

**Untersuchungen zum Einfluss differenzierter Vorbehandlungen von Bruteiern auf das
Befruchtungs- und Schlupfergebnis sowie auf die Mast- und Schlachtleistung von
Pekingenten**

Dissertation

zur Erlangung des akademischen Grades
Doktor der Agrarwissenschaften (Dr. agr)

der

Naturwissenschaftlichen Fakultät III
Agrar- und Ernährungswissenschaften,
Geowissenschaften und Informatik

der Martin-Luther-Universität Halle–Wittenberg

vorgelegt von
Msc. Sun, Haidong
geb. am 08.02.1966. in China (Shenyang)

Gutachter: Herr Prof. Dr.
Herr Prof. Dr.
Herr Prof. Dr.

Verteidigung am: 29.01.2018

Halle / Saale 2017

Für meine Eltern

und

meine Schwester

Inhaltsverzeichnis

Tabellenverzeichnis.....	IV
Abbildungsverzeichnis.....	VIII
Abkürzungsverzeichnis.....	X
1. Einleitung	1
2. Literaturbetrachtungen	3
2.1. Bedeutung der Entenproduktion, insbesondere in China	3
- Fleischerzeugung	3
- Eierzeugung.....	5
- Daunen und Federn.....	6
2.2. Domestikation und wichtige Rassen.....	6
2.3. Entwicklung der künstlichen Brut.....	7
2.4. Lagerung von Bruteiern vor Brutbeginn	9
3. Zielstellung.....	15
4. Material und Methode.....	18
4.1. Versuchspläne.....	18
- Eiqualität	19
- Brutergebnisse.....	20
- Wachstum (Mast- und Schlachtleistung)	20
4.2. Durchführung der Versuche.....	21
4.2.1. Herkunft der Versuchseier	21
4.2.2. Gewinnung und Behandlung der Versuchseier.....	21
4.2.3. Lagerung der Eier.....	23
4.2.4. Durchführung der Brutversuche.....	24
4.2.5 Durchführung der Wachstumsversuche.....	25
4.3. Statistische Auswertungen.....	27
5. Ergebnisse.....	28
5.1. Einfluss der Lagerdauer mit und ohne periodische Erwärmung auf den Eigewichtsverlust, Versuch E 1.....	28
5.2. Einfluss der Lagerdauer mit und ohne periodische Erwärmung auf Eiklarhöhe und Dotterindex, Vers. E 1 und E 2.....	28
5.2.1. Eiklarhöhe.....	29
5.2.2. Eidotterindex.....	30
5.3. Einfluss der Lagerdauer mit und ohne periodische Erwärmung auf Brutergebnisse....	32

5.3.1. Befruchtungsrate.....	32
5.3.2. Schlupfrate.....	34
5.3.3. Frühabsterberrate (FAR).....	36
5.3.4. Steckenbleiberrate (SBR).....	38
5.3.5. Spätschlupfrate (SSR).....	40
5.3.6. Versuch S 3.....	42
5. 4. Einfluss der Lagerdauer mit und ohne periodische Erwärmung auf Mast- und Schlachtleistung.....	44
5.4.1. Versuch W 1.....	45
- Zweiwochengewicht.....	45
- Sechswochengewicht.....	46
- Futtereffizienz.....	47
- Schlachtkörperanteil in % zum Lebendgewicht.....	48
- Brustfleischanteil am Schlachtkörper in %.....	49
- Schenkelanteil am Schlachtkörper in %.....	49
5.4.2. Versuch W 2.....	50
- Zweiwochengewicht.....	51
- Sechswochengewicht.....	52
- Futtereffizienz.....	52
- Schlachtkörperanteil in % zum Lebendgewicht.....	53
- Brustfleischanteil am Schlachtkörper in %.....	54
- Schenkelanteil am Schlachtkörper in %.....	55
5.4.3. Versuch W 3.....	56
- Zweiwochengewicht.....	57
- Sechswochengewicht.....	57
- Futtereffizienz.....	58
- Schlachtkörperanteil in % zum Lebendgewicht.....	59
- Brustfleischanteil am Schlachtkörper in %.....	60
- Schenkelanteil am Schlachtkörper in %.....	60
6. Diskussion.....	62
6.1. Betrachtungen zum Brutmanagement.....	62
6.2. Zur Wirkung der Bruteilagerung mit und ohne periodische Erwärmung auf Gewichtsverlust der Bruteier und deren Qualität.....	62
6.3. Zur Wirkung der Bruteilagerung mit und ohne periodischer Erwärmung auf	

Brutergebnisse.....	66
6.3.1. Befruchtungsrate.....	66
6.3.2. Schlupfrate.....	67
6.3.3. Abgestorbene Embryonen und nicht lebensfähige Küken.....	72
- Frühabsterberrate.....	73
- Steckenbleiberrate.....	73
- Spätschlupfrate.....	74
6.3.4. Ursachen für Verringerung der Schlupfrate.....	76
6.4. Zur Wirkung der Bruteilagerung mit und ohne periodische Erwärmung auf Wachstum und Schlachtkörperqualität.....	79
6.4.1. Zweiwochengewicht.....	80
6.4.2. Sechswochengewicht.....	81
6.4.3. Futtereffizienz.....	82
6.4.4. Schlachtkörpergewicht in Relation zum Lebendgewicht	83
6.4.5. Brust- und Schenkelfleischanteil am Schlachtkörper.....	83
7. Schlussfolgerung.....	85
8. Zusammenfassung.....	89
9. Summary.....	94
10. Literaturverzeichnis.....	98

Tabellenverzeichnis

Tab. 1. Übersicht zu den durchgeführten Versuchen zur Eiqualität (E), zur Schlupfrate (S) und zum Wachstum (W).....	19
Tab. 2. Auswirkung der Bruteilagerung mit und ohne periodische Erwärmung auf den Eigewichtsverlust in %, Vers. E 1.....	28
Tab. 3. Signifikanztabelle für den Eigewichtverlust.....	28
Tab. 4. Auswirkung der Bruteilagerung mit und ohne periodische Erwärmung auf die Eiklarhöhe in cm, Vers. E 1.....	29
Tab. 5. Signifikanztabelle für die Eiklarhöhe, Vers. E 1.....	29
Tab. 6. Auswirkung der Bruteilagerung mit und ohne periodische Erwärmung auf die Eiklarhöhe in cm, Vers. E 2.....	30
Tab. 7. Signifikanztabelle für die Eiklarhöhe, Vers. E 2.....	30
Tab. 8. Auswirkung der Bruteilagerung mit und ohne periodische Erwärmung auf den Eidotterindex, Vers. E 1.....	31
Tab. 9. Signifikanztabelle für den Dotterindex, Vers. E 1.....	31
Tab. 10. Auswirkung der Bruteilagerung mit und ohne periodische Erwärmung auf den Dotterindex, Vers. E 2.....	31
Tab 11. Signifikanztabelle für den Dotterindex, Vers E 2.....	32
Tab.12. Wirkung der Bruteilagerung mit und ohne periodische Erwärmung auf die Befruchtungsrate, Vers. S 1.....	33
Tab.13. Signifikanztabelle (p-Werte) zur Wirkung der Bruteilagerung mit und ohne periodische Erwärmung auf die Befruchtungsrate, Vers. S 1.....	33
Tab. 14. Wirkung der Bruteilagerung mit und ohne periodische Erwärmung auf die Befruchtungsrate, Vers. S 2.....	34
Tab. 15. Signifikanztabelle (p-Werte) zur Wirkung der Bruteilagerung mit und ohne periodische Erwärmung auf die Befruchtungsrate, Vers. S 2.....	34
Tab.16. Wirkung der Bruteilagerung mit und ohne periodische Erwärmung auf die Schlupfrate, Vers S 1.....	35
Tab. 17. Signifikanztabelle (p-Werte) zum Effekt der Lagerzeiten mit und ohne periodische Erwärmung auf die Schlupfrate, Vers. S 1.....	35
Tab.18. Wirkung der Bruteilagerung mit und ohne periodische Erwärmung auf die Schlupfrate, Vers. S 2.....	36

Tab. 19. Signifikanztabelle (p-Werte) für den Effekt der Lagerzeiten mit und ohne periodische Erwärmung auf die Schlupfrate. Vers. S 2.....	36
Tab. 20. Wirkung der Bruteilagerung mit und ohne periodische Erwärmung auf die Frühabsterberrate (FAR), Vers. S 1.....	37
Tab. 21. Signifikanztabelle (p-Werte) für den Effekt der Lagerzeiten mit und ohne periodische Erwärmung auf die Frühabsterberrate (FAR), Vers. S 1.....	37
Tab. 22. Wirkung der Bruteilagerung mit und ohne periodische Erwärmung auf die Frühabsterberrate (FAR), Vers. S 2.....	38
Tab. 23. Signifikanztabelle (p-Werte) für den Effekt der Lagerzeiten mit und ohne periodische Erwärmung auf die Frühabsterberrate (FAR), Vers. S 2.....	38
Tab. 24. Wirkung der Bruteilagerung mit und ohne periodische Erwärmung auf die Steckenbleiberrate (SBR), Vers. S 1.....	39
Tab. 25. Signifikanztabelle (p-Werte) für den Effekt der Lagerzeiten mit und ohne periodische Erwärmung auf die Steckenbleiberrate (SBR), Vers. S 1.....	39
Tab. 26. Wirkung der Bruteilagerung mit und ohne periodische Erwärmung auf die Steckenbleiberrate (SBR), Vers. S 2.....	40
Tab. 27. Signifikanztabelle (p-Werte) für den Effekt der Lagerzeiten mit und ohne periodische Erwärmung auf die Steckenbleiberrate (SBR), Vers. S 2).....	40
Tab. 28. Wirkung der Bruteilagerung mit und ohne periodische Erwärmung auf die Spätschlupfrate (SSR), Vers. S 1.....	41
Tab. 29. Signifikanztabelle (p-Werte) für den Effekt der Lagerzeiten mit und ohne periodische Erwärmung auf die Spätschlupfrate (SSR), Vers. S 1.....	41
Tab. 30. Wirkung der Bruteilagerung mit und ohne periodische Erwärmung auf die Spätschlupfrate (SSR), Vers. S 2.....	42
Tab. 31. Signifikanztabelle (p-Werte) für den Effekt der Lagerdauer mit und ohne periodische Erwärmung auf die Spätschlupfrate (SSR), Vers. S 2.....	42
Tab. 32. Untersuchungen zur Wirkung der Lagerung von Bruteiern der Pekingente mit periodischer Erwärmung auf die Brutergebnisse im Vers. S 3.....	43
Tab. 33. Chi-Quadratstest zur Brutleistung im Versuch S 3 mit p-Werten und Signifikanzen	
Tab. 34. Anzahl der Tiere im Versuch W 1.....	45
Tab. 35. Auswirkung der Bruteilagerung mit und ohne periodische Erwärmung auf das 2-Wochengewicht in g, Vers. W 1.....	46
Tab. 36. Signifikanztabelle für das 2-Wochengewicht, Vers. W 1.....	46

Tab. 37. Auswirkung der Bruteilagerung mit und ohne periodische Erwärmung auf das 6-Wochengewicht in g, Vers. W 1.....	47
Tab. 38. Signifikanztabelle für das 6-Wochengewicht, Vers. W 1.....	47
Tab. 39. Auswirkung der Bruteilagerung mit und ohne periodische Erwärmung auf die Futtereffizienz in g, Vers. W 1.....	47
Tab. 40. Signifikanztabelle für Futteraufwand, Vers. W 1.....	48
Tab. 41. Auswirkung der Bruteilagerung mit und ohne periodische Erwärmung auf den Schlachtkörperanteil zum Lebendgewicht in %, Vers. W 1.....	48
Tab. 42. Signifikanztabelle zum Schlachtkörperanteil, Vers. W 1.....	49
Tab. 43. Auswirkung der Bruteilagerung mit und ohne periodische Erwärmung auf den Brustfleischanteil am Schlachtkörper in %, Vers. W 1.....	49
Tab. 44: Signifikanztabelle zum Brustfleischanteil	49
Tab. 45: Auswirkung der Bruteilagerung mit und ohne periodische Erwärmung auf den Schenkelanteil am Schlachtkörper in %, Vers. W 1.....	50
Tab. 46: Signifikanztabelle zum Schenkelanteil, Vers. W 1.....	50
Tab. 47: Anzahl der Tiere in den Gruppen, Versuch W 2.....	51
Tab. 48: Auswirkung der Bruteilagerung mit und ohne periodische Erwärmung auf das 2-Wochengewicht in g, Vers. W 2.....	51
Tab. 49: Signifikanztabelle zum 2-Wochengewicht, Vers. W 2.....	51
Tab. 50: Auswirkung der Bruteilagerung mit und ohne periodische Erwärmung auf das 6-Wochengewicht in g, Vers. W 2.....	52
Tab. 51: Signifikanztabelle für das 6- Wochengewicht, Vers. W 2.....	52
Tab. 52: Auswirkung der Bruteilagerung mit und ohne periodische Erwärmung auf die Futtereffizienz in g, Vers. W 2.....	53
Tab. 53: Signifikanztabelle zur Futtereffizienz , Vers. W 2.....	53
Tab. 54: Auswirkung der Bruteilagerung mit und ohne periodische Erwärmung auf den Schlachtkörperanteil zum Lebendgewicht in %, Vers. W 2.....	54
Tab. 55: Signifikanztabelle zum Schlachtkörperanteil, Vers. W 2.....	54
Tab. 56: Auswirkung der Bruteilagerung mit und ohne periodische Erwärmung auf den Brustfleischanteil am Schlachtkörper in %, Vers. W 2.....	55
Tab. 57: Signifikanztabelle zum Brustfleischanteil, Vers. W 2.....	55
Tab. 58: Auswirkung der Bruteilagerung mit und ohne periodische Erwärmung auf den Schenkelanteil am Schlachtkörper in %, Vers. W 2.....	56
Tab. 59: Signifikanztabelle zum Schenkelanteil, Vers. W 2.....	56

Tab. 60: Anzahl der Versuchstiere im Versuch W 3.....	56
Tab. 61: Auswirkung der Bruteilagerung mit und ohne periodische Erwärmung auf das 2-Wochengewicht in g, Vers. W 3.....	57
Tab. 62: Signifikanztabelle zum 2-Wochengewicht, Vers. W 3.....	57
Tab. 63: Auswirkung der Bruteilagerung mit und ohne periodische Erwärmung auf das 6-Wochengewicht in g, Vers. W 3.....	58
Tab. 64: Signifikanztabelle zum 6-Wochengewicht, Vers. W 3.....	58
Tab. 65: Auswirkung der Bruteilagerung mit und ohne periodische Erwärmung auf die Futtereffizienz in g, Vers. W 3.....	59
Tab. 66: Signifikanztabelle zur Futtereffizienz, Vers. W 3.....	59
Tab. 67: Auswirkung der Bruteilagerung mit und ohne periodische Erwärmung auf den Schlachtkörperanteil in % zum Lebendgewicht, Vers. W 3.....	59
Tab. 68: Signifikanztabelle zum Schlachtkörperanteil, Vers. W 3.....	60
Tab. 69: Auswirkung der Bruteilagerung mit und ohne periodische Erwärmung auf den Brustfleischanteil am Schlachtkörper in %, Vers. W 3.....	60
Tab. 70: Signifikanztabelle zum Brustfleischanteil, Vers. W 3.....	60
Tab. 71: Auswirkung der Bruteilagerung mit und ohne periodische Erwärmung auf den Schenkelanteil zum Schlachtkörpergewicht in %, Vers. W 3.....	61
Tab. 72: Signifikanztabelle zum Schenkelanteil, Vers. W 3.....	61

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:Braten von Pekingente.....	4
Abb. 2:Salz Ma Ya-Enten (Yanshuiya).....	4
Abb. 3:Tee-Eier (Chadan) und Soleier (xianyadan)	6
Abb. 4:Pidan (1000-Jahreier) und Maodan.....	6
Abb. 5:Chinesische Brutfässer aus Lehm.....	8
Abb. 6:Chinesische “Kang” zum Brüten von Gänseeiern.....	9
Abb. 7:Chinesische Kunstbrut mit “Kang” für unterschiedliche Eier.....	9
Abb. 8:Lagerung der gekennzeichneten Enteneier.....	22
Abb. 9:Box für die Einzelleistungsprüfung von Enten mit Futterautomaten.....	26
Abb. 10:Wirkung der unterschiedlichen Lagerungsdauer mit und ohne periodische Erwärmung auf die Eiklarhöhe, Vers. E 1 und E 2.....	64
Abb. 11:Wirkung der unterschiedlichen Lagerungsdauer mit und ohne periodische Erwärmung auf den Dotterindex, Vers. E 1 und E 2.....	64
Abb. 12:Wirkung der unterschiedlichen Lagerungsdauer mit und ohne periodische Erwärmung auf die Befruchtungsrate, Vers. S 1 und S 2.....	66
Abb. 13:Wirkung der unterschiedlichen Lagerungsdauer mit und ohne periodische Erwärmung auf die Schlupfrate, Vers. S 1 und S 2.....	68
Abb.14:Verteilung der Embryonalsterblichkeit nach BRONKHORST (1933).....	72
Abb. 15:Wirkung der unterschiedlichen Lagerungsdauer mit und ohne periodische Erwärmung auf die Frühabsterberrate, Vers. S 1 und S 2.....	73
Abb.16:Wirkung der unterschiedlichen Lagerungsdauer mit und ohne periodische Erwärmung auf die Steckenbleiberrate, Vers. S 1 und S 2.....	74
Abb. 17:Wirkung der unterschiedlichen Lagerungsdauer mit und ohne periodische Erwärmung auf die Spätschlupfrate, Vers. S 1 und S 2.....	75
Abb.19:Einfluss der Lagerung mit und ohne periodische Erwärmung auf das Zweiwochengewicht der Entenküken, M 1 – 3.....	80
Abb.20:Einfluss der Lagerung mit und ohne periodische Erwärmung auf das Sechswochengewicht der Entenküken, M 1 – 3.....	81

Abb.21:Einfluss der Lagerung mit und ohne periodische Erwärmung auf die Futtereffizienz
der Entenküken, M 1 – 3.....82

Abb.22:Einfluss der Lagerung mit und ohne periodische Erwärmung auf den
Schlachtkörperanteil der Entenküken, M 1 – 3.....83

Abb.23:Einfluss der Lagerung mit und ohne periodische Erwärmung auf den
Brustfleischanteil der Entenküken, M 1 – 3.....84

Abb.24:Einfluss der Lagerung mit und ohne periodische Erwärmung auf den
Schenkelfleischanteil der Entenküken, M 1 – 3.....84

Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
BFR	Befruchtungrate
bzw	beziehungsweise
ca.	Circa
d.h.	das heißt
Erw.	Erwärmung
FAR	Frühabsterberrate
incl.	inclusive
km.	Kilometer
LKW	Lastkraftwagen
Mio.	Millionen
Mrd.	Milliarden
rel.	relativ
RMB.	Renminbi
SBR.	Steckenbleiberrate
SLR.	Schlupfrate
sog.	so genannt
SSR.	Spätschlupfrate
Tab.	Tabellen
T.	Tonne
u.a.	unter anderem
Vers.	Versuch
Wo.	Woche
z.B.	zum Beispiel
ZWV.	Zwei Wochen Vergleich.

1. Einleitung

Fleisch und Eier von Enten gehören zu den Lebensmitteln mit hohem Nährwert. Sie zeichnen sich aus durch einen optimalen Gehalt an essentiellen Aminosäuren, mehrfach ungesättigten Fettsäuren und dem günstigen Verhältnis von Omega- 6 zu Omega- 3- Fettsäuren. Nicht unerheblich für die Nachfrage nach Fleisch von Enten sind dessen geschmackliche Qualitäten. Die Geflügelbranche hat neben der Freiheit von religiösen Vorbehalten gegenüber den Produkten wie Eier und Fleisch weitere wesentliche Vorteile im Vergleich zu anderen Nutztierarten aufzuweisen, die für eine forcierte Entwicklung in Richtung industrielle Produktion bedeutungsvoll sind. Das ist für die Geflügelfleischerzeugung einmal die kurze Produktionszeit. Bei Enten werden bis zur Vermarktung der verwertbaren Produkte ca. 42-49 Tage gerechnet. Ferner sind wesentliche Phasen der Geflügelerzeugung sehr gut und effizient industriell zu organisieren bzw. zu managen. Das betrifft die Brut, den unkomplizierten Transport von Eintagsküken über große Entfernungen sowie die Aufzucht bis hin zur Schlachtung der Masttiere.

Innerhalb der Geflügelbranche nimmt die Wassergeflügelerzeugung, und hier besonders die Entenzucht und –produktion eine besondere Position ein. Traditionell, den Verzehrsgewohnheiten der Bevölkerung entsprechend, ist diese in den fernöstlichen bzw. südöstlichen Ländern Asiens, konkret in China sehr stark verbreitet.

Neben der Erzeugung von Entenfleisch hat auch die Produktion von Enteneiern dort einen sehr hohen Stellenwert. Die Verwertung von Eiern der Enten als Soleier und als sog. Tausendjahreier (Pidan) hat in Ostasien eine lange Tradition. Enten sind weiterhin eine wertvolle Quelle für Federn und Daunen in der Bettwarenherstellung (HUANG et al., 2012).

Mit der Entwicklung der künstlichen Brut ergaben sich für die Geflügelbranche neue Möglichkeiten für die Erzeugung großer Gruppen gleichalter Tiere für die Mast aber auch für die Zucht in den Ebenen der Eltern- und Großelterntiere. Für die Mast ist es wichtig, große Stückzahlen in einer Charge für die Brut zu erhalten, um die Stallbewirtschaftung nach dem „Alles rein – alles raus-Prinzip“ gemäß den tierhygienischen Anforderungen realisieren zu können (RODENBURG et al., 2005).

In den Zucht- und Elterntierbetrieben ist häufig die Erzeugung größerer Gruppen gleichalter Küken für die Remontierung der Zuchtbestände (bzw. der Legeherden) zu nutzen, damit sie

unter einheitlichen Bedingungen einer Leistungsprüfung unterzogen werden können und damit eine gute Vergleichbarkeit der Tierleistungen zum Zweck der Selektion gewährleistet ist.

Deshalb ist es oft in den Zucht- und Elternbetrieben notwendig, die laufend anfallenden Bruteier über einen längeren Zeitraum zu sammeln, um sie danach als eine große Kohorte gleichzeitig in den Brutapparat einzulegen (BARNWELL et al., 2016).

Die Erzeugung von Bruteiern ist nicht konstant wegen der abnehmenden Legeintensität mit zunehmendem Alter der Zucht- und Elterntiere und ferner wegen des Ausfalls an Bruteiern während des Wechsels zwischen abgelegten, alten Herden gegen junge Herden, die mit der Legetätigkeit beginnen. Auch die Nachfrage nach Küken seitens der Geflügelwirtschaft ist unterschiedlich. Deshalb muss in den Brütereien immer eine Pufferkapazität vorhanden sein in Form der längeren Lagerung eines Teils der Bruteier.

Erste Untersuchungen zur verlängerten Bruteilagerung wurden bereits von verschiedenen Autoren an Hühnereiern (KOSIN, 1956, 1964; LANDAUER, 1967; MAYES und TAHEBALLI, 1984; BUTLER, 1991; WILSON, 1991; MEIJERHOF, 1992), später auch an Enteneiern (RHODES et al., 1960; VAGT, 1987; ALPAY und PETEK, 2016) sowie Gänseeiern (JURK, 1978; BOGENFÜRST, 1987, 1995; TILKI und INAL, 2004a, b) durchgeführt, wobei die Dauer der Lagerung vor dem Einlegen in den Brutapparat auf bis zu drei bis vier Wochen bemessen war.

Derartige Untersuchungen an Enteneiern sind bislang noch nicht erschöpfend durchgeführt worden. Bei der Lagerung der Eier vor der Einlage in den Brutapparat sind die Umweltverhältnisse für den Erhalt der Lebensfähigkeit der befruchteten Eier und der Schlupffähigkeit von großer Bedeutung. Der Temperatur und vor allem dem Temperaturregime kommt dabei die größte Bedeutung zu. Insofern ergeben sich Fragestellungen, die speziell auf das Entenei bezogen für die Gestaltung der Umweltbedingungen im Rahmen der Vorbehandlungen der Bruteier in der Zeit der vorgeschalteten Lagerung vor dem Brutbeginn zu beachten sind.

2. Literaturbetrachtungen

Die weltweit große Bedeutung der Geflügelbranche für die Fleisch- und Eierzeugung wird von zahlreichen Autoren beschrieben. Verschiedene Vorteile sprechen dafür, dass sich dieser Sektor der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung in einem außergewöhnlichen Maße entwickelt hat und ungebrochen im Begriff ist, weiter an Umfang zuzunehmen. Dabei ist zu beobachten, dass die Züchtung leistungsstarker Linien für die Produktion von Schlachttieren zunehmend in den Händen weniger Zuchtunternehmen sich konzentriert. Das trifft wie für die Hühnerbranche auch für die Wassergeflügelzeugung, speziell für die Entenerzeugung, zu. Dabei ist der anhaltende Trend zu höherer Effektivität in den Teilphasen der Erzeugungsschiene unter Einhaltung bzw. Verbesserung aller tierschutzrelevanten Aspekte in der Haltung der Tiere bei Sicherung und Verbesserung der gewünschten Qualitäten bei den Zuchttieren selbst und bei den von den Tieren erzeugten Produkten zu erkennen.

2.1. Bedeutung der Entenproduktion, insbesondere in China

Mit der Entenhaltung verbinden sich neben der kulturhistorischen Bedeutung für Landschaft incl. Gewässer drei Nutzungsrichtungen, das Fleisch, die Eier sowie die Federn mit Daunen als Nebenprodukt. Von diesen Nutzungsrichtungen hat die Fleischerzeugung die größte Bedeutung, unmittelbar gefolgt von der Eierproduktion. Insofern ist die Ente für den Menschen ein universell zu nutzendes, landwirtschaftliches Nutztier mit sehr langer Tradition. LI (1578) gibt an: „Entenfleisch schmeckt etwas süß und fühlt sich kalt an, weil es etwa die menschliche Körperwärme hat. Dem Entenfleisch wird eine heilsame Wirkung zugesprochen wie z.B. bei Diarrhoe, Epilepsie, Ödeme, Schwellungen, Rückenschmerzen. Entenbrühe soll eine beruhigende Wirkung haben.“

- Fleischerzeugung

In verschiedenen Ländern Ost- und Südost-Asiens, insbesondere in China, werden große Mengen an Fleisch und Eiern von Enten erzeugt mit deutlicher Produktionssteigerung in den letzten Jahrzehnten.

Nach den Angaben der FAO (FAOSTAT, 2014) stieg die Geflügelfleischproduktion in der Welt (basierend auf Schlachtkörpergewicht) von 1991 mit 43 Mio. t bis 2012 auf 105 Mio. t, d.h. auf 245%. Im gleichen Zeitraum erhöhte sich die Entenfleischproduktion von 1,3 Mio. t auf 4,4 Mio. t, d.h. auf 328%. Der Anteil des Entenfleisches an der gesamten

Geflügelfleischproduktion beträgt über 4%. Asien ist der führende Kontinent in der Entenfleischproduktion mit einem Anteil von 83,6%, gefolgt von Europa mit 11,7%. Allein in Ostasien werden schon über 70% und in China 67,1% des weltweit erzeugten Entenfleisches produziert.

In der *per capita* Produktion sind die führenden Länder Ungarn mit 6,2 kg, Frankreich und Malaysia mit je 4,6 kg, Taiwan mit 3,1 kg, Bulgarien, China und Myanmar mit über 2,0 kg. Deutschland hat eine *per capita* Produktion von über 600g. Der Verbrauch liegt in Deutschland jedoch über 800 g, da etwa 25 % des Bedarfs an Entenfleisch importiert wird.

In China gehört Entenbraten schon seit über 1000 Jahren traditionell zum Essen (SHEN et al. 2009). Dabei sind Geschmacksunterschiede zwischen den Zubereitungsformen in Nord- und Südchina zu bemerken. In Nordchina, wie in der Stadt Beijing, wird der Entenbraten wie ihn Abb. 1 zeigt gegessen. In Südchina werden häufiger gesalzene Entengerichte verzehrt (Abb. 2) (www.beidu.com 2016). Die schon vor langer Zeit in China angebotenen traditionellen Gerichte „Beijingente“ wurden aus der MA YA- Ente, einer verbreiteten Landente, schon in der Ming-Dynastie (14. Jahrhundert) hergestellt (Abb. 1).



Abb. 1: Braten von Pekingente (www.beidu.com 2016)



Abb. 2: Salz Ma Ya-Enten (Yanshuiya) (www.beidu.com 2016)

Gegenwärtig dominieren in einigen Regionen Chinas mehr Pekingenten für Fleisch-, in anderen mehr Legeenten für Eiproduktion. Die Entenfleischproduktion basiert zu 10-15 % auf lokalen Pekingenten, 65-70 % importierten Pekingenten (genetische Herkunft meist Cherry Valley) und zu 20 % auf anderen lokalen Rassen. Für die Eiproduktion werden vorwiegend Shaoxing-, Jinding- und Shanmaenten mit Jahreslegeleistungen von über 300 Eiern verwendet (HOU, 2016).

Im Jahr 2015 bot die chinesische Geflügelindustrie nach HOU (2016) 7 Millionen Tonnen Entenfleisch (basierend auf Lebendgewicht) und 4 Millionen Tonnen Enteneier auf dem Markt an. Die Größe des Landes bedingt unterschiedliche Verzehrsgewohnheiten der Menschen. Demzufolge sind auch die Anforderungen an die Schlachtkörpergewichte regional unterschiedlich. Sie liegen zwischen 2,0 - 2,2 kg bei Pekingenten und bei 1,0 – 1,2 kg bei Legeentenrassen.

- Eierzeugung

In Europa ist die Nutzung von Eiern von Enten und Gänsen unbedeutend, da es vor Jahrzehnten Fälle von Salmonelleninfektionen gegeben hat, die auf mit Enteneiern hergestellter Mayonnaise zurückzuführen waren. Andererseits eignen sich Eier von Wassergeflügel auf Grund der Eiklarbeschaffenheit sehr gut zum Backen von Kuchen und anderem Gebäck (RÖMER, 1953; MÜLLER, 1964).

In China und anderen asiatischen Ländern hat die Nutzung von Enteneiern eine jahrhundertelange Tradition. In Europa werden Eier von Wassergeflügel fast ausschließlich für die Erbrütung von Küken für die Mast und Reproduktion verwendet.

Zwischen 1991 und 2012 stieg die Erzeugung von anderen Eiern (vorwiegend Enteneier) für den Verzehr stark an, d.h. von 2,57 Mio. t auf 5,55 Mio. t auf 216% (FAOSTAT, 2014). Die Erzeugung von Hühnereiern stieg im Vergleich dazu nur auf 184%. Damit erhöhte sich auch der Anteil anderer Eier an den Eiern insgesamt von 6,57% auf 7,72%. Von den 5,55 Mio. t anderen Eiern werden allein in China 4,3 Mio. t erzeugt, das sind 77,5% der Welterzeugung. Die jährliche *per capita* Produktion an Enteneiern beträgt in China 3,1 kg. Das sind etwa 15% der gesamten Eierproduktion in China, das zu den Ländern mit der höchsten Produktion an Eiern *per capita* in der Welt gehört (FAOSTAT, 2014).

In Nordchina werden häufig Enteneier als Soleier (Xianyadan) und Tee-Eier (Chadan) gereicht (Abb. 3). In Süd-China werden mehrheitlich Pidan-Eier, sog. 1000-Jahreier, gegessen

(Abb. 4). Hierbei handelt es sich um Eier nach 2-wöchiger Lagerung in einer Lauge. Außerdem werden Enteneier als Maodan verzehrt. Hierbei handelt es sich um 18-22 Tage angebrütete Eier, die zunächst in Wasser hartgekocht und danach mit Pflanzenöl, Sojasauce sowie verschiedenen Gewürzen (Chili, Pfeffer) auf der Pfanne gebraten werden. Sie sind allgemein dunkel und knusprig (Abb. 4).

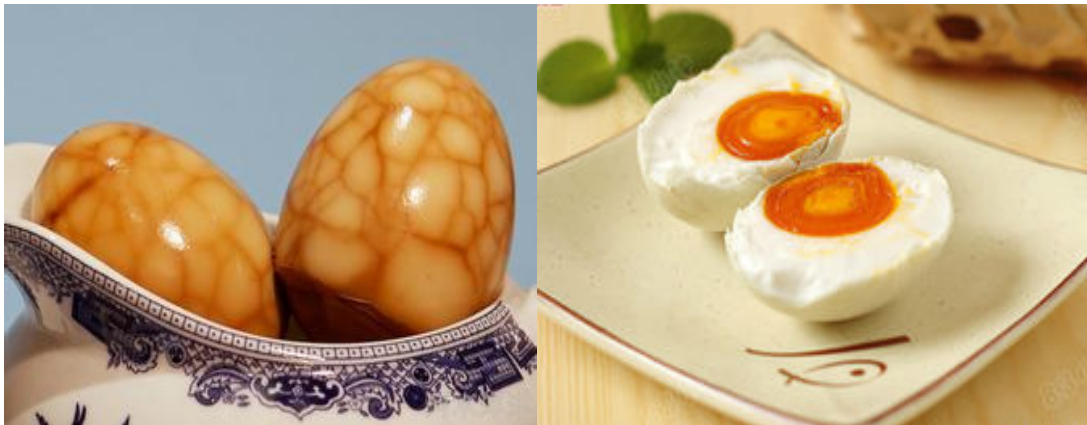


Abb. 3: Tee-Eier (Chadan) und Soleier (xianyadan) (www.beidu.com 2016)



Abb. 4: Pidan (1000-Jahreier) und Maodan (www.beidu.com 2016)

- Daunen und Federn

Große Bedeutung haben Enten auch als Lieferanten für Federn und Daunen. Nach HOU (2016) werden in China etwa 35.000 t Entendaunen im Wert von 10 Mrd. RMB erzeugt.

2.2. Domestikation und wichtige Rassen

Enten zählen im Rahmen der Taxonomie zur Ordnung der entenartigen Vögel und zur Familie der Entenvögel, die etwa 150 Arten umfasst (RUTSCHKE, 1989., PINGEL, 1989. 2008).

Die Stammart unserer Hausente ist die Stockente (*Anas platyrhynchos*). Sie ist vor über 3000 Jahren in Asien und dann im Mittelalter auf dem europäischen Kontinent domestiziert worden (RUDOLPH, 1975; RUTSCHKE, 1989; SHEN et al., 2009). In China waren nach CHANG (2009) auch Fleckschnabelenten (*Anas poecilorhynchos*), die in zwei Unterarten in China vorkommen und mit der Stockente unbegrenzt fruchtbar sind, an der Domestikation beteiligt. Die chinesische Fleckschnabelente ist wie die Stockente hauptsächlich im nördlichen China, die burmesische Fleckschnabelente dagegen im südlichen China verbreitet (CHANG, 2009).

Man geht von einer zweifachen Domestizierung der Stockente aus.

Die wichtigste Entenrasse mit weltweiter Verbreitung ist die Pekingente. Sie ist aus einer chinesischen Landente mit Namen MA YA hervorgegangen, die seit Jahrhunderten für die Herstellung des traditionellen chinesischen Gerichtes „Pekingente“ genutzt wurde (SHEN et al., 2009). Die Entenfleischproduktion in China basiert vorwiegend auf Pekingenten, und zwar 10-15 % mit lokaler und 65-70% mit ausländischer Herkunft (Cherry Valley u. a.). Weiterhin werden etwa 20 % andere lokale Rassen genutzt (HOU, 2016).

Von den über 20 lokalen chinesischen Entenrassen werden die meisten für die Eiproduktion genutzt, insbesondere die Rassen Shaoxing, Jinding und Shanma mit Jahreslegeleistungen von über 300 Eiern (HUANG et al., 2012; HOU, 2016).

2.3. Entwicklung der künstlichen Brut

Ein wichtiger Meilenstein in einer rationellen Geflügelproduktion ist die künstliche Brut. Die künstliche Brut wurde schon lange vor unserer Zeitrechnung in China und Ägypten angewendet (PINGEL und JEROCH, 1980; RUDOLPH, 1987; PINGEL und TIEU, 2005).

Enten werden seit langer Zeit in Familienbetrieben mit Auslauf und Zugang zu Gewässern gehalten. Weil Hausenten oft nicht mehr natürlich brüten, wurde früh versucht, die Entenküken von Haushühnern ausbrüten zu lassen (PHILLIPS et al., 1946, 1947). Das begrenzte die Menge an ausgebrüteten Eiern erheblich. Mit Blick auf größere Bestände war die Kunstbrut notwendig geworden. Diese ist in China schon vor etwa 3000 Jahren, vorwiegend bei Enten, angewandt worden. In der Song-Dynastie (960-1279 n. Chr.) wurden

für die Kunstbrut Brutfässer (sog. Häuser) aus Lehm verwendet und durch Verbrennen von Torf und Reisschale erwärmt (PHILLIPS et al., 1947; FUAN, 1978) (Abb. 5).

Der Reis wird auf eine Temperatur zwischen 45 - 50°C erwärmt und in ein spezielles Behältnis gegeben. Insgesamt werden ungefähr 120 dieser Reisbehältnisse (catties) für jede Charge Eier benötigt. Es werden zwei Fässer benutzt, denn die Eier werden von einem in das andere Fass umgesetzt. Dabei wird auch der Reis ausgetauscht, so dass je Durchgang 60 Brutfässer (catties) aufgewärmt werden müssen. Wenn der Reis mit den Eiern in Kontakt gebracht wird, liegt seine Temperatur bei ungefähr 40°C. Die durchführende Person hingegen ermittelt die richtige Temperatur, indem sie den Reis an ihr Augenlid hält (PHILLIPS et al., 1947; FUAN, 1978).

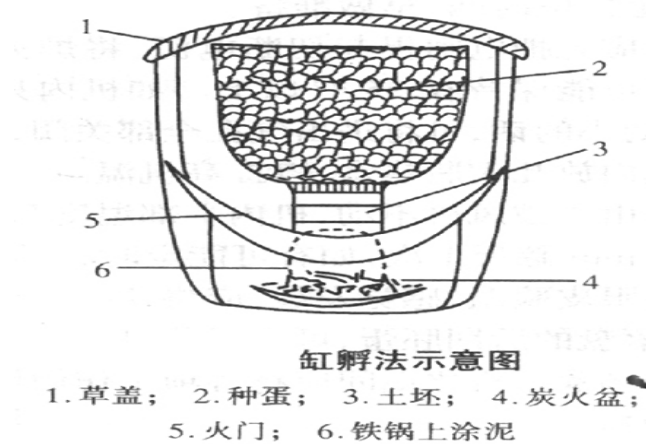


Abb. 5: Chinesische Brutfässer aus Lehm: 1. pflanzliche Abdeckung, 2. Bruteier, 3. Lehmschicht, 4. Feuer, 5. Feuertür, 6. Lehm auf Wok

Mit einer anderen Methode werden Brutkästen, auch "Kang" genannt, benutzt (Abb. 6 und Abb. 7). Hierbei handelt es sich um ein Bett aus Ton und Stein, unter dem ein Feuer für die Erwärmung sorgt. Die Eier sind mit Baumwolle bedeckt. Die Temperatur beträgt 37-38°C (FUAN, 1978). Die Befruchtung der Eier wird geprüft, indem sie gegen das Sonnenlicht gehalten werden. Die Küken schlüpfen auf dem Kang und verbleiben dort noch etwa eine Woche.



Abb. 6: Chinesische “Kang” zum Brüten von Gänseeiern



Abb. 7: Chinesische Kunstbrut mit “Kang” für unterschiedliche Eier

Solche traditionellen Brutanlagen werden auch heute noch in kleineren Betrieben genutzt. FUAN (1978) beschreibt das Ausbrüten von Enteneiern bei Verwendung von heißem Reis als Wärmequelle. In großen Firmen werden heute moderne Brutanlagen mit Kapazitäten von mehreren Tausend Eiern betrieben (www.beidu.com 2016).

2.4. Lagerung von Bruteiern vor Brutbeginn

In der Brutpraxis ist es erforderlich, den wechselnden Bedarf an gleichalten Küken für die Bestandsremontierung abzudecken. Das bedeutet, dass mit unterschiedlich langen Lagerungszeiten für die Bruteier von einigen Tagen bis zu einigen Wochen gerechnet werden muss, um stets eine ausreichende Anzahl an gleichaltrigen Küken, je nach Bedarf, bereitstellen zu können und damit den Aufzucht- und Mastbetrieben die Einhaltung des „Alles rein - alles raus“-Prinzips zu ermöglichen. Vielfach wird eine Lagerung bis zu einer Woche, oft auch nur bis zu drei oder vier Tagen, angestrebt, um maximale Schlupfraten zu erzielen. Unter bestimmten Bedingungen, wenn größere Gruppen gleichalter Küken für die Aufzucht benötigt

werden oder wenn Brutapparate mit großen Kapazitäten ausgelastet werden sollen, ist es notwendig, die Bruteier länger zu lagern. Dabei ist die Lagerung so zu gestalten, dass über mögliche Veränderungen der Bruteiqualität keine Einbußen in der Schlupfrate und in der Entwicklung der geschlüpften Küken auftreten.

Für die Erzielung hoher Schlupfraten in der künstlichen Brut sind viele Faktoren von Bedeutung, so das Behandeln der Eier beim Einsammeln und Sortieren. Wichtig sind weiterhin die Bedingungen der Lagerung, insbesondere, wenn aus verschiedenen Gründen die Dauer der Lagerung verlängert werden muss. Die wichtigsten Faktoren sind Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Frischluftzufuhr, Wendehäufigkeit und Stellung der Bruteier. Der Lagerraum ist ausreichend zu lüften (LANDAUER 1967; PROUDFOOT, 1966, 1968, 1969; KALTOFEN und EL JACK, 1972; KOPECNA, 1985; MEIJERHOF, 1995; AKTER et al., 2014).

Bei Verlängerung der Lagerzeit kommt es durch Verdunstung zur Verringerung des Eigewichts und zur Veränderung der inneren Eiqualität, was nachfolgend auch die Schlupfrate und die Reaktion der geschlüpften Küken beeinflussen kann.

REIJRINK et al., (2010a, b, c) berichteten über eine unterschiedliche Lagerung und unterschiedliche Erwärmungsdauer von zwei Gruppen von Bruteiern. Die Lagerungsdauer bei Gruppe 1 betrug 4 Tage, bei Gruppe 2 bis 14 Tage. Die Bruteier beider Gruppen wurden jeweils 4 und 24 Stunden erwärmt. Bei 4 Tagen Lagerdauer verloren die Eier insgesamt 0,30% und bei 14 Tagen Lagerdauer 0,83% Gewicht, also eine Differenz von 0,53%. Nach EGBEYALE et al. (2013) wurde das Gewicht der Eier einer lokalen Rasse in Nigeria während der Lagerung bis zu 12 Tagen bei einer Temperatur um 18° C um 0,77% pro Woche reduziert.

Im Zusammenhang mit der Verdunstung und der Verringerung des Eigewichtes während der Lagerung kommt es zum Abbau des zähflüssigen Eiklars, so dass beim Aufschlagen des Eies die Höhe des Eiklars und des Dotters verringert wird (ONBASILAR et al., 2007; SILVERSIDES und BUDGELL, 2004; EL-SAGHEER, 2012).

Die Wirkung der Lagerdauer auf die Schlupffähigkeit war schon seit längerer Zeit Gegenstand vieler Untersuchungen (KOSIN, 1964; LANDAUER, 1967; MAYES und TAHEBALLI, 1984; BUTLER, 1991, WILSON, 1991; MEIJERHOF, 1992; VAGT, 1987). Je länger die Lagerung der Bruteier ohne Beeinträchtigung der Schlupffähigkeit dauern kann, desto größer kann die Anzahl der zur gleichen Zeit mit einem Schlupf erzeugten Küken sein. Oft wäre es ideal, wenn eine Lagerdauer bis zu vier Wochen erreicht werden könnte. Die Lagerung von Bruteiern ist

aber prinzipiell nur dann sinnvoll, wenn keine negativen Auswirkungen auf Leistungen und Gesundheit der geschlüpften Tiere auftreten.

Die Lagerung der Bruteier bei niedriger Temperatur unter dem physiologischen Nullpunkt von 20-22°C bis zu 7-10 Tagen beeinflusst in der Regel die Schlupfrate und die Kükenqualität nicht negativ (MERRITT, 1964; MATHER und LAUGHLIN, 1976, 1977, 1979; MEIJERHOF, 1995; FASENKO, 2001, 2007; TONA et al., 2003, 2004). Aber längere Lagerzeiten über diesen Zeitraum hinaus führen zur Verringerung der Schlupfrate, insbesondere bei Hühnereiern (FUNK et al., 1950; BOHREN et al., 1961, LANDAUER, 1967; BECKER, 1959, 1964; FASENKO et al., 2001a, b; TONA et al., 2003, 2004a, b).

Weitere Untersuchungsergebnisse zu Bruteiern von Hühnern, die in der Literatur publiziert wurden, empfehlen eine Lagerung bei Temperaturen zwischen 7-12° C und Feuchtigkeit von 70-80% (MEIJERHOF, 1992.; ROCHA, et al., 2013; JONES, et al., 2014; BUTCHER, et al., 2002; VASCONCALES et al., 2008; KIRK et al., 1980; TONA et al., 2003, 2004). Bei kurzer Lagerung bis zu 7 Tagen ist eine durchgängige Temperatur von über 15° C günstiger (MC DANIEL, 1960; KALTOFEN und EL JACK, 1972; LANDAUER, 1967; KIRK et al., 1980).

Bei Eiern von Enten und Gänsen bleibt die Schlupfrate auch bei Lagerzeiten bis zu 14 Tagen zufriedenstellend (RUDOLPH, 1975, 1987; VAGT, 1987; BOGENFÜRST, 1995). PIKUL (1995, 1998) weist darauf hin, dass die innere Qualität der Bruteier von Enten bei verlängerter Lagerdauer stabiler ist als bei Hühnern. Es kommt nicht so schnell zur Verflüssigung des Eiklars und der Dotter bleibt länger in der zentralen Position. Nach KÖSTERS (1993) können Entenbruteier bis zu 20 Tagen gelagert werden, ohne Einbußen in der Schlupffähigkeit. Das hängt mit dem verlangsamten Abbau der Muzinfasern im zähflüssigen Eiklar zusammen. Dadurch behält das Eiklar eine größere Viskosität und fließt nicht so stark auseinander.

BAKST und GUPTA (1997) sowie CHRISTENSEN (2001) weisen darauf hin, dass in den Eiern schon vor Brutbeginn während der Lagerung bei Temperaturen unter dem physiologischen Nullpunkt bei 20 und 21° C morphologische Veränderungen ablaufen. Je niedriger die Temperatur während der Lagerung ist, desto langsamer verlaufen diese Prozesse (LANDAUER, 1967; KALTOFEN und EL JACK, 1972; KIRK et al., 1980). Am günstigsten erscheint eine periodische Erwärmung während der gesamten Lagerung (PROUDFOOT, 1966; FASENKO et al., 1992; PANDUR und BOGENFÜRST, 1997).

Bei den Untersuchungen zur Wirkung der kurzzeitigen Erwärmung sind zwei Vorgehensweisen anzutreffen, einmal eine einmalige Erwärmung vor Beginn der Lagerung, also kurz nach der Eiablage, zum anderen eine mehrmalige oder periodische Erwärmung während der gesamten

Lagerdauer in Nachahmung der Verhältnisse bei der natürlichen Brut, die bei jedem Legevorgang die bereits gelegten Eier erwärmen.

Eine einmalige Erwärmung vor Beginn der Lagerung wurde von BECKER und BEARSE (1958), KAN, et al. (1962); BOWLING und HORWARTH (1981), PROUDFOOT (1966), MEIR und AR. (1998), FASENKO et al. (2001a, b) sowie REIJRINK (2009) untersucht, um die negative Wirkung der über 1 Woche hinausgehenden Lagerung auf die Schlupfrate beim Huhn zu reduzieren. Diese einmalige Erwärmung hatte jedoch sowohl positive als auch negative Effekte. So haben REIJRINK et al. (2009) bei einmaliger Erwärmung über 6 Stunden vor Lagerungsbeginn und anschließender Lagerung bis zu 12 Tagen eine Schlupfrate von 73,9% gegenüber 80,1% bei 12-tägiger Lagerung ohne Vorwärmebehandlung ermittelt. Wenn die Vorwärmedauer 4,5 Stunden betrug war die Schlupfrate bei 11-tägiger Lagerung mit 85,9% höher als bei der Kontrolle ohne Vorerwärmung mit 80,6%. Auch PETEK und DIKMEN (2006) stellten einen negativen Einfluss der einmaligen Erwärmung der Bruteier zu Beginn der Lagerung auf die Schlupfrate fest. Die Wirkung der Erwärmung der Bruteier vor Beginn der Lagerung ist demzufolge widersprüchlich. Die Entwicklungsstufe des Keims im frisch gelegten Ei spielt dabei eine Rolle.

Bei Enteneiern haben PINGEL und VAGT (1989) bei einmaliger Erwärmung über 12 Stunden vor Beginn der Lagerung eine deutliche Verringerung der Schlupfrate von 88,7% nach einer Woche Lagerung auf 55,2% nach vier Wochen Lagerung festgestellt. Sinnvoller erscheint die Anwendung einer periodischen Erwärmung auf Brutschranktemperatur im Verlaufe der Lagerung, weil dieses Vorgehen den Bedingungen der natürlichen Brut entspricht.

PROUDFOOT (1968), FASENKO et al. (1992) sowie DYMOND et al. (2013) befassten sich mit dieser Problematik bei der Lagerung von Bruteiern des Huhnes, PINGEL und VAGT (1989) bei der Ente, JURK (1978) sowie BOGENFÜRST (1995) bei der Gans.

Bei verlängerter Lagerung der Bruteier von allen Geflügelarten hat sich gezeigt, dass kurzzeitige wiederholte Erwärmungen der Bruteier sich günstig auf die Schlupfrate auswirken, worauf JACKSON (1912), KOSIN (1956), BECKER und BEARSE (1958), PROUDFOOT (1966, 1970 a, b), STEINKE (1975), KRASZEWSKA-DOMANSKA, et al. (1981), FASENKO et al. (1992), VAGT (1987), JURK (1978) sowie BOGENFÜRST (1995) hinweisen.

Die periodische Erwärmung während der Lagerung von Bruteiern von Broilereltern der Zuchtfirma AVIAGEN hat gezeigt, dass bei Lagerung bis zu 2 Wochen die Verringerung der Schlupfrate abgeschwächt werden kann (NICHOLSON et al., 2013). Bei drei- und 21-tägiger Lagerung ohne Wärmebehandlung betrug die Schlupfrate der eingelegten Eier 94,5% und

28,1%. Die periodische Erwärmung über 4 Stunden erfolgte an 2, 4 und 5 Tagen während der 21-tägigen Lagerung mit Schlupfraten der Einlage von 75,3%, 79,4 % und 75,1%.

DYMOND et al. (2013) behandelten die Bruteier von Broilerelterntieren mit kurzzeitigen Erwärmungen mit der Bruttemperatur von 37,5° C über 4 Stunden im Abstand von 4-5 Tagen (insgesamt 16 Stunden) bei Lagerung bis zu 21 Tagen. Die positiven und negativen Kontrollgruppen wurden 4 Tage sowie 21 Tage ohne Wärmebehandlung gelagert. Die Schlupfrate sank bei der negativen Kontrolle ohne Wärmebehandlung auf 71% gegenüber der positiven Kontrolle mit 4 Lagerungstagen mit 92%. Bei periodischer Erwärmung sank die Schlupfrate nach 3-wöchiger Lagerung auf 84%, wobei sowohl die Früh- als auch die Spätsterberate verringert wurden. Von Bedeutung ist, dass die periodische Erwärmung die Anzahl der lebenden Zellen erhöhte und die nachteilige Wirkung der verlängerten Lagerung hinsichtlich Zelltod abmilderte. Die nur einmal am 4. Bruttag 6 bzw. 12 Stunden lang erwärmten Bruteier hatten eine signifikant schlechtere Schlupfrate gegenüber der periodischen Erwärmung. Die periodische Erwärmung der Bruteier während der Lagerung bringt somit einen größeren Nutzen als einmalige Erwärmung. Das Körpergewicht der Küken aus den wärmebehandelten und 3 Wochen gelagerten Bruteiern war auf demselben Niveau wie das der Kontrollküken aus den nicht gelagerten Bruteiern.

Eine periodische Erwärmung während der Lagerung führt zu einer beschleunigten Entwicklung des Embryos mit größerer Anzahl an Zellen. Dieser Entwicklungsvorsprung kompensiert den möglichen erhöhten Zelltod bei verlängerter Lagerung (BAKST et al., 2012; FASENKO et al., 2001b; NICHOLSON et al., 2013).

CHRISTENSEN et al. (2002) und REIJRINK et al. (2010 a) sehen in der verlängerten Bruteilagerung einen Stress für die Embryonen. Das manifestiert sich im erhöhten (nekrotischen und apostolischen) Zelltod der Embryonen, in einer Depression des embryonalen Stoffwechsels sowie in Verzögerungen der Embryonalentwicklung. Es kommt zu irreparablen Schäden des Embryos mit Todesfolge (FASENKO, 1997, 2007; HAMIDU et al., 2011).

Eine periodische Erwärmung während der Lagerung führt zu einer beschleunigten Entwicklung des Embryos mit größerer Anzahl an Zellen infolge häufigerer Mitosen. Dieser Entwicklungsvorsprung kompensiert den möglichen erhöhten Zelltod bei verlängerter Lagerung (FASENKO et al., 2001b).

Aus der Literaturbetrachtung lässt sich ableiten, dass bei Enten noch nach 4 Wochen Lagerung der Bruteier mit periodischer Erwärmung zufriedenstellende Brutergebnisse erzielt werden

können. Bei anderen Geflügelarten, insbesondere beim Huhn, ist eine Bruteilagerung mit periodischer Erwärmung nur 10 - 14 Tage möglich, wenn keine drastischen Minderungen in der Schlupfrate auftreten sollen.

Ein weiterer zu kalkulierender Aspekt einer Lagerung von Bruteiern und der in dieser Zeit erfolgten periodischen Erwärmung betrifft mit hoher Wahrscheinlichkeit die Qualität der geschlüpften Küken und deren nachfolgendes Wachstum. Die Verlängerung der Lagerdauer für Bruteier mit periodischer Erwärmung ist nur dann sinnvoll, wenn keine negativen Auswirkungen auf Leistung und Gesundheit der geschlüpften Tiere auftreten.

In den Untersuchungen von DYMOND et al. (2013) war das Körpergewicht der Küken aus den wärmebehandelten und 3 Wochen gelagerten Bruteiern auf demselben Niveau wie das der Kontrollküken aus den nicht gelagerten Bruteiern. BECKER (1959), BECKER und BEARSE (1958) sowie GÓMEZ-DE-TRAVECEDO et al. (2014) fanden ebenfalls bei Hühnerküken keine Verringerung der Körpergewichte bei Bruteilagerung bis zu zwei Wochen. Auch PETEK und DIKMEN (2006) konnten keine Unterschiede im Sechswochengewicht und in der Verlustrate der Broiler erkennen, die aus den 5 und 15 Tage gelagerten Bruteiern geschlüpft waren. Allerdings war der Futteraufwand bei Broilern aus den 15 Tage gelagerten Eiern mit einmaliger Erwärmung signifikant erhöht. Broiler aus 5 Tage gelagerten Eiern hatten einen signifikant niedrigeren Futteraufwand. Dies unterstreicht die Notwendigkeit der Prüfung der Futtereffizienz bei Tieren, die aus gelagerten und periodisch erwärmten Bruteiern stammen.

MC DANIEL (1960) und ALSOBAYEL et al. (2013) stellten nach längerer Lagerung von Bruteiern von Hühnern eine negative Auswirkung auf das Wachstum der geschlüpften Küken fest. Auch ONBASILAR et al. (2007) haben bei einer Lagerung der Bruteier von Enten bis zu 11 Tagen eine negative Wirkung auf das Gewicht nach der ersten Lebenswoche festgestellt. Gegenüber der Kontrolle mit einem 7-Tagegewicht von 243 g lag das entsprechende Körpergewicht der Entenküken, die aus den 11 Tage gelagerten Eiern geschlüpft waren, bei 218 g signifikant niedriger.

Im Hinblick auf die Wirkung der verlängerten Bruteilagerung auf das nachfolgende Wachstum der Küken sind die Angaben in der Literatur nicht einheitlich. Tiefergehende Untersuchungen zu dieser Problematik speziell bei der Ente sind deshalb angeraten.

3. Zielstellungen

Aus der Literaturbetrachtung lässt sich ableiten, dass eine kurzzeitige, wiederholte bzw. periodische Erwärmung während der gesamten Lagerdauer der Bruteier bis zu vier Wochen sich günstig auf die Ergebnisse der Brut und auf die Entwicklung der geschlüpften Küken auswirkt. Eine solche kurzzeitige, wiederholte bzw. periodische Erwärmung bietet somit die Möglichkeit, Bruteier vor Beginn der Brut über einen längeren Zeitraum zu lagern und den Forderungen nach Schlupf größerer Gruppen gleichaltriger Küken für die Mast sowie für die Aufzucht zur Remontierung der Zuchtbestände und der Elterntierherden zu entsprechen. Im Vergleich zu Hühnern sind derartige Untersuchungen bei Pekingenten bislang nicht durchgeführt worden.

In den eigenen Versuchen sollte daher geklärt werden, ob bei Bruteiern von Pekingenten noch nach 4 Wochen Lagerung mit periodischer Erwärmung unter Bedingungen der Praxis in einem Zuchtbetrieb **es** zufriedenstellende Brutergebnisse erzielt werden können. Auf Grund der oben dargelegten Notwendigkeit der Erbrütung großer Einheiten gleichaltriger Küken und der deshalb erforderlichen längeren Lagerung der Bruteier sowie der unterschiedlichen Ergebnisse aus der Literatur sollten eigene Untersuchungen zur Wirkung der Lagerung von Bruteiern der Pekingente bis zu 4 Wochen mit und ohne periodische Erwärmung auf Eiqualität und Brutergebnisse sowie auf Wachstum und Schlachtkörperqualität der geschlüpften Entenküken unter Bedingungen der Produktion durchgeführt werden. Diese Untersuchungen wurden deshalb in einem Zuchtbetrieb im Norden Chinas durchgeführt. Dieser Betrieb erzeugt jährlich über 30 Millionen Entenküken und hat eine eigene Stammzucht, in der eine rationelle Selektion der Stammnachkommen mit hohem Selektionsfortschritt angestrebt wird. Der innovative Charakter dieser Untersuchungen liegt darin, dass für eine erfolgsorientierte Selektion die Erzeugung einer großen Anzahl gleichaltriger Nachkommen je Zuchttier auch bei Pekingenten eine wichtige Voraussetzung ist. Die Zusammenfassung von permanent anfallenden Bruteiern zu Kohorten mithilfe der kurzzeitigen, periodischen Erwärmung der Eier ist dafür die Voraussetzung.

Für die Mast ist es wichtig, große Stückzahlen an Eiern in einer Charge für die Brut zu erhalten, um die Stallbewirtschaftung nach dem „Alles rein – alles raus-Prinzip“ gemäß den tierhygienischen Anforderungen realisieren zu können (RODENBURG et al., 2005). Für den Zuchtbetrieb für Pekingenten in China, in dem diese Untersuchungen durchgeführt wurden, kam es vor allem darauf an, die Lagerdauer für Bruteier zu verlängern, um für jede Zuchtente eine hohe Anzahl an gleichaltrigen Küken aus einem Schlupf mit einheitlichem Alter für die Leistungsprüfung und Selektion zu erhalten.

Vor diesen Hintergründen sollten mit der vorliegenden Arbeit verschiedene Methoden zur Verbesserung der Lagerfähigkeit von Bruteiern untersucht werden. Die Zielstellung dieser Arbeit bestand darin:

- Die Bruteilagerung auf vier Wochen zu verlängern, um die Anzahl gleichalter Küken je Schlupf zu erhöhen. Die Lagerbedingungen mussten so gestaltet werden, dass keine größeren Einbußen in der Schlupfrate und im Wachstum der geschlüpften Entenküken auftreten. Es besteht immer die Gefahr, dass bei längerer Lagerung der Bruteier, wenn keine speziellen Maßnahmen getroffen werden, wie periodische Erwärmung in Nachahmung der natürlichen Brut, ein größerer Teil der Embryonen während der Brut abstirbt. In diesem Zusammenhang sollte auch geklärt werden, wie sich eine verlängerte Lagerung mit und ohne periodische Erwärmung auf die Verringerung des Eigewichts durch Verdunstung und auf die Eiklarkonsistenz auswirkt.
- Die Kernfrage dieser Arbeit war dabei, ob mit der Methodik der periodischen Erwärmung der Bruteier während der Lagerung bis zu vier Wochen einer Verringerung der Schlupfrate durch erhöhte Sterblichkeit der Embryonen entgegengewirkt werden kann.
- Wichtig war weiterhin die Klärung, ob eine verlängerte Lagerung der Bruteier Einfluss auf den Schlupfablauf hat im Hinblick auf Vitalität und Sterblichkeit der Embryonen, zumal verschiedene Autoren eine mehr oder weniger hohe Sterberate der embryonalen Zellen bei zunehmender Lagerungsdauer herausstellen.
- Für die praktische Nutzung der verlängerten Bruteilagerung ist letztlich entscheidend, ob die Mast- und Schlachtleistung der geschlüpften Tiere negativ beeinflusst wird. Zu diesem Aspekt sind die Angaben aus der Literatur widersprüchlich und unzureichend.

Bei diesen Untersuchungen ging es um die Erfassung des Einflusses einer bis zu vier Wochen dauernden Lagerung der Bruteier vor Brutbeginn gekoppelt mit und ohne periodische Erwärmung auf nachstehende Kennzahlen:

- Gewichtsverlust der Eier während der Lagerung durch Verdunstung,
- Veränderung der Eiklarkonsistenz (innere Eiqualität)
- Befruchtung, Schlupfrate und Überlebensrate der Embryonen,
- Vitalität der geschlüpften Küken,
- Überlebensrate der Küken,

- Mast- und Schlachtleistung der Jungtiere.

Die Lagerung der Bruteier muss in Abhängigkeit von der Lagerdauer und einer möglichen periodischen Erwärmung als Stressfaktor unterschiedlicher Intensität für die befruchteten Eier, d.h. für die Embryonen gesehen werden. Daraus leitet sich ein wissenschaftliches und praktisches Interesse ab, in welchem Maße dieser unterschiedliche Grad des Stressfaktors für das Schlupfergebnis und für die Vitalität der Küken, für deren späteres Wachstum als Küken und Jungenten bis zur Schlachtung bedeutungsvoll ist. Es besteht immer die Gefahr, dass bei längerer Lagerung der Bruteier, wenn keine speziellen Maßnahmen getroffen werden, wie periodische Erwärmung in Nachahmung der natürlichen Brut, ein größerer Teil der Embryonen während der Brut abstirbt. Die Stressfaktoren hinsichtlich ihrer Wirkung zu quantifizieren und zu qualifizieren, ist das primäre Anliegen dieser Untersuchung.

4. Material und Methoden

4.1. Versuchspläne

Aus der Literaturbetrachtung lässt sich ableiten, dass bei Enten noch nach 4 Wochen Lagerung der Bruteier mit periodischer Erwärmung zufriedenstellende Brutergebnisse erzielt werden können. Auf Grund der oben dargelegten Notwendigkeit der Erbrütung großer Einheiten gleichaltriger Küken und der deshalb erforderlichen längeren Lagerung der Bruteier sowie der unterschiedlichen Ergebnisse aus der Literatur sollten eigene Untersuchungen zur Wirkung der Lagerung von Bruteiern der Pekingente bis zu 4 Wochen mit und ohne periodische Erwärmung auf Eiqualität und Brutergebnisse sowie auf Wachstum und Schlachtkörperqualität der geschlüpften Entenküken unter Bedingungen der Produktion durchgeführt werden. Diese Untersuchungen wurden deshalb in einem Zuchtbetrieb im Norden Chinas durchgeführt. Dieser Betrieb erzeugt jährlich über 30 Millionen Entenküken und hat eine eigene Stammzucht, in der eine rationelle Selektion der Stammnachkommen mit hohem Selektionsfortschritt angestrebt wird. Für eine erfolgsorientierte Selektion ist die Erzeugung einer großen Anzahl gleichaltriger Nachkommen je Zuchttier eine wichtige Voraussetzung.

Zur Klärung der Frage, ob eine verlängerte Lagerung der Bruteier von Pekingenten mit periodischer Erwärmung unter Bedingungen der Praxis möglich ist, wurden die zufällig ausgewählten Bruteier auf jeweils vier Gruppen mit periodischer Erwärmung und ohne Wärmebehandlung aufgeteilt und eine, zwei, drei und vier Wochen gelagert. Die periodische Erwärmung auf 37,8° C erfolgte in den vier Gruppen am 3. Lagerungstag über 3 Stunden und am 8., 11., 14., 17., 19., 21., 23., 25. und 27. Lagerungstag über jeweils 2 Stunden. Die Eier wurden vom Lagerraum mit einer Temperatur von 10° bis 12° C kommend zunächst 2 bis 3 Stunden in einem Raum mit 20° bis 25°C vorgewärmt und danach im erwärmten Brutapparat 2 bis 3 Stunden auf 37,8° C erwärmt und schließlich zwei Stunden im Vorraum abgekühlt und danach in den Lagerraum zurückgebracht.

Tabelle 1 enthält Informationen zum Versuchsdesign e hinsichtlich Anzahl durchgeführter Untersuchungen und Versuchsthematik sowie der einbezogenen Tiere bzw. Bruteier.

Tab. 1. Übersicht zu den durchgeführten Versuchen zur Eiqualität (E), zur Schlupfrate (S) und zum Wachstum (W)

Versuchs-Nr	Zeitpunkt	Thematik	mit Erwärmung. Anzahl Eier/Küken	ohne Erwärmung, Anzahl Eier/Küken
E 1	26.12.2011- 22.01.2012	Lagerdauer - Eigewichtsverlust - Innere Eiqualität	300	300
E 2	24.12.2012- 20.01.2013	Lagerdauer - Innere Eiqualität	160	160
S 1	26.12.2011- 22.01.2012	Lagerdauer – Brutergebnisse	2641	2332
S 2	24.12.2012- 22.01.2013	Lagerdauer - Brutergebnisse	2289	2098
S 3	13.01.2014- 09.02.2014	Lagerdauer - Brutergebnisse	9404	-
W 1	26.12.2011- 22.01.2012	Lagerdauer – Mast-u. Schlachteleist.	342	217
W 2	24.12.2012- 22.01.2013	Lagerdauer – Mast-u. Schlachteleist.	341	291
W 3	17.02.2014- 16.03.2014	Lagerdauer – Mast-u. Schlachteleist.	442	316

Nach diesem Versuchsmodell mit jeweils 8 Gruppen (Versuch S 3 nur 4 Gruppen) wurden die Effekte auf ausgewählte Kriterien der Eiqualität (E), der Schlupfrate (S) und des Wachstums (W) der geschlüpften Entenküken ermittelt.

- Eiqualität

Zum Einfluss der Lagerung und der in dieser Zeit erfolgten periodischen Erwärmung auf die Eiqualität wurden entsprechend dem Versuchsmodell zwei Versuche (zwei Kontrollgruppen), und im Versuch E 2 insgesamt 320 Eier, 40 Eier je Gruppe, zur Verfügung geführt. Im Versuch E 1 standen 600 Eier, 75 Eier je Gruppe (4 Versuchsgruppen plus 4

Im Versuch E 1 wurde der Gewichtsverlust der Eier je Lagerungswoche gemessen und in beiden Versuchen E 1 und E 2 wurden die Eiklarhöhe sowie der Dotterindex als Kriterien für die Eiklarbeschaffenheit geprüft.

Die Messung der Eiklarhöhe erfolgte mit einem Messschieber mit Nadel. Der Dotterindex wurde aus Höhe und Durchmesser des Dotters nach folgender Formel berechnet.

$$\text{Dotterindex} = (\text{Dotterhöhe} / \text{Dotterdurchmesser}) \times 100$$

- **Brutergebnisse**

Zum Einfluss der Lagerung der Bruteier mit und ohne periodische Erwärmung bis zu vier Wochen auf Parameter der Brut wurden drei Versuche durchgeführt. Dafür standen für die acht Gruppen (4 Versuchsgruppen, 4 Kontrollgruppen) 5236 Eier im Versuch S 1 und 4387 Eier im Versuch S 2 zur Verfügung. Im Versuch S 3 wurden nur die 4 Gruppen mit periodischer Erwärmung mit insgesamt 9404 Eiern verglichen. Die Brut erfolgte in Vor- und Schlupfbrütern chinesischer Herkunft.

Die Anzahl befruchteter Eier und der frühabgestorbenen Embryonen wurde durch Schieren am 7. Bruttag ermittelt und die Befruchtungsrate sowie die Frühabsterberrate errechnet. Am Schlupftag wurde die Anzahl geschlüpfter und lebensfähiger Küken erfasst und die Schlupfrate berechnet. Aus der Anzahl Steckenbleiber beim Schlupfprozess und Spätgeschlüpfter ergaben sich die Steckenbleiberrate sowie die Spätschlupfrate. Als spätgeschlüpft wurden Küken definiert, die erst nach 18.00 Uhr des 28. Bruttages geschlüpft waren.

- **Wachstum (Mast- und Schlachtleistung)**

Von Interesse war weiterhin, wie sich die Lagerung der Bruteier mit und ohne periodische Erwärmung bis zu vier Wochen auf Parameter des Wachstums der geschlüpften Tiere auswirkt. Deshalb wurden die Versuche W 1, W 2 und W 3 durchgeführt, um die Wirkung der verlängerten Bruteilagerung mit und ohne periodische Erwärmung auf die Mast- und Schlachtleistung der geschlüpften Entenküken zu erfassen. Die Kriterien der Mast- und Schlachtleistung umfassen die Wachstumsleistungen in der Mastperiode (Körpergewicht im Alter von zwei und sechs Wochen), die Futtereffizienz (Zunahme des Körpergewichts von 3. bis 6. Lebenswoche geteilt durch verzehrte Futtermenge in diesem Zeitraum). Nach Schlachtung im Alter von sechs Wochen wurden die Schlachtkörper ohne Füße, Kopf und

Innereien gewogen und auf das Lebendgewicht bezogen. Von den Schlachtkörpern wurde das Gewicht der Brustmuskulatur und Brusthaut sowie der Keulen mit Haut und Knochen erfasst und auf den Schlachtkörper relativiert.

Zur Bestimmung der Schlachtkörperzusammensetzung wurden alle Tiere in Anlehnung an die für Broiler vorgeschlagene Methode zerlegt (PINGEL et al., 1988).

Als Schlachtleistungen wurden nachstehend aufgeführte Kennzahlen erfasst:

- Schlachtkörpergewicht ohne Kopf und Füße und ohne Innereien in Relation zum Lebendgewicht,
- Gewicht von Brustmuskel mit Haut zum Schlachtkörpergewicht,
- Gewicht ganzer Schenkel mit Haut und Knochen zum Schlachtkörpergewicht.

4.2. Durchführung der Versuche

4.2.1. Herkunft der Versuchseier

Die Untersuchungen wurden in einem Entenzuchtbetrieb im Nordosten Chinas von 2012 bis 2014 durchgeführt. Das Klima ist typisch kontinental, trocken und windig. Der Wind kommt vorwiegend aus nordwestlicher Richtung. Die Sommertemperaturen erreichen Werte bis zu 33° C und die Wintertemperaturen bis zu -23° C. Die Niederschlagsmenge ist mit 150 mm gering, aber das Grundwasser hat eine gute Qualität.

Bei dem Betrieb handelt es sich um ein Unternehmen mit den Abteilungen Zucht und Vermehrung, Brütereier, Mast, Mischfutterwerk, Schlachthof mit Verarbeitung sowie Biogaswerk für Energieerzeugung.

Die Bruteier für die Versuchs- und Kontrollgruppen zur Prüfung des Einflusses der Lagerdauer mit und ohne periodische Erwärmung bis zu vier Wochen stammten von Pekingenten einer mittelschweren und einer schweren Linie, die in Stammabteilen mit einem Erpel und vier oder fünf Enten reproduziert wurden. Jedes Abteil war mit Fallnestern mit den Maßen 35 cm Breite, 50 cm Tiefe und 35 cm Höhe ausgestattet. Als Einstreu dienten Reisschalen, die täglich nachgestreut wurden, um die Gewinnung sauberer Eier zu sichern. Jedes Abteil war mit einem Futterautomaten und einer Trichtertränke ausgestattet. Die Grundfläche je Abteil betrug 6 m². Hinzu kam ein betonierter Auslauf von 12 m² je Abteil.

4.2.2. Gewinnung und Behandlung der Versuchseier

Die für die Versuche verwendeten Eier stammten von den Zuchtenten im Alter von 42 bis 48 Wochen. Jedes Ei wurde mit der Nummer der Mutter und des Stammes gekennzeichnet. Die Eier wurden vorsichtig gesammelt und auf Plastehöckern mit dem stumpfen Ende nach oben gestellt (Abb. 8).



Abb. 8: Lagerung der gekennzeichneten Enteneier

Die Gewinnung sauberer Eier für die Brut erfordert bei Enten einen hohen Aufwand (RUDOLPH, 1975, 1987). Schmutz auf den Eiern bildet den Nährboden für Erreger, die ins Innere des Eies eindringen können. Außerdem wird durch Verstopfen der Poren die Sauerstoffversorgung des Embryos beeinträchtigt. Abends wurden die Enten einzeln in die Fallennester gesetzt, um die Herkunft jedes Eies bestimmen zu können. Enten legen den größten Teil der Eier in den Morgenstunden zwischen 5 und 7 Uhr. Um 7.30 Uhr wurden die Eier abgesammelt und einzeln gekennzeichnet.

Beim Sammeln, Transportieren und Lagern müssen die Eier stets vorsichtig behandelt werden, weil Bruteier als lebendes Material zu betrachten sind.

Nach der Entnahme der Eier aus den Nestern und ihre Kennzeichnung wurden sie vorsichtig auf Transportwagen bei Vermeidung von Erschütterungen zum Reinigungsraum der Brutanlage transportiert.

Im Vorraum der Brutanlage wurden die Bruteier auf Größe und Qualität geprüft. Hinsichtlich des Eigewichts ist seit langem bekannt, dass die Beziehung zur Schlupffähigkeit gleich einer Kurve verläuft. Das bedeutet, dass die leichten und schweren Eier gegenüber den mittleren Eiern eine niedrigere Schlupffähigkeit aufweisen (PINGEL und JEROCH, 1980). Für die verwendeten Pekingtonen wurde der Gewichtsbereich von 80 bis 95 g festgelegt.

Bei der Auswahl der Bruteier wurden spitze, missgebildete und runde Eier aussortiert. Die typische, ovale Form ist erwiesenermaßen für die Brut am besten geeignet (MEHNER, 1962). Eier mit dünner und poröser Schale sowie Eier mit Haarrissen (Lichtsprüngen) wurden ebenfalls aussortiert. Beim Durchleuchten wurde auch auf die Lage der Luftkammer geachtet. Befand sich die Luftkammer nicht am stumpfen Ende des Eies, wurden diese aussortiert. Nur in Eiern mit normaler Lage der Luftkammer kann der Gasaustausch vor dem Schlupf ordnungsgemäß stattfinden.

Nach der Sortierung wurden die Eier gewaschen. Das dient dem erforderlichen Gasaustausch während des Lagerns. Es wird so verhindert, dass Krankheitserreger ins Innere des Eies gelangen. Die Temperatur des Reinigungswassers war 5 bis 10°C höher als die des Eies, damit ein Druckgefälle von innen nach außen entstehen kann. Wird diese Temperaturdifferenz unterschritten, kann Waschlösung in das Ei gelangen. Nach dem Reinigen schließt sich die Desinfektion in einer Tauchlösung an. Für diesen Zweck wurde eine 0,2- bis 0,4- prozentige Peressigsäurelösung verwendet. Auch bei der Tauchdesinfektion wurde die oben genannte Temperaturdifferenz zwischen Lösung und Eiern eingehalten. Die Temperatur der Desinfektionslösung darf 40°C nicht überschreiten, weil sonst eine irreversible Denaturierung des Proteins einsetzt (PINGEL, 2008).

Nach der Einlage in den Vorbrüter erfolgte zur Desinfektion eine Begasung durch Aufgießen von Wasser und Formalin auf Kaliumpermanganat. Hierbei wurden je m³ Brutraum 20 ml Wasser + 35 ml Formalin auf 18 g Kaliumpermanganat bei Brutschranktemperatur (37,8° C) gegeben.

4.2.3. Lagerung der Eier

Die Lagerung der Eier erfolgte bei einer Temperatur zwischen 10° und 12°C und bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von 80 bis 85 Prozent. Weiterhin wurde auf ausreichende Frischluftzufuhr geachtet. Die Eier werden in Horden gelagert und jeden Tag im zeitlichen Abstand von 7 Stunden um 120 Grad gewendet, um ein Ankleben des Dotters an der Schalenhaut zu verhindern. Die Eier waren in den Horden in einem Winkel von 45 Grad mit dem spitzen Ende nach unten gelagert.

Die Eier jeder Lagerungsgruppe wurden 1, 2, 3, bzw. 4 Wochen vor der Einlage in den Brutapparat gesammelt. Die Eier der Versuchsgruppen wurden nach Programm periodisch

erwärmt, die der Kontrollgruppen blieben ohne Wärmebehandlung. Die Einlage der Versuchs- und Kontrolleier in den Brutapparat erfolgte gleichzeitig.

4.2.4. Durchführung der Brutversuche

Die Brut der Eier mit und ohne periodische Erwärmung erfolgte generell zeitgleich. Es wurden Brutapparate chinesischer Bauart der Firma „Qingdao Brutapparate“, hergestellt 1998, verwendet. Es handelt sich dabei um Brutapparate, die chargenmäßig beschickt werden.

In der Vorbrut betrug die Temperatur 37,8° C, in der Schlupfbrut wurde diese auf 37,3° C gesenkt. Die relative Luftfeuchtigkeit im Brutapparat wird von der aus dem Eiinneren entweichenden Wassermenge beeinflusst. Um eine normale Entwicklung der Embryonen zu sichern, wurde die Luftfeuchtigkeit während der Vorbrut auf 60 bis 65 Prozent, im Schlupfbrüter aber auf 80 bis 85 Prozent eingestellt. Ist die Luftfeuchtigkeit zu gering, kommt es während der Brut zu einer erhöhten Verdunstungsrate und damit zum Gewichtsverlust der Eier.

Da der optimale Wasserdampfgehalt von einer Reihe von Faktoren, beispielsweise der Temperatur, der Eioberfläche (Größe der Verdunstungsfläche) und der Geschwindigkeit der Luftbewegung abhängt, ist eine genaue Bestimmung nur über Kontrollwägungen der Eier möglich. Eine zu hohe Luftfeuchtigkeit, besonders in der Endphase der Brut, verzögert das Schlüpfen, die Küken sind schwach und weisen zusammenklebende Daunen auf, ein Teil erstickt im Fruchtwasser oder bleibt während des Schlüpfens stecken. Bei zu niedriger Feuchtigkeit erhöht sich die Konsistenz der Dottersubstanz infolge zu hoher Verdunstung. Das erschwert die Nahrungsaufnahme durch den Embryo.

Wichtig ist weiterhin eine ausreichende Frischluftzufuhr. Die Luft sollte acht- bis zehnmal in der Stunde im Brutapparat wechseln, um günstige Brutergebnisse erzielen zu können. Die Luftbewegung gewährleistet die richtige Verteilung der Temperatur, der Feuchtigkeit und der Frischluft im Brutapparat. Mit der Embryonalentwicklung werden die physiologischen Prozesse im Ei intensiviert, entsprechend steigt auch der Sauerstoffbedarf. Insbesondere in der zweiten Bruthälfte kann durch eine erhöhte Ansammlung von Kohlendioxid und einem Sauerstoffmangel die Embryonalsterblichkeit erhöht werden. Frischluft wird auch mit dem Kühlen durch Öffnen des Brutschrankes zugeführt.

Da die Stoffwechselvorgänge im Ei von der 2. Brutwoche an sich intensivieren, was wiederum zur Bildung von Wärme führt und mit Ansammeln von Kohlendioxid und anderer Stoffwechselprodukte verbunden ist, wurde ab dem 14. Bruttag regelmäßig gekühlt, um eine Überhitzung zu vermeiden. Als günstig erwies sich das einmalige tägliche Kühlen von 30

Minuten durch Öffnen der Türen und Herausziehen der Horden. Da sich bei hohen Temperaturen im Brutraum der Kühleffekt verringern kann, wurde durch Besprühen mit kühlem Wasser ein Ausgleich geschaffen. Die Eiertemperatur sollte beim Kühlen bis auf 20°C absinken. Wichtig ist, dass die Temperatur im Brutei nach Beendigung des Kühlens schnell wieder ansteigt.

Das Wenden der Eier ist zur Sicherung einer normalen Embryonalentwicklung notwendig. Geschieht das nicht, kommt es zum Verkleben mit der Haut der Eischale. Das Wenden erfolgt im Vorbrüter automatisch im Intervall von einer Stunde. Die Stellung des Bruteis in der Vorbrut war identisch mit der in der Lagerung.

Am 7. Bruttag wurden mit Hilfe von Schierlampen unbefruchtete Eier (Klareier) und Eier mit frühabgestorbenen Embryonen aussortiert. Vor der Umlage der Bruteier in den Schlupfbrüter am Morgen des 24. Bruttages wurden die Eier mit abgestorbenen Embryonen aus dem Brutapparat entfernt.

Im Schlupfbrüter war die Temperatur auf 37.3° C gesenkt. Ein Wenden der Eier wurde nicht mehr vorgenommen. Die relative Luftfeuchtigkeit lag im Schlupfbrüter zwischen 80 und 85 %.

Im Schlupfbrüter befanden sich als spezielle Schlupfhorden aus Kunststoff gefertigte Kästen mit Drahtboden. Hier wurden die Eier im Interesse eines optimalen Schlüpfens waagrecht liegend bebrütet. Dabei ist das stumpfe Ende des Eies leicht erhöht, so dass es für den Embryo möglich ist, die Haut zur Luftblase zum richtigen Zeitpunkt zu durchstoßen, um den erforderlichen Sauerstoff aufzunehmen. Liegen die Eier im Winkel von 45 Grad mit dem stumpfen Ende nach oben, ist mit einer Verschlechterung der Schlupfergebnisse um sechs bis acht Prozent zu rechnen. Zeigt das spitze Ende nach oben, dreht sich das Küken im Ei mit dem Kopf dorthin. Schließlich kann es diese Stellung nicht mehr ändern und stirbt aufgrund von Sauerstoffmangel ab.

Im Schlupfbrüter muss eine gute Luftführung gewährleistet sein, da der Sauerstoffbedarf beim Schlupf sehr hoch ist. Am Morgen des 28. Bruttages (5.00 Uhr) wurden die geschlüpften Küken nach dem Abtrocknen in den Kükenraum gebracht. Bis 18.00 Uhr des 28. Bruttages wurden die letzten Küken abgesammelt und die Brut beendet. Die danach geschlüpften Küken wurden als nicht lebensfähige Spätschlupfküken eingestuft.

Die Überwachung des Brutprozesses erfolgte mit Kontrollthermometern und Luftfeuchtigkeitsmessgeräten.

4.2.5. Durchführung der Wachstumsversuche

Zur Prüfung der Auswirkung unterschiedlich langer Lagerung der Bruteier auf die Mast- und Schlachtleistung der geschlüpften Küken wurden drei Versuche durchgeführt. In diesen drei Versuchen 6, 7 und 8 standen 559, 662 und 758 Tiere der acht Gruppen (Versuch und Kontrolle) zur Verfügung. In den ersten beiden Wochen wurden die Entenküken in Gruppenabteilen mit Wärmequellen bei dem Standard-Temperaturregime auf Einstreu aus Reisschalen mit einer Streudicke bis zu 10 cm aufgezogen. Ab dem 15. Lebenstag stand ein Stall mit 800 Einzelboxen von jeweils 2,0 m Länge und 0,75 m Breite für die Prüfung auf individuelle Futteraufnahme und Wachstumsleistung zur Verfügung. Diese Prüfung erfolgte im Alterszeitraum 3. bis 6. Lebenswoche (28 Tage). Jede Box war mit einem Futterautomaten mit 5 kg Futter Fassungsvermögen ausgestattet. Die Trogkante auf der Fressseite war relativ breit und stieg nur flach in einem Winkel von 30 Grad an, so dass die Futtervergeudung unbedeutend blieb (Abb. 9). Das Tränken erfolgte über eine Nippeltränke.



Abb. 9: Box für die Einzelleistungsprüfung von Enten mit Futterautomaten

Die Fütterung basierte auf altersgerechtes, pelletiertes Alleinfutter, hergestellt im betriebseigenen Futtermischwerk. Hauptbestandteile waren Mais, der im eigenen Betrieb angebaut wurde, sowie Sojaextraktionsschrot. Der Bedarf an Vitaminen und Mineralstoffen sowie Spurenelementen wurde über entsprechende Ergänzungsfuttermittel, die dem Mischfutter zugegeben wurden, abgedeckt. Das Entenstarterfutter bis zur zweiten Lebenswoche und das Entenmastfutter von der 3. - 6. Lebenswoche hatten einen Pelletdurchmesser von 3 mm bzw. 5 mm.

Im Alter von sechs Wochen wurden die Enten nach 8-stündigem Futterentzug aber weiterer Wasserversorgung mit einem LKW wenige km zum Schlachthof des Betriebes transportiert, wo die Schlachtung und danach die Zerlegung der Schlachtkörper manuell vorgenommen werden konnte.

4.3. Statistische Auswertungen

Die statistische Prüfung der Mittelwertdifferenzen erfolgte mit Excel oder dem statistischen Analyseprogramm SPSS. Die Einschätzung der Signifikanz basierte auf den Irrtumswahrscheinlichkeiten von $p < 0,05$ und $p < 0,01$. Dabei wurden Eierqualität, Wachstum sowie Schlachtleistung nach Lagerdauer mit und ohne periodische Erwärmung getrennt mit der GLM- Prozedur nach dem folgenden Modell ausgewertet:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_{ij} + e_{ijk}$$

l_{jk} : Beobachtungswert

μ : geschätztes Mittel

I : fixer Effekt der Lagerungsdauer

j : fixer Effekt der Behandlung mit und ohne periodische Erwärmung

ij : Interaktion (Wechselwirkung) zwischen Lagerdauer und Behandlung mit und ohne periodische Erwärmung.

e_{ijk} : Restfehler.

Die Brutergebnisse als relative Häufigkeiten wurden mit dem Chi-Quadrat-Test für 2 x 2 - Modelle nach RASCH (1987) und SCHLEGEL (2015) (persönliche Mitteilung) hinsichtlich signifikanter Differenzen überprüft. Die Chi-Quadratwerte über 3,84 zeigen Signifikanz für $p < 0,05$ und über 6,62 für $p < 0,01$ an. In den Signifikanztabellen sind die p-Werte nach dem Chi-Quadrattest für die Gruppen mit und ohne Erwärmung innerhalb jeder Lagerdauer aufgeführt. In den Diagonalen sind die p-Werte für den Vergleich mit und ohne Erwärmung bei Lagerung über 1 Woche, 2 Wochen, 3 Wochen und 4 Wochen angegeben. Innerhalb jeder Behandlung (mit und ohne Erwärmung) sind die p-Werte aus dem Chi-Quadrattest im 2 x 2 Modell berechnet worden, also Lagerdauer 1 Woche mit 2, 3 und 4 Wochen. Über der Diagonalen befinden sich die p-Werte für den Vergleich der Lagerungszeiten mit periodischer

Erwärmung und unter der Diagonalen die entsprechenden Werte ohne Erwärmung. Die Signifikanzen sind wie folgt gekennzeichnet worden:

- nicht signifikant, + signifikant für $p < 0.05$, ++ signifikant für $p < 0.01$.)

5. Ergebnisse

5.1. Einfluss der Lagerung mit und ohne periodische Erwärmung auf den Eigewichtsverlust, Versuch E 1.

Der Eigewichtsverlust betrug im Mittel beider Behandlungsgruppen in der 1. Lagerungswoche 0.3% und stieg auf 1.55% in der 4. Lagerwoche. Bei periodischer Erwärmung ist der Gewichtsverlust von 0.41% in der 1. Woche auf 1.74% in der 4. Woche stärker gestiegen als in der Gruppe ohne Wärmebehandlung mit 0.18% auf 1.36% (Tab. 2). Tabelle 3 enthält die Signifikanzwerte.

Tab. 2: Auswirkung der Bruteilagerung mit und ohne periodische Erwärmung auf den Eigewichtsverlust in %, Vers. E 1.

Lagerdauer	Mit Erw.	Ohne Erw.	Mittel für Lagerdauer
1 Woche	0.41	0.18	0.3
2 Wochen	0.84	0.54	0.69
3 Wochen	1.37	1.00	1.19
4 Wochen	1.75	1.36	1.56

Tab. 3: Signifikanztabelle für den Eigewichtsverlust.

Varianzursache	F-Wert	P- Wert
Lagerdauer L	551.760	0.000++
Wärmebehandlung W	187.702	0.000++
Wechselwirkung L/W	2.465	0.061-

-nicht signifikant für $P > 0,05$, +signifikant für $P < 0,05$, ++ signifikant für $P < 0,01$.

Die Varianzanalyse ergab eine deutliche Signifikanz ($P < 0,01$) für Lagerdauer und Wärmebehandlung. Die Wechselwirkung war zwar nicht signifikant, aber der Gewichtsverlust in % infolge der Verdunstung war bei periodischer Erwärmung stärker ausgeprägt.

5.2. Einfluss der Lagerung mit und ohne periodische Erwärmung auf Eiklarhöhe und Dotterindex, Vers. E 1 und E 2.

Im Versuch E 1 wurden jeweils 75 Eier und im Versuch E 2 jeweils 40 Eier über 1, 2, 3, und 4 Wochen mit und ohne periodische Erwärmung gelagert und hinsichtlich Eiklarhöhe und Dotterindex geprüft.

5.2.1. Eiklarhöhe

Die längere Lagerung bewirkte mit und ohne Erwärmung eine signifikante Verringerung der Eiklarhöhe. Schon ab der 2. Lagerwoche war die Eiklarhöhe deutlich abgesunken, änderte sich aber dann in der 3. und 4. Lagerungswoche nur noch unwesentlich (Tab. 4). In beiden Behandlungsgruppen war die Veränderung der Eiklarhöhe ähnlich, so dass die Wechselwirkung nicht signifikant war (Tab.5).

Tab. 4: Auswirkung der Bruteilagerung mit und ohne periodische Erwärmung auf die Eiklarhöhe in cm, Vers. E 1.

Lagerdauer	Mit Erw.	Ohne Erw.	Mittel für Lagerdauer
1 Woche	0.90±0.07	0.87±0.08	0.885±0.08
2 Wochen	0.85±0.07	0.84±0.09	0.845±0.08
3 Wochen	0.86±0.06	0.86±0.05	0.86±0.05
4 Wochen	0.86±0.06	0.85±0.08	0.855±0.07
Verringerung in %	95,6	97,7	96,6

Tab. 5: Signifikanztabelle für die Eiklarhöhe, Vers. E 1

Varianzursache	F-Wert	P- Wert
Lagerdauer L	8.962	0.000++
Wärmebehandlung W	6.505	0.011+
Wechselwirkung L/W	0.935	0.423-

-nicht signifikant für $P > 0,05$, +signifikant für $P < 0,05$, ++ signifikant für $P < 0,01$.

Auch im Versuch 2 bewirkte die zunehmende Lagerungsdauer eine signifikante Verringerung der Eiklarhöhe (Tab. 6) in beiden Behandlungsgruppen. In der Gruppe mit periodischer

Erwärmung blieb die Eiklarhöhe jedoch signifikant höher, was darauf hindeutet, dass durch die höhere Verdunstung das Eiklar zähflüssiger blieb und demzufolge eine höhere Wölbung aufwies. Tabelle 7 enthält die Signifikanzwerte.

Tab. 6: Auswirkung der Bruteilagerung mit und ohne periodische Erwärmung auf die Eiklarhöhe in cm, Vers. E 2.

Lagerdauer	Mit Erw.	Ohne Erw.	Mittel für Lagerdauer
1 Woche	0.95±0.07	0.93±0.06	0.94±0.07
2 Wochen	0.91± 0.04	0.87±0.05	0.89±0.05
3 Wochen	0.91±0.09	0.86±0.06	0.885±0.08
4 Wochen	0.85±0.08	0.82±0.05	0.835±0.07
Verringerung in %	89,5	88,2	88,8

Tab. 7: Signifikanztabelle für die Eiklarhöhe, Vers. E 2

Varianzursache	F-Wert	P- Wert
Lagerdauer L	34.785	0.000++
Wärmebehandlung W	19.836	0.000++
Wechselwirkung L/W	0.787	0.502-

-nicht signifikant für $P > 0,05$, +signifikant für $P < 0,05$, ++ signifikant für $P < 0,01$.

5.2.2. Eidotterindex

Der Dotterindex ist während der Lagerung der Bruteier mit und ohne periodische Erwärmung in gleichem Maße signifikant verringert worden. Der Dotterindex verringerte sich mit periodischer Erwärmung von der 1. Lagerungswoche mit 46,1 bis zur 4. Lagerungswoche auf 41,9 d.h. auf 90,9 %. Ohne periodische Erwärmung beliefen sich die entsprechenden Werte auf 45.98 bzw. 41.06 mit einer Verringerung auf 89,3 %. Die Verringerung des Dotterindex war bei Lagerung ohne Wärmebehandlung signifikant deutlicher (Tab. 8).

Die Wechselwirkung zwischen Lagerdauer und Wärmebehandlung, wie der Tabelle 9 zu entnehmen ist, war nicht signifikant ($p=0,529$).

Tab. 8: Auswirkung der Bruteilagerung mit und ohne periodische Erwärmung auf den Eidotterindex, Vers. E 1.

Lagerdauer	Mit Erw.	Ohne Erw.	Mittel für Lagerdauer
1 Woche	46.11±2.82	45.98±2.53	46.04±2.67
2 Wochen	44.81±3.04	44.31±2.56	44.56±2.82
3 Wochen	42.95±2.48	42.05±1.90	42.52±2.26
4 Wochen	41.90±2.61	41.06±1.82	41.49±2.29
Verringerung in %	90,87	89,30	90,12

Tab. 9: Signifikanztabelle für den Dotterindex, Vers. E 1.

Varianzursache	F-Wert	P- Wert
Lagerdauer L	101.526	0.000++
Wärmebehandlung W	8.507	0.004++
Wechselwirkung L/W	0.740	0.529-

-nicht signifikant für $P > 0,05$, +signifikant für $P < 0,05$, ++ signifikant für $P < 0,01$.

Die Untersuchungen zum Dotterindex im Versuch 2 ergaben ebenfalls, dass mit zunehmender Lagerdauer mit und ohne periodische Erwärmung der mittlere Dotterindex von 44.97 auf 42.35 signifikant abnahm ($p < 0,00$).

Mit periodischer Erwärmung verringerte sich der Eidotterindex von 45.7 auf 42.8 in der 4. Woche auf 93,5%. In der Gruppe ohne periodische Erwärmung ging der Eidotterindex von 44.2 auf 41.9 in der 4. Woche auf 94,7% zurück (Tab. 10)

Tab. 10: Auswirkung der Bruteilagerung mit und ohne periodische Erwärmung auf den Dotterindex, Vers. E 2.

Lagerdauer	Mit Erw.	Ohne Erw.	Mittel für Lagerdauer
1 Woche	45.76±2.42	44.16±2.19	44.97±2.43
2 Wochen	43.85±2.60	43.81±2.60	43.83±2.58
3 Wochen	43.21±2.24	41.83±2.19	42.53±2.31
4 Wochen	42.80±2.81	41.91±3.27	42.35±3.06
Verringerung in %	93,5	94,9	94,2

Tab. 11: Signifikanztabelle für den Dotterindex, Vers E 2.

Varianzursache	F-Wert	P- Wert
Lagerdauer L	17.942	0.000++
Wärmebehandlung W	11.456	0.001++
Wechselwirkung L/W	1.444	0.230-

-nicht signifikant für $P > 0,05$, +signifikant für $P < 0,05$, ++ signifikant für $P < 0,01$.

Die Wechselwirkung zwischen Lagerdauer und Behandlung mit und ohne periodische Erwärmung ist auch in Versuch 2 nicht signifikant ($p=0,23$) Tabelle 11.

5.3. Einfluss der Lagerdauer mit und ohne periodische Erwärmung auf Brutergebnisse

Das Ziel dieser Arbeit bestand darin, die Wirkung der verlängerten Bruteilagerung mit und ohne periodische Erwärmung während der Lagerung auf die Brutergebnisse zu prüfen. Die periodische Erwärmung in Nachahmung des natürlichen Brutprozesses, bei dem während eines Legevorganges die schon vorher gelegten Eier wieder erwärmt werden, sollte den mit zunehmender Lagerungsdauer zu erwartenden Rückgang der Schlupfrate aufhalten oder vermindern. Hierzu wurden die Versuche S 1, S 2 und S 3 durchgeführt (siehe Tab. 1).

5.3.1. Befruchtungsrate

Nach der versuchsmäßigen Behandlung der Eier während der Lagerung erfolgte die Prüfung der Befruchtungsrate, indem die Eier am 7. Brut-tag durchleuchtet wurden. Dabei konnten die unbefruchteten Klar-Eier sowie die früh abgestorbenen Embryonen erfasst werden In Tab. 12 ist die Befruchtungsrate des Versuches 3 zusammengefasst worden.

Tab.12: Wirkung der Bruteilagerung mit und ohne periodische Erwärmung auf die Befruchtungsrate, Vers. S 1.

Befruchtung	Lagerdauer	1.Wo.	2.Wo.	3.Wo.	4.Wo.
Mit Erw.	Einlage	765	642	620	614
	Befruchtet	691	560	548	533
	Befr. %	90.3	87.2	88.4	86.6
Ohne Erw.	Einlage	800	829	643	647
	Befruchtet	721	760	570	544
	Befr. %	90.1	91.7	88.7	84.1

Innerhalb der Lagerzeiten gab es in Woche 2 einen signifikanten Unterschied zu Gunsten der Nichterwärmung (Tab. 13).

Tab.13: Signifikanztabelle (p-Werte) zur Wirkung der Bruteilagerung mit und ohne periodische Erwärmung auf die Befruchtungsrate, Vers. S 1.

Lagerdauer in Wochen		Mit Erw.			
		1.Wo	2.Wo.	3. Wo.	4. Wo.
Ohne Erw.	1 Woche	0.893-	0.065-	0.242-	0.039+
	2 Wochen	0.275-	0.005++	0.529-	0.824-
	3 Wochen	0.363-	0.050+	0.885-	0.399-
	4 Wochen	0.000++	0.000++	0.016+	0.170-

- nicht signifikant, + signifikant für $p < 0.05$, ++ signifikant für $p < 0.01$.

Bei Nichterwärmung nahm die Befruchtungsrate in der 4. Lagerungswoche mit 84,1 % signifikant ab gegenüber den kürzeren Lagerungszeiten (Tab. 13). Es kann angenommen werden, dass ohne periodische Erwärmung und langer Lagerung vermehrt Embryonen sehr früh absterben, so dass sie als Klar-Eier bzw. als unbefruchtet eingestuft werden. Bei Wärmebehandlung war die Befruchtungsrate nur nach 4-wöchiger Lagerung gegenüber 1-wöchiger Lagerung signifikant verringert.

Im Versuch S 2 war die Befruchtungsrate insgesamt niedriger (Tab. 14). Hier ist in der 4. Lagerwoche ein signifikanter (Tab. 15) Unterschied zu vermerken, allerdings entgegengesetzt zum Versuch 1 zu Ungunsten der Lagerung mit periodischer Erwärmung.

Tab. 14: Wirkung der Bruteilagerung mit und ohne periodische Erwärmung auf die Befruchtungsrate, Vers. S 2.

	Lagerdauer	1.Wo.	2.Wo.	3.Wo.	4.Wo.
Mit Erw.	Einlage	502	542	625	620
	Befruchtet	432	442	510	440
	Befr.%	86.06	81.55	81.60	71.29
Ohne Erw.	Einlage	501	470	534	593
	Befruchtet	417	379	434	464
	Befr.%	83.23	80.64	81.27	78.25

Tab. 15: Signifikanztabelle (p-Werte) zur Wirkung der Bruteilagerung mit und ohne periodische Erwärmung auf die Befruchtungsrate, Vers. S 2.

Lagerdauer in Wochen		Mit Erw.			
		1 Woche	2 Wochen	3 Wochen	4 Wochen
Ohne Erw.	1 Woche	0.215-	0.049+	0.045+	0.000++
	2 Wochen	0.293-	0.712-	0.982-	0.000++
	3 Wochen	0.410-	0.798-	0.887-	0.000++
	4 Wochen	0.038+	0.339-	0.207-	0.004++

- nicht signifikant, + signifikant für $p < 0.05$, ++ signifikant für $p < 0.01$.

Innerhalb der Lagerzeiten war nur nach 4 Lagerwochen die Befruchtungsrate signifikant verschieden zu Gunsten der Nichterwärmung. Bei periodischer Erwärmung fiel die Befruchtungsrate schon von der 1. zur 2. und 3. und besonders zur 4. Lagerwoche signifikant ab. Letztere fiel auch gegenüber 2. und 3. Lagerungswoche signifikant ab. Wenn keine Erwärmung erfolgte, war die Befruchtungsrate nur zwischen 1- und 4-wöchiger Lagerzeit signifikant.

Die geringere Befruchtungsrate nach 4 Wochen Lagerung ist darauf zurück zu führen, dass ein Teil der Eier mit sehr früh abgestorbenen Embryonen als unbefruchtet eingestuft wurde.

5.3.2. Schlupfrate

In der Schlupfrate, dem Anteil der aus den befruchteten Eiern geschlüpften Entenküken, gab es deutliche Unterschiede. Im Versuch S 1 (Tab. 16) war die Schlupfrate innerhalb der Lagerwochen 3 und 4 signifikant reduziert zu Ungunsten der Nichterwärmung.

Tab.16: Wirkung der Bruteilagerung mit und ohne periodische Erwärmung auf die Schlupfrate, Vers S 1.

	Lagerdauer	1 Woche	2 Wochen	3 Wochen	4 Wochen
Mit Erw.	Befruchtet	691	560	548	533
	Geschlüpft	616	487	443	379
	Schlupfrate %	89.1	87.0	80.8	71.1
Ohne Erw.	Befruchtet	721	760	570	544
	Geschlüpft	618	657	399	349
	Schlupfrate %	85.7	86.4	70.0	64.2

Tab. 17: Signifikanztabelle (p-Werte) zum Effekt der Lagerzeiten mit und ohne periodische Erwärmung auf die Schlupfrate, Vers. S 1.

Lagerdauer in Wochen.		Mit Erw.			
		1 Woche	2 Wochen	3 Wochen	4 Wochen
Ohne Erw.	1 Woche	0.052-	0.235-	0.000++	0.000++
	2 Wochen	0.683-	0.785-	0.005++	0.000++
	3 Wochen	0.000++	0.000++	0.000++	0.000++
	4 Wochen	0.000++	0.000++	0.038+	0.015+

- nicht signifikant, + signifikant für $p < 0.05$, ++ signifikant für $p < 0.01$.

Auch bei periodischer Erwärmung fiel die Schlupfrate in den Lagerwochen 3 und 4 signifikant gegenüber den Lagerwochen 1 und 2 ab, lag aber bei 3-wöchiger Lagerung noch über 80%. Die Lagerwoche 4 verzeichnete auch gegenüber Lagerwoche 3 einen erheblichen Abfall in der Schlupfrate auf 71,1%. Noch deutlicher ist der Rückgang der Schlupfrate nach 3- und besonders nach 4-wöchiger Lagerung bei Nichterwärmung der Bruteier mit 70,0% und 64,2 %.

Die Schlupfrate vom Versuch S 2 ist in der Tabelle 18 angegeben. Auch hier ist bei periodischer Erwärmung der Rückgang der Schlupfrate bis zur 4. Lagerwoche verlangsamt.

Tab.18: Wirkung der Bruteilagerung mit und ohne periodische Erwärmung auf die Schlupfrate, Vers. S 2.

	Lagerdauer	1 Woche	2 Wochen	3 Wochen	4 Wochen
Mit Erw.	Befruchtete	432	442	510	440
	Geschlüpft	361	358	396	312
	Schlupfrate %	83.37	81.00	77.65	70.91
Ohne Erw.	Befruchtete	417	379	434	464
	Geschlüpft	333	304	337	285
	Schlupfrate %	79.87	80.21	77.75	61.42

Tab. 19: Signifikanztabelle (p-Werte) für den Effekt der Lagerzeiten mit und ohne periodische Erwärmung auf die Schlupfrate. Vers. S 2.

Lagerdauer in Wochen		Mit. Erw.			
		1 Woche	2 Wochen	3 Wochen	4 Wochen
Ohne Erw.	1. Woche	0.162-	0.320-	0.023+	0.000++
	2 Wochen	0.900-	0.777-	0.204-	0.000++
	3 Wochen	0.432-	0.372-	0.999-	0.017+
	4 Wochen	0.000++	0.000++	0.000++	0.003++

- nicht signifikant, + signifikant für $p < 0.05$, ++ signifikant für $p < 0.01$.

Bei Anwendung der periodischen Erwärmung sind die Schlupfraten nach 3- und 4-wöchiger Lagerung auf 77,6 % und 70,9 % gegenüber 83,4 % nach einer Woche Lagerung signifikant reduziert worden. Bei Lagerung ohne Erwärmung ist die Schlupfrate nach 4-wöchiger Lagerung auf 61,4 % auch gegenüber der 3-wöchigen Lagerung mit 77,8 % signifikant stark abgesunken.

5.3.3. Frühabsterberrate (FAR)

Bei der Frühabsterberrate handelt es sich um den Teil der Bruteier, der schon bis zum 7. Bruttag abgestorben ist. Die Frühabsterberrate steigt in beiden Behandlungen mit zunehmender Lagerdauer signifikant an. Bei periodischer Erwärmung von 2,03 % auf 8,82 % und ohne Erwärmung von 4,85 % auf 11,21 % (Tab. 20).

Tab. 20: Wirkung der Bruteilagerung mit und ohne periodische Erwärmung auf die Frühabsterberrate (FAR), Vers. S 1.

	Lagerdauer	1 Woche	2 Wochen	3 Wochen	4 Wochen
Mit Erw.	Befruchtet	691	560	548	533
	FAR	14	19	43	47
	FAR, %	2,03	3,39	7,85	8,82
Ohne Erw.	Befruchtet	721	760	570	544
	FAR	35	31	55	61
	FAR, %	4,85	4,08	9,65	11,21

Im Versuch 4 ist in der 4. Lagerwoche bei Nichterwärmung ein signifikanter Rückgang der Schlupfrate auf 61,4 % zu erkennen.

Tab. 21: Signifikanztabelle (p-Werte) für den Effekt der Lagerzeiten mit und ohne periodische Erwärmung auf die Frühabsterberrate (FAR), Vers. S 1.

Lagerdauer in Wochen		Mit. Erw.			
		1 Woche	2 Wochen	3 Wochen	4 Wochen
Ohne Erw.	1 Woche	0.004++	0.134-	0.000++	0.000++
	2 Wochen	0.469-	0.518-	0.001++	0.000++
	3 Wochen	0.000++	0.000++	0.286-	0.563-
	4 Wochen	0.000++	0.000++	0.392-	0.191-

- nicht signifikant, + signifikant für $p < 0.05$, ++ signifikant für $p < 0.01$.

Nur bei 1 Woche Lagerung ist die Frühabsterberrate ohne periodische Erwärmung signifikant erhöht gegenüber mit periodischer Erwärmung. Weiterhin ist deutlich zu erkennen, dass die Lagerung bis 3 und 4 Wochen sowohl mit und ohne Erwärmung zu einer signifikanten Steigerung der Frühabsterberrate führt, während zwischen 3 und 4 Wochen Lagerung kein signifikanter Unterschied besteht.

Im Versuch S 2 (Tab 22) ist die Steigerung der Frühabsterberrate mit zunehmender Lagerdauer nicht so stark ausgeprägt wie in Versuch S 1. Die Unterschiede sind allesamt nicht signifikant.

Tab. 22: Wirkung der Bruteilagerung mit und ohne periodische Erwärmung auf die Frühabsterberrate (FAR), Vers. S 2.

	Lagerdauer	1 Woche	2 Wochen	3 Wochen	4 Wochen
Mit Erw.	Befruchtete	432	442	510	440
	FAR	25	28	27	36
	FAR, %	5.79	6.33	5.29	8.18
Ohne Erw.	Befruchtete	417	379	434	464
	FAR	22	27	24	29
	FAR, %	5.28	7.12	5.53	6.25

Tab. 23: Signifikanztabelle (p-Werte) für den Effekt der Lagerzeiten mit und ohne periodische Erwärmung auf die Frühabsterberrate (FAR), Vers. S 2.

Lagerdauer in Wochen		Mit Erw.			
		1 Woche	2 Wochen	3 Wochen	4 Wochen
Ohne Erw.	1 Woche	0.745-	0.734-	0.741-	0.166-
	2 Wochen	0.278-	0.652-	0.492-	0.290-
	3 Wochen	0.869-	0.349-	0.873-	0.074-
	4 Wochen	0.536-	0.612-	0.647-	0.261-

- nicht signifikant, + signifikant für $p < 0.05$, ++ signifikant für $p < 0.01$.

5.3.4. Steckenbleiberrate (SBR)

Die Steckenbleiberrate umfasst in den Versuchen S 1 und S 2 auch die Embryonen, die vom 8. bis 26. Bruttag abgestorben sind, deren Anzahl sehr gering war, so dass sie nicht gesondert ausgewiesen wurden. Der größere Teil ist im Verlauf des Schlüpfens abgestorben.

Tab. 24: Wirkung der Bruteilagerung mit und ohne periodische Erwärmung auf die Steckenbleiberrate (SBR), Vers. S 1.

	Lagerdauer	1 Woche	2 Wochen	3 Wochen	4 Wochen
Mit Erw.	Befruchtet	691	560	548	533
	Steckenbleiber.	31	32	27	64
	SBR, %	4,49	5.71	4,93	12,0
Ohne Erw.	Befruchtet	721	760	570	544
	Steckenbleiber	40	43	49	68
	SBR, %	5.55	5.65	8.59	12.5

Tab. 25: Signifikanztabelle (p-Werte) für den Effekt der Lagerzeiten mit und ohne periodische Erwärmung auf die Steckenbleiberrate (SBR), Vers. S 1.

Lagerdauer in Wochen		Mit Erw.			
		1 Woche	2 Wochen	3 Wochen	4 Wochen
Ohne Erw.	1 Woche	0.361-	0.323-	0.715-	0.000+
	2 Wochen	0.926-	0.965-	0.559-	0.000++
	3 Wochen	0.031+	0.036+	0.015+	0.000++
	4 Wochen	0.000++	0.000++	0.033+	0.805-

- nicht signifikant, + signifikant für $p < 0.05$, ++ signifikant für $p < 0.01$.

Die Steckenbleiberrate nimmt bei verlängerter Lagerdauer deutlich zu. Bei periodischer Erwärmung steigt sie aber erst in der 4. Lagerwoche signifikant an, bei fehlender Wärmebehandlung ist sie auch schon in der 3. Lagerwoche signifikant erhöht.

Im Versuch S 2 ist die Steckenbleiberrate bei beiden Behandlungen nach 4-wöchiger Lagerung signifikant erhöht.

Tab. 26: Wirkung der Bruteilagerung mit und ohne periodische Erwärmung auf die Steckenbleiberrate (SBR), Vers. S 2.

	Lagerdauer	1 Woche	2 Wochen	3 Wochen	4 Wochen
Mit Erw.	Befruchtete	432	442	510	440
	Steckenbl.	15	21	30	43
	SBR, %	3.47	4.75	5.88	9.77
Ohne Erw.	Befruchtete	417	379	434	464
	Steckenbl.	18	12	24	41
	SBR, %	4.32	3.17	5.53	8.84

Tab. 27: Signifikanztabelle (p-Werte) für den Effekt der Lagerzeiten mit und ohne periodische Erwärmung auf die Steckenbleiberrate (SBR), Vers. S 2)

Lagerdauer in Wochen		Mit. Erw			
		1 Woche	2 Wochen	3 Wochen	4 Wochen
Ohne Erw.	1 Woche	0.524-	0.341-	0.083-	0.000++
	2 Wochen	0.394-	0.249-	0.439-	0.004++
	3 Wochen	0.414-	0.102-	0.816-	0.024+
	4 Wochen	0.007+	0.001++	0.056-	0.627-

- nicht signifikant, + signifikant für $p < 0.05$, ++ signifikant für $p < 0.01$.

5.3.5. Spätschlupfrate (SSR)

Bei der Spätschlupfrate handelt es sich um nicht lebensfähige Entenküken, die völlig geschwächt erst am Ende des 28. Bruttages geschlüpft sind. Sie werden als nicht lebensfähig eingestuft und demzufolge nicht aufgezogen.

Tab. 28: Wirkung der Bruteilagerung mit und ohne periodische Erwärmung auf die Spätschlupfrate (SSR), Vers. S 1.

	Lagerdauer	1 Woche	2 Wochen	3 Wochen	4 Wochen
Mit Erw.	Befruchtet	691	560	548	533
	Spätschlupf	30	22	35	43
	SSR, %	4.34	3.93	6.39	8.07
Ohne Erw.	Befruchtet	721	760	570	544
	Spätschlupf	28	29	48	85
	SSR, %	3.88	3.82	8.42	15.63

Auch bei diesem Merkmal ist deutlich zu erkennen, dass es mit zunehmender Lagerdauer zu einem Anstieg kommt, der vor allem nach vierwöchiger Lagerung signifikant ist, wobei der Wert nach 4 Wochen Lagerung ohne Wärmebehandlung mit 15,6 % extrem hoch ist.

Tab. 29: Signifikanztabelle (p-Werte) für den Effekt der Lagerzeiten mit und ohne periodische Erwärmung auf die Spätschlupfrate (SSR), Vers. S 1.

Lagerdauer in Wochen		Mit Erw.			
		1 Woche	2 Wochen	3 Wochen	4 Wochen
Ohne Erw.	1 Woche	0.664-	0.716-	0.051-	0.006++
	2 Wochen	0.946-	0.916-	0.029+	0.004++
	3 Wochen	0.001++	0.000++	0.361-	0.487-
	4 Wochen	0.000++	0.000++	0.000++	0.000++

- nicht signifikant, + signifikant für $p < 0.05$, ++ signifikant für $p < 0.01$.

Im Versuch S 2 ist diese Tendenz noch deutlicher ausgeprägt. Hier erreicht die Spätschlupfrate nach 4 Wochen Lagerung ohne Wärmebehandlung sogar 20,04 %., fast dreimal so hoch als bei Wärmebehandlung.

Tab. 30: Wirkung der Bruteilagerung mit und ohne periodische Erwärmung auf die Spätschlupfrate (SSR), Vers. S 2.

	Lagerdauer	1 Woche	2 Wochen	3 Wochen	4 Wochen
Mit Erw.	Befruchtet	432	442	510	440
	Spätschlupf	11	27	23	31
	SSR,%	2.55	6.11	4.51	7.05
Ohne Erw.	Befruchtet	417	379	434	464
	Spätschlupf	26	25	39	93
	SSR, %	6.24	6.60	8.99	20.04

Tab. 31: Signifikanztabelle (p-Werte) für den Effekt der Lagerdauer mit und ohne periodische Erwärmung auf die Spätschlupfrate (SSR), Vers. S 2.

Lagerdauer in Wochen		Mit. Erw			
		1 Woche	2 Wochen	3 Wochen	4 Wochen
Ohne Erw.	1 Woche	0.008++	0.009++	0.107-	0.002++
	2 Wochen	0.836-	0.775-	0.270-	0.574-
	3 Wochen	0.131-	0.207-	0.005++	0.092-
	4 Wochen	0.000++	0.000++	0.000++	0.000++

- nicht signifikant für >0.05 + signifikant für $p < 0.05$, ++ signifikant für $p < 0.01$.

Die Signifikanztabelle zeigt wiederum den deutlicheren Effekt bei den nicht wärmebehandelten Gruppen.

5.3.6. Versuch S 3.

Im Versuch S 3 wurde nur die Lagerungsdauer über vier Wochen mit periodischer Erwärmung verglichen.

Insgesamt standen 9404 zufällig ausgewählte Eier einer Linie der Pekingente zur Verfügung. Die Ergebnisse der Brut sind in Tabelle 32 zusammengefasst. In diesem Versuch wurden zusätzlich die vom 8. bis 26. Brut-tag abgestorbenen Embryonen erfasst. In Tabelle 38 sind die Ergebnisse des Chi-Quadrattests zusammengestellt (p-Werte und Signifikanzen).

Tab. 32: Untersuchungen zur Wirkung der Lagerung von Bruteiern der Pekingente mit periodischer Erwärmung auf die Brutergebnisse im Vers. S 3.

	Lagerung in Wochen			
	1Woche	2Woche	3 Woche	4Woche
Anzahl Bruteier	2223	2231	2323	2627
Befruchtung	1737	1762	1786	1927
Befruchtung in %	78,15 a	79,0 a	76,9 a	73,35 b
Schlupf	1483	1515	1443	1413
Schlupf in %	85,4 a	86,0 a	80,8 b	69,3 c
Frühabsterber, 1.-7. Bruttag	74	73	112	154
In % zur Befruchtung	4,26 a	4,14 a	6,28 b	7,98 c
Absterber 8.-26. Bruttag	61	73	112	135
In % zur Befruchtung	3,54 a	4,14 a	6,27 b	7,0 b
Steckenbleiber	89	72	101	196
In % zur Befruchtung	5,12 a b	4,11 a	5,63 b	10,15 c
Spätschlupf	29	46	61	107
In % zur Befruchtung	1,68 a	2,60 a b	3,42 b	5,57 c

In Tabelle 32 befinden sich die auf die befruchteten Eier bezogenen prozentualen Angaben mit den gekennzeichneten Signifikanzen. Werte mit denselben Buchstaben sind nicht signifikant verschieden. Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede. Diese Kennzeichnung der Signifikanzen basiert auf den Chi-Quadrattests in Tab. 33.

Tab. 33: Chi-Quadratstest zur Brutleistung im Versuch S 3 mit p-Werten und Signifikanzen

Vergleich Lagerdauer Woche	Befruch- tungsrate	Schlupf- rate	Frühab- sterberate	Absterbe- rate 8.-26. Bruttag.	Steckenblei- berrate	Spätschlupf- rate
1 : 2	0,915-	0,610-	0,863-	0,193-	0,143-	0,055-
1 : 3	0,112-	0,000++	0,008++	0,000++	0,485-	0,001++
1 : 4	0,000++	0,000++	0,000++	0,000++	0,000++	0,000++
2 : 3	0,088-	0,000++	0,004++	0,004++	0,004++	0,161-
2 : 4	0,000++	0,000++	0,000++	0,000++	0,006++	0,000++
3 : 4	0,004++	0,000++	0,042+	0,369-	0,000++	0,002++

- nicht signifikant für >0.05 , + signifikant für $p < 0.05$, ++ signifikant für $p < 0.01$.

Der Chi-Quadratstest ergab für den Vergleich zwischen den Gruppen 1 und 2 Wochen in allen Merkmalen keine Signifikanz. Weiterhin ist nur für die Befruchtungsrate zwischen den Gruppen 1 und 3 sowie 2 und 3 Wochen keine Signifikanz. Die signifikanten Unterschiede in der Befruchtung zur 4-wöchigen Lagerung sind durch sehr früh abgestorbene Embryonen, die als Klar-Eier bzw. als unbefruchtete Eier eingestuft wurden zu erklären. Bis zum 2. Brut-Tag abgestorbene Keime können nur erfasst werden, wenn die Eier aufgeschlagen werden, so dass man den Keim visuell einschätzen kann. Die Schlupfrate ist nach 4-wöchiger Lagerung deutlich gesunken, trotz periodischer Erwärmung, so dass nur in Ausnahmefällen eine Lagerung der Bruteier bis 4 Wochen genutzt werden sollte.

Mit 7,98 % ist die Frühabsterberate nach 4 Wochen Lagerung fast doppelt so hoch wie nach 1 und 2 Wochen Lagerung. Die Steckenbleiberrate ist nach vierwöchiger Lagerung über das Doppelte angestiegen. Das ist ein eindeutiger Hinweis auf Verringerung der Lebenskraft durch die verlängerte Lagerung, trotz periodischer Erwärmung. Auch in der Spätschlupfrate ist eine ansteigende Tendenz zur vierwöchigen Lagerung erkennbar.

5. 4. Mast- und Schlachtleistung

Der Verlauf des Wachstums nach dem Schlupf ist der entscheidende biologische Vorgang für die Fleischerzeugung und von Bedeutung für die Schlachtkörperqualität und für das Schlachalter. In drei Versuchen sind die aus den Brutversuchen geschlüpften Entenküken einer Prüfung auf Mast- und Schlachtleistung bis zum Alter von sechs Wochen unterzogen worden. Verglichen wurden die Merkmale Zweiwochengewicht und Sechswochengewicht in

g, Futtereffizienz 3. – 6. Lebenswoche in g, Schlachtkörperanteil (Bratfertiger Rumpf ohne Kopf und Füße) in % zum Lebendgewicht und Anteil Brustmuskel und –haut sowie Schenkel mit Haut und Knochen in % zum Schlachtkörper.

Die Futtereffizienz wurde durch individuelle Fütterung in Einzelboxen (0,7 x 2,0 m) ermittelt, in dem die Gewichtszunahme jedes Tieres durch den Futtermittelverbrauch vom 15. bis 42. Lebenstag dividiert wurde. Nach Erfassung der Mastleistung kamen die Tiere zum Schlachthof und wurden standardgerecht geschlachtet und die Schlachtkörper danach zerlegt.

5.4.1. Versuch W 1.

Im Versuch 6 standen insgesamt 559 Tiere zur Verfügung die sich entsprechend der Tab 40 auf die acht Versuchsgruppen aufteilen.

Tab. 34: Anzahl der Tiere im Versuch W 1.

Lagerdauer	Mit Erw.	Ohne Erw.	Insgesamt
1. Woche	87	57	144
2. Wochen	76	54	130
3. Wochen	65	54	119
4. Wochen	114	52	166
m/o Erw	342	217	559

- Zweiwochengewicht.

In Tabelle 35 sind die Zweiwochengewichte der Versuchsgruppen des Versuches W 1 aufgeführt. Tabelle 36 enthält Informationen zu den Signifikanzen.

Tab. 35: Auswirkung der Bruteilagerung mit und ohne periodische Erwärmung auf das Zweiwochengewicht in g, Vers. W 1.

Lagerdauer	Mit Erw.	Ohne Erw.	Mittel für Lagerdauer
1 Woche	576.29±56.29	569.72±68.03	573.69±61.06
2 Wochen	585.24±59.71	596.09±60.62	589.75±60.09
3 Wochen	619.63± 77.86	573.44±58.21	598.67±73.10
4 Wochen	601.04±72.13	555.89±73.46	586.89±75.31
m/o Erw	594.76±68.43	573.89±66.43	586.66±68.37

Tab. 36: Signifikanztabelle für das Zweiwochengewicht, Vers. W 1.

Varianzursache	F-Wert	P- Wert
Lagerdauer L	2.903	0.034+
Wärmebehandlung W	13.138	0.000++
Wechselwirkung L/W	5.330	0.001++

-nicht signifikant für $P > 0,05$, +signifikant für $P < 0,05$, ++ signifikant für $P < 0,01$.

Die zweifache Varianzanalyse mit Wechselwirkung gibt Auskunft, ob die Behandlung der Bruteier mit oder ohne periodische Erwärmung bei Lagerung bis zu 4 Wochen sich auf das Zweiwochengewicht auswirkt. Alle Einflussfaktoren wirken signifikant. Das höchste Zweiwochengewicht mit 598,7 g fällt bei dreiwöchiger Lagerdauer an. Bei periodischer Erwärmung waren die Tiere um 21 g signifikant schwerer. Da die Zweiwochengewichte besonders hoch ausfallen bei 3- und 4-wöchiger Lagerung mit periodischer Erwärmung, ist auch die Wechselwirkung signifikant. Die periodische Erwärmung der Bruteier hat sich positiv auf das anfängliche Wachstum ausgewirkt.

- Sechswochengewicht

Die Tabelle 37 enthält die Sechswochengewichte. Es fällt die hohe signifikante Differenz von 70 g zu Gunsten der Wärmebehandlung der Bruteier auf.

Tab. 37: Auswirkung der Bruteilagerung mit und ohne periodische Erwärmung auf das Sechswochengewicht in g, Vers. W 1.

Lagerdauer	M. Erw	O. Erw	Mittel für Lagerdauer
1 Woche	3113.0±230,0	3124.7±364.5	3117.6±325.8
2 Wochen	3174.3±305.6	3107,0±325.7	3146.5±314.6
3 Wochen	3226.3±400.0	3132.6±321.9	3183.8±368.2
4 Wochen	3246.1±308.3	3126.4±309.7	3208.6 ± 312.8
m/o Erw	3192.5±328.1	3122.8±329.6	3165.4±330.1

Tab. 38: Signifikanztabelle für das Sechswochengewicht, Vers. W 1.

Varianzursache	F-Wert	P- Wert
Lagerdauer L	0.975	0.404-
Wärmebehandlung W	5,548	0.019+
Wechselwirkung L/W	0.791	0.499-

-nicht signifikant für $P > 0,05$, +signifikant für $P < 0,05$, ++ signifikant für $P < 0,01$.

- Futtereffizienz

Bei Wärmebehandlung der Bruteier wurde auch die Futtereffizienz zwar geringfügig aber doch signifikant verbessert gegenüber ohne Wärmebehandlung (407 gegenüber 388, $p = 0,000++$), wie aus Tabelle 45 ersichtlich.

Tab. 39: Auswirkung der Bruteilagerung mit und ohne periodische Erwärmung auf die Futtereffizienz in g, Vers. W 1.

Lagerdauer	Mit Erw	Ohne Erw	Mittel für Lagerdauer
1 Woche	403±39	386±32	397±38
2 Wochen	395±38	383±37	390±38
3 Wochen	418±46	392±39	406±45
4 Wochen	411±41	392±36	405±40
m/o Erwärmung	407±42	388±36	400±40

Tab. 40: Signifikanztabelle für Futtereffizienz, Vers. W 1.

Varianzursache	F-Wert	P- Wert
Lagerdauer L	3.256	0.021+
Wärmebehandlung W	31.382	0.000++
Wechselwirkung L/W	0.204	0.894-

-nicht signifikant für $P > 0,05$, +signifikant für $P < 0,05$, ++ signifikant für $P < 0,01$.

Die Varianzanalyse ergab eine schwach signifikante Wirkung für die Lagerdauer auf Grund der verringerten Futtereffizienz bei zweiwöchiger Lagerung. Deutlicher ist der Effekt bei Lagerung mit Erwärmung in allen Lagerzeiten. Die Wärmebehandlung der Bruteier hat bei allen Lagerungszeiten eine Verbesserung der Futtereffizienz zur Folge ($p < 0,01++$).

- Schlachtkörperanteil in % zum Lebendgewicht

Bei einem mittleren Schlachtkörperanteil von 66.82 % hat die Varianzanalyse ergeben, dass die Lagerdauer mit Mittelwerten zwischen 66.71% und 66.99% und die Wärmebehandlung mit den Mittelwerten 66,7 und 66,9 % keine signifikanten Effekte verursacht hat. Auch die Wechselwirkung L/W ist nicht signifikant.

Tab. 41: Auswirkung der Bruteilagerung mit und ohne periodische Erwärmung auf den Schlachtkörperanteil zum Lebendgewicht in %, Vers. W 1.

Lagerdauer	Mit Erw.	Ohne Erw.	Mittel für Lagerdauer
1 Woche	66.99±1.61	66.93±1.73	66.97±1.65
2 Wochen	66.68±1.56	66.88±1.84	66.76±1.68
3 Wochen	66.12±3.58	67.24±3.00	66.63±3.36
4 Wochen	66.86±2.25	66.91±3.32	66.88±2.62
m/o Erw	66.71±2.31	66.99± 2.54	66.82±2.41

Tab. 42: Signifikanztabelle zum Schlachtkörperanteil, Vers. W 1.

Varianzursache	F-Wert	P- Wert
Lagerdauer L	0.222	0.881-
Wärmebehandlung W	2.160	0.142-
Wechselwirkung L/W	1.269	0.284-

-nicht signifikant für $P > 0,05$, +signifikant für $P < 0,05$, ++ signifikant für $P < 0,01$.

- **Brustfleischanteil am Schlachtkörper in %**

Die unterschiedlichen Lagerungszeiten hatten keine Nachwirkung auf den Brustfleischanteil. Auch die Wärmebehandlung verursachte keine signifikanten Differenzen.

Tab. 43: Auswirkung der Bruteilagerung mit und ohne periodische Erwärmung auf den Brustfleischanteil am Schlachtkörper in %, Vers. W 1.

Lagerdauer	Mit Erw.	Ohne Erw.	Mittel für Lagerdauer
1 Woche	22.52±1.47	22.30±1.74	22.43±1.58
2 Wochen	22.42±1.86	22.21±2.07	22.34±1.95
3 Wochen	22.35±2.31	22.75±1.68	22.53±2.05
4 Wochen	22.34±1.69	22.44±2.09	22.37±1.82
m/o Erw	22.40±1.81	22.42±1.90	22.41±1.84

Tab. 44: Signifikanztabelle zum Brustfleischanteil

Varianzursache	F-Wert	P- Wert
Lagerdauer L	0.632	0.595-
Wärmebehandlung W	0.015	0.904-
Wechselwirkung L/W	0.457	0.712-

-nicht signifikant für $P > 0,05$, +signifikant für $P < 0,05$, ++ signifikant für $P < 0,01$.

- **Schenkelanteil am Schlachtkörper in %**

Die Lagerdauer für die Bruteier hatte keine Auswirkungen auf den Schenkelanteil. Deutlich signifikant wirkte jedoch die periodische Erwärmung mit 16,56% gegenüber 16,07 % ohne

periodische Erwärmung, und zwar in allen Lagerzeiten, so dass keine signifikante Wechselwirkung zu verzeichnen war.

Tab. 45: Auswirkung der Bruteilagerung mit und ohne periodische Erwärmung auf den Schenkelanteil am Schlachtkörper in %, Vers. W 1.

Lagerdauer	M. Erw	O. Erw	Mittel für Lagerdauer
1 Woche	16.69±1.97	16.08±1.29	16.45±1.75
2 Wochen	16.62±1.22	16.16±1.21	16.43±1.23
3 Wochen	16.38±1.79	15.94±1.14	16.18±1.54
4 Wochen	16.51±1.23	16.09±1.37	16.38±1.28
m/o Erw	16.56±1.56	16.07±1.25	16.37±1.46

Tab. 46: Signifikanztabelle zum Schenkelanteil, Vers. W 1.

Varianzursache	F-Wert	P- Wert
Lagerdauer L	0.582	0.627-
Wärmebehandlung W	11.817	0.001++
Wechselwirkung L/W	0.011	0.998-

-nicht signifikant für $P > 0,05$, +signifikant für $P < 0,05$, ++ signifikant für $P < 0,01$.

5.4.2. Versuch W 2

Im Versuch W 2 standen insgesamt 632 Tiere zur Verfügung die sich entsprechend der Tab 53 auf die acht Versuchsgruppen aufteilen.

Tab. 47: Anzahl der Tiere in den Gruppen, Versuch W 2.

Lagerdauer	Mit Erw.	Ohne Erw.	Summe für Lagerdauer
1 Woche	77	65	142
2 Wochen	101	105	206
3 Wochen	81	68	149
4 Wochen	82	53	135
m/o Erw	341	291	632

- Zweiwochengewicht.

In Tabelle 48 sind die Zweiwochengewichte der Versuchsgruppen des Versuches W 2 aufgeführt. Tabelle 49 enthält Angaben zu den Signifikanzen.

Tab. 48: Auswirkung der Bruteilagerung mit und ohne periodische Erwärmung auf das Zweiwochengewicht in g, Vers. W 2.

Lagerdauer	Mit Erw.	Ohne Erw.	Mittel für Lagerdauer
1 Woche	622.8±98.1	588.2±99.1	607.0±99.8
2 Wochen	597.0±120.1	565.5±120.1	580.9±120.8
3 Wochen	573.7± 129.4	554.6±105.2	565.0±119.0
4 Wochen	574.9±96.4	544.1±117.3	562.8±105.8
m/o Erw	592.0±113.7	564.1±112.2	579.2±113.8

Tab. 49: Signifikanztabelle zum Zweiwochengewicht, Vers. W 2.

Varianzursache	F-Wert	P- Wert
Lagerdauer L	4.800	0.003++
Wärmebehandlung W	10.089	0.002++
Wechselwirkung L/W	0.136	0.938-

-nicht signifikant für $P > 0,05$, +signifikant für $P < 0,05$, ++ signifikant für $P < 0,01$.

Die zweifache Varianzanalyse gibt Auskunft, ob die Behandlung der Bruteier mit oder ohne periodische Erwärmung bei Lagerung bis zu 4 Wochen sich auf das Zweiwochengewicht ausgewirkt hat. Die Einflussfaktoren Lagerdauer und Wärmebehandlung wirkten signifikant. Die periodische Erwärmung war mit 592.0 g gegenüber ohne periodische Erwärmung mit 564.1 g signifikant überlegen. Mit zunehmender Lagerdauer war in diesem Versuch eine signifikante Abnahme der Zweiwochengewichte zu verzeichnen. Die Wechselwirkung zwischen Lagerdauer und Wärmebehandlung blieb demzufolge nicht signifikant.

- Sechswochengewicht

In Tabelle 50 sind die Sechswochengewichte des Versuches W 2 zusammengefasst. Zwischen den Lagerzeiten sind die Differenzen signifikant, stimmen aber in der Rangfolge zwischen

den Wärmebehandlungen nicht überein, so dass auch die Wechselwirkung signifikant ist. Bei den Gruppen mit periodischer Erwärmung wird der höchste Wert mit 3422 g in der 1. Lagerwoche und bei den Gruppen ohne periodische Erwärmung mit 3476 g in der 3. Lagerwoche erreicht. Zwischen den Gruppen mit und ohne periodische Erwärmung weist die Varianzanalyse keine signifikante Differenz aus, so dass eine Nachwirkung der verlängerten Bruteilagerung ausgeschlossen werden kann.

Tab. 50: Auswirkung der Bruteilagerung mit und ohne periodische Erwärmung auf das Sechswochengewicht in g, Vers. W 2.

Lagerdauer	M. Erw	O. Erw	Mittel für Lagerdauer
1 Woche	3422.5±226.1	3410.5±263.4	3417.0±243.1
2 Wochen	3371.9±299.3	3220.8±393.5	3294.9±357.7
3 Wochen	3420.1±318.1	3476.2±262.3	3445.7±294.3
4 Wochen	3351.1±252.9	3313.8±249.7	3336.4±251.4
m/o Erm	3389.8±278.8	3339.8±329.	3366.7±304.0

Tab. 51: Signifikanztabelle für das Sechswochengewicht, Vers. W 2.

Varianzursache	F – Wert	P- Wert
Lagerdauer L	9.543	0.000++
Wärmebehandlung W	2.2535	0.134-
Wechselwirkung L/W	3.803	0.01+

-nicht signifikant für $P > 0,05$, +signifikant für $P < 0,05$, ++ signifikant für $P < 0,01$.

- Futtereffizienz

Bei Wärmebehandlung der Bruteier wurde die Futtereffizienz auch im Versuch W 2 geringfügig aber signifikant verbessert gegenüber ohne Wärmebehandlung (s. Tab. 52; 473.2 gegenüber 461.6, $p = 0,002++$).

Tab. 52: Auswirkung der Bruteilagerung mit und ohne periodische Erwärmung auf die Futtereffizienz in g, Vers. W 2.

Lagerdauer	Mit Erw.	Ohne Erw.	Mittel für Lagerdauer
1 Woche	476.2±32.3	467.3±40.5	472.1±36.4
2 Wochen	471.0±33.4	451.3±56.4	461.0±47.4
3 Wochen	475.5±48.4	468.0±32.9	472.1±42.1
4 Wochen	470.8±31.2	466.5±37.6	469.2±33.8
m/o Erw	473.2±36.7	461.6±45.4	467.8±41.3

Tab. 53: Signifikanztabelle zur Futtereffizienz, Vers. W 2.

Varianzursache	F-Wert	P- Wert
Lagerdauer L	2.742	0.042+
Wärmebehandlung W	9.260	0.002++
Wechselwirkung L/W	1.184	0.315-

-nicht signifikant für $P > 0,05$, +signifikant für $P < 0,05$, ++ signifikant für $P < 0,01$.

Die Varianzanalyse ergab eine schwach signifikante Wirkung für die Lagerdauer auf Grund der verringerten Futtereffizienz bei zweiwöchiger Bruteilagerung. Deutlicher ist der Effekt bei Lagerung mit Erwärmung in allen Lagerzeiten. Die Wärmebehandlung der Bruteier hat bei allen Lagerungszeiten eine deutliche Verbesserung der Futtereffizienz zur Folge ($p < 0.01++$).

- Schlachtkörperanteil in % zum Lebendgewicht

Bei einem mittleren Schlachtkörperanteil von 64.8% hat die Varianzanalyse ergeben, dass die Lagerdauer mit Mittelwerten zwischen 64.6% und 65.0% und die Wärmebehandlung mit den Mittelwerten 64.9% und 64.7 % keine signifikanten Effekte verursacht hat. Auch die Wechselwirkung zwischen beiden Einflussfaktoren ist nicht signifikant (Tab. 54, 55).

Tab. 54: Auswirkung der Bruteilagerung mit und ohne periodische Erwärmung auf den Schlachtkörperanteil zum Lebendgewicht in %, Vers. W 2.

Lagerdauer	Mit Erw.	Ohne Erw.	Mittel für Lagerdauer
1 Woche	64.6±2.4	65.1±1.9	64.9±2.2
2 Wochen	64.7±2.3	64.4±3.5	64.6±3.0
3 Wochen	65.3±3.2	64.7±2.2	65.0±2.8
4 Wochen	65.1±1.9	64.9±1.8	65.0±1.9
m/o Erw	64.9±2.5	64.7±2.7	64.8±2.6

Tab. 55: Signifikanztabelle zum Schlachtkörperanteil, Vers. W 2.

Varianzursache	F-Wert	P- Wert
Lagerdauer L	1.161	0.324-
Wärmebehandlung W	0.295	0.587-
Wechselwirkung L/W	1.083	0.356-

-nicht signifikant für $P > 0,05$, +signifikant für $P < 0,05$, ++ signifikant für $P < 0,01$.

- Brustfleischanteil am Schlachtkörper in %

Die unterschiedlichen Lagerungszeiten hatten auch keine Nachwirkung auf den Brustfleischanteil. Aber die Wärmebehandlung der Bruteier bewirkte mit 22.2% einen signifikant höheren Brustfleischanteil gegenüber ohne Wärmbehandlung mit 21.5%. Die Differenz betrug immerhin 0,7 % (Tab. 56, 57).

Tab. 56: Auswirkung der Bruteilagerung mit und ohne periodische Erwärmung auf den Brustfleischanteil am Schlachtkörper in %, Vers. W 2.

Lagerdauer	Mit Erw.	Ohne Erw.	Mittel für Lagerdauer
1 Woche	22.3±1.7	21.3±2.4	21.9±2.1
2 Wochen	22.0±1.9	21.6±2.0	21.8±2.0
3 Wochen	22.2±1.8	21.8±1.9	22.0±1.8
4 Wochen	22.3±1.8	21.4±1.8	21.9±1.8
m/o Erw.	22.2±1.8	21.5±2.1	21.9±2.0

Tab. 57: Signifikanztabelle zum Brustfleischanteil, Vers. W 2.

Varianzursache	F-Wert	P- Wert
Lagerdauer L	0.376	0.771-
Wärmebehandlung W	19.239	0.000++
Wechselwirkung L/W	1.179	0.317-

-nicht signifikant für $P > 0,05$, +signifikant für $P < 0,05$, ++ signifikant für $P < 0,01$.

- Schenkelanteil am Schlachtkörper in %

Die Lagerdauer für die Bruteier hatte keine Auswirkungen auf den Schenkelanteil. Deutlich signifikant wirkte jedoch die periodische Erwärmung mit 17.3% gegenüber 16.7 % ohne periodische Erwärmung, und zwar in allen Lagerzeiten, so dass keine signifikante Wechselwirkung zu verzeichnen war (Tab. 58, 59).

Tab. 58: Auswirkung der Bruteilagerung mit und ohne periodische Erwärmung auf den Schenkelanteil am Schlachtkörper in %, Vers. W 2.

Lagerdauer	Mit Erw.	O. Erw.	Mittel für Lagerdauer
1 Woche	17.2±1.2	17.0±1.1	17.1±1.2
2 Wochen	17.4±1.4	16.9±1.4	17.1±1.5
3 Wochen	17.4±1.5	16.7±1.4	17.0±1.5
4 Wochen	17.1±1.5	17.0±1.1	17.0±1.4
m/o Erw	17.3±1.4	16.7±1.3	17.1±1.4

Tab. 59: Signifikanztabelle zum Schenkelanteil, Vers. W 2.

Varianzursache	F-Wert	P- Wert
Lagerdauer L	0.274	0.884-
Wärmebehandlung W	10.389	0.001++
Wechselwirkung L/W	1.649	0.177-

-nicht signifikant für $P > 0,05$, +signifikant für $P < 0,05$, ++ signifikant für $P < 0,01$

5.4.3. Versuch W 3

Der Versuch M 3 wurde im zweiten Versuchsjahr durchgeführt. Die Anzahl an Versuchstieren mit über 758 Stück verteilte sich auf die Gruppen entsprechend Tabelle 60, wobei die männlichen und weiblichen Tiere gleichmäßig verteilt waren.

Tab. 60: Anzahl der Versuchstiere im Versuch W 3.

Lagerdauer	ohne Erw	Mit Erw	Insgesamt
1 Woche	115	85	200
2 Wochen	100	78	178
3 Wochen	89	78	167
4 Wochen	138	75	213
o/m Erwärmung	442	316	758

- **Zweiwochengewicht**

Die Lagerung der Bruteier führte im Versuch W 3 zu einer Minderung des Zweiwochengewichts, insbesondere wenn keine periodische Erwärmung angewandt wurde. Die Reduzierung des Zweiwochengewichtes von der 1. zur 4. Lagerungswoche betrug ohne periodische Erwärmung 18.8 g, mit periodischer Erwärmung dagegen 15.5g (Tab. 61, 62).

Tab. 61: Auswirkung der Bruteilagerung mit und ohne periodische Erwärmung auf das Zweiwochengewicht in g, Vers. W 3.

Lagerdauer	Mit Erw	Ohne Erw.	Mittel für Lagerdauer
1 Woche	596.6±55.1	582.2±60.0	590.5±57.5
2 Wochen	582.5±56.0	586.6±48.6	584.3±52.8
3 Wochen	584.8±57.0	567.0±49.2	576.5±54.1
4 Wochen	581.1±53.5	563.4±61.5	574.9±56.9
m/o Erw	586.2±55.4	575.1±55.8	581.6±55.8

Tab. 62: Signifikanztabelle zum Zweiwochengewicht, Vers. W 3.

Varianzursache	F-Wert	P- Wert
Lagerdauer L	3.843	0.01+
Wärmebehandlung W	7.873	0.005++
Wechselwirkung L/W	1.595	0.189-

-nicht signifikant für $P > 0,05$, +signifikant für $P < 0,05$, ++ signifikant für $P < 0,01$.

- **Sechswochengewicht**

Wie Tabelle 63 zeigt, sind die Sechswochengewichte in allen Gruppen auf ähnlichem Niveau, so dass weder die Lagerdauer noch die Wärmebehandlung sich signifikant auswirkten.

Mit zunehmendem Alter verliert sich eine mögliche Nachwirkung der unterschiedlichen Lagerungsdauer der Bruteier mit und ohne periodische Erwärmung. Tabelle 64 enthält die Signifikanzwerte.

Tab. 63: Auswirkung der Bruteilagerung mit und ohne periodische Erwärmung auf das Sechswochengewicht in g, Vers. W 3.

Lagerdauer	Mit Erw.	Ohne Erw.	Mittel für Lagerdauer
1 Woche	3161.6±288.2	3210.1±349.2	3182.2±315.6
2 Wochen	3206.5±288.3	3171.9±320.9	3191.4±302.6
3 Wochen	3209.0±345.5	3203.6±314.7	3206.5±330.5
4 Wochen	3193.0±264.9	3194.5±297.6	3193.5±276.1
m/o Erw	3191.1±293.4	3195.4±320.8	3192.9±304.9

Tab. 64: Signifikanztabelle zum Sechswochengewicht, Vers. W 3.

Varianzursache	F-Wert	P- Wert
Lagerdauer L	0.149	0.930-
Wärmebehandlung W	0.012	0.911-
Wechselwirkung L/W	0.592	0.620-

-nicht signifikant für $P > 0,05$, +signifikant für $P < 0,05$, ++ signifikant für $P < 0,01$.

- Futtereffizienz

Die Wärmebehandlung der Bruteier während der Lagerung hat die Futtereffizienz signifikant verbessert gegenüber ohne Wärmebehandlung (409.2 gegenüber 392.5, $p < 0,001$). Auch die unterschiedliche Lagerdauer der Bruteier hatte einen deutlichen Effekt zu Gunsten der 3. und 4. Lagerwoche. Es gab keine signifikante Wechselwirkung zwischen Lagerdauer und Wärmebehandlung.

Tab. 65: Auswirkung der Bruteilagerung mit und ohne periodische Erwärmung auf die Futtereffizienz in g, Vers. W 3.

Lagerdauer	M. Erw	O. Erw	Mittel für Lagerdauer
1 Woche	404.3±36.1	390.1±30.4	398.3±34.5
2 Wochen	398.8±37.7	388.7±36.4	394.4±37.4
3 Wochen	421.7±48.2	395.2±36.1	409.3±44.9
4 Wochen	412.7±40.5	396.6±33.4	407.0±38.8
m/o Erw	409.2±41.2	392.5±34.1	402.2±39.2

Tab. 66: Signifikanztabelle zur Futtereffizienz, Vers. W 3.

Varianzursache	F-Wert	P- Wert
Lagerdauer L	5.488	0.001++
Wärmebehandlung W	35.324	0.000++
Wechselwirkung L/W	1.439	0.230-

-nicht signifikant für $P > 0,05$, +signifikant für $P < 0,05$, ++ signifikant für $P < 0,001$.

- Schlachtkörperanteil in % zum Lebendgewicht

Der Schlachtkörperanteil in % zum Lebendgewicht war weder durch die Lagerungsdauer der Bruteier noch durch deren Wärmebehandlung beeinflusst, wie aus den Tabellen 67 und 68 hervorgeht.

Tab. 67: Auswirkung der Bruteilagerung mit und ohne periodische Erwärmung auf den Schlachtkörperanteil in % zum Lebendgewicht, Vers. W 3.

Lagerdauer	Mit Erw.	Ohne Erw.	Mittel für Lagerdauer
1 Woche	67.1±1.5	67.0±1.5	67.0±1.5
2 Wochen	67.1±2.9	66.9±1.6	67.0±2.4
3 Wochen	67.1±4.9	67.4±2.6	67.2±4.0
4 Wochen	68.3±5.2	67.0±2.9	67.8±4.5
m/o Erw	67.5±4.0	67.1±2.2	67.3±3.4

Tab. 68: Signifikanztabelle zum Schlachtkörperanteil, Vers. W 3.

Varianzursache	F-Wert	P- Wert
Lagerdauer L	1.448	0.227-
Wärmebehandlung W	2.093	0.148-
Wechselwirkung L/W	2.021	0.110-

-nicht signifikant für $P > 0,05$, +signifikant für $P < 0,05$, ++ signifikant für $P < 0,01$.

- Brustfleischanteil am Schlachtkörper in %

Die Wärmebehandlung während der Lagerung der Bruteier hat im Brustfleischanteil mit 22.3 % gegenüber 22.3 % ($p < 0,01$). Wie Tabelle 69 zeigt war dies in allen Lagerungszeiten der Fall. Die unterschiedlichen Lagerungszeiten mit Werten zwischen 22.4% und 22.1% hatten keine Nachwirkung auf den Brustfleischanteil.

Tab. 69: Auswirkung der Bruteilagerung mit und ohne periodische Erwärmung auf den Brustfleischanteil am Schlachtkörper in %, Vers. W 3.

Lagerdauer	Mit Erwärmung	Ohne Erwärmung	Mittel für Lagerdauer
1 Woche	22.5±1.5	22.3±1.6	22.4±1.5
2 Wochen	22.4±1.7	22.1±1.9	22.3±1.8
3 Wochen	22.1±2.2	22.0±1.7	22.1±2.0
4 Wochen	22.3±1.7	22.3±1.9	22.3±1.7
m/o Erw	22.3±1.8	22.2±1.8	22.3±1.8

Tab. 70: Signifikanztabelle zum Brustfleischanteil, Vers. W 3.

Varianzursache	F-Wert	P- Wert
Lagerdauer L	0.205	0.893-
Wärmebehandlung W	0.000	0.997-
Wechselwirkung L/W	1.699	0.166-

-nicht signifikant für $P > 0,05$, +signifikant für $P < 0,05$, ++ signifikant für $P < 0,01$.

- **Schenkelanteil in % am Schlachtkörper**

Auch beim Schenkelanteil hatte die Lagerdauer der Bruteier keine Auswirkungen bei Werten zwischen 16,4 und 16, 1 %. Deutlich ist auch hier wiederum die signifikante Überlegenheit der mit periodischer Erwärmung behandelten Bruteier ($p < 0,01$). Sie ist in allen Lagerwochen einheitlich um 0,5 % erhöht.

Tab. 71: Auswirkung der Bruteilagerung mit und ohne periodische Erwärmung auf den Schenkelanteil zum Schlachtkörpergewicht in %, Vers. W 3.

Lagerdauer	M. Erw	O. Erw	Mittel für Lagerdauer
1 Woche	16.6±1.8	16.1±1.3	16.4±1.6
2 Wochen	16.6±1.3	16.1±1.2	16.4±1.2
3 Wochen	16.3±1.7	15.8±1.1	16.1±1.5
4 Wochen	16.5±1.2	16.0±1.3	16.3±1.3
m/o Erw	16.5±1.5	16.0±1.2	16.3±1.4

Tab. 72: Signifikanztabelle zum Schenkelanteil, Vers. W 3.

Varianzursache	F-Wert	P- Wert
Lagerdauer L	1.826	0.141--
Wärmebehandlung W	21.262	0.000++
Wechselwirkung L/W	0.066	0.978-

-nicht signifikant für $P > 0,05$, +signifikant für $P < 0,05$, ++ signifikant für $P < 0,01$.

6. Diskussion

6.1. Betrachtungen zum Brutmanagement

Mit dieser Arbeit sollten wichtige Details der Lagerung von Bruteiern unter Berücksichtigung einer periodischen Erwärmung während der Lagerung in Nachahmung der Verhältnisse bei der Eiablage und Brut in der Natur untersucht werden. Je länger die Lagerung der Bruteier dauert, desto günstiger müssen die Bedingungen der Lagerung gestaltet werden. Kenntnisse über die Wirkung der Lagerung auf die Bruteier, auf den sich entwickelnden Embryo und auf die Schlupfrate sind wichtig für das Brutmanagement (MAYES und TAKEBALLI, 1984; TONA et al., 2003, 2004; ROCHA et al., 2013, BERGOUG et al., 2013).

Verschiedene Autoren, wie PROUDFOOT (1976), MEIJERHOF (1992), BUTCHER et al. (2002), ROCHA et al. (2013) und JONES et al. (2014) empfehlen eine Lagerungstemperatur von 7-12° C. Bei kurzer Lagerung bis zu 7 Tagen ist eine Temperatur über 15° C günstiger (KALTOFEN und EL JACK, 1972; KIRK et al., 1980). Bei langer Lagerung sollte die Temperatur bei 10-12° C liegen, wie in den eigenen Versuchen, damit ein zu hoher Wasserverlust und eine zu starke Verflüssigung des Eiklars eingeschränkt werden. Auch die Luftfeuchtigkeit ist wichtig für die Erhaltung der Schlupffähigkeit (MEIJERHOF, 1992, 1995). Bei langer Lagerungsdauer sollte sie zwischen 80 – 85 % liegen, um eine zu hohe Verdunstungsrate zu verhindern (MAYES und TAKEBALLI, 1984; KOPECNA, 1985). Wichtig ist weiterhin, dass die Eier während der Lagerung 3-mal täglich gewendet werden. Da die Eier bei der Lagerung abgekühlt werden, kann es nach der Einlage zur Brut zum Kondensieren von Wasser auf der Eischale kommen. Dies fördert die Vermehrung von Mikroorganismen auf der feuchten Eischale. Diese dringen ins Ei ein und kontaminieren den Embryo. Um dies zu verhindern, sind die Eier vor der Einlage in den Brutapparat etwa 3 Stunden bei Raumtemperatur vorgewärmt worden.

6.2. Zur Wirkung der Bruteilagerung mit und ohne periodische Erwärmung auf Gewichtsverlust der Bruteier und deren Qualität

Mit zunehmender Lagerdauer verringerte sich das Gewicht der Eier durch Verdunstung. Diese ist nach 4-wöchiger Lagerung bei periodischer Erwärmung höher ausgefallen mit 1,75% als bei Lagerung ohne Wärmebehandlung mit 1,36%. Nach einer Woche Lagerung lagen die

Verluste durch Verdunstung noch bei 0,41% und 0,18 %. ONBASILAR et al. (2007) beobachteten schon nach 11 Tagen Lagerung bei 17° C und 75 % rel. Luftfeuchtigkeit einen Gewichtsverlust bei Entenbruteiern von 1,58 %. Auch ALPAY und PETEK (2016) prüften den Effekt der Lagerung über 5, 10 und 15 Tagen bei einer Temperatur von 14-15°C ohne Wärmebehandlung auf den Gewichtsverlust von Eiern der Pekingenten. Dieser belief sich in dieser Reihenfolge auf 0,63 %, 1,10 % sowie 1,55 %.

Bei Hühnereiern fanden mehrere Autoren einen deutlich höheren Gewichtsverlust durch Verdunstung bei Lagerung über eine Woche hinaus (KHAN et al., 2013, 2014; DEMIREL und KIRIKÇI, 2009). EGBEYALE et al. (2013) stellten fest, dass die Bruteier von Hühnern bei Lagerung über 21 Tage bei einer Temperatur von 21°C und einer Luftfeuchtigkeit von 75% einen Gewichtsverlust je Ei um regelmäßig 0,77 g pro Woche hatten. Nach SILVERSIDES und BUDGELL (2004) verringerte eine 10-tägige Lagerung das Eigewicht bei Leghornhennen von 62,7 auf 61,01 g, d.h. um 2,7 % auf Grund der Wasserverdunstung durch die Eischale.

Auch ALSOBAYEL und ALBADRY (2010), ALSOBAYEL et al. (2013), SCHMIDT et al. (2009), FASENKO et al. (1992), REIJRINK et al. (2009) und TONA et al. (2004 a, b) beobachteten ähnliche Eigewichtsverluste während der Lagerung von Bruteiern des Huhnes. Auch bei Wachtel- und Fasaneneiern konnten ähnliche Verdunstungsverluste beobachtet werden (ROMAO et al., 2008, 2010; VASCONCELOS DE MORAES et al., 2008; SEKER et al., 2005, 2006; SITTMANN et al., 1971a, b; DEMIREL und KIRIKCI, 2009).

FASENKO et al. (1992) vermuten bei Hühnereiern einen Zusammenhang zwischen Gewichtsverlust der Eier mit zunehmender Dauer der Lagerung und der abnehmenden Schlupfrate. Während der Lagerung sollte der Wasserverlust minimiert werden. Hoher Wasserverlust und veränderter Sauerstoffaustausch bewirken erhöhte Embryonalsterblichkeit bei langer Lagerung (WALSH et al., 1995; BURTON und TULLETT, 1983; YOO et al., 1991).

Im Zusammenhang mit der Verdunstung und der Verringerung des Eigewichtes während der Lagerung kommt es zum Abbau des zähflüssigen Eiklars, so dass beim Aufschlagen des Eies die Höhe des Eiklars und des Dotters verringert wird.

Die Lagerungsdauer hatte einen deutlichen Einfluss auf Eiklarhöhe und Dotterindex als Kriterien für die Qualität des Eiklars (Abb. 10 und 11). Beide Merkmale verringerten sich signifikant bis zur 4. Lagerwoche. Besonders deutlich war die Differenz im Versuch E 2 zu Gunsten der periodischen Erwärmung ausgefallen.

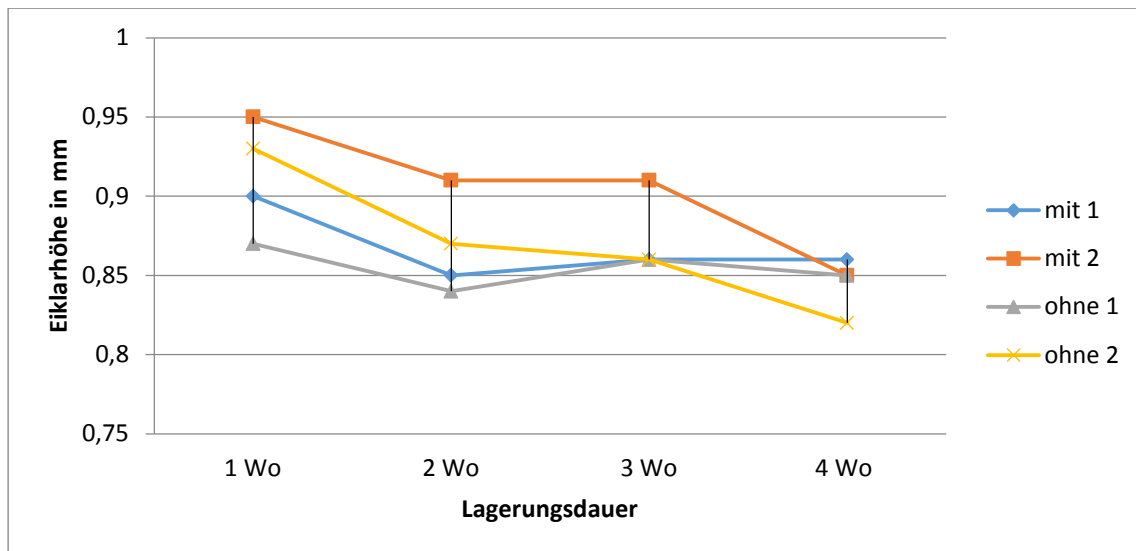


Abb. 10: Wirkung der unterschiedlichen Lagerungsdauer mit und ohne periodische Erwärmung auf die Eiklarhöhe, Vers. E 1 und E 2.

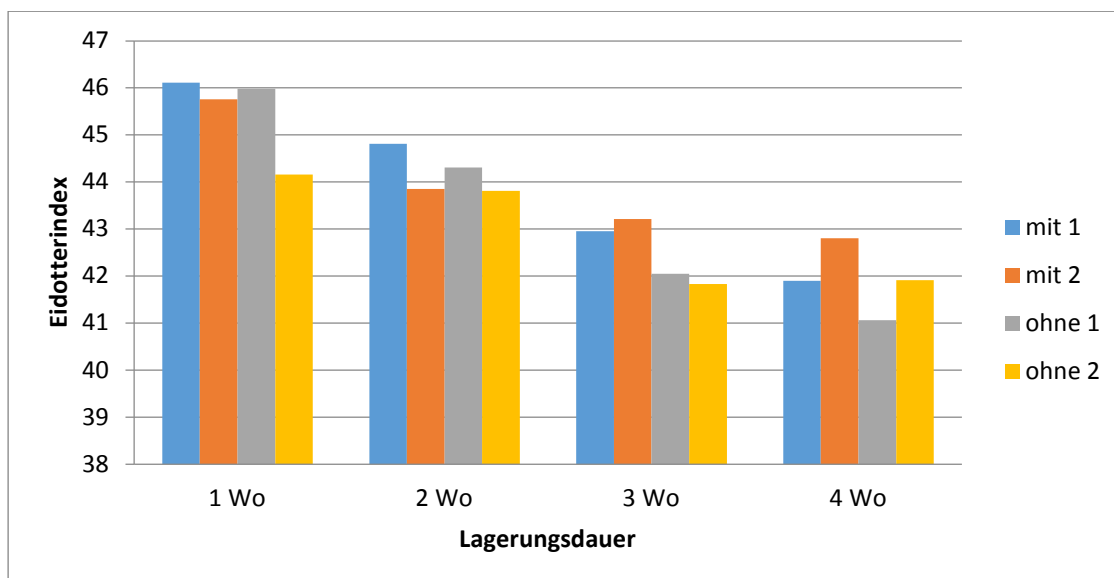


Abb. 11: Wirkung der unterschiedlichen Lagerungsdauer mit und ohne periodische Erwärmung auf den Dotterindex, Vers. E 1 und E 2.

Beim frischen Ei ist das Eiklar gallertig fest und der Dotter ist kugelig aus dem Eiklar herausgewölbt. Bei Lagerung verdunstet Wasser und durch die Abgabe von CO₂ steigt der pH-Wert im Eiklar (LAPÃO et al. 1999; GRASHORN, 2017).

Die längere Lagerung bewirkte mit und ohne Erwärmung eine signifikante Verringerung der Eiklarhöhe und des Dotterindex, wobei in beiden Behandlungsgruppen die Veränderung der Eiklarhöhe und des Dotterindex ähnlich verläuft. Bei periodischer Erwärmung blieben diese Merkmale jedoch signifikant höher als in der Gruppe ohne Erwärmung. Das deutet darauf hin,

dass durch die höhere Verdunstung das Eiklar zähflüssiger blieb und demzufolge eine höhere Wölbung aufwies. Die geringere Ausbreitung des Eiklarmantels bei periodischer Erwärmung verhinderte auch die Abflachung der Dotterkugel, so dass auch der Dotterindex größer blieb. Im Gegensatz zu den eigenen Befunden fand ONBASILAR et al. (2007) an Enteneiern einen deutlicheren Rückgang in den Eiklarmerkmalen bei 11-tägiger Lagerung. So fielen Eiklarindex und Haugh-Einheiten von 10,31 auf 6,63 bzw. von 82,1 auf 66,6. Der Grund liegt vermutlich in der hohen Lagertemperatur von 17° C.

Aus den Berichten über den Einfluss der Lagerung auf die Eiqualität von Hühnereiern geht hervor, dass diese schon nach kürzeren Lagerzeiten verändert werden. REIJRINK et al. (2010a, b) berichten, dass die Eiklarhöhe bei Hühnereiern nach zweiwöchiger Lagerung mit periodischer Erwärmung signifikant höher war als ohne periodische Erwärmung, was die eigenen Ergebnisse bestätigt.

Eine 10-tägige Lagerung veränderte nach SILVERSIDES und BUDGELL (2004) bei Leghornhennen die Eiklarhöhe von 0,85 auf 0,41 cm. Gleichzeitig stieg der pH-Wert des Eiklars von 7,8 auf 9,3. NADIA et al. (2011) untersuchten die Bruteier von Hühnern über eine Lagerdauer von 30 Tagen. Dabei wurde die Eiklarhöhe von 0,55 auf 0,33 cm gesenkt. EISAGHEER (2012) zeigte an Bruteiern von Hühnern, dass nach Lagerung über 15 Tage bei 16°C Temperatur und 70% Feuchtigkeit die Eiklarhöhe vom 1. Tag mit 0,813 cm bis zum 15. Tag auf 0,332 cm und der Eidotterindex vom 1. Tag mit 58,5 bis zum 15. Tag auf 44,1 signifikant reduziert wurden. Ähnliche Ergebnisse fanden EGBEYALE et al. (2013) bei Puteneiern und ÇAĞLAYAN et al. (2009) bei Rebhühnereiern. DEMIREL und KIRIKCI (2009) fanden bei Fasaneneiern nach 14-tägiger Lagerung einen signifikanten Rückgang des Eiklarindex von 2,40 auf 1,82 und der Haugh-Einheiten von 83,0 auf 76,5. Das Gewicht des Eiklars nahm ebenfalls ab wegen Wasserverlust, während das Gewicht des Dotters zunahm wegen Wasseraufnahme.

Bei Enteneiern dauert der Abbau des zähflüssigen Eiklars länger als bei Hühnereiern. Das hängt nach PIKUL (1995, 1998) mit dem verlangsamten Abbau der Muzinfasern des zähflüssigen Eiklars zusammen. Damit bleibt der Dotter länger in der zentralen Position. Auch die Aufweichung der Vitellinmembran verläuft bei Enteneiern wesentlich langsamer als beim Hühnerei. Die eigenen Ergebnisse bestätigen mit dem Rückgang der Eiklarhöhe und des Dotterindex um nur 5 – 10 % bis zur 4. Lagerwoche, dass der Abbau des zähflüssigen Eiklars in den Enteneiern bei längerer Lagerung wesentlich langsamer verläuft als bei Hühnereiern,

worauf auch und KÖSTERS (1993) hinwies. Offenbar ist die innere Qualität der Bruteier von Enten bei verlängerter Lagerdauer stabiler als von Hühnern.

Da die Lagerung mit periodischer Erwärmung gegenüber der Lagerung ohne Wärmebehandlung sowohl zu einer geringeren Abnahme der Eiklarhöhe und des Dotterindex führt, kann erwartet werden, dass periodische Erwärmung der Bruteier während der Lagerung über eine bessere Eiklarqualität auch zu einer länger anhaltenden hohen Schlupfrate führt.

6.3. Zur Wirkung der Bruteilagerung mit und ohne periodische Erwärmung auf Brutergebnisse

6.3.1. Befruchtungsrate.

Die Befruchtung beim Geflügel beruht auf der Durchdringung der Vitellinmembran der Eizelle durch ein Spermium als Vorbedingung für die Bildung einer Zygote und deren nachfolgender embryonaler Entwicklung. Die Tatsache, dass die Befruchtungsrate nach vierwöchiger Lagerung leicht absinkt, kann damit erklärt werden, dass nach langer Lagerung, insbesondere wenn keine periodische Erwärmung angewandt wird, vermehrt Embryonen sehr früh absterben, so dass sie als unbefruchtet (Klar-Eier) eingestuft werden. Diese Tendenz beobachteten auch VAGT (1987) bei Pekingenten und BOGENFÜRST (1989, 1995) bei Gänsen. SEKER et al. (2006) deuten ebenfalls darauf hin, dass eine Senkung der Befruchtungsrate auf frühes Absterben der Keime während der Eibildung im Eileiter des weiblichen Tieres und in den ersten Stunden nach der Eiablage zurückzuführen ist und dass die Befruchtung dieser Eier beim Schieren nicht festgestellt werden konnte.

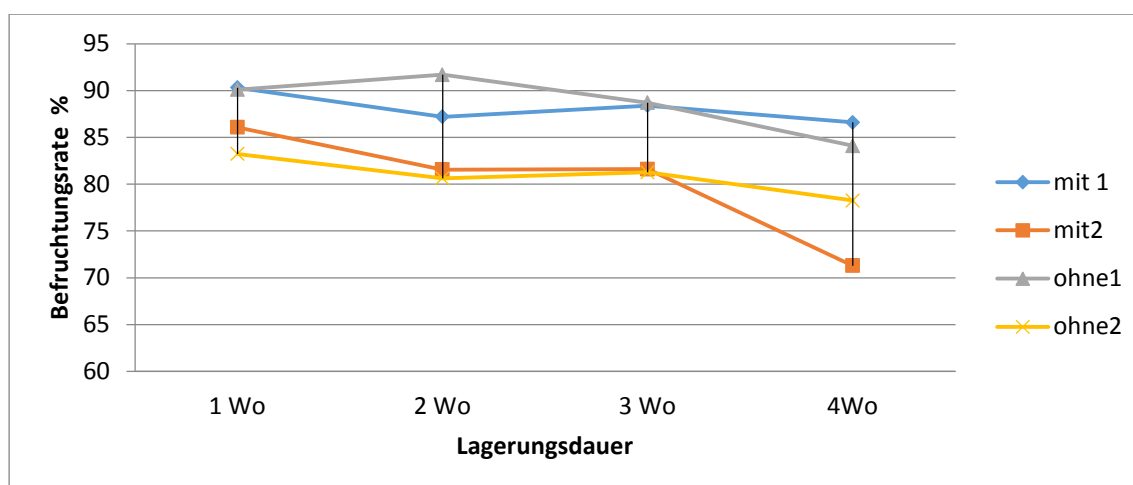


Abb. 12: Wirkung der unterschiedlichen Lagerungsdauer mit und ohne periodische Erwärmung auf die Befruchtungsrate, Vers. S 1 und S 2.

Nach KALTOFEN (1971) ist der Embryo ab 2. Bruttag beim Durchleuchten des Eies sichtbar. Die Keimscheibe hat zu diesem Zeitpunkt einen Durchmesser von 10-20 mm.

6.3.2. Schlupfrate

Für eine erfolgreiche Brut ist neben einer hohen Befruchtung vor allem die Schlupffähigkeit des sich während der Brut entwickelnden Kükens von Bedeutung. Der Begriff Schlupffähigkeit ist ausschließlich auf den Anteil geschlüpfter Küken aus den befruchteten Eiern zu verwenden. Er ist in dieser Arbeit mit der Schlupfrate identisch.

Unmittelbar nach der Befruchtung und Bildung der Zygote beginnt die Zellteilung. Während des Aufenthaltes im Legetrakt des weiblichen Tieres von etwa 24 Stunden entstehen 30.000 bis 40.000 Zellen (LANDAUER, 1967; NICHOLSON et al., 2013; SCHULTE-DRÜGGELTE, 2011, 2015). Nach der Eiablage kommt es zum Wachstumsstillstand, wenn die Temperatur unter den physiologischen Nullpunkt absinkt, der bei etwa 20° C liegt. (MAYES und TAKEBALL 1984). REIJRINK et al. (2008) weisen jedoch darauf hin, dass es auch bei niedrigerer Lagerungstemperatur noch morphologische Veränderungen in der Keimscheibe gibt und dass auch bei Lagertemperaturen unter dem Bereich des physiologischen Nullpunktes Stoffwechselprozesse bei Embryonen stattfinden. Um die embryonale Sterblichkeit zu senken, empfehlen sie eine Lagertemperatur von 10° C. In den eigenen Versuchen lag diese zwischen 10 und 12°C.

In der Brutpraxis besteht zu Recht die Auffassung, dass die Lagerung der Bruteier sich negativ auf die Schlupfrate auswirkt, wie auch in den eigenen Untersuchungen zu sehen ist (Abb. 13).

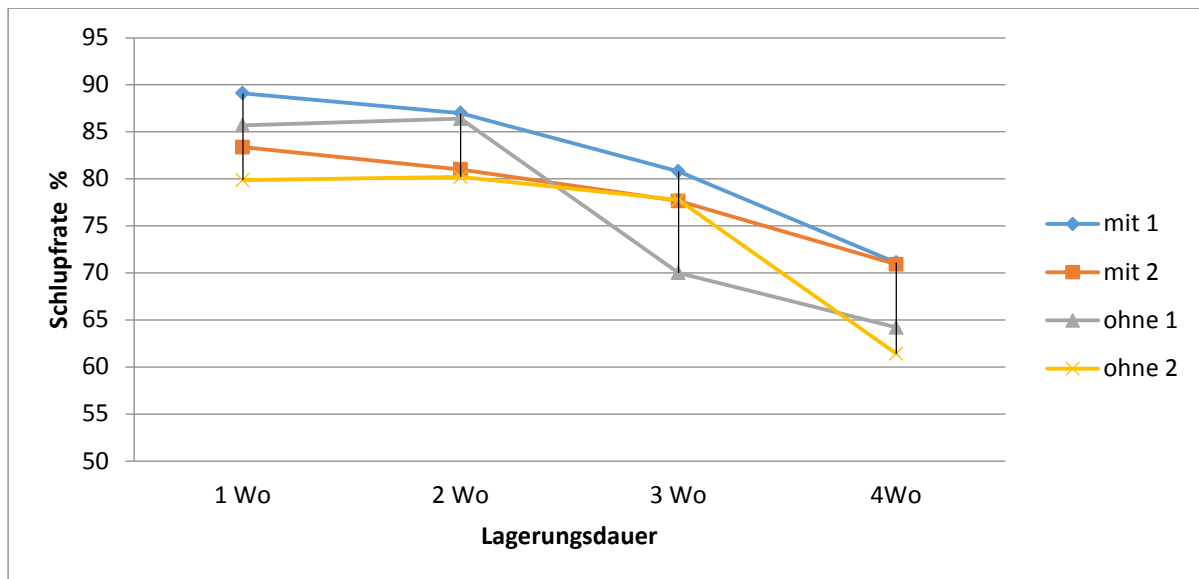


Abb. 13: Wirkung der unterschiedlichen Lagerungsdauer mit und ohne periodische Erwärmung auf die Schlupfrate, Vers. S 1 und S 2.

Ohne Wärmebehandlung lag die Schlupfrate nach 2-wöchiger Lagerung deutlich über 80% und nach 3-wöchiger Lagerung auch noch über 70%. Das stimmt mit den Untersuchungen von VAGT (1987) überein. Nach KÖSTERS (1993) kann man Entenbruteier bis zu 20 Tagen lagern, ohne Einbußen in der Schlupffähigkeit befürchten zu müssen. In Untersuchungen ohne Wärmebehandlung während der Lagerung von Enteneiern mussten ONBASILAR et al. (2007) schon eine deutliche Senkung der Schlupfrate auf 79 % nach 11 Tagen Lagerung hinnehmen gegenüber 93 % nach 7 Tagen Lagerung.

Besonders bei Hühnern war die Wirkung der Lagerung der Bruteier auf die Schlupffähigkeit Gegenstand vieler Untersuchungen (SCOTT, 1933, KOSIN, 1956; BECKER, 1959, 1963; LANDAUER, 1967; BUTLER, 1991; WILSON, 1991; MEIJERHOF, 1992; BRAKE et al., 1993, 1997). Generell wird für Bruteier des Huhns eine Lagerung bis zu einer Woche, oft auch nur bis zu drei oder vier Tagen, angestrebt, um maximale Schlupfraten zu erzielen. Viele Autoren haben festgestellt, dass eine Lagerung von Hühnereiern über 7 Tage hinaus zur Verringerung der Schlupfrate führt (FUNK et al., 1950; BOHREN et al., 1961; LANDAUER, 1967).

SITTMAN et al. (1971a) fanden bei Lagerung der Bruteier von Hühnern von 4 bis 23 Tagen bei einer Temperatur von 13,3° C und 78,6% Feuchtigkeit Schlupfraten von 76,9 % nach 8 Tagen, 72,4 % nach 13 Tagen, 59,7% nach 18 Tagen und 47,2% nach 23 Tagen. SEKER et al. (2005) lagerten japanische Wachteleier bei 9-12° C und 70-75% relativer

Luftfeuchtigkeit bis zu 15 Tagen und fanden folgende Schlupfraten der befruchteten Eier: 90,0 % für Eier bis zu 3 Tagen gelagert, 88,7% für Eier von 4 bis 6 Tage gelagert, 67,9 % für Eier von 7 bis 9 Tage lang gelagert, 72,0 % für Eier von 10 bis zu 12 Tage gelagert und 50,3 % für Eier von 13 bis zu 15 Tage gelagert. Sowohl bei Hühnern als auch bei Wachteln ist ein schnellerer Rückgang der Schlupfrate bei zunehmender Lagerungsdauer gegenüber Enteneiern in den eigenen Versuchen zu verzeichnen. Das kann mit der Eiklarkonsistenz bei Enteneiern zusammenhängen, denn bei Enteneiern bleibt die Viskosität während der Lagerung länger erhalten als bei Hühnereiern. Bei Pekingenten war zwischen der Lagerung über eine und zwei Wochen kein Absinken der Schlupfrate feststellbar. Auf diese Besonderheit bei Enteneiern wiesen auch PIKUL (1995, 1998) und KÖSTERS (1993) hin.

Im Gegensatz zu den eigenen Untersuchungen prüften mehrere Autoren die einmalige Wärmebehandlung der Bruteier vor Beginn der Lagerung. VAGT (1987) wandte bei Entenbruteiern eine einmalige Erwärmung von 12 Stunden an und hatte bis zur Lagerung von 3 Wochen eine Schlupfrate von über 80 %. Nach 4 Wochen Lagerung sank diese aber auf 55%. Von BECKER und BEARSE (1958), BOWLING und HORWARTH (1981), PROUDFOOT und HULAN (1982), FASENKO et al. (2001a) sowie REIJRINK et al. (2009) wurde eine einmalige Erwärmung von 4 – 6 Stunden auf die Bruttemperatur von 37,8° C vor Beginn der Lagerung bei Hühnereiern angewandt, um die negative Wirkung der über eine Woche hinausgehenden Lagerung auf die Schlupfrate zu reduzieren. Diese einmalige Erwärmung hatte jedoch sowohl positive als auch negative Effekte. So beobachteten REIJRINK et al. (2009) zwar eine Verbesserung der Schlupfrate bei einmaliger Erwärmung der Eier auf Bruttemperatur zu Beginn der Lagerung, aber die durch verlängerte Lagerung hervorgerufene Verringerung der Schlupfrate konnte nicht kompensiert werden. So betrug die Schlupfrate bei einmaliger Erwärmung über 6 Stunden vor Lagerungsbeginn und anschließender Lagerung bis zu 12 Tagen 73,9 % gegenüber 80,1 % bei 12-tägiger Lagerung ohne Vorwärmebehandlung. Wenn die Vorwärmedauer 4,5 Stunden betrug war die Schlupfrate bei 11-tägiger Lagerung mit 85,9 % höher gegenüber ohne Behandlung mit Vorwärme mit 80,6 %. SCHULTE-DRÜGGELE (2011, 2015) erzielten dagegen auch bei einmaliger Erwärmung vor Beginn der Lagerung über 6 Stunden eine Verbesserung der Schlupfrate bei Großeltern der Weißen Leghorn um 11,5 % nach 20-tägiger Lagerung, wenn vor Beginn der Lagerung eine Erwärmung über 6 Stunden erfolgte. Die Wirkung der einmaligen Erwärmung der Bruteier vor Beginn der Lagerung ist demzufolge widersprüchlich.

Sinnvoller als die nur einmalige Erwärmung vor Lagerungsbeginn erscheint die Anwendung einer periodischen Erwärmung auf Brutschranktemperatur während der Lagerung. Das wurde in den eigenen Untersuchungen angewendet, um die Verhältnisse bei der natürlichen Brut nachzuahmen.

Eine periodische Erwärmung verbessert nicht die Schlupfrate, sichert aber, dass sie nicht absinkt. Die Abb.13 verdeutlicht die Überlegenheit der periodischen Erwärmung während der vierwöchigen Lagerung, wenngleich auch hierbei ein Absinken der Schlupfrate nach vierwöchiger Lagerung auf etwa 70 % nicht verhindert werden konnte. Im Gegensatz dazu konnten PINGEL und VAGT (1989) nach vierwöchiger Lagerung mit periodischer Erwärmung noch eine Schlupfrate von 86 % erzielen. In ihren Untersuchungen wurden gute Schlupfraten erreicht, wenn die Bruteier am 2. Lagerungstag und danach im Abstand von 3 Tagen und in der 3. und 4. Lagerungswoche sogar im Abstand von 2 Tagen für 2 Stunden erwärmt wurden. Dabei wurden die Eier zunächst 3 Stunden in einem Raum von 25°C vorgewärmt und danach 3 Stunden auf 37,5°C erwärmt und schließlich eine Stunde auf 25°C abgekühlt. Unter den genannten Bedingungen betrug die Schlupfrate nach einer Woche Lagerung 87,1 %, nach zwei Wochen Lagerung 89,1 %, nach drei Wochen Lagerung 87,4 % und nach vier Wochen Lagerung immer noch 86,1 %. Ohne Wärmebehandlung war die Schlupfrate nach vier Wochen Lagerung schon auf 66,0 % abgesunken.

In neueren Untersuchungen hatten ZHANG et al. (2016) bei vierwöchiger Lagerung durchweg eine Schlupfrate von über 90 % erreicht. Diese guten Resultate können mit dem Leistungsniveau der Zuchttiere und mit der modernen Bruttechnik zusammenhängen.

JURK (1978) fand in Untersuchungen an Gänsen, dass eine einmalige wöchentliche Erwärmung der Bruteier bis zu 8 Stunden auf 37,5°C bis zur 3. Lagerwoche einen Rückgang der Schlupfrate um nur 8,5% ergab. Bis zur 4. Lagerwoche sank die Schlupfrate allerdings um weitere 25,0 %. Ohne diese Wärmebehandlung sank die Schlupfrate nach dreiwöchiger Lagerung schon auf 61,0 % und nach vierwöchiger Lagerung sogar auf 41,0 % gegenüber 75,0 % und 50,0 % bei Wärmebehandlung. Eine einmalige Erwärmung je Woche ist offensichtlich unzureichend. Günstiger sind häufigere und kurze Erwärmungen wie in den eigenen Untersuchungen zur Anwendung kamen. Das entspricht den natürlichen Bedingungen besser.

Auch BOGENFÜRST (1995) verglich bei Gänsebruteiern die Wirkung der Lagerdauer mit und ohne Wärmebehandlung. Die Schlupfrate betrug nach 3 Tagen Lagerung 83,5 %. Ohne

Wärmebehandlung sank die Schlupfrate nach 10, 17 und 24 Tagen Lagerung auf 79,7 %, 64,5 % und 20,7 %. Die Erwärmung der Eier auf 37,5° C über fünf Stunden alle fünf Tage führte zur deutlichen Verbesserung der Schlupfrate auf 85,7 %, 80,5 % und 61,3 % nach 10, 17 und 24 Tagen Lagerung. Diese Ergebnisse entsprechen in der Tendenz den eigenen Resultaten bei Pekingenten.

Auch bei Hühnern wurde die Wirkung einer periodischen Erwärmung von Bruteiern untersucht. So prüfte KOSIN (1956) die Wirkung einer täglichen Erwärmung von einer Stunde bei 37,4°C bei einer 14-tägigen Lagerung. Gegenüber den nicht erwärmten Bruteiern war die Schlupfrate nach Lagerung von 8 – 14 Tagen um 6 % höher (70 % zu 64 %).

MAYES und TAKEBALLI (1982) bestätigten die positive Wirkung der periodischen Wärmebehandlung von Bruteiern der Hühner bei verlängerter Lagerung. Diese bewirkte nach drei Wochen Lagerung eine Schlupfrate von 68,8 % gegenüber 62,6 % ohne Wärmebehandlung.

KIRK et al. (1980) berichteten, dass die Abnahme der Schlupfrate bei verlängerter Lagerung bei Eiern von älteren Hennen deutlicher war gegenüber jüngeren Hennen. In den eigenen Versuchen stammten die Bruteier immer von Zuchtieren im Alter von 42-48 Wochen, so dass ein Vergleich unterschiedlich alter Zuchtenten nicht möglich war.

BOHREN et al. (1961) konnten zeigen, dass die Schlupfrate schon bei kürzerer Lagerdauer als sieben Tage absank, insbesondere bei Hennen, die generell eine niedrigere Schlupfleistung aufwiesen.

Eine deutlich stärkere negative Wirkung der Lagerdauer auf die Schlupfleistung konnte bei den Pekingenten einer schweren Vaterlinie im Versuch S 2 beobachtet werden. Auch bei Hühnergeflügel besteht die Tendenz, dass leichte Genotypen der Legerichtung bei verlängerter Lagerung der Bruteier bessere Schlupfergebnisse realisieren als schwere Linien der Mastrichtung.

DYMOND et al. (2013) ermittelten an Bruteiern von Broilerelterntieren einen Rückgang der Schlupfrate von 92 auf 71 % nach dreiwöchiger Lagerung. Eine periodische Erwärmung von 4 Stunden im Abstand von 4-5 Tagen verbesserte die Schlupfrate bei dreiwöchiger Lagerung auf 84 % infolge der Reduzierung der embryonalen Sterblichkeit zu Beginn und am Ende der Brut. Einige kürzere Erwärmungen bis zu 4 Stunden wirkten günstiger als eine lange Erwärmung von 6 – 12 Stunden.

NICHOLSSON et al. (2013) behandelten die Bruteier von Broilerelterntieren mit kurzzeitigen Erwärmungen mit Bruttemperatur von 37,5° C über 4 Stunden im Abstand von 4-5 Tagen

(insgesamt 16 Stunden) bei Lagerung bis zu 21 Tagen. Die Kontrollgruppen wurden 4 Tage sowie 21 Tage ohne Wärmebehandlung gelagert. Außerdem wurden noch 2 Gruppen am 4. Lagerungstag 6 bzw. 12 Stunden einmalig erwärmt. Die Schlupfrate sank bei der Gruppe ohne Wärmebehandlung von 92 % auf 71 %. Bei periodischer Erwärmung sank die Schlupfrate nur auf 84 %, wobei sowohl die Früh- als auch die Spätsterberrate verringert waren. Die viermalige Erwärmung über 2 Stunden und die dreimalige Erwärmung über 3 Stunden bei einer Lagerdauer von 3 Wochen brachte die beste Schlupfrate. Somit kann die Verringerung der Schlupfrate bei verlängerter Lagerung gemildert werden, wenn die Eier während der Lagerung einer periodischen Erwärmung unterworfen werden.

6.3.3. Abgestorbene Embryonen und nicht lebensfähige Küken

Zur Differenzierung der Embryonalsterblichkeit nach Frühsterblichkeit bis zum 7. Bruttag, Sterblichkeit während des Schlüpfens (Steckenbleiber) und verzögerter Schlupf wegen verringerter Vitalität (nicht lebensfähig) liegen nur wenige Angaben aus der Literatur vor. PINGEL und JEROCH (1980) zitieren BRONKHORST (1933), der für Hühner mit hoher und niedriger Schlupfrate die typische Verteilung der Embryonalsterblichkeit in den ersten und letzten vier Bruttagen herausstellt.

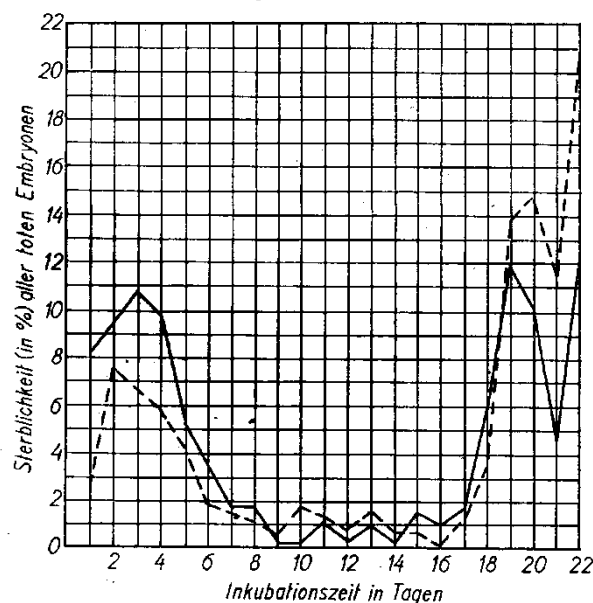


Abb.14: Verteilung der Embryonalsterblichkeit bei Hühnern mit hoher und niedriger Schlupffähigkeit (nach BRONKHORST, 1933)

Aus der nachfolgenden Betrachtung zu den untersuchten Enteneiern ist eine ähnliche Verteilung der Embryonalsterblichkeit auf die ersten und die letzten Bruttage beobachtet worden, insbesondere bei den 4 Wochen gelagerten Eiern.

- **Frühabsterberrate**

Die lange Lagerzeit erhöhte die frühembryonale Sterblichkeit, insbesondere wenn keine periodische Erwärmung erfolgte (Abb. 15).

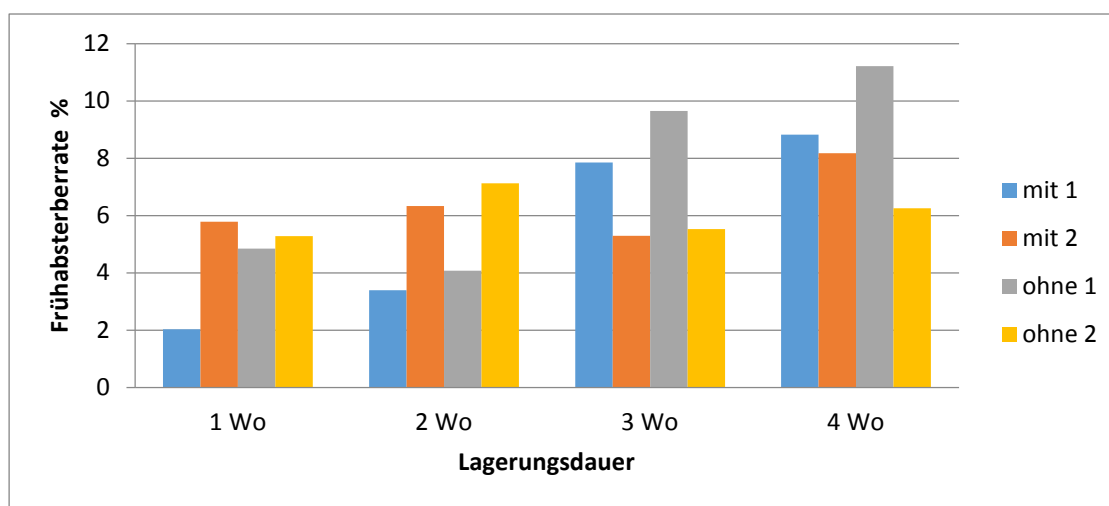


Abb. 15: Wirkung der unterschiedlichen Lagerungsdauer mit und ohne periodische Erwärmung auf die Frühabsterberrate, Vers. S 1 und S 2.

In den Untersuchungen von PINGEL und VAGT (1989) stieg die Frühabsterberrate in den Enteneiern ebenfalls deutlich mit zunehmender Lagerdauer, insbesondere bei den Eiern ohne Wärmebehandlung. Die Frühabsterberrate betrug bei diesen Autoren mit und ohne periodische Wärmebehandlung nach einer Lagerwoche 2,19 % gegenüber 4,79 %, nach zwei Lagerwochen, 4,50 % gegenüber 6,03 %, nach drei Wochen Lagerung 2,83 % gegenüber 6,03 % und nach vier Wochen Lagerung 4,98 % gegenüber 15,86 %. Die Frühabsterberrate nahm besonders bei den nicht wärmebehandelten Eiern nach 4-wöchiger Lagerung deutlich zu.

WALSH et al. (1995) zeigten auch bei Bruteiern von Hühnern, dass nach zweiwöchiger Lagerung der Anteil frühabgestorbener Embryonen signifikant zugenommen hatte. Zu denselben Ergebnissen kamen auch ELIBOL et al. (2002), ELIBOL und BRAKE (2008), OTHMAN et al. (2014), MAHMUD und PASHA (2008), REIJRINK et al. (2010 c) sowie SCHULTE-DRÜGGELTE (2011).

- **Steckenbleiberrate**

Eine Zunahme der Steckenbleiberrate bei verlängerter Lagerdauer kennzeichnet den negativen Effekt auf die Lebensfähigkeit der Embryonen. Diese nimmt mit zunehmender Verlängerung der Lagerdauer bis zu 4 Wochen ab, so dass die Steckenbleiberrate steigt, wie in Abb. 16 zu erkennen ist. Eine hohe Steckenbleiberrate zeigt, dass die Küken zu schwach sind, sich von der Eischale zu befreien, um ordnungsgemäß zu schlüpfen.

Auch bei periodischer Erwärmung steigt sie nach vierwöchiger Lagerung signifikant an.

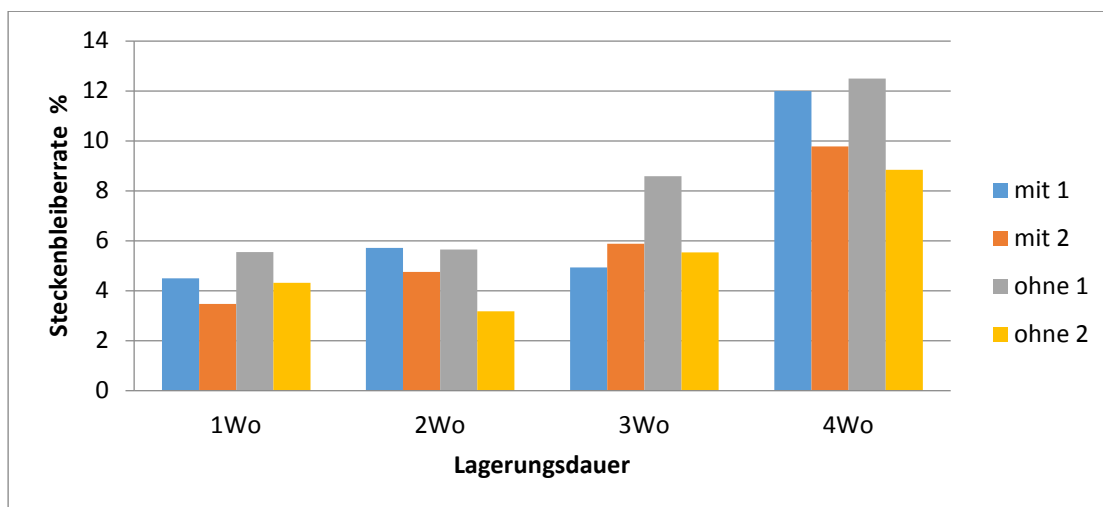


Abb.16: Wirkung der unterschiedlichen Lagerungsdauer mit und ohne periodische Erwärmung auf die Steckenbleiberrate, Vers. S 1 und S 2.

PINGEL und VAGT (1989) zeigten, dass die Bruteier von Pekingenten nach 4 Wochen Lagerung ohne periodische Erwärmung eine Steckenbleiberrate von 16,2 % aufwiesen gegenüber 6,6 % der wärmebehandelten Eier.

ONBAŞILAR et al. (2007, 2011) fanden ähnliche Ergebnisse bei Enten schon nach 11-tägiger Lagerung. KHAN et al. (2014) untersuchten Bruteier von Hühnern bei 9-tägiger Lagerung. Die Steckenbleiberrate stieg von 4,6 % bei nicht gelagerten Eiern auf 17,6% bei 9 Tage gelagerten Eiern. Auch MOREKI und DITSHUPO (2012) und MAHMUD et al. (2009, 2008) zeigten, dass die Steckenbleiberrate bei Hühnereiern nach Lagerung bis zu 14 Tagen signifikant zugenommen hatte.

- **Spätschlupfrate**

Bei längerer Lagerung der Eier kommt es nicht nur zur Reduzierung der Schlupfrate durch Absterben der Embryonen, sondern auch zur Verzögerung des Schlüpfens. In den eigenen Untersuchungen waren alle Küken, die nach dem 28. Bruttag geschlüpft waren, in diese Kategorie eingeordnet worden (Abb. 17). Spätgeschlüpfte Küken haben eine geringe Vitalität und werden deshalb zweckmäßigerweise von der Aufzucht ausgeschlossen, da sie eine geringere Widerstandskraft aufweisen. Sie sind anfälliger gegenüber Infektionskrankheiten und stellen deshalb eine Ansteckungsquelle für das Gros der geschlüpften Küken dar. Da in den eigenen Versuchen die Spätschlupfrate bei Lagerung mit periodischer Erwärmung signifikant verringert war, kann der Schluss gezogen werden, dass diese die Entwicklung der Embryonen gefördert hat, so dass diese einen Vorsprung in der Entwicklung gegenüber den Embryonen aus den nicht wärmebehandelten Eiern erreicht hatten.

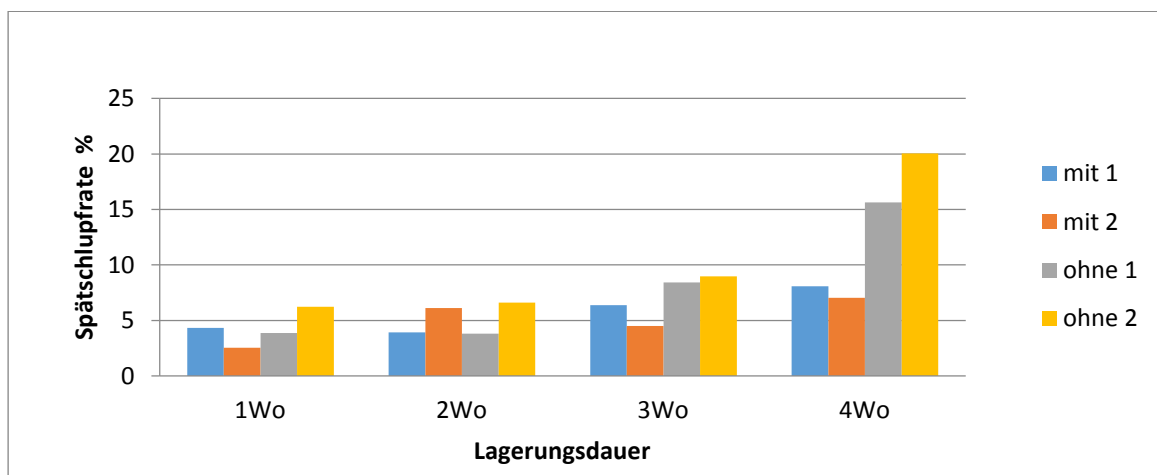


Abb. 17: Wirkung der unterschiedlichen Lagerungsdauer mit und ohne periodische Erwärmung auf die Spätschlupfrate, Vers. S 1 und S 2.

Eine verlängerte Bruteilagerung führt zu einem späteren Beginn des Schlüpfens, also zur Verlängerung der Brut, besonders in der Gruppe ohne periodische Erwärmung. Die Spätschlupfrate lag bei vierwöchiger Lagerung in den Gruppen ohne Wärmebehandlung bei 15,6 % und 20,0% gegenüber 8,1% und 7,0% in den Gruppen mit periodischer Erwärmung. Sie war demnach sehr stark erhöht. Damit wird bestätigt, dass die periodische Erwärmung der Bruteier während der Lagerung positiv auf die Embryonalentwicklung gewirkt hat. Die etwas günstigeren Verhältnisse im Versuch S 1 hängen damit zusammen, dass in diesem Versuch Bruteier der Mutterlinie verwendet wurden. Im Versuch S 2 handelte es sich um Bruteier

einer schwereren Vaterlinie mit generell verlangsamter Embryonalentwicklung. Es zeichnete sich aber auch hier deutlich ab, dass die Spätschlupfrate bei den periodisch erwärmten Enteneiern signifikant niedriger war als bei den unbehandelten Eiern. Die Wärmebehandlung der Eier während der Lagerung hat wahrscheinlich dem Absterben von Zellen entgegengewirkt, so dass die Keimscheiben eine bessere Ausgangssituation für die embryonale Entwicklung während der Brut hatten (NICHOLSON, 2013).

REIJRINK et al. (2009) weisen darauf hin, dass die Lagerung der Bruteier von Hühnern über 7 Tage hinaus zur Verzögerung des Schlüpfens und zur Verringerung der Schlupffähigkeit führt. Eine Wärmebehandlung der Bruteier bei verlängerter Lagerung wirkt dieser Tendenz entgegen. Ähnliche Beobachtungen machten auch BECKER et al. (1968) und KIRK et al. (1980) bei Hühnern bei wesentlich kürzerer Lagerdauer. Auch DYMOND et al. (2013) befassten sich mit dieser Problematik bei der Lagerung von Bruteiern des Huhnes.

Es ist notwendig, weitere Untersuchungen zur Wirkung der Wärmebehandlung während der Lagerung der Bruteier durchzuführen.

6.3.4. Ursachen für Verringerung der Schlupfrate

Die Ursachen für die Verringerung der Schlupfrate bei verlängerter Lagerung der Bruteier sind noch nicht vollständig geklärt (REIJRINK, 2009). In den eigenen Untersuchungen unter Praxisbedingungen konnten keine gezielten Analysen vorgenommen werden. Aus der Literatur kann aber abgeleitet werden, dass es während der Lagerung zu Veränderungen im Embryo kommt, die sich vor allem in der Zunahme an abgestorbenen Zellen äußern. Dies hat einen negativen Einfluss auf die Lebensfähigkeit der Embryonen und führt letztendlich zum Absterben derselben. Wenn bei verlängerter Lagerung der Bruteier die Schlupffähigkeit erhalten bleiben soll, muss das Absterben von embryonalen Zellen verhindert werden.

NICHELSON et al. (2013) führten mehrere Versuche durch und fanden, dass im Zeitraum der Eibildung von der Befruchtung der Eizelle im Trichter des Eileiters bis zur Eiablage von etwa 24 Stunden eine Entwicklung des Keims stattfindet und über 40.000 Zellen entstehen.

Mit zunehmender Lagerdauer kommt es zum Absterben von Zellen. Eier im Alter von 3-4 Tagen haben über 40.000 und mehr lebende Zellen, bei 17 Tage alten Eiern sind es nur noch etwa 12.000 lebende Zellen.

BAKST et al. (2012) untersuchten die Keimscheiben von Hühnereiern nach Lagerung bei 16° C über 3-4 Tage, 10-12 Tage und 17 Tage. Die Zellzahl belief sich auf 112.300, 59.200 und 33.200. Der Anteil an lebenden Zellen war aber mit zunehmender Lagerungsdauer deutlich zurückgegangen und lag bei 27,3 %, 17,4 % und 10,5 %.

BAKST und AKUFFO (1999) stellten bei Putenembryonen fest, dass an den ersten beiden Lagerungstagen nach der Eiablage die Anzahl an Keimscheibenzellen schon um 30 % zurückgegangen war.

REIJRINK et al. (2008) verwiesen auf den anhaltenden Stoffwechsel auch während einer Lagerung unter dem physiologischen Nullpunkt. Das beim Stoffwechsel generell gebildete Kohlendioxid und dessen Entweichen aus dem Ei ist verantwortlich für den Abbau des zähflüssigen Eiklars und führt zur Erhöhung des pH-Wertes im Eiklar. Innerhalb von vier Tagen steigt der pH-Wert des Eiklars in Hühnereiern von anfänglich pH 7,5 bis 7,9 auf über pH 9,0 an. Der pH-Wert des Eiklars und dessen Viskosität sind wichtige Faktoren für die Lebensfähigkeit der Embryonen. Die Differenz im pH-Wert des Dotters und des Eiklars ist wichtig für die Transportfunktion der Vitellin-Membran. Wenn die Embryonen lange einem hohen pH-Wert im Eiklar ausgesetzt sind, wirkt sich das nach WALSH et al. (1995) und AKTER et al. (2014) ungünstig auf die Entwicklung der Embryonen aus. Optimal für die Schlupffähigkeit ist ein pH-Wert von 8,2 – 8,8. Die Steigerung des pH-Wertes im Eiklar während der Lagerung führt zur Verringerung der Viskosität des Eiklars mit Senkung der Eiklarhöhe und der Haugh-Einheiten. Die Vitellinmembran wird weicher. Der pH-Wert des Eiklars beeinflusst am stärksten die Festigkeit der Vitellinmembran und den Dotterindex. Während der Lagerung sinkt der Dotterindex, weil die Vitellinmembran um den Dotter weicher wird und Wasser aus dem Eiklar eindringt. Die Degradierung der Eiklarviskosität führt dazu, dass die Keimscheibe (Blastoderm) an die Eischale wandert, mit den Schalenhäuten verklebt und abstirbt.

Somit ergibt sich, dass bei einer Steigerung des pH-Wertes des Eiklars über 9,0 der Nährstofftransport gestört wird. Es kommt zur Unterversorgung des Embryos. Wenn der hohe pH-Wert im Eiklar verantwortlich ist für den zunehmenden Zelltod, muss sein Ansteigen verhindert werden, um eine hohe Schlupfrate und gute Qualität der Küken zu sichern.

Die Gründe für die Erhaltung der Schlupffähigkeit durch Wärmebehandlung bei verlängerter Lagerung können vielfältig sein.

In der Natur wird das Absterben von Zellen kompensiert durch das häufige Erwärmen der im Gelege vorhandenen Eier bei jeder neuen Eiablage. Während dieser kurzen Zeit der Erwärmung entwickelt sich der Embryo etwas weiter durch neue Zellen, die die abgestorbenen Zellen ersetzen. In der Brutpraxis kann dieser Vorgang durch eine einmalige Erwärmung vor Beginn der Lagerung oder besser durch eine häufige kurzzeitige Erwärmung in Form der periodischen Erwärmung nachvollzogen werden. Es ist somit anzunehmen, dass auch eine Erwärmung der frisch gelegten Eier vor der Lagerung sowie eine periodische Erwärmung während der Lagerung zu einer beschleunigten Entwicklung des Embryos mit größerer Anzahl an Zellen führen. Dieser Entwicklungsvorsprung kompensiert den möglichen erhöhten Zelltod im Ei bei verlängerter Lagerung (FASENKO et al., 2001 a, b).

Der Entwicklungsstand des Embryos ist nach REIJRINK et al. (2010 a, b, c) bei der Eiablage häufig nicht optimal. Eine Wärmebehandlung während der Lagerung fördert eine Weiterentwicklung des Embryos. Dieser erreicht dadurch eine Entwicklungsstufe, die ihn weniger stressempfindlich macht und es sterben weniger Zellen ab. In der Natur werden bei jedem Legevorgang die bereits gelegten Eier erwärmt, was eine Weiterentwicklung des Keimes mit sich bringt.

Es besteht eine Beziehung zwischen der Schlupfrate und dem Stand der Embryoentwicklung zum Zeitpunkt der Eiablage. Deshalb ist die periodische Erwärmung bei verlängerter Lagerung so wichtig, um einen für die Brut optimalen Entwicklungsstand zu gewährleisten (FASENKO et al., 2001, 2007).

MEIR und AR (1998) geben an, dass die periodische Erwärmung mit kurzen Warmperioden von weniger als 6 Stunden und mit kurzen Abständen von einigen Tagen dazu führt, dass die Embryonen Zellen reparieren und damit dem Zelltod entgegenwirken.

Über die Messung des CO₂-Outputs stellten CHRISTENSEN et al. (2001) fest, dass zu Beginn der Brut der Stoffwechsel der Embryonen in den 15 Tage gelagerten Eiern niedriger ist als bei den Embryonen in den 4 Tage gelagerten Eiern.

CHRISTENSEN et al. (2002, 2003a, b) und REIJRINK et al. (2010 a) sehen in der verlängerten Bruteilagerung einen Stress für die Embryonen, der sich in erhöhtem nekrotischen Zelltod des Embryos manifestiert und zu einer Depression des embryonalen Stoffwechsels und damit zur Verzögerung der Embryonalentwicklung führt. Es kommt zu irreparablen Schäden des Embryos mit Todesfolge (FASENKO, 1997, 2007; HAMIDU et al., 2010).

BARNWELL et al. (2016) fanden, dass bei über 7 Tage hinaus gelagerten Hühnereiern eine hohe embryonale Mortalität am 2. und 3. Bruttag auftritt. Eine kurzzeitige Lagerung der Eier vor Brutbeginn hat einen günstigen Effekt auf die Lebenskraft der Embryonen (BECKER et al., 1968; CHRISTENSEN, 2001). Im frisch gelegten Ei hat das Eiklar eine hohe Viskosität, die aber den Transport von Nahrungsstoffen vom Eiklar zur Keimscheibe und den Gasaustausch zwischen Embryo und Umwelt hemmt (BRAKE et al., 1997). Nach BESSEI et al. (1993) hat ein hoher Anteil an zähem Eiklar bei frischen Eiern an den ersten Tagen nach dem Legen den Gasaustausch (Diffusion) verlangsamt und die Verfügbarkeit von Nährstoffen begrenzt. Dadurch kommt es zu höherer Embryonalsterblichkeit und schlechterer Schlupfrate bei der Brut frisch gelegter Eier. Ab dritten Tag nach der Eiablage, wenn die Viskosität des Eiklars reduziert ist, wird die höchste Schlupfrate erreicht. Sie sinkt erst wieder mit zunehmendem Alter der Eier, also nach 7 Tagen Lagerung bei Hühnereiern und nach 14 Tagen Lagerung bei Enteneiern. Der Unterschied zwischen Eiern von Hühnern und Enten ist somit deutlich.

Beim Huhn steigt die Schlupfrate von den ersten beiden Lagerungstagen leicht an, bleibt dann 7 Tage konstant und sinkt danach stetig ab, vor allem wegen des Früh Todes der Embryonen. Bei Enten setzt der Rückgang der Schlupfrate erst ab der 3. Lagerungswoche ein.

Von Bedeutung ist, dass nach NICHOLSSON et al. (2013) die periodische Erwärmung die Anzahl der lebenden Zellen für längere Zeit nahezu konstant hochhält. Die nachteilige Wirkung der verlängerten Lagerung hinsichtlich Zelltod wird damit abgemildert. Da die Lagerung mit periodischer Erwärmung gegenüber der Lagerung ohne Wärmebehandlung sowohl zu einer geringeren Abnahme der Eiklarhöhe und des Dotterindex als auch der Schlupfrate führt, kann geschlossen werden, dass eine bessere Eiklarqualität auch mit einer höheren Schlupfrate verbunden ist.

6.4. Zur Wirkung der Bruteilagerung mit und ohne periodische Erwärmung auf Wachstum und Schlachtkörperqualität

Die Untersuchungen zur Mast- und Schlachtleistung sollten zeigen, ob die unterschiedliche Lagerdauer der Bruteier bis zu vier Wochen in Verbindung mit und ohne Wärmebehandlung Auswirkungen auf Wachstum und Schlachtkörperzusammensetzung der geschlüpften Tiere hat. Das Wachstum nach dem Schlupf ist der entscheidende biologische Vorgang für die Fleischerzeugung und von Bedeutung für die Schlachtkörperqualität.

6.4.1. Zweiwochengewicht

Im Hinblick auf das Zweiwochengewicht konnte festgestellt werden, dass die periodische Erwärmung der Bruteier während der Lagerung sich in allen drei Versuchen günstig auswirkte. So betragen die Differenzen in den Lebendmassen zu Gunsten der periodischen Erwärmung in den drei Versuchen 21 g, 28 g und 11 g (Abb. 19). Dies kann darin begründet sein, dass während der Lagerung eine geringe Entwicklung der Embryonen durch die Erwärmung ausgelöst wurde, die nach dem Schlupf der Entenküken einen Vorteil in deren Vitalität brachte. Es kann vermutet werden, dass die Keimscheiben mehr lebende Zellen aufwiesen und damit bessere Voraussetzungen für Wachstum und Entwicklung hatten. Die Verluste waren minimal, weil in Verbindung mit der Spätschlupfrate lebensschwache Tiere ausgesondert worden waren.

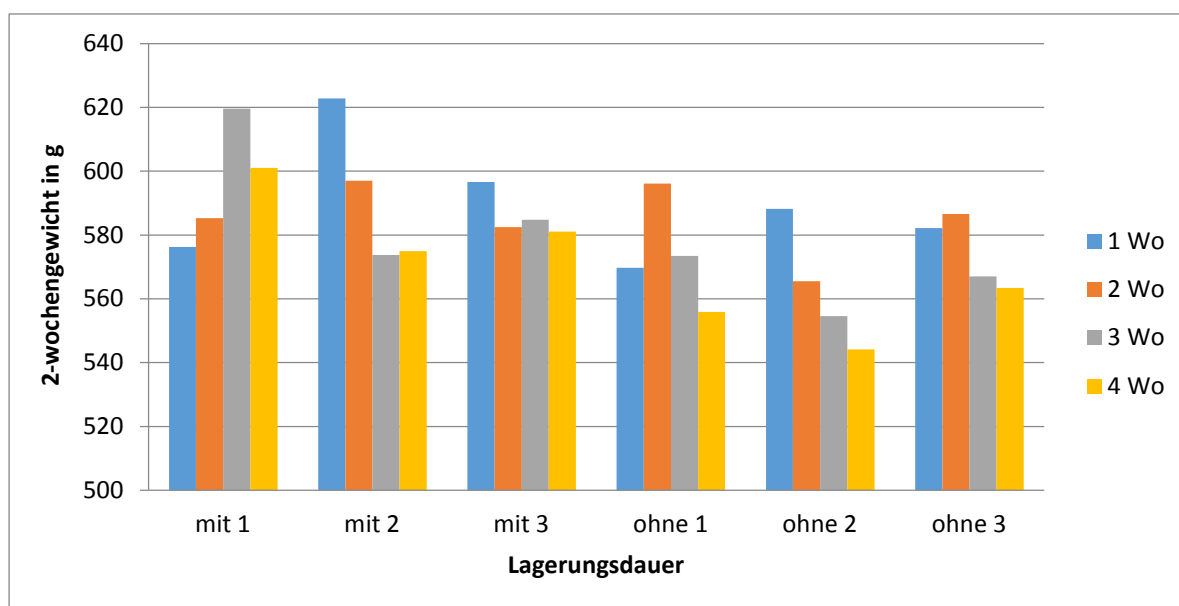


Abb.19: Einfluss der Lagerung mit und ohne periodische Erwärmung auf das Zweiwochengewicht der Entenküken, M 1 – 3.

Selbst bei vierwöchiger Lagerung war kein negativer Effekt erkennbar. Im Versuch M 1 war das Zweiwochengewicht bei vierwöchiger Lagerdauer sogar überlegen. In den Versuchen M 2 und M 3 war die Reduzierung des Zweiwochengewichtes von der 1. zur 4. Lagerungswoche nur gering.

REIJRINK et al. (2010a,b) sowie CHRISTENSEN et al. (2003 b) bemerkten ebenfalls keine Auswirkung der Lagerdauer bis zu 15 Tagen auf das Kükengewicht. Das Körpergewicht der Küken aus den wärmebehandelten und 3 Wochen gelagerten Bruteiern war auf demselben

Niveau wie das der Kontrollküken aus den nicht gelagerten Bruteiern. Auch BECKER (1959, 1963) sowie GÓMEZ-DE –TRAVECEDO et al. (2014) fanden bei Hühnerküken keine Verringerung der Körpergewichte bei Bruteilagerung bis zu zwei Wochen.

ONBASILAR et al. (2007) haben bei einer Lagerung der Bruteier von Enten bis zu 11 Tagen eine negative Wirkung auf das Gewicht nach der ersten Lebenswoche festgestellt. Es konnte eine signifikante Verringerung des Körpergewichts von 243 g auf 218 g im Alter von 7 Tagen nachgewiesen werden. Auch MC DANIEL (1960), DYMOND et al. (2013), ALSOBAYEL et al. (2013) stellten bei längerer Lagerung von Bruteiern der Hühner negative Auswirkungen auf das Wachstum der geschlüpften Küken fest. TONA et al. (2004 a) verglichen das Zweiwochengewicht von Hühnerküken, die aus Bruteiern nach Lagerung von 1 und 7 Tagen ohne periodische Erwärmung geschlüpft waren. Diese betragen 459,2 g und 433,4 g zu Ungunsten der gelagerten Eier. Analoge Ergebnisse erzielten auch KHAN et al. (2014) und BUTCHER et al. (2012). Nach 25 Lebenstagen waren die Gewichte der Küken jedoch ausgeglichen. Im Hinblick auf die Wirkung der verlängerten Bruteilagerung auf das nachfolgende Wachstum der Küken sind die Angaben in der Literatur widersprüchlich (REIJRINK et al., 2010a, b).

6.4.2. Sechswochengewicht

Bei den Untersuchungen zum Sechswochengewicht gab es in den Versuchen M 1 und M 3 keinen Effekt der Lagerdauer der Bruteier (Abb.20). Die signifikanten Effekte der Lagerdauer im Versuch M 2 waren nicht nachteilig für die längere Lagerdauer, denn das höchste Gewicht war in der Gruppe mit dreiwöchiger Lagerung und das niedrigste nach zweiwöchiger Lagerung zu verzeichnen.

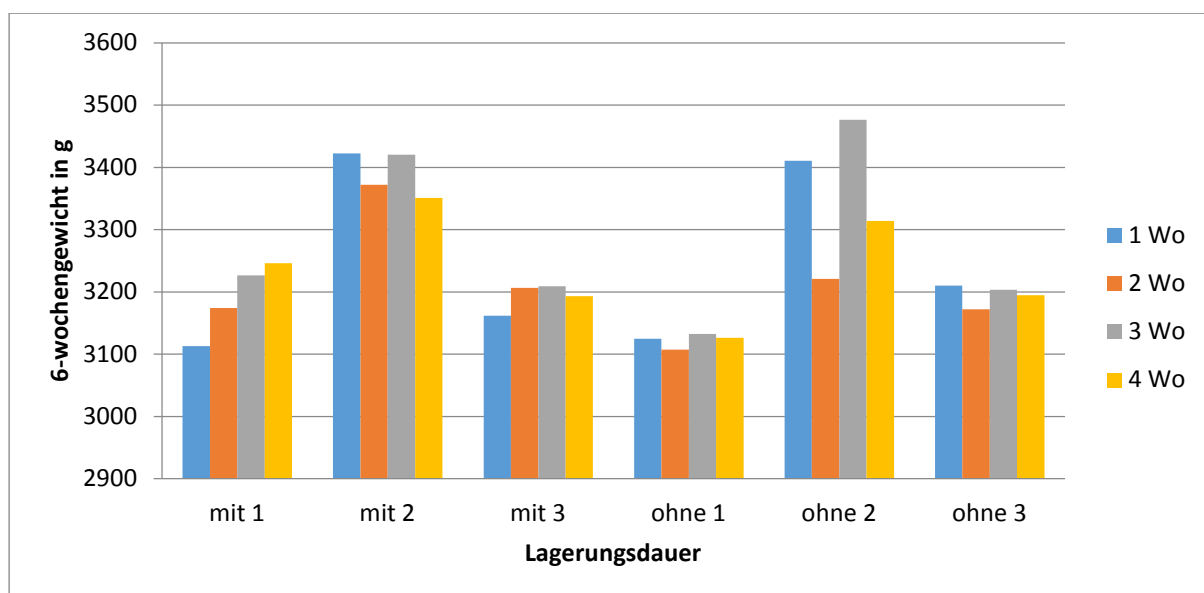


Abb.20: Einfluss der Lagerung mit und ohne periodische Erwärmung auf das Sechswochengewicht der Entenküken, M 1 – 3.

Die periodische Erwärmung der Bruteier hatte nur im Versuch 1 ein signifikant höheres Sechswochengewicht um 70 g gegenüber den nicht wärmebehandelten Eiern zur Folge. Generell kann gesagt werden, dass mit zunehmendem Alter sich eine mögliche Nachwirkung der unterschiedlichen Lagerungsdauer der Bruteier mit und ohne periodische Erwärmung auf das Wachstum der Enten verliert.

BECKER (1959, 1963) untersuchte nach 8 und 9 Wochen die Lebendgewichte von Küken, die aus Bruteiern nach 3 Wochen Lagerung mit periodische Erwärmung geschlüpft waren und stellten keinen Einfluss der Bruteilagerung fest. Umfangreiche Untersuchungen zur Wirkung der bis zu 3 Wochen verlängerten Lagerung von Eiern von Broilereltern mit periodischer Erwärmung von DYMOND et al. (2013) ergaben Vorteile im Wachstum in den ersten 4 Lebenswochen gegenüber den nach 4 Tagen Lagerung eingelegten Eiern. Die periodische Erwärmung brachte auch deutliche Vorteile gegenüber der einmaligen Erwärmung zu Beginn der Lagerung. Andere Autoren, wie MC DANIEL (1960), DYMOND et al. (2013), ALSOBAYEL et al (2013) sowie HAMIDU et al. (2011) konnten jedoch einen negativen Einfluss der verlängerten Lagerung von Bruteiern von Hühnern auf das Wachstum beobachten. Mit zunehmendem Alter, so zeigte es sich hier ebenfalls, werden jedoch Unterschiede im Wachstum unmittelbar nach dem Schlupf ausgeglichen.

6.4.3. Futtereffizienz

Im Hinblick auf die Futtereffizienz spielt eine optimale Versorgung des geschlüpften Kükens mit Nähr- und Wirkstoffen aus dem Dottersack eine Rolle. Da die Wärmebehandlung der Bruteier sich positiv auf die Entwicklung der Embryonen auswirkte, was in höherer Schlupfrate und niedrigerer embryonalen Sterblichkeit resultierte, konnte auch ein besseres Wachstum und eine höhere Futtereffizienz erwartet werden.

In allen drei Versuchen hat die periodische Erwärmung der Bruteier positiv nachgewirkt auf die Futtereffizienz (Abb. 21). Sie war im Versuch M 1 um 19 g, im Versuch M 2 um 12 g und im Versuch M 3 um 17 g verbessert und kann als gute Übereinstimmung mit der Wirkung auf das Zweiwochengewicht angesehen werden.

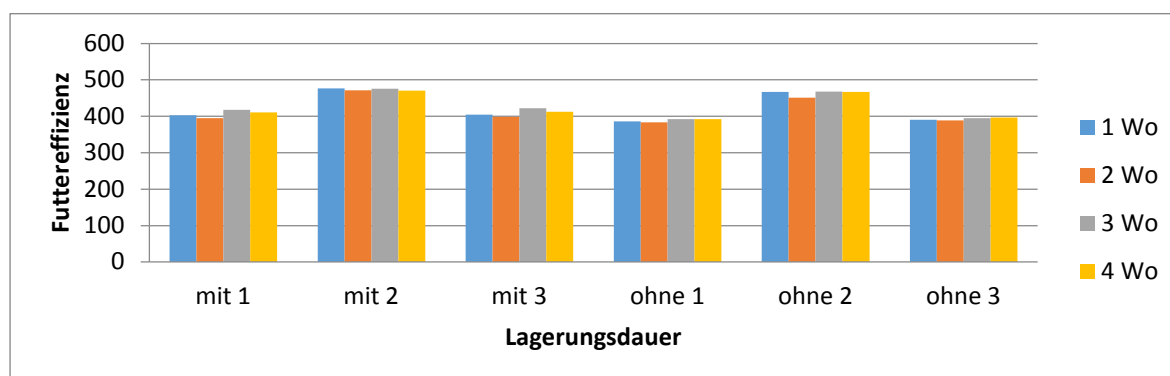


Abb.21: Einfluss der Lagerung mit und ohne periodische Erwärmung auf die Futtereffizienz der Entenküken, M 1 – 3.

Die verlängerte Lagerung bis 4 Wochen war dabei nicht nachteilig. Die Wärmebehandlung der Bruteier hat in allen Lagerzeiten sich positiv auf die Futtereffizienz ausgewirkt. Vergleichbare Arbeiten in der Literatur konnten nicht ermittelt werden. Literaturarbeiten beschränkten sich auf die Wirkung der Bruteilagerung auf das Körpergewicht.

6.4.4. Schlachtkörpergewicht in Relation zum Lebendgewicht

Der relative Schlachtkörperanteil zum Lebendgewicht war weder durch die Lagerungsdauer der Bruteier noch durch deren Wärmebehandlung beeinflusst. Es fällt jedoch auf, dass die schwere Herkunft im Versuch M 2 eine niedrigere Schlachtausbeute hatte (Abb. 22).

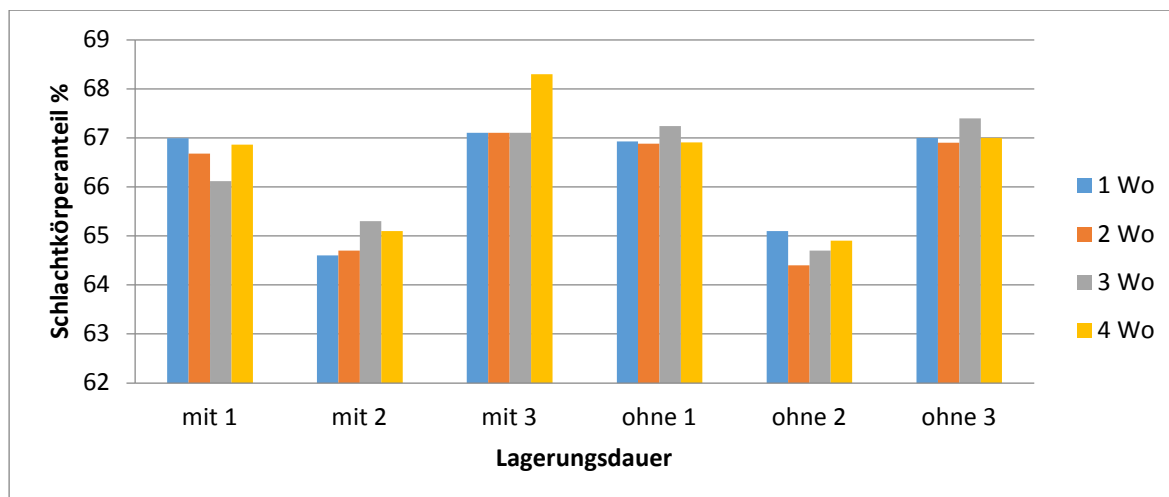


Abb.22: Einfluss der Lagerung mit und ohne periodische Erwärmung auf den Schlachtkörperanteil der Entenküken, M 1 – 3.

6.4.5. Brust- und Schenkelfleischanteil am Schlachtkörper.

Zum Brust- und Schenkelfleischanteil gab es im Zusammenhang mit der Bruteilagerung mit periodischer Erwärmung keine Literaturangaben. Beim Brustfleischanteil lagen keine gesicherten Unterschiede zwischen den Gruppen mit und ohne Erwärmung vor (Abb. 23).

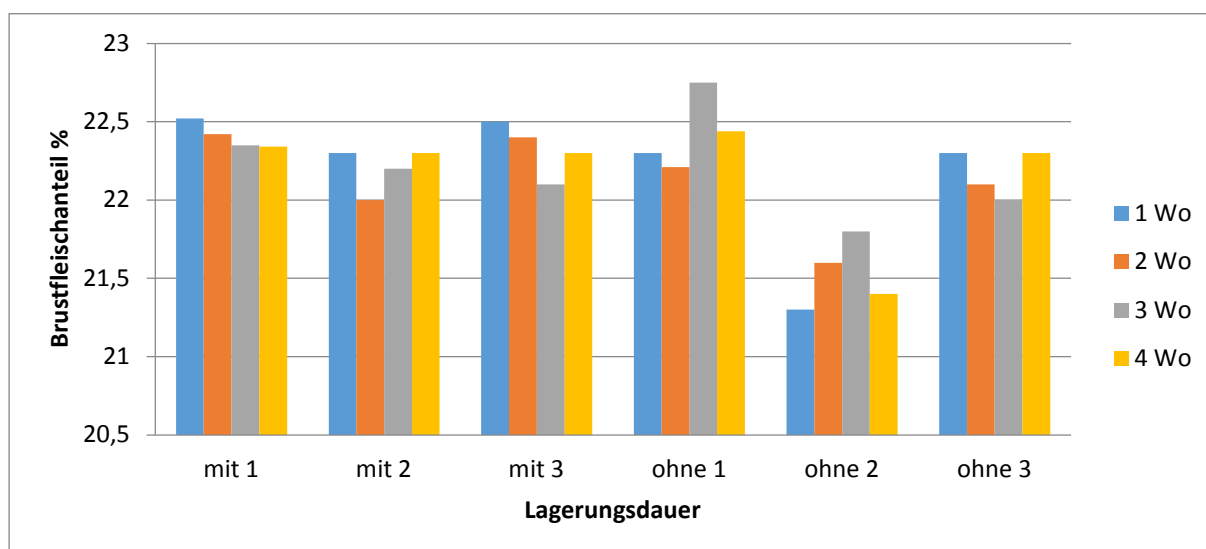


Abb.23: Einfluss der Lagerung mit und ohne periodische Erwärmung auf den Brustfleischanteil der Entenküken, M 1 – 3.

Bemerkenswert ist jedoch, dass im vorliegenden Versuch die periodische Erwärmung der Bruteier in allen drei Versuchen einen signifikant erhöhten Schenkelanteil im Schlachtkörper

zur Folge hatte (Abb. 24). Sie ist in allen Lagerwochen einheitlich um 0,5 % signifikant erhöht.

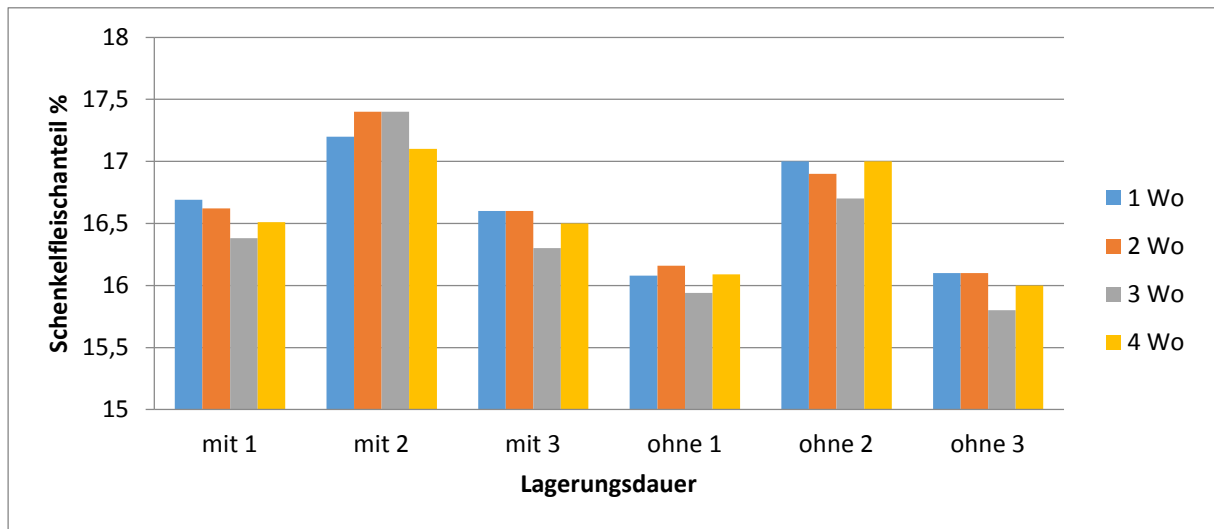


Abb.24: Einfluss der Lagerung mit und ohne periodische Erwärmung auf den Schenkelfleischanteil der Entenküken, M 1 – 3.

DYMOND et al. (2013) prüften auch die Körperzusammensetzung von Broilern im Alter von 4 Wochen. Der Fettanteil und die Knochendichte waren in der Gruppe mit periodischer Erwärmung am höchsten.

7. Schlussfolgerungen

Aus den vorliegenden Untersuchungen zum Einfluss differenzierter Vorbehandlungen von Bruteiern auf das Befruchtungs- und Schlupfergebnis sowie auf die Mast- und Schlachtleistung von Pekingente lassen sich folgende Schlussfolgerungen ableiten:

- Eine Verlängerung der Bruteilagerung bei hoher Schlupfrate ermöglicht eine Erhöhung der Anzahl gleichalter Küken je Schlupf. Das verlangt, um keine größeren Einbußen in der Schlupfrate und im Wachstum der geschlüpften Entenküken auftreten zu lassen, dass günstige Lagerbedingungen notwendig sind. Diese schließen eine Lagertemperatur von nicht mehr als 12° C, temporäre Erwärmungsphasen und eine relative Luftfeuchtigkeit von 80 bis 85% ein, um den Gewichtsverlust durch Verdunstung gering zu halten. Ferner müssen die Eier während der Brut gewendet und es muss die richtige Stellung der eingelegten Eier beachtet werden.
- Bruteier von Pekingenten können eine längere Zeit, bis zu vier Wochen gelagert werden, bevor sie zur eigentlichen Brut in die Brutapparate eingelegt werden. Eine derart lange Lagerzeit, d.h. von mehr als zwei Wochen hat jedoch grundsätzlich einen negativen Effekt auf Merkmale der Befruchtung, des Schlupferfolges, der embryonalen Entwicklung bzw. Überlebensfähigkeit und Vitalität der geschlüpften Küken.
- Generell verlaufen der Abbau des zähflüssigen Eiklars und damit die Verringerung der Eiklarkonsistenz bei Enteneiern langsamer als bei Hühnereiern. Das bewirkt der verlangsamte Abbau der Muszinfasern des zähflüssigen Eiklars. Damit bleibt der Dotter länger in der zentralen Position. Auch die Aufweichung der Vitelinmembran verläuft bei Enteneiern wesentlich langsamer als bei Hühnereiern, was eine Verlängerung der Lagerdauer ermöglicht. Eiklarhöhe und Dotterindex verringern sich bis zur vierten Lagerwoche nur um 5 bis 10%. Das erlaubt die Aussage, dass eine bessere Eiklarqualität auch mit einer höheren Schlupfrate verbunden ist.
- Der generell negative Effekt einer längeren Lagerung auf die genannten Merkmale kann mit einer Erwärmung der Bruteier während der Lagerung, besonders mit einer periodischen Erwärmung unter standardisierten Bedingungen vermindert werden. Das sollte in Nachahmung der Bedingungen bei der natürlichen Brut mit

Erwärmungsphasen von zwei bis drei Stunden geschehen. So kann eine Verlängerung der Lagerdauer bis zu drei Wochen, ohne nachhaltige Beeinträchtigung der Brutergebnisse ermöglicht werden.

- Eine Lagerung über drei Wochen hinaus bis zu vier Wochen, auch mit periodischer Erwärmung bewirkt einen signifikanten Abfall der Brutergebnisse. Dennoch liegt die Schlupfrate erwärmter Eier während dieser langen Lagerung deutlich über den Ergebnissen von den nicht wärmebehandelten Eiern. Die Verringerung der Schlupfrate bei verlängerter Lagerung kann somit gemildert werden, wenn die Eier während der Lagerung einer Erwärmung unterworfen werden. Eine periodische Erwärmung verbessert nicht die Schlupfrate, sichert aber, dass sie bei längerer Lagerung der Bruteier nicht zu stark absinkt.
- Eine nur einmalige Erwärmung der frisch gelegten Eier vor der Lagerung wirkt sich jedoch gegenüber der periodischen Erwärmung während der Lagerung weniger positiv auf die Schlupfrate aus. Die Überlegenheit der periodischen Erwärmung während der vierwöchigen Lagerung garantiert die Erhaltung der Schlupffähigkeit bei Lagerung über drei Wochen auf 80 - 90%, kann aber ein weiteres Absinken der Schlupfrate bei vierwöchiger Lagerung grundsätzlich nicht gänzlich verhindern. Im vorliegenden Versuch sank nach vier Wochen Lagerung die Schlupfrate mit Wärmebehandlung bis auf 71%, ohne Wärmebehandlung dagegen bis auf fast 60%.
- Bei den bis zu vier Wochen gelagerten Bruteiern kommt es zu einem späteren Beginn des Schlüpfens, also zur Verlängerung der Brut, insbesondere in der Gruppe ohne periodische Erwärmung, gekennzeichnet durch eine Spätschlupfrate von 15 bis 20 % gegenüber 7 bis 8 % bei periodischer Erwärmung. Damit wird bestätigt, dass die periodische Erwärmung der Bruteier während der Lagerung positiv auf die Embryonalentwicklung wirkte und zu einem Vorsprung gegenüber den Embryonen aus den nicht wärmebehandelten Eiern führt. Von Bedeutung ist, dass nach NICHOLSSON et al. (2013) die periodische Erwärmung die Anzahl der lebenden Zellen für längere Zeit stabilisiert und die nachteilige Wirkung der verlängerten Lagerung hinsichtlich zunehmenden Zelltod mindert. Während der kurzen Zeit der Erwärmung werden im Blastoderm neue Zellen gebildet, die die im Verlauf der Lagerung abgestorbenen Zellen ersetzen. Die Keime in den während der Lagerung

wärmebehandelten Bruteiern haben zum Beginn der Brut einen Entwicklungsvorsprung, der die höhere Schlupfrate erklärt.

- Das Wachstum, die Futtereffizienz und die Schlachtkörperzusammensetzung der geschlüpften Küken bis zum Alter von sechs Wochen wurden durch die periodische Erwärmung während der verlängerten Lagerung der Bruteier positiv beeinflusst. Das kann möglicherweise als Folge des fortgeschrittenen Entwicklungsstandes der Keime bei Beginn der Brut gesehen werden.
- Das Wachstum der Tiere nach dem Schlupf ist der entscheidende biologische Vorgang für die Fleischerzeugung. Selbst bei vierwöchiger Lagerung der Bruteier war kein negativer Effekt auf das spätere Wachstum der geschlüpften Enten erkennbar. Im Hinblick auf das Zweiwochengewicht konnte festgestellt werden, dass die periodische Erwärmung der Bruteier während der Lagerung sich generell günstig auswirkte. Die Zweiwochengewichte der Tiere nach Bruteierwärmung waren in den drei Versuchen um 21g, 28g und um 11g höher gegenüber den Tieren, bei denen keine periodische Erwärmung der Bruteier stattgefunden hatte. Dies kann darin begründet sein, dass während der Lagerung eine geringe Entwicklung der Embryonen durch die periodische Erwärmung ausgelöst wurde, die nach dem Schlupf der Entenküken einen Vorteil in deren Vitalität brachte.
- In allen drei Versuchen hat die periodische Erwärmung der Bruteier sich positiv auf die Futtereffizienz ausgewirkt. Die Dauer der Lagerung hatte dabei keinen Einfluss.
- Hinsichtlich des Schlachtkörper- und Brustfleischanteils waren keine Auswirkungen der Länge der Bruteilagerung und der Thermobehandlung messbar. Von Bedeutung ist jedoch, dass der Schenkelfleischanteil bei den Tieren, die von den periodisch erwärmten Eiern stammten, deutlich höher war.
- Mit zunehmendem Alter verliert sich eine mögliche Nachwirkung der unterschiedlichen Lagerungsdauer der Bruteier mit und ohne periodische Erwärmung auf das Wachstum der Enten.

- In weiteren Untersuchungen sollte geprüft werden, ob die Reaktion verschiedener Zuchtlinien der Pekingente auf verlängerte Bruteilagerung mit periodischer Erwärmung gleich ist und ob die positive Wirkung der periodischen Erwärmung während der Lagerung durch Kombination mit der einmaligen Wärmebehandlung vor Beginn der Lagerung verstärkt werden kann. Dabei sind Analysen zu Veränderungen und zum Wachstum der Embryonen durchzuführen.

8. Zusammenfassung

Die Entenproduktion hat in China eine große Bedeutung. Der jährliche Pro-Kopf-Verbrauch an Entenfleisch liegt über 3 kg und bei Enteneiern über 40 Stück. Dafür müssen über 4 Milliarden Bruteier erzeugt und daraus über 3 Milliarden Entenküken pro Jahr erbrütet werden.

Um den großen Farmen zu ermöglichen, die Produktionszyklogramme ordnungsgemäß einzuhalten und ihre Aufzucht-, Mast- oder Legeställe mit gleichaltrigen Tieren zu belegen, um aus hygienischen Gründen das „Alles Rein-Alles Raus“-Prinzip abzusichern, ist es häufig erforderlich, Bruteier über einen Zeitraum von drei bis vier Wochen zu sammeln und zu lagern. Im Hinblick auf die Zucht ist es ferner von Bedeutung, mit einem Schlupf möglichst viele gleichaltrige Nachkommen von den einzelnen Zuchttieren zu erhalten, diese unter einheitlichen Bedingungen einer Leistungsprüfung zu unterziehen und objektive Selektionsentscheide zu treffen. (So kann ihre Leistung genauer eingeschätzt und besser die Zuchtselektion verglichen werden.) Eine Verlängerung der Lagerung von Bruteiern ist prinzipiell aber nur dann sinnvoll, wenn keine negativen Auswirkungen auf Leistungen und Gesundheit der geschlüpften Tiere auftreten.

Mit diesen Untersuchungen soll die Möglichkeit der Langzeitlagerung bei periodischer Erwärmung von Bruteiern der Pekingente unter den Bedingungen eines Zuchtbetriebes im Norden Chinas geschaffen werden. Dieser Betrieb erzeugt jährlich über 30 Millionen Entenküken und hat eine eigene Stammzucht, in der eine rationelle Selektion der Stammnachkommen mit hohem Selektionsfortschritt angestrebt wird. Für eine erfolgsorientierte Selektion ist die Erzeugung einer großen Anzahl gleichaltriger Nachkommen je Zuchttier eine wichtige Voraussetzung.

Es sollte geprüft werden, ob Bruteier von Pekingenten über einen Zeitraum von bis zu vier Wochen gesammelt und gelagert werden können ohne empfindsame Beeinträchtigungen der Schlupfrate sowie der späteren Entwicklung der geschlüpften Tiere. Derartige Untersuchungen an Enteneiern hinsichtlich der Klärung möglicher exogener Einflussfaktoren während der Lagerung unter Praxisbedingungen sind bislang noch nicht erschöpfend durchgeführt worden.

Bei der verlängerten Lagerung der Eier vor der Einlage in den Brutapparat sind die Umweltverhältnisse für den Erhalt der Lebensfähigkeit der befruchteten Eier und der Schlupffähigkeit von großer Bedeutung. Insofern ergeben sich Fragestellungen, die speziell auf das Entenei bezogen für die Gestaltung der Umweltbedingungen im Rahmen der Vorbehandlungen der Bruteier in der Zeit der vorgeschalteten Lagerung vor dem Brutbeginn

zu beachten sind. In dieser Arbeit stand im Mittelpunkt, die Auswirkung einer Lagerung bis zu vier Wochen mit periodischer Erwärmung auf die Schlupfrate und die Entwicklung der Entenküken. Relevante Merkmale waren neben Schlupffähigkeit und Vitalität der geschlüpften Küken Merkmale der inneren Eiqualität und des Wachstums und der Schlachtkörperqualität.

Die Versuche wurden in den Jahren 2012 bis 2014 durchgeführt. Die verwendeten Eier stammten von kommerziellen Zuchtenten mit einem Alter von 40 bis 50 Wochen. In jedem Versuch standen 8 Gruppen zur Verfügung, die sich nach den Lagerzeiten 1, 2, 3 und 4 Wochen sowie nach Behandlung mit und ohne periodische Erwärmung unterschieden. Die periodische Erwärmung auf 37,8° C erfolgte am 3. Lagerungstag über 3 Stunden und am 8., 11., 14., 17., 19., 21., 23., 25. und 27. Lagerungstag über jeweils 2 Stunden. Die Eier wurden vom Lagerraum mit einer Temperatur von 10° bis 12° C kommend zunächst 2 bis 3 Stunden in einem Raum mit 20° bis 25°C vorgewärmt, danach im erwärmten Brutapparat 2 bis 3 Stunden auf 37,8° C erwärmt und anschließend zwei Stunden im Vorraum wieder abgekühlt und schließlich in den Lagerraum zurückgebracht.

Für die Untersuchungen zum Einfluss der Lagerung der Bruteier mit und ohne periodische Erwärmung bis zu vier Wochen auf den Gewichtsverlust während der Lagerung und der inneren Eiqualität standen im Versuch E 1 insgesamt 600 Eier und im Versuch E 2 insgesamt 320 Eier zur Verfügung. Im Versuch 1 wurden der Gewichtsverlust je Lagerungswoche und in beiden Versuchen die Eiklarhöhe sowie der Dotterindex als Kriterien für die Eiklarbeschaffenheit geprüft.

Zum Einfluss der Lagerung der Bruteier mit und ohne periodische Erwärmung bis zu vier Wochen auf Parameter der Brut wurden drei Versuche mit insgesamt 19.027 Eiern durchgeführt. Die Eier wurden 8 Gruppen (4 Versuchsgruppen, 4 Kontrollgruppen) zugeordnet. Im Versuch S 1 standen 5.236 Eier, im Versuch S 2 insgesamt 4.387 Eier und im Versuch S 3 schließlich 9.404 Eier zur Verfügung. Die Brut erfolgte in Vor- und Schlupfbrütern chinesischer Herkunft.

Die Anzahl befruchteter Eier und die früh abgestorbenen Embryonen wurden durch Schieren am 7. Bruttag ermittelt. Zum Zeitpunkt des Schlüpfens wurde die Anzahl der geschlüpften lebensfähigen, der abgestorbenen und beim Schlupfprozess steckengebliebenen sowie der spätgeschlüpften Küken ermittelt. Als spätgeschlüpft wurden Küken definiert, die erst nach 18.00 Uhr des 28. Bruttages geschlüpft waren.

In den Untersuchungen zur Auswirkung der verlängerten Bruteilagerung auf Mast- und Schlachtleistung wurden drei Versuche mit jeweils 8 Gruppen und insgesamt 1.949 Tieren durchgeführt.

Die wichtigsten Ergebnisse der vorliegenden Arbeit lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Bei Verlängerung der Lagerzeit bis zu 4 Wochen bei einer Temperatur von 10 – 12°C und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 80 – 85% kommt es zur Reduzierung des Eigewichts und der inneren Eiqualität, was nachfolgend auch die Schlupfrate und die Reaktion der geschlüpften Küken beeinflussen kann.
- Der Gewichtsverlust der Eier durch Verdunstung war bei periodischer Erwärmung stärker als bei Lagerung ohne Wärmebehandlung, und zwar nach einer Woche Lagerung 0,41% gegenüber 0,18%, jedoch nach 4 Wochen 1,75% gegenüber 1,36%.
- Die Lagerungsdauer beeinflusste auch die Qualität des Eiklars. Sowohl Eiklarhöhe als auch Dotterindex verringerten sich signifikant bis zur 4. Lagerwoche. Die Eiklarhöhe wurde bis zur 4. Lagerungswoche bei periodischer Erwärmung um 4,4% und 10,5% und ohne Wärmebehandlung um 2,7% und 11,8% reduziert. Der Dotterindex sank bei Wärmebehandlung um 9,1% und 6,5% und ohne Wärmebehandlung um 10,7% und 5,1%.
- Die innere Qualität der Bruteier von Enten ist bei verlängerter Lagerdauer stabiler als bei Hühnereiern, bei denen die Werte sich schon nach Angaben verschiedener Autoren nach zweiwöchiger Lagerung halbierten. Es kommt bei Enteneiern nicht so schnell zur Verflüssigung des Eiklars und der Dotter bleibt länger in der zentralen Position als bei Hühnereiern.
- Die Tatsache, dass die Befruchtungsrate nach vierwöchiger Lagerung leicht absinkt, kann damit erklärt werden, dass nach langer Lagerung, insbesondere wenn keine periodische Erwärmung angewandt wird, vermehrt Embryonen sehr früh absterben, so dass sie noch als Klareier bzw. als unbefruchtet eingestuft werden. Erst ab dem 2. Bruttag kann beim Schieren eindeutig erkannt werden, ob das Ei einen lebenden Keim enthält.
- Eine einmalige Erwärmung der frisch gelegten Eier vor der Lagerung wirkt sich gegenüber der periodischen Erwärmung während der Lagerung in Nachahmung der Verhältnisse bei der natürlichen Brut weniger positiv auf die Schlupfrate aus. Die Überlegenheit der periodischen Erwärmung während der vierwöchigen Lagerung garantiert die Erhaltung der Schlupffähigkeit bei Lagerung über drei Wochen auf 80 -

90%, konnte aber ein Absinken der Schlupfrate bei vierwöchiger Lagerung bis zu 71% nicht verhindern. Ohne Wärmebehandlung sank die Schlupfrate dagegen auf fast 60%.

- Die abnehmende Schlupfrate bei Lagerung bis zu vier Wochen wird vor allem durch frühes Absterben der Embryonen und durch Absterben kurz vor und während des Schlupfes (Steckenbleiber) verursacht. Hinzu kommt die in diesen Versuchen ermittelte Spätschlupfrate, bei der es sich um Küken handelte, die nach dem 28. Bruttag als nicht lebensfähig geschlüpft waren. Die Spätschlupfrate stieg bei den Eiern ohne Wärmebehandlung nach 4-wöchiger Lagerung auf 15-20% gegenüber der 1-wöchigen Lagerung mit 4 – 6%. Bei periodischer Erwärmung lag die Spätschlupfrate bei einwöchiger Lagerung zwischen 3 und 4 % und bei 4-wöchiger Lagerung zwischen 7 und 8%.
- Eine periodische Erwärmung der Bruteier während der Lagerung führt zu einer beschleunigten Entwicklung des Embryos mit größerer Anzahl an lebenden Zellen. Dieser Entwicklungsvorsprung kompensiert den erhöhten Zelltod bei verlängerter Lagerung, was zu einem gehäuften Absterben der Embryonen führt. Häufige und kurze Intervalle bei der periodischen Erwärmung sind günstiger als wenige längere.
- Mögliche Gründe für eine verringerte Schlupfrate nach verlängerter Lagerung der Bruteier sind laut Literatur die Verflüssigung des zähflüssigen Eiklars sowie der steigender pH-Wert auf Grund der Kohlendioxidabgabe, was sich negativ auf die Lebensfähigkeit der Embryonen auswirkt. Der Entwicklungsstand des Embryos, die Anzahl lebender Zellen und der pH-Wert beeinflussen die Lebensfähigkeit des Embryos während der Lagerung sowie zu Beginn der Brut und damit auch die Schlupfrate.
- Das Wachstum der Tiere nach dem Schlupf ist der entscheidende biologische Vorgang für die Fleischerzeugung. Selbst bei vierwöchiger Lagerung der Bruteier war kein negativer Effekt auf das spätere Wachstum der geschlüpften Enten erkennbar. Im Hinblick auf das Zweiwochengewicht konnte festgestellt werden, dass die periodische Erwärmung der Bruteier während der Lagerung sich in allen drei Versuchen günstig auswirkte. Die Zweiwochengewichte der Tiere nach Bruteierwärmung waren in den drei Versuchen um 21g, 28g und um 11g höher gegenüber den Tieren, bei denen keine periodische Erwärmung der Bruteier stattgefunden hatte. Dies kann darin begründet sein, dass während der Lagerung eine geringe Entwicklung der Embryonen durch die periodische Erwärmung ausgelöst wurde, die nach dem Schlupf der Entenküken einen Vorteil in deren Vitalität brachte.

- In allen drei Versuchen hat die periodische Erwärmung der Bruteier sich positiv auf die Futtereffizienz ausgewirkt. Die Dauer der Lagerung hatte dabei keinen Einfluss.
- Hinsichtlich des Schlachtkörper- und Brustfleischanteils waren keine Auswirkungen der Länge der Bruteilagerung und der Thermobehandlung messbar. Von Bedeutung ist jedoch, dass der Schenkelfleischanteil bei den Tieren, die von den periodisch erwärmten Eiern stammten, deutlich höher war.
- Generell kann geschlussfolgert werden, dass die periodische Erwärmung der Bruteier von Pekingenten während der Lagerung unter standardisierten Bedingungen zumindest eine Verlängerung der Lagerdauer bis zu drei Wochen zulässt, ohne dass die Brutergebnisse nachhaltig beeinträchtigt werden. Bei Lagerung bis zu vier Wochen ist die Schlupfrate auch mit periodischer Erwärmung signifikant abgefallen, liegt aber deutlich über der Schlupfrate der nicht wärmebehandelten Eier. Hinsichtlich Wachstum, Futtereffizienz und Schlachtkörperqualität sind eher Vorteile bei dem aus periodisch erwärmten Bruteiern geschlüpften Entern erkennbar.

9. Summary

With a per capita consumption of duck meat of over 3 kg and duck eggs of more than 40 pieces, the importance of duck production in China is clear. Every year more than 4 billion hatching eggs are produced and over 3 billion duck chicks per year are bred from them. The requirement for the large farms that the rearing, fattening or laying stables be treated with animals of the same age in order to secure the "all-in, all-out" principle due to hygienic reasons, makes it necessary to store breeding eggs for three to four weeks before depositing them into the incubator. Regarding the breeding it is also important to get as many offspring with the same age from the different breeding animals with one hatch. These undergo a performance test under the same conditions in order to make objective selection decisions. However, an extension of the storage of breeding eggs is only useful if there are no negative effects on the hatching rate and on the growth of the animals.

With these studies a possibility to examine the long-term storage during periodic warming of breeding eggs of the Peking duck under the field conditions in a breeding farm in the north of China, that has an annual production of more than 30 million ducklings, was done.

The trials were carried out in the years 2012 to 2014. The breeding eggs were from breeding ducks of a commercial breeding line with an age of 40 to 50 weeks. In each experiment, the brooding eggs were distributed into 8 groups, which differed after the storage periods 1, 2, 3 and 4 weeks, and the treatment with or without periodic heating. The periodic heating to 37.8°C took place on the third day for 3 hours and on the 8th, 11th, 14th, 17th, 19th, 21st, 23rd, 25th and 27th day for 2 hours. The eggs coming from the storage room with a temperature of 10 - 12°C were stored for 2 to 3 hours in a room at 20 to 25°C. Then they were heated in the incubator at 37.8°C for 2 to 3 hours and thereafter cooled again for two hours and brought back to the storage room.

For the trials the focus was on the influence of the storage on the brooding eggs, with or without periodic warming up to four weeks, and on the weight loss by evaporation and the inner egg quality. A total of 600 eggs were available in trial E 1 and 320 eggs for trial E2.

Regarding the influence of the storage on the brooding eggs with or without periodic warming over 1, 2, 3 and 4 weeks on hatching results, three trials with a total of 19.027 eggs were carried out. In trial S 1 5.236 eggs, in trial S 2 4.387 eggs and in trial S 3 9.404 eggs were available respectively. The incubation was done in pre-incubation and hatching incubators out of Chinese production.

The number of fertilized eggs and early dead embryos were determined by candling on the 7th day of incubation. At the time of hatching, the number of hatched viable, dead and delayed hatched chicks was determined. Delayed hatched ducklings were defined when the hatching did not take place until after 18.00 of the 28th day of incubation.

In the investigations on the effect of prolonged hatching or brooding egg storage on fattening and slaughtering performance, three trials with a total of 1.949 animals were performed. The main results can be summarized as follows:

- When the storage time is extended to 4 weeks at a temperature of 10 - 12°C with a relative humidity of 80 - 85%, the egg weight and the inner egg quality are reduced, which can have an effect on the hatching rate and the viability of the hatched chickens.
- The weight loss of the eggs by evaporation was higher in periodic heating than in storage without heat treatment after one week with 0.41% compared to 0.18%. But after 4 weeks the difference amounted to 1.75% and 1.36%, respectively.
- The storage time also affected the quality of the egg white. Both the egg white height and the yolk index were significantly reduced by storage duration up to four weeks. The egg white height was reduced by 4.4% and 10.5% with heat treatment and without heat treatment by 2.7% and 11.8% until the fourth week of storage. The yolk index decreased by 9.1% and 6.5% during heat treatment and by 10.7% and 5.1% without heat treatment.
- The inner quality of the brooding eggs of the ducks is more stable during prolonged storage periods than in chicken eggs, where the values were lowered by 50% after two weeks of storage, stated by different authors. Liquefaction of egg white (albumen) does not occur so fast in duck eggs and the yolk remains longer in the central position compared to chicken eggs.
- The fact that the rate of fertilization decreases slightly after 4 weeks of storage can be explained by the fact that, after long-term storage, in particular when no periodic heating is used, embryos die very early more often, so that they are classed as clear or

unfertilized. Only from the second day of incubation, it is possible by candling to clearly identify if the egg contains a living embryo.

- The decreased hatching rate during storage up to 4 weeks is mainly caused by early death of the embryos and by dying just before and during hatching. In addition to this, the delayed hatching rate is recorded, containing chicks which were considered non-viable after the 28th day of incubation. The delayed hatching rate for the eggs without heat treatment rose to 15-20% for the eggs stored for 4 weeks compared to the eggs stored for 1 week with only 4 - 6%. In the case of periodic heating, the delayed hatching rate was between 3 to 4% for 1 week storage and between 7 to 8% for 4 week storage.
- Periodic warming of the hatching eggs during storage leads to an accelerated development of the embryo with a larger number of living cells. This development compensates the increased cell death during prolonged storage. Frequent and shorter intervals in the periodic heating are more favorable than a few longer ones.
- Possible reasons for a reduced hatching rate after prolonged storage of the hatching eggs are, according to the literature, the liquefaction of the viscous egg white as well as the rising pH value due to the carbon dioxide release which has a negative effect on the viability of the embryos. The development of the embryo, the number of living cells and the pH value influence the viability of the embryo during storage and at the beginning of the incubation, and therefore also the hatching rate.
- The growth of animals after hatching is the decisive biological process for meat production. Even with 4 week storage of the hatching eggs, no negative effect on the later growth of the hatched ducks was apparent. With regard to the 2- week-body-weight, it was found that the periodic warming of the hatching eggs during storage was beneficial in all three trials. The body weight at the age of two weeks of ducklings, hatched from periodically warmed eggs, were higher in the three trials by 21g, 28g and by 11g compared to the animals, hatched from eggs without periodic warming. This may be due to the fact that during storage a small development of the

embryos was triggered by the periodic warming, which had a beneficial effect on the vitality after the hatching of the ducklings.

- In all three trials, periodic warming of the hatching eggs had a positive effect on the feeding efficiency. The duration of the storage had no effect.
- With regard to the carcass and breast meat percentage, no effects of the length of the storage duration and the thermal treatment of the eggs could be measured. However, it is important that the thigh meat percentage was higher in the ducks which came from the periodically heated eggs.

In terms of growth, feed efficiency and carcass quality, the advantages of ducks hatched from periodically heated hatching eggs was recognizable.

10. Literaturverzeichnis

- AKTER, Y., KASIM, A., OMAR, H., SAZILI, A. Q. (2014): Effect of storage time and temperature on the quality characteristics of chicken eggs. *J. Food, Agric. & Environm.* 12: 87-92 www.world-food.net
- ALPAY, F.; PETEK, M. (2016): Effects of hatching egg weight and length of storage period on hatching success in Pekin ducks. *J. Biol. Environ. Sci.* 10 (28): 29-34
- ALSOBAYEL, A.A. and ALBADRY, M.A. (2010): Effect of storage period and strain of layer on internal and external quality characteristics of eggs. marketed in Riyadh area. *J. Saudi Society of Agr. Sci.* 10: 41-45
- ALSOBAYEL, A.A., ALMARSHADE, M.A., ALBADRY, M.A. (2013): Effect of breed, age and storage period on egg weight, egg weight loss and chick weight of commercial broiler breeders raised in Saudi Arabia. *J. Saudi Society of Agr. Sci.* 12: 53-57
- BAKST, M. R. and GUPTA, S. K. (1997): Preincubation storage of turkey eggs: impact on rate of early embryonic development. *Brit. Poultry. Sci.* 38: 374-377
- BAKST, M. R., AKUFFO, V. (1999): Impact of egg storage on embryonic development. *Avian Poultry Biol. Rev.* 13: 125-131
- BAKST, M. R.; AKUFFO, V.; NICHOLSON, D.; FRENCH, N. (2012): Comparison of blastoderm traits from 2 lines of broilers before and after egg storage and incubation. *Poultry Sci.* 91: 2645-2648.
- BARNWELL, R., DECUYPERE, E., VERHEIST, R. (2016): Restoring the hatchability of stored eggs. *World Poultry* 32, (3): 1-7
- BECKER, W.A., BEARSE, G.E. (1958): Pre-Incubation warming and hatchability of chicken eggs. *Poultry Sci.* 37: 944-948
- BECKER, W.A. (1959): The storage of hatching eggs and the post-hatching body weights of chickens. *Poultry Sci.* 38: 587-590
- BECKER, W.A. (1963): Length of pre-incubation storage of turkey eggs and its effects on body weight. *Poultry Sci.* 42: 1356-1359
- BECKER, W. A., SPENCER, J. V., SWARTWOOD, J. L. (1968): Carbon dioxide during storage of chicken and turkey eggs. *Poultry Sci.* 47: 251-258.
- BESSEL, W., TRZISZKA, T., KUTRITZ, BARBARA, CLOSTERMANN, GABRIELE (1993): Qualitäts-, speziell Lysozym-Veränderungen im Ei aufgrund von Lagerdauer und Fütterungseinflüssen durch Leistungsförderer. Changes in egg quality and lysozyme activity in response to storage time and feeding of growth promoters. *Arch. Geflügelkunde* 57(4): 166-170
- BERGOUG, H.; BUREL, C.; GUINEBRETIERE, M.; TONG, Q.; et al. ROULSTON, N.; ROMANINI, C.E.B.; EXADAKTYLOS, V.; MCGONNELL, I.M.; DEMMERS, T.G.M.; VERHELST, R.; BAHR, C.; BERCKMAANS, D.; EFERRADOSSI, N.

- (2013): Effect of pre-incubation and incubation conditions on hatchability, hatch time and hatch window, and effect of post-hatch handling on chick quality at placement. *World's Poultry Sci. J.*, 69: 313-334
- BOGENFÜRST, F. (1987): Verbesserung der Brutfähigkeit von Gänseeiern durch Erwärmen vor der Brut. 31. Geflügelvortragstagung Univ. Leipzig, 243-247
- BOGENFÜRST, F. (1995): The current state and future of incubation in waterfowl. 10th Europ. Symp. on waterfowl, Halle, Germany: 241-248
- BOHREN, B.B., CRITTENDEN, L.B., KING, R.T. (1961): Hatching time and hatchability in the fowl. *Poultry Sci.* 40: 620-633
- BOWLING, J. A. and HOWARTH, B. (1981): The effects of exposing broiler breeder eggs to high temperatures before storage on hatchability and subsequent performance of chicks. *Poultry Sci.* 60: 2333-2336
- BRAKE, J., WALSH, T. J., VICK, S. V. (1993): Relationship of egg storage time, storage conditions, flock age, eggshell and albumen characteristics, incubation conditions, and machine capacity to broiler hatchability – Review and model synthesis. *Zootech. Int.* 16: 30-41
- BRAKE, J., WALSH, T. J., BENTON, JR, C. E., PETITTE, J. N., MEIJERHOF, R., PEÑALVA, G. (1997): Egg handling and storage. *Poultry Sci.* 76:144-151
- BRONKHORST, J.J.A. (1933): A physical, chemical and physiological study of high and low hatching lines of single comb White Leghorns. Ph.D Thesis, Cornell University. Zitiert bei: PINGEL, H., JEROCH, H. (1980): *Biologische Grundlagen der Geflügelproduktion*. Gustav Fischer Verlag Jena
- BURTOM, F. G. and TULLET, S.G.A. (1983): Comparison of the effect of eggshell porosity on the respiration and growth of domestic fowl, duck and turkey embryos. *Comparative Biochemistry and Physiology* 75(a): 167-174
- BUTCHER, G. D., DVM, PH. D., AMIR, H., NILIPOUR., PH. D. (2012): Management of hatching eggs and broiler performance. <http://edis.ifas.ufl.edu>.
- BUTLER, D. E. (1991): egg handling and storage at the farm and hatchery, in: TULLETT, S. G. (Gd) *Avian Incubation*, pp. 195-204 (Boston, Butterworth-Heinemann)
- ÇAĞLAYAN, T.; ALAŞAHAN, S.; KIRIKÇI, K.; GÜNLÜ, A. (2009): Effect of different egg storage periods on some egg quality characteristics and hatchability of partridges (*Alectoris graeca*). *Poultry Sci.* 88.S.1330-1333
- CHANG, HONG. (2009): China Poultry History. In chinesisches. S. 255-260. Verlag
- CHRISTENSEN, V. L. (2001): Factors associated with early embryonic mortality. *World Poultry Sci. J.* 57: 359-369
- CHRISTENSEN, V.L., WINELAND, M.J., FASENKO, G.M., DONALDSON, W.E. (2002): Egg storage alters weight of supply and demand organs of broiler chicken embryos.

Poultry Sci. 81: 1738-1743

CHRISTENSEN, V.L., GRIMES, J.L., WINELAND, M.J., DAVIS, G.S. (2003a): Accelerating embryonic growth during incubation following prolonged egg storage 1. Embryonic livability. Poultry Sci. 82: 1863-1868

CHRISTENSEN, V.L., GRIMES, J.L., WINELAND, M.J., DAVIS, G.S. (2003b): Accelerating embryonic growth during incubation following prolonged egg storage 2. Embryonic growth and metabolism. Poultry Sci. 82: 1869-1878

DEMIREL, S., KIRIKCI, K. (2009): Effect of different egg storage times on some egg quality characteristics and hatchability of pheasants (*Phasianus colchicus*). Poultry Sci. 88: 440-444

DYMOND, J., VINYARD, B., NICHOLSON, A.D., FRENCH, N.A., BAKST, M.R. (2013): Short periods of incubation during egg storage increase hatchability and chick quality in long-stored broiler eggs. Poultry Sci. 92:1977-1987

EGBEYALE, L. T., BOSHA, M. K., SOGUNLE, O. M., ADELEYE, O. O. (2013): Effect of pre-incubation storage periods on weight loss, embryonic development, and hatchability of pullet eggs. Pacific J. of Sci. and Techn.14 (2): 416-424

ELIBOL, O., PEAK, S. D., BRAKE, J. (2002): Effect of flock age, length of egg storage frequency of turning during storage on hatchability of broiler hatching eggs. Poultry Sci. 86: 945-950

ELIBOL, O. and BRAKE, J. (2008): Effect of egg position during three and fourteen days of storage and turning frequency during subsequent incubation on hatchability of broiler hatching eggs. Poultry Sci. 87: 1237-1242

EL-SAGHEER, M. (2012): Influence of preincubation egg storage duration on egg quality, hatchability, embryonic mortality and viability of Dandarawi chicks. Egyptian J. Anim. Prod. 49(2): 173-180

FAOSTAT. 2014. <http://faostat.fao.org/> site.

FASENKO, G. M., ROBINSON, F.E., HARDIN, R.T., WILSON, J.L. (1992): Variability in preincubation embryonic development in domestic fowl. 2. Effects of duration of egg storage period. Poultry Sci. 71: 2129-2132

FASENKO, G.M. (1997): Turkey Egg Storage: Effects on Embryo and Poult Viability. The effects on egg weight loss and hatchability. Poult. Res. Centre. News, 6: 1

FASENKO, G. M.; CHRISTENSEN, V. L.; WINELAND, M. J.; PETITE, J.N. (2001a): Examining the effects of pre-storage incubation of turkey breeder eggs on embryonic development and hatchability of eggs stored for four to fourteen days. Poultry Sci. 80: 132-138

FASENKO, G.M., ROBINSON, F.E., WHELAN, A.I., KREMENIUK, K.M., WALKER, J.A. (2001b): Pre-storage incubation of long-term stored broiler breeder eggs: 1. Effects on hatchability. Poultry Sci. 80: 1406-1411

- FASENKO, G.M. (2007): Egg storage and the embryo. *Poultry Sci.* 86: 1020-1024
- FUAN LIU, (1978): The parched rich incubation technique for hatching duck eggs. In: *Duck production science and world practice*. Farrell, D.J. and Stapleton, P. (Ed)., Univ. of New England: 178-182
- FUNK, E.M., BIELLIR, H., KEMPSTER, H. L. (1950): Effect of holding temperature on hatchability of eggs. *Missouri Agricultural Experiment Station Bulletin* 539.
- GÒMEZ-DE-TRAVECEDO, P., CARAVACA, F.P., GONZÀLEZ-REDONDO, P (2014): Effects of storage temperature and length of the storage period on hatchability and performance of red-legged partridge (*Alectoris rufa*) eggs. *Poultry Sci.* 93: 747-754
- GRASHORN, M. A. (2017): Faustzahlen zur Eiqualität. *Geflügeljahrbuch* . Ulmer Verlag Stuttgart: 274-289
- HAMIDU, J.A., ZEDDIN, Z., LI, M., FASENKO, G.M., GUAN, L.L., BARREDA, D.R. (2011): Broiler egg storage induces cell death and influences embryo quality. *Poultry Sci.* 90: 1749-1757
- HOU, SH. SH. (2016): Duck Production in China. Proc. 25th World's Poultry Science Congress, Beijing, L-44: 209-212
- HUANG, J. F., PINGEL, H., GUY, G., LUKASZEWICZ, E., BAEZA, E., WANG, C. D. (2012): Centenary progress of waterfowl production, and a history of the WPSA waterfowl working group. *World Poultry Sci. J.* 68: 551-563
- JACKSON, H. W. (1912): *Poultry Experiments. Experiments in incubation*. Pennsylvania State College Agricultural Experiment Station bulletin 120: 3-15
- JONES, D.R, KARCHER, D.M., ABDO, Z. (2014): Effect of a commercial housing system on egg quality during extended storage. *Poultry Sci.* 93: 1282-1288
- JURK, H. (1978). *Untersuchungen zur Reproduktionsleistung von Gänsen*. Diss. A, Univ. Leipzig
- KALTOFEN, R.S. (1971): *Embryonic development in the eggs of the Peking duck*. Centre for Agricultural Publishing and Documentation Wageningen, Netherland
- KALTOFEN, R.S. and EL-JACK, M. H. (1972): Optimum temperatures for short-term storage of 1 to 7 day –old hatching eggs. *Arch. Geflügelkunde* 36(3): 116-??
- KAN, J., MCPHERSON, B.N., GYLES, N.R. (1962): Pre-Incubation warming of chicken eggs. *Poultry Sci.* 41: 1478-1480
- KIRK, S., EMMANS, G.C., MC DONALD, R., ARNOT, D. (1980): Factors affecting the hatchability of eggs from broiler breeders. *Brit. Poultry Sci.* 21: 37-53
- KHAN, M., KHAN, J.A., KHAN, S.H., AMIR BUKHSH, MUHAMMAD AMIN (2014): The effect of storage time on egg quality and hatchability characteristics of Rhode

Island Red hens. VETERINASKI ARHIV 84(3): 291-303

KHAN, M., KHAN, J.A., KHAN, S.H., AMIR BUKHSH, MUHAMMAD AMIN., ABBASS AND MUHAMMAD JAVED (2013): Effect of different storage period on egg weight, internal egg quality and hatchability characteristics of Fayoumi eggs. Italian J. Anim. Sci. e51: 323-328

KOPECNA, V. (1985): Einfluss der Lagerungslänge und weiterer Faktoren auf die Brutkraft bei Gänsebruteiern. Rybnikarstvi 2: 62-64

KOSIN, I.L. (1956): Studies on pre-incubation warming of chicken and turkey eggs. Poultry Sci. 35: 1384-1392

KOSIN, I. L. (1964): Recent research trends in hatchability-related problems of the domestic fowl. World's Poultry. Sci. J. 20: 254-268

KÖSTERS, J. (1993): Brut. In: Kompendium der Geflügelkrankheiten. 5. Aufl. 1993, Parey-Verlag, Herausg.: SIEGMANN, O.

KRAZEWSKA-DOMANSKA, B., PAWLUCZUK, B., WICHROWSKA, B., SOCHOCKA, A., SOROKANICZ, A., WEZYK, S. (1980): Steigerung der Schlupffähigkeit von Enten durch Erwärmung der Bruteier während der Lagerzeit. 25. Internat. Geflügelvortragstagung der Uni. Leipzig: 218-223

LANDAUER, W. (1967): Hatchability of chicken eggs as influenced by environment and heredity. Storrs Agricultural Experiment Station. Paper, [1.http://digitalcommons.uconn.edu/saes/1](http://digitalcommons.uconn.edu/saes/1)

LAPÃO, C., GAMA, L.T., CHAVEIRO-SOARES, M. (1999): Effects of broiler breeder age and length of egg storage on albumen characteristics and hatchability. Poultry Sci. 78: 640-645.

LI, SHIZHEN. (1578): Bencao Gangmu (Great Compendium of Herbs). Verlag

MAHMUD, A., PASHA, T. (2008): Effect of storage pre-heating and turning during holding period on the hatchability of broiler breeder eggs. Pakistan Vet. J. 28(3): 153-154

MAHMUD, A., KHAN, M.Y.U., SAIMA. M.A., JAVED, M.A. (2009): Effect of different storage periods and temperatures on the hatchability of broiler breeder eggs. Pakistan Vet. J. 31(1): 78-80

MATHER, C. M., LAUGHLIN, K. F. (1976): Storage of hatching eggs: The effect on total incubation period. Brit. Poultry Sci. 17: 471-479

MATHER, C. M., LAUGHLIN, K. F. (1977): Storage of hatching eggs: The effect on early embryonic development. Brit. Poultry Sci. 18: 597-603

MATHER, C. M., LAUGHLIN, K. F. (1979): Storage of hatching eggs: The interaction between parental age and early embryonic development. Brit. Poultry Sci. 20: 595-604

MAYES, F.J., TAKEBALLI, M.A. (1984): Storage of the eggs of the fowl (gallus

- domesticus) before incubation. *World's Poultry Sci. J.* 40: 131-140
- MEIR, M. and A, AR. (1998): Pre-incubation warming as a means of lengthening storage time of fertile eggs. *Proc. 10th Eur. Poult. Conf., Israel:* 825-829
- MEIJERHOF, R. (1992): Pre-incubation holding of hatching eggs. *World's Poultry Sci. J.* 48: 57-68
- MEIJERHOF, R. (1995): Storage of hatching eggs- Influence of storage time, temperature and breeder age on hatchability. *World Poultry Misset* 11: 21-23
- MERRITT, E. S. (1964): Pre-incubation storage effects on subsequent performance of chickens. *Brit. Poultry Sci.* 5: 67-73
- Mc DANIEL, M. W. (1960): Effect of temperature of storage and age of fowl eggs on hatchability and sex ratio, growth and viability of chickens. *Australian J. of Agric. Res.* 11: 664-667
- MEHNER, A. (1962): *Lehrbuch der Geflügelzucht.* Verlag Paul Parey. Hamburg und Berlin.
- MOREKI, J.C. and DITSHUPO, T. (2012): Effect of storage time on hatchability of Guinea Fowl eggs. *J. Anim. Sci. Advances* 2(7): 631-636
- MÜLLER, H. (1964): *Geflügelwirtschaft.* Neumann Verlag.
- NADIA N. A. AL-HAJO., BUSHRA S. R. ZANGANA., LAYLA A. F. AL-JANATI., FIRAS M. H. AL-KHALAN. (2011): Effect of coating materials (gelatin) and storage time on internal quality of chicken and quail eggs under refrigerated storage. *Egypt. Poultry Sci.* 32: 107-115
- NICHOLSON, D., FRENCH, N., TULLETT, S., VAN LIERDE, E., GOU, JUN. (2013): Short periods of incubation during egg storage-SPIDES. *Lohmann Information* 48: 51-58
- ONBAŞILAR, E.E., POYRAZ, Ö., ERDEM, E. (2007): Effects of egg storage period on hatching egg quality, hatchability, chick quality and relative growth in Peking ducks. *Arch. Geflügelkunde* 71(4): 187-191
- ONBAŞILAR, E. E., ERDEM, E., POYRAZ, Ö., YALÇIN, S. (2011): Effects of hen production cycle and egg weight on egg quality and composition, hatchability, duckling quality, and first-week body weight in Peking ducks. *Poultry Sci.* 90: 2642-2647
- OTHMAN, R.A., AMIN, M.R., RAHMAN, S. (2014): Effect of egg size, age of hen and storage period on fertility, hatchability, embryo mortality and chick malformations in eggs of japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*). *IOSR J. Agric. Vet. Sci.* S : 101-106
- PANDUR, M. and BOGENFÜST, F. (1997): Longterm storage of goose eggs with periodic warming. *Poljoprivredna Znanstvena Smotra.* 62, 125-128
- PETEK, M. and DIKMEN, S. (2006): The effects of pre-storage incubation and length of storage of broiler breeder eggs on hatchability and subsequent growth performance of

- progeny. Czech J. Anim. Sci. 51 (2): 73-77
- PHILLIPS, R.W., JOHNSON, R.G., MOZER, R.T. (1946): Duck raising in China. Poultry Sci. 2: 151-154
- PHILLIPS, R.W., JOHNSON, R. G., MOZER, R. T. (1947): Chinas chicken industry. Poultry Sci. 3: 218-226
- PINGEL, H., JEROCH, H. (1980): Biologische Grundlagen der industriellen Geflügelproduktion. Gustav Fischer Verlag. Jena.
- PINGEL, H., SCHRAMM, R., RUDOLPH, W. (1988): Qualitätsanforderungen an Produkte der Geflügelwirtschaft. In: Brandsch, H. (Hrsg.): Geflügelzucht. Landwirtschaftsverlag Berlin, 4. Aufl.
- PINGEL, H. (1989): Die Hausenten. A. Ziemsen Verlag. Wittenberg Lutherstadt.
- PINGEL, H., VAGT, A. (1989): Untersuchungen über Möglichkeiten der Langzeitlagerung von Entenbruteiern. Arch. Tierzucht 32 (1): 39-49
- PINGEL, H., TIEU, H.V. (2005): Duck production. The Agricultural Publishing House. Hanoi.
- PINGEL, H. (2008): Enten und Gänse. Eugen Ulmer KG. Stuttgart, 2.Aufl.
- PIKUL, J. (1995): Utilization of duck eggs as human food. World Poultry Sci. Association. 10th European Symposium on Waterfowl, Halle, Germany: 321-328
- PIKUL, J. (1998): Characteristics of duck eggs and the quality of duck eggs products. Arch. Geflügelkunde 62(2): 71-82
- PROUDFOOT, F. G. (1966): Hatchability of stored chicken eggs as affected by daily turning during storage and prewarming and vacuuming eggs enclosed in plastic with nitrogen. Can. J. Anim. Sci. 46: 47-50
- PROUDFOOT, F. G. (1968): Hatching egg storage effects on hatchability and subsequent performance of the domestic fowl. Poultry Sci. 47: 1497-1500
- PROUDFOOT, F. G. (1969): Effect of packing orientation, daily positional change and vibration on hatchability of chicken eggs stored up to four weeks. Can. J. Anim. Sci. 49: 29-31
- PROUDFOOT, F. G. (1970): The influence of different pre-incubation holding temperatures on the hatchability of chicken eggs. Poultry Sci. 61: 564-567.
- PROUDFOOT, F. G., and HULAN, H. W. (1982); Effect of pre-incubation warming on the hatchability of hens-eggs from normal and semi-dwarf parental genotypes. Can. J. Anim. Sci. 62: 321-322
- RASCH, D. (1987): Einführung in die Biostatistik. Landwirtschaftsverlag Berlin.

- REIJRINK, I.A.M., MEIJERHOF, R., KEMP, B., VAN DEN BRAND, H. (2008): The chicken embryo and its micro environment during egg storage and early incubation. *World's Poultry Sci. J.* 64: 581-598
- REIJRINK, I. A. M. (2009): Good egg storage to obtain more chicks. *World's Poultry Sci. J.* 25 (2): 24-25
- REIJRINK, I. A.M., MEIJERHOF, R., KEMP, B., GRAAT, E.A.M., VAN DEN BRAND, H. (2009): Influence of pre-storage incubation on embryonic development, hatchability, and chick quality. *Poultry Sci.* 88: 1649-1660
- REIJRINK, I.A.M., BERGHMANS, D., MEIJERHOF, R., KEMP, B., VAN DEN BRAND, H. (2010 a): Influence of egg storage time and preincubation warming profile on embryonic development, hatchability, and chick quality. *Poultry Sci.* 89: 1225-1238
- REIJRINK, I. A. M., VAN DUIJVENDIJK, L.A.G., KEMP, B., VAN DEN BRAND, H. (2010b): Influence of air composition during egg storage on egg characteristics, embryonic development, hatchability, and chick quality. *Poultry Sci.* 89: 1992-2000
- REIJRINK, I. A. M., MEIJERHOF, R., KEMP, B., VAN DEN BRAND, H. (2010c): Influence of egg warming during storage and hypercapnic incubation on egg characteristics, embryonic development, hatchability, and chick quality. *Poultry Sci.* 89: 2470-2483
- RHODES, M. B., ADAMS, J., BENNETT, N., FEENEY, R. E. (1960): Properties and Food uses of duck eggs. *Poultry Sci.* 39: 1473-1478
- ROCHA, J.S.R., BAIÃO, N.C., BARBOSA, V.M., POMPEU, M.A., FERNANDES, M.N.S., LACA, L.J.C., MATIAS, C.F.Q., BATISTA, J.V.M.S.P. (2013): Negative effects of fertile egg storage on the egg and the embryo and suggested hatchery management to minimize such problems. *World's Poultry Sci. J.* 69: 35-44
- RODENBURG, T.B., BRACKE, M.B.M, BERK, J., COOPER, J., FAURE, J.M., GUÉMENE, D., GUY, G., HARLANDER, A., JONES, T., KNIERIM, U., PINGEL, H., REITER, K., SERVIÈRE, J, RUIS, M.A.W. (2005): Welfare of ducks in European duck husbandry systems. *World's Poultry Sci. J.* 61: 539-646
- RÖMER, R.R., 1953: *Nutzbringende Geflügelwirtschaft*. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- ROMAO, J. M., MORAES, T. G. V., TEIXEIRA, R. S. C., CARDOSO, W. M., BUXADE, C. C. (2008): Effect of egg storage length on hatchability and weight loss in incubation of egg and meat type japanese quails. *Brazilian J. Poultry Sci.* ISSN 1516-635X Jul-Sep /v.10/n.3/143-147.
- ROMAO, J. M., MORAES, T. G. V., SILVA, E. E., TEIXEIRA, R. S. C., CARDOSO, W. M. (2010): Incubation of japanese quail eggs stored at tropical temperatures. *Livestock Res. for Rural Develop.* 22 (1). www.Irrd.org/Irrd22/roma22002.htm.
- RUDOLPH, W. (1975): *Die Hausenten*. Die Neue Brehm-Bücherei, A. Ziemsen Verlag, Lutherstadt Wittenberg.

- RUDOLPH, W. (1987): Künstliche Brut. In: Internat. Handbuch der Geflügelproduktion. Herausg: SCHWARK, MAZANOWSKY, PETER. Dt. Landwirtschaftsverlag Berlin.
- RUTSCHKE, E. 1989. Die Wildenten Europas. Dt. Landwirtschaftsverlag Berlin.
- SCHLEGEL (2015): Pers. Mitteilung zur Biostatistik.
- SCHMIDT, G.S., FIGUEIREDO, E. A. P., SAATKAMP, M. G., BOMM, E. R. (2009): Effect of storage period and egg weight on embryo development and incubation results. Brazilian J. Poultry Sci. ISSN 1516-635X Jan-Mar/v.11/n.1/01-05.
- SCHULTE-DRÜGGELTE, R. (2011): Recommendation for hatching egg handling and storage. Lohmann Information 46(1): 55-59
- SCHULTE- DRÜGGELTE, R. (2015): Pre-incubation to improve hatchability. Technical Service Department of Lohmann Tierzucht GmbH. Oct 7, 3930.
- SEKER, I., KUL, S., BAYRAKTAR, M (2005): Effects of storage period and egg weight of Japanese quail eggs on hatching results (short communication). Arch. Tierzucht 48: 518-526
- SEKER, I., BAYRAKTAR, M., KUL, S. (2006): Effect of pre-incubation long-term storage and warming on hatchability of Japanese quail eggs (Coturnix coturnix japonica). Arch. Geflügelkunde 70(1): 35-40
- SHEN, XIAOKUN., FAN, MEIHUA., DAI, WANGCHENG und WANG, YONGCHANG. (2009): China duck genetic resources. in chinesische. Agric. Archäology, VOL. 1,
- SILVERSIDES, F. G. and BUDGELL. K. (2004): The relationship among measures of egg albumen height, pH and whipping volume. Poultry Sci. 83: 1619–1623
- SITTMANN, K., ABPLANALP, H., MEYERDICK, C. F. (1971a): Extended storage of quail, chicken, and turkey eggs. 1. Hatchability and embryonic mortality. Poultry Sci. 50: 681-688
- SITTMANN, K., ABPLANALP, H., ABBOTT, U. K. (1971b): Extended storage of quail, chicken, and turkey eggs. 2. Embryonic abnormalities and the inheritance of twinning in quail. Poultry Sci. 51: 545-549
- SCOTT, H. M. (1933): The effect of age and holding temperatures on hatchability of Turkey and chicken eggs. Poultry Sci. Jan, vol. xII. No. 1.
- SPSS. 2006. 15.0. SPSS for Windows Runs on Windows 2007. SPSS, Chicago, IL.
- STEINKE, L. (1975): Untersuchungen an kurzfristig bebrüteten Hühnereiern. Arch. Geflügelkunde 39. 140-145
- TILKI, M. and INAL, Ş. (2004a): Quality traits of goose eggs: 1. Effects of goose age and storage time of eggs. Arch. Geflügelkunde 68(4): 182-186
- TILKI, M. and INAL, Ş. (2004b): Quality traits of goose eggs: 2. Effects of goose origin and

storage time of eggs. Arch. Geflügelkunde 68(5): 230-234

TONA, K., BAMELIS, F., DE KETELAERE, B., BRUGGEMAN, V., MORAES, V., BUYSE, J., ONAGBESAN, O., DECUYPERE, E. (2003): Effects of egg storage time on spread of hatch, chick quality, and chick juvenile growth. Poultry Sci. 82: 736-741

TONA, K., ONAGBESAN, O. M., JEGO, Y., KAMERS, B., DECUYPERE, E., BRUGGEMAN, V. (2004a): Comparison of embryo physiological parameters during incubation, chick quality, and growth performance of three lines of broiler breeders differing in genetic composition and growth rate. Poultry Sci. 83: 507-513

TONA, K., ONAGBESAN, O., DE KETELAERE, B., DECUYPERE, E., BRUGGEMAN, V. (2004b): Effects of age of broiler breeders and egg storage on egg quality, hatchability, chick quality, chick weight, and chick posthatch growth to forty-two days. Jap. Poultry Res. 13:10-18

VAGT, A. (1987). Untersuchungen zum Einfluss ausgewählter präinkubatorischer Faktoren auf die Schlupffähigkeit von Entenbruteiern. Diss. Univ. Leipzig.

VASCONCELOS DE MOR, T. G., MOURA ROMAO, J., EVANGELISTA DA SILVA, E., MACIEL CARDOSO, W., BUXADÉ CARBÒ, C. (2008): Incubation of japanese quail eggs (*Coturnix japonica*) stored in domestic refrigerator. Livestock Research for Rural Development 20 (10). www.lrrd.org/irrd20/10/vasc20164.htm

WALSH, T. J., RIZK, R. E., BRAKE, J. (1995): Effects of temperature and carbon dioxide on albumen characteristics, weight loss, and early embryonic mortality of long storage hatching eggs. Poultry Sci. 74: 1403-1410

WILSON, H.R. (1991): Interrelationships of egg sizes, chick size, posthatching growth and hatchability. World Poultry Sci. J. 47: 5-20

YOO, B. H. and WIENTJES, E. (1991): Rate of decline in hatchability with preincubation storage of chicken eggs depends on genetic strain. Brit. Poultry Sci. 32: 733-740

ZHANG, Y. SH., GUO, ZH. B., HOU, SH. SH. (2016): Effect of pre-incubation on hatchability of Pekin duck eggs different storage time. Proc. 25th World Poultry Congress Beijing, Abstracts, S12-001: 593

Eidstattliche Erklärung / *Declaration unter Oath*

Ich erkläre an Eides statt, dass ich die Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst, keine anderen als die von mir angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt und die den benutzten Werken wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

I declare under penalty of perjury that this thesis is my own work entirely and has been written without any help from other people. I used only the sources mentioned and included all the citations correctly both in word or content.

Datum / Date

Unterschrift des Antragstellers / Signature of the applicant

Danksagung

Vielen Dank an alle meine Professoren und Freunde, die mir immer in vielerlei Hinsicht während der Versuchsdurchführung, bei der Datenauswertung und bei der Abfassung der Dissertation hilfreich zur Seite standen. Das betrifft sowohl die fachlichen Diskussionen während der gesamten Bearbeitungszeit, bei denen ich wertvolle Hinweise erhalten habe, als auch die Unterstützung bei der Abfassung der Arbeit in deutscher Sprache.

Lebenslauf

Persönliche Daten

Name: Haidong, Sun
Geburtsdatum: 08. 02. 1966
Staatsangehörigkeit: China
Familienstand: ledig

Berufliche Praxis

1987-1990: Liaoning Import und Export Firma Project Management
1994-1999: Shanxi Import und Export Firma Management
2009-2013: Saifeiya GmbH Inner Mongolia CTO
2013- 2015: Shenyang Xihuakang GmbH CTO
2015- jetzt: Shanghai new energy GmbH CEO

Schule und Ausbildung

1983-1987: Universität JILIN, Maschinenbau Bachelor Abschluss
1990-1994: Universität Moscow, International Finanz Bachelor Abschluss
1990-2004: Universität Stuttgart
2004-2007: Hochschule Anhalt, Bernburg, Master Abschluss
2015-jetzt : Promotionstudentin am Institut für Agrar- und Ernährungswissenschaften der
Naturwissenschaftlichen Fakultät III der Martin- Luther-Universität Halle-
Wittenberg, Deutschland