungen (Hafez, 2004):

- Aviäre Encephalomyelitis
- Geflügelleukose
- Adenovirose
- Virale Arthritis
- Salmonellen
- Mykoplasmen
- Geflügeltuberkulose

Eine gute Vorsorgestrategie kann eine Infektion verhindern. Durch sinnvolle Impfschemata kann nicht nur die Elterntierherde vor vertikalen Infektionserregern geschützt werden, sondern auch die Küken erhalten in den ersten Lebenswochen einen Impfschutz durch maternale Antikörper. Impfungen leisten einen großen Beitrag zur Tiergesundheit, können aber keinen 100%igen Schutz bieten. Sie sind ein sehr wichtiger Teil einer komplexen Vorsorgestrategie, in welcher Biosicherheit und Hygiene von größter Bedeutung sind (Cserep, 2008).

2.1.1 Virale Erkrankungen

Im Folgenden wird kurz auf die einzelnen vertikal übertragbaren viralen Infektionskrankheiten und zugleich auf Impfungen und Prophylaxemaßnahmen eingegangen.

2.1.1.1 Picornavirus (Aviäre Encephalomyelitis)

Bei der Aviären Encephalomyelitis handelt es sich um eine Erkrankung des Zentralnervensystems, die nur bei jungen Küken zu charakteristischen Symptomen führt. Empfänglich sind Huhn und Pute, aber auch Fasan und Wachtel (Hess und Monreal, 2005).

Ätiologie

Die kleinen kubischen, unbehüllten Picornaviren zeichnen sich durch eine hohe Tenazität aus. Sie sind resistent gegenüber Ether, Chloroform und anderen lipidhaltigen Lösungsmitteln, stabil bei niedrigem pH, aber relativ hitzelabil. Die Übertragung erfolgt vertikal und horizontal nach alimentärer Infektion. Eine horizontale Infektion empfänglicher Elterntiere führt zu einer vertikalen Erregerübertragung über zwei bis drei Wochen via Brutei auf die Küken, die nach dem Schlupf erkranken. Die Inkubationszeit beträgt bei vertikaler Infektion ein bis sieben Tage, mehr als neun Tage bei horizontaler Infektion.

Symptome

Antikörperfreie Elterntiere reagieren mit plötzlichem Legerückgang, kleineren Eiern und schlechteren Brut- und Schlupfergebnissen. Die Küken der ET zeigen oft Diarrhoe, Mattigkeit, ataktischen Gang, Paresen und Paralysen. Häufig ist ein feiner Tremor („Zitterkrankheit“) zu beobachten. Die Überlebenden zeigen weiterhin zum Teil schlaffe Lähmungen und Linsentrübungen, die bis zur Blindheit führen können.

Diagnose

Bei Elterntieren wird die Diagnose meist retrospektiv und nach Serumkonversion, unter Verwendung des Virusneutralisationstests gestellt. Beim erkrankten Küken lässt die Anamnese und das klinische Bild eine Verdachtsdiagnose zu, welche mit einer histologischen Untersuchung bestätigt werden kann.

Prophylaxe

Ein Schutz der Küken wird in einer Impfung der Elterntiere gesehen. Die Immunisierung der Elterntiere hat zum Ziel durch maternale Antikörper die Küken in den ersten Lebenswochen zu schützen (Hess und Monreal, 2005).

2.1.1.2 Retroviren (Leukose des Huhns)

Ätiologie

Bei den α -Retroviren des Huhnes unterscheidet man sechs relevante Subgruppen (A, B, C, D, E und J). Wichtigster Infektionsweg ist dabei die vertikale Übertragung. Persistent infizierte Tiere scheiden das Virus dauernd oder intermittierend über Speichel, Eier oder Kot aus. Ein kleiner Teil der Herde, meist weniger als 10 %, werden vertikal infiziert. Die Mehrheit der Küken infiziert sich dann horizontal (Payne, 2008).

Symptome

Nach 4-5-wöchiger Latenz beginnen sich bei lymphoider Leukose erste tumoröse Veränderungen in lymphoblastischen Zellen der Bursa Fabricii zu bilden. Die Mikrotumoren können sich zurückbilden oder ausgeschwemmt werden und in anderen Organen, vorzugsweise Leber, Milz und Nieren, Metastasen mit makroskopisch erkennbaren Tumoren bilden. Wegen der Malignität der lymphoiden transformierten B-Zellen enden Metastasierungen in die Organe immer tödlich.

Diagnose

Verdachtsdiagnosen nach pathologischen Untersuchungen können durch virologische einschließlich serologischer und insbesondere molekularbiologischer Methoden bestätigt werden.

Prophylaxe

Durch den Nachweis von gruppenspezifischen Antigenen im Eiklar oder Vaginaltupfer (Fadly und Payne, 2003) und Ausschluss positiver Bruteier vom Schlupf konnte eine nahezu erregerfreie Nachzucht der Hybridhühner aufgebaut werden. Dieser Status muss durch Biosicherheitsmaßnahmen und durch Lebendvakzine ausschließlich aus leukosefreien SPF-Bruteiern sichergestellt werden (Kaleta und Neumann, 2005). Ferner gab es Bestrebungen, den Elterntieren eine gewisse Resistenz gegenüber aviären Leukoseviren anzuzüchten. Diese Bestrebungen wurden aber von Eliminationsschemata abgelöst (Payne, 2008).

2.1.1.3 Aviäre Adenovirosen

Ätiologie

Aviäre Adenoviren sind sehr weit verbreitet, insbesondere Hühneradenoviren, die verschiedene Vogelarten infizieren können und dabei immunsuppressiv wirken. Dabei gibt es keine Hinweise auf Übertragungen vom Huhn auf andere Säuger oder sogar dem Menschen. Den Hühneradenoviren wird nachgesagt, an multifaktoriellen Krankheitsgeschehen, wie respiratorische Erkrankungen, Diarrhoe, Tendosynovitis, schlechtem Wachstum und reduzierter Futtermittelverwertung beteiligt zu sein (Smyth und McNulty, 2008). Epidemiologisch bedeutsam ist die häufig transovarielle Übertragung der aviären Adenoviren. Als definierte Krankheiten beim Huhn sind beschrieben:

- Einschlusskörperchen-Hepatitis
- Egg-Drop-Syndrom
- Hydroperikard-Syndrom

Einschlusskörperchen-Hepatitis

Betroffen sind vor allem Mastküken im Alter von zwei bis sechs Wochen. Die transovarielle Infektion, die horizontale fäkal-orale Übertragung und die hohe Resistenz tragen zu der weiten Verbreitung des Erregers bei. Die vertikale Übertragung ist häufig mit einer langen Latenzzeit verbunden.

Symptome

Plötzlicher Anstieg der Mortalität innerhalb von zwei bis drei Tagen auf bis zu 10 %. Zum Teil aber auch inapparente Fälle. Die Tiere zeigen unspezifische Symptome wie gesträubtes Gefieder und ein erhöhtes Wärmebedürfnis.

Diagnose

In der pathologischen Untersuchung werden Leberschwellungen mit gelb-bräunlicher Verfärbung, Blutungen sowie Nekrosen beobachtet. Nieren, Darmserosa sowie Drüsenmagen können ebenfalls Schwellungen und Blutungen zeigen. Daneben können auch Muskelmagenerosionen auftreten. Zusammen mit Erregernachweis (Zellkultur aus der Leber) und Histologie kann die Diagnose gesichert werden.

Egg-Drop-Syndrom

Symptome

Bei Legetieren werden vermehrt Schalenmängel festgestellt. In den meisten Fällen kommt es zu einer Verminderung der Legeleistung. Sonst beobachtet man keine ausgeprägte klinische Symptomatik ggf. Durchfall einzelner matter Tiere.

Diagnose

Eine klinische Verdachtsdiagnose kann mittels serologischer und molekularbiologischer Untersuchungen bestätigt werden.

Hydroperikard-Syndrom

Symptome

Hühnerküken werden plötzlich apathisch und eventuell verstirbt auch ein Großteil der erkrankten Tiere. Dyspnoe, gesträubtes Gefieder und Diarrhoe können auftreten.

Diagnose

Meist findet man ein Hydroperikard mit bis zu 10 ml klarer Flüssigkeit. Verendete Tiere zeigen immer eine ausgeprägte Leberschwellung mit multiplen miliaren Nekrosen. Die Nieren sind geschwollen und können ebenfalls nekrotische Bezirke aufweisen. Die Bursa Fabricii, die Milz und der Thymus sind oftmals verkleinert. Eine eindeutige Diagnose kann allerdings nur mittels Erregerisolierung und Typisierung gestellt werden.

Prophylaxe von Adenovirose

Wichtig ist die Ausschaltung sämtlicher Ursachen, die zu einer Immunsuppression führen können, insbesondere von viralen immunsuppressiven Erkrankungen wie Infektiöser Bursitis und Infektiöser Kükenanämie. Parallel sollte immer versucht werden, die Haltungsbedingungen optimal zu gestalten (Hess und Monreal, 2005). Adenoviren werden sehr effektiv vertikal und auch horizontal verbreitet. Wie oben gezeigt gelten einige Genotypen als primär pathogen. Impfungen gegen die Einschluss-Körperchen-Hepatitis zeigten einen gewissen Impfschutz. Maternale Antikörpertiter von 1/64 oder mehr schützten vor dem Auftreten von Symptomen, es wurden jedoch Wachstumsdepression und eine reduzierte Mastleitung festgestellt (Saifuddin, 1992). Bleiben letztendlich nur Hygiene- und Biosicherheitsmaßnahmen, um eine Elterntierherde vor klinischen Adenovirose zu schützen.

2.1.1.4 Reoviren (Infektiöse Tendosynovitis)

Ätiologie

Respiratory-Enteric-Orphan (REO)-Viren sind sowohl in Geflügelbeständen als auch in Wildvogelpopulationen verbreitet. Obwohl die Mehrzahl der Virusisolate apathogen ist, existieren Stämme, die definierte Krankheitsbilder verursachen können. Beim Huhn kennt man die Reovirusarthritis. Daneben sind Reoviren an verschiedenen Syndromen, wie z. B. dem Malabsorption/Runting and Stunting-, dem Poulter Enteric and Mortality-, und dem Sudden Death Syndrom beteiligt, sowie an Erkrankungen des Respirationstraktes.

Reoviren sind stabil zwischen pH 3 und pH 9 und relativ resistent gegenüber Hitze und Lösungsmitteln. Eine vertikale Infektion ist möglich. Die Herdendurchseuchung erfolgt aber hauptsächlich horizontal durch orale oder aerogene Infektion (Heffels-Redmann und Kaleta, 2005).

Symptome

Durch Schädigung der Sehnen, Sehnenscheiden und Gelenke, besonders im Bereich des Fersengelenks, entstehen Lahmheiten, die am Leistungshöhepunkt am häufigsten auftreten.

Diagnose

Neben einer Entzündung von Gelenken und Sehnenscheiden treten manchmal Hämorrhagien und Schwellung, auch gelbe Foci in Leber, Milz, Niere, Herz, Lunge, Bursa Fabricii und Darm auf. Diese Herde können aus Infiltrationen von Lymphozyten und polymorph kernigen Granulozyten bestehen, die in schweren Fällen nekrotisch werden. Neben der Klinik und der Pathologie erfordert eine Sicherung der Diagnose einen Erregernachweis aus betroffenen Sehnenscheiden, Knorpelmaterial des Tarsalgelenks sowie hypotarsalem Sesamoid von mehreren Tieren in unterschiedlichen Krankheitsstadien oder aus Kot und Milz (McNulty et al., 2008).

Prophylaxe

Neben optimalen Haltungsbedingungen empfiehlt sich mindestens eine zwei-malige Vakzination der Elterntiere. Diese schützt sowohl die Zuchttiere als auch deren Nachkommen vor Infektionen mit dem Impfvirus kreuzreagierender Reovirus-Stämme (Heffels-Redmann und Kaleta, 2005). Die Antikörpertiter geimpfter Herden sollten regelmäßig überprüft werden (McNulty et al., 2008). Verwendet man Lebendvakzine, so sollten diese vor Beginn der Legetätigkeit eingesetzt werden, um eine transovarische Übertragung von Impfvirus auf die Nachkommen zu vermeiden. Ferner muss angemerkt werden, dass ein effektiver Impfschutz nur für homologe Serotypen aufgebaut werden kann (Rosenberger, 2003).

2.1.1.5 Newcastle disease

Ätiologie

Der Erreger dieser Erkrankung gehört zur Familie der Paramyxoviridae, Serotyp 1 (PMV-1). Diese Erkrankung ist keine vertikale Infektion, aber Brütereien können einen Einfluss auf die Verbreitung dieser Tierseuche haben. So wurde bei Ausbrüchen in Nordirland 1998 und in Italien 2001 ein Bezug zu einer Brüterei hergestellt (McMullin, 2009). Da aber das Virus letal für Embryonen ist, wird eine Persistenz auf Schalenmembranen oder Schalen angenommen, welche Ursache für eine Infektion der nächsten Generation beim Durchstoßen der Eischale sein könnte (McMullin, 2009). Zum Serotyp 1 gehören sowohl apathogene Paramyxoviridae als auch Pathotypen mit hoch virulenten Eigenschaften. Paramyxoviren besitzen ein breites Wirtsspektrum. Dies trifft insbesondere für das seit 1926 bekannte Virus der Newcastle-Krankheit zu, das nicht nur aus den meisten Vögeln isoliert werden konnte, sondern sich auch in einigen Säugern, Reptilien, Amphibien und Insekten sowie daraus hergestellten Zellkulturen zu finden war. Erregerreservoir sind wildlebende einheimische und durchziehende Vogelarten sowie importierte, aus enzootisch verseuchten Gebieten stammende Wildvögel, insbesondere Psittaziden und Sperlingsvögel (Kaleta und Werner, 2005).

Symptome

Beim empfänglichen Huhn führt hochvirulentes Virus zu perakuten Krankheitssymptomen mit einer Mortalität von bis zu 90 %. Eine rasche Herdendurchseuchung mit schlagartigem Legeleistungsabfall ist typisch. Außerdem können dünnschalige Eier kurzfristig auftreten. In teilimmunen Herden kann ein protrahierter Verlauf mit Leistungsabfall, zentralnervösen Störungen oder Rückgang der Legetätigkeit beobachtet werden. Das Einzeltier zeigt schwere respiratorische Symptome mit ausgeprägter Dyspnoe, katarrhalische Entzündung der Kopfschleimhäute und Diarrhoe mit grünlich verfärbtem Kot. Bei protrahiertem Verlauf sind Torticollis, Opisthotonus und Bewegungsstörungen häufig (Kaleta und Werner, 2005).

Diagnose

Anamnese, Klinik Pathologie und Histologie geben wesentliche Hinweise. Die Virusisolierung ist beim Verdacht auf einen Erstausbruch verpflichtend.

Prophylaxe

Neben Abschirmung der Bestände haben Schutzimpfungen überragende Bedeutung (Kaleta und Werner, 2005). Der Gesetzgeber schreibt eine Impfung gegen die Newcastle- Krankheit (ND) vor. „Der Besitzer eines Hühner- oder Truthahnbestandes hat die Tiere seines Bestandes durch einen Tierarzt gegen die Newcastle- Krankheit impfen zu lassen“ (Abs. 1, § 7 der Verordnung zum Schutz gegen die Geflügelpest und die Newcastle-Krankheit vom 20.12.2005).

2.1.2 Bakterielle Erkrankungen

Im Folgenden wird kurz auf die bakteriellen Infektionskrankheiten eingegangen, welche über das Brutei übertragen werden können.

2.1.2.1 Salmonellosen

Ätiologie

Diese gram-negativen Stäbchen besitzen weniger Bedeutung als Erkrankung der Hühnervögel, vielmehr wird ihr zoonotisches Potential als Gefährdung angesehen. Die virulenten, nicht an eine Tierart adaptierten Serovare von *Salmonella typhimurium* und *Salmonella enteritidis* sind Zoonoseerreger.

Eine vertikale Übertragung ist möglich (z. B. *S. enteritidis*) und hat, wie auch Infektionen durch kontaminierte Eier aufgrund der hohen Empfänglichkeit junger Küken große Bedeutung. Eine horizontale Infektion nach direkter oder indirekter Einschleppung in einen Tierbestand bedeutet ebenfalls eine große Gefahr. (Berrang et al., 2000; Cox et al., 2000; De Reu et al., 2006b).

Symptome

Küken zeigen Anzeichen eines gestörten Allgemeinbefindens und ein erhöhtes Wärmebedürfnis. Das Einzeltier wirkt somnolent, zeigt Diarrhoe, gesträubtes Gefieder und eventuell entzündliche Umfangsvermehrungen im Bereich der Gelenke. Es sind aber auch subklinische Infektionen möglich, die ein alleiniges Erkennen durch klinische Untersuchungen erschweren. Aus diesem Grund schreibt der Gesetzgeber eine Bekämpfung im Tierbestand vor (Hühner-Salmonellen-VO).

Diagnose

Anamnese sowie Klinik und Pathologie erlauben nicht immer eine Verdachtsdiagnose. Der Erregernachweis ist erforderlich.

Prophylaxe

Methner (2005) empfiehlt die Schaffung salmonellenfreier Zuchtbestände und Brütereien mit dem Ziel, salmonellenfreie Eintagsküken bereit zu stellen. Die Verhinderung der Erregereinschleppung durch Schädner- und Insektenbekämpfung, Personalhygiene, Stall- und Brütereihygiene, Zugangssperren für fremde Personen und Fahrzeuge, durch Überwachung der Futtermittel, effektive Reinigung und Desinfektion vor Neueinstellungen und die Immunisierung der Elterntiere mit Lebend- und Inaktivimpfstoffen gegen bedeutsame Serovaren (z.B. *S. enteritidis* und *S. typhimurium*) ist essentiell (Methner, 2005). Der Gesetzgeber schreibt in der Hühner-Salmonellen-VO (2009) Untersuchungen in den Brütereien vor. „Der Besitzer einer Brüterei hat sicherzustellen, dass aus jeder Charge Bruteier einer Zuchtherde mindestens eine Probe je Brüter aus sichtbar verschmutzten Schlupfbrüterhordenauskleidungen als Zufallsstichprobe aus fünf verschiedenen Schlupfbrüterhorden genommen wird und dabei gewährleistet ist, dass eine Gesamtfläche von mindestens einem Quadratmeter der Schlupfbrüterhordenauskleidung beprobt wird. Für den Fall, dass keine Schlupfbrüterhordenauskleidung zur Verfügung steht, sind Proben von 25 Gramm herzustellen, für die

1. aus 25 verschiedenen Schlupfbrüterhorden jeweils 10 Gramm zerbrochene Eierschalen entnommen, zerdrückt und gemischt oder
2. repräsentative Mekoniumproben von Eintagsküken entnommen werden.“

(§ 30 Satz 1. Hühner-Salmonellen VO vom 06.04.2009).

„Der Besitzer einer Brüterei hat den Verdacht auf eine Infektion mit Salmonellen der Kategorie 1 oder 2 oder mit *Salmonella pullorum/gallinarum* unverzüglich der zuständigen Behörde mitzuteilen“ (§ 4 Hühner-Salmonellen VO vom 06.04.2009). „Im Sinne dieser Verordnung sind Salmonellen der Kategorie I: *Salmonella enteritidis* und *Salmonella typhimurium*, jeweils ausgenommen Impfstämme. Im Sinne dieser Verordnung sind Salmonellen der Kategorie II: *Salmonella hadar*, *Salmonella virchow* und *Salmonella infantis*, jeweils ausgenommen Impfstämme. Im Sinne dieser Verordnung liegt ein Verdacht auf eine Infektion mit Salmonellen der Kategorie 1 oder 2 vor, wenn diese durch betriebseigene Untersuchungen festgestellt worden ist“ (§1 Hühner-Salmonellen VO vom 06.04.2009).

Pullorum- und Gallinarum-Salmonellose

Ätiologie

Salmonella pullorum (Sp) und *Salmonella gallinarum* (Sg) gehören zu den spezifisch wirtsadaptierten transovariell übertragbaren Salmonellen. Aufgrund erfolgreich durchgeführter Bekämpfungsprogramme sind die Wirtschaftsgeflügelbestände frei von Sp und Sg. Die hohe Tenazität und die in erheblichen Umfang mit Sp infizierten extensiven Geflügelbestände gefährden dennoch die Wirtschaftsgeflügelbestände.

Symptome

Während bei Sp bei latent infizierten Zuchthennen verminderte Legeleistung und schlechte Brut- und Schlupfergebnisse im Vordergrund stehen, ist bei Küken eine Morbidität von mehr als 80 % und eine Mortalität von über 50 % nicht ungewöhnlich. Junge Küken zeigen schwere Allgemeinstörungen, Durchfall mit kalkweißem Kot, Pseudoobstipation, Atemnot, Augen- und Gelenkentzündungen. Zentralnervöse Ausfallserscheinungen treten relativ selten auf. Hingegen treten bei Sg unter braunen Legehühnern plötzliche Todesfälle auf. Dieser perakute Verlauf bei adulten Hühnern geht einher mit Hepato- und Splenomegalie, vereinzelt mit petechialen Blutungen in den serösen Häuten, diffusen Rötungen an Tertiärfollikeln, injizierten Gefäßen und vereinzelt einer Erschlaffung. Die Küken aus solchen Elterntierherden zeigen Apathie, Somnolenz bis hin zu Koma. Diarrhoe mit wässrig-gelben Faeces und respiratorische Symptome gepaart mit einer erhöhten Mortalität, können gute Hinweise sein.

Diagnose

Anamnese, Klinik und Pathologie erlauben bei Küken eine Verdachtsdiagnose, die in jedem Fall durch einen kulturellen Erregernachweis abzusichern ist.

Prophylaxe

Auch wenn die Elterntiere frei von Sp und Sg sind, ist eine ständige serologische oder molekularbiologische Überwachung unerlässlich (Frischblut- und Serumschnellagglutination, ELISA oder PCR). Wenn positive Reagenten gefunden werden, sind die Organe dieser Tiere kulturell zu untersuchen. Beim Nachweis von Sp oder Sg ist die Elterntierherde der Schlachtung zuzuführen. Als frei von Sp werden Herden bezeichnet, in denen nach zweimaliger serologischer Untersuchung im Abstand von drei Monaten kein positives Tier gefunden worden ist. Der erste Test hat zu Beginn der Legetätigkeit (Legeleistung zwischen 40 und 50 %) zu erfolgen.

Eine qualifizierte Betriebsführung und fachkompetentes Personal, die eine konsequente Abschirmung des Betriebes gewährleisten, sind der beste Schutz vor einer Einschleppung dieser Erreger. Impfungen mit Inaktivat- oder Lebendvakzinen können die Tiere vor Erkrankung und Leistungseinbußen wirkungsvoll schützen, sind aber als Mittel zur Bekämpfung des Erregers ungeeignet (Hoop und Hinz, 2005).

Arizona- Salmonellose

Ätiologie

Die Arizona-Salmonellose ist eine verlustreiche Infektionskrankheit. Als besonders anfällig werden Küken von Pute, aber auch von Huhn und Ente gesehen. Die konnatale Erregerübertragung sowie sekundär durch die Eischale eingewanderte Arizonakeime, machen den Brutschrank zu einer wichtigen Infektionsquelle. Die horizontale Übertragung erfolgt aerogen, durch direkten Kontakt oder indirekt über verseuchtes Futter, Tränkwasser und die Einstreu.

Symptome

Die erkrankten Tiere zeigen ein gestörtes Allgemeinbefinden, z. T. mit blutigem Durchfall sowie respiratorischen Symptomen. Zusätzlich können zentralnervöse Störungen wie Krämpfe, Beinschwäche und Lähmungen auftreten. Eine Konjunctivitis mit späterem uni-, oder bilateralem Erblinden ist beschrieben.

Diagnose

Anamnese, Klinik und Pathologie und insbesondere Erregerisolation führen zu einer aussagekräftigen Diagnose. Ein Antikörpernachweis mittels Frischblut- oder Serumschnellagglutination ist einsetzbar.

Prophylaxe

Besonders sollte auf die Brut- und Aufzuchtshygiene sowie auf die Schaffung erregerefreier Elterntierherden geachtet werden. Durch Bruteibehandlung ist dies nicht erreichbar (Hafez und Hinz, 2005).

2.1.2.2 Mykoplasmen

Ätiologie

Mykoplasmen gehören zu den Prokaryonten, die sich von Bakterien unter anderem durch das Fehlen der Zellwand und einem kleineren Genom unterscheiden. Wirtschaftlich bedeutsam als Verursacher von Schäden und Erkrankungen beim Huhn sind die pathogenen Arten *M. gallisepticum* (Mg) und *M. synoviae* (Ms). Hauptinfektionsquellen sind latent infizierte oder chronisch kranke Tiere, die monate- bis jahrelang Träger des Erregers bleiben können. Die Übertragung erfolgt vertikal über den bereits infizierten Tertiärfollikel der Henne und horizontal direkt von Tier zu Tier oder indirekt über lebende und unbelebte Vektoren. Eine besondere Gefahr stellt die aerogene Übertragung zwischen nebeneinander liegenden Ställen oder Geflügelbetrieben dar, ebenso gefährdet sind Standorte in unmittelbarer Nähe zu öffentlichen Verkehrswegen (Hinz, 2005).

Symptome

Latente Infektionen können erhöhte Embryosterblichkeit, Entwicklungsstörungen oder suboptimale Legeleistungen (5 - 10 % unter dem Sollwert) zur Folge haben. Klinisch manifeste Erkrankungen sind mit erhöhter Abgangsrate bis zu 5 % monatlich, verminderter Mastleistung oder Rückgang der Legeleistung bis zu 20 % verbunden. Das erkrankte Einzeltier zeigt unspezifische Symptome wie Unterentwicklung, respiratorische Symptome mit Nasenausfluss und Anschwellung der Infraorbitalsinus. Dies ist aber bei Hühnern nur feststellbar, wenn andere Erreger wie z. B. *Escherichia coli*, *Haemophilus paragallinarum* oder *Bordetella avium* beteiligt sind. Häufiger bei Puten als bei Hühnern sind Bewegungsstörungen infolge exsudativer Entzündung der Sehnenscheiden und Gelenke oder zentralnervöse Ausfallserscheinungen sichtbar (Hinz, 2005).

Diagnose

Im Falle einer Erkrankung erlauben Anamnese, klinische, makro- und histopathologische Untersuchungsergebnisse eine Verdachtsdiagnose, die unbedingt in einem dafür qualifizierten Labor durch serologische oder molekularbiologische Untersuchungen oder durch den kulturellen Erregernachweis abzusichern sind.

Prophylaxe

Als prophylaktische Maßnahme sind die Abschirmung von Mykoplasma-freien Herden und die serologische Kontrolle aller Tiere einer Elterntierherde zu nennen.

Die Frage, ob Bruteier und Hühnerküken von Mg/Ms-freien Elterntieren stammen, lässt sich, wenn Untersuchungsmaterial von Elterntieren nicht verfügbar ist, in der Regel durch die Untersuchung von Eidotter oder Blutserum der Küken 48 bis 72 Stunden nach dem Schlupf mittels ELISA-Technik klären (Hinz, 2005).

2.1.2.3 *Mycobacterium avium* (Geflügeltuberkulose)

Die Geflügeltuberkulose kann über das Brutei übertragen werden (Vior, 1961). Im Jahr 2008 gab es laut Friedrich-Löffler-Institut fünf Nachweise von Geflügeltuberkulose beim Huhn (FLI, 2008). Zwar ist das Risiko einer Einschleppung in geschlossene Wirtschaftsgeflügelbestände mit ihren hohen Sicherheitsstandards um ein Vielfaches niedriger als in Freilandhaltungen, doch sollte diese Erkrankung nicht vergessen werden. Zumal *Mycobacterium avium* als Zoonoseerreger diskutiert wird (Kraus et al., 2004).

Ätiologie

Mycobakterium avium ist ein sehr widerstandfähiges, säurefestes Stäbchen, welches auf Spezialnährböden innerhalb von zehn bis zwanzig Tagen wächst. Zahlreiche Vogelarten sind für Infektionen empfänglich. Aus oraler Aufnahme und Besiedelung des Darmtraktes resultiert eine massive Ausscheidung über den Kot. Eine konnatale Übertragung via Brutei ist selten, da an generalisierter Tuberkulose erkrankte Tiere so gut wie keine Eier legen.

Symptome

Neben unspezifischen Allgemeinstörungen mit reduzierter Legeleistung und unregelmäßig erhöhten Abgängen, erscheint das Einzeltier apathisch, abgemagert und mit struppigem Gefieder. Bei der häufig vorkommenden generalisierten Form sind vereinzelte miliare bis erbsengroße zentral-käsige Herde in Leber, Milz, Subserosa des Darmes und im Knochenmark typisch. Die submukös liegenden Darmknoten weisen eine Fistelöffnung ins Darmlumen auf.

Diagnose

Die Pathologie und der direkte mikroskopische Nachweis säurefester Stäbchen (Ziehl-Neelsen-Färbung) sind in der Regel ausreichend. In Zweifelsfällen ist der molekularbiologische Erregernachweis erforderlich.

Prophylaxe

Durch das Verfahren „all in/all out“ mit Tieren aus tuberkulosefreien Beständen kann die Einschleppung von *M. avium* verhütet und durch gute Betriebshygiene die Verbreitung vorhandener Erreger verhindert werden (Hoop, 2005).

2.2 Elterntierherdenmanagement

„Bruteier sollen nur von gesunden, krankheitserregerfreien Elterntieren stammen, die vollwertig ernährt und tiergerecht gehalten werden. Für Schlupferfolg und Kükenqualität sind primär die Elterntiere ausschlaggebend“ (Redmann et al., 2005). Ein falsches Management kann also Ursache einer verminderten Kükenqualität sein. Die Tiere müssen gut gehalten werden, um sich optimal entwickeln zu können. Zu allererst müssen die Vorgaben des Tierschutzgesetzes eingehalten werden. Des Weiteren gelten die Tierschutz-Nutztierhaltungs-VO und das Europäische Übereinkommen zum Schutz von Tieren in landwirtschaftlichen Tierhaltungen. Ferner gibt es Empfehlungen von den Züchtern der Elterntiere. Die hier aufgeführten Empfehlungen und Tabellen stammen aus dem ROSS Managementprogramm 2010. Zusätzliche Empfehlungen aus der recherchierten Literatur werden gekennzeichnet.

2.2.1 Gewichtskontrolle Hennen

Zur Sicherstellung einer guten Zuchtleistung muss das Wachstum während der Aufzucht gesteuert werden. Deshalb werden wöchentlich Handwiegungen durchgeführt, um das Wachstum und die Entwicklung der Tiere zu überprüfen. Tabelle 1 zeigt die optimale Gewichtsentwicklung heranwachsender Elterntierhennen zusammen mit der benötigten Futtermenge. Durch regelmäßiges Wiegen kann der Tierhalter frühzeitig Abweichungen erkennen und gegebenenfalls Korrekturen durch Futteranpassungen vornehmen.

Tab.: 1 Tagesfuttermenge und Zielgewicht für Ross-Hennen (aus ROSS-Management, 2010).

Futterprogramm und Körpergewicht der Ross Hennen		
Alter in Wochen	Körpergewicht in Gramm	Futterbedarf (Tier/Tag) in Gramm/Tier/Tag
1	140	Zur freien Aufnahme
2	220	Zur freien Aufnahme
3	350	40
4	470	45
5	590	47
6	700	51
7	800	54
8	900	57
9	1000	60
10	1100	62
11	1200	64
12	1300	67
13	1400	70
14	1500	73
15	1600	76
16	1700	79
17	1800	84
18	1900	90
19	2050	100
20	2200	110
21	2350	120
22	2500	125
23	2650	
24	2800	
25	2950	
26	3100	125 Gramm
27	3200	
28	3300	
29	3350	Abhängig von
30	3400	
31	3420	Leistung
32	3440	
34	3480	Eigewicht
36	3520	
38	3560	Körpergewicht
40	3600	
42	3640	Stalltemperatur
44	3680	
46	3720	
48	3760	165-170 Gramm
52	3840	
56	3920	
60	4000	

2.2.2 Uniformität

Die alleinige Erfassung des Durchschnittsgewichtes könnte jedoch Falschaussagen hervorrufen. Der Tierhalter muss bei seinen Wiegungen auch auf eine hohe Uniformität der Elterntiere achten.

Zu leichte Tiere sollen im Stall in einem separaten Bereich untergebracht werden, um ihnen ebenfalls optimalen Zugang zu Futter und Wasser zu ermöglichen. Eine gute Orientierung für Farmleiter bietet die Regel, dass zwischen der 4. und 9. Lebenswoche der Aufzucht 90 % der Tiere nicht mehr als 15 % vom Durchschnittsgewicht abweichen sollen.

2.2.3 Fütterung der Hennen

In Tabelle 2 werden die Futterinhaltsstoffe aufgezeigt, welche in den jeweiligen Entwicklungsstufen als optimal angesehen werden. Neben den richtigen Inhaltsstoffen und der hygienisch einwandfreien Herstellung, Transport und Lagerung des Futters ist im Stall auf eine zügige und gleichmäßige Futterzuteilung zu achten. Als optimal gelten drei bis sechs Minuten, die es dauern sollte, bis alle Futtertröge gefüllt sind, damit alle Tiere zeitgleich fressen können und somit kein Stress in der Herde entsteht. Optimal ist es auch, wenn das Futter in mehreren Portionen zugewiesen wird. In der Praxis wird die Futterverteilung je nach System bis zu drei Mal pro Stunde eingeschaltet, damit an den Stellen im Stall, an denen die Tröge schon leer gefressen sind, erneut frisches Futter vorgelegt wird und so eine bessere Futterverteilung erreicht wird.

Tab. 2: Futterzusammensetzung für Ross-Hennen (aus ROSS-Management, 2010).

Futtersorte		Aufzucht Starter	Aufzucht I	Jung-hennen	Vorlege-futter	Lege-futter I	Lege-futter II	Hahnen futter
Alter in Wochen		0-2	2-6	6-15	15-23	23-45	Ab 45	Ab 20
UE/kg	Kcal	2800	2800	2550	2700	2800	2800	2550
Rohprotein	%	20	18	13,5-14	14,5-15	14,5-15,5	14,0-14,5	12,0-13
Rohfett	%	4,0-5,0	4,0-5	3,0-4,0	3,5-4,5	4,0-5,0	4,0-5,0	3,0-4,0
Calcium	%	1	1	0,9	1	0,18	3,3	1,0
Phosphor	%	0,45	0,45	0,35	0,35	0,18	0,35	0,35
Natrium	%	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
Chlorid	%	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
Kalium	%	0,65	0,65	0,65	0,75	0,18	0,75	0,60
Kupfer	mg	16	16	16	10	10	10	10
Jod	mg	1,25	1,25	1,25	2	2	2	2
Mangan	mg	120	120	120	120	120	120	120
Selen	mg	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Zink	mg	100	100	100	100	100	100	100
Vitamin A	IE	11000	11000	11000	12000	12000	12000	12000
Vitamin D3	IE	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
Vitamin E	IE	60	60	45	100	100	100	150
Vitamin K	mg	3	3	2	5	5	5	5
Thiamin	mg	3	3	2	3	3	3	3
Riboflavin	mg	6	6	5	12	12	12	12
Nikotinsäure	mg	35	35	30	55	55	55	55
Panthothenin	mg	15	15	15	15	15	15	15
Pyridoxin	mg	4	4	3	5	5	5	5
Biotin	mg	0,2	0,2	0,2	0,4	0,4	0,4	0,4
Folsäure	mg	1,5	1,5	1	2	2	2	2
Vitamin B12	mg	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03
Cholin/kg	mg	1400	1400	1400	1500	1500	1500	1500
Linolsäure	%	1	1	0,85	1,5	1,5	1,2	1

2.2.4 Lichtprogram für ET-Hennen

Für eine gute Entwicklung der Tiere ist ein den natürlichen Bedingungen angepasstes Beleuchtungsmanagement außerordentlich wichtig. Tabelle 3 zeigt die empfohlene Dauer und die Lichtstärke in Aufzucht und Legeperiode. Durch einen Lichtstimulus wird die Legephase induziert. Dabei sind grundlegende Punkte zu beachten:

- Während der Aufzucht darf sich die Beleuchtungslänge und -intensität nicht steigern, und ab der zwölften Lebenswoche auch nicht mehr verringern.
- Eine Lichtzunahme sollte für das Tier erkennbar sein. Das heißt mindestens zwei bis vier Stunden und eine Verdopplung, besser noch eine Vervierfachung der Lichtintensität. Dies ist notwendig, um die Legephase zu induzieren.
- Nach der Umstallung vom Aufzuchtstall in den Legestall dürfen sich Tageslänge und Lichtintensität nicht verringern.
- Bei 50%iger Legeleistung soll die Tageslänge 13 Stunden nicht unterschreiten.
- Das Nest soll nicht beleuchtet sein.

Tab. 3: Lichtprogram für Ross-Hennen (aus ROSS-Management, 2010).

Alter	Anzahl Stunden		Lichtintensität in Lux		
	Umstallen mit	18 Wochen	20 Wochen	18 Wochen	20 Wochen
1 Tag		24	24	40-60	40-60
2 Tage		22	22	40-60	40-60
3 Tage		22	22	40-60	40-60
4 Tage		20	20	40-60	40-60
5 Tage		20	20	40-60	40-60
6 Tage		18	18	40-60	40-60
7 Tage		18	18	40-60	40-60
8-14 Tage		16	16	15-20	15-20
15 Tage		14	14	15-20	15-20
17 Tage		12	12	15-20	15-20
19 Tage		10	10	15-20	15-20
3-18 Wochen		8	8	15-20	15-20
19 Wochen		10	8	40-60	15-20
20 Wochen		11	8	40-60	15-20
21 Wochen		12	11	40-60	40-60
22 Wochen		13	12	40-60	40-60
23 Wochen		13 ½	13	40-60	40-60
24 Wochen		14	14	40-60	40-60
25 Wochen		14 ½	14 ½	40-60	40-60

2.2.5 Wasser

Eine adäquate Wasserversorgung der Tiere muss sicher gestellt sein. Deshalb muss sie täglich kontrolliert und dokumentiert werden. Als Richtwert kann Tabelle 4 dienen. Zu beachten ist aber auch, dass bei einer Erhöhung der Stalltemperatur auch eine Erhöhung des Trinkwasserverbrauchs registriert wird. Als Richtwert kann man von einem um 6,5 % höheren Wasserverbrauch pro Grad Celsius Temperaturerhöhung ausgehen.

Die Qualität des Trinkwassers sollte regelmäßig an Hand einer chemischen und bakteriologischen Wasseranalyse überprüft werden.

Tab. 4: Wasserverbrauch von Ross-Hennen (aus ROSS-Management, 2010).

Wasserbedarf bei 20 °C	
Alter in Wochen	Bedarf in Liter/Tag/100 Tiere
1	4
2	5
3	6
4	7
5	8
6	9
7	10
8	10
9	11
10	11
11-15	12
16	13
17	15
18	17
19	19
20	21
21	23
Ab 22	25-35

2.2.6 Stallklima

Das Stallklima hat ebenfalls Auswirkungen auf die Tiergesundheit und das Wohlbefinden der Tiere. Unter dem Stallklima versteht man die Gesamtheit der physikalischen Beschaffenheit und des chemischen Zustandes der Stallluft, insbesondere Temperatur, relative Feuchte, Luftgeschwindigkeit und Luftströmung, Gehalt an gasförmigen Verbindungen (Ammoniak, Schwefelwasserstoff, Kohlendioxid, Methylamine, Lachgas, Methan) sowie Staub (Hoy, 2006).

„Ställe müssen erforderlichenfalls ausreichend wärmedämmend und so ausgestattet sein, dass Zirkulation, Staubgehalt, Temperatur, relative Luftfeuchte und Gaskonzentration der Luft in einem Bereich gehalten werden, der für die Tiere unschädlich ist“ (§ 3, Abs. (3), Satz 2, TierSchNutzV, 2009).

2.2.7 Stalleinrichtung

Das gängige Haltungssystem der Elterntiere ist die Bodenhaltung. Dabei hat die Einstreu eine große Bedeutung. Sie sollte gleichmäßig im Stall verteilt, sauber und trocken sein.

Neben einem dem jungen Küken angepassten Stallklima ist besonders auf die Temperatur der Bodenplatte zu achten. Diese sollte bei Einstellung der Eintagsküken mindestens 28-30 °C betragen.

Um den Tieren Wasser in guter Qualität zu geben haben sich Nippel-Tränken mit oder ohne Cup bewährt. Dabei ist auf den richtigen Wasserdruck, die Durchlaufgeschwindigkeit, die Anzahl der Tränken und die Verteilung im Stall zu achten. Diese Nippel-Tränken sind leichter zu reinigen und werden nicht so leicht verunreinigt als Rundtränken. Das verbessert die mikrobiologische Qualität des aufgenommenen Wassers.

Zur Futtermittelverteilung werden Futterketten verwendet, die das Futter in den Stall befördern. Wichtig dabei ist eine gleichmäßige Futterzuteilung (siehe 2.2.3). Außerdem sollte der Aufzuchtstall mit einer Futterwaage, einem Wassermessgerät und einer Tierwaage ausgestattet sein.

Tab. 5: Anforderungen von Ross Elterntieren an den Aufzuchtstall (aus ROSS-Management, 2010).

Anforderung	Hähne	Hennen
Besatzdichte pro m ²	5-6	8-9
Futterplatz in cm	20	15
Tiere pro Nippel	6	8
Tiere pro Nippel mit Cup	16	20

Der Lege-Stall

Der Unterschied zum Aufzuchtstall besteht darin, dass sich zusätzlich Legenester in den Ställen befinden. Diese Abrollnester in Kombination mit einem Rost sind abgedunkelt und bieten dem Tier während der Eiablage Sichtschutz und Rückzugsmöglichkeiten. Die Legenester müssen regelmäßig auf ihre Sauberkeit überprüft und gereinigt werden. Der Rost soll maximal 50 % der Stallfläche betragen und Zugang zum Tränkesystem bieten. Der Einstieg vom Rost ins Nest soll 10 - 17 cm nicht übersteigen. Am besten ist dafür ein ebener Einstieg geeignet.

Tab. 6: Anforderungen von Ross-Elterntieren an den Legestall (aus ROSS-Management, 2010).

Anforderungen laut Ross-Elterntiermanagement		
Besatzdichte	Hennen/m²	6,4
	Tiere/m ²	7,0
Maximale Rosthöhe in cm		50
Futterplatz in cm	Hähne	20 cm
	Hennen	15 cm
Tiere/ Trinkpunkt	Rundtränke	75
	Cup	15
	Nippel	6
Stalltemperatur in °C		20
Legenster	Einzelnest	5 Hennen/Nest
	Familiennest	90 Hennen/Meter
Maximale Ventilationskapazität		4,5 m ³ /kg Lebendgewicht/Stunde

Ferner gelten die Vorschriften der Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung in der Fassung vom 1. Oktober 2009, welche fordert, dass Haltungseinrichtungen nach ihrer Bauweise, den verwendeten Materialien und ihrem Zustand so beschaffen sein müssen, dass eine Verletzung oder sonstige Gefährdung der Gesundheit der Tiere so sicher ausgeschlossen wird, wie dies nach Stand der Technik möglich ist. Ferner müssen Haltungseinrichtungen mit Fütterungs- und Tränkeinrichtungen ausgestattet sein, die so beschaffen und angeordnet sind, dass jedem Tier Zugang zu einer ausreichenden Menge Futter und Wasser gewährt werden kann und dass Verunreinigungen des Futters und des Wassers sowie Auseinandersetzungen zwischen den Tieren auf ein Mindestmaß reduziert werden (§ 3 Abs. 2 1-2 TierSchNutzV, 2009). Für Haltungseinrichtungen, in denen bei Stromausfall eine ausreichende Versorgung der Tiere mit Futter und Wasser nicht sichergestellt werden kann, muss ein Notstromaggregat bereitstehen (§ 3 Abs. 5 TierSchNutzV, 2009).

2.2.8 Hahnenmanagement

Um für einen guten Befruchtungserfolg und eine gute Kükenqualität zu sorgen ist es sehr wichtig die Entwicklung und die Gesundheit der Hähne optimal zu gestalten. Dazu gehört ebenfalls wie bei den Elterntierhennen eine genaue Gewichtsüberprüfung und eine ausgewogene Versorgung mit allen notwendigen Nähr- und Spurenelementen über das Futter. Tabelle 7 zeigt die empfohlene Konditionsentwicklung von Elterntierhähnen. Veränderungen der empfohlenen Futtermenge muss der Farmleiter vornehmen, falls die Gewichtsentwicklung von den Richtwerten abweichen sollte.

Generell empfiehlt es sich, die Hähne in einem separaten Stall unterzubringen. Des Weiteren muss bei ET-Hähnen auf eine gute Skelettentwicklung und eine hohe Uniformität geachtet werden. Zusammen mit den Hennen werden sie dann gemeinsam in der 20. Lebenswoche in einen Legestall verbracht. Dabei sollten nie mehr als zehn bis elf Prozent der Hähne bezogen auf die Gesamtherde eingestallt werden. Zu viele dominante Hähne können die Befruchtungsrate negativ beeinflussen. Im Legestall sollte ebenfalls eine regelmäßige Gewichtskontrolle der Tiere erfolgen. Hähne sollten ein energiereduziertes Futter erhalten, damit sie nicht zu schwer werden und deshalb die Zuchtkondition darunter leidet. Eine schlechte Kondition hätte eine geringere sexuelle Aktivität und somit eine verringerte Befruchtungsrate zur Folge. Deshalb verwendet man ein Gitter über den Futtertrögen der Hennen, welches eine Maschenweite von 45 mm aufweist. Hennen können durch dieses Gitter ohne Probleme ihren Kopf hindurch stecken und das energie- und eiweißreiche Legefutter aufnehmen. Die Hähne dagegen besitzen mit ihren 22 Lebenswochen bereits einen sehr ausgeprägten Hahnenkamm, welcher in diesem Fall verhindert, dass sie ihren Kopf durch das Gitter stecken können. Sie können nur das Hahnenfutter fressen, das in einem separaten Futersystem angeboten wird und weniger Energie und Rohprotein enthält.

Trotz des restriktiven Fütterns der Hähne muss eine Abnahme des Gewichts der Hähne vermieden werden, da sich dies negativ auf die Befruchtungsrate auswirken würde. Eine 10%ige Gewichtsabnahme führt bereits zu einer Verringerung der Fruchtbarkeit. Eine 25%ige Gewichtsabnahme führt zur Sterilität (Alcorn, 2008).

Falls die Befruchtungsraten unbefriedigend sind besteht die Möglichkeit junge Hähne nachzusetzen. Dabei muss beachtet werden, dass nie mehr als 2,5 % der Tiere nachgesetzt werden und die Gesamtzahl aktiver Hähne 8 % nicht übersteigen soll (Ross-Management, 2010). Junge Hähne sollten zunächst bis zu ihrer Geschlechtsreife abgetrennt im Legestall

gehalten werden.

Generell sollten Rankämpfe unter den Hähnen vermieden werden, da diese Auswirkungen auf die Befruchtungsrate haben. Die Tretakte müssen regelmäßig erfolgen, ansonsten sinkt die Befruchtungsrate. In der Vaginalschleimhaut der Hennen befinden sich Uterovaginaldrüsen in denen Spermien längere Zeit verweilen können. Diese Einstülpungen stellen einen Speicher für Spermien im weiblichen Genitaltrakt dar. Ein Huhn kann aus diesem Grund noch bis zu maximal zwei Wochen nach der Begattung befruchtete Eier legen (Liebich, 2010).

Tab. 7: Tagesfuttermenge und Zielgewicht für Ross-Hähne (aus ROSS-Management, 2010).

Futterprogram und Körpergewicht von ROSS Hähnen			
Alter in Wochen	Körpergewicht in Gramm	Futtermenge Gramm/Tier/Tag	Bemerkungen
1	150	Ad libitum	Aufzucht Starter
2	270	Ad libitum	2800 Kcal UE/kg 20 % Rohprotein
3	450	Ad libitum	Aufzucht I
4	650	58	2800 Kcal UE/kg
5	850	60	18 % Rohprotein
6	1000	62	
7	1125	64	
8	1250	66	
9	1375	68	
10	1500	70	Aufzucht II
11	1625	72	2550 Kcal UE/kg
12	1750	75	13,75 % Rohprotein
13	1875	78	
14	2000	81	
15	2150	84	

16	2300	87	Vorlegefutter 2700 Kcal UE/kg 14,75 % Rohprotein
17	2450	91	
18	2600	96	
19	2800	101	
20	3000	107	
21	3150	115	
22	3300	115	
23	3450	115	
24 - 25	3600 - 3750	115	Futtermenge abhängig von Gewicht und Gewichtszunahme Hahnenfutter 2550 Kcal UE/kg 12,5 % Rohprotein
26 - 30	3850 - 4000	120	
31 - 32	4025 - 4050	125	
33 - 35	4075 - 4125	130	
36 - 37	4150 - 4175	135	
38 - 39	4200 - 4225	140	
40 - 41	4250 - 4275	145	
42 - 43	4300 - 4330	150	
44 - 45	4360 - 4390	155	
46 - 51	4420 - 4610	160	
52	4650	165	
53	4690	165	
54	4730	165	
55	4770	165	
56	4810	170	
57	4850	170	
58	4900	170	
59	4950	170	
60	5000	175	

2.3 Gefahren der Bruteikontamination

Für Schlupferfolg und Kükenqualität sind primär die Elterntiere (siehe 2.1 u. 2.2) und für den Erfolg der Brut die Bruttechnik und die Bruthygiene ausschlaggebend, parallel zur Bruttauglichkeit der Eier (saubere, unverletzte Schale, Form, Größe) (Kamanli et al., 2010; Redmann et al., 2005). In diesem Abschnitt soll nun auf die Bruthygiene einer Brüterei eingegangen werden. Die Tierhygiene (Bruthygiene) untersucht als Umweltwissenschaft die Wechselwirkungen zwischen der Umwelt und dem Haus- und Nutztier mit dem Ziel der Erhaltung der Tiergesundheit (Hoy et al., 2006).

„Die Verwendung von sauberen Bruteiern von gesunden Elterntieren ist unentbehrlich und erforderlich, um eine vertikale Erregerübertragung von Elterntieren auf ihre Nachkommen zu verhindern“ (Hafez und Böhm, 2002). Das Brutei und somit das sich darin entwickelnde Küken kommuniziert über Poren in der Eischale mit der Umwelt. Diese Poren dienen v. a. dem Gasaustausch (Solomon, 2010). Eine Kontamination des Eiinneren ist möglich, wenn Keime auf die Eischale gelangen (Board und Halls, 1973; Berrang et al., 1999). Durch eine intakte Kutikula des Bruteies kann dies verhindert werden. Unter der Kutikula der Eischale versteht man einen Überzug aus Protein, der vor zu hohen Feuchtigkeitsverlusten und Schalenpenetrationen durch Mikroorganismen schützt. Lysozym vom Typ c, Ovotransferrin und Ovocalyxin-32 wurden bisher als antimikrobielle Bestandteile der Kutikula identifiziert (Wellman-Labadie et al., 2008). Jedoch kann eine Bruteikontamination mit pathogenen Erregern nicht nur durch mangelnde Bruteihygiene begünstigt werden. Sie kann zum einen primär transovariell, durch Keimbesiedelung des Eifollikels im Ovarium der ET-Henne oder durch Infektion des Eiinneren über die Schleimhaut des Eileiters stattfinden. Eine primäre Infektion kann aber auch hämatogen und durch Kontakt mit infiziertem Bauchfell oder Luftsäcken zustande kommen. Eine sekundäre Kontamination mit pathogenen Erregern sowie Fäulnis- und Schmutzkeimen erfolgt durch Verschmutzung der Eischale mit anschließender Keimpenetration (Montgomery et al., 1999; Hafez und Böhm, 2002; Redmann et al., 2005). Im nachfolgenden Abschnitt sollen nun alle Gefahrenpunkte für eine sekundäre Kontamination aufgezeigt werden, an denen das Brutei verunreinigt werden könnte und somit eine Gefahr für das spätere Küken darstellt. Unter einer Kontamination versteht man eine Verschmutzung oder Beladung von lebender oder unbelebter Materie mit Mikroorganismen, Schadstoffen oder Strahlen (Hoy et al., 2006).

2.3.1 Eiablage

Bereits während der Passage der Kloake kann das Brutei verschmutzt werden, da die Kloake den gemeinsamen Ausführungsgang von Magendarmtrakt und Urogenitaltrakt darstellt (Cook et al., 2005). Folgenden Punkten sollte deshalb große Beachtung geschenkt werden:

- Gesunde Elterntiere (siehe 2.1.) sind die Voraussetzung für eine intakte und stabile Eischale mit intakter Kutikula. Infektionskrankheiten, die die Eischalenqualität negativ beeinflussen, erleichtern auch Umweltkeimen ein Penetrieren der Eischale (Solomon, 2010).
- Ein optimales Elterntiermanagement (vgl. 2.2) gewährleistet eine hohe Anzahl von sauberen Bruteiern mit einer intakten Eischale (Edmond et al., 2005). Eine minimale Verschmutzungsrate und eine geringere Keimbelastung der Eischale sind wichtige Voraussetzungen für möglichst niedrige Keimbelastungen während der Brut (Lister, 2008).
- Eine ausreichende Versorgung mit Mengen- und Spurenelementen und Energie und Rohprotein ist unumgänglich, um die Tiere adäquat zu versorgen und eine optimale Eischalenqualität zu erlangen (vgl. 2.2.3). Eine zu dünne Eischale kann leicht zerbrechen, was eine Verschmutzung anderer Bruteier zur Folge hätte. Feine Haarrisse, die durch eine mindere Schalenqualität bedingt sind, begünstigen eine Eischalenpenetration (Barnett et al., 2004; Solomon, 2010).

2.3.2 Bruteier sammeln und sortieren

Von der Kloake gelangt das Ei ins Nest. Ein äußerst kritischer Punkt, denn das noch leicht feuchte und körperwarmer Brutei ist in den ersten 30 bis 60 Sekunden nach Eiablage besonders anfällig für eine mikrobiologische Besiedelung und Keimpenetration, da in dieser Zeit die Kutikula noch nicht vollständig ausgehärtet ist (Berrang et al., 1999). Außerdem kann Staub und Kot auf der feuchten Eioberfläche anhaften. Dies beeinträchtigt spätere Desinfektionsmaßnahmen in ihrer Wirkung. Ferner bildet angetrockneter Kot und Staub ein Reservoir für unerwünschte Mikroorganismen auf der Eischale (Board, 1966). Das frisch gelegte Ei kühlt nach der Eiablage auf die Umgebungstemperatur ab. Infolge der Abkühlung des körperwarm gelegten Eies (ca. 41 °C) baut sich im Eiinneren ein Unterdruck auf, der zur Bildung einer Luftkammer führt. Gleichzeitig können dadurch Keime in die Schalenporen

eingesogen werden (Board 1966; Berrang et al., 1999; Redmann et al., 2005). Einige Bakterienarten können außerdem durch Eigenbewegung durch die Eischale penetrieren (Hafez und Böhm, 2002; McMullin, 2009). Aus diesen Gründen ist auf absolute Nesthygiene zu achten (Deeming, 2005).

Vom Nest aus rollen die Eier auf ein Eierband, welches die Bruteier bis zur Sammelstelle befördert. Auch dieses muss der Farmleiter mehrmals täglich kontrollieren und gegebenenfalls reinigen. Angetrockneter Kot und angetrocknete Reste von zerbrochenen Eiern müssen entfernt werden. Die Transportbänder müssen ggf. entfernt sowie getrennt gereinigt und desinfiziert werden. Defekte oder verschlissene Teile, die sich nicht mehr ausreichend reinigen lassen, sind durch neue zu ersetzen (Hafez und Böhm, 2002).

An der Sammelstelle werden die Bruteier nach Form, Größe, Schalenqualität und Verschmutzungen sortiert (Redmann et al., 2005). Die Bruttauglichkeit hat direkten Einfluss auf Schlupfrate und Kükenqualität (Kamanli et al., 2010). Nur bruttaugliche Eier werden in Vorbruthorden aus Kunststoff (siehe 2.3.8.1) gelegt, welche dann in dafür vorgesehene Transportwagen verbracht werden, um zur Brüterei transportiert zu werden. Folgenden Punkten sollte man aber zusätzlich Beachtung schenken um ein Brutei von höchster Qualität zu erhalten:

- Eine Handreinigung und Desinfektion hat vor jedem Arbeiten mit Bruteiern zu erfolgen (Lister, 2008).
- Bruteier sollten mindestens viermal am Tag gesammelt werden (Lister, 2008).
- Es sollten immer zuerst die sauberen und unversehrten Eier gesammelt werden. Erst im Anschluss dürfen Schmutzeier aufgesammelt werden.
- Bodeneier dürfen nicht ins Nest gelegt werden. Sie verunreinigen nur das Nest (Lister, 2008).
- Die Nesteinstreu muss regelmäßig gewechselt werden und Nestmatten müssen regelmäßig gereinigt bzw. ausgetauscht werden (Board, 1966).
- Stark verunreinigte Bruteier oder Eier mit offener Schale dürfen nicht an die Brüterei versandt werden.
- Bruteier müssen mit dem stumpfen Pol nach oben aufgelegt werden, um ein Ankleben des Dotters an die Schaleninnenseite zu vermeiden. Ferner nehmen die sich entwickelnden Küken meist vor dem Schlupf eine falsche Position ein, was den Schlupfvorgang erschweren würde (Redmann et al., 2005).

2.3.3 Ankommende Vorbruthorden

Dem Elterntierbetrieb werden Eiertransportwägen mit leeren Vorbruthorden zur Verfügung gestellt. Dieses Leergut, welches von der Brüterei an die Elterntierfarmen geliefert wird, kann ebenfalls eine Kontaminationsquelle für Bruteier sein. Aus diesem Grund ist eine Überprüfung der R+D in der Brüterei unerlässlich. Ferner werden auch die mit dem Eiersammeln beauftragten Farmleiter in die Pflicht genommen. Folgende Kernpunkte sind dabei besonders wichtig:

- Neu auf der ET-Farm ankommende Transportwägen und Vorbruthorden müssen auf Sauberkeit überprüft werden wobei ggf. eine Rückmeldung an die Brüterei zu erfolgen hat.
- Eine Kontrolle und Markierung von Beschädigungen ist durchzuführen, um eine Beschädigung der Bruteier zu verhindern (Barnett et al., 2004).
- Das Leergut darf nur im Eierlager gelagert werden, bis es an der Sammelstelle benötigt wird. Unnötiges Stehen in der Stallgasse soll vermieden werden, um eine Kontamination mit Staubkeimen so gering wie möglich zu halten (Shawkey et al., 2009). Dies hat zusätzlich den Vorteil, dass eine konstante Temperatur der Vorbruthorden zu Beginn des Eiersammelns gewährleistet werden kann.

Ebenso gehen weitere Anweisungen der Brüterei an die mit dem Eiersammeln beauftragten Farmleiter.

2.3.4 Eilagerung Farm

Die Transportwagen mit Bruteiern werden sofort nach dem Sammeln in ein eigens dafür vorgesehenes Eierlager verbracht. Von dort dürfen die Eier nicht wieder zurück zur Sammelstelle gebracht werden. Würden Eier zurück zur Sammelstelle (ca. 23 °C) verbracht werden, könnte sich Kondenswasser an der Schalenoberfläche bilden, da Bruteier im Eierlager auf 18 °C abgekühlt werden. Eine Kondensation auf der Eischale fördert eine mikrobielle Vermehrung auf der Eioberfläche (Shawkey et al., 2009).

Außerdem müssen alle Räume, in denen Eier gelagert werden, kompromisslos gereinigt und desinfiziert werden (Hafez und Böhm, 2002). Folgende Punkte müssen bei der Eierlagerung auf der Farm besonders beachtet werden:

- Die Temperatur im Eierlager ist täglich zu kontrollieren und zu dokumentieren. Temperaturschwankungen innerhalb der Eierlagerungszeit müssen verhindert werden.
- Die Bruteier sollen binnen vier Stunden auf unter 21 °C abgekühlt werden, um die Entwicklungsvorgänge im Brutei zu stoppen (Bourassa et al., 2003).
- Aussortierte und verschmutzte Eier müssen ebenfalls separat gelagert werden.

2.3.5 Bruteitransport

Eine schnellstmögliche Bruteidesinfektion im Anschluss an das Eiersammeln hat eine signifikante Verbesserung der Schlupfrate und eine Reduzierung der Inzidenz von selektionsbedürftigen Tieren in der Geflügelzucht zur Folge (Lister, 2008). Jedoch muss aus Praktikabilitätsgründen eine gewisse Eilagerungszeit auf der ET-Farm in Kauf genommen werden. Die Bruteier können nicht gleichzeitig von allen Betrieben abgeholt werden. Vor dem Abtransport zur Brüterei sollte eine erste Desinfektion im Erzeugerbetrieb erfolgen, wenn die Bruteier nicht sofort abgeholt werden können (Redmann et al., 2005). Vom Bruteilager im Legestall sollte eine separate Tür durch die die Bruteier den Betrieb verlassen existieren, damit Bruteier nicht zurück in die Stallgasse gebracht werden müssen. Die mit dem Bruteitransport beauftragten Personen betreten somit nicht den Stall sondern nur das Eierlager, um Bruteier abzuholen. Dabei wird jeder Betrieb im Sternprinzip einzeln angefahren und nach jeder Fahrt muss eine Reinigung und Desinfektion des Transportfahrzeuges erfolgen. Bei der Planung der Fahrten sollte beachtet werden, dass zuerst die Elterntierbetriebe angefahren werden, welche noch früh in der Legeperiode sind. Junge

Elterntiere sind aufgrund der begonnenen Legetätigkeit und den damit verbundenen biologischen Umbauvorgängen anfälliger. Auch deren Küken sind anfälliger für Erkrankungen, deshalb sollten diese Bruteier am schnellsten einer Bruteidesinfektion unterliegen. Die Eiabholung sollte täglich erfolgen. Dabei ist auf einen sorgfältigen Umgang mit den Eiern zu achten um diese möglichst erschütterungsfrei zu transportieren. Frische Bruteier sind unempfindlicher, deshalb sollten Transporte über größere Entfernungen nur mit höchstens fünf Tage alten Bruteiern durchgeführt werden (Redmann et al., 2005).

2.3.6 Bruteidesinfektion

In der Brüterei angekommen, werden die Eier in eine Desinfektionskammer gebracht. Dabei sind die Bruteier auf Sauberkeit und Unversehrtheit zu prüfen. 10 g Paraformaldehydpulver pro m³ werden erhitzt, so dass das dabei entstehende Gas mindestens 20 Minuten lang bei Raumtemperatur (18 °C) die Bruteier umspült (Cadirci, 2009; OIE, 2010). Unter diesen Bedingungen werden 99.8 % der Mikroorganismen abgetötet (Cadirci, 2009). Andere Kombinationen von Konzentration, Temperatur, Luftfeuchte und Zeit werden von etlichen Autoren beschrieben (Cadirci, 2009). Dieses Trockenverfahren ist das am häufigsten angewandte und das am meisten untersuchte. Formaldehyd (HCHO) ist ein stechend riechendes, farbloses Gas, das ein breites Wirkspektrum gegen Bakterien, Bakteriensporen, Pilze und Viren besitzt und seine optimale Wirkung bei Temperaturen von 22 - 26 °C und 70 - 90 % relativer Luftfeuchtigkeit entfaltet (Böhm und Hafez, 2002). Daneben muss auf eine bestmögliche Verteilung in der Desinfektionskammer geachtet werden. Dazu ist es nötig, dass Umlüfter für eine gute Umwälzung des Formaldehyds sorgen (siehe Abbildung 1, Decke des Raumes). Auch die Art des Bruteiersammelns hat entscheidenden Einfluss auf den Desinfektionserfolg. Die Bruteier müssen senkrecht mit der Spitze nach unten in die Horden gelegt werden, damit die Eier von allen Seiten vom Gas umspült werden können. Aus demselben Grund sollen die Horden möglichst wenig Eioberfläche verdecken und aus leicht zu reinigendem und zu desinfizierendem Material sein. Beschädigte Horden müssen aussortiert werden. Aufgrund des Umgangs mit einem Gefahrenstoff, muss der Begasungsleiter, der mit Formaldehyd begast, die nötigen Kenntnisse und Fähigkeiten nachweisen und über die Gefahren im Umgang Bescheid wissen. Ein Befähigungsnachweis ist vom Begasungsleiter nachzuweisen. Technische Regeln für Gefahrenstoffe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin geben genauestens den Umgang mit

Formaldehyd vor (TRGS 513, 1996). Des Weiteren muss die Desinfektionskammer laut Bundes-Immissionsschutzgesetz als Begasungsanlage von Eiern mit Formaldehyd zugelassen sein (BImSchG, 2007).



Abb. 1: Blick in einen gefüllten Bruteibegasungsraum nach abgeschlossener Bruteidesinfektion. Zu sehen sind mit Bruteiern bestückte Vorbruthorden, welche auf Transportwägen zur Brüterei transportiert wurden. An der Decke sind Heizung und ein Umlüfter (orange) montiert.

2.3.7 Eierlagerung Brüterei

Erst nach erfolgter Desinfektion gelangen die Bruteier in das Eierlager der Brüterei. Dabei müssen einige Punkte beachtet werden:

- Die Bruteier müssen trocken gelagert werden. Kondensation und Feuchtigkeit auf der Eischale muss vermieden werden. Feuchtigkeit auf der Eischale begünstigt eine Keimvermehrung auf dieser (Bourassa et al., 2003; Shawkey et al., 2009).
- Das Eierlager soll nicht als Durchgangsraum verwendet werden. Es sollte so wenig wie möglich betreten werden und die Zugänge zum Lager sollen verschlossen sein. Dadurch kann die Gefahr eines Keimeintrages ins Eierlager verringert werden.
- Der Luftstrom von Klimaanlage und Heizungen soll nicht unmittelbar auf die Eier stoßen, sondern gleichmäßig im Raum verteilt werden. Dazu sind Umlüfter geeignet.
- Je nachdem, wie lange die Eier gelagert werden, müssen andere klimatische Bedingungen im Eierlager herrschen. Tabelle 8 gibt darüber Auskunft (Bourassa et al., 2003).
- Je länger Bruteier gelagert werden, desto länger muss die Brutdauer sein (Reis et al., 1997). Als Anhaltspunkt gilt, dass jeder Tag, den die Bruteier im Eierlager verbringen, eine um eine Stunde längere Brutdauer nach sich zieht (Reis et al., 1997).
- Je länger gelagert wird, desto niedriger soll die Raumtemperatur im Eierlager sein. Desto größer ist aber auch die Gefahr der Kondensation von Wasser auf der Eischale bei Brutbeginn (37,5 °C/100 °F). Deshalb muss bei 12 °C gelagerten Eiern immer eine zweistufige Vorwärmphase vor dem Einlegen in den Vorbrüter mit eingeplant werden (Bourassa et al., 2003).
- Je länger das Brutei gelagert werden muss, desto stärker kann dadurch die Schlupfrate und die Kükenqualität negativ beeinflusst werden (Reis et al., 1997; Elibol et al., 2002; Tona et al., 2005a). Eine gute Eiplanung ist deshalb essentiell für den Erfolg einer jeden Brüterei.
- Es wurde beschrieben, dass bei 23 °C keine Lagerschäden auftreten (Bourossa et al., 2003). Tabelle 8 zeigt empfohlene Werte für die Eilagerung.
- Je länger gelagert werden muss, desto größer ist die Gefahr einer erneuten mikrobiellen Besiedelung bzw. einer Eischalenpenetration vor allem von *Enterobacteriaceae* (De Reu et al., 2006a, Shawkey et al., 2009). Mittels niedriger Lagertemperaturen könnte man

dieser Penetration entgegenwirken. Niedrigere Temperaturen haben aber wiederum eine verringerte Keimabwehr der Eier zur Folge (Dolman und Board, 1992; Cook et al., 2003).



Abb. 2: Eilagerung in einer Brüterei. Die desinfizierten Bruteier werden hier zwei bis sechs Tage gelagert, um anschließend bebrütet zu werden. An der Decke kann man eine Heizung und an der Wand eine Kühlung zu erkennen.

Tab. 8: Lagerbedingungen für Bruteier (Bourassa et al., 2003, Ross-Management, 2010).

Lagerzeit in Tagen	Lagertemperatur in Grad Celsius	Feuchtigkeit in % rel. Luftfeuchte	Vorwärmphase in Stunden
1-4	20-23	75	0
4-7	16-17	75	8
>7	12-15	80	12
>13	10-12	80	18

2.3.8 Technik-assoziierte Gefahren

Oberflächen, mit denen Tiere bzw. Bruteier in Kontakt kommen, stellen eine potentielle Gefährdung für eine mögliche Infektion bzw. Kontamination dar (Böhm, 2002). Eine effiziente Reinigung und Desinfektion hat positiven Einfluss auf die Kükenqualität (Walker und Sander, 2003). Demzufolge ist es von außerordentlichem Interesse, für eine optimale Keimreduktion auf allen Oberflächen zu sorgen, welche Bruteier oder Küken kontaminieren könnten. Nachfolgendes Kapitel soll einen kurzen Überblick über die im Betrieb verwendeten Geräte und Transportbehältnisse geben, welche mit dem Brutei bzw. mit dem Küken in Verbindung stehen.

2.3.8.1 Vorbruthorden

Die längste Zeit verbringt das Brutei in der Vorbruthorde. Darunter versteht man eine Transportebene, auf denen die Bruteier an der Sammelstelle aufgesetzt werden. Wichtig ist dabei, dass die Bruteier sicher fixiert sind, um sie vor Beschädigungen während des Transportes zu schützen. Feinste Haarrisse in den Eischalen können die Schlupfrate und die Mortalität in der ersten Woche negativ beeinflussen (Barnett et al., 2004). Ferner sollte die Horde eine möglichst geringe Kontaktfläche zum Brutei besitzen. Dies ist für die Bruteidesinfektion besonders wichtig, damit das Desinfektionsmittel möglichst große Teile der Eischale erreichen kann. Außerdem muss die Vorbruthorde leicht zu reinigen sein.

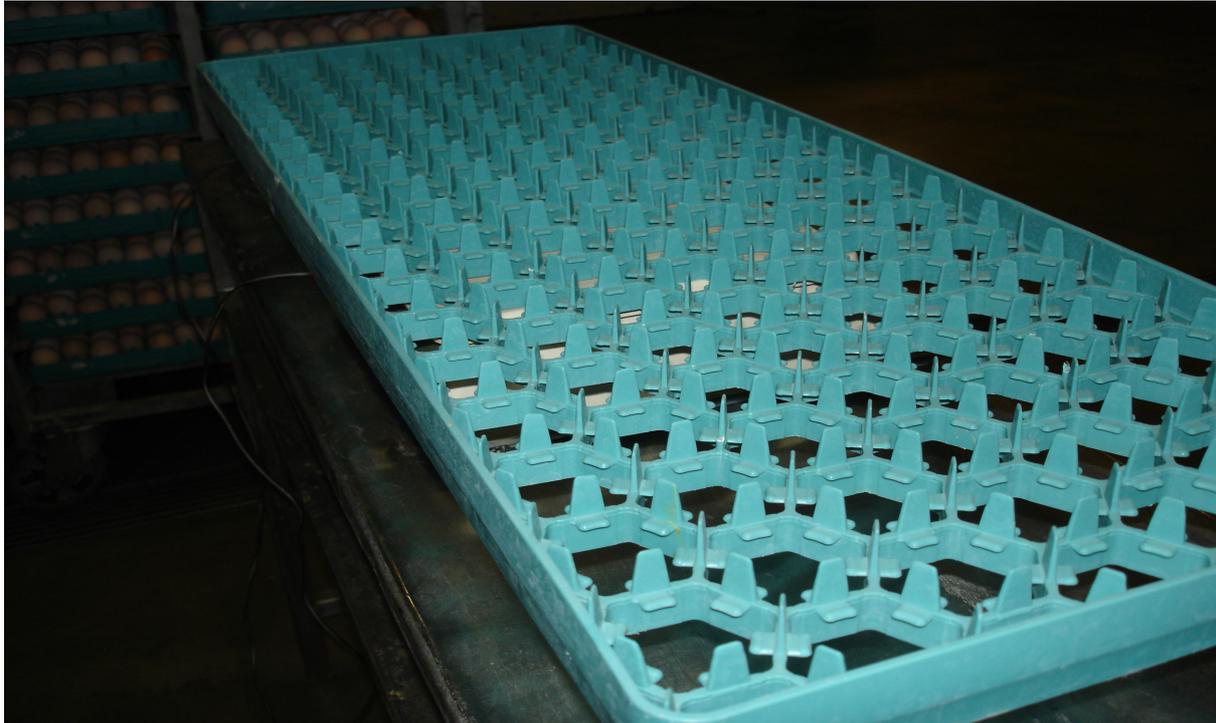


Abb. 3: Eine leere Vorbruthorde. Hier kann man sehr schön die horizontal und vertikal stehenden Stege betrachten. Sie dienen zur sicheren Fixierung der Bruteier. Des Weiteren wird dadurch die Kontaktfläche zum Brutei niedrig gehalten.

2.3.8.2 Vorbrüter

Die Vorbruträume sind das Herzstück einer jeden Brüterei, denn in den darin installierten Brutschränken reifen unterdessen in den befruchteten Bruteiern Feten heran. Die Vorbrutphase dauert 18 Tage. Während dieser Zeit unterliegen die Bruteier konstanten Bedingungen: 37,5 - 38 °C, 50 - 60 % rel. Luftfeuchte, 5-6 m³ Luftzufuhr pro 1000 Bruteier pro Stunde und stündliche Wendung. Bruteier müssen regelmäßig gewendet werden, um eine gleichmäßige Ausbildung und Ausbreitung der Chorioallantoismembran unter der Eischale zu gewährleisten, über die der Gasaustausch während der Embryonalentwicklung stattfindet (Redmann et al., 2005). Eine regelmäßige Wendung verhindert eine Adhäsion von Embryo oder dessen Membranen mit der inneren Eischalenmembran (Tona et al., 2005a). Ferner trägt eine konstante Eischaltemperatur von 37,5 - 38 °C während der Vorbrutphase zu einer hohen Schlupfrate, einer guten Kükenqualität und einem optimalen Erfolg in der Junggefügelzucht bei (Joseph et al., 2006; Molenaar et al., 2010). Außerdem sollte der Gewichtsverlust während der Vorbrutphase bestimmt werden (Molenaar et al., 2010). Er soll bei ca. 11 % liegen. Durch permanente Überwachung all dieser Parameter müssen optimale

Bedingungen für das Brutei sichergestellt werden. Des Weiteren muss auch eine Bruteikontamination im Brutschrank vermieden werden. Ursachen einer übermäßigen Keimbeseidlung des Bruteies während der Vorbrutphase können sein:

- Ein erhöhter Keimgehalt in der Luft oder im Befeuchtungswasser könnte Bruteier im Vorbrüter verschmutzen.
- Ferner könnte sich eine Kontamination während der Bruteilagerung, des Transportes oder einer Umlage zutragen.



Abb. 4: Vorbruträume beherbergen einzelne Vorbrüter.

2.3.8.3 Schlupfbrüter

Im Gegensatz zum Vorbrüter, in welchem ein vergleichsweise geringer Keimdruck herrscht, muss im Schlupfbrutschrank mit einem hohen Keimgehalt der Luft gerechnet werden (Kim und Kim, 2010). Beim Schlüpfen ist mit einer nicht unbeträchtlichen Menge an Staub zu rechnen, dem so genannten Kükenstaub. Zum anderen ist das frisch geschlüpfte Küken nun nicht mehr durch die sehr effektive Schutzhülle, die Eischale geschützt (Board, 1966). Ferner wurde gezeigt, dass z. B. mit *E. coli* kontaminierte Bruteier nach dem Schlüpfen andere Küken aerogen infizieren können (Montgomery et al., 1999). Es muss also alles unternommen werden, damit diese Keimbelastung in den ersten Lebensstunden so gering wie möglich gehalten wird. Ziel ist eine möglichst geringe Keimbelastung von Schlupfbrüter, Schlupfbruthorden und Eioberflächen sicher zu stellen. In den Schlupfbrütern herrschen niedrigere Temperaturen (37 °C), eine höhere relative Luftfeuchtigkeit (80 %) und eine größere Luftzufuhr (12 m³ pro 1000 Bruteier pro Stunde) als in den Vorbrutschränken. Während des Schlüpfens ist die Luftmenge pro Stunde auf 50 m³ pro 1000 Bruteier zu steigern. Der Schlupf wird u. a. durch Stimmlautkontakt der Küken synchronisiert. Deshalb dürfen nur Bruteier gleicher Entwicklungsstufe gemeinsam in den Schlupfbrüter verbracht werden (Redmann et al., 2005).



Abb. 5: Schlupfbrutraum mit einzelnen Schlupfbrütern.

2.3.8.4 Kükenabnahme

Während der Kükenabnahme werden die Küken von den Eischalen und den nicht geschlüpften Bruteiern getrennt. Dabei ist neben schonendem Umgang mit den Tieren auf hygienische Oberflächen zu achten. Unmittelbar vor dem Schlüpfen zieht sich der Dottersack des Kükens in die Bauchhöhle zurück und die Bauchhöhle verschließt sich anschließend. Der Nabel ist somit eine potentielle Eintrittspforte für Mikroorganismen (McMullin, 2009). Dringen in dieser kritischen Phase Keime an die Umbilikalregion heran, so muss mit Omphalitiden bis hin zu Dottersackentzündungen gerechnet werden. Tiere mit Nabelentzündungen weisen eine schlechtere Entwicklung in den Aufzuchtbetrieben auf (Fasenko und O'Dea, 2008).

Im Anschluss an die Kükenabnahme werden die Küken mittels Sprühapplikation gegen Infektiöse Bronchitis geimpft. Diese Art der Vakzination eignet sich besonders gut, um eine gute lokale Immunisierung gegenüber Erkrankungen des Respirationstraktes zu erreichen. Das Impfgerät erzeugt ein genau dosiertes Aerosol, welches von den Küken über die Schleimhaut aufgenommen wird. Neben der oro-nasalen Schleimhaut werden auch Konjunktival- und Nickhautschleimhaut benetzt. Sowohl die Lamina propria der Konjunktivalschleimhaut enthält diffuses lymphatisches Gewebe als auch die Nickhautdrüse, die früher als Hadar-Drüse bezeichnet wurde (Liebich, 2010). Neben der Produktion von mukoider Tränenflüssigkeit kommt der Nickhautdrüse große Bedeutung innerhalb der immunzellulären Abwehr zu (Liebich, 2010). Durch die Spray-Vakzination versucht man einen möglichst frühen lokalen Schutz für das Küken zu erreichen. Wichtig dabei ist, hygienisch einwandfreies Impfwasser und Impfgerätschaften zu verwenden, damit keine unerwünschte Kontamination durch Mikroorganismen im Impf-Aerosol auftritt (McMullin, 2009). Infektionsversuche mit Staphylokokken durch Aerosole am ersten Lebenstag belegen eindeutig eine Infektionsquelle für das Küken (McNamee und Smyth, 2000). Ebenfalls ist auf die richtige Impfdosis und auf eine exakte Verteilung des Aerosols zu achten (Breytenbach, 2009). Sämtliche Impfgerätschaften müssen effektiv gereinigt werden. Ferner muss größte Sorgfalt im Umgang mit der Spray-Vakzination gewährleistet werden. Es besteht vor allem die Gefahr einer sogenannten „Rollenden Impfreaktion“ (McMullin, 2009). Diese tritt auf, wenn Küken keiner oder einer zu geringen Dosis des Impfstoffes ausgesetzt waren und deshalb keine adäquate Immunität aufbauen können. In solchen Tieren repliziert sich Lebendimpfstoff und kann dann andere in Kontakt stehende Küken über einen verlängerten Zeitraum infizieren (McMullin, 2009).



Abb. 6: Blick in einen Küchenabnahmeraum. Größere Eischalenanteile werden hier abgesaugt, kleinere Eischalenreste fallen vorher durch ein Gitter.

2.3.8.5 Waschmaschinen

Auch alle im Betrieb befindlichen Reinigungsanlagen stellen ein potentiell^{es} Hygien^erisiko dar (Böhm, 2002). Waschmaschinen werden in Brüter^eien zur Reinigung von Vorbruthorden, Schlupfbruthorden, Transportkisten und Transportwägen verwendet. Dazu stehen jeweils für die einzelnen Kisten, Horden und Wägen unterschiedliche Reinigungsanlagen zu Verfügung. Um eine gute Reinigungsleistung zu erzielen, müssen Parameter wie Temperatur des Waschwassers, Konzentration des Reinigungsmittels im Waschwasser und die Funktionsfähigkeit einer jeden Wascheinheit visuell bei jedem Betrieb überprüft werden (siehe Abb. 7). Nach abgeschlossener Reinigung erfolgt eine Sprühdesinfektion.



Abb. 7: Die Überprüfung der Reinigungsleistung aller Waschmaschinen. Links: Die visuelle Überprüfung der Schlupfbrutkisten. Rechts: Die visuelle Überprüfung der Kükenkisten.

2.3.8.6 Kükentransport

Der Transport zum Junggeflügelmastbetrieb kann die Kükenqualität negativ beeinträchtigen (Chou et al., 2004; Meijerhof, 2010). Die Transportbedingungen sollen dazu beitragen, dass Eintagsküken eine innere Körpertemperatur von 40 °C aufrecht erhalten können (Meijerhof, 2010). Es gibt aber keine optimale Umgebungstemperatur für Eintagsküken. Sie hängt von der Wärmeproduktion des einzelnen Kükens, der Umgebungstemperatur und der Luftstromgeschwindigkeit ab. (Meijerhof, 2010). In Untersuchungen konnte gezeigt werden, dass Temperaturen über 32 °C in den Transportfahrzeugen einen negativen Einfluss auf die Kükenqualität haben (Ernst et al., 1984). Jeder Umstand, der den Kükentransport in die Länge zieht oder Stress für die Tiere verursacht, beeinträchtigt die Mortalität in der ersten Woche. Stress bedeutet vor allem Erschütterungen, Lärm, hohe relative Luftfeuchtigkeit (> 70 %) und schwankende Temperaturen (Chou et al., 2004).

Des Weiteren sind in Deutschland gesetzliche Vorgaben beim Transport von Eintagsküken einzuhalten. So hat der Absender bei innerstaatlichen Transporten von Eintagsküken zusätzlich zu den gemeinschaftsrechtlichen Vorschriften sicherzustellen, dass

- die Eintagsküken innerhalb von 60 Stunden nach dem Schlupf den Empfänger erreichen und
- in dem Bereich, in welchem sich die Tiere während des Transports aufhalten, eine Temperatur von 25 - 30 Grad Celsius herrscht (§ 11, Tierschutztransportverordnung, 2009).

2.3.9 Reinigungs- und Desinfektionsplan

Hygienemaßnahmen verlangen einen sorgfältig ausgearbeiteten Hygieneplan, um Kontaminationen zu vermeiden und somit für eine optimale Kükenqualität zu sorgen (Wildbrett, 2002; McMullin, 2009). In solchen Hygieneprogrammen sollen speziell in Brütereien folgende Punkte Berücksichtigung finden (McMullin, 2009):

- Desinfektion von ankommenden Bruteiern und deren Transportbehälter.
- R+D aller Schlupfbrüter und allen dafür involvierten Bereichen und Gerätschaften unmittelbar nach jeder Benutzung.
- Periodische R+D aller Multistage Vorbrüter und aller Bereiche, die nicht direkt mit dem Schlupf assoziiert sind.
- R+D aller Transportbehälter wie Schlupfbruthorde, Kükenkiste oder Vorbruthorde nach jeder Benutzung.

2.4 Kükenqualität

Die Ansprüche, die eine Brüterei an die Kükenqualität stellt, liegen in einer hohen uniformen Schlupfrate. Für Landwirte hingegen sind die geschlüpften Küken von bester Qualität, wenn sie sich gut entwickeln. Gemeint ist damit, dass die Küken eine hohe Vitalität, eine hohe Wachstumsrate, einen hohen Brustmuskelanteil und eine gute Futtermittelverwertung besitzen (Decuypere und Bruggeman, 2007). Die Kükenqualität muss also beiden Partnern gerecht werden, denn es zeigte sich, dass eine hohe Schlupfrate nicht immer mit einer guten Wachstumsrate und Vitalität korreliert (Decuypere und Bruggeman, 2006; Decuypere und Bruggeman, 2007). Wie in den vorangegangenen Abschnitten gezeigt, bestehen außerdem Gefahren für das Küken in Folge von vertikalen Infektionskrankheiten (vgl. 2.1) oder einer Fehlernährung der Elterntiere (siehe 2.2). Des Weiteren führen mangelhafte oder variierende physikalische Parameter während der Brut zu einer gesteigerten Empfänglichkeit für eine mikrobielle Kontamination (McMullin, 2009). So erleichtern schlecht abgetrocknete Nabelschnüre eine mikrobielle Infektion des Dottersackes des Kükens (McMullin, 2009). Ferner wird aus der Praxis berichtet, dass sich die Küken besser entwickeln, wenn sie aus einer einzigen Elterntierherde stammen. Warum das so ist, ist noch nicht wissenschaftlich belegt, aber man vermutet die Ursache in der Vermischung von Mikroorganismen aus verschiedenen ET-Herden (Tona et al., 2003, McMullin, 2009). Eine Vermischung von Mastküken aus unterschiedlichen ET-Herden soll vermieden werden.

Nun gibt es aber weder genau definierte noch standardisierte Parameter, um Aussagen über die Kükenqualität zu treffen. Meist werden Schlupfrate, Vitalität und das generelle Erscheinungsbild herangezogen. Aus der Praxis wird aber berichtet, dass die größtmögliche Schlupfrate nicht immer mit der besten Vitalität und Wachstumsrate im Stall korreliert (Decuypere und Bruggeman, 2007). Auch das Kükengewicht ist kein verlässlicher Parameter für den Erfolg in der Junggeflügelaufzucht (Jiang und Yang, 2007). Es werden im Folgenden Arten der Beurteilung der Kükenqualität vorgestellt.

2.4.1 Quantitative Beurteilung

Oft wird das Kükengewicht als Parameter herangezogen. In der Literatur gibt es aber widersprüchliche Aussagen darüber (Decuypere und Bruggeman, 2007; Willemsen et al., 2008). Ferner wird die Kükenlänge als Indikator für eine gute Kükenqualität diskutiert. So zeigten Studien von Wolanski et al. (2007) und Petek et al. (2010), dass die Kükenlänge mit

der Kükenmasse ohne Dottersack in acht verschiedenen Elterntierlinien korrelierte. Des Weiteren gab es eine schwache Korrelation zwischen Kükenlänge und Mastengewicht. Dies deutet an, dass die Kükenlänge ein wertvolles Instrument ist, um die Kükenqualität zu beurteilen. Dies wurde in Arbeiten von Deeming (2005) und Willemsen et al. (2008) bezweifelt. In diesen beiden Studien konnte kein signifikanter Zusammenhang zwischen der Kükenlänge und dem Endmastgewicht hergestellt werden.

2.4.2 Qualitative Beurteilung

Es ist generell akzeptiert, dass Eintagsküken sauber, trocken und frei von Schmutz und Kontamination sein sollen. Die Augen sollen klar und hell sein und frei von Deformationen. Der Nabel soll komplett zurück gezogen und sauber sein und keinerlei Dottersackreste oder Eischalen aufweisen. Das Küken sollte wach und aufmerksam sein und auf Umweltgeräusche reagieren. Ferner soll das Küken eine normale Beinstellung, keine geröteten oder geschwollenen Sprunggelenke, keine Hautverletzungen und einen normal geformten Schnabel und keine Zehenverkrümmungen aufweisen (Tona et al., 2005b). Jedoch ist über die individuellen oder kollektiven Einflüsse dieser qualitativen Parameter auf die Kükenentwicklung wenig bekannt (Decuypere und Bruggeman, 2007).

Um diese qualitativen Parameter in quantitativ vergleichbare Werte zu überführen, wurden verschiedene Bewertungsschemata etabliert. Im sogenannten „pasgar score“ gibt es zum Beispiel Punktabzug, wenn qualitative Abweichungen angetroffen werden (Willemsen et al., 2008). Dies ergibt ein gewichtetes Bewertungsschema, bei dem die Küken bei Freiheit von qualitativen Abnormalitäten die höchste Punktzahl erreichen. Küken mit einer Höchstpunktzahl von 100 erreichten in einer Studie von Tona et al. (2005b) die höchste relative Wachstumsrate am siebten Masttag und das höchste Mastgewicht in der sechsten LW (Tona et al., 2005b; Willemsen et al., 2008). Diese Ergebnisse geben Anhaltspunkte, dass mit Untersuchungen am Küken Aussagen über die Entwicklung in der Mast getroffen werden können. Es ist also möglich mit einer verbesserten Kükenqualität bessere Mastergebnisse zu erzielen (Tona et al., 2005b).

2.4.3 Die Mortalität in der ersten Lebenswoche

In der Geflügelfleisch-Produktionskette gelten die sogenannten Sieben-Tages-Verluste (ST) als wichtiges Instrument, um Aussagen über die Kükenqualität und deren Preis zu treffen (Yassin et al., 2009).

Ferner wird die Kükenmortalität auf europäischer Ebene als ein Indikator für das Tierwohlbefinden bei Masthähnchen verwendet (Council Directive 2007/43/EC). Die erste Woche im Leben eines Kükens ist sehr wichtig, da es sich an das Leben im Stall anpassen muss. In den Brutschränken wurde der Embryo durch die Eischale geschützt und konstanten Bedingungen ausgesetzt. Nun aber setzen Umbauvorgänge des Digestions-, des Immun- und des Thermoregulationssystems ein. Außerdem gehen nun langsam die Energiereserven in Form von Lipiden aus dem Dottersack (DS) zu Neige und das junge Küken ist nun auf die eigene Futteraufnahme angewiesen (Yassin et al., 2009). Dies bedeutet, dass dem Küken Futter und Wasser in bester Qualität und ausreichender Menge bereitgestellt werden muss, damit nach 24 Stunden nahezu 100 Prozent aller eingestellten Küken einen vollen Kropf vorweisen. Die Mortalitätsrate ist ein Indikator für die Entwicklung der Tiere im Stall (Yassin et al., 2009).

Neben den Management- und Haltungsfaktoren während der Junggeflügelaufzucht gibt es jedoch noch weitere Faktoren, die die Sieben-Tages-Mortalitätsraten der Küken im Stall beeinflussen (Yassin et al., 2009). In einer Studie von Yassin et al. (2009) konnte das ET-Alter, die ET-Rasse, das ET-Futter, die ET-Farm, die Eilagerzeit in der Brüterei und die Jahreszeit als beeinflussende Parameter herausgefunden werden (Yassin et al., 2009). Generell sollte die Mortalitätsrate in der ersten Woche in einer gut geführten Herde 1,5 % nicht übersteigen (Alcorn, 2008).

Es besteht eine direkte Korrelation zwischen der Mortalität von Broilerküken in der ersten Lebenswoche und einer Besiedelung des Dottersackes mit Bakterien, v. a. mit *Escherichia coli* (Cortés et al., 2004). Die Sieben-Tages-Verluste können also erhöht sein, wenn sich die Küken mit pathogenen Bakterien infizieren. Shah et al. (2004) zeigten, dass durch eine Infektion des Dottersackes mit *Escherichia coli* die Kükenqualität und die Schlupfrate negativ beeinflusst wird. Außerdem können Bakterien mit Resistenzgenen über die Brut auf Küken übertragen werden (Giovanardi et al., 2005; Petersen et al., 2006).

2.5 Kontrolle des Hygienemanagements

Die Brüterei ist der Punkt, an dem Eier und Transportebenen aus einer Vielzahl von Betrieben mit unterschiedlichem Keimmilieu aufeinandertreffen. Aus diesem Grund hat die Brüterei das größte Risiko, um mögliche Kontaminationen zu verschleppen (Lister, 2008). Neben vertikalen Infektionserregern, können auch umweltassoziierte Keime eingeschleppt werden und sich in Bruteiern vermehren. Die meisten dieser Keime sind Elterntierfarmbezogen (*Pseudomonas spp.*, *Proteus spp.*, *Escherichia coli*, *Staphylokokken* und *Enterokokken*) (McMullin, 2009). Ferner könnten neben einer Vielzahl von Pathogenen auch geflügelsspezifische Salmonellen (*S. pullorum* und *S. gallinarum*) (siehe 2.1.2.2) oder humanpathogene Salmonellen (*S. enteritidis* und *S. typhimurium*) (siehe 2.1.2.1) in eine Brüterei eingeschleppt werden (Chao et al., 2007; McMullin, 2009). Es ist also sehr wichtig das Hygienemanagement einer Brüterei regelmäßig zu überprüfen.

2.5.1 „Breakout“-Analyse

Das produktivste Qualitätskontroll-Verfahren, welches in einer Brüterei implementiert werden kann, ist die sogenannte „Breakout“-Analyse (Mauldin, 2009). Dabei können drei Arten unterschieden werden: Eine Analyse unmittelbar nach Eiablage, eine Untersuchung zwischen dem siebten und achtzehnten Bebrütungstag und eine Analyse zum Zeitpunkt des Schlüpfens der Küken. Alle drei Methoden sind praktikabel und können das Qualitätskontrollprogramm einer Brüterei stärken (Mauldin, 2009; Wilson, 2004). Die Analyse am Schlupftag trennt und quantifiziert die Problembereiche, die eine niedrige Schlupfrate hervorrufen. Mit diesen Informationen können Brüterei und Elterntiermanager angemessen korrigierend eingreifen, um Fruchtbarkeit, Schlupfrate und Kükenqualität zu verbessern (Mauldin, 2009; Wilson, 2004).

2.5.2 Bruteiqualität

Viele Probleme, die durch eine Invasion von Mikroorganismen entstehen, haben ihre Ursache in einer inadäquaten Brüterei- und Bruteihygiene (Scott und Swetnam, 1993). Infektionen durch die Eischale reduzieren den Bruterfolg (Cook et al., 2003). Dabei hängt der Erfolg von der Art, Menge und Exposition der Mikroorganismen ab. Zum Zeitpunkt der Eiablage befinden sich 300 bis 500 Keime auf der Eischale (Mauldin, 1999; aus Cadirci, 2008). Die Keimzahl steigt innerhalb von wenigen Stunden auf 20.000 – 30.000 KbE pro Brutei (North und Bell, 1990; aus Cadirci, 2008). Sind Bruteier schmutzig, so können auch 80.000 KbE pro Brutei vorhanden sein (Mauldin, 1999; aus Cadirci, 2008;). In einer Arbeit von Knappe et al. (2002) rangierte die Keimbelastung von Konsumeiern sogar zwischen 15.000 und 300.000 KbE pro Brutei. Ferner spielt das Klima, in welchem die Eier gelagert werden, eine große Rolle (Vgl. 2.3.7). Jedoch können beide Faktoren unabhängig von einander den Bruterfolg negativ beeinflussen. Die äußere mikrobiologische Bruteiqualität scheint also Einfluss auf den Bruterfolg zu nehmen. Bakterielle Kontaminationen der Eischale sind ein großes Problem in der Geflügelwirtschaft (Ronnie, 1961). Hadley und Caldwell fanden schon 1916 heraus, dass das frisch gelegte Ei steril ist. Eine bakterielle Kontamination muss also nach der Eiablage geschehen (Ronnie, 1961). Scott und Swetnam (1993) folgerten aus ihren Untersuchungen zu verschiedenen Bruteidesinfektionsarten, dass eine „shell-rinse“-Methode und damit verbunden die Untersuchung von Bruteiern auf deren aerobe Gesamtkeimzahl, Aussagekraft über das Potential der jeweiligen Bruteidesinfektion hat. Ähnliches wurde bereits im Jahr 1972 berichtet, dass das Waschen von Bruteiern in sterilen Plastikbeuteln eine effiziente Methode sei, um die bakterielle Kontamination von Eischalen zu bestimmen (Genrty und Quarles, 1972). Mushgrove et al. (2005a), die die „shell-rinse“-Methode bei Konsumeiern mit einer „shell-crush“-Methode verglichen, konnten dies bestätigen. Bei der „shell-rinse“-Methode wird das Ei mit einer Flüssigkeit umspült, welche im Anschluss mikrobiologisch untersucht wird. Bei der sogenannten „shell-crush“-Methode werden die Eischalen mikrobiologisch untersucht. Ferner folgerten Bruce und Johnson (1978) aus ihren Arbeiten, dass eine direkte bakterielle Untersuchung von nicht geschlüpften Bruteiern ein wertvolles Instrument in der Überwachung der Hygiene einer Brüterei sei (Bruce und Johnson, 1978; Bruce und Drysdale, 1983). Derartige Eier durchliefen den gesamten Brutprozess und könnten so als Detektor jeglicher Bruteikontamination dienen (Bruce und Johnson, 1978).

3 Material und Methoden

In vorliegender Arbeit wurden oben genannte Methoden in einer Brüterei von März bis Dezember 2010 angewandt, um deren Hygienemanagement zu überprüfen. Mit Hilfe der „shell-rinse“-Methode wurde die äußere bakteriologische Bruteiqualität untersucht. Mittels einer direkten bakteriellen Untersuchung nicht geschlüpfter Bruteier und Küken wurde die innere Bruteiqualität untersucht. Ferner wurde geprüft, ob Daten aus einer Untersuchung nicht geschlüpfter Bruteier mittels „Breakout“-Analyse Rückschlüsse auf die Kükenqualität geben können. Um den Erfolg der planmäßigen R+D zu überprüfen wurden Abklatschuntersuchungen durchgeführt.

In dieser Studie wurden mikrobiologische Untersuchungen in einer Brüterei bei Anlieferung der Bruteier, nach erfolgter Bruteidesinfektion und nach Vor- und Schlupfbrut durchgeführt. Es sollte ermittelt werden, inwieweit welche Hygieneparameter und welche Daten Einfluss auf die Kükenqualität geben. Um Rückschlüsse von den in vorliegender Studie ermittelten Hygienedaten auf die Auswirkung auf das Küken zu erhalten, wurde die Mortalitätsrate in der ersten Mastwoche (ST) herangezogen (siehe 2.4.3). Eine niedrige Mortalität spricht für vitale und gesunde Küken (Yassin et al., 2009). Auf die Mortalitätsrate haben jedoch viele Faktoren Einfluss. Neben Bruttechnik und Bruthygiene beeinflussen das Futter, welches die Elterntiere erhalten, die Elterntierrasse, das Alter der Elterntiere, und das Impf- und Elterntiermanagement die Kükenqualität (Yassin et al., 2009). Ferner können Fehler im Kükentransport und im Junggeflügelmaststall die Mortalität der ersten Woche negativ beeinflussen (Chou et al., 2004). Dies wurde in dieser Arbeit ebenfalls überprüft.

In der vorliegenden Studie wurden Bruteilieferanten ausgewählt, die alle einzig und allein von einem zertifizierten Futtermittelhersteller ihre Futtermittel beziehen und dieselbe Elterntierrasse unter identischen Managementbedingungen halten (siehe 2.1 und 2.2). Es wurden Bruteier und Küken der ausgewählten Erzeuger über den gesamten Legezeitraum von 38 Wochen in vierwöchigem Turnus untersucht und jeweils miteinander verglichen und deren Qualität anhand der Sieben-Tages-Mortalität (ST) überprüft. Um Einflüsse des Kükentransportes zu erfassen, sind alle Kükentransportfahrzeuge mit einer kontrollierten Klimaführung nach Temperatur ausgestattet und bei jeder Fahrt wird ein Temperaturprotokoll erstellt. Diese Daten fließen ebenfalls in die statistische Auswertung ein.

Die Elterntiere, die an dieser Studie teilnahmen wurden gegen Aviäre Encephalomyelitis, Infektiöse Bursitis, Infektöse Kükenanämie, REO-Virusinfektionen, Infektiöse Bronchitis, Newcastle Krankheit und *S. enteritidis* und *S. typhimurium* geimpft. Der Erfolg der jeweiligen Impfung wurde mittels ELISA-Technik überprüft. Untersuchungen auf *Mykoplasma gallisepticum/synoviae* wurden mittels Serum-Schnell-Agglutinationstest durchgeführt. Tabelle 9 zeigt die durchgeführten Impfungen und deren Kontrollzeitpunkte sowie das Mykoplasmen-Monitoring.

Tab. 9: Impf- und Kontrollprogram der Elterntiere.

Impfung	Impfzeitpunkt	Zeitpunkte der Kontrolle
Aviäre Encephalomyelitis	10. LW	16.LW
Infektiöse Bursitis	3. LW	16.LW
Infektiöse Kükenanaemie	9. LW	16. LW
Reovirus-Infektion	0., 8. und 20. LW	8., 16., 25., 32., 42. und 52. LW
Infektiöse Bronchitis	2., 5., 15., 20., 32., 37., 42., 47. und 52. LW	8., 16., 25., 32., 42. und 52. LW
Newcastle-Krankheit	3., 11. und 20. LW	8., 16., 25., 32., 42., und 52. LW
S. enteritidis S. typhimurium	2., 17. und 22. LW	Siehe 3.7.
M. gallisepticum M. synoviae		1., 8., 16., 25., 32., 42. und 52. LW

3.1 Probenahme zur Untersuchung der äußeren Bruteiqualität

Optisch saubere Bruteier wurden bakteriologisch auf deren Gesamtkeimzahlgehalt hin untersucht und die Ergebnisse den einzelnen Lieferanten zugeordnet. Dazu wurde die „shell-rinse“-Methode verwendet.

In einem zweiten Schritt sollte die Effektivität der Bruteidesinfektion mit 10 g Paraformaldehydpulver pro m³ Rauminhalt überprüft werden.

Es wurden von jeweils sechs definierten Herden (412, 414, 415, 416, 417, 418) Eier untersucht. Je Herde wurden zwölf Bruteier aus insgesamt drei Vorbruthorden untersucht, markiert und anschließend zurück in die jeweilige Horde gelegt. Dieser Test wurde neun Mal über den gesamten Produktionszeitraum wiederholt (n = 648). Dabei sollte die entnommene Probe repräsentativ für die Anlieferung sein. Die untersuchten Vorbruthorden wurden mit einem weißen Kärtchen markiert.

Die so gekennzeichneten Vorbruthorden konnten somit nach einer Desinfektion leicht wieder gefunden werden. Nach der Desinfektion wurden erneut zwölf Proben aus den drei markierten Vorbruthorden je Herde entnommen (n = 648).

3.1.1 „Shell-rinse“-Methodik

Das Ei wurde sauber in einen sterilen Beutel verbracht, in welchem 10 ml warme phosphatgepufferte Kochsalzlösung (pH 7,3 +/- 0,2) (PBS) vorgelegt wurde. Anschließend wurde der Beutel eine Minute lang manuell geschüttelt. Danach wurde das Ei zurückgelegt und die verbleibende Spülflüssigkeit im Beutel belassen und bei 4 °C über Nacht im Kühlschrank aufbewahrt.



Abb. 8: Untersuchung ankommender Bruteier mittels „shell-rinse“-Methode.

3.1.2 Bestimmung der Gesamtkeimzahl (Spatelverfahren)

Im Labor wurden im Doppelansatz je 0,1 ml Aliquots der über Nacht im Kühlschrank bei 4°C inkubierten phosphatgepufferten Kochsalzlösung auf Plate-Count-Agar mittels Spatelverfahren aufgetragen und bei 37 °C für 48 h bebrütet. Im Anschluss wurden die Platten ausgezählt und die Anzahl der Koloniebildenden Einheiten (KbE) pro Ei bestimmt.

3.1.3 Verwendetes Material

Folgendes Material wurde verwendet, um eine Untersuchung der äußeren Bruteigqualität mittels „shell-rinse“-Methode durchzuführen.

Phosphatgepufferte Kochsalzlösung (pH7,3 +/- 0,2) (Fa. Oxoid, Wesel) (PBS)

Typische Zusammensetzung	(g/l)
Natriumchlorid	8,0
Kaliumchlorid	0,2
Dinatriumhydrogenphosphat	1,15
Kaliumdihydrogenphosphat	0,2

Stomacherbeutel mit Schmutzfilter (Fa. Biovete, Frankreich siehe Abb. 8)

Pipettierhilfe und Pipetten

Isolierbox, um vorgelegte physiologische Kochsalzlösung warm zu halten

Plate-Count-Agar-Platten	(Fa. Oxoid, Wesel)	(PC)
Typische Zusammensetzung	(g/l)	
Caseinpepton	5,0	
Hefeextrakt	2,5	
Glucose	1,0	
Agar	9,0	

Pipetten 0,01 ml, 0,1 ml und 1 ml

Brutschrank 37 °C

Trigalski-Spatel, Bunsenbrenner, Alkohol

3.1.4 Kontrolle der äußeren Bruteigqualität zum Zeitpunkt der Umlage

In einem weiteren Ansatz sollte überprüft werden, ob und wie stark sich nach erfolgter Bruteidesinfektion innerhalb von 18 Tagen Vorbrut Keime auf der Eischale in der zu untersuchenden Brüterei vermehren. Aus diesem Grund sollte vor Augen geführt werden, wie groß der Keimgehalt auf den Bruteiern nach 18 Tagen Vorbrut ist und ob sich daraus mögliche Kontrollpunkte ergeben könnten. Um eine bessere Vergleichbarkeit der Zahlen zum Zeitpunkt der Bruteianlieferung zu gewährleisten, wurde in dieser Untersuchung ebenfalls die „shell-rinse“-Methode angewandt. Es wurden fünf verschiedene ET-Herden an vier verschiedenen Zeitpunkten über den Produktionszeitraum ausgewählt. Wie unter Probenahme 3.1.1 beschrieben, wurden ebenfalls zwölf Bruteier pro Untersuchung zufällig ausgewählt (n = 240).

3.1.5 Kontrolle der R+D (Abklatschuntersuchungen)

Eine fehlerhafte Reinigung und Desinfektion in der Brüterei kann eine Kontaminationsquelle für Bruteier bzw. junge Küken sein (McMullin, 2009). Die routinemäßig durchgeführten Reinigungskontrollen sollten in diese Studie mit aufgenommen werden, um eine mögliche Verunreinigung von Bruttechnik ausschließen zu können. Die Kontrolle der Reinigungs- und Desinfektionsmaßnahmen wurden stichprobenartig und unangekündigt durchgeführt. Es wurden Abklatschproben gewonnen und deren Gesamtkeimzahl in KBE/ 20 cm² ermittelt. Es wurden Beprobungspunkte festgelegt. Folgende Kontrollpunkte wurden überprüft, da das Brutei bzw. das Küken direkt durch diese Gegenstände kontaminiert werden könnte:

- Umlagemaschine
- Schlupfbruthorden
- Schlupfbrüter
- Kükentransportband
- Kükenkisten

Die Umlagemaschine befördert Bruteier aus den Vorbruthorden in die Schlupfbruthordenkisten. Zusammen mit den Schlupfbruthorden werden die Bruteier in den Schlupfbrüter verbracht. Nach weiteren drei Tagen im Schlupfbrüter werden die geschlüpften Küken auf ein Transportband gebracht. Dieses Transportband befördert die Eintagsküken in ihre Kükentransportkisten. In diesen Kisten werden die Küken zu den Aufzuchtställen transportiert.



Abb. 9: Links: Umlagemaschine, Mitte: Schlupfbruthorden und Rechts: Schlupfbrutraum.

3.2 Probenahme „Breakout“-Analyse nach 18-tägiger Vorbrut

Am 18. Bebrütungstag wurden die während der Probennahme zur äußeren Bruteiqualität markierten Vorbruthorden einer Schierung unterzogen. Unter einer Schierung versteht man das Durchleuchten von Eiern, um unbefruchtete Eier oder abgestorbene Bruteier zu identifizieren (Hoy, 2006).



Abb. 10: Schierung von Bruteiern nach 18-tägiger Vorbrutphase. Die hell-erleuchteten Bruteier wurden zur „Breakout“-Analyse herangezogen.

3.2.1 Methodik „Breakout“-Analyse

Sind Bruteier unbefruchtet oder deren Embryo abgestorben, so bleibt das Ei am 18. Bebrütungstag permeabel für Licht (siehe Abbildung 11). Diese Eier wurden nach der Schierung aus den Horden entfernt und im Labor mit 70%igem Isopropylalkohol desinfiziert und unter sterilen Kautelen eröffnet.

Anhand der geöffneten Eier wurden folgende vier Entwicklungsstufen unterschieden:

1. Unbefruchtetes Ei



Abb. 11: Unbefruchtetes Brutei.

2. Früh-Mortalität (- 7. Bebrütungstag), d.h. die Entwicklung stoppte zwischen Tag eins und sieben.



Abb. 12: Ein geöffnetes Brutei der Kategorie Frühmortalität.

3. Mittlere Mortalität (8. - 14. Bebrütungstag), d. h. ein Embryo mit schwarzer Augenanlage ist bereits sichtbar, entwickelte sich aber nicht weiter und starb ab.

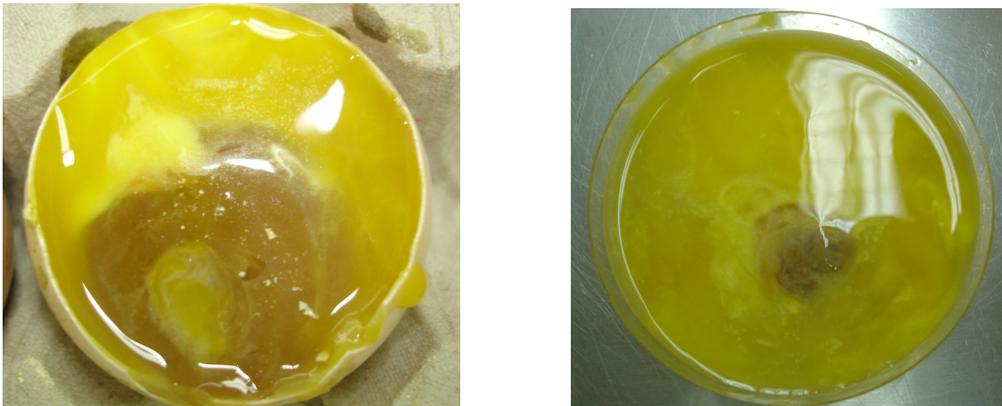


Abb. 13: Links und Rechts: Ein geöffnetes Brutei der Kategorie Mittlere Mortalität.

4. Späte Mortalität (15. - 21.Tag), d. h. es haben sich bereits gut sichtbare Federn entwickelt. Der Embryo starb allerdings zwischen dem 15. und 21. Bebrütungstag ab.

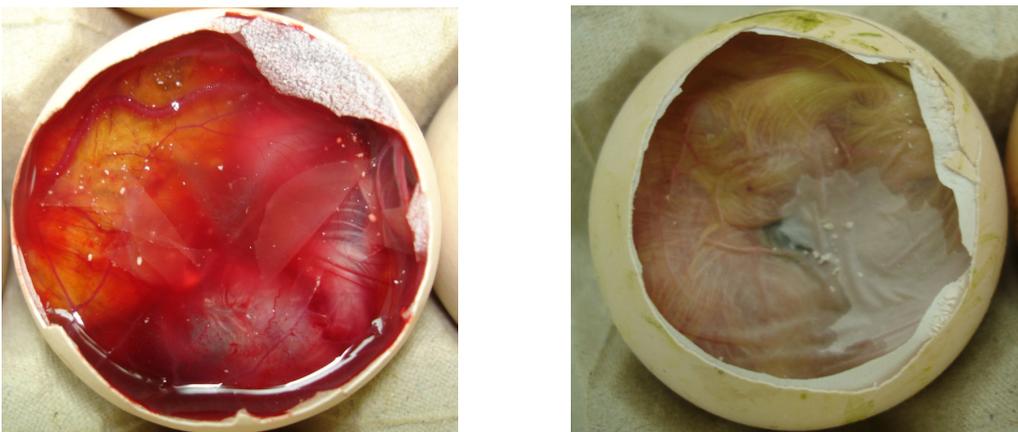


Abb. 14: Links und Rechts: Ein geöffnetes Brutei der Kategorie Späte Mortalität.

3.2.2 Probennahme zur „Breakout“-Analyse am Schlupftag

Am Schlupftag, also nach 21 Bebrütungstagen, wurden die markierten Partien erneut untersucht. Es wurden sämtliche Küken gezählt und gewogen. Die restlichen nicht geschlüpften Eier wurden gezählt und ins Labor zur weiteren Untersuchung gebracht.

3.2.3 Methodik „Breakout“-Analyse am Schlupftag

Im Labor wurde die Eioberfläche mit 70%igem Isopropylalkohol desinfiziert und unter sterilen Kautelen geöffnet. Es wurde differenziert nach folgenden Kriterien:

- Unfruchtbarkeitsrate (UR)
- Früh-Mortalität (- 7.Tag) (FM)
- Mittlere Mortalität (8. - 14. Tag) (MM)
- Späte Mortalität (15. - 21.Tag) (SP)

Die ermittelten Ergebnisse aus Untersuchungen vom 18. und 21. Bebrütungstag wurden zu einem Ergebnis zusammengefasst und die Gesamtmortalität (GM) in Prozent ermittelt. Unter der Gesamtmortalität sind alle befruchteten Bruteier zusammengefasst, aus denen kein Küken geschlüpft ist. Es wurde in vorliegender Studie untersucht, ob die mittels „Breakout“-Analyse ermittelten Werte Aussagen über die Sieben-Tages-Verluste (ST) zulassen.

3.3 Probenahme zur Untersuchung der Inneren Bruteiqualität

Die innere Bruteiqualität wurde mit Hilfe einer bakteriologischen Untersuchung bestimmt. Es wurden Dottersacksammeltupferproben von abgestorbenen Bruteiern bakteriologisch untersucht.

3.3.1 Methodik der bakteriologischen Untersuchung

Bruteier, die zwischen dem 8. und 14. Tag (MM) bzw. zwischen 15. und 21. Bebrütungstag (SP) abklagen, wurden bakteriologisch untersucht. Es wurde davon ausgegangen, dass ein Absterben der Embryonen in dieser Bebrütungsphase durch bakterielle Kontaminationen verursacht sein kann. Deshalb erhoffte man sich bei den Bruteiern, die der Kategorie „Mittlere Mortalität“ (8.-14. Tag) bzw. „Späte Mortalität“ (15.-21. Tag) zugeordnet wurden, einen Erregernachweis. Es wurde eine Tupfersammelprobe aus dem Dottersack entnommen, welche auf Blutagar und MacConkey Agar ausgestrichen wurde und aerob bebrütet wurde. Die Platten wurden bei 37 °C 18 - 24 Stunden bebrütet und anschließend auf Wachstum folgender Keime hin untersucht:

- *Pseudomonas spp.*
- *Escherichia coli spp.*
- *Staphylokokken spp.*
- *Streptokokken spp.*
- *Enterokokken spp.*
- *Proteus spp.*

Um Enterokokken sicher nachweisen zu können, wurden zusätzlich Selektivplatten unter mikroaerophilen Bedingungen für 48 h bei 36 °C bebrütet. In einer Arbeit vom Landman et al. (2010) wurde eine bestimmte *Enterokokken spp.*, nämlich *Enterococcus caecorum*, als neuer vertikal übertragbarer Keim diskutiert. Für bestimmte *Enterococcus faecalis* -Stämme konnte man bereits eine vertikale Übertragung nachweisen (Landman et al., 2001a; Landman et al., 2003). Aus aktuellem Anlass sollte im Rahmen dieser Studie diese Fragestellung ebenfalls untersucht werden.

Wies man auf den Platten Enterokokkenwachstum nach, so wurde deshalb eine eingehende Spezifizierung veranlasst. Dazu wurden biochemische Reihen (API-Testsysteme Fa. Biomerieux, Marcy-l'Etoile, Frankreich) verwendet.

3.3.2 Verwendetes Material

Die hier aufgeführten Materialien wurden zur Durchführung der „Break-out“-Methode mit anschließender Bakteriologischer Untersuchung benötigt.

Schierlampe

Handschuhe, sauberer Raum, um die Bruteier zu öffnen

Sterile Messer, Scheren und Pinzetten

Sterile Tupfer und 70%iger Alkohol

Blutplatten auf Schafblutagar-Basis (Fa. Oxoid, Wesel) (Blut)

Typische Zusammensetzung: (g/l)

Caseinpepton 14,0

Pepton 4,5

Hefeextrakt 4,5

Natriumchlorid 5,0

Agar 12,5

MacConkey Agarplatten (Fa. Oxoid, Wesel) (MAC)

Typische Zusammensetzung: (g/l)

Pepton 20,0

Laktose 10,0

Gallensalze 5,0

Natriumchlorid 5,0

Neutralrot 0,075

Agar 12,0

Columbia-CNA-Selektivnährboden (Fa. Oxoid, Wesel) (CNA)
mit Colistin und Natamycin

Selektivplatte für Staphylokokken/Streptokokken

Typische Zusammensetzung:	(g/l)
Spezialpepton	23,0
Stärke	1,0
Natriumchlorid	5,0
Agar	10,0

Kanamycin-Äsculin-Azid-Selektivnährboden (Fa. Oxoid, Wesel) (KAA)

Selektivplatte für Enterokokken

Typische Zusammensetzung:	(g/l)
Caseinpepton	20,0
Hefeextrakt	5,0
Natriumchlorid	5,0
Natriumcitrat	1,0
Äsculin	1,0
Eisen(III)-ammoniumcitrat	0,5
Natriumazid	0,15
Agar	10,0

Brutschrank mit 37 °C

Luftdicht verschließbare Boxen und Kits, um mikroaerophile Bedingungen zu erzeugen.

3.4 Qualitätskontrolle der Küken

Es wurde eine Dottersacksammeltupferprobe von jeweils acht Küken pro Einstallung bakteriologisch untersucht (n = 54). Die Küken wurden am Schlupftag zufällig ausgewählt, mittels Kopfschlag betäubt und durch zervikale Dislokation getötet. Es sollte untersucht werden, ob eine mikrobiologische Untersuchung des Dottersackes (siehe 3.3.1) Vorhersagen über die Sieben-Tages-Verluste (ST) während der Aufzucht zulässt.

3.5 Untersuchung der Transportbedingungen

Während des Kükentransportes wurde die Temperatur im Laderaum protokolliert. Es wurde für alle 54 Kükentransporte ein Temperaturprotokoll von der zuständigen Spedition angefordert und der darin erfasste Maximalwert für die Statistische Auswertung herangezogen.

3.6 Reklamationen

Mit Hilfe des Reklamationswesens wurde die Kundenzufriedenheit ermittelt. Eine niedrige Reklamationsquote ist nicht nur Ausdruck eines zufriedenen Kunden, sondern auch Ausdruck einer subjektiv gut empfundenen Kükenqualität. Die Daten dieses Reklamationswesens flossen mit in die Auswertungen ein. Dazu wurden zum einen alle 54 Kükenauslieferungen dieser Studie sowie alle Reklamationen der Herden 412, 414, 415, 416, 417 und 418 des Jahres 2010 überprüft.

3.7 Salmonellenmonitoring

In der Hühner-Salmonellen-Verordnung (2009) schreibt der Gesetzgeber betriebseigene Kontrollen vor. Ein Verdacht auf eine Infektion durch Salmonellen der Kategorie 1 und 2 und *Salmonella gallinarum* (Sg) bzw. *Salmonella pullorum* (Sp) muss der zuständigen Behörde unverzüglich angezeigt werden (siehe 2.1.2.1). Im Folgenden soll kurz das Salmonellenmonitoring einer Brüterei, in welcher vorliegende Studie durchgeführt wurde, dargestellt werden. Im Zuge der Einführung der Salmonellenbekämpfung wurde eine Risikoanalyse durchgeführt und kritische Kontrollpunkte ermittelt. Bei deren Abweichung wurden Sofortmaßnahmen eingeleitet und Konzepte entwickelt, wie dies langfristig zu vermeiden ist. Die dadurch bestimmten Kontrollpunkte stehen dem Betrieb bereits zu Verfügung. Diese bestehenden Kontrollpunkte seien kurz in dieser Arbeit erwähnt.

Tab. 10: Bestehende Salmonellenkontrollpunkte einer Brüterei.

Entnahmeort	Zeitpunkt	Durchgeführte Probenahme
ET- Aufzuchtfarm	Nach R+D	20 Tupfer (Socken-, Wisch- und Umgebungstupfer)
	Am Liefertag der ET-Küken	300 Mekoniumsammelproben und eine Kükenwindel pro 2400 Küken und je 20 männliche und weibliche Küken aus den Kisten zur Rückstandsuntersuchung
	Ende 4. LW	pro Herde werden 300 g frischer Kot gesammelt
	9. , 13., 18. LW	pro Herde fünf Paar Sockentupfer
Elterntier- Legefarm	Nach R+D	20 Tupfer (Socken-, Wisch- und Umgebungstupfer)
	Ab 22. LW alle zwei Wochen	pro Herde fünf Paar Sockentupfer

Brütere	Wöchentlich/Herde /Schlupftag	von mind. 300 Küken eine Mekoniumpulprobe
	Wöchentlich/Schlupftag	zwei Mekoniumpulproben pro Zählband und eine Bandwischprobe
	Schiere-Container bei Anlieferung	Acht Sockentupferproben
	Schiere-Container und dessen Umgebung einmal/ Woche	Acht Sockentupferproben
	Wöchentlich/Schlupftag	Fünf Schlepptupfer an den stationären Reinigungsanlagen
Mastbetrieb	Innerhalb 21 Tagen vor einer Schlachtung	pro Stallabteil vier Sockentupferproben
	Die Ergebnisse der Untersuchungen liegen zur Schlachtieruntersuchung vor.	

Unangemeldete Kontrollen von allen Fahrzeugen und regelmäßigen Besuchern der Elterntier- und Aufzuchtfarmen werden vom Veterinärlabor der Brütere durchgeführt. Es werden Tupfer vom Fußraum des Fahrzeuges und von den Schuhen des Besuchers genommen. Folgender Personenkreis wird beprobt:

- Kadaverfahrer und Kadaverfahrzeug
- Betriebsleiter
- Tierarzt
- Produktionsleiter
- Handwerker
- Brutei- und Kükentransporteur
- Außendienstmitarbeiter

3.8 Statistische Datenauswertung

Zur Datenauswertung der äußeren Bruteiqualität wurde pro Schlupf (n=54) der Gesamtkeimzahlgehalt von jeweils zwölf Bruteiern quantitativ erfasst und für jeden Schlupf der Median bestimmt. Die mikrobiologischen Untersuchungen zur Inneren Bruteiqualität wurden qualitativ bestimmt und als Nominaldaten erfasst. Die Ergebnisse dieser mikrobiologischen Untersuchungen wurden als positiv- oder negativ-Ereignis dargestellt.

Um einen etwaigen Zusammenhang zwischen den nominalen Einflussfaktoren auf die Kükenqualität aufzudecken, wurden unabhängige Zwei-Stichproben-t-Tests berechnet. Die Voraussetzungen (Normalverteilung in den Gruppen der nominalen Einflussgrößen) dafür wurden überprüft und konnten als erfüllt angesehen werden. Der Vergleich der Kükenqualität in den Faktorstufen ET-Herkunft (Herdnummer) und ET-Alter (Kategorie) wurden mit Varianzanalysen untersucht. Auch hierbei konnten keine Verletzungen der Testvoraussetzungen (Normalverteilung in den Faktorstufen und homogene Varianzen) ausgemacht werden. Die statistische Auswertung erfolgte unter Zuhilfenahme des Statistikprogrammes R in der Version 2.11.1 (R Development Core Team, 2010) und SPSS Version 18.0 (Leihgabe des Leibniz-Rechenzentrums der Bayrischen Akademie der Wissenschaften, Boltzmannstr. 1, 85748 Garching). Ziel der Untersuchung war es herauszufinden, inwieweit die erhobenen Parameter Einfluss auf die Sieben-Tages-Verluste (= Kükenqualität) im Aufzuchtstall besitzen. Dazu wurde eine Korrelationsberechnung nach Pearson durchgeführt und anschließend simultan durch ein lineares Modell genauer untersucht. Um einen eventuellen Unterschied in den Faktorstufen der Herde (ET-Herkunft) und Kategorie (ET-Alter) aufzudecken, wurden Kovarianzanalysen mit den jeweiligen Einflussgrößen berechnet.

Zur Bestimmung der Signifikanz wurde der p-Wert bestimmt. Als Irrtumswahrscheinlichkeit wurde das Signifikanzniveau $\alpha = 0,05$ festgelegt. Befand sich der p-Wert unterhalb des festgelegten Signifikanzniveaus $\alpha = 0,05$, so wurde das Ergebnis als signifikant gewertet.

4 Ergebnisse

4.1 Äußere Bruteiqualität

4.1.1 Bei Ankunft an der Brüterei

Es wurden 648 Bruteier bei Ankunft an der Brüterei vor einer Desinfektion untersucht (n = 648). Die auf der Eischale entdeckten Gesamtkeimgehalte variierten von $10^{3,85}$ KbE pro Brutei bis zu $10^{5,05}$ KbE/Brutei. Der Mittelwert lag bei $10^{4,59}$ KBE/Brutei.

Tab. 11: Übersicht der untersuchten Bruteier bei Ankunft (n = 648) in der Brüterei unterteilt nach Elterntierherdennummer bezüglich der Gesamtkeimzahl (GKZ KbE/Brutei) (Angaben im dekadischen Logarithmus und absolut).

Herde	Gesamtkeimzahl Koloniebildende Einheiten/Brutei (log 10)			Gesamtkeimzahl Koloniebildende Einheiten/Brutei (absolut)		
	Median	Minimum	Maximum	Median	Minimum	Maximum
412	4,26	3,85	4,68	18050	7000	47500
414	4,37	4,18	4,75	23500	15000	56000
415	4,89	4,46	4,98	78500	29000	95000
416	4,75	4,60	5,05	56000	39500	112000
417	4,69	4,41	4,96	49000	25500	90000
418	4,68	4,40	4,87	48000	25000	73500

Es konnten signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen ET-Herkünften (Herden) hinsichtlich der Gesamtkeimzahl (GKZ KbE/Brutei log 10) auf der Bruteioberfläche ermittelt werden ($p < 0,001$). Tabelle 11 und 12 und Abbildung 15 und 16 geben einen Überblick über die ermittelten Zahlenwerte. Es konnte jedoch kein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen dem Keimgehalt auf der Eischale und der Gesamtmortalität während der Brut (GM) und kein direkter Zusammenhang zwischen der äußeren Bruteiqualität und der Sieben-Tages-Mortalität (ST) im Stall ermittelt werden.

Tab. 12: Korrelationsmatrix nach Pearson zwischen der Herkunft (= Herde) der Bruteier, der Gesamtkeimzahl/Brutei in log 10 KbE, den Brutverlusten in Prozent (= GM) und den Sieben-Tages-Verlusten während der Aufzucht in Prozent (= ST).

Statistisch signifikante Zusammenhänge		Herde	GKZ log 10	GM	ST
Herde	Korrelation (r)	1	,579**	,140	,098
	Signifikanz (p)	-	,000	,312	,479
GKZ log 10	Korrelation (r)	,579**	1	-,002	,153
	Signifikanz (p)	,000	-	,991	,268
GM	Korrelation (r)	,140	-,002	1	,046
	Signifikanz (p)	,312	,991	-	,741
ST	Korrelation (r)	,098	,153	,046	1
	Signifikanz (p)	,479	,268	,741	-

** . Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant.

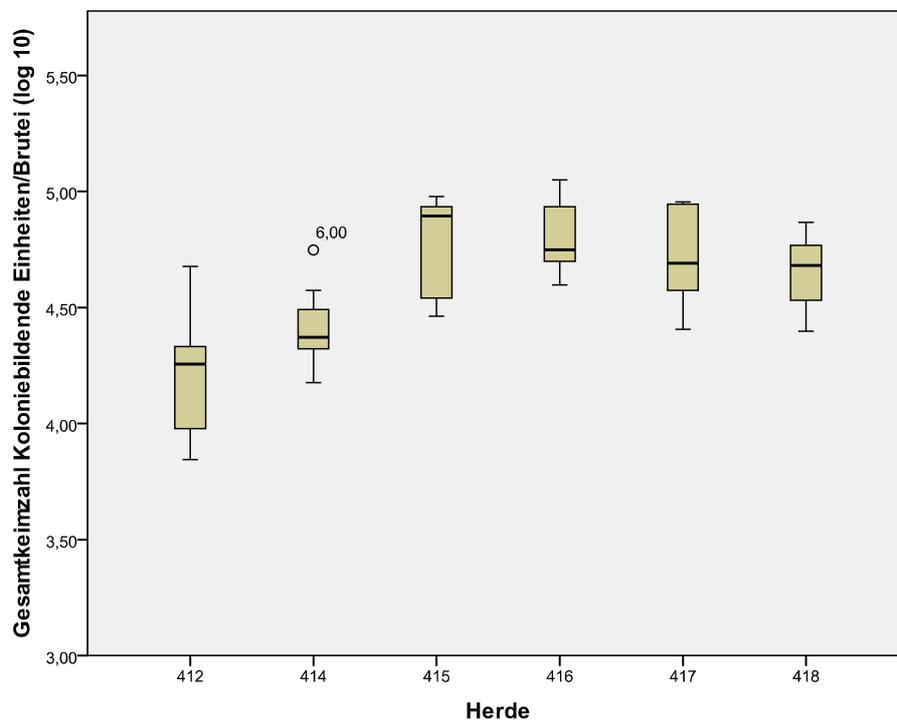


Abb. 15: Gesamtkeimgehalt der Bruteioberflächen (n = 648) in KbE/Brutei (log 10) in Abhängigkeit von der Herkunft (= Herde).

Stellt man die ermittelten Koloniebildenden Einheiten/Brutei als absolute Zahlenwerte dar, so lag der Median der ET-Herde mit der höchsten Belastung (= Herde 415) bei 78500 KbE/Brutei (n = 108). Der Median der ET-Herde mit der geringsten Belastung (= Herde 412) lag bei 18050 KbE/Brutei. Die Herde 415 wies also einen um mehr als das Vierfache höheren Wert auf als die Herde 412. Die Differenz zwischen beiden Herden lag bei 60450 KbE/Brutei.

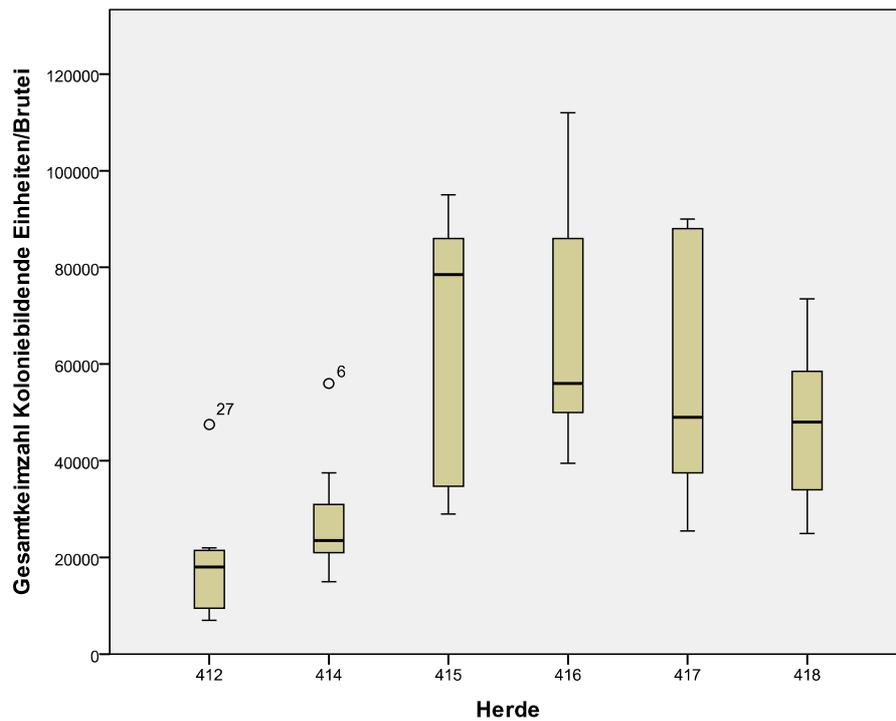


Abb. 16: Gesamtkeimgehalt der Bruteioberflächen (n = 648) in KbE/Brutei in Abhängigkeit von der Herkunft (= Herde).

Abbildung 17 zeigt die Ergebnisse der „shell-rinse“-Methode im Bezug zur Kükenqualität, welche mit Hilfe der Sieben-Tages-Mortalität in % (ST) dargestellt wurde. Es konnte zwar kein signifikanter Zusammenhang zwischen ST und GKZ KbE/Brutei (log 10) beobachtet werden ($p = 0,268$), es ist aber dennoch eine Tendenz zu beobachten. Je mehr Keime bei Bruteiankunft an der Brüterei auf der Eischale gefunden wurden, umso eher wurde die Kükenqualität negativ beeinflusst. Das heißt umso höher waren die Verluste während der ersten Woche der Kükenaufzucht.

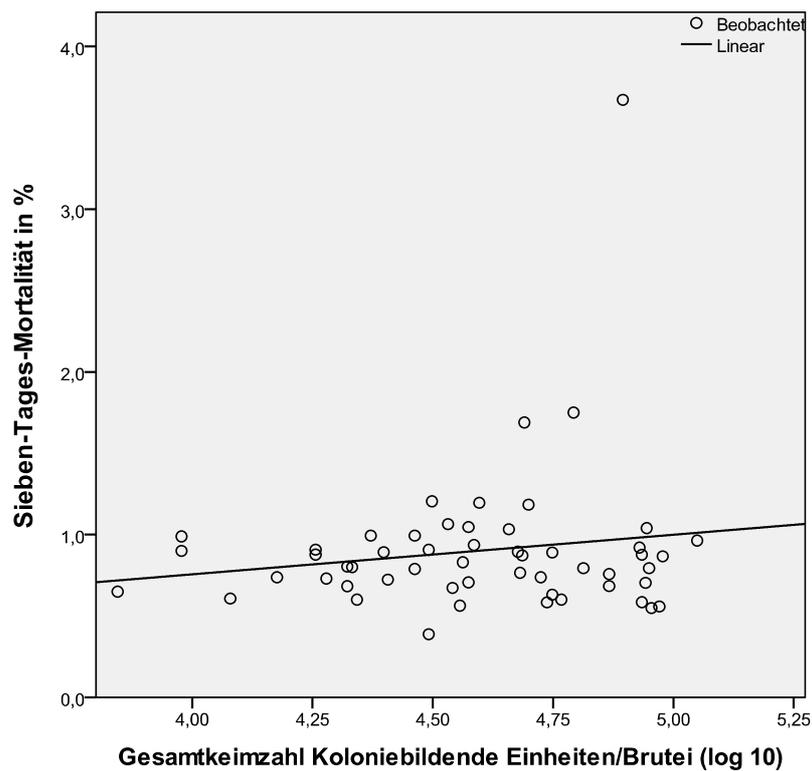


Abb. 17: Streudiagramm mit linearer Regressionsgeraden zwischen den ermittelten Gesamtkeimzahlwerten auf der Eischale (GKZ KbE/Brutei log 10) und der jeweiligen Sieben-Tages-Mortalität in Prozent während der Aufzucht ($r = 0,152$; $p = 0,268$; $n = 54$).

In einer zweiten Auswertung wurde nicht nach der Herkunft gefragt, sondern nach dem Alter der Elterntiere. Dazu wurden alle untersuchten Bruteier ($n = 648$) in drei Altersstufen (bzw. Kategorien) eingeteilt:

- In Kategorie I wurden alle Bruteier zusammengefasst, die in einer frühen Produktionsphase (Produktionswoche 1 - 14) gelegt wurden.
- Kategorie II enthält Bruteier aus mittleren Produktionsphasen (Produktionswoche 15 - 24) und
- Kategorie III Bruteier aus späten Produktionsphasen (PW 25 - 38). In jeder Kategorie wurden 216 Bruteier untersucht ($n = 216$).

Tab. 13: Zusammenfassung aller Untersuchungsergebnisse ($n = 648$) bezüglich der Gesamtkeimzahl Koloniebildende Einheiten pro Brutei (GKZ KbE/Brutei) unterteilt nach Kategorie I – III (Angaben im dekadischen Logarithmus und absolut).

Kategorie	Gesamtkeimzahl Koloniebildende Einheiten/Brutei (log 10)			Gesamtkeimzahl Koloniebildende Einheiten/Brutei (absolut)		
	Median	Minimum	Maximum	Median	Minimum	Maximum
1	4,75	3,98	5,05	56000	9500	112000
2	4,55	3,85	4,98	35500	7000	93500
3	4,55	3,98	4,98	35625	9500	95000

Es konnte kein signifikanter Einfluss des Elterntieralters auf die äußere Bruteiqualität ($p = 0,143$) und die Sieben-Tages-Verluste in Prozent ($p = 0,398$) während der Aufzucht festgestellt werden (siehe Tabelle 14). Jedoch stieg mit dem Alter der Elterntiere die Gesamtmortalität während der Brutphase an ($p < 0,05$). Abbildung 23 zeigt einen Anstieg der Gesamtmortalität während der Brut in Kategorie III.

Tab. 14: Korrelationsmatrix nach Pearson zwischen Elterntieralter (= Kategorie), äußerer Bruteiqualität (= GKZ log 10), Gesamtmortalität (= GM) in Prozent während der Brut und den Sieben-Tagesverlusten (= ST) dargestellt in Prozent.

		Kategorie	GKZ log 10	GM	ST
Kategorie	Korrelation (r)	1	-,202	,348**	-,117
	Signifikanz (p)		,143	,010	,398
GKZ log 10	Korrelation (r)	-,202	1	-,002	,153
	Signifikanz (p)	,143		,991	,268
GM	Korrelation (r)	,348**	-,002	1	,046
	Signifikanz (p)	,010	,991		,741
ST	Korrelation (r)	-,117	,153	,046	1
	Signifikanz (p)	,398	,268	,741	

** Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant.

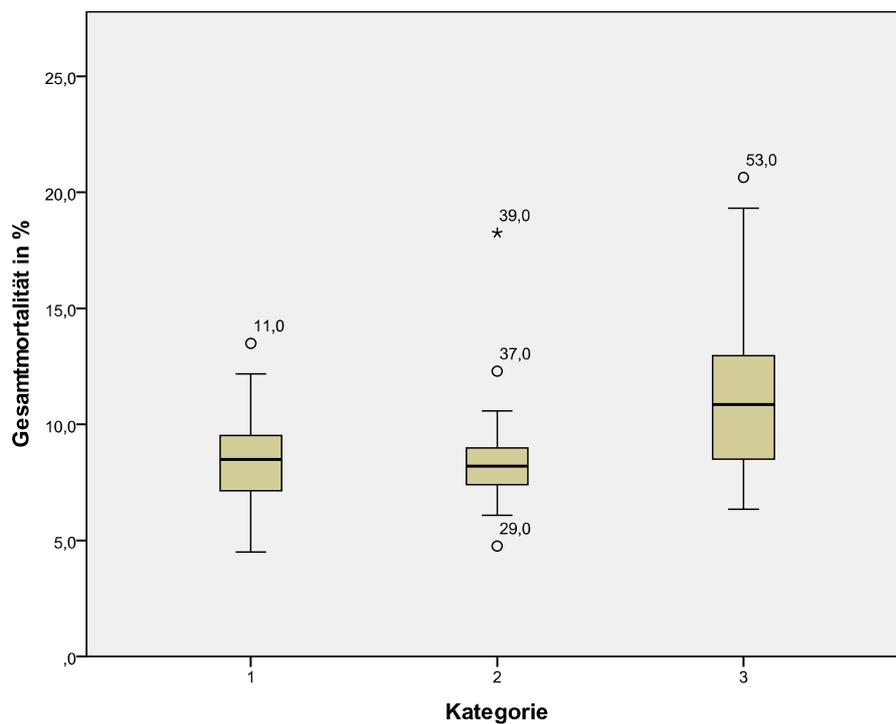


Abb. 18: Brutverluste (= Gesamtmortalität) der untersuchten Bruteier (n = 648) in drei verschiedenen Produktionsphasen (1=junge, 2=mittlere, 3=alte ET-Herde) dargestellt in Prozent.

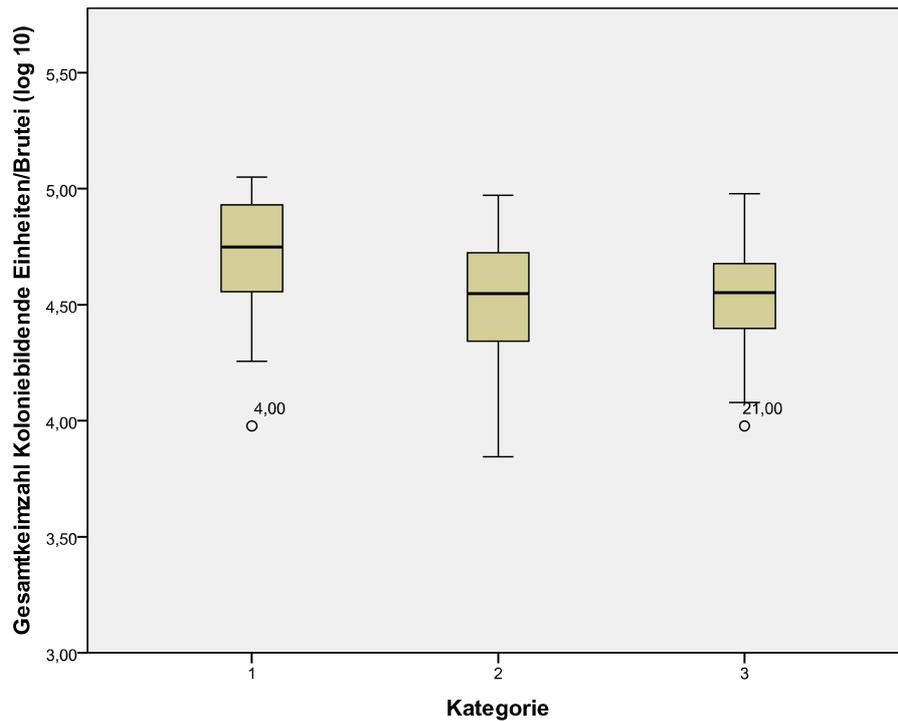


Abb. 19: Gesamtkeimgehalt auf den untersuchten Bruteiern (n = 648) in drei verschiedenen Produktionsphasen (1=junge, 2=mittlere, 3=alte ET-Herde) dargestellt in KbE/Brutei (log 10).

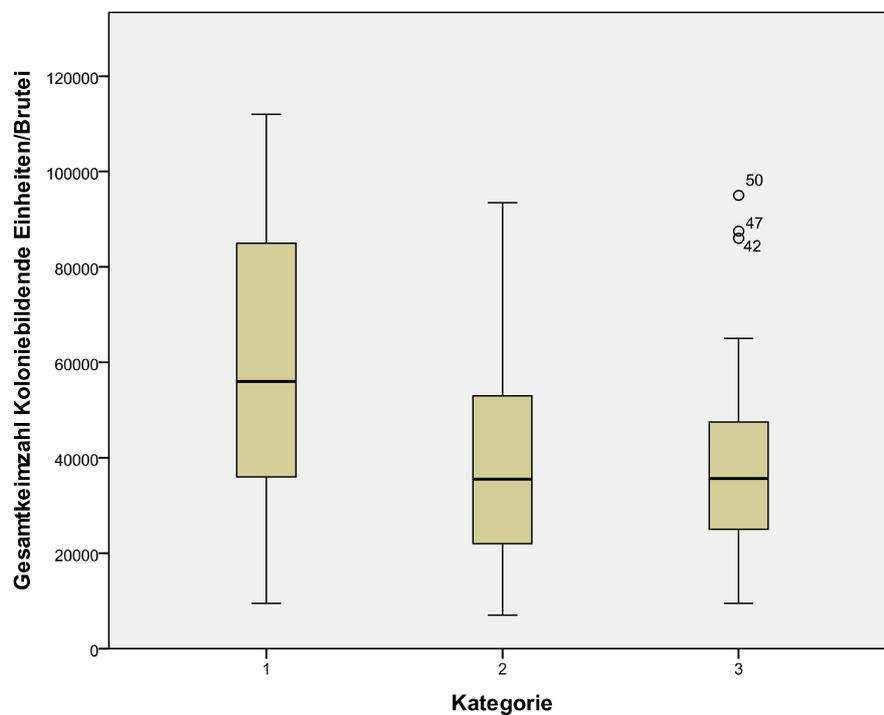


Abb. 20: Gesamtkeimgehalt auf den untersuchten Bruteiern (n = 648) in drei verschiedenen Produktionsphasen (1=junge, 2=mittlere, 3=alte ET-Herde) dargestellt in KbE/Brutei (absolut).

Die Abbildungen 19 und 20 zeigen eine mittlere Reduktion des Keimgehaltes zwischen Produktionsphase 1 und 2. Und zwar von 56872 KbE/Brutei (Kategorie 1) auf 42778 KBE/Brutei (Kategorie 2). Das entspricht einer Reduktion um 14094 KbE/Brutei.

4.1.2 Äußere Bruteiqualität nach Bruteidesinfektion

Nach einer Bruteidesinfektion in der Brüterei wurden erneut 648 Bruteier untersucht. Es zeigte sich jedoch, dass nach einer Bruteidesinfektion kein Keimwachstum mittels angegebener „shell-rinse“-Methode nachgewiesen werden konnte. Dabei wurden erneut 12 Bruteier pro Bruteipartie mittels „shell-rinse“-Methode untersucht und daraus der Median errechnet. Dieser Test wurde 54 Mal wiederholt (n = 54).

4.1.3 Kontrolle der Keimentwicklung auf dem Brutei während der Vorbrut

Wie unter 3.1.4. beschrieben, wurden 240 Bruteier auf deren Gesamtkeimgehalt zum Zeitpunkt der Eiankunft, nach der Desinfektion und nach 18-tägiger Vorbrut untersucht. Abbildung 21 zeigt den Gesamtkeimgehalt, welcher bei Eianlieferung auf der Eischale gefunden wurde. Der Mittelwert aller 240 angelieferten Bruteier betrug $10^{4,67}$ KbE/Brutei.

Tab. 15: Übersicht über die ermittelten Gesamtkeimzahlen bei Anlieferung (n = 240).

KbE/Brutei bei Anlieferung (log 10)				KbE/Brutei bei Anlieferung (absolut)				
Median	Minimum	Maximum		Median	Minimum	Maximum		
4,67	4,08	5,05		46500	12000	112000		

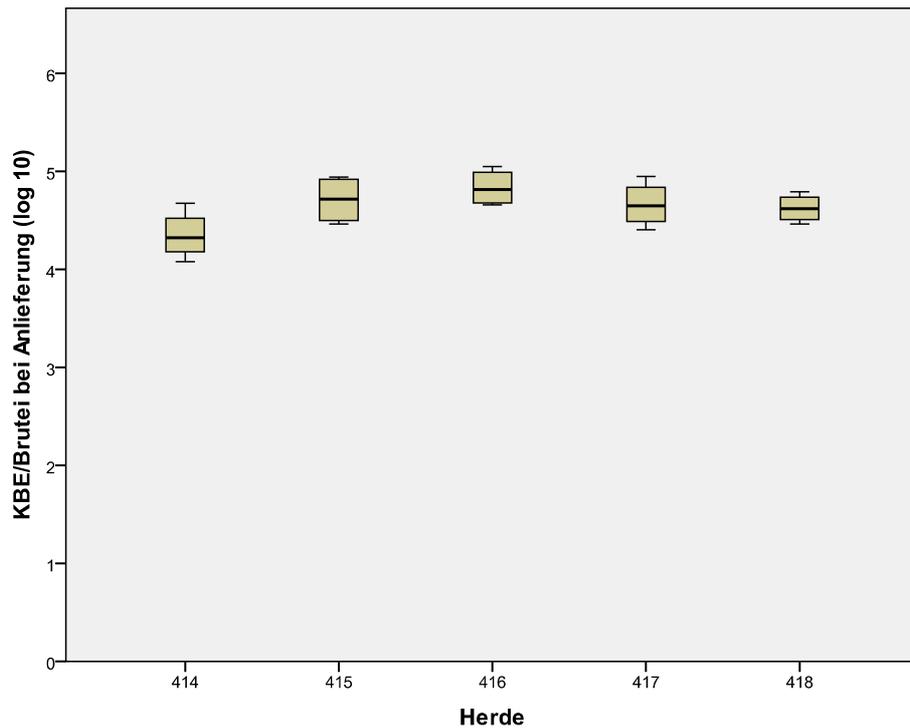


Abb. 21: Gesamtkeimgehalt angelieferter Bruteier ($n = 240$) (dargestellt in \log_{10}) an vier verschiedenen Untersuchungstagen in Abhängigkeit der Herdenherkunft (= Herde).

Nach erfolgter Bruteidesinfektion konnte kein Wachstum auf der Eischale festgestellt werden. Es wurden jeweils an vier verschiedenen Tagen pro Herde 12 Bruteier untersucht ($n=240$).

Tab. 16: Übersicht über die ermittelten Gesamtkeimzahlen nach 18 Tagen Vorbrut ($n = 240$).

KbE/Brutei nach 18 Tagen Vorbrut (\log_{10})				KbE/Brutei nach 18 Tagen Vorbrut			
Median	Minimum	Maximum		Median	Minimum	Maximum	
0,00	0,00	1,60		3	0,00	40	

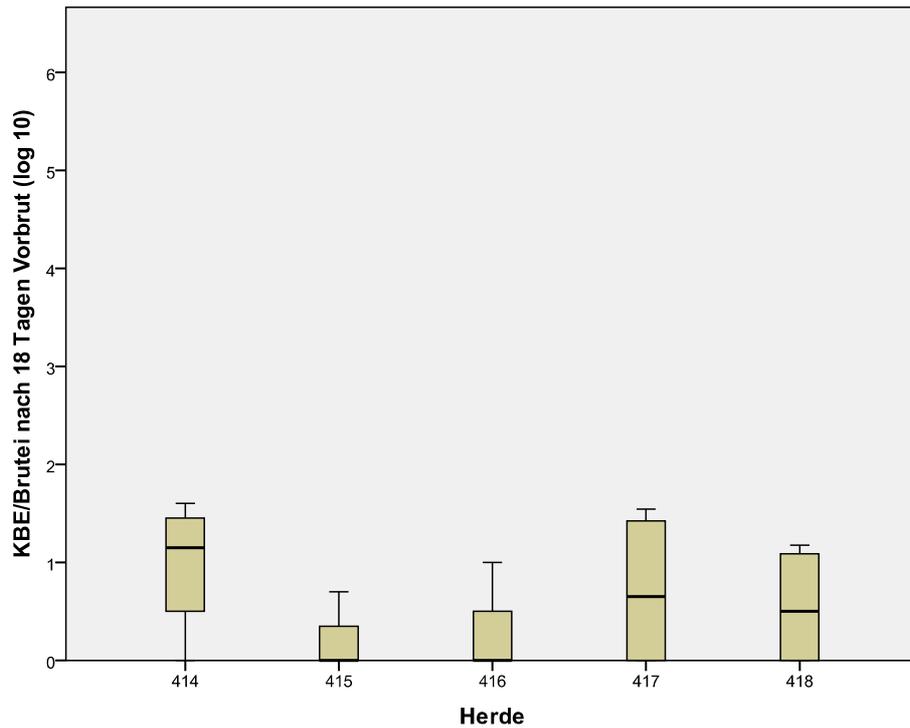


Abb. 22: Gesamtkeimgehalt der Bruteier (n = 240) nach 18 Tagen Vorbrut in Log 10 KbE/Brutei in Abhängigkeit der Herkunft (= Herde).

Nach 18 Tagen Vorbrut reichten die ermittelten Werte von 0 bis 40 KbE pro inkubiertem Brutei. Insgesamt konnten durchschnittlich $10^{0,33}$ KbE pro inkubiertem Brutei ermittelt werden. Es konnten keine bedeutsamen Unterschiede zwischen den einzelnen Herdenherkünften beobachtet werden. Des Weiteren gab es keine relevanten Unterschiede zwischen den einzelnen Beprobungstagen. Es konnte keine nennenswerte Kontamination der Bruteier nach 18-tägiger Vorbrut festgestellt werden und kein Zusammenhang zwischen der Gesamtkeimzahl (GKZ) auf der Bruteioberfläche bei Eianlieferung und der GKZ nach 18 Tagen Vorbrut festgestellt werden ($p = 0,573$).

4.1.4 Kontrolle der R+D

Tabelle 17 zeigt die Ergebnisse einer regelmäßig durchgeführten Stichprobenuntersuchung bezüglich der Wirksamkeit und Effektivität der durchgeführten Reinigungs- und Desinfektionsschritte mittels Abklatschuntersuchungen. Es konnten während des gesamten Versuchszeitraumes keine auffälligen Ergebnisse entdeckt werden.

Tab. 17: Ergebnisse der Hygienekontrollen in einer Brüterei nach abgeschlossener R+D.

Kontrolle R+D	Untersuchungszeitraum: Juni bis einschließlich Dezember 2010												
	9.6	3.7	19.7	26.7	9.8	24.8	8.9	18.9	29.9	12.10	18.10	22.11	8.12
Umlagemaschine	0	0	+	0	0	0	0	+	0	0	0	0	0
Schlupfbrut- horde 1	++	0	++	+	0	+	++	++	++	0	+	+	+
Schlupfbrut- horde 2	++	0	+	+	0	+	++	++	++	+	+	+	+
Schlupfbrüter A	+	0	+	+	0	+	+	+	+	0	0	0	+
Schlupfbrüter B	0	0	+	+	+	+	+	+	+	+	0	0	+
Schlupfbrüter C	+	0	+	+	0	+	+	+	+	0	0	0	+
Schlupfbrüter D	+	0	+	+	+	+	+	+	0	+	+	+	+
Schlupfbrüter E	0	0	+	+	+	+	+	0	0	0	+	0	+
Separatorband 1	0	0	0	+	0	+	+	0	+	+	+	+	+
Separatorband 2	0	+	+	0	+	0	0	0	0	+	+	+	+
Kükenkiste	0	0	0	0	+	0	0	0	0	0	0	0	+

+ 1 - 10 Kolonien pro 25 cm²

+++ > 100 Kolonien pro 25 cm²

++ 10 - 100 Kolonien pro 25 cm²

++++ Rasenwuchs

4.2 „Breakout“-Analyse

Die in dieser Studie durchgeführte Untersuchung nicht geschlüpfter Bruteier zeigte, dass die Rate an Bruteiern, die nicht befruchtet wurden mit dem Elterntieralter zunahm. Außerdem erhöhte sich die Rate früh und spät abgestorbener Bruteier mit dem Elterntieralter.

Tab. 18: Zusammenfassung der Ergebnisse der „Breakout“-Methode (n = 54).

„Breakout“-Analyse	Mittelwert %	n	Minimum	Maximum	SEM	SD
Gesamtmortalität (GM)	9,56	54	4,50	20,64	,44	3,25
Unfruchtbarkeitsrate (UR)	9,12	54	1,59	24,60	,79	5,85
Frühmortalität (FM)	3,64	54	1,06	6,35	,17	1,25
Mittlere Mortalität (MM)	1,34	54	,27	2,91	,09	,68
Spätmortalität (SP)	2,85	54	1,06	6,61	,16	1,18

Tab. 19: Übersicht der Ergebnisse der „Breakout“-Analyse (n = 54) unterteilt nach dem Alter der Elterntiere (Kategorie 1 = PW 1 - 14; Kat. 2= PW 15 - 24; Kat. 3 = PW 25 - 38).

Kategorie		UR	FM	MM	SP
1	Mittelwert	4,57	3,44	1,34	2,53
	SD	1,60	,85	,53	,76
2	Mittelwert	7,48	3,29	1,38	2,58
	SD	2,98	1,10	,83	1,32
3	Mittelwert	15,32	4,20	1,30	3,44
	SD	5,49	1,58	,69	1,20
Insgesamt	Mittelwert	9,12	3,64	1,34	2,85
	n	54	54	54	54
	SD	5,86	1,26	,68	1,18

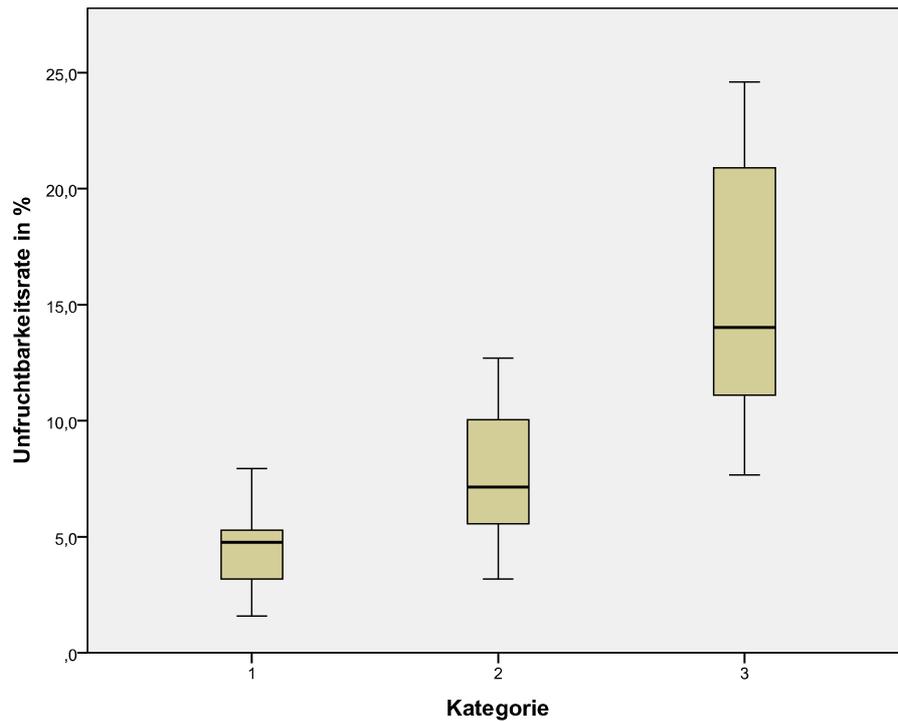


Abb. 23: Unfruchtbarkeitsrate der untersuchten Bruteiern (n = 20.412) in drei verschiedenen Produktionsphasen (1=junge, 2=mittlere, 3=alte ET-Herde) dargestellt in Prozent.

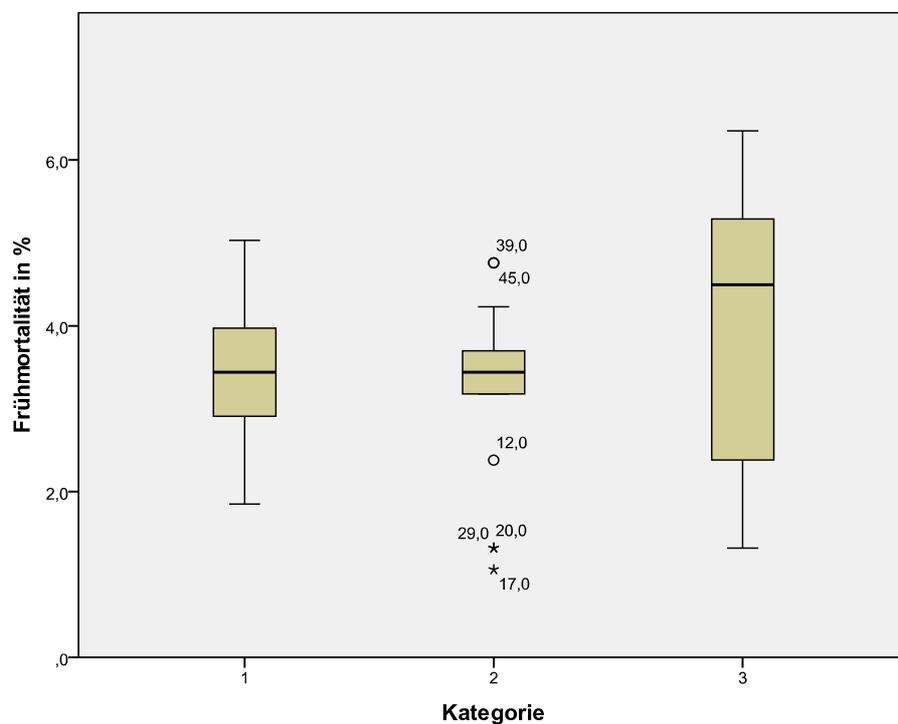


Abb. 24: Frühmortalitätsrate der untersuchten Bruteiern (n = 20.412) in drei verschiedenen Produktionsphasen (1=junge, 2=mittlere, 3=alte ET-Herde) dargestellt in Prozent.

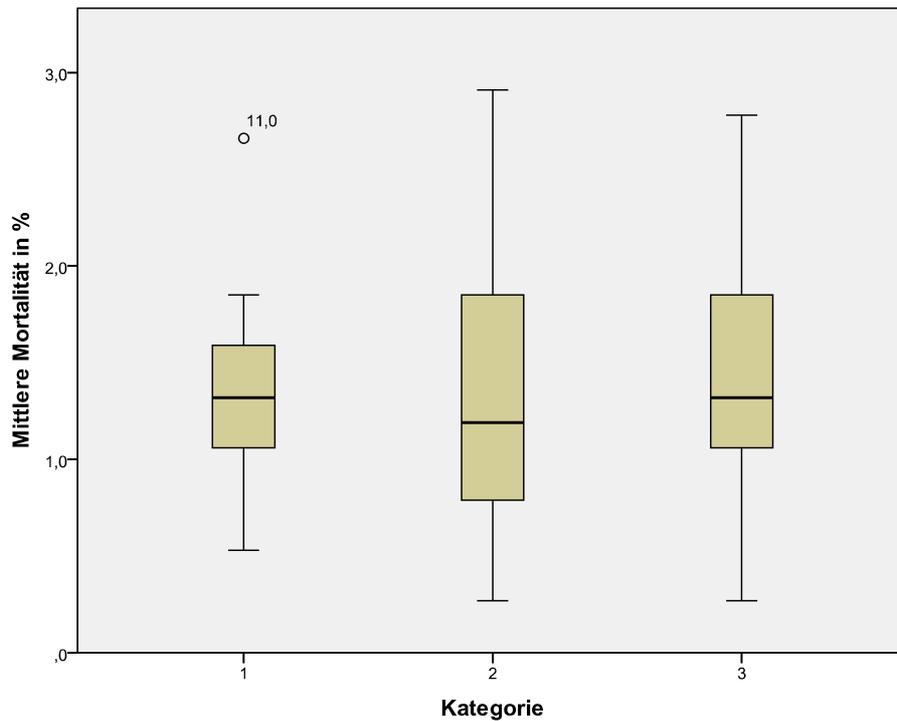


Abb. 25: Mittlere Mortalitätsrate der untersuchten Bruteiern ($n = 20.412$) in drei verschiedenen Produktionsphasen (1=junge, 2=mittlere, 3=alte ET-Herde) dargestellt in Prozent.

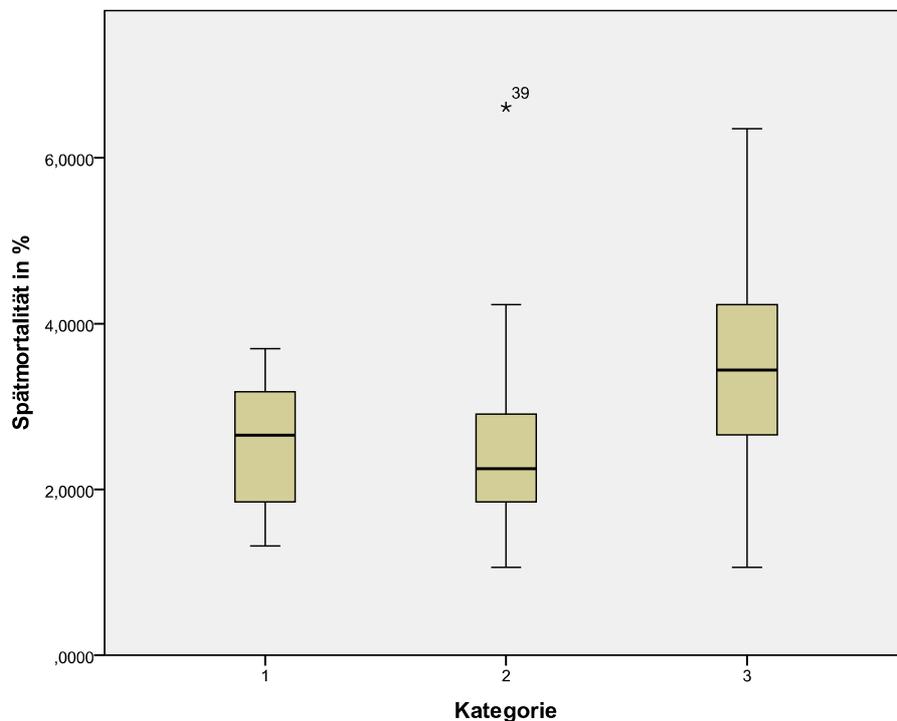


Abb. 26: Spätmortalitätsrate der untersuchten Bruteiern ($n = 20.412$) in drei verschiedenen Produktionsphasen (1=junge, 2=mittlere, 3=alte ET-Herde) dargestellt in Prozent.

Es zeigte sich, dass die Korrelationsberechnungen nach Pearson weder einen Zusammenhang zwischen der Früh- ($p = 0,805$), Mittlerer- ($p = 0,910$), oder Spätmortalität ($p = 0,523$) und der Sieben-Tages-Mortalität in Prozent beobachten konnten. Noch konnte eine Korrelation zwischen den Sieben-Tages-Verlusten in Prozent (ST) und einzelnen Vorbrutschranknummern, in welchen die Eier bebrütet wurden, erkannt werden ($p = 0,192$). Ähnliche Ergebnisse ergab die Berechnung nach Pearson bezüglich ST und den Schlupfbrutschranknummern ($p = 0,178$).

Tabelle 20 zeigt einen signifikanten Zusammenhang zwischen Frühmortalität (FM) und Spätmortalität (SP) ($p < 0,05$). Beide Werte stiegen mit dem Alter der Elterntiere an (siehe Abbildung 24 und 26). Die Mittlere Mortalität (MM) stieg nicht mit dem Elterntieralter an. Der Gesamtkeimgehalt auf der Eischale (GKZ log 10) scheint Einfluss auf die Mittlere Mortalität zu haben ($p = 0,057$).

Tab. 20: Korrelationsmatrix nach Pearson zwischen äußerer Bruteiqualität GKZ log 10 (= Gesamtkeimzahl in log 10) und den Ergebnissen der „Breakout“-Analyse (FM = Frühmortalität; MM = Mittlere Mortalität; SP = Spätmortalität) ($n = 54$).

„Breakout“-Analyse		GKZ log 10	FM	MM	SP
GKZ log 10	Korrelation (r)	1	-,003	,260	-,059
	Signifikanz (p)		,980	,057	,673
FM	Korrelation (r)	-,003	1	,192	,302*
	Signifikanz (p)	,980		,165	,026
MM	Korrelation (r)	,260	,192	1	,241
	Signifikanz (p)	,057	,165		,079
SP	Korrelation (r)	-,059	,302*	,241	1
	Signifikanz (p)	,673	,026	,079	

*. Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,05 (2-seitig) signifikant.

4.3 Innere Bruteigqualität

4.3.1 Probenahme nach 18-tägiger Vorbrut

In den untersuchten Dottersacksammeltupferproben konnten *Koagulase negative Staphylokokken- (KNS)*, *Escherichia coli*-, *Enterococcus faecalis*- und *Enterococcus faecium*-Stämme in unterschiedlichen Häufigkeiten nachgewiesen werden.

Tab. 21: Übersicht der gefundenen Keime im Dottersack von Bruteiern, welche zwischen dem 8. und 14. Bebrütungstag (= Mittlere Mortalität MM) ihre Entwicklungsvorgänge einstellten.

Bakteriologische Untersuchung		Negativer Befund	Positiver Befund
Koagulase negative Staphylokokken	n	13	41
	%	24,1%	75,9%
Escherichia coli	n	49	5
	%	90,7%	9,3%
Enterococcus faecalis	n	43	11
	%	79,6%	20,4%
Enterococcus faecium	n	52	2
	%	96,3%	3,7%
Enterococcus caecorum	n	54	0
	%	100,0%	,0%
Streptokokken	n	54	0
	%	100,0%	,0%

Koagulase negative Staphylokokken konnten in 75,9 % der Fälle nachgewiesen werden. *Enterococcus faecalis* wurde in 20,4 %, *Escherichia coli* in 9,3 % und *Enterococcus faecium* in 3,7 % der Fälle nachgewiesen.

Ein direkter Zusammenhang zwischen einer Kontamination abgestorbener Bruteier der Kategorie Mittlere Mortalität (MM) und den Stallverlusten bis zum siebten Masttag konnte nicht festgestellt werden. Dennoch gab es Tendenzen, die zu der Annahme führten, dass eine Kontamination v. a. mit *E. coli* ($p = 0,230$) und *E. faecalis* ($p = 0,382$) eine erhöhte Sieben-Tages-Mortalität zur Folge hat. Aufgrund der geringen Anzahl positiver Befunde ($n = 5$) konnte mittels Zwei-Stichproben-t-Test kein statistisch signifikanter Unterschied beobachtet werden.

Tab. 22: Medianwerte der äußeren Bruteiqualität (Gesamtkeimzahl Koloniebildender Einheiten pro Brutei $\log 10$) und Mittelwerte der Sieben-Tages-Mortalitäten bei 54 Bruteipartien, welche negativ bzw. positiv auf *E. coli* getestet wurden.

Bakteriologische Untersuchung	E. coli Mittlere Mortalität							
	Negativer Befund				Positiver Befund			
	n	Median	Minimum	Maximum	n	Median	Minimum	Maximum
Gesamtkeimzahl Koloniebildende Einheiten/Brutei ($\log 10$)	49	4,57	3,85	5,05	5	4,87	4,59	4,93
Sieben-Tages- Mortalität %	49	0,80	0,39	1,69	5	0,94	0,76	3,67

Tab. 23: Medianwerte der äußeren Bruteiqualität (Gesamtkeimzahl Koloniebildender Einheiten pro Brutei log 10) und Mittelwerte der Sieben-Tages-Mortalitäten bei 54 Bruteipartien, welche negativ bzw. positiv auf *E. faecalis* getestet wurden.

Bakteriologische Untersuchung	E. faecalis Mittlere Mortalität							
	Negativer Befund				Positiver Befund			
	n	Median	Minimum	Maximum	n	Median	Minimum	Maximum
Gesamtkeimzahl Koloniebildende Einheiten/Brutei (log 10)	43	4,57	3,85	5,05	11	4,68	3,98	4,97
Sieben-Tages-Mortalität %	43	0,83	0,39	1,75	11	0,80	0,56	3,67

Tab. 24: Medianwerte der äußeren Bruteiqualität (Gesamtkeimzahl Koloniebildender Einheiten pro Brutei log 10) und Mittelwerte der Sieben-Tages-Mortalitäten bei 54 Bruteipartien, welche negativ bzw. positiv auf Koagulase negative Staphylokokken getestet wurden.

Bakteriologische Untersuchung	Koagulase negative Staphylokokken Mittlere Mortalität							
	Negativer Befund				Positiver Befund			
	n	Median	Minimum	Maximum	n	Median	Minimum	Maximum
Gesamtkeimzahl Koloniebildende Einheiten/Brutei (log 10)	13	4,57	4,28	4,98	41	4,60	3,85	5,05
Sieben-Tages-Mortalität %	13	0,76	0,55	1,05	41	0,88	0,39	3,67

Vor allem der Nachweis von *E. coli* zeigte Zusammenhänge mit der Gesamtkeimzahl auf der Bruteischale und den Sieben-Tages-Verlusten während der Aufzucht. Jedoch zeigte sich generell, dass eine Kontamination die Sieben-Tages-Mortalität anhub. Der Median der Gesamtkeimzahl (GKZ log 10) aller Bruteier, bei welchem ein negativer *E. coli* Befund in der Kategorie Mittlere Mortalität vorlag (n = 49) betrug $10^{4,57}$ KbE/Brutei. Bei den fünf positiven Befunden lag die Gesamtkeimzahl (GKZ log 10) bei $10^{4,87}$ KbE/Brutei. Der Unterschied betrug also $10^{4,56}$ KbE/Brutei oder 36000 KbE/Brutei zwischen positiven und negativen Befundergebnissen. Die Streubreite ist in Abbildung 27 angegeben.

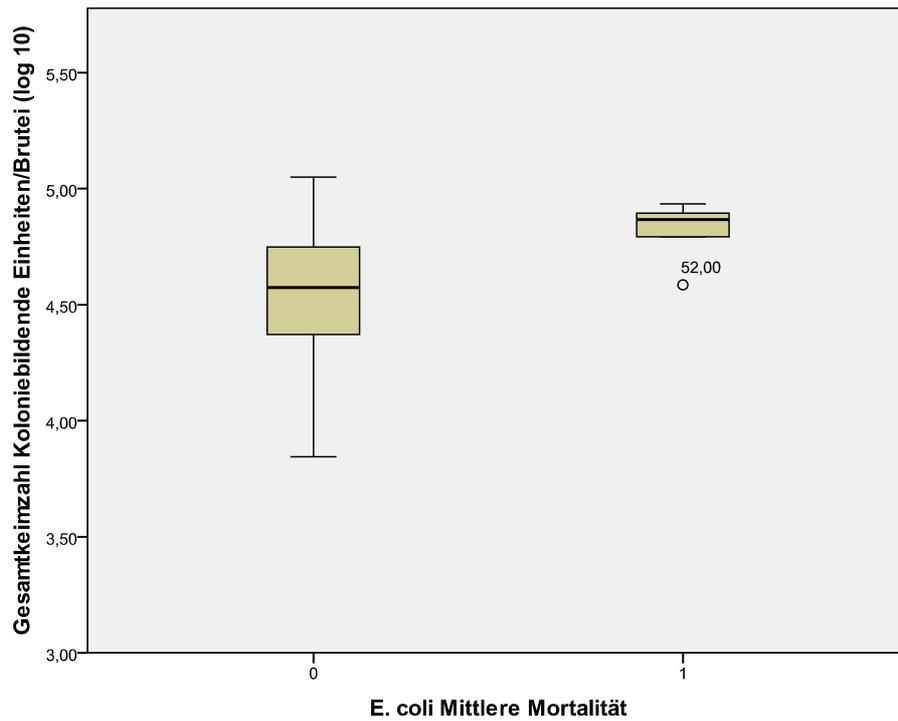


Abb. 27: Äußere Bruteiqualität (GKZ Kbe/Brutei log 10) von 54 Bruteipartien ohne (= 0) (n = 49) und mit (= 1) (n = 5) einer *E. coli*-Kontamination in Bruteiern der Kategorie Mittlere Mortalität.

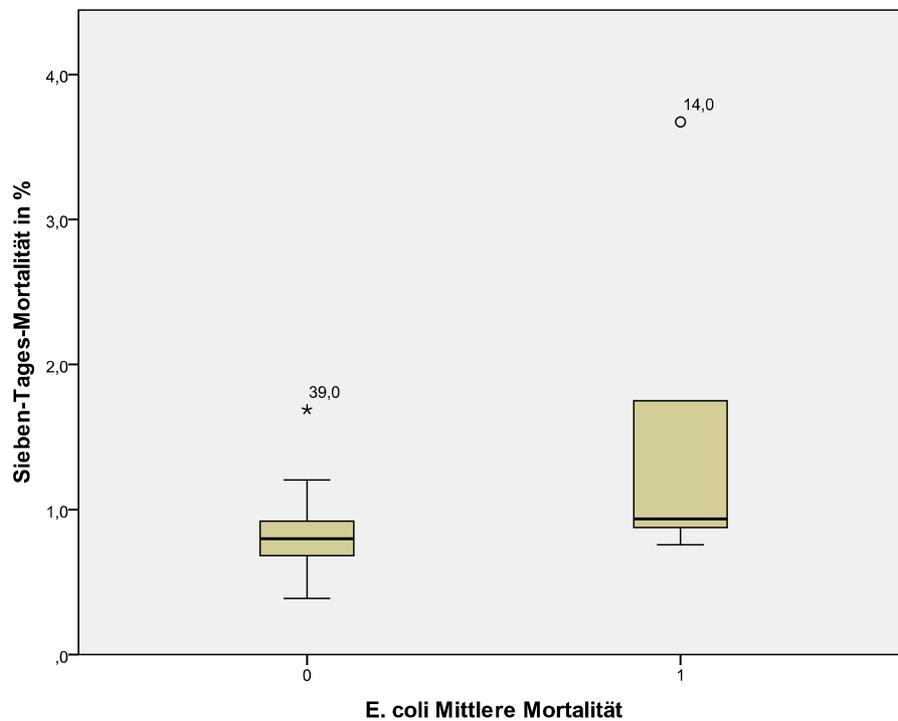


Abb. 28: Sieben-Tages-Mortalität (in Prozent) von 54 Bruteipartien ohne (= 0) (n = 49) und mit (= 1) (n = 5) einer *E. coli* Kontamination in Bruteiern der Kategorie Mittlere Mortalität.

Nimmt man den Mittelwert aller Sieben-Tages-Verluste dieser Studie, bei welchen kein *Escherichia coli* Befund zum Zeitpunkt der Untersuchung vorlag, so lag dieser bei 0,83 %. Nimmt man den Mittelwert aller fünf positiven *Escherichia coli* Befunden, so lag die kumulierte Sieben-Tages-Mortalitätsrate bei 1,60 %. Dies ergibt einen Unterschied von 0,77 %. Die dabei ermittelte Streubreite ist der Abbildung 28 zu entnehmen.

Des Weiteren wurde die Tendenz beobachtet, dass eine Bruteikontamination mit *E. coli* mit einer erhöhten Mittleren Mortalitätsrate einher ging.

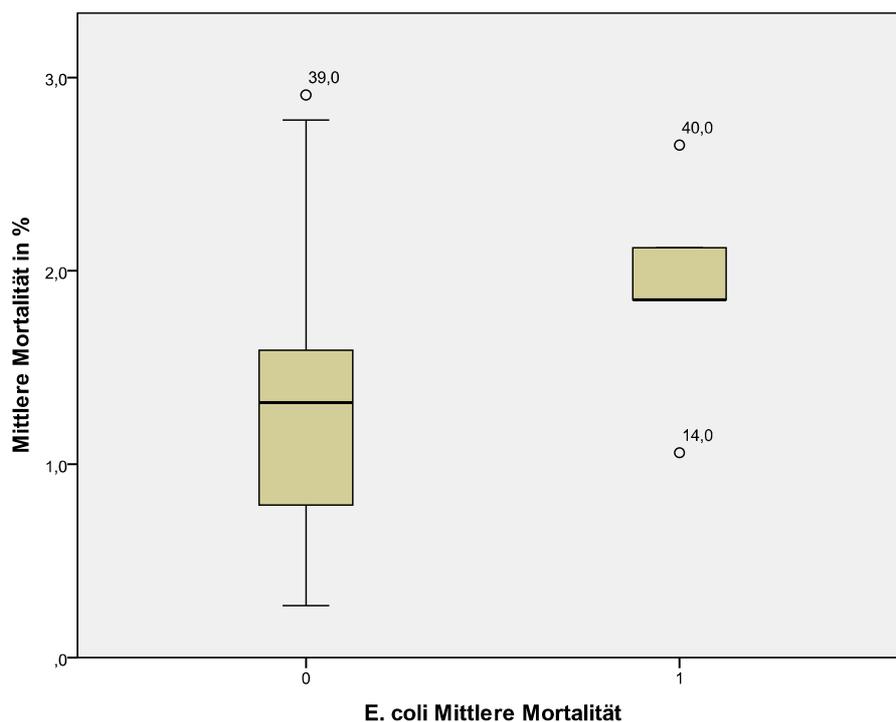


Abb. 29: Mittlere Mortalitätsrate (in Prozent) von 54 Bruteipartien ohne (= 0) (n = 49) und mit (= 1) (n = 5) einer *E. coli* Kontamination in Bruteiern der Kategorie Mittlere Mortalität.

Nimmt man nun den Mittelwert aller Mittleren Mortalitätsraten, bei denen kein *E. coli* Befund vorlag, so lag dieser bei 1,28 %. Betrachtet man nun den Mittelwert aller fünf positiven *E. coli* Befunde, so kommt man auf den Wert von 1,91 %. Das heißt bei einem Nachweis von *E. coli* in Bruteiern der Kategorie Mittlere Mortalität (= 1) lag die Mittlere Mortalität um 0,63 % höher als ohne Nachweis von *E. coli* (= 0). Die Beobachtung, dass eine Kontamination durch *Escherichia coli* eine erhöhte Mittlere Mortalitätsrate nach sich zieht, führte aufgrund der geringen Fallzahl (n = 5) zu keiner statistisch signifikanten Beobachtung.

4.3.2 Probenahme am Schlupftag

In den untersuchten Dottersacksammeltupferproben konnten *Koagulase negative Staphylokokken*-, *Escherichia coli*-, *Enterococcus faecalis*, *Enterococcus faecium* und *Proteus*-Stämme in unterschiedlichen Häufigkeiten nachgewiesen werden.

Tab. 25: Überblick über die bakteriologischen Untersuchungsergebnisse aller Bruteipartien (n = 54) der Kategorie Späte Mortalität (SP).

Bakteriologische Untersuchung	Negativer Befund		Positiver Befund	
	n	%	n	%
Koagulase negative Staphylokokken	44	81,5%	10	18,5%
Escherichia.coli	44	81,5%	10	18,5%
Enterococcus faecalis	38	70,4%	16	29,6%
Enterococcus faecium	50	92,6%	4	7,4%
Enterococcus caecorum	54	100,0%	0	,0%
Streptokokken	54	100,0%	0	,0%
Pseudomonas aeruginosa	54	100,0%	0	,0%
Proteus	52	96,3%	2	3,7%

In 29,6 % der untersuchten Proben konnten *Enterococcus faecalis*-Stämme nachgewiesen werden. Es folgten *Koagulase negative Staphylokokken*- und *E. coli*-Stämme mit einer Häufigkeit von 18,5 %. *Enterococcus faecium*-Stämme wurden in 7,4 % der Fälle und *Proteus*-Stämme in 3,7 % der Fälle nachgewiesen.

Mittels Zwei-Stichproben-t-Test konnten keine statistisch signifikanten Zusammenhänge dargestellt werden. Dennoch konnten auch hier Tendenzen beobachtet werden. Eine Kontamination von Bruteiern der Kategorie Spätmortalität (SP) mit Faekalkeimen wie *E. coli*, *E. faecalis*, *E. faecium* und *Proteus* hatte einen negativen Einfluss auf die Sieben-Tages-Mortalität.

Tab. 26: Medianwerte der äußeren Bruteiqualität (Gesamtkeimgehalt Koloniebildender Einheiten pro Brutei in log 10) und Mittelwerte der Sieben-Tages-Mortalitäten bei 54 Bruteipartien, welche negativ bzw. positiv auf *E. coli* getestet wurden.

Bakteriologische Untersuchung	E. coli Spätmortalität							
	Negativer Befund				Positiver Befund			
	n	Median	Minimum	Maximum	n	Median	Minimum	Maximum
Gesamtkeimzahl Koloniebildende Einheiten/Brutei (log 10)	44	4,57	3,85	5,05	10	4,71	4,49	4,95
Sieben-Tages- Mortalität %	44	0,82	0,39	1,75	10	0,83	0,55	3,67

Tab. 27: Medianwerte der äußeren Bruteiqualität (Gesamtkeimgehalt Koloniebildender Einheiten pro Brutei in log 10) und Mittelwerte der Sieben-Tages-Mortalitäten bei 54 Bruteipartien, welche negativ bzw. positiv auf *E. faecium* getestet wurden.

Bakteriologische Untersuchung	E. faecium Spätmortalität							
	Negativer Befund				Positiver Befund			
	n	Median	Minimum	Maximum	n	Median	Minimum	Maximum
Gesamtkeimzahl Koloniebildende Einheiten/Brutei (log 10)	50	4,58	3,85	5,05	4	4,69	4,50	4,79
Sieben-Tages- Mortalität %	50	0,80	0,39	3,67	4	1,19	0,76	1,75

Tab. 28: Medianwerte der äußeren Bruteiqualität (Gesamtkeimgehalt Koloniebildender Einheiten pro Brutei in log 10) und Mittelwerte der Sieben-Tages-Mortalitäten bei 54 Bruteipartien, welche negativ bzw. positiv auf *Proteus* getestet wurden.

Bakteriologische Untersuchung	Proteus Spätmortalität							
	Negativer Befund				Positiver Befund			
	n	Median	Minimum	Maximum	n	Median	Minimum	Maximum
Gesamtkeimzahl Koloniebildende Einheiten/Brutei (log 10)	52	4,58	3,85	5,05	2	4,68	4,68	4,69
Sieben-Tages-Mortalität %	52	0,80	0,39	3,67	2	1,29	0,89	1,69

Tab. 29: Medianwerte der äußeren Bruteiqualität (Gesamtkeimgehalt Koloniebildender Einheiten pro Brutei in log 10) und Mittelwerte der Sieben-Tages-Mortalitäten bei 54 Bruteipartien, welche negativ bzw. positiv auf *E. faecalis* getestet wurden.

Bakteriologische Untersuchung	E. faecalis Spätmortalität							
	Negativer Befund				Positiver Befund			
	n	Median	Minimum	Maximum	n	Median	Minimum	Maximum
Gesamtkeimzahl Koloniebildende Einheiten/Brutei (log 10)	38	4,63	3,85	5,05	16	4,53	3,98	4,95
Sieben-Tages-Mortalität %	38	0,83	0,39	1,75	16	0,82	0,55	3,67

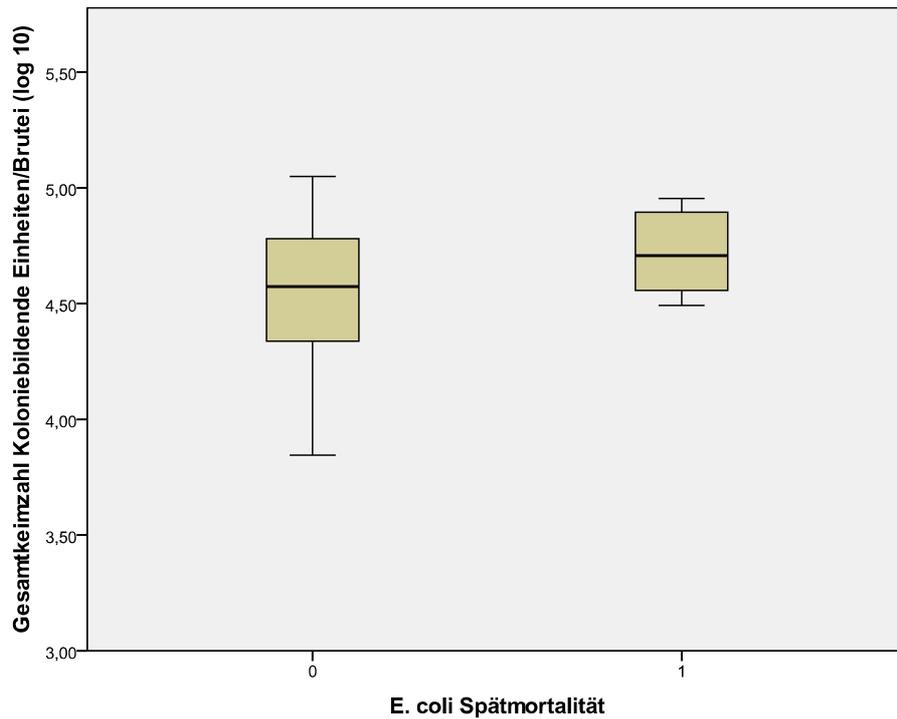


Abb. 30: Äußere Bruteiqualität (GKZ Kbe/Brutei log 10) von 54 Bruteipartien ohne (= 0) (n = 44) und mit (= 1) (n = 10) einer *E. coli*-Kontamination in Bruteiern der Kategorie Spät mortalität.

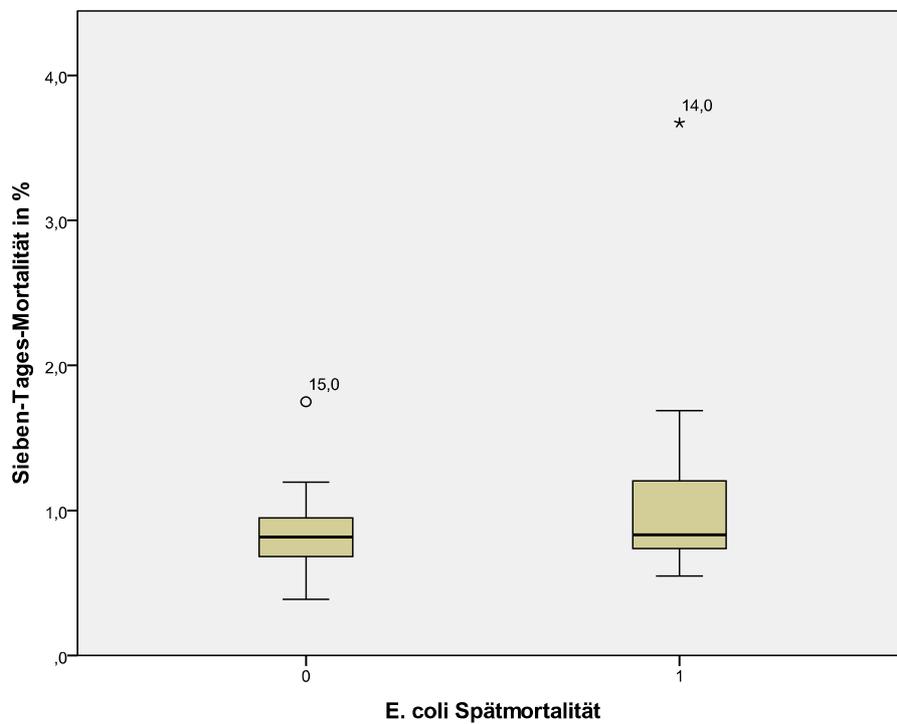


Abb. 31: Sieben-Tages-Mortalität (in Prozent) von 54 Bruteipartien ohne (= 0) (n = 44) und mit (= 1) (n = 10) einer *E. coli* Kontamination in Bruteiern der Kategorie Spät mortalität.

4.4 Qualitätskontrolle der Küken

In den untersuchten Dottersacksammeltupferproben konnten vier verschiedene Bakterienstämme in unterschiedlichen Häufigkeiten festgestellt werden. Dies waren zum einen *Koagulase negative Staphylokokken-* (KNS), *Escherichia coli*- und *Enterococcus faecalis*-Stämme.

Tab. 30: Überblick der bakteriologischen Untersuchung des Dottersackes (n = 54).

Bakteriologische Untersuchung DS	Negativer Befund		Positiver Befund	
	n	%	n	%
Koagulase negative Staphylokokken	51	94,4%	3	5,6%
Escherichia coli	49	90,7%	5	9,3%
Enterococcus faecalis	41	75,9%	13	24,1%
Enterococcus faecium	54	100,0%	0	,0%
Enterococcus caecorum	54	100,0%	0	,0%
Streptokokken	54	100,0%	0	,0%
Pseudomonas aeruginosa	54	100,0%	0	,0%
Proteus	53	98,1%	1	1,9%

In 24,1 % der Fälle konnten *Enterococcus faecalis*-Stämme nachgewiesen werden. 9,3 % der untersuchten Proben zeigten einen positiven Befund für *Escherichia coli*. Wohingegen nur in 5,6 % der untersuchten Dottersacksammeltupfer *Koagulase negative Staphylokokken*-Stämme und in 1,9 % der Fälle *Proteus*-Stämme gefunden werden konnten.

Mittels Zwei-Stichproben-t-Test konnte kein signifikanter Zusammenhang zwischen den Sieben-Tages-Mortalitäten im Aufzuchtstall und den bakteriologischen Befunden der Dottersäcke von jeweils acht zufällig ausgewählten Küken hergestellt werden. Für *E. coli* lag der Wert bei $p = 0,916$.

4.5 Sieben-Tages-Verluste

Die in dieser Studie ermittelten Abgangsraten während der ersten Woche der Aufzucht variierten von 0,39 % bis 3,67 %. Ihr Mittelwert lag bei 0,90 %.

Tab. 31: Deskriptive Statistik der Sieben-Tages-Mortalitätsrate dargestellt in Prozent (n = 54).

	Mittelwert	n	Minimum	Maximum	SEM	SD
Sieben-Tages-Mortalität	0,90	54	0,39	3,67	,0621	0,457

Abbildung 32 zeigt die Ergebnisse der Sieben-Tages-Verluste, die in dieser Studie ermittelt wurden. Es gab drei Ausreißer, bei denen eine erhöhte Sieben-Tages-Mortalität festgestellt wurde. In Abbildung 33 ist nochmals der Gesamtkeimgehalt aller untersuchten Elterntierherden dargestellt. Abbildung 34 zeigt, dass diese drei Ausreißer in Kategorie I und II entstanden. Also in denjenigen Produktionsphasen, in welchen die höchsten Gesamtkeimzahlen auf dem Brutei festgestellt wurden (Abbildung 34).

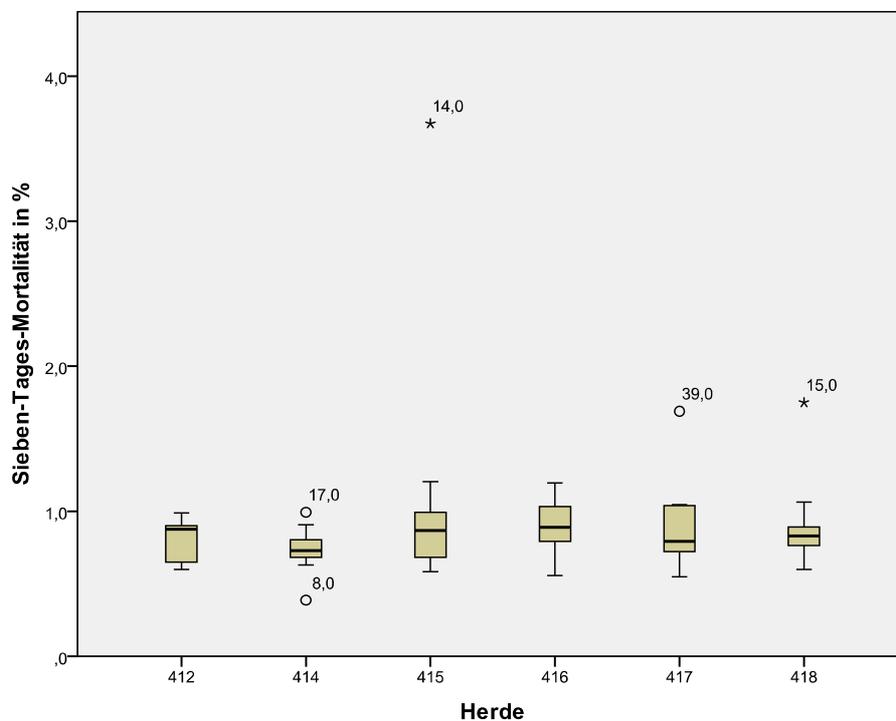


Abb. 32: Sieben-Tagesverluste in Abhängigkeit der Herkunft (= Herde) dargestellt in Prozent (n = 54).

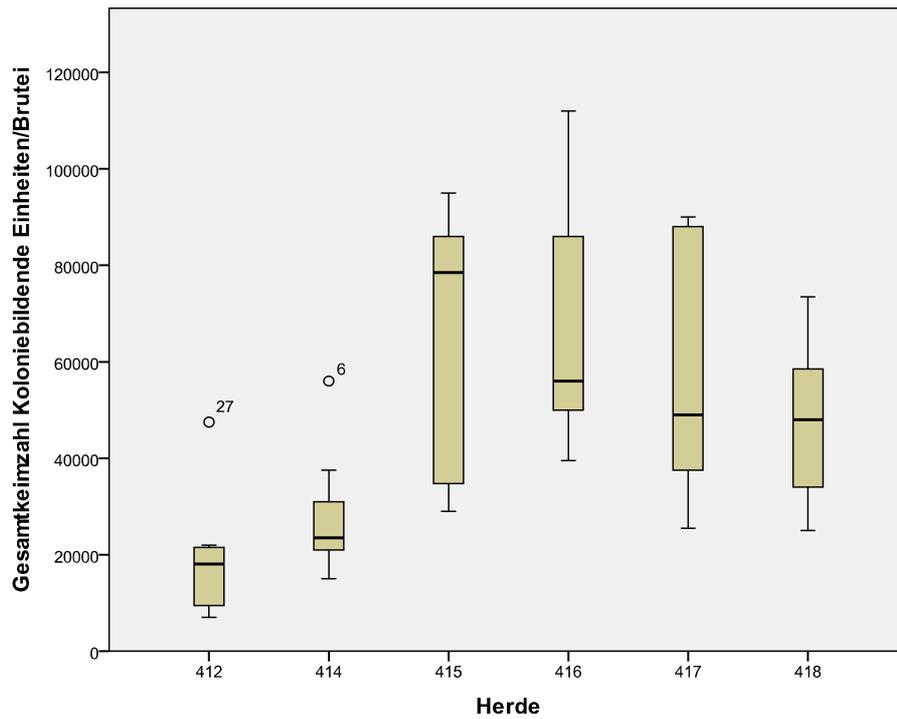


Abb. 33: Äußere Brutequalität in Abhängigkeit der Herkunft (= Herde) dargestellt in KbE/Brutei (n = 54).

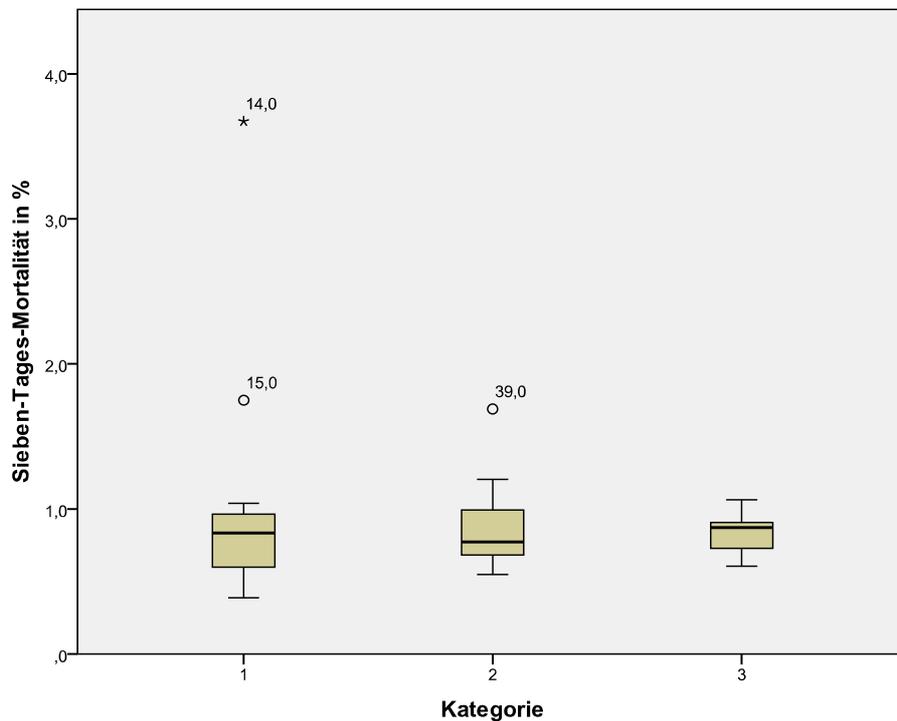


Abb. 34: Sieben-Tagesverluste der untersuchten Bruteier in drei verschiedenen Produktionsphasen (1=junge, 2=mittlere, 3=alte ET-Herde) dargestellt in Prozent (n = 54).

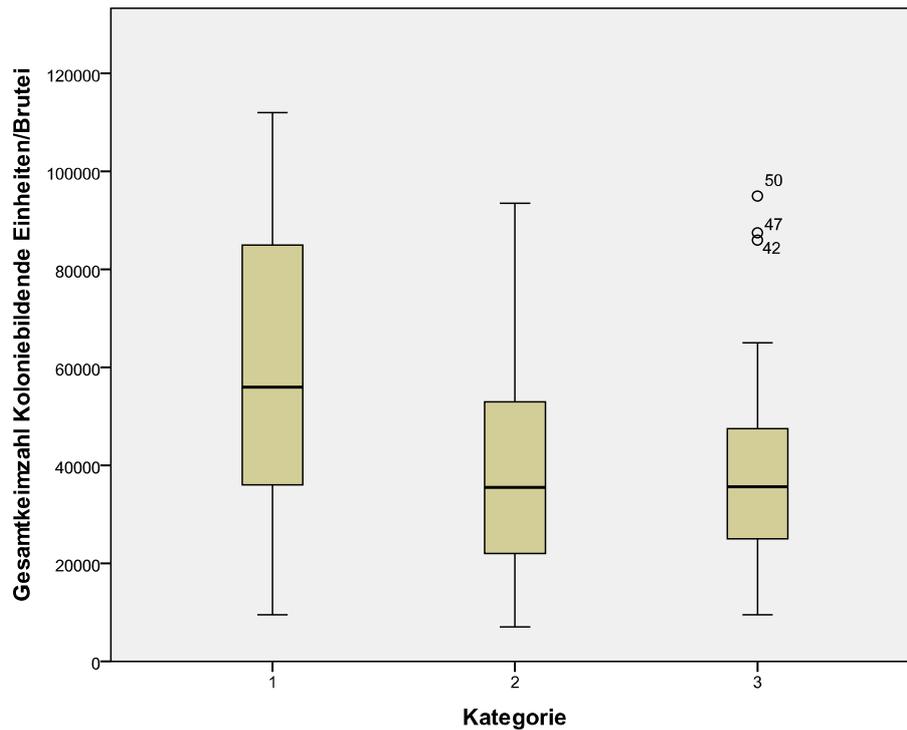


Abb. 35: Gesamtkeimzahl der untersuchten Bruteier in drei verschiedenen Produktionsphasen (1=junge, 2=mittlere, 3=alte ET-Herde) dargestellt in KbE/Brutei (n = 54).

4.6 Untersuchung der Transportbedingungen

Die erfassten Maximaltemperaturen während des Kükentransportes wurden für alle 54 Kükenlieferungen erfasst und ausgewertet. Die dabei ermittelten Werte variierten von 27,5 °C-35,0 °C. Ihr Mittelwert lag bei 30,1 °C.

Tab. 32: Erreichte Maximaltemperaturen während der untersuchten Kükentransporte in Grad Celsius (n = 54).

	Mittelwert	Minimum	Maximum	SEM	SD	n
Maximale Transporttemperatur	30,1	27,5	35,0	0,300	2,100	54

Tab. 33: Korrelationsmatrix nach Pearson zwischen maximaler Kükentransporttemperatur in Grad Celsius und den Sieben-Tages-Verlusten dargestellt in Prozent.

		Sieben-Tages-Mortalität %	Maximale Transporttemperatur
Sieben-Tages-Mortalität %	Korrelation (r)	1	,323*
	Signifikanz (p)		,017
Maximale Transporttemperatur	Korrelation (r)	,323*	1
	Signifikanz (p)	,017	

*. Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,05 (2-seitig) signifikant.

Tabelle 33 zeigt einen direkten Zusammenhang zwischen der maximalen Temperatur in Grad Celsius während des Kükentransportes und den Stallverlusten nach sieben Tagen Kükenaufzucht ($p < 0,05$).

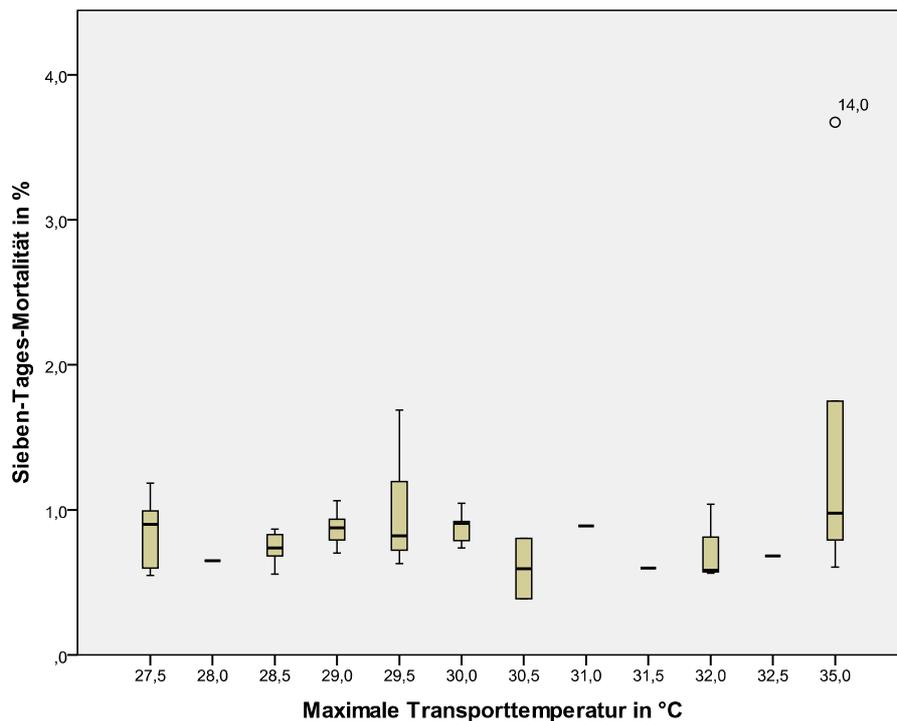


Abb. 36: Maximaltemperaturen in Grad Celsius während des Kükentransportes und dabei ermittelte Sieben-Tages-Mortalität dargestellt in Prozent (n = 54).

4.7 Reklamationen

Von den 54 untersuchten Kükenlieferungen wurde eine Lieferung reklamiert. Das heißt ein Landwirt war mit der Kükenqualität nicht zufrieden. Alle zur Verfügung stehenden Daten wurden daraufhin auf mögliche Ursachen hin untersucht. Faktoren, die in Zusammenhang mit dieser Reklamation gebracht werden konnten, waren:

- Die Maximaltemperatur während des Kükentransportes (35°C)
- Eine Keimbesiedlung von Bruteiern, die zwischen Bebrütungstag 8 und 14 abgestorben und mit *E. coli* und *E. faecalis* kontaminiert waren.
- Eine Keimbesiedelung von Bruteiern, die zwischen Bebrütungstag 15 und 21 abstarben und mit *E. coli* kontaminiert waren.
- Eine erhöhte Gesamtkeimzahl auf der Bruteischale bei Anlieferung an die Brüterei ($10^{4.90}$ KbE/Brutei)

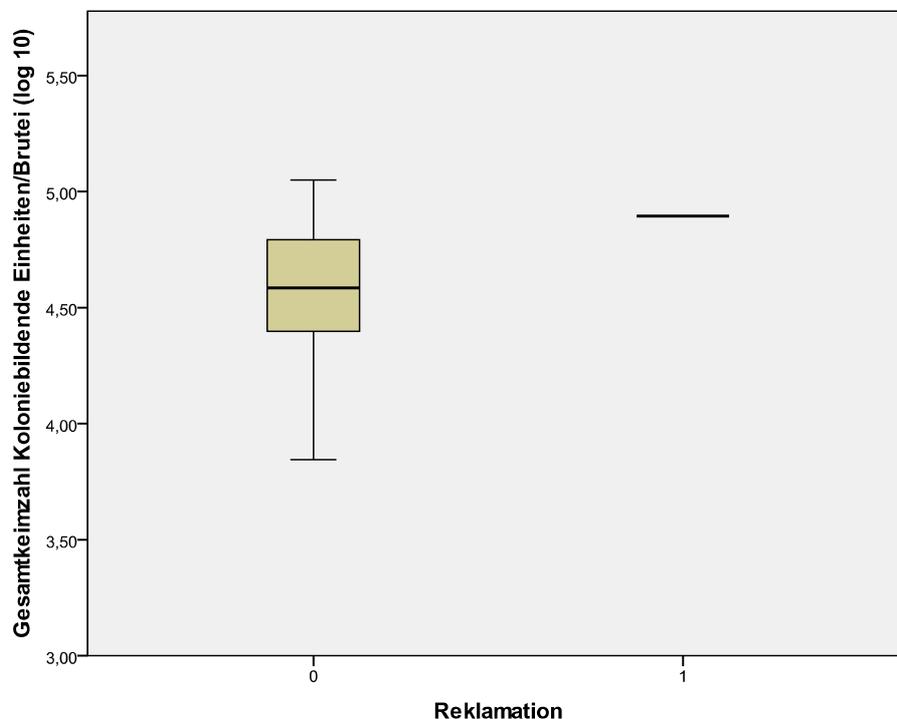


Abb. 37: Äußere Bruteiqualität nicht reklamierter (= 0) (n = 53) und reklamierter Küken (= 1) (n = 1) dargestellt in KbE/Brutei (log 10).

Abbildung 37 zeigt den Gesamtkeimgehalt auf der Bruteioberfläche zum Zeitpunkt der Bruteianlieferung. Die auf der x-Achse mit „0“ gekennzeichneten Kükenpartien wurden von den Mätern nicht reklamiert. Die Bruteilieferung, die reklamiert wurde ist mit „1“ gekennzeichnet. Der mittlere Keimgehalt dieser reklamierten Kükenlieferung lag bei $10^{4,90}$ KBE pro Brutei und war damit erhöht.

Nach diesen Erkenntnissen wurden sämtliche Kükenauslieferungen des Jahres 2010 der untersuchten ET-Herden retrospektiv bezüglich Reklamationen durch den Landwirt ausgewertet.

Tab. 34: Reklamationsquoten aller untersuchten Elterntierherden im Jahre 2010 dargestellt in Prozent (n = 1468).

Reklamationen	Anzahl Reklamationen	Anzahl Auslieferungen	Reklamationsquote in %
Herde 412	0	294	0,00
414	3	280	1,07
415	6	211	2,84
416	8	246	3,25
417	8	242	3,30
418	3	195	1,54

Tabelle 34 zeigt eine sehr niedrige Reklamationsquote aller Kükenlieferungen. Jedoch fällt besonders auf, dass die Herde mit der geringsten Gesamtkeimzahl auf der Bruteioberfläche (Herde 412) kein einziges Mal reklamiert wurde. Wohingegen bei den Herden 415, 416 und 417 deutlich höhere Reklamationsquoten ermittelt wurden. Diese drei Herden wurden gemeinsam von einem Farmleiter betreut.

5 Diskussion

5.1 Äußere Bruteigqualität

5.1.1 Bei Ankunft an der Brüterei

Bruteikontaminationen stellen ein Risiko für die Verbreitung von vertikalen Krankheitserregern dar (Peterson und Wright, 1952). Ferner begünstigt eine hohe Keimbelastung des Bruteies eine Penetration der Eischale durch umweltassoziierte Mikroorganismen und eine erhöhte Mortalität während der Brut (Cook et al., 2005; Fassenko et al., 2009). Außerdem geht man davon aus, dass eine erhöhte Keimbelastung auf der Bruteioberfläche die Kükenqualität negativ beeinflusst und die geschlüpften Küken mit einer größeren Wahrscheinlichkeit an einer systemischen bakteriellen Infektion erkranken können (Quarles et al., 1970; Scott und Swetnam, 1993; Fassenko et al., 2009). Eine optimierte Bruteihygiene mit einer quantitativen Kontrolle würde also nicht nur eine Verschleppung von Pathogenen verhindern, sie würde auch zu einer verbesserten Kükenqualität beitragen (Samberg und Meroz, 1995).

In vorliegender Studie konnten signifikante Unterschiede ($p < 0,001$) zwischen einzelnen Bruteilieferanten bezüglich der Keimbelastung auf der Eischale aufgezeigt werden. Es konnte aber kein direkter Einfluss auf die Sieben-Tages-Mortalität ermittelt werden ($p = 0,268$). Jedoch konnte ein tendenzieller Einfluss beobachtet werden, der unterstreicht, dass eine hohe Keimbelastung der Bruteischale eine Penetration durch umweltassoziierte Mikroorganismen begünstigt. Außerdem konnte aufgezeigt werden, dass ein erhöhter Keimgehalt auf der Eischale bei Anlieferung trotz Bruteibegasung eine Kontamination des Eiinneren mit *Escherichia coli* begünstigte. Aufgrund der geringen Anzahl von *E. coli*-Befunden konnte diese Aussage statistisch nicht abgesichert werden ($p = 0,342$).

Vorliegende Studie zeigte aber auch, dass diese Erkenntnisse bereits während des Untersuchungszeitraumes in die betrieblichen Abläufe integriert worden sind. Im Laufe der Legeperiode hätte man sich eigentlich eine Erhöhung des Gesamtkeimgehaltes pro Brutei erwartet (Hunalau et al., 2010). Mit steigendem Alter der Elterntiere nehmen Bruteigewicht und folglich auch die Bruteioberfläche zu. Eine Erhöhung des Gesamtkeimgehaltes im Laufe der Legeperiode konnte in dieser Studie nicht festgestellt werden. Durch intensive Kontrolle der Nesthygiene und der Hygiene des Sammelvorganges konnte eine Reduktion des

Gesamtkeimgehaltes erreicht werden. Jedoch konnten immer noch Unterschiede zwischen den verschiedenen Bruteilieferanten dargestellt werden. Dies sollte ein Ansporn sein, um dieses Kontrollsystem aufrechtzuerhalten und weiterhin Verbesserungsmaßnahmen in den Betrieben mit erhöhten Keimgehalten durchzuführen. Ein erhöhter Keimgehalt in der Stallluft bedingt einen höheren Keimgehalt auf der Eischale (Quarles et al, 1970; De Reu et al., 2009). Neben dem Staubgehalt in der Stallluft und dem Eiersammeln mit desinfizierten Händen, ist besonders auf die Nesthygiene und Hygiene der gesamten Sammelstation zu achten (Hunalau et al., 2010). Initiale Kontaminationsmöglichkeiten waren in einer Studie von De Reu et al. (2005b) ein kurzes kontaminiertes Eiförderband, kontaminierte Nester und Bodeneier. Unterschiede in der mikrobiologischen Belastung konnten visuell nicht erkannt werden (De Reu et al., 2005a).

Ferner begünstigen eine niedrige Temperatur oder eine erhöhte Luftfeuchtigkeit ein Keimwachstum auf der Eischale (Cook et al., 2005; D'Alba et al., 2010).

Das Eiersammeln scheint entscheidenden Einfluss auf die mikrobielle Qualität der äußeren Eischale zu haben. Dieser Punkt konnte durch alleinige visuelle Begutachtung bisher nicht entdeckt werden, daher ist ein mikrobielles Kontrollsystem nötig. Ein Rollen vieler Eier auf derselben Oberfläche kann Kreuzkontaminationen durch verschmutzte oder angebrochene Eier hervorrufen (De Reu et al., 2006a). Der kritische Punkt des Eiersammelns konnte im Zuge dieser Studie optimiert werden.

5.1.2 Nach Bruteidesinfektion

Nach einer Bruteidesinfektion mit 10 g Paraformaldehyd pro m³ bei Raumtemperatur konnte kein Keimwachstum auf der Eischale mittels „shell-rinse“-Technik detektiert werden. Eine Begasung mit Formalin stellte somit eine effektive Methode der Bruteidesinfektion dar. Eine Begasung sollte nicht während der ersten neun Bebrütungstage statt finden. Dies hätte negative Auswirkungen auf die Schlupfrate (Cadirci, 2009). Eine Begasung während des Schlüpfens kann den Respirationstrakt des Kükens schädigen und somit die Gesundheit der Küken negativ beeinflussen (Sander et al., 1995).

5.1.3 Nach 18-tägiger Vorbrutphase

Keime auf der Eischalenoberfläche können sich rapide vermehren, durch die Eischalenporen aktiv oder passiv ins Eiinnere gelangen und eine erhöhte Embryonenmortalität hervorrufen (Cook et al., 2005). Die insgesamt 240 Bruteier sollten in dieser Versuchsanordnung als Indikator für eine mögliche Bruteikontamination innerhalb der Brüterei ab dem Zeitpunkt der Bruteianlieferung bis zum Ende der Vorbrut dienen. Die Daten aus den unter 4.1.3 genannten Untersuchungsergebnissen zeigten zum einen eine sehr gute Desinfektionswirkung auf der Eischalenoberfläche. Zum anderen konnte ein durchschnittlicher Keimgehalt von $10^{0,33}$ KbE/Brutei nach 18 Tagen Vorbrut ermittelt werden. Vergleichsdaten zu diesen aus anderen Studien sind selten. Furuta und Maruyama (1981) beschäftigten sich in Japan mit der bakteriellen Kontamination von Bruteiern während einzelner Brutphasen. Sie fanden einen durchschnittlichen Keimgehalt von $10^{0,80}$ - $10^{1,10}$ KbE/Brutei nach 18-tägiger Vorbrutphase. Die Bruteier stammten von SPF-Elterntieren aus Japan und wurden in einer Brüterei in Japan bebrütet (Furuta und Maruyama, 1981). Der in vorliegender Studie durchschnittlich festgestellte Keimgehalt von $10^{0,33}$ KbE/Brutei nach der Vorbrut variierte in einem Bereich von 0 bis $10^{1,70}$ KbE/Brutei. Diese Beobachtung lässt die Vermutung zu, dass der Keimgehalt während der Bebrütung trotz der Bebrütungstemperatur von $37,5^{\circ}\text{C}$ sehr niedrig gehalten wird. Viele spezifische und unspezifische Abwehrmechanismen wurden bereits entdeckt, die ein Keimwachstum auf der Eischale verhindern bzw. reduzieren (Board, 1966; Board and Halls, 1973; Cook et al., 2005; Welman-Labadie et al., 2008; Shawkey et al., 2009). In vorliegender Studie konnte dies unter Praxisbedingungen gezeigt werden. Von einem Versuch, die äußere Bruteiqualität nach 18-tägiger Vorbrutphase als Kontrollpunkt zu etablieren, wurde nach diesen Erkenntnissen Abstand genommen.

5.1.4 Kontrolle der R+D

Nach 18-tägiger Vorbrutphase verlassen die Bruteier die Vorbrutschränke und werden in die Schlupfbrüter verbracht. In dieser kritischen Phase könnte eine Bruteikontamination die Kükenqualität negativ beeinträchtigen. Deshalb wurden Abklatschproben von Gegenständen untersucht, welche direkten Kontakt zu Bruteiern haben (siehe 3.1.5). In einer Studie von McMullin (2009) wurden fast 10.000 Abklatschuntersuchungen aus englischen Brütereien aus den Jahren 1996 - 2001 zusammengetragen und ausgewertet. Die gereinigten und

desinfizierten Oberflächen sollten einen Reinigungsgrad von unter 100 KbE pro 16 cm² aufweisen, wobei die meisten Untersuchungen eher 10 KbE pro 16 cm² aufwiesen und dies als optimal angesehen wurde. Die höchsten Gesamtkeimzahlen wurden in all den Bereichen entdeckt, welche mit den geschlüpften Küken und deren Kükenstaub in Kontakt standen. Der Gesamtkeimgehalt stieg von denjenigen Räumen, in welchen Bruteier angeliefert wurden, bis zu denjenigen Räumen, von welchen die geschlüpften Küken ausgeliefert wurden, an (McMullin, 2009; Kim und Kim, 2010).

In einer Studie von Kim und Kim (2010) aus Korea wurden Gesamtkeimgehalte in Luft und in Räumen einer Brüterei untersucht. Dabei zeigte sich, dass der Grad von aerogenen und coliformen Keime und Pilzen in der Brütereiluft in unterschiedlichen Abschnitten der Brüterei stark variierte und die Ergebnisse aus der Luft sehr stark mit Ergebnissen von Räumen und Ausrüstungsgegenständen korrelierten. Starke Verschmutzungen zeigten operierende Schlupfbrüter. Sehr geringe Keimgehalte wiesen Eierlager und Vorbruträume auf.

Beide Arbeiten zeigten sehr gut, dass für das Brutei nach der Vorbrut eine potentielle Gefahr einer Bruteikontamination besteht, da das Brutei nach der Vorbrut seinen Brutschrank verlässt und in einen potentiell höher kontaminierten Raum, den Schlupfbrüter, gelangt. Eine effektive Reinigung und Desinfektion ist daher unerlässlich. Aus diesem Grund sollte stichprobenartig und unangemeldet der Erfolg der Reinigung und Desinfektion aller mit dem Brutei in Kontakt kommenden Oberflächen überprüft werden und evaluiert werden, ob es mögliche Verschmutzungen gibt. Es wurden Abklatschproben von einer Umlagemaschine, welche Bruteier von Vorbruthorden auf Schlupfbruthorden transportiert, den Schlupfbruthorden, in welche die Bruteier umgelegt wurden und von den Schlupfbrütern, in welche die Bruteier verbracht wurden, untersucht. In keinem der genannten Fälle wurde das Reinigungsergebnis beanstandet. Ferner wurden Abklatschuntersuchungen von Kükentransportbändern und Kükentransportkisten durchgeführt. Auch hier konnte das Ergebnis der durchgeführten Reinigung und Desinfektion nicht bemängelt werden. Sowohl Untersuchungen an einer Umlagemaschine als auch an zufällig ausgewählten Schlupfbrutschränken zeigten einen guten Reinigungs- und Desinfektionserfolg. Lediglich bei Hygienekontrollen von Schlupfbruthorden konnten ab und zu mehr als 10 KbE/ 25 cm² festgestellt werden. Hier sollte auch in Zukunft verstärkt darauf geachtet werden, dass Schlupfbruthorden nach einer R+D nicht kontaminiert werden. Des Weiteren wurden Abklatschuntersuchungen an Kükentransportbändern und Kükenkisten durchgeführt. Auch hier konnte das Reinigungs- und Desinfektionsergebnis als gut bewertet werden.

5.2 „Breakout“-Analyse

Aus den Ergebnissen der „Breakout“-Analyse konnte kein Zusammenhang zur Kükenqualität hergestellt werden. Es konnte lediglich gezeigt werden, dass das Elterntieralter einen direkten Einfluss auf die Anzahl nicht geschlüpfter ($p = 0,010$) und unbefruchteter ($p < 0,001$) Bruteier hat. Außerdem korrelierte das Elterntieralter mit der Spätmortalitätsrate ($p = 0,019$), je älter die Elterntiere waren, umso höher lag deren Spätmortalitätsrate. Yassin et al (2008) und Yilmaz-Dikmen und Sahan (2009) kamen zu ähnlichen Ergebnissen. Jedoch war die Befruchtungsrate in der Studie von Yilmaz-Dikmen und Sahan (2009) höher. Die Befruchtungsrate hängt vom Elterntiermanagement vor allem aber vom Hahnenmanagement ab (Wilson et al., 2004). Außerdem lag die Spätmortalität in vorliegender Arbeit über den Werten von oben genannter Arbeit. Sie liegt bei Elterntieren in der 50. bis 62. Lebenswoche bei ca. 3 % (Ross Management, 2010). In dieser Arbeit wurden 3,44 % gemessen. Als Ursache kommen neben der Elterntierfütterung und dem Elterntiermanagement vor allem Fehler während der Brut in Frage (Wilson et al., 2004). Als Ursache konnten in vorliegender Studie zwei defekte Vorbrutschränke ausfindig gemacht werden. Zwar wurde der Defekt sofort von der brütereieigenen Werkstatt repariert, es konnte aber trotzdem ein negativer Effekt mittels „Breakout“-Analyse aufgezeigt werden.

Ferner konnte ein direkter Zusammenhang zwischen Frühmortalität und Spätmortalität hergestellt werden ($p = 0,026$). Beide Werte stiegen mit dem Elterntieralter an. Nicht jedoch die Mittlere Mortalität. Es ist bekannt, dass eine Kontamination die Mittlere Mortalität negativ beeinflussen kann (Wilson et al., 2004). In vorliegender Arbeit konnte ein Zusammenhang zwischen einer Isolierung von *E. coli* aus Bruteiern der Kategorie Mittlere Mortalität und der Anzahl von Bruteiern der Kategorie Mittlere Mortalität beobachtet werden. Wurde also *E. coli* im Eiinneren nachgewiesen, so lag ein erhöhter Anteil von Bruteiern der Kategorie Mittlere Mortalität vor. Ein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen äußerer Bruteiqualität und Mittlerer Mortalitätsrate konnte jedoch nicht gezeigt werden. Dennoch leistete die „Breakout“-Analyse wertvolle Hinweise, um den Brutprozess und die Reproduktionsleistung zu kontrollieren.

5.3 Innere Bruteiqualität

Aus den untersuchten Bruteiern konnten *Koagulase negative Staphylokokken*-, *Escherichia coli*-, *Enterococcus faecalis*-, *Enterococcus faecium*- und *Proteus*-Stämme isoliert werden. Nachdem man eine vertikale Infektion durch bestimmte *Enterococcus faecalis*-Stämme nachweisen konnte (Landman et al., 2001a) sollte evaluiert werden, ob auch *Enterococcus caecorum* vertikal im Dottersack des Kükens übertragen wird. In vorliegender Studie konnten keine *Enterococcus caecorum*-Stämme aus dem untersuchten Probenmaterial isoliert werden. Dies deckt sich mit Untersuchungen von Landman und Kense (2010).

Ferner konnte in vorliegender Studie beobachtet werden, dass eine Kontamination des Dottersackes mit *Escherichia coli*-Stämmen einen negativen Einfluss auf die Kükenqualität im Aufzuchtstall hat. Sowohl ein Nachweis von *E. coli* in Bruteiern der Kategorie Mittlere Mortalität (MM), als auch eine Isolierung aus Bruteiern der Kategorie Späte Mortalität (SP) beeinträchtigen die Kükenqualität. *Escherichia coli* kann primär durch eine Keimbesiedelung des Eifollikels oder der Schleimhaut des Eileiters der ET-Henne oder sekundär durch Eischalenkontamination und durch Eigenpenetration ins Eiinnere gelangen (Montgomery et al., 1999; Hafez und Böhm, 2002). Eine primäre Infektion kann aber auch hämatogen oder durch Kontakt mit infiziertem Bauchfell oder Luftsäcken zustande kommen (Hafez und Böhm, 2002). In vorliegender Studie konnte ein Zusammenhang zwischen der äußeren mikrobiologischen Bruteiqualität und einer Isolierung von *Escherichia coli* aus dem Dottersack nicht geschlüpfter Bruteier aufgezeigt werden. Jedoch erreichte dieser Zusammenhang aufgrund der niedrigen Prävalenz von *E. coli* in Bruteiern der Kategorie (MM) und (SP) das Signifikanzniveau nicht. Es könnte neben der Gesamtkeimzahl auch weitere Faktoren geben, die eine Penetration der Eischale begünstigen. Eischalencharakteristika wie die Eischalenoberfläche, die Eischalendicke oder die Anzahl der Poren in der Eischale konnten aber das Durchwandern der Eioberfläche nicht beeinflussen (De Reu et al., 2006b). Jedoch beeinflussen Temperatur und Luftfeuchtigkeit während der Eilagerung die Kontaminationsrate (Ronnie und MacLaury, 1961; Seviour et al., 1972; Dolman und Board, 1992; Cook et al., 2003; Cook et al., 2005). Je länger gelagert werden muss, desto größer ist die Gefahr einer mikrobiellen Besiedelung bzw. einer Eischalenpenetration. Je länger gelagert werden muss, desto niedriger muss die Eilagertemperatur sein (Ronnie und MacLaury, 1961; Bourassa et al., 2003). Niedrigere Temperaturen führen aber wiederum zu einer verringerten Keimabwehr der Eier (Seviour et al., 1972). So konnte Dolman und Board (1992) feststellen, dass eine Lagerung von Bruteiern

bei 4 °C mit einem täglichen Anstieg der Kontaminationsrate von Eischalenmembranen und Eiweiß einher ging (Dolman und Board, 1992). Lagerte man die Eier bei 37 °C, so nahm der Keimgehalt auf der inneren Eischalenmembran und im Eiweiß ab. Lediglich *Staphylococcus xylosum*- und *Salmonella enteritidis*- und *Enterococcus faecalis*-Stämme vermehrten sich bei 37 °C auf den Eischalenmembranen der Luftkammer, konnten aber nicht im Eiweiß nachgewiesen werden (Dolman und Board, 1992). Ferner konnten *Enterococcus faecalis*- und *Staphylococcus xylosum*- Stämme bei 15 °C auf der inneren Eischalenmembran festgestellt werden, jedoch nicht bei 20 °C (Dolman und Board, 1992). In vorliegender Studie variierten die Eilagerzeiten zwischen zwei und sechs Tagen.

Gram negative, bewegliche Bakterien wie *Pseudomonas spp* und *E. coli spp*. gelten als primäre Besiedeler des Eiinneren (Quarles et al., 1969; Board et al., 1979; Jones, 2002; De Reu et al., 2006b; Shawkey et al., 2009). Sie erleichtern für andere Keime das Eindringen. Dies konnte auch in vorliegender Arbeit beobachtet werden. So bestand ein Zusammenhang zwischen der Besiedelung des Dottersackes von nicht geschlüpften Bruteiern der Kategorie Späte Mortalität (SP) mit *Escherichia coli* und *Enterococcus faecalis*. Wurde bei den Untersuchungen ein positiver *E. coli* Befund erhoben so konnte man oft auch andere Keime aus der Dottersacksammeltupferprobe isolieren. Ferner fand man heraus, dass die Penetrationshäufigkeit mit dem Alter der Elterntiere zunimmt (Bruce und Johnson, 1978; Jones et al., 2002). Die Eischalendicke nimmt mit dem Alter der Elterntiere ab (De Reu et al., 2006; Edmond et al., 2005). Ein Eindringen von Mikroorganismen könnte somit erleichtert werden. Außerdem könnten Temperaturschwankungen in Kombination mit einer reduzierten Eischalenqualität eine Penetration erleichtern (Berrang, 1999; Chousalkar et al., 2010). Das Brutei besitzt grundsätzlich zwei Abwehrmechanismen um ein Durchdringen der Eischale zu verhindern: Zum einen stellt die Eischale selbst eine physikalische Barriere dar (Berrang et al., 1999), zum anderen besitzt das Ei ein chemisches System aus antimikrobiellen Proteinen, die hauptsächlich in Kutikula, Eischalenmembranen, Eiweiß und Vitelinmembran zu finden sind (Jonchere et al., 2010). In der Kutikula spielen die antimikrobiell wirkenden Proteine Lysozym, Ovotransferrin, und Ovocalyxin-32 eine wichtige Rolle um eine Eischalenpenetration zu verhindern (Wellman-Labadie et al., 2008). Jedoch zeigte sich in einer Studie von Wellman-Labadie et al. (2008), dass das am häufigsten isolierte Lysozym, vom Typ c, gegen einen *Escherichia coli*-D31-Stamm, der in diesem Versuch verwendet wurde, keinen signifikanten bakteriziden Effekt besaß. Wohingegen dieses Lysozym sowohl gegen *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus* und *Bacillus subtilis* signifikante

Keimreduktionen bewirken konnte (Wellman-Labadie et al., 2008). Außerdem fand man heraus, dass auch die kalzifizierte Eischalenmatrix selbst antimikrobielle Bestandteile enthält wie Lysozym, Ovotransferrin, Mucin, Avidin, Histone, beta-Defensin-11 und Gallinacin-8. All diese Proteine zusammen verhindern ein Eindringen von Mikroorganismen durch die Eischale (Mann et al., 2006). Tranter und Board (1984) zeigten bereits die bacteriziden Effekte von Eiweiß während der Bebrütung. Hauptverantwortlich sind dabei das Ovotransferrin und das Lysozym. Auch ein Extrakt aus getrocknetem Hühnerkot konnte ein Wachstum von *Staphylococcus aureus* und *Bacillus subtilis* verringern, nicht jedoch ein Wachstum von *E. coli* und *Ps. aeruginosa* (Wellman-Labadie et al., 2010). Man geht davon aus, dass darmassoziierte Enterokokken wie zum Beispiel *Enterococcus gallinarum* diesen Effekt auf der Eischale hervorrufen können (Wellman-Labadie et al., 2010). *Escherichia coli* scheint also eine besondere Rolle bei Kontaminationen von Bruteiern zu besitzen. Dies konnte ebenfalls in vorliegender Arbeit beobachtet werden. Es muss folglich alles unternommen werden um eine Bruteikontamination zu vermeiden. Dazu gehört neben einer guten mikrobiologischen äußeren Bruteiqualität auch eine gute Hygiene in der gesamten Brüterei (Jones und Musgrove, 2008; McMullin, 2009).

5.4 Qualitätskontrolle der Küken

Es besteht ein direkter Zusammenhang zwischen dem Keimgehalt auf dem Brutei und einer Besiedelung des Dottersackes von Küken mit *Escherichia coli* (Quarles et al., 1970). Eine Besiedelung von *Escherichia coli* stellt ein Risiko für erhöhte Anfangsverluste dar (Cortes et al., 2004; Giovanardi et al., 2005). In dieser Studie sollte ebenfalls überprüft werden, ob eine mikrobiologische Untersuchung einer Stichprobe von acht Eintagsküken Vorhersagen über die Kükenqualität erlaubt. Aus den 54 untersuchten Tupferproben konnten *Koagulase negative Staphylokokken*-, *Escherichia coli*-, *Enterococcus faecalis*- und *Proteus*-Stämme isoliert werden. Es konnte kein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen den bakteriologischen Befunden und der Kükenqualität abgeleitet werden ($p = 0,728$). Es bestand aber ein Zusammenhang zwischen einer Besiedelung mit *E. coli* und anderen Keimen v. a. *Enterokokken* und *Staphylokokken*. Quarles et al. (1970) konnten in einer Studie aus einer Kükengruppe in 100 % der Fälle *E. coli* isolieren. Diese Küken stammten von Bruteiern, die im Durchschnitt eine äußere Bruteikontamination von 89.996 KBE pro Brutei aufwiesen ($n = 480$). Es wurden diesbezüglich fünf Küken untersucht, was für eine fundierte statistische

Auswertung nicht ausreichte. Eine zweite Gruppe von Bruteiern zeigte durchschnittlich 2.456 KBE pro Brutei ($n = 480$). Hier wurden nur in einem von fünf Fällen *Escherichia coli*-Stämme isoliert (Quarles et al., 1970). Diese Vermutung konnte mit dieser Arbeit unterstrichen werden. Aufgrund der geringen Anzahl von *E. coli* Befunden ($n = 5$) konnte keine statistisch signifikante Aussage getroffen werden.

5.5 Sieben-Tages-Verluste

Betrachtet man nun die Kükenqualität in vorliegender Studie mit allen 54 Auslieferungen, so lagen bei 51 Auslieferungen die Sieben-Tages-Verluste unterhalb von 1,5 %. Es wurde aber in drei Fällen die 1,5 %-Marke überschritten. Die in dieser Studie ermittelten Mortalitätsraten während der ersten Woche der Aufzucht variierten von 0,39 % bis 3,67 %. Ihr Mittelwert lag bei 0,90 %. Faktoren, die im Rahmen dieser Studie diesbezüglich ermittelt werden konnten, waren zum einen ein erhöhter Keimgehalt auf der Eischale, eine Kontamination des Eiinneren und eine zu hohe Maximaltemperatur während des Kükentransportes.

5.6 Transportbedingungen

Die Wärmeentwicklung während eines Transportes von Eintagsküken ist beträchtlich (vgl. 2.3.8.6). In dieser Studie wurde der Einfluss der Transporttemperaturen auf die Kükenqualität deutlich ($p = 0,018$). Um für beste Kükenqualität zu sorgen, ist es notwendig für das Küken adäquate Transportbedingungen zu gewährleisten (Meijerhof, 2010). Um zukünftig vor extremen Klimaeinflüssen während des Transportes besser gewappnet zu sein, hat der Transportunternehmer in eine noch leistungsfähigere Klimaführung seiner Transportfahrzeuge investiert. Diese soll zu Beginn des Jahres 2011 installiert werden. Denn es stellte sich heraus, dass an einigen heißen Sommertagen Maximaltemperaturen im Kükentransportfahrzeug von bis zu 35 °C gemessen wurden. Dies hatte aber nicht automatisch eine erhöhte Sieben-Tages-Mortalität zur Folge. Es wurde bei manchen Auslieferungen mit einer Maximaltemperatur von 35°C keine erhöhten Sieben-Tages-Verluste gemessen. Es müssen folglich noch weitere Faktoren eine Rolle spielen. Ein Faktor ist sicherlich ein erhöhter Keimgehalt auf der Bruteioberfläche. Die drei Kükenpartien mit erhöhten Mortalitätsraten stammten von Elterntierbetrieben, welche durch die „shell-rinse“-Methode als auffällig bewertet wurden. Dieser Zusammenhang konnte jedoch aufgrund der geringen Fallzahl ($n = 3$) statistisch nicht bestätigt werden.

5.7 Reklamationen

Eine Kükenauslieferung wurde in dieser Studie reklamiert. Dies entspricht einer Reklamationsquote von 1,85 %. Bei dieser reklamierten Kükenpartie lag die Verlustrate bei 3,67 %. Folgende Faktoren konnten in Zusammenhang mit dieser Reklamation gebracht werden:

- Die Maximaltemperatur während des Kükentransportes.
- Eine Keimbesiedelung von Bruteiern die zwischen Bebrütungstag 15 und 21 abgestorben waren und mit *E. coli* kontaminiert waren.
- Eine Keimbesiedelung von Bruteiern, die zwischen Bebrütungstag 8 und 14 abstarben und mit *E. coli* und *E. faecalis* kontaminiert waren.
- Erhöhte Gesamtkeimzahlgehalte auf der Bruteischale bei Anlieferung an die Brüterei.

Betrachtet man nun sämtliche Kükenauslieferungen des Jahres 2010, so konnte festgestellt werden, dass von Landwirten öfters diejenigen Auslieferungen reklamiert wurden, welche im Durchschnitt aller 108 untersuchten Bruteier den höchsten Gesamtkeimgehalt auf der Bruteischale offenbarten. Dies zeigt ebenfalls, dass die äußere Bruteiqualität einen Einfluss auf das sich im Brutei entwickelnde Küken hat.

5.8 Schlussfolgerungen

Es konnte gezeigt werden, dass das Hygienemanagement einer Brüterei einen deutlichen Einfluss auf die Kükenqualität und somit auf den Erfolg in der Junggeflügelaufzucht hat. Ferner zeigte sich, dass auch der Kükentransport entscheidenden Einfluss auf die Sieben-Tages-Mortalität hat. Des Weiteren muss herausgehoben werden, dass Kontaminationen mit gram negativen *Enterobacteriaceae* wie *Escherichia coli* einen negativen Effekt auf die Kükenqualität besitzen. Eine Bruteiverschmutzung muss vermieden werden. Dazu ist eine strikte Überwachung der Bruthygiene und bevorzugt der Bruteihygiene notwendig. Die „shell-rinse“-Methode stellt eine sehr gute Methode der Kontrolle der Bruteihygiene dar und eignet sich als aussagefähiges Kontrollsystem unter Praxisbedingungen in hervorragender Weise.

6 Zusammenfassung

Das Hygienemanagement einer Brüterei beeinflusst die Kükenqualität. Vorliegende Arbeit offenbarte, dass trotz des hohen Hygienestandards in dieser Brüterei sowohl eine Untersuchung der inneren Bruteiqualität als auch eine Untersuchung der äußeren Bruteiqualität mikrobiologische Gefahren aufdecken kann. Das bereits im Lebensmittelbereich eingesetzte „shell-rinse“-Verfahren hat sich bei der Detektion von Mikroorganismen auf der Eischale bewährt. Das seit 1972 von Gentry und Quarles beschriebene Verfahren visualisierte den Hygienestatus von legefrischen Bruteiern. Damit konnten vergleichbare Zahlenwerte geschaffen werden, um Elterntierbetreuer und Landwirte auf vorliegende Mängel aufmerksam zu machen. So konnten Elterntierbetriebe mit einer signifikant höheren Eischalenbelastung aufgezeigt werden ($p < 0,001$). Im Zuge dieser Studie konnte der Hygienestatus von Bruteiern verbessert werden.

In vorliegender Untersuchung konnten jedoch keine statistisch signifikanten Korrelationen zwischen einer hohen Keimbelastung der Eischale und der Sieben-Tages-Mortalität dargestellt werden ($p = 0,268$). Es konnte jedoch ein tendenzieller Einfluss beobachtet. Außerdem konnte ein tendenzieller Einfluss bezüglich äußerer Bruteiqualität und einer Bruteikontamination des Eiinneren mit *Escherichia coli* beobachtet werden.

Ein weiterer Vorteil der „shell-rinse“-Methode gegenüber der direkten mikrobiologischen Untersuchung der inneren Bruteiqualität liegt in einer verkürzten Reaktionszeit. Eine mikrobiologische Untersuchung der äußeren Bruteiqualität mittels „shell-rinse“-Technik erlaubte bereits 72 Stunden nach Eiablage eine Aussage über mögliche Gefahren, wohingegen eine Untersuchung der inneren Bruteiqualität in dieser Studie erst nach mehr als drei Wochen Aussagen zur Bruteiqualität erlaubte. Eine verbesserte Bruteihygiene ging in dieser Studie mit einer geringeren Mortalitätsrate und einer geringeren Reklamationsquote einher. Eine Untersuchung von Bruteiern mittels „shell-rinse“-Methode kann frühzeitig als kritischer Kontrollpunkt Gefahren für das Küken aufdecken. Ein kritischer Kontrollpunkt ist ein Punkt im Prozess, an dem eine Kontrolle möglich ist, um eine potentielle Gefahr zu minimieren oder abzuwenden (FRIES, 2010). Dieser Kontrollpunkt dient als wesentliches Element in einem Frühwarnsystem im Zuge eines Aktionsplanes zur Minimierung und Optimierung des therapeutischen Antibiotikaeinsatzes als Forderung des modernen Verbraucherschutzes.

7 Summary

This study has shown that the hygiene management of a hatchery has an influence on chick-quality. Despite the very high hygiene-standards in this hatchery, the examination of the inner egg quality and of the eggshells have proved useful for discovering potential microbiological hazards. The shell-rinse-technique, also used in the food sector, is a successful means for detecting bacteria on the egg's surface. This method, described by Gentry and Quarles in 1972, has been able to visualize the hygiene status of hatching eggs in order to sensitize broiler-breeder managers and farmers for deficiencies as to egg-hygiene. The technique has detected broiler-breeder farms with higher eggshell contamination rates ($p < 0,001$). This study has helped to improve the hygiene status of hatching eggs.

However, research for this study has not found any statistically significant correlation between a high microbial eggshell-contamination and first-week-mortality ($p = 0,268$). However, the microbial quality of the eggshell and the *E.coli* contamination of hatching eggs tend to result in a higher first-week-mortality. Microbial quality of the eggshell surfaces also tend to result in a higher *Escherichia coli* frequency of egg contents.

Another advantage of the shell-rinse-method over a direct microbiological testing of the inner hatching egg quality lies in a reduced reaction time. A shell-rinse microbiological testing allows statements already 72 hours after oviposition, whereas a testing of the inner hatching-egg quality required three weeks for similar results. This study has found a correlation between an improved hatching egg hygiene and lower mortality as well as reclamations rates. As a critical control point, a testing of hatching eggs with the shell-rinse method allows at an early stage the detection of possible hazards for chicks. A critical control point can be defined as the stage of a process where control can minimize or avoid potential hazards (FRIES 2001). As a demand of modern public health policy, this control point is an essential part of an early warning system in the context of an action plan which aims at minimizing and optimizing the therapeutic use of antibiotics.

8 Literaturverzeichnis

Alcorn MJ (2008). How to carry out a field investigation. In: Pattison M, McMullin P, Bradbury J, and Alexander D. (Hrsg.). Poultry diseases. Saunders ISBN:978-0-7020-2862-5.

Barnett DM, Kumpula BL, Petryk RL, Robinson NA, Renema RA, Robinson, FE (2004). Hatchability and early chick growth potential of broiler breeder eggs with hairline cracks. *J. Appl. Poult. Res.* 13:65-70.

Berrang ME, Cox NA, Frank JF, Buhr RJ (1999). Bacterial penetration of the eggshell and shell membranes of chicken hatching egg: A review. *J. Appl. Poult. Res.* 8: 499-504.

Berrang ME, Cox NA, Frank JF, Buhr RJ, Bailey JS (2000). Hatching egg sanitization for prevention or reduction of human enteropathogens: A review. *J. Appl. Poult. Res.* 9:279-284.

Board RG (1966). Course of microbial infection of hens egg. *J. Appl. Bacteriol.* 29:319-322.

Board RG, Halls NA (1973). The cuticle: A barrier to liquid and particle penetration of the shell of the hen's egg. *Br. Poult. Sci.* 14:69-97.

Board RG, Loseby S, Miles VR (1979). A note on microbial growth on hen eggshells. *Br. Poult. Sci.* 20:413-420.

Böhm R (2002). Grundlagen der Reinigung und Desinfektion. In: Strauch D, Böhm R, (Hrsg.) *Reinigung und Desinfektion in der Nutztierhaltung und Veredelungswirtschaft.* 2. Auflage. Enke Verlag, Stuttgart, 19-61. ISBN 3-7773-1796-9.

Bourassa DV, Buhr RJ, Wilson JL (2003). Elevated egg holding-room temperature of 74 degrees F (23 degrees C) does not depress hatchability or chick quality. *J. Appl. Poult. Res.* 12:1-6.

Breytenbach JH (2009). Guidelines for effective vaccination of broilers. *Internat. Poultry Production* 13:7-9.

Bruce J, Drysdale EM (1986). Bacterial contamination in hatching eggs. *Br. Poult. Sci.* 27:152-152.

Bruce J, Johnson AL (1978). Bacterial flora of unhatched eggs. *Br. Poult. Sci.* 19:681-689.

Cadirci S (2009). Disinfection of hatching eggs by formaldehyde fumigation - a review. Arch. Geflügelkd. 73:116-123.

Chao MR, Hsien CH, Yeh CM, Chou SJ, Chu C, Su YC, Yu CY (2007). Assessing the prevalence of *Salmonella enterica* in poultry hatcheries by using hatched eggshell membranes. Poult. Sci. 86:1651-1655.

Chen SJ, Lee TE, Wang EM, Cho TJ, Wang CH (2002). Monitoring the hygiene of chicken hatcheries in Taiwan during 1999-2001. Journal of Microbiology, Immunology and Infection 35:236-242.

Chou CC, Jiang DD, Hung YP (2004). Risk factors for cumulative mortality in broiler chicken flocks in the first week of life in Taiwan. Br. Poult. Sci. 45:573-577.

Chousalkar KK, Flynn P, Sutherland M, Roberts JR, Cheetham BF (2010). Recovery of *Salmonella* and *Escherichia coli* from commercial egg shells and effect of translucency on bacterial penetration in eggs. Int. J. Food Microbiol. 142: 207-213.

Cook MI, Beissinger SR, Toranzos GA, Rodriguez RA, Arendt WJ (2003). Trans-shell infection by pathogenic micro-organisms reduces the shelf life of non-incubated bird's eggs: a constraint on the onset of incubation? Proc. R. Soc. Lond. Ser. B-Biol. Sci. 270:2233-2240.

Cook MI, Beissinger SR, Toranzos GA, Arendt WJ (2005). Incubation reduces microbial growth on eggshells and the opportunity for trans-shell infection. Ecol. Lett. 8:532-537.

Cortés CR, Isaises GT, Cuello CL, Floes JMV, Anderson RC, Campos CE (2004). Bacterial isolation rate from fertile eggs, hatching eggs and neonatal broilers with yolk sac infection. Rev. Latinoamericana de Microbiologia 46:12-16.

Cox NA, Berrang ME, Cason JA (2000). *Salmonella* penetration of egg shells and proliferation in broiler hatching eggs - A review. Poult. Sci. 79:1571-1574.

Cserep T (2008). Vaccines and vaccination. In: Pattison M, McMullin P, Bradbury J, Alexander D (Hrsg.). poultry diseases. Saunders Elsevier Verlag, Edinburgh, 66-81. ISBN: 978-0-7020-2862-5.

D'Alba L, Oborn A, Shawkey MD (2010). Experimental evidence that keeping eggs dry is a mechanism for the antimicrobial effects of avian incubation. Naturwissenschaften 97: 1089-1095.

De Reu K, Grijspeerdt K, Heyndrickx M, Uyttendaele M, Herman L (2005a). The use of total aerobic and Gram-negative flora for quality assurance in the production chain of consumption eggs. *Food Control* 16:147-155.

De Reu K, Grijspeerdt K, Heyndrickx M, Zoons J, De Baere K, Uyttendaele M, Debevere J, Herman L (2005b). Bacterial eggshell contamination in conventional cages, furnished cages and aviary housing systems for laying hens. *Br. Poult. Sci.* 46:149-155.

De Reu K, Grijspeerdt K, Heyndrickx M, Uyttendaele M, Debevere J, Herman L (2006a). Bacterial shell contamination in the egg collection chains of different housing systems for laying hens. *Br. Poult. Sci.* 47:163-172.

De Reu K, Grijspeerdt K, Messens W, Heyndrickx M, Uyttendaele M, Debevere, J, Herman L (2006b). Eggshell factors influencing eggshell penetration and whole egg contamination by different bacteria, including *Salmonella enteritidis*. *Int. J. Food Microbiol.* 112:253-260.

De Reu K, Rodenburg TB, Grijspeerdt K, Messens W, Heyndrickx M, Tuytens FAM, Sonck B, Zoons J, Herman L (2009). Bacteriological contamination, dirt, and cracks of eggshells in furnished cages and noncage systems for laying hens: An international on-farm comparison. *Poult. Sci.* 88:2442-2448.

Decuypere E, Bruggeman V (2006). The endocrine interface of environmental and egg factors affecting chick quality. *Poult. Sci.* 85:141-141.

Decuypere E, Bruggeman V (2007). The endocrine interface of environmental and egg factors affecting chick quality. *Poult. Sci.* 86:1037-1042.

Deeming DC (2005). Yolk sac, body dimensions and hatchling quality of ducklings, chicks and poults. *Br. Poult. Sci.* 46:560-564.

Dolman J, Board RG (1992). The influence of temperature on the behaviour of mixed bacterial-contamination of the shell membrane of the hens egg. *Epidemiol. Infect.* 108:115-121.

Edmond A, King LA, Solomon SE, Bain MM (2005). Effect of environmental enrichment during the rearing phase on subsequent eggshell quality in broiler breeders. *Br. Poult. Sci.* 46 (2):182-189.

Elibol O, Brake J (2008). Effect of egg weight and position relative to incubator fan on broiler hatchability and chick quality. *Poult. Sci.* 87:1913-1918.

Elibol O, Lenfestey BA, Brake J (2002). Effect of flock age, length of egg storage, and frequency of turning during storage on hatchability of broiler hatching eggs. *Poult. Sci.* 81:123-126.

Ernst RA, Weathers WW, Smith J (1984). Effects of heat-stress on day-old broiler chicks. *Poult. Sci.* 63:1719-1721.

Fadly AM, Payne LN (2003). Leucosis /Sarcoma Group In: Saif Y.M. (ed.) *Diseases of poultry*. Iowa state press, Ames, Iowa, ISBN: 0-8138-0423

Fasenko GM, Christopher EEO, McMullen LM (2009). Spraying hatching eggs with electrolyzed oxidizing water reduces eggshell microbial load without compromising broiler production parameters. *Poult. Sci.* 88:1121-1127.

Fasenko GM, O'Dea EE (2008). Evaluating broiler growth and mortality in chicks with minor navel conditions at hatching. *Poult. Sci.* 87:594-597.

FLI Friedrich-Loeffler-Institut (2008) *Tiergesundheitsjahresbericht 2008*.

Franco AM, Fasenko GM, O'Dea EF, Korver DR (2006). Genetic strain, egg size, and flock age influences hatchability and broiler performance. *Poult. Sci.* 85:23-24.

Fries R (2010). *Nutztiere in der Lebensmittelkette*. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart. ISBN: 978-3-8252-2975-7.

Furuta K, Maruyama S (1981). Bacterial contamination on eggs during incubation and hatching, and of fluffs of newly hatched chicks. *Br. Poult. Sci.* 22:257-264.

Gentry RF, Quarles CL (1972). Measurement of bacterial contamination on egg shells. *Poult. Sci.* 51:930-933.

Giovanardi D, Campagnari E, Ruffoni LS, Pesente P, Ortali G, Furlattini V (2005). Avian pathogenic *Escherichia coli* transmission from broiler breeders to their progeny in an integrated poultry production chain. *Avian Pathol.* 34:313-318.

Hadley PB, Caldwell DE (1916). The bacterial infection of fresh eggs. *Rhode island Agr. Exp. Sta. Bull.* 164.

Hafez M, Böhm R (2002). Reinigung und Desinfektion in der Geflügelwirtschaft In: Strauch D, Böhm R, (Hrsg.). Reinigung und Desinfektion in der Nutztierhaltung und Veredelungswirtschaft. Enke Verlag, Stuttgart, 123-150. ISBN: 3-7773-1796-9.

Hafez M (2004). Geflügelkrankheiten und Geflügelhygiene, In: Busch W, Methling W, Amselgruber W (Hrsg.). Tiergesundheits- und Tierkrankheitslehre. Parey Verlag, Stuttgart, 587-620. ISBN: 3-8304-4092-8.

Hafez M, Hinz K (2005). Arizona- Salmonellose In: Siegmann O, Neumann U (Hrsg.). Kompendium der Geflügelkrankheiten. Schlütersche Verlagsgesellschaft, Hannover, 213-214. ISBN: 978-3-489-53716-8.

Heffels-Redmann U, Kaleta E (2005). Reoviridae. In: Siegmann O, Neumann U (Hrsg.). Kompendium der Geflügelkrankheiten, Schlütersche Verlagsgesellschaft, Hannover, 122-126. ISBN: 978-3-489-53716-8.

Heier BT, Hogasen HR, Jarp J (2002). Factors associated with mortality in norwegian broiler flocks. *Prev. Vet. Med.* 53:147-151.

Heier BT, Jarp J (2001). An epidemiological study of the hatchability in broiler breeder flocks. *Poult. Sci.* 80:1132-1138.

Hess M, Monreal G (2005). Aviäre Encephalomyelitis In: Siegmann O, Neumann U (Hrsg.). Kompendium der Geflügelkrankheiten, Schlütersche Verlagsgesellschaft, Hannover, 114-117. ISBN: 978-3-489-53716-8.

Hess M, Monreal G (2005). Adenoviridae In: Siegmann O, Neumann U (Hrsg.). Kompendium der Geflügelkrankheiten. Schlütersche Verlagsgesellschaft, Hannover, 168-178. ISBN: 978-3-489-53716-8.

Hinz K, Behr K (2005). Aviäre Mykoplasmen. In: Siegmann O, Neumann U (Hrsg.). Kompendium der Geflügelkrankheiten. Schlütersche Verlagsgesellschaft, Hannover, 266-276. ISBN: 978-3-489-53716-8.

Hill D (2001). Chick length uniformity profiles as a field measurement of chick quality. *Avian Poult. Rev.* 12:188-192.

Hodgetts B, Chaplin NRC, Jones GE, Joyce DA (1976). Hatchery problems- field report. *Vet. Rec.* 98:70-71.

Hoop R, Hinz K (2005). Pullorum- und Gallinarum- Salmonellose In: Siegmann O, Neumann U (Hrsg.). Kompendium der Geflügelkrankheiten. Schlütersche Verlagsgesellschaft, Hannover, 210-213. ISBN: 978-3-489-53716-8.

Hoop R, Glünder G (2005). Geflügeltuberkulose In: Siegmann O, Neumann U (Hrsg.). Kompendium der Geflügelkrankheiten. Schlütersche Verlagsgesellschaft, Hannover, 218-219. ISBN: 978-3-489-53716-8.

Hoy S, Gauly M, Krieter J (2006). Nutztierhaltung und -hygiene. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart. ISBN-10: 3-8252-2801-0.

Hulet RM (2007). Managing incubation: Where are we and why? *Poult. Sci.* 86:1017-1019.

Huneau-Salaun A, Michel V, Huonnic D, Balaine L, Le Bouquin, S (2010). Factors influencing bacterial eggshell contamination in conventional cages, furnished cages and free-range systems for laying hens under commercial conditions. *Br. Poult. Sci.* 51:163-169.

Jiang RS, Yang N (2007). Effect of day-old body weight on subsequent growth, carcass performances and levels of growth-related hormones in quality meat-type chicken. *Arch. Geflügelkd.* 71:93-96.

Jonchere V, Rehault-Godbert S, Hennequet-Antier C, Cabau C, Sibut V, Cogburn LA, Nys Y, Gautron J (2010). Gene expression profiling to identify eggshell proteins involved in physical defense of the chicken egg. *BMC Genomics* 11: 57.

Jones DR, Anderson KE, Curtis PA, Jones FT (2002). Microbial contamination in inoculated shell eggs: I. Effects of layer strain and hen age. *Poult. Sci.* 81:715-720.

Joseph NS, Lourens A, Moran ET (2006). The effects of suboptimal eggshell temperature during incubation on broiler chick quality, live performance, and further processing yield. *Poult. Sci.* 85:932-938.

Kaleta E, Neumann U (2005). Retroviridae In: Siegmann O, Neumann U (Hrsg.). Kompendium der Geflügelkrankheiten. Schlütersche Verlagsgesellschaft, Hannover, 160-166. ISBN: 978-3-489-53716-8.

Kaleta E, Werner O (2005). Paramyxoviridae In: Siegmann O, Neumann U (Hrsg.). Kompendium der Geflügelkrankheiten. Schlütersche Verlagsgesellschaft, Hannover, 142-151. ISBN: 978-3-489-53716-8.

Kamanli S, Durmus I, Demir S (2010). Hatching characteristics of abnormal eggs. *Asian J. Anim. Vet. Adv.* 5: 271-274.

Kim JH, Kim KS (2010). Hatchery hygiene evaluation by microbiological examination of hatchery samples. *Poult Sci.* 89:1389-1398.

Knape KD, Chavez C, Burgess RP, Coufal CD, Carey JB (2002). Comparison of eggshell surface microbial populations for in-line and off-line commercial eggprocessing facilities. *Poult. Sci.* 81, 695-698.

Kraus H, Weber A, Appel M, Enders B, Graevenitz A, Isenberg HD, Schiefer HG, Slenczka W, Zahner H (2004). Zoonosen von Tier zu Mensch übertragbare Infektionskrankheiten. Deutscher Ärzte-Verlag, Stuttgart, ISBN: 3769104064.

Landman WJM, Feberwee A, Veldman KT, Mevius DJ (2001a). Study on the vertical transmission of arthropathic and amyloidogenic *Enterococcus faecalis* in a flock of brown layer chickens. *Vet. Q.* 23:88-91.

Landman WJM, Veldman KT, Mevius DJ, van Eck JHH (2003). Investigations of *Enterococcus faecalis*-induced bacteraemia in brown layer pullets through different inoculation routes in relation to the production of arthritis. *Avian Pathol.* 32:463-471.

Landman WJM, Kense MJ (2010). *Enterococcus caecorum* infections in broiler breeders and their offspring: Molecular epidemiology. In: Referatesammlung DVG Fachgruppe "Geflügelkrankheiten" 79. Fachgespräch vom 04. und 05. November 2010. ISBN 978-3-941703-94-0.

Liebich HG, Kölle S (2010). Eileitende und eischalenbildende Organe der Vögel. In: Liebich, H.G., Funktionelle Histologie der Haussäugetiere und Vögel.: Schattauer Verlag, Stuttgart, 341-344. ISBN: 978-3-7945-2692-5.

Lister S (2008). Biosecurity in poultry management. In: Pattison M, McMullin P, Bradbury J, Alexander D (Hrsg.). *Poultry diseases*. Saunders Elsevier Verlag, Edinburgh, 48-65. ISBN: 978-0-7020-2862-5.

Mann K, Macek B, Olsen JV (2006). Proteomic analysis of the acid-soluble organic matrix of the chicken calcified eggshell layer. *Proteomics* 6: 3801-2810.

Mansfeld R, Hoedemaker M, Kruif A (2007). Grundlagen des Qualitätsmanagements und der

Qualitätssicherung In: Kruif A, Mansfeld R, Hoedemaker M, (Hrsg.). Tierärztliche Bestandsbetreuung beim Milchrind. Enke Verlag, Stuttgart, 8-15.

Martin-Platero AM, Peralta-Sanchez JM, Soler JJ, Martinez-Bueno M (2010). Chelex-based DNA isolation procedure for the identification of microbial communities of eggshell surfaces. *Anal. Biochem.* 397:253-255.

Mauldin JM (1999). Reducing contamination of hatching eggs. *Poult. Dig.* 57, 38-44.

Mauldin JM (2009). Breakout Analyses Guide for Hatcheries. Cooperative extension, The University of Georgia and Ft. Valley, Georgia/US, (2009), http://www.caes.uga.edu/Publications/displayPDF.cfm?pk_ID=7828. (Datum des Zugriffs: 28.07.2010).

McFerran JB, McConnell Adair B (2003). Group I Adenovirus Infections. In: Saif Y.M. (ed.) *Diseases of poultry*. 11th ed.: Iowa state press, Ames, Iowa, 214-226. ISBN 0-8138-0423.

McMullin PF (2009). Hygiene and microbiological control in hatcheries. *Avian Biol. Res.* 2:93-97.

McNamee PT, Smyth JA (2000). Bacterial chondronecrosis with osteomyelitis ('femoral head necrosis') of broiler chickens: a review. *Avian Pathol.* 29,5:477-495.

McNulty MS, Jones RC , Gough RE (2008). Reoviridae. In: Pattison M, McMullin P, Bradbury J, Alexander D (Hrsg.). *Poultry diseases*. Saunders Elsevier Verlag, Edinburgh, 382-391. ISBN: 978-0-7020-2862-5.

Methner U (2005). Salmonellosen In: Siegmann O, Neumann U (Hrsg.). *Kompendium der Geflügelkrankheiten*. Schlütersche Verlagsgesellschaft, Hannover, 208-210. ISBN: 978-3-489-53716-8.

Meir M, Ar A (2008). Changes in eggshell conductance, water loss and hatchability of layer hens with flock age and moulting. *Br. Poult. Sci.* 49:677-684.

Meijerhof R (2010). Chicks on the move. *World Poultry* 6,6:16-18.

MEG (2010). Geflügelfleischverbrauch: Noch Potential für die deutsche Erzeugung, MEG-Mediendienst Geflügel KW 45, <https://www.ulmer.de/Aktuelles/MEG-Mediendienst-Gefluegel-KW-45-Gefluegelfleisch-verbrauch-Noch-Potential-fuer-die-deutsche-Erzeugung>, (Datum des Zugriffs: 09.03.2011).

MEG (2011). Die aktuelle Marktlage. In: Beck M, Klotz M (Hrsg.) Geflügel kompakt KW 11/2011. Eugen Ulmer KG, Stuttgart, 1-2. ISSN: 1868-9752.

Molenaar R, Reijrink IAM, Meijerhof R, Van den Brand H (2010). Meeting embryonic requirements of broilers throughout incubation: A review. *Braz. J. Poult. Sci.* 12: 137-148.

Montgomery RD, Boyle CR, Lenarduzzi TA, Jones LS (1999). Consequences to chicks hatched from *Escherichia coli*-inoculated embryos. *Avian Dis.* 43:553-563.

Musgrove MT, Jones DR, Northcutt JK, Cox NA, Harrison MA (2005a). Shell rinse and shell crush methods for the recovery of aerobic microorganisms and Enterobacteriaceae from shell eggs. *J. Food Prot.* 68:2144-2148.

Musgrove MT, Jones DR, Northcutt JK, Harrison MA, Cox NA, Ingram KD, Hinton AJ (2005b). Recovery of *Salmonella* from commercial shell eggs by shell rinse and shell crush methodologies. *Poult. Sci.* 84:1955-1958.

Musgrove MT, Northcutt JK, Jones DR, Cox NA, Harrison MA (2008). Enterobacteriaceae and related organisms isolated from shell eggs collected during commercial processing. *Poult. Sci.* 87:1211-1218.

Narushin VG, Romanov MN (2002). Egg physical characteristics and hatchability. *Worlds Poult. Sci. J.* 58:297-303.

Nashed SM (1981). Bacteriological studies on un-hatched chicken eggs. *Zentralblatt für Veterinärmedizin Reihe B-Journal of Veterinary Medicine Series B-Infectious Diseases Immunology Food Hygiene Veterinary Public Health* 28:500-502.

North MO, Bell DD (1990). Maintaining hatching egg quality. In: North MO und Bell DD (Hrsg.). *Commercial Chicken Production Manual*. Chapman & Hall, New York, 87-102. ISBN: 978-0-4120-7161-4.

Oktay N, Temelli S, Carli KT (2009). Phenotypic characterisation of *Enterococcus* spp. from femoral head necrosis lesions of chickens. *Turk. J. Vet. Anim. Sci.* 33:509-516.

OIE Organisation Mondiale de la Santé Animale (2010). Terrestrial animal health code 2010, Chapter 6.4. Hygiene and diseases security procedures in poultry breeding flocks and hatcheries, http://www.oie.int/eng/normes/mcode/en_chapitre_1.6.4.htm (Datum des Zugriffs 13.12.2010).

- Payne L (2008). Retroviridae In: Pattison M, McMullin P, Bradbury J, Alexander D (Hrsg.). Poultry diseases, Saunders Elsevier Verlag, Edinburgh, 276-293. ISBN: 978-0-7020-2862-5.
- Peebles ED, Doyle SM, Zumwalt CD, Gerard PD, Latour MA, Boyle CR, Smith TW (2001). Breeder age influences embryogenesis in broiler hatching eggs. *Poult. Sci.* 80:272-277.
- Petek M, Orman A, Dikmen S, Alpay F (2010). Physical chick parameters and effects on growth performance in broiler. *Arch. Tierz.-Arch. Anim. Breed.* 53:108-115.
- Petersen A, Christensen JP, Kuhnert P, Bisgaard M, Olsen JE (2006). Vertical transmission of a fluoroquinolone-resistant *Escherichia coli* within an integrated broiler operation. *Vet. Microbiol.* 116:120-128.
- Peterson JE, Wright AR (1952). Incubator hygiene - an important factor in the control of hatchery diseases of chickens. *Jour. Agric. Western Australia* 1:353-361.
- Quarles CL, Gentry RF, Bressler GO (1970). Bacterial contamination in poultry houses and its relationship to egg hatchability. *Poult. Sci.* 49:60-66.
- R Development Core Team (2010). R: A Language and Environment for Statistical Computing. R foundation for Statistical Computing, The University of Vienna, Austria, <http://www.R-project.org>. (Datum des Zugriffs: 23.03.2011). ISBN 3-900051-07-0.
- Redmann Th, Behr KP, Korbel R, Jodas S (2005). Bruthygiene, In: Siegmann O, Neumann U (Hrsg.). Kompendium der Geflügelkrankheiten. Schlütersche Verlagsgesellschaft, Hannover, 35-37. ISBN: 978-3-489-53716-8.
- Reijrink IAM, Berghmans D, Meijerhof R, Kemp B, Van Den Brand H (2010) Influence of egg storage time and preincubation warming profile on embryonic development, hatchability, and chick quality. *Poult. Sci.* 89:1225-1238.
- Reijrink IAM, Meijerhof R, Kemp B, Van Den Brand H (2008). The chicken embryo and its micro environment during egg storage and early incubation. *Worlds Poult. Sci. J.* 64:581-598.
- Reis LH, Gama LT, Soares MC (1997). Effects of short storage conditions and broiler breeder age on hatchability, hatching time, and chick weights. *Poult. Sci.* 76:1459-1466.
- Robinson FE, Wilson JL, Yu MW, Fasenko GM, Hardin RT (1993). The relationship between body-weight and reproductive efficiency in meat-type chickens. *Poult. Sci.* 72:912-922.
- Rodgers JD, McCullagh JJ, McNamee PT, Bell C, Brice N, Smyth JA, Ball HJ (2003).

Recovery of pathogenic *Staphylococcus aureus* from broiler hatchery air samples. *Vet. Rec.* 153:656-657.

Rodgers JD, McCullagh JJ, McNamee PT, Smyth JA, Ball HJ (1999). Comparison of *Staphylococcus aureus* recovered from personnel in a poultry hatchery and in broiler parent farms with those isolated from skeletal disease in broilers. *Vet. Microbiol.* 69:189-198.

Ronnie CG, MacLaury DW (1961). The effects of temperatur, vapor pressure and absolut humidity on bacterial contamination of shell eggs. *Poult Sci.* 40:1219-1225.

Rosenberger J (2003). *Viral Arthritis*. In: Saif, Y.M. (Hrsg.) *Diseases of poultry* Iowa state press, Ames, Iowa, 284-292. ISBN: 0-8138-0423.

Ross Elterntiermanagement (2010). *Empfehlungen zum Halten von Ross Elterntieren*. Aviagen Ltd. Newbridge, Midlothian, EH28 8SZ, Scotland, UK (Stand 3.3.2010).

Ruiz J, Lunam CA (2000). Ultrastructural analysis of the eggshell: contribution of the individual calcified layers and the cuticle to hatchability and egg viability in broiler breeders. *Br. Poult. Sci.* 41, 584-592.

Saifuddin MD, Wilks CR (1992). Effect of fowl adenovirus infection on the immune system of chickens. *J.Comp. Pathol.* 107:285-294.

Samberg Y, Meroz M (1995). Application of disinfectants in poultry hatcheries. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epizoot.* 14:365-380.

Sander JE, Wilson JL, Rowland PJ, Middendorf PJ (1995). Formaldehyd vaporization in the hatcher and the effect on tracheal epithelium of the chick. *Avian Diseases.* 39:152-157.

Sander JE, Wilson JL (1999). Effect of hydrogen peroxide disinfection during incubation of chicken eggs on microbial levels and productivity. *Avian Dis.* 43:227-233.

Scott T, Swetnam C (1993). Screening sanitizing agents and methods of application for hatching eggs. *J. Appl. Poult. Res.* 2:7-11.

Seviour EM, Sykes FR, Board RG (1972). A microbiological survey of the incubated eggs of chickens and waterfowl. *Br. Poult. Sci.* 13:6,549-556.

Shah MS, Chaudhry TM, Yaqoob N, Ashraf A, Khaliq S (2004). Pathological changes in yolk sac with *E. coli* infection in broiler chickens. *Proceedings of Pakistan Congress of Zoology* 24:25-29.

- Shawkey MD, Firestone MK, Brodie EL, Beissinger SR (2009). Avian Incubation Inhibits Growth and Diversification of Bacterial Assemblages on Eggs. PLoS ONE 4,2: e4522. doi:10.1371/journal.pone.0004522.
- Smyth J, McNulty M (2008). Adenoviridae. In: Pattison M, McMullin P, Bradbury J, Alexander D (Hrsg.). Poultry diseases. Saunders Elsevier Verlag, Edinburgh, 367-381. ISBN: 978-0-7020-2862-5.
- Solomon SE (2010). The eggshell: strength, structure and function. Br. Poult. Sci. 51 Suppl:52-59.
- Steinlage SJT, Sander JE, Wilson JL (2002). Comparison of two formaldehyde administration methods of in ovo-injected eggs. Avian Dis. 46:964-970.
- Stepien-Pysniak D, Marek A, Rzedzicki J (2009). Occurrence of bacteria of the genus Staphylococcus in table eggs descended from different sources. Pol. J. Vet. Sci. 12:481-484.
- Tona K, Bruggeman V, Onagbesan O, Bamelis F, Gbeassor M, Mertens K, Decuypere E (2005a). Day-old chick quality: Relationship to hatching egg quality, adequate incubation practice and prediction of broiler performance. Avian Poult. Biol. Rev. 16:109-119.
- Tona K, Malheiros RD, Bamelis F, Careghi C, Moraes VMB, Onagbesan O, Decuypere E, Bruggeman V (2003). Effects of storage time on incubating egg gas pressure, thyroid hormones, and corticosterone levels in embryos and on their hatching parameters. Poult. Sci. 82:840-845.
- Tona K, Onagbesan O, De Ketelaere B, Bruggeman V, Decuypere E, (2005b). Interrelationships between chick quality parameters and the effect of individual parameter on broiler relative growth to 7 days of age. Arch. Geflügelkd. 69:67-72.
- Tonal K, Onagbesan O, De Ketelaere B, Bruggeman V, Decuypere E (2007). A model for predicting hatchability as a function of flock age, reference hatchability, storage time and season. Arch. Geflügelkd. 71:30-34.
- Tranter HS, Board, RG (1984). The influence of incubation temperature and pH on the antimicrobial properties of hen egg albumen. Journ of App. Bact. 56: 53-60.
- Vior C (1961): Research on the transmission of avian tuberculosis by eggs. French and Russian summ. Lucrarile Stiintifice Inst Patol Igiena Animalia 11, 31-41.

- Vucemilo M, Vinkovic B, Matkovic K, Stokovic I, Jaksic S, Radovic S, Granic K, Stubican D (2010). The influence of housing systems on the air quality and bacterial eggshell contamination of table eggs. *Czech J. Anim. Sci.* 55:243-249.
- Walker SE, Sander JE (2004). Effect of BioSentry 904 and ethylenediaminetetraacetic acid-tris disinfecting during incubation of chicken eggs on microbial levels and productivity of poultry. *Avian Dis.* 48:238-243.
- Wellman-Labadie O, Picman J, Hincke MT (2008). Antimicrobial activity of cuticle and outer eggshell protein extracts from three species of domestic birds. *Br. Poult. Sci.* 49:2,133-143.
- Wellman-Labadie O, Lemaire S, Mann K, Picman J, Hincke MT (2010). Antimicrobial activity of lipophylic avian eggshell surface extracts. *J. Agric. Food Chem.* 58: 10156-10161.
- Wildbrett G (2002). Reinigung und Desinfektion in der Milchwirtschaft. In: Strauch D, Böhm R (Hrsg.). *Reinigung und Desinfektion in der Nutztierhaltung und Veredelungswirtschaft.* Enke Verlag, Stuttgart, 269-301. ISBN: 3-77731796-9.
- Willemsen H, Everaert N, Witters A, De Smit L, Debonne M, Verschuere F, Garain P, Berckmans D, Decuypere E, Bruggeman V (2008). Critical Assessment of Chick Quality Measurements as an Indicator of Posthatch Performance. *Poult. Sci.* 87:2358-2366.
- Wilson HR (2004). Hatchability Problem Analyses. IFAS Extension of the University of Florida/US, 2004, <http://edis.ifas.ufl.edu/pdf/aa/aa20400.pdf> (Datum des Zugriffs 2.12.2010).
- Wolanski NJ, Renema RA, Robinson FE, Carney VL, Fancher BI (2007). Relationships among egg characteristics, chick measurements, and early growth traits in ten broiler breeder strains. *Poult. Sci.* 86:1784-1792.
- Yassin H, Velthuis AGJ, Boerjan M, van Riel J (2009). Field study on broilers' first-week mortality. *Poult. Sci.* 88:798-804.
- Yassin H, Velthuis AGJ, Boerjan M, van Riel J, Huirne RBM (2008). Field Study on Broiler Eggs Hatchability. *Poult. Sci.* 87:2408-2417.
- Yilmaz-Dikmen B, Sahan U (2009). The relationship among age, yolk fatty acids content and incubation results of broiler breeders. *Poult. Sci.* 88, 185-190.

Empfehlungen, Richtlinien, Verordnungen und Gesetzestexte**Europäische Union**

Empfehlungen des Ständigen Ausschusses des Europäischen Übereinkommens zum Schutz von Tieren in landwirtschaftlichen Tierhaltungen vom 28. November 1995 i. d. F. der deutschen Übersetzung vom 7.2. 2000 (BAnz. Nr. 89a vom 11.5.2000)

Council Directive 2007/43/EC. Laying down minimum rules for the protection of chickens kept for meat production. Off.J.L 182: 19-28 12/07/2007

Bundesrepublik Deutschland

Bundes-Immissionsschutzgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 26. September 2002 (BGBl. I S. 38309, zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 23. Oktober 2007 (BGBl. I S. 2470).

Tierschutzgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 18. Mai 2006 (BGBl. I S. 1206, 1313), zuletzt geändert durch das Gesetzes vom 15.07.2009 (BGBl. I S. 1950).

TRGS 513, 1996. Begasung mit Ethylendioxid und Formaldehyd in Sterilisations- und Desinfektionsanlagen, Ausgabe Juni 1996 (BArbBl. Heft 6/1996 S. 53-58), zuletzt geändert und ergänzt im Februar 2000 (BArbBl. Heft 2/2000 S. 80).

TRGS 522, 2001. Technische Regeln für Gefahrenstoffe. Raumesinfektion mit Formaldehyd, Ausgabe Juni 1992, zuletzt geändert: BArbBl. Heft 9/2001.

Verordnung zum Schutz gegen bestimmte Salmonelleninfektionen beim Hausgeflügel (Hühner-Salmonellen-Verordnung) vom 6. April 2009 (BGBl. I S. 752) , die durch Artikel 7 der Verordnung vom 18. Dezember 2009 (BGBl. I S. 3939) geändert worden ist.

Verordnung zum Schutz gegen die Geflügelpest und die Newcastle-Krankheit vom 20. Dezember 2005 (BGBl. I S. 3538).

Verordnung zum Schutz gegen die Verschleppung von Tierseuchen im Viehverkehr (Viehverkehrs-Verordnung) in der Bekanntmachung der Fassung vom 3. März 2010 (BGBl. I S. 203).

Verordnung zum Schutz landwirtschaftlicher Nutztiere und anderer zur Erzeugung tierischer Produkte gehaltener Tiere bei ihrer Haltung (Tierschutz- Nutztierhaltungsverordnung) in der Fassung der Bekanntmachung vom 22. August 2006 (BGBl. I S. 2043), die durch die Verordnung vom 1. Oktober 2009 (BGBl. I S. 3223) geändert worden ist.

Verordnung zum Schutz von Tieren beim Transport und zur Durchführung der Verordnung (EG) Nr. 1/2005 des Rates (Tierschutztransportverordnung) vom 11. Februar 2009.

Verordnung zum Schutz von Tieren im Zusammenhang mit der Schlachtung oder Tötung (Tierschutz-Schlachtverordnung) vom 3. März 1997 (BGBl. I S. 405), geändert am 25. November 1999 (BGBl. I S. 2392), geändert am 4. Februar 2004 (BGBl. I S. 214) zuletzt geändert am 13. April 2006 (BGBl. I S. 855).

Herde	1a	1b	1c	1d	2a	2b	2c	2d	3a	3b	3c	3d	KbE/ Brutei	Median in 1000 KbE
416	81	38	35	62	13	48	65	53	58	71	50	30	50.333	50
416	79	38	37	52	14	48	85	44	50	69	52	29	49.750	
417	53	50	79	17	53	89	126	28	27	59	62	27	55.833	53
417	55	47	78	35	48	90	123	26	31	61	57	26	56.417	
418	16	54	31	43	78	88	55	94	34	96	17	35	53.417	48
418	15	53	33	38	78	69	59	98	35	110	20	40	54.000	
412	50	46	66	58	25	17	18	24	17	12	32	13	31.500	26
412	48	48	63	62	33	23	15	36	16	11	27	17	33.300	
414	31	12	12	48	12	33	42	48	11	31	36	9	27.100	31
414	30	11	18	52	10	34	45	44	16	33	35	13	28.400	
415	25	29	85	72	24	18	58	123	84	126	128	79	70.900	73,5
415	27	38	90	75	21	19	58	118	92	133	132	72	72.900	
416	24	73	71	78	63	138	73	155	98	151	112	112	95.700	93,5
416	25	89	71	82	65	140	75	135	99	155	114	98	95.700	
417	75	99	101	128	84	91	128	144	38	58	37	80	88.600	90
417	86	102	112	129	89	108	125	138	52	65	29	84	93.300	
418	51	184	152	96	55	64	11	43	47	28	12	25	64.000	48,5
418	50	172	170	104	51	59	13	39	38	33	10	27	63.800	
414	25	14	28	89	3	21	5	9	14	34	44	50	28.000	23,5
414	33	22	36	109	6	23	4	8	8	24	40	46	29.917	
415	50	18	25	31	48	61	25	49	37	15	11	20	32.500	31,5
415	52	17	23	33	48	58	29	50	43	15	9	32	34.083	
416	44	85	23	27	21	40	39	35	48	33	19	52	38.833	39,5
416	50	91	23	29	26	43	52	40	45	34	24	52	42.417	
417	30	28	56	49	51	49	58	57	51	52	14	38	44.417	49
417	33	27	62	52	48	40	69	59	45	55	12	36	44.833	
418	29	89	29	35	66	78	49	71	139	98	108	86	73.083	73,5
418	33	92	25	28	71	76	38	69	128	110	114	94	73.167	
412	18	23	10	26	2	74	18	23	10	26	2	74	25.500	21,5

Herde	1a	1b	1c	1d	2a	2b	2c	2d	3a	3b	3c	3d	KbE/ Brutei	Median in 1000 KbE
412	22	21	14	24	8	80	22	21	14	24	8	80	28.167	
414	14	29	43	10	23	9	25	36	9	19	13	52	23.500	19
414	12	30	42	9	19	10	28	33	8	18	18	50	23.083	
415	62	89	43	95	85	69	79	117	66	147	150	163	97.083	87,5
415	75	85	46	101	93	74	86	125	75	153	136	179	102.333	
416	26	40	49	49	36	40	20	65	39	61	65	75	47.083	45,5
416	33	39	52	48	35	43	21	70	41	62	62	74	48.333	
417	48	61	47	56	34	30	30	38	29	32	25	61	40.917	37,5
417	51	59	51	60	33	31	37	31	34	23	65	59	44.500	
418	40	20	16	9	36	19	14	44	38	35	24	41	28.000	29
418	45	18	17	10	39	23	16	44	36	32	26	40	28.833	
415	29	23	30	34	68	82	78	85	35	28	31	43	47.167	34,5
415	30	20	28	36	64	86	76	83	34	30	28	44	46.583	
416	27	68	38	12	84	95	73	115	87	89	118	121	77.250	86,0
416	32	64	35	18	85	95	75	113	92	88	115	119	77.583	
417	16	49	30	10	11	9	23	28	56	36	31	10	25.750	25,5
417	15	50	32	10	9	8	24	27	45	37	29	12	24.833	
418	21	31	49	47	35	40	57	39	28	50	32	13	36.833	36,0
418	25	27	50	45	37	39	55	35	32	48	28	12	36.083	
415	85	95	98	115	80	83	82	73	114	105	83	121	94.500	95
415	95	98	102	130	83	89	78	80	111	112	75	118	97.583	
416	88	93	89	78	65	65	70	58	62	52	29	65	67.833	65
416	95	88	95	90	62	61	65	58	60	48	26	58	67.167	
417	30	36	31	25	61	72	60	51	39	31	28	41	42.083	38,5
417	29	39	32	19	56	68	65	48	43	25	25	38	40.583	
418	12	11	20	8	36	38	28	31	31	18	32	18	23.583	25
418	8	12	25	9	28	34	32	25	33	17	35	15	22.750	
418	28	25	35	40	35	27	30	40	42	33	35	40	34.167	34
418	32	27	32	38	30	25	31	37	38	30	36	42	33.167	

Hordennummer.	1	2	3	Gesamt	%	%	%	%	%
Anz. Klasse A Küken	86	86	85	257					
Kükengewicht gesamt g	4135	4240	4235						
durchschnittl. Kükengewicht g	48,081	49,302	49,824	49,07					
Eigewicht/Horde g	9745	9865	9965						
durchschnittl. Eigewicht g	69,722	70,675	71,468	70,62					
Gewicht des leeren Schiebers	960	960	960						
Eigewicht/Horde g mit Schieber	9745	9865	9965						
Eigewicht/Horde g am Tag der Umlage	8770	8940	8935						
Gewichtsverlust während der Vorbrut	0,111	0,1039	0,1144		0,11				
Chick Yield %	68,961	69,759	69,715		69,48	67-69			

Dieses Auswertungsschema wurden für alle 54 Kükenpartien (n = 54) angewandt. Die daraus ermittelten Mittelwerte der Unfruchtbarkeitsrate (UR), der Frühmortalität (FM), der Mittleren Mortalität (MM), der Spätmortalität (SP) und der Gesamtmortalität (GM) wurden in die statistische Berechnung aufgenommen.

Tab. 37: Ergebnisblatt der bakteriologische Untersuchung angewandt für alle 54 Kükenpartien (n = 54). Sowohl positive als auch negative Befunde wurden in die statistische Berechnung mit aufgenommen.

Bakteriologische Untersuchung

Probenahme am

aerobe mikroaerophile
Bebrütung Bebrütung

Herde	Ort der Probennahme	Blut	MAC	CNA	KAA	Gram-Färbung	Katalase	API Strep 20	Keim
415	DS MM	+	0	+	0	+	+		KNS
416	DS MM	+	+	+	0	+	+		KNS, E.coli
417	DS MM	+	0	+	0	+	+		KNS
418	DS MM	+	0	+		+	+		KNS
415	DS SP	0	0	0	0				
416	DS SP	0	0	0	0				
417	DS SP	+	0	0	0	+	+		KNS
418	DS SP	+	0	+	+	+	-	E. faecalis	
415	DS Küken	+	0	+	0	+	+		KNS
416	DS Küken	0	0	0	0				
417	DS Küken	0	0	0	0				
418	DS Küken	0	0	0	0				

Die oben dargestellten Resultate aus den im Rahmen dieser Studie durchgeführten bakteriologischen Untersuchungen zeigen die Ergebnisse von einem Untersuchungstag. Die bakterielle Untersuchung von Dottersacksammeltupferproben wurde an 25 Schlupftagen durchgeführt.

Tab. 38: Zusammengestellte Daten aus den Aufzeichnungen der Brüterei angewandt für alle 54 Kükenpartien (n = 54). Dabei wurden die Sieben-Tages-Mortalität, Reklamationen und die maximal erreichte Transporttemperatur für die statistischen Berechnungen mit aufgenommen.

Herde	PW	Einstellung	Sieben-Tages-Mortalität in % (ST)	Reklamation	Eilagerzeit in d	Transporttemperatur in °C
412	13	26. Apr	0,88	0	5	29
412	13	26. Apr	0,91	0	5	29
414	11	03. Mai	0,71	0	6	29
412	14	03. Mai	0,99	0	5	29
412	16	08. Mai	0,80	0	5	29
414	12	08. Mai	0,63	0	4	29,5
412	18	17. Mai	0,60	0	3	31,5
414	14	17. Mai	0,39	0	3	30,5
417	5	12. Jun	1,04	0	2	32
416	6	11. Jun	0,89	0	4	31
415	7	14. Jun	0,92	0	4	30
414	18	14. Jun	0,74	0	4	30
412	22	16. Jun	0,65	0	2	28
415	10	03. Jul	3,67	1	2	35
418	2	03. Jul	1,75	0	2	35
412	25	05. Jul	0,61	0	3	35
414	21	05. Jul	0,99	0	4	35
416	9	05. Jul	0,96	0	3	35
417	8	05. Jul	0,79	0	2	35
414	23	19. Jul	0,68	0	4	32,5
412	29	04. Aug	0,90	0	4	27,5
414	25	04. Aug	0,80	0	4	30,5
415	14	02. Aug	0,58	0	4	32
416	13	02. Aug	0,58	0	4	32
417	12	02. Aug	0,56	0	3	32
418	6	31. Jul	0,60	0	2	27,5

Herde	PW	Einstellung	Sieben-Tages-Mortalität in % (ST)	Reklamation	Eilagerzeit in d	Transporttemperatur in °C
412	31	14. Aug	0,89	0	3	29,5
415	16	14. Aug	0,99	0	2	27,5
416	15	14. Aug	1,18	0	2	27,5
417	14	14. Aug	0,74	0	2	28,5
418	8	14. Aug	0,76	0	2	29,5
414	29	27. Aug	0,91	0	3	30
415	18	30. Aug	0,68	0	4	28,5
416	17	30. Aug	0,56	0	4	28,5
417	16	28. Aug	0,55	0	3	27,5
418	14	30. Aug	0,87	0	4	29
415	22	02. Okt	1,20	0	3	29,5
416	21	02. Okt	1,20	0	4	29,5
417	20	02. Okt	1,69	0	4	29,5
418	17	02. Okt	0,76	0	4	29,5
414	37	23. Okt	0,73	0	2	29
415	26	25. Okt	0,70	0	4	29
416	25	25. Okt	1,03	0	4	29
417	24	25. Okt	1,05	0	3	30
418	18	25. Okt	0,79	0	3	30
415	30	27. Nov	0,67	0	2	29,5
416	29	27. Nov	0,88	0	3	29,5
417	28	27. Nov	0,72	0	2	29,5
418	25	27. Nov	0,83	0	3	28,5
415	35	27. Dez	0,87	0	5	28,5
416	34	28. Dez	0,79	0	5	29
417	33	28. Dez	0,94	0	5	29
418	27	27. Dez	0,89	0	4	29
418	29	10. Jan	1,06	0	4	29

10 Danksagung

Zuerst möchte ich mich ganz herzlich bei Prof. Dr. M. Erhard für die Überlassung des Themas, die Übernahme der Endkorrektur und die freundliche Unterstützung bedanken.

Meinen Betreuerinnen Frau Dr. E. Heyn und Frau Dr. S. Bergmann sei ganz besonders für ihren Einsatz, ihre hervorragende Betreuung und ihre zügige Erstkorrektur gedankt.

Ganz herzlich möchte ich mich bei Herrn Dr. J. Bachmeier dem Geschäftsführer der Brüterei für die Überlassung eines Arbeitsplatzes bedanken. Durch seine fachliche Kompetenz und seiner steten Unterstützung konnte diese Arbeit erst verwirklicht werden.

Besonders danken möchte ich dem Leiter des Veterinärlabores Herrn F. Aigner für die Überlassung eines Arbeitsplatzes im Labor und die freundliche Unterstützung in allen mikrobiologischen Fragestellungen.

Ganz besonderer Dank gilt Frau I. Hendler, Frau, L. Tolkmid, Frau S. Jarkov und Herrn M. Rieger für ihre tatkräftige Unterstützung während der Vorbereitung und der Durchführung aller Untersuchungen im Veterinärlabor.

Bei Herrn G. Schell möchte ich mich ganz besonders für die Erstellung der Bruteiplanung und der Hilfestellung bei allen Softwarefragen bedanken.

Ein besonderer Dank gilt den Mitarbeitern der Brüterei für ihre Hilfsbereitschaft und ihr Interesse an meiner Studie. Ganz besonders möchte ich mich bei den Brutmeistern Herrn E. Agomor und Herrn M. Wolf sowie bei den Technikern Herrn M. Meier und Herrn S. Cyganowski bedanken.

Ganz herzlich möchte ich mich bei Frau A. Hager, Frau C. Renner, Frau S. Riediger und Herrn D. Harbauer bedanken. Ohne Ihre Hilfe wäre die Datenaufbereitung nicht möglich gewesen.

Ein besonderer Dank gebührt allen Landwirtschaftsfamilien, die ihre Daten zur Auswertung zur Verfügung stellten, um Verbesserungen für ihre Tiergesundheit zu erreichen.

Herrn P. Schmidt vom Steinbeis-Forschungszentrum ancore Statistics, München, sei für die fachkundige Beratung und Hilfe bei der statistischen Auswertung der Daten und Frau Julia Gruber sei für die Übersetzungen in vorliegender Arbeit recht herzlich gedankt.

Meiner Familie möchte ich für die Unterstützung und das Vertrauen in dieses Vorhaben danken.

Und dann möchte ich meinem Schatz Regina von ganzem Herzen danken. Deine Liebe macht mein ganzes Leben erst zu dem Glück, welches mich ein Leben lang hält.