

Inaugural-Dissertation zur Erlangung der Doktorwürde
der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität
München

Die virtuelle Geflügelklinik -
ein online Tutorial

von Noreen Baas
aus Greifswald

München 2019

Aus dem Zentrum für Klinische Tiermedizin der Tierärztlichen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität München

Lehrstuhl für aviäre Medizin und Chirurgie

Arbeit angefertigt unter der Leitung von:
Univ.-Prof. Dr. Rüdiger T. Korb

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

Dekan: Univ.-Prof. Dr. Reinhard K. Straubinger, Ph. D.

Berichterstatter: Univ.-Prof. Dr. Rüdiger T. Korbelt

Korreferent/en: Univ.-Prof. Dr. Thomas W. Göbel

Tag der Promotion:

25.02.2019

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis.....	8
Bedienungshinweise	11
<i>I. Einleitung</i>	12
<i>II. Literaturübersicht</i>	15
2.1 Domestizierung des Haushuhns	15
2.2 Gesetzliche Grundlagen zur Haltung von Masthähnchen in Deutschland	17
2.2.1 Tierschutzgesetz (TierSchG)	18
2.2.2 Tiergesundheitsgesetz (TierGesG)	18
2.2.3 Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung (TierSchNutzTV)	18
2.2.4 Tierschutztransportverordnung (TierSchTrV)	20
2.2.5 Verordnung zum Schutz gegen bestimmte Salmonelleninfektionen beim Haushuhn und bei Puten (Geflügel-Salmonellen-Verordnung, GfISalmoV)	21
2.2.6 Verordnung zum Schutz gegen die Geflügelpest (Geflügelpest-Verordnung, GfIPestSchV)	24
2.2.7 Weitere gesetzliche Grundlagen	26
2.3 Haltungsformen von Masthähnchen in Deutschland	27
2.4. Stallanlagen.....	34
2.4.1 Geschlossene Stallanlagen.....	34
2.4.2 Natur- oder Louisianastall	35
2.5 Bestandsbetreuung.....	37
2.5.1 Impfung.....	39
2.5.1.1 Impfmethoden	39
2.5.1.1.1 Sprayimpfung	39
2.5.1.1.2 Tränkwasserimpfung	41
2.5.1.1.3 Eye Drop Verfahren.....	41
2.5.1.1.4 In Ovo Impfung.....	42
2.5.1.1.5 Subkutane Impfmethode	43

2.5.1.1.6 Intramuskuläre Impfmethode	43
2.5.1.1.7 Intradermale Impfung	44
2.5.1.2 Impfstoffarten	44
2.5.1.2.1 Lebendimpfstoffe	44
2.5.1.2.2 Inaktivimpfstoffe	44
2.5.1.2.3 Rekombinante Impfstoffe.....	45
2.5.1.2.4 Impfempfehlung	45
2.5.2 Haltungsumwelt und Klimabedingungen	46
2.5.2.1 Beurteilung des Stallvorplatzes	46
2.5.2.2 Hygieneschleuse/Hygienekleidung (Schwarz-Weiß-Prinzip)	47
2.5.2.3 Das Bestandsbuch	52
2.5.2.4 Untersuchung der Stallparameter.....	53
2.5.2.4.1 Gase	54
2.5.2.4.1.1 Ammoniak	54
2.5.2.4.1.2 Kohlenstoffdioxid	57
2.5.2.4.1.3 Schwefelwasserstoff.....	59
2.5.2.4.1.4 Messung von Gasen.....	59
2.5.2.4.2 Relative Luftfeuchtigkeit	61
2.5.2.4.3 Luftgeschwindigkeit	63
2.5.2.4.5 Licht	68
2.5.2.4.5.1 Lichtqualität	68
2.5.2.4.5.1.1 Photoperiode	69
2.5.2.4.5.1.2 Lichtintensität.....	70
2.5.2.4.5.1.3 Lichtspektrum	72
2.5.2.4.6 Staub.....	76
2.5.2.4.7 Fütterung.....	81
2.5.2.4.7.1 Futtermittelzusatzstoffe.....	82
2.5.2.4.7.2 Fütterungstechnik	83

2.5.2.4.7.3 Phasenfütterung	84
2.5.2.4.8 Tränkvorrichtung	86
2.5.2.4.8.1 Tränktechnik.....	88
2.5.2.4.9 Einstreu.....	91
2.5.3 Tiergesundheit	94
2.5.3.1 Anamnese im Stallvorraum	94
2.5.3.2 Herdenuntersuchung.....	95
2.5.3.3 Einzeltieruntersuchung.....	96
2.5.3.4 Pathologisch-anatomischer Untersuchungsgang beim Broiler.....	97
2.6 Lerntheorien	106
2.6.1 Behaviorismus	106
2.6.2 Kognitivismus.....	107
2.6.3 Konstruktivismus.....	108
2.7 E-Learning und webbasiertes Lernen	109
<i>III. Material und Methodik</i>	<i>110</i>
3.1 Konzeptioneller Aufbau.....	110
3.2 Anfertigung des Bildmaterials	113
3.3 360 Grad Aufnahmen	114
3.4 Erstellung des Tutorials	116
<i>IV. Ergebnisse.....</i>	<i>121</i>
4.1 Bildmaterial.....	121
4.2 Die virtuelle Geflügelklinik.....	124
<i>V. Diskussion</i>	<i>131</i>
5.1 Analoges Lernen versus E-Learning.....	131
5.2 Tierschutz- und Tierseuchenaspekte	138
<i>VI. Zusammenfassung.....</i>	<i>145</i>
<i>VII. Summary</i>	<i>147</i>
<i>VIII. Literaturverzeichnis</i>	<i>149</i>

<i>IX. Anhang</i>	169
9.1 Abbildungsverzeichnis	169
9.2 Tabellenverzeichnis	171
9.3 Danksagung	172

Abkürzungsverzeichnis

Abb. - Abbildung

Abs. - Absatz

APC - aerobic plate count (aerobe Plattenzählmethode)

ATSDR - Agency for Toxic Substances and Disease Registry

BMBF - Bundesministerium für Bildung und Forschung

BMELV - Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz

BPT - Bundesverband praktizierender Tierärzte e.V.

BstMUG - Bayerischen Staatsministeriums für Umwelt und Gesundheit

bzw. - beziehungsweise

Cfu - Colony forming unit

CO₂ - Kohlenstoffdioxid

cm² - Quadratzentimeter

cm³ - Kubikzentimeter

DFG - Deutsche Forschungsgemeinschaft

DNA - deoxyribonucleic acid

DVG - Deutsche Veterinärmedizinische Gesellschaft

EG - Europäische Gemeinschaft

E-Learning - Electronic Learning

ESBL-Keime - Extended-Spectrum- Beta-Lactamasen Keime

etc. - et cetera

GB - Gigabyte

ggf. - gegebenenfalls

GHz - Gigahertz

H- Subtyp - Hämagglutininsubtyp

KAT - Verein für kontrollierte alternative Tierhaltungsformen e.V.

KbE - koloniebildende Einheiten

Kg KM - Kilogramm Körpermasse

KTBL - Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V.

l - Liter

LGL - Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit

m³ - Kubikmeter

ml - Milliliter

MRSA - Methicillin-resistenter Staphylococcus aureus

mV - Millivolt

NH₃ - Ammoniak

nm - Nanometer

N- Subtyp - Neuraminidasesubtyp

PM - Particulate matter

ppm - parts per million

QS GmbH - Qualität und Sicherheit GmbH

rF - relative Feuchte

RL - Richtlinie

s - Sekunde

Tab. - Tabelle

TAppV - Tierärztliche Approbationsverordnung

u. a. - unter anderem

u. U. - unter Umständen

VO - Verordnung (juristische Abkürzung)

Vol. - Volumen

WHO - World Health Organization

W/m² - Watt pro Quadratmeter

z. Bsp. - zum Beispiel

z. T. - zum Teil

„Media will never influence learning!“

Richard Clark, 1994

„Man kann heute garnicht mehr von digitaler Arbeit als Sonderform sprechen. Es ist der Normalfall geworden. Jeder Job hat heute digitale Aspekte, ohne entsprechende Kompetenzen kommt man nicht mehr aus.“

Gesche Joost, 2014

Bedienungshinweise

Internet

Die virtuelle Geflügelklinik wird auf dem Server „<http://www.vogelklinik.net>“ bereitgestellt.

Nutzername: gefluegelklinik

Passwort: AJtmf3*1P

Sie findet sich darüber hinaus auf beiliegendem optischen Speichermedium

Wichtiger Hinweis: multimediale/interaktive Anwendungen (360 Grad-Aufnahmen, Videos, Multiple-Choice Fragen) funktionieren **nur** in der webbasierten Version des Tutorials! Deshalb dringend der Hinweis, ein Einloggen über die Homepage <http://www.vogelklinik.net> mit entsprechenden Zugangsdaten vorzunehmen.

Gefördert mit Mitteln
des Bayerischen Staatsministeriums für Umwelt und Gesundheit
(BStMUG)

I. Einleitung

Das Fachgebiet „Geflügelkrankheiten“, wurde in Deutschland durch Frau Prof. Dr. Irmgard Gylstorff in den 1950er Jahren etabliert und entstand aus den Fachgebieten Pathologie und Tierhygiene (Korbel, 2018). Seit 1967 ist das Prüfungsfach „Geflügelkrankheiten“ obligatorischer Bestandteil der Ausbildung des tierärztlichen Nachwuchses. Ein Bereich im Fach Geflügelkrankheiten beschäftigt sich mit der tierärztlichen Bestandsbetreuung von Wirtschaftsgeflügel (Monreal & Neumann, 2012). Die veterinärmedizinischen Aufgaben einer Bestandsbetreuung in Deutschland bestehen in der Durchführung von Versorgungsbesuchen, Notfallbesuchen auf Anfrage, Herden- und Einzeltieruntersuchung mit Probenahme zur Labordiagnostik, Herdenbehandlung und Einzeltierbehandlungen in absoluten Ausnahmefällen (BPT, unbekannt).

Heute spricht man von der sogenannten „integrierten Bestandsbetreuung“ (Mansfeld, 2007; Günther, 2016). Es handelt sich um eine regelmäßige, sowie systematische Arbeit eines Tierarztes mit den Zielsetzungen:

- Gesundheit sowie Leistung der Tiere
- Qualität der tierischen Produkte
- die wirtschaftliche Lage des Betriebs

zu verbessern oder zu steigern (Mansfeld, 2007). Im Gegensatz zur „klassischen Bestandsbetreuung“ erfahren in der „integrierten tierärztlichen Bestandsbetreuung“ betriebliche Ziele und beratende Wirkung durch den bestandsbetreuenden Tierarzt eine deutlich höhere Wichtung (Mansfeld, 2007).

Die Bestandsbetreuung von Geflügel entwickelte sich erst in den 1930er Jahren. Ausschlaggebend war die schnelle und verlustreiche Ausbreitung von *Salmonella Pullorum* zu dieser Zeit. An tierärztlichen Instituten sind Geflügelgesundheitsdienste entstanden, welche sich zunächst primär um die Betreuung von Zucht- und Vermehrungsbetrieben kümmerten (Monreal & Neumann, 2012). 1936 wurde in Deutschland der erste Geflügelgesundheitsdienst gegründet (Siegmann & Neumann, 2012).

Mastgeflügel macht einen erheblichen Teil der landwirtschaftlichen Nutztiere aus. So konnte 1962 der Schlachtgeflügelbedarf in Deutschland nur zu 39 % gedeckt werden. Der durchschnittliche Pro-Kopf-Verbrauch an Geflügelfleisch lag damals bei gerade einmal 5 kg (Mehner, 1963). Geflügelfleisch liegt heute weltweit auf Rang 2 der am meisten verzehrten Fleischsorten (Lichter & Kleibrink, 2016).

Heutzutage liegt der Pro-Kopf-Verbrauch von Geflügelfleisch bei 20,9 kg (2016) und es wird ein Selbstversorgungsgrad von 103,2 % erreicht (Beck, 2017). Allerdings nimmt der

Selbstversorgungsgrad in Deutschland etwas ab. Dies liegt zum einen an der steigenden Bevölkerungszahl und zum anderen daran, dass sich ein großer Teil der Geflügelmast an den Richtlinien der Brancheninitiative Tierwohl orientiert. Diese beinhalten unter anderem eine geringere Besatzdichte als vom Gesetzgeber vorgeschrieben. Aufgrund der restriktiven Genehmigungspolitik von Geflügelstallneubauten in Deutschland, kann die Einschränkung der Mast nicht durch Neubauten kompensiert werden (Beck, 2017).

Der Zuwachs des Pro-Kopf-Verbrauchs an Geflügelfleisch verteilt sich gleichmäßig auf alle Geflügelarten. Aber wie schon seit vielen Jahren, entfällt der größte Verbrauch auf Hähnchenfleisch mit 12,7 kg (2016). Das Putenfleisch ist nach dem Hähnchenfleisch das am meisten nachgefragte Geflügelfleisch. Auch hier stieg der Verbrauch um 200 g auf durchschnittlich 6,1 kg Pro-Kopf von 2016 auf 2017 (Beck, 2017).

In Deutschland waren im Jahr 2016 (Deutsches Tierärzteblatt, 05/2017, Stand: 31.12.2016) 40.540 approbierte Tierärzte bei der Bundestierärztekammer registriert. Hiervon waren 10.894 nicht bzw. berufsfremd tätig. Nach Abzug ergibt sich eine aktive Tierärzteschaft von 29.646 Berufstätigen in Deutschland.

In Deutschland sind aktuell nur circa 0,7% der berufstätigen Tierärzte in der Bestandsbetreuung von Geflügel aktiv (Günther, 2016). Diese circa 200 Tierärzte bzw. Fachtierärzte decken mehr als 95 % des in Deutschland gehaltenen Wirtschaftsgeflügels aller Nutzungsrichtungen ab (Günther, 2016). Hierbei ist aufgrund der höheren Geflügelhaltungsdichte ein deutliches Nord-Süd-Gefälle zu verzeichnen. Niedersachsen stellt hierbei den Mittelpunkt der deutschen Geflügelhaltung dar, denn allein 2010 entfielen rund 44 % aller deutschen Geflügelhaltungen auf Niedersachsen (Bäuerle & Tamasy, 2012).

Kurz nach dem 2. Weltkrieg, in den 50-iger und 60-iger Jahren erfuhr die Geflügelbranche einen enormen Aufschwung in Deutschland (Günther, 2016, Mehner, 1963). Dem ersten und zweiten Weltkrieg geschuldet, stagnierte die Geflügelindustrie damals sehr stark (Mehner, 1963). In den vergangenen 55 Jahren entwickelte sich ein Anstieg des Pro-Kopf-Verbrauchs an Geflügelfleisch von 5 kg/Kopf in 1961 (Mehner, 1963) zu durchschnittlich 20,9 kg/Kopf in 2016 (Beck, 2017).

Basis der Arbeit ist die Erstellung des „Handungsleitfadens Eintagsküken“ zur amtstierärztlichen Untersuchung des Einstallvorgangs von Masthähnchen, welcher in Kooperation mit dem Landesverband der Bayerischen Geflügelwirtschaft e.V. und des Veterinärlabors der Brüterei Süd (Wiesenhof-Konzern) erstellt wurde. Der Handlungsleitfaden besteht insgesamt aus drei Abschnitten (Handungsleitfaden Eintagsküken, Sektionsleitfaden und Checkliste), welche momentan beim Bayerischen Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit (LGL) (resp.

dem Bayerischen Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit, BstMUG)) zur Prüfung der allgemeinen Verwendung u. a. im amtstierärztlichen Bereich vorliegt. Ziel dieser Arbeit ist es die studentische Lehre zu modernisieren/vereinfachen und Studierenden einen kurzen, aber intensiven Einblick in die Geflügelwirtschaft zu geben. Aufgrund des engen Lehrplans nach TAppV ist es nicht mehr möglich, alle Aspekte in der Lehre ausführlich zu besprechen. Dieses Tutorial soll die Lehre in diesem sehr spezialisiertem Gebiet unterstützen und das Interesse des tiermedizinischen Nachwuchses an der Geflügelwirtschaft wecken.

II. Literaturübersicht

2.1 Domestizierung des Haushuhns

Zoologisch lässt sich das Haushuhn (*Gallus gallus domesticus*) in die Ordnung der Hühnervögel (*Galliformes*) und zur Unterfamilie der Fasanen (*Phasianieformes*) zuordnen. Des Weiteren gehört es der Gattung der Kammhühner (*Galli*) an und innerhalb dieser Gattung werden 4 Wildhuhnarten unterschieden: das Rote Kammhuhn (*Gallus gallus*), welcher Gattung auch das javanische Bankivahuhn (*Gallus gallus bankiva*) angehört, das Graue Kammhuhn bzw. Sonnerat-Huhn (*Gallus sonnerati*), das Gelbe Kammhuhn bzw. Lafayette-Huhn (*Gallus lafayette*) und das Grüne Kammhuhn bzw. Gabelschwanzhuhn (*Gallus varius*). Das ursprüngliche Verbreitungsgebiet aller Wildhuhnarten ist Ostasien (Mittmann & Havelka, 2013).

Hühner stellen heutzutage eine der weltweit am weitesten verbreiteten domestizierten Arten dar (Perry-Gal et al., 2015; Liu et al., 2006). Seit tausenden Jahren werden Hühner als Nahrungsquelle, für religiöse Zwecke, als Kunstobjekte oder zu Unterhaltungszwecken genutzt (Liu et al., 2006). Die heutigen Zuchtlinien stellen allerdings hochspezialisierte Hybridkreuzungen dar, welche entweder auf eine hohe Legeleistung oder einen guten Fleischansatz gezüchtet wurden (Mittmann & Havelka, 2013). Gemein ist ihnen in früheren Annahmen der Vorfahre, denn man ging davon aus, dass alle heute gehaltenen domestizierten Hühner von dem roten Kammhuhn abstammten (West & Zhou, 1988). Allerdings gehen einige Autoren davon aus, dass das Bankivahuhn eine Kombination aus den verschiedenen Unterarten des roten Kammhuhns darstellt (Mittmann und Havelka, 2013, Liu et al., 2006) oder durch Kreuzungen innerhalb der Wildhuhnarten entstanden ist (Eriksson et al., 2008).

Bezugnehmend auf archäologische, historische und ikonografische Beweise, wird die Kulturgeschichte der Hühner in 3 Phasen nach Perry-Gal et al. (2015) eingeteilt. Der Zeitpunkt des Beginns der Domestizierung von Hühnern in China wird heutzutage allerdings von einigen Autoren in Frage gestellt. Durch Analyse der mitochondrialen DNA wurde herausgefunden, dass es sich bei einigen fälschlicherweise Hühnern zugeordneten Knochenfunden um Knochen von Fasanenartigen handelte (Peters et al., 2015).

Die frühe Phase hat circa 6.000 Jahre vor Christi unabhängig voneinander in Südostasien und China begonnen (West & Zhou, 1988). Der Beginn der Domestizierung von Hühnern in Indien wird erst auf circa 2.000 Jahre vor Christi datiert, obwohl Indien geografisch auch zu dem natürlichen Habitat von Hühnern gehört (Perry-Gal et al., 2015). Es wird davon ausgegangen, dass die Domestizierung in Indien entweder unabhängig von den anderen

Domestizierungsregionen entstand oder durch Verbreitung von Hühnern aus Südostasien erfolgte (West & Zhou, 1988).

Die zweite Phase fand circa 3.000 bis 2.000 Jahre vor Christi statt. Das Huhn wurde aus seinem natürlichen Habitat nach Westasien verbreitet (Perry-Gal et al., 2015). Die ältesten Überreste von Hühnern im Nahen Osten wurden im Iran, in Anatolien und in Syrien gefunden und auf circa 3.000 vor Christi datiert (Perry-Gal et al., 2015 zitiert nach Benecke, 1994). In dieser Phase sind die archäologischen Funde von Überresten sehr selten und auch nicht in großer Anzahl, sodass man auf eine Domestizierung aus ökologischem Nutzen keine Rückschlüsse findet. Es wird eher davon ausgegangen, dass Hühner zu diesem Zeitpunkt als exotische Tiere angesehen wurden und unter anderem für Hahnenkämpfe oder in exotischen Zoos gehalten wurden (Perry-Gal et al., 2015).

Die letzte Phase beinhaltet die ersten Spuren von Hühnern in Europa und die Intensivierung der Haltung von Hühnern auf dem europäischen Kontinent (Perry-Gal et al., 2015). Die ersten Überreste von Hühnern wurden auf das späte neunte und das achte Jahrhundert vor Christi Geburt datiert. Die Verbreitung der Hühner wird oft den Phöniziern zugeschrieben, welche die Hühner aus ihrem Heimatland zu den Kolonien im Westen brachten (Perry-Gal et al., 2015 zitiert nach Sykes, 2012). Es gibt allerdings auch eine andere Theorie. Sie beschreibt, dass die Hühner nicht über Persien und den Balkan nach Europa gelangt sind, sondern über den Norden durch China, die Mongolei und schließlich Russland (West & Zhou, 1988).

Der älteste Fund von Hühnerüberresten in Mitteleuropa wurde auf das 8. Jahrhundert vor Christi Geburt datiert. Es handelt sich um einen Fund in der Tschechischen Republik (Kysely, 2010). Allerdings ist zu beachten, dass die Zahl der Funde von Hühnerüberresten, welche auf diese Zeit datiert werden können, sehr gering ist. In einigen Regionen der Nord- und Ostsee, welche reich an Knochenfunden waren, konnten keinerlei Hühnerknochen festgestellt werden. Dies spricht für eine nicht sehr schnelle Entwicklung der Hühnerhaltung zu dieser Zeit (Benecke, 1993). Erst während der Römerzeit begann vermehrt die Verbreitung des Haushuhns über Europa (Mittmann & Havelka, 2013, Benecke, 1993).

Bis zum Zeitalter der Neuzeit wurden Hühner hauptsächlich in Freilandhaltung auf Bauernhöfen gehalten. Sie wurden nach ihrem Fleischansatz, Fleischqualität, sowie der Anzahl und der Größe der gelegten Eier selektiert (Mittmann & Havelka, 2013).

2.2 Gesetzliche Grundlagen zur Haltung von Masthähnchen in Deutschland

Heutzutage werden in Deutschland die meisten Broiler in konventioneller Bodenhaltung gehalten. Darüber hinaus haben sich über die letzten Jahre weitere Haltungsformen entwickelt, die sogenannte Auslaufhaltung oder Freilandhaltung und die ökologische Haltung von Masthähnchen (DLG-Merkblatt 406, 2014).

Übergeordnete Gesetzesgrundlage für die Haltung und den Umgang mit Tieren ist das Tierschutzgesetz.

Gesetzliche Grundlage für alle konventionellen Haltungsformen stellt in Deutschland die Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung (TierSchNutzV, 2009) dar. In Abschnitt 4 „Anforderungen an das Halten von Masthühnern“ werden mit den Paragraphen 16-20 die Grundvoraussetzungen an eine erwerbsmäßige Haltung von Masthühnern festgelegt.

Der Abschnitt 4 der Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung wurde erst im Jahr 2009 aufgenommen. Dieser Abschnitt stellt die Umsetzung der Richtlinie 2007/43/EG des Rates vom 28. Juni 2007 mit „Mindestvorschriften zum Schutz von Masthühnern“ in nationales Recht dar. Die vierte Verordnung zur Änderung der Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung wurde durch die Veröffentlichung im Bundesgesetzblatt Jahrgang 2009 Teil I Nr. 66 vom 1. Oktober 2009 umgesetzt und eingefügt.

Alle Viehhaltungen unterliegen in Deutschland einer generellen Anzeigepflicht, was sich unmittelbar aus § 11 der Viehverkehrsverordnung ergibt.

2.2.1 Tierschutzgesetz (TierSchG)

Das Staatsziel Tierschutz ist in Artikel 20a Grundgesetz festgeschrieben.

In der Bundesrepublik Deutschland stellt das Tierschutzgesetz die übergeordnete gesetzliche Grundlage für das Halten von Tieren, egal ob gewerblich oder privat, in der Bundesrepublik Deutschland dar. Es wurde erlassen, um „aus der Verantwortung des Menschen für das Tier als Mitgeschöpf dessen Leben und Wohlbefinden zu schützen. Niemand darf einem Tier ohne vernünftigen Grund Schmerzen, Leiden oder Schäden zufügen“ (§ 1 TierSchG).

Es wurde erstmals 1972 erlassen und es sind seitdem viele Modifizierungen und Neuerungen in Kraft getreten.

2.2.2 Tiergesundheitsgesetz (TierGesG)

Das Tiergesundheitsgesetz wurde am 22. Mai 2013 erlassen und hat das bis dahin in Deutschland geltende Tierseuchengesetz abgelöst. Es bildet nun die rechtliche Grundlage zur Bekämpfung von Tierseuchen in Deutschland. Im Sinne dieses Gesetzes handelt es sich bei jeder Erkrankung um eine Tierseuche, wenn sie von einem Tierseuchenerreger unmittelbar oder mittelbar verursacht wird und erstens auf Tiere oder zweitens auf Menschen (Zoonosen) übertragen werden kann.

Für die Durchführung der Tierseuchenbekämpfung sind in Deutschland die einzelnen Bundesländer verantwortlich. Inhaltlich geht es im Wesentlichen um Maßnahmen zur Vorbeugung von Tierseuchen. Deshalb sind hier auch Regelungen zur Ein- und Ausfuhr von Tieren und tierischen Produkten festgelegt.

2.2.3 Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung (TierSchNutztV)

Die Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung wurde erstmals am 25. Oktober 2001 erlassen.

Bevor die intensiv gehaltenen Masthühner in die Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung aufgenommen wurden, gab es „Bundeseinheitliche Eckwerte für eine freiwillige Vereinbarung zur Haltung von Jungmasthühnern (Broiler, Masthähnchen) und Mastputen“ (1999) (Berk, 2017).

Am 28. Juni 2007 wurde die Richtlinie 2007/43/EG erlassen welche die „Mindestvorschriften zum Schutz von Masthühnern“ festlegt. Die vierte Verordnung zur Änderung der Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung stellt die Umsetzung der Richtlinie 2007/43/EG in nationales Recht dar. Im Abschnitt 4 (§§ 16 – 20) dieser Verordnung sind die Mindestanforderungen an das Halten von Masthühnern in konventioneller Bodenhaltung festgelegt.

Der Abschnitt 4 findet nach § 16 Anwendung in jedem Betrieb der mehr als 500 Masthühner aufzieht mit Ausnahme von:

1. Brütereien
2. extensiven Bodenhaltungen/Auslaufhaltungen nach Anhang V der Verordnung (EG) Nr. 543/2008 der Kommission und
3. ökologische Haltungen nach Verordnung (EG) Nr. 834/2007 des Rates

Gemäß § 17 ist der Tierhalter seit dem 30. Juni 2010 dazu verpflichtet im Besitz einer gültigen Sachkundebescheinigung zu sein. Diese ist bei der jeweils zuständigen Behörde zu beantragen. Die Behörde kann aber im Einzelfall von der Belegung eines Lehrgangs mit abschließender Prüfung absehen, wenn der Halter einschlägige Berufserfahrung oder eine entsprechende Ausbildung nachweisen kann. Weiterhin sind in diesem Paragraphen noch die Inhalte der Prüfung (praktischer und theoretischer Teil) sowie die Rahmenbedingungen festgelegt (TierSchNutzV, 2009).

Der § 18 mit den Anforderungen an die Haltungseinrichtungen von Masthühnern und der § 19 mit den Anforderungen an das Halten von Masthühnern werden in der Tabelle 4 ausführlich im Abschnitt 3. Haltungsformen dargestellt. Unter strengen Bedingungen ist laut Richtlinie 2007/43/EG eine Besatzdichte von 42 kg/m² zulässig, wohin gegen in der nationalen Umsetzung eine Maximalbesatzdichte von 39 kg/m² zu keinem Zeitpunkt überschritten werden darf. Außerdem ist es verboten im Durchschnitt dreier aufeinanderfolgender Mastdurchgänge eine Besatzdichte von 35 kg/m² zu überschreiten, soweit das durchschnittliche Gewicht der Tiere nicht mehr als 1600 g beträgt. Generell muss grundsätzlich jede Besatzdichtenerhöhung auf über 33 kg/m² der zuständigen Behörde mindestens 15 Tage vor Einstellung gemeldet werden (§19 Abs. 9, TierSchNutzV, 2009).

Paragraph 20 im Abschnitt 4 der Tierschutz- Nutztierhaltungsverordnung beschäftigt sich mit der Überwachung und Folgemaßnahmen am Schlachthof (TierSchNutzV, 2009).

Die Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung (Abschnitt 4 §§ 16-20) und die auf Veranlassung des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz durch das Institut für Tierschutz und Tierhaltung des Friedrich-Loeffler-Instituts erarbeitete Leitlinie „Bundeseinheitliche Leitlinien für die gute betriebliche Praxis zur Haltung von Masthühnern“ (2012) lösen somit den Teil „Jungmasthühner“ der „Bundeseinheitlichen Eckwerte für eine freiwillige Vereinbarung zur Haltung von Jungmasthühnern (Broiler, Masthähnchen) und Mastputen“ (1999) ab (Berk, 2014; Berk, 2017).

2.2.4 Tierschutztransportverordnung (TierSchTrV)

Die Tierschutztransportverordnung wurde erstmals am 11. Februar 2009 erlassen und stellt die nationale Umsetzung der Verordnung (EG) Nr. 1/2005 des Rates vom 22. Dezember 2004 zum Schutz von Tieren beim Transport dar. Ergänzt wird sie durch Vollzugshinweise durch Mitglieder der Länderarbeitsgruppe Tierschutz in Form des Handbuchs Tiertransporte.

So müssen Personen, welche Geflügel über eine Strecke von mehr als 65 km transportieren über einen Befähigungsnachweis verfügen (VO (EG) Nr. 1/2005). Des Weiteren muss Geflügel mit ausreichend Futter und Wasser versorgt sein, wenn die Transportzeit mehr als 12 Stunden beträgt, Verlade- und Entladezeit nicht miteinberechnet.

Die Bestimmungen hinsichtlich der Ladedichten in diesen beiden Verordnungen weichen geringfügig voneinander ab. In der nationalen Rechtschrift sind Mindesthöhen für die Transportbehältnisse in Abhängigkeit vom Lebendgewicht angegeben.

Tabelle 1 und 2 sind aus der nationalen Tierschutztransportverordnung (Anlage 1 zu § 6) entnommen. Tabelle 3 ist aus der innergemeinschaftlich gültigen Verordnung (EG) Nr. 1/2005 (Kapitel VII, Tabelle E. Geflügel) entnommen.

1. Hühner, Perlhühner, Fasane, Enten, Puten und Gänse

Lebendgewicht bis zu kg je Tier	Fläche je kg Lebendgewicht cm ² /kg	Mindesthöhe des Transportbehältnisses cm
1	2	3
1,0	200	23
1,3	190	23
1,6	180	23
2,0	170	23
3,0	160	23
4,0	130	25
5,0	115	25
10,0	105	30
15,0	105	35
30,0	105	40

Tab. 1: Mindestabmessungen der Behältnisse für Hühner, Perlhühner, Fasane, Enten, Puten und Gänse nach Tierschutztransportverordnung (Stand: 2018)

2. Eintagsküken

Tierart	Fläche je Tier qcm	Anzahl der Tiere je Behältnis oder Behältnisteil	
		mindestens	höchstens
1	2	3	4
Hühner, Perlhühner, Fasane, Enten	25	10	105
Gänse, Puten	35	8	40

Tab. 2: Mindestabmessungen der Behältnisse für Eintagsküken nach Tierschutztransportverordnung (Stand: 2018)

E. Geflügel

Ladedichte beim Transport von Geflügel in Transportbehältern

Es sind folgende Mindestbodenflächen zu gewährleisten:

Kategorie	Fläche in cm ²
Eintagsküken	21-25 je Eintagsküken
Geflügel, ausgenommen Eintagsküken: Ge- wicht in kg	Fläche in cm ² je kg
< 1,6	180 - 200
1,6 bis < 3	160
3 bis < 5	115
> 5	105

Bei diesen Ladedichten sind je nach Gewicht und Größe der Tiere sowie entsprechend ihrer körperlichen Verfassung, den Witterungsbedingungen und der voraussichtlichen Beförderungsdauer Abweichungen möglich.

Tab. 3: Ladedichten beim Tiertransport von Geflügel in Transportbehältern nach Verordnung (EG) Nr. 1/2005 (Stand 2018)

2.2.5 Verordnung zum Schutz gegen bestimmte Salmonelleninfektionen beim Haushuhn und bei Puten (Geflügel-Salmonellen-Verordnung, GfISalmoV)

Grundlage der Salmonellenbekämpfung in Deutschland stellt die Verordnung (EG) Nr. 2160/2003 des europäischen Parlaments und des Rates vom 17. November 2003 „zur Bekämpfung von Salmonellen und bestimmten anderen durch Lebensmittel übertragbaren Zoonoseerregern“ samt ihrer Durchführungsverordnungen dar. Auf nationaler Ebene gibt es die „Verordnung zum Schutz gegen bestimmte Salmonelleninfektionen beim Haushuhn und bei Puten“ (Geflügel- Salmonellen- Verordnung, GfISalmoV). Derzeit umfasst die Verordnung (EG) Nr. 2160/2003 nur Vorgaben im Hinblick auf die Bekämpfung von Salmonellen. Der Anwendungsbereich bezieht sich auf *Gallus gallus* Zuchtherden, Legehennen, Hähnchen, Puten (Mast-, sowie Zuchtherden), Schlachtschweine und Zuchtschweine.

In der nationalen Geflügel- Salmonellen- Verordnung sind ergänzende Rechtsvorschriften für Betriebe mit Hühnerhaltung (Zuchtherden, Legehennen, Masthühner) und Putenhaltung (Zuchtherden, Mastputen) sowie Hühnerbrütereien geregelt. Sie wurde erstmals am 06. April 2009 erlassen und gilt momentan in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Januar 2014, die zuletzt durch Artikel 138 des Gesetzes vom 29. März 2017 geändert worden ist.

Unter die Geflügel-Salmonellen-Verordnung fallen alle Hähnchenmastbetriebe, die mindestens 5000 Broiler erwerbmäßig zur Fleischgewinnung halten. Weiterhin werden in dieser Verordnung die Salmonellen in zwei Kategorien untergliedert. Kategorie 1 Salmonellen sind *Salmonella Enteritidis* und *Salmonella Typhimurium*, einschließlich monophasischer *Salmonella Typhimurium*, welche eine Antigenformel von 1,4, [5], 12:i- besitzen. Ausgenommen sind hiervon grundsätzlich Impfstämme. Salmonellen der Kategorie 2 schließen folgende Stämme ein: *Salmonella Hadar*, *Salmonella Virchow* und *Salmonella Infantis*. Auch hier sind die jeweiligen Impfstämme ausgenommen.

Hähnchenmäster sind dazu verpflichtet betriebseigene Kontrollen auf Salmonellen durchzuführen. Werden in diesen Kontrollen Salmonellen der Kategorie 1 oder 2 nachgewiesen, handelt es sich um einen Verdacht auf eine Infektion, welcher durch eine anschließende amtliche Untersuchung bestätigt werden muss. Weiterhin schreibt die Verordnung vor, dass der Besitzer eines Hähnchenmastbetriebs den Verdacht auf eine Infektion mit Salmonellen der Kategorie 1 oder mit *Salmonella Gallinarum Pullorum* sofort der zuständigen Behörde melden muss.

Salmonellen werden derzeit nach dem White- Kauffmann-Le–Minor-Schema eingeteilt, welches regelmäßig durch das WHO Collaborating Centre for Reference and Research on Salmonella am Pariser Pasteur-Institut aktualisiert wird. Es handelt sich um gramnegative, fakultativ anaerobe Stäbchenbakterien und sie stellen weltweit einen der wichtigsten Zoonoseerreger dar (Selbitz, 2011). Im Jahr 2016 wurden deutschlandweit 12.962 Fälle einer humanen Salmonellose an das Robert Koch- Institut gemeldet (Robert Koch-Institut, 2017). Seit Jahren ist ein deutlicher Abwärtstrend der Fallzahlen in der Bundesrepublik zu beobachten. Trotzdem ist die Salmonellose direkt nach der Campylobakteriose weiterhin die zweithäufigste meldepflichtige bakterielle Infektionskrankheit in Deutschland. Kinder unter 10 Jahren sind am häufigsten betroffen, wobei das Maximum der Prävalenz bei Kleinkindern liegt (Robert Koch-Institut, 2017).

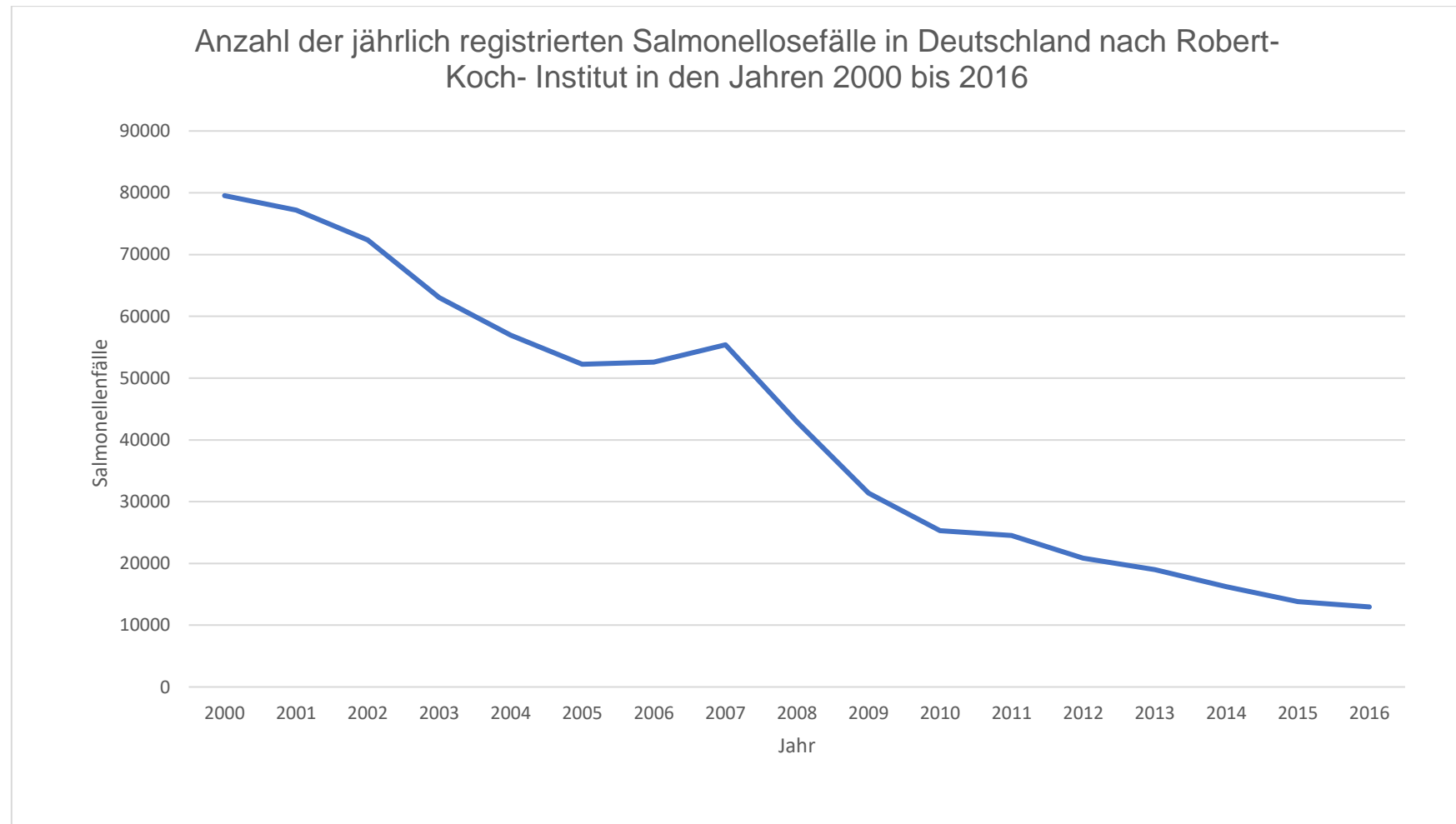


Abb. 1: Darstellung der gemeldeten Salmonellen-Fälle in Deutschland von 2000-2016

2.2.6 Verordnung zum Schutz gegen die Geflügelpest (Geflügelpest-Verordnung, GefIPestSchV)

Die Geflügelpest-Verordnung wurde erstmalig am 18. Oktober 2007 erlassen. Sie stellt die Umsetzung der Richtlinie 2005/94/EG des Rates vom 20. Dezember 2005 dar und beinhaltet „Gemeinschaftsmaßnahmen zur Bekämpfung der Aviären Influenza und zur Aufhebung der Richtlinie 92/40/EWG“.

Die Verordnung beinhaltet Allgemeine Bestimmungen, Allgemeine Schutzmaßregeln, Schutzmaßregeln vor und nach amtlicher Feststellung von Geflügelpest, Schutzmaßregeln in Schlachtstätten, auf dem Transport und in Grenzkontrollstellen, Aufhebung und Wiederbelegung der Stallungen nach Erlöschen und schlussendlich Schutzmaßregeln bei niedrigpathogener aviärer Influenza.

Bei dem Erreger der aviären Influenza handelt es sich um ein Virus der Familie der *Orthomyxoviridae*. Es sind ausschließlich Vertreter des Genus Influenzavirus A relevant für Erkrankungen des Geflügels (Werner & Kaleta, 2012). Sie besitzen ein segmentiertes Einzelstrang-RNA-Genom, eine Hülle und stellen pleomorphe Partikel von 80- 120 nm Durchmesser dar. Orthomyxoviren weisen eine hohe genetische Variabilität (Antigenetic Drift) und eine ausgeprägte Fähigkeit zum Reassortment (Antigenetic Shift) auf. Unter Antigenetic Drift versteht man das Auftreten von Punktmutationen im Genom der Nachkommenviren durch den Austausch von Aminosäuren in der Aminosäuresequenz, welche phänotypisch wirksam werden. Dies ist dadurch zu erklären, dass Orthomyxoviren mittels einer viruseigenen RNA-abhängigen RNA-Polymerase, ohne Proofreading- Aktivität replizieren. Deshalb kann es zu ungenauem Ablesen mit anschließender Fehlreplikation des Elternstranges kommen. Antigenetic Shift bedeutet, dass die genomischen Segmente der Nachkommenviren von zwei verschiedenen Elternviren abgeleitet sind. Dieser Vorgang führt zur Herstellung von neu zusammengestellten Nachkommenviren, gegen welche noch keine Immunität besteht (Beer, 2011).

Bisher wurden bei aviären Influenzaviren 16 verschiedene H- Subtypen und 9 verschiedene N- Subtypen beschrieben (Werner & Kaleta, 2012; Beer, 2011). Des Weiteren werden innerhalb der Subtypen hoch- und niedrigpathogene Stämme der aviären Influenza A unterschieden. Hochpathogene Geflügelpest wird hauptsächlich durch die Subtypen H5 und H7 ausgelöst, wobei zu bemerken ist, dass es auch Infektionen mit diesen Subtypen gibt, welche der niedrigpathogenen aviären Influenza zuzuordnen sind (Werner & Kaleta, 2012; Beer, 2011). Zusätzlich gilt auch die Infektion mit anderen Subtypen als H5 oder H7 als Klassische Geflügelpest, falls bei diesen Stämmen ein hoher Pathogenitätsindex nachgewiesen wird.

Entscheidend ob es sich um ein hoch- oder niedrigpathogenes aviäres Influenzavirus handelt, ist die Spaltstelle im Hämagglutinin, denn nur endoproteolytisch entstandenes Hämagglutinin besitzt diese Funktion und vermittelt im Endosom die Verschmelzung von viraler und zellulärer

Membran. Hämagglutinin von hochpathogenen aviären Influenza Viren besitzt an dieser Spaltstelle eine multibasische Sequenz, welche durch das Vorkommen von Arginin und Lysin in unterschiedlichen Kombinationen bestimmt wird. Diese Sequenz wird von ubiquitär vorkommenden Enzymen gespalten. Niedrigpathogene aviäre Influenzaviren besitzen an dieser Stelle eine monobasische Spaltstelle an dieser Position, welche durch trypsinartige Enzyme erkannt und gespalten wird im Respirationstrakt und im Gastrointestinaltrakt (Beer, 2011).

Es wurde schon mehrfach nachgewiesen, dass sich hochpathogene aviäre Influenzaviren der Subtypen H5 und H7 direkt aus niedrigpathogenen Vorläufern entwickeln können. Aus diesem Grund besteht für niedrigpathogene Influenzaviren der Subtypen H5 und H7 ebenso eine Anzeigepflicht wie für hochpathogene Influenzaviren (Werner & Kaleta, 2012).

Laut § 1 Abs. 1 Satz 1 der Verordnung zum Schutz gegen die Geflügelpest liegt Geflügelpest vor, wenn

„a) hochpathogenes aviäres Influenza-A-Virus der Subtypen H5 oder H7, das für multiple basische Aminosäuren im Spaltbereich des Hämagglutininmoleküls kodiert, durch Virus-, Antigen- oder Genomnachweis (virologische Untersuchung) oder

b) andere Influenzaviren mit einem intravenösen Pathogenitätsindex von mehr als 1,2 in 6 Wochen alten Hühnern durch virologische Untersuchung

(hochpathogenes aviäres Influenzavirus) bei einem gehaltenen Vogel oder hochpathogenes aviäres Influenza-A-Virus der Subtypen H5 oder H7, das für multiple basische Aminosäuren im Spaltbereich des Hämagglutininmoleküls kodiert, bei einem Wildvogel durch eine virologische Untersuchung nachgewiesen worden ist.“

Ein Verdacht auf Geflügelpest muss nach § 1 Abs. 2 Satz 2 GeflPestSchV geäußert werden, wenn

„a) das Ergebnis der virologischen, serologischen, pathologisch-anatomischen oder klinischen Untersuchung unter Berücksichtigung der epidemiologischen Erkenntnisse den Ausbruch der Geflügelpest bei einem gehaltenen Vogel befürchten lässt oder

b) aviäres Influenza-A-Virus des Subtyps H5 oder H7 durch virologische Untersuchung bei einem Wildvogel nachgewiesen worden ist;“

Um niedrig pathogene aviäre Influenza handelt es sich nach § 1 Abs. 1 Satz 3 GeflPestSchV, wenn „durch virologische Untersuchung

a) aviäres Influenza-A-Virus der Subtypen H5 oder H7 mit einem intravenösen Pathogenitätsindex von weniger als 1,2 in sechs Wochen alten Hühnern oder

b) aviäres Influenza-A-Virus, das nicht für multiple basische Aminosäuren im Spaltbereich des Hämagglutininmoleküls kodiert

(niedrigpathogenes aviäres Influenzavirus) bei einem gehaltenen Vogel nachgewiesen worden ist.“

Weiterhin sind gemäß § 1 Abs. 2 Satz 1 „gehaltene Vögel“ im Sinne dieser Verordnung „Geflügel oder in Gefangenschaft gehaltene Vögel anderer Arten.“ Auch die Vogelarten, welche unter den Begriff Geflügel fallen werden hier näher definiert. Es handelt sich nach § 1 Abs. 2 Satz 2 um Hühner, Truthühner, Perlhühner, Fasane, Laufvögel, Wachteln, Enten und Gänse, welche in Gefangenschaft aufgezogen oder gehalten werden. Unter dem Begriff Wildvogel fallen nach § 1 Abs. 2 Satz 7 GeflPestV „freilebende Vögel der Ordnungen Hühnervögel, Gänsevögel, Greifvögel, Eulen, Regenpfeiferartige, Lappentaucherartige oder Schreitvögel sowie ein zu wissenschaftlichen Zwecken gehaltener Vogel dieser Ordnungen.“

2.2.7 Weitere gesetzliche Grundlagen

Es gibt sehr viele weitere innergemeinschaftliche als auch nationale Gesetze, Verordnungen, Richtlinien, Beschlüsse, Empfehlungen und Stellungnahmen, welche bei der Haltung und tierärztlichen Bestandsbetreuung von Masthähnchen zu berücksichtigen sind. Für die nationale Gesetzgebung empfiehlt sich die Internetseite www.gesetze-im-internet.de, welche in einem gemeinschaftlichen Projekt des Bundesministeriums der Justiz und für Verbraucherschutz und der juris GmbH entstanden ist. Hier kann jeder Bürger nahezu das gesamte aktuell geltende Bundesrecht einsehen. Für das innergemeinschaftliche Recht empfiehlt sich die Website www.eur-lex.europa.eu/homepage.html von EUR-Lex.

2.3 Haltungsformen von Masthähnchen in Deutschland

Die Geflügelhaltung hat sich mehrere hundert Jahre lang kaum verändert. Geflügel wurde vor allem witterungsabhängig als ergänzende Nahrungsquelle der Menschen gehalten (Siegmann & Neumann, 2012).

Die Entwicklung der Geflügelhaltung wird in drei Phasen gegliedert. Zu Beginn des 20. Jahrhunderts wurden die ersten Brutautomaten entwickelt und es kam zum Durchbruch der Kunstbrut in der Geflügelhaltung. Eier konnten regelmäßig abgesammelt und unabhängig von der Henne und Wetterextremen bebrütet werden. Dadurch waren Anzahl und Schlupfzeitpunkt der Küken kalkulierbar. In dieser Zeit entstanden die ersten wirtschaftlich geführten Geflügelunternehmen. Die zweite Phase begann in den USA mit der Entwicklung des Hybridzuchtverfahrens. In der Geflügelwirtschaft wurde damit ein dreistufiger Aufbau etabliert. Es gab die Zuchtunternehmen, die Vermehrungsbetriebe und die Halter von Gebrauchshybriden für die Eier- und Fleischerzeugung. Die dritte Phase begann um 1960. Die konventionelle Intensiv- bzw. Stallhaltung erfuhr einen enormen Zuwachs und die bäuerliche Freilandhaltung wurde immer weiter aus dem Markt verdrängt. Es entwickelten sich in der Hühnerhaltung zwei unabhängig voneinander bestehende Betriebszweige, die Legehennenhaltung und die Geflügelmast (Siegmann & Neumann, 2012).

In Deutschland wurden im Jahr 2017 insgesamt 599.660.790 Stück Jungmasthühner unabhängig von ihrer Haltungsform geschlachtet (Statistisches Bundesamt, 2018). Üblicherweise erfolgt die Hähnchenmast in Deutschland in konventionell geschlossenen Ställen in Bodenhaltung (Müller et al., 2017; Berk, 2017). Die Freilandhaltung von Masthähnchen spielt bis jetzt (2018) nur eine untergeordnete Rolle in Deutschland (Hoy et al., 2016). Im Gegensatz dazu liegt die Freilandhaltung von Legehennen (konventionell oder ökologisch) 2015 bei ungefähr 18,2 % (Windhorst, 2017).

Bei den ökologischen Haltungssystemen gelten zusätzlich die Anforderungen der einzelnen Ökoverbände, soweit die Tierhalter ihre Produkte unter den einschlägigen Labeln vermarkten. Die Anforderungen der deutschen Anbauverbände sind in etlichen Punkten strikter, als die in der Verordnung (EG) Nr. 834/2007 (EU-Öko-Verordnung) und in der Verordnung (EG) Nr. 889/2008 geforderten Bestimmungen. In Deutschland handelt es sich vor allem um die Richtlinien der Anbauverbände „Demeter“, „Naturland“, „Biokreis“ und „Bioland“ (Wolfrum, 2016).

	Konventionelle Haltung	Auslauf- oder Freilandhaltung; extensive Bodenhaltung	Ökologische/biologische Haltung
Gesetzliche Grundlagen	<p>Tierschutzgesetz</p> <p>Tierschutz- Nutztierhaltungsverordnung (Abschnitt 4)</p>	<p>Tierschutzgesetz</p> <p>Verordnung (EG) Nr. 543/2008 Anhang V</p>	<p>Tierschutzgesetz</p> <p>Verordnung (EG) 834/2007 („EG-Öko-Verordnung“)</p> <p>Verordnung (EG) 889/2008</p> <p>Richtlinien der Anbauverbände: z. Bsp. Bioland-Richtlinie, Demeter-Richtlinie, Naturland-Richtlinie</p>
Besatzdichte	<p>Die Besatzdichte darf zu keinem Zeitpunkt 39 kg Lebendmasse/m² überschreiten; im Durchschnitt 3 aufeinanderfolgender Mastdurchgänge darf die Masthühnerbesatzdichte 35 kg/m² nicht überschreiten, wenn die Tiere durchschnittlich < 1600 g wiegen (TierSchNutzV, 2009)</p>	<p>Max. 25 kg/m² oder max. 15 Tiere/m² (VO (EG) 543/2008)</p>	<p>Maximal 4800 Hühner/Stall (VO (EG) 889/2008); Gesamtnutzfläche des Stalls darf 1600 m² nicht überschreiten;</p> <p>Max. 21 kg Lebendgewicht pro m² (Bioland e. V., 2017; Naturland, 2014; Demeter e. V., 2017); Ställe mit integriertem Außenbereich, auch nachts begehbar maximal 24 kg Lebendgewicht/m² (Demeter e. V., 2017); maximal 2500 Masthühner/Stallabteil (Demeter e. V., 2017)</p>

Mindestalter bei Schlachtung	<p>Abhängig vom angewendetem Mastverfahren</p> <p>Kurzmast: 28-30 Tage</p> <p>Mittellangmast: 32-35 Tage</p> <p>Langmast: 38-42 Tage</p> <p>(Berk, 2017)</p>	56 Tage bei Masthühnern (VO (EG) 543/2008)	81 Tage bei Hühnern (VO (EG) 889/2008; Bioland e. V., 2017; Naturland, 2014),
Lichtprogramm	<p>Spätestens ab dem 7. Tag nach Einstellung bis mindestens 3 Tage vor dem geplanten Ausstalltermin ist ein 24h-stündiges Lichtprogramm zu führen; es müssen mindestens 20 Lux gemessen in Kopfhöhe der Tiere im Stall sein auf mindestens 80% der Stallfläche; mindestens 6-stündige ununterbrochene Dunkelphase ohne Berücksichtigung der Dämmerlichtperioden; mindestens 3 % der Stallgrundfläche mit Lichtöffnungen (TierSchNutzV, 2009))</p>	Keine Angabe	<p>Natürliches Licht kann durch künstliche Beleuchtung ergänzt werden; Maximum von 16 Lichtstunden und 8 Nachtstunden (VO (EG) 889/2008; Demeter e. V., 2017); Lichtdauer darf in den ersten 3 Tagen verlängert werden (Naturland, 2014)</p>

Lichtqualität	Flackerfrei entsprechend tierartlichem Wahrnehmungsvermögen (TierSchNutzTV, 2009)	Flackerfrei entsprechend tierartlichem Wahrnehmungsvermögen (TierSchNutzTV, 2009)	Keine künstliche Lichtquelle mit „Stroboskop-Effekt“ (Demeter e. V., 2017)
Rassen	Schnell wachsende Genetiken von COBB und ROSS (Marktanteil 95 bis 97%) (Damme et al., 2017)	Extensive Premiumhühner, wie z. Bsp.: Rowan Ranger, Cobb Sasso 150 und Cobb Sasso 175	Zuständige Behörde legt Kriterien für langsam wachsende Rassen fest (VO (EG) 889/2008); Extensive Rassen sind zu bevorzugen (Naturland, 2014);
Boden/Einstreu	Ständig Zugang zu trockener, lockerer Einstreu	Keine Angabe	Mindestens ein Drittel der Bodenfläche muss feste Beschaffenheit haben und mit Einstreu in Form von Stroh, Holzspäne, Sand oder Torf bedeckt sein
Auslauf	Keine Angabe	Mindestens 1 m ² /Tier über mindestens der Hälfte ihrer Lebenszeit zu vorwiegend begrünten Freiluftausläufen (VO (EG) 543/2008)	Leichter Zugang zum Auslauf; muss während mindestens eines Drittels seiner Lebensdauer Zugang haben (Art. 14 VO (EG) 889/2008), (Bioland e. V., 2017), (Naturland-Richtlinie, 2014); mindestens 4 m ² pro Hähnchen (Bioland e. V., 2017)

Tieranzahl	Keine Angabe	Keine Angabe	<p>580 Hähnchen/ha landwirtschaftlicher Nutzfläche des Betriebs (VO (EG) 834/2007)</p> <p>280 Hähnchen/ha landwirtschaftlicher Nutzfläche des Betriebs (Bioland e. V., 2017)</p>
Fütterung	Keine Angabe	65 % Getreide, Getreidenebenzeugnisse < 15 % (VO (EG) 843/2008)	65 % Getreide, Eiweißsaaten und Ölpflanzen im Maststadium (Bioland e. V., 2017)
Arzneimittleinsatz	Richtet sich nach allgemeingültigen Arzneimittelvorschriften	Richtet sich nach allgemeingültigen Arzneimittelvorschriften	<p>Richtet sich nach allgemeingültigen Arzneimittelvorschriften</p> <p>zusätzlich:</p> <p>Naturheilverfahren und Homöopathie ist Vorrang zu geben; doppelte gesetzliche Wartezeit bei Verwendung von chemisch-synthetisch allopathischer Arzneimittel/Mindestwartezeit immer 48 h, auch bei Zulassungen ohne Wartezeit; max. 1 Behandlung pro Mastdurchgang, ansonsten kein ökologisches Produkt</p>

			mehr; ausgenommen Impfstoffe, Antiparasitika oder gesetzlich vorgeschriebene Behandlungen (Bioland e. V., 2017)
Stallklima	<p>Ammoniak: max. 20 ppm</p> <p>Kohlenstoffdioxid: max. 3000 ppm</p> <p>Bei Außentemperatur von > 30 °C im Schatten, darf Innentemperatur nicht mehr als 3 °C über Außentemperatur liegen; bei Außentemperatur <10 °C darf die relative Luftfeuchtigkeit in 48 h 70 % nicht überschreiten; Luftaustausch von mindestens 4,5 m³ pro Kg Lebendgewicht</p>	allgemeine Vorschrift gilt hier auch	allgemeine Vorschrift gilt hier auch
Enrichment	Keine Angabe	Keine Angabe	Erhöhte Sitzstangen oder andere Ebenen zum Aufbäumen (Naturland, 2014; Demeter e. V., 2017)
Tränke	Jeder Zeit Zugang zu Tränkwasser, Gefahr des Überlaufens so gering wie mgl., 1 Tränkenippel	Keine Angabe	Ausreichend Platz (Naturland, 2014)

	für je 15 Tiere, nutzbarer Zugang 0,66 cm pro Kg Lebendgewicht bei Rundtränken, 1,5 cm pro Kg Lebendgewicht bei Tränkerinnen (TierSchNutzV, 2009)		
Futterplätze	Ständig und gleichermaßen Zu- gang zu Futter oder portions- weise Fütterung; verfügbare Troglänge pro kg Gesamtlebend- gewicht 0,66 cm an Rundtrögen und 1,5 cm an Längströgen (Tier- SchNutzV, 2009)	Keine Angabe	Ausreichend Platz (Naturland, 2014)

Tab. 4: Gesetzliche Anforderungen an die Haltungsformen von Masthähnchen in Deutschland

2.4. Stallanlagen

Prinzipiell werden in der Hähnchenhaltung geschlossene und offene Stallanlagen unterschieden.

2.4.1 Geschlossene Stallanlagen

Die Masthähnchenhaltung wird hauptsächlich in geschlossenen und wärmegeprägten Ställen mit Zwangslüftung durchgeführt (Richter & Karrer, 2006; KTBL, 2009). Die Aufzucht wird in konventioneller Bodenhaltung durchgeführt. Die Tierabteilungen werden abwechselnd von Futter- und Tränkelinien durchzogen, das Stallgebäude stellt sich ansonsten strukturlos dar (Richter & Karrer, 2006). Fütterungs- und Tränkeinrichtungen müssen in ihrer Höhe verstellbar sein (KTBL, 2009), damit sie an das Wachstum der Tiere angepasst werden können (Aviagen, 2015).

Bei diesem Stalltyp handelte es sich ursprünglich um Gebäude ohne Tageslichteinfall (Richter & Karrer, 2006). Erst seit 2009 ist durch die Tierschutz- Nutztierhaltungsverordnung vorgeschrieben, dass Stallneubauten eine Fensterfläche von 3 % der Stallgrundfläche aufweisen müssen, durch welche der gleichmäßige Einfall von Tageslicht garantiert wird (§18 Abs. 5 TierSchNutzV). Die Umsetzung erfolgt mit der Verbauung von Glasfenstern, Glasbausteinen Mehrfach-Stegplatten aus durchsichtigen Kunststoffen.

Durch die Ventilation (Zwangslüftung) ist es möglich, deutlich größere Stallflächen als mittels Schwerkraftlüftung klimatisch zu regulieren. Daraus ergeben sich derzeit übliche Stallbreiten von ca. 20-26 m bei Stalllängen von 50-130 m (persönliche Mitteilung LVBGW, August, 2018).

Eine Sonderform der geschlossenen Stallungen stellen die Doppelstockställe dar. Diese Ställe sind circa 105 m lang, 20 m breit und 5 m hoch. Der Innenraum wird durch einen zentral durchquerenden Futter- und Lagerraum quergeteilt. Die beiden großen Gebäudeabteilungen unterteilen sich in einzelne Räume, insgesamt gibt es acht Stallabteilungen pro Stallgebäude. Es befinden sich vier Stallabteile im Obergeschoss und vier Stallabteile im Untergeschoss, welche ungefähr eine Bodenfläche von ungefähr 50 x 10 m aufweisen. Sie wurden zur Haltung von Broilern und Broiler-Elterntieren erbaut (Unbekannt, 1975).



Abb. 2: Zur Einstallung vorbereitete Abteilung in einem Doppelstockstall, Baujahr um 1970.

2.4.2 Natur- oder Louisianastall

Seit Beginn der 90er Jahre werden in Deutschland auch Natur- oder Louisianaställe in der Broileraufzucht verwendet. Sie werden mittels einer natürlichen Wind- oder Schwerkraftlüftung betrieben und sind quer zu Hauptwindrichtung angeordnet (Willeke & Pakk, 1999; Fries, 2001). Anfangs wurden die Ställe ohne eine feste Bodenplatte gebaut, teilweise wurden nur Folien über die Stallgrundfläche gezogen, um das Grundwasser zu schützen (Willeke & Pakk, 1999; Petermann, 2006). Der klassische Naturstall wurde früher im jährlichen Rhythmus gemistet, das heißt eine Entmistung fand nach circa sieben Aufzuchtdurchgängen statt. Die Tiere waren auf einer Matte aus Kot und Stroh eingestallt (Willeke & Pakk, 1999). Aufgrund der mangelnden Hygiene, insbesondere in Bezug auf die eingeschränkte Möglichkeit zur Nassreinigung und Desinfektion besitzen sie heute grundsätzlich eine massive Bodenplatte aus Beton oder Teer (Petermann, 2006; persönliche Mitteilung LVBGW, August 2018)).

Die Stalleinrichtung besteht auf jeder Stallseite aus einer Futterbahn, welche rechts und links in einem Abstand von 0,9-1,2 m von Tränkelinien flankiert werden. Der Louisianastall wird mittels Gasstrahler beheizt (Petermann, 2006).



Abb. 3: Innenansicht Louisianastall, vorbereitet für die nächste Einstellung

2.5 Bestandsbetreuung

Unter einer tierärztlichen Bestandsbetreuung versteht man heutzutage „eine kontinuierliche, systematische, präventive und kurative, aber auch beratende Tätigkeit eines Tierarztes in einem landwirtschaftlichen Betrieb“ (Rautenschlein & Ryll, 2014).

Seit den 80er Jahren werden in Deutschland verschiedene Konzepte für eine tierärztliche Bestandsbetreuung entwickelt und in den Tierhaltungen umgesetzt. In der ehemaligen DDR wurden bereits in den 70er Jahren umfassende Betreuungs- und Überwachungsprogramme entwickelt und in die Landwirtschaft integriert (BPT, 2009).

Eine erste Grundlage der Bestandsbetreuung von Geflügelbeständen in Deutschland war die „Leitlinie für die Durchführung einer tierärztlichen Bestandsbetreuung in Geflügelbeständen“ (BPT, unbekannt). Weitere Konzepte und Musterverträge wurden in den darauffolgenden Jahren von Qualitätsprogrammen wie QS GmbH oder KAT entwickelt (persönliche Mitteilung LVBGW, August, 2018).

Die inhaltliche Ausarbeitung dieser Leitlinie bezieht sich sowohl auf das gewerblich gehaltene Geflügel, als auch auf Hobby- und Kleinstbestände (BPT, unbekannt). Grundlage einer Bestandsbetreuung sind regelmäßige Bestandsbesuche gemäß den Vorgaben des zuvor vereinbarten Bestandsbetreuungsvertrages (BPT, unbekannt). Tierärztliche Bestandsbesuche erfolgen als routinemäßige Kontrolle der Bestände oder als Notfallbesuche nach Anforderung. Je nach Nutzungsrichtung ergeben sich dabei im Gesundheitskontrollprogramm unterschiedliche Besuchsintervalle zur effektiven Beurteilung von Betriebsmanagement und Tiergesundheit (BPT, unbekannt). In den Leitlinien werden für Junghennen 2-3, für Legehennen 2-4 und für Masthähnchen mind. 1 Besuch pro Haltungszyklus vorgegeben. Für die tierärztliche Betreuung von Putenaufzuchtbetrieben wird mind. 1 Besuch pro Monat empfohlen (BPT, unbekannt). In Praxi sind aber bei Masthähnchen pro Aufzuchtdurchgang mind. 2 Bestandsbesuche üblich. Der erste Bestandsbesuch sollte dabei idealerweise an Tag 3 nach der Einstellung und der zweite Bestandsbesuch in der dritten Aufzuchtwoche durch den bestandsbetreuenden Tierarzt erfolgen (persönliche Mitteilung, LVBGW, Juli 2018).

In der Leitlinie des BPT sind die Voraussetzungen einer tierärztlichen Bestandsbetreuung wie folgt beschrieben:

- schriftliche Vereinbarung eines Bestandsbetreuungsvertrages zwischen Tierhalter und Tierarzt (Mindestlaufzeit von einem Jahr)
- die Bestandsbetreuung erfolgt regelmäßig und planmäßig
- Bereitschaft des bestandsbetreuenden Tierarztes zu Konsilien mit anderem Kollegen und Experten bei Problemfällen
- Arzneimittelabgabe obliegt dem bestandsbetreuenden Tierarzt

- lückenlose und ordnungsgemäße Dokumentation (Diagnosen, Untersuchungsbefunde, Arzneimittelgaben, Besuchsberichte etc.)
- Tiergesundheit, Tierwohlbefinden und Tierleistungsdaten müssen regelmäßig analysiert werden und das Betriebsmanagement und Vorsorgeplan anpassen zu können
- Verbraucher-, Tier- und Umweltschutz muss stets berücksichtigt werden
- Hygienemaßnahmen müssen vorgegeben, kontrolliert und befolgt werden
- die Notfallversorgung von Tieren muss sichergestellt sein
- eine Dokumentation tierärztlicher Diagnosen, Befunde und Empfehlungen muss für Bewertung und Kontrolle von Qualitätssicherungssystemen zur Einsicht vorliegen

Bei der Betreuung von Nutzgeflügelbeständen liegt der Fokus auf Diagnosestellung und Therapie im Sinne einer bestmöglichen Unterstützung der Herdengesundheit nach Diagnosestellung. Ziel der Bestandsbetreuung ist die Erhaltung bzw. Verbesserung der Tiergesundheit, der Leistungsfähigkeit der Tiere, der Qualität der tierischen Produkte und der Wirtschaftlichkeit der Betriebe (Rautenschlein & Ryll, 2014).

In den vergangenen Jahren sind neben den wirtschaftlichen Aspekten auch immer mehr Qualitäts- und Sicherheitsaspekte in den Fokus der tierärztlichen Bestandsbetreuung gerückt (BPT, 2009). So entwickelte sich das sogenannte „Stable to Table Konzept“, welches eine lückenlose Rückverfolgbarkeit der Produkte sicherstellen soll und somit die Qualitätssicherung vom Urprodukt bis zum Endverbraucher gewährleistet. Grundlage dieses Prinzips ist die Verordnung (EG) Nr. 172/2002 des europäischen Parlaments und des Rates vom 28. Januar 2002 zur „Festlegung der allgemeinen Grundsätze und Anforderungen des Lebensmittelrechts, zur Errichtung der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit und zur Festlegung von Verfahren zur Lebensmittelsicherheit“ (BPT, 2009).

Aus diesem Grund ist die Bestandsbetreuung durch Tierärzte neben der Gesunderhaltung auch unverzichtbar zur Sicherstellung von Prozesssicherheit und Produktqualität. Die einschlägigen Qualitätssicherungs- und Zertifizierungssysteme in der Primärproduktion von Lebensmitteln tierischer Herkunft haben dieses Konzept fest integriert. (BPT, 2009).

2.5.1 Impfung

Impfungen stellen ein unverzichtbares Gut in der Geflügelwirtschaft dar. In den nächsten Jahren wird ihre Bedeutung bei der Prophylaxe und Bekämpfung von Infektionskrankheiten, Zoonosen und Tierseuchen, durch den stetig wachsenden Markt am Bioprodukten mit eingeschränkten therapeutischen Möglichkeiten, die von der Bevölkerung geforderte Produktion von rückstandslosen Lebensmitteln und aufgrund der Diskussion um hoch resistente Erreger (MRSA-Erreger, ESBL-Keime) weiter zunehmen (Arnold, 2017) .

Die „ideale“ Vakzine vereint folgende Eigenschaften: sie induziert eine effektive spezifische Immunität, zeigt eine lange Wirkdauer und benötigt keine oder nur wenige „Boosterungen“. Sie ist sicher, d. h. sie löst keine Impfnebenwirkungen bzw. -reaktionen aus und ist unkompliziert in der Anwendung (Bowersock & Martin, 1999).

Grundsätzlich obliegt die Durchführung von Impfungen in Tierbeständen in Deutschland nach § 43 Tierimpfstoff-Verordnung (2006) alleine dem Tierarzt.

Nur eine optimale Applikation von Impfstoffen kann zu einem sicheren Impfschutz gegen die entsprechenden Felderreger führen. Viele Faktoren können den Impferfolg entscheidend beeinflussen. Hierzu zählen unter anderem das Alter der Tiere (Vorhandensein maternaler Antikörper), die Art des Impfstoffs, die Dosierung das Zielorgan, die Applikationsart und die Fertigkeiten des Applizierenden (Lemiere & Fritts, 2015; Arnold, 2017).

Das übergeordnete Ziel jeder Impfung ist der Schutz von empfänglichen Individuen gegen übertragbare Krankheiten durch lebend modifizierte Erreger, Suspensionen von getöteten Erregern oder von Lösungen aus Antigenen abgeleitet vom infektiösen Erreger (Moylett & Hanson, 2003). Die Selektion von geeigneten Vakzinen, die Anwendung von Impfprotokollen und die Kontrolle des Impferfolgs spielen eine wichtige Rolle, um einen maximalen Impferfolg zu erzielen (Shams, 2005; Arnold, 2017).

Die Erstellung eines an die jeweilige Situation und den Bestand (Tierart, Haltungsform, Tialter etc.) angepassten Impfplans liegt in der Verantwortung des betreuenden Tierarztes.

2.5.1.1 Impfmethoden

2.5.1.1.1 Sprayimpfung

Bei dem Sprayverfahren unterscheidet man die Impfung in der Brüterei und die Impfung auf der Farm (Lemiere & Fritts, 2015). Mittels Sprayimpfung können nur Lebendimpfstoffe beim Geflügel verabreicht werden (Arnold, 2017).

In der Brüterei werden ca. 80 bis 150 Tiere gemeinsam in einer Transportbox geimpft. Die Küken werden mit einem Sprayfilm überzogen, welcher eine Tröpfchengröße von 100 bis 800 Mikrometer nach Lemiere und Fritts (2015) oder mindestens 100 bis 150 Mikrometer nach Rautenschlein und Ryll (2014) aufweisen sollte (grobdisperses Spray). Die Tröpfchen sind hier wesentlich größer, als die von einem Spraygerät auf einer Hähnchenfarm produzierten Spray. Die Tiere sollen die Flüssigkeit konjunktival und nasal aufnehmen. Außerdem sollen sie animiert werden, die Tropfen, die bei anderen Küken auf den Daunen kleben oder in den Boxen hängen, bei der Gefiederpflege aufzunehmen bzw. aufzupicken (Lemiere & Fritts, 2015; Rautenschlein & Ryll, 2014).

Es sollte immer frisches, kaltes, chlorfreies und destilliertes Wasser für diese Form der Impfung verwendet werden (Lemiere & Fritts, 2015; MSD, 2013). Die Temperatur des Wassers hat einen Einfluss auf die Überlebenszeit eines Lebendimpfstoffs nach Anmischen der Impfstofflösung (Lemiere & Fritts, 2015).

Bei der Anwendung der Sprayimpfung auf der Geflügelfarm handelt es sich meist um große Ställe bzw. Stallabteile mit mehreren tausend Tieren. Insbesondere wenn die Tiere in Bodenhaltung aufgezogen werden, sieht sich der Impfende vor der Herausforderung, dass die Tiere durch den übergeordneten Fluchtreflex versuchen vor dem Nebel zurückzuweichen bzw. dieser bei Unterdrucklüftung von den Tieren weggesogen wird. Bevor man mit dem Impfen auf einem Bestand beginnt, muss man sich mit dem Equipment vertraut machen. Zu beachten ist die Tröpfchengröße, die Reichweite des Sprühnebels, sowie den Wasserdurchsatz des Spraygeräts welcher mit der benötigten Zeit zur Abdeckung der gesamten Stallfläche mit dem Sprühnebel abgeglichen werden muss (Lemiere & Fritts, 2015). Für unerfahrene Anwender bietet es sich an mit dem zu verwendeten Sprühgerät, eine Testimpfung durchzuführen. Das Sprühgerät wird mit einer zuvor bestimmten Menge Wasser befüllt und die Bestands-Sprayimpfung ohne Impfstoff formuliert. Somit kann die zum Ansetzen der Impfstofflösung benötigte Wassermenge ermittelt werden. (MSD, 2013).

Für die Zeit der Impfung und mindestens die darauffolgenden 15 Minuten müssen die Lüftungsanlagen ausgeschaltet werden (Rautenschlein & Ryll, 2014).

Bei sehr hohen Stalltemperaturen muss darauf geachtet werden, dass eine Tröpfchengröße von 20 Mikrometer nicht unterschritten wird, da andernfalls der Sprühnebel auf dem Weg zum Tier verdampfen könnte (Rautenschlein & Ryll, 2014). Des Weiteren kann bei einer zu klein gewählten Tröpfchengröße das Spray zu tief in die Atemwege gelangen und so zu unerwünschten Nebenwirkungen und Impfreaktionen führen (Arnold, 2018). Ebenso müssen bei Hitze die möglichen Kreislaufbelastungen durch das Abstellen der Lüftung einkalkuliert werden (LVBGW, persönliche Mitteilung, August 2018).

2.5.1.1.2 Tränkwasserimpfung

Die Tränkwasserimpfung ist die gebräuchlichste Methode zur Verabreichung von Lebendimpfstoffen in Geflügelbeständen (Lemiere & Fritts, 2015; Arnold, 2017).

Bei der Tränkwasserapplikation von Lebendimpfstoffen ist die mögliche Inaktivierung und daraus resultierende verminderte Serokonversion bei den Tieren zu berücksichtigen. Auch muss die gleichmäßige Verteilung des Impfstoffs auf alle Tränkelinien und die gesamte Länge gewährleistet sein. Außerdem müssen die Wasserqualität, potenzielle Rückstände von Desinfektionsmitteln, Metallionen, Detergenzien und die Wasserhärte in Betracht gezogen werden, welche ebenfalls die Wirkung der Impfung durch Inaktivierung der attenuierten Impfstämme negativ beeinflussen können (Lemiere & Fritts, 2015; Rautenschlein & Ryll, 2014; Arnold, 2017).

Die Tiere sollten circa 2 Stunden vor der Impfung dursten (Rautenschlein & Ryll, 2014; Arnold, 2017).

Empfohlen wird, dass man die Tränkelinien 20 min vor der Impfung mit Magermilch in einer Dosierung von 2 g/l befüllt. Die Milchproteine binden freie Metallionen und Chlor in den Leitungen, welche die Impferreger ausfällen oder sogar inaktivieren können (Lemiere & Fritts, 2015; Rautenschlein & Ryll, 2014).

Der Impfstoff sollte in eine entsprechende Menge Wasser aufgelöst werden, sodass die Tiere diesen spätestens nach 2 Stunden vollkommen aus den Leitungen aufgenommen haben (Lemiere & Fritts, 2015; Rautenschlein & Ryll, 2014; Arnold, 2017). Das Alter muss deshalb bei der Berechnung der Tränkmenge Berücksichtigung finden. Um die Funktionalität der Tränkelinien zu überprüfen ist es üblich ein zugelassenes Farbstoffpräparat zur Impfstofflösung beizumischen (Lemiere & Fritts, 2015; MSD, 2013; Rautenschlein & Ryll, 2014). Nach der Impfung sollten stichprobenartig Broiler auf eine Färbung der Zunge kontrolliert werden, um sicher zu gehen, dass sie den Impfstoff aufgenommen haben (MSD, 2013; Arnold, 2017).

2.5.1.1.3 Eye Drop Verfahren

Die Eye Drop Impfung ist wohl die sicherste Methode, wenn es um einen Impfschutz gegen respiratorische Erkrankungen geht. Jedes Tier wird individuell in die Hand genommen und ein Tropfen Impflösung direkt in das Auge gegeben. Es muss nur ein Auge getropft werden. Es entsteht sowohl lokaler, als auch humoraler Impfschutz (Lemiere & Fritts, 2015; Lohmann Tierzucht, unbekannt). Diese Methode findet aufgrund des hohen Arbeitsaufwandes keine Anwendung bei Masthähnchen.

2.5.1.1.4 In Ovo Impfung

In Ovo Impfungen werden in der Brüterei zum Zeitpunkt der Umlage der Bruteier aus dem Vorbrüter in den Schlupfbrüter (18./19. Bruttag) durchgeführt. Diese Methode ist weltweit bereits in vielen Masthähnchen-Brütereien etabliert. Sie wird vor allem bei der parenteralen Impfung gegen Marek'sche Geflügellähme, als Single- oder Kombiimpfstoff, angewendet und ist wesentlich effektiver als die s.c. oder i.m. Injektion der Lebendvakzine unmittelbar nach Kükenschlupf (Rautenschlein & Ryll, 2014; Lemiere & Fritts, 2015). Der Impfstoff wird in flüssigem Stickstoff bei -196 °C gelagert und unmittelbar vor Anwendung in einem Wasserbad bei 27 °C kontrolliert aufgetaut. Alle Arbeitsschritte sollten innerhalb von 90 Sekunden erfolgen, um die Aktivität des Impfstoffs (Impfvirus Titer) zu erhalten. Der Impfstoff wird mit einem speziellen Lösungsmittel gemischt und anschließend durch die Eischale am stumpfen Eipol unter die Chorioallantoismembran in das Amnion oder direkt in den Embryo injiziert (Lemiere & Fritts, 2015). Die Injektionsstelle wird nicht wieder verschlossen (Rautenschlein & Ryll, 2014). In Brütereien werden automatische Impfinjektoren mit integrierten Reinigungssystemen für die Kanülen genutzt (Lemiere & Fritts, 2015; van den Wijngaard, 2001), welche 20.000 bis 30.000 Hühnereier pro Stunde impfen (Rautenschlein & Ryll, 2014).

Die In Ovo Applikation von Lebendvakzinen stellt eine überlegene Alternative zu den konventionellen Impfmethode n wie Sprayimpfung, Trinkwasserimpfung oder i.m.-Impfung (van den Wijngaard, 2001) dar.

Bei Vakzination mittels konventioneller Methoden wurde mitunter ein hohes Fehler-/Versagerpotential beschrieben:

- menschliches Versagen (viele verschiedene Personen involviert (Geflügelhalter, Personal))
- Verwendung ungeeigneter oder unzureichend gewarteter Gerätschaften auf den einzelnen Farmen
- verkalkte oder verlegte Sprühdüsen
- fehlerhaft eingestellter Sprühdruck
- zu heißes Wasser zum Anmischen der Impfstofflösung
- Fehlberechnung der gesamt benötigten Menge an Impfstofflösung
- falsche Dosierung eines eventuell verwendeten Lösungsmittels
- verunreinigte Wasserleitungen (Bakterien, Biofilme)
- falsche Verweildauer der Vakzine in den Tränkleitungen (zu kurz oder zu lang)
- schlechte Wasserqualität (pH, Mineralien)

- Anmischen zu großer Mengen an Impfstofflösung auf Vorrat, die nicht schnell genug verwendet werden können bevor die Inaktivierung der Impfstämme eintritt
- falsche Kalibrierung der Injektionsspritzen
- Impfung nicht impffähiger Tiere
- falscher Impfzeitpunkt (noch maternale Antikörper vorhanden)
- ungleichmäßige Verteilung der Aufnahme der Impflösung innerhalb einer Herde mit daraus resultierender uneinheitlicher Serokonversion

(van den Wijngaard, 2001; MSD, 2013)

2.5.1.1.5 Subkutane Impfmethode

Diese Impfmethode ist eine gängige Methode zur Impfung gegen Marek'sche Geflügellähme am ersten Lebenstag der Küken. Sie wird nach dem Schlupf in der Brüterei durchgeführt, mittels vollautomatischer Vakzinationskarussells, unter Verwendung von manuell zu bedienenden Impfautomaten oder komplett manuell mit selbstfüllenden Automatikspritzen (Lemiere & Fritts, 2015). Die Applikation erfolgt dabei in die Nackenfalte der Eintagsküken (Rautenschlein & Ryll, 2014). Geübtes Personal impft bei manueller bzw. halbautomatischer Applikation 1.600 bis 2.000 Küken pro Stunde (Rautenschlein & Ryll, 2014).

2.5.1.1.6 Intramuskuläre Impfmethode

Diese Methode wird häufig zur Verabreichung von inaktivierten, adjuvantierten, oft multivalenten und kombinierten Impfstoffen verwendet. Appliziert wird der Impfstoff entweder mit einem mechanischen und manuell bedienten Impfautomaten oder mit einer Automatikspritze. Diese Form der Impfung dient normalerweise als Boosterung, nachdem bereits zuvor eine Impfung mit einem Lebendimpfstoff vorgenommen wurde. Die meisten Impfstoffe liegen in einer Ölemulsion vor, es gibt aber auch andere Adjuvantien, wie zum Beispiel Aluminiumhydroxid (Lemiere & Fritts, 2015). Bevorzugte Applikationsstellen sind Brustmuskulatur oder Oberschenkelmuskulatur. Bei älterem Mastgeflügel ist die Applikationstechnik in die Brustmuskulatur unüblich (Rautenschlein & Ryll, 2014). Bei Puten kann auch der Bürzel als Applikationsort genutzt werden (Arnold, 2017). Bei Inaktivimpfstoffen müssen immer Adjuvantien verwendet werden, welche in der Brustmuskulatur zur Gewebsnekrosen führen können. Es könnte zu erhöhten Verwurfzahlen und Untauglichkeitserklärungen am Schlachthof kommen (Rautenschlein & Ryll, 2014). Deshalb kann der Impfstoff auch in die laterale Oberschenkelmuskulatur (*M. iliotibialis lateralis*) appliziert werden (Korbel & König, 2009). Geübtes Personal impft auch hier 1.600 bis 2.000 Küken in der Stunde (Rautenschlein & Ryll, 2014).

2.5.1.1.7 Intradermale Impfung

Die intradermale Impfmethode wird nur vollständigkeithalber aufgeführt. Es ist die übliche Impfmethode bei Geflügelpocken und wird häufig bei Junghennen angewendet. Sie ist effektiv, um eine lokale Immunität in der Haut zu erzeugen. Mit Hilfe einer Doppelnadel oder eines Pockenvakzinators wird das Patagium durchstochen und der Impfstoff intradermal appliziert. Eine Woche nach der Impfung sollte als Impfkontrolle die sogenannte „Impfpocke“ an der Einstichstelle zu finden sein (Lemiere & Fritts, 2015; Rautenschlein & Ryll, 2014).

2.5.1.2 Impfstoffarten

2.5.1.2.1 Lebendimpfstoffe

An Lebendimpfstoffe werden hohe Ansprüche gestellt. Sie müssen avirulent und gleichzeitig immunogen beschaffen sein. Sie entstehen durch gezielte Selektion natürlich vorkommender Stämme, welche attenuiert werden in Kultur- oder Tierpassagen. Auch durch chemisch induzierte Mutagenese oder durch gentechnische Inaktivierung von virusassoziierten Genabschnitten, können geeignete Impferreger entstehen (Moos & Selbitz, 2011; Jungbäck et al., 2012). Lebendvakzinen enthalten also abgeschwächte, aber trotzdem noch vermehrungsfähige Erreger mit möglichst geringer Restpathogenität. Sie erzeugen in der Regel eine relativ sichere und belastbare Immunität (Shams, 2005), indem sie eine humorale Immunantwort auslösen. Je nach Applikationsart (z. Bsp. Spray, Eye Drop) kann zusätzlich eine lokale Immunität stimuliert werden. Nachteil sind in seltenen Fällen auftretende Krankheitserscheinungen (Impferkrankung) (MSD, 2018). Lebendimpfstoffe dienen in der Regel zur Grundimmunisierung, dem sogenannten „Priming“ (Jungbäck et al., 2012).

Heterologe Lebendvakzinen basieren auf dem Prinzip von kreuzreagierenden Impfstämmen. Ein aktuelles Beispiel aus der Geflügelmedizin ist die Nutzung des Putenherpesvirus zur Immunisierung von Hühnern gegen die Marek'sche Geflügellähme (Moos & Selbitz, 2011).

2.5.1.2.2 Inaktivimpfstoffe

Inaktivimpfstoffe enthalten abgetötete Erreger oder Erregerbestandteile. Damit sie dennoch eine gute Immunantwort induzieren, werden die Erreger absorbiert oder mit Ölen emulgiert. Durch diese Bearbeitung mit Adjuvantien (Bowersock & Martin, 1999, Shams, 2005), verweilt das Antigen länger im Tierkörper und es kann eine ausgeprägtere humorale Immunantwort entstehen (Jungbäck et al., 2012; Moos & Selbitz, 2011). Inaktivierte Vakzinen dienen meist zur Auffrischung („Booster“) der Grundimmunisierung („Priming“) und somit zur Verlängerung des Impfschutzes. Sie werden ausschließlich parenteral appliziert (Jungbäck et al., 2012).

2.5.1.2.3 Rekombinante Impfstoffe

Ein rekombinanter Impfstoff stellt eine Kombination zweier verschiedener Mikroorganismen dar. Die eine Komponente stellt den vermehrungsfähigen attenuierten Vektor dar. Der andere Bestandteil ist ein zusätzliches immunogenes Epitop, also das Gen eines anderen Mikroorganismus (Jungbäck et al., 2012). Auch diese Impfstoffart muss immer parenteral appliziert werden (Jungbäck et al., 2012)

Die neueste Form der Lebendvakzine stellt die Vektorvakzine dar. Weltweit erhielt die erste Vektorvakzine 1995 ihre Zulassung. Es handelte sich um eine Impfung gegen Newcastle Disease (Moos & Selbitz, 2011).

2.5.1.2.4 Impfempfehlung

Impfung	Alter	Applikationstechnik
Mareksche Geflügel-lähme	Tag 1	Subkutan (Brütereimpfung), in Ovo, intramuskulär
Newcastle Disease	Tag 1 oder	Grobdisperser Sprühnebel
	14.-21.Tag	Grobdisperser Sprühnebel oder Tränkwasser
Infektiöse Bronchitis	Tag 1 oder	Grobdisperser Sprühnebel
	14.-21. Tag	Grobdisperser Sprühnebel oder Tränkwasser
Infektiöse Bursitis	14.-21. Tag	Tränkwasser

Tab. 5: Impfempfehlung für Broiler modifiziert (Arnold, 2017; Stewart-Brown, 2018)

2.5.2 Haltungsumwelt und Klimabedingungen

2.5.2.1 Beurteilung des Stallvorplatzes

Schädlinge, Nager, Insekten finden in Ansammlungen von Bauschutt, Schrott, Holzstapeln oder alten Geräten einen idealen Unterschlupf. Außerdem ist dies ein Sammelpunkt von Staub jeglicher Zusammensetzung und stellt so eine Gefährdung für die Tiere dar (LGL, unbekannt).

Auch der pflanzliche Bewuchs um das Stallgebäude muss regelmäßig zurückgeschnitten werden, da es so keine Rückzugsmöglichkeit für Wildvögel, Ungeziefer und Nager angeboten werden (LGL, unbekannt; Fries, 2017).

McDowell et al. (2008) untersuchten die Risikofaktoren für den Eintrag von *Campylobacter* spp. vom Tag der Einstellung bis zum Schlachtzeitpunkt in 88 Broilerfarmen in Nordirland. Es wurden pro Farm 5 Mastdurchgänge untersucht. Auf jeder Farm wurden kurz vor dem erwarteten Schlachttermin 14 Kloakenabstriche pro Stall und Farm untersucht. Insgesamt waren von 388 Proben, 163 positiv auf *Campylobacter* spp. getestet worden. Sie fanden heraus, dass Farmen in denen Nagetiere während eines Mastdurchgangs oder Exkremente von Nagetieren gefunden wurden, signifikant höhere Nachweise von *Campylobacter* spp. aufwiesen als Farmen mit einem guten Entwesungsprogramm. Weitere Faktoren, die zu einem erhöhten Nachweis von *Campylobacter* spp. führten waren: die Jahreszeit (Sommer > Winter), die Häufigkeit des Wechsels des Fußbads (häufig < wenig), das Tieralter (alt > jung) und die Anzahl der Stallabteilungen/Ställe (wenig < mehrere) (McDowell et al., 2008). Dies zeigt wie wichtig es ist, bereits vor dem Stall die allgemeine Hygienegrundsätze zu befolgen.

2.5.2.2 Hygieneschleuse/Hygienekleidung (Schwarz-Weiß-Prinzip)

Biosicherheit ist definiert als jegliche Aktion oder Gesundheitsplan zum Schutz einer Population vor infektiösen und übertragbaren Agenten (Racicot & Vaillancourt, 2015; Butcher & Yegani, 2008; Lister, 2008). Biosicherheit stellt den Schlüssel einer guten Herdenleistung dar (Tabalante, et al., 2002, Lister, 2008).

Um ein gutes Farmkonzept für die Biosicherheit zu erstellen sind folgende Parameter unbedingt zu berücksichtigen:

- Standort der Farm
- Design der Farm (Gebäudekonzept)
- Kontrolle des Verkehrs (Personen, Kraftfahrzeuge)
- Alarmzeichen
- Bestandsbuch
- Sanitäre Einrichtungen (Handwäsche, Dusche etc.)
- Arbeitskleidung/Stallkleidung und Stallschuhe (Wechselkleidung)
- Zugang für Wildtiere (Vögel/Nager) und Haustiere
- Hobby-, Zier- und Rassegeflügel in der Umgebung
- Wasserqualität und Reinigung der Tränkleitungen
- Futterqualität und Reinigung des Futtersystems
- Aufbewahrung von getöteten/verendeten Tieren
- Einhaltung des All-In-All-Out Konzept
- verschiedene Geflügelarten auf einem Bestand
- Einstreumanagement
- Leerstandszeit
- Instandhaltung und Reparaturkonzept der Stallgebäude samt Einrichtung
- Gesundheitsstatus der Herde
- Wissensstand über die infektiösen Agentien
- Mechanismus der Keimübertragung
- Impfbegime (Kompetenz des Immunsystems der Vögel)
- Medikation
- Monitoringprogramm

(Butcher & Yegani, 2008; Lister, 2008)

Zu der Biosicherheit werden 4 grundlegende Prinzipien gerechnet.

- Infektionskette und Infektionsdruck
- Eintrittsbereich (Der Zugang zu dem Tierbestand ist streng limitiert. Alle Bereiche außerhalb dieser Zone und der Tiere gelten als potenzielle Gefahr für die Tiere.)
- Regionale Perspektive (Je höher die Tierfarmdichte pro km², desto höher ist auch der Infektionsdruck durch kürzere Übertragungswege)
- Einhaltung von Regeln/Wissensstatus (Racicot & Vaillancourt, 2015)

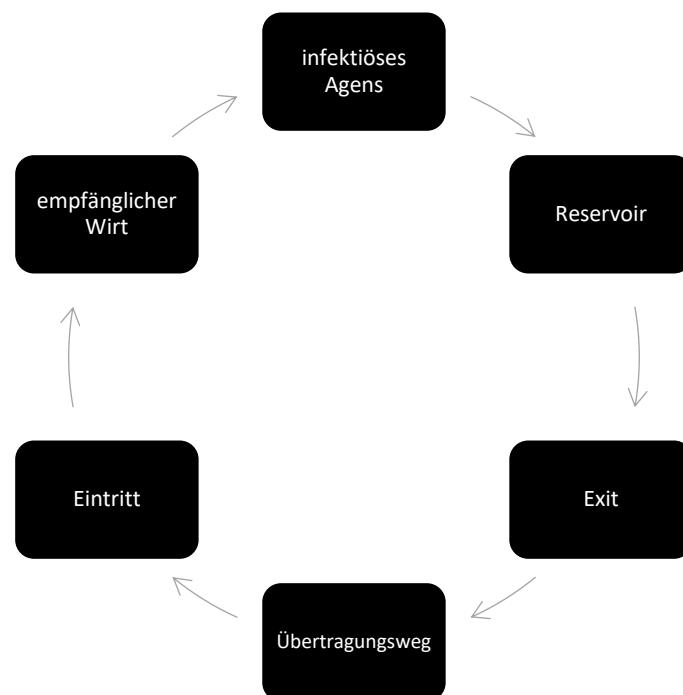


Abb. 4: Schematische Darstellung eines Infektionszyklus (Racicot & Vaillancourt, 2015)

Es gibt viele verschiedene Eintrittspforten für Infektionserreger und damit auch unterschiedlichste Verbreitungswege:

- durch Menschen (Mitarbeiter und Besucher, u.a. der bestandsbetreuende Tierarzt)
- durch Luftübertragung von Erregern
- durch Carrier innerhalb einer Herde
- durch Vögel eines Krankenabteils innerhalb eines Bestandes
- durch Vögel aus einem anderen Bestand
- durch Forced-molted hens
- durch Bruteier einer infizierten Elterntierherde
- durch Zier-/Rassegeflügel und Wildvögel
- durch Geflügelmärkte

- durch Futter- oder Wasserkontamination
- durch Impfstoffkontamination

(Butcher und Yegani, 2008)

Carven et al. (2000) untersuchte auf 4 verschiedenen kommerziellen Geflügelfarmen und zu unterschiedlichen Jahreszeiten Kotproben sowie Kloakentupfer von Wildvögeln auf das Vorhandensein von *Salmonella* spp., *Campylobacter jejuni* und *Clostridium perfringens*. Die Kotproben wurden in unmittelbarer Farmnähe oder auf den Farmen direkt gesammelt. Es wurden folgende Ergebnisse festgestellt:

Farm A; Sammelzeitraum Sommer; 24 % *Salmonella* spp., 4% *Campylobacter jejuni* und 28 % *Clostridium perfringens*

Farm B; Sammelzeitraum Herbst; 33 % *Salmonella* spp., 11 % *C. jejuni* und 22 % *C. perfringens*

Farm C und D;

Sammelzeitraum Frühling, 0 % *Salmonella* spp., 11 % *C. jejuni*, 52 % *C. perfringens*

Sammelzeitraum Sommer, 4 % *Salmonella* spp., 0 % *C. jejuni* und 23 % *C. perfringens*

Sammelzeitraum Herbst, 14 % *Salmonella* spp., 5 % *C. jejuni* und 4 % *C. perfringens*

Sammelzeitraum Winter, 0 % *Salmonella* spp., 50 % *C. jejuni* und 14 % *C. perfringens*

Die Ergebnisse dieser Studie lassen vermuten, dass Wildvögel, welche in die Stallungen gelangen über das Potenzial verfügen enteropathogene Keime zu übertragen (Carver et al., 2000). Es ist auch abzuleiten, dass in unmittelbarer Stallnähe abgesetzter Wildvogelkot beim Eintrag über Schuhwerk oder kontaminierte Gerätschaften/Reifen die Biosicherheit der Bestände entscheidend gefährden kann.

Eine der wichtigsten Maßnahmen zur Absicherung eines wertvollen Tierbestands ist die Einhaltung des Schwarz-Weiß Konzepts (Hoy et al., 2016; Fries, 2017).

Vor dem Betreten des Stalls muss das hofeigene Personal bzw. der bestandsbetreuende Tierarzt durch eine Desinfektionswanne gehen. Die Desinfektionslösung muss regelmäßig erneuert werden, vor allem wenn sich grober Dreck von den Schuhen gelöst hat (Fries, 2017; Racicot & Vaillancourt, 2015). Eine häufige Erneuerung des Desinfektionsbads verringert z. Bsp. die Prävalenz von *Campylobacter* spp. in den Beständen (McDowell et al., 2008). Um

den Infektionsdruck noch weiter zu senken, sollte jede Stallung oder Betriebsabteilung separate Schutzkleidung/Arbeitskleidung incl. Schuhwerk für Personal und Besucher zur Verfügung stehen (Fries, 2017; Racicot & Vaillancourt, 2015). So können für Besucher (Handwerker, Kontrolleure und bestandsbetreuender Tierarzt!) Einmalüberziehschuhe aus Plastik bereitgestellt werden (Fries, 2017; Racicot & Vaillancourt, 2015; Lister, 2008).

Die durchschnittliche bakterielle Besiedlung auf der menschlichen Haut beträgt zwischen 10^2 und 10^3 cfu/cm². Bei dem Handling der Tiere oder des auf der Farm vorhandenen Equipment sind die Hände einer Vielzahl von verschiedenen Mikroorganismen ausgesetzt und stellen ideale Vektoren dar (Kreuzkontamination). Aus diesem Grund ist eine gute Handhygiene sehr wichtig. Vor der Desinfektion sind die Hände zu waschen. Werden Einmalhandschuhen getragen, ist es von außerordentlicher Wichtigkeit diese nach dem Gebrauch zu entsorgen und sich die Hände gut zu waschen und abschließend zu desinfizieren (Racicot & Vaillancourt, 2015; Lister, 2008).

Bestandsbetreuende Tierärzte sollten sich auf jedem Bestand Einmalschutzkleidung anziehen. Aufzüchter und Mitarbeiter sollten idealerweise in jedem Stall separate Schutzkleidung tragen. Bei mehreren Farmen und /oder Ställen bzw. Abteilungen muss von jung zu alt untersucht werden (Racicot & Vaillancourt, 2015; Lister, 2008), es sei denn, bei den Jüngeren besteht ein Verdacht auf eine Infektionskrankheit. In diesem Fall wird bei der klinischen Untersuchung von gesund zu krank gewechselt (Racicot & Vaillancourt, 2015).

Verendete oder selektierte Kadaver müssen in geschlossenen Containern/Behältern aufbewahrt werden, damit Insekten und andere Tiere keine Möglichkeit haben Tiermaterial aufzunehmen und als Vektoren zu agieren. Diese sind auch regelmäßig zu waschen und zu desinfizieren (§ 6, GeflPestSchV). Arbeitsgeräte sollten aufgrund der hohen Infektionsgefahr zwischen einzelnen Farmen/Ställen/Abteilungen nicht ausgetauscht werden (Racicot & Vaillancourt, 2015).

Fahrzeuge stellen einen wichtigen mechanischen Vektor für Krankheitserreger dar. Einige Fahrzeuge sind mit einer 15 bis 60 sekündigen Spraydesinfektion für ihre Reifen ausgestattet, welche allerdings bei stark verdreckten Reifen oder im Winter versagen kann (Racicot & Vaillancourt, 2015). Generell sollten die Reifen zwischen den einzelnen Farmen gereinigt und desinfiziert werden (Lister, 2008).

Reinigung und Desinfektion der Geflügelställe zwischen den Mastdurchgängen stellen ein Schlüsselement der Biosicherheit dar. Vor dem Waschvorgang muss Restfutter entfernt und der Stall entmistet und besenrein gereinigt werden. Es sollten circa 0,4 Liter Desinfektionsmittel pro Quadratmeter ausgebracht werden. Vor der Desinfektion muss der Stall abgetrocknet sein, insbes. am Boden dürfen keine Pfützen/Wasserlachen mehr stehen. Bei unebenem Stallboden sind diese mit einem Schaber abzuziehen. Nur so kann der Verdünnungseffekt durch

Restwasser für die Desinfektionsmittel vermieden werden. Wenn der Stall Nassgereinigt wird, ist auch zu bedenken, dass das Desinfektionsmittel unter Umständen nicht richtig wirkt, da es zusätzlich verdünnt wird (Racicot & Vaillancourt, 2015). Aktuell wirksame Desinfektionsmittel für die Tierhaltung können den aktuellen DVG-Listen entnommen werden.

Im Stallvorraum befindet sich die Hygieneschleuse (Fries, 2017). Diese trennt den sauberen von dem unreinen Bereich im Stallvorraum. Häufig findet man hier eine Bank oder ein vertikal aufgestelltes Brett als physikalische Trennung. In einigen Ställen sind stattdessen Linien auf den Boden gezeichnet. Eine physikalische Trennung findet aber im Allgemeinen eine höhere Akzeptanz (Racicot & Vaillancourt, 2015).

Im Allgemeinen wird eine Leerstandszeit von mindestens 7 Tagen (Fries, 2008), besser 14 Tagen zur Reduktion des mikrobiologischen Drucks empfohlen (Racicot & Vaillancourt, 2015). Außerdem wird empfohlen, immer nur eine Altersklasse auf einem Bestand aufzuziehen und die Betriebsabläufe nach dem All-In und All-Out-Verfahren zu strukturieren, da dadurch Infektionszyklen effektiv unterbrochen werden können (Racicot & Vaillancourt, 2015).

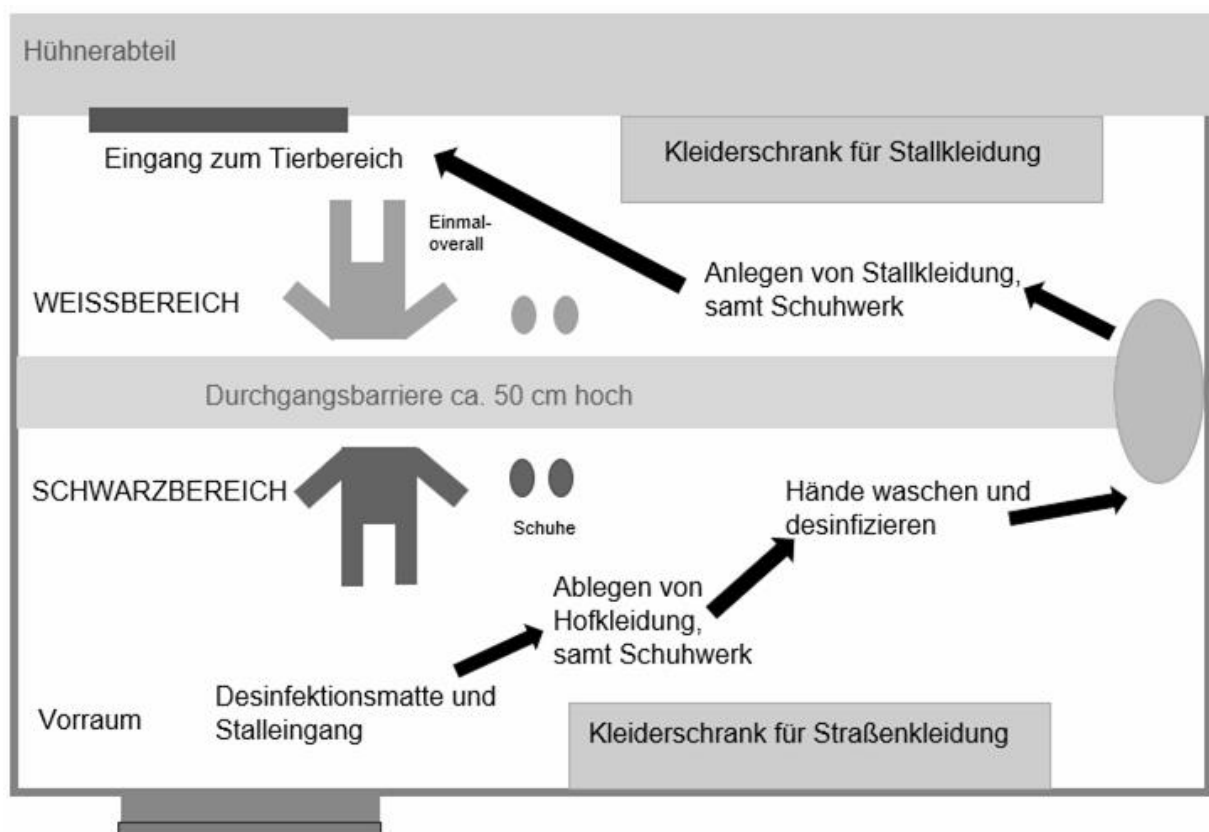


Abb. 5: Beispielhafte Abbildung einer Hygieneschleuse.

2.5.2.3 Das Bestandsbuch

Die Führung eines Bestandsbuchs ist seit Ende September 2001 für alle Halter von Tieren, welche zur Gewinnung von Lebensmitteln dienen, vorgeschrieben. In das Bestandsbuch muss jegliche Anwendung von apotheken- oder verschreibungspflichtigen Medikamenten in einem Tierbestand dokumentiert werden (§2 Tierhalter-Arzneimittelanwendungs- und Nachweisverordnung). Verantwortlich für die Dokumentation ist der Tierhalter (Bayerisches Gesundheitsministerium, 2002).

In das Bestandsbuch müssen folgende Angaben eingetragen werden:

- Anzahl/Art/Identität der therapierten Tiere
- Standort der Tiere (zum Zeitpunkt der Behandlung/Wartezeit)
- Menge/Art der Verabreichung
- Anwendungsdatum
- Wartezeit in Tagen
- Name des Anwenders

(Bayerisches Gesundheitsministerium, 2002)

2.5.2.4 Untersuchung der Stallparameter

Vor den übrigen Parametern wie Licht, Staub, Fütterung, Wasserversorgung und Einstreu kommt dem Stallklima prominente Bedeutung zu. Die Luftzirkulation, der Staubgehalt der Luft, die Temperatur, die relative Luftfeuchtigkeit und die Gaskonzentrationen müssen in einem Bereich gehalten werden, der für die Tiere unschädlich ist (RL 98/58 EG, 1998; TierSchNutzV, 2009).

Nach Keck (1970) gibt es neun Gebote der Stallklimamessung:

1. Klimamessungen sind immer mit einem Arbeitsaufwand verbunden
2. Klimamessungen sollten immer geplant sein
3. Messprotokolle müssen nachvollziehbar angefertigt werden
4. Messungen sollten über einen repräsentativen Zeitraum erfolgen
5. Außenklimamessungen sollten ergänzend zu den Stallklimamessungen durchgeführt werden
6. Welche Geräte sind unerlässlich für eine vollständige Klimamessung und sollten angeschafft werden?
7. Die Wartung der Geräte ist unerlässlich
8. Die Messwerte sollten plausibel sein und der Durchführende haftet für die Richtigkeit der Messwerte
9. Aus den erstellten Messwerten sollten plausible Schlüsse gezogen werden, Spekulationen bzw. Schätzungen sind unangebracht

2.5.2.4.1 Gase

In der Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung (2009) gibt es speziell für das Masthähnchen nur Vorschriften für Ammoniak und Kohlenstoffdioxid.

2.5.2.4.1.1 Ammoniak

Ammoniak ist das Hauptschadgas in der Nutztierhaltung (Hoy et al., 2016; Müller et al., 2017; LGL, unbekannt).

Bei Ammoniak handelt es sich um eine chemische Verbindung aus Stickstoff und Wasserstoff. Die chemische Formel lautet NH_3 . Ammoniak hat folgende Eigenschaften: farblos, gasförmig, stechender Geruch, leichter als Luft und sehr leicht löslich in Wasser (ATSDR, 2011; Hoy et al., 2016; Müller et al., 2017).

Es entsteht bei der Zersetzung und Fermentation von Proteinen in Einstreu und Exkrementen in Masthähnchenställen und kann das Wachstum des Mastgeflügels negativ beeinflussen, respiratorische Erkrankungen verschlimmern oder als Wegbereiter für diverse Infekte und Impfreaktionen agieren (Hoy et al., 2016; Aziz & Barnes, 2010; LGL, unbekannt). So stellten bereits Charles und Payne (1966) fest, dass Broiler unter erhöhten Ammoniakkonzentrationen in der Stallluft geringe Futteraufnahme und bei 100 ppm Ammoniak eine signifikant reduzierte Wachstumsleistung zeigten. (Charles & Payne, 1966).

Quarles und Kling (1974) untersuchten die Auswirkung von Ammoniakexpositionen definierter Konzentration von der 4. bis zur 8. Lebenswoche bei Masthähnchen. Die Tiere wurden zufällig in Gruppen geteilt, welche bei null, 25 ppm (24 h Exposition pro Tag), 50 ppm (12 h Exposition pro Tag) oder 50 ppm (24 h Exposition pro Tag) NH_3 aufgezogen wurden. Alle wurden in der 5. Lebenswoche gegen Infektiöse Bronchitis geimpft. Sie stellten bei der Versuchsgruppe einer Exposition von 50 ppm über 24 h am Tag fest, dass das Körpergewicht reduziert und die Futterverwertung schlechter war. In der 6. und 8. Lebenswoche wiesen beide Versuchsgruppen mit 24- stündiger Ammoniakexposition eine schwere Aerosacculitis auf. Außerdem war die Bakterienbelastung der Luft in den Versuchsgruppen (25 ppm und 50 ppm) deutlich erhöht (Quarles & Kling, 1974).

Ammoniak wird auf Schleimhäuten zu Ammoniumhydroxid umgewandelt, welches zu einer Zellschädigung führt (Müller et al., 2017). Hiervon sind besonders die Flimmerhärchen betroffen, welche sich auf der Oberfläche der Schleimhaut des Atmungstraktes befinden. Ihre Aufgabe besteht im Abtransport von kleinen Partikeln und Keimen in Richtung oral. Außerdem wird eine vermehrte Schleimbildung beobachtet, welcher durch den Verlust der Flimmerhärchen nicht mehr nach oral abtransportiert werden kann (LGL, unbekannt). Dies führt zu einer

Herabsetzung der Lungenclearance, Schadstoffe verbleiben im Atmungstrakt, schädigen die Schleimhaut und Keime können leichter eindringen. Darüber hinaus kann es zur Bildung von Ödemen, Hämorrhagien und Emphysemen in den Bronchien und Alveolen der Lunge kommen, was zu Leistungsdepression führt (Müller et al., 2017; Anderson et al., 1964). Reece et al. (1981) fanden heraus, dass eine 24- stündige Exposition von Broilern während der Aufzucht von 50 ppm NH₃ über einen Zeitraum von vier Wochen zu einer 8 % schlechteren Gewichtszunahme am Ende des Aufzuchtdurchgangs (Schlachtung in der 7. Woche) führte. Außerdem stellten sie eine Reduktion der Körpermasse von 4 bzw. 3 % bei einer Exposition von 25 ppm (24 h) bzw. 50 ppm (12 h/d) fest (Reece et al., 1981).

Außenluft Normalwert	Stallluft Richtwert	Wirkung erhöhter Konzentration
0 Vol %	20 ppm	ab 10 ppm Schleimhautreizung in der Lunge ab 20 ppm Erhöhung der Empfänglichkeit für resp. Erkrankungen ab 25 ppm Reduzierung von Wachstumsrate, je nach Tieralter und Temperatur ab 50 ppm erhöhte Infektionsrate ab 300 ppm Krampfneigung

Tab. 6: Ammoniak und dessen Wirkung auf Broiler/Tiere (nach Aviagen, 2015 und Müller et al., 2016)

In der Masthähnchenhaltung entsteht Ammoniak hauptsächlich aus der ausgeschiedenen Harnsäure (Hoy et al., 2016). In verschiedenen Fütterungsstudien wurde belegt, dass eine hohe Konzentration an stickstoffhaltigem Protein im Masthähnchenfutter über die Verwertungskapazität der Tiere hinaus, zu einer erhöhten Ausscheidung von stickstoffhaltigen Proteinen und Aminosäuren führt. Diese werden dann über bakterielle und fermentative Prozesse zu Stickstoff umgebaut (LGL, unbekannt). Derzeit (2018) erfolgt eine sogenannte Phasenfütterung in der Masthähnchenaufzucht, bei der die spezifischen Nährstoffe, auf die einzelnen Bedürfnisse an die jeweiligen Altersgruppen angepasst werden (LGL, unbekannt). Auf die Phasenfütterung wird im Punkt 2.5.5.7.3 eingegangen.

Weitere Ansätze zur Senkung der Ammoniakbelastung in den Stallungen der Masthähnchen sind ein optimales Lüftungs- bzw. Klimamanagement, die Auswahl des optimalen Einstreusubstrats, das optimale Einstreumanagement, die Durchfallprophylaxe bzw. -behandlung, die

Tränkeinstellung, der Einsatz von effektiven Mikroorganismen, Bodenkalkung und eine optimale Besatzdichte, unter welcher die Umweltbedingungen nicht negativ beeinflusst werden (LGL, unbekannt).

Durch entsprechende Lüftung kann die Entstehung von Ammoniak im Stall zwar nicht verhindert, aber der Gehalt in der Stallluft reduziert werden. Des Weiteren wird die Einstreu trocken gehalten, was ebenfalls zu einer verminderten Entstehung führt. Das gleiche Prinzip gilt bei der Auswahl des Einstreusubstrats. Es sollte sehr saugstark und schnell abtrocknend sein. Beim Einstreumanagement ist auf die Auslage einer geringen Schichtdicke, zum leichteren Durcharbeiten von den Tieren und deshalb rascherem Abtrocknen. Auf die Entfernung nasser bzw. feuchter Stellen ist zu berücksichtigen. Als Substrat sind insbesondere Strohgranulat oder Strohpellets geeignet (LGL, unbekannt).

In der Geflügelhaltung kann eine Durchfallprophylaxe durch das Einmischen von Kräuter- und probiotischen Präparaten geschehen, welche für lebensmittelliefernde Tiere zugelassen sind. Auch das Kokzidienmonitoring ist in diesem Zusammenhang sehr wichtig. Dies sollte durch regelmäßige Kotuntersuchungen und Sektionen erfolgen, um ein auf dem jeweiligen Betrieb den Infektionsdruck zu Monitoren (LGL, unbekannt).

Die Entstehung nasser Einstreu unterhalb der Tränkelinien kann durch undichte Tränkenippel, in der Höhe falsch eingestellte Tränkelinien oder durch einen zu hohen Wasserdruck in den Leitungen hervorgerufen (LGL, unbekannt). Derartige Managementfehler sind sofort abzustellen.

Hohe Ammoniakkonzentrationen wirken signifikant negativ auf die Umwelt. Ammoniak reagiert in der Atmosphäre zu Ammonium und liegt dann in dieser Form im Regenwasser vor. Durch weitere chemische Umwandlungsprozesse entsteht Ammoniumsulfat, welches im Erdboden zu Salpetersäure, Schwefelsäure und Wasser umgewandelt wird. Es kommt zu einer Versauerung des Erdbodens, wodurch Pflanzen und Grundwasser gefährdet werden. (Müller et al., 2017; Unbekannt, 2010).

In der Tierschutz- Nutztierhaltungsverordnung (2009) ist für Masthühner gemessen in Kopfhöhe der Tiere ein Grenzwert von maximal 20 ppm festgelegt worden.

Erfahrungsgemäß besteht die Möglichkeit Ammoniak fortlaufend durch einen speziellen Messfühler in den Tierabteilungen zu dokumentiert. Die Daten werden anschließend mittels elektronischer Übertragung auf dem Stallcomputer angezeigt. Bei Problemen im laufenden Durchgang müssen zusätzlich Ammoniakmessungen durch den betreuenden Tierarzt mittels portablem Gerät durchgeführt werden. Die Geruchsschwelle für Ammoniak liegt unter 10 ppm oder mehr (Berk, 2017).

2.5.2.4.1.2 Kohlenstoffdioxid

In der Tierschutznutztier- Haltungsverordnung (2009) liegt der Grenzwert für CO₂ im Hähnchenstall bei 3.000 ppm.

In der Inspirationsluft liegt der Gehalt von Kohlenstoffdioxid bei 0,03 %. Bei der Expiration kann man einen Gehalt von ca. 3.8 % CO₂ messen. Neben den Tieren sind im Stall auch Fäkalien und Futterreste Quellen der CO₂-Entstehung. Dies ist jedoch vernachlässigbar, da es sich um einen prozentualen Anteil von unter 5 % der Gesamt-CO₂ Menge handelt (Hoy et al., 2016).

Das Atemzugvolumen von einem Huhn liegt durchschnittlich bei 0,03 l pro Atemzug und einem Sauerstoffverbrauch von 0,04 l/min (Müller, unbekannt).

Kohlenstoffdioxid ist farblos, geruchlos, schwerer als Luft und sehr gut wasserlöslich (Hoy et al., 2016; Müller et al., 2017).

Konzentration	Reaktion der Tiere
bis 1 Vol.-%	Keine nachweisbaren Reaktionen
1 bis 2 Vol.-%	Apathie, Fressunlust
etwa ab 4 Vol.-%	Verstärkte Apathie
ab 10 Vol.-%	Bei kurzer Einwirkung Benommenheit, bei Einwirkung über mehrere Stunden Bewusstlosigkeit (Narkoseeffekt)
ab 25 Vol.-%	Nach kurzer Narkose Exitus

Tab. 7: Auswirkungen steigender Kohlenstoffdioxidgehalte auf den Tierkörper (Hoy et al., 2016)

Im Stall werden Werte zwischen 0,1 % und maximal 0,8 % Kohlenstoffdioxid nachgewiesen. Es wird als Indikatorgas herangezogen, um die Qualität der Stallluft und die Stalllüftung zu beurteilen. Es können dadurch Ställe bzw. Stallabteile mit einer zu geringen Frischluftzufuhr identifiziert werden (Hoy et al., 2016; Müller et al., 2017).

Bereits der Schlupfzeitpunkt kann durch unterschiedliche Gehalte von Kohlenstoffdioxid und Sauerstoff beeinflusst werden.

Visschedijk (1968) untersuchte wie sich ein Paraffinüberzug über der Luftkammer von Hühnereiern auf die Gaskonzentration (Sauerstoff- und Kohlenstoffdioxidkonzentrationen) in der Luftkammer während der Bebrütung auswirkt. Die Luftkammer besitzt eine durchschnittliche Größe von 15 % des Eivolumens (Prinzinger et al., 2000). Vor der parafetalen Phase (Zeitraum vor dem Schlupf, in dem fetales Atmungssystem (Chorioallantois) und adultes Atmungssystem (Lunge) parallel für einen kurzen Zeitraum arbeiten; die Phase ist nur bei Vögeln und Reptilien

bekannt (Yadav, 2008)) beinhaltete die Luftkammer 6,4 – 8,5 % O₂ und 7,2 % CO₂ in paraffin-überzogenen Eiern und durchschnittlich 14,2 % O₂ und 5,6 % CO₂ in unbehandelten Eiern. Kurz vor dem Schlupf (parafetale Phase) war der Sauerstoffgehalt in der Versuchsgruppe auf 4,6-6,5 % O₂ abgesunken und der Kohlenstoffdioxidgehalt auf 7,3-7,7 % gestiegen. Die Kontrollgruppen wiesen Werte von 9,0 % O₂ bzw. 6,6 % CO₂ auf. Kurz vor den Schlupf („pipping“ = Durchstoßen der inneren Eihaut („internal pipping“) und der Eischale („external pipping“)) sank die Sauerstoffkonzentration auf 5,2 % und die Kohlenstoffdioxidkonzentration stieg auf 9,1 % in der Kontrollgruppe, während die Versuchsgruppe 8,6 % O₂ und 8,1 % CO₂ aufwies. Er stellte fest, dass erniedrigte Sauerstoff- und erhöhte Kohlenstoffdioxidkonzentrationen während der Brutzeit zu einem früheren Schlupf und einer verkürzten parafetalen Phase der Küken führt (Visschedijk, 1968).

McGovern et al. (2001) untersuchten die Inzidenz von Ascites, die Wachstumsleistung und Herzparameter von Broilern im Zusammenhang mit verschiedenen Kohlenstoffdioxid- und Sauerstoffkonzentrationen während der Aufzucht im Stall. Es wurden jeweils 600 männliche Broiler bei niedrigen CO₂ Werten (600 ppm in Woche 0 und bei 20,9 % O₂; Anstieg auf 2.500 ppm in Woche 6 bei 20,65 % O₂) und hohen CO₂ Werten (6.000 ppm CO₂ und 19,7 % O₂ in Woche 0; Abstieg auf 2.500 ppm CO₂ in Woche 6 und 20,65 % O₂) aufgezogen. Es konnte kein Unterschied von Körpergewicht oder Futterkonsum zwischen den Gruppen festgestellt werden. Des Weiteren wurden keine Unterschiede zwischen den Ascites Scores zwischen den beiden Experimenten festgestellt. Der einzige Unterschied lag in der Ausbildung des rechten Ventrikels. Tiere mit hoher CO₂-Exposition wiesen eine Oberfläche von 50 cm² auf, während Broiler bei niedrigen CO₂- Exposition eine Ventrikeloberfläche von 47 cm² aufwiesen. Sie schlussfolgerten, dass auch bei hohen Konzentrationen in der ersten Aufzuchtwoche nicht zwingend CO₂ bei der Entstehung von Ascites beteiligt ist (McGovern et al., 2001).

Eine sehr lange Exposition in sehr hohen CO₂-Konzentrationen können die Gewichtszunahme von Hähnchen negativ beeinflussen (Reece & Lott, 1980). Reece & Lott (1980) untersuchten den Einfluss verschiedener Kohlenstoffdioxidexpositionen auf die Gewichtsentwicklung kommerzieller Masthähnchen. Von der ersten bis zur vierten Woche der Aufzucht wurden die Tiere bei 3.000 ppm, 6.000 ppm oder 12.000 ppm aufgezogen. Die Kontrollgruppe wurde bei konstanten CO₂-Werten von nicht mehr als 1.000 ppm gehalten. Nach der vierten Woche wurden die Tiere gewogen und sie stellten fest, dass in der vierten Aufzuchtwoche in der Versuchsgruppe von 12.000 ppm CO₂ ein Gewichtsdefizit von 60 g zu bemerken war. Dieses Defizit persistierte bis zum Schlachtzeitpunkt in der 7. Woche. Bei den anderen Konzentrationen konnten keine Unterschiede zwischen der Versuchs- und der Kontrollgruppe festgestellt werden. Des Weiteren wurde in keinem der Gruppen eine abweichende Futterverwertung festgestellt (Reece & Lott, 1980).

2.5.2.4.1.3 Schwefelwasserstoff

Der Grenzwert für Schwefelwasserstoff wurde in der Tierschutz- Nutztierhaltungsverordnung (2009) auf 5 ppm für Kälber und Schweine festgelegt. Aufgrund der hohen Toxizität kann der Grenzwert auf alle anderen landwirtschaftlichen Nutztiere übertragen werden (Hoy et al., 2016). Das Gas entsteht beim anaeroben Abbau von schwefelhaltigen Aminosäuren, wie z. Bsp. Zystein (Hoy et al., 2016).

Schwefelwasserstoff ist farblos, brennbar, reaktionsfreudig, gering wasserlöslich und hat einen äußerst unangenehmen Geruch nach faulen Eiern (Hoy et al., 2016; ATSDR; 2011; Müller et al., 2017). Die Geruchsschwelle liegt bei 0,002-0,15 ppm (Unbekannt, 2013).

Es handelt sich um ein hochtoxisches Gas und entsteht durch Fäulnis schwefelhaltiger eiweißreicher Stoffe. Die Entstehung wird durch hohe Temperaturen begünstigt (Müller et al., 2017).

Konzentration	Reaktion
< 20 ppm	Leistungsbeeinflussung
20 bis 50 ppm	Gesteigerte Erregung, Hustenreiz
50 bis 500 ppm	Erbrechen, Diarrhoe, Lungenödem, Konjunktivitis
500 bis 1000 ppm	Plötzliche Todesfälle, Lähmung des Atemzentrums, Blockierung von Atmungsenzymen

Tab. Auswirkungen von Schwefelwasserstoff auf den Tierkörper. Quelle: Hoy et al., 2016

2.5.2.4.1.4 Messung von Gasen

Für die Messung von Gasen stehen verschiedene und unterschiedlich aufwendige Methoden zur Verfügung. Es gibt nasschemische, gaschromatografische, spektralanalytische und massenspektrometrische Verfahren. Wegen methodischer Schwierigkeiten und des hohen finanziellen Aufwands kommen viele dieser Methoden in praxi nicht zum Einsatz (Hoy et al., 2016).

Die wichtigsten Gase können mittels einer Gasspülpumpe (Handbalgpumpe) und den jeweiligen Prüfröhrchen nachgewiesen werden (Müller et al., 2017; Hoy et al., 2016). Die Anwendung ist relativ einfach und die Methode ist kostengünstig. Als erstes muss die Dichtigkeit der Pumpe geprüft werden. Hierzu wird ein geschlossenes Prüfröhrchen in die Pumpe eingesetzt und der Pumpbalg anschließend zusammengedrückt. Wenn sich der Handbalg nach 10 min nicht entspannt, ist die Pumpe dicht und mit der Messung kann begonnen werden. Anschließend wird das Prüfröhrchen am markierten Ende kurz vor der Messung eröffnet und in Pfeilrichtung in die Pumpe gesteckt. Danach wird exakt so häufig gepumpt, wie auf dem jeweiligen Prüfröhrchen vermerkt ist. Abschließend wird der Wert vom Prüfröhrchen abgelesen und mit den im

Beipackzettel angegebenen Vergleichswerten/Kontrollwerten/Eichwerten verglichen (Hoy et al., 2016). In Praxis findet diese Methode allerdings aufgrund des hohen Zeitaufwands und der Ungenauigkeit kaum noch Anwendung (persönliche Mitteilung, LVBGW, August 2018).

Ein weiteres Messverfahren basiert auf der Sensortechnik (chemisches Verfahren). Allerdings ergeben sich bei dieser Methode einige Nachteile, wie das häufige Kalibrieren mit Eichgasen einer definierten Konzentration, die Membranverschmutzung durch Stallstaub, Querempfindlichkeiten mit anderen Stallgasen, sowie der Sensorverschleiß (Hoy et al., 2016). Dennoch stellt das sensorbasierte Verfahren bei ständiger Verbesserung der Sensortechnik derzeit (2018) den Standard bei der Messung von Gasen dar (persönliche Mitteilung, LVBGW, August 2018).

Gaschromatografische und massenspektrometrische Messmethoden sind Labormethoden und sehr anspruchsvoll in Bezug auf Probennahme, Proben transport, die anschließende Aufbereitung und Auswertung. Aus diesen Gründen werden sie unter Praxisbedingungen nicht angewendet. (Hoy et al., 2016)

2.5.2.4.2 Relative Luftfeuchtigkeit

Gemäß §18 Abs. 3, Satz 4 der Tierschutz- Nutztierhaltungsverordnung (2009) ist festgelegt, dass die durchschnittliche relative Luftfeuchtigkeit (rF) in einem Masthähnchenstall 70 % rF innerhalb von 48 Stunden nicht überschreiten darf, bei einer gemessenen Außentemperatur von unter 10 °C.

Luftfeuchtigkeit ist essentiell zum Leben (Yan et.al, 2017). Zusammen mit Temperatur und Luftgeschwindigkeit bildet sie den thermohygrischen Komplex (LGL, unbekannt). Die relative Luftfeuchtigkeit ist definiert als der Anteil von Wasser in Form von Dampf in der Atmosphäre bzw. Umgebungsluft angegeben in Prozent zur maximalen Sättigungskapazität der Luft (Yan et.al, 2017). Berechnet werden kann sie mit folgender Formel:

$$\text{relative Feuchte in \%} = (\text{absolute Feuchte} \div \text{Sättigungsfeuchte}) \times 100$$

(Richter und Karrer, 2006).

Die relative Luftfeuchtigkeit ist von der Temperatur abhängig (Yan et.al, 2017; Berk, 2008). So hat die Luft bei höheren Temperaturen eine höhere Wasserbindungskapazität als bei niedrigeren Temperaturen (Richter und Karrer, 2006). Ein Beispiel: bei einer Stalltemperatur von 15 °C liegt eine relative Luftfeuchtigkeit von 65 % vor. Dies entspricht bei einer Temperatur von 20 °C einer relativen Luftfeuchtigkeit von 48 %. Trotzdem ist der Feuchtigkeitsgehalt der Luft in beiden Fällen gleich (David, 1976).

Die relative Luftfeuchtigkeit beeinflusst den Wärmehaushalt der Tiere. So führt eine hohe relative Luftfeuchtigkeit, kombiniert mit einer hohen Stalltemperatur speziell bei Geflügel zu einer erschwerten Abgabe von Wärme durch den Tierkörper. Außerdem kommt es bei Erreichen des Taupunkts zur Kondenswasserbildung an Fenstern, Wänden und Decken (Müller et a., 2017).

Zu niedrige Luftfeuchte kann allerdings zur Bildung von Atemgeräuschen (der Staubgehalt in der Luft steigt) (Fries, 2001; Richter und Karrer, 2006) und einer erhöhten Pickneigung der Hähnchen führen (LGL, unbekannt). Gerade bei Ställen mit einer Ganzraumheizung ist darauf zu achten, dass die Luftfeuchtigkeit nicht zu niedrig wird und die Schleimhäute der Tiere austrocknen (LGL, unbekannt)

Je nach eingestellter Rasse werden von den einzelnen Zuchtfirmen Managementempfehlungen veröffentlicht, welche offen im Internet zugänglich sind. Ihnen sind die einzelnen Empfehlungen der einzustellenden Luftfeuchtigkeit je nach Alter der Tiere zu entnehmen. In der Literatur findet man häufig die Angabe, dass die relative Luftfeuchtigkeit in einem Bereich

zwischen 50 bis 80 % eingestellt werden soll (Richter und Karrer, 2006; Hoy et.al., 2016, Müller et al., 2017).

2.5.2.4.3 Luftgeschwindigkeit

Die Luftgeschwindigkeit kann von Geflügel ab einer Geschwindigkeit von 0,3 m/sec als Zugluft empfunden werden. Dies ist aber erheblich von der Temperatur, der Luftfeuchtigkeit und den jeweiligen Tagesbedürfnissen der Tiere abhängig (LGL, unbekannt).

Es sind unterschiedliche Messgeräte im Handel mit welchen die Luftgeschwindigkeit ermittelt werden kann. Allgemein anerkannte mechanische Geräte sind ein Hitzdrahtanemometer, welches eine Luftbewegung ab ca. 0,1 m/s erfassen kann oder das Flügelradanemometer mit einem Messbereich von 0,5 bis 20 m/s (Hoy et al., 2016; BLV, 2009). Hoy et al. (2016) beschreibt zusätzlich das Schalenkreuzanemometer (Messbereich bis 50 m/sec) und elektronische Messgeräte (Messbereich 0 bis 10 m/s). Das Schalenkreuzanemometer funktioniert nach dem Prinzip eines Dynamos. Das verbaute Schalenkreuz wird durch den Luftstrom in Rotation versetzt wodurch der Generator im Inneren des Gerätes angetrieben wird. Durch die Drehung wird eine Spannung erzeugt, welche proportional zu der Luftgeschwindigkeit (m/s) ist. Durch Reibungs- und mechanische Trägheitsverluste lassen sich sehr geringe Luftströmungsgeschwindigkeiten nicht messen. Es ist für Messungen außerhalb des Stalls und in Lüftungskanälen einsetzbar. Das Flügelradanemometer funktioniert nach demselben Prinzip, besitzt aber einen anderen Messbereich (Hoy et al., 2016). Elektronische Messgeräte bieten die Möglichkeit zusätzlich Temperatur und Luftfeuchtigkeit zu erfassen (Hoy et al., 2016). Zur Bestimmung der Strömungsrichtung eignen sich Nebelproben. Dazu können Nebelprüfröhrchen bzw. Strömungsprüfröhrchen verwendet werden (BLV, 2009). Bei Masthähnchen kann Zugluft anhand des Verteilungsmusters der Tiere im Stall erkannt werden. Zugige Stellen werden gemieden (LGL, unbekannt).

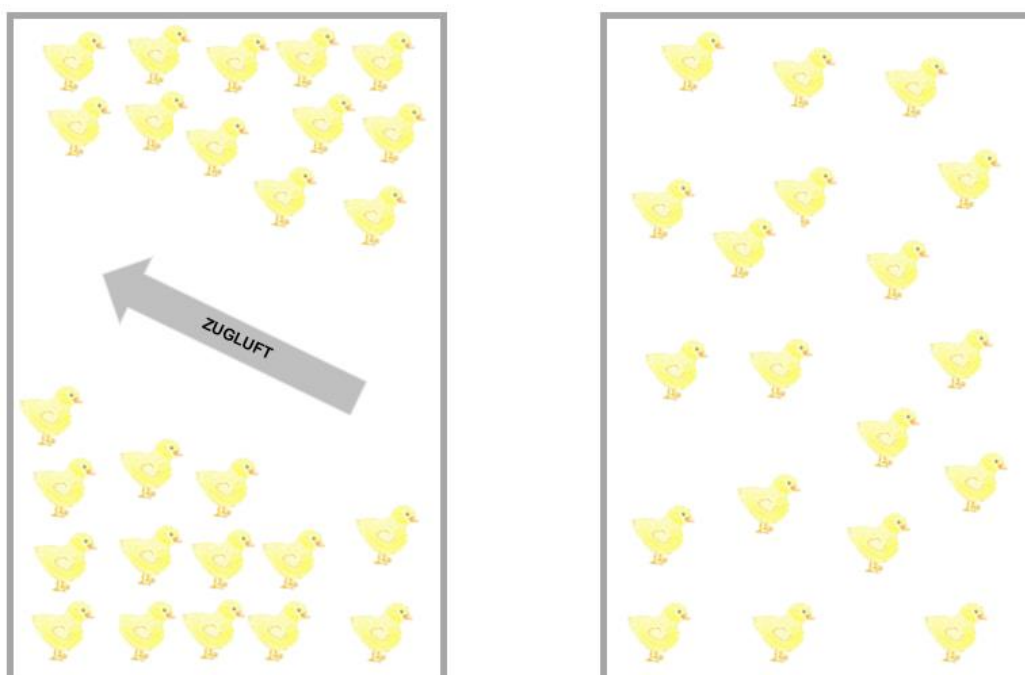


Abb. 6: Links Zugluft; rechts normale Verteilung der Küken/Hähnchen im Stall

2.5.2.4.4 Temperatur

Küken besitzen eine physiologische Körpertemperatur von 39,4 °C bis 41,1 °C (Berk, 2017; Berk, 2008).

Die Temperatur muss immer in Kopfhöhe der Tiere gemessen werden. Generell sollte der Stall zwei bis drei Tage vor der Kükeneinstellung eine Bodentemperatur von 28 °C bis 30 °C aufweisen. Die Umgebungstemperatur sollte in den ersten Tagen 34 °C bis 36 °C betragen (Berk, 2017). Ist die Temperatur zu kalt, wird das aufgenommene Futter zur Aufrechterhaltung der physiologischen Körpertemperatur genutzt und nicht zur gewünschten Körpermassenentwicklung (Berk, 2017). Die empfohlenen Temperaturen sind immer nur als ein ungefährer Anhaltspunkt zu interpretieren, denn die Einstellung der Temperatur muss zusätzlich von der relativen Luftfeuchtigkeit und vom sichtbaren Wohlergehen der Tiere abhängig gemacht werden (Aviagen, 2014).

In den ersten Lebenstagen haben Küken noch kein ausgereiftes System zur Regulierung der Körpertemperatur. Eine einfache visuelle Temperaturkontrolle, ist das Liegeverhalten der Küken. Wenn die Temperatur zu niedrig ist, drängen sich die Küken zusammen. Bei zu hohen Temperaturen liegen sie weit auseinander, bei weiter steigenden Temperaturen werden zusätzlich die Flügel abgespreizt oder deutliche Schnabelatmung gezeigt. Ist die Temperatur optimal, verteilen sich die Tiere gleichmäßig über die gesamte zur Verfügung stehende Stallfläche (Berk, 2017).



Abb. 7: Verteilung der Küken im Stall. Links: Idealtemperatur, Küken sind gleichmäßig über den Stall verteilt in Gruppen zu je circa 30 Tieren; Mitte: zu warm, Küken versuchen in kältere Stallregionen auszuweichen und pressen sich an die Wand; Rechts: zu kalt, Küken suchen die Nähe zueinander und versuchen sich gegenseitig zu wärmen.

Alter in Tagen (d)	Ganzraumheizung in °C	Gasstrahlerheizung in °C	
		Temperatur (in °C) unter dem Strahler	Temperatur (in °C) 2 m vom Gasstrahler entfernt
1	30	32	29
3	28	30	27
6	27	28	25
9	26	27	25
12	25	26	25
15	24	25	24
18	23	24	24
21	22	23	23
24	21	22	22
27	20	20	20

Tab. 9: Stalltemperatur für Broiler. Nach 27 Tagen, sollte die Temperatur bei 20 °C liegen und/oder entsprechend dem Verhalten der Tiere angepasst werden Quelle: Temperaturempfehlungen nach Aviagen (2014).

Alter in Tagen	Relative Luftfeuch- tigkeit in %	Temperatur in °C für Kü- ken von 30 Wochen alten Elterntieren oder jünger	Temperatur in °C für Kü- ken von 30 Wochen alten Elterntieren oder älter
0	30-50	34	33
7	40-60	31	30
14	40-60	27	27
21	40-60	24	24
28	50-70	21	21
35	50-70	19	19
42	50-70	18	18

Tab. 10: Temperatur- und Luftfeuchtigkeitsempfehlungen nach Cobb (2013)

Generell kann man in der Mastgeflügelhaltung zwischen Strahlerheizung und Ganzraumheizung unterscheiden. Die Strahlerheizung erzeugt unterschiedliche Temperaturzonen, wodurch sich die Küken ihre optimale Zone selber wählen können (Berk, 2017; Aviagen, 2014)

Smith et al. (2016) untersuchten den Einfluss einer indirekten vergleichend mit einer direkten Heizanlage auf verschiedene Parameter der Broiler (ROSS 308) während eines Aufzuchtzyklus in 3 verschiedenen Farmen (A, B und C) mit kommerzieller Bodenhaltung. Sie fanden keine signifikanten Unterschiede bei Mortalität, Körpergewichten, Stressreaktionen, Kohlenstoffdioxidkonzentration, Ammoniakkonzentration, Wasserkonsum, relative Luftfeuchtigkeit, Einstreuqualität und der Anwesenheit von *Campylobacter spp.* heraus (Smith, et al., 2016). Der einzige Unterschied bestand in der Konzentration von Kohlenstoffdioxid. In den ersten zehn Tagen wiesen die Abteilungen mit indirekten Heizsystemen durchschnittlich 1391,1700 oder 1325 ppm CO₂ auf, während in den Abteilungen mit direkten Heizsystemen im Durchschnitt 2000, 2041 und 1950 ppm CO₂ gemessen wurden. Es handelte sich um keine Konzentrationen im gesundheitsschädlichen Bereich. (Smith, et al., 2016).

Hitzestress führt beim Geflügel zu einer erhöhten Körperkerntemperatur, was fatale Folgen haben kann (Iyasere et al., 2016). Allgemein ist Hitzestress für schneller wachsende Rassen oder für größere Tiere eine stärkere Herausforderung. Dies liegt daran, dass die Körperoberfläche, durch welche mittels Konvektion und Konduktion Hitze an die Umgebung abgegeben wird, nur dreiviertel so schnell zunimmt wie das Körpergewicht (Teeter & Belay, 1996). Zusätzlich besitzen Vögel keine Schweißdrüsen (Song & King, 2015). Zu den Faktoren, welche die Reaktion der Tiere auf Hitzestress beeinflussen können zählen: das Alter, die Körpergröße, frühere Exposition von Hitzestress und die genetischen Voraussetzungen (Teeter & Belay, 1996). Enthalpiewerte von bis zu 67 kJ/kg KM stellen für Geflügel die kritische Obergrenze dar. Sind diese Werte wetterbedingt zu erwarten, sind Gegenmaßnahmen zu ergreifen um hitzebedingte Verluste auf ein Minimum zu begrenzen. Dies gilt insbesondere für Masthähnchenhaltungen (Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz in Zusammenarbeit mit der Niedersächsischen Geflügelwirtschaft, 2015). Erhöhte Umgebungstemperaturen verursachen bei Broilern eine reduzierte Futteraufnahme, eine niedrigere Gewichtszunahme und eine erhöhte Mortalität (Azad et al., 2010). Eine Studie von Azad et al. (2010) hat den Effekt von chronischem Hitzestress auf das Wachstum und das Auftreten von oxidativen Schäden an verschiedenen Hühnerlinien untersucht. Er hat White Leghorn, sowie Masthähnchen der Rassen COBB und ROSS verwendet. Es stellte sich heraus, dass die schnellwachsenden Hähnchenrassen COBB und ROSS viel sensibler auf Hitzestress reagieren, als die Legerasse. Sie zeigten eine deutlich reduzierte Gewichtsentwicklung (Azad et al., 2010). Aus diesen Gründen empfiehlt das Niedersächsische Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz in Zusammenarbeit mit der Niedersächsischen Geflügelwirtschaft (2015) folgende Maßnahmen in den Sommermonaten, wenn absehbar ist, dass der Enthalpiewert von 67 kJ/kg KM überschritten wird:

- regelmäßiges Abrufen der Wettervorhersage

- permanent eine Person vor Ort im Stall (Überwachung der Geräte und Tiervershalten)
- Luftgeschwindigkeit, gemessen in Kopfhöhe der Tiere, frühzeitig erhöhen
- Einsatz von Kühlungssystemen (hierdurch kann eine Absenkung der Temperatur von 3 - 5 °C erreicht werden)
- Versorgungseinrichtungen regelmäßig prüfen (vor und während Hitzeperioden, insbesondere Alarmeinrichtungen, Lufteinlassöffnungen, Luftleiteinrichtungen, Ventilatoren, Tränkeinrichtungen)
- vorübergehende Beschattung der Lichteinfallflächen
- entsprechende Transportmaßnahmen ergreifen (Stau meiden, Pausen vermeiden, klimatisierte Transporter verwenden, Besatzdichte in den Transportboxen reduzieren)

Beim Vogel werden evaporative und nicht evaporative Mechanismen zur Wärmeabgabe unterschieden (Teeter & Belay, 1996). Nicht evaporative Körperkühlung ist energetisch am effizientesten für den Vogel (Wiernusz & Teeter, 1993).

Vögel können ihre Körperoberfläche vergrößern, indem sie zum Beispiel die Flügel abspreizen und so mehr Oberfläche zur Verfügung steht, welche mit der Umwelt in Interaktion tritt. Zum anderen wird Hitze über den Blutfluss abgegeben (Teeter & Belay, 1996). Der Blutfluss in die peripheren Körperregionen wird gesteigert, während der Blutfluss zu den Organen bzw. zum Körperinneren reduziert wird. So wird mehr Hitze über die Oberfläche abgegeben. Broiler können die Abgabe von Wärme an die Umgebung signifikant erhöhen, indem sie vermehrt atmen (Bottje & Harrison, 1985). Die durchschnittliche Respirationsrate von Masthähnchen in der thermoneutralen Zone liegt bei circa 25 Atemzügen pro Minute (Müller, unbekannt). Bei akutem Hitzestress kann die Respirationsrate auf über 250 Atemzüge pro Minute gesteigert werden (Linsley & Burger, 1964).

Der bestandsbetreuende Tierarzt sollte immer die Plausibilität der Temperaturanzeige im Stallvorraum überprüfen. Ungeeignete Temperaturen können einen verheerenden Effekt auf die Fleischqualität und Gewichtszunahme und damit auf die Wirtschaftlichkeit eines Mastdurchgangs haben.

2.5.2.4.5 Licht

Der Vogel ist ein primär visuell geleitetes Tier. Das Auge ist somit das wichtigste Sinnesorgan für die Tiere (Korbel, 2011). Das Lichtmanagement ist ein kritischer Parameter bei der Aufzucht von intensiv gehaltenen Tieren (Alvino et.al, 2009). Wie Lan et al. (2013) beschreiben, könnte Licht der einflussreichste von allen Umweltfaktoren sein, welchen die Masthühner ausgesetzt werden. Licht beeinflusst den Lebensrhythmus und synchronisiert viele überlebenswichtige Funktionen, wie zum Beispiel die Körpertemperatur. Des Weiteren nimmt Licht einen entscheidenden Einfluss auf den hormonellen Haushalt der Tiere und beeinflusst damit unmittelbar Wachstum, Reproduktion und Verhalten (Lan et al., 2013).

In der Tierschutz- Nutztierhaltungsverordnung (2009) ist vorgeschrieben, dass mindestens 80 % der Stallgrundfläche mit 20 Lux ausgeleuchtet sein müssen, gemessen auf Kopfhöhe der Tiere. Außerdem müssen Masthühnerställe, welche nach dem 9. Oktober 2009 genehmigt oder in Betrieb genommen wurden, eine Fensterfläche von 3 % der Stallgrundfläche aufweisen und die Lichtöffnungen sind so einzubauen, dass sich das Licht möglichst gleichmäßig über die gesamte Stallgrundfläche verteilt. Des Weiteren muss sichergestellt sein, dass spätestens 7 Tage nach der Einstallung und bis zu 72 Stunden vor dem geplanten Schlachttermin ein 24-stündiges Lichtregime geführt wird, welches sich am natürlichen Tag-Nacht-Rhythmus orientiert und mindestens eine 6-stündige ununterbrochene Dunkelphase, exklusive Dämmerungsphasen, gewährleistet.

2.5.2.4.5.1 Lichtqualität

Lichtqualität wird nach Andrews und Zimmermann (1990) anhand von drei Kriterien festgelegt:

1. das tägliche Zeitmuster von Hell- und Dunkelphase(n), die Photoperiode
2. die Lichtintensität und
3. die spektrale Zusammensetzung

Hühner haben ein spezielles visuelles System und können ein breiteres Lichtfarbspektrum wahrnehmen als Menschen (Zhang et al., 2014). Das Hühnerauge ist fähig Licht der Wellenlänge von ca. 380 bis 760 nm zu erfassen (Rozenboim et al., 2012). Aus diesem Grund reagieren Hühner sehr sensibel auf subtile Unterschiede in der Lichtfarbe (Zhang et al., 2014). Des Weiteren besitzen Vögel eine deutlich höhere Flickerfusionsfrequenz als der Mensch. Die Flickerfusionsfrequenz beschreibt das Vermögen Bewegungsabläufe in Einzelbilder aufzulösen. Aufgrund der Fähigkeit zur UV-Perzeption und der Wahrnehmung bis zu sehr hohen Flickerfusionsfrequenzen (bis 180 Bilder/s) ergeben sich erhebliche Konsequenzen für eine tierschutzgerechte und artgerechte Haltung von Vögeln unter elektrischen Lichtquellen. Durch den Einsatz falscher Lichtquellen in der Haltung von Vögeln können Verhaltensstörungen und

damit erhebliche wirtschaftliche Schäden entstehen (Federpicken, ausbleibendes Paarungsverhalten, unzureichende Futteraufnahme etc.) (Korbel, 2011, Korbel, 2012).

2.5.2.4.5.1.1 Photoperiode

Die Gestaltung der Photoperiode hat große Auswirkungen auf die Verhaltensweisen der Broiler. In früheren Jahren wurde davon ausgegangen, dass eine lichtbetonte Photoperiode (sehr lange Hellphase = Photophase, sehr kurze Dunkelphase = Scotophase) zu einer besseren Mastleistung führt, da den Tieren mehr Zeit zur Futter- und Wasseraufnahme zur Verfügung steht (Aviagen, 2014). Doch heutzutage weiß man, dass eine nahezu durchgehende Hellphase einen direkten negativen Einfluss auf das Wohlergehen der Tiere hat, da bestimmte Verhaltensweisen nicht mehr ausgelebt werden. Eine nahezu permanente Hellphase reduzierte das Zeitintervall von Bewegungsverhalten, Erkundungsverhalten, Komfortverhalten und Fressverhalten. Da diese Verhaltenskreisläufe als wichtig für das Wohlergehen der Tiere erachtet werden (Schwean-Lardner et al., 2012; Schwean-Lardner & Classen, 2010) sind diese Veränderungen tierschutzrelevant.

Sun et al. (2017) beschreiben in einer Studie, dass Hähnchen (Cobb 500) mit einem Lichtprogramm von 23 Lichtstunden und einer Dunkelstunde (23L:1D) mehr Zeit mit der Futteraufnahme verbrachten, aber deutlich weniger Zeit mit Komfortverhalten, als Tiere mit einem anderem Lichtregime. Sie verglichen die Leistung, die Schlachtkörperqualität, Gesundheit und Wohlergehen sowie das Verhalten der Tiere unter drei verschiedenen Lichtregimen (23L:1D; 16L:8D und 16L:2D:2L:4D) von Tag 8 bis Tag 42. Sie haben herausgefunden, dass am Ende der Aufzucht das Körpergewicht höher war, als bei Tieren unter einem 23L:1D Lichtprogramm. Des Weiteren verbesserte sich die Futterverwertung. Es wurde geschlussfolgert, dass ein Lichtregime von 16L:2D:2L:4D das Wachstum, die Effizienz der Futteraufnahme, die Schlachtkörperqualität, okuläre Gesundheit und Beingesundheit signifikant positiv beeinflussen könnte (Sun, et al., 2017). Bei gesplitteten Lichtregimen sollte darauf geachtet werden, dass mindestens eine 4 stündige ununterbrochene Dunkelphase enthalten ist (Aviagen, 2014). In Deutschland sind derartige Lichtprogramme allerdings nicht rechtskonform (s. oben).

Die Kornea von Hühnern, welche einer permanenten Lichtbestrahlung während der Wachstumsphase ausgesetzt sind, ist flacher und leichter, verglichen mit Broilern welche unter einem zyklischen Lichtprogramm aufgezogen wurden (Wahl et al., 2011).

Jedoch wird in den ersten Lebenstagen ein Lichtprogramm von 23L:1D empfohlen. Dies soll den Küken bei der Orientierung im Stall helfen und somit eine gute Futter- und Wasseraufnahme in den ersten Lebenstagen sichern (Aviagen, 2014).

Die Gestaltung der Photoperiode kann einen Einfluss auf die Modulierung des Immunsystems der Broiler haben.

So verglichen Onbasilar et al. (2007) den Einfluss eines kontinuierlichen Lichtprogramms (24L:0D) mit einem intermittierendem Lichtprogramm (1L:3D) auf die Broilerperformance, das Vorkommen von tibialer Dyschondroplasie, das Vorkommen tonischer Immobilität, einige Blutparameter (Heterophile:Lymphozyten; Serumglukose, Cholesterol und Triglyzeride) und die Antikörperproduktion. Der Untersuchungszeitraum pro Gruppe betrug 6 Wochen. Die Tiere wurden an Tag 10 und an Tag 27 gegen Newcastle Disease Virus immunisiert. Es wurden 5 Wiederholungen durchgeführt. Sie fanden heraus, dass sich unter dem intermittierendem Lichtprogramm die Futterverwertung verbesserte, die Nervosität der Tiere abnahm und höhere Antikörpertiter gegen das Newcastle Disease Virus vorlagen. Bei den restlichen Untersuchungsparametern wurden keine signifikanten Unterschiede festgestellt (Onbasilar et al., 2007).

Dämmerungsperioden sollten ebenfalls in das Lichtprogramm integriert werden, da sie die Leistung der Tiere positiv beeinflussen können (Aviagen, 2014). Ausreichende Dämmerphasen sind in der Legehennenhaltung gemäß TierSchNutzV gesetzlich vorgeschrieben (§ 14 Abs. 1, 2.). Savory (1976) untersuchte 3 verschiedene Lichtprogramme (24 L:0D; 12L:12D; 12L:12D mit zweistündigen Dämmerungsphasen) und deren Einfluss auf die Wachstumsleistung und die Futteraufnahme. Dämmerungsphasen beeinflussten das Wachstum der Tiere in den ersten 3 Wochen der Aufzucht signifikant positiv. In den folgenden Wochen ließ sich dieser Trend weiter beobachten, allerdings waren die Ergebnisse nicht länger signifikant (Savory, 1976).

2.5.2.4.5.1.2 Lichtintensität

Wie die Photoperiode beeinflusst auch die Lichtintensität die circadiane Rhythmik der Tiere (Blatchford et al., 2012). Die Lichtintensität ist ein häufig regulierter Parameter (Blatchford et al., 2012; Deep et al., 2012).

Laut Blatchford et al. (2012) hat die Veränderung der Lichtintensität den größten Einfluss auf das Verhalten und die Gesundheit von Masthähnchen.

Die Lichtintensität wird mit einem Luxmeter gemessen. Bei der Messung der Beleuchtungsstärke im Stall wird die sogenannte Sechs-Ebenen-Messmethode angewendet. Dabei wird die Fotozelle in alle sechs Raumrichtungen (oben, unten, rechts, links, hinten, vorn) ausgerichtet und jeweils ein Wert ermittelt. Aus den sechs gemessenen Werten wird anschließend der Mittelwert berechnet (Hoy et al., 2016).

Permanente Lichtintensitäten unter 5 Lux können negative Auswirkungen auf die Hähnchenaufzucht haben. Es kann zu einer erhöhten Mortalität, verschlechterten Futterverwertung, reduziertem Körperwachstum/Augenwachstum, einem erhöhten Vorkommen von Sohlenballengeschwüren mit reduzierter Aktivität und reduzierter Ausübung von Komfortverhalten kommen. Des Weiteren wird die physiologische Rhythmik der Tiere gestört, da sie nicht zwischen Tag und Nacht unterscheiden können (Aviagen, 2014). Des Weiteren geht man davon aus, dass niedrige Lichtintensitäten im Aufzuchtstall das sogenannte lichtinduzierte aviäre Glaukom verursachen können. Aus diesem Grund untersuchten Korbel et. al. (2018), ob die Absenkung der Lichtintensität auf unter 20 Lux im Hähnchenstall bis zum Ende der Aufzucht einen messbaren Einfluss auf die anatomischen Strukturen in Hähnchenaugen haben. Die Tiere wurden mittels zwei- und dreidimensionaler Sonographie, sowie mittels optischer Kohärenztomographie untersucht. Untersucht wurden insgesamt 34.700 Broiler der Rasse Ross 308. In der Versuchsgruppe wurde das Licht stufenweise auf 5 Lux reduziert, während die Kontrollgruppe bei den gesetzlich vorgeschriebenen 20 Lux aufgezogen wurde. Die Versuchsgruppe wurde bis zum Tag 10 bei 2 Lux gemästet und ab Tag 12-18 waren die 5 Lux erreicht, welche bis zum Ende der Mast an Tag 42 beibehalten wurden. Sie stellten zwar nur geringgradige morphologische Abweichungen der Augenstrukturen fest, jedoch waren diese signifikant (Korbel et al., 2018).

Blatchford et al. (2009) untersuchten den Einfluss von verschiedenen Lichtintensitäten auf das Verhalten, die Augen- und Beingesundheit und die Funktion des Immunsystems von Broilern. Die Lichtintensitäten betrugen 5, 50 und 200 Lux während der Photophase und 1 Lux in der Scotophase mit einem Lichtregime von 16L:8D. Die Hähnchen wurden von der 1. bis zur 6. Mastwoche in den oben genannten Lichtintensitäten aufgezogen. Wie zu erwarten stellten die Untersucher zum Tierverhalten fest, dass die Tiere in der 5 Lux Gruppe während der Hellphase deutlich weniger aktiv waren als die Tiere in den Gruppen unter 50 und 200 Lux. Das Verhalten in der Hellphase bei 5 Lux glich sich deutlich dem Verhalten der Tiere aller Gruppen während der 1 Lux Dunkelphase an. Es wurde kein Unterschied bei der finalen Körpermasse festgestellt. Bei den Immunparametern konnte fast kein Unterschied zwischen den Versuchsgruppen festgestellt werden (IgG, B- und T-Lymphozyten, Plasmalysosym, Haptoglobin, Stickstoffmonoxid). Nur IgM zeigte eine leichte Erhöhung (Titer von 6,21) bei der Aufzucht unter 50 Lux, verglichen mit der 5 Lux (Titer von 5,78) oder 200 Lux Versuchsgruppe (Titer von 5,92) (Blatchford, et al., 2009).

Deep et al. (2010) untersuchten den Einfluss verschiedener Lichtintensitäten auf das Verhalten und die Tagesaktivität von Broilern der Rasse Ross 308. In den ersten 7 Lebenstagen wurden die Hähnchen bei 23L:1D und 40 Lux gehalten und ab dem achten Lebenstag (17L:7D) bei vier verschiedenen Lichtintensitäten aufgezogen (1, 10, 20 und 40 lx). Zusammenfassend haben sie festgestellt, dass die Tiere bei einer Lichtintensität von einem Lux mehr geruht, weniger

Gefiederpflege und Futtersuche betrieben haben. Jedoch konnten bei allen Lichtintensitäten Unterschiede zwischen der Scotophase und der Photophase bezüglich der Tagesaktivität beobachtet werden (Futter suchen, Ruhen, Trinken, Gehen, Stehen, Gefiederpflege). Sie schlussfolgerten, dass aufgrund der Beobachtungen, die Haltung von Hähnchen bei einem Lux während der Photophase negative Auswirkungen auf das Tierwohl haben kann (Deep et al., 2010).

Während der Dunkelphase sollten nicht mehr als 0,4 Lux gemessen werden (Aviagen, 2014). In Deutschland gibt es für Masthähnchen dazu keine Regelung. Nur für Legehennen beschränkt § 14 Abs. 1, Punkt 2., TierSchNutzTV, die Beleuchtungsstärke während der Dunkelphase auf „weniger als 0,5 Lux“.

2.5.2.4.5.1.3 Lichtspektrum

Vögel nehmen im Gegensatz zu Säugetieren Licht nicht nur mit der Retina, sondern auch über extraretinale Photorezeptoren im Hypothalamus wahr (Dawson et.al, 2001; Rozenboim et.al, 2012).

Das Licht ist einer der wichtigsten Umweltfaktoren für wirtschaftlich gehaltenes Geflügel (Olanrewaju et al., 2016; Sun et al., 2017). LEDs (lichtemittierende Dioden) stellen mittlerweile die bevorzugte Lichtquelle in Hähnchenställen dar (Parvin et al., 2014; Olanrewaju et al., 2016). Als weitere Lichtquellen finden Leuchtstoffröhren Verwendung (Aviagen, 2014).

Olanrewaju et al. (2016) untersuchten die Auswirkungen verschiedener Lichtquellen und Lichtintensitäten auf die Parameter Wachstumsperformance, Schlachtkörperqualität und das Tierwohlergehen bei Hähnchen der Rasse Ross 708. Als Lichtquellen wurden Glühlampen, Kompaktleuchtstofflampen, LEDs und Broiler spezifische LEDs (emittieren ein auf Broiler zugeschnittenes Lichtspektrum) verwendet. Die Lichtintensitäten betrugen während der Photophase 5 oder 20 Lux. Bei dem Versuch konnten bei fast allen untersuchten Parametern keine Unterschiede festgestellt werden. Einzig auf das Körpergewicht, die Gewichtszunahme, das Lebendgewicht und das Schlachtkörpergewicht konnte ein leicht positiver Effekt von LEDs im Vergleich zu Glühlampen festgestellt werden (Körpergewicht: Glühlampen an Tag 56 4,124 kg, LEDs an Tag 56 4,214 kg). LEDs bieten den Vorteil, dass sie deutlich kostengünstiger sind als andere Leuchtmittel (Riber, 2015). Außerdem kann von ihnen auch ein individuelles kurzwelliges Lichtspektrum emittiert werden. Gelb, grün, blau oder Kombinationen aus diesen Wellenlängen sind möglich.

Einige Autoren beschreiben, dass das Lichtspektrum bereits während der Brut einen Einfluss auf die Gesundheit und das Wachstum der Tiere haben kann.

Zhang et al. (2012) beschreiben, dass die Wellenlänge bereits während der Bebrütung einen Einfluss auf die spätere Mastleistung haben kann. Sie inkubierten Bruteier der Rasse Arbor Acres sowohl im Dunkeln (Kontrollgruppe), als auch unter monochromatisch grünem (560 nm) und monochromatisch blauem Licht (480 nm) emittiert von LEDs. Nach dem Schlupf wurden die Tiere unter weißem Licht bei 30 Lux und einer Photoperiode von 23L:1D aufgezogen. Es konnten an den Tagen 21, 35 und 42 der Aufzucht signifikant bessere Aufzuchtleistungen bei Hähnchen nach einer Bebrütung unter grünem Licht festgestellt werden. Das Brustmuskelgewicht war durchschnittlich 50,39 g und der prozentuale Brustmuskelanteil am Schlachtkörper um 1,2 % höher als bei Tieren der anderen Versuchsgruppen. Sie konnten keine Unterschiede bei der chemischen Zusammensetzung des Fleisches oder der sensorischen Fleischqualität feststellen. Sie schlussfolgerten, dass eine Bebrütung unter grünem monochromatischem Licht das Wachstum der Tiere nach dem Schlupf positiv beeinflussen kann (Zhang, et al., 2012).

Halevy et al. (2006) vermuten, dass grünes Licht während der Bebrütung einen stimulierenden Effekt auf die Proliferation und Differenzierung von Satellitenzellen hat. Weiterhin nehmen sie an, dass grünes Licht einen fördernden Effekt auf die gleichmäßige Ausbildung der Muskelfasern nach dem Schlupf hat (Halevy et al., 2006).

Archer (2017) untersuchte den Einfluss von weißem, grünem oder rotem Lichtspektrum im Vergleich zu Dunkelheit während der Bebrütung auf die Schlupfrate und die Gesundheit von Cobb 500 Küken nach dem Schlupf. Er stellte fest, dass signifikant mehr Küken in rotem (90,44 %) oder weißem Lichtspektrum (92,15 %) geschlüpft waren (Vgl. dunkel = 85,96 %; grün = 86,41 %). Grünes Lichtspektrum zeigte keinen signifikanten Einfluss auf die Schlupfrate. In Dunkelheit bebrütete Küken zeigten ein signifikant höheres Vorkommen an Missbildungen als unter den drei getesteten Lichtspektren. Das Mastendgewicht an Tag 45 nach dem Schlupf konnte nicht signifikant durch die verschiedenen Lichtbehandlungen während der Bebrütungszeit beeinflusst werden (Archer, 2017).

Einige Autoren beschreiben, dass Veränderungen des Lichtregimes während der Aufzucht das Mastergebnis von Broilern beeinflussen kann (Sun et al., 2017).

Rozenboim et al. (1999) untersuchten den Einfluss verschiedener monochromatischer Lichtspektren erzeugt von LEDs auf die Wachstumsleistung und die Entwicklung von Broilern der Rasse Anak. Die Aufzucht der Versuchsgruppen erfolgte unter weißem, rotem (660 nm), grünem (560 nm) und blauem (480 nm) Lichtspektrum bei 0,1 W/m². Bereits am dritten Tag nach dem Schlupf waren Küken unter grünem Licht signifikant schwerer als unter allen anderen Lichtspektren. Diese Differenz hielt während des gesamten Versuchszeitraums bis Tag 34 an. Küken unter blauem Spektrum wiesen einen verzögerten Wachstumsschub auf (ab Tag

20). Dann waren bis zum Aufzuchtende an Tag 34 die grüne und die blaue Versuchsgruppe signifikant schwerer als die weiße oder die rote Versuchsgruppe (Rozenboim et al., 1999).

Den gleichen Effekt beobachteten bereits Wabeck und Skoglund (1974). Sie verwendeten Broiler der Rasse Hubbard White Mountain und zogen sie vom ersten Aufzuchttag bis zu einem Alter von 9 Wochen unter blauem, grünem, gelbem, rotem oder weißem Lichtspektrum auf. Sie untersuchten den Einfluss der verschiedenen Lichtfarben während eines Mastdurchgangs auf das Wachstum, die Futterverwertung und die Mortalität der Hähnchen. Auch bei ihnen waren die Broiler unter blauem oder grünem Licht mit einem durchschnittlichen Körpergewicht von 1,77 kg die Schwersten. Hähnchen unter weißem oder gelbem Lichtspektrum wiesen im Durchschnitt nach 4 aufeinanderfolgenden Aufzuchtdurchgängen ein Gewicht von 1,75 kg auf. Die rote Versuchsgruppe zeigte das schlechteste Körpergewicht mit 1,74 kg. Ein Einfluss auf Mortalität oder Futterverwertung konnte nicht festgestellt werden (Wabeck & Skoglund, 1974). Auch Rozenboim et al. konnten keine signifikanten Unterschiede der Mortalitätsrate feststellen (Rozenboim et al., 1999).

Prayitno et al. (1997) untersuchten den Einfluss von Licht verschiedener Wellenlängen auf das Verhaltensmuster von Masthähnchen (Cymru Ross). Sie wurden bei einer Lichtintensität von 30 Lux (23L:1D) in weißem, rotem (650 nm), grünem (550 nm) oder blauem (450 nm) Lichtspektrum vom 8. bis zum 28. Lebenstag aufgezogen. Die Aufzucht unter weißem oder rotem Lichtspektrum führte zu einer erhöhten Bewegungsaktivität. Insbesondere die Verhaltenskreisläufe Laufen, Flügelstrecken und Picken am Boden, verglichen mit den grünen oder blauen Versuchsgruppen wurden vermehrt ausgeübt. Speziell in rotem Licht stellten sie ein erhöhtes Aggressionspotenzial fest. In Licht grüner und blauer Wellenlänge verhielten sich die Tiere ruhiger. Ab Tag 28 war den Tieren die Wahl des Aufenthaltsbereichs unter den verschiedenen Farbspektren freigestellt. Dabei zeigte sich, dass nach einer Woche grün und blau ausgeleuchtete Bereiche gegenüber den rot oder weiß ausgeleuchteten Stellen präferiert wurden (Prayitno et al., 1997).

Einige Autoren beschreiben, dass das Lichtspektrum einen Einfluss auf die Modulation des Immunsystems von Hähnchen haben kann. Zum Beispiel gehen Xie et al. (2008) davon aus, dass Licht grüner und blauer Wellenlänge einen positiven Einfluss auf die Entwicklung des Immunsystems haben kann.

Es gibt eine Vielzahl von Studien die sich mit den Auswirkungen verschiedener Lichtquellen und Lichtprogramme auf die Wachstumsleistung, das Tierwohlergehen, die Fleischqualität und das Muskelwachstum beschäftigen. Viele von ihnen weisen widersprüchliche Ergebnisse auf. Es werden also deutlich mehr Studien gebraucht, um herauszufinden wie verschiedene Lichtquellen und Lichtprogramme die Wachstumsleistung, das Tierwohlergehen, die Gesundheit

der Tiere und die Produktionseffizienz (energiesparende Aufzucht) positiv beeinflussen können (Olanrewaju et al., 2016).

2.5.2.4.6 Staub

„Stallstaub ist ein Gemisch feiner Feststoffpartikel von zumeist organischer Herkunft mit Luft. In Ställen tritt Staub als Schwebstaub oder Sedimentationsstaub auf“ (Hoy, et al., 2016).

Staub kann man anhand unterschiedlicher Parameter einteilen:

1. Herkunft (anorganisch oder organisch)
2. Wirkung auf die Tiere (inert, allergen, fibrogen, toxisch oder kanzerogen)
3. Teilchengröße (lungengängig oder nicht lungengängig)

(Hoy et al., 2016)

Staub in Geflügelställen stellt eine Kombination aus Haut- bzw. Federpartikeln, Kot-, Futter- und Einstreubestandteilen dar. Staubpartikel können als Vektoren fungieren, indem sich an sie potenzielle Pathogene anlagern. Staubpartikel können zusätzlich unmittelbar zu Tracheitis, Bronchitis, Alveolitis und/oder Lungenfibrose beim Menschen führen. In diesem Zusammenhang spricht man von der sogenannten Hühnerhalterlunge (Hartung & Spindler, 2012).

Man unterscheidet Grob-, Mittel-, Fein- und Feinststaub.

Kategorie	Teilchendurchmesser in $\mu\text{m} = 10^{-6} \text{ m}$
Grobstaub	500 – 50
Mittelstaub	50 – 10
Feinstaub	10 – 0,5
Feinststaub	0,5 – 0,1
Lungengängiger Staub	< 5

Tab. 11: Einteilung der Staubfraktionen nach Größe (Richter & Karrer, 2006, Hoy, et al., 2016)

Für das Ausmaß der Schädigung, welche von den Staubpartikeln verursacht werden kann, spielt die Größe eine zentrale Rolle (Richter & Karrer, 2006). Staubpartikel welche eine Größe von $1,7 \text{ mg/m}^3$ oder kleiner aufweisen sind lungengängig (Berk, 2017). In der Geflügelhaltung sind circa 50 bis 70 % der Schwebstaubpartikel lungengängig (Hoy et al., 2016). Staubpartikel bis zu einer Größe von $4,4 \text{ mg/m}^3$ sind einatembar. Sie können zu Erkrankungen der Atemwege oder zu einer unspezifischen Reduktion der Immunabwehr führen (Berk, 2017). Die meisten Keime werden auf Staubpartikeln der Größe von 3 bis $15 \mu\text{m}$ transportiert (Hoy, et al., 2016)

Es gibt 2 Verfahren zur Bestimmung der Mikroorganismen auf den Staubpartikeln. Bei dem Sedimentationsverfahren setzen sich Bakterien-Staub-Partikel auf Agarplatten ab und werden anschließend bebrütet, vermehrt und differenziert (Hoy, et al., 2016). Beim

Impaktionsverfahren wird eine definierte Menge Luft mittels eines Keimsammelgerätes auf eine Nährbodenplatte gedrückt. Die Nährböden werden anschließend wie beim Sedimentationsverfahren bakteriell untersucht. Die Einheit lautet hier koloniebildende Einheiten pro 1 l Luft (Hoy, et al., 2016). Der Keimgehalt in koloniebildenden Einheiten pro Liter Luft ist in der konventionellen Bodenhaltung von Geflügel hoch. Er liegt durchschnittlich bei <5.000 KbE/l Luft. Als tolerierbare Werte werden zwischen 1.500 bis 3.000 KbE/l Luft angesehen (Müller, et al., 2017).

Die Kontrolle der Staubentwicklung in Geflügelställen ist besonders relevant, da die Staubentwicklung hier höher ist als in anderen Tierhaltungen. Des Weiteren wird sie signifikant von der Art der Haltungsform beeinflusst (Takai et al., 1998; Hoy et al., 2016). Weitere Einflussgrößen für den Staubgehalt im Stall stellen:

- Bewegungsaktivität
- Alter bzw. Haltungsdauer
- Fütterungssystem
- Futtermittelkonsistenz (mehlförmig, etc.)
- Einstreuart
- Exkreme
- Stallklima, insbesondere Temperatur und relative Luftfeuchtigkeit
- Luftbewegung und Luftaustauschrate
- Haltungssystem und Stallmanagement

dar (Hoy et al., 2016, Müller et al. 2017).

Die durchschnittlichen Mengen von inhalierbaren und lungengängigen Staubpartikeln in Nutztierhaltungen Nordeuropas lagen in Rinderställen bei 0,38 und 0,07 mg/m³, in Schweineställen bei 2,19 und 0,23 mg/m³ und in Geflügelställen bei 3,60 und 0,45 mg/m³ (Takai et al., 1998). Die durchschnittlichen Staubemissionen unterscheiden sich je nach Jahreszeit. Im Winter lagen die Emissionen von inhalierbarem Staub aus Mastgeflügelställen bei durchschnittlich 1590 mg/h pro 500 kg Lebendgewicht und im Sommer bei 2388 mg/h pro 500 kg Lebendgewicht. Der Unterschied zwischen den Jahreszeiten, kann an den unterschiedlichen Belüftungsraten im Winter und im Sommer liegen. Tageszeitliche Schwankungen der Staubkonzentration in den Gebäuden wurden bei Broilern nicht festgestellt (Takai et al., 1998). Auch Lai et al. (2014) machten ähnliche Beobachtungen. Sie stellten genau das gleiche Ranking für die Staubkonzentration in Tierställen auf: Geflügel > Schwein > Rind. Am häufigsten kamen zähltechnisch Partikel (Partikel/cm³) der Größe 0,25 – 1 µm vor. Aber Partikel von 10 – 32 µm machten den größten Massenanteil aller Partikel aus (Lai, et al., 2014). In Deutschland gibt es zum jetzigen Zeitpunkt noch keine gesetzliche Grundlage, welche eine Höchstmenge an Staub in der Stallluft festlegt (Hoy, et al., 2016).

Durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) werden maximale Arbeitsplatzkonzentrationen für einatembare Stäube von 4 mg/m^3 und für alveolargängige Stäube von $0,3 \text{ mg/m}^3$ festgelegt (DFG, 2017).

Es gibt verschiedene Methoden, um den Staubgehalt in der Luft zu messen. Die einfachste Methode ist die Sedimentationsmethode (Hoy et al., 2016; CIGR, 1992). Hierzu werden an verschiedenen Stellen im Stall horizontale Platten angebracht und der sich auf den Platten abgelegte Staub in seinem Gewicht erfasst (CIGR, 1992). Eine andere Möglichkeit ist die Verteilung von sogenannten Haftfolien im Stall und nach einer bestimmten Zeit, werden die Folien wieder eingesammelt und der Staubgehalt bestimmt (Hoy et al, 2016). Ein weiteres Verfahren, welches nach dem Sedimentationsprinzip arbeitet, ist das Auffanggerät nach Bergerhoff. Es werden Gefäße aus Glas oder Kunststoff verwendet, welche eine nach oben zeigende trichterförmige Öffnung und ein Füllungsvolumen von circa 1,5 l mit einen Öffnungsdurchmesser von 9 cm aufweisen (Unbekannt, Richtlinie 4, 1976). Das Gefäß wird auf einem Pfahl circa $1,5 \text{ m} \pm 10 \text{ cm}$ über dem Boden befestigt. Zu beachten ist, dass die Sammelöffnung zu jedem Zeitpunkt eine parallele Ebene zum Erdboden bildet (Unbekannt, Richtlinie 4, 1976). Nach einer gewissen Zeit, in der Regel 28 Tage (Maier & Albrecht, 2016), wird das Auffanggerät nach Bergerhoff wieder eingesammelt, das Sammelgut eingedampft und der Rückstand gewogen (Unbekannt, Richtlinie 4, 1976). Das letzte Sedimentationsverfahren ist die Objektträgermethode (Müller et al., 2017). Die zweite Möglichkeit zur Gewichtserfassung von Stäuben ist die Impaktion (Müller et al., 2017). Das Prinzip der Impaktion besteht darin, Partikel linear bzw. zentrifugal in einem Luftstrom zu beschleunigen und auf ein flüssiges oder festes Sammelmedium bzw. Nährmedium zu schießen. Es wird dabei ausgenutzt, dass nicht alle Teilchen, aufgrund ihrer unterschiedlichen Größen und damit auch Trägheiten, dem Teilchenstrom folgen können und damit an dem Medium haften bleiben (Krog, 1997). Die bei diesem Prinzip gängigen Verfahren stellen das Konimeter und der Andersen-Sammler dar (Müller, 2017).

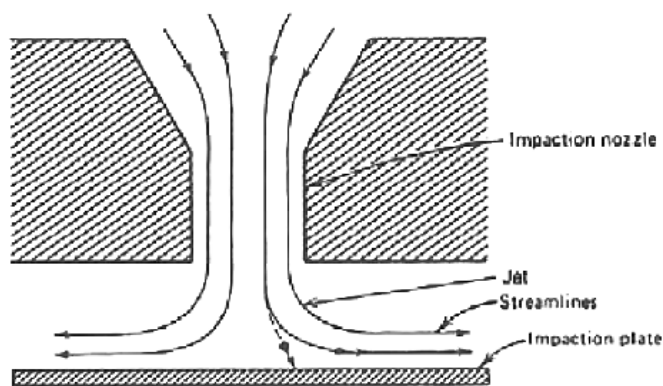


Bild 1. Konimeter, ab 1950. Impaktion der Partikeln auf Glasplatte, Auswertung über ein eingebautes Mikroskop.
impaction nozzle = Düse, jet streamliner = Stromlinien, impaction plate = Glasplatte

Abb. 8: Prinzip der Impaktion (Möhlmann, 2005)

Bei der dritten Methode wird das Prinzip der Streulichtmethode genutzt (Müller, 2017). Das Streulichtphotometer misst die Intensität, des unter dem Partikelkollektiv gestreuten Lichts. Dabei besteht ein direkter Zusammenhang zwischen der Streulichtintensität und der in der Luft enthaltenen Staubkonzentration (Winiwater et al., 2007). Diese Korrelation wird durch die Lichtwellenlänge und den Streulichtwinkel beeinflusst (IFA, 2018). Die Vorteile sind auch hier, dass es sich um eine schnelle Methode handelt, sie zeigt kontinuierlich Änderungen in der Staubkonzentration an und man kann auf die ganze Länge des Stalls betrachtet die Staubkonzentration messen (CIGR, 1992). Streulichtphotometer können gut eingesetzt werden um die Wirksamkeit von Staubminderungsmaßnahmen am Arbeitsplatz, also in diesem Fall im Stall, zu überprüfen durch ihr durchgängiges Messverhalten (IFA, 2018). Ein Nachteil ist, dass der Laser nicht zwischen Staubpartikeln und Wassertropfen unterscheiden kann (CIGR, 1992).

Das vierte Prinzip ist die Filtermethode (Müller, 2017; CIGR, 1992). Das Equipment besteht aus einer Luftpumpe mit einem konstanten Luftstrom von 1,9 l/min und einem Filtergehäuse samt Filter (CIGR, 1992). Es werden Membranfilter oder Kernporenfilter verwendet (Müller, 2017). Die Vorteile dieser Methode sind, dass man exakte Werte in mg/m^3 bestimmen kann und die Luftgeschwindigkeit im Gerät ist auf 1,25 m/sec geeicht. (CIGR, 1992)

Calvet et al. (2009) untersuchte den Einfluss des Lichtprogramms auf die Aktivität der Broiler und die Staubentwicklung im Stallgebäude. Dazu wurden die Tiere bis zum Tag 35 aufgezogen und auf Holzspäne eingestallt. Sie fanden heraus, dass die Aktivität eng mit den Hellphasen verbunden und ein Maximum in der 4. Woche der Aufzucht zu verzeichnen war. Außerdem wurde festgestellt, dass die Staubkonzentration während der Hellphase viermal so hoch war als in der Dunkelphase und ein durchschnittliches Maximum von $2,82 \text{ mg}/\text{m}^3$ in der letzten Woche des Mastdurchgangs gemessen wurde (Calvet et al., 2009).

Einige Masthähnchenställe sind mit Wassersprinklersystemen ausgestattet, um an heißen Tagen eine zusätzliche Abkühlung für die Tiere zu schaffen (Grieve, unbekannt). Erfahrungsgemäß können Wassersprinkler in Broilerställen bei korrekter Einstellung effektiv als Staubreduktionsverfahren genutzt werden. Williams Ischer et al. (2017) stellten bei dem Einsatz von Wassersprinklersystemen in Masthähnchenställen keine Reduktion der Staub- oder Ammoniakkonzentration fest zwischen der Versuchsgruppe und der Kontrollgruppe. Allerdings wählten sie lediglich Wasser. Ihr Sprinklerprogramm sah wie folgt aus: Tag 1-4 kein Sprinkler, Tag 5 – 9 für 5 sec/Stunde, Tag 10 – 14 für 10 sec/Stunde und ab Tag 15 bis zur Schlachtung 15 sec/Stunde. Die Wasserflussrate betrug bei allen Sprinklern 237 ml in 20 sec. (Williams Ischer et al., 2017).

Winkel et al. (2016) untersuchten den Einfluss von Ölspraysystemen und Luftionisationssystemen auf die Staubkonzentration in kommerziellen Geflügelfarmen. Die Reduktion der

Staubkonzentration betrug für PM 2,5 und PM 10 60 % und 53 % bei auf ölbasierten Spraysystemen bei Broilern. Durch das negative Luftionisationssystem konnte bei den Broilern eine Reduktion von 49 % und 68 % für PM 2,5 und PM 10 erreicht werden. Allerdings hatten beide Methoden keinen Einfluss auf die Geruchs- und die Ammoniakemission (Winkel et al., 2016).

Auch Aarnink et al. (2009) untersuchten den Einfluss von Ölspraysystemen (Rapsöl) und Luftionisationssystemen auf die Reduktion der Staubkonzentration von PM 10. Das Rapsöl wurde täglich auf die Einstreu gesprüht in einer Menge von 8 bis 24 ml/m² in Broilerstallungen. Das ölbasierte Spraysystem führte zu einer Reduktion von 55 – 85 % der PM 10 Emission aus Broilerställen. Das Luftionisationssystem reduzierte die Emission von PM 10 in konventionellen Hähnchenaufzuchten im Durchschnitt von 36 % (Aarnink et al., 2009).

2.5.2.4.7 Fütterung

Der Futteraufwand kann in der Masthähnchenhaltung mit einer einfachen Gleichung kalkuliert werden.

$$\text{Futteraufwand} = \frac{\text{Futterverbrauch (kg)}}{\text{Körpermassezunahme (kg)}}$$

(Kamphues & Siegmann, 2012)

Üblicherweise liegt der Futteraufwand in konventionellen Aufzuchtssystemen in kg Futter je kg Zunahme an Körpermasse bei circa 1:1,6 (1,55) in der Kurzmast (Damme, 2017; Berk, 2017). Bei der Mittellangmast liegt die Futterverwertung (kg/kg) aktuell bei 1:1,60 und bei der Langmast bei 1:1,70 (Berk, 2017). Durch die kontinuierliche Gewichtserfassung der Tiere, ist es einfacher die zu erwartende Futteraufnahme abzuschätzen (Kamphues & Siegmann, 2012). Allerdings muss dabei beachtet werden, dass Chedad et al. (2003) herausgefunden haben, dass schwerere Broiler automatische installierte Wiegesysteme seltener besuchen. Sie stellten fest, dass dieses Phänomen insbesondere ab der 5. Aufzuchtwoche zu beobachten war (Chedad et al., 2003). Dies könnte mit der reduzierten Bewegungsaktivität der schnellwachsenden Masthähnchenrassen zusammenhängen. So untersuchten Reiter und Bessei (1998) die Bewegungsaktivität von Broilern unterschiedlicher Herkünfte und Wachstumsraten während der Aufzucht. Sie haben herausgefunden, dass langsam wachsende Broilerrassen eine höhere Bewegungsaktivität bereits ab der ersten Lebenswoche zeigten verglichen mit schnell wachsenden Rassen. Außerdem zeigten sie, dass in der dritten Aufzuchtwoche ein sichtbarer Abfall in der Bewegungsaktivität der schnellwachsenden Rassen zu verzeichnen war, wohingegen sich die langsam wachsenden Tiere noch agil bis in die sechste Woche zeigten (Reiter & Bessei, 1998).

Doyle und Leeson (1989) haben in ihrer Studie festgestellt, dass die Broiler je älter sie wurden, immer mehr Zeit damit verbrachten auf den automatischen Waagen und dem Boden zu ruhen (Doyle & Leeson, 1989). Bereits in der 2. Aufzuchtwoche zeigen Broiler eine Ruhezeit von circa 60 % mit einer Steigerung auf 80 - 90 % zum Ende der Mast (Bessei, 1992).

Während der ersten 10 Lebenstage von Masthähnchen sollte das Futter in Form von Starterpellets gefüttert werden (Aviagen, 2014). Vor der Einstellung gehört es zur Vorbereitung, dass Kükenpapier ausgelegt wird und auf ihm circa 40 g Kükenstarterfutter pro Küken ausgelegt werden. Das Papier sollte circa 80 % der Stallgrundfläche nach Aviagen (2014) bedecken. In der Praxis wird deutlich weniger Futterpapier ausgelegt. Die Verwendung von Kükenpapier ermöglicht den Küken in der neuen Umgebung ein einfacheres Auffinden von Futter in den ersten Lebenstagen. Es ist wichtig bei der tierärztlichen Einstelluntersuchung, den Füllungsgrad der Kröpfe zu überprüfen (Aviagen, 2014). Sind die Kröpfe zwar gefüllt, weisen aber eine

sehr feste Konsistenz auf, kann es sein, dass zum Beispiel die Tränkelinien in ihrer Höhe falsch eingestellt sind und es den Tieren nicht möglich ist Wasser aufzunehmen.

Die Küken sollten circa ab ihrem 7. Lebenstag an das jeweilige installierte Fütterungssystem adaptiert sein (Aviagen, 2014).

Mastgeflügel wird üblicherweise mit Alleinfuttermittel versorgt. Die verschiedenen Konfektionierungen unterscheidet man in:

- Schrot
- Pellets
- Crumbles
- Granulat

(Kamphues & Siegmann, 2012).

Unter einem Einzelfuttermittel versteht man gemäß Verordnung (EG) Nr. 767/2009 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 13. Juli 2009 nach Artikel 3 Absatz 2 Buchstabe (g) „Erzeugnisse pflanzlichen oder tierischen Ursprungs, die vorrangig zur Deckung des Ernährungsbedarfs von Tieren dienen, im natürlichen Zustand, frisch oder haltbar gemacht, und Erzeugnisse ihrer industriellen Verarbeitung sowie organische oder anorganische Stoffe, mit Futtermittelzusatzstoffen oder ohne Futtermittelzusatzstoffe, die zur Tierernährung durch orale Fütterung bestimmt sind, sei es unmittelbar als solche oder in verarbeiteter Form, für die Herstellung von Mischfuttermitteln oder als Trägerstoff für Vormischungen“. Weiter wird in dieser Verordnung unterschieden zwischen Mischfuttermitteln und Alleinfuttermitteln. So sind Mischfuttermittel definiert als „Mischung aus mindestens zwei Einzelfuttermitteln, mit Futtermittelzusatzstoffen oder ohne Futtermittelzusatzstoffe, die zur oralen Fütterung in Form eines Alleinfuttermittels oder Ergänzungsfuttermittels bestimmt sind“. Alleinfuttermittel sind „Mischfuttermittel, die aufgrund ihrer Zusammensetzung für eine tägliche Ration ausreichen“ (Verordnung (EG) Nr. 767/2009).

2.5.2.4.7.1 Futtermittelzusatzstoffe

Unter dem Begriff Futtermittelzusatzstoffe versteht man nach Verordnung (EG) Nr. 1831/2003 des europäischen Parlaments und Rates vom 22. September 2003 „Stoffe, Mikroorganismen oder Zubereitungen, die keine Futtermittelausgangserzeugnisse oder Vormischungen sind und bewusst Futtermitteln oder Wasser zugesetzt werden, um insbesondere eine oder mehrere der in Artikel 5 Absatz 3 genannten Funktionen zu erfüllen“.

Die in Artikel 5 Absatz 3 beschriebenen Eigenschaften beinhalten:

- positive Beeinflussung der Futtermittelbeschaffenheit

- positive Beeinflussung von tierischen Erzeugnissen
- Farbgebung von Zierfischen und Ziervögeln positiv beeinflussen
- bedarfsgerechte Deckung der Ernährung der Tiere
- positive Beeinflussung der Tierproduktion aus ökologischer Sicht
- Tierproduktion (Wohlbefinden und Leistung), Magen- und Darmflora bzw. Verdaulichkeit von Futtermitteln positiv beeinflussen
- eine kokzidiostatische oder histomonostatische Wirkung haben

(Verordnung (EG) Nr. 1831/2003).

In der Geflügelhaltung werden als Futterzusatzstoffe vor allem Enzyme, Probiotika und Präbiotika eingesetzt (Kamphues & Siegmann, 2012).

2.5.2.4.7.2 Fütterungstechnik

Die Fütterungstechnik muss folgende Kriterien erfüllen, damit es eine erfolgreiche Aufzucht wird:

- leichte Futterzugänglichkeit, altersstufenunabhängig
- minimale Futterverluste
- Brustprellungen am Ende der Mast meiden
- leichte und praktikable Reinigung nach jedem Mastdurchgang

(Big Dutchman, 2015)

In der Hähnchenaufzucht unterscheidet man verschiedene Fütterungssysteme. Üblich sind Rohrfutteranlagen mit Rundtrögen. Der Futtertransport bis zu den Trögen erfolgt mittels Schnecken, Spiralen oder Ketten (QS Fachgesellschaft Geflügel GmbH, 2018; Kamphues & Siegmann, 2012; Petermann, 2006).

Unabhängig von der Technik müssen alle Systeme so eingestellt werden, dass für die Tiere optimale Bedingungen zur Futteraufnahme geschaffen sind (Aviagen, 2014). So muss die Troghöhe fortlaufend während der Aufzucht an die Größe der Tiere angepasst werden. Als Richtwert wird die Rückenhöhe der Tiere herangezogen, wobei auch kleinere Masttiere das Futter ohne Probleme erreichen sollten (BMELV, 2012). Sollte dies nicht gewährleistet sein, wird es unweigerlich zu erhöhten Futterverlusten kommen (Aviagen, 2014). Es hat sich herausgestellt, dass der Füllungsgrad der Futtertröge einen entscheidenden Einfluss auf die Futterverluste während eines Mastdurchgangs hat. Man hat herausgefunden, dass es bei einer Füllung bis zum Rand zu Futterverlusten von bis zu 30 % kommen kann, während sich die Futterverluste bei einer Füllung bis zur halben Troghöhe lediglich auf 2 % belaufen (Kamphues & Siegmann, 2012).

Wichtig ist auch die technische Wartung der Fütterungseinrichtungen (Tüller & Allmendinger, 1988). So sollten sie vor jeder neuen Einstellung einmal geprüft werden und mindestens einmal im Jahr durch eine Fachfirma gewartet werden (BMELV, 2012).

Es ist zu beachten, dass die Distanz zur nächsten Futterstelle nie mehr als 3 m betragen sollte (Petermann, 2006; Hoy et al., 2016).

2.5.2.4.7.3 Phasenfütterung

Traditionell werden Broiler mit einer Drei- oder Vierphasenfütterung gemästet (Hauschild et al., 2014). Die Ansprüche von Masthähnchen an die Nährstoffversorgung ändern sich während der Aufzucht aufgrund von verschiedenen Wachstumsrhythmen der inneren Organe, des Skeletts, der Muskeln und der Federn laufend (LGL, unbekannt). Im Allgemeinen werden bei der Kurzmast 3 Phasen unterschieden. Die Phase 1 überdauert den Zeitraum von Tag eins bis Tag 10, die Phase 2 erstreckt sich über den Zeitraum bis zum Tag 28 und bis zur Schlachtung schließt sich die letzte Phase an. Bei der Langmast, schließt sich zumeist eine vierte Phase an (Petermann, 2006).

Derzeit werden vor allem sogenannte RAM- Futtermittel in der Broilermast verwendet (Petermann, 2006). Die Abkürzung RAM steht für rohprotein- und phosphorreduzierte Mischfuttermittel. Die Ausscheidung von Stickstoff hat sich dadurch deutlich reduziert (15-20 %), ebenso deutlich wie die Phosphorausscheidung (30-35 %). Die Stickstoffreduktion hat einen direkten positiven Effekt auf das Stallklima, da der Ammoniakgehalt in der Stallluft dadurch deutlich gesenkt werden kann (Petermann, 2006).

Einige Mäster arbeiten in der zweiten Hälfte der Aufzucht mit einer hofeigenen Weizenbeifütterung, wobei je nach Literaturangabe 10-20 % (Petermann, 2006) oder 5-10 % (LGL, unbekannt) unter das Broilerfutter gemischt werden. Die Weizenbeifütterung soll sich positiv auf Verdauung und Darmgesundheit auswirken (LGL, unbekannt). Petermann (2006) beschreibt, dass die Tiere durch Verfütterung ganzer Körner höhere Aktivitätsphasen zeigten, dass die Muskelmagenaktivität gesteigert wurde und dadurch der Kreislauf der Tiere angeregt wurde.

Neuere Versuche eruieren den Nutzen einer multiphasischen Masthähnchenfütterung. Hauschild et al. (2014) untersuchten die Effektivität eines multiphasischen Fütterungsprogramms mit 14 verschiedenen Rezepturen für Masthähnchen. Die Tiere wurden bis zum 42. Tag aufgezogen. Sie untersuchten dazu die Wachstumsleistung, den Schlachtkörper und die Stickstoffexkretion. Sie fanden heraus, dass die multiphasisch gefütterten Masthähnchen im Vergleich zu den konventionell aufgezogenen Tieren ein höheres Endmastgewicht, eine bessere Tageszunahme und einen größeren Brustmuskel aufwiesen (Hauschild, et al., 2014). Bei

solchen aufwendigen Fütterungsstudien muss neben dem wirtschaftlichen Nutzen auch die Umsetzbarkeit in Praxis beachtet werden.

2.5.2.4.8 Tränkvorrichtung

Der Wasserkonsum gilt als Indikator für das Wohlergehen der Tiere (Manning et al., 2007). Eine optimale Versorgung der Tiere mit Wasser entsprechender Qualität ist eine wichtige Voraussetzung für die Ausschöpfung des Mastleistungspotenzials der Broiler (Big Dutchman, 2015; Petermann, 2006). Die Wasseraufnahme kann als ein Indikator für den Gesundheitsstatus der Herde herangezogen werden (Aviagen, 2014; Bryant, 2016). So nehmen Broiler während der Mast etwa 1,7 bis 1,9-mal mehr Wasser als Futter auf (Petermann, 2006; Kamphues & Siegmann, 2012; Quilumba et al., 2015; Bryant, 2016). Bei Hitze können Broiler sogar bis zu 5-mal so viel Wasser aufnehmen pro kg Körpermasse als Futter (Bryant, 2016). Die Wasseraufnahme nimmt um durchschnittlich 6 % bei jeder Graderhöhung zwischen 20-32 °C und um 5 % bei jeder Erhöhung um 1 °C zwischen 32-38 °C zu. Die Futteraufnahme sinkt um 1,23 % bei jeder Graderhöhung über 20 °C (Bryant, 2016). Eine deutlich erhöhte Wasseraufnahme geht immer mit einer vermehrten Ausscheidung von Flüssigkeit einher und damit mit einer schlechteren Einstreuqualität (Kamphues & Siegmann, 2012). Trotzdem muss die erhöhte Wasseraufnahme bei Hitze gewährleistet sein, da die Thermoregulation zu einem Großteil über die Abatmung von Wasserdampf erfolgt und nur so aufrechterhalten werden kann (Kamphues & Siegmann, 2012).

Der Wasserkonsum kann durch viele verschiedene Faktoren beeinflusst werden.

Vogelassoziierte Faktoren	Wasserqualität	Futterqualität	Stallklimatische Faktoren
Geschlecht	Wasserhärte	Futterzusammensetzung und -eignung	Wassertemperatur
Genetik	Nitrate	Futterart	Wasserdruck
Alter	Gesamt gelöste Feststoffe	Futteraufnahme	Schlecht installierte Regulatoren
Gesundheitsstatus	Mikrobiologische Beschaffenheit	Belastung mit Mykotoxinen	Art des Tränksystems
Aufrechterhaltung der Körpertemperatur			Höheneinstellung der Tränke
			Verschütten von Wasser durch die Vögel

			Undichte Tränke
			Stalltemperatur
			Luftgeschwindigkeit
			Relative Luftfeuchtigkeit

Tab. 12: Faktoren, die den Wasserkonsum beeinflussen (Manning et al., 2007)

Ein Wassermangel der Tiere äußert sich wie folgt: als erstes ist ein Rückgang der Futteraufnahme zu beobachten. Danach wird die renale Ausscheidung von Flüssigkeit reduziert. Schlussendlich kann die Thermoregulation nicht mehr aufrechterhalten werden, es kommt zu einer Hämokonzentration. Letztendlich versterben die Tiere mit Symptomen der Hyperthermie (Kamphues & Siegmann, 2012).

Alle Stoffe, die renal ausgeschieden werden, können indirekt einen Einfluss auf den Wasserkonsum haben. In den modernen Stallungen werden der tägliche Wasserkonsum, die tägliche Futteraufnahme und die Stallinnentemperatur fortlaufend dokumentiert. Dies kann erste Hinweise auf Krankheitsprozesse geben (Kamphues & Siegmann, 2012).

Sehr warmes oder sehr kaltes Wetter kann die Wasseraufnahme beeinflussen (Aviagen, 2014). In den ersten Lebenstagen ist der Wasserkonsum der Tiere relativ niedrig, was zu einer niedrigen Wasserdurchflussrate in den Leitungen führt. Aufgrund der hohen Raumtemperaturen kann das „stehende Wasser“ leicht Temperaturen von 35 °C erreichen. Dies stellt einen idealen Nährboden für Bakterien dar und kann zu einer erhöhten bakteriellen Infektionsrate führen (Bryant, 2016). Ein wichtiger Faktor für die Bekömmlichkeit von Tränkwasser ist dessen mikrobiologische Beschaffenheit (Maharjan et al., 2016). Bezüglich der optimalen Tränkwasertemperatur gibt es sehr unterschiedliche Empfehlungen, z. Bsp. 15 °C bis 21 °C (Aviagen, 2014) oder 10 bis 14 °C (Bryant, 2016).

Maharjan et al. (2016) untersuchten, die Auswirkungen einer täglichen Reinigung der Wasserversorgungssysteme auf Geflügelfarmen mit 0,5 bis 1 ppm freiem Chlor auf die mikrobiologische Besiedlung der Tränksysteme. Das Wassersystem wies mit dem freien Chlor ein Oxidations-Reduktions-Potenzial von ≥ 600 mV am Beginn der Wasserversorgungsrohre auf. Zwischen den Mastdurchgängen wurden die Leitungen mit einem Desinfektionsmittel auf Chlorbasis gereinigt, welches mehr als 1000 ppm freies Chlor aufwies. Das freie Chlor, das Oxidations-Reduktions-Potenzial und der pH-Wert wurden an 3 verschiedenen Entnahmestellen gemessen (Stallvorraum, Beginn der Tränkelinie, Ende der Tränkelinie). Es wurden 20 ml Tropfflüssigkeit pro Probe im Laufe des Durchgangs gesammelt und bakteriologisch, sowie mykologisch untersucht. Sie fanden heraus, dass die tägliche Reinigung mit freiem Chlor half, das mikrobiologische Wachstum in einem hygienisch zufriedenstellenden Bereich zu halten (<

1000 cfu/ml on APC). Allerdings haben sie auch Schwankungen des mikrobiologischen Levels zu verschiedenen Zeiten (Entnahmetagen) und an unterschiedlichen Entnahmeorten festgestellt. Dies könnte mit Schwankungen der Wasserqualität und der Wasserflussrate während eines Durchgangs erklärt werden (Maharjan et al., 2016).

Eine regelmäßige Reinigung der Tränkeinrichtungen führt zu einer verbesserten Herdenleistung in der Mast (Tabalante et al., 2002).

Feddes et al. (2002) untersuchte verschiedene Besatzdichten und deren Einfluss auf den Wasserkonsum von Hähnchen der schnellwachsenden Rasse Ross. Es wurden 5, 10, 15 oder 20 Tiere pro Versuchsabteil und Tränkenippel eingestallt. Die Photoperiode wurde auf 23L:1D für den gesamten Versuchszeitraum festgelegt. Die Besatzdichten betrugen 23,8, 17,9, 14,3 oder 11,9 Hähnchen pro m². Es wurden 2 Versuchsdurchläufe hintereinander durchgeführt. Sie stellten im ersten Versuch an Tag 37 eine signifikant höhere Körpermasse der Hähnchen fest. Dieser Trend konnte auch im 2. Versuchsdurchlauf festgestellt werden, allerdings war die Körpermassenentwicklung hier nicht mehr signifikant. Durchschnittlich zeigten die Tiere die beste Entwicklung mit 1,995 kg bei einer Besatzdichte von 14,3 Tieren pro m². Die höchste Besatzdichte, zeigte die schlechteste Entwicklung des Körpergewichts mit durchschnittlich 1,898 kg. Die Futterverwertung unterschied sich mit durchschnittlich 1:1,71 nicht zwischen den Versuchsgruppen. Der Wasserkonsum stieg allerdings bei höheren Besatzdichten an. Bei 11,9 Tieren pro m² lag er bei 5,093 ml/Tier und bei den anderen Besatzdichten schwankte er zwischen 5,390 und 5,546 ml pro Vogel. Dies zeigt, dass der Wasserkonsum unabhängig vom Futterkonsum ansteigt (Feddes et al., 2002).

2.5.2.4.8.1 Tränktechnik

Als Tränksystem werden grundsätzlich Rundtränken und Nippeltränken unterschieden. In der Broilerhaltung haben sich die Nippeltränken gegenüber den Rundtränken durchgesetzt (Big Dutchman, 2015). Das jeweilige Fassungsvermögen des eingesetzten Tränksystems ist sehr wichtig für die tierärztliche Tätigkeit, wenn zum Beispiel Arzneimittel, Wirkstoffe oder Impfstoffe verabreicht werden sollen (Kamphues & Siegmann, 2012).

Tränkeinrichtungen sollten nie weiter als 2 m von den installierten Futtereinrichtungen entfernt sein (Hoy et al., 2016; Aviagen, 2014). Unabhängig von der Verwendung des Tränktyps müssen sie regelmäßig an die Größe der Tiere in ihrer Höheneinstellung angepasst werden (Aviagen, 2014). Zu niedrig eingestellte Tränkelinien können nasse Einstreu verursachen, zu hoch eingestellte Tränkelinien können zu Restriktion der Wasseraufnahme führen (Aviagen, 2014). In den ersten Lebenstagen wird empfohlen, dass der Rücken der Tiere mit dem Boden einen 35 ° bis 45 ° Winkel bilden sollte. Während des Wachstums der Tiere sollte die

Tränkelinie in ihrer Höhe so angepasst werden, dass sich die Tiere leicht strecken müssen, um zu trinken und der Rücken der Tiere sollte ungefähr einen 75 ° bis 85 ° Winkel mit dem Boden bilden (Aviagen, 2014; LGL, unbekannt).

Heutzutage stellen Nippeltränken den Standard in den meisten Broilerställen dar. Auch viele alte Ställe wurden im Zuge einer Renovierung mit Nippeltränken ausgestattet (Quilumba et al., 2015). Um eine erhöhte Wasserverschwendung bzw. einen erhöhten Wasserverbrauch zu vermeiden, sollte auch der Wasserdruck in den Tränkleitungen regelmäßig, das heißt wöchentlich, angepasst werden (Aviagen, 2014; Quilumba et al., 2015). Junge, frisch eingestellte Broilerküken sollten leicht an Wasser aus den Nippeln gelangen. Damit sie diese aktivieren können, sollte der Druck relativ niedrig eingestellt sein. Dies erhöht allerdings das Risiko, dass Wasser sehr leicht aus den Nippeln tritt und damit wird die Gefahr einer übermäßigen Wasserverschwendung erhöht, welche zu feuchter Einstreu schlechter Qualität führt (Quilumba et al., 2015). Eine weitere Möglichkeit ist die Anpassung des Drucks an die Aktivität der Tiere. In den Dunkelphasen geht der Wasserverbrauch zurück, weshalb es sich dann anbietet den Druck entsprechend anzupassen. Dies sollte nur mit großer Sorgfalt geschehen, da es auf keinen Fall zu einer Restriktion der Wassermenge kommen sollte, welche die Wachstumsleistung der Tiere negativ beeinflussen kann (Aviagen, 2014).

Quilumba et al. (2015) untersuchten den Einfluss verschiedener Wasserflussraten während der Aufzucht von Broilern und deren Einfluss auf die Leistung der Tiere. Sie fanden heraus, dass die Tiere an Tag 35 der Mast mit einer höheren Wasserflussrate in den Nippeln (75 bis 120 ml/min) ein höheres Gewicht aufwiesen, als die Tiere mit einer geringeren Nippelflussrate (50 ml/min). Es konnten keine Unterschiede in Futterkonsum, Futterverwertung oder in der Mortalität festgestellt werden. Außerdem fanden sie heraus, dass es zu Beginn der Aufzucht einen höheren Anteil an Feuchtigkeit in der Einstreu unter den Nippeltränken gab, welches Phänomen aber zum Ende der Mast wieder verschwand. Insgesamt schlussfolgerten sie, dass eine erhöhte Wasserflussrate keinerlei Einfluss auf die Leistung der Tiere hat bezogen auf die Dauer eines Mastdurchgangs.

Zu einem ähnlichen Ergebnis kamen auch Carpenter et al. (1992). Sie untersuchten die Auswirkungen einer hohen Wasserdurchflussrate (2,3 ml/sec) pro Nippel und einer niedrigen Durchflussrate (0,4 ml/sec) auf die Wachstumsleistung (durchschnittliches Körpergewicht), die durchschnittliche Futterverwertung und die durchschnittliche Mortalität der Broiler (Peterson x Arbor Acres). Sie untersuchten 3 Mastdurchgänge und alle wurden in der Sommerzeit durchgeführt. Im ersten Durchgang lag das durchschnittliche Körpergewicht bei 1,87 kg bei hohen Durchflussraten und 1,84 kg bei niedrigen Durchflussraten. Signifikante Unterschiede konnten im zweiten Durchgang hinsichtlich des durchschnittlichen Körpergewichts mit 1,75 kg bei hohen Nippeldurchflussraten und 1,64 kg bei niedrigen Nippeldurchflussraten registriert werden.

Auch die Mortalitätsraten wurden durch die Nippeldurchflussraten signifikant beeinflusst. Die Futterverwertung wurde in keinem Versuchsdurchgang beeinflusst. Carpenter et al. (1992) schlussfolgerten, dass Nippeltränken mit hohen Wasserdurchflussraten ein besseres Mastergebnis erzielen.

Als zweites System kamen früher auch vermehrt Rundtränken zum Einsatz (Quilumba et al., 2015). Bei jungen Broilern (7 bis 10 Tage) sollte der Füllgrad der Rundtränken bis circa 0,6 cm des oberen Randes sein. Bei älteren Tieren sollte die Rundtränke so eingestellt werden, dass die Füllung nur bis 0,6 cm vom Boden der Rundtränke reicht (Aviagen, 2014).

2.5.2.4.9 Einstreu

Laut Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung (2009) muss gewährleistet sein, dass Masthähnchen „ständig Zugang zu trockener, lockerer Einstreu haben, die zum Picken, Scharren und Staubbaden geeignet ist“. Außerdem muss nach jedem Mastdurchgang „sämtliche Einstreu entfernt und der Stall vor der Neubelegung mit sauberer Einstreu versehen“ werden. Vorgaben zu Art und Menge der einzubringenden Einstreu werden nicht gemacht.

Eine gute Einstreu vereint folgende Qualitätsparameter: hohe Saugfähigkeit, geringer Staubeanteil, trocken, biologisch abbaubar und sauber (frei von Fremdkörpern, Schimmel und Mykotoxinen). Sie dient als Isolierschicht gegen die aufsteigende Kälte vom Boden und sollte ein günstiges Mikroklima schaffen. Außerdem muss sie das aus den Exkrementen der Tiere und von den Tränken stammende Wasser binden (KTBL, 2009; DLG, 2014; Berk, 2008; Berk, 2017). Außerdem sollte sie eine krümelige Struktur aufweisen, um Kontaktdermatitiden (Sohlenballengeschwüre oder Brustblasen) vorzubeugen (DLG, 2014; KTBL, 2009; Berk, 2017).

Nicht imprägnierte Weichholzhobelspäne oder gehäckseltes, gemulchtes oder gemahlenes Stroh (Weizen-, Gersten- oder Roggenstroh) haben sich als Einstreumaterial bewährt. Allerdings ist bei der Verwendung von Stroh darauf zu achten, dass dieses nicht mit Staub, Pilzen oder Sporen belastet ist, sodass das noch nicht vollständig funktionsfähige Immunsystem der Küken überlastet wird (KTBL, 2009; Berk, 2008; Berk, 2017). Gerade in Süddeutschland kommen auch vermehrt lose oder gepresste Dinkelspelzen (KTBL, 2009) zum Einsatz. Weitere Einstreumaterialien sind das sogenannte SoftCell® oder einwandfreie Maissilage. Bei letzterem besteht allerdings das Risiko einer Belastung mit Aspergillus Sporen (DLG, 2014; Berk, 2008). Als ungeeignet haben sich Torf oder Sägemehl erwiesen, da diese eine sehr hohe Staubentwicklung zeigen (KTBL, 2009).

Die Einstreuhöhe variiert je nach Einstreuart, sollte aber möglichst niedrig gehalten werden, damit die Tiere diese gut durcharbeiten können was zum ständigen Abtrocknen der Einstreu beiträgt (DLG, 2014; KTBL, 2009). KTBL (2009) empfiehlt allgemein eine Einstreuhöhe von 2 bis 4 cm, was circa 0,8 bis 1 kg Einstreu pro m² Stallgrundfläche entspricht. Laut Berk (2017) sollte eine Einstreuhöhe von 3 bis 5 cm angestrebt werden und je nach Einstreuart die Menge pro m² festgelegt werden. So empfiehlt sie bei Stroh circa 0,8 bis 1,0 kg pro m² Stallgrundfläche und bei Hobelspänen etwa 600 bis 800 g je m² Stallgrundfläche (Berk, 2017). Es gibt Hinweise, dass sich eine geringere Einstreutiefe positiv auf die Sohlenballengesundheit auswirkt (Berk, 2017).

Die Einstreu sollte eine Feuchte von 30 % bis 35 % niemals überschreiten (KTBL, 2009; Berk, 2017; Redmann & Lüders, 2012). Damit eine gute Einstreuqualität garantiert ist und die Anforderungen der Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung (2009) erfüllt werden, muss sie an

feuchten Stellen entfernt und nachgestreut werden, was oft nach dem Vorgreifen bei der sogenannten Splittingmast praktiziert wird. Dabei ist es empfehlenswert, dass das nachzustreuende Material bereits bei der Einstallung vorrätig im Stall aufbewahrt wird (BMELV, 2012).

Nach Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung (2009) ist vorgeschrieben, dass der Halter die Tiere zweimal pro Tag in Augenschein nehmen muss. Dies wird auch vom Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (2009) empfohlen, um die Funktionstüchtigkeit der Futter- und Tränkanlagen, sowie der Heizung und Lüftung zu gewährleisten, da diese im Havariefall einen großen Einfluss auf die Qualität der Einstreu haben.

Ein weiterer zu berücksichtigender Aspekt ist, dass sich Broiler innerhalb eines Stalls oder eines Stallabteils nie gleichmäßig verteilen. Sie bevorzugen oft die Bereiche entlang der Wände und nicht die Mitte des Stalls (Newberry & Hall, 1990; Buijs, et al., 2010). Das Phänomen, dass sich mehr Broiler in der Nähe der Wände befinden als im Zentrum des Stalls, scheint aber von der Besatzdichte abhängig zu sein. So fanden Arnould und Faure (2003) in ihrer Studie heraus, dass sich in der vierten Mastwoche bei einer Besatzdichte von 15 Hähnen pro m² mehr Tiere entlang der Wände aufhielten. Im Gegensatz dazu befanden sich die Tiere bei einer Besatzdichte von 2 Tieren pro m² mehr im Zentrum (Arnould & Faure, 2003). Es gibt drei Theorien, weshalb sich die Broiler vermehrt in der Nähe der Wände aufhalten (Buijs, et al., 2010). Buijs et al. (2010) hat diese drei Theorien genauer untersucht und kam zu dem Schluss, dass dieses Verhalten bei hoher Besatzdichte auf die Vermeidung von Konflikten innerhalb der Tiergruppe am wahrscheinlichsten erscheint. Die anderen Theorien gaben je nach Besatzdichte die Suche nach Schutz vor einem Beutegreifer an der Wand oder die Suche nach Schutz vor einem Beutegreifer im Zentrum an (Buijs, et al., 2010). Aus der Praxis wird regelmäßig berichtet, dass bei zu hohen Stalltemperaturen die Nähe zu den Stallwänden wegen des dort kühleren Mikroklimas gesucht wird.

Eine ungleiche Verteilung der Tiere führt zwangsläufig zu stellenweise sehr hohen Besatzdichten. Dies kann mit einer Minderung des Wohlbefindens und einer Gesundheitsgefährdung der Tiere einhergehen, da es zum vermehrten Auftreten von Kontaktdermatitiden durch die Verschlechterung der Einstreuqualität kommen kann (Bassler, et al., 2013).

Feuchte Einstreu ist ein komplexes tierschutzrelevantes Thema. Sie beeinflusst in negativer Weise das Tierwohlergehen, die Herdengesundheit, die Lebensmittelsicherheit und die Produktivität/den Erlös einer Aufzucht (Dunlop, et al., 2016).

Es gibt viele Faktoren, welche durch den Feuchtigkeitsgehalt der Einstreu beeinflusst werden oder welche den Feuchtigkeitsgehalt der Einstreu beeinflussen können. Dazu zählen unter anderem das Außenklima, die relative Luftfeuchtigkeit im Stall, Fütterung und Tränke, das Herdenmanagement, Lüftung, Heizung und Kühlung, der Stalltyp, das Tränksystem und der Gesundheitsstatus der Tiere (Dunlop, et al., 2016). Vor allem Grad und Ausmaß von

Pododermatitiden in einer Herde stehen meist in direkter Korrelation zum Auftreten von Einstreufehlern (Shepherd & Fairchild, 2010; Redmann & Lüders, 2012).

Futterrezeptur bzw. Fehlmischungen können den Feuchtegehalt in der Einstreu erhöhen. Beispielsweise kann die Verfütterung von kaliumreichem Sojaschrot zu einer gesteigerten Ausscheidung von Wasser über die Exkremente führen, durch die kaliumbedingte forcierte Wasseraufnahme (Redmann & Lüders, Managementfehler, 2012). Gleiches gilt aus Praxiserfahrung für die Verfütterung von Futtermischungen mit erhöhtem Salzgehalt. Vermehrtes Auftreten von Kontaktdermatitiden wie Pododermatitis oder Hock Burns stellt ein großes wirtschaftliches Problem dar, denn die Hühnerfüße werden vermarktet und haben alleine im Jahr 2008 einen Umsatz von 280 Millionen US Dollar in den USA erwirtschaftet (Shepherd & Fairchild, 2010).

Des Weiteren führt die feuchte Einstreu zu einem erhöhten Gehalt an Ammoniak in der Stallluft. Dieser hat eine reizende Wirkung auf die Schleimhäute der Atemwege und Konjunktiven. Dies kann ein Trigger für Atemwegsinfektionen sein oder sogar bis zur Erblindung von Tieren führen (Redmann & Lüders, Managementfehler, 2012).

Feuchte Einstreu fördert zusätzlich das Wachstum von Mikroorganismen, die dann beim Scharren, Picken und Sandbaden direkt von den Tieren aufgenommen werden. Außerdem verschmutzt das Gefieder der Tiere beim Ruhen und beim Versuch, das Sandbadeverhalten auszuüben. Dies stellt ein erhebliches hygienisches Risiko für Geflügelschlachtereien dar, da dadurch erhebliche Mengen an Fäkalbakterien in die Brühkessel und Rupfmaschinen eingetragen werden. Aus all diesen Gründen müssen immer dringend die Ursachen von Einstreu-problemen ermittelt und abgestellt werden (Redmann & Lüders, Managementfehler, 2012).

Fehlerhaftes Tränkemanagement und Stallklimamanagement werden als die wichtigsten Ursachen für die Entstehung feuchter Einstreu erachtet (Dunlop, et al., 2016).

2.5.3 Tiergesundheit

2.5.3.1 Anamnese im Stallvorraum

Bei der Diagnostik in der Geflügelhaltung steht immer das Tierkollektiv im Vordergrund. Die Anamnese nimmt bei der tierärztlichen Beurteilung eines krankhaften Geschehens in einem Bestand eine zentrale Rolle ein. Sie ist grundsätzlich vor Betreten des Tierraums durchzuführen. Der Tierarzt muss immer abwägen, ob vereinzelte Todesfälle repräsentativ für den Gesundheitsstatus der Herde sind (Autorenkollegium, 2012).

Allgemein kann man bei der Anamnese konstante und variable Daten unterscheiden (Rautenschlein & Ryll, 2014; Autorenkollegium, 2012). Zu den konstanten Daten gehören:

- Betriebsart/-größe
- Anzahl der Stallungen/Stallabteilungen und deren Einrichtung
- Art der Haltung
- Futterbevorratung, Fütterungstechnik und Anzahl der Futterplätze
- Art und Technik der Tränkwasserversorgung
- Betriebspersonal und Tierbetreuung

Konstante Daten müssen in der Regel nur einmalig erhoben werden, da sie nicht veränderlich sind (Autorenkollegium, 2012; Rautenschlein & Ryll, 2014).

Die variablen Daten sind zu erfragen oder aus der vorliegenden Betriebsdokumentation zu entnehmen. Zu ihnen zählen:

- Tierherkunft, Tieralter, Anzahl der Tiere und Einstellungsdatum
- Futterzusammensetzung, Verwendung von Zusatzstoffen, Futterwechsel/Phasenfütterung
- Lichtregime
- Durchführung von Schutzimpfungen (Art, Zeitpunkt)
- Krankheitsgeschichte des Bestands
- Vorbehandlungen

All diese Daten sind veränderlich und müssen deshalb bei jedem Mastdurchgang bzw. Bestandsbesuch neu erhoben werden (Autorenkollegium, 2012; Rautenschlein & Ryll, 2014).

Des Weiteren sollten in der Anamnese aktuelle Veränderungen berücksichtigt werden, wie zum Beispiel Veränderungen in der Futter- oder Wasseraufnahme, Tierverluste im Kontext zum zeitlichen Verlauf, Beobachtungen und Vermutungen des Halters, allgemeiner Verlauf der Aufzucht, sowie die letzte Futterlieferung (Autorenkollegium, 2012).

2.5.3.2 Herdenuntersuchung

Bei der Herdenuntersuchung muss der Stalldurchgang in Ruhe und ohne hektische Bewegungen ausgeführt werden. Die Tiere dürfen keinesfalls aufgeschreckt werden um Verletzungen durch Übereinanderlaufen oder im Extremfall Erdrücken in den Stallecken zu verhindern (Autorenkollegium, 2012; Redmann & Lüders, 2012). Deshalb wird vor Betreten der Stallung das Licht auf das Mindestmaß gedimmt, unter dem für den erfahrenen Tierarzt die klinische Untersuchung noch effektiv durchführbar ist. Dadurch werden die Tiere für die erforderliche Zeit ruhiggestellt (Redmann & Lüders, 2012). Für die zusätzliche regelmäßige Inaugenscheinnahme, z. Bsp. durch den Tierhalter gibt es in den meisten Ställen Fenster im Vorraum, sodass man die Tiere und vor allem auch deren Verteilung beurteilen kann, ohne sie durch Lärm oder Bewegung aufzuschrecken.

Folgende Parameter werden bei der Herdenuntersuchung erhoben:

- Ruheverhalten der Herde sowie von Einzeltieren
- Verteilung der Tiere im Raum
- Ausbildung des Gefieders und Verschmutzungsgrad des Gefieders
- Uniformität/Ausgeglichenheit der Herde bzw. Entwicklungszustand
- Futter- und Wasseraufnahme
- Schätzung des Anteils kranker Tiere
- Kotbeschaffenheit/Einstreubild
- Lautäußerungen (Achtungspfeiff)

(Rautenschlein & Ryll, 2014; Autorenkollegium, 2012).

2.5.3.3 Einzeltieruntersuchung

Bei Indikatortieren oder krankheitsverdächtigen Tieren muss während der bzw. im Anschluss an die klinische Herdenbeurteilung eine Einzeltieruntersuchung durchgeführt werden. (Autorenkollegium, 2012).

Bei der Einzeltieruntersuchung werden folgende Parameter erhoben:

- der Ernährungszustand (palpieren der Brustmuskulatur)
- Gefiederzustand (Mauser → Daunenkleid wird durch Deckfedern ersetzt zwischen der 2. und 4. Lebenswoche (Siegmann et al., 2012)), Sauberkeit des Gefieders
- Ständer, Zehen, Sprunggelenke, Fußballen
- Augen, Nares, Schnabelhöhle
- Palpation von Kropf und Abdomen, Adspektion der Kloake

(Autorenkollegium, 2012).

2.5.3.4 Pathologisch-anatomischer Untersuchungsgang beim Broiler

Zu einer vollständigen Bestandsbetreuung eines Masthähnchenbestands zählt auch die Durchführung einer pathologisch-anatomischen Untersuchung von Verendeten oder von Indikatortieren (Rautenschlein & Ryll, 2014). In Deutschland ist eine Sektion im Tierbestand verboten gemäß § 10 des Tierische Nebenprodukte-Beseitigungsgesetzes (2004) und ausschließlich dem amtlichen Tierarzt vorbehalten. Der betreuende Tierarzt entnimmt und transportiert deshalb die entsprechenden Kadaver zur weiteren Untersuchung und Beprobung zum zugelassenen ZerleGERaum der Tierarztpraxis.

Vor jeder pathologisch-anatomischen Untersuchung muss als erstes die Geschichte des Bestands erfasst werden. Es sollten auf jeden Fall folgende Daten aus der vorliegenden Betriebsdokumentation (Bestandsbuch/Stallkarte) und durch Erfragen beim Landwirt erhoben werden:

- Alter der Tiere
- Geschlecht
- Rasse
- klinische Symptome des Einzeltiers
- Erkrankungsgeschichte
- Vorbehandlungen/Impfungen
- Art/Qualität von Futter und Wasser
- Gesamtzahl der Tiere im Bestand
- Alter/Zahl der Tiere im erkrankten Abteil/Stall
- Anzahl der erkrankten Tiere insgesamt
- klinische Herdensymptome

(Brown et al., unbekannt)

Eine korrekt durchgeführte pathologisch-anatomische Untersuchung und Probenahme erhöht die Wahrscheinlichkeit der Stellung einer richtigen Diagnose (Department of Agriculture and Food, unbekannt).

Als Standardbesteck werden Handschuhe, Skalpelle, Pinzetten, Messer, Sonden und Scheren benötigt (Department of Agriculture and Food, unbekannt; Ceva Sante Animale, 2007).

Bevor ein lebender Broiler pathologisch-anatomisch untersucht werden kann, muss das Tier tierschutzgerecht getötet werden. In Deutschland darf auch eine diagnostische Tötung nur nach vorhergehender Betäubung durchgeführt werden (TierSchG, 2009; TierSchIV, 2012; Verordnung (EG) Nr. 1099/2009). Die Betäubung mittels „Stumpfer Schlag auf den Kopf“ (einfaches Betäubungsverfahren) darf abweichend von Anhang I Kapitel I Tabelle 1 Nummer 6 der Verordnung (EG) Nr. 1099/2009 zur Betäubung von Küken auf dem Betrieb vor einer

Nottötung oder der Selektion durch den Tierarzt zur post mortem Untersuchung genutzt werden. Allerdings dürfen mit diesem Verfahren von einer Person pro Tag höchstens 70 Tiere betäubt und getötet werden (Verordnung (EG) Nr. 1099/2009). Dies darf aber nur bei Geflügel mit einem Lebendgewicht von bis zu 5 kg durchgeführt werden (Verordnung (EG) Nr. 1099/2009) und ist mit einem geeigneten Gegenstand und mit ausreichend Kraft durchzuführen. Bei Masthähnchen ist der Genickbruch eine zulässige Tötungsmethode außerhalb des Schlachthofs zum Zwecke der Nottötung (Anhang I Kapitel I Tabelle 1 Nummer 5 der Verordnung (EG) Nr. 1099/2009). Die Nottötung ist in der Verordnung (EG) Nr. 1099/2009 als die Tötung von verletzten oder kranken Tieren definiert, welche erheblichen Schmerzen oder Leiden unterliegen und für die es keine angemessene Möglichkeit gibt, diese Schmerzen oder Leiden zu lindern (Artikel 2 Buchstabe d der Verordnung (EG) Nr. 1099/2009).

Es bedarf eines kräftigen Schlages auf den Hinterkopf, sodass die Bewusstlosigkeit des Tieres unmittelbar eintritt. Hierzu kann ein Schlagstock oder eine Tötungszange verwendet werden. Im Anschluss muss das Genick gebrochen werden zwischen dem Occiput und dem ersten Halswirbel. Dies geschieht manuell durch zervikale Dislokation oder besser mittels einer Tötungszange. Hierbei handelt es sich um eine Tötung ohne Blutentzug (Autorenkollegium, 2012). Um zu kontrollieren, ob es sich um eine erfolgreiche Tötung handelt, müssen folgende Parameter kontrolliert werden:

- Fühlbarkeit der vollständigen Trennung der Knochen im Genickbereich
- der Hals sollte erschlafft sein
- Es sollte eine Spalte bei der Dislokation gefühlt werden. Diese Lücke wird sich mit Blut füllen und der Tierkörper wird beginnen sich spastisch/krampfend zusammenzuziehen

(Cobb, 2015).

Bei der Tötung mit Blutentzug wird das Tier ebenfalls, wie oben beschrieben, in einen Zustand der Bewusstlosigkeit versetzt und anschließend die Vena jugularis bzw. die Arteria carotis communis im kaudoventralen Bereich des Wangenlappens durchtrennt. Das steril gewonnene Blut kann dann für eine Serologie und ggf. für eine hämatologische Untersuchung genutzt werden (Autorenkollegium, 2012). Allerdings wird eine Tötung mit Blutentzug im Haltungsbetrieb aus Gründen der Biosicherheit und Seuchenprophylaxe von vielen Kollegen in der Geflügelpraxis abgelehnt.

Nach tierschutzgerechter Betäubung mit anschließender Tötung erfolgt die äußere Untersuchung des Tierkörpers. Bei der Adspektion wird besonderes Augenmerk auf das Gefieder, die äußere Haut (Verkratzungen), Bürzeldrüse, Schleimbeutel, Konjunktiven, Lider, Augen,

äußeres Ohr, Kopfanhänge, Extremitäten und Kloake gelegt (Autorenkollegium, 2012; Cobb, 2015; Brown et al., unbekannt).



Abb. 9: Verkratzungen seitlich am Oberschenkel. Unterhautvereiterungen und hoher Verwurf am Schlachthof möglich.



Abb. 10: Kontrolle Schnabelhöhle, Nares, Augen.

Daran anschließend erfolgen Eröffnung des Tierkörpers und Zerlegung, also die eigentliche pathologische Untersuchung.

Es gibt drei verschiedene Möglichkeiten mit der pathologischen Untersuchung bei einem Masthähnchen zu beginnen. Bei der ersten Methode wird der Schnabel geöffnet und eine scharfe Schere im Schnabelwinkel angesetzt. Der Untersuchende präpariert sich entlang einer Halsseite und paramedian an der Crista sterni entlang zur Kloakenöffnung (Autorenkollegium, 2012). Alternativ kann der Untersucher kaudal der Carina sterni eine kleine Hautinzision setzen und die Haut nach kranial abpräparieren (Autorenkollegium, 2012; Cobb, 2015; Nyaga et al., 2014). Als dritte Methode wird beschrieben, die Haut in der Schenkelfalte einzuschneiden und sich dann vorsichtig nach medial, sowie kranial und kaudal vorzupräparieren (Ceva Sante Animale, 2007; Brown et al., unbekannt). Als erstes werden Unterhaut, Muskulatur, Fettgewebe und Bursa sternalis beurteilt. Kurz danach werden die Femurköpfe exartikuliert und gleichzeitig kontrolliert (Autorenkollegium, 2012; Cobb, 2015; Ceva Sante Animale, 2007; Department of Argiculture and Food, unbekannt; Nyaga et al., 2014).



Abb. 11: exartikulierter Femurkopf

Anschließend wird ein Hautschnitt entlang des Tibiotarsus, direkt unterhalb des Kniegelenks vorgenommen. Die Haut wird zur Seite präpariert damit die Wachstumsfugen beurteilt werden können (Cobb, 2015). Routinemäßig sollte bei einigen Tieren immer das Tibiotarsalgelenk eröffnet werden. Führt man dazu einen Schnitt durch das Gelenk in einem Winkel von circa 30° bis 45 ° aus, so stellt sich eine Schnittfläche der Epiphyse dar. An dieser kann sowohl die Mineralisation des Tibiakopfes, die Ausprägung der aufgelagerten Knorpelschicht, als auch die pathologische Veränderung einer TD (Tibiale Dyschondroplasie) beurteilt werden. Zusätzlich kann an der Kaudalseite des Intertarsalgelenks (Sprunggelenk), welches vom Tibiotarsus und dem Tarsometatarsus gebildet wird (Maierl et al., 2009), eine nach distal gerichtete Inzision gemacht werden, um die Sehnen beurteilen zu können (Cobb, 2015; Nyaga et al., 2014). Abschließend wird ein Gelenk eröffnet (Brown et al., unbekannt). Die Synovia sollte sich als klare, leicht klebrige Flüssigkeitsansammlung im Gelenkspalt darstellen (Cobb, 2015). Im Falle sicht- oder palpierbarer Umfangsvermehrungen sind betroffene Gelenke zusätzlich zu eröffnen. Daran schließt sich i.d.R. eine Tupferung der veränderten Synovia zur bakteriologischen Untersuchung oder zum Virusnachweis an.

Anschließend wird die Muskulatur der seitlichen Bauchwand samt Rippen mit einem dorsal angesetzten und kranial gerichteten Schnitt durchtrennt. Dadurch lässt sich vorsichtig das Brustbein nach kranial klappen (Brown et.al, unbekannt; Autorenkollegium, 2012; Department of Argiculture and Food, unbekannt; Ceva Sante Animale, 2007; Nyaga et.al., 2014). Es muss darauf geachtet werden, dass beim Heben des Brustbeins gleichzeitig die Luftsäcke der kranialen Leibeshöhle sowie die Bifurkation beurteilt werden, da sie bei dieser Prozedur zerreißen und folglich schlecht bzw. nicht mehr beurteilbar sind (Autorenkollegium, 2012; Department of Argiculture and Food, unbekannt; Ceva Sante Animale, 2007; Brown et. al, unbekannt; Nyaga et.al., 2014).

Außerdem ist darauf zu achten, dass Organe, wie Leber, Herz, Lunge oder die Gallenblase nicht mit Schere oder Messer verletzt werden (Cobb, 2015). Abschließend werden die freiliegenden Organe der Leibeshöhle beurteilt (Autorenkollegium, 2012; Corrie Brown et.al., unbekannt). Fallen hierbei Abnormalitäten auf den Oberflächen der Organe auf, sollten nun sterile Tupfer genommen werden, bevor mit dem nächsten Schritt begonnen wird (Ceva Sante Animale, 2007; Nyaga et.al., 2014).



Abb. 12: Eröffnung von Brustkorb und Leibeshöhle

Nach Durchtrennung der Herzbasisgefäße wird das Herz samt Herzbeutel entfernt (Autorenkollegium, 2012; Department of Argiculture and Food, unbekannt; Nyaga et.al., 2014). Herz- und Herzbeutel werden anschließend durch einen Sagittalschnitt eröffnet und beurteilt (Autorenkollegium, 2012; Brown et.al., unbekannt; Nyaga et.al., 2014).

Nach Entfernung des Herzens liegt der Syrinx frei. Es handelt sich um die letzten geschlossenen Trachealringe bevor die Trachea sich in die beiden Hauptbronchien spaltet (König et al., 2009). Die Trachealaufzweigung sollte immer eröffnet werden und auf Veränderungen untersucht werden (Cobb, 2015).

Der Ösophagus wird direkt vor dem Drüsenmagen durchtrennt. Danach werden alle anhaftenden Bänder und Luftsäcke durchtrennt und das Darmkonvolut samt Leber und Milz nach Durchtrennung im Coprodaeum entfernt (Autorenkollegium, 2012; Department of Argiculture and Food, unbekannt; Brown et.al., unbekannt; Nyaga et.al., 2014). Bei der stumpfen Durchtrennung der Luftsäcke ist darauf zu achten, dass sie klar und frei von Auflagerungen sind (Cobb, 2015). Leber und Milz werden vom Konvolut abgetrennt, wobei auf die Erhaltung der Gallenblase geachtet werden muss. Die Darmschlingen werden vom Gekröse abgesetzt und die einzelnen Darmabschnitte bestimmt (Autorenkollegium, 2012).

Anschließend werden der Drüsen- und der Muskelmagen eröffnet. Der Muskelmagen und der Drüsenmagen werden auf Erosionen und Ulzerationen kontrolliert (Brown et.al., unbekannt; Cobb, 2015; Nyaga et.al., 2014). Eine Erosion ist nur in der Membran (Koilschicht) vom Muskelmagen sichtbar, während eine Ulzeration deutlich tiefer reicht und noch nach Entfernen der Koilschicht in der Tiefe der Muscularis zu finden ist (Cobb, 2015).

Folgend werden die einzelnen Darmabschnitte untersucht. Generell unterscheidet man beim Vogel, analog zum Säuger, den Dünndarm (Intestinum tenue), bestehend aus Zwölffingerdarm (Duodenum), Leerdarm (Jejunum) und Hüft darm (Ileum) und den Dickdarm (Intestinum crassum), bestehend aus zwei Blinddärmen (Caeca) und dem Mastdarm (Rectum) (König et al., 2009).

Der Zwölffingerdarm beginnt am Ostium pyloricum des Muskelmagens und bildet dann die Ansa duodeni, mit einer Pars descendens und einer Pars ascendens in deren Mitte die Bauchspeicheldrüse (Pankreas) eingelagert ist. Anschließend geht der Zwölffingerdarm mit der Flexura duodenojejunalis in den Leerdarm über. Der Leerdarm legt sich genau wie der Hüft darm in Schlingen. Den Übergang zwischen Leerdarm und Hüft darm bildet das Meckel-Divertikel (Diverticulum vitellinum). Allerdings findet man zwischen den beiden Darmteilen keinen strukturellen Unterschied. Das Meckel-Divertikel als Rest des embryonalen Dottersackgangs ist bei ca. 60% der Hühner prominent ausgebildet und auf den ersten Blick augenscheinlich (König et al., 2009).

Am Übergang zwischen dem Mastdarm und dem Hüft darm befinden sich die beiden gegenständigen Blinddärme. Die Hühner besitzen besonders große Blinddärme, an deren Basis sehr viel lymphatisches Gewebe eingelagert ist. Es handelt sich hierbei um die sogenannten Tonsillae caecalis (König et al., 2009).

Nach der Bestimmung der Darmabschnitte wird der gesamte Darm in voller Länge aufgeschnitten (Autorenkollegium, 2012; Cobb, 2015). Beurteilt werden soll die Farbe der Schleimhaut, der Inhalt und das Vorhandensein von Schleim (Mucus) (Cobb, 2015). Bei einem gesunden Broiler ist die Schleimhaut blass rosa und der Darm beinhaltet verdauliches Futter (Cobb, 2015). Bei den Caeca muss auf die Tonsillen geachtet werden. Bei einem Normalbefund sind sie nicht gerötet oder vergrößert (Cobb, 2015).

Anschließend liegt der weitgehend eviszerierte Tierkörper vor dem Untersucher.

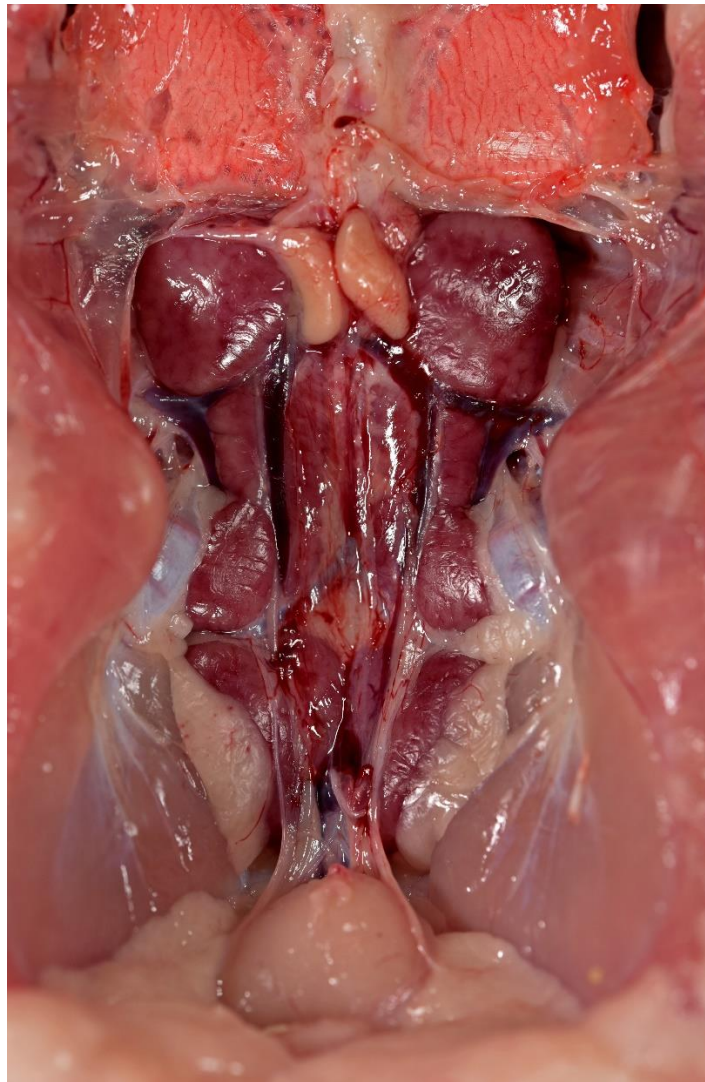


Abb. 13: Blick auf die Lungen, Hoden, Nieren und Bursa cloacalis

Beim Ablösen der Nieren aus dem Synsacrum ist adspektorisch das Sakralgeflecht zu beurteilen (Autorenkollegium, 2012; Cobb, 2015; Brown et.al., unbekannt; Nyaga et.al., 2014).

Am Endokrinium werden die Nebennieren, Schild- und Nebenschilddrüse, der Thymus sowie das Pankreas beurteilt (Autorenkollegium, 2012).

Zur Beurteilung des Immunsystems gehört die Palpation bzw. die Herausnahme samt Inzision der Bursa cloacalis und das Freilegen des Thymus (Autorenkollegium, 2012; Cobb, 2015; Nyaga et.al., 2014). Die Bursa sollte auf ihre Größe (z. Bsp. zu klein oder zu groß für das Alter der Tiere, Ödeme, Verstreichen der Bursafalten) und ihre Farbe (Hämorrhagien, generelle Rötung etc.) untersucht werden (Cobb, 2015).

Das Immunsystem des Vogels ist anders aufgebaut, als das des Säugers. Als Besonderheiten besitzen die Tiere der Klasse (Aves):

- Lymphherzen (Cor lymphaticum)
- Perlenkettenkonfiguration der lymphatischen Transportgefäße

- Bursa cloacalis (Bursa Fabricii), Peyersche Platten, Caecaltonsillen

In der Bursa cloacalis werden die B-Lymphozyten der spezifischen Immunabwehr gebildet, welche beim Säuger im Knochenmark formiert werden (Budras et al., 2009, König et al., 2009)

Beim Atmungssystem ist insbesondere auf den Sinus infraorbitals zu achten. Bei Verdacht auf Infektionen wird der Oberschnabel zur Beurteilung abgesetzt (Autorenkollegium, 2012; Department of Argiculture and Food, unbekannt; CEVA, 2007; Brown et.al, unbekannt; Nyaga et.al., 2014).

Des Weiteren werden Larynx, Pharynx, Trachea, Syrinx (Autorenkollegium, 2012; CEVA, 2007; Brown et.al, unbekannt; Nyaga et.al., 2014) und die Primärbronchien eröffnet bzw. beurteilt (Autorenkollegium, 2012). Abschließend wird die Lunge stumpf von der Brustwand abpräpariert (Autorenkollegium, 2012; Nyaga et.al., 2014). Nach Entfernen beider Lungen werden die Rippen auf Rachitis oder andere Abnormalitäten untersucht (Cobb, 2015).

Abschließend sollte das Gehirn freigelegt werden um es zu beurteilen und gegebenenfalls Proben zu nehmen (CEVA, 2007; Brown et.al., unbekannt; Nyaga et.al., 2014).

2.6 Lerntheorien

Es wurde eine Vielzahl unterschiedlicher Lerntheorien und -modelle entwickelt, welche versuchen Lernprozesse zu beschreiben bzw. zu definieren. Im Folgenden sollen die drei klassischen Lerntheorien des Behaviorismus, Kognitivismus, sowie des Konstruktivismus kurz erläutert werden.

2.6.1 Behaviorismus

Der Behaviorismus beschreibt eine verhaltensorientierte Lerntheorie. Ursprung dieses Modells sind u. a. die Anfang des 20. Jahrhunderts von Pawlow (1849-1936) durchgeführten Versuche zur Beeinflussung des Speichelflusses von Hunden. Durch klassische Konditionierung koppelte er einen unbedingten, unkonditionierten Stimulus (Futter) mit einem unbedingten, unkonditionierten Reflex (Speichelfluss des Hundes). Wiederholt koppelte er den unkonditionierten Stimulus mit einem ursprünglich neutralen Stimulus (Geräusch einer Glocke). Wenn nun der Glockenton auch in Abwesenheit des Stimulus Futter erklang, zeigte der Hund trotzdem einen deutlichen Speichelfluss (Imhof, 2016).

Auch auf Menschen wurde die Theorie des Behaviorismus angewendet. Watson und Rayner (1920) untersuchten die Konditionierung von einem 9 Monate alten Jungen namens Albert. Ihm wurden verschiedene Tiere angeboten, unter anderem eine weiße Ratte, ein Affe und ein Kaninchen. Albert zeigte zuerst keine Angst auf diese neutralen Reize hin. Dann begannen die Forscher Albert die Ratte zu zeigen und immer, wenn er sie nahm, lösten sie einen lauten Knall aus. Albert erschrak und fing an zu weinen. Im Anschluss an die Konditionierung legten sie in die Ratte vor ohne einen Knall auszulösen. Albert begann bei dem bloßen Anblick der Ratte zu weinen (Watson & Rayner, 1920).

Die Theorie der operanten Konditionierung wurde von Skinner (1904-1990) entwickelt. Bei diesem Ansatz werden natürliche Verhaltensweisen durch eine gezielte Bestärkung (Belohnung) oder Bestrafung (Konsequenz) modelliert (Imhof, 2016). Das Tier wird in einer sehr reizlosen Umwelt gehalten, wie zum Beispiel in einer Box. Die Box hat glatte Wände, nur an einer Seite befindet sich ein Hebel. Durch Betätigen des Hebels erhält das Tier Futter (Belohnung). In der ersten spontanen Phase des Experiments betätigt das Tier zufällig den Hebel, mit der Zeit wird es aber lernen, dass es durch einen gezielten Druck auf den Hebel eine Belohnung bekommt (Skinner, 1938).

Der Lernansatz des Behaviorismus markierte die Grundlage in der Anfangszeit des computerbasierten Lernens in den 60er und 70er Jahren. Es wurden die Prinzipien der Informationsdarbietung, der Stellung einer Aufgabe oder Fragestellung und der Erfolgskontrolle angewendet.

Dabei wurde größerer Wert auf das Feedback bzw. die Erfolgskontrolle gelegt (Skinner's Ansatz Lernen durch Erfolg und Belohnung) (Dittler, 2011).

2.6.2 Kognitivismus

Die etwa gleichzeitig entstandene Lerntheorie des Kognitivismus stellt die Untersuchung mentaler Prozesse in den Vordergrund (Imhof, 2016). Kognitive Prozesse sind Vorgänge, durch welche ein Individuum Kenntnisse bzw. Erkenntnisse von seiner Umgebung erlangt. Grundlage dieser Lerntheorie stellt die Informationsverarbeitung dar, wobei Wissen erlangt, aber auch verändert werden kann. Es werden drei Phasen der Informationsverarbeitung unterschieden. In der Selektionsphase werden wichtige Informationen von unwichtigen selektiert. Dazu ist ein hohes Maß an Konzentration und Aufmerksamkeit notwendig. Bei der anschließenden Organisationsphase werden die Informationen geordnet und mit Informationen aus dem Langzeitgedächtnis, sowie untereinander verknüpft. In der abschließenden Integrationsphase werden die neuerlangten Wissensaspekte in das bereits vorhandene Wissen integriert (elaboriert) und dauerhaft in das Langzeitgedächtnis übertragen (Imhof, 2016).

Das sozial-kognitive Lernmodell nach Bandura beschreibt Lernvorgänge, beruhend auf einer Verhaltensbeobachtung von Vorbildern (Modellen). Er unterscheidet dabei 2 verschiedene Phasen und 4 Prozesse. Die erste Phase (Aneignungsphase) besteht aus dem Aufmerksamkeitsprozess und dem Gedächtnisprozess (Behalten). Der Lernende richtet hierbei zuerst gezielt seine Aufmerksamkeit auf ein Modell und kodiert die gewonnene Information anschließend symbolisch als auch sensorisch. In der sich anschließenden Phase 2 (Ausführungsphase) wird zwischen dem motorischen Reproduktionsprozess und dem Verstärkungs- bzw. Motivationsprozess unterschieden. Als erstes wird das beobachtete Verhalten des Vorbilds motorisch nachgeahmt und anschließend auf eine Bestärkung durch die Umwelt gewartet. Bandura unterscheidet hierbei 4 verschiedene Formen der Motivation:

- Externe Verstärkung (Belohnung statt Bestrafung)
- Stellvertretende Verstärkung (das Modell wird belohnt und dies wird beobachtet)
- Direkte Selbstverstärkung (Selbstbelohnung)
- Stellvertretende Selbstverstärkung (Modell belohnt sich, Beobachter registriert dies)

(Sandweg, 2017)

Durch die Verschiebung des Schwerpunktes von der Erfolgskontrolle zur Informationsdarbietung fand die Lerntheorie des Kognitivismus Einzug in die computerbasierten Lernprogramme. Bei dieser Theorie stand nicht mehr die bloße Angabe der richtigen Antwort im Mittelpunkt, sondern der Lernende sollte durch ein strukturiertes Programm die Fähigkeit erwerben,

Zusammenhänge zwischen den einzelnen Lerninhalten aufzubauen und dadurch die Kompetenz der Problemlösung zu erlangen (Dittler, 2011).

2.6.3 Konstruktivismus

Die Lerntheorie des Konstruktivismus gewinnt seit den 1980er Jahren zunehmend an Bedeutung. Sie wurde in Amerika entwickelt. Konstruktivistische Lernansätze entwickelten sich zuerst in der Soziologie, Pädagogik, Psychologie und in den Kognitionswissenschaften aus der Kritik der Lernansätze des Behaviorismus und des Kognitivismus heraus (Hoidn, 2010). Die ersten konstruktivistischen Ansätze wurde von Jean Piaget (1896-1980) entwickelt. Hervorstechende Merkmale des Konstruktivismus gegenüber des Behaviorismus‘ und des Kognitivismus‘ sind, dass Eigenständigkeit und sozialer Charakter des Lernenden einen erheblichen Einfluss auf den Lernprozess haben (Imhof, 2016). Lernen ist einem Konstruktionsprozess unterworfen, welcher durch sinnesphysiologische, neuronale, kognitive und soziale Prozesse verknüpft mit eigenen Erfahrungen beeinflusst wird. Diese Theorie geht davon aus, dass sich der Lernende eine eigene Repräsentation der Welt schafft. Somit ist es stark von Lernenden selbst abhängig, welche Informationen er unter bestimmten Bedingungen verarbeitet (Sandweg, 2017).

2.7 E-Learning und webbasiertes Lernen

Der Begriff E-Learning stellt einen „Oberbegriff für alle Varianten der Nutzung digitaler Medien zu Lehr- und Lernzwecken“ dar (Kerres, 2013). Es ist dabei unwichtig, ob es sich um über digitale Datenträger basiertes oder webbasiertes Lernen und Lehren handelt (Kerres, 2013). Das wesentliche Element stellt heutzutage das WBT, also Web Based Training, dar (Erpenbeck et al., 2015).

Generell unterscheidet man computerbasierte Lernprogramme („computer based training“, CBT) und internetbasierte Lernprogramme („web based training“, WBT) (Kerres, 2013). Unter computerbasierten Lernprogrammen versteht man lokal, ohne Unterstützung durch das Internet auf einem PC ablaufende interaktive Anwendungen (Kerres, 2013). CBT sind auf dem Markt in Form von CD-ROMs oder DVDs (Höpflinger et al., unbekannt; Schuster & Gagrica, 2014). Auch als Download sind computerbasierte Lernprogramme erhältlich (Schuster & Gagrica, 2014). Unter webbasierten Lernprogrammen versteht man dementsprechend interaktive Anwendungen, welche mit Hilfe des Internets bearbeitet werden können (Kerres, 2013).

E-Learning stellt einen selbstregulierten Lernprozess dar (Kerres, 2013) und verfolgt das Ziel, selbstgesteuertes oder selbstorganisatorisches Lernen zu fördern bzw. zu fordern (Erpenbeck et al., 2015).

Der Lernende kann den Ort (ortsunabhängig), die Lernzeit (tageszeitunabhängig), die Lerngeschwindigkeit und den Lernstil selbstbestimmend gestalten (Erpenbeck et al., 2015).

Im Bereich der Tiermedizin konnten an der LMU in der tiermedizinischen Fakultät bereits mehrere interaktive E-Lernprogramme etabliert werden. Dies wurde insbesondere durch Prof. Dr. Korbel an der Klinik für Vögel, Kleinsäuger, Reptilien und Zierfische gefördert. So entstand im Jahr 2007 durch Bohnet ein Programm über die Durchführung des ophthalmologischen Untersuchungsgangs am Vogelauge, 2013 durch Ammon eine Zusammenstellung der morphologischen und ätiologischen Augenerkrankungen bei Ziervögeln, 2016 durch Wahle die virtuelle Zierfischklinik und 2017 durch Niehus die virtuelle Vogelklinik.

Auch im Bereich Wirtschaftsgeflügel sind webbasierte Lernprogramme zu finden. Ein ansprechendes Beispiel ist das Webseminar über Erkrankungen beim Nutzgeflügel (Dinev, 2014).

III. Material und Methodik

3.1 Konzeptioneller Aufbau

Hauptmotivation zur Erstellung des vorliegenden Online-Tutorials war der Umstand, dass aufgrund der derzeitigen Situation im Zusammenhang mit der aviären Influenza („sog. Geflügelpest“) die studentische Ausbildung in Geflügelbetrieben aus seuchen- und haftungsrechtlichen Gründen nicht oder nur noch in sehr beschränktem Maße möglich ist. Aus diesem Grund mussten für eine fundierte fachliche Ausbildung Alternativwege gefunden werden. Diese beinhalten nach dem Konzept an der Klinik für Vögel, Kleinsäuger, Reptilien und Zierfische der LMU München, welches auch für andere Bereiche wie die Ziervogel-, Reptilien- und Zierfischmedizin gilt (<http://www.vogelklinik.net>) zunächst eine virtuelle, onlinegestützte Vermittlung von Basisinhalten, sowie hierauf aufbauend eine Vermittlung von Lehrinhalten am Tier in eigens hierfür an der Klinik etablierten Kleinlösungen der verschiedenen Wirtschaftsgeflügelhaltungen. Ziel dieser Dissertation ist es bei Studierenden und Postgraduierten der Tiermedizin das Interesse für die Geflügelmedizin zu wecken und einen wirksamen Beitrag zur gradualen und postgradualen Fort- und Weiterbildung zu leisten. Nachdem die Lernziele und Inhalte in Form eines Storyboards erstellt worden waren, begannen die Arbeiten zur Erstellung und praktischen Umsetzung des Tutorials. Unterstützt wurde diese Arbeit durch den Landesverband der Bayerischen Geflügelwirtschaft e.V. (LVBGW) und durch das Veterinärlabor der Brüterei Süd (Wiesenhof-Konzern). Inhaltlich befasst sich der Kurs mit der Durchführung der tierärztlichen Bestandsbetreuung am Beispiel einer Masthähnchenherde. Folgende Punkte wurden im Lernzielkatalog vereinbart:

- Definition einer Bestandsbetreuung
- wichtige nationale gesetzliche Grundlagen
- Haltungsformen von Masthähnchen in Deutschland
- Sowie die Bestandsbetreuung mit ihren einzelnen Unterpunkten
 - Impfung, samt Impfmethodik
 - Beurteilung des Stallvorplatzes
 - Anamnese im Stallvorraum
 - Untersuchung der Klima- und Umweltparameter (Gase, Licht, relative Luftfeuchtigkeit, Luftgeschwindigkeit, Temperatur und Staub)
 - Fütterungsregime/-technik
 - Tränkregime/-technik
 - Herdenuntersuchung
 - Einzeltieruntersuchung
 - Pathologisch-anatomischer Untersuchungsgang

Es sollen die grundlegenden Techniken einer Geflügelbestandsbetreuung in Form eines Leitfadens erklärt werden. Mittels des Programms Adobe Muse (Adobe Inc., San José, Kalifornien, Version 2018.1) wurde eine Vorlage (Template) erstellt. Das Programm sollte strukturiert, grafisch ansprechend und intuitiv ausgeführt sein auf Basis wissenschaftlicher Erkenntnisse zur Vermittlung von Lerninhalten (Verweis auf den Leistungskatalog zum Fachtierarzt für Informationstechnologie), sowie den aktuellen Wissenstand und die Gute Veterinärmedizinische Praxis in der Geflügelbetreuung wiedergeben. Die Gliederung ist aus Abbildung 14 zu entnehmen.

Es wurden an drei verschiedenen Positionen Multiple- Choice Tests eingefügt. Dies soll der Überprüfung des Lernerfolgs und der Selbstkontrolle der Anwender, sowie einer Steigerung der Effizienz der Vermittlung der relevanten Lerninhalte dienen. Die Quiz-Folien wurden im nachstehenden Baumdiagramm der besseren Übersicht halber weggelassen und wurden nach dem an der Tierärztlichen Fakultät der LMU München verwendeten bzw. vorgegebenen Richtlinien zur Durchführung von OSCE-Prüfungen erstellt, um eine systemkonforme Verwendung in der Lehre sicherzustellen.

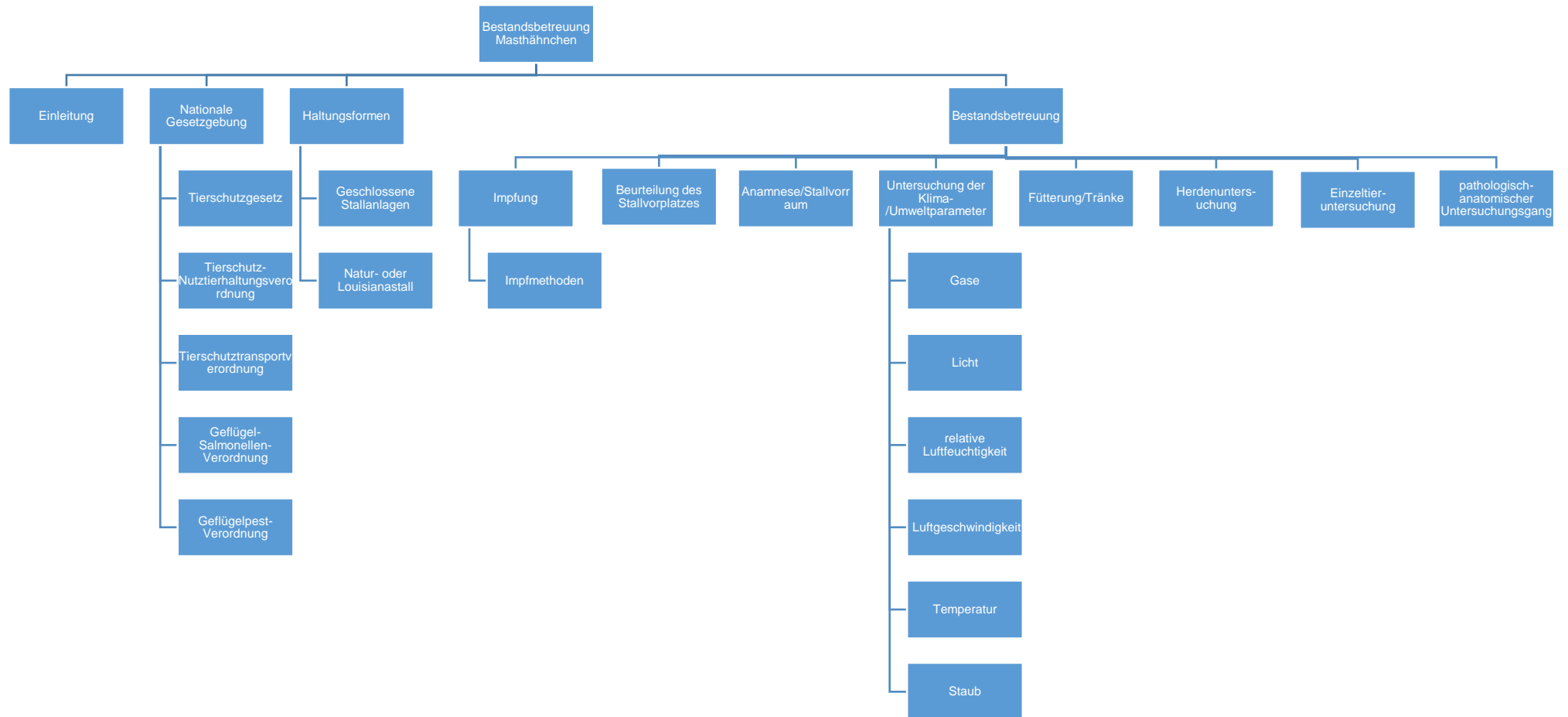


Abb. 14: Konzeptioneller Aufbau des Tutorials

3.2 Anfertigung des Bildmaterials

Das Bildmaterial wurde in seinem gesamten Umfang mit einer digitalen Spiegelreflexkamera Nikon D750 (Nikon Corporation, Tokio, Japan) angefertigt. Es handelt sich hierbei um eine Vollformatkamera (FX-Format). Der Speicherchip verfügt über eine Auflösung von 24,93 Millionen Pixel. Außerdem besitzt sie ein Staubreduzierungssystem mittels Bildsenor-Reinigung.

Als zusätzliches Staubschutzsystem für die Aufnahmen im Stallraum, wurde ein Ewa-Marine U-BXP 100 Schutzbeutel (ewa-marine GmbH, Wolfratshausen, Deutschland) verwendet. Dabei handelt es sich um einen Schutzbeutel für die Spiegelreflexkamera samt aufgesetztem Objektiv, welcher für Unterwasseraufnahmen entwickelt wurde.

Des Weiteren wurden zwei verschiedene Blitzsysteme verwendet. Zum einen kamen das Nikon Makroblitz-Kit R1C1 (Nikon Corporation, Tokio, Japan) mit zwei Slaveblitzgeräten des Typs SB-R200 (NO. 2170813 und NO. 2170814, Nikon Corporation, Tokio, Japan), eine kabellose IR-Blitzfernsteuerungseinheit des Typs SU-800 (NO. 2082887, Nikon Corporation, Tokio, Japan) und ein Vorsatzadapter mit Schraubgewinde zur Anbringung des SX-1 Anschlussrings am Objektiv zur Anwendung. Zusätzlich wurden zwei weitere Slaveblitzgeräte des Typs SB-R200 (NO. 2148545, Nikon Corporation, Tokio, Japan) verwendet, um den Ringblitz um zwei Lichtquellen zu erweitern. Die Slaveblitze können als Ringblitz für makroskopische Bildaufnahmen verwendet werden oder separat auf Füße gesetzt und anschließend als Zangenblitz angeordnet werden. Die Anordnung zum Zangenblitz eignet sich insbesondere zur Anfertigung von makroskopisch-anatomischen Übersichtsaufnahmen der Tierkörper.

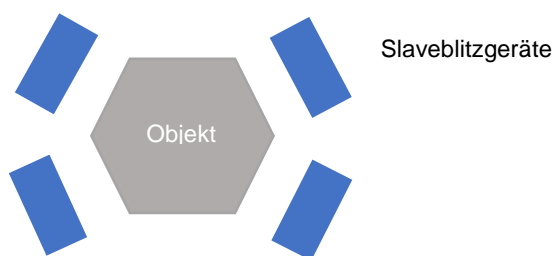


Abb. 15: Schematische Darstellung des Aufbaus eines Zangenblitzsystems

Des Weiteren wurde ein Systemblitzgerät von Metz (Metz mecablitz 52 AF-1 Nikon digital, Zirndorf, Deutschland) mit einer Reichweite von circa 28 m eingesetzt. Hiermit wurden die Übersichtsaufnahmen in unbesetzten Stallungen angefertigt.

Für die Anfertigung der Aufnahmen wurden zwei verschiedene Objektive verwendet. Das Objektiv Nikon ED AF-S NIKKOR 24-85 mm 1:3,5-4,5 G (Nikon Corporation, Tokio, Japan) wurde für die Weitwinkelaufnahmen in den Stallungen und Ausläufen genutzt. Das Nikon N AF-S Micro NIKKOR 60 mm 1:2,8 G ED (Nikon Corporation, Tokio, Japan) wurde für anatomische und makroskopische Aufnahmen genutzt.

Am häufigsten wurde der Modus der Zeitautomatik (A) gewählt. Hier wird die Blende vom Fotografen eingestellt und die Belichtungszeit wird automatisch von der Kamera ermittelt.

Aufgrund der im Geflügelstall herrschenden geringen Lichtintensität in den konventionellen Masthähnchenstallungen wurde das Rollei Compact Traveler No. 1 Stativ Titan (Rollei GmbH & Co. KG, Norderstedt, Deutschland) verwendet. Dies diente der Minimierung von Verwacklungsunschärfe, da die Belichtungszeit aufgrund der geringen Lichtintensität trotz offener Blende und einer hohen ISO-Werteinstellung teilweise erheblich lang war.

Zuletzt wurden für die Makroaufnahmen der Tiere bzw. für die statischen Aufnahmen der abgebildeten Gegenstände Hintergründe aus verschiedenen Materialien und Größen verwendet. Es sollten gewisse Ansprüche (keine störenden Reflexionen, farblich einheitlich homogen, Kontrastbildung zum fotografierten Objekt, nach Möglichkeit wiederverwendbar (Nachhaltigkeit!), leicht zu reinigen, faltenfrei) an das Material erfüllt werden, um die Bildqualität zu steigern und die anschließende Nachbearbeitung zu vereinfachen. Der verwendete Hintergrund muss einheitlich in der Farbgebung sein, keine Lichtreflexion, keine Falten, eine gute Verarbeitungsqualität und Robustheit aufweisen. Als „Freistellen“ vom Hintergrund wird die optische Loslösung von Objekten oder Personen vom Hintergrund mittels selektiver Unschärfe oder beleuchtungstechnischer Techniken bezeichnet.

Bei Aufnahmen von Einzeltieren oder kleinen Tiergruppen in den Stallungen wurden Hintergründe aus schwarzem reflexarmem Photokarton verwendet. Dies erleichterte die spätere Überarbeitung des entstandenen Rohmaterials deutlich. Auch aus tierseuchenhygienischen Gründen wurden in den Stallungen Einmalhintergründe aus Pappe verwendet.

Als Bildbearbeitungsprogramm wurde zum einen das Programm Adobe Photoshop Elements 8.0 und das in der Adobe Creative Cloud erhältliche Programm Adobe Photoshop CC verwendet. Adobe Photoshop CC bietet im Gegensatz zu Photoshop Elements 8.0 aus professioneller Sicht deutlich umfangreichere Funktionen und ist besser geeignet für komplexere Bildbearbeitungen.

3.3 360 Grad Aufnahmen

Als Besonderheit und Erstbeschreibung wurden in das vorliegende Tutorial auf die mit Adobe Muse CC Version 2018.1 erstellten Websites 360-Grad- Rundumbilddateien integriert. Der Nutzer hat hierbei interaktiv die Möglichkeit die Bildaufnahme mit der Computermouse zu steuern. Dies ermöglicht den vollen Überblick über den Stall und auch die Tiere dergestalt, dass die Blickrichtung sowohl horizontal als auch vertikal aktiv verändert werden kann. Das Bildmaterial wurde in Kopfhöhe der Tiere aufgenommen, um dem User den Blick aus der Perspektive eines Masthähnchens zu ermöglichen. Zur Erstellung der Aufnahmen wurde die Garmin

VIRB® 360 Action-Kamera genutzt. Die Auflösung der angefertigten Dateien liegt bei 5,7 Millionen Megapixel.

Die Bilddateien wurden in einer Bodenhaltung mit angereicherter Umwelt, geringerer Besatzdichte und besetzt mit einer langsam wachsenden Rasse angefertigt. Für eine bessere Qualität der Aufnahmen wurde das Bildmaterial an einem wolkenlosen sonnigen Sommertag erstellt und das Kunstlicht im Stall kurzzeitig auf 200 Lux eingestellt. Zusätzlich wurden die Fensterjalousien auf der Sonnenseite des Stalls geöffnet. Anschließend wurde die Kamera in der Stallmitte auf einem Strohhallen bzw. auf einem Pickstein positioniert. Um eine möglichst realistische Situation im Stall darstellen zu können, haben alle anwesenden Personen den Stall verlassen und nach circa 5 Minuten wurde die Kamera mittels Fernauslöser gestartet. Des Weiteren stellte sich die Frage, wie man eine Massenpanik (in die Ecken rennen der Tiere, Erdrückungstote, Verkratzung und erhöhter Verwurf am Schachthof) und den damit verbundenen Folgeschäden vermeiden konnte. Auch aus tierschutzrechtlicher Sicht (Vermeidung von Schmerzen, Leiden oder Schäden) war dies ein fundamentaler zu berücksichtigender Aspekt. Zunächst wurde ein Aufzuchtbetrieb gewählt, welcher in konventioneller, aber angereicherter Bodenhaltung gemästet hat. Den Tieren war ein Zugang zu einem Wintergarten möglich und sie waren dadurch an hellere Lichtverhältnisse als in Bodenehaltung gewöhnt.

Die Nachbearbeitung der Videosequenzen erfolgte als standardisierter Workflow mit der kostenfrei zugänglichen Desktop-Software VIRB Edit (Version 5.4.3, Garmin International, Inc., Olathe, Kansas), sowie den Software-Programmen Luminar (Version 2018, Skylum Software, Bellevue, Washington) Aurora HDR (Version 1.1.2, Skylum Software, Bellevue, Washington), After Focus (Version 2.0.3, MotionOne Ltd., Seoul, Korea) sowie Final Cut (Version 10.4.3, Apple Inc., Cupertino, Kalifornien, Vereinigte Staaten). Hier wurden die ausgewählten Dateien zugeschnitten und mittels Stitching verknüpft. Bilddateien wurden zunächst zum Erhalt aller vom Kameraprozessor gelieferten Bilddaten im RAW-Format, final zur problemlosen Weiterverarbeitung und Einbindung in das Content Management Programm (Dateigröße) im JPEG-Format gespeichert.

Die Integration der Dateien auf die Website von Adobe Muse CC wurde mittels eines HTML Codes realisiert. Zum Hochladen der Bilddateien wurde die Website *marzipano.net* verwendet. Diese Seite verarbeitet hochgeladene Panoramaaufnahmen autark ohne sie auf einen separaten Server zu laden. Die Seite berechnet automatisch die benötigten Codes und stellt sie dem Bearbeiter anschließend als Zip-File zu Verfügung. Anschließend wurde das gewünschte Panorama als CSS, HTML oder JavaScript in das Tutorial integriert.



Abb. 16: Stehbild-Ansicht einer 360-Grad-Rundumaufnahme im JPEG Format. Der „Panoramablick“ entsteht erst bei der interaktiven Bewegung innerhalb der Bilddateien als Bewegtbildaufnahme.

3.4 Erstellung des Tutorials

Zur Erstellung des Tutorials „die virtuelle Geflügelklinik“ wurde das Notebook Acer Travelmate P276-MG-7321 (Prozessor: Dual-Core-Prozessor Intel® Core i7-4510U Prozessor 2,00-3,1 GHz, Arbeitsspeicher: 8 GB DDR3 RAM (1600 Hz), Festplattenspeicherkapazität: 1 TB HDD-Festplattenkapazität, Auflösung: 1920x1020 Pixel (Full-HD) 16:9 Format, Grafikkarte: Nvidia® GeForce® 840 M (2 GB RAM)) mit dem Betriebssystem Windows 8.1 Pro verwendet.

Für die Erstellung des online Tutorials wurde das ebenfalls in der Adobe Creative Cloud erhältliche Programm Adobe Muse CC Version 2018.1 verwendet. Die Adobe Creative Cloud stellt ein Software-as-a-Service-Angebot von Adobe Systems (San José, Kalifornien, USA) dar. Sie wurde für die Betriebssysteme Windows und macOS konzipiert. Dabei handelt es sich um ein Programm zum Erstellen von statischen Websites ohne das aufwendige Schreiben von höheren Codes (HTML, JavaScript, CSS). Damit hat jeder die Möglichkeit seine eigene Seite zu erstellen und sie anschließend auf diverse Provider zu hosten. Seiten die mit Adobe Muse CC erstellt wurden sind dazu geeignet auf einem Desktop, einem Tablet oder einem Mobiltelefon (Smartphone) angezeigt zu werden.

„Die virtuelle Geflügelklinik“ wurde als ein separates Tutorial, entkoppelt aus der bereits bestehenden „Virtuellen Exotenklinik“ (Reptilien, Fische, Vögel), (<http://www.vogelklinik.net>) (Korbel et al., 2013-2018) erstellt.

Zum Erstellen einer neuen Website müssen als erstes die Seiteneigenschaften festgelegt werden und dadurch das Layout bestimmt werden. Hier wurde die Einstellung „variable Breite“ mit einer maximalen Seitenbreite von 1160 Pixel und einer minimalen Seitenbreite von 960 Pixel gewählt. Durch diese Einstellung wird die erstellte Website automatisch in der Ausgabeform

an das verwendete Endgerät (Desktop, Tablet oder Smartphone) angepasst. Anschließend wurden die Ränder festgelegt. Als weitere Hilfestellung zum Erstellen der Website empfiehlt es sich Spalten festzulegen. Dies erleichtert die Positionierung der einzelnen Objekte (Bilder, Videos, Texte, Menü etc.)

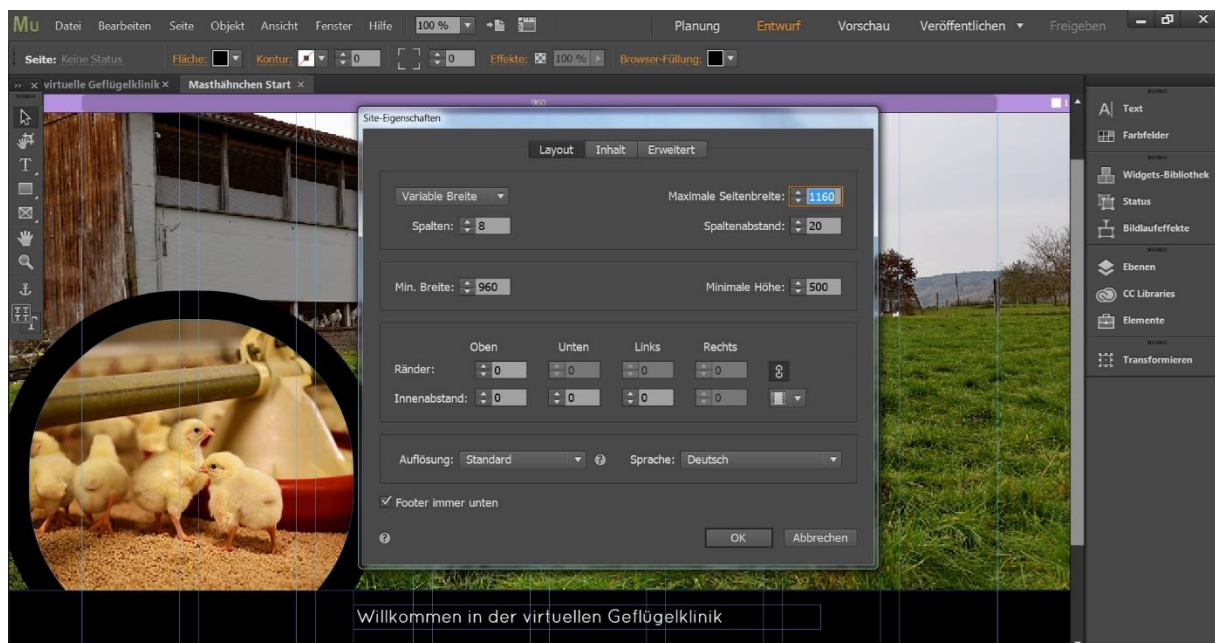


Abb. 17: Programmierschritt - Festlegung der Seiteneigenschaften.

Anschließend werden die Musterseiten in ihrem Design festgelegt. Sie stellen die Basis der Website dar. Jede neu erstellte Seite weist automatisch die festgelegten Eigenschaften der Musterseiten auf. Es können beliebig viele Musterseiten erstellt werden. Bei der Erstellung jeder neuen Unterseite muss die entsprechende Musterseite als Basis angegeben werden.

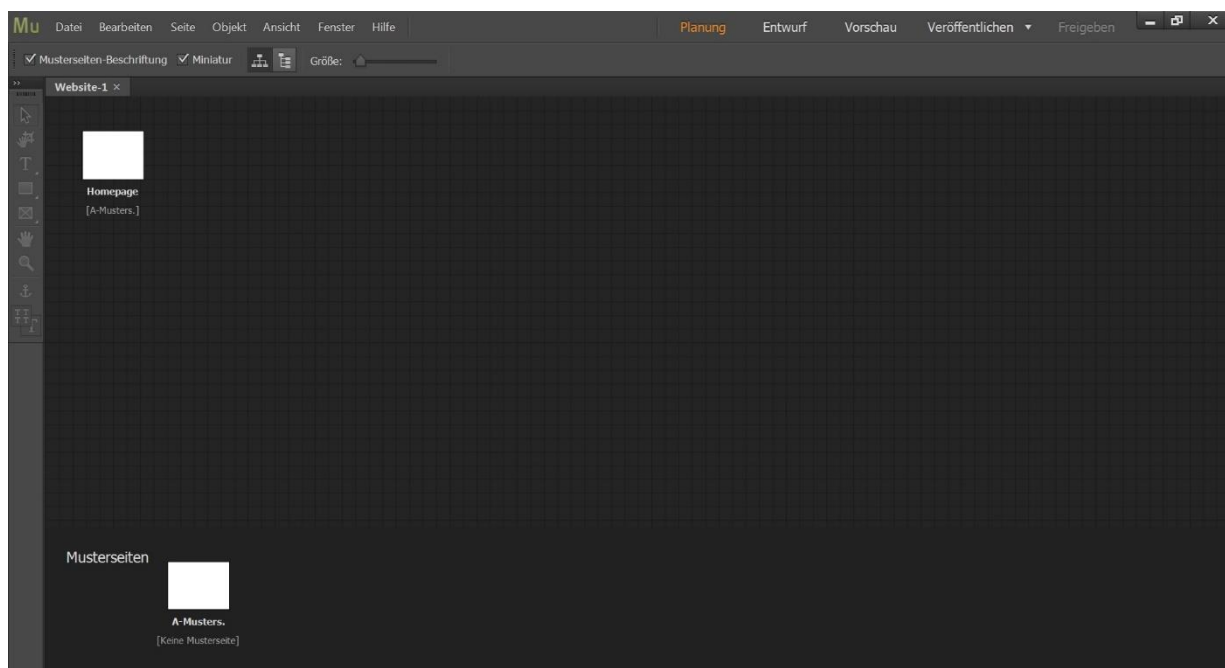


Abb. 18: Programmierschritt - Erstellen von Musterseiten.

Anschließend wird ein Baumdiagramm mit den unterschiedlichen Seitenebenen der Website erstellt. An oberster Stelle steht die Homepage. Diese stellt gleichzeitig die Startseite dar.

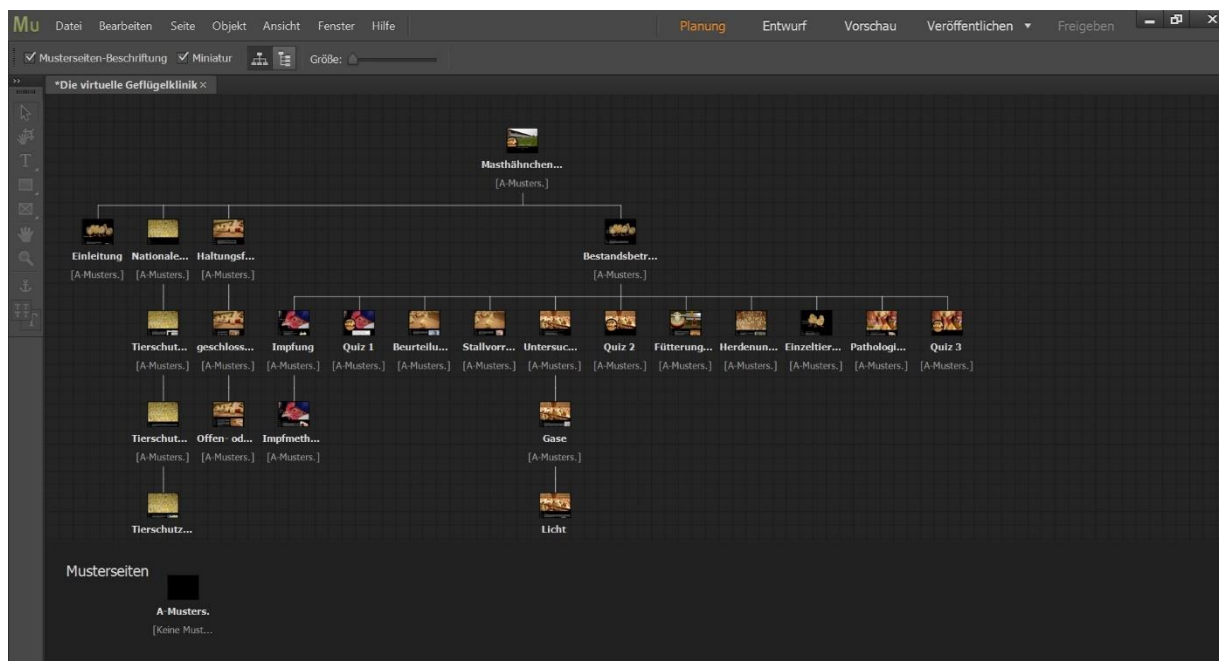


Abb. 19: Programmierschritt - Baumdiagramm; Ebenen der Website.

Nun kann man beginnen die Seiten individuell zu gestalten. Mit Hilfe der Schnellauswahlleiste können Textfelder verschiedener Größen eingefügt werden. Mit Hilfe des Rechteck-Werkzeugs kann man Rechtecke oder Quadrate verschiedener Größe einfügen, in die man anschließend ein Bild oder einen HTML Code platziert. Zur Positionierung der Bilder enthält das Programm unterschiedliche Einstellungen. Am häufigsten wurden die Einstellungen „füllend“ und „zentriert skalieren“ verwendet.

Nachteil des Programms Adobe Muse Version 2018.1 ist, dass dieses Programm primär dafür entwickelt wurde „statische“ Websites zu erstellen. Allerdings enthält das Programm ein Tool zum Einfügen von selbst geschriebenen HTML Codes, sodass auch komplexere Anwendungen in eine Seite eingebettet werden können, wie zum Beispiel Videos oder Tabellen. Adobe Muse CC Version 2018.1 besitzt kein vorinstalliertes Tool zum Erstellen von Tabellen auf der Website. Der besseren Vergleichbarkeit und Übersicht halber sollten aber 2 Tabellen in das Tutorial integriert werden (Haltungsformen und Impfschema). Allerdings verfügt das Programm in Form der Option „Tools“ über eine Möglichkeit selbstgenerierte HTML Codes einzufügen. Der HTML Code der Tabelle wurde mit der frei verfügbaren Website www.tablesgenerator.com erstellt.

Tables Generator

LaTeX Tables HTML Tables Text Tables Markdown Tables MediaWiki Tables Contact

HTML Table Generator [Facebook](#) [Twitter](#)

File Edit Table Column Row Cell Help Show Example

B *I* U
 Arial 14px

 Theme

	A	B	C	D
		koventionelle Haltung	Auslauf- oder Freilandhaltung; extensive Bodenhaltung	ökologische/biologische Haltung
1				
2	Gesetzliche Grundlagen	Tierschutzgesetz; Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung	Verordnung (EG) Nr. 543/2008 Anhang V	VO (EG) Nr. 834/2007; VO (EG) Nr. 889/2008; Richtlinien der Anbauverbände (Demeter, Bioland und Naturland)
3	Besatzdichte	zu keinem Zeitpunkt mehr als 39 kg Lebendmasse/m ² ; im Durchschnitt 3 aufeinanderfolgende darf die Masthühnerbesatzdichte 35 kg Lebendmasse/m ² nicht überschreiten, wenn die Tiere durchschnittlich < 1600 g wiegen	max. 25 kg Lebendmasse/m ² oder max. 15 Hähnchen/m ²	max. 4800 Hähnchen/Stall; Gesamtnutzfläche des Stalls darf 1600 m ² nicht überschreiten; je nach Anbauverband max. 21 oder 24 kg Lebendgewicht/m ²
4	Mindestalter bei Schlachtung	abhängig vom Mastsystem Kurzmast: 28-30 Tage Mittellangmast: 32-35 Tage Langmast: 38-42 Tage	56 Tage bei Masthähnchen	81 Tage bei Masthähnchen
5	Lichtprogramm	spätestens ab dem 7. Tag nach der Einstellung bis mindestens 3 Tage vor geplanter Ausstallung ein 24-stündiges Lichtregime; mindestens 20 Lux gemessen in Kopfhöhe der Tiere auf mindestens 80 % der Stallfläche; mindestens 3 % der Stallrundfläche mit Lichtöffnungen	-	-

Abb. 20: Programmierschritt - Erstellung der Tabelle mit dem „Tables Generator“

Generate

☐ Do not generate CSS ☐ Compact mode

Result (click "Generate" to refresh) [Copy to clipboard](#)

```

1 <style type="text/css">
2 .tg {border-collapse:collapse;border-spacing:0;border-color:#aabcfe;}
3 .tg td{font-family:Arial, sans-serif;font-size:14px;padding:10px 2px;border-style:solid;border-width:1px;overflow:hidden;word-break:normal;border-color:#aabcfe;}
4 .tg th{font-family:Arial, sans-serif;font-size:14px;font-weight:normal;padding:10px 2px;border-style:solid;border-width:1px;overflow:hidden;word-break:normal;border-color:#aabcfe;}
5 .tg .tg-0nh0{font-weight:bold;font-size:14px;font-family:Arial, Helvetica, sans-serif !important;background-color:#000000;color:#ffffff;border-color:#000000}
6 .tg .tg-8jvp{font-size:14px;font-family:Arial, Helvetica, sans-serif !important;background-color:#000000;color:#ffffff;border-color:#000000;text-align:center}
7 .tg .tg-ezbp{background-color:#000000;font-weight:bold;font-size:14px;font-family:Arial, Helvetica, sans-serif !important;color:#ffffff;border-color:#000000}
8 .tg .tg-3a3s{background-color:#000000;font-size:14px;font-family:Arial, Helvetica, sans-serif !important;color:#ffffff;border-color:#000000;text-align:center}
9 </style>
10 <table class="tg">
11 <tr>
12 <th class="tg-0nh0"></th>
13 <th class="tg-0nh0">koventionelle Haltung</th>
14 <th class="tg-0nh0">Auslauf- oder Freilandhaltung; extensive Bodenhaltung</th>
15 <th class="tg-0nh0">ökologische/biologische Haltung</th>
16 </tr>
17 <tr>
18 <td></td>
19 <td></td>
20 <td></td>
21 <td></td>
22 </tr>
23 <tr>
24 <td>Gesetzliche Grundlagen</td>
25 <td>Tierschutzgesetz; Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung</td>
26 <td>Verordnung (EG) Nr. 543/2008 Anhang V</td>
27 <td>VO (EG) Nr. 834/2007; VO (EG) Nr. 889/2008; Richtlinien der Anbauverbände (Demeter, Bioland und Naturland)</td>
28 </tr>
29 <tr>
30 <td>Besatzdichte</td>
31 <td>zu keinem Zeitpunkt mehr als 39 kg Lebendmasse/m²; im Durchschnitt 3 aufeinanderfolgende darf die Masthühnerbesatzdichte 35 kg Lebendmasse/m² nicht überschreiten, wenn die Tiere durchschnittlich < 1600 g wiegen</td>
32 <td>max. 25 kg Lebendmasse/m² oder max. 15 Hähnchen/m²</td>
33 <td>max. 4800 Hähnchen/Stall; Gesamtnutzfläche des Stalls darf 1600 m² nicht überschreiten; je nach Anbauverband max. 21 oder 24 kg Lebendgewicht/m²</td>
34 </tr>
35 <tr>
36 <td>Mindestalter bei Schlachtung</td>
37 <td>abhängig vom Mastsystem<br>Kurzmast: 28-30 Tage<br>Mittellangmast: 32-35 Tage<br>Langmast: 38-42 Tage</td>
38 <td>56 Tage bei Masthähnchen</td>
39 <td>81 Tage bei Masthähnchen</td>
40 </tr>
41 <tr>
42 <td>Lichtprogramm</td>
43 <td>spätestens ab dem 7. Tag nach der Einstellung bis mindestens 3 Tage vor geplanter Ausstallung ein 24-stündiges Lichtregime; mindestens 20 Lux gemessen in Kopfhöhe der Tiere auf mindestens 80 % der Stallfläche; mindestens 3 % der Stallrundfläche mit Lichtöffnungen</td>
44 <td>-</td>
45 <td>-</td>
46 </tr>
47 </table>
  
```

First row is a table header

[Preview](#)

Abb. 21: Programmierschritt - Transkription der Tabelle in einen HTML Code

Mittels Tables Generator können viele Eigenschaften der Tabelle festgelegt werden, allerdings musste der HTML Code aus ästhetischen Gründen noch etwas modifiziert werden. So wurde die Schriftart auf „Quicksand“ geändert. Da der Font „Quicksand“ im Tables Generator nicht hinterlegt ist, bedeutet dies einen zusätzlichen Arbeitsschritt. Anschließend wurde der erstellte HTML Code in die Website eingebettet.

Zur besseren Übersicht der erstellten HTML Codes wurde das frei erhältliche Programm Notepad ++ in der Version 7.5.6 verwendet. Es handelt sich hierbei um einen freien Texteditor für Windows. Die Überarbeitung von erstellten Quelltexten wird insbesondere durch die Syntax-

Hervorhebung erleichtert. Das heißt, dass entsprechende Schlüsselwörter oder eingebettete Sprachen (JavaScript, CSS) in einem HTML Code hervorgehoben werden.

Adobe Muse CC verfügt über die Funktion bereits bestehende Videos von externen Websites, wie zum Beispiel „youtube.com“®, einzufügen. Eigene Videos müssen mit einem selbstgenerierten HTML Code eingefügt werden. Diese Videos müssen als erstes auf einen Server geladen werden. Anschließend kann man mit der Funktion „HTML einfügen“ das Video mit einem Quellenverweis in den HTML Code einbetten.

Zur Eigenkontrolle wurden an drei Stellen des Tutorials Multiple Choice Fragen eingefügt. Die HTML Codes wurden mit Hilfe der Website *quizdidaktik.de* erstellt. Quizdidaktik kann sowohl JavaScript, als auch HTML Dateien erstellen. Diese Elemente kann man sich anschließend herunterladen und mit dem Notepad++ öffnen. Hier kann man den generierten HTML Code anschließend modifizieren. Nach ästhetischer Modifizierung des Codes und Anpassung des Codes an das OSCE Prüfsystem (5 statt 4 Antwortmöglichkeiten), wurden auch diese Quiz-elemente in die Website eingebettet.

IV. Ergebnisse

4.1 Bildmaterial

Die praktische Anfertigung des Bildmaterials im Geflügelstall für die „virtuelle Geflügelklinik“ stellte aus technischer sowie phototechnischer Sicht teilweise eine große Herausforderung dar. Um den schwierigen Aufnahmebedingungen mit aufgrund haltungs- und tierschutzrechtlich unabdingbaren niedrigen Beleuchtungsbedingungen zu begegnen waren Aufnahmen vom Stativ bei hohen ISO-Wert-Einstellungen der Kamera sowie umfangreiche Nachbearbeitungen u. a. für reduziertes Rauschverhalten der Bilder zur Erzielung professioneller Bilderergebnisse unabdingbar. Aus diesem Grunde erfolgte die Abspeicherung der Originalbilddaten im RAW-Format und wurde erst nach Abarbeitung eines standardisierten Workflows in ein mit geringeren technischen Anforderungen verbundenes Kompressionsformat (jpeg) zur Einbindung über das Content-Management-System überführt.

Die am häufigsten veränderten Einstellungen waren die ISO, die Brennweite, die Blende, die Belichtungszeit und der Weißabgleich.

Der ISO Wert stellt die Empfindlichkeit des Bildsensors gegenüber Licht dar. Dieser Wert kann entsprechend den vorherrschenden Lichtverhältnissen angepasst werden. ISO Werte von 200 oder weniger werden genutzt bei sehr guten Lichtverhältnissen und stehen für eine geringe Lichtempfindlichkeit. Werden Fotografien oder Videos in schlecht beleuchteten Räumen angefertigt, muss zwangsläufig der ISO Wert nach oben justiert werden. Für die Stallaufnahmen wurden ISO Werte von 2000 gewählt. Zu Bedenken ist dabei, dass eine Erhöhung des ISO Werts im Gegenzug vermehrtes Bildrauschen verursacht. Dadurch wird eine schlechtere Bildqualität durch Detailverlust erzeugt. Eine Anfertigung von Ausgangsbildmaterial ausreichender Qualität ist bei Verwendung von Aufnahmesensoren im APS-C- (1 1/3-Zoll) welcher weit verbreitet in Systemkameras Verwendung findet, nicht möglich. Es wurde daher eine Vollformat-Spiegel-Reflexkamera mit Bildsensor auf CMOS-Basis mit Objektiv-Wechselsystem trotz der hiermit im Geflügelstall verbundenen Probleme (Staubbildung) verwendet.

Die Brennweite wurde je nach abzubildendem Objekt angepasst. Niedrige Brennweiten wurden für die Weitwinkelaufnahmen (Übersichtsaufnahmen) in den Tierräumen und in den Ausläufen verwendet. Hohe Brennweiten wurden für makroskopische Aufnahmen der Tiere oder anatomische Makrofotografie verwendet. So konnte die Abbildung von Detailansichten optimiert werden.

Die Blende kontrolliert den Einfall von Licht in das Objektiv. Je größer die Blende gewählt wird umso weniger Detailschärfe ist auf dem Foto vorhanden, aber der Lichteinfall wird gesteigert und es sind gut belichtete Aufnahmen bei schlechten Bedingungen möglich. Wird die Blende klein gewählt, sorgt sie für eine große Tiefenschärfe. Auch hier mussten ständig Kompromisse

zwischen den technischen Gegebenheiten gefunden werden, um zu aussagekräftigen Darstellungen zu kommen.

Die Belichtungszeit ist die Zeitspanne, in der ein lichtempfindliches Objekt Licht ausgesetzt wird, um eine Bildaufnahme zu erstellen. Umso höher die Belichtungszeit gewählt wird umso größer wird die Bewegungsunschärfe von bewegten Objekten. In den Stallungen wurde generell mit sehr kurzen Belichtungszeiten gearbeitet um die durch die Tierbewegungen entstehende Unschärfe auf ein Minimum zu reduzieren.

Der Weißabgleich ermöglicht die Korrektur der Farbtemperatur in der Bilddatei. Da die Farbtemperatur in vielen der besuchten Ställe im warmen Bereich gehalten war, musste der Weißabgleich so eingestellt werden, dass die vorherrschenden Rot- und Gelbtöne effektiv ausgefiltert werden konnten. Bei Aufnahmen in diesen Stallungen wurde deshalb die vom Gerät vorgegebene Option „Leuchtstoffröhren“ eingestellt.



Abb. 22: Übersichtsaufnahme konventioneller Stall. Links ohne Weißabgleich, rechts nach Einstellung des Weißabgleichs.

Die am häufigsten gewählten Kombinationseinstellungen in den Stallungen waren:

- Niedrige Brennweite (Übersichtsaufnahmen)
- hohe ISO Werte (ca. 2000)
- große Blendenöffnung (3-6)
- kurze Belichtungszeit
- Weißabgleich im Kunstlichtbereich

Insbesondere zum Ende eines Aufzuchtdurchgangs waren die Lichtverhältnisse für die Anfertigung von Bildmaterial mit 20 Lux oft nicht ausreichend. In den ersten Lebenstagen herrschten bei den Küken mit circa 100 Lux deutlich hellere Lichtverhältnisse. Dadurch war die Arbeit in dieser Aufzuchtphase technisch bedeutend weniger aufwendig. Makroskopische Aufnahmen von Tieren und anatomische Bilddateien wurden standardisiert mit einer ISO Einstellung von 200, einer Blende von 9 bis 11 und einer Zeiteinstellung von 1/600 sec angefertigt. Mit einer großen Blende, der Anpassung der Isoeinstellung auf bis zu 2000 und einem Stativ waren gute Übersichtsaufnahmen der Geflügelstallungen möglich. Aufgrund der Nervosität der Tiere konnte insbesondere gegen Ende der Mast nicht mit einem Blitzgerät gearbeitet werden. Alle

angefertigten Aufnahmen am Ende des Aufzuchtdurchgangs mussten mit dem Bildbearbeitungsprogramm Adobe Photoshop CC überarbeitet werden. Zu Bedenken ist bei der Bildbearbeitung immer, dass ein aufgenommenes Foto ein Rohprodukt darstellt, welches aber in der bestmöglichen Qualität angefertigt werden sollte, damit möglichst wenig nachbearbeitet werden muss.



Abb. 23: Masthähnchen an Tag 28; Nachbearbeitung mi Photoshop CC (Tonwertkorrektur, Helligkeit/Kontrast). Blende F 8,0, Brennweite 60 mm, Belichtungszeit 1/60 s bei ISO 1600, Kamera: Nikon D750 mit Ringblitz

4.2 Die virtuelle Geflügelklinik

„Die virtuelle Geflügelklinik“ besteht insgesamt aus 12 Kapiteln, welche sich aus didaktischen Gründen teilweise in Unterkapitel gliedern.



Abb. 24: Die virtuelle Geflügelklinik: „Homepage“

Das erste Kapitel stellt die „Einleitung“ dar. Hier geht es insbesondere um die Herkunft und Abstammung des heutigen Huhns.



Abb. 25: Die virtuelle Geflügelklinik: Kapitel „Einleitung“

Das zweite Kapitel geht inhaltlich auf die „Nationale Gesetzgebung“ ein. Hier werden die wichtigsten Bestimmungen des Tierschutzgesetzes, der Tierschutztransportverordnung, der Tier-schutz-Nutztierhaltungsverordnung, der Geflügel-Salmonellen-Verordnung und der Geflügel-pest-Verordnung beschrieben. Den Studierenden soll ein Einblick in die wichtigsten Eckpunkte der Gesetzgebung in Bezug auf die Hähnchenhaltung gegeben werden.



Abb. 26: Die virtuelle Geflügelklinik: Kapitel „Nationale Gesetzgebung“

Anschließend werden in Kapitel drei die verschiedenen Haltungsformen, samt Kurzbeschreibung der in Deutschland gängigen Stallformen gegeben. Die Haltungsformen sind aufgrund der besseren Übersichtlichkeit und Vergleichbarkeit tabellarisch dargestellt. Bei den Stallungen handelt es sich um die typischerweise in der konventionellen Haltung genutzten geschlossenen Stallungen und die in der biologischen/ökologischen Haltung genutzten Natur- oder Louisianastallungen. Auch diese Stallungen werden bilddidaktisch dargestellt.

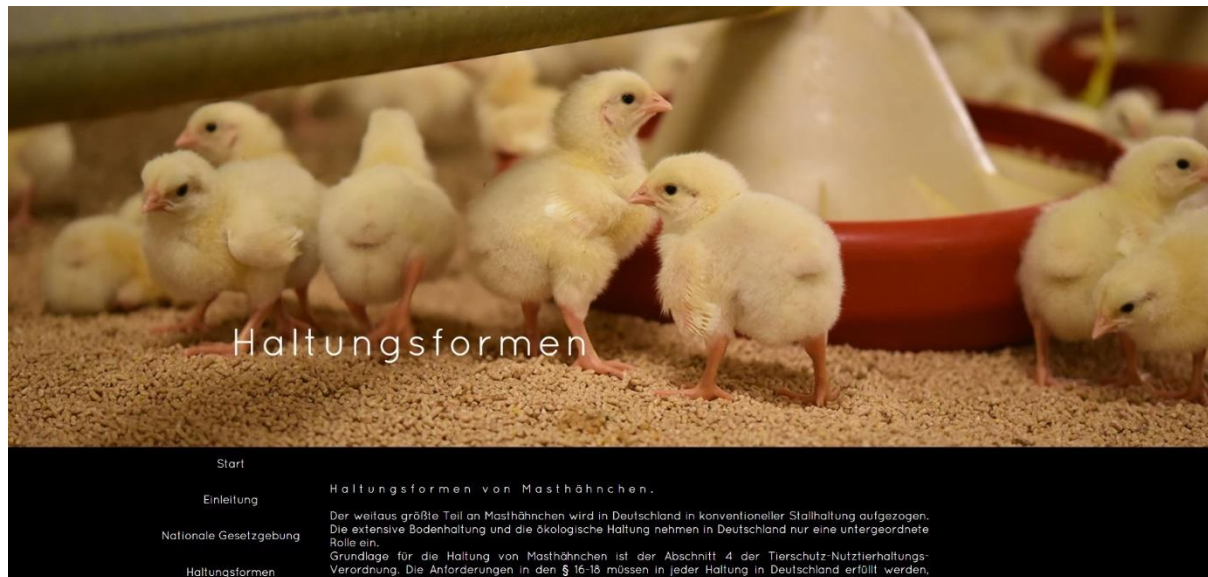


Abb. 27: Die virtuelle Geflügelklinik: Kapitel „Haltungsformen“

Nach den allgemeinen Grundlagen der Geflügelhaltung beginnen die Kapitel der Bestandsbetreuung. Es wird eine Definition des Begriffs Bestandsbetreuung gegeben.



Abb. 28: Die virtuelle Geflügelklinik: Kapitel „Bestandsbetreuung“

Das vierte Kapitel beschäftigt sich thematisch mit dem Impfen von Masthähnchen. Auf der ersten Seite werden die Grundlagen und Notwendigkeit der Impfprophylaxe beschrieben. Dann wird kurz auf die gesetzlichen Grundlagen eingegangen und anschließend wird beispielhaft ein Impfschema für Masthähnchen aufgezeigt. Abschließend werden die unterschiedlichen Impfmethoden erklärt.



Abb. 29: Die virtuelle Geflügelklinik: Kapitel „Impfung“

Danach kommt eine „Quizseite“. Das angeeignete Wissen wird rekapituliert, indem Multiple Choice Fragen zu den vorhergehenden Kapiteln beantwortet werden müssen.

„Der Stallvorplatz“ stellt das nächste Kapitel dar. Dabei geht es vor allem um die Gestaltung und Sauberhaltung des Vorplatzes.



Abb. 30: Die virtuelle Geflügelklinik: Kapitel „Stallvorplatz“

Anschließend folgt der Stallvorraum. In diesem Abschnitt des Tutorials wird die Anamnese beschrieben zur Erfassung der konstanten und variablen Daten des Bestandes. Eine Skizze einer beispielhaften Hygieneschleuse wird erläutert.

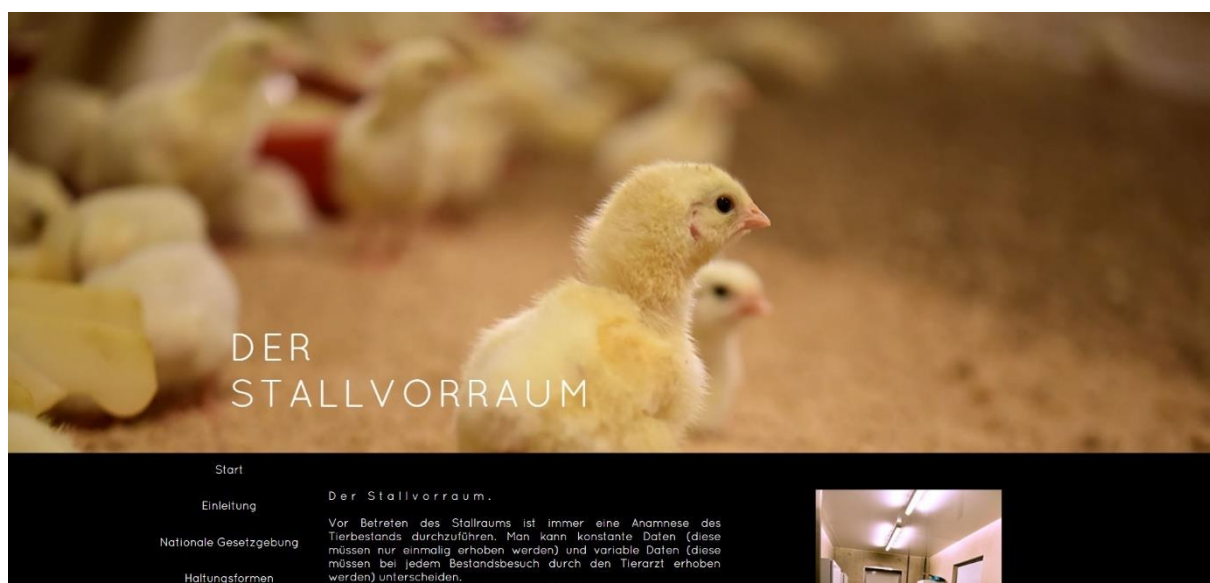


Abb. 31: Die virtuelle Geflügelklinik: Kapitel „Der Stallvorraum“

Im vorstehenden Kapitel werden die regelmäßige Erfassung und Dokumentation der durch die Klimasteuerung erfassten Daten und die Grundlagen der Messung der einzelnen Parameter beschrieben. Zusätzlich werden (gesetzlich vorgegebene) Grenzwerte zu wichtigen Klimaelementen bzw. deren Definitionen erläutert. Aufgrund der Vielzahl der Parameter mussten zur besseren Übersicht Unterkapitel angelegt werden.



Abb. 32: Die virtuelle Geflügelklinik: Kapitel „Untersuchung des Stallklimas“

Nach den umfangreichen Lerninhalten zu Klima und Haltungsumwelt ist aus didaktischen Gründen ein weiteres Quiz zur Selbstüberprüfung eingefügt.

Kapitel acht beinhaltet die Fütterungs- und Tränktechnik. Hier wird der aktuelle Standard in der Broileraufzucht erklärt und bildlich veranschaulicht.

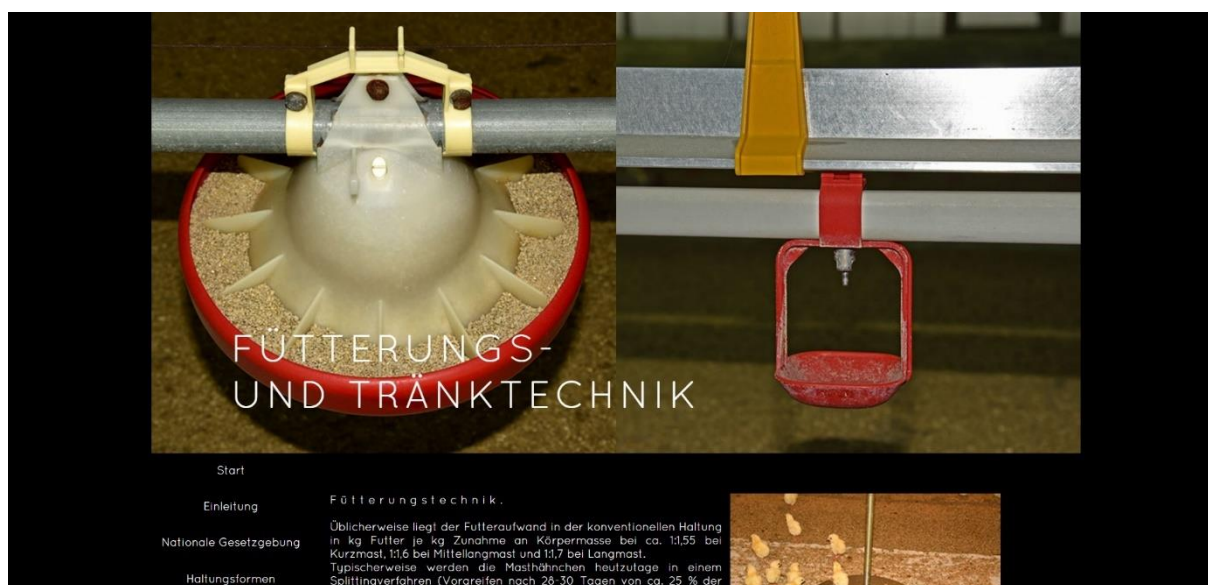


Abb. 33: Die virtuelle Geflügelklinik: Kapitel „Fütterungs- und Tränktechnik“

Kapitel neun beschreibt die zu einer jeden Bestandsbetreuung gehörende Durchführung der Herdenuntersuchung.



Abb. 34: Die virtuelle Geflügelklinik: Kapitel „Herdenuntersuchung“

Kapitel zehn beschreibt die Durchführung einer Einzeltieruntersuchung. Auch diese ist essentieller Bestandteil der tierärztlichen Bestandsbetreuung.



Abb. 35: Kapitel „Einzeltieruntersuchung“

Im letzten Kapitel geht es um die Ausführung der pathologisch-anatomische Untersuchung beim Hähnchen. Hierzu wird neben einem Textleitfaden auch ein Bildleitfaden geboten um das physiologische Bild von Tierkörper, Körperhöhle und Organsystemen darzustellen. Bevor der Lernende pathologische Befunde erheben kann, muss das Wissen über den physiologischen Normalzustand vorhanden sein.



Abb. 36: Kapitel „Pathologisch-anatomischer Untersuchungsgang“

Es schließt sich eine letzte Quizsequenz an.

V. Diskussion

5.1 Analoges Lernen versus E-Learning

Es ist offensichtlich, dass die Digitalisierung die Zukunft von Hochschulen prägen wird (Gautschi & Licka, 2017). Erste Voraussetzung ist dazu der uneingeschränkte Zugang zu virtuellen Lernangeboten (Kammerl, 2009). Seit vielen Jahren wird über die Förderlinie „Neue Medien in der Bildung“ die Entwicklung neuer Medien in Schulen und Einrichtungen der beruflichen Bildung sowie von Hochschulen gefördert. Finanziert wird dieses Projekt hauptsächlich durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF, 2016; Kammerl, 2009). Durch den Einsatz neuer Medien im Studium soll dieses flexibler gestaltet werden. Insbesondere Studierende mit Familie und Arbeit können die berufsbegleitend zu bewältigenden Aufgaben besser in ihren Alltag integrieren. Die hier vorgestellte „virtuelle Geflügelklinik“ ist ein weiterer Beitrag zu diesen Lernangeboten.

In Deutschland nutzten 2013 bereits 81 % (ca. 66,4 Mio. Bürger aus der Altersgruppe der Studierenden) täglich den Zugang zum Internet bzw. zu Onlinediensten. 1998 war dies noch gar nicht möglich, da sich die Nutzung von Onlinediensten in der gesamten deutschen Bevölkerung auf gerade einmal ca. 6,6 Mio. Usern belief (Eimeren et. al, 1998). Trotzdem veranschaulicht dies eindrucksvoll die fortgeschrittene Digitalisierung der deutschen Gesellschaft in einem Zeitraum von 15 Jahren. In der unten angefügten Abbildung ist die Nutzung einzelner Medien am Beispiel der Altersgruppe der 14- bis 29- Jährigen dargestellt.

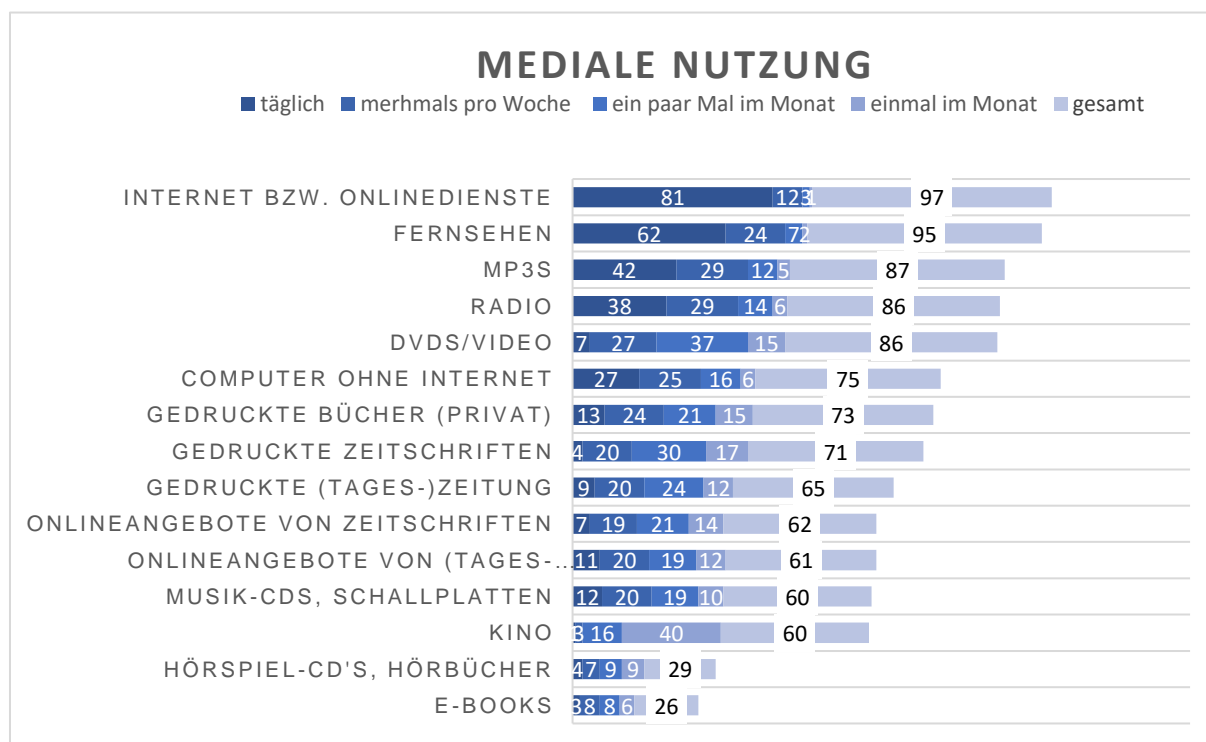


Abb. 37: Häufigkeit der Mediennutzung von 14- bis 29-Jährigen: „Wie häufig nutzt du folgende Möglichkeiten?“, in % n= 2001 (Behrens et al., 2014); Befragungszeitraum August bis September 2013

Quelle: Sinus/MPFS/SWR: Mediennutzung und Medienkompetenz in jungen Lebenswelten, April 2014

An deutschen und schweizer Hochschulen ist der Trend zu Digitalisierung belegbar. Licka und Gautschi (2017) befragten Anfang 2017 dazu deutsche und schweizer Hochschulen (Fachhochschulen, Universitäten, andere) in einer Fragebogenaktion. Angestellte der jeweiligen Bildungsstätte sollten die aktuelle Situation einschätzen und auch ihre Prognose zum Potenzial der Digitalisierung an ihrer Hochschule abgeben. Für die Bereiche „Lehrangebotsplanung“ und „Organisation des Studiums“ wurde mit 64 % starker bzw. sehr starker Nutzung ein hoher Grad an Digitalisierung an den befragten Hochschulen konstatiert. In den Bereichen „Kollaboration Lehrende-Studierende“ und „Lehre/Weiterbildung“ wurde der Status quo mit rund 40 % wider Erwarten als deutlich weniger stark entwickelt beurteilt (Abb. 38).

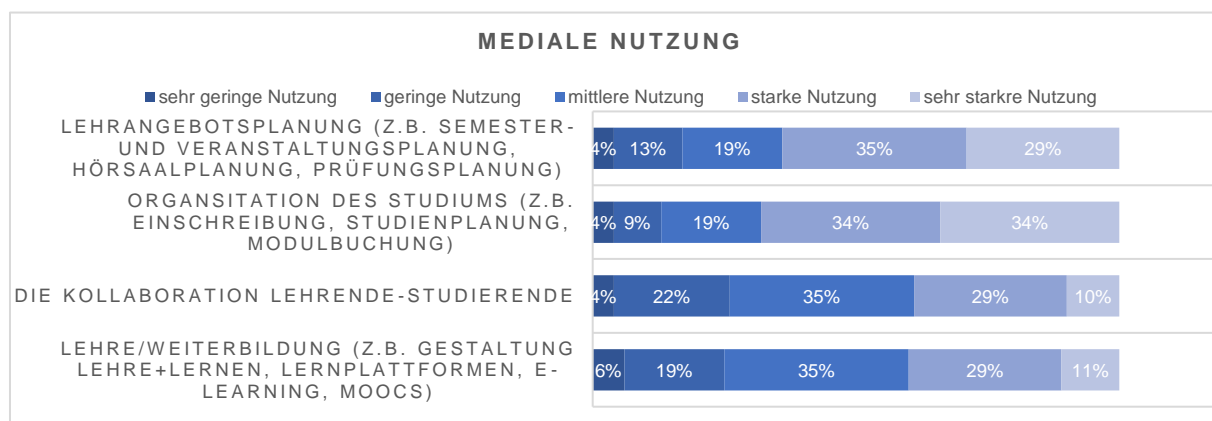


Abb. 38: Wie stark nutzt Ihre Hochschule die heutigen Möglichkeiten der Digitalisierung im Bereich Lehre und Studium? (Licka und Gautschi, 2017); Befragung 2017

Die Befragung zum Entwicklungspotenzial der Digitalisierung an Hochschulen in Deutschland und der Schweiz ergab mit geschätzten ca. 75 % starker/sehr starker zukünftiger Nutzung einen pro Digitalisierung orientierten Ausblick. Auch für die oben noch als aktuell schwach ausgebaut empfundenen Bereiche „Lehre/Weiterbildung“ (z.B. Gestaltung Lehre+Lernen, Lernplattformen, E-Learning, MOOCs) und „Kollaboration Lehrende – Studierende“ wird eine starke Weiterentwicklung in der Digitalisierung prognostiziert (Licka und Gautschi, 2017) (Abb. 39).

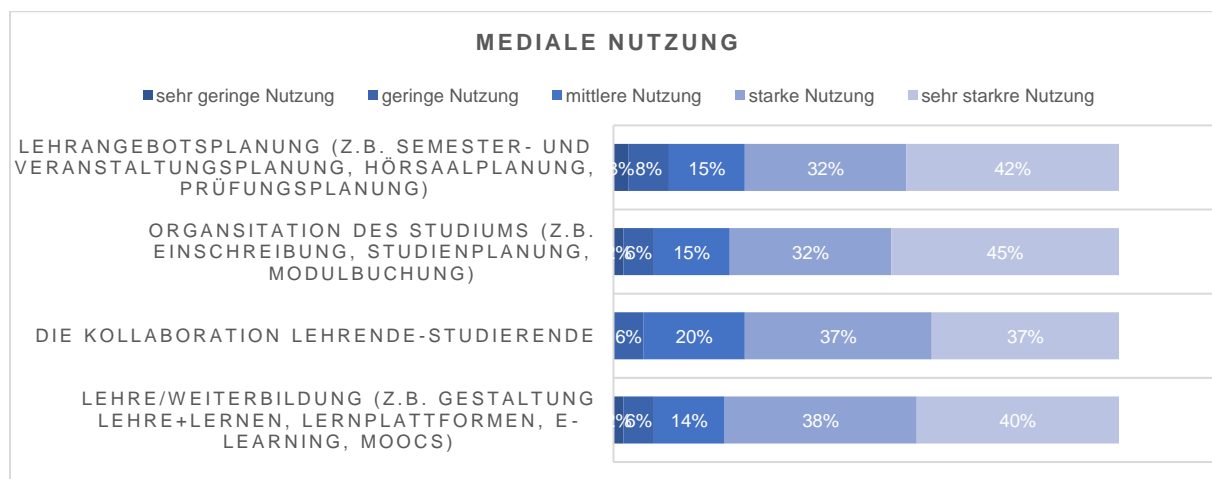


Abb. 39: Wie schätzen sie das Entwicklungspotenzial der Digitalisierung für ihre Hochschule im Bereich Lehre und Studium für die kommenden 5 Jahre ein? (Licka und Gautschi, 2017), Befragung 2017

Genau dieses Potenzial wird mit dem vorliegenden Projekt unterstützt. Allerdings muss man sich an vielen deutschen Hochschulen z. Bsp. noch - umständlich - persönlich einschreiben, um einen Studiengang beginnen zu können. Einige Hochschulen, z. Bsp. Universität Hohenheim, organisieren dies heute bereits mittels Onlineeinschreibung. So ist es für die angehenden Studenten unkomplizierter sich einzuschreiben und es fallen keine Fahrtkosten, Kosten für Unterkunft usw. an. Auch in den organisatorisch/logistischen Strukturen sollte die Umstellung auf digitale Prozesse entsprechend konsequent betrieben werden.

Heutzutage arbeiten ungefähr 20 % der Studierenden an deutschen Hochschulen mit einem großen Spektrum an digitalen Medien. Hierzu zählen unter anderem online - Prüfungen, Blogs und Lernspiele bzw. Simulationen (SMART Technologies, 2016; Persike & Friedrich, 2016). Im Studienfach Medizin (Human- und Zahnmedizin) ist ein hoher Grad an Nutzung von digitalen Medien festgestellt worden. Studierende der Medizin nutzten neben den klassischen Lernformaten insbesondere E-Assessment-Werkzeuge, fachspezifische Datenbanken und Videos. Speziell an der LMU München lag der durchschnittliche Nutzungsgrad aller digitaler Medien bei 52,9 % im Erhebungszeitraum von 2014/2015 (Persike & Friedrich, 2016). Andere Studiengänge bieten bei Weitem noch nicht so einen hohen Digitalisierungsgrad des Studiums an. Die Abbildung 40 aus der Studie verdeutlicht den Digitalisierungsgrad bei 11 verschiedenen Fachrichtungen an deutschen Hochschulen im Erhebungszeitraum 2014/2015 (153 befragte Hochschulen, 27.453 Teilnehmer).

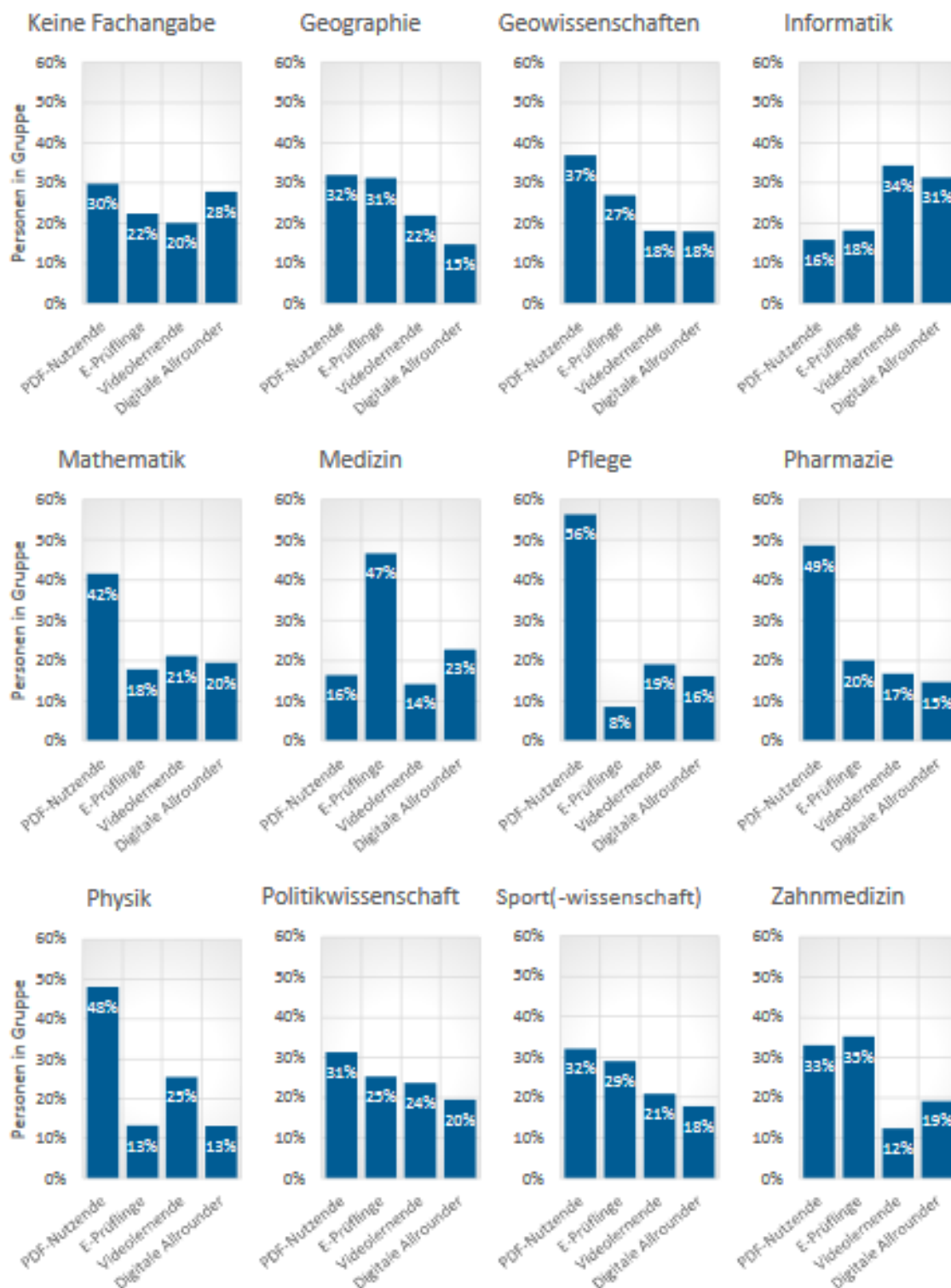


Abb. 40: Häufigkeiten der vier Nutzergruppen nach Fach (Persike & Friedrich, 2016); Erhebung 2014/2015, n = 27.473, 153 untersuchte Hochschulen, 11 Fächer

Auch an der tiermedizinischen Fakultät der LMU München werden fakultative/obligatorische Tutorials und Lernmodule für Studierende von verschiedenen Instituten und Lehrstühlen angeboten. So gibt es unter anderem eine kostenfreie interaktive Website der Abteilung Kardiologie der medizinischen Kleintierklinik. Hier können Interessierte die kardiologischen Grundlagen von Hund und Katze erlernen (Stand: 2018). Die Klinik für Vögel, Kleinsäuger, Reptilien

und Zierfische bietet in Kooperation mit der virtuellen Hochschule Bayern (VHB) den Kurs „die virtuelle Exotenklinik“ an. Die „virtuelle Exotenklinik“ stellt einen Zusammenschluss aus drei verschiedenen Projekten dar. Es werden anhand von interaktiven Lernprogrammen die Präpädeutik der Ziervögel, Reptilien und Zierfische erläutert. Dieses Projekt wird aktuell (2018) von den Studierenden der Tiermedizin im Zuge ihrer klinischen Ausbildung im 8. oder 9. Fachsemester absolviert und erfreut sich großer Beliebtheit. Das vorliegende Projekt „die virtuelle Geflügelklinik“ fügt sich als ein weiteres interaktives Lernprogramm für Studierende der Tiermedizin zur Erweiterung des Lehr- und Lernangebots in der Ausbildung des tiermedizinischen Nachwuchses ein.



Abb. 41: Homepage von <http://www.vogelklinik.net>

Das E-Learning bietet viele Vorteile. Allem voran ist die zeitliche Flexibilität zu nennen. Der Absolvent des Kurses ist weder an eine Tageszeit, noch an einen bestimmten Wochentag gebunden. Insbesondere hochmotivierte Studenten haben die Möglichkeit vertiefende Kenntnisse und Kurse aus zusätzlichen fakultativen Lehrangeboten zu gewinnen. Studierende mit Familie oder Arbeit können Studium und Lernpensum individuell in ihren Alltag integrieren. Dies nicht zuletzt, weil E-Learning auch nicht an einen bestimmten Ort gebunden ist. Man ist in der Lage, die entsprechenden Kurse/Fortbildungen oder Aufgaben überall im Home Office zu absolvieren (Höpflinger et al., unbekannt). Präsenzveranstaltungen können wegen Krankheit, Störung der öffentlichen Verkehrsmittel oder wegen hohen Verkehrsaufkommens oft nicht wahrgenommen werden. Derartige Versäumnisse sind danach nur schwer zu kompensieren. Auch das Lerntempo kann vom Studierenden individuell festgelegt werden (Höpflinger et al., unbekannt). Jeder Dozent hat in Präsenzveranstaltungen sein eigenes Vorlesungstempo. Dies

kann der Vortragende nicht auf jeden Einzelnen anpassen. Durch E-Learning Tools ist der Student in der Lage den Vorlesungs- bzw. Prüfungsstoff individuell und beliebig oft zu wiederholen. Die „virtuelle Geflügelklinik“ kann wie die Vorgängerprojekte von jedem Studierenden an der Veterinärmedizinischen Fakultät der LMU München orts- und zeitunabhängig absolviert werden.

Einen weiteren Vorteil stellt die hohe Flexibilität von E-Learning Angeboten dar. Bei den meisten Programmen kann individuell an den Wissensstatus des Einzelnen angepasst eingestiegen werden. Dies ist ein wesentlicher Vorteil gegenüber Präsenzveranstaltungen. Der Vorlesende bzw. Vortragende muss immer davon ausgehen, dass das Auditorium auf dem gleichen Vorkenntnisstand ist, was aber erfahrungsgemäß nicht immer die aktuelle Situation widerspiegelt. Zwangsläufig findet der Vorkenntnisstand des Einzelnen keinerlei Berücksichtigung im Frontalunterricht (Höpflinger et al., unbekannt). In die „virtuelle Geflügelklinik“ ist ein Menü integriert, welches dem User erlaubt an jeder Stelle des Tutorials einzusteigen. Wenn sich also beispielsweise der Studierende bei den gesetzlichen Grundlagen bereits gut auskennt, kann er diese ohne Probleme überspringen und ein anderes Unterkapitel bevorzugt bearbeiten.

Zusätzlich ist es möglich die einzelnen Lehrinhalte oder Aktualisierungen mit einem überschaubaren Arbeits- und Zeitaufwand an die jeweilige Zielgruppe anzupassen (Höpflinger et al., unbekannt). Sobald sich dieses Tutorial in der Ausbildung der Studierenden der Tiermedizin bewährt hat, kann es durch kleine Umprogrammierungen und Umstrukturierungen an weitere Zielgruppen adaptiert werden.

Durch einfache Updates ist der Ersteller eines solchen Programms schnell in der Lage, sein Programm auf aktuelle Anforderungen zu upgraden (Höpflinger et al., unbekannt). Liegt zum Beispiel ein Zeitraum von mehreren Semestern zwischen Vorlesung und dazugehöriger Prüfung kann es in diesem Zeitraum zu neuen Erkenntnissen und vor allem zu Gesetzesänderungen kommen. Während der eigenen Studienzeit an der LMU München war dies konkret der Fall: die Vorlesung für Tierschutz fand im ersten und zweiten Semester statt, während die Prüfung erst im elften Semester angesetzt war. Dies ist aus organisatorischen Gründen bei einem stark verdichteten Lehrplan häufig nicht anders realisierbar. Gerade solche Unstimmigkeiten können durch ein erweitertes Angebot von E-Learning Programmen effektiv kompensiert werden.

Ein weiterer wichtiger Punkt ist die Einsparung von Kosten (Höpflinger et al., unbekannt). E-Learning Programme lassen sich mit relativ überschaubarem finanziellem Aufwand erstellen. Prinzipiell sind viele Institutsmitarbeiter dazu befähigt, mit Hilfe der entsprechenden Programme eigene Websites oder ein webbasiertes Tutorial zu erstellen. Auch die Verwaltung solcher Programme muss nicht zwingend kostenintensiv sein. So hat man dagegen mit Präsenzveranstaltungen einen deutlichen höheren personellen, organisatorischen und

finanziellen Aufwand. Durch ein E-Learning Modul können auch die Studenten entsprechend Zeit und Kosten sparen (Anfahrt, Verpflegung). Aufgrund der langfristig angelegten Auslagerung der tiermedizinischen Fakultät nach Oberschleißheim, sind die Studierenden momentan (2018) auf 2 Hauptstandorte (Innenstadt und Oberschleißheim) verteilt und müssen für die jeweiligen Kurse teilweise an einem Tag mehrmals durch München pendeln. Dasselbe gilt für die Dozenten. Durch E-Learning kann das Studium der Tiermedizin in der momentanen Situation in München für alle Beteiligten vereinfacht und für die Studierenden effektiver gestaltet werden.

Durch das Prinzip des E-Learning sind die Studierenden auch gezwungen sich mit den neuen Medien auseinander zu setzen. Dies ist ein sehr wichtiger Punkt im Zeitalter der Digitalisierung (Leidlmaier & Seyfried, 2011), insbesondere auch zur Vorbereitung auf das spätere Arbeitsumfeld. Aus eigenen Erfahrungen während des Studiums, der Prüfungsvorbereitung und während der Erstellung des Tutorials ist mir die Notwendigkeit zur ständigen Auseinandersetzung mit laufenden elektronischen Neuerungen bestens bekannt.

Genauso wie das E-Learning Vorteile bietet, sind auch die Nachteile zu diskutieren.

Zum ersten sind die technischen Anforderungen zu bewerten (Höpflinger et al., unbekannt). Derzeit haben ca. 53% der Weltbevölkerung Internetzugang (Bouwman, 2018). Selbstverständlich kann im Vergleich dazu von allen Studierenden der Tierärztlichen Fakultät erwartet werden einen Internetzugang vorzuhalten. Allerdings sind für viele webbasierte Programme eine schnelle Internetverbindung bzw. für computerbasierte Programme ein sehr leistungsstarker PC Voraussetzung (Leidlmaier & Seyfried, 2011). Die Umsetzung dieser Basisanforderungen könnte u.U. im Einzelfall Schwierigkeiten bereiten. Wie in der eingangs angesprochenen Studie bereits erwähnt, nutzen derzeit circa 81 % der 14- bis 29-Jährigen täglich das Internet oder Onlinedienste. Dagegen liegt Deutschland verglichen mit anderen Industriestaaten weltweit im Hintertreffen, wenn man den Breitbandausbau des Glasfasernetzes bewertet. So sind in Japan oder Südkorea bereits circa dreiviertel Prozent der Haushalte an ein leistungsstarkes Glasfasernetz angeschlossen. In Deutschland sind dies zum gegebenen Zeitpunkt gerade einmal um 2 %. Für komplexe Anwendungen wie das interaktive Bewegen in 360 Grad Aufnahmen ist aber eine leistungsstarke Internetverbindung für ein reibungsloses Funktionieren notwendig (Lauck, 2018).

Des Weiteren ist ein hohes Maß an Selbstdisziplin unabdingbar (Höpflinger et al., unbekannt; Leidlmaier & Seyfried, 2011), welche wiederum durch Multiple-Choice Fragen und entsprechende Überprüfungen ausgeglichen bzw. kontrolliert werden kann. Ein weiterer Kritikpunkt ist die mögliche Vereinsamung der Studierenden. Wenn es nicht mehr nötig sein sollte Präsenzveranstaltungen zu belegen, werden sich die Kommilitonen eines Semesters oder Studiengangs nicht mehr zwingend kennenlernen. Das Lernen wird dadurch zwar sehr individuell,

aber zwangsläufig auch sehr unpersönlich. Außerdem ist der Studierende nicht mehr in der Lage direkt Fragen an den Dozenten zu stellen, was zu Verständnisproblemen beim Lehrinhalts führen kann (Höpflinger et al., unbekannt; Leidlmair & Seyfried, 2011). Allerdings kann hier effektiv über Lernplattformen, wie zum Beispiel das an der LMU München verwendete „Moodle“, gegengesteuert werden. Der Student ist durch „Moodle“ in der Lage, seine Fragen an den Dozenten bzw. Planer des Kursangebots zu stellen. Andere Funktionen in „Moodle“ sind spezielle User Chats. Hier können sich die Teilnehmer eines Kurses untereinander austauschen.

Zur teilweise komplexen Bedienung der einzelnen Funktionen in Tutorials, müssen sich die Studierenden erst ausgiebig mit den neuen Lernmedien und deren Umgang beschäftigen (Leidlmair & Seyfried, 2011). Um Unsicherheit und Fehlbedienung bei Unkenntnis der Bedienung zu minimieren, können fakultative Lehrangebote (Umgang mit IT Technik) in das Grundstudium eingebunden werden. So erwirbt jeder Student gleichermaßen die Voraussetzungen, mit den neuen Medien gekonnt und zielführend umzugehen.

E-Learning ist eine sinnvolle Bereicherung zum reinen Frontalunterricht. Das sogenannte „Blended-Learning“ ist die zukunftsorientierte Lösung im Zeitalter der Digitalisierung und kombiniert die Vorteile des E-Learning mit denen von traditionellen Präsenzveranstaltungen. Präsenzveranstaltungen stellen einen zentralen Bestandteil in der Ausbildung des tiermedizinischen Nachwuchses dar und werden auch im Zeitalter der fortschreitenden Digitalisierung die Basis des Lehrangebots sein. Ein Studium der Tiermedizin ist ohne Frontalunterricht und praktische Übungen nicht möglich. Allerdings kann und muss durch gezielte fakultative und obligatorische Lehrangebote wie die „virtuelle Geflügelklinik“ eine Vertiefung der Kenntnisse erzielt werden. Des Weiteren sollen die Studierenden der Tiermedizin mit dem Tutorial „die virtuelle Geflügelklinik“ dazu angeregt werden, sich neben Wissen über die Geflügelwirtschaft auch eine fundierte Meinung, basierend auf Faktenwissen, zu diesem Thema zu bilden. Dies entspricht den Vorstellungen der Konzeption des Konstruktivismus, nach dessen Lerntheorien dieses Tutorial geplant und umgesetzt wurde.

Die „virtuelle Geflügelklinik“ zielt auf Studenten der klinischen Fächer ab dem 5. Fachsemester ab. Zu diesem Zeitpunkt bestehen bereits Kenntnisse aus der Vorklinik durch verschiedene Präsenzveranstaltungen und Prüfungen. Auf diese kann durch das virtuelle Angebot sinnvoll aufgebaut werden.

5.2 Tierschutz- und Tierseuchenaspekte

Prinzipiell stellt ein Tutorial eine Alternative dar, um Versuchstierzahlen in der universitären Ausbildung zu reduzieren.

Dies ist wünschenswert, da dadurch das Grundprinzip der tierexperimentellen Forschung, die 3 R Regel, die auch auf den Einsatz von z. Bsp. Propädeutiktieren in der universitären Ausbildung zu übertragen ist, unterstützt wird. Die 3 R stehen dabei für „**R**educe“, „**R**eplace“ und „**R**efine“, wonach

1. die Anzahl der Versuchstiere auf ein Mindestmaß reduziert werden soll,
2. Tierversuche generell soweit wie möglich vollständig vermieden werden sollen und
3. Tierversuche bei Unvermeidbarkeit so gut geplant sein sollen, dass Leiden der Tiere auf ein Mindestmaß reduziert wird.

Das 3 R Prinzip wurde erstmals 1959 von den Wissenschaftlern William Russel und Rex Burch beschrieben (BfR, 2018). Es ist in vielen Ländern der Welt heute die anerkannte Grundlage des Tierschutzes in Versuchstierkunde und Wissenschaft. (BfR, 2018).

Im Jahr 2015 wurden in Deutschland 2.799.961 Tiere in genehmigten Tierversuchen eingesetzt. Zu den verwendeten Tierarten gehören vor allem Mäuse, Ratten, Kaninchen, Fische und Vögel. Im unten angeführten Kreisdiagramm sind die jeweiligen Verwendungszwecke der Versuchstiere im Jahr 2015 in Deutschland dargestellt. Für die universitäre Ausbildung werden rund 2 % der knapp 2,8 Mio. Tiere verwendet (BMEL, 2015). Auch wenn sich die daraus abzuleitende Anzahl von circa 56.000 Tieren im Vergleich zur Gesamtzahl als relativ niedrig darstellt, darf gerade dieser Anteil nicht als geringfügig abgetan werden. Speziell von den Universitäten und Lehrinrichtungen sollten die Impulse und Vorarbeiten ausgehen, auf deren Beispiel dann im Falle restriktiverer Vorgaben für z.B. die forschende Industrie zukünftig von den Tierschutzräten verwiesen werden kann.



Abb. 42: Quelle: Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 2015

Die Erwartungen an Lebensmittelsicherheit und Verbraucherschutz werden in unserer Gesellschaft zunehmend höher angesetzt. Dadurch steigen die Anforderungen an eine adäquate tiermedizinische Ausbildung proportional. Muss diese Thematik intensiver gelehrt werden, geht dies nach meiner Auffassung mit einer Ausweitung der handwerklich-praktischen Ausbildung, auch am Tier, einher. Letztlich ist es schwer vorstellbar, wie dies ohne zusätzliche Übungen am Tier und somit ohne zur-Verfügung-Stellung größerer Zahlen von Tieren im Rahmen der tierärztlichen Ausbildung gelingen kann.

Dies wäre ein Weg um zu vermeiden, dass originär von Tierärzten besetzte Stellen in der Nutztierhaltung und bei integrierten Vermarktern zunehmend von Absolventen anderer Studienrichtungen besetzt werden. Um nicht gleichzeitig mit der berechtigten Forderung nach Reduzierung der beantragten Versuchstierzahlen zu kollidieren soll das erarbeitete Tutorial „Die virtuelle Geflügelklinik“ auch einen Pfad beschreiben, mit dessen Ausbau die Anliegen von Verbrauchern und Studierenden gleichermaßen unterstützt werden können. So könnten der vorgestellte Sektionsleitfaden (mit Beurteilung und Handling von Indikatortieren) und der

Handungsleitfaden Eintagsküken (MK) mit dazugehöriger Checkliste (mit der Zielsetzung der Reduzierung von Antibiotikabehandlungen) weiter ausgebaut werden um die Ausbildungsziele in Propädeutik und Lebensmittelsicherheit virtuell zu unterstützen. Zusätzlich wurden auch bereits die Vorarbeiten zu weiteren speziellen Tutorial-Elementen für die virtuelle Geflügelklinik, wie z. Bsp. Stallklimaberatung und Herdenmanagement, erstellt.

Gleichrangig neben den Tierschutzaspekten sind auch die Tierseuchenaspekte ein nicht zu vernachlässigendes Argument für den Ausbau von E-Learning im Rahmen der tierärztlichen Ausbildung.

Nicht zuletzt durch Personenverkehr kommen mehr Kontakte zwischen einzelnen Geflügelhaltungen zustande als aus epidemiologischer Sicht wünschenswert. Bestandsbetreuende Tierärzte, Handwerker und Monteure, Lieferanten und Handelsvertreter (Küken, Futter, Desinfektionsmittel), TBA-Fahrer und Schlachtiertransporteure haben Zugang z.T. bis in die Stallungen obwohl dieser Personenkreis oft mehrere Geflügelbetriebe pro Tag besucht. Pendeln diese Personen dann noch zwischen Haltungen mit unterschiedlichen Geflügelarten oder Nutzungsrichtungen, potenziert sich das Risiko für die Aufrechterhaltung der Biosicherheit auf den Betrieben noch zusätzlich (Capua et al., 2002).

Der Personenkontakt zwischen einzelnen Geflügelhaltungen muss auf ein unvermeidbares Mindestmaß reduziert werden. So ist bereits seit Längerem bekannt, dass Personenverkehr z.B. für die Ausbreitung der Aviären Influenza (AI) von epidemiologischer Bedeutung ist (sekundärer Verbreitungsweg, Alexander 1995).

Neben AI ist auch für weitere Geflügelkrankheiten die Übertragung via Güter- und Personenverkehr beschrieben, insbesondere für Newcastle Disease, Salmonellose und Campylobakteriose (Dent et al., 2008)

Erfahrungsgemäß besucht ein Geflügeltierarzt in Bayern durchschnittlich 5 bis 6 Farmen pro Tag. Um trotzdem die Biosicherheit in der täglichen tierärztlichen Praxistätigkeit zu gewährleisten muss den Prinzipien der „Good Veterinary Practice“ höchste Priorität eingeräumt werden. Dies gilt sowohl für die logistische Planung der Betriebsbesuche als auch für die strikte Beachtung des „Schwarz-Weiß-Prinzips“ bei jedem Bestandsbesuch (Fries, 2017). Dass diese Vorkehrungen dringend notwendig sind um immense finanzielle Schäden zu vermeiden zeigen die Eckdaten einiger AI Epidemien aus den letzten beiden Jahrzehnten. Beispielsweise führte der Ausbruch von aviärer Influenza A (H7N7) 2003 in den Niederlanden zu einer Infektion von 255 Beständen und nachfolgend zur Keulung von circa 30 Millionen Geflügeltieren (Stegeman, et al., 2004). Von März 1999 bis zum Beginn von Dezember 1999 kam es im Norden von Italien zu einem Ausbruch von niedrigpathogener aviärer Influenza A (H7N1). Mitte Dezember 1999 bis einschließlich April 2000 kam es dann zu mehreren Ausbrüchen hochpathogener aviärer Influenza in Italien. Es waren insgesamt 413 Bestände betroffen und über 13 Millionen Tiere

sind gestorben oder wurden gekeult (Capua et al., 2002). Vergleichbare Aufstellungen lassen sich in kurzen Intervallen über mehrere Mitgliedstaaten der EU incl. Deutschland fortsetzen und gipfeln in der europaweiten AI Pandemie über den Jahreswechsel 2016/2017.

Burns et al. (2011) untersuchte den potentiellen Übertragungsweg von aviärer Influenza durch Personenkontakte zwischen verschiedenen Stallungen. Es wurden insgesamt 8 Stallungen untersucht (Elterntierherden, Legehennen und Puten). Es handelt sich hierbei um eine Beobachtungsstudie verbunden mit einem Fragebogen und alle Personen, welche die Biosicherheitszone betreten haben, wurden entsprechend befragt. Als Biosicherheitszone wurde der Bereich hinter dem Eingangstor, soweit vorhanden, bzw. ein Bereich von 30 m um den Geflügelstall festgelegt. Vier aufeinanderfolgende Tage befand sich ein Forscher auf der Farm und hat den Personenverkehr beobachtet und befragt. Insgesamt besuchten ungefähr 2,6 Personen jede Farm pro Tag (Personen wurden immer nur einfach gezählt an 4 aufeinanderfolgenden Tagen). Von allen 111 Teilnehmern der Fragebogenaktion gaben 53 % an, am Tag vorher, am gleichen Tag oder am nächsten Tag eine weitere Geflügelfarm besucht zu haben bzw. zu besuchen. 46 % der Betriebsbesucher hatten dabei auch Zugang zu den Stallungen. Von diesen 46 % hatten 51 % Kontakt zu anderem Geflügel am Vortag, am gleichen Tag oder am Folgetag. Sie stellten durch ihre Beobachtungen außerdem fest, dass während einer 4-tägigen Beobachtungszeit pro Betrieb im Schnitt eine Verlinkung zu 25 anderen Geflügelfarmen bestand. Erschreckend war bei dieser Studie, dass auf 7 von 8 untersuchten Farmen jeweils circa eine Person keinerlei Biosicherheitsvorkehrungen einhielt. Letztlich kamen Burns et al. (2011) zu dem Schluss, dass sowohl die Verlinkungen zwischen den Farmen, als auch die Distanz zwischen den Farmen einen Einfluss auf den Verlauf eines Ausbruchs von Aviärer Influenza haben kann. Aus diesem Grund sollten Personenkontakte in jede Ausbruchssimulation mit einbezogen werden (Burns et. al, 2011).

Auch Fiebig et al. (2009) untersuchten die Kontakte zwischen Geflügelfarmen sowie mögliche Übertragungsrisiken für Aviäre Influenza in diesem Zusammenhang. Es wurden kommerzielle als auch Kleinhaltungen in die Studie aufgenommen (Großteil der erfassten Betriebe mit weniger als 500 Tieren). Auch sie stellten im Mittel einen Personenverkehr von 3 Personen pro Tag und Farm fest, unabhängig von der Betriebsgröße. Personenbewegungen oder Bewegungen von Gegenständen zwischen den Farmen wurden bei 93 % der kommerziellen und bei 67 % der nicht-kommerziellen Farmen beobachtet. Das Verbringen von Geflügel über weite räumliche Distanzen wurde bei 79 % der kommerziellen und 55 % der nicht kommerziellen Geflügelhaltungen beobachtet. Die Transporthäufigkeit war von der jeweiligen Ausrichtung/Spezialisierung der Geflügelfarm abhängig. Aus ihren Ergebnissen schlussfolgerten Fiebig et al. (2009), dass sowohl für kommerzielle als auch nicht-kommerzielle Farmen durch Betriebskontakte ein direkter Einfluss auf die Seuchenverbreitung, zum Beispiel der Aviären Influenza, besteht (Fiebig et al., 2009).

Ssematimba et al. (2013) untersuchten die Risiken für die Übertragungswege von Aviärer Influenza während der Epidemie 2003 in den Niederlanden. Dazu wurden die Vorkehrungen in Hinblick auf Biosicherheit und Kontaktstruktur der niederländischen Geflügelindustrie analysiert. Auch sie kamen zu dem Schluss, dass risikobehaftetes Verhalten, wie zum Beispiel Ignorieren von Biosicherheitsmaßnahmen oder das Benutzen von Mobiltelefonen in den Ställen, ein hohes Sicherheitsrisiko darstellen (Ssematimba, et al., 2013).

Van Limbergen et al. (2017) untersuchten in ihrer Studie die Biosicherheitsmaßnahmen in konventionellen Broilerfarmen in Europa. Zur möglichst guten Transparenz und Vergleichbarkeit wurde das risikobasierte Biosicherheits- Scoring System biochek.UGent® verwendet. Die Studie wurde in 5 EU Mitgliedstaaten (Finnland, Polen, Spanien, Griechenland und Belgien) mit insgesamt 399 Geflügelfarmen durchgeführt. Die Daten wurden über Farmbesuche oder Telefoninterviews bzw. Mailbefragungen erhoben. Sie unterschieden zwischen interner (z. Bsp. Krankheitsmanagement, Reinigung und Desinfektion, Material und Maßnahmen zwischen den Ställen) und externer (z. Bsp. Kükeneinstellung, Ausdünnen/Vorgreifen in der Hähnchenmast, Futterlieferung, Kadaverlagerung und –übergabe bei Abholung, Zugang für Besucher und Angestellte, Infrastruktur, biologische Vektoren, Farmlokalisierung) Biosicherheit. Erschreckend war, dass der Punkt „Besucher und Angestellte“ bei der externen Biosicherheit in allen teilnehmenden Ländern mit durchschnittlich 51,5 von 100 möglichen Punkten den niedrigsten Score aufwies (Van Limbergen et al., 2017).

Die essentielle Bedeutung von Biosicherheit und Good Veterinary Practice in der tierärztlichen Bestandsbetreuung von Geflügel steht außer Frage. Bei nachgewiesenen Verstößen im Zusammenhang mit einer Seuchenausbreitung über Kontaktbetriebe drohen auch Tierarztpraxen empfindliche Regressforderungen durch die Tierseuchenkassen (Tiergesundheitsgesetz, 2013). Daraus lässt sich die berechnete Forderung ableiten, dass der tierärztliche Nachwuchs mit Interesse an der Nutztierpraxis bereits während der Ausbildung umfassend auf diese Anforderungen vorbereitet werden sollte. Dies wird auch von den beteiligten Verbänden so erwartet. Ein Teil dieser Aufgabe kann in das Angebot der ambulatorischen Praxisbesuche integriert werden. Allerdings ist es nicht möglich, dieses Angebot für alle Studierenden zugänglich zu machen. Generell ist es schwierig, eine ausreichende Zahl von Betriebsinhabern für regelmäßige Betriebsbesuche mit Studierenden zu gewinnen. In Zeiten seuchenrechtlicher Restriktionen dagegen verbietet es sich kategorisch, mit einer größeren Personenzahl auf Praxisbetriebe zu fahren.

Das Forcieren von E-Learning Angeboten dient der Vertiefung des Wissens aus Basisvorlesungen. Darüber hinaus wird es immer wichtiger, die Wissensvermittlung über Bestandsbetreuung, Good Veterinary Practice und Biosicherheit zu intensivieren. Dies sollte ein neues Aufgabenfeld für die Weiterentwicklung von online Tutorials sein. Nur in Wirtschaftsbetrieben

erstelltes Bild- und Videomaterial erfüllt dabei die Anforderungen an eine praxisorientierte Ausbildung ohne gleichzeitige Ausweitung von zulassungspflichtigen institutseigenen Tierhaltungen und umfangreichen Betriebsbesuchen mit Studierenden.

VI. Zusammenfassung

Seit 1967 ist das Prüfungsfach „Geflügelkrankheiten“ obligatorischer Bestandteil für den tierärztlichen Nachwuchs. Einen Teilbereich des Ausbildungsfachs Geflügelkrankheiten stellt dabei die tierärztliche Bestandsbetreuung von Wirtschaftsgeflügel dar (Monreal & Neumann, 2012).

In der studentischen Ausbildung liegt der Fokus im Fach Bestandsbetreuung eindeutig auf den großen Nutztieren (Rind und Schwein). Dies schlägt sich auch in der Tierärzteschaft nieder. Auf das Nutzgeflügel entfallen im Moment nur circa 0,7 % der Tierärzte in Deutschland. Diese 200 Tierärzte/-innen und Fachtierärzte/-innen versorgen rund 95 % des gehaltenen Nutzgeflügels in Deutschland unabhängig von der Nutzungsrichtung und Haltungsform (Günther, 2016).

Die Bestandsbetreuung von Wirtschaftsgeflügel erfolgt heute in „integrierter“ Form, das heißt betriebliche Ziele und die beratende Wirkung des Tierarztes gewinnen im Gegensatz zur „klassischen“ Bestandsbetreuung deutlich an Bedeutung (Mansfeld, 2007). Im Unterschied zur Bestandsbetreuung in anderen Nutztierbereichen, steht die Herdengesundheit in der Geflügelwirtschaft immer im Fokus von Diagnosefindung und Therapie (Rautenschlein & Ryll, 2014), wobei aktuell u. a. die art- und tierschutzgerechte Ausgestaltung von Geflügelstallungen auch im Hinblick auf die Kunstlichtbeleuchtung von großer Aktualität ist (Korbel et al., 2017).

Die Durchführung einer Bestandsbetreuung Geflügel unterscheidet sich auch wesentlich von der tierärztlichen Vorgehensweise bei der Behandlung von Hobbytieren oder Ziergeflügel (Rautenschlein & Ryll, 2014).

Aufgrund des speziellen Charakters beim Vorgehen einer tierärztlichen Bestandsbetreuung von Geflügel wurde das Online-Tool „Die virtuelle Geflügelklinik“ entwickelt, dessen Schwerpunkte auf der Vermittlung der rechtlichen Grundlagen, der Basis zur Messung von Umwelt- bzw. Klimaparametern und der fachgerechten Durchführung einer Bestandsbetreuung am Beispiel einer Masthähnchenhaltung liegen. Die Bestandsbetreuung wird anhand einer Broileraufzucht erklärt, da Hähnchen mit Abstand die am häufigsten gehaltenen Tiere im Geflügelsektor und auch in der gesamten Nutztierhaltung darstellen. Der pro Kopf Verbrauch an Hähnchenfleisch liegt in Deutschland bei 12,7 kg (2017). Insgesamt werden von jedem Deutschen 20,9 kg Geflügelfleisch pro Jahr (2017) verzehrt. Damit macht das Hähnchenfleisch zahlenmäßig den größten Anteil am Geflügelfleisch aus (Beck, 2017).

Die studentische Ausbildung in Geflügelbetrieben (Stichwort: Bestandsbetreuung) ist derzeit im Zusammenhang mit der aviären Influenza („Geflügelpest“) aus seuchen- und haftungsrechtlichen Gründen nicht oder nur sehr beschränkt möglich. Deshalb mussten für eine fundierte Ausbildung Alternativwege gefunden werden. Das Online-Tutorial „Die virtuelle Geflügelklinik“ verfügt über insgesamt 12 Kapitel, welche sich inhaltlich mit den gesetzlichen Grundlagen

bezogen auf die Masthähnchenhaltung, den Haltungs- und Stallformen, sowie die Bestandsbetreuung im eigentlichen Sinne befassen. Die Bestandsbetreuung untergliedert sich in die Inhalte Impfungen samt Impftechniken, Stallvorplatz, Stallvorraum mit der durchzuführenden Anamnese, Untersuchung der Umwelt- bzw. Klimaparameter (Gase, Licht, relative Luftfeuchtigkeit, relative Luftgeschwindigkeit, Temperatur und Staub), Herdenuntersuchung, Einzeltieruntersuchung und den pathologisch-anatomischen Untersuchungsgang. Des Weiteren sind nach bestimmten Abschnitten Quizsequenzen mit Multiple Choice Fragen eingefügt worden, um den Lernfortschritt durch Selbstkontrolle darstellen zu können.

Zielgruppe dieses Tutorials sollen die Studierenden der klinischen Fächer sein. Momentan entfällt auf den Themenkomplex der Bestandsbetreuung von Geflügel nur ein geringer Anteil an Absolventen. Allerdings ist dies einer der großen und wirtschaftlich bedeutenden Sektoren im Nutztierbereich, welcher einen erheblichen Mangel an tierärztlichem Nachwuchs aufweist. Das Tutorial wurde nach der Lerntheorie des Konstruktivismus entwickelt. Durch die bildliche und didaktische Aufarbeitung des Tutorials soll den Studierenden ein realistischer Einblick in die Geflügelwirtschaft gegeben werden und gegebenenfalls das Interesse an Geflügelmedizin geweckt werden.

In der studentischen Lehre ist es aufgrund von hygienischen Aspekten der Tierseuchenbekämpfung (Stichwort: Biosicherheit) nicht möglich mit allen Studierenden einen Bestandsbesuch durchzuführen. Aus diesem Grund wurde „die virtuelle Geflügelklinik“ als ein interaktives Online-Lernmodul entwickelt. Sie stellt eine Alternative dar, um fundierte Einblicke in die Geflügelwirtschaft zu erhalten.

Die Nutzung moderner Medien nimmt im Zeitalter der Digitalisierung stetig zu. Das Bundesministerium für Bildung und Forschung unterstützt seit vielen Jahren durch die Förderlinie „Neue Medien in der Bildung“ die Entwicklung neuer Digitaltechniken in Schulen und Einrichtungen der beruflichen Bildung sowie in Hochschulen. Heutzutage (2016) arbeiten rund 20 % aller Studierenden mit einem großen Spektrum an digitalen Medien an Hochschulen (Persike & Friedrich, 2016). Durch die Extensivierung der Digitalisierung im Studium kann es flexibler gestaltet werden und die Studierenden sind in der Lage die von ihnen zu bewältigenden Aufgaben besser in ihren Alltag integrieren zu können. Voraussetzung ist ein uneingeschränkter Zugang zu zusätzlichen elaborierten virtuellen Lernangeboten (Kammerl, 2009)

„Die virtuelle Geflügelklinik“ wird voraussichtlich ab dem Sommersemester 2019 auf dem Server der Vogelklinik (<http://www.vogelklinik.net>) für alle Studierenden abrufbar sein und im Rahmen der Ausbildung im Fachgebiet Wirtschaftsgeflügelmedizin als obligatorischer Bestandteil in die Ausbildung integriert werden.

VII. Summary

The working field specialized on „Poultry Diseases“ is a mandatory part within the veterinary education curriculum in Germany since 1967. An important sub-segment covered within the subject of poultry diseases is the area of veterinary herd management in poultry (Monreal & Neumann, 2012).

With regards to flock management today`s academical curricula are predominantly focused on large livestock (cattle and swine), the effects of which are reflected by the range of specialization within veterinarian professionals. Actually merely 0,7 % of german veterinarians are specialized on poultry. Roughly 200 veterinarians are involved in professional poultry husbandry covering approximately 95 % of poultry farms registered in Germany. These colleagues are taking care of all types of poultry lines and rearing systems (Günther, 2016).

Today`s commercial poultry flock health care management is operated as an „integrated“ process. By this approach owners operational goals as well as veterinarian consultancy are of progressive concern compared to „classical“ flock management. (Mansfeld, 2007). Opposite to herd care management in other livestock focussing on individual animal observation and treatment, in poultry flock health is of crucial importance for diagnostic procedures and treatments (Rautenschlein & Ryll, 2014).

Furthermore, flock health care management in poultry is significantly different from veterinary approach to treating hobby and pet animals (Rautenschlein & Ryll, 2014).

Regarding the unique features and special requirements in poultry flock management „The Virtual Poultry Clinic“ has been created. This online tutorial mainly describes the legal framework and the basics of measuring environmental and climate parameters using broiler flock management as an example for professional veterinarian poultry herd health management.

Broiler flock management has been chosen since broiler chickens represent the most frequently raised poultry species. Also within whole livestock farming in Germany broilers are outnumbering by far all other types of farm animals. Actually the per capita consumption of broiler meat in Germany amounts to 12,7 kg per year. (2017). In total, every German consumes about 20,9 kg of poultry meat per year (2017). Thus, broiler meat accounts for the largest share of poultry meat consumption (Beck, 2017).

The online tutorial „The Virtual Poultry Clinic“ includes 12 chapters covering legal framework of broiler rearing, different types of housing and actual specifics of broiler flock health care management. Flock care management chapter is subdivided in segments dealing with vaccinations including vaccination techniques, house environment, anamnesis recorded in the anteroom, testing for environmental and climate parameters (noxious gases, light intensity, humidity, air velocity, ambient temperature and dust load), flock examination, individual chick examination and post mortem examination. Furthermore, quiz sequences showing multiple choice questions are included after certain sections in order to provide self-assessment opportunities for the students.

Tutorial target group are students following the clinical education curriculum. Currently, only a small proportion of graduates is interested in poultry flock health care management. However, that is one of the huge and economically important segments in professional animal farming characterized by a lack of next generation specialized veterinarians. The tutorial was developed according to constructivism theory of learning. Visual and didactical presentations throughout the tutorial shall provide a realistic insight into recent poultry production and simultaneously raise students interest in poultry health care.

Implementing farm visits for all students in the curriculum is not possible due to hygienic demands of plague control (keyword: biosecurity). Therefore, „The Virtual Poultry Clinic“ has been developed as an alternative education tool. By interactive online presentations valuable virtual insights into poultry production shall be granted.

In the era of growing digitalization modern media usage is in constantly growing progress. By the funding line „New Media in Education“ German Federal Ministry of Education and Research has been supporting the usage of modern media in schools, institutions for professional education, and universities for many years. Nowadays (2016) around 20 % of all students are using a vast range of digital media (Persike & Friedrich, 2016). By extending digitalization students shall experience more flexible studies and they will be enabled to better integrate training obligations into their daily lives. Necessary requirement for this is unhindered access to sophisticated additional virtual learning facilities (Kammerl, 2009).

„The Virtual Poultry Clinic“ will be made available for all students on the poultry clinic`s server as of summer semester 2019.

VIII. Literaturverzeichnis

- Aarnink, A. J., Mosquera, J., Cambra-Lopez, M., van Harn, J., de Buissonje, F. E., & Ogink, N. W. (13.-16. September 2009). Konferenzprotokoll: Options for dust reduction from poultry houses. *Biennial Conference of the Australian Society for Engineering and Agriculture (SEAg)*. Brisbane.
- Alexander, D. J. (1995). The Epidemiology and Control of Avian Influenza and Newcastle Disease. *Journal of Comparative Pathology* 112, 2, S. 105-126.
- Alvino, G. M., Archer, G. S., & Mench, J. A. (2009). Behavioural time budgets of broiler chickens reared in varying light intensities. *Applied Animal Behaviour Science* 118, 1-2, S. 54-61.
- Ammon, J. A. (2013). Augenerkrankungen bei Ziervögeln. Dissertation, Ludwig-Maximilians -Universität München.
- Anderson, D. P., Beard, C. W., & Hanson, R. P. (1964). The adverse effects of ammonia on chickens including resistance to infection with Newcastle Disease Virus. *Avian Diseases* 8, 3, S. 369-379.
- Andrews, D. K., & Zimmermann, N. G. (1990). A Comparison of Energy Efficient Broiler House Lighting Sources and Photoperiods. *Poultry Science* 69, 9, S. 1471-1479.
- Archer, G. S. (2017). Exposing broiler eggs to green, red and white light during incubation. *Animal* 11, 7, S. 1203-1029.
- Arnold, T. (2017). Schutzimpfungen. In K. Damme, F. Muth, & A. Mayer, *Geflügeljahrbuch 2018* (S. 277-288). Stuttgart: Eugen-Ulmer-Verlag.
- Arnould, C., & Faure, J. M. (2003). Use of pen space and activity of broiler chickens reared at two different densities. *Applied Animal Behaviour Science* 87, 1-2, S. 281-296.
- ATSDR. (2011). *Agency for Toxic Substances and Disease Registry*. Von <https://www.atsdr.cdc.gov/substances/toxsubstance.asp?toxid=67> abgerufen (Stand: 23.04.2018)
- ATSDR. (2011). *Agency for Toxic Substances and Disease Registry*. Von <https://www.atsdr.cdc.gov/substances/toxsubstance.asp?toxid=2> abgerufen (Stand: 23.04.2018)
- Autorenkollegium. (2012). Diagnose. In O. S. Neumann, *Kompendium der Geflügelkrankheiten* (7. überarbeitete Ausg., S. 90-105). Hannover: Schlütersche-Verlag.
- Aviagen. (2014). *Broiler Management Handbook*. Von [www.aviagen.com: http://en.aviagen.com/assets/Tech_Center/Ross_Broiler/Ross-Broiler-Handbook-2014i-EN.pdf](http://en.aviagen.com/assets/Tech_Center/Ross_Broiler/Ross-Broiler-Handbook-2014i-EN.pdf) abgerufen (Stand: 11.01.2018)
- Aviagen. (2015). ROSS Broiler Leitfaden. Von [www.aviagen.com: http://eu.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/German-TechDocs/Ross-Broiler-Pocket-Guide-2015-GR.pdf](http://eu.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/German-TechDocs/Ross-Broiler-Pocket-Guide-2015-GR.pdf) abgerufen (Stand 11.01.2018)

- Aviagen Turkeys. (unbekannt). Conducting a Turkey Post Mortem Examination in the Field. USA. Von www.aviagen.com:
https://www.aviagenturkeys.us/uploads/2015/11/19/ati_conducting_a_post_mortem_exam.pdf abgerufen (Stand: 13.02.2018)
- Azad, K. M., Kikusato, M., Hoque, A. M., & Toyomizu, M. (2010). Effect of Chronic Heat Stress on Performance and Oxidative Damage in Different Strains of Chicken. *The Journal of Poultry Science* 47, 4, S. 333-337.
- Aziz, T., & Barnes, J. (2010). *Harmful effects of ammonia on birds*. Von Poultry World-Website: <https://www.poultryworld.net/Breeders/Health/2010/10/Harmful-effects-of-ammonia-on-birds-WP008071W/> abgerufen (Stand: 21.03.2018)
- Barbara West, B.-X. Z. (1988). Did Chickens Go North? New Evidence for Domestication. *Journal of Archeological Science* 15, 5, S. 515-533.
- Bassler, A. W.; Arnould, C.; Colin, L.; DeJong, C., I.; Ferrante, V.; Ferrari, P.; Haslam, S.; Wmelsfelder, F.; Blokhuis, H. J. (2013). Potential risk factors associated with contact dermatitis, lameness, negative emotional state, and fear of humans in broiler chicken flocks. *Poultry Science* 92, 11, S. 2811-2826.
- Bäuerle, H. & Christine Tamasy (2012). Regionale Konzentrationen der Nutztierhaltung in Deutschland. Institut für Strukturforschung und Planung in agrarischen Intensivgebieten (ISPA). Heft 79, S. 73-75. Universität Vechta.
- Bayerisches Gesundheitsministerium. (2002). *Bayerisches Staatsministerium für Gesundheit, Ernährung und Verbraucherschutz*. Von www.gesundheitsministerium.bayern.de:
<https://www.lwg.bayern.de/mam/cms06/bienen/dateien/bestandsbuch.pdf> abgerufen (Stand: 28.05.2018)
- Beck, M. M. (2017). Die neusten Zahlen: Der Eier- und Geflügelmarkt. In K. Damme, F. Muth, & A. Mayer, *Geflügeljahrbuch 2018 - Deutschland im internationalen Vergleich* (S. 56-75). Stuttgart: Eugen-Ulmer-Verlag.
- Beer, M. (2011). Orthomyxoviridae. In H.-J. Selbitz, U. Truyen, & P. Valentin-Weigand, *Tiermedizinische Mikrobiologie, Infektions- und Seuchenlehre* (9. vollständig überarbeitete Ausg., S. 570-580). Stuttgart: Enke-Verlag.
- Behrens, P., Calmbach, M., Schleier, C., Klingler, W., & Rathgeb, T. (2014). Mediennutzung und Medienkompetenz in jungen Lebenswelten. *Media Perspektiven*(4), S. 195-218.
- Benecke, N. (1993). On the utilization of the domestic fowl in central Europe from the Iron Age up to the Middle Ages. *Archaeofauna* 2, S. 21-31.
- Berk, J. (2008). *DLG Merkblatt 347*.
- Berk, J. (2017). Faustzahlen zur Haltung von Mastgeflügel. In K. Damme, F. Muth, & A. Mayer, *Geflügeljahrbuch 2018* (S. 197-219). Stuttgart: Eugen-Ulmer-Verlag.
- Bessei, W. (1992). The behavior of broilers under intensive management conditions. *Archiv für Geflügelkunde* 56, S. 1-7.

- BfR. (2018). *3R Prinzip*. Von Bundesinstitut für Risikobewertung:
http://www.bfr.bund.de/de/3r_prinzip-193970.html abgerufen (Stand: 21.07.2018)
- Big Dutchman. (2015). *Tränkesysteme für Zucht- und Mastgeflügel*. Von
www.bigdutchman.de:
<https://www.bigdutchman.de/de/gefluegelmast/produkte/gefluegelmast/haehnchenmast.html> abgerufen (Stand: 20.06.2018)
- Big Dutchman. (2015). *Vista 360 Die neue Futterschale für eine erfolgreiche Broilermast*.
 Von www.bigdutchman.de:
<https://cdn.bigdutchman.de/fileadmin/content/poultry/products/de/Gefluegelmast-Haehnchenmast-Vista-360-Big-Dutchman-de.pdf> abgerufen (Stand: 20.06.2018)
- Bioland e. V. (2017). Bioland Richtlinien. www.bioland.de. (Stand: 05.01.2018)
- Blatchford, R. A., Archer, G. S., & Mench, J. A. (2012). Contrast in light intensity, rather than day length, influences the behaviour and health of broiler chickens. *Poultry Science* 91, 8, S. 1768-1774.
- Blatchford, R. A., Klasing, K. C., Shivaprasad, H. L., Wakenell, P. S., Archer, G. S., & Mench, J. A. (2009). The effect of light intensity on the behaviour, eye and leg health, and immune function of broiler chickens. *Poultry Science* 88, 1, S. 20-28.
- BLV. (2009). *Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen*. Von Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen-Website:
https://www.blv.admin.ch/dam/blv/de/dokumente/tiere/nutztierhaltung/rinder/fachinformationen-rind/5-d-rinder-stallklima.pdf.download.pdf/5_d_Rinder_Stallklima.pdf abgerufen (Stand: 27.05.2018)
- BMBF. (2016). *Digitale Medien in der beruflichen Ausbildung - Förderprogramm des Bundesministeriums für Bildung und Forschung*. Von Bundesministerium für Bildung und Forschung:
https://www.bmbf.de/pub/Digitale_Medien_in_der_beruflichen_Bildung.pdf abgerufen (Stand: 28.05.2018)
- BMEL. (2015). *Verwendung von Versuchstieren im Jahr 2015*. Von Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft:
https://www.bmel.de/DE/Tier/Tierschutz/_texte/TierschutzTierforschung.html;jsessionid=25AC6BA8C0F6C41FA8C9DFEC0B513463.1_cid367?docId=8596776#doc8596776bodyText3 abgerufen (Stand: 27.06.2018)
- BMELV. (2012). *Bundeseinheitliche Leitlinien für die gute betriebliche Praxis zur Haltung von Masthühnern*. Bonn: Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz.
- Bottje, W. G., & Harrison, P. C. (1985). The effect of tap water, carbonated water, sodium bicarbonate and calcium chloride on blood acid-base balance in cockerels subjected to heat stress. *Poultry Science* 64, 1, S. 107-113.
- Bouwman, V. (2018). *Digital in 2018: Die Anzahl der Internetnutzer weltweit knackt die 4 Milliarden Marke*. Von We are social: <https://wearesocial.com/de/blog/2018/01/global-digital-report-2018> abgerufen (Stand: 17.07.2018)

- Bowersock, T. L., & Martin, S. (1999). Vaccine delivery to animals. *Advanced Drug Delivery Reviews* 38, 2, S. 167-194.
- BPT. (2009). *Leitlinien für Tierärztliche Bestandsbetreuung*. Von <https://www.tieraerzteverband.de/bpt/berufspolitik/leitlinien/bestandsbetreuung/leitlinien-bestandsbetreuung.php> abgerufen (Stand: 10.01.2018).
- BPT. (unbekannt). *Leitlinien für die Durchführung einer "Tierärztlichen Bestandsbetreuung" in Geflügelbeständen*. Von <https://www.tieraerzteverband.de/bpt/berufspolitik/leitlinien/bestandsbetreuung/leitlinien-bestandsbetreuung.php> abgerufen. (Stand: 10.01.2018)
- Brown, C., Rech, R., Rissi, D., & Costa, T. (unbekannt). *Poultry Necropsy Manual - The Basics*. University of Georgia, Georgia, USA.
- Bryant, C. (2016). *Water management in broiler flocks*. Von <http://www.cobb-vantress.com: http://www.cobb-vantress.com/academy/articles/article/academy/2016/04/05/water-management-in-broiler-flocks> abgerufen (Stand: 23.05.2018)
- Buijs, S., Keeling, L. J., Vangestel, C., Baert, J., Vangeyte, J., & Tuytens, F. A. (2010). Resting or hiding? Why broiler chickens stay near walls and how density affects this. *Applied Animal Behaviour Science* 124, 3-4, S. 97-103.
- Bundesgesetzblatt (BGBL Teil 1 Nr. 66.) (1. Oktober 2009). Vierte Verordnung zur Änderung der Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung vom 1. Oktober 2009. *Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz*. Bonn, Bundesrepublik Deutschland: Bundesanzeiger-Verlag.
- Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz. (1. Juni 2012). *Bundeseinheitliche Leitlinien für die gute betriebliche Praxis zur Haltung von Masthühnern*. Von Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz-Website: <http://www.bmelv.de> abgerufen (Stand: 23.01.2018)
- Burns, T. E., Guerin, M. T., Kelton, D., Ribble, C., & Stephen, C. (2011). On-farm Study of Human Contact Networks to document potential pathways for Avian Influenza transmission between commercial poultry farms in Ontario, Canada. *Transboundary and Emerging Diseases* 58, 6, S. 510-518.
- Butcher, D. G., & Miles, D. R. (unbekannt). *Avian Necropsy Techniques*. University of Florida.
- Butcher, G., & Yegani, M. (2008). *Biosecurity for the Poultry Industry*.
- Calvet, S., Van den Weghe, H., Kosch, R., & Estelles, F. (2009). The influence of the lighting program on broiler activity and dust production. *Poultry Science* 88, 2, S. 2504-2511.
- Capua, I., Mutinelli, F., Dalla Pozza, M., Donatelli, I., Puzelli, S., & Maria Cangelotti, F. (2002). The 1999-2000 avian influenza (H7N1) epidemic in Italy: Veterinary and Human health implications. *Acta Tropica* 83, 1, S. 7-11.
- Carpenter, G. H., Peterson, R. A., Jones, W. T., Daly, K. R., & Hypes, W. A. (1992). Effects of two nipple drinker types with different flow rates on the productive performance of Broiler chickens during summerlike growing conditions. *Poultry Science* 71, 9, S. 1450-1456.

- Carver, S. E., Stern, N. J., Line, E., Bailey, J. S., Coy, N. A., & Fedorka-Cray, F. (2000). Determination of the incidence of *Salmonella* spp., *Campylobacter jejuni*, and *Clostridium perfringens* in wild birds near broiler chicken houses by sampling intestinal droppings. *Avian Diseases* 3, 4 S. 715-720.
- Ceva Sante Animale. (Februar 2007). Necropsy Guide Broilers and Layers. Frankreich.
- Charles, D. R., & Payne, C. G. (1966). The influence of graded levels of atmospheric ammonia on chickens. *British Poultry Science* 7, 3, S. 177-187.
- Chedad, A., Aerts, J.-M., Vranken, E., Lippens, M., Zoons, J., & Berckmans, D. (2003). Do heavy broiler chickens visit automatic weighing systems less than lighter birds? *British Poultry Science* 44, 5, S. 663-668.
- CIGR. (1992). *Climatization of Animal Houses*. Comission Internationale du Genie Rural, Gent.
- Cobb. (2013). *Broiler Management Guide*. Von [www.cobb-vantress.com](http://www.cobb-vantress.com/docs/default-source/management-guides/broiler-management-guide.pdf): <http://www.cobb-vantress.com/docs/default-source/management-guides/broiler-management-guide.pdf> abgerufen (Stand: 13.01.2018)
- Cobb. (Dezember 2015). On Farm Post Mortem Guide.
- Cobb-Vantress World Technical Support Veterinary Services. (2013). *Vaccination Procedure Guide*. [cobb-vantress.com](http://www.cobb-vantress.com). Stand: 18.03.2018)
- Dadgar, S., Lee, E. S., Leer, T. L., Burlingquette, N., Classen, H. L., Crowe, T. G., & Shand, P. J. (2010). Effect of microclimate temperature during transportation of broiler chickens on quality the pectoralis major muscle. *Poultry Science* 89, 5, S. 1033-1041.
- Damme, K. (2017). Faustzahlen zur Betriebswirtschaft. In K. Damme, & F. Muth, *Geflügeljahrbuch 2018* (S. 75-95). Stuttgart: Eugen-Ulmer-Verlag.
- David, A. (1976). How Important is Relative Humidity? *Poultry International*, S. 54-58.
- Dawson, A., King, V. M., Bentley, G. E., & Ball, G. F. (2001). Photoperiodic Control of Seasonality in Birds. *Journal of Biological Rhythms* 16, 4, S. 365-380.
- Deep, A., Schwean-Lardner, K., Crowe, T. G., Fancher, B. I., & Classen, H. L. (2010). Effect of light intensity on broiler production, processing characteristics and welfare. *Poultry Science* 89, 11, S. 2326-2333.
- Deep, A., Schwean-Lardner, K., Crowe, T. G., Fancher, B. I., & Classen, H. L. (2012). Effect of light intensity on broiler behaviour and diurnal rhythms. *Applied Animal Behaviour Science* 136, 1, S. 50-56.
- Demeter e. V. . (2017). Richtlinien. *Erzeugung und Verarbeitung Richtlinien für die Zertifizierung "Demeter" und "Biodynamisch"*. Darmstadt.
- Dent, J. E., Koa, R. R., Kiss, I. Z., Hyder, K., & Arnold, M. (2008). Contact structures in the poultry industry in Great Britain: Exploring transmission routes for a potential avian influenza virus epidemic. *BMC Veterinary Research* 4, 27, S. 1-14.

-
- Department of Agriculture and Food. (unbekannt). A visual Guide to a Chicken Necropsy. Government of Western Australia.
- DFG. (2017). *MAK- und BAT-Werte-Liste 2017*. Weinheim: Wiley-VCH-Verlag.
- Dinev, I. (2014). *Diseases of Poultry*. Von The Poultry Site-Website: http://www.thepoultrysite.com/publications/6/Diseases_Of_Poultry/ abgerufen (Stand: 16.04.2018)
- Dittler, U. (2011). E-Learning: Lernen, Wissen und Bildung auf dem Weg in die Postmedialität. In U. Dittler, *E-Learning: Einsatzkonzepte und Erfolgsfaktoren des Lernens mit interaktiven Medien* (3. komplett überarbeitete und erweiterte Ausg., S. 1-27). München: Oldenbourg Wissenschaftsverlag.
- DLG Ausschuss für Geflügelhaltung; Berk, Jutta. (2014). Haltung von Masthühnern. *DLG - Merkblatt 406*.
- Doyle, I., & Leeson, S. (1989). Automatic weighing of poultry reared on a litter floor. *Canadian Journal of Animal Science* 69, S. 1075-1081.
- Dunlop, M. W., Moss, A. F., Groves, P. J., Wilkinson, S. J., Stuetz, R. M., & Selle, P. H. (2016). The multidimensional causal factors of 'wet litter' in chicken-meat production. *Science of the Total Environment* 562, S. 766-776.
- Eriksson, J., Larson, G., Gunnarsson, U., Bedhom, B., Tixier-Boichard, M., Strömstedt, L., Wright, D., Jungerius, A., Vereijken, A., Randi, E., Jensen, P., Andersson, L. (2008). Identification of the Yellow Skin Gene Reveals a Hybrid Origin of the Domestic Chicken. *PLoS Genetics* 4, 2, S. 1-8.
- Erpenbeck, J., Sauter, S., & Sauter, W. (2015). *E-Learning und Blended Learning - Selbstgesteuerte Lernprozesse zum Wissensaufbau und zu Qualifizierung* (1. Ausg.). Wiesbaden: Springer Gabler Verlag.
- Europäischer Rat. (1998). Richtlinie 98/58/EG des Rates vom 20. Juli 1998 über den Schutz landwirtschaftlicher Nutztiere. Europäische Union.
- Feddes, J. J., Emmanuel, E. J., & Zuidhof, M. J. (2002). Broiler Performance, Body Weight Variance, Feed and Water Intake, and Carcass Quality at different Stocking Densities. *Poultry Science* 81, 6, S. 774-779.
- Fernandez, A. (2008). *Drinking Water Vaccination*. www.aviagen.com: Aviagen.
- Fiebig, L., Siemszek, T., Saurina, J., Hattendorf, J., & Zinsstag, J. (2009). Contacts between poultry farms, thier spatial dimension and their relevance for avian influenza preparedness. *Geospatial Health* 4, 1, S. 79-95.
- Fires, R. (2017). Hygiengrundsätze oder: Wie sicher ist men Stall? In K. Damme, F. Muth, & A. Mayer, *Geflügeljahrbuch 2018* (S. 252-267). Stuttgart: Eugen-Ulmer-Verlag.
- Fries, R. (2001). Geflügelfleischerzeugung. In V. B. Reinhard Fries, *Praxis der Geflügelfleischuntersuchung* (1. Ausg., S. 21-32). Hannover: Schlütersche-Verlag.
- Geflügel-Pestverordnung (GeflPestSchV) (2007). Verordnung zum Schutz gegen die Geflügelpest. zuletzt geändert durch Art. 1 V v. 29.6.2016. Deutschland.

- Geflügel-Salmonellen-Verordnung (GfISalmoV) (2009). Verordnung zum Schutz gegen bestimmte Salmonelleninfektionen beim Haushuhn und bei Puten. zuletzt geändert durch Art. 138 G v. 29.3.2017 I 626. Deutschland.
- Grieve, D. (unbekannt). *Heat stress in commercial layers and breeders*. Hy-Line International.
- Günther, R. (2016). Integrierte tierärztliche Bestandsbetreuung und Antibiotikaeinsatz beim Geflügel. *Tagungsband 3*, (S. 475-478). 8. Leipziger Tierärztekongress.
- Halevy, O., Piestun, Y., Rozenbaum, I., & Yablonka-Reuveni, Z. (2006). In ovo exposure to monochromatic green light promotes skeletal muscle cell proliferation and affects myofiber growth in posthatch chicks. *American Journal of Physiology Regulatory, Integrative and Comparative Physiology* 290, 4, S. 1062-1070.
- Hartung, J., & Spindler, B. (2012). Klimabedingungen. In O. Siegmann, & U. Neumann, *Kompendium der Geflügelkrankheiten* (7. überarbeitete Ausg., S. 59-62). Hannover: Schlütersche-Verlag.
- Hauschild, L., Ferreira Delfim Bueno, C., Remus, A., de Paula Gobi, J., Di Giovanni Isola, R., & Kazue Sakomura, N. (2014). Multiphase feeding program can replace traditional system. *Scientia Agricola* 72, 3, S. 201-214.
- Hoidn, S. (2010). Konstruktivistische Lerntheorien. In S. Hoidn, *Lernkompetenzen an Hochschulen fördern* (1. Ausg., S. 103-104). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Höpflinger, V., Koschel, J., & Lechleitner, M. (unbekannt). *Arbeit im Rahmen des Forschungsseminars neuere psychologische Fachliteratur (A) an der Universität Innsbruck*. Von Universität Innsbruck:
<https://www.uibk.ac.at/psychologie/mitarbeiter/leidlmair/arbeit-e-learning.pdf>
abgerufen (Stand 17.08.2018)
- Hoy, S., & Gauly, M. K. (2016). Geflügelhaltung. In S. Hoy, & M. K. Gauly, *Nutztierhaltung und -hygiene* (2. Ausg., S. 163-185). Stuttgart: Eugen-Ulmer-Verlag.
- Hoy, S., Gauly, M., & Krieter, J. (2016). Biosecurity. In S. Hoy, M. Gauly, & J. Krieter, *Nutztierhaltung und -hygiene* (2. Ausg., S. 246-255). Stuttgart: Eugen-Ulmer-Verlag.
- Hoy, S., Gauly, M., & Krieter, J. (2016). Gase in der Stallluft. In G. M. Hoy Steffen, *Nutztierhaltung und -hygiene* (2. Ausg., S. 191-212). Stuttgart: Eugen-Ulmer-Verlag.
- Hoy, S., Gauly, M., & Krieter, J. (2016). Geflügelhaltung. In S. Hoy, M. Gauly, & J. Krieter, *Nutztierhaltung und Hygiene* (2. überarbeitete Ausg., S. 163-185). Stuttgart: Eugen-Ulmer-Verlag.
- Hoy, S., Gauly, M., & Krieter, J. (2016). Stallklima. In S. Hoy, M. Gauly, & J. Krieter, *Nutztierhaltung- und -hygiene* (2. Ausg., S. 223-245). Stuttgart: Eugen-Ulmer-Verlag.
- Hoy, S., Gauly, M., & Krieter, J. (2016). Staub in der Stallluft. In S. Hoy, M. Gauly, & J. Krieter, *Nutztierhaltung und -hygiene* (2. Ausg., S. 213-222). Stuttgart: Eugen-Ulmer-Verlag.

-
- IFA. (2018). *Streulichtphotometrie zur Feinstaubmessung*. Berlin: Erich Schmidt Verlag. Von <http://www.ifa-arbeitsmappedigital.de> abgerufen (Stand: 17.06.2018)
- Imhof, M. (2016). *Psychologie für Lehramtsstudierende* (4. Ausg.). Wiesbaden: Springer-Verlag.
- Iyasere, O. S., Edwards, S. A., Bateson, M., Mitchell, M., & Guy, J. H. (2017). Validation of an intramuscularly-implanted microchip and a surface infrared thermometer to estimate core body temperature in broiler chickens exposed to heat stress. *Computers and Electronics in Agriculture* 133, S. 1-8.
- Jungbäck, C., Kaleta, E. F., & Siegmann, O. (2012). Spezielle Krankheits- und Seuchenvorbeugung. In O. Siegmann, & U. Neumann, *Kompendium der Geflügelkrankheiten* (7. überarbeitete Ausg., S. 79-87). Hannover: Schlütersche-Verlag.
- Kammerl, R. (2009). Theoretische und empirische Aspekte zur Integration von E-Learning-Diensten an Hochschulen. In R. Holten, & D. Nittel, *E-Learning in Hochschule und Weiterbildung: Einsatzchancen und Erfahrungen* (1. Ausg., S. 17-33). Bielefeld: W. Bertelsmann-Verlag.
- Kamphues, J., & Siegmann, O. (2012). Ernährung. In O. Siegmann, & U. Neumann, *Kompendium der Geflügelkrankheiten* (7. überarbeitete Ausg., S. 40-51). Hannover: Schlütersche-Verlag.
- Keck, G. (1970). Die Faktoren des Stallklimas und ihre Messung - Ein Vorschlag für die Praxis. *Wiener Tierärztliche Monatsschrift*, S. 426-433.
- Kerres, M. (2013). *Mediendidaktik - Konzeption und Entwicklung mediengestützter Lernangebote* (4. überarbeitete Ausg.). München: Oldenbourg Wissenschaftsverlag.
- König, H. E., Hinterseher, C., Liebich, H.-G., & Korbelt, R. (2009). Verdauungsapparat (Apparatus digestorius). In H. E. König, R. Korbelt, & H.-G. Liebich, *Anatomie der Vögel* (2. Ausg., S. 99-126). Stuttgart: Schattauer-Verlag.
- König, H. E., Hinterseher, C., Liebich, H.-G., & Korbelt, R. (2009). Verdauungsapparat (Apparatus digestorius). In H. E. König, R. Korbelt, & H.-G. Liebich, *Antomie der Vögel* (2. Ausg., S. 99-126). Stuttgart: Schattauer-Verlag.
- König, H. E., Hinterseher, C., Walter, I., Bragulla, H., & Korbelt, R. (2009). Weibliche Geschlechtsorgane (Organa genitalia feminina). In H. E. König, R. Korbelt, & H.-G. Liebich, *Anatomie der Vögel* (2. Ausg., S. 157-168). Stuttgart: Schattauer-Verlag.
- König, H. E., Navarro, M., Zengerling, G., & Korbelt, R. (2009). Atmungsapparat. In H. E. König, R. Korbelt, & L. Hans-Georg, *Anatomie der Vögel* (2. Ausg., S. 127-140). Stuttgart: Schattauer.
- Korbelt R. (1996): „Ophthalmologische Photographie. In Korbelt R: „Augenheilkunde bei Vögeln – Augenkrankheiten, Luftsack-Perfusionsanästhesie und ophthalm. Photographie. Vet. Habil. München, 1996
- Korbelt, R., & König, H. E. (2009). Applikations- und Blutentnahmetechniken. In H. E. König, R. Korbelt, & H.-G. Liebich, *Anatomie der Vögel* (2. Ausg., S. 305-320). Stuttgart: Schattauer-Verlag.

- Korbel, R. (2011). Auge. In Kaleta E. F. & Krautwald-Junghans, M.-E. Kompendium der Ziervogelkrankheiten (4. Überarbeitete Ausg., S. 81-86) Hannover: Schlütersche-Verlag
- Korbel, R. (2012). Comparative avian anatomy and physiology: Why are birds different? WSAVA/FECAVA/BSAVA World Congress (11.-15. April 2012)
- Korbel et al. (2017): Vortrag: Untersuchungen zur art- und tierschutzgerechten Kunstlichtgestaltung im Geflügelstall: 94. Geflügelfachgespräch, Hannover 2017
- Korbel, R., Schneegans, A., Reisenbichler, B., Thiel, S., Rinder, M. (2018) Vortrag: Sonographische und optische Kohärenztomographische Untersuchungen zur Evaluierung lichtbedingter Einflüsse am Geflügelauge. 95. Fachgespräch über Geflügelkrankheiten, 12.-13 April 2018 in Hannover.
- Korbel R. (2018) Laudatio of Frau Prof. Dr. Irmgard Gylstorff. Avian Diseases 2019: im Druck.
- Krog, M. (1997). Rechtliche Aspekte zur Geruchsauswirkung aus lebensmittelverarbeitenden Betrieben in der Wohnbebauung und technische Lösungsmöglichkeiten zur Minderung. *Diplomarbeit*. Diplomica Verlag.
- KTBL. (2009). Anforderungen in der Geflügelhaltung. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft.
- KTBL. (2009). Stand der Technik in der Junggeflügelmast. Darmstadt.
- Kysely, R. (2010). Review of the oldest evidence of domestic fowl *Gallus gallus* f. *domesticus* from the Czech Republic in its European context. *Acta zoologica cracoviensia* 53, 1-2, S. 9-34.
- Lai, H. T., Aarnink, A. J., Cambra-Lopez, M., Huyunh, T. T., Parmentier, H. K., & Groot Koerkamp, P. W. (2014). Size distribution of airborne particles in animal houses. *CIGR Journal* 16, 3, S. 28-42.
- Lan, X., Li, D., Wang, Y., Zhao, X., Liu, Y., & Zhu, Q. (2013). Effect of monochromatic Light on the crown performance of chickens. *Indian Journal of Animal Research* 47, 2, S. 175-177.
- Lauck, D. (26. März 2018). *Warum Deutschland hinterherhinkt*. Von Tagesschau : <https://www.tagesschau.de/inland/internet-breitband-101.html> abgerufen (Stand: 25.09.2018)
- Leidlmaier, K., & Seyfried, K. (2011). *E-Learning*. Von Universität Innsbruck: https://www.uibk.ac.at/psychologie/mitarbeiter/leidlmaier/e-learning_forschungsseminar.pdf abgerufen (Stand: 20.08.2018)
- Lemiere, S., & Fritts, C. (2015). Vaccination Techniques. In J. Brugere-Picoux, J. P. Vaillancourt, M. Bouzouaia, D. Venne, & H. L. Shivaprasad, *Manual of Poultry Diseases* (3. Ausg., S. 573-576). Paris: AFAS-Verlag.

- LGL. (unbekannt). *Handlungsempfehlungen zum Stallprotokoll für die Tierart Hähnchen*. Von LGL- Website:
http://www.amgnovelle.bayern.de/tierhalter/downloadbereich/haehnchen/doc/handlungsempfehlungen_haehnchen.pdf abgerufen (Stand: 17.07.2018)
- Lichter, J., & Kleibrink, J. (2016). *Geflügelwirtschaft weltweit - Deutschland im internationale Vergleich. Eine Analyse der Erzeugungsstandards*. Düsseldorf: Handelsblatt Research Institute.
- Licka, P., & Gautschi, P. (2017). *Die digitale Zukunft der Hochschule - Wie sieht sie aus und wie lässt sie sich gestalten?* Von Berinfor:
<https://www.berinfor.ch/assets/docs/befragung/2017-Bericht-Befragung-Berinfor-Die-digitale-Zukunft-der-Hochschule.pdf> abgerufen (Stand: 20.07.2018)
- Linsley, J. G., & Burger, R. E. (1964). Respiratory and cardiovascular responses in the hyperthermic domestic cock. *Poultry Science* 43, 2, S. 291-305.
- Lister, S. A. (2008). Biosecurity in poultry management. In M. Patisson, P. F. McMullin, J. M. Bradbury, & D. J. Alexander, *Poultry Diseases* (6. Ausg., S. 48-65). Beijing, China: Saunders Elsevier-Verlag.
- Liu, P.-Y., Wu, G.-S., Yao, Y.-G., Miao, Y.-W., Luikart, G., Baig, M., Beja-Pereira, A., Ding, Z., Palanichamy, M. G., Zhang, Y.-P. (2006). Multiple maternal origins of chicken: Out of the Asian jungles. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 38, 1, 12-19.
- Lohmann Tierzucht. (unbekannt). *Eye Drop Vaccination*. Von <http://www.ltz.de>:
<http://www.ltz.de/en/e-guide/eye-drop.php> abgerufen (Stand: 05.05.2018)
- Maharjan, P., Clark, T., Kuenzel, C., Foy, M. K., & Watkins, S. (2016). On farm monitoring of the impact of water system sanitation on microbial levels in broiler house water supplies. *Journal of Applied Poultry Research* 25, 2, S. 266-271.
- Maier, W., & Albrecht, C. (2016). *Biomonitoring und Depositionsuntersuchungen (Bergerhoff) in der Umgebung des Flughafens München*. München: TÜV SÜD. Von https://www.lfu.bayern.de/analytik_stoffe/analytik_anorg_stoffe_staubinhaltsstoffe/index.htm abgerufen (Stand: 10.04.2018)
- Maierl, J., Liebich, H.-G., König, H. E., & Korbel, R. (2009). Beckengliedmaße (Membrum pelvinum). In H. E. König, R. Korbel, & L. Hans-Georg, *Anatomie der Vögel* (2. Ausg., S. 67-88). Stuttgart: Schattauer-Verlag.
- Manning, L., Chadd, S. A., & Baines, R. N. (2007). Key health and welfare indicators for broiler production. *World's Poultry Science Journal* 63, 1, S. 46-62.
- Mansfeld, R. (2007). Einführung in die Bestandsbetreuung. In R. Mansfeld, *Tierärztliche Bestandsbetreuung beim Milchrind* (2. Ausg., S. 2-3). München: Enke-Verlag.
- Marshall, K. (9. Januar 2017). *Poultry World*. Von <http://www.poultryworld.net/Health/Articles/2017/1/Temperature-and-relative-humidity-critical-in-climate-control-78825E/> abgerufen (Stand: 12.04.2018)

- McDowell, S. W., Menzies, F. D., McBride, S. H., Oza, A. N., McKenna, J. P., Gordon, A. W., & Neill, S. D. (2008). *Campylobacter* spp. in conventional broiler flocks in Northern Ireland: Epidemiology and risk factors. *Preventive Veterinary Medicine* 84, 3-4, S. 261-276.
- McGovern, R. H., Feddes, J. J., Zuidhof, M. J., Hanson, J. A., & Robinson, F. E. (2001). Growth performance, heart characteristics and the incidence of ascites in broilers in response to carbon dioxide and oxygen concentrations. *Canadian Biosystems Engineering* 43, S. 4.1-4.6.
- Mehner, A. (Februar 1963). Die Stellung der Geflügelhaltung in der Bundesrepublik. *Mitteilungen für Tierhaltung* Heft 82, S. 3-6.
- Members of the advisory department of Shaver Poultry Farms Ltd-Editor. (1976). Controlling the climate for your chicks. *Poultry International*, S. 58-63.
- Mittmann, H.-W., & Havelka, P. (2013). Zur Geschichte gefährdeter Nutztierassen am Beispiel der Kronenkammhühner (Augsburger und Sizilianer Huhn, *Gallus gallus* f. *domestica*). *Carolinea* 71, 101-133.
- Möhlmann, C. (2005). Staubmesstechnik - damals bis heute. *Gefahrstoffe - Reinhaltung der Luft*, S. 191-194.
- Monreal, G., & Neumann, U. (2012). Tierärztliche Aufgaben und Tätigkeiten. In O. Siegmann, & U. Neumann, *Kompendium der Geflügelkrankheiten* (7. überarbeitete Ausg., S. 2-4). Hannover: Schlütersche-Verlag.
- Moos, M., & Selbitz, H.-J. (2011). Immunologische Tierarzneimittel. In H.-J. Selbitz, U. Truyen, & P. Valentin-Weigand, *Tiermedizinische Mikrobiologie, Infektions- und Seuchenlehre* (9. vollständig überarbeitete Ausg., S. 40-47). Stuttgart: Enke-Verlag.
- Moylett, E. H., & Hanson, C. (2003). Immunization. *Journal of Allergy and Clinical Immunology* 111, 2, S. 754-765.
- MSD. (2013). *Sprayimpfung - Anleitung*. Von www.msd-tiergesundheits.de. Abgerufen (Stand: 05.05.2018)
- MSD. (2013). *Trinkwasserimpfung - Anleitung*. Von www.msd-tiergesundheits.de. Abgerufen (Stand: 05.05.2015)
- MSD. (2018). *Lebendimpfstoff*. Von www.msd-tiergesundheits.de: https://www.msd-tiergesundheits.de/News/Fokusthemen/Impfempfehlungen_Hund_Katze/Lebendimpfstoffe.aspx abgerufen (Stand: 5.05.2018)
- Müller, R. (unbekannt). *TU Braunschweig*. Von <https://www.tu-braunschweig.de/Medien-DB/ifdn-physik/atmungsstoffwechsel.pdf> abgerufen (Stand: 03.01.2018)
- Müller, W., Schlenker, G., & Zucker, B. A. (2017). Stallklima. In G. S.-A. Wolfgang Müller, *Kompendium der Tierhygiene* (5. Ausg., S. 94-110). Berlin: Lehmanns Media.
- Müller, W., Schlenker, G., & Zucker, B.-A. (2017). Stallklima. In W. Müller, G. Schlenker, & B.-A. Zucker, *Kompendium der Tierhygiene* (5. Ausg., S. 94-110). Berlin: Lehmanns Media-Verlag.

- Naturland. (2014). Naturland Richtlinien Erzeugung. *Naturland - Verband für ökologischen Landbau e. V.* Gräfelfing.
- Newberry, R. C., & Hall, J. W. (1990). Use of Pen Space by Broiler Chickens: Effects of Age and Pen Size. *Applied Animal Behaviour Science* 25, 1-2, S. 125-136.
- Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz; Niedersächsisches Landesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit; in Zus. arbeit mit der Niedersächsischen Geflügelwirtschaft. (7. Juli 2015). Merkblatt zur Vermeidung von Hitzestress bei Masthühnern. Hannover, Wardenburg, Oldenburg, Niedersachsen.
- Niehus, A. (2018). Die virtuelle Vogelklinik: ein interaktives E-Learning Tutorial. Dissertation, Ludwig-Maximilians-Universität München
- Nyaga, P. N., Bebora, L. C., Mbuthia, P. G., Njagi, L. W., & Gathumbi, P. K. (2014). Diagnostic Poultry Post-Mortem Examination In Avian Medicine.
- Olanrewaju, H. A., Miller, W. W., Maslin, W. R., Collier, S. D., Purswell, J. R., & Branton, S. L. (April 2016). Effects of light sources and intensity on broilers grown to heavy weights. Part 1: Growth performance, carcass characteristics, and welfare indices. *Poultry Science* 95, 4, S. 727-735.
- Onbasilar, E. E., Erol, H., Cantekin, Z., & Kaya, Ü. (2007). Influence of Intermittent Lighting on Broiler Performance, Incidence of Tibial Dyschondroplasia, Tonic Immobility, Some Blood Parameters and Antibody Production. *Asian-Australian Journal of Animal Science* 20, 4, S. 550-555.
- Parvin, R., Mushtaq, M. M., Kim, M. J., & Choi, H. C. (2014). Light emitting diode (LED) as a source of monochromatic light: a novel lighting approach for immunity and meat quality of poultry. *World's Poultry Science Journal* 70, 3, S. 557-562.
- Perry-Gal, L., Ehrlich, A., Gilboa, A., & Bar-Oz, G. (11. August 2015). Earliest economic exploitation of chicken outside East Asia: Evidence from the Hellenistic Southern Levant. *PNAS* 112, 32, S. 9849-9854.
- Persike, M. & Friedrich, J.-D. (März 2016). *Lernen mit digitalen Medien aus Studierendenperspektive*. Von Hochschulforum Digitalisierung: https://hochschulforumdigitalisierung.de/sites/default/files/dateien/HFD_AP_Nr_17_Lernen_mit_digitalen_Medien_aus_Studierendenperspektive.pdf abgerufen (Stand: 20.07.2018)
- Petermann, S. (2006). Geflügelhaltung. In T. Richter, *Krankheitsursache Haltung* (1. Ausg., S. 152-218). Stuttgart: Enke-Verlag.
- Peters, J., Lebrasseur, O., Deng, H., Larson, G. (2015) Holocene cultural history of Red Jungle Fowl (*Gallus gallus*) and its domestic descendant in East Asia. *Quaternary Science Reviews* 142, S. 102-118
- Prayitno, D. S., Phillips, C. J., & Omed, H. (1997). The Effects of Color of Lighting on the Behavior and Production of Meat Chickens. *Poultry Science* 76, 3, S. 452-457.
- Prinzinger, R., Dietz, V., & Bringer, D. (2000). Internal Pipping (IP): obligat oder fakultativ für erfolgreichen Schlupf? *Journal for Ornithologie* 141, 2, S. 191-202.

- QS Fachgesellschaft Geflügel GmbH. (1. Januar 2018). *Leitfaden Landwirtschaft Geflügelmast*. Von www.q-s.de: <https://www.q-s.de/cms/search.php?search=Leitfaden+Landwirtschaft+Gefl%C3%BCgelmast&lang=&advanced=&match=2&searchsection=&searchfrom=&searchto=&lookin%5B4%5D=1&lookin%5B1%5D=1&lookin%5B99%5D=1> abgerufen (Stand: 15.08.2015)
- Quarles, C. L., & Kling, H. F. (1974). Evaluation of ammonia and infectious bronchitis vaccination stress on broiler performance and carcass quality. *Poultry Science* 53, 4, S. 1952-1956.
- Quilumba, C., Quijias, E., Gernat, A., Murillo, G., & Grimes, J. (2015). Evaluation of different water flow rates of nipple drinkers on broiler productivity. *The Journal of Applied Poultry Research* 24, 1, S. 58-65.
- Racicot, M., & Vaillancourt, J. P. (2015). 80. Biosecurity & Poultry Production. In J. Brugere-Picoux, J. P. Vaillancourt, M. Bouzouaia, D. Venne, & H. L. Shivaprasad, *Manual of Poultry Diseases* (3. Ausg., S. 553-561). Paris: Ed. AFAS.
- Rautenschlein, S., & Ryll, M. (2014). Tierärztliche Vorgehensstrategie bei der Bestandsbetreuung. In S. Rautenschlein, & M. Ryll, *Erkrankungen des Nutzgeflügels* (1. Ausg., S. 35-52). Stuttgart: Ulmer-Verlag.
- Redmann, T., & Lüders, H. (2012). Managementfehler. In O. Siegmann, & U. Neumann, *Kompendium der Geflügelkrankheiten* (7. überarbeitete Ausg., S. 362-368). Hannover: Schlütersche-Verlag.
- Redmann, T., & Lüders, H. (2012). Panikreaktionen. In O. Siemann, & U. Neumann, *Kompendium der Geflügelkrankheiten* (7. überarbeitete Ausg., S. 371-372). Hannover: Schlütersche-Verlag.
- Reece, F. N., & Lott, B. D. (1980). Effect of carbon dioxide on broiler chicken performance. *Poultry Science* 59, 11, S. 2400-2402.
- Reece, F. N., Lott, B. D., & Deaton, J. W. (1981). Low concentrations of ammonia during brooding decrease broiler weight. *Poultry Science* 60, 5, S. 937-940.
- Reiter, K., & Bessei, W. (1998). Einfluß der Laufaktivität auf die Knochenentwicklung und Beinschäden bei Broilern. *Archiv für Geflügelkunde* 62, 6, S. 247-253.
- Riber, A. B. (2015). Effects of color of light on preferences, performance, and welfare in broilers. *Poultry Science* 94, 8, S. 1767-1775.
- Richter, T., & Karrer, M. (2006). Grundsätze der Nutztierhaltung. In T. Richter, *Krankheitsursache Haltung* (S. 15-55). Stuttgart: Enke-Verlag.
- Richtlinie 2005/94/EG (2005). Richtlinie 2005/94/EG des Rates vom 20. Dezember 2005 mit Gemeinschaftsmaßnahmen zur Bekämpfung der Aviären Influenza und zur Aufhebung der Richtlinie 92/40/EWG.
- Richtlinie 2007/43/EG (2007). Richtlinie 2007/43/EG des Rates vom 28. Juni 2007 mit Mindestvorschriften zum Schutz von Masthühnern. Europäischer Wirtschaftsraum.
- Robert Koch Institut. (2002). *Infektionsepidemiologisches Jahrbuch meldepflichtiger Krankheiten für 2001*. Berlin: Mercedes-Druck.

-
- Robert Koch Institut. (2003). *Infektionsepidemiologisches Jahrbuch meldepflichtiger Krankheiten für 2002*. Berlin: Mercedes-Druck.
- Robert Koch Institut. (2004). *Infektionsepidemiologisches Jahrbuch meldepflichtiger Krankheiten für 2003*. Berlin: Mercedes-Druck.
- Robert Koch Institut. (2005). *Infektionsepidemiologisches Jahrbuch meldepflichtiger Krankheiten für 2004*. Berlin: Mercedes-Druck.
- Robert Koch Institut. (2006). *Infektionsepidemiologisches Jahrbuch meldepflichtiger Krankheiten für 2005*. Berlin: Mercedes-Druck.
- Robert Koch Institut. (2007). *Infektionsepidemiologisches Jahrbuch meldepflichtiger Krankheiten 2006*. Berlin: Mercedes-Druck.
- Robert Koch Institut. (2008). *Infektionsepidemiologisches Jahrbuch meldepflichtiger Krankheiten für 2007*. Berlin: Mercedes-Druck.
- Robert Koch Institut. (2009). *Infektionsepidemiologisches Jahrbuch meldepflichtiger Krankheiten für 2008*. Berlin: Mercedes-Druck.
- Robert Koch Institut. (2010). *Infektionsepidemiologisches Jahrbuch meldepflichtiger Krankheiten für 2009*. Berlin: Mercedes-Druck.
- Robert Koch Institut. (2011). *Infektionsepidemiologisches Jahrbuch meldepflichtiger Krankheiten für 2010*. Berlin: AZ Druck und Datentechnik GmbH.
- Robert Koch Institut. (2012). *Infektionsepidemiologisches Jahrbuch meldepflichtiger Krankheiten für 2011*. Berlin: AZ Druck und Datentechnik GmbH.
- Robert Koch Institut. (2013). *Infektionsepidemiologisches Jahrbuch meldepflichtiger Krankheiten für 2012*. Berlin: AZ Druck und Datentechnik GmbH.
- Robert Koch Institut. (2014). *Infektionsepidemiologisches Jahrbuch meldepflichtiger Krankheiten für 2013*. Berlin: AZ Druck und Datentechnik GmbH.
- Robert Koch Institut. (2015). *Infektionsepidemiologisches Jahrbuch meldepflichtiger Krankheiten für 2014*. Berlin: BGZ Druckzentrum GmbH.
- Robert Koch Institut. (2016). *Infektionsepidemiologisches Jahrbuch meldepflichtiger Krankheiten für 2015*. Berlin: ASTOV Vertriebsgesellschaft mbH.
- Robert Koch Institut. (2017). *Infektionsepidemiologisches Jahrbuch meldepflichtiger Krankheiten für 2016*. Berlin: ASTOV Vertriebsgesellschaft mbH.
- Rozenboim, I., Biran, I., Uni, Z., Robinzon, B., & Halevy, O. (1999). The Effect of Monochromatic Light on Broiler Growth and Development. *Poultry Science* 78, 1, S. 135-138.
- Rozenboim, I., Mobarkey, N., Avital-Cohen, N., Kashash-Hanin, Y., Heiblum, R., Chaiseha, Y., & M.E., E. H. (2012). Photostimulation effects on reproductive activities on domestic birds. *World's Poultry Congress (5.-9. August 2012)*. Salvador - Bahia - Brazil.

- Sandweg, K. (14. Juli 2017). *Lerntheorien: Wie lernen wir eigentlich?* Von Cognifit : <https://blog.cognifit.com/de/lerntheorien/> abgerufen (Stand: 20.07.2018)
- Savory, C. J. (1976). Broiler growth and feeding behaviour in three different lighting regimes. *British Poultry Science* 17, 5, S. 557-560.
- Schuster, N., & Gargica, N. (2014). *E-Learning Basics - E-Learning Methoden und deren Einsatz einfach erklärt*. Hamburg: Bachlor + Master publishing, Imprint der Diplomica Verlag.
- Schwean-Lardner, K., & Classen, H. (2010). *ROSS Tech Lightning for broilers*. Von www.aviagen.com: <http://en.aviagen.com/assets/Uploads/RossTechLightingforBroilers.pdf> abgerufen (Stand: 20.03.2018)
- Schwean-Lardner, K., Fancher, B. I., & Classen, H. L. (2012). Impact of daylength on behavioural output in commercial broilers. *Applied Animal Behaviour Science* 137, 1-2, S. 43-52.
- Selbitz, H. J. (2011). Gattung Salmonella. In U. T.-W. Hans- Joachim Selbitz, *Tiermedizinische Mikrobiologie Infektions- und Seuchenlehre* (9. Auflage Ausg., S. 199-2014). Stuttgart: Enke-Verlag.
- Shams, H. (2005). Recent developements in veterinary vaccinology. *The Veterinary Journal* 170, 3, S. 289-299.
- Shepherd, E. M., & Fairchild, C. D. (2010). Footpad dermatitis in poultry. *Poultry Science* 89, 10, S. 2043-2051.
- Siegmann, O., & Neumann, U. (2012). Entwicklung der Geflügelwirtschaft. In O. Siegmann, & U. Neumann, *Kompedium der Geflügelkrankheiten* (7. überarbeitete Ausg., S. 10-12). Hannover: Schlütersche-Verlag.
- Siegmann, O., Hartung, J., & Neumann, U. (2012). Haltung. In O. Siegmann, & U. Neumann, *Kompedium der Geflügelkrankheiten* (7. Ausg., S. 52-65). Hannover: Schlütersche-Verlag.
- Skinner, B. F. (1938). *The Behavior of Organisms - An Experimental Analysis* (1. Ausg.). New York: Appleton-Century-Crofts Verlag.
- SMART Technologies. (März 2016). *Zwischen analog und digital - Lernen und Lehren an Schulen und Hochschulen*. Von Das Netzwerk digitale Bildung: https://www.netzwerk-digitale-bildung.de/wp-content/uploads/NDB_Whitepaper_Zwischen_analog_und_digital_12Seiten.pdf abgerufen (Stand: 21.07.2018)
- Smith, S., Meade, J., Gibbons, J., McGill, K., Bolton, D., & Whyte, P. (2016). Impact of direct and indirect heating systems in broiler units on environmental conditions and flock performance. *Journal of Integrative Argiculture* 15, 11, S. 2588-2595.
- Song, D. J., & King, A. J. (2015). Effects of heat stress on broiler meat quality. *World's Poultry Science Journal* 71, 4, S. 701-709.

- Ssematimba, A., Haagenars, T. J., de Wit, J. J., Ruiterkamp, F., Fabri, T., Stegeman, J. A., & de Jong, M. C. (2013). Avian influenza transmission risks: Analysis of biosecurity measures and contact structure in Dutch poultry farming. *Preventive Veterinary Medicine* 109, 1-2, S. 106-115.
- Statistisches Bundesamt. (2018). Von www.destatis.de - Website: <https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/Wirtschaftsbereiche/LandForstwirtschaftFischerei/TiereundtierischeErzeugung/Tabellen/Gefluegelfleisch.html> abgerufen (Stand: 20.07.2018)
- Stegeman, A., Bouma, A., Elbers, A. R., de Jong, M. C., Nodeljik, G., de Klerk, F., Koch, G., van Boven, M. (2004). Avian Influenza A Virus (H7N7) Epidemic in the Netherlands in 2003: Course of the Epidemic and Effectiveness of control measures. *The Journal of Infectious Diseases* 190, 12, S. 2088-2095.
- Stewart-Brown, B. (2018). *Vaccination Programs in Poultry*. Von www.msdsvetmanual.com: <http://www.msdsvetmanual.com/poultry/nutrition-and-management-poultry/vaccination-programs-in-poultry> abgerufen (Stand: 30.05.2018)
- Storey, A. A., Athens, J. S., Bryant, D., Carson, M., Emery, K., deFrance, S., Higham, C., Huynen, L., Intoh, M., Jones, S., Kirch, P. V., Ladefoged, T., McCoy, P., Morales-Muniz, A. (2012). Investigating the Global Dispersal of Chickens in Prehistory Using Ancient Mitochondrial DNA Signatures. *PLoS Genetics* 7, 7, S. 1-11
- Sun, Y. Y., Li, Y. L., Li, D. L., Chen, C., Bai, H., Xue, F. G., & Chen, J. L. (2017). Responses of broiler to the near-continuous lighting, constant 16-h lighting, and constant 16-h lighting with a 2-h night interruption. *Livestock Science* 206, S. 135-140.
- Sykes, N. (2012). A social perspective on the introduction of exotic animals: the case of the chicken. *World Archeology* 44, 1, S. 158-169.
- Tabalante, N. L., Myint, M. S., Johnson, Y. J., Rhodes, K., Colby, M., & Hohenhaus, G. (2002). A Survey of Biosecurity practices as risk factors affecting broiler performance on the Delmarva Peninsula. *Avian Diseases* 46, 3, S. 730-734.
- Takai, H., Pedersen, S., Johnson, J. O., Metz, J. H., Groot Koerkamp, P. W., Uenk, G. H., Phillips, V. R., Holden, M. R., Sneath, R. W., Short, J. L., White, R. P., Hartung, J., Seedorf, J., Schröder, M., Linkert, K. H., Wathes, C. M. (1998). Concentrations and Emissions of Airborne Dust in Livestock Buildings in Northern Europe. *Journal of Agricultural Engineering Research* 70, 1, S. 59-77.
- Teeter, R. G., & Belay, T. (1996). Broiler management during acute heat stress. *Animal Feed Science Technology* 58, 1-2, S. 127-142.
- Tiergesundheitsgesetz (TierGesG) (2013). Gesetz zur Vorbeugung vor und Bekämpfung von Tierseuchen. Tiergesundheitsgesetz vom 22. Mai 2013 (BGBl. I S. 1324), das zuletzt durch Artikel 6 des Gesetzes vom 17. Juli 2017 (BGBl. I S. 2615) geändert worden ist. Deutschland.
- Tierhalter-Arzneimittelanwendungs- und Nachweisverordnung (THAMNV) (2015). Verordnung über Nachweispflichten der Tierhalter für Arzneimittel, die zur Anwendung bei Tieren bestimmt sind. Ausfertigungsdatum: 17.07.2015. Deutschland.

- Tierimpfstoff-Verordnung (TierImpfStV) (2006). Verordnung über Sera, Impfstoffe und Antigene nach dem Tiergesundheitsgesetz (Tierimpfstoff-Verordnung). zuletzt geändert durch Art. 135 G v. 29.3.2017. Deutschland.
- Tierische Nebenprodukte-Beseitigungsgesetz (TierNebG) (2004). zuletzt geändert durch Art. 1 G v. 4.8.2016 I 1966. Deutschland.
- Tierschutzgesetz (TierSchG) (2009). zuletzt geändert durch Art. 141 G v. 29.3.2017 I 626. Deutschland.
- Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung (TierSchNutzTV) (2009). Verordnung zum Schutz landwirtschaftlicher Nutztiere und anderer zur Erzeugung tierischer Produkte gehaltener Tiere bei ihrer Haltung. zuletzt geändert durch Art. 3 Abs. 2 G v. 30.6.2017 I 2147. Deutschland.
- Tierschutz-Schlachtverordnung (TierSchlV) (2012). Verordnung zum Schutz von Tieren im Zusammenhang mit der Schlachtung oder Tötung und zur Durchführung der Verordnung (EG) Nr. 1099/2009 des Rates. Ausfertigungsdatum: 20.12.2012. Deutschland.
- Tierschutztransportverordnung (TierSchTrV) (2009). Verordnung zum Schutz von Tieren beim Transport und zur Durchführung der Verordnung (EG)Nr. 1/2005des Rates (Tierschutztransportverordnung - TierSchTrV). zuletzt geändert durch Art. 9 Abs. 14 G v. 3.12.2015 I 2178. Deutschland.
- Tüller, R., & Allmendinger, A. (1988). Geflügelhaltung: Stallbau, Klima, Einrichtung. *DGS Magazin für die Geflügelwirtschaft*, S. 478-481.
- Unbekannt. (1975). Two-Deck house suits in German breeders. *Poultry International*, S. 22-24.
- Unbekannt. (1976). Richtlinie 4. *Staubniederschlagsmessung nach dem Bergerhoff-Verfahren*. Wien.
- Unbekannt. (2010). *Dicke Luft im Hühnerstall?* Von https://literatur.thuenen.de/digbib_extern/dn050843.pdf abgerufen (Stand: 05.04.2018)
- Unbekannt. (2013). *www.schwefelwasserstoff.de*. Von <http://www.schwefelwasserstoff.de/page7.php> abgerufen (Stand: 04.04.2018)
- van den Wijngaard, J.-K. (2001). In ovo-Applikation von Vakzinen bei Hühnern übertrifft die konventionelle Methode. *Lohmann-Information* 3, S. 1-4.
- van Eimeren, B., Gerhardt, H., Oehmichen, E., & Schröter, C. (1998). *Nutzung von Internet- und Onlineangeboten elektronischer Medien in Deutschland - ARD/ZDF-Online-Studie 1998: Onlinemedien gewinnen an Bedeutung*. Von ARD/ZDF Website: <http://www.ard-zdf-onlinestudie.de/files/1998/Online98.pdf> abgerufen (Stand: 20.07.2018)
- van Limbergen, T., Dewulf, J., Klinkenberg, M., Ducatelle, R., Gelaude, P., Mendez, J., Heinola, K., Papasolomontos, S., Maes, D. Maes, D. (2017). Scoring biosecurity in European conventional broiler production. *Poultry Science* 97,1, S. 1-10.

- Verordnung (EG) 1/2005 (22. Dezember 2004). Verordnung (EG) Nr. 1/2005 des Rates vom 22. Dezember 2004 über den Schutz von Tieren beim Transport und damit zusammenhängenden Vorgängen sowie zur Änderung der Richtlinien 64/432/EWG und 93/119/EG und der Verordnung (EG) Nr. 1255/97.
- Verordnung (EG) 172/2002 (28. Januar 2002). Verordnung (EG) Nr. 178/2002 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 28. Januar 2002 zur Festlegung der allgemeinen Grundsätze und Anforderungen des Lebensmittelrechts, zur Errichtung der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit und zur Festlegung von Verfahren zur Lebensmittelsicherheit.
- Verordnung (EG) Nr. 1831/2003 (22. September 2003). Verordnung (EG) Nr. 1831/2003 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22. September 2003 über Zusatzstoffe zur Verwendung in der Tierernährung.
- Verordnung (EG) Nr. 1099/2009. (24. September 2009). Verordnung (EG) Nr. 1099/2009 des Rates vom 24. September 2009 über den Schutz von Tieren zum Zeitpunkt der Tötung.
- Verordnung (EG) Nr. 2160/2003. (17. November 2003). Verordnung (EG) Nr. 2160/2003 des Europäischen Parlaments und des Rates und vom 17. November 2003 zur Bekämpfung von Salmonellen und bestimmten anderen durch Lebensmittel übertragbaren Zoonoseerregern. Europäische Gemeinschaft.
- Verordnung (EU) Nr. 37/2009. (22. Dezember 2009). Verordnung (EU) Nr. 37/2010 der Kommission vom 22. Dezember 2009 über pharmakologisch wirksame Stoffe und ihre Einstufung hinsichtlich der Rückstandshöchstmengen in Lebensmitteln tierischen Ursprungs. Europäische Union.
- Verordnung (EG) Nr. 543/2008 (16. Juni 2008). Verordnung (EG) Nr. 543/2008 der Kommission vom 16. Juni 2008 mit Durchführungsvorschriften zur Verordnung (EG) Nr. 1234/2007 des Rates hinsichtlich der Vermarktungsnormen für Geflügelfleisch.
- Verordnung (EG) Nr. 767/2009 (13. Juli 2009). Verordnung (EG) Nr. 767/2009 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 13. Juli 2009 über das Inverkehrbringen und die Verwendung von Futtermitteln, zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1831/2003 des Europäischen Parlaments und des Rates und zur Aufhebung der Richtlinien 79/373/EWG des Rates, 80/511/EWG der Kommission, 82/471/EWG des Rates, 83/228/EWG des Rates, 93/74/EWG des Rates, 93/113/EG des Rates und 96/25/EG des Rates und der Entscheidung 2004/217/EG der Kommission.
- Verordnung (EG) Nr. 834/2007. (28. Juni 2007). Verordnung (EG) Nr. 834/2007 des Rates vom 28. Juni 2007 über die ökologische/biologische Produktion und die Kennzeichnung von ökologischen/biologischen Erzeugnissen und zur Aufhebung der Verordnung (EWG) 2092/91.
- Verordnung (EG) Nr. 889/2008. (5. September 2008). Verordnung (EG) 889/2008 der Kommission vom 5. September 2008 mit Durchführungsvorschriften zur Verordnung (EG) Nr. 834/2007 des Rates über ökologische/biologische Produktion und die Kennzeichnung von ökologischen/biologischen Erzeugnissen hinsichtlich de.
- Viehverkehrsverordnung (ViehVerkV) (2007). Verordnung zum Schutz gegen die Verschleppung von Tierseuchen im Viehverkehr. zuletzt geändert durch Art. 6 V v. 3.5.2016 I 1057. Deutschland

- Vieira, A. R., Hofacre, C. L., Smith, J. A., & Cole, D. (2009). Human contacts and potential pathways of disease introduction on Georgia poultry farms. *Avian Diseases* 53, 1, S. 55-62.
- Visschedijk, A. H. (1968). The air space and embryonic respiration 3. The balance between oxygen and carbon dioxide in the air space of the incubating chicken egg and its role in stimulating pipping. *Britisch Poultry Science* 9, 2, S. 197-210.
- Wabeck, C. J., & Skoglund, W. C. (1974). Influence of Radiant Energy from Fluorescent Light Sources on Growth, Mortality, and Feed Conversion of Broilers. *Poultry Science* 53, 6, S. 2055-2059.
- Wahl, C., Li, T., Takagi, Y., & Howland, H. (2011). The effects of light regimes and hormones on corneal growth in vivo and in organ culture. *Journal of Anatomy* 219, 6, 766-775.
- Wahle, J. (2016). Die virtuelle Zierfischklinik: Ein Online-Tutorial. Dissertation, Ludwig-Maximilians-Universität München
- Watson, J. B., & Rayner, R. (1920). Conditioned emotional reactions. *Journal of Experimental Psychology*, 1, S. 1-14.
- Werner, O., & Kaleta, E. F. (2012). Orthomyxoviridae. In O. Siegmann, & U. Neumann, *Kompendium der Geflügelkrankheiten* (7. überarbeitete Ausg., S. S. 146-154). Hannover: Schlütersche-Verlag.
- Wiernusz, C. J., & Teeter, R. G. (1993). Feeding effects on broiler thermobalance during thermoneutral and high ambient temperature exposure. *Poultry Science* 72, 10, S. 1917-1924.
- Willeke, H., & Pakk, E. (1999). Vergleich der Hähnchenmastergebnisse im Naturstall und im Massivstall. *Archiv für Geflügelkunde* 63, 3, S. 111-114.
- Williams Ischer, S., Farnell, M. B., Tabler, G. T., Moreira, M., O'Shaughnessy, P. T., & Nonnemann, M. W. (2017). Evaluation of a sprinkler cooling system on inhalable dust and ammonia concentrations in broiler chicken production. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene* 14, 1, S. 40-48.
- Windhorst, H.-W. (2017). Dynamik bei Produktion und Handel-Deutsche Legehennenhaltung und Eierzeugung nach dem Verbot der konventionellen Käfighaltung. In K. Damme, F. Muth, & A. Mayer, *Geflügeljahrbuch 2018* (S. 42-54). Stuttgart: Eugen-Ulmer Verlag.
- Winiwater, W., Schmidt-Stejskal, H., & Windsperger, A. (2007). *Aktualisierung und Verbesserung der österreichischen Luftschadstoffinventur für Schwebstaub*.
- Winkel, A., Mosquera, J., Aarnink, A. J., Groot, K. P., & Ogink, N. W. (2016). Evaluation of oil spraying systems and air ionisation systems for abatement of particulate matter emission in commercial poultry houses. *Biosystems Engineering* 150, S. 104-122.
- Wolfrum, W. (2016). Die Geflügelhaltung im ökologischen Landbau. Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Bamberg.

-
- Xiang, H., Gao, J., Yu, B., Zhou, H., Cai, D., Zhang, Y. Chen, X., Wang, X., Hofreiter, M., Zhao, X. (2014). Early Holocene chicken domestication in northern China. *PNAS* 111, 49, S. 17564-17569.
- Xie, D., Wang, Z. X., Dong, Y. L., Cao, J., Wang, J. F., Chen, J. L., & Chen, Y. X. (2008). Effects of Monochromatic Light on Immune Response of Broilers. *Poultry Science* 87, 8, S. 1535-1539.
- Yadav, M. (2008). Physiology of hatching - Pulmonary Respiration. In M. Yadav, *Encyclopaedia of Developmental Biology 5 - Development of Chick* (1. Ausg., S. 243-244). New Dehli: Discovery Publishing House PVT. LTD.
- Yan, X., Qing-shi, M., Jie, G., Xiang-fang, T., & Hong-fu, Z. (2017). Effects of relative humidity on animal health and welfare. *Journal of Integrative Argiculture* 16, 8, S. 1653-1658.
- Zhang, L., Zhang, H. J., Qiao, X., Yue, H. Y., Wu, S. G., Yao, J. H., & Qi, G. H. (2012). Effect of monochromatic light stimuli during embryogenesis on muscular growth, chemical composition, and meat quality of breast muscle in male broilers. *Poultry Science* 91, 4, S. 1026-1031.
- Zhang, Z., Cao, J., Dong, Y., & Chen, Y. (2014). Effect of a combination of green and blue monochromatic light on broiler immune response. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology* 138, S. 118-123.

IX. Anhang

9.1 Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Darstellung der gemeldeten Salmonellen-Fälle in Deutschland von 2000-2016	S. 23
Abb. 2:	Zur Einstallung vorbereitete Abteilung in einem Doppelstockstall, Baujahr um 1970.....	S. 35
Abb. 3:	Innenansicht Louisianastall, vorbereitet für die nächste Einstallung	S. 36
Abb. 4:	Schematische Darstellung eines Infektionszyklus	S. 48
Abb. 5:	Beispielhafte Abbildung einer Hygieneschleuse	S. 51
Abb. 6:	Verteilungsmuster Zugluft	S. 63
Abb. 7:	Verteilungsmuster Temperatur	S. 64
Abb. 8:	Prinzip der Impaktion	S. 78
Abb. 9:	Verkratzungen Masthähnchen	S. 99
Abb. 10:	Kontrolle Schnabelhöhle, Nares, Augen	S. 99
Abb. 11:	exartikulierter Femurkopf	S. 100
Abb. 12:	Eröffnung von Brustkorb und Leibeshöhle	S. 102
Abb. 13:	Blick auf Lungen, Hoden, Nieren	S. 104
Abb. 14:	konzeptioneller Aufbau des Tutorials	S. 112
Abb. 15:	Schema Zangenblitz	S. 113
Abb. 16:	Stehbild-Ansicht einer 360-Grad-Rundumaufnahme im JPEG Format	S. 116
Abb. 17:	Festlegung der Seiteneigenschaften	S. 117
Abb. 18:	Programmierschritt - Erstellen von Musterseiten	S. 117
Abb. 19:	Programmierschritt - Baumdiagramm zur Seitengliederung	S. 118
Abb. 20:	Programmierschritt - Erstellung der Tabelle mittels „Tables Generator“	S. 119
Abb. 21:	Programmierschritt - HTML Tabellencode, Erstellung mittels Tables Generator“	S. 119
Abb. 22:	Übersichtsaufnahme konventioneller Stall. Links ohne Weißabgleich, rechts nach Einstellung des Weißabgleichs	S. 122
Abb. 23:	Masthähnchen an Tag 28; Nachbearbeitung mi Photoshop CC.....	S. 123

Abb. 24:	Die virtuelle Geflügelklinik - „Homepage“	S. 124
Abb. 25:	Die virtuelle Geflügelklinik - Kapitel „Einleitung“	S. 124
Abb. 26:	Die virtuelle Geflügelklinik - Kapitel „Nationale Gesetzgebung“	S. 125
Abb. 27:	Die virtuelle Geflügelklinik - Kapitel „Haltungsformen“	S. 125
Abb. 28:	Die virtuelle Geflügelklinik - Kapitel „Bestandsbetreuung“	S. 126
Abb. 29:	Die virtuelle Geflügelklinik - Kapitel „Impfung“	S. 126
Abb. 30:	Die virtuelle Geflügelklinik - Kapitel „Stallvorplatz“	S. 127
Abb. 31:	Die virtuelle Geflügelklinik - Kapitel „Stallvorraum“	S. 127
Abb. 32:	Die virtuelle Geflügelklinik - Kapitel „Untersuchung der Klima-/Umweltparameter“	S. 128
Abb. 33:	Die virtuelle Geflügelklinik - Kapitel „Fütterungs- und Tränktechnik“	S. 128
Abb. 34:	Die virtuelle Geflügelklinik - Kapitel „Herdenuntersuchung“	S. 129
Abb. 35:	Die virtuelle Geflügelklinik - Kapitel „Einzeltieruntersuchung“	S. 129
Abb. 36:	Die virtuelle Geflügelklinik - Kapitel „Anatomisch-pathologischer Untersuchungsgang“	S. 130
Abb. 37:	Häufigkeit der Mediennutzung der 14- bis 29-Jährigen	S. 131
Abb. 38:	Wie stark nutzt Ihre Hochschule die heutigen Möglichkeiten der Digitalisierung im Bereich Lehre und Studium?	S. 132
Abb. 39:	Wie schätzen sie das Entwicklungspotenzial der Digitalisierung für ihre Hochschule im Bereich Lehre und Studium für die kommenden 5 Jahre ein? ...	S. 132
Abb. 40:	Häufigkeit der Nutzergruppen nach Studienfächern	S. 134
Abb. 41:	Homepage von http://www.vogelklinik.net	S. 135
Abb. 42:	Verwendungszweck von Versuchstieren 2015	S. 140

9.2 Tabellenverzeichnis

Tab. 1:	Mindestabmessungen der Behältnisse für Hühner, Perlhühner, Fasane, Enten, Puten und Gänse nach Tierschutztransportverordnung (Stand: 2018)S. 20
Tab. 2:	Mindestabmessungen der Behältnisse für Eintagsküken nach Tierschutztransportverordnung (Stand: 2018)S. 21
Tab. 3:	Ladedichte in Mindestabmessung der Transportbehältnissen nach VO (EG) Nr. 1/2005 für Geflügel (Stand: 2018)S. 21
Tab. 4:	Gesetzlichen Anforderungen an die Haltungsformen von Masthähnchen in DeutschlandS. 28-33
Tab. 5:	Impfempfehlung für BroilerS. 45
Tab. 6:	Ammoniak und dessen Wirkung auf Broiler/TiereS. 55
Tab. 7:	Auswirkungen steigender Kohlenstoffdioxidgehalte auf den Tierkörper.....S. 57
Tab. 8:	Auswirkungen von Schwefelwasserstoff auf den TierkörperS. 59
Tab. 9:	Temperaturempfehlungen nach AviagenS. 65
Tab. 10:	Temperatur- und Luftfeuchtigkeitsempfehlungen nach COBBS. 65
Tab. 11:	Einteilung der Staubfraktionen nach GrößeS. 76
Tab. 12:	Faktoren, welche den Wasserkonsum beeinflussenS. 86-87

9.3 Danksagung

In erster Linie widme ich diese Dissertation meinen Eltern, Angela und Karsten. Ich danke ihnen für die jahrelange Unterstützung während des Studiums und in dem Zeitraum der Anfertigung meiner Doktorarbeit.

Außerdem möchte ich meinen Großeltern Sigrid und Hans für die vielen lieben Worte während des Studiums und der Anfertigung der Dissertation danken.

Darüber hinaus danke ich meinem Bruder Erik samt Familie, welche mir immer mit Rat beiseite standen.

Des Weiteren möchte ich Christian Schwarzer und Franz Aigner für die Unterstützung und Hilfestellung bei der Erstellung des Tutorials danken.

Zuletzt danke ich Herrn Prof. Korb für die Bereitstellung der hervorragenden Technik und die Unterstützung während der Erstellung des Tutorials. Ich bin sehr dankbar, dass ich meine Dissertation über mein Wunschthema verfassen durfte.

