

**Untersuchung des Einflusses von Witterung auf Kükenmortalität,  
Stallnutzung und Körpertemperatur von Jungtieren in Betrieben  
mit kommerzieller Straußenhaltung in Deutschland**

Von der Naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Hannover  
zur Erlangung des Grades

DOKTORIN DER NATURWISSENSCHAFTEN

DR. RER. NAT.

genehmigte Dissertation  
von

Dipl.-Biol. Katja Fuhrer

geboren am 03. März 1972, in Offenburg

2006

**Referent:** Prof. Dr. Stephan Steinlechner  
Institut für Zoologie, Tierärztliche Hochschule Hannover

**Korreferent:** Prof. Dr. Klaus Wächtler  
Institut für Zoologie, Tierärztliche Hochschule Hannover

**Tag der Promotion:** 2. März 2006

## Zusammenfassung

In der vorliegenden Untersuchung wurde die Frage nach der Akklimatisationsfähigkeit von Straußen bezüglich der in Deutschland herrschenden Witterungsverhältnisse untersucht. Hierzu wurden Daten zur Kükenmortalität, zur Stallnutzung sowie zur Körpertemperatur junger Strauße in insgesamt vier Praxisbetrieben aufgenommen und ausgewertet.

Während des Untersuchungszeitraumes von April bis Dezember 2002 schlüpften in vier Betrieben insgesamt 502 Küken, von denen 26 % innerhalb der ersten vier Lebenswochen und 9 % während des zweiten bzw. dritten Lebensmonats verendeten. Die Kükenmortalität der untersuchten Betriebe lag damit im mittleren Bereich der Werte, die von Straußenfarmen weltweit bekannt sind. Der Einfluss der Witterung auf die Sterblichkeit war im Gegensatz zu den Auswirkungen, die der Zeitpunkt des Schlupfes und das Management hatten, vergleichsweise gering. Die diagnostizierten möglichen Todesursachen (Dottersackinfektionen, Enteritis, Polyserositis und Gastrostase) traten ähnlich häufig, wie in der Literatur dokumentiert, auf. Atemwegserkrankungen oder Erfrierungen, die auf die Witterungsbedingungen zurückzuführen wären, wurden nicht beobachtet.

Ein witterungsabhängiges Aufsuchen des Stalles wurde im Winter 2002/2003 an 20 Tagen in drei Betrieben bei jeweils einer Jungtiergruppe untersucht. Die Nutzung des Stalles unterschied sich bei den sechs bis sieben Monate alten Vögeln deutlich zwischen den Betrieben (Betrieb B: 13 %; C: 64 %; D: 48 %). Trotz der wechselnden Wetterbedingungen während des Untersuchungszeitraumes wurden keine Zusammenhänge zwischen den Klimaverhältnissen und der Stallnutzung gefunden. Im Gegensatz hierzu zeigten betriebsspezifische Faktoren (wie z. B. bauliche Gegebenheiten, Position von angebotenen Zusatzfutter und Wasser) einen hoch signifikanten Effekt auf das Aufsuchen des Stalles.

Die Messung der Haut- und Körperkerntemperatur erfolgte im Winter 2003/2004 bei sechs und 15 Monate jungen Straußen in einem Praxisbetrieb. Die Lufttemperatur schwankte zwischen rund -11 °C und 15 °C, Niederschlag und Windgeschwindigkeiten waren im Untersuchungszeitraum gering. Die durchschnittliche Körperkerntemperatur der Jungtiere betrug 37,8 °C, variierte zwischen 37,3 °C und 38,3 °C und lag etwas tiefer als die Körpertemperatur erwachsener Strauße (37,9 °C bis 43 °C). Die Körperkern- und Hauttemperatur der zwölf Jungtiere wurde deutlich von den erfassten Wettermerkmalen während der 82 Wintertage beeinflusst. Die mit diesen zusammenhängenden Abweichungen der Körperkern- und der Hauttemperatur waren allerdings geringer als die Variationen zwischen den Tieren und den Individuen. Die unterschiedlich stark ausgeprägten Schwankungen in der Körperkerntemperatur der Einzeltiere während der Versuchsnächte, in denen die Vögel ausschließlich auf der Weide gehalten wurden, weisen auf Anpassungsprozesse hin.

Insgesamt ergeben sich aus den Ergebnissen der in dieser Arbeit untersuchten Aspekte keine Hinweise darauf, dass die Anpassungsfähigkeit der in Offenställen gehaltenen jungen Strauße an die hier gegebenen Klimaverhältnisse überfordert gewesen ist. Die teilweise erheblichen Unterschiede zwischen den Betrieben, insbesondere auch in der Kükenaufzucht, weisen jedoch darauf hin, dass das Management anspruchsvoll ist und an die spezifischen Ansprüche der Tiere angepasst werden muss.

Kükenmortalität, Stallnutzung, Körpertemperatur

## Summary

This study was undertaken to collect information on the adaptability of young ostriches to the weather conditions in Germany. Therefore, data regarding ostrich chick mortality, the use of shelters, and the body core temperature of young ostriches kept on German farms were collected and analyzed. In total, 502 ostrich chicks hatched on four farms during the observation period between April 2002 and December 2002. Of these chicks, 26 % died before the age of four weeks and 9 % died in their second or third months of life. The variation of the mortality on ostrich farms world-wide is high and the chick losses on the examined farms were in the middle of this range. The impact of weather conditions on chick mortality was less than both the influence of the time of hatching and the influence of the management. The possible causes of death, such as yolk sac infection, polyserositis, enteritis, and gastric stasis were diagnosed as often as on other farms. Neither respiratory disease nor death from exposure - which could have been caused by the climatic conditions - were observed.

During winter 2002/2003 the use of shelter by young ostriches, in relation to the weather conditions, was observed on three farms on 20 days. There was a clear difference between the farms in the use of shelter by the six to seven months old birds between the farms (farm B: 13 %; C: 64 %; D: 48 %). Despite the variable weather during the measuring period there was no significant correlation between the weather and the behaviour of the young birds. In contrast, the management of the birds (for example, the quality of stables, and of the feeding and watering areas) showed a highly significant influence on the behaviour of the young birds.

The skin and body temperatures of six and 15 months old ostriches were measured on a farm during winter 2003/2004. During the observation period the air temperature ranged from -11 °C to 15 °C, and rains and wind were low. The average body core temperature of the young ostriches was 37.8 °C and varied between 37.3 °C and 38.3 °C. So, in general the body temperature was slightly lower than that reported for adult birds (37.9 °C to 43.0 °C). During the 82 days of winter the climatic conditions had a significant impact on the skin and body core temperatures of the twelve young ostriches. However, this effect was minor compared to the observed fluctuation of the skin and body core temperature for a given individual, as well as compared to the temperature difference observed between animals.

The individual high variation in the body core temperature during nights when the birds were kept only on pasture indicated their capability to adapt to the prevailing weather conditions.

Altogether, the results of the present study show no evidence that the conditions experienced by young ostriches kept in open stables exceeded the limits of adaptability of these birds. However, the extreme differences between the farms, especially in raising the chicks, show that the management must be of high quality and adapted to the special needs of these birds.

chick mortality, use of shelters, body temperature

# Abkürzungsverzeichnis

<b>Abkürzung</b>	<b>Bedeutung</b>
AB	Beobachtungsabschnitt
artgerecht e.V.	Berufsverband Deutsche Straußenzucht
AT	Außentemperatur in °C
bds	Bundesverband Deutscher Straußenzüchter e.V.
bds-Richtlinien	Zucht- und Haltungsrichtlinien des Bundesverbandes Deutscher Straußenzüchter e.V. (2002)
BML-Gutachten	Sachverständigenengruppe Gutachten über die Tierschutzgerechte Haltung von Vögeln (1997): „Mindestanforderungen an die Haltung von Straußenvögeln, außer Kiwis vom 10. Juni 1994 (in der ergänzenden Fassung vom 10. September 1996)“. Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (BMELF), Bonn.
E. coli	Escherichia coli
et al.	und andere (lateinisch: et alii)
Europaratsempfehlung	Ständiger Ausschuss des europäischen Übereinkommens zum Schutz von Tieren in landwirtschaftlichen Tierhaltungen (1997): Empfehlung für die Haltung von Straußenvögeln (Strauße, Emus und Nandus).
GS	Globalstrahlung in W/m <sup>2</sup>
ha	Hektar
HT	Hauttemperatur in °C
KT	Körperkerntemperatur in °C
LM	Lebensmonat der Küken
m	Meter
Max	Maximalwert
Min	Minimalwert
mm	Millimeter
m/s	Meter pro Sekunde
m ü. NN	Meter über Normal Null
n	Anzahl der Beobachtungen
NS	Niederschlag in mm

p	Irrtumswahrscheinlichkeit
r	Regressionskoeffizient
RF	relative Luftfeuchtigkeit in %
Schweizer Richtlinie	Richtlinie zur „Haltung von Straussenvögeln in landwirtschaftlichen und privaten Haltungen“ des Schweizer Bundesamtes für Veterinärwesen (2004)
SD	Standardabweichung
Temp.	Temperatur in °C
TVT-Merkblatt	Tierärztliche Vereinigung für Tierschutz e.V.(2003): Artgemäße nutztierartige Straußenhaltung, Merkblatt Nr. 96
TZ	Tageszeit
W/m <sup>2</sup>	Watt pro Quadratmeter
Wo	Lebenswochen der Küken
WS	Windgeschwindigkeit in m/s
x	arithmetischer Mittelwert

# Inhaltsverzeichnis

<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>1</b>
<b>Summary</b> .....	<b>2</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis</b> .....	<b>3</b>
<b>1 Einleitung</b> .....	<b>8</b>
<b>1.1 Lebensraum und Farmhaltung von Straußen</b> .....	<b>8</b>
<b>1.2 Stallnutzung</b> .....	<b>8</b>
<b>1.3 Mortalität bei Straußenküken</b> .....	<b>10</b>
<b>1.4 Körpertemperatur</b> .....	<b>12</b>
<b>1.5 Rechtliche Grundlagen</b> .....	<b>13</b>
<b>1.6 Fragestellungen</b> .....	<b>14</b>
<b>2 Betriebe</b> .....	<b>15</b>
<b>2.1 Auswahl der Betriebe</b> .....	<b>15</b>
<b>2.2 Betriebsunterschiede</b> .....	<b>15</b>
<b>3 Mortalität bei Kunstbrutküken</b> .....	<b>17</b>
<b>3.1 Einleitung</b> .....	<b>17</b>
<b>3.2 Tiere, Material und Methoden</b> .....	<b>17</b>
3.2.1 Haltung der Zuchttiere .....	18
3.2.2 Kunstbrut .....	19
3.2.3 Haltung der Küken .....	19
3.2.4 Erfassung der Klimadaten .....	22
3.2.5 Sektion.....	22
3.2.6 Statistische Auswertung .....	23
<b>3.3 Ergebnisse</b> .....	<b>26</b>
3.3.1 Mortalität im Jahresverlauf .....	26
3.3.2 Klimadaten .....	27
3.3.3 Zusammenhang zwischen Mortalität und Witterung .....	30
3.3.4 Produktionsdaten und Mortalität .....	37
3.3.5 Ergebnisse der Laboruntersuchung .....	38

<b>3.4 Diskussion .....</b>	<b>41</b>
3.4.1 Mortalitätsrate .....	41
3.4.2 Mortalität im Jahresverlauf .....	42
3.4.3 Klimadaten und Zusammenhang zwischen Mortalität und Witterung.....	44
3.4.4 Erkrankungen und Todesursachen .....	46
<b>4 Stallnutzung durch Jungtiere .....</b>	<b>55</b>
<b>4.1 Einleitung .....</b>	<b>55</b>
<b>4.2 Tiere, Material und Methoden.....</b>	<b>55</b>
4.2.1 Haltung der Jungtiere .....	55
4.2.2 Datenaufnahme.....	58
4.2.3 Außen- und Stallklima .....	61
4.2.4 Statistische Auswertung .....	61
<b>4.3 Ergebnisse .....</b>	<b>64</b>
4.3.1 Witterungsverhältnisse im Winter.....	64
4.3.2 Wetterverhältnisse während den Beobachtungsstunden .....	69
4.3.3 Stallklima .....	70
4.3.4 Stallnutzung.....	73
4.3.5 Zusammenhang zwischen Stallnutzung und Wetterelementen.....	74
4.3.6 Korrelation zwischen Stallnutzung und Ruhen.....	77
<b>4.4 Diskussion .....</b>	<b>78</b>
4.4.1 Witterungsverhältnisse im Winter.....	78
4.4.2 Zusammenhang zwischen Stallnutzung und Wetterelementen.....	79
4.4.3 Stallklima .....	82
4.4.4 Stallnutzung.....	82
<b>5 Körpertemperatur von jungen Straußen.....</b>	<b>86</b>
<b>5.1 Einleitung .....</b>	<b>86</b>
<b>5.2 Tiere, Material und Methoden.....</b>	<b>86</b>
5.2.1 Haltung der Jungtiere .....	87
5.2.2 Messung von Haut- und Körperkerntemperatur.....	88
5.2.3 Implantation der Datenlogger.....	89
5.2.4 Messung der Kloakaltemperatur .....	93
5.2.5 Außen- und Stallklima .....	93
5.2.6 Statistische Datenauswertung.....	94
5.2.6.1 Klassenbildung der Klimamerkmale.....	94
5.2.6.2 Einfluss der Klimaelemente während der Offenstallhaltung .....	95
5.2.6.3 Vergleich zwischen nächtlicher Weide- und Offenstallhaltung.....	95
5.2.6.4 Messung der Kloakaltemperatur .....	96

---

<b>5.3 Ergebnisse .....</b>	<b>97</b>
5.3.1 Außen- und Stallklima .....	97
5.3.2 Körperkern- und Hauttemperatur .....	99
5.3.3 Vergleich von Körperkern- und Hauttemperatur zwischen den Tagesphasen..	100
5.3.4 Tagesrhythmik.....	101
5.3.5 Einfluss der Klimaelemente während der Offenstallhaltung .....	103
5.3.6 Nächtliche Weidehaltung .....	105
5.3.6.1 Vergleich zwischen nächtlicher Weide- und Offenstallhaltung.....	111
5.3.7 Messung der Kloakaltemperatur .....	114
<b>5.4 Diskussion .....</b>	<b>116</b>
5.4.1 Körper-, Haut- und Kloakaltemperatur .....	116
5.4.2 Tagesrhythmik.....	118
5.4.3 Witterung und deren Einfluss auf Haut- und Körperkerntemperatur.....	120
5.4.4 Vergleich von Körperkern- und Hauttemperatur zwischen den Tagesphasen..	121
5.4.5 Vergleich zwischen nächtlicher Weide- und Offenstallhaltung.....	121
<b>6 Gesamtdiskussion und Schlussfolgerung .....</b>	<b>125</b>
<b>6.1 Mortalität bei Kunstbrutküken .....</b>	<b>125</b>
<b>6.2 Stallnutzung durch Jungtiere.....</b>	<b>125</b>
<b>6.3 Körpertemperatur von jungen Straußen.....</b>	<b>126</b>
<b>7 Literaturverzeichnis.....</b>	<b>127</b>
<b>8 Anhang .....</b>	<b>132</b>
<b>Lebenslauf .....</b>	<b>138</b>
<b>Publikationen .....</b>	<b>139</b>
<b>Danksagung.....</b>	<b>141</b>

# 1 Einleitung

## 1.1 Lebensraum und Farmhaltung von Straußen

Das Verbreitungsgebiet des Straußes (*Struthio camelus*) erstreckte sich ursprünglich von Asien bis nach Europa und Afrika (Berndt & Meise; 1962, Holtzhausen & Kotz, 1990). Der originäre Lebensraum des Straußes ist mit den winterkalten Steppen des heutigen Mittelasiens oder Nordamerikas vergleichbar (Kaminske, 2005). Auf Grund seiner schönen und wallenden Federn wurde der größte heute lebende Vogel im 19. und 20. Jahrhundert so intensiv bejagt, dass er in vielen Regionen vom Mensch vollständig ausgerottet wurde (Grzimek, 2000). Heute kommen wild lebende Strauenpopulationen nur noch im südlichen Teil von Afrika vor (Huchzermeyer, 1998). Die dort herrschenden Klimaverhältnisse reichen vom Winterregen über Schnee in der Kapregion bis hin zu heißen Sommern in der Wüste (Huchzermeyer, 1998).

Die starke Dezimierung der Wildbestände und die hohe Nachfrage nach Straußenfedern war Anlass, diese bis zu 2,70 m großen und bis zu 150 kg schweren flugunfähigen Vögel in Gefangenschaft zu halten und zu züchten. So entstand die erste Straußenfarm 1838 in Südafrika. Die Einführung von Drahtzunen im Jahre 1860 sowie der Anbau von Luzerne bedeuteten einen großen Fortschritt für die aufkommende Straußenhaltung in Südafrika, die sich daraufhin erfolgreich entwickelte (Holtzhausen & Kotz, 1990). Mittlerweile stellen diese Vögel auch in Asien, Australien, Nord- und Südamerika sowie in Europa eine Ergänzung zu den bisherigen landwirtschaftlichen Nutztieren dar (Deeming, 1997; Grzimek, 2000; Holtzhausen & Kotz, 1990). Durch die Farmhaltung konnte das berleben des Straußes bis in die heutige Zeit gesichert werden (Grzimek, 2000). Obwohl mittlerweile Strauße in vielen Kontinenten gezüchtet werden, liegt das Zentrum der Strauenindustrie noch immer in Oudtshoorn in der Region der Kleinen Karoo in Südafrika. Die große Nachfrage nach Federn und deren hohe Preise veranlasste Carl Hagenbeck 1909 in Stellingen bei Hamburg die erste deutsche Straußenfarm zum Zweck der primären Federgewinnung zu errichten (Hagenbeck, 1911). Nach dem ersten Weltkrieg ging der Bedarf an Straußenfedern stark zurück, so dass der Bestand an Straußen in Deutschland bis in die 90er Jahre auf Zoologische Gärten beschränkt blieb. In den 70er Jahren wurde der Markt für Strauenleder entdeckt und seit den 80er Jahren wächst die Nachfrage nach Straußenfleisch weltweit (Holtzhausen & Kotz, 1990). Anfang der 90er Jahre begann in Deutschland die kommerzielle Straußenhaltung mit der Produktion von Zuchttieren (Schütt-Abraham & Worthmuth 1995). Mit abnehmender Nachfrage an Zuchtstrauen und der Regelung konkreter Schlachtvorschriften für Strauße (Tierschutz-Schlachtverordnung von 1997) trat die Fleisch- und Ledererzeugung in den Vordergrund (Reiner, 1995; Rusche & Schmidt, 1998).

## 1.2 Stallnutzung

Strauße werden seit über einem Jahrhundert in Südafrika auf Farmen gehalten und seit jüngerer Zeit auch in den USA, Australien und Europa (Deeming, 1997). Wegen der zum Teil beträchtlichen Klimaunterschiede zwischen diesen Ländern und Südafrika gibt es große

Bedenken gegenüber der Straußenhaltung in Europa (Deeming, 1997). Kalte und feuchte Klimaverhältnisse, wie sie in Deutschland vorkommen, werden als unangebracht für Strauße eingeschätzt. Diese Bedingungen können sich nach Bertram (1993 in Deeming, 1997) negativ auf das Wohlbefinden dieser Vögel auswirken, sofern die Haltung und das Management nicht die Bedürfnisse der Tiere berücksichtigen. Eine besondere Rolle als Witterungsschutz spielt dabei der Stall, in dem die Strauße untergebracht werden. Wie wichtig geeignete Haltungsbedingungen bzw. ein gutes Management sind, konnten bereits die Akklimatisationsversuche von Hagenbeck zeigen. Seit 1903 betrieb er Akklimatisationsversuche mit diesen großen Vögeln, wobei die Tiere den ersten Winter in beheizten Räumen nicht überlebten (Gretzschel & Pelc, 1998). Im folgenden Winter wurden weitere Strauße aus Afrika importiert, die in unbeheizten Räumen gehalten wurden und jederzeit nach Belieben ins Freie konnten. Bei dieser Offenstallhaltung traten selbst unter den Küken keine Verluste mehr auf. Im Gegenteil laut Hagenbeck (1911) war „der Gesundheitszustand stets ein vorzüglicher“. Auf Grund dieser Erfahrung werden heute in Deutschland Strauße in landwirtschaftlichen Betrieben ganzjährig in Offenställen gehalten. Lediglich in den ersten drei Lebensmonaten werden Küken tagsüber bei Regen in den Stall gebracht, falls sie diesen nicht selbstständig aufsuchen. Ferner verbringen junge Strauße bis zu einem Alter von maximal sechs Monaten die Nächte im Stall, um vor Raubtieren (Fuchs u. a.) geschützt zu sein. Spätestens ab dem sechsten Lebensmonat stehen dann im Allgemeinen die Stalltore die ganze Zeit über offen, so dass die Tiere ihren Aufenthaltsort jederzeit frei wählen können.

Laut Europaratsempfehlung (1997) soll „Straußenvögeln ab einem Alter von drei Monaten ein täglicher Zugang zum Freien ermöglicht werden, außer bei extrem ungünstigen Witterungsverhältnissen, die dies völlig unmöglich machen“. Ferner sollen Straußenbetriebe „sich nur in Gebieten befinden, in denen die klimatischen und sonstigen Bedingungen es erlauben, die Tiere zu jeder Jahreszeit bei Tage meistens im Freien zu halten und wo große Flächen ausreichend trockengelegten Landes ihnen genug Raum zur Befriedigung ihres Bedürfnisses nach Auslauf und Weiden bieten“ (Europaratsempfehlung, 1997). Außerdem sollen die Vögel vor extremer Nässe geschützt werden. Das BML-Gutachten (1996) fordert zusätzlich, Strauße „bei Glatteis, sehr starkem Frost oder ggf. Dauerregen, insbesondere verbunden mit niedrigen Temperaturen, im Stall zu halten.“ Im Gegensatz hierzu steht in den Schweizer Richtlinien (2004), dass selbst lang anhaltender Regen und tiefe Temperaturen den Straußenvögeln nicht schadet und somit keine Gründe bestehen, „den Tieren den Zugang ins Freie nicht zu gewähren, unter der Voraussetzung, dass den Tieren der Zugang zu einem Unterstand oder Stall permanent möglich ist“. Die unterschiedlichen rechtlichen Bestimmungen reflektieren die bislang unzureichenden wissenschaftlichen Erkenntnisse über das Verhalten und die Haltung von Straußen. Bis heute liegen keine Dokumentationen über das Verhalten von Straußen bei Regen in freier Natur vor (Deeming, 1997). Untersuchungen und Beobachtungen zum Verhalten von erwachsenen Farmstraußen zeigten zum einen, dass diese Vögel einen Stall als Witterungsschutz annahmen (Deeming, 1998, Helm, 1996; Reiner, 1996; Schulz, 2004; Weber, 1996) und zum anderen, dass sie trotz eines Stalles Regenschauer auf der Weide aussaßen (Berendsen, 1995; Deeming, 1997; Smit, 1963).

Bei der Haltung von Straußen wird das Erfüllen eines diesen Laufvgeln unterstellten großen Platzbedarfs als problematisch angesehen (Hagen & Hagen, 1996). Strauße werden in der deutschen Sprache auf Grund ihrer Flugunfähigkeit als Laufvögel bezeichnet. Irrtmlischerweise wird daraus abgeleitet, dass diese Tiere auch viel laufen. Dies ist allerdings nicht der Fall (Fuhrer, 2001; Sambraus, 1998). Lediglich nach sozialen Auseinandersetzungen oder bei Bedrohungen durch Fressfeinde bzw. den Menschen flüchten sie (Sambraus, 1998). Da wild lebende Strauße in vegetationsarmen Gegenden berleben können und wegen des dort vorherrschenden spärlichen Nahrungsangebotes weite Strecken bei der Futtersuche zurücklegen müssen, wurde ihnen ein hohes Bewegungsbedürfnis zugeschrieben. Allerdings zeigten Untersuchungen, dass nicht einmal das Gehbedrfnis von Straußen sonderlich groß ist (Sambraus, 1998). Wenn alle zur Bedürfnisbefriedigung erforderlichen Ressourcen (Futter, Wasser, Sandbad etc.) nahe beieinander liegen, gehen Strauße nur wenig (Sambraus, 1998). Den oben angefuhrten Aussagen der Kritiker stehen die Erfahrungen mit der nutztierartigen Haltung von Straußen gegenüber, die seit Beginn der Straußenhaltung in Deutschland gemacht wurden. Diese Erfahrungen belegen, dass auch in Deutschland eine artgemäße Haltung möglich ist, wenn die Haltung und Betreuung der Tiere entsprechend ihrer Bedürfnisse, die sich aus den biologischen Besonderheiten dieser Tierart ergeben, erfolgt (TVT-Merkblatt, 2003).

### 1.3 Mortalität bei Straußenküken

Auch wenn sich Strauße an die teilweise extremen Temperaturschwankungen ihrer heutigen Verbreitung in Afrika anpassen können wird vermutet, dass sie mit einer Anpassunsfhigkeit an die in Deutschland auftretenden, lang anhaltenden Perioden mit „nass - kaltem“ und kaltem Klima überfordert sind (BML-Gutachten, 1996; Pfeiffer, 2002). Infolge der in Deutschland vorkommenden Klimabedingungen werden hohe Erkrankungsraten und erhebliche Verluste, insbesondere auch während der Kükenaufzucht, erwartet (Rusche & Schmidt, 1998). Diese Vermutungen wurden durch die Untersuchung von Ksters et al. (1996) verstärkt, bei der von 54 untersuchten Straußen bei einem erwachsenen Strauß Nierenerkrankungen infolge von Unterkühlung und bei einem Jungtier eine Erfrierung der Kloakenschleimhaut nach Kloakenvorfall festgestellt wurde. Allerdings räumte Ksters et al. (1996) ein, dass klima- und haltungsbedingte Schäden bei Straußen nicht immer klar voneinander unterscheidbar waren. In anderen Veröffentlichungen wurden keine Hinweise für klimabedingte Schäden bei Farmstraußen in Deutschland gefunden (Fuhrer, 2001; Hagenbeck, 1911; Helm, 1996; Reiner, 1996).

Informationen zur Mortalität von Naturbrutküken frei lebender Straußen gibt es nur wenige. Eine sehr hohe Sterblichkeit von 85 – 90 % wurde bei Naturbrutküken im Nairobi Nationalpark (Hurxthal, 1979 in: Bertram, 1992) verzeichnet. Bertram (1992) vermutet, dass zwischen 1977 und 1979 die Überlebensrate von Naturbrutküken im Tsavo West Nationalpark (Kenia) hnlich niedrig war. Nach Aussagen von Holtzhausen & Kotz (1990) erreichten hingegen in etwa die Hälfte der Naturbrutküken frei lebender Strauenpopulationen die Geschlechtsreife, also ein Alter von drei bis vier Jahren.

Die Mortalitätsraten von Straußenküken, die aus künstlich bebrüteten Eiern schlüpfen, sind auf Straußenfarmen weltweit relativ hoch und werden in verschiedenen Veröffentlichungen zwischen 17 % und 78 % angegeben (Ashash et al., 1996; Cloete et al. 2001). Dabei sind die Ursachen für die hohe Kükenmortalität auf Straußenfarmen nach Huchzermeyer (1998) im Management zu suchen und nicht auf einen mysteriösen, noch unbekanntem Keim zurückzuführen. Für die Aufzucht gesunder Küken spielen nicht nur die Haltungsbedingungen und die Ernährung der Küken eine wesentliche Rolle, auch die Bedingungen während der embryonalen Entwicklung sind entscheidend (Huchzermeyer, 1998). Ebenso wirken sich der Gesundheits- und Ernährungszustand der Elterntiere sowie die Brutbedingungen sowohl auf die Schlupfrate als auch auf die Kükensterblichkeit aus (Verwoerd et al., 1999). Zu hohe oder zu niedrige Luftfeuchtigkeit oder Temperatur im Brutschrank und unzureichende Hygienebedingungen können zu geschwächten Küken führen, deren Lebenserwartung vom ersten Lebenstag an gemindert ist (Huchzermeyer, 1998; Jost, 1993). Ferner können sich die Wendehäufigkeit und Stellung der Eier und der Wasserverlust während der Brut (Brown et al., 1996; Deeming, 1995; Dzoma & Dorrestein, 2001; Nahm, 2001) sowie die Eigenschaften der Eier (Eigewicht, -breite, -länge, Schalendicke) sowohl auf die Schlupfrate als auch auf die Kükensterblichkeit auswirken (Cloete et al., 2002; Krawinkel, 1994). Ebenso zeigte die Lagerungsdauer der Eier vor der Bebrütung in der Untersuchung von Sahan (2004) einen deutlichen Einfluss auf den Schlupferfolg.

Als Missstände in der Kükenhaltung werden eine unausgewogene Ernährung in Verbindung mit zu hohen Besatzdichten, überhöhten Temperaturen sowie schlechte Belüftung im Stall angegeben, die zu Stress, Krankheiten und letztendlich zu extremen Kükenverlusten führen (Cooper, 2002). Dabei werden die ersten drei Lebensmonate als schwierigste und kritischste Phase in der Kükenaufzucht angesehen, da hier die höchste Mortalität auf Straußenfarmen registriert wird (Jost, 1993; Verwoerd et al., 1999). Aus diesem Grund wurde die Datenaufnahme zur Kükensterblichkeit in dieser Arbeit auf die ersten drei Lebensmonate von Straußenküken beschränkt.

Viele Krankheiten, die bei Straußen auftreten, sind eine Kombination von Ernährungs-, Verhaltens-, Umwelt- und Infektionsfaktoren und werden daher als multifaktorielle Erkrankungen angesehen (Huchzermeyer, 1998). Die häufigsten Krankheiten und Todesursachen bei Straußenküken sind Dottersackentzündungen, Gastrostase (Magenstockung, auch als „fading chick syndrome“ bekannt), Enteritis, Septikämie und Beindeformationen (Huchzermeyer, 1998). Aber auch Atemwegserkrankungen und Kloakenvorfälle sind beobachtet worden.

In der Literatur werden die hohen Aufzichtsverluste bei Straußenküken hauptsächlich auf Fehler im Management zurückgeführt (Cooper, 2002; Huchzermeyer, 1998; Jost, 1993). Allerdings ist es nicht auszuschließen, dass auch die Witterung einen Einfluss auf die Sterblichkeit von Straußenküken nimmt. Dies wird in dieser Untersuchung geprüft.

## 1.4 Körpertemperatur

Bei der in Deutschland praktizierten Offenstallhaltung von Straußen kann im Winter die Temperatur im Unterstand teilweise soweit absinken, dass sie sich nur geringfügig von der Außentemperatur unterscheidet. Unklar ist, ob die in Deutschland phasenweise vorherrschenden niedrigen Temperaturen (verbunden mit Niederschlägen und hoher Luftfeuchtigkeit) die Anpassungsfähigkeit von Straußen überfordern. Ein Indikator dafür wäre ein signifikantes Absinken der Körpertemperatur vom Normalwert. Für alle Säugetiere (mit Ausnahme der Winterschläfer) und Vögel kann ein Absinken der Körpertemperatur zu schweren körperlichen Schäden bis hin zum Tod durch Erfrieren führen. Ein Abfall der Körpertemperatur tritt ein, wenn das Tier bei länger andauernder niedriger Umgebungstemperatur nicht mehr imstande ist, die Wärmeabgabe durch eigene Wärmeproduktion zu ersetzen.

Strauße besitzen einige Voraussetzungen für die Anpassung an ein Leben in kalter Umgebung. Auf Grund ihrer großen Körpermasse besitzen diese Vögel ein verhältnismäßig kleines Oberflächen-Volumenverhältnis, so dass ein geringerer Wärmeverlust als bei kleinen Tieren stattfindet. Zudem sind Strauße endotherme Tiere und können daher ihre Körpertemperatur bei unterschiedlicher Umgebungstemperatur konstant halten. Dabei spielt das Gefieder eine bedeutende Rolle. Seine isolierende Wirkung wird durch die Luftschicht erzielt, die sich zwischen den Federn und der Haut befindet. Auf Grund der geringen Wärmeleitfähigkeit und der niedrigen Wärmekapazität eignet sich Luft hervorragend als Wärmeisolator (Heldmaier und Neuweiler, 2004). Dabei stellt selbst das weiche und aufgefaserte Federkleid des Straußes eine hervorragende Isolierung dar (Grzimek, 2000). Des Weiteren erweist sich das subkutane Fettgewebe am Bauch, das je nach Jahreszeit an Dicke zunimmt, als ausgezeichnete Wärmedämmung (Kaminske & Keipert, 1998).

Das Fehlen der Bürzeldrüse bei Straußenvögeln und der hierdurch möglicherweise unzureichende Schutz des Gefieders vor Durchnässung wird als Problem für die Anpassungsfähigkeit von Straußen an feuchte Wetterbedingungen gesehen (Rusche & Schmidt, 1998). Allerdings bewahrt in erster Linie die Struktur und Anordnung der Federn die Vögel vor Nässe und das Bürzelöl unterstützt diesen Effekt nur (Starck, 1982). So sind Strauße auch ohne Bürzeldrüsensekret auf Grund ihrer dachziegelartigen Anordnung der Federn vor Durchnässung des Gefieders geschützt. Die Aufgabe des Bürzelöls kann auch von Puderfedern übernommen werden (Grzimek, 2000), wie dies bei Reiher der Fall ist. Möglicherweise bedienen sich Strauße des gleichen Mechanismus. Zu den einheimischen Vogelarten, denen eine Bürzeldrüse fehlt, zählen außer Reiher auch die Großtrappe (Sambraus, 1998) und neuerdings der Nandu. Nandus sind aus den Grassteppen Südamerikas stammende Straußenvögel. Die in Mecklenburg-Vorpommern frei lebenden Nandus entstammen einer Zuchtanlage, der sie 1999 entlaufen sind (Schuh, 2003). Seither brüten und vermehren sich die Nandus in dieser Region Deutschlands. Damit haben sich die anfänglichen Befürchtungen, dass diese Straußenvögel mit dem „feucht - kalten“ Klima Deutschlands nicht zurecht kommen, nicht bewahrheitet.

## 1.5 Rechtliche Grundlagen

Auf Grund tierschutzrechtlicher Bedenken hat der Bundesrat im November 1995 die Bundesregierung aufgefordert, von der in § 13 Abs. 3 des Tierschutzgesetzes enthaltenen Ermächtigung zur Haltung von Straußenvögeln (Strauße, Emus und Nandus) Gebrauch zu machen und die Straußenhaltung in Deutschland zu verbieten, zu beschränken oder von einer Genehmigung abhängig zu machen. Dieser Beschluss wurde im September 2002 vom Bundesrat nochmals bekräftigt. Hierdurch soll erreicht werden, dass die tiergerechte Haltung von Straußen unter den in Deutschland vorkommenden Witterungsbedingungen nicht über generelle Haltungsanforderungen zu regeln ist, sondern Einzelfallprüfungen erfordert. In den Bundesländern Niedersachsen und Schleswig-Holstein wird auf Grund der dort vorkommenden Witterungsverhältnisse mittels Erlass in aller Regel das in den Empfehlungen des ergänzten Gutachtens von 1996 über die „Mindestanforderungen an die Haltung von Straußenvögeln, außer Kiwis“ des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (BML-Gutachten, 1996) beschriebene Trockengehege gefordert. Ob ein weiterer Witterungsschutz erforderlich ist, muss jeweils anhand der örtlichen Gegebenheiten geklärt werden.

Neben dem rechtlich nicht bindenden BML-Gutachten (1996), das als Grundlage für einen bundeseinheitlichen Mindeststandard bei der Haltung von Straußen herangezogen wird, liegen die rechtsverbindlichen „Empfehlungen für die Haltung von Straußenvögeln (Strauße, Emus, Nandus)“ des Ständigen Ausschusses des Europäischen Übereinkommens zum Schutz von Tieren in landwirtschaftlichen Tierhaltungen von 1997 (im Folgenden als Europaratsempfehlung (1997) bezeichnet) vor. Weitere rechtlich nicht bindende Empfehlungen zur Haltung von Straußen werden im Merkblatt „Artgemäße nutztierartige Straußenhaltung“ der Tierärztlichen Vereinigung für Tierschutz e.V. (TVT-Merkblatt, 2003), den Zucht- und Haltungsrichtlinien des Bundesverbandes Deutscher Straußenzüchter e.V. (bds-Richtlinien, 2002) und den Haltungsrichtlinien (2003) von artgerecht e.V. Berufsverband Deutsche Straußenzucht gegeben. Als weitere Haltungsempfehlung kann die seit 2004 veröffentlichte Richtlinie zur „Haltung von Straußenvögeln in landwirtschaftlichen und privaten Haltungen“ des Schweizer Bundesamtes für Veterinärwesen (im Folgenden als Schweizer Richtlinie bezeichnet) herangezogen werden.

## 1.6 Fragestellungen

Die bisherigen wissenschaftlichen Untersuchungen zur Straußenhaltung in Deutschland beschäftigten sich mit der Natur- und Kunstbrut in einem Tierpark (Classen, 1999), dem Verhalten von Zuchttieren auf einem landwirtschaftlichen Betrieb (Berendsen, 1995), den unterschiedlichen Haltungsbedingungen von Straußen auf elf landwirtschaftlichen Betrieben (Fuhrer, 2001), sowie dem Verhalten und der Haltung von Zuchttieren auf einem Betrieb in Deutschland (Schulz, 2004). Bis auf die Arbeit von Schulz (2004) lieferten die bisherigen Arbeiten wenige Erkenntnisse über die Anpassungsfähigkeit der Tiere an das in Deutschland herrschende Klima. Der unzureichende wissenschaftliche Kenntnisstand hinsichtlich der Akklimatisation von Straußen in Deutschland und die daraus resultierende kontroverse Diskussionen waren Anlass für die vorliegende Untersuchung. Die Arbeit ist in drei Kapitel gegliedert, die sich auf folgende Fragestellungen konzentrieren:

### 1. Mortalität bei Kunstbrutküken

- Wie hoch ist die Mortalität bei Kunstbrutküken in deutschen Straußenbetrieben?
- Besteht ein Zusammenhang zwischen der Kükensterblichkeit und den aktuellen klimatischen Verhältnissen?
- Welche Erkrankungen und Todesursachen treten auf?

### 2. Stallnutzung durch Jungtiere im Winter

- Nutzen junge Strauße einen Unterstand abhängig von den aktuellen Wetterverhältnissen?
- Welches Verhalten zeigen die Jungtiere im Stall?

### 3. Thermoregulation von Jungtieren im Winter

- Zeigen sich Zusammenhänge zwischen der Körpertemperatur junger Strauße und der Witterung im Winter?

Die Datenaufnahme zur Kükenmortalität erfolgte in vier deutschen Betrieben (A, B, C, D), die der Stallnutzung in drei dieser Betriebe (B, C, D), während die Datenerhebung zur Thermoregulation von Jungtieren ausschließlich in Betrieb C untersucht wurde.

Ziel dieser Arbeit war es, anhand verschiedener Indikatoren aus den Bereichen Leistung (Mortalität bei Kunstbrutküken), Verhalten (Stallnutzung durch Jungtiere) und Physiologie (Thermoregulation bei Jungtieren) die Akklimatisationsfähigkeit von Straußen aufzuzeigen, zu diskutieren und hinsichtlich ihrer Bedeutung für die Artgerechtigkeit der kommerziellen Straußenhaltung unter deutschen Klimaverhältnissen zu beurteilen. Dabei wurde lediglich auf die Klimabedingungen in Deutschland eingegangen, da diese entscheidend für die Haltung dieser Vögel im Bundesgebiet sind.

## 2 Betriebe

### 2.1 Auswahl der Betriebe

Für die Fragestellung erwünscht waren Betriebe, die Unterschiede in der geographischen Lage und den damit verbundenen regionalen Klimaverschiedenheiten aufwiesen. Eine weitere Voraussetzung war, dass die Kunstbrut und die Kükenaufzucht in den Betrieben selbst erfolgten. Für die Auswahl der Betriebe wurde Kontakt zum Bundesverband Deutscher Straußenzüchter e.V. (bds) aufgenommen. Sieben Betriebe, die sich bereits bei meiner Diplomarbeit aufgeschlossen gegenüber wissenschaftlicher Untersuchung gezeigt hatten, wurden kontaktiert. Sieben weitere Straußenhalter wurden 2001 beim Kongress der International Ostrich Association (IOA) auf eine Zusammenarbeit für die geplante Untersuchung angesprochen. Diese Betriebe waren auch Mitglieder im bds. Durch die Recherche im Internet wurden drei weitere Straußenbetriebe ausfindig gemacht, die nicht im bds vertreten waren. In zwölf Betrieben konnte eine Betriebsbesichtigung mit ausführlicher Besprechung der geplanten Untersuchung erfolgen. Vier Betriebe erklärten sich daraufhin zur freiwilligen Mitarbeit im Projekt bereit.

### 2.2 Betriebsunterschiede

Die vier untersuchten Betriebe A, B, C und D unterschieden sich in der Haltung der Tiere, der Beschaffenheit der Weide, der Betriebsgröße und somit der Tieranzahl, der Erfahrung der Halter mit der Straußenhaltung sowie der Kükenaufzucht (Tabelle 1). Alle Halter konnten durch Teilnahme am Sachkundeseminar des Bundesverbandes Deutscher Straußenzüchter e.V. die gesetzlich geforderte Qualifikation zur Haltung von Straußen belegen. Eine landwirtschaftliche Ausbildung konnte zudem der Halter des Betriebes D vorweisen. In den Betrieben B und D diente die Straußenhaltung als Haupterwerbsquelle, die beiden anderen Betriebe hielten Strauße im Nebenerwerb.

**Tabelle 1:** Merkmale der vier untersuchten Betriebe.

	<b>Betrieb A</b>	<b>Betrieb B</b>	<b>Betrieb C</b>	<b>Betrieb D</b>
<b>Bundesland</b>	Baden-Württemberg	Baden-Württemberg	Nordrhein-Westfalen	Nordrhein-Westfalen
<b>Höhenlage</b>	700 m ü. NN	132 m ü. NN	60 m ü. NN	110 m ü. NN
<b>Beschaffenheit des Weidebodens</b>	schwer (tonig)	mittelschwer (schluffig)	leicht (sandig)	schwer (tonig)
<b>Anzahl der Zuchtgruppen bzw. Zuchthähne</b>	2	8	2	4
<b>Anzahl der Zuchthennen</b>	4	26	6	8
<b>Nutzfläche für Strauße</b>	4 ha	10 ha	4 ha	7 ha
<b>Straußenhaltung seit</b>	1994	1993	2001	1998

	<b>Betrieb A</b>	<b>Betrieb B</b>	<b>Betrieb C</b>	<b>Betrieb D</b>
<b>Kauf der Zuchttiere in</b>	Deutschland	Zimbabwe, Holland	Deutschland, Holland	Deutschland, Holland
<b>Anzahl der Betreuer</b>	2	3	2	1

Für die folgende Untersuchung wurden die Tiere auf Grund ihres Alters in drei Gruppen eingeteilt: Als Küken werden alle Tiere bis zum dritten Lebensmonat bezeichnet, vom vierten Lebensmonat bis zum Erreichen der Geschlechtsreife wird von Jungtieren gesprochen und mit Beginn der Geschlechtsreife (bei Hennen ab dem zweiten Lebensjahr, bei Hähnen ab zweieinhalb Jahren) gelten die Vögel als erwachsen und werden als Zuchttiere bezeichnet.

## **3 Mortalität bei Kunstbrutküken**

### **3.1 Einleitung**

Die Straußenhaltung in kommerziellen Betrieben in Deutschland wird noch immer heftig diskutiert und kritisiert. Die in Deutschland vorkommenden „nass - kalten“ Witterungsbedingungen seien für Strauße nicht zuträglich (BML - Gutachten, 1996; Pfeiffer, 2002) und infolge mangelnder Akklimatisation dieser Tiere werden hohe Erkrankungsraten und Verluste besonders in der Kükenaufzucht erwartet (Rusche & Schmidt, 1998). Die hohe Variabilität der Kükenmortalität auf Straußenfarmen, die sich von 17 % bis zu 78% erstreckt (Ashash et al., 1996; Cloete et al., 2001), könnte in der großen Anzahl von Faktoren, die sich entscheidend auf die Entwicklung von Straußenküken auswirken, erklärt werden. So spielen bei der Aufzucht gesunder Straußenküken die genetische Abstammung, die Hygienebedingungen vor und während der Brutphase, die Brutbedingungen, die Haltungsbedingungen und Ernährung der Küken eine wesentliche Rolle (Huchzermeyer, 1998). Die mögliche Auswirkung der Witterung auf die Kükensterblichkeit wurde bei den bisherigen wissenschaftlichen Untersuchungen nicht berücksichtigt.

Ziel dieses Teilprojektes war es daher, in den vier in Deutschland untersuchten Betrieben A, B, C und D die Höhe der Mortalität von künstlich erbrüteten Straußenküken während der ersten drei Lebensmonate zu registrieren und mögliche Zusammenhänge zwischen der Mortalität und den klimatischen Bedingungen darzustellen. Ferner sollten Erkrankungen und Todesursachen identifiziert werden.

### **3.2 Tiere, Material und Methoden**

In den vier Betrieben A, B, C und D (siehe Kapitel 2 Betriebe) wurden für die Legesaison 2002 Daten zur Befruchtung, zum Schlupf und zur Mortalität von bis zu drei Monate alten Kunstbrutküken erhoben. Die Lege- und Schlupfdaten wurden von den Haltern erfasst und für diese Studie bereitgestellt. Im Februar 2002 wurden die ersten Eier gelegt und die letzten Eier Ende Juli 2002 eingesammelt. Ab August wurden die Eier nicht mehr aufgelesen, damit die Vögel zum Abschluss der Legesaison brüten und ihre eigene Brut aufziehen konnten (Naturbrut). Die ersten Kunstbrutküken schlüpften im April 2002, die letzten im September 2002. Die Datenaufnahme zur Kükenmortalität begann folglich im April 2002 und endete im Dezember 2002, als die letztgeschlüpften Küken ein Alter von drei Monaten erreicht hatten.

Für die bakteriologischen Laboruntersuchungen wurden die toten Küken von den Haltern nach Möglichkeit aufbewahrt, tief gefroren und bei meinen monatlichen Betriebsbesuchen mitgenommen. Die Anzahl der Tiere (Küken, Jungtiere und Zuchttiere) der jeweiligen Betriebe wurde bei den monatlichen Betriebsuntersuchungen aufgelistet und mit den Angaben der Halter verglichen. Häufigere Betriebsbesuche waren auf Grund der großen Entfernung und der damit verbundenen langen Anfahrtszeiten (von zwei bis sieben Stunden) zu den Betrieben nicht möglich.

Da für die Aufzucht gesunder Küken nicht nur die Haltung und die Fütterung der Tiere wichtige Faktoren darstellen, sondern auch die Brutsituation sowie die Haltung und Ernährung der Elterntiere einen wesentlichen Einfluss haben, wird im Folgenden auf diese Punkte kurz eingegangen.

### 3.2.1 Haltung der Zuchttiere

Die Strauße wurden in allen Betrieben ab einem Alter von sechs Monaten in Offenstallhaltung gehalten. Dies bedeutet, dass den Vögeln ganzjährig ein Unterstand (Stall) zur Verfügung stand, der je nach Bedarf von den Tieren genutzt werden konnte. Der Stalluntergrund in den Zuchttierställen bestand in allen vier Betrieben aus Erde, wobei dieser in den Betrieben A, B und C zu einem Drittel mit Sand bedeckt war, der sowohl für die Gefiederpflege wie auch als Nistplatz von den Tieren genutzt werden konnte. Die restliche Fläche des Stallbodens wurde im Winter in den Betrieben B und C mit Langstroh regelmäßig nachgestreut, wodurch eine circa 30 cm dicke Strohauflage über die Wintermonate entstand. In Betrieb A und Betrieb D wurde hingegen weniger eingestreut, so dass nur eine maximal 5 cm dicke Strohschicht anfiel. In allen vier Betrieben wurden die Ställe im Frühjahr gemistet. Im Sommer wurde nicht eingestreut. In allen Zuchttiergehegen waren Sandplätze auf der Weide vorhanden, welche in den Betrieben A und D überdacht waren.

Sowohl die Anzahl der Zuchtgruppen, deren Zusammensetzung als auch das Alter der Zuchttiere unterschied sich ebenso auffällig zwischen als auch innerhalb der Betriebe (Tabelle 2). Während in den Betrieben A und D die Zuchtgruppen aus Trios (ein Hahn und zwei Hennen) bestanden, wurden auf Grund der Fruchtbarkeit der Hähne größere Brutgemeinschaften in den Betrieben C (Quartett) und B (bis zu sechs Hennen pro Hahn) zusammengestellt.

**Tabelle 2:** Anzahl der Zuchtgruppen und Gruppenzusammensetzung der vier Betriebe

	Betrieb A	Betrieb B	Betrieb C	Betrieb D
<b>Anzahl der Zuchtgruppen</b>	2	8	2	4
<b>Anzahl der Zuchthähne</b>	2	8	2	4
<b>Anzahl der Zuchthennen</b>	4	26	6	8
<b>Tieralter [Jahre]</b>	13	3 - 20	4 - 5	9

Zusätzlich zur Weidevegetation erhielten die Tiere in allen Betrieben ein Zusatzfutter, das sich je nach Tieralter in seiner Zusammensetzung unterschied. In der Regel bestanden die Futtermischungen aus Gerste, Weizen, Weizenkleie, Sojaschrot, Mais, Melasse, Luzernegrünmehl und einer Mineral- und Vitamin- Vormischung. In den Betrieben A, C und D waren Jungtier- und Zuchttierfutter identisch. Bei Betrieb B unterschied sich das Zuchttierfutter lediglich durch die Zugabe von Futterkalk vom Jungtierfutter. Die Futterbestandteile wurden in Betrieb B ganz verabreicht, in den Betrieben A und D hingegen wurden sie geschrotet und in Betrieb C war das Jungtier- bzw. Zuchttierfutter pelletiert.

Die Zuchttiere wurden einmal pro Tag gefüttert und Wasser wurde in der Regel außerhalb des Stalles permanent angeboten. In den Wintermonaten wurde als Raufutter Heu in den Betrieben B und C, Grassilage in Betrieb A und Maissilage in Betrieb D verfüttert.

### **3.2.2 Kunstbrut**

In der Brutpflege wiesen die einzelnen Betriebe extreme Unterschiede auf. Die strengsten Hygienebedingungen waren in den Betrieben B und C vorzufinden, bei denen die Eier nach dem Einsammeln aus den Gehegen zuerst gewaschen und anschließend desinfiziert wurden. Danach wurden die Eier bei konstanter Temperatur (18 °C) in einem speziellen Kühlschrank bzw. gekühlten Raum aufbewahrt, bis sie nach circa zehn Tagen in den Brutschrank eingelegt wurden. Nach 40 Tagen Kunstbrut wurden die Eier in den Schlupfschrank umgelegt, der sich in einem separaten Raum befand. In beiden Räumen standen Schuhe bereit, die von den Haltern ausschließlich im Brut- bzw. Schlupfraum benutzt wurden. Auch in Betrieb D wurden die Eier nach dem Auflesen gewaschen und desinfiziert, um danach gelagert zu werden. Allerdings befanden sich Brut- und Schlupfschrank im selben Raum. In Betrieb A wurden die Bruteier lediglich abgewaschen und in einem Raum deponiert, der noch anderweitig genutzt wurde. Der Brutschrank stand in einer offenen Scheune und der Schlupfschrank befand sich im Kükenstall. Die Betriebe unterschieden sich ebenfalls bezüglich der Positionierung der Eier während der Brut. So wurden die Eier des Betriebes D in horizontaler Stellung in den Brutschrank eingelegt, während die Eier in den Betrieben A, B und C in vertikaler Position bebrütet wurden. Schlupfhilfe durch den Halter erfolgte in allen Betrieben nur in begründeten Fällen (Fehllage des Kükens). Nach dem Schlupf wurde den Küken der Bauchnabel mit Blauspray desinfiziert. In den ersten Lebensstagen erhielten die Küken des Betriebes A Jogurt zum unterstützenden Aufbau der Darmflora.

### **3.2.3 Haltung der Küken**

Die Haltung der Küken unterschied sich deutlich zwischen den analysierten Betrieben. In den Betrieben A, B und C verbrachten die Küken ihre erste Lebenswoche auf einem „Kükentisch“, der mit dünnen waschbaren Weichschaummatten ausgelegt wurde (Abbildung 1). Diese Antirutschmatten wurden täglich durch frisch gewaschene Matten ersetzt. Die Tischfläche befand sich ungefähr einen Meter über dem Fußboden und hatte eine Grundfläche von einem Meter Breite und je nach Betrieb eine Länge von 2,5 - 3,6 m. Eingefasst wurde die Grundfläche von circa 30 cm hohen Seitenwänden.



**Abbildung 1:** Circa vier Tage alte Küken auf dem „Kükentisch“ des Betriebes C.

Im Gegensatz zu den Betrieben B und C, bei denen der Kükentisch in einem gesonderten Raum stand, und die frisch geschlüpften Küken keinen Kontakt zu den älteren Küken hatten, stand der Kükentisch des Betriebes A im Kükenstall. Dadurch konnten die frisch geschlüpften Küken des Betriebes A die älteren Küken hören. In Betrieb D wurden die frisch geschlüpften Küken die ersten drei Lebensstage in einem Holzrahmen (Grundfläche 1 m<sup>2</sup>, Höhe ca. 25 cm) in das Abteil der älteren Küken gesetzt (Abbildung 2). Als lokale Wärmequelle dienten in allen Betrieben Wärmelampen.



**Abbildung 2:** Küken im Holzrahmen innerhalb des Abteils der älteren Geschwister (Betrieb D).

In der ersten Lebenswoche bekamen die Küken mehrmals täglich Wasser gereicht. Danach stand es ihnen ständig zur Verfügung. Ab dem dritten Lebenstag wurde den Küken pelletiertes Kükenfutter und Steinchen ad libitum angeboten. Die Steinchen sind für den Nahrungsaufschluss essenziell und sollten maximal halb so groß wie eine Fußkrallen der Tiere sein (Huchzermeyer, 1998). Die verwendeten Kükenfuttermischungen in den einzelnen

Betrieben unterschieden sich in ihrer Zusammensetzung, die nur den Produzenten bekannt waren. Bis Anfang Mai 2002 bezogen die Betriebe A und B ihr Staußenkükenfutter vom selben Hersteller. Ab Ende Mai 2002 kaufte Betrieb B das Kükenfutter bei Betrieb C ein. Betrieb C ließ sein Straußenkükenfutter eigens herstellen. Betrieb D verwendete Ergänzungsfuttermittel für Fohlen (Fohlenstarter) als Kükenfutter.

Ab der zweiten Lebenswoche wurden die Stalltüren in den Betrieben A, B und D geöffnet, so dass die Küken bei trockenem Wetter tagsüber auf die Weide konnten. Dagegen hatten die Küken des Betriebes C erst ab der dritten Lebenswoche Zugang zur Weide. In allen Betrieben wurden die Kükenställe ab der zweiten Lebenswoche nicht mehr beheizt, jedoch stand den Küken weiterhin ein Bereich mit Wärmelampen zur Verfügung, den sie nach Bedarf nutzen konnten. Zusätzlich wurden in den Betrieben B, C und D den Küken Wärmematten angeboten, auf die sie sich legen konnten (Abbildung 3).



**Abbildung 3:** Circa zwei bis drei Wochen alte Küken unter Wärmelampen auf Wärmematten.

Die rutschfesten Betonböden in den Kükenställen der Betriebe B, C und D wurden alle ein bis zwei Tage mit einem Hochdruckreiniger gesäubert. In Betrieb A wurden die Küken in den ersten Lebenswochen auf einem Vlies gehalten, das nach Bedarf gereinigt wurde. Die Einstreu ab der vierten Lebenswoche variierte zwischen den einzelnen Betrieben von Strohmehl über Kurzstroh zu Langstroh. Nach Bedarf wurde täglich bis wöchentlich frisch eingestreut.

In allen Betrieben wurden die Küken bis zu einem Alter von drei Monaten tagsüber bei Regen in den Stall getrieben, sofern die Tiere den Stall nicht selbstständig aufsuchten. Sobald die Weide abgetrocknet war, wurden die Stalltüren wieder geöffnet. Zum Schutz vor Raubtieren wurden die Tiere bis zum sechsten Lebensmonat nachts in den Stall gebracht. Ab dem sechsten Lebensmonat wurden die Stalltüren in der Regel auch nachts nicht mehr verschlossen (Offenstallhaltung).

### 3.2.4 Erfassung der Klimadaten

In den Betrieben A und B wurden die Klimaelemente Temperatur, relative Luftfeuchtigkeit, Niederschlag, Windgeschwindigkeit und Globalstrahlung stündlich mittels mobiler Wetterstationen (Agrarwetterstationen DALOS 535-WA der Firma F&C GmbH, Gülzow) über den gesamten Erhebungszeitraum aufgezeichnet. Die Wetterstationen wurden nach den Empfehlungen und Vorschriften der WMO (World Meteorological Organization) und des VDI (Verein Deutscher Ingenieure) aufgestellt, um eine Vergleichbarkeit der gewonnenen Messdaten mit denen anderer Stationen sicherzustellen. Dies bedeutete, dass der Schalensternanemometer zur Messung der Windgeschwindigkeit in einer Höhe von 2,5 m, die Sensoren für die Lufttemperatur und die relative Luftfeuchtigkeit sowie für die Globalstrahlung in einer Höhe von 2 m und der automatische Regenmesser mit Kippwaage zur Niederschlagsmessung in 1 m Höhe positioniert wurden. Die Speicherkapazität der Memory-Card lag bei 28 Tagen. Das Auslesen der Daten erfolgte mit Hilfe eines Notebooks, das über eine serielle Schnittstelle mit dem Logger verbunden wurde. Da für diese Untersuchung nur zwei mobile Wetterstationen zur Verfügung standen, musste für die Betriebe C und D auf die klimatologischen Daten der fünf bis zehn Kilometer entfernten Wetterstationen des Deutschen Wetterdienstes zurückgegriffen werden.

### 3.2.5 Sektion

Die Laboruntersuchungen wurden am Institut für Tierschutz und Tierhaltung der FAL in Celle unter der Aufsicht eines Tierarztes durchgeführt. Die in den Betrieben eingesammelten Kadaver der Küken wurden für die Laboruntersuchungen aufgetaut und gewogen. Danach wurde die Sektion, wie bei Jost (1993) beschrieben, durchgeführt. Nach Betrachtung der Schnabelhöhle wurden die Luft- und die Speiseröhre aufgeschnitten. Als nächstes wurde der Tierkörper vom Nabel ausgehend geöffnet, erst in Richtung Kloake, dann in Richtung Kopf. Die Lage und Größe des Dottersackes sowie der Gefäßverlauf auf der Dottersackoberfläche und die Farbe und Konsistenz des Inhaltes wurden notiert. Für bakteriologische Untersuchungen wurden Proben des Dottersackinhaltes entnommen. Danach erfolgte eine Beurteilung der intakten Organe Herz, Leber, Lunge, bevor Probematerial von Herz und Leber für die bakteriologische Untersuchung entnommen wurde. Proventriculus (Drüsen- oder Vormagen) und Ventriculus (Muskelmagen) wurden abgetrennt und gesondert vom Tierkörper geöffnet, um den Mageninhalt zu beurteilen. Anschließend wurde für die Beurteilung der Darmschleimhaut der Dünndarm aufgeschnitten. Nach der Entnahme der Mägen und der Gedärme lagen Ovar bzw. Testikel und die beidseitig lateral der Wirbelsäule angeordnete, mehrlappige Niere frei. Die sich anschließenden bakteriologischen Untersuchungen erfolgten nach Jost (1993).

### 3.2.6 Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung der Mortalitätsdaten erfolgte für alle Küken, die während des ersten Lebensmonats starben. Die Daten der Küken, die innerhalb des zweiten bzw. dritten Lebensmonats verendeten, wurden statistisch nicht ausgewertet, da genaue Angaben über das Sterbealter (zweiter oder dritter Lebensmonat) fehlten.

Alle Berechnungen wurden mit Hilfe des Programms SAS (Statistical Analysis Systems for Windows, Version 8.01) durchgeführt. War der zu erwartende Fehler kleiner als fünf Prozent, wurde das Ergebnis als signifikant bezeichnet. Im Folgenden steht der Begriff „Mittelwert“ für den arithmetischen Mittelwert.

Da sich die Betriebe hinsichtlich der Anzahl der Schlupfe sowie der Zeitspanne, in der die Eier zur Kunstbrut eingelegt wurden, deutlich unterschieden (Tabelle 3), erfolgte die Auswertung der Daten in drei Schritten.

**Tabelle 3:** Übersicht über Anzahl der Schlupfe, Schlupfanfang und Schlupfende

Betrieb	Anzahl der Schlupfe	Datum des ersten Schlupfes	Datum des letzten Schlupfes
A	7	06. Mai 2002	27. Jul 2002
B	13	20. Apr 2002	10. Sep 2002
C	12	09. Mai 2002	29. Aug 2002
D	13	15. Mai 2002	01. Sep 2002

Zunächst wurde überprüft, ob sich die Mortalität innerhalb der Betriebe unabhängig von der Witterung während des Untersuchungszeitraumes änderte. Danach wurde eine Übersicht der Klimadaten der Betriebe erstellt. Und zuletzt wurde getestet, ob ein Zusammenhang zwischen Mortalität und Witterung bestand.

#### 1. Mortalität im Jahresverlauf

Hier wurde geprüft, ob sich die Sterblichkeitsrate mit zunehmender Anzahl an Schlupfen in den Betrieben bzw. im Laufe der Beobachtungszeit veränderte. Da pro Betrieb nur eine Beobachtung der Mortalität pro Schlupf vorhanden war, wurde die Wechselwirkung zwischen Betrieb und Schlupfnummer im Regressionsmodell geprüft:

##### Modell I:

$$Y_{ij} = \mu + \text{Betrieb}_i + b_1 \text{ Schlupf}_{ij} + b_{2i} \text{ Schlupf}_{ij} + e_{ij}$$

mit:

- $Y_{ij}$  = Anteil verendeter Küken je Schlupf und Betrieb
- $\mu$  = Allgemeiner Durchschnitt
- $\text{Betrieb}_i$  = Effekt des i-ten Betriebes
- $b_1$  = Regressionskoeffizient über alle Betriebe
- $\text{Schlupf}_{ij}$  = j-te Schlupfnummer innerhalb des i-ten Betriebes
- $b_{2i}$  = Regressionskoeffizient innerhalb des i-ten Betriebes
- $e_{ij}$  = zufällige Effekte (Resteffekt)

In diesem Modell wurden die fixen Effekte der Betriebe als Klassen und die Schlupfnummern innerhalb der Betriebe als Kovariablen berücksichtigt. Für die Kovariable wurde sowohl ein allgemeiner Regressionskoeffizient geschätzt als auch ein individueller Regressionskoeffizient für jeden Betrieb angenommen. Die Effekte des Modells wurden mittels Varianzanalyse auf Signifikanz getestet. Die Schätzung erfolgte mittels der Methode der kleinsten Quadrate.

## **2. Klimadaten**

Zur Darstellung der Unterschiede in den Witterungsmerkmalen zwischen den Betrieben wurden die Monatsdurchschnittswerte von Temperatur, relativer Luftfeuchtigkeit, Windgeschwindigkeit und Globalstrahlung sowie die Monatssummen des Niederschlages für die Monate April bis Dezember 2002 berechnet. Um mögliche Zusammenhänge zwischen den verschiedenen Witterungsverhältnissen zu erkennen und um das statistische Modell entsprechend zu optimieren, wurden die Korrelationen (nach Pearson) zwischen den Witterungsmerkmalen berechnet.

## **3. Zusammenhang zwischen der Mortalität und der Witterung**

Um einen Überblick über die Auswirkung der Witterung auf die Mortalität zu erhalten, wurden zunächst aus den Daten der Wetterstationen (Stundenmittel von Temperatur, relativer Luftfeuchtigkeit, Windgeschwindigkeit, Globalstrahlung und Stundensummen des Niederschlages) Tagesmittelwerte berechnet. Hieraus wurden dann jeweils über die 31 Tage, die dem jeweiligen Schlupfdatum folgten, Durchschnitte berechnet (Tabelle 5 bis 8). Da in den Betrieben A und B die Wetterstationen zeitweise ausgefallen waren, beruhen die Durchschnitte z. T. aus unvollständigen Daten, was sich in der Anzahl der Messtage (n) widerspiegelt. So fehlten in Betrieb A bei fünf von sieben Schlupfen an mehr als 10% der Tage (d.h. an mehr als drei von 31 Tagen) die Daten und in Betrieb B bei sechs von 13 Schlupfen. Die Wetterdaten der Betriebe C und D waren hingegen vollständig vorhanden.

Neben den Schlupfnummern (Schlupf) wurden die folgenden Kovariablen innerhalb der Betriebe berücksichtigt: relative Luftfeuchtigkeit (RF), Temperatur (Temp), Windgeschwindigkeit (WG) und Niederschlag (NS). Neben den Variablen wurden deren Quadrate in das Modell aufgenommen, um nicht-lineare Zusammenhänge zu berücksichtigen. Die Interaktionen mit der Variable Windgeschwindigkeit wurden aufgenommen, da Wechselwirkungen zwischen dieser Variable und der relativen Luftfeuchtigkeit, der Temperatur und des Niederschlages zu erwarten waren. Nur für die Regressionsvariable Schlupfnummer wurden für jeden Betrieb getrennte Regressionskoeffizienten berechnet, da die Witterung sich in den verschiedenen Betrieben nicht unterschiedlich auf die Mortalität auswirkte. Die Globalstrahlung hing eng mit anderen Klimaelementen zusammen und wurde daher nicht in das Modell mit aufgenommen.

Modell II:

$$Y_{ij} = \mu + b_{1i} \text{Schlupf}_{ij} + b_2 \text{RF}_{ij} + b_3 \text{RF}_{ij}^2 + b_4 \text{Temp}_{ij} + b_5 \text{Temp}_{ij}^2 + b_6 \text{NS}_{ij} \\ + b_7 \text{NS}_{ij}^2 + b_8 \text{WG}_{ij} + b_9 \text{WG}_{ij}^2 + b_{10} (\text{RF} * \text{WG})_{ij} + b_{11} (\text{Temp} * \text{WG})_{ij} \\ + b_{12} (\text{NS} * \text{WG})_{ij} + e_{ij}$$

mit:

$Y_{ij}$	= Anteil verstorbener Küken bei Schlupf <sub>j</sub> des Betriebes <sub>i</sub>
$\mu$	= Allgemeiner Durchschnitt
$b_{1i}$	= Regressionskoeffizient innerhalb des i-ten Betriebes
$\text{Schlupf}_{ij}$	= j-te Schlupfnummer innerhalb des i-ten Betriebes
$b_2 - b_{12}$	= Regressionskoeffizienten der jeweiligen Variablen, Quadrate der Variablen bzw. Wechselwirkung zwischen den Variablen
$\text{RF}_{ij}$	= Durchschnittliche relative Luftfeuchtigkeit im ersten Monat nach dem Schlupf
$\text{Temp}_{ij}$	= Durchschnittliche Temperatur im ersten Monat nach dem Schlupf
$\text{NS}_{ij}$	= Summe des Niederschlages im ersten Monat nach dem Schlupf
$\text{WG}_{ij}$	= Durchschnittliche Windgeschwindigkeit im ersten Monat nach dem Schlupf
$e_{ij}$	= zufällige Effekte (Resteffekt)

Die Effekte des Modells wurden per Varianzanalyse auf Signifikanz getestet und die Schätzung erfolgte auch hier wieder mittels der Methode der kleinsten Quadrate.

### 3.3 Ergebnisse

#### 3.3.1 Mortalität im Jahresverlauf

Die Kükenmortalität im ersten Lebensmonat veränderte sich im Laufe des Beobachtungszeitraums innerhalb der Betriebe (Tabelle 4). Diese Veränderung der Mortalität unterschied sich dabei signifikant zwischen den Betrieben ( $F_{3,37}=2,97$ ;  $p < 0,05$ ). Der Anstieg der Kükensterblichkeit mit steigender Schlupfnummer zeigte sich dabei in Betrieb D als hoch signifikant, während die leichte Zu- oder Abnahme der Mortalität in den restlichen Betrieben sich als nicht signifikant erwies (Betrieb A:  $r = -0,04 \pm 0,04$ ,  $p > 0,05$ ; B:  $r = 0,01 \pm 0,04$ ,  $p > 0,05$ ; C:  $r = -0,01 \pm 0,02$ ,  $p > 0,05$ ; D:  $r = 0,05 \pm 0,02$ ,  $p > 0,05$ ). Dabei ist zu beachten, dass die Regressionskoeffizienten sehr gering und die Standardfehler sehr hoch waren.

Die meisten Küken starben in den Betrieben A (33 %) und C (80 %) zu Beginn der Schlupfperiode, während die Mortalität in den Betrieben B (100 %) und D (90 %) gegen Ende der Schlupfzeit ihr Maximum erreichte. Ebenfalls ist aus Tabelle 4 ersichtlich, dass die Anzahl der Küken pro Schlupf sowohl zwischen wie auch innerhalb der Betriebe stark variierte (Betrieb A: 3 - 25; B: 4 - 30; C: 5 - 21; D: 3 - 13).

**Tabelle 4:** Kükenmortalität während des ersten Lebensmonats (LM) in den vier Betrieben A, B, C und D.

Schlupf Nr.	Betrieb A			Betrieb B		
	Schlupf Monat	Anzahl geschlüpfter Küken	Mortalität im 1. LM	Schlupf Monat	Anzahl geschlüpfter Küken	Mortalität im 1. LM
1	Mai	3	33 %	Apr	4	25 %
2	Mai	3	0 %	Mai	6	33 %
3	Jun	21	24 %	Mai	16	13 %
4	Jun	21	0 %	Mai	28	14 %
5	Jun	20	0 %	Jun	27	4 %
6	Jul	21	5 %	Jun	10	10 %
7	Jul	25	4 %	Jun	10	10 %
8		-		Jul	30	13 %
9		-		Jul	20	25 %
10		-		Jul	6	100 %
11		-		Aug	7	71 %
12		-		Aug	18	17 %
13		-		Sep	6	0 %

Schlupf Nr.	Betrieb C			Betrieb D		
	Schlupf Monat	Anzahl geschlüpfter Küken	Mortalität im 1. LM	Schlupf Monat	Anzahl geschlüpfter Küken	Mortalität im 1. LM
1	Mai	5	80 %	Mai	3	33 %
2	Mai	5	0 %	Mai	3	33 %
3	Jun	8	0 %	Mai	10	0 %
4	Jun	11	9 %	Jun	10	40 %
5	Jun	17	18 %	Jun	9	56 %
6	Jun	21	19 %	Jun	11	45 %
7	Jul	10	10 %	Jul	8	13 %
8	Jul	9	56 %	Jul	11	45 %
9	Jul	5	0 %	Jul	13	46 %
10	Aug	16	38 %	Aug	7	57 %
11	Aug	14	21 %	Aug	12	83 %
12	Aug	6	0 %	Aug	10	90 %
13		-	-	Sep	10	90 %

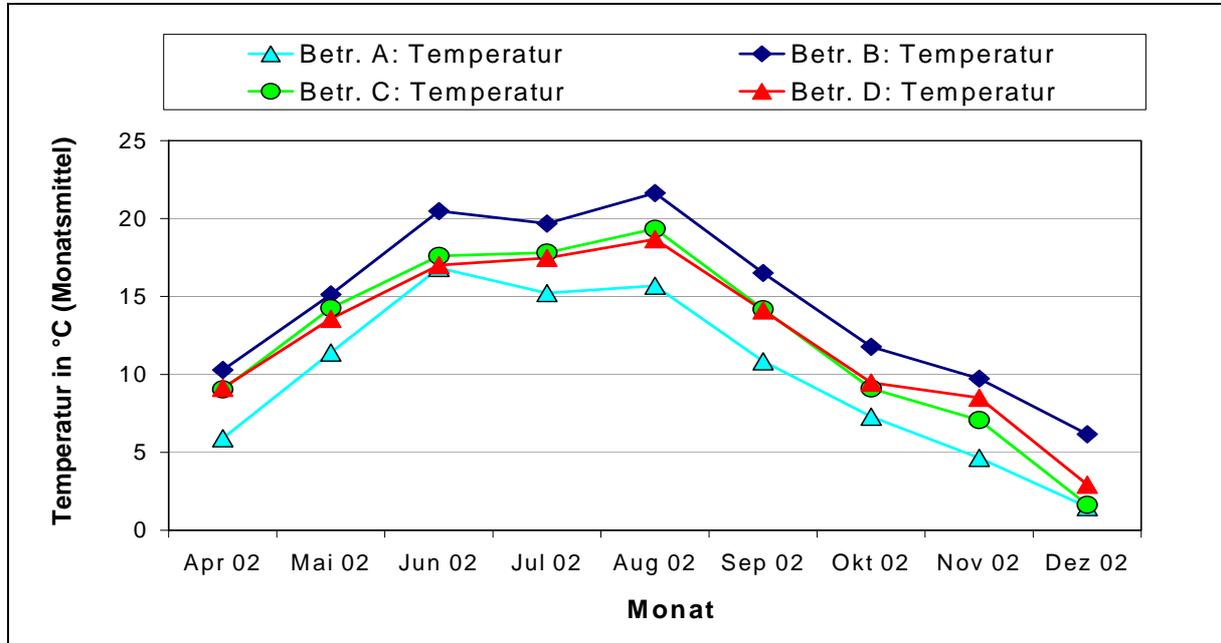
### 3.3.2 Klimadaten

Eine Übersicht über die Monatsmittel bzw. Monatssummen der Klimaelemente Temperatur, relative Luftfeuchtigkeit, Niederschlag, und Windgeschwindigkeit in den vier Betrieben stellen die folgenden Abbildungen 4 bis 7 dar. Insgesamt waren die Klimadaten der vier Betriebe des Jahres 2002 mit denen der drei vorangegangenen Jahre vergleichbar.

In den Betrieben A und B waren die Wetterstationen zeitweise ausgefallen, so dass die Monatsmittel der Klimaelemente auf unvollständigen Daten beruhen. In Betrieb A lagen im April an fünf Tage keine Wetterdaten vor, im Mai an drei Tagen, im Juni und August jeweils an zwei Tagen und im Juli fehlten die Tageswerte an acht Tagen. In Betrieb B wurden im April an drei Tagen, im Mai an vier Tagen und im Juli an sechs Tagen keine Klimadaten aufgezeichnet.

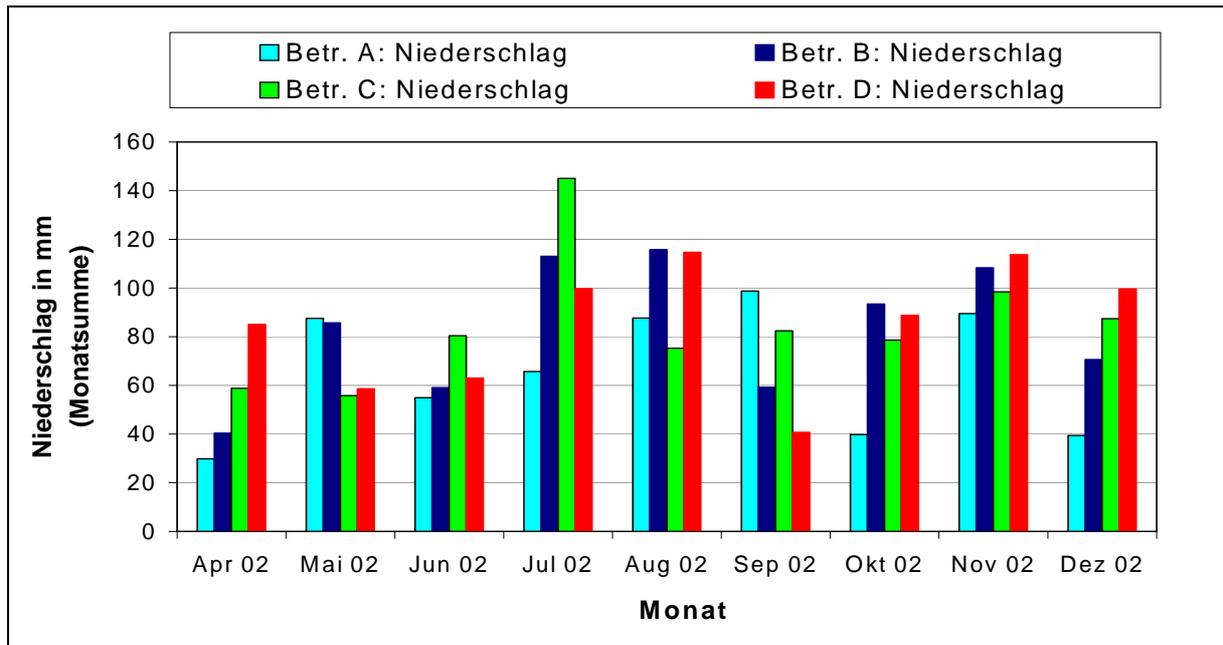
Im Untersuchungszeitraum waren der Frühling und der Herbst kühl bis mäßig warm. Die Sommermonate sind als warm in den Betrieben A, C und D und sehr warm in Betrieb B zu werten (Rocznik, 1984). Der Dezember ist als sehr kühl bis kühl einzustufen. Aus Abbildung 4 ist zu entnehmen, dass die Betriebe sich hinsichtlich der mittleren monatlichen Temperaturwerte und deren Veränderung im Jahresverlauf unterschieden. Während in Betrieb A in allen Monaten die geringsten Temperaturmonatswerte erreicht wurden, waren in Betrieb B in allen Monaten die höchsten Werte zu verzeichnen. Auffallend ist der parallele Verlauf der Temperaturkurven zwischen diesen beiden Betrieben, wobei die Monatsmittelwerte des Betriebes B jeweils um rund 5 °C höher als die des Betriebes A lagen. Die durchschnittlichen

Monatstemperaturen der Betriebe C und D waren sich so ähnlich, dass ihre Temperaturkurven sich beinahe überlagerten. Ihre Monatswerte waren zwischen denen der Betriebe A und B angesiedelt. Wie erwartet, lagen die Minima der Temperaturmonatsmittel im Dezember und die höchsten Monatsmittel der Temperatur wurden in den Sommermonaten Juni (Betrieb A) und August (Betrieb B, C und D) erreicht.



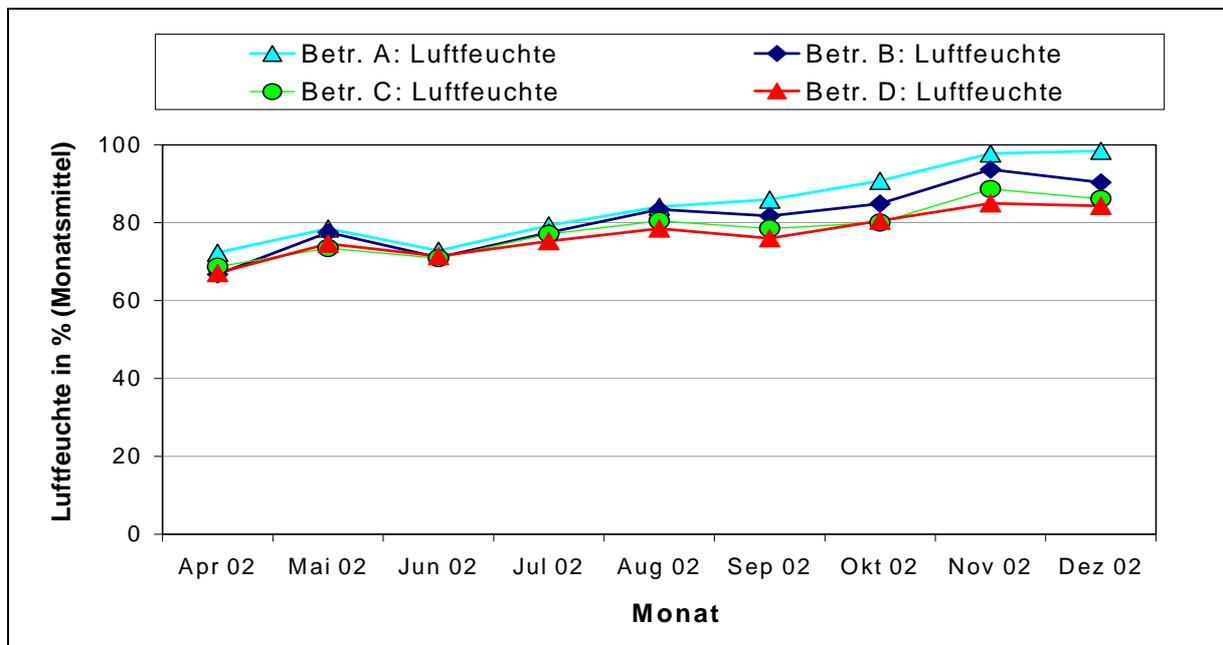
**Abbildung 4:** Monatsmittel der Außentemperatur in den Betrieben A, B, C und D von April bis Dezember 2002.

Die monatlichen Niederschlagssummen (Abbildung 5) variierten zwischen den einzelnen Betrieben zum Teil stark. Ebenfalls unterschieden sich die Betriebe hinsichtlich ihrer Gesamtsumme des Niederschlages (Betrieb A: 593 mm; B: 746 mm; C: 762 mm; D: 669 mm). Die niederschlagsreichsten Monate waren der Juli in Betrieb C (145 mm), sowie der August in Betrieb B (116 mm) und Betrieb D (115 mm). In Betrieb A wurde die höchste Niederschlagssumme im September 2002 mit 99 mm erreicht, womit dieser Monat nach Rocznik (1984) als mäßig niederschlagsreich bezeichnet werden kann.



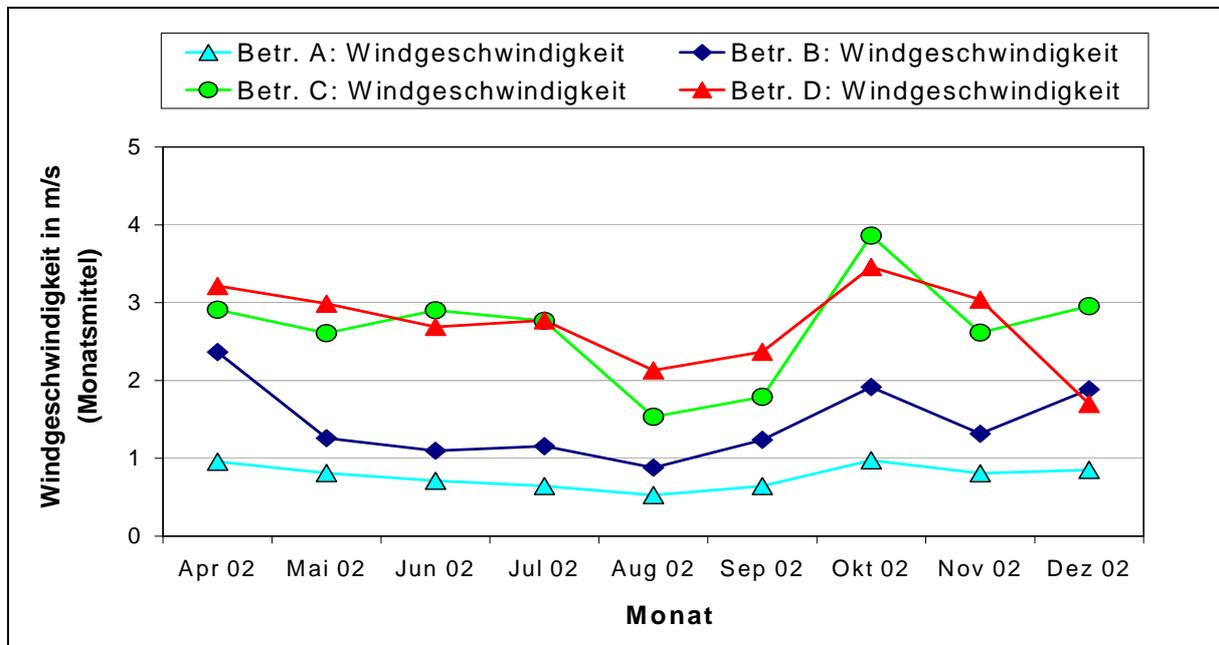
**Abbildung 5:** Monatssummen des Niederschlages in den Betrieben A, B, C und D von April bis Dezember 2002.

Die Monatsmittel der Luftfeuchtigkeitswerte variierten zwischen den Betrieben von April bis August nur gering (Abbildung 6). Lediglich im Herbst und im Dezember zeigten sich Differenzen zwischen den einzelnen Betrieben, die bis zu rund 14 % betragen (Dezember: Betrieb D: 84,4%; A: 98,5 %). Insgesamt ähnelten sich die Mittelwerte der Monatsmittel (Betrieb A: 85,0 %; B: 81,1 %; C: 78,3 %; D: 77,3%) von April bis Dezember 2002 sehr.



**Abbildung 6:** Monatsmittel der relativen Luftfeuchtigkeit in den Betrieben A, B, C und D von April bis Dezember 2002.

Die Durchschnittswerte der Windgeschwindigkeit zeigten ebenfalls deutliche Unterschiede zwischen den Betrieben und Monaten (Abbildung 7). In Betrieb A wehte über den gesamten Untersuchungszeitraum ein leichter Zug, wobei maximale Windgeschwindigkeiten am Tag von 3,6 m/s erreicht wurden. Mit einem Tagesmaximum von 5,1 m/s wehte in Betrieb B ein schwacher Wind. Ein frischer Wind herrschte teilweise in den Betrieben C und D vor, wobei Tageshöchstwerte von 10,6 m/s in Betrieb C und von 8,1 m/s in Betrieb D gemessen wurden.



**Abbildung 7:** Monatsmittel der Windgeschwindigkeit in den Betrieben A, B, C und D (April bis Dezember 2002).

Die Berechnung der Korrelationen zwischen den Klimaelementen zeigte eine hoch signifikante negative Beziehung zwischen relativer Luftfeuchtigkeit und Temperatur ( $r = -0,49$ ;  $p < 0,01$ ) sowie zwischen Globalstrahlung und relativer Luftfeuchtigkeit ( $r = -0,81$ ;  $p < 0,01$ ). Weiterhin waren Globalstrahlung und Temperatur hoch signifikant voneinander abhängig ( $r = 0,76$ ;  $p < 0,01$ ). Ferner hingen relative Luftfeuchtigkeit und Windgeschwindigkeit ( $r = -0,36$ ) bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 % voneinander ab. Hingegen konnte keine bedeutsame Beziehung zwischen Temperatur und Niederschlag ( $r = 0,22$ ;  $p > 0,05$ ) sowie Temperatur und Windgeschwindigkeit ( $r = -0,11$ ;  $p > 0,05$ ) nachgewiesen werden. Ebenso bestand keine signifikante Korrelation zwischen Windgeschwindigkeit und Niederschlag ( $r = 0,13$ ;  $p > 0,05$ ) sowie Niederschlag und relativer Luftfeuchtigkeit ( $r = 0,22$ ;  $p > 0,05$ ).

### 3.3.3 Zusammenhang zwischen Mortalität und Witterung

Wie aus Tabelle 5 erkennbar ist, waren die Unterschiede zwischen den Betrieben hinsichtlich des durchschnittlichen Monatsmittels der Temperaturen relativ gering (Betrieb A: 15,2 °C; B: 18,9 °C; C: 17,6 °C; D: 17,0 °C). Die Differenzen der durchschnittlichen Monats-

temperaturen zwischen den einzelnen Schlupfen in den Betrieben schwankten zwischen 4,7 °C und 8,7 °C (Betrieb A: 12,6 °C - 17,5 °C; B: 13,3 °C – 22,0 °C; C: 15,0 °C - 19,7 °C; D: 14,1 °C - 19,2 °C). Der Mittelwert von rund 14,6 °C der maximalen Differenz zwischen den Minimal- und Maximalwerten der Tagesmittel weist darauf hin, dass die Außentemperatur während der ersten vier Lebenswochen der Küken zum Teil beträchtlich variierte.

**Tabelle 5:** Mittelwert der Außentemperaturen [°C] während des ersten Lebensmonats der Küken in den vier Betrieben (Schlupfnummer, Monat des Schlupfes, Anzahl der Messtage pro Monat (n), arithmetischer Mittelwert (x), Standardabweichung (SD), Minimal- und Maximalwerte (Min, Max) der Temperatur).

Schlupf Nr.	Betrieb A						Betrieb B					
	Schlupf Monat	n	x [°C]	SD [°C]	Min [°C]	Max [°C]	Schlupf Monat	n	x [°C]	SD [°C]	Min [°C]	Max [°C]
1	Mai	30	12,6	3,1	5,0	17,8	Apr	25	14,6	3,8	8,1	21,5
2	Mai	30	13,8	3,8	7,7	22,5	Mai	26	16,5	3,2	8,1	22,1
3	Jun	27	17,0	4,1	10,6	23,7	Mai	26	18,3	3,1	13,3	24,2
4	Jun	27	17,5	3,6	12,0	23,7	Mai	26	20,5	4,1	13,3	28,2
5	Jun	24	15,2	1,8	12,0	19,1	Jun	29	20,6	3,4	15,4	28,2
6	Jul	19	14,6	1,2	12,2	16,5	Jun	29	20,6	2,9	17,0	28,2
7	Jul	22	15,6	2,0	12,2	18,5	Jun	29	20,1	2,2	17,0	24,5
8		-	-	-	-	-	Jul	23	20,1	1,5	17,8	23,0
9		-	-	-	-	-	Jul	23	20,7	1,6	18,0	24,0
10		-	-	-	-	-	Jul	31	21,6	1,9	18,0	26,3
11		-	-	-	-	-	Aug	31	22,0	1,8	18,0	26,3
12		-	-	-	-	-	Aug	31	17,1	4,6	9,7	23,8
13		-	-	-	-	-	Sep	31	13,3	3,3	8,8	
x [°C]			15,2						18,9			

Schlupf Nr.	Betrieb C						Betrieb D					
	Schlupf Monat	n	x [°C]	SD [°C]	Min [°C]	Max [°C]	Schlupf Monat	n	x [°C]	SD [°C]	Min [°C]	Max [°C]
1	Mai	31	16,1	2,2	12,9	21,3	Mai	31	15,4	2,3	11,9	18,9
2	Mai	31	16,9	3,3	12,9	27,1	Mai	31	16,3	3,4	11,9	26,1
3	Jun	31	17,6	3,1	12,7	27,1	Mai	31	16,9	3,1	12,4	26,1
4	Jun	31	17,4	3,2	12,7	27,1	Jun	31	16,9	3,2	12,0	26,1
5	Jun	31	16,8	2,2	12,7	22,3	Jun	31	17,0	3,3	12,0	26,1
6	Jun	31	17,6	2,9	14,1	24,7	Jun	31	16,1	2,3	12,0	21,6
7	Jul	31	18,2	2,6	14,1	24,7	Jul	31	17,8	3,2	13,7	25,7
8	Jul	31	19,2	2,7	15,2	24,7	Jul	31	18,0	2,8	14,3	25,7

Schlupf Nr.	Betrieb C						Betrieb D					
	Schlupf Monat	n	x [°C]	SD [°C]	Min [°C]	Max [°C]	Schlupf Monat	n	x [°C]	SD [°C]	Min [°C]	Max [°C]
9	Jul	31	19,7	2,2	17,0	24,4	Jul	31	19,2	3,1	15,4	25,7
10	Aug	31	19,1	2,1	16,2	24,0	Aug	31	18,6	2,4	14,9	23,9
11	Aug	31	17,2	2,6	11,8	22,5	Aug	31	18,4	2,7	13,6	23,9
12	Aug	31	15,0	3,1	9,0	21,0	Aug	31	16,5	2,1	13,2	20,9
13		-	-	-	-	-	Sep	31	14,1	2,7	8,5	20,3
x [°C]			17,6						17,0			

Die Betriebe ähnelten sich in Bezug auf deren gemessene Monatswerte der relativen Luftfeuchtigkeit als auch derer Variabilität (Tabelle 6). So schwankten die durchschnittlichen Monatsmittel der relativen Luftfeuchtigkeit nur geringfügig sowohl zwischen als auch innerhalb der Betriebe (Betrieb A: 73,1 - 86,3%; B: 71,2 - 84,2 %; C: 69,5 - 79,9 %; D: 70,9 - 78,5 %). Allerdings weisen die Differenzen zwischen Minimal- und Maximalwert der Monatsmittel darauf hin, dass die relative Luftfeuchtigkeit während der ersten vier Lebenswochen der Küken deutlich variierte und zwar bei allen Schlupfen und in allen vier Betrieben (Betrieb A: 58,4 - 97,6 %; B: 53,5 - 99,0 %; C: 48,1 - 95,5 %; D: 50,5 - 97,5 %).

**Tabelle 6:** Mittelwert der relativen Luftfeuchtigkeit [%] während des ersten Lebensmonats der Küken in den vier Betrieben (Schlupfnummer, Monat des Schlupfes, Anzahl der Messtage pro Monat (n), arithmetischer Mittelwert (x), Standardabweichung (SD), Minimal- und Maximalwerte (Min, Max) der relativen Luftfeuchtigkeit).

Schlupf Nr.	Betrieb A						Betrieb B					
	Schlupf Monat	n	x [%]	SD [%]	Min [%]	Max [%]	Schlupf Monat	n	x [%]	SD [%]	Min [%]	Max [%]
1	Mai	30	76,4	10,3	58,4	96,0	Apr	25	76,6	9,5	62,8	99,0
2	Mai	30	78,2	9,6	58,4	96,0	Mai	26	73,4	8,2	53,5	88,3
3	Jun	27	73,1	9,0	58,4	95,0	Mai	26	73,6	8,4	53,5	87,0
4	Jun	27	74,3	9,5	63,3	95,0	Mai	26	73,7	7,8	53,5	85,8
5	Jun	24	77,8	10,1	64,9	97,6	Jun	29	71,2	7,1	57,8	85,6
6	Jul	19	86,3	8,5	68,4	97,6	Jun	29	75,1	10,5	57,8	97,4
7	Jul	22	82,5	6,9	74,0	96,9	Jun	29	75,4	10,3	57,8	97,4
8		-	-	-	-	-	Jul	23	78,7	9,2	67,5	97,4
9		-	-	-	-	-	Jul	23	80,1	7,2	68,3	92,7
10		-	-	-	-	-	Jul	31	83,4	5,9	73,0	94,9
11		-	-	-	-	-	Aug	31	81,4	6,3	65,7	94,9
12		-	-	-	-	-	Aug	31	82,3	6,8	65,7	95,6
13		-	-	-	-	-	Sep	31	84,2	6,9	65,7	95,6

Schlupf Nr.	Betrieb C						Betrieb D					
	Schlupf Monat	n	x [%]	SD [%]	Min [%]	Max [%]	Schlupf Monat	n	x [%]	SD [%]	Min [%]	Max [%]
1	Mai	31	69,8	10,6	48,1	92,3	Mai	31	71,1	9,8	51,8	90,9
2	Mai	31	69,5	10,3	48,1	92,3	Mai	31	71,4	9,6	51,8	90,9
3	Jun	31	71,6	9,6	48,1	92,3	Mai	31	70,9	9,9	51,8	90,9
4	Jun	31	73,9	7,7	61,4	91,9	Jun	31	72,8	10,2	51,8	90,9
5	Jun	31	76,0	8,7	62,2	95,1	Jun	31	74,1	9,5	57,6	90,0
6	Jun	31	76,8	9,2	59,5	95,1	Jun	31	74,7	9,2	57,6	90,5
7	Jul	31	78,5	9,0	59,5	95,1	Jul	31	74,9	10,1	50,5	92,2
8	Jul	31	76,3	8,2	59,5	93,3	Jul	31	76,2	10,0	50,5	92,2
9	Jul	31	79,9	7,9	67,6	93,3	Jul	31	74,5	12,2	50,5	97,5
10	Aug	31	77,7	8,6	60,3	93,2	Aug	31	77,6	11,2	56,6	97,5
11	Aug	31	79,8	8,8	60,3	95,5	Aug	31	75,5	11,7	56,6	97,5
12	Aug	31	78,7	9,2	60,3	95,5	Aug	31	78,5	9,6	63,7	97,5
13		-	-	-	-	-	Sep	31	75,6	9,5	63,7	94,0

Die durchschnittlichen Niederschlagsmengen waren in allen vier Betrieben gering und variierten zwischen 1,3 mm und 6,1 mm. Im Gegensatz hierzu unterschieden sich die mittleren Niederschlagswerte zwischen den einzelnen Schlupfen zum Teil beträchtlich (Tabelle 7). Die großen Schwankungen in den Niederschlagsmengen zwischen den Schlupfen werden durch die hohen Standardabweichungen und die Minimal- und Maximumwerte deutlich. Die extremste Differenz zwischen den Niederschlagstagesummen wurde in Betrieb D erreicht. Hier fiel gegen Ende der Schlupfperiode (Schlupf 9 bis 12) zwischen 0 und 45,5 mm Niederschlag pro Tag.

**Tabelle 7:** Mittelwert des Niederschlages [mm] während des ersten Lebensmonats der Küken in den vier Betrieben. (Schlupfnummer, Monat des Schlupfes, Anzahl der Messtage pro Monat (n), arithmetischer Mittelwert (x), Standardabweichung (SD), Minimal- und Maximalwerte (Min, Max) des Niederschlages).

Schlupf Nr.	Betrieb A						Betrieb B					
	Schlupf Monat	n	x [mm]	SD [mm]	Min [mm]	Max [mm]	Schlupf Monat	n	x [mm]	SD [mm]	Min [mm]	Max [mm]
1	Mai	30	2,5	5,1	0,0	22,2	Apr	25	2,7	6,1	0,0	22,4
2	Mai	30	2,7	5,1	0,0	22,2	Mai	26	1,7	2,7	0,0	11,4
3	Jun	27	2,0	5,2	0,0	23,4	Mai	26	2,2	4,0	0,0	13,9
4	Jun	27	2,2	5,5	0,0	23,4	Mai	26	2,7	4,6	0,0	15,7
5	Jun	24	2,7	5,2	0,0	18,4	Jun	29	1,9	4,0	0,0	15,7
6	Jul	19	6,1	7,9	0,0	27,0	Jun	29	4,7	8,9	0,0	38,3

		Betrieb A					Betrieb B					
Schlupf Nr.	Schlupf Monat	n	x [mm]	SD [mm]	Min [mm]	Max [mm]	Schlupf Monat	n	x [mm]	SD [mm]	Min [mm]	Max [mm]
7	Jul	22	3,2	6,2	0,0	27,0	Jun	29	4,7	8,9	0,0	38,3
8		-	-	-	-	-	Jul	23	4,8	9,5	0,0	38,3
9		-	-	-	-	-	Jul	23	3,6	5,6	0,0	16,4
10		-	-	-	-	-	Jul	31	3,7	5,4	0,0	16,4
11		-	-	-	-	-	Aug	31	1,9	4,3	0,0	18,0
12		-	-	-	-	-	Aug	31	2,3	4,4	0,0	18,0
13		-	-	-	-	-	Sep	31	2,8	4,8	0,0	18,0

		Betrieb C					Betrieb D					
Schlupf Nr.	Schlupf Monat	n	x [mm]	SD [mm]	Min [mm]	Max [mm]	Schlupf Monat	n	x [mm]	SD [mm]	Min [mm]	Max [mm]
1	Mai	31	1,9	4,1	0,0	15,2	Mai	31	1,6	2,7	0,0	11,4
2	Mai	31	2,1	3,7	0,0	14,3	Mai	31	1,7	2,7	0,0	11,4
3	Jun	31	3,0	4,5	0,0	14,3	Mai	31	2,0	3,6	0,0	15,0
4	Jun	31	3,5	5,1	0,0	20,0	Jun	31	2,8	5,1	0,0	22,2
5	Jun	31	4,6	6,8	0,0	25,0	Jun	31	3,3	6,4	0,0	23,4
6	Jun	31	4,6	6,8	0,0	25,0	Jun	31	3,1	6,2	0,0	23,4
7	Jul	31	4,0	6,8	0,0	25,0	Jul	31	2,7	5,1	0,0	23,4
8	Jul	31	2,0	4,6	0,0	18,4	Jul	31	1,5	2,4	0,0	9,3
9	Jul	31	2,5	5,3	0,0	18,4	Jul	31	2,9	8,6	0,0	45,5
10	Aug	31	2,0	4,7	0,0	18,4	Aug	31	3,5	10,2	0,0	45,5
11	Aug	31	3,2	7,8	0,0	37,0	Aug	31	4,0	10,4	0,0	45,5
12	Aug	31	2,6	7,2	0,0	37,0	Aug	31	3,4	10,1	0,0	45,5
13		-	-	-	-	-	Sep	31	1,3	3,0	0,0	12,2

Auch hinsichtlich der Windgeschwindigkeit waren deutliche Unterschiede zwischen den Betrieben bzw. Jahreszeiten erkennbar (Tabelle 8). Bei Betrieb A traten die geringsten mittleren Windgeschwindigkeiten auf, deren Werte zwischen 0,6 m/s und 0,8 m/s lagen und die nach der Beaufort-Skala als „leiser Zug“ bezeichnet werden können. Die mittleren Windgeschwindigkeiten der Betriebe B, C und D nahmen Werte zwischen 0,9 m/s und 3,2 m/s an und sind demnach als „leichte Brise“ einzustufen. Die Windgeschwindigkeiten bei den vier Betrieben waren damit insgesamt gering. Allerdings wurden an einigen Tagen bei Betrieb C maximale Windgeschwindigkeiten von 5,9 m/s erreicht, die nach der Beaufort-Skala als „mäßige Brise“ gelten.

**Tabelle 8:** Mittelwert der Windgeschwindigkeit [m/s] während des ersten Lebensmonats der Küken in den vier Betrieben (Schlupfnummer, Monat des Schlupfes, Anzahl der Messtage pro Monat (n), arithmetischer Mittelwert (x), Standardabweichung (SD), Minimal- und Maximalwerte (Min, Max) der Windgeschwindigkeit).

Schlupf Nr.	Betrieb A						Betrieb B					
	Schlupf Monat	n	x [m/s]	SD [m/s]	Min [m/s]	Max [m/s]	Schlupf Monat	n	x [m/s]	SD [m/s]	Min [m/s]	Max [m/s]
1	Mai	30	0,8	0,3	0,1	1,4	Apr	25	1,4	0,9	0,3	3,8
2	Mai	30	0,8	0,3	0,1	1,3	Mai	26	1,3	0,8	0,3	3,8
3	Jun	27	0,7	0,2	0,2	1,3	Mai	26	1,1	0,6	0,3	2,2
4	Jun	27	0,7	0,2	0,3	1,1	Mai	26	1,1	0,6	0,3	2,2
5	Jun	24	0,7	0,2	0,3	1,1	Jun	29	1,2	0,7	0,3	2,6
6	Jul	19	0,6	0,3	0,3	1,3	Jun	29	1,1	0,6	0,4	2,6
7	Jul	22	0,6	0,2	0,3	1,3	Jun	29	1,1	0,6	0,4	2,6
8		-	-	-	-	-	Jul	23	0,9	0,4	0,4	1,8
9		-	-	-	-	-	Jul	23	0,9	0,3	0,4	1,6
10		-	-	-	-	-	Jul	31	0,9	0,4	0,2	1,8
11		-	-	-	-	-	Aug	31	1,0	0,8	0,2	3,3
12		-	-	-	-	-	Aug	31	1,2	0,8	0,2	3,3
13		-	-	-	-	-	Sep	31	1,3	0,9	0,1	3,3

Schlupf Nr.	Betrieb C						Betrieb D					
	Schlupf Monat	n	x [m/s]	SD [m/s]	Min [m/s]	Max [m/s]	Schlupf Monat	n	x [m/s]	SD [m/s]	Min [m/s]	Max [m/s]
1	Mai	31	2,7	1,2	1,0	5,5	Mai	31	2,9	0,8	1,2	5,0
2	Mai	31	2,8	1,2	0,5	4,6	Mai	31	2,9	0,8	1,2	5,0
3	Jun	31	3,1	1,3	0,5	5,9	Mai	31	2,7	0,7	1,2	4,2
4	Jun	31	3,2	1,3	1,3	5,9	Jun	31	2,8	0,8	1,2	4,7
5	Jun	31	3,0	1,5	0,7	5,9	Jun	31	2,7	0,9	1,3	5,0
6	Jun	31	2,9	1,6	0,4	5,9	Jun	31	2,9	1,0	1,3	5,0
7	Jul	31	2,1	1,4	0,4	5,4	Jul	31	2,6	0,9	1,4	5,0
8	Jul	31	1,9	1,5	0,3	5,4	Jul	31	2,3	0,8	1,2	4,4
9	Jul	31	1,5	1,0	0,3	4,7	Jul	31	2,1	0,6	1,2	3,9
10	Aug	31	1,7	1,1	0,3	4,7	Aug	31	2,1	0,6	1,2	4,0
11	Aug	31	1,7	0,9	0,3	3,4	Aug	31	2,3	0,7	1,0	4,0
12	Aug	31	1,8	0,9	0,3	3,9	Aug	31	2,3	0,7	1,0	4,0
13		-	-	-	-	-	Sep	31	2,4	1,0	1,0	5,5

Der Einfluss der Witterung auf die Mortalität wurde anhand des statistischen Modells II getestet. Durch die Aufnahme der Klimaelemente in das statistische Modell II erhöhte sich das Bestimmtheitsmaß im Vergleich zum Modell I, in dem nur die Schlupfnummern innerhalb der Betriebe berücksichtigt waren, von  $R^2 = 0,43$  auf  $R^2 = 0,66$ . Das bedeutet, dass durch die Wettermerkmale zusätzlich 23 % der Variabilität erklärt wurde. Auch im Modell II hatte die Schlupfnummer betriebsspezifisch den größten Effekt ( $p < 0,00$ ; Tabelle 9). Signifikant, aber deutlich geringer waren die Effekte der Niederschlagsmenge ( $p = 0,03$ ), der Windgeschwindigkeit ( $p = 0,02$ ), sowie der Wechselwirkungen zwischen der Temperatur und der Windgeschwindigkeit ( $p = 0,03$ ), der relativen Luftfeuchtigkeit und der Windgeschwindigkeit ( $p = 0,04$ ) als auch der Niederschlagsmenge und der Windgeschwindigkeit ( $p = 0,02$ ).

**Tabelle 9:** Einfluss der Effekte auf die Mortalität, F-Wert und Irrtumswahrscheinlichkeit p.

Effekt	F-Wert	p
Schlupfnummer(Betrieb)	6,72	< 0,01
Temperatur	0,59	0,45
relative Luftfeuchtigkeit	1,23	0,28
Niederschlag	5,44	0,03
Windgeschwindigkeit	6,46	0,02
Temperatur*Windgeschwindigkeit	5,41	0,03
relative Luftfeuchtigkeit*Windgeschwindigkeit	4,57	0,04
Niederschlag*Windgeschwindigkeit	6,58	0,02

### 3.3.4 Produktionsdaten und Mortalität

In der Zeit vom 7. Februar bis 31. Juli 2002 wurden insgesamt 1274 Eier in den vier Betrieben gelegt (Tabelle 10), wobei die Anzahl der Eier, die von den Tieren am Ende der Legeperiode selbst bebrütet wurden (Naturbrut), nicht einberechnet wurde. Die durchschnittliche Eiproduktion der Hennen unterschied sich extrem zwischen den Betrieben (Betrieb A: 41 Eier; B: 20 Eier; C: 38 Eier; D: 27 Eier). Ebenfalls variierte die Legeleistung pro Henne nicht nur zwischen, sondern auch innerhalb der Betriebe beträchtlich (Betrieb A: 36 - 45 Eier/Henne; B: 5 - 50 Eier/Henne; C: 27 - 51 Eier/Henne; D: 8 - 44 Eier/Henne).

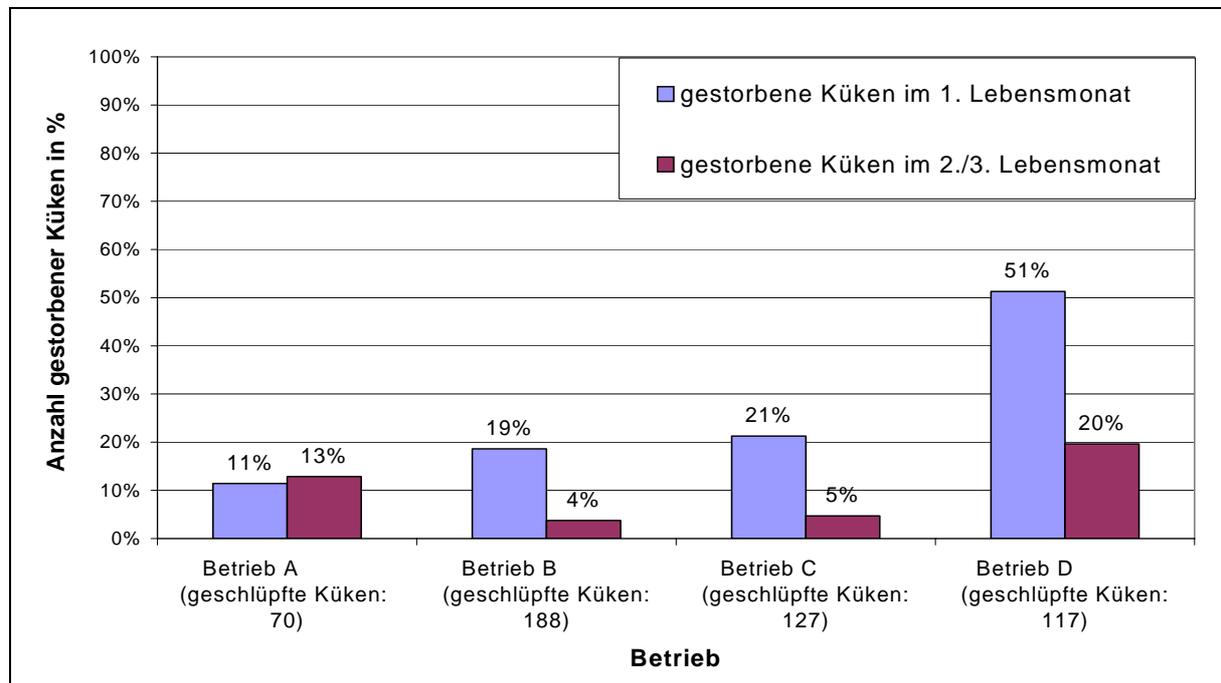
Da in diese Berechnung die Eier der Naturbrut nicht eingingen, lag die maximale Legeleistung etwas höher. Von den 1274 eingesammelten Eiern wurden 134 als Speiseeier verkauft. Zur Brut wurden somit 1140 Eier eingelegt, wovon 298 Eier unbefruchtet waren. Die Befruchtungsrate betrug in Betrieb B 63 %, in Betrieb D 82 % und in Betrieb C lag sie bei 83 %. Die höchste Befruchtungsrate wurde in Betrieb A mit 91 % erreicht. Während der Brut starben insgesamt 296 Embryonen ab und 546 Küken schlüpften nach 42 Tagen Kunstbrut. Die Schlupfraten variierten deutlich zwischen den Betrieben. Die geringste Schlupfrate wies Betrieb B mit 52 % auf, gefolgt von Betrieb C mit 68 %, Betrieb A mit 77% und Betrieb D mit 82 %. Betrieb A verkaufte von den 114 geschlüpften Küken 44 innerhalb der ersten drei Lebensmonate, so dass nur die 70 in dem Betrieb verweilenden Küken in die Untersuchung eingingen und als Grundlage für die Berechnungen dienten.

**Tabelle 10:** Produktionsdaten der vier Betriebe im Untersuchungszeitraum (LM = Lebensmonat).

Anzahl	Gesamt	Betrieb A	Betrieb B	Betrieb C	Betrieb D
<b>gelegter Eier</b>	<b>1274</b>	<b>164</b>	<b>666</b>	<b>227</b>	<b>217</b>
verkaufter Speiseeier	134	2	87	2	43
Bruteier	1140	162	579	225	174
unbefruchteter Eier	298	14	215	38	31
<b>befruchteter Bruteier</b>	<b>842</b>	<b>148</b>	<b>364</b>	<b>187</b>	<b>143</b>
gestorbener Embryonen	296	34	176	60	26
<b>geschlüpfter Küken</b>	<b>546</b>	<b>114</b>	<b>188</b>	<b>127</b>	<b>117</b>
verkaufter Küken während 1-3. LM	44	44	0	0	0
<b>geschlüpfter Küken minus verkaufter Küken</b>	<b>502</b>	<b>70</b>	<b>188</b>	<b>127</b>	<b>117</b>
<b>gestorbener Küken im 1.-3. LM</b>	<b>175</b>	<b>17</b>	<b>42</b>	<b>33</b>	<b>83</b>
gestorbener Küken im 1. LM	130	8	35	27	60
gestorbener Küken im 2./3. LM	45	9	7	6	23
<b>überlebender Küken</b>	<b>327</b>	<b>53</b>	<b>146</b>	<b>94</b>	<b>34</b>

Insgesamt war die Kükenmortalität während der ersten drei Lebensmonate in den Betrieben A (24 %), B (22 %) und C (26 %) vergleichbar hoch, wohingegen sich Betrieb D mit einer Verlustrate von 71 % deutlich von diesen drei Betrieben abhob (Abbildung 8). Auffällig ist die hohe Kükensterblichkeit im ersten Lebensmonat. In Betrieb A starben 47 % der insgesamt

verendeten Küken bereits in den ersten vier Lebenswochen, in Betrieb B waren es 83 %, in Betrieb C 82 % und in Betrieb D 72 %.



**Abbildung 8:** Mortalität geschlüpfter Straußenküken im 1. und im 2./3. Lebensmonat in den vier Betrieben während des Untersuchungszeitraumes. Die Prozentzahlen geben den Anteil der gestorbenen Küken von den insgesamt geschlüpfen Küken wieder.

### 3.3.5 Ergebnisse der Laboruntersuchung

Während der Brutsaison 2002 starben in den vier Betrieben 175 Küken, von denen 74 % in den ersten vier Lebenswochen und 26 % im zweiten bzw. dritten Lebensmonat verendeten (Tabelle 11). Von diesen Küken konnten 82 im Labor untersucht werden. Bei den übrigen 93 Küken konnten die Halter bei 61 Küken keine Angaben zur Todesursache machen. Nach Angaben der Halter hatten sich von den restlichen 32 Küken neun Tiere die Beine gebrochen und bei zwei Küken waren Beindeformationen aufgetreten. Auf Grund der geringen Heilungsaussichten mussten alle elf Tiere vor Ort euthanasiert werden. In Betrieb D stellte der Halter bei fünf Küken einen Kloakenvorfall fest. Bei fünf Küken des Betriebes B waren die Mägen infolge von Steinmangel verstopft und ein Küken erlag einer Dottersackinfektion (Tabelle 11). Unter Sonstiges fielen insgesamt drei einäugige Küken (Betrieb A und B) und die sieben Küken des Betriebes B, die während der Umstellung des Futters starben.

**Tabelle 11:** Übersicht über die verendeten Küken, Sterbealter und Ort der Untersuchung (Labor oder Halter, LM = Lebensmonat).

Anzahl	Gesamt	Betrieb A	Betrieb B	Betrieb C	Betrieb D
<b>gestorbener Küken im 1.-3. LM</b>	<b>175</b>	<b>17</b>	<b>42</b>	<b>33</b>	<b>83</b>
gestorbener Küken im 1. LM	130	8	35	27	60
gestorbener Küken im 2./3. LM	45	9	7	6	23
<b>im Labor untersuchter Küken</b>	<b>82</b>	<b>2</b>	<b>14</b>	<b>23</b>	<b>43</b>
gestorbener Küken im 1. LM	70	2	13	21	34
gestorbener Küken im 2./3. LM	12	0	1	2	9
<b>in den Betrieben entsorgter Küken</b>	<b>93</b>	<b>15</b>	<b>28</b>	<b>10</b>	<b>40</b>
gestorbener Küken im 1. LM	60	6	22	6	26
gestorbener Küken im 2./3. LM	33	9	6	4	14
<b>Todesursache nach Aussagen der Halter</b>					
<b>Dottersackinfektion</b>	1	-	1	-	-
<b>Magenobstipation</b>	5	-	5	-	-
<b>Kloakenvorfall</b>	5	-	-	-	5
<b>Sonstiges</b>	10	1	9	-	-
<b>Beindeformation</b>	2	-	1	-	1
<b>Beinfraktur</b>	9	4	1	4	-
<b>keine Angabe</b>	61	10	11	6	34

Von den 82 im Labor seziierten Küken waren 70 innerhalb des ersten Lebensmonats gestorben (Tabelle 11). Die Anzahl der im Labor untersuchten Tiere unterschied sich extrem zwischen den einzelnen Betrieben und reichte von zwei Küken (Betrieb A) bis 43 Küken (Betrieb D). Diese Differenz resultierte aus der Anzahl der gestorbenen Küken pro Betrieb und der Tiefkühlkapazität der Betriebe. Beim Überschreiten der Tiefkühlkapazität wurden die Küken vom Halter selbst entsorgt.

Bei den pathologisch-anatomischen Untersuchungen der 82 Küken konnte bei drei Küken keine eindeutige Todesursache festgestellt werden (Tabelle 12). Bei 34 Küken wurde Enteritis diagnostiziert, in 24 Fällen trat Dottersackentzündung auf, elf Küken erlagen einer Polyserositis und zehn Küken starben an Gastrostase, die durch eine übermäßige Aufnahme von Fremdmaterial verursacht wurde. So war der Proventriculus eines Kükens mit Sand, bei einem weiteren Küken mit Kirschkernen gefüllt. Zweige, große Steine, ein Maiskolbenstück und ein kleiner Apfel wurden in den Vormägen von sechs weiteren Küken gefunden. Zwei Küken hatten langes Gras aufgenommen, das im Proventriculus als fester Ballen vorzufinden war („Wickler“).

**Tabelle 12:** Mögliche Todesursachen der 82 im Labor untersuchten Küken.

Todesursache	Gesamt	Betrieb A	Betrieb B	Betrieb C	Betrieb D
Enteritis	34	0	5	9	20
Dottersackentzündung	24	1	5	9	9
Polyserositis	11	1	2	2	6
Gastrostase	10	0	1	3	6
ungeklärt	3	0	1	0	2
<b>Summe</b>	<b>82</b>	<b>2</b>	<b>14</b>	<b>23</b>	<b>43</b>

Bei den bakteriologischen Untersuchungen des Dottersackinhaltes, des Herzens, der Leber und des Dünndarmes wurde vorwiegend E. coli isoliert, aber auch Bacillus spp. und Staphylococcus spp. traten häufig auf (Tabelle 13). Die isolierten Bakterienstämme kamen in der Regel als Mischkulturen vor. In neun der 34 Enteritis-Fälle konnte Clostridium perfringens aus dem Dünndarm isoliert werden.

**Tabelle 13:** Isolate aus Dottersack, Herz, Leber und Dünndarm.

	Dottersackinhalt	Herz	Leber	Darm
<b>Untersuchte Proben</b>	24	75	76	45
Monokulturen	15	21	24	10
Mischkulturen	9	54	52	35
<b>Gram-positive Bakterien; aerob</b>				
Bacillus spp.	7	27	25	21
Staphylococcus spp.	7	25	26	8
Streptococcus spp.	4	0	6	1
<b>Gram-positive Bakterien; anaerob</b>				
Clostridium perfringens	0	0	0	9
<b>Gram-negative Bakterien, aerob</b>				
Pseudomonas spp.	4	12	12	5
Alcaligenes spp.	0	7	6	7
<b>Gram-negative Bakterien, fakultativ anaerob</b>				
Aeromonas spp.	0	7	6	0
Escherichia coli	10	44	45	25
Klebsiella spp.	1	2	2	0
Salmonella spp.	0	0	0	0
Proteus spp.	5	6	10	21
unspez. Coliforme Keime	3	10	12	8

## 3.4 Diskussion

### 3.4.1 Mortalitätsrate

Über die Mortalität von Straußenküken liegen nur wenige wissenschaftliche Arbeiten vor, was insbesondere die Angaben zu wildlebenden Straußen betrifft (Huchzermeyer, 1998). Nach Hurxthal (1979 in Bertram, 1992) betrug im Nairobi Nationalpark die Mortalität bei Naturbrutküken rund 90 %. Bertram (1992) nahm an, dass die Verluste von Straußenküken zwischen 1977 und 1979 im Tsavo West Nationalpark ähnlich hoch waren. Er konnte auch beobachten, dass es selten zum Schlupf kam. Nach Aussagen von Holtzhausen & Kotzé (1990) erlangten etwa 50 % der in freier Wildbahn aufgezogenen Küken in Südafrika ein Alter von drei bis vier Jahren. Die hohe Anzahl von Beutegreifer lässt vermuten, dass die durch sie verursachten Kükenverluste einen hohen Anteil am gesamten Kükenschwund ausmachten. Strauße vermögen ein Alter von bis zu 70 Jahren zu erreichen (Reiner, 1995) und die Hennen können etwa 40 Jahre lang fruchtbar sein (Cooper, 2001). Daraus lässt sich schließen, dass Strauße trotz geringer jährlicher Aufzuchtserfolge während ihres langen Lebens imstande sind, eine große Anzahl an Nachkommen zu erzeugen.

In den vier untersuchten Straußenbetrieben betrug 2002 die Sterblichkeit der bis zu drei Monate alten Straußenküken im Mittel rund 35 %. In den Betrieben A, B und C lagen die Kükenverluste bei rund 24 %, in Betrieb D hingegen wurde eine deutlich höhere Mortalitätsrate von 71 % festgestellt. Insgesamt lagen die Verlustraten damit im Rahmen der in der Literatur angegebenen Werte. Auch aus anderen Ländern wie den USA, Australien, Südafrika, Israel und Polen wurden extreme Schwankungen der Mortalitätsraten zwischen einzelnen Straußenfarmen registriert (More, 1996b). Bei einer Untersuchung mehrerer österreichischer Straußenfarmen variierte die Mortalität der bis zu sechs Wochen alten Straußenküken in den Jahren 1995 und 1996 zwischen 18 % und 30 % (Böhm, 1997). Deeming et al. (1993) importierten Straußeneier für die Kunstbrut nach Großbritannien. Aus den beiden Eichargen überlebten 22 % bzw. 33 % der Küken die ersten drei Monate nicht, wobei die meisten Küken innerhalb der ersten vier Lebenswochen unter Quarantänehaltung im Stall starben. In der Studie von Badley (1997), die auf 84 australischen Farmen erfolgte, starben 38 % der Küken während der ersten drei Lebensmonate. Vergleichbar war die Mortalität bei elf australischen Farmen in der Zeit von Juli 1993 bis Juni 1994 bis zum Alter von vier Monaten mit 39 % (More, 1996a). Auch von afrikanischen Straußenfarmen sind große Variationen in den Kükenverlusten während der ersten drei Lebensmonate bekannt. Die Angaben schwanken dabei von 10 – 30 % (Verwoerd et al., 1998 in Cloete et al., 2001), über 40 bis 50 % (Allwright, 1996 in Cloete et al., 2001), bis hin zu Werten von 78 % (Cloete et al., 2001).

Neben den unterschiedlichen Mortalitätsraten zwischen einzelnen Betrieben wird auch von einer Veränderung der Kükensterblichkeit im Laufe der Jahre innerhalb der Betriebe berichtet. Beispielsweise untersuchte Ashash et al. (1996) die Kükenmortalität während der ersten drei Lebensmonate bei mehreren Straußenbetrieben in Israel über einen Zeitraum von fünf Jahren und fand im ersten Untersuchungsjahr mit 61 % die höchste Mortalität, die während der folgenden Jahre kontinuierlich auf 17 % absank.

In der vorliegenden Untersuchung unterschied sich die Mortalität ebenfalls innerhalb der ersten drei Lebensmonate. Im Allgemeinen nahmen die Verluste mit zunehmendem Alter der Küken stark ab. Nur bei Betrieb A war eine leichte Zunahme zu erkennen. Insgesamt starben in den vier Betrieben während der ersten vier Lebenswochen 74 % der insgesamt verendeten Küken und im zweiten und dritten Lebensmonat sank die Sterblichkeitsrate auf 26 %. In einer Untersuchung von Cloete et al. (2001) in Südafrika lagen die Kükenverluste mit knapp 80 % bis zum 90. Lebenstag auch wesentlich höher als in den ersten 28 Lebenstagen (knapp 50 %).

Für die hohen Kükenverluste wird überwiegend das Management in den Betrieben verantwortlich gemacht (Cooper, 2002; Huchzermeyer, 1998). Dabei werden vor allem die Brutverhältnisse sowie die Haltungsbedingungen und die Ernährung der Küken genannt. Entsprechend wurde auch der deutliche Rückgang der Kükensterblichkeit innerhalb der Betriebe über mehrere Jahre auf eine deutliche Verbesserung im Management zurückgeführt (Ashash et al., 1996). Aber auch der Gesundheitszustand, die Ernährung und das Alter der Elterntiere können sich in den Aufzuchtserfolgen widerspiegeln (Verwoerd et al., 1999). Ebenfalls kann sich voreilige Schlupfhilfe durch den Menschen negativ auf die Überlebensrate der Küken auswirken, wenn schwachen Küken zum Schlupf verholfen wird (Huchzermeyer, 1998). Die Kraft, die vom Küken während des Schlupfes aufgebracht werden muss, bewirkt zum einen den Einzug des Dottersackes in die Bauchhöhle und zum anderen ist sie wichtig für eine korrekte Entwicklung der Beine (Reiner, 1995). Deeming & Ayres (1994) zeigten in ihrer Untersuchung, dass lediglich 25 % der Küken überlebten, denen beim Schlupf geholfen wurde, wohingegen die Überlebensrate auf 90 % anstieg, wenn Küken keine Schlupfhilfe erhielten (Huchzermeyer, 1998). Die Schlupfhilfe erfolgte jeweils nur in begründeten Fällen, wie z. B. bei einer Fehllage des Kükens.

Insgesamt lagen die Mortalitätsraten der aus Kunstbrut geschlüpften Küken in den untersuchten Betrieben innerhalb der Angaben, die sich hierzu in der Literatur finden ließen. Eine Ausnahme bildete Betrieb D, der mit 71 % Mortalität im oberen Wertebereich der Literaturangaben lag. Mögliche Ursachen hierfür werden im Kapitel 3.4.4 noch diskutiert.

### **3.4.2 Mortalität im Jahresverlauf**

Während des Untersuchungszeitraumes von April bis Dezember 2002 veränderte sich die Verlustrate bei den ein Monat alten Straußenküken signifikant. Mit dem statistischen Modell, in das lediglich die Betriebe und die Reihenfolge der Schlupfe und nicht die Wettermerkmale eingingen, konnte 43 % der Variation in den Mortalitätsraten erklärt werden.

In den vier Betrieben sind insgesamt 26 % der geschlüpften Küken innerhalb der ersten vier Lebenswochen und 9 % während des zweiten bzw. dritten Lebensmonats verendet. Folglich wurden 65 % der geschlüpften Küken älter als drei Monate. In der zweiten Hälfte der Schlupfphase (Jul/Aug/Sep) war die Kükenmortalität in den vier Betrieben mit 33 % fast doppelt so hoch wie in der ersten Hälfte (Apr/Mai/Jun: 18%). Auch in der Untersuchung von Cloete et al. (2001) in Südafrika zeigte sich eine deutliche Variation in der Kükenmortalität zwischen den Monaten, wobei sich hier die Schlupfperiode von Juli 1999 bis April 2000

erstreckte. Dabei trat die höchste Kükensterblichkeit in Südafrika zu Beginn (Jul/Aug: 67 %) und am Ende (Feb – Apr: 87 %) der Schlupfperiode auf. In den Monaten September bis Januar variierten die Werte hingegen nur wenig (21 % bis 43 %). Die vier Betriebe der vorliegenden Studie zeigten ebenfalls die höchsten Kükenverluste zu Beginn und gegen Ende der Schlupfphase, wobei sich die Mortalität im Jahresverlauf uneinheitlich in den Betrieben veränderte. In den Betrieben B und D erreichte die Mortalität im ersten Lebensmonat ihr Maximum gegen Ende der Schlupfperiode. Bei den ersten vier Schlüpfen des Betriebes B wurde eine maximale Sterblichkeit von 33 % im ersten Lebensmonat erreicht. In den folgenden vier Schlüpfen sank die Mortalität auf maximal 13 % und erreichte ihr Maximum von 100 % im letzten Drittel der Schlupfperiode. Die Kükenverluste in Betrieb D waren hingegen während der gesamten Schlupfphase sehr hoch. Zu Beginn lagen sie bei maximal 40% und stiegen in der Mitte der Schlupfzeit auf 56 % an, um ihren Höchststand mit 90 % gegen Ende der Schlupfphase im August/September zu erreichen. Genau entgegengesetzt verlief die Mortalität in den Betrieben A und C. So lag in Betrieb A die Kükensterblichkeit mit 33 % zu Beginn der Schlupfphase im Mai am höchsten, sank im Juni auf 24 % und betrug gegen Ende der Schlupfzeit im August nur noch 4 %. Einen ähnlichen Verlauf zeichnete sich bei Betrieb C ab, wobei insgesamt höhere Mortalitätsraten auftraten. Auch hier wurde zu Beginn der Schlupfphase im Mai/Juni die höchste Mortalität mit 80 % erreicht, die sich dann auf 56 % verringerte und gegen Ende der Schlupfzeit im August weiter auf 38 % absank. Es bleibt noch zu klären, inwieweit die Kükenverluste im Juni und Juli mit einer eventuellen Eiweißvergiftung in Zusammenhang gebracht werden können. Während der Wachstumsphase im April und Mai ist das Gras sehr eiweißreich, dessen Aufnahme zu einer Eiweißvergiftung bei den Zuchttieren geführt haben könnte, wodurch Fehllagen bei den Embryonen und somit ein Anstieg der Kükensterblichkeit innerhalb der ersten drei Lebensstage zu vermuten ist.

Nach Kistner & Reiner (2002) sind Straußenküken, die in der zweiten Jahreshälfte schlüpfen, oft nicht so vital wie Küken aus dem ersten Halbjahr. Dies könnte mit der relativ hohen Legeleistung von Farmhennen zusammenhängen. Während Bertram (1992) für frei lebende Straußenhennen im Tsavo National Park eine durchschnittliche Eiproduktion von elf Eiern pro Jahr errechnete, betrug die durchschnittliche Legeleistung in den vier untersuchten Betrieben zwischen 20 und 41 Eier pro Henne. Die absolute Eizahl pro Farmhenne lag in der Legesaison 2002 in den vier Betrieben zwischen 5 und 51 Eier pro Henne/Jahr. Im Allgemeinen wird von einer Legeleistung zwischen 40 und maximal 100 Eiern pro Farmhenne pro Jahr berichtet (Badley, 1997; Reiner, 1995). Für die Eiproduktion ist das Alter der Henne entscheidend. Nach Cloete et al. (2002) erreichen Hennen in einem Alter zwischen sieben und elf Jahren ihr Legemaximum, einhergehend mit einem Maximum der Kükenaufzucht. In den vier untersuchten Betrieben waren die Straußenhennen zwischen 3 und 20 Jahre alt. Krawinkel (1994) konnte bei ihrer Untersuchung feststellen, dass die durchschnittliche Schalendicke der Straußeneier von 2 mm mit steigender Eiproduktion im Laufe der Legesaison abnahm. Da die Schalendicke von der Nährstoffversorgung der Henne abhängt, nimmt diese bei steigender Eiproduktion wegen Erschöpfung der Mineralstoffreserven im Hennenorganismus ab (Krawinkel, 1994). Daher wäre denkbar, dass die erhöhte Legeleistung, die über Jahre hinweg von Farmhennen abverlangt wird, sich auf die Mortalität von Straußenküken auswirken könnte. Auch wenn in der vorliegenden

Untersuchung keine konsistente Zunahme der Kükensterblichkeit über die Legeperiode gefunden wurde, sollte dieser Aspekt in zukünftigen Arbeiten berücksichtigt werden.

Die Befruchtungsrate in den vier Betrieben betrug 74 %. Sie war damit vergleichbar mit den Befruchtungsraten, die auf Straußenfarmen in Australien, Namibia, Südafrika und Simbabwe erreicht wurden und deren Werte zwischen 74 % und 78 % lagen (Badley, 1997; Deeming, 1995; Deeming 1996; Jost, 1993). Zudem ist die durchschnittliche Befruchtungsrate von Farmstraußen ähnlich hoch wie die Befruchtungsrate von Puten (75 % - 85 %) und niedriger als die Befruchtungsrate von Hühnern, Gänsen und Enten (jeweils 80 - 90 %; Heider et al., 1992).

Der Zeitpunkt des Schlupfes wirkt sich nicht nur auf die Überlebenschance der Küken aus, sondern auch auf das Wachstum dieser Vögel. Angel (1997, in Verwoerd et al., 1999) berichtet, dass Straußenküken, die im Frühjahr schlüpfen, sich am besten entwickeln. Es konnte während dieser Untersuchung in den vier Betrieben beobachtet werden, dass Küken, die zum Ende der Schlupfphase schlüpften, ein verzögertes Wachstum der Federn und des Körpers zeigten. Folglich sollte die Schlupfperiode in Deutschland spätestens gegen Ende des Sommers (August) abgeschlossen sein. Ein Grund für die langsamere Entwicklung der Küken könnte auch in der verminderten Qualität des Weidebewuchses gegen Ende der Vegetationsperiode stecken (TVT - Merkblatt, 2003), ein weiterer in der Verteilung von Energie bestehen. Bei niedrigen Außentemperaturen wird mehr Energie für die Aufrechterhaltung einer konstanten Körpertemperatur benötigt, die folglich dem Wachstum verloren geht (Heldmaier & Neuweiler, 2004).

### **3.4.3 Klimadaten und Zusammenhang zwischen Mortalität und Witterung**

So wie in Deutschland bei kommerziellen Straußenbetrieben üblich, schlüpften die ersten Küken in den untersuchten Betrieben im Frühling (April) und der letzte Schlupf erfolgte im Spätsommer (September). Die Kükenaufzucht erstreckte sich folglich bis in den Winter (Dezember) hinein. Bei frei lebenden Straußen in Afrika erfolgte die Brutaufzucht während der „warm - nassen“ Jahreszeit, nachdem bei einem normalen Wechsel von Trocken- und Regenzeiten die Fortpflanzungskurve einen deutlichen Gipfel unmittelbar vor Beginn der Regenzeit erreichte (Sauer & Sauer, 1964). Strauße sind Gelegenheitsbrüter, die jede günstige Fortpflanzungsmöglichkeit zu nutzen wissen und die auf sporadische Klimawechsel rasch reagieren können (Sauer & Sauer, 1964). So konnte sogar in den kältesten Monaten Straußennachwuchs in kleineren Ausmaßen sowohl bei frei lebenden Straußen in Afrika (Sauer & Sauer, 1994) als auch bei Farmstraußen in Deutschland (Braun, 1998) beobachtet werden.

Insgesamt waren trotz der verschiedenen geografischen Lagen die klimatischen Unterschiede zwischen den Betrieben der vorliegenden Untersuchung eher gering. Ein Vergleich der Klimadaten vorheriger Jahre zeigte, dass die Klimabedingungen während des Untersuchungszeitraumes bei allen vier Betrieben als durchschnittlich angesehen werden

konnten. Die klimatischen Bedingungen änderten sich im Verlauf der Legesaison deutlich und variierten auch stark innerhalb der jeweiligen Aufzuchtphasen der einzelnen Schlupfe. So variierten die Monatsmitteltemperaturen in den vier Betrieben von April 2002 bis Dezember 2002 von rund 2 °C bis zu 22 °C. Innerhalb der vierwöchigen Aufzuchtphase eines Schlupfes konnten Temperaturschwankungen von 4 ° bis zu 15 °C beobachtet werden. Beispielsweise waren die Küken des sechsten Schlupfes in Betrieb A einer Temperaturschwankung von etwa 4 °C innerhalb ihres ersten Lebensmonats ausgesetzt, wohingegen die Küken des zweiten Schlupfes einen deutlich höheren Temperaturunterschied von rund 15 °C erlebten. Allerdings zeigte der F-Test keine bedeutsame Korrelation zwischen Temperatur und Mortalität ( $p = 0,45$ ). Wurde jedoch die Temperatur zusammen mit der Windgeschwindigkeit ( $p = 0,03$ ) betrachtet, konnte ein statistisch signifikanter Zusammenhang nachgewiesen werden. Die relative Luftfeuchtigkeit unterschied sich sowohl zwischen als auch innerhalb der vier Betriebe nur geringfügig. Einen signifikanten Einfluss auf die Kükensterblichkeit zeigte die relative Luftfeuchtigkeit nur in Verbindung mit der Windgeschwindigkeit ( $p = 0,04$ ).

Die durchschnittlichen Niederschlagsmengen waren in den vier Betrieben insgesamt gering und variierten zwischen 1,3 mm und 6,1 mm. Zwischen den einzelnen Schlüpfen traten hingegen große Differenzen von bis zu 46 mm in den täglichen Niederschlagsmengen auf. Da die Wetterstationen einige Tage ausgefallen waren, fehlten die Wetterdaten bei fünf von sieben Schlüpfen auf Betrieb A an mehr als 10 % der Tage (also an mehr als drei Tagen im Monat) und auf Betrieb B wurden an sechs von 13 Schlüpfen keine Wetterdaten aufgenommen. Dies bedeutet, dass die Summen der Niederschläge in diesen beiden Betrieben eventuell höher lagen. Ebenso muss berücksichtigt werden, dass die Wetterdaten der Betriebe C und D von Stationen des Deutschen Wetterdienstes aufgenommen wurden, die sich in circa fünf bis zehn Kilometer Entfernung befanden. Auf Grund dieser Distanzen könnte sich die Häufigkeit und Menge des Niederschlages in diesen Betrieben von den hier vorliegenden Werten etwas unterscheiden. Die anderen aufgenommenen Wetterfaktoren waren hingegen weniger regional beeinflusst. Insgesamt konnte zwischen dem Niederschlag und der Kükenmortalität ein statistisch signifikanter Zusammenhang ( $p = 0,03$ ) nachgewiesen werden. Die Monatsmittelwerte der Windgeschwindigkeit unterschieden sich zwar zwischen den Betrieben und Jahreszeiten, aber im Allgemeinen waren die Monatsmittel mit Werten von 0,5 m/s bis 3,9 m/s ziemlich gering. Im Gegensatz hierzu zeichneten sich deutliche Unterschiede in den maximalen Windgeschwindigkeiten zwischen den Betrieben ab. Diese variierten zwischen 1,4 m/s und 5,9 m/s. Auch zwischen der Windgeschwindigkeit ( $p = 0,02$ ) sowie der Wechselwirkung zwischen Niederschlag und Windgeschwindigkeit ( $p = 0,02$ ) bestand bezüglich der Kükenmortalität eine signifikante Beziehung.

Welchen Einfluss die Klimabedingungen auf die Sterblichkeitsraten hatten, lässt sich am Vergleich der Bestimmtheitsmaße der beiden statistischen Modelle abschätzen. Während für das Modell I ohne Wettermerkmale ein Bestimmtheitsmaß von  $R^2 = 0,43$  errechnet wurde, betrug dies für das Modell II mit Wettermerkmalen  $R^2 = 0,66$ . Das bedeutet, dass durch die Einbeziehung der Wettermerkmale etwa 23 % der Variabilität der Mortalitätsdaten zusätzlich erklärt wurde. Auf Grund der geringen Datenbasis und der großen Streuungen in den Daten konnten keine zuverlässigen Aussagen über die Richtung, mit der die Klimamerkmale die

Mortalität beeinflussten, gemacht werden. Insgesamt zeigte sich also ein gewisser Effekt der Wettermerkmale auf die Mortalität von Straußenküken im ersten Lebensmonat, dieser war jedoch, verglichen mit dem Einfluss der Reihenfolge der Schlupfe ( $p < 0,01$ ), bei der es wiederum betriebsspezifische Unterschiede gab, gering. Gegen eine gravierende Wirkung der Witterung auf die Sterblichkeit spricht auch, dass die Küken während der ersten Lebenswochen ihr eigenes „Kleinklima“ hatten, d. h. einen Stall mit Wärmelampen und somit nicht dem Wetter ausgesetzt waren. Trotzdem war die Kükenmortalität relativ hoch.

#### 3.4.4 Erkrankungen und Todesursachen

Bei der Interpretation der im Labor erhobenen Befunde zu den möglichen Todesursachen der Küken ist zu berücksichtigen, dass sowohl die bakteriologischen Untersuchungen als auch die pathologisch-anatomischen Untersuchungen am aufgetauten Tierkörper erfolgten. Hierdurch ist die Zuverlässigkeit der Aussagen über mögliche Todesursachen erheblich eingeschränkt. Der Grund hierfür war, dass wegen der großen Entfernungen zwischen dem Labor und den Betrieben eine Untersuchung unmittelbar nach dem Verenden der Tiere nicht möglich war. Folglich blieb nichts anders übrig, als die Kadaver von den Haltern einfrieren zu lassen und bei monatlichen Betriebsbesuchen einzusammeln, um anschließend die Sektionen im Labor durchzuführen. Dabei war es wichtig, dass die Kadaver so schnell wie möglich tiefgefroren wurden, um eine Kontamination durch Darmbakterien zu unterbinden und somit einer falschen Diagnose vorzubeugen (Classen, 1999). Zur Ermittlung der Todesursachen wurde tierärztliche Unterstützung des Instituts für Tierschutz und Tierhaltung in Celle hinzugezogen. Da das Einsammeln der Küken nur einmal pro Monat erfolgen konnte, gelangten nicht alle Küken zur Analyse ins Labor. Küken, die die Züchter auf Grund der begrenzten Gefrierkapazität in den Betrieben nicht einfrieren konnten, wurden von den Haltern entsorgt. Es konnten von den insgesamt 175 Küken, die innerhalb der ersten drei Monate in den vier Betrieben starben, lediglich 82 Tiere (47 %) im Labor sezziert werden. Entsprechend sind die Aussagen zu den Erkrankungen und Todesursachen nicht repräsentativ für die untersuchten Betriebe und die Befunde können lediglich Hinweise auf mögliche Abgangsursachen geben.

Bei den im Labor untersuchten Straußenküken schien die häufigste Todesursache Enteritis zu sein, die insgesamt bei 41 % der Küken auftrat und die in neun Fällen durch Clostridien verursacht wurde. Dabei kam diese Erkrankung bei Betrieb D weitaus häufiger vor, als in den drei anderen Betrieben. Das Auftreten von Enteritis hängt von vielen Faktoren ab, wobei die Darmflora, die Futterzusammensetzung, Umweltfaktoren und Stress zu den wichtigsten Einflüssen zählen (Huchzermeyer, 1998). Wegen der geringen klimatischen Unterschiede zwischen den vier Betrieben und des relativ untergeordneten Einflusses der Wettermerkmale auf die Mortalität kann vermutet werden, dass die erhöhten Befunde von Enteritis in Betrieb D auf die Haltung der Küken während der ersten Lebenstage und die Futterzusammensetzung zurückzuführen sind. In den Betrieben B und C wurden die frisch geschlüpften Küken in getrennten Räumen untergebracht, so dass sie die älteren Küken weder sehen noch hören konnten. Die Halter dieser Betriebe verbrachten nach ihren Aussagen mehrmals täglich einige Zeit bei ihren Vögeln. In Betrieb A waren die jüngsten Küken zusammen mit den größeren

Geschwistern in einem Stall untergebracht. Die bis zu einer Woche alten Küken konnten vom erhöhten Kükentisch aus ihre größeren Geschwister zwar nicht sehen, aber hören. Zusätzlich lief in diesem Stall Radiomusik. In Betrieb D hingegen verbrachten die Küken ihre ersten drei Lebensstage in einem ebenerdigen Holzrahmen, der mitten im Stall der älteren Geschwister stand. Die älteren Küken sollten für die jüngeren Küken eine Art Elternersatz darstellen. Allerdings schien diese Methode mit großer Belastung für die jüngeren Küken verbunden zu sein. Sobald die älteren Küken aus dem Stall und auf die Weide liefen, riefen die im Stall zurückgebliebenen jungen Küken nach ihnen. Erst wenn ein älteres Küken wieder zu den Kleinen in den Stall kam, hörte das trällernde Rufen auf. Nach Huchzermeyer (1998) leiden verlassene Straußenküken, die mittels eines trällernden Lautes nach ihren Eltern rufen, unter Stress. Bei Stress werden Corticosteroide ausgeschüttet, die das Immunsystem hemmen, so dass eine Infektion mit pathogenen Keimen erleichtert wird, was letztendlich den Tod bewirken kann (Huchzermeyer, 1998).

Ein weiterer Unterschied zu den anderen Straußenbetrieben bestand im Kükenfutter. Während in den Betrieben A, B und C spezielles Kükenfutter für Strauße verfüttert wurde, erhielten die Küken des Betriebes D ein Ergänzungsfuttermittel für Fohlen (Fohlenstarter). Dieses Futter könnte den Nährstoffbedarf der Straußenküken nicht erfüllt haben. Die Isolierung von Clostridien aus dem Darm von sechs Küken des Betriebes D sowie die hohen Kükenverluste während des zweiten und dritten Lebensmonats könnte als Hinweis auf eine unausgewogene Ernährung angesehen werden. Das Bakterium *Clostridium perfringens* ist Bestandteil der natürlichen Darmflora bei gesunden Straußen. Allerdings können sich diese Bakterien bei Stress, unausgewogener Ernährung oder abruptem Futterwechsel stark vermehren, Toxine produzieren und lokale Entzündungen des Darmes (Enteritis) hervorrufen (Huchzermeyer, 1998). Eine unzureichende Nährstoffversorgung kann für den Organismus Stress bedeuten, so dass eine ausgewogene Ernährung vermutlich eine der wichtigsten Faktoren bei der Prävention von medizinischen Problemen darstellt (Perelman, 2002). Besonders Straußenküken, die täglich einen Zentimeter wachsen und die mit rund sechs bis zwölf Monaten ihre volle Höhe von etwa 2,2 m erreichen (Grzimek, 2000), sollten eine ausgewogene Ernährung erhalten. Das Auftreten von Kloakenvorfällen, die ausschließlich in Betrieb D vorkamen, kann ebenfalls als Indiz für eine falsche Futterzusammensetzung angesehen werden. Kloakenvorfälle sind in der Regel fütterungsbedingt und treten auf, wenn die Futtermischung zu energiereich und der Rohfaseranteil zu hoch ist (TVT - Merkblatt, 2003). Auch in Betrieb B führte nach Aussage der Halterin die Umstellung auf ein neues Kükenfutter zu einigen Todesfällen. Möglicherweise wurden die fünf im Labor diagnostizierten Enteritisfälle durch diesen Futterwechsel verursacht.

Für gesunde Küken ist der Aufbau einer natürlichen Darmflora essenziell, da sie die Ansiedlung und Ausbreitung von pathogenen Keimen unterbindet und dadurch Infektionen verhindert. Straußenküken sollte baldmöglichst der Zugang zur Weide ermöglicht werden, damit sie Bodenbakterien aufnehmen können und der Darm von einer Vielzahl von Bakterien besiedelt werden kann (Huchzermeyer, 1998). Die Weidevegetation bietet zusätzlich lebenswichtige Rohfasern und überdeckt den Kot, so dass die Aufnahme von Kot (Koprophagie) reduziert wird (Huchzermeyer, 1998). Koprophagie kann die Ausbreitung von

Enteritis beschleunigen, wenn geschwächte Küken den infizierten Kot aufnehmen. In den Betrieben A, B und D kamen die Küken in der zweiten Lebenswoche, in Betrieb C in der dritten Lebenswoche auf die Weide. In den ersten Lebenstagen der Küken hat sich die Gabe von probiotischem Joghurt oder von Bio-Moss, einem aus Bierhefe gewonnenem Mannanoligosaccharid, für den Aufbau der natürlichen Darmflora als hilfreich erwiesen (Huchzermeyer, 1998). Dies konnten der Halter des Betriebes A, dessen Küken in den ersten Tagen Joghurt verabreicht wurde und die Halterin des Betriebes B, deren Küken Bio-Moss mit dem Futter bekamen, bestätigen. Möglicherweise trat deshalb die geringste Anzahl an Enteritisfällen in diesen Betrieben auf. Allerdings muss bedacht werden, dass nur 11 % der gestorbenen Küken des Betriebes A und 42 % der verendeten Küken des Betriebes B im Labor untersucht wurden, so dass die Anzahl an Enteritis erkrankter Küken durchaus höher liegen könnte. In den Betrieben C und D wurde weder Joghurt noch Bio-Moss verfüttert.

Als eine weitere mögliche Todesursache wurde bei den sezierten Küken in 29 % der Fälle (24 Küken) eine Dottersackinfektion diagnostiziert, wobei *E. coli*, *Staphylococcus* spp., *Bacillus* spp., *Streptococcus* spp., *Proteus* spp. und *Pseudomonas* spp. aus dem Dottersack isoliert wurden. Nabelentzündung und Dottersackinfektion sind sehr verbreitete Ursachen für Erkrankungen und Mortalität bei jungen Straußen (Perelman, 2002). Sie stellten in der Untersuchung von Jost (1993) die häufigste Todesursache (21 %) der 2445 sezierten Küken dar. In der Untersuchung von Gansinger (1996) erlagen 20 % der zehn untersuchten Küken dieser Erkrankung und bei Böhm (1997) waren es 15 % der 39 sezierten Küken. Eine Dottersackinfektion wird durch die Kontamination der Eischale mit pathogenen Bakterien, die aus dem Kot der Elterntiere (Enterobakterien) oder aus der Umgebung (*Bacilli*, *Pseudomonas* u. a.) stammen können, hervorgerufen (Deeming, 1995; Schlegel, 1992). Die Pathogene gelangen dabei durch die Eiporen ins Ei und können zum Absterben des Embryos in den letzten Brutwochen führen (Shanawany, 1999) oder den Tod innerhalb der ersten Lebenswochen der Küken bewirken (Perelman, 2002; Shanawany, 1999). Um das Risiko einer Verseuchung mit Pathogenen aus der Umwelt so gering wie möglich zu halten, sollte ein hoher Hygienestandard vor und während der Brutphase eingehalten werden. Damit die Eier auf einem sauberen Untergrund gelegt werden können, sollte den Hennen trockener sauberer Sand in einem überdachten Nistplatz angeboten werden. Überdachte Sandplätze auf den Weiden wurden den Hennen der Betriebe A und D angeboten. In den Betrieben C und B waren die angebotenen Sandplätze hingegen nicht überdacht. In Betrieb B legten auch einige Hennen im Stall. Ferner sollten die Eier baldmöglichst nach dem Legen eingesammelt werden (Deeming, 1995; Huchzermeyer, 1998). Dies geschah in den vier Betrieben circa 30 bis 60 Minuten nach dem Legen.

Nabelentzündung und Dottersackinfektion sind vom Management des Betriebes abhängig und können durch Verbesserung der Bruthygiene reduziert werden (Shanawany, 1999). Die vier untersuchten Betriebe unterschieden sich ganz wesentlich in den Hygienebedingungen bei der Brut. In den Betrieben B, C und D wurden die Eier nach dem Einsammeln gewaschen, desinfiziert und ins Eilager gebracht. In Betrieb A wurden die Bruteier lediglich abgewaschen und in einem Raum gelagert, der noch anderweitig genutzt wurde. Den höchsten Hygienestandard wiesen die Betriebe B und C auf, bei denen Brut- und Schlupfschränke in

getrennten Räumen standen. In beiden Räumen standen Schuhe bereit, die von den Haltern ausschließlich im Brut- bzw. Schlupfraum benutzt wurden. In Betrieb D hingegen befanden sich Brut- und Schlupfschrank im selben Raum, der Teil einer Scheune war. Ein Eintrag von pathogenen Keimen könnte hier über die Schuhe erfolgt sein bzw. durch die Tür, die zur Regulation der Luftfeuchtigkeit im Brut- und Schlupfraum manchmal geöffnet wurde. In Betrieb A stand der Brutschrank direkt in einer offenen Scheune und der Schlupfschrank befand sich im Kükenstall. Trotz des hohen Hygienestandards wurde bei 39 % der im Labor untersuchten Küken des Betriebes C und bei 35 % der Küken des Betriebes B eine Dottersackinfektion diagnostiziert. Hingegen schienen nur 21 % der im Labor untersuchten Küken des Betriebes D infolge einer Dottersackinfektion verendet zu sein. Von Betrieb A wurden nur zwei Küken im Labor seziiert, wobei ein Küken (50 %) einer Dottersackinfektion erlag. Hierbei muss jedoch berücksichtigt werden, dass insgesamt nur ein Teil der gestorbenen Küken (Betrieb A: 11 %; B: 42 %; C: 69 %; D: 51 %) im Labor untersucht werden konnte.

Da in der Literatur (Deeming, 1995; Shanawany, 1999) explizit darauf hingewiesen wird, wie wichtig die Bruthygiene für den Schlupferfolg ist, überrascht es, dass die Betriebe A und D, die den niedrigsten Hygienestandard aufwiesen, die höchsten Schlupferfolge hatten (Betrieb A: 77 %; B: 52 %, C: 68 %, D: 82 %). Die hohen Kükenverluste in den ersten vier Lebenswochen des Betriebes D (51 %) könnten darauf hindeuten, dass die geringe Bruthygiene dieses Betriebes sich auf die Mortalität der Küken auswirkte, indem infizierte Küken geschlüpft sind, die bald nach dem Schlupf starben. Insgesamt lagen die Schlupfergebnisse der vier Betriebe im Rahmen der in der Literatur angegebenen Werte. In der Untersuchung von Gansinger (1996) wurden in Straußenbetrieben in Österreich Schlupferfolge von 35 % bis 71 % erreicht, wobei bei Böhm (1997) ebenfalls in Österreich Schlupfraten zwischen 69 % und 92 % erzielt wurden. Aus Südafrika werden Werte von 46 % (Cloete et al., 1998) sowie 79 % (Blood et al., 1998) berichtet und Jost (1993) gibt Schlupfraten von 63 % und 66 % für Namibia an.

Nach Huchzermeyer (2002a) tritt Septikämie in Folge von Stress auf, wobei Darmbakterien in die Blutzirkulation gelangen und Organe infizieren können. Der Befall der Organe Herz und Leber mit Darmbakterien wurde in dieser Untersuchung nicht als Septikämie, sondern als Polyserositis bezeichnet. Bei insgesamt elf der seziierten Küken (13 %) könnte Polyserositis zum Tod geführt haben. Auch hier zeigten sich Unterschiede zwischen den Betrieben. Die aus Herz und Leber isolierten Mischkulturen setzten sich vorwiegend aus *E. coli*, *Bacillus* und *Staphylococcus* zusammen. Aber auch die Gattungen *Pseudomonas*, *Coliforme*, *Alcaligenes*, *Proteus*, *Klebsiella* und *Aeromonas* wurden isoliert. In gleicher Reihenfolge traten diese Bakteriengattungen auch bei den von Classen (1999) untersuchten Organen auf. Im Gegensatz zu den Ergebnissen von Classen (1999) waren jedoch weder im Dottersack noch im Herz oder in der Leber *Salmonellen* nachweisbar. Auch Gansinger (1996) konnte in ihrer Studie keine *Salmonellen* nachweisen.

Von den im Labor untersuchten Küken schienen 12 % an Gastrostase verendet zu sein, die als Folge einer Magenobstipation auftrat. Magenverstopfung trat somit ähnlich häufig auf wie in

der Untersuchung von Jost (1993), bei der 10 % der 2445 seziierten Küken einer Magenobstipation erlagen. Bei Gansinger (1996) starben von zehn untersuchten Küken 20 % an Magenobstipation innerhalb der ersten 14 Lebenstage. Böhm (1997) seziierte 39 Küken und konnte eine Magenverstopfung in 23 % der Fälle diagnostizieren. Im Gegensatz hierzu stellte Magenobstipation (70 %) die Haupttodesursache bei den 20 seziierten Küken der Studie von Deeming et al. (1993) dar. Bei Terzich & Vanhooser (1993) wurde sogar in 91 % der Fälle von 90 untersuchten Küken eine Gastrostase nachgewiesen. Es ist nicht auszuschließen, dass die Anzahl der aufgetretenen Gastrostasefälle in den Betrieben wesentlich höher gewesen sein könnte, wenn alle gestorbenen Küken untersucht worden wären. Bei den zehn seziierten Küken dieser Untersuchung wurde die Gastrostase durch eine übermäßige Aufnahme von Fremdmaterial verursacht. Auch hier wurden wieder die meisten Fälle in Betrieb D (6 Küken) verzeichnet, gefolgt von Betrieb C (3 Küken) und Betrieb B (1 Küken). Als Fremdmaterial wurde von einem Küken Sand aufgenommen, bei einem anderen war der Proventriculus mit Kirschkernen gefüllt und bei zwei Küken hatte sich langes Gras als fester Ballen im Vormagen zusammengeknäult („Wickler“). Zweige, große Steine, ein Maiskolbenstück und ein kleiner Apfel verstopften den Vormagen bei sechs weiteren Küken. Da der Eingang zum Ventriculus blockiert ist, kann kein Futter mehr passieren und die Kontraktion des Ventriculus wird unwiderruflich eingestellt (Gastrostase). Somit wird die Nahrung vom Proventriculus nicht mehr in den Darm weitergeleitet und folglich verhungert das Küken mit vollem Proventriculus. Die postmortale Untersuchung zeigt in diesem Fall das Fehlen des Herzfettes, den mit Fremdmaterial gefüllten Proventriculus und einen leeren Ventriculus (Huchzermeyer, 1998). Gastrostase tritt ganz spezifisch bei Straußenküken auf und wird auch als „fading chick syndrome“ bezeichnet (Huchzermeyer, 2002a). Verstörte, gestresste Küken neigen dazu, übermäßige Mengen an ungeeignetem Futter (langes Gras oder Heu), Einstreu (langes Stroh, Sand) oder Fremdkörper (große Steine, Äste) aufzunehmen (Kösters et al., 1996; Samson, 1997) und zeigen ein verzögertes Wachstum. Da Stress oft die ganze Gruppe betrifft, kann der Eindruck einer ansteckenden Krankheit aufkommen. Allerdings konnten bisher weder Bakterien noch Viren nachgewiesen werden, die für diesen Ausbruch verantwortlich gemacht werden könnten (Huchzermeyer, 1998). Es ist wichtig, dass Straußen jederzeit genügend Steinchen zur Verfügung stehen, da diese für die Zerkleinerung der Nahrung im Muskelmagen essenziell sind und immer wieder neu aufgenommen werden müssen. Auf Grund kurzzeitigen Steinmangels verendeten nach Aussage der Halterin einige Küken in Betrieb B an Verstopfung.

Aber nicht nur die übermäßige Aufnahme von Fremdmaterial, auch Kälte und Hitze können zu Gastrostase führen. Um Gastrostase zu verhindern ist es wichtig, dass Straußenküken weder auf kalten (Betonboden) noch nassen Unterlagen liegen, da sonst ihr Bauch auskühlen kann (Smit, 1963; Huchzermeyer, 2002b). Kälte bewirkt sowohl eine Verlangsamung des Blutkreislaufes als auch des Stoffwechsels und unterdrückt das Immunsystem. Als Folge wird die Verdauung vermindert und die Aufnahme von Nährstoffen aus dem Dottersack bzw. Darm wird verlangsamt. Solange der Bauch kalt ist, hat das Küken keinen Appetit, was letztendlich in einer Gastrostase enden kann. Ferner können durch die Unterdrückung des Immunsystems Infektionen begünstigt werden (Huchzermeyer, 2002a). Die Küken der Betriebe B, C und D wurden die ersten drei Wochen auf Betonboden ohne Einstreu gehalten.

Um ihnen trotzdem eine warme Liegefläche zu ermöglichen, wurden ihnen Wärmematten angeboten, die sie auch nutzten. Die Wärmematten haben sich gegenüber einer Fußbodenheizung als vorteilhaft erwiesen, da unterschiedliche Bodentemperaturen entstehen und sich die Tiere so die Temperatur auswählen können. Ab der vierten Woche wurden die Kükenställe mit Stroh eingestreut. In Betrieb A verbrachten die Küken ihre ersten beiden Lebenswochen auf Vlies, danach auf Stroh. Auch Hitze kann Stress für Strauße bedeuten und sich negativ auf ihrer Gesundheit auswirken. Strauße besitzen in der Haut keine Schweißdrüsen. Um sich bei hohen Außentemperaturen Kühlung zu verschaffen, hecheln sie. Allerdings ist es ihnen dann nicht möglich, Futter aufzunehmen. Nach Huchzermeyer (1998) kann dies eine weitere Ursache für das Auftreten von Gastrostase sein. Da in der vorliegenden Studie in den Mägen der Küken, bei denen Gastrostase diagnostiziert wurde, Fremdkörper gefunden wurden, ist anzunehmen, dass die Gastrostase nicht eine Folge von Hitzestress war.

Bei zehn der im Labor untersuchten Küken bestand der Verdacht auf einen Befall mit Endoparasiten, der sich durch eine parasitologische Untersuchung des Darminhaltes jedoch nicht bestätigte. Nach Smit (1963) ist der Magenwurm *Libyostrongylus douglassi* ein Hauptverursacher von Kükenverlusten auf südafrikanischen Straußenfarmen. In Deutschland wurde diesem Parasit bisher wenig Beachtung geschenkt. Eine gezielte Untersuchung des Magens auf den Magenwurm wurde in dieser Arbeit nicht durchgeführt. Allerdings wurden beim Öffnen der Mägen und Betrachten des Mageninhaltes sowie der Magenschleimhaut keine Auffälligkeiten bemerkt, die auf die Anwesenheit des Magenwurms *Libyostrongylus douglassi* hingedeutet hätten. Es kann jedoch nicht ausgeschlossen werden, dass ein Befall auftrat und nicht erkannt wurde. Hamann (2004) konnte in verschiedenen Straußenbetrieben in Deutschland bei Naturbrutküken die ersten positiven Befunde mit dem Drahtwurm *Libyostrongylus douglassi* belegen.

Küken mit Beindefformationen oder Beinfrakturen wurden nicht ins Labor zu Analyse gegeben. Die Halter gaben jedoch über diese Vorfälle Auskunft. Auf Grund der erfolglosen Behandlung von Frakturen der Läufe (Smit, 1963; TVT - Merkblatt, 2002) wurden die Tiere unverzüglich euthanasiert. Es konnte während dieser Untersuchung beobachtet werden, dass Strauße bei ungewohnten Geräuschen (z. B. Heißluftballone, Flugzeug- oder Kraftfahrzeuglärm) meist panikartig die Flucht ergriffen. Bei diesen überstürzten Sprints nehmen die Vögel dann oft Hindernisse nicht mehr wahr und rennen ungebremst in Zäune. Verletzungen und Beinbrüche können die Folge sein. Die Gehege müssen deshalb in ihrer Größe und Form einen ungehinderten Sprint erlauben. Lose Drähte, scharfe Kanten oder andere Mängel bei der Einzäunung, die eine große Verletzungsgefahr für die Tiere darstellen, müssen verhindert bzw. nach Erkennen sofort beseitigt werden. Die tägliche Betreuung der Tiere umfasst deshalb nicht nur die Kontrolle der Tiere, sondern auch der Gehegeinzäunung, der Weide und des Stalles (TVT-Merkblatt, 2003). Von den Küken, die von den Haltern untersucht wurden, mussten jeweils vier Tiere in den Betrieben A (24 %) und C (12 %) und ein Küken in Betrieb B (2 %) auf Grund von Beinbrüchen, die Folgen von Unfällen waren, getötet werden. Diese erheblichen Kükenausfälle des Betriebes A könnten auf den schlechten Zustand der Einzäunung zurückzuführen sein, der eine hohe Verletzungsgefahr für die Küken darstellte. Aber auch die unterschiedliche Körpergröße innerhalb einer Kükengruppe, die

teilweise in dem Betrieb beobachtet wurde, kann sich negativ auswirken. Geraten die Tiere in Panik, kann es vorkommen, dass die großen Küken die kleinen überrennen. Dies kann zu Beinbrüchen bei den kleineren Küken führen.

Die Kükenverluste, die durch Beindefformationen verursacht wurden, waren in den Betrieben relativ gering. So musste in Betriebs B ein Küken wegen einer starken Rotation des Tibiotarsus (Beinverdrehungen) euthanasiert werden. In Betrieb D war bei einem Küken das Tibiotarsalgelenk so stark verdickt (Perosis), dass auch dieses Küken getötet werden musste. Da bekannt ist, dass ein rutschiger Untergrund Beindefformationen begünstigt, wurde in allen Betrieben für rutschfeste Böden in den Kükenställen gesorgt. Vielleicht konnten durch diese Maßnahme Beindefformationen stark reduziert werden. Im Gegensatz zu den Ergebnissen dieser Untersuchung sind nach Bissinger (1998) Beindefformationen eine der Haupttodesursachen bei Straußenküken. Terzich & Vanhooser (1993) untersuchten 90 Küken, die innerhalb der ersten vier Lebenswochen auf amerikanischen Straußenfarmen verendeten. Keines dieser Küken wies eine Beindefformation auf. Ganz anders sah es bei neun Küken aus, die im Alter zwischen vier und zwölf Wochen starben. Hier konnten Terzich & Vanhooser (1993) in 66 % Fällen Beindefformationen diagnostizieren. Geringere Zahlen wurden in den folgenden Untersuchungen berichtet. So erlagen bei Böhm (1997) 7 % der 39 untersuchten Küken einer Beindefformation, bei Deeming et al. (1993) waren es 5 % der 20 sezierten Tiere und bei Jost (1993) traten diese Erkrankung bei 4 % der 2445 untersuchten Küken auf. Als Ursachen für Beindefformationen werden Fütterungsfehler, Bewegungsmangel und genetische Faktoren genannt (Samson, 1997; Terzich & Vanhooser, 1993). Fütterungsfehler können eine Unterversorgung mit essenziellen Mineralien (Calcium, Phosphor, Mangan, Zink) oder ein zu schnelles Wachstum durch einen zu hohen Proteingehalt im Futter auslösen (Perelman, 2002; Terzich & Vanhooser, 1993). In der Aufzuchtphase muss deshalb vorbeugend für ausreichend Bewegung und für eine bedarfsgerechte Fütterung gesorgt werden (Schweizer Richtlinie, 2004).

In der Regel boten die vier Betriebe den Küken ab der zweiten Lebenswoche ein Vielfaches der geforderten Mindeststallfläche an (Tabelle 14). Lediglich auf Betrieb B wurde die Mindeststallfläche für Küken der siebten bis zwölften Lebenswoche zum Teil unterschritten. Auf Grund der Schlupfrate variierte die Anzahl der Küken pro Gruppe teilweise so sehr, dass die geforderten Stallflächen pro Tier (EU-Empfehlung) zeitweise nicht eingehalten wurden (Betrieb A und B: 1. Wo, 4.-12. Wo; C: 1. Wo, 4.-6. Wo; D: 1. Wo). Hingegen boten alle vier Betriebe ihren Küken ab der vierten Lebenswoche ein Vielfaches der Mindestweideflächen.

**Tabelle 14:** Vergleich der Mindestmaße für Stall- und Weideflächen nach der EU-Empfehlung und dem BML-Gutachten mit den Flächen auf den vier untersuchten Praxisbetrieben (Wo = Lebenswochen).

	Alter der Küken	Europarats-Empfehlung	BML-Gutachten	Betrieb A	Betrieb B	Betrieb C	Betrieb D
<b>Stallfläche in m<sup>2</sup></b>	1. Wo	1 - 5	1	2,5	2,5	3,6	1
	2.-3. Wo	5	5	7,5	23	30	71 - 77
	4.-6. Wo	15	5	20	17	28	71 - 77
	7.-12. Wo	15	5	64	11 -25	223 - 253	64
<b>Stallfläche/Tier in m<sup>2</sup></b>	1. Wo	0,3 - 1,2	0,3	0,1 - 0,7	0,1 - 0,6	0,2 - 0,7	0,1
	2.-3. Wo	0,3 - 1,2	1,3	0,4	0,7 -1,4	1 - 2,1	3,9 - 19,3
	4.-6. Wo	2 - 10	1,3	0,4 - 1,1	0,7	0,9 - 1,5	2,5 - 5,1
	7.-12. Wo	2 - 10	1,3	1,2 - 2,1	0,6 - 4,2	7,4 - 12,3	4,3 - 6,4
<b>Weidefläche in m<sup>2</sup></b>	1. Wo	-	-	-	-	-	-
	2.-3. Wo	100	100	46	195 - 440	-	60
	4.-6. Wo	100 - 1000	100	990	806	545	720
	7.-12. Wo	100 - 1000	100	2700	850 - 2370	1550 - 2730	4200

Weder bei den im Labor seziierten Küken noch bei älteren Jung- und Zuchttieren, die bei den regelmäßigen Betriebsbesuchen beobachtet wurden, konnten in der vorliegenden Studie Hautveränderungen oder sonstige Auffälligkeiten erkannt werden, die auf Erfrierungen hingedeutet hätten. Auch Atemwegserkrankungen wurden bei den untersuchten Küken nicht festgestellt. Ausnahme war ein sechs Monate altes Jungtier, dessen Hals infolge eines Luftsackrisses aufgebläht war. Nach Huchzermeyer (1998) können Atemwegserkrankungen (z. B. Lungenentzündung) durch eine hohe Ammoniakkonzentration im Stall hervorgerufen werden. Diese können auftreten, wenn Straußenküken nachts in warmen Ställen mit ungenügender Belüftung und zu hohem Tierbesatz eingesperrt werden. Das war in den vier Betrieben nicht der Fall, was eine Erklärung für das Ausbleiben von Atemwegserkrankungen sein könnte. Ebenfalls ließen sich in dieser Studie bei den im Labor seziierten Küken keine Schimmelinfektionen nachweisen, die laut Kösters et al. (1996) als Sekundärinfektionen nach Schädigung der Atemwegsschleimhäute anzusehen sind und infolge ungünstiger Klimabedingungen auftreten können. Da jedoch nicht alle verendeten Tiere im Labor untersucht wurden, kann ein Vorkommen von Atemwegserkrankungen nicht vollständig ausgeschlossen werden. In der Untersuchung von Jost (1993) waren Atemwegserkrankungen die zweithäufigste Todesursache bei den 2445 untersuchten Küken einer Straußenfarm in Namibia. Insgesamt erlagen 12 % der Küken dieser Erkrankung.

Auf deutschen Straußenbetrieben wurden Atemwegserkrankungen nur selten beobachtet. Reiner (1996) untersuchte von Mai 1994 bis April 1995 insgesamt 37 Straußenbetriebe in Deutschland und diagnostizierte nur bei einem Tier eine Atemwegserkrankung. Während Gansinger (1996) Lungenentzündung bei zwei (20 %) von zehn untersuchten Küken in einem Betrieb in Österreich feststellte, ergab die Befragung von 30 dortigen Straußenhaltern, dass

Atemwegserkrankungen lediglich zu 2 % vorkamen (Weber, 1996). Weber (1996) folgerte daraus, dass „bei einer vernünftigen Betreuung der Strauße auch in strengen Wintermonaten die Haltung dieser Exoten in Österreich durchaus möglich ist.“ Ebenso weisen die Untersuchungsergebnisse von Böhm (1997) darauf hin, „dass die mitteleuropäischen Klimaverhältnisse keinen negativen Einfluss auf die Gesundheit von Straußenküken und Jungtieren ausüben.“ Dies begründete sie dadurch, dass sie bei keinem der untersuchten Strauße eine Lungenerkrankung diagnostizieren konnte, die mit den in Österreich teilweise vorkommenden feuchten und kühleren Wetterbedingungen in Verbindung gebracht werden könnte. Gleichfalls wird von Straußenfarmen in Kanada berichtet, dass die Aufzucht von Straußen auch unter extrem kalten Witterungsverhältnissen erfolgreich sein kann, wenn exzellente Haltungsbedingungen vorliegen (Samson, 1997). Da auch in dieser Untersuchung weder Erkrankungen der Atemwege noch Erfrierungen nachgewiesen werden konnten, scheint der Einfluss der Witterung auf die Gesundheit von Straußen überschätzt zu werden bzw. wird die Akklimatisation der Küken an ihre Umwelt unterschätzt.

Insgesamt lagen in vorliegender Untersuchung die in den vier Betrieben aufgetretenen Kükenverluste im Rahmen der in der Literatur angegebenen Werte. Während der Untersuchungszeit ähnelte die Witterung zwischen den vier Betrieben, aber unterschied sich im Jahresverlauf in den einzelnen Betrieben zum Teil wesentlich, so dass die Küken bei relativ unterschiedlichen Witterungsbedingungen aufwuchsen. Die Witterung wirkte sich im Vergleich zur Schlupfnummer und zu betriebspezifischen Unterschieden (u. a. Management) jedoch nur wenig auf die Kükenmortalität aus. Atemwegserkrankungen oder Erfrierungen, die auf die Witterungsbedingungen zurückzuführen wären, wurden nicht beobachtet. Die diagnostizierten möglichen Todesursachen (Dottersackinfektionen, Enteritis, Polyserositis und Gastrostase) traten ähnlich häufig, wie in der Literatur erwähnt, auf und deuten auf Probleme im Management (Fütterung, Haltung) hin.

## 4 Stallnutzung durch Jungtiere

### 4.1 Einleitung

Strauße werden in Deutschland in kommerziellen Betrieben in Offenställen gehalten. Dies bedeutet, dass sie einen permanenten Zugang zur Weide und zum Stall haben. Bei dieser Haltungsart kamen Zweifel auf, ob die Zuflucht in einen schützenden Unterstand zum Verhaltensprogramm dieser Vögel gehöre, welches sie zum witterungsabhängigen selbständigen Aufsuchen eines Stalles befähige (Schmitz, 2000). Die Ergebnisse der Untersuchung von Schulz (2004) auf einer Straußenfarm in Deutschland ergaben, dass Zuchtstrauße den Stall durchaus abhängig vom Klima ansteuerten, da während der kalten Jahreszeit eine häufigere Stallnutzung beobachtet wurde als in der warmen Jahreshälfte. Die fehlende wissenschaftliche Erkenntnis über das Verhalten von Jungtieren in Bezug auf die Nutzung des Stalles führte zu der vorliegenden Studie. Hier wurde untersucht, ob sich die Stallnutzung bei sechs bis sieben Monaten jungen Strauße im Winter, also in einer Jahreszeit, in der in Deutschland „feucht - kalte“ Klimaverhältnisse häufig sind, abhängig von den aktuellen Wetterverhältnissen ändert. Die erforderlichen Verhaltensbeobachtungen wurden in den drei Praxisbetrieben B, C und D (siehe Kapitel 2.2, Betriebsunterschiede) durchgeführt und als Klimaelemente wurden Temperatur, relative Luftfeuchtigkeit, Niederschlag, Windgeschwindigkeit und Globalstrahlung aufgezeichnet. Hierbei wurde geprüft,

- ob junge Strauße einen ständig zugänglichen Stall in Abhängigkeit von den aktuellen Witterungsverhältnissen im Winter nutzen, und
- welches Verhalten die Jungtiere im Stall zeigen.

### 4.2 Tiere, Material und Methoden

#### 4.2.1 Haltung der Jungtiere

Die Stallnutzung von Jungtieren wurde in der Zeit von Dezember 2002 bis Februar 2003 in den Betrieben B, C und D untersucht. Zu Beginn der Untersuchung waren die Jungtiere sechs bis sieben Monate alt und es wurde pro Betrieb je eine Jungtiergruppe beobachtet. Die Gruppengrößen variierten zwischen den Betrieben (Betrieb B: 7 Tiere; C: 26 Tiere; D: 14 Tiere). Bei Betrieb B verendeten im Laufe der Untersuchung zwei von sieben Tieren. Zur Todesursache konnte der Halter keine Angaben machen. In Betrieb C wurden im Januar der Untersuchungsgruppe drei Jungtiere aus einer anderen Gruppe hinzugefügt.

Die während der Untersuchung den Straußen zur Verfügung stehende Stallfläche (Tabelle 15) war in den Betrieben C und D wesentlich größer als die in der Europaratsempfehlung (1997) geforderte. Die Stallfläche des Betriebes B lag unterhalb der Europaratsempfehlung (1997), aber oberhalb der Forderung des BML-Gutachtens (1996). Die Mindeststallfläche pro Tier entsprach jedoch in allen Betrieben den Geboten des BML-Gutachtens (1996) oder überstieg diese sogar (Betrieb C). Den Anforderungen der Europaratsempfehlung (1997) zum Platzbedarf des Einzeltieres wurde nur Betrieb C annähernd gerecht. Den Weisungen der

Europaratsempfehlungen (1997) und des BML-Gutachtens (1996) an die Gehegefläche (Weide) wurden alle drei Betriebe dennoch gerecht.

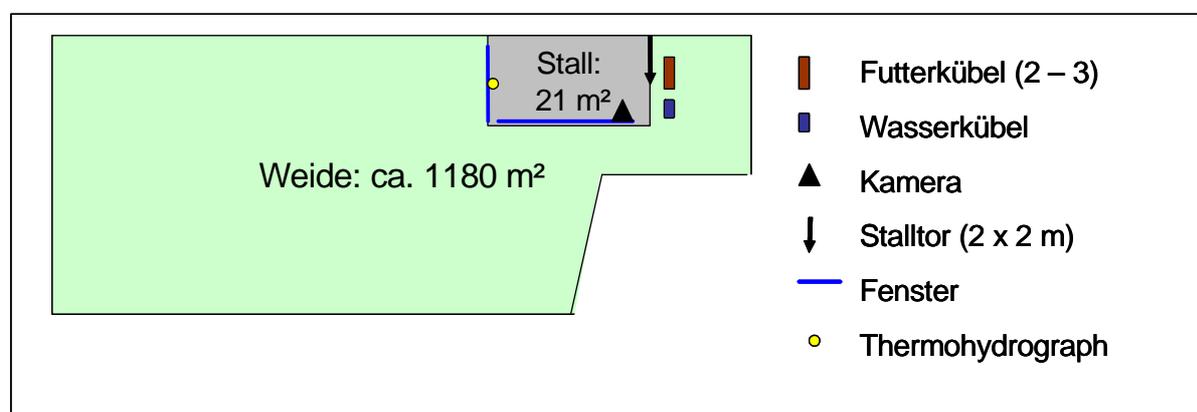
**Tabelle 15:** Stall- und Weideflächen in den drei untersuchten Betrieben B, C und D im Vergleich zu den rechtlich geforderten Mindestmaßen für Stall und Gehege der verschiedenen Haltungsrichtlinien für Jungtiere im Alter von über sieben Monaten.

	Betrieb B	Betrieb C	Betrieb D	Europarats-Empfehlung	BML-Gutachten	TVT Merkblatt	CH Richtlinie
Stallfläche [m <sup>2</sup> ]	21	253	64,3	30	16	-	45
Stallfläche pro Tier [m <sup>2</sup> ]	3 - 4,2	9,7 - 8,7	4,6 - 4,9	10	4 - 6	2 - 4	3 - 6
Gehegefläche [m <sup>2</sup> ]	1180	2730	4200	1000	800/ 3* + Umtrieb	-	1000 + Umtrieb
Gehegefläche pro Tier [m <sup>2</sup> ]	168,6 - 236	94,1 - 105	300	800/3	-	150 - 250	200

\*(800/3 bedeutet, 800 m<sup>2</sup> für drei Tiere, Umtrieb = gleichgroße Fläche muss als Umtriebsfläche zur Verfügung stehen).

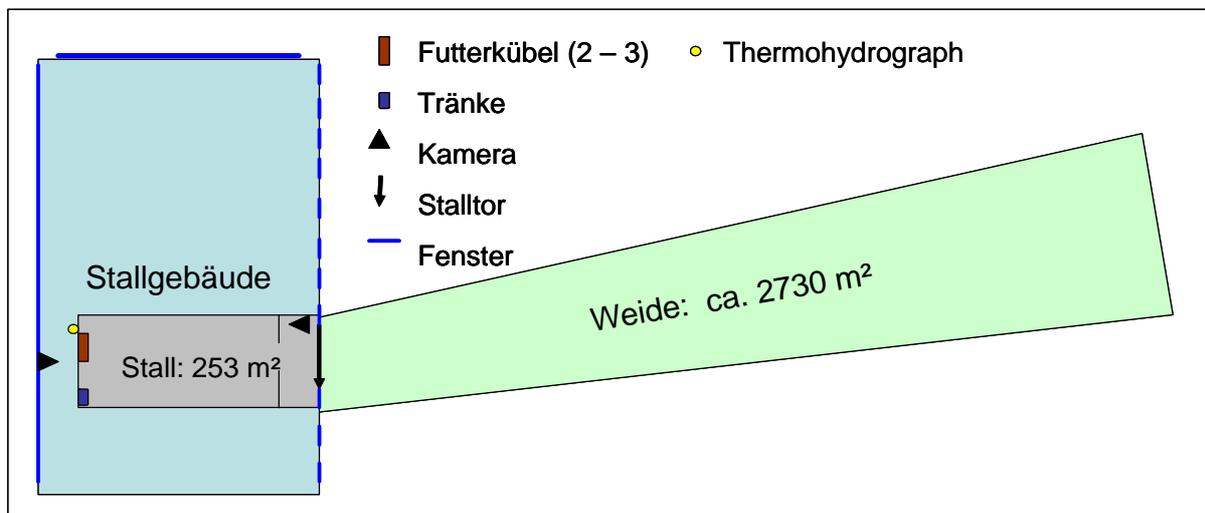
Die einzelnen Ställe unterschieden sich zwischen den Betrieben aber nicht nur in ihrer Größe, sondern auch in ihrer Ausrichtung zur Weide. Der Grund hierfür war, dass die Stalltore jeweils zur meist vom Wind abgewandten Ostseite zeigten. So öffnete sich das Stalltor in Betrieb C und Betrieb D direkt zur Weide (Abbildung 10 und 11). Die Jungtiere des Betriebes B mussten hingegen erst rechts am Stall vorbei, um auf die Weide zu gelangen (Abbildung 9). Im Weiteren wird im Detail auf die unterschiedlichen Haltungsbedingungen eingegangen.

Die Jungtiere des Betriebes B waren in einem Holzstall (5 x 4,2 x 2,2 m) untergebracht. Zwei Wände waren mit Windschutznetzen als Fenster (4 x 1 m und 5 x 1 m) versehen, wodurch der Stall sehr hell wurde. Das Dach des Stalles reichte 2 m über den Stalleingang hinaus, so dass dieser Bereich auch bei Regen trocken blieb. Futter- und Wassertröge standen tagsüber in diesem überdachten Eingangsbereich und wurden nachts zusammen mit den Jungtieren in den Stall gebracht. Die Jungtiere dieses Betriebes verbrachten während der gesamten Beobachtungsperiode die Nächte eingeschlossen im Stall.



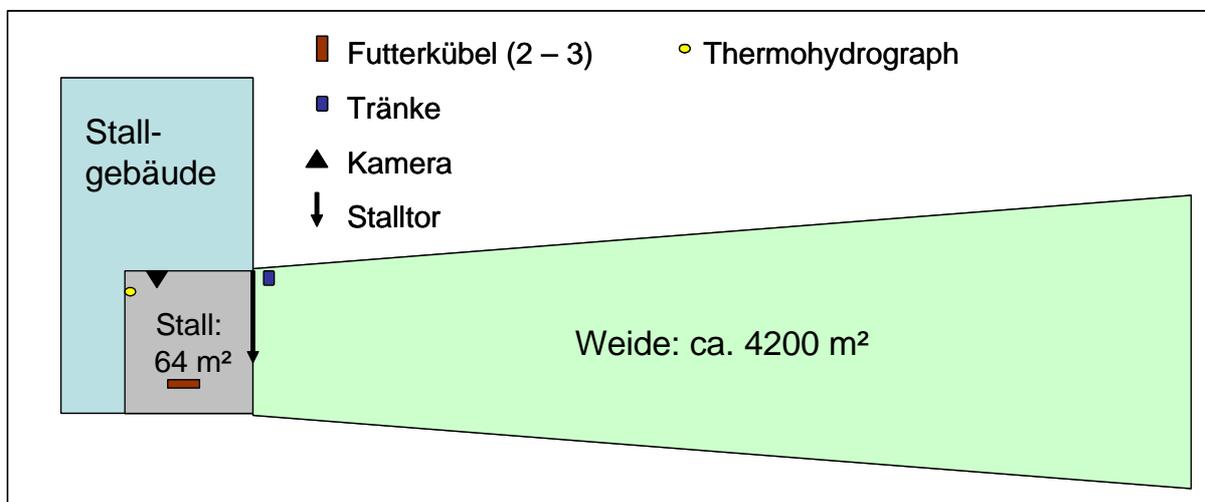
**Abbildung 9:** Skizze des Stalles und der Weide des Betriebes B (nicht maßstabsgerecht).

Die Stallbereiche der Jungtiere von Betrieb C und D befanden sich als Abteile jeweils in großen gemauerten Stallgebäuden, in welchen noch weitere Straußengruppen untergebracht waren. Bei Betrieb C (Abbildung 10) konnte Licht durch die durchgehenden Fensterbanden (3 x 40 m) der zwei Außenwände und die 11 Fenster (0,9 x 0,9 m) der dritten Außenwand des Stallgebäudes einfallen. Zusätzlich wurde der Stall durch das große Stalltor (3 x 3 m), das sich zur Weide hin öffnete und permanent offen stand, erhellt. Der Stall dieser Jungtiergruppe war durch eine Mauer in ein großes (16,4 x 11 m = 180,4 m<sup>2</sup>) und ein kleines Abteil (6,5 x 11 m = 71,5 m<sup>2</sup>) unterteilt. Ein 2,4 m breiter und 2,4 m hoher Durchgang ermöglichte den freien Wechsel zwischen diesen beiden Bereichen. Das große Stallabteil war durch ein 1,8 m hohes Wildgatter begrenzt, das kleinere Abteil durch ein zwei Meter hohes Metallgitter. Wasser und Futter wurde im Stall angeboten.



**Abbildung 10:** Skizze des Stalles und der Weide des Betriebes C (nicht maßstabsgerecht).

In Betrieb D (Abbildung 11) war der Lichteinfall wegen fehlender Fenster nur auf das große Stalltor (4,5 x 3 m), an das sich die Weide anschloss, begrenzt. Auch hier stand das Tor wie in Betrieb C Tag und Nacht offen. Im Gegensatz zu den beiden anderen Betrieben wurde das Stallabteil der Jungtiergruppe zusätzlich von 16:30 bis 20:30 Uhr mit einer Neonröhre beleuchtet. Die Wassertränke befand sich vor, die Futterkübel hingegen im Stall.



**Abbildung 11:** Skizze des Stalles und der Weide des Betriebes D (nicht maßstabsgerecht).

In allen drei Betrieben bestand die Einstreu im Stall aus einer Strohschicht, die über die Wintermonate durch das ein- bis dreimalige Nachstreuen pro Woche dicker wurde. Erst im Frühjahr wurde die gesamte Strohschicht entfernt. Großmaschiges Wildgatter grenzte die Weiden ein und ließ gleichzeitig einen Sichtkontakt zu den Straußengruppen der anliegenden Gehege zu. In den Außengehegen bestand die Weidevegetation während des Untersuchungszeitraumes im Winter aus circa 2 cm kurzem Gras, das mindestens 50% bis maximal 80% der Weidefläche bedeckte. Erdige Stellen („Trampelpfade“) zeichneten sich entlang der Zäune zu den Nachbargehegen und vor den Stalleingängen ab.

Als Ergänzung zur Weidevegetation wurde den Straußen ein Zusatzfutter aus Gerste, Weizen, Weizenkleie, Sojaschrot, Mais, Melasse, Luzernegrünmehl und einer Mineral- und Vitamin-Vormischung angeboten. Der prozentuale Anteil der Futterbestandteile unterschied sich dabei zwischen den Betrieben. Die Fütterungszeiten lagen insgesamt morgens im Zeitraum zwischen 8:00 und 10:00 Uhr und nachmittags zwischen 14:00 und 16:00 Uhr. In den Betrieben C und D wurde im Stall gefüttert, die Jungtiere des Betriebes B erhielten ihr Futter außerhalb des Stalles im überdachten Eingangsbereich. Die leeren Futtertröge wurden nach der Fütterung nicht entfernt. Als Ergänzung zum geringeren Weidebewuchs im Winter wurde in Betrieb C Heu als Raufutter ad libitum den Tieren im Stall angeboten und in Betrieb B lag Heu vor dem Stall bei den Futtertrögen. In Betrieb D wurde kein Heu angeboten. Wasser stand den Jungtieren in allen Betrieben ständig zur Verfügung.

#### 4.2.2 Datenaufnahme

Die Datenaufnahme zur Stallnutzung erfolgte mittels Videoaufzeichnungen. Pro Stall wurde in einer Höhe von 2,5 bis 4 m eine Kamera (VCB-3372P, 1/3“ S/W-Kamera, Firma Sanyo) mit Weitwinkelobjektiv (Lichtstärke 1:3,2, f= 10 mm, Firma Sanyo) installiert sowie ein Time-Laps-Videorekorder (TLS-9042P, Firma Sanyo) aufgestellt. Die Ställe der Betriebe B und D waren mit jeweils einer Kamera bestückt. Bei Betrieb C wurden zwei Kameras im Stall installiert, da der Stall in zwei Abteile unterteilt war. Der Stallbereich in den Betrieben konnte fast vollständig von den Kameras überwacht werden (Abbildung 12 - 16).



**Abbildung 12:** Kamerabild des Stalles in Betrieb B, am 10. Januar 2003, 8:46 Uhr. Das Stalltor (rechts oben) ist noch geschlossen. Ein Jungtier befindet sich am Futterkübel (oben Mitte) und frisst, drei Jungtiere stehen mit erhobenen Köpfen in der Mitte des Stalles und die zwei Jungtiere im Vordergrund picken in der Einstreu.

Es gab zwar pro Stall jeweils einen toten Winkel, dessen Fläche in den Betrieben B und D jedoch kleiner als der Körper eines Jungtieres war. Befand sich ein Jungtier in diesem Bereich, konnte zumindest ein Teil des Tieres von der Kamera erfasst werden. In Betrieb C hingegen konnte eine Ecke mit einer Fläche von ca. 3 m<sup>2</sup> nicht eingesehen werden. Allerdings hielten sich die Tiere selten in diesem Bereich auf und bei der Videobeobachtung wurde darauf geachtet, ob und wie viele Tiere vor dem Beobachtungszeitpunkt in diesen Bereich gingen.



**Abbildung 13:** Kamerabild des großen Stallabteiles in Betrieb C am 10. Januar 2003, 14:18 Uhr. Rechts unten im Bild ist die weiße Wassertränke zu erkennen. Im Hintergrund befindet sich eine weiße Mauer mit dem Durchgang zum kleineren Stallabteil. Die vordere linke Ecke dieses Stallabteiles ist nicht vollständig einsehbar.



**Abbildung 14:** Kamerabild des kleinen Stallabteiles in Betrieb C am 10. Januar 2003, 12:39 Uhr. Links scheint die Sonne durch das Stalltor, das sich zur Weide hin öffnet, rechts ist der Durchgang zum großen Stallabteil sichtbar. Im Vordergrund liegen zwei Jungtiere auf dem eingestreuten Stallboden, ein weiteres Jungtier pickt an der Stroheinstreu.



**Abbildung 15:** Kamerabild des Stallabteiles in Betrieb D am 11. Dezember 2002, 13:18 Uhr. Links befindet sich das Stalltor, durch das Sonnenlicht einfällt. Oben in der Bildmitte steht ein weißer Futtereimer und rechts davon picken zwei kleinere Jungtiere am länglichen Futtertrog.

Nachts brannte in allen Ställen ein Notlicht, das es den Tieren ermöglichte, sich bei Dämmerlicht im Stall zu orientieren. Diese schwache Lichtquelle bestand in den Betrieben B und D aus einer 7 Watt-Energiesparlampe und in Betrieb C aus einer Neonröhre. Für eine zuverlässige Auswertung der Nachtaufnahmen reichten diese Lichtverhältnisse jedoch nicht aus.



**Abbildung 16:** Kamerabild des Stallabteiles in Betrieb D am 12. Dezember 2002, 19:48 Uhr. Die Jungtiere liegen in einer aufgelockerten Gruppe im Stall. Einige Tiere haben zum Schlafen den Kopf auf den Boden abgelegt, während andere mit erhobenen Köpfen wachen.

Auswertbare Videoaufzeichnungen lagen bei allen Betrieben im Zeitraum zwischen 9:00 und 16:00 Uhr vor. Da die Fütterungszeiten einen erheblichen Einfluss auf die Stallnutzung hatten, mussten für die Auswertung ein Zeitraum gewählt werden, zu dem die morgendliche Fütterung mindestens eine Stunde zurücklag und die Fütterung am Nachmittag mindestens

eine Stunde nach Ende des Auswertzeitraumes erfolgte. Die Filmauswertung wurde daher für alle Betriebe einheitlich auf den Zeitraum zwischen 11:00 und 13:00 Uhr beschränkt.

Die Videoaufzeichnungen liefen insgesamt an 42 Tagen (1.-14. Dezember 2002, 1.-14. Januar 2003, 1.-14. Februar 2003). Bedingt durch technische Ausfälle konnten nicht alle Aufnahmetage Verwertung finden. Insgesamt wurden pro Betrieb 20 Tage ausgewertet (8.-14. Dezember 2002, 9.-14. Januar 2003, 8.-14. Februar 2003). Von den Bandaufnahmen wurden im 15 min-time-sampling jeweils die Anzahl der Tiere im Stall, die Ruheverhalten oder Aktivitäten zeigten, ausgewertet. Stehen, Sitzen und Liegen wurde dem Ruheverhalten zugeordnet, wohingegen Fressen, Gehen, Rennen und Putzen als Aktivität protokolliert wurde. Die Begriffe „Sitzen“ und „Liegen“ wurden nach den Definitionen von Sambras (1994) und Reischl (2002) verwendet. Nach diesen beiden Autoren befindet sich ein Strauß in der sitzenden Position, wenn sein Intertarsalgelenk (Sprunggelenk) auf dem Boden aufliegt und der Rumpf dabei frei getragen wird. Hingegen lassen die Tiere zum Liegen den Rumpf herab (Sambras, 1994; Reischl, 2002). Der Hals bleibt dabei aufgerichtet, nur während der Tiefschlafphasen werden Hals und Kopf flach auf dem Boden abgelegt (Bolwig, 1973; Immelmann, 1962).

### **4.2.3 Außen- und Stallklima**

Für diese Untersuchung konnten alle drei Betriebe mit Wetterstationen ausgerüstet werden. Über den gesamten Erhebungszeitraum wurden die Außenklimadaten (Temperatur, relative Luftfeuchtigkeit, Niederschlag, Windgeschwindigkeit und Globalstrahlung) stündlich mittels mobiler Wetterstationen (Agrarwetterstationen DALOS 535-WA der Firma F&C GmbH, Gülzow) aufgezeichnet. Nähere Anmerkungen zur den Wetterstationen stehen im Kapitel 3.2.4, Erfassung der Klimadaten.

Für die stündliche Messung der Temperatur und der relativen Luftfeuchtigkeit im Stall wurden elektronische Temperaturdatenlogger mit Hygrosensoren (Thermofox universal, Scantronic Mugrauer GmbH) verwendet. Die Messgeräte wurden in Tierkörperhöhe (1,2 m) an der dem Stalltor gegenüberliegenden Stallwand aufgehängt (Abbildung 9, 10, 11). Alle Datenlogger wurden durch Drahtgitter vor dem Bepicken geschützt.

### **4.2.4 Statistische Auswertung**

Für die statistische Auswertung wurden die Daten der Videoaufzeichnung sowie die Klimadaten der mobilen Wetterstation der einzelnen Betriebe herangezogen. Es wurde zu jedem Beobachtungszeitpunkt der prozentuale Anteil der Tiere der Gesamtgruppe berechnet, die sich im Stall befanden. Weiterhin wurde der prozentuale Anteil der Tiere im Stall berechnet, die ruhten. Während für die Erhebung der Stallnutzung also die Gesamtanzahl der Tiere je Gruppe die Bezugsgröße darstellte, war für die Berechnung des Anteiles ruhender Tiere die Anzahl der Tiere im Stall die Basis.

Aus den Videoauswertungen wurden die zu den Zeitpunkten 11:00, 11:15, 11:30 und 11:45 Uhr gewonnenen Daten zu einem 11 Uhr-Wert gemittelt. Entsprechend wurden die Daten der

Zeitpunkte 12:00, 12:15, 12:30, 12:45 und 13:00 Uhr zu einem 12 Uhr-Wert zusammengefasst. Somit ergaben sich pro Tag und Betrieb zwei gemittelte Beobachtungen und deshalb für die drei Betriebe insgesamt 120 Beobachtungen (20 Tage x 3 Betriebe x 2 Beobachtungen). Allerdings reduzierte sich die Anzahl der Überwachungen durch die bereits erwähnten technischen Störungen der Wetterstationen und der Videoausrüstung von 120 auf 90 Beobachtungen. Da lediglich bei acht dieser 90 Fälle Niederschlag fiel, wurden diese Beobachtungen nicht in der Auswertung berücksichtigt. Eine Einbeziehung der Niederschlagsmenge in das statistische Modell hätte zu ungenauen Schätzwerten geführt, wodurch die Aussagefähigkeit der Ergebnisse deutlich gemindert worden wäre. Von den 120 Beobachtungen gingen somit insgesamt nur 82 in die Datenanalyse ein (Tabelle 16).

**Tabelle 16:** Tieranzahl pro Gruppe (Tiere) und Anzahl der Beobachtungen (n) in den drei Betrieben während der Wintermonate 2002/2003.

Monat	Betrieb B		Betrieb C		Betrieb D	
	Tiere	n	Tiere	n	Tiere	n
Dez 02	7	14	26	-	14	12
Jan 03	6	12	29	6	14	-
Feb 03	5	14	29	14	14	10

Alle Berechnungen erfolgten mit Hilfe des Programms SAS (Statistical Analysis Systems for Windows, Version 8.01). Zusammenhänge zwischen den Klimaelementen sowie zwischen den Verhaltensweisen Stallnutzung und Ruhen wurden mittels Korrelationen nach Pearson berechnet. Die Beziehungen zwischen der Stallnutzung und den Wettermerkmalen wurden zudem auch noch mit dem folgenden gemischten Modell untersucht:

Zufällige Effekte:

Tag (BETRIEB\*Monat) Tage innerhalb der Betriebe und der Monate  
Residual Rest

Fixe Effekte:

Klassen

BETRIEB Betriebe  
AB Beobachtungsabschnitt (A: 11 Uhr-Wert, B: 12 Uhr-Wert)  
BETRIEB\*AB Wechselwirkung zwischen Betrieb und Beobachtungsabschnitt  
Monat(BETRIEB) Monate innerhalb der Betriebe

Kovariablen

Lineare Glieder der Regressionsgleichung

RF relative Luftfeuchtigkeit  
TEMP Temperatur  
GSTRA Globalstrahlung  
WG Windgeschwindigkeit

Quadratische Glieder der Regressionsgleichung

RF\*RF, TEMP\*TEMP, GSTRA\*GSTRA, WG\*WG

Wechselwirkungen mit der Windgeschwindigkeit

RF\*WG, TEMP\*WG, GSTRA\*WG

Die Signifikanz der einzelnen Effekte wurde mit dem F-Test überprüft. Nahm die Irrtumswahrscheinlichkeit einen Wert unter fünf Prozent an, wurde das Ergebnis als signifikant bezeichnet.

## 4.3 Ergebnisse

### 4.3.1 Witterungsverhältnisse im Winter

Die Wintermonate können in allen Betrieben auf Grund ihrer Temperaturmonatsmittel als sehr kühl eingestuft werden (Rocznik, 1984). Die Durchschnittswerte der Temperatur von Betrieb B (2,8 °C) und D (2,1 °C) ähnelten sich stark, während das Temperaturmittel des Betriebes C mit 0,6 °C wesentlich geringer ausfiel (Tabelle 17). Wenig Variation zwischen den Betrieben zeigten auch die Durchschnittswerte der relativen Luftfeuchtigkeit (Betrieb B: 87,1 %; C: 83,5 %; D: 79,6 %) und die Durchschnittswerte der Windgeschwindigkeit (Betrieb B: 1,9 m/s; C: 2,4 m/s; D: 2,3 m/s). Ebenso wiesen die Niederschlagssummen zwischen den Betrieben keine große Differenzen auf (Betrieb B: 151,8 mm; C: 173,6 mm; D: 202,0 mm). Bei der Betrachtung der Klimaelemente innerhalb der Betriebe fällt der große Temperaturunterschied bei Betrieb B zwischen Dezember und den folgenden Monaten auf. Hingegen variierten die Monatsmittel der Temperatur in den Betrieben C und D nur leicht. Während in allen Betrieben die Monate Dezember und Januar mäßig niederschlagsreich waren, zeigte sich der Februar als sehr niederschlagsarm.

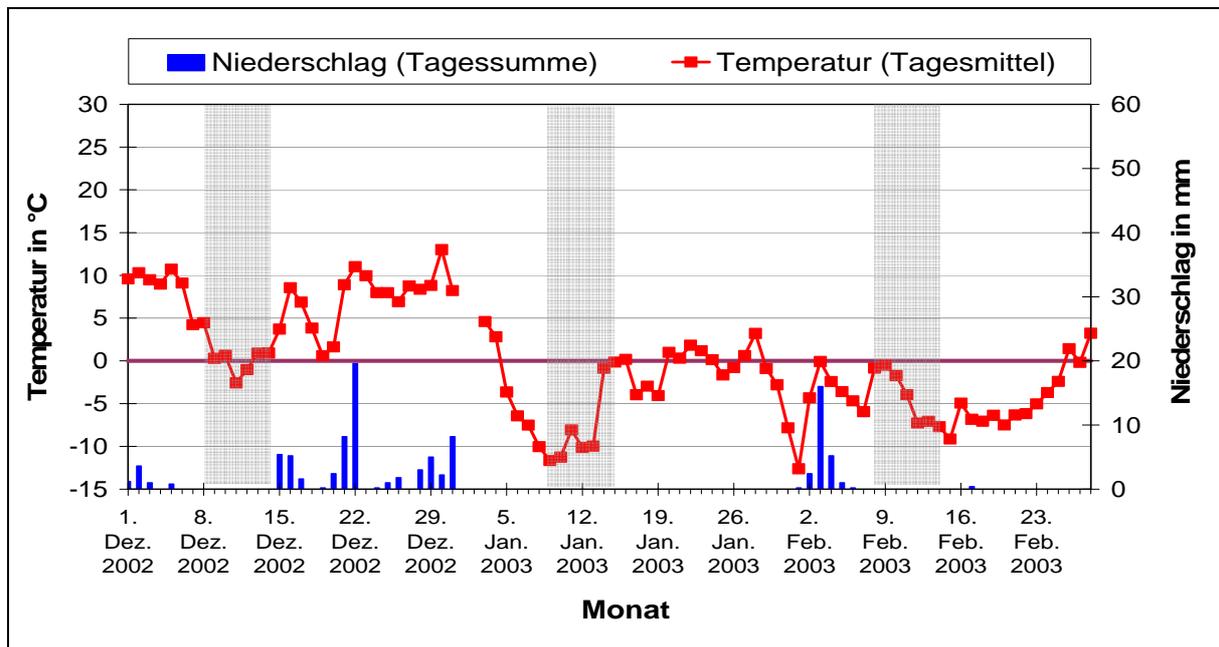
**Tabelle 17:** Klimaelemente in den Wintermonaten 2002/2003 bei den drei untersuchten Betrieben.

Klimaelement	Monat	Betrieb B	Betrieb C	Betrieb D
Temperatur [°C], Monatsmittel	Dez 02	6,2	1,6	2,9
	Jan 03	1,4	0,9	1,4
	Feb 03	0,7	-0,7	1,9
<b>arithmetischer Mittelwert</b>		<b>2,8</b>	<b>0,6</b>	<b>2,1</b>
relative Luftfeuchtigkeit [%], Monatsmittel	Dez 02	90,3	86,1	84,4
	Jan 03	90,5	86,1	83,0
	Feb 03	80,5	78,3	71,6
<b>arithmetischer Mittelwert</b>		<b>87,1</b>	<b>83,5</b>	<b>79,6</b>
Niederschlag [mm], Monatssumme	Dez 02	70,6	87,4	99,6
	Jan 03	64,8	71,4	89,2
	Feb 03	16,4	14,8	13,2
<b>Summe</b>		<b>151,8</b>	<b>173,6</b>	<b>202,0</b>
Windgeschwindigkeit [m/s], Monatsmittel	Dez 02	1,9	3,0	1,7
	Jan 03	2,2	2,7	4,0
	Feb 03	1,7	1,6	1,4
<b>arithmetischer Mittelwert</b>		<b>1,9</b>	<b>2,4</b>	<b>2,3</b>

In den folgenden Abbildungen (17 - 22) werden die Klimaelemente Temperatur, relative Luftfeuchtigkeit, Niederschlag und Windgeschwindigkeit der Wintermonate als Tagesmittelwerte bzw. Tagessummen graphisch für alle drei Betriebe veranschaulicht. Diese Darstellung vermittelt somit einen Überblick über die Häufigkeit und Menge des

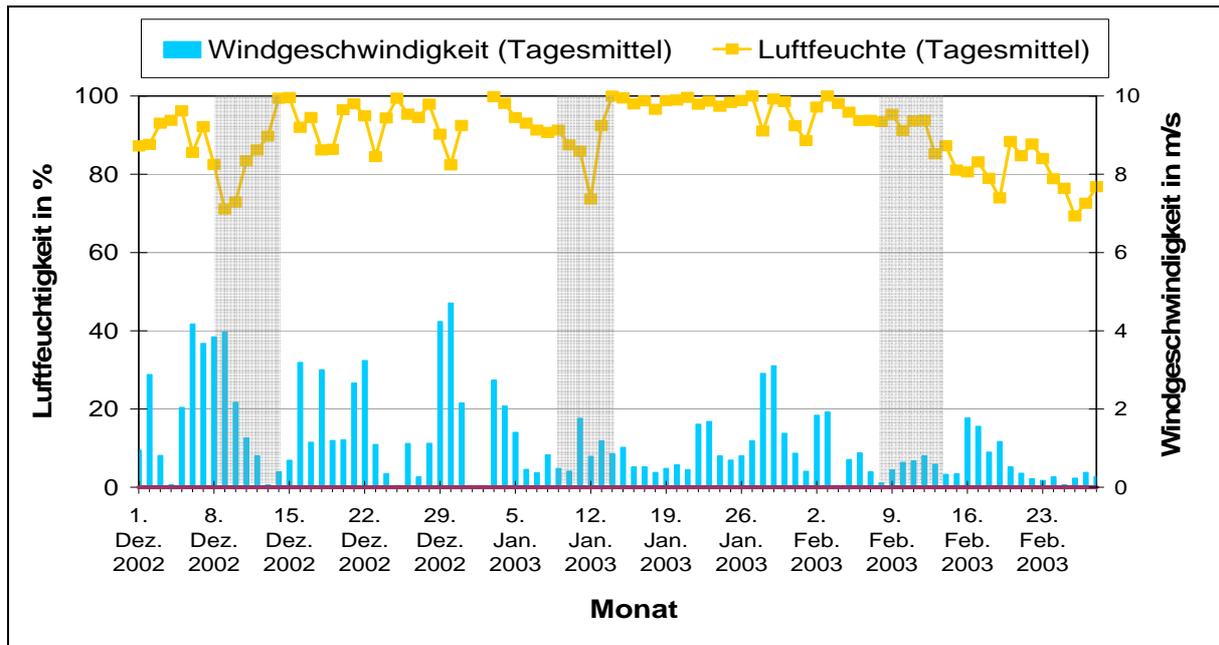
Niederschlags in den untersuchten Wintermonaten. Während hier die Klimadaten der gesamten Beobachtungstage aufgezeigt werden, beziehen sich die Klimadaten der folgenden Kapitel lediglich auf die Beobachtungsstunden zwischen 11:00 und 13:00 Uhr. Die Lücken in den Datenkurven wurden durch den Ausfall der Messgeräte bedingt.

Im Zeitraum vom 1. Dezember 2002 bis 28. Februar 2003 (90Tage) fiel in Betrieb B an 25 Tagen insgesamt 96 mm Niederschlag, wobei das Maximum des täglichen Niederschlages bei 19,6 mm erreicht wurde (Abbildung 17). Die durchschnittliche Niederschlagsmenge betrug 1,1 mm. Die tägliche Durchschnittstemperatur schwankte von -12,6 °C bis 13 °C mit einer Tagesdurchschnittstemperatur von -0,2 °C.



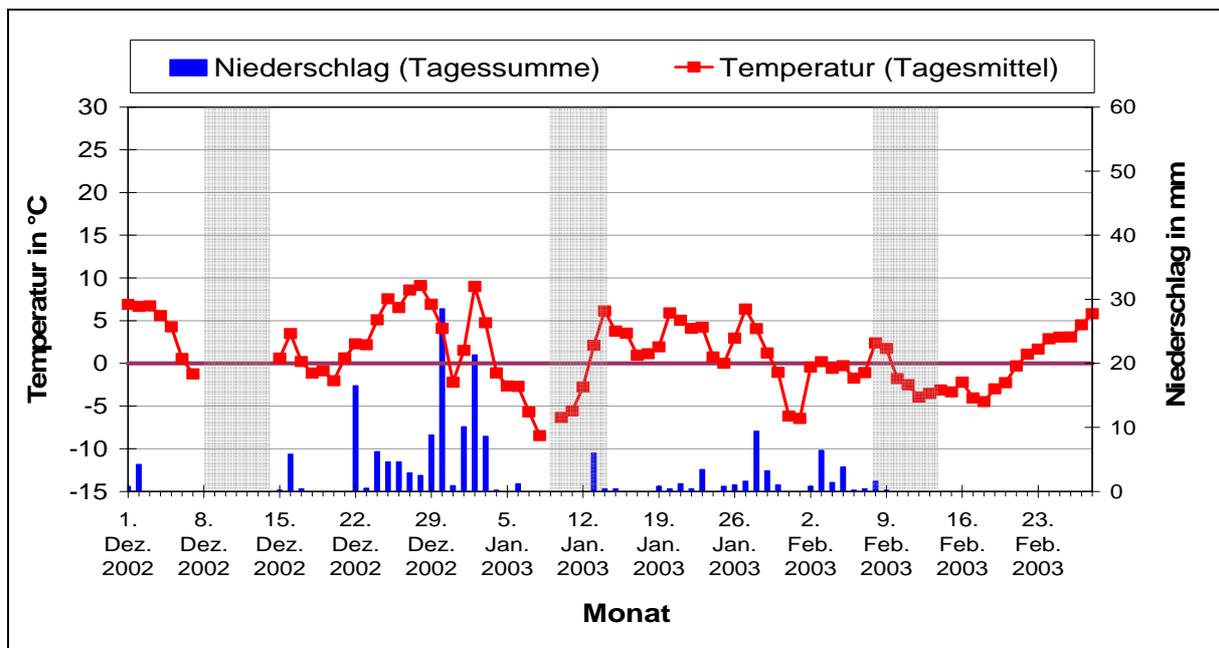
**Abbildung 17:** Tagesmittelwerte der Temperatur [°C] und Tagessummen des Niederschlages [mm] für die Monate Dezember 2002 bis Februar 2003 bei Betrieb B. Graue markiert sind die Tage an denen die Auswertung der Stallnutzung erfolgte.

Die relative Luftfeuchtigkeit lag durchschnittlich bei 90,7 % und variierte zwischen 69,4 % und 100 %. Die Windgeschwindigkeit war mit 1,2 m/s im Durchschnitt sehr gering und erreichte ihr Maximum bei 4,7 m/s (Abbildung 18).



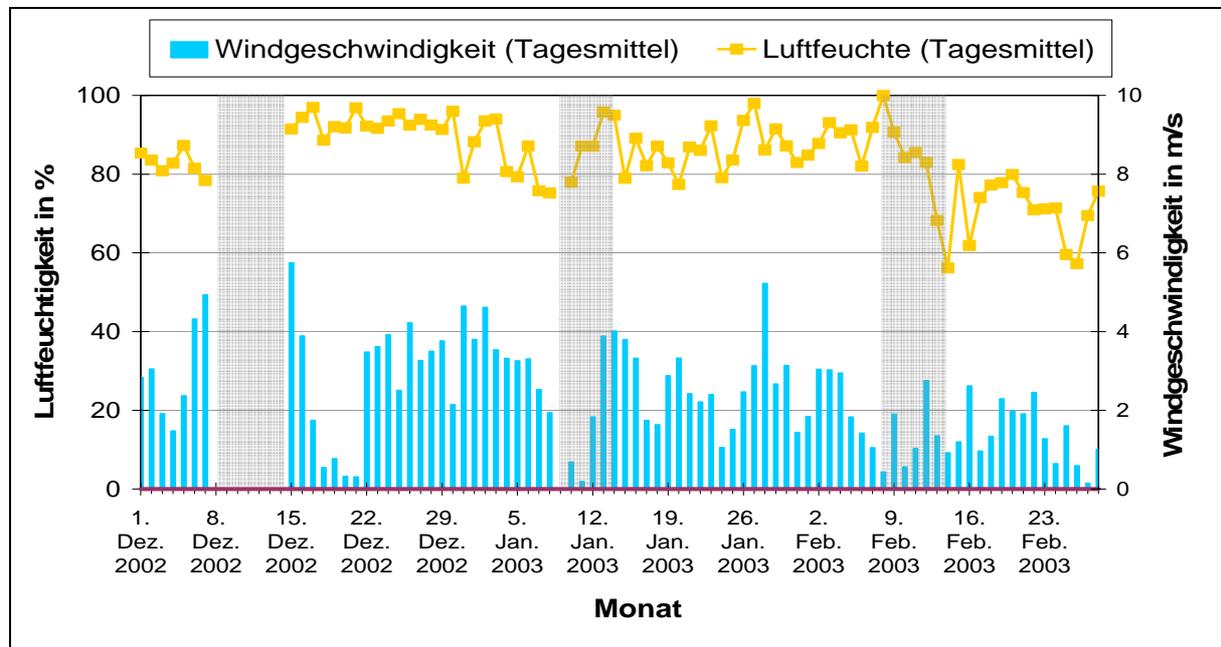
**Abbildung 18:** Tagesmittelwerte der Windgeschwindigkeit [m/s] und relativen Luftfeuchtigkeit [%] für die Monate Dezember 2002 bis Februar 2003 bei Betrieb B. Grau markiert sind die Tage an denen die Auswertung der Stallnutzung erfolgte.

In Betrieb C wurden vom 1. Dezember 2002 bis 28. Februar 2003 an 42 Tagen insgesamt 173,6 mm Niederschlag verzeichnet, wobei die höchste Tagessumme 28,5 mm betrug (Abbildung 19). Die durchschnittliche Niederschlagsmenge lag bei 2,1 mm. Das Mittel der Tagestemperatur wurde bei 1,1 °C gemessen, wobei Temperaturwerte von -8,5 °C bis 9,1 °C vorkamen.



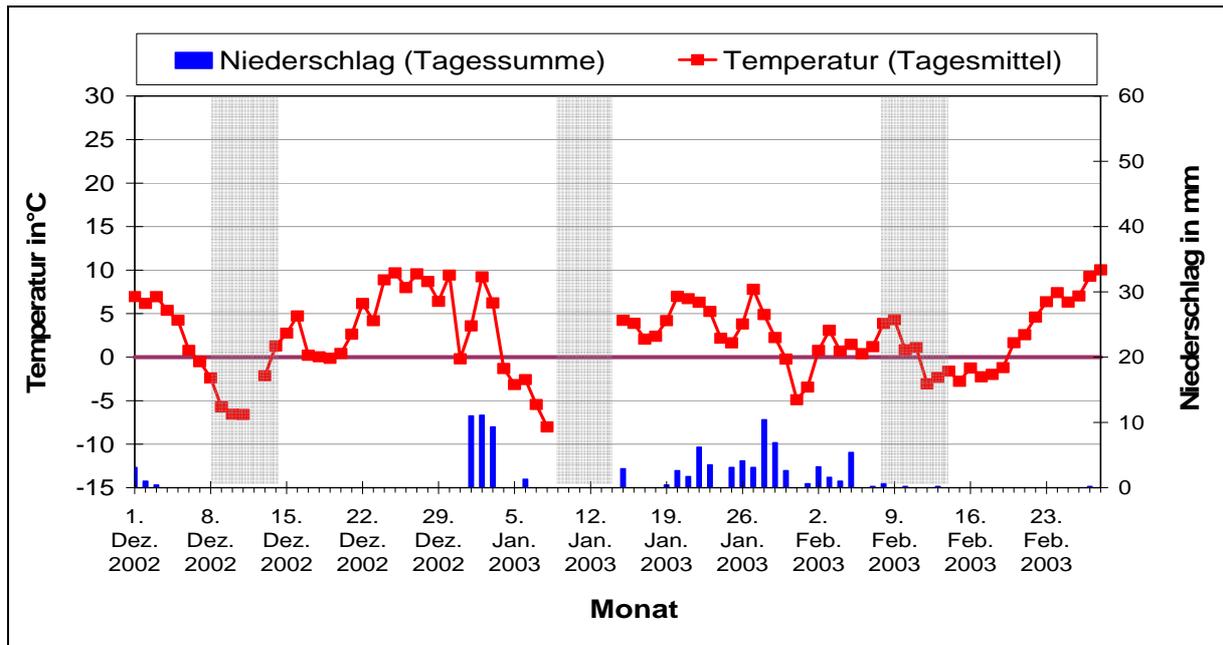
**Abbildung 19:** Tagesmittelwerte der Temperatur [°C] und Tagessummen des Niederschlages [mm] für die Monate Dezember 2002 bis Februar 2003 bei Betrieb C. Grau markiert sind die Tage an denen die Auswertung der Stallnutzung erfolgte.

Die relative Luftfeuchtigkeit betrug durchschnittlich 84,4 %, im Minimum 56,2 % und im Maximum 100 %. Der Wind erreichte Geschwindigkeiten von 0,1 m/s bis 5,7 m/s, woraus sich eine durchschnittliche Windgeschwindigkeit von 2,4 m/s ableiten ließ (Abbildung 20).



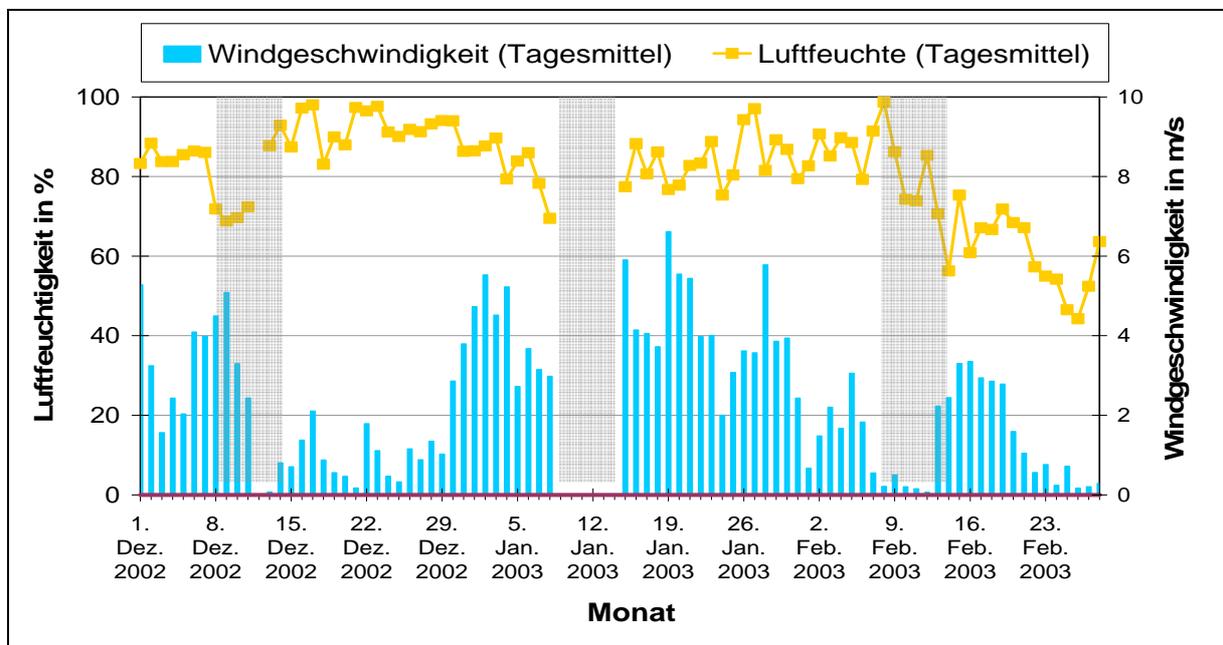
**Abbildung 20:** Tagesmittelwerte der Windgeschwindigkeit [m/s] und der relativen Luftfeuchtigkeit [%] für die Monate Dezember 2002 bis Februar 2003 bei Betrieb C. Grau markiert sind die Tage an denen die Auswertung der Stallnutzung erfolgte.

In Betrieb D fiel im Zeitraum vom 1. Dezember 2002 bis 28. Februar 2003 an insgesamt 31 Tagen 97,9 mm Niederschlag mit der höchsten Tagessumme von 11,1 mm am 2. Januar 2003 (Abbildung 21). Die durchschnittliche Niederschlagsmenge betrug 1,2 mm. Die Temperatur erreichte in dieser Zeit Werte von  $-8,0\text{ °C}$  bis  $10,0\text{ °C}$ , woraus sich eine durchschnittliche Tagestemperatur von  $2,3\text{ °C}$  ergab.



**Abbildung 21:** Tagesmittelwerte der Temperatur [°C] und Tagessummen des Niederschlages [mm] für die Monate Dezember 2002 bis Februar 2003 bei Betrieb D. Grau markiert sind die Tage an denen die Auswertung der Stallnutzung erfolgte.

Die mittlere relative Luftfeuchtigkeit lag bei 80,9 % und nahm Werte von 44,3 % bis zu 98,7 % an. (Abbildung 22). Wie in den beiden anderen Betrieben wehte auch in Betrieb D maximal eine mäßige Brise (Maximalwert: 6,6 m/s, Durchschnittswert. 2,4 m/s).



**Abbildung 22:** Tagesmittelwerte der Windgeschwindigkeit [m/s] und der relativen Luftfeuchtigkeit [%] für die Monate Dezember 2002 bis Februar 2003 bei Betrieb D. Grau markiert sind die Tage an denen die Auswertung der Stallnutzung erfolgte.

### 4.3.2 Wetterverhältnisse während den Beobachtungsstunden

Während der Beobachtungstage waren die Wetterverhältnisse in den Betrieben (Tabelle 18) sehr ähnlich. Zwischen den aufeinander folgenden Beobachtungsstunden (11 Uhr - Wert, 12 Uhr - Wert) unterschieden sich die einzelnen Klimamerkmale nur geringfügig. Hingegen weisen die großen Standardabweichungen bzw. die Minimal- und Maximalwerte darauf hin, dass zwischen den verschiedenen Beobachtungstagen die einzelnen Wettermerkmale deutlich variierten. Die Außentemperaturen bewegten sich um den Gefrierpunkt und waren mit durchschnittlich  $-2,2\text{ °C}$  bzw.  $-1,4\text{ °C}$  bei Betrieb B am niedrigsten und mit  $0,7\text{ °C}$  bzw.  $1,3\text{ °C}$  bei Betrieb C am höchsten. Die tiefste Temperatur während des Beobachtungszeitraumes wurde mit  $-10,2\text{ °C}$  bei Betrieb B gemessen. Die relative Luftfeuchtigkeit betrug bei allen Betrieben im Mittel zwischen 70 % und 80 %. Die Windgeschwindigkeit schwankte im Mittel zwischen 1 m/s und 2 m/s und war bei allen Betrieben relativ gering. Die Globalstrahlung lag im Mittel zwischen ca.  $100\text{ W/m}^2$  und ca.  $200\text{ W/m}^2$ , wobei im Betrieb D die höchste und im Betrieb C die niedrigste Globalstrahlung gemessen wurde. In den Betrieben C und D konnten auf Grund technischer Ausfälle der Messgeräte nur etwa halb so viele Beobachtungen wie in Betrieb B in die Auswertung einfließen.

**Tabelle 18:** Beobachtungsabschnitt (AB), Anzahl der Beobachtung (n), arithmetischer Mittelwert (x), Standardabweichung (SD), Minimal- und Maximalwerte (Min, Max) der einzelnen Klimaelemente für die Betriebe B, C und D im Beobachtungszeitraum.

	Betrieb	AB	n	x	SD	Min	Max
Temperatur in °C	B	11 Uhr	20	-2,2	4,5	-10,2	4,6
		12 Uhr	20	-1,4	4,6	-9,8	5,8
	C	11 Uhr	10	0,7	3,2	-3,8	6,0
		12 Uhr	10	1,3	3,2	-2,9	6,2
	D	11 Uhr	11	-0,2	4,2	-5,3	7,2
		12 Uhr	11	0,5	3,8	-4,4	7,1
relative Luftfeuchtigkeit in %	B	11 Uhr	20	80,4	11,3	55,2	99,9
		12 Uhr	20	77,1	13,0	39,6	99,5
	C	11 Uhr	10	76,5	17,5	41,4	100,0
		12 Uhr	10	73,3	19,5	37,2	100,0
	D	11 Uhr	11	74,2	14,9	50,1	99,7
		12 Uhr	11	72,2	15,6	46,5	99,5
Windgeschwindigkeit in m/s	B	11 Uhr	20	1,3	1,2	0,0	4,1
		12 Uhr	20	1,5	1,2	0,0	4,5
	C	11 Uhr	10	2,1	1,4	0,4	4,3
		12 Uhr	10	2,2	1,5	0,5	4,7
	D	11 Uhr	11	1,7	1,4	0,0	4,0
		12 Uhr	11	2,0	1,8	0,0	4,7

	Betrieb	AB	n	x	SD	Min	Max
Globalstrahlung in W/m <sup>2</sup>	B	11 Uhr	20	140,8	43,2	34,7	241,5
		12 Uhr	20	156,5	52,6	42,0	260,8
	C	11 Uhr	10	101,5	74,1	0,0	236,3
		12 Uhr	10	97,8	75,4	0,0	231,4
	D	11 Uhr	11	201,6	127,3	40,2	387,1
		12 Uhr	11	210,5	127,6	37,0	411,0

Die Korrelationen zwischen den Wettermerkmalen waren gering. Nur zwischen Globalstrahlung und relativer Luftfeuchtigkeit bestand ein signifikanter Zusammenhang ( $r = -0,23$ ;  $p < 0,05$ ). Zwischen Temperatur und relativer Luftfeuchtigkeit ( $r = 0,12$ ;  $p > 0,05$ ), Temperatur und Globalstrahlung ( $r = 0,05$ ;  $p > 0,05$ ), Windgeschwindigkeit und relativer Luftfeuchtigkeit ( $r = -0,21$ ;  $p > 0,05$ ), Windgeschwindigkeit und Temperatur ( $r = 0,04$ ;  $p > 0,05$ ) sowie Windgeschwindigkeit und Globalstrahlung ( $r = 0,08$ ;  $p > 0,05$ ) konnten keine bemerkenswerten Wechselwirkungen nachgewiesen werden. Dies bedeutet, dass die aufgenommenen Wetterelemente im Beobachtungszeitraum als unabhängig voneinander betrachtet werden können.

### 4.3.3 Stallklima

Da die Jungtiere in heizungslosen Offenställen gehalten wurden, waren die Unterschiede in der Lufttemperatur und -feuchtigkeit zwischen Stall und Außenbereich im Beobachtungszeitraum 11:00 – 13:00 Uhr von Dezember 2002 bis Februar 2003 relativ gering. Die Temperatur im Stall zeigte insgesamt durchschnittlich 1,7 °C an, wobei der Minimalwert bei -5,1 °C und der Maximalwert bei 9,8 °C lag (Tabelle 37 im Anhang). Die Luftfeuchtigkeit im Stall betrug durchschnittlich 74,7 % mit einem Minimum von 27,6 % und einem Maximum von 99,9 %. Insgesamt war die Stalltemperatur um durchschnittlich 2,8 °C höher als im Außenbereich und die Luftfeuchtigkeit war um 3,6 % geringer. Die Temperatur im Stall war höchst signifikant mit der Außentemperatur korreliert ( $r = 0,42$ ;  $p < 0,001$ ) und die Luftfeuchtigkeit im Stall zeigte mit der außerhalb des Stalles ebenfalls einen höchst signifikanten Zusammenhang ( $r = 0,60$ ;  $p < 0,001$ ).

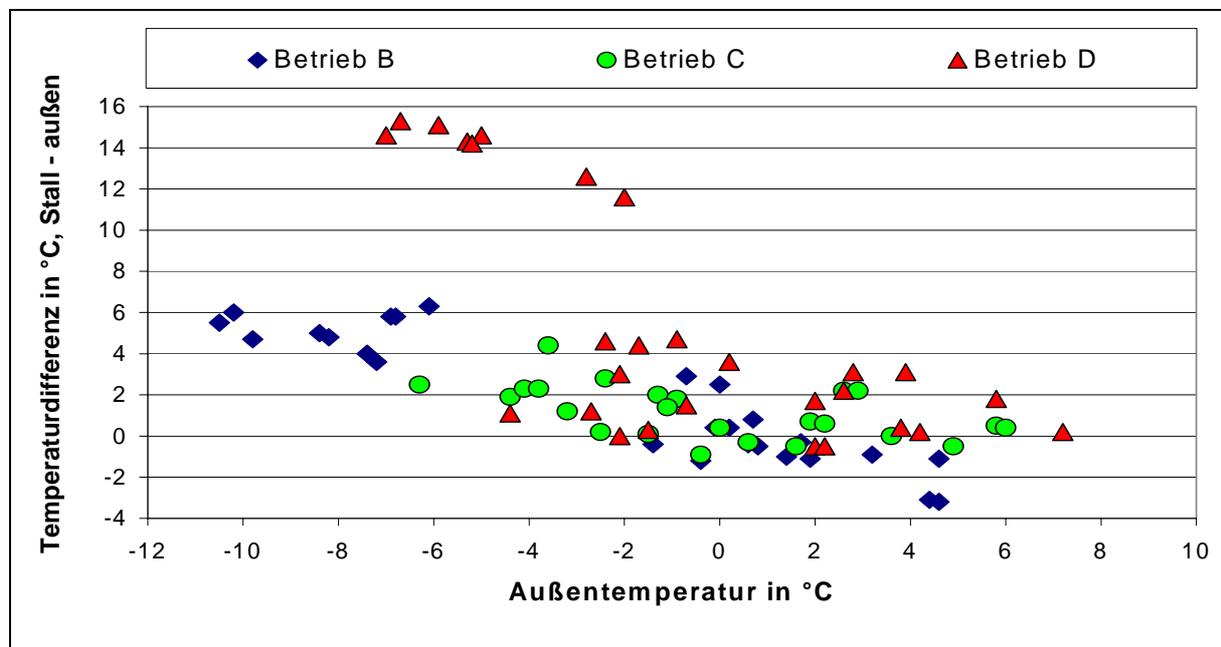
Bei Betrachtung der Daten der einzelnen Betriebe in Tabelle 19 fällt auf, dass in Betrieb B im Dezember 2002 die Temperaturen im Stall im Mittel geringfügig (-0,8 °C) unterhalb den Außentemperaturen lagen. Im Gegensatz hierzu war die durchschnittliche Stalltemperatur im Januar 2003 in diesem Betrieb und in den Betrieben C und D auch in den anderen Monaten höher als die mittlere Außentemperatur.

Die Luftfeuchtigkeit im Stall wurde in den Betrieben B und D im Mittel niedriger als im Außenbereich gemessen, wobei die deutlichste durchschnittliche Abweichung im Dezember 2002 bei Betrieb D zu verzeichnen war (-18,2 %). In Betrieb B zeigte die Luftfeuchtigkeit im Februar 2003 im Stall hingegen um durchschnittlich 16,1 % höhere Werte als im Außenbereich. Wegen technischer Probleme waren die Klimadaten nicht für alle Monate bzw. Betriebe vorhanden.

**Tabelle 19:** Differenzen der Temperatur und relativer Luftfeuchtigkeit zwischen Stall und Außenbereich in den drei Betrieben B, C, und D während des Beobachtungszeitraumes. Aus den Differenzen der 11- und 12 Uhr - Werte wurden der arithmetische Mittelwert ( $\bar{x}$ ), die Standardabweichung (SD) sowie der Minimal- und Maximalwert (Min, Max) berechnet.

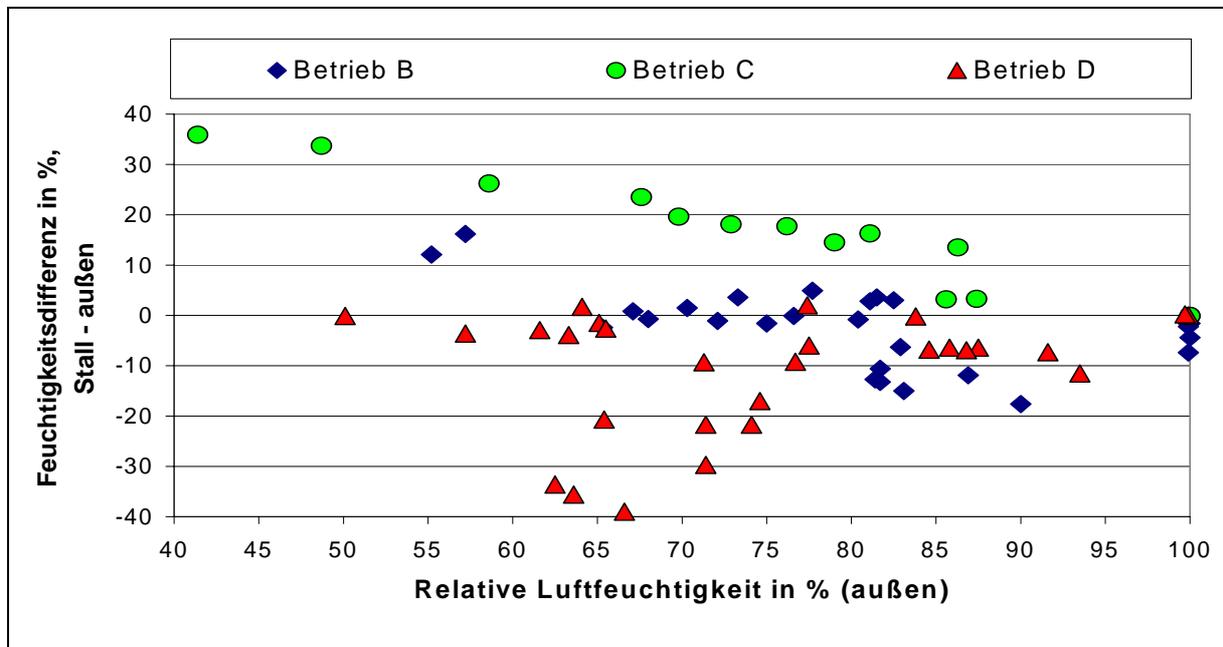
Parameter	Monat	Betrieb B				Betrieb C				Betrieb D			
		$\bar{x}$	SD	Min	Max	$\bar{x}$	SD	Min	Max	$\bar{x}$	SD	Min	Max
Temperaturdifferenz [°C] Stall - außen	Dez 02	-0,8	1,2	-3,2	0,8	-	-	-	-	8,2	7,1	-0,5	15,3
	Jan 03	4,7	1,2	2,5	6,3	1,8	1,3	0,4	4,4	-	-	-	-
	Feb 03	-	-	-	-	0,7	1,2	-0,9	2,3	2,4	1,6	0,2	4,7
Feuchtigkeitsdifferenz [%] Stall - außen	Dez 02	-0,2	3,2	-7,4	3,6	-	-	-	-	-18,2	12,8	-39,0	1,7
	Jan 03	-4,8	11,0	-17,6	16,2	-	-	-	-	-	-	-	-
	Feb 03	-	-	-	-	16,1	11,6	-0,1	35,9	-3,2	3,6	-9,3	2,0

Der Zusammenhang zwischen der Stall- und Außentemperatur hing von der Außentemperatur ab (Abbildung 23). Insgesamt nahm die Differenz etwa ab der Unterschreitung des Gefrierpunktes merklich zu. So lag die Temperatur im Stall bei Außentemperaturen unter 0°C durchschnittlich um 4,6°C höher, während bei den Außentemperaturen über 0°C die Stalltemperatur nahezu mit den Außentemperaturen identisch waren. Dies zeigt sich besonders deutlich bei Betrieb D.



**Abbildung 23:** Differenzen zwischen Stall- und Außentemperatur in Abhängigkeit von der Außentemperatur bei den drei Betrieben B, C und D während den Beobachtungsstunden.

Auch die Differenz zwischen der außerhalb und der im Stall gemessenen relativen Luftfeuchtigkeit hing von der relativen Luftfeuchtigkeit im Außenbereich ab (Abbildung 24). Allerdings zeigten sich unterschiedliche Tendenzen in den Betrieben. Während in Betrieb C die relative Luftfeuchtigkeit im Stall mit abnehmender Luftfeuchtigkeit im Außenbereich immer stärker anstieg, sank zum Teil die Luftfeuchtigkeit im Stall in Betrieb D mit zunehmender Luftfeuchtigkeit im Außenbereich.



**Abbildung 24:** Differenzen zwischen Luftfeuchtigkeit im Stall und Außenbereich in Abhängigkeit von der Luftfeuchtigkeit im Außenbereich bei den drei Betrieben B, C und D während den Beobachtungsstunden.

#### 4.3.4 Stallnutzung

Von den insgesamt 82 Videobeobachtungen wurden 66-mal ruhende Tiere im Stall registriert und 16-mal befanden sich dort keine Tiere. Zudem gab es zwischen den Betrieben deutliche Unterschiede hinsichtlich der Nutzung des Stalles (Tabelle 20). Im Durchschnitt waren mehr als die Hälfte der Tiere in Betrieb C (rund 64%) und ungefähr die Hälfte der Tiere in Betrieb D (rund 48%) während des Beobachtungszeitraumes im Stall. Im Gegensatz hierzu wurden bei Betrieb B nur rund 13% der Jungtiere im Stall beobachtet. Auffallend ist, dass bei Betrieb C im zweiten Beobachtungsabschnitt und bei Betrieb D in beiden Überwachungszeiträumen immer Tiere im Stall waren. Von den Jungtieren, die sich im Stall aufhielten, ruhte im Durchschnitt etwa die Hälfte.

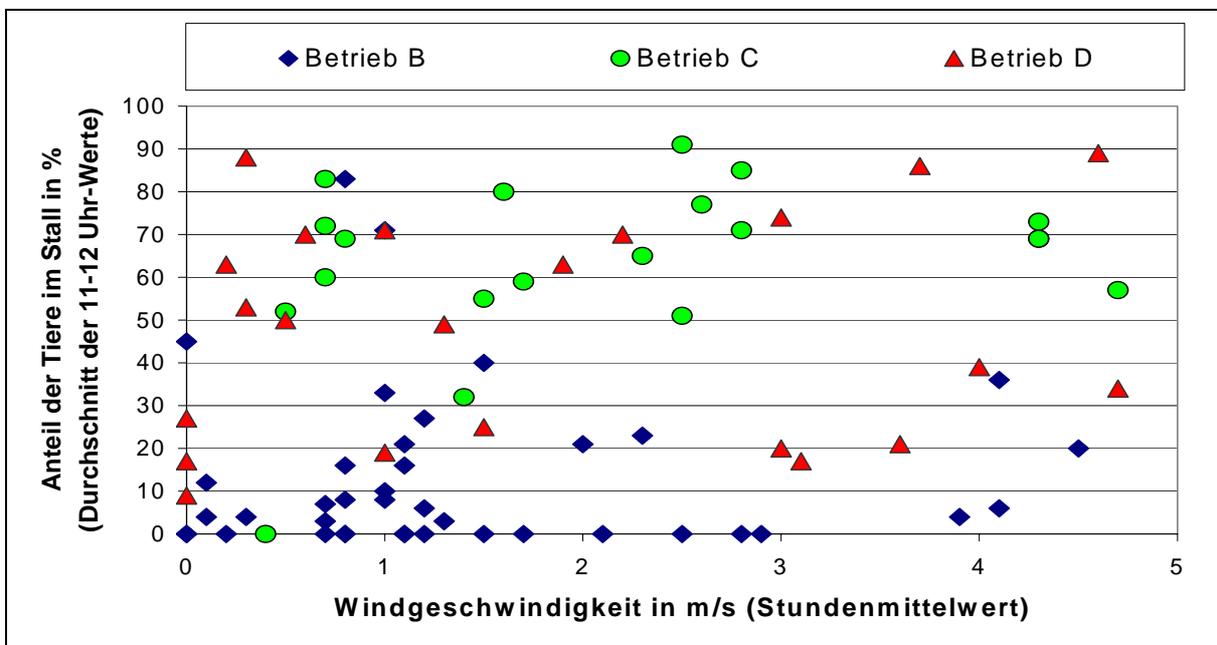
**Tabelle 20:** Anteil der Tiere im Stall sowie Anteil ruhender Tiere im Stall in den drei Betrieben B, C und D während der Beobachtungsabschnitte (AB) mit Angaben zur Anzahl der Beobachtungen (n), dem arithmetischen Mittelwert ( $\bar{x}$ ), der Standardabweichung (SD), sowie der Minimal- und Maximalwerte (Min, Max).

	Betrieb	AB	n	$\bar{x}$	SD	Min	Max
Anteil Tiere im Stall in %	B	11:00	20	13,0	19,4	0,0	70,8
		12:00	20	13,4	19,8	0,0	83,3
	C	11:00	10	64,6	28,1	0,0	90,5
		12:00	10	62,6	8,6	51,0	73,1
	D	11:00	11	51,5	28,2	8,9	87,5
		12:00	11	44,2	24,7	17,1	88,6
Anteil ruhender Tiere im Stall in %	B	11:00	11	67,9	39,3	0,0	100,0
		12:00	14	69,2	40,1	0,0	100,0
	C	11:00	9	52,3	15,8	17,8	72,4
		12:00	10	48,1	14,2	27,9	75,8
	D	11:00	11	51,7	30,4	0,0	91,7
		12:00	11	45,1	31,5	0,0	88,0

Bei der Überprüfung der einzelnen Effekte auf Signifikanz zeigte der F - Test, dass der Anteil der ruhenden Tiere im Stall signifikant mit dem Betrieb ( $p < 0,001$ ), dem Monat ( $p < 0,001$ ), der Anzahl der Tiere im Stall ( $p = 0,001$ ) sowie dem Monat innerhalb eines Betriebes ( $p = 0,058$ ) zusammenhing.

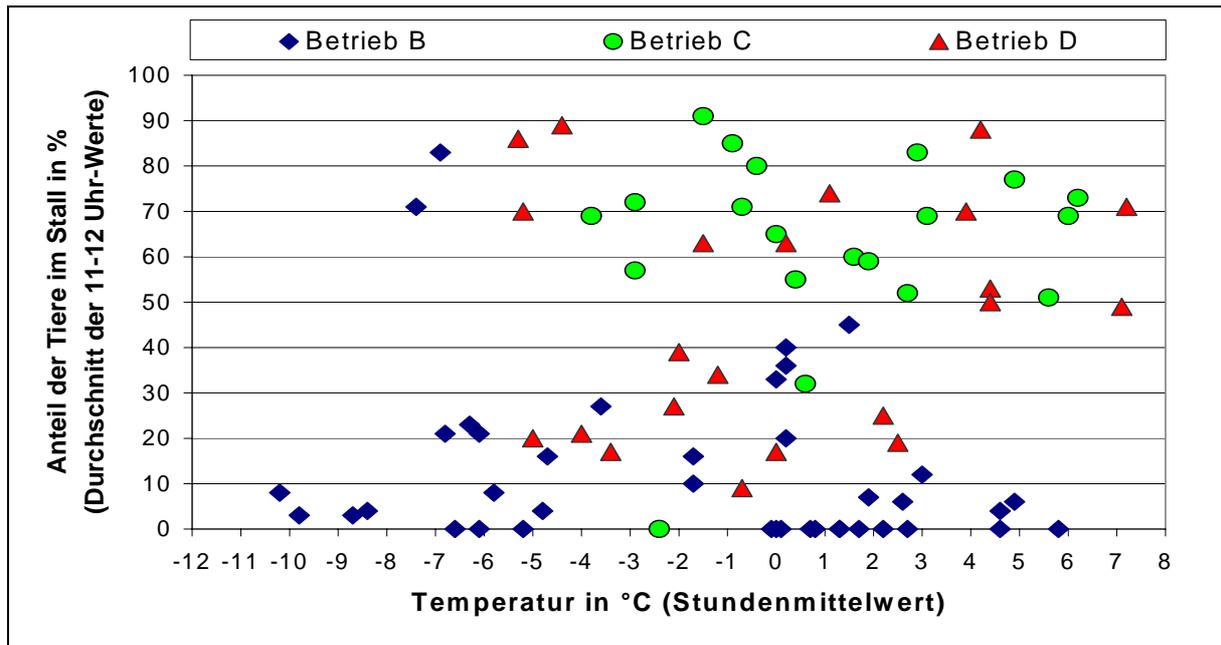
### 4.3.5 Zusammenhang zwischen Stallnutzung und Wetterelementen

Zwischen den Wettermerkmalen und dem Anteil der Strauße im Stall zeigten sich keine deutlichen Beziehungen, wohl aber eine große Variation innerhalb und zwischen den Betrieben (Abbildungen 25 bis 28). Grundsätzlich hielten sich während den Beobachtungsstunden von 11 bis 13 Uhr in Betrieb B weniger als die Hälfte und in Betrieb C mehr als die Hälfte der Tiere im Stall auf. In Betrieb D war jedoch eine sehr hohe Variation in der Stallnutzung festzustellen, ohne dass ein deutlicher Zusammenhang mit den Wettermerkmalen zu erkennen war. Lediglich zwischen der Windgeschwindigkeit und der Stallnutzung aller drei Jungtiergruppen zeigte sich ein signifikant, jedoch schwacher Zusammenhang ( $r = 0,24$ ,  $p < 0,05$ , Abbildung 25). Zwischen den Betrieben unterschieden sich die Korrelationen zwischen Windgeschwindigkeit und Stallnutzung und waren innerhalb der drei Betriebe auch jeweils nicht bedeutsam (Betrieb B:  $r = 0,00$ ,  $p > 0,05$ ; Betrieb C:  $r = 0,31$ ,  $p > 0,05$ ; Betrieb D:  $r = 0,11$ ,  $p > 0,05$ ).



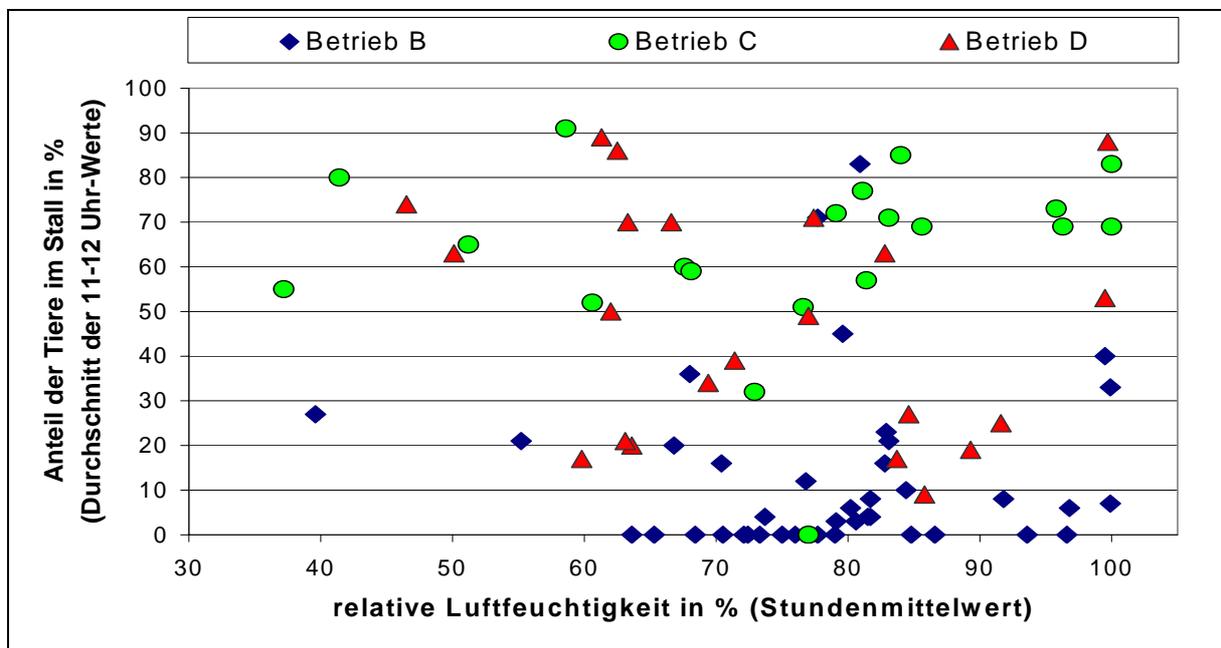
**Abbildung 25:** Stallnutzung der Jungtiere in Betrieb B, C und D in Abhängigkeit von der Windgeschwindigkeit.

Auch zwischen der Außentemperatur und der Stallnutzung zeigten sich eindeutige Unterschiede zwischen den Betrieben (Abbildung 26), aber keine signifikanten Korrelationen ( $r = 0,17$ ,  $p > 0,05$ ). In den einzelnen Betrieben ließ sich ebenfalls keine nennenswerte Beziehung zwischen der Außentemperatur und dem Aufsuchen des Stalles nachweisen (Betrieb B:  $r = -0,25$ ,  $p > 0,05$ ; Betrieb C:  $r = 0,12$ ,  $p > 0,05$ ; Betrieb D:  $r = 0,14$ ,  $p > 0,05$ ).



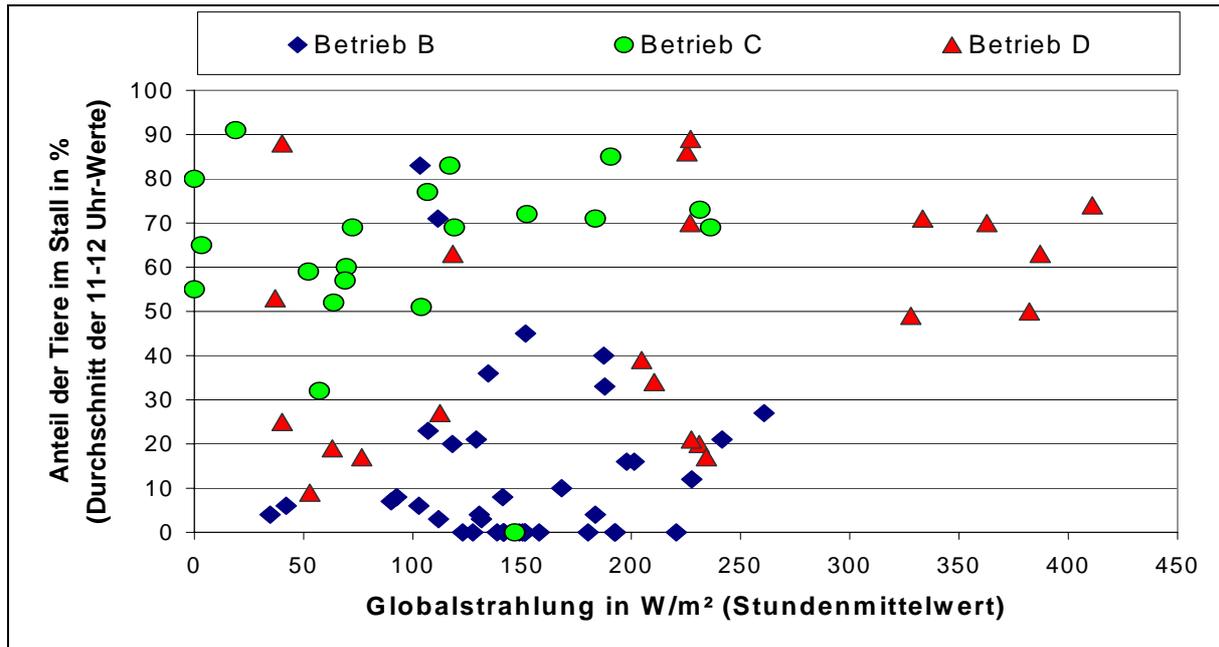
**Abbildung 26:** Stallnutzung der Jungtiere in Betrieb B, C und D in Abhängigkeit von der Außentemperatur.

Die Jungtiere schienen auch unabhängig von der Luftfeuchtigkeit den Stall aufgesucht zu haben ( $r = -0,13$ ,  $p > 0,05$ ; Betrieb B:  $r = 0,01$ ,  $p > 0,05$ ; Betrieb C:  $r = 0,11$ ,  $p > 0,05$ ; Betrieb D:  $r = -0,22$ ,  $p > 0,05$ ; Abbildung 27).



**Abbildung 27:** Stallnutzung der Jungtiere in Betrieb B, C und D in Abhängigkeit von der relativen Luftfeuchtigkeit (Außenwerte).

Auch zwischen der Globalstrahlung und dem Anteil der Tiere im Stall konnte keine bedeutende Abhängigkeit nachgewiesen werden ( $r = 0,07$ ,  $p > 0,05$ ; Betrieb B:  $r = -0,02$ ,  $p > 0,05$ ; Betrieb C:  $r = 0,05$ ,  $p > 0,05$ ; Betrieb D:  $r = 0,38$ ,  $p > 0,05$ , Abbildung 28).



**Abbildung 28:** Stallnutzung der Jungtiere in Betrieb B, C und D in Abhängigkeit von der Globalstrahlung.

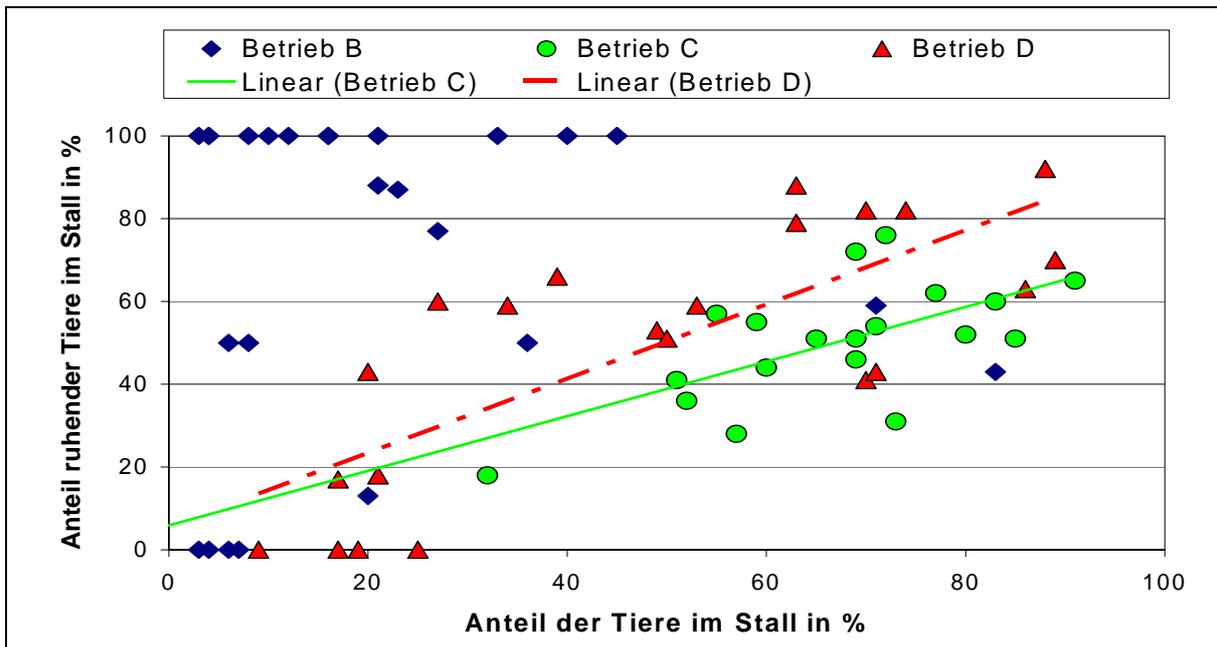
Die Analyse mittels des gemischten Modells ergab, dass ausschließlich die Betriebe einen beträchtlichen Einfluss auf die Stallnutzung in den untersuchten Mittagsstunden hatten ( $p < 0,01$ ; Tabelle 21). Zudem zeichnete sich eine Tendenz zwischen den Monaten innerhalb eines Betriebes ab ( $p = 0,07$ ). Daraus lässt sich ableiten, dass die Jungtiere sich in den einzelnen Betrieben mit der fortschreitenden Jahreszeit unterschiedlich verhielten. Im Gegensatz hierzu konnte kein statistisch bedeutender Einfluss zwischen den Wetterelementen und der Stallnutzung nachgewiesen werden (Tabelle 21).

**Tabelle 21:** Einfluss der fixen Effekte auf die Stallnutzung, F - Wert und Irrtumswahrscheinlichkeit p.

Effekt	F - Wert	p
<b>Betrieb</b>	10,53	< 0,01
<b>Beobachtungsabschnitt</b>	2,04	0,16
<b>Betrieb*Beobachtungsabschnitt</b>	0,95	0,40
<b>Monat innerhalb Betrieb</b>	2,44	0,07
<b>relative Luftfeuchtigkeit</b>	0,00	0,95
<b>Temperatur</b>	1,18	0,29
<b>Globalstrahlung</b>	0,01	0,91
<b>Windgeschwindigkeit</b>	0,54	0,47
<b>relative Luftfeuchtigkeit*Windgeschwindigkeit</b>	0,53	0,47
<b>Temperatur*Windgeschwindigkeit</b>	1,12	0,30
<b>Globalstrahlung*Windgeschwindigkeit</b>	0,28	0,60

### 4.3.6 Korrelation zwischen Stallnutzung und Ruhen

Zwischen den beiden Verhaltensmerkmalen Stallnutzung (Anteil der Strauße im Stall) und Ruhen (Anteil der ruhenden Tiere im Stall) konnte insgesamt kein statistisch signifikanter Zusammenhang nachgewiesen werden ( $r = 0,11$ ,  $p > 0,05$ ). Auch in Betrieb B bestand keine Abhängigkeit zwischen der Stallnutzung und den ruhenden Tieren im Stall ( $r = 0,07$ ,  $p > 0,05$ ). Hingegen lassen die steilen Regressionsgeraden der Betriebe C und D in Abbildung 29 eine Abhängigkeit der beiden Merkmale vermuten, was durch die statistische Auswertung bestätigt werden konnte (Betrieb C:  $r = 0,63$ ,  $p < 0,05$ ; Betrieb D:  $r = 0,77$ ,  $p < 0,05$ ).



**Abbildung 29:** Anteil der Tiere im Stall und Anteil hiervon ruhender Tiere in den Betrieben B, C und D in den Mittagsstunden. (Darstellung der einzelnen Regressionsgeraden für die Betriebe).

## 4.4 Diskussion

### 4.4.1 Witterungsverhältnisse im Winter

Die mittleren Temperaturen in den Wintermonaten der untersuchten Betriebe (Betrieb B: 132 m ü. NN, C: 60 m ü. NN, D: 110 m ü. NN) sind mit Werten zwischen 0 °C und 5 °C nach der Einteilung von Rocznik (1984) als sehr kühl zu werten. Außerhalb dieser Temperaturangaben lagen lediglich der kühle Dezember bei Betrieb B mit einer Monatstemperatur von 6,2 °C und der mäßig kalte Februar bei Betrieb C mit einem Temperaturmittel von -0,7 °C. Insgesamt sind die Monatstemperaturen der Betriebe B, C und D im Winter mit den von Müller (1980) angegebenen Monatswerten der Städte Kiel (7 m ü. NN), Hannover (53 m ü. NN), Münster (64 m ü. NN), Karlsruhe (114 m ü. NN), Essen (154 m ü. NN) und Freiburg (269 m ü. NN) vergleichbar. Die Monate Dezember und Januar waren sowohl in den Betrieben B, C und D wie auch in den oben angeführten Städten mäßig niederschlagsreich (50 mm bis 100 mm). Nur im Februar hoben sich die drei Betriebe von den Städten durch ihre wesentlich geringeren Niederschlagsmengen von rund 15 mm ab. Die Betriebe unterschieden sich wesentlich in der Anzahl der Niederschlagstage. Von den insgesamt 88 Tagen - also vom 1. Dezember 2002 bis zum 28. Februar 2003 - wurde an 25, 31 und 42 Tagen bei den einzelnen Betrieben Niederschlag registriert. Auf Grund von technischen Ausfällen lagen jedoch vollständige Klimadaten bei Betrieb C an nur 81 Tagen und bei Betrieb D an 83 Tage vor. Der Jahreszeit entsprechend betrug die durchschnittliche relative Luftfeuchtigkeit um die 80 % und war damit relativ hoch. Die durchschnittlichen Windstärken von rund 2 m/s waren insgesamt sehr gering.

Da die Wetterbedingungen während des Untersuchungszeitraumes nicht beeinflusst werden konnten, bleibt weiterhin ungeklärt, inwieweit sich das Verhalten der Jungtiere bei extremen Witterungsverhältnissen, wie z. B. mäßig kalten Monatstemperaturen (-5 bis 0 °C) in Verbindung mit hohen Niederschlägen (100 - 200 mm) und starkem Wind, ändern würde. Solche Voraussetzungen scheinen in Deutschland allerdings auf Gebiete in höheren Lagen begrenzt zu sein (Müller 1980). So können als niederschlagsreiche Orte mit mäßig kalten Monatstemperaturen Braunlage (607 m ü. NN) und der Feldberg im Schwarzwald (1486 m ü. NN) angesehen werden, deren mittlere Monatstemperaturen Werte von -4,3 °C bis -1,0 °C erreichen und deren Niederschlagsmengen zwischen 118 mm und 163 mm im Winter liegen (Müller, 1980).

Nach Rocznik (1984) gelten Monate als „kühl“ bei einem Temperaturmittel von 5 bis 10 °C. Werden daraufhin für die drei Betriebe nur die Tage betrachtet, an denen das Tagesmittel der Temperatur unter 10 °C lag und Niederschlag fiel, so waren dies in den drei Wintermonaten 21 Tage (24 %) bei Betrieb B, 42 Tage (52 %) bei Betrieb C und 31 Tage (37 %) bei Betrieb D. Die maximalen Tagessummen des Niederschlages fielen mit 11 mm bis knapp 29 mm gering aus und dementsprechend waren auch die durchschnittlichen Niederschlagswerte mit maximal 2 mm sehr niedrig. Dies bedeutet, dass in den Betrieben während des Winters durchaus einige Tage mit Temperaturen unter 10 °C auftraten, an denen auch geringe Tagesniederschlagsmengen registriert wurden. Die Witterungsbedingungen bzw. das Klima in Deutschland wird im BML-Gutachten (1996), von Pfeiffer (2002) und von Rusche & Schmidt

(1998) als „nass - kalt“ bezeichnet. Da der Begriff „nass - kalte Witterung bzw. Klima“ meteorologisch nicht definiert ist, bleibt ungeklärt, ob die Witterung in den Betrieben demzufolge als „nass – kalt“ genannt werden kann.

Unterschiedliche Meinungen bestehen auch darin, welche Witterungsbedingungen für Strauße noch zuträglich sind. So sind Strauße laut BML-Gutachten (1996) bei Glatteis, sehr starkem Frost oder Dauerregen - insbesondere verbunden mit niedrigen Temperaturen - im Stall zu halten, wobei die Stallhaltung höchstens drei aufeinander folgende Tage und maximal zehn Tage im Monat andauern sollte. Im Gegensatz hierzu werden Dauerregen und tiefe Temperaturen in den Schweizer Richtlinien (2004) als nicht schädlich für Straußenvögel betrachtet, so dass diese Bedingungen kein Anlass sind, den Tieren den Zugang ins Freie zu verwehren, solange der Zugang zu einem geschützten Unterstand oder Stall permanent möglich ist. Dies kann durch die Ergebnisse dieser Studie unterstützt werden, da während der Wintermonate keine Beeinträchtigung des Gesundheitszustandes der Untersuchungstiere festgestellt werden konnte, obwohl tiefe Temperaturen in Verbindung mit hoher Luftfeuchtigkeit sowie Niederschlag auftraten. Allerdings starben während des Untersuchungszeitraumes in Betrieb B zwei Jungtiere. Angaben zur Todesursache konnte die Halterin leider nicht machen. Ferner ist darauf hinzuweisen, dass die Jungtiergruppen ihren Stall unabhängig von der Außentemperatur aufsuchten, so dass die Forderung des BML-Gutachtens (1996) nach einer Stallhaltung bei Frost nicht nachvollzogen werden kann. Ebenso überrascht das Verlangen des BML-Gutachtens (1996) nach einer Stallheizung, nachdem die Akklimatisationsversuche von Hagenbeck (1911) ergaben, dass beheizte Ställe zu hohen Tierverlusten führten, wohingegen eine Offenstallhaltung selbst bei Küken keine Verluste verursachte.

#### **4.4.2 Zusammenhang zwischen Stallnutzung und Wetterelementen**

Die Ergebnisse zur Stallnutzung zeigten, dass die im Dezember 2002 sechs bis sieben Monate jungen Strauße während des Untersuchungszeitraumes von Dezember 2002 bis Februar 2003 die Ställe in den drei untersuchten Betrieben während den Mittagsstunden zwischen 11:00 Uhr und 13:00 Uhr unterschiedlich häufig nutzten. Die Jungtiere des Betriebes C waren mit 64% am häufigsten im Stall anzutreffen, bei Betrieb D verbrachte im Durchschnitt rund die Hälfte der Tiergruppe (48%) im Stall und auf Betrieb B suchten lediglich 13 % der Jungtiere den Stall während der Mittagszeit auf. Ein unterschiedlich starkes Aufsuchen des Stalles einzelner Zuchttiergruppen im Winter wurde auch von Schulz (2004) erfasst. Dabei ließ sich eine erhöhte Aufenthaltsdauer der Zuchttiere im Stall mit zunehmender Windgeschwindigkeit erkennen. In der vorliegenden Arbeit konnte lediglich hinsichtlich der Gesamtdaten der drei Betriebe eine schwach signifikante Korrelation zwischen Stallnutzung und Windgeschwindigkeit nachgewiesen werden. Die Betrachtung der einzelnen Betriebe zeigte hingegen keinen Zusammenhang zwischen der Stallnutzung und der Windgeschwindigkeit auf. Bei Schulz (2004) herrschten Windgeschwindigkeiten von rund 3 Beaufort (ca. 3,5 m/s - 5,4 m/s), die ihren Höchstwert bei 7 Beaufort (ca. 14 m/s - 17 m/s) erreichten. Im Gegensatz hierzu war in der vorliegenden Studie sowohl die durchschnittliche Windgeschwindigkeit mit rund 2 m/s als auch der Maximalwert mit knapp 5 m/s deutlich niedriger. Möglicherweise

waren die insgesamt sehr geringen Windgeschwindigkeiten ein Indiz für die fehlende Beziehung zwischen Windgeschwindigkeit und dem Stallaufsuchen. Auch Helm (1996) konnte beobachten, dass Strauße sich bei sehr windigem Schneetreiben in den Stall zurückzogen. Gleichfalls suchten in der Arbeit von Deeming (1998) die Zuchttiere bei starkem Wind, verbunden mit Regen, ihre Ställe als Witterungsschutz auf oder legten sich in den Windschatten von Hecken. Durch das Aufsuchen eines Windschutzes können Strauße den Wärmeverlust reduzieren. Bei starkem Wind wird der Aufbau einer stabilen Luftschicht zwischen den aufgestellten Federn und der Haut verhindert, die schützende Wärmeisolierung des Gefieders kann somit nicht erhalten werden und der Körper verliert Wärme.

In der Studie von Schulz (2004) wirkten sich zudem die täglichen Durchschnittstemperaturen auf die Aufenthaltsdauer der Zuchttiere im Stall aus, wobei sich die erwachsenen Strauße bei Außentemperaturen unter 5°C häufiger im Stall aufhielten. Dieses Phänomen konnte in der vorliegenden Untersuchung bei Jungtieren nicht beobachtet werden. Allerdings lagen die Außentemperaturen im vorliegenden Fall überwiegend unterhalb von 5 °C während die Lufttemperaturen bei Schulz (2004) zwischen etwa -4 °C und fast 30 °C außerordentlich schwankten. Während Schulz (2004) eine signifikante, jedoch sehr schwache Korrelation zwischen relativer Luftfeuchtigkeit und Aufenthaltsdauer der adulten Strauße nachwies, zeigte die relative Luftfeuchtigkeit in dieser Studie keinen Effekt auf die Stallnutzung von Jungtieren.

Der Stall, der nicht nur einen Wind- und Sonnenschutz darstellt, sondern auch als Regenschutz dienen kann, wurde nach Literaturangaben nur selten von Zuchttieren dazu genutzt. So war eine signifikante Beziehung zwischen Aufenthaltsdauer der Zuchttiere im Stall und täglicher Niederschlagsmenge in der Studie von Schulz (2004) nicht ersichtlich. Auch in der Untersuchung vom Deeming (1997) verweilten erwachsene Strauße während heftiger Regenschauer liegend auf der Weide, obwohl ihnen ein Stall zur Verfügung stand. Die gleiche Erfahrung konnte Berendsen (1995) in ihrer Untersuchung an erwachsenen Straußen machen, welche bei Regen ihren Stall nicht annahmen. Ebenso berichtet Smit (1963), dass Strauße bei Kälte oder Regen keinen Witterungsschutz aufsuchten, sondern sich einfach auf den Boden legten und erst nach dem Regenschauer wieder aufstanden. Durch das Hinlegen wird die Angriffsfläche dieser großen Vögel gegenüber den Witterungseinflüssen verringert (Kaminske & Keipert, 1998) und das Bedecken der federlosen Beine mit den Flügeln vermindert den Wärmeverlust (Huchzermeyer, 1998). Für eine statistische Auswertung der Niederschlagsdaten war die Regendauer und -menge während der Beobachtungszeit dieser Studie zu gering. Es fiel an lediglich acht Tagen Niederschlag, wobei die Tagessummen mit 0,2 mm bis 6 mm sehr gering ausfielen. An Regentagen konnte allerdings beobachtet werden, dass das Aufsuchen eines Stalles bei dieser Witterung sich im Alter der Tiere aber auch von Individuum zu Individuum unterschied. So gingen Küken bei Regen grundsätzlich in den Stall, während Jungtiere bei leichten Regenschauern auf der Weide blieben. Nahmen die Regengüsse an Stärke zu, liefen die Jungtiere allerdings ebenfalls in den Stall. Im Gegensatz hierzu konnte beobachtet werden, dass einige Zuchttiergruppen selbst bei heftigen Regenschauern auf der Weide lagen, während andere einen Aufenthalt im Stall bevorzugten.

Die Ergebnisse der Untersuchung von Schulz (2004) belegen, dass erwachsene Strauße in Offenstallhaltung ihre Ställe bei Bedarf als Witterungsschutz nutzen. Obwohl die Tage, an denen die Beobachtungen der vorliegenden Studie durchgeführt wurden, mit die geringsten Temperaturen während der Wintermonate aufzeigten und sowohl die relative Luftfeuchtigkeit wie auch die Windgeschwindigkeit repräsentative Werte für diese Zeit annahmen, konnte keine statistisch signifikante Korrelation zwischen dem Aufsuchen des Stalles und den Wetterelementen nachgewiesen werden. Dies lässt vermuten, dass die Wetterbedingungen während der Untersuchungszeit den jungen Straußen keine Akklimatisationsprobleme bereiteten und somit für diese relativ großen Vögel keine ausreichende Motivation für ein Aufsuchen des Stalles vorlag. Ferner könnte aus den Ergebnissen abgeleitet werden, dass die Außentemperaturen eventuell im Thermoneutralbereich der jungen Strauße lagen und sich damit für die Tiere keine Probleme ergaben. Die Thermoneutralzone stellt die optimale Umgebungstemperatur für einen Organismus dar, wobei sie von den thermischen Eigenschaften eines Tieres abhängt. Außerhalb des Thermoneutralbereiches wird die Umgebungstemperatur vom Tier entweder als Hitze oder Kälte empfunden (Heldmaier & Neuweiler, 2004). Bisher wurden noch keine wissenschaftlichen Arbeiten über den Thermoneutralbereich von Straußen durchgeführt, so dass unklar ist, welche Umgebungstemperaturen die Tiere als Kälte wahrnehmen. Allerdings erweist sich die große Masse der circa 40 bis 50 kg schweren jungen Strauße als vorteilhaft bei niedrigen Außentemperaturen, da große Tiere auf Grund ihres Volumen-Körperoberflächenverhältnisses weniger Wärme an die Umwelt als entsprechende kleinere Tiere verlieren.

Zu den gegensätzlichen Ergebnissen zwischen der vorliegenden Untersuchung und der von Schulz (2004) könnten folgende Faktoren beigetragen haben: die Beobachtung unterschiedlicher Altersgruppen, die Differenzen im Beobachtungszeitraum und die verschiedene Anzahl der Betriebe. Schulz (2004) untersuchte Zuchttiere, die sich in ihrem Verhalten und damit auch der Stallnutzung von Jungtieren unterscheiden. So zeigten die Zuchttiere während des Frühsommers bis zum Herbst außerhalb des Stalles Verhaltensweisen, die dem Sexual-, dem Revier- und dem Brutpflegeverhalten zuzuordnen sind. Diese Verhaltensweisen wirkten sich auch auf die Stallnutzung während dieser Jahreszeiten aus. So schreibt Schulz (2004) beispielsweise, dass in den Monaten August und September, während derer der Stall am wenigsten aufgesucht wurde, die Zuchttiere den Stall überwiegend zum Fressen aufsuchten, um möglichst schnell zu ihrer Brut zurückzukehren. Die im Stall angebotene Kraftfuttermenge war in den Wintermonaten auch höher und es wurde zusätzlich Heu im Stall angeboten. Nicht auszuschließen ist daher, dass in der Arbeit von Schulz (2004) die Einflüsse der Klimabedingungen auf die Stallnutzung sich mit jahreszeitlichen und auch managementbedingten Verhaltensänderungen zumindest überschneiden. Während sich die Beobachtungszeiten von Schulz über jeweils einen gesamten 24-Studentag erstreckten, wurde die Stallnutzung in der vorliegenden Studie lediglich zwischen 11:00 Uhr und 13:00 Uhr ausgewertet. Ferner wurde die vorliegende Untersuchung in drei Betrieben durchgeführt und ein wesentliches Ergebnis ist, dass sich die Stallnutzung zwischen den Betrieben stark unterschied. Dies macht deutlich, dass zumindest unter den in vorliegender Untersuchung gegebenen Randbedingungen betriebsspezifische Faktoren einen höheren Einfluss, und zwar einen hoch signifikanten ( $p < 0,01$ ), auf die Stallnutzung hatten als die vorherrschenden

Klimabedingungen. Schulz (2004) untersuchte hingegen nur einen Betrieb, so dass betriebliche Einflussfaktoren nicht überprüfbar waren.

#### 4.4.3 Stallklima

Die betriebsspezifischen Unterschiede hatten nicht nur auf die Stallnutzung der Tiere, sondern offenbar auch auf die klimatischen Bedingungen innerhalb der Ställe einen Einfluss. So war insgesamt in den unbeheizten, offenen Ställen die Lufttemperatur mit durchschnittlich 1,7 °C um etwa 3 °C höher als die Außentemperatur und die Luftfeuchtigkeit war mit 75 % vergleichbar zu den Werten im Außenbereich. Da sich das Stall- und Außenklima in der Regel nicht stark voneinander unterschied, konnte kein signifikanter Zusammenhang zwischen Außentemperatur sowie relativer Luftfeuchtigkeit und dem Aufsuchen des Stalles nachgewiesen werden. Zwischen den Betrieben unterschieden sich jedoch die Differenzen der Temperatur- als auch der Luftfeuchtigkeitswerte zwischen Stall und Außenbereich zum Teil deutlich. So betrug in Betrieb C der maximale Temperaturunterschied rund 4 °C, in Betrieb B war er etwa 6 °C, während in Betrieb D die höchste Differenz bei circa 15 °C erreicht wurde. Auch die maximalen Differenzen zwischen der relativen Luftfeuchtigkeit im und außerhalb des Stalles zeigten wesentliche Unterschiede zwischen den Betrieben. Während die Feuchtigkeitsdifferenz zwischen Stall und Außenbereich bei Betrieb B mit rund 18 % nur geringfügig war, zeigten die Betriebe C (circa 36 %) und D (39 %) deutlich höhere Werte an. Interessanterweise nahm weiterhin in den Ställen der Betriebe B und D der Unterschied zwischen Innen- und Außentemperatur mit abnehmenden Außentemperaturen zu. Das heißt, bei Außentemperaturen unterhalb des Gefrierpunktes war es in diesen Ställen, relativ gesehen, wärmer als bei Außentemperaturen oberhalb des Gefrierpunktes. Erklärungen für diese Unterschiede in den Stallklimawerten konnten nicht gefunden werden.

#### 4.4.4 Stallnutzung

Da durch diese Studie keine signifikante Abhängigkeit zwischen Wetterbedingungen und dem Aufsuchen des Stalles durch Jungtiere belegt werden konnte, stellte sich die Frage, aus welchen Gründen die Tiere den Stall aufsuchten. Offensichtlich schienen die Tiere während des Beobachtungszeitraumes den Stall hauptsächlich zum Fressen und zum Ruhen aufgesucht zu haben. Die Auswertung der Videobeobachtungen zeigte, dass rund die Hälfte der Tiere, die sich im Stall befanden ruhten (Betrieb B: 69 %; C: 50 %; D: 48 %). Hierbei waren die Korrelationen zwischen dem Aufsuchen des Stalles und der Anzahl ruhender Tiere im Stall in den Betrieben C und D statistisch signifikant. Ein solcher Zusammenhang konnte in Betrieb B hingegen nicht gefunden werden. Dies hing damit zusammen, dass die Tiere dieses Betriebes während der Beobachtungszeit den Stall nur selten aufsuchten. Das Aufsuchen des Stalles als Ruhestätte könnte mehrere Gründe haben. Junge Strauße werden in der Regel bis zu einem Alter von sechs Monaten während der Nacht in den Stall eingeschlossen, um sie vor Raubtieren zu schützen. Der Stall stellt somit in der Aufzuchtphase dieser Vögel nachts den sicheren Ruheort dar. Es ist nicht auszuschließen, dass die jungen Strauße aus Gewohnheit

auch tagüber den Stall zum Ruhen aufsuchten. Möglicherweise nutzten auch immer die gleichen Jungtiere den Stall als Ruhestätte. Da die Tiere nicht individuell markiert wurden, kann diese Vermutung nicht belegt werden.

In den Betrieben C und D könnte möglicherweise auch der Tagesrhythmus der Jungtiere für die vorliegenden Ergebnisse ausschlaggebend gewesen sein. Unter Umständen fiel die Ruhephase dieser beiden Jungtiergruppen genau in die Beobachtungszeit.

Die Videoaufnahmen und auch Direktbeobachtungen belegen, dass die Jungtiere in der Regel immer den gleichen Stallbereich zum Ruhen bzw. Schlafen aufsuchten. Das Ruhen erfolgte in der Gruppe, wobei die Tiere je nach Temperatur mehr oder weniger eng beieinander lagen (siehe Abbildung 16). Bei niedrigen Umgebungstemperaturen lagen die Jungtiere eng zusammen, wohingegen bei höheren Umgebungstemperaturen die Distanz zum Gruppennachbar größer wurde. Auch Berendsen (1995) konnte feststellen, wie mit Einbruch der Dämmerung die untersuchten Altvögel sich in mehreren Gruppen eng aneinander zur Ruhe legten. Ebenso erbrachten eigene Beobachtungen an Alttieren, dass erwachsene Hennen eng beieinander ruhten. Lediglich adulte Hähne bewahrten größere Distanzen zu den anderen Gruppenmitgliedern. Diese Beobachtungen stehen damit im Widerspruch zur Aussage von Hagen & Hagen (1996), wonach Strauße kein Kontaktliegen kennen und daher auch ein gegenseitiges Wärmen entfällt.

Ein weiterer Grund für das Aufsuchen des Stalles zum Ruhen könnte sein, dass die Tiere den eingestreuten und somit isolierenden Stallboden dem kälteren Weideboden vorzogen. Allerdings konnte in Betrieb A beobachtet werden, dass eine Jungtiergruppe sich zur Ruhe in den Stall begab, obwohl die Einstreu nass war und somit nur bedingt eine isolierende Wirkung zeigte. Das Verhalten der Jungtiergruppe in Betrieb A konnte jedoch nicht in die Auswertung aufgenommen werden, da die Videoaufnahmen eine eindeutige Auswertung nicht zuließen.

Der fehlende Beleg für einen Zusammenhang zwischen den Wetterbedingungen und dem Aufsuchen des Stalles durch Jungtiere ist noch kein Beweis dafür, dass diesen Vögeln ein Verhaltensprogramm fehlt, einen Witterungsschutz aufzusuchen. Ganz im Gegenteil. Das Verhalten dieser Vögel spricht dafür, dass sie bei Bedarf einen Witterungsschutz aufzusuchen wissen. So schlüpfen Küken in den ersten Lebenswochen, wenn ihnen ihr kurzes Gefieder noch wenig Schutz vor Nässe bietet, unter die Flügel ihrer Eltern. Kunstbrutküken, die vom Halter beim ersten Regenschauer in den Stall gebracht werden, lernen schnell, den Stall bei den nächsten Regenfällen selbstständig aufzusuchen. Dieses Verhalten konnte mehrmals beobachtet werden. Mit zunehmendem Alter werden die Federn des Kükengefieders länger und durch ihre überlappende Anordnung wird die Haut vor Regen geschützt. Möglicherweise war der verbesserte Regenschutz ein Grund, weshalb drei Monate alte Küken manchmal bei kurzen Regenschauern auf der Weide verweilten und nicht mehr den Stall aufsuchten. Diese eigene Beobachtung entspricht der Empfehlung von Smit (1963), Küken bis zu einem Alter von drei Monaten bei Regen in den Stall zu bringen, um sie vor Nässe zu bewahren. Folglich gleichen Strauße ihre Lebensweise an die Umwelt an. Zu diesem Ergebnis kam auch Deeming (1998), der anhand seiner Untersuchung belegen konnte, dass erwachsene Strauße ihr Verhalten an die unterschiedlichen Witterungsbedingungen im Jahresverlauf anpassen. Auch

in der vorliegenden Arbeit änderte sich das Verhalten der Jungtiere mit fortschreitender Erfahrung und Jahreszeit. Strauße besitzen zwar ein kleines Gehirn, dieses ermöglicht ihnen jedoch in der Wildnis zu überleben (Huchzermeyer, 1998), indem sie u. a. als anpassungsfähige Weidegänger schnell auf Klimawechsel oder Veränderungen in der Umwelt reagieren (Sauer & Sauer, 1964). Das fehlende Aufsuchen eines Witterungsschutzes bei Kälte und Regen führt Smit (1963) hingegen auf die mangelnde Intelligenz bzw. den mangelnden Instinkt dieser Vögel zurück.

Inwieweit sich die Gruppengröße auf das Verhalten der Tiere auswirkt, bleibt noch zu untersuchen. In dieser Studie hielt sich die kleinste Jungtiergruppe (Betrieb B) am wenigsten im Stall auf. Vermutlich hing dies jedoch eher mit dem Nahrungs- und Wasserangebot außerhalb des Stalles zusammen als mit der Gruppengröße.

Zusätzlich könnte sich auch die Lage des Stalles auf dessen Nutzung ausgewirkt haben. Während sich in den Betrieben C und D die Stalltore direkt zur Weide hin öffneten, mussten die Jungtiere des Betriebes B erst um den Stall herum gehen, um von der Weide in den Stall zu gelangen. Nur in diesem Betrieb war der Stalleingang auch überdacht, was ebenfalls maßgebend für die Stallnutzung gewesen sein dürfte.

Um einen Einfluss der Futtergabe auf die Stallnutzung auszuschließen, wurde die Beobachtungsphase außerhalb der Fütterungszeiten gelegt. Da die Jungtiergruppen morgens und am späten Nachmittag gefüttert wurden, blieben für die Beobachtung nur noch die Mittagsstunden übrig. Die Fütterung erfolgte in den Betrieben C und D im Stall, in Betrieb B hingegen stand der Fresskübel im überdachten Eingangsbereich außerhalb des Stalles. Zwischen den Fütterungsintervallen konnte immer wieder beobachtet werden, dass die Tiere zu den leeren Trögen gingen, um an ihnen zu picken. Da diese in den Betrieben C und D im Stall standen, waren diese Jungvögelgruppen folglich häufiger im Stall als die Gruppe des Betriebes B. Möglicherweise inspirierte auch die Art der Futtergabe die jungen Strauße zum Aufsuchen des Stalles. In den Betrieben B und D wurde das Zusatzfutter in Futterbehälter gereicht. In Betrieb C hingegen wurden ab Januar 2003 die Futterpellets nicht mehr in Trögen sondern auf den Untergrund geschüttet, der an dieser Stelle von Holzbrettern bedeckt war. Diese Methode wurde vom Halter gewählt, um die Zeit der Futtersuche zu erhöhen. Da die Pellets nun auf dem Boden verstreut und nicht mehr konzentriert auf einem Haufen im Trog lagen, nahmen die Tiere pro Pickvorgang weniger Nahrung auf und waren länger mit der natürlichen Futtererkundung beschäftigt. Zum Teil fielen die Pellets zwischen das auf dem Boden liegende Heu, so dass die Tiere ganz gezielt nach ihrem Futter suchen mussten. Auch die Tränken bzw. Wassertröge wurden an unterschiedlichen Orten angeboten. Sie befanden sich in den Betrieben B und D außerhalb, in Betrieb C hingegen innerhalb des Stalles. Ein weiteres Indiz für das unterschiedliche Aufsuchen der Stallungen durch die Jungtiergruppen könnte im Ort und der Verfügbarkeit des Futters begründet sein. Strauße verbringen einen erheblichen Teil ihrer Aktivitäten mit der Futtersuche und -aufnahme (Sambraus 1995). Zur Erkundung bewegen sich die Tiere dabei gemächlich über die Weide, wobei sie selektiv Nahrung suchen und aufnehmen. Die Distanzen, die sie bei der Futtersuche zurücklegen, hängen vom Nahrungsangebot des Lebensraumes ab. Oft wird daraus abgeleitet, dass diese Vögel ein hohes Bewegungsbedürfnis besitzen. Dies ist jedoch nicht der Fall. Liegen alle zur Bedürfnisbefriedigung erforderlichen Ressourcen (Futter, Wasser, Sandbad etc.) nahe

beieinander, gehen Strauße nur wenig (Sambraus, 1998). Während des Untersuchungszeitraumes im Winter war der Weidebewuchs wegen der Vegetationsphase entsprechend gering, so dass die Tiere nur wenig Nahrung auf der Weide fanden. Als Ersatz zum noch kümmerlichen Pflanzenbewuchs wurde den Jungtieren der Betriebe B und C Heu nach Bedarf gereicht. Dieses befand sich in Betrieb C im Stall und in Betrieb B lag es im überdachten Eingangsbereich vor dem Stall. In Betrieb D wurde kein Heu angeboten. Die unterschiedlichen Orte, an denen in den verschiedenen Betrieben Futter und Wasser zur Verfügung stand, dürften einen beträchtlichen Einfluss auf die Nutzungshäufigkeit der Ställe gehabt haben. So zeigten die Ergebnisse, dass die Jungtiergruppe des Betriebes C, der ein ständiges Angebot an Heu im Stall zur Verfügung stand und die im Stall gefüttert wurde, während der Beobachtungszeit auch am häufigsten im Stall anzutreffen war. Wohingegen die Tiere des Betriebes B, denen Futter, Heu und Wasser außerhalb des Stalles angeboten wurde, den Stall am seltensten während der Beobachtungszeit aufsuchten. Inwieweit sich das Verhalten der Jungtiere im Sommer ändert, wenn ihnen kein Heu im Stall mehr vorgelegt wird und sie ihren Raufutterbedarf auf der Weide zu decken haben, bleibt noch zu untersuchen.

Die Aktivitäten im Stall hatten sich sowohl bei der Jungtiergruppe des Betriebes C wie auch bei der Gruppe des Betriebes D auf das Aufsuchen der Futter- und Wasserstellen beschränkt. Die Größe des Stalles schien dabei keine Rolle zu spielen. Die Vermutung, dass eine große Stallfläche gleichbedeutend mit einer Zunahme an Bewegung der Tiere ist, kann nach bisherigen Beobachtungen und Erfahrungen nicht bestätigt werden. Die Aktivität der Tiere scheint dabei nicht durch die Größe der Umgebungsfläche, sondern durch das Nahrungsangebot der Weidefläche hervorgerufen zu werden. Aus diesem Grund sollten anstelle großer Auslaufflächen ausreichende Weidemöglichkeiten für die Vögel gefordert werden. Auch Berendsen (1995) weist auf hinreichend große Weideflächen hin, die eine Beschäftigung mit der Futtersuche bieten und gleichzeitig einen Großteil des Nahrungsbedarfs abdecken. Des Weiteren kann sich laut Berendsen (1995) ein Mangel an Weidemöglichkeit in Verhaltensstörungen wie Federpicken äußern. Diese Aspekte sollten bei der Forderung nach einem überdachten Trockengehege bedacht werden. Im BML-Gutachten (1996) wird ein überdachtes Trockengehege gefordert, um Straußen auch bei länger anhaltenden ungünstigen Witterungsbedingungen (wie Glatteis, sehr starkem Frost, Dauerregen, insbesondere verbunden mit niedrigen Temperaturen) ausreichend Auslaufmöglichkeiten zu bieten. Die Forderung nach einem Trockengehege, das lediglich als vergrößerte Stallfläche und nicht als zusätzliche Weidefläche angesehen werden sollte, bleibt aus den oben genannten Gründen unverstanden.

Die Wettermerkmale variierten zwar während des Beobachtungszeitraumes, sie ähnelten sich jedoch in den drei Betrieben trotz derer unterschiedlichen geografischen Lagen. Allerdings wurden in der vorliegenden Studie keine Zusammenhänge zwischen den Wetterbedingungen und dem Aufsuchen des Stalles durch Jungtiere festgestellt. Möglicherweise ist dies darauf zurückzuführen, dass die jungen Strauße keine Anpassungsprobleme an die vorherrschenden Klimabedingungen hatten. Im Gegensatz zu den Wettermerkmalen hatten betriebsspezifische Faktoren einen hoch signifikanten Einfluss auf die Stallnutzung.

## 5 Körpertemperatur von jungen Straußen

### 5.1 Einleitung

Beim erwachsenen Strauß beträgt die Körpertemperatur im Mittel etwa 39 °C mit einer Schwankungsbreite von 1-2 °C (Huchzermeyer, 1998). Abweichungen vom Sollwert der Körpertemperatur können durch Erhöhung oder Verminderung der Wärmeabgabe korrigiert werden. Bei hohen Temperaturen müssen die Tiere überschüssige Wärme abgeben, um den Körper vor Überhitzung zu schützen. Durch Aufstellen der Federn und Abspreizen der Flügel wird Wärme abgegeben (Louw et al., 1969). Über die dadurch freigelegten federfreien Hautstellen im seitlichen Abdominalbereich und an den Beinen kann dann Wärme abgeleitet werden. Zusätzlich wird durch Hecheln Kühlung erreicht (Schmidt-Nielsen et al., 1969). Bei geringen Außentemperaturen hingegen muss die Wärmeabgabe reduziert werden. Um den Wärmeverlust bei niedrigen Umgebungstemperaturen zu minimieren, werden die federfreien Hautstellen am Abdomen mit Federn und die nackten Unterschenkel mit den Flügeln bedeckt. Zusätzlich wird die Hautdurchblutung zur Reduzierung von Wärmeverlusten stark gesenkt (Schmidt & Thews, 1995). Eine weitere Anpassung an Kälte stellen die arteriovenösen Anastomosen an den distalen Zehenabschnitten dar. Sie bewirken, dass das Blut durch Umgehung des Kapillarnetzes direkt von der Arterie in die Vene fließt und damit die Wärmeabgabe gemindert werden kann (Krawinkel, 1994, TVT-Merkblatt, 2003).

Die bisher fehlenden Forschungsergebnisse über die Körpertemperatur von Straußen bei geringen Außentemperaturen gaben Anlass für diese Untersuchung. Als Ziel wurde die Erkenntnisgewinnung über den Verlauf der Körpertemperatur bei jungen Straußen während der Wintermonate gesetzt. Hierzu wurden auf einem Straußenbetrieb die Körperkern- und Hauttemperaturen von zwölf jungen Straußen vom 8. Dezember 2003 bis 2. März 2004 kontinuierlich mittels implantierter Datenlogger aufgezeichnet.

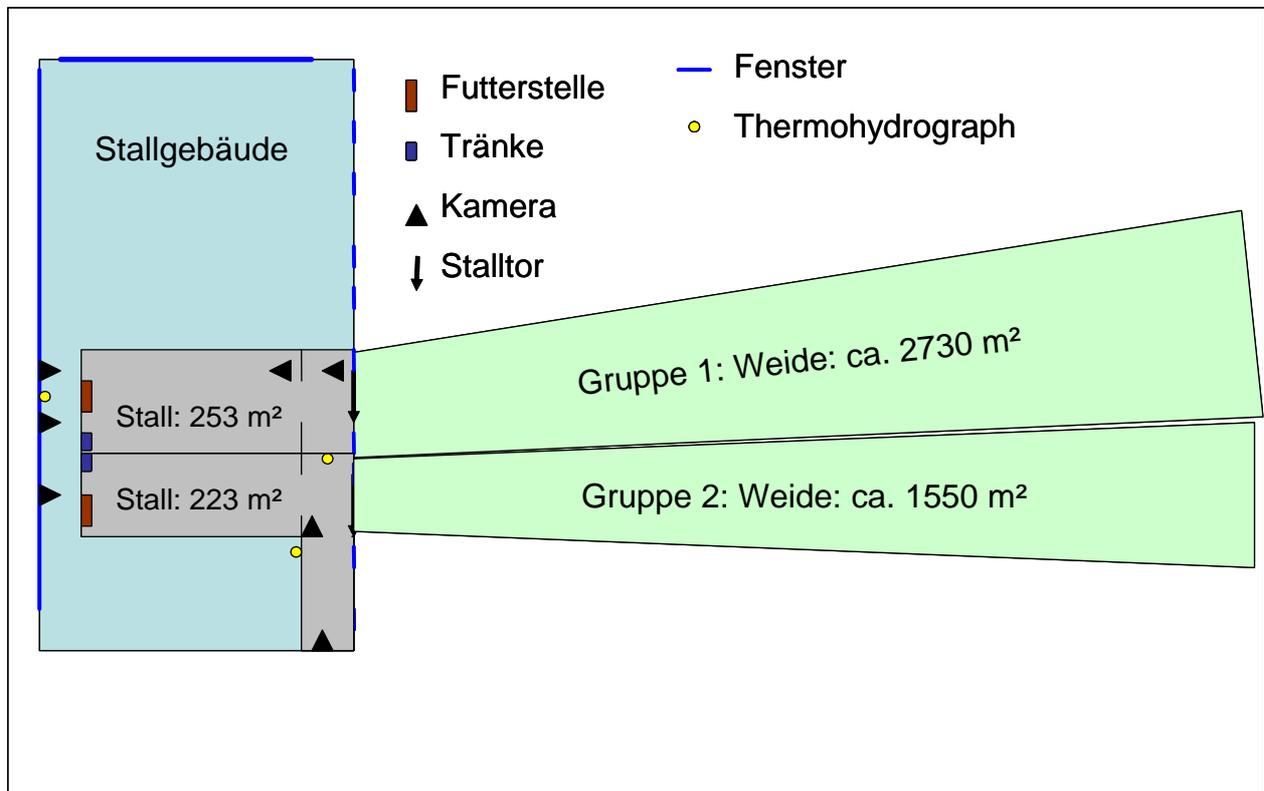
### 5.2 Tiere, Material und Methoden

Die Messungen der Körpertemperatur erfolgten im Betrieb C während des Winters über den Zeitraum von zwölf Wochen (vom 8. Dezember 2003 bis 2. März 2004. Nähere Angaben zu Betrieb C siehe Kapitel 2, Betriebe). Die stündliche Haut- und Körperkerntemperaturmessung wurde mittels implantierter digitaler Datenlogger (Thermochrom iButton, DS1921H-F50 der Firma Maxim/Dallas Products) an insgesamt zwölf jungen Straußen durchgeführt, die auf zwei Gruppen verteilt waren. Die 23 Tiere der Gruppe 1 waren zu Versuchsbeginn im Dezember 2003 fast 15 Monate alt, wohingegen die 23 Jungtiere der Gruppe 2 erst sechs Monate jung waren.

Zusätzlich zu der kontinuierlichen Körpertemperaturerfassung wurden an zehn Tagen exemplarische Vergleichsmessungen der Kloakaltemperatur mit einem digitalen Thermometer (Marke: aponorm FTF) während der Fütterung der Tiere durchgeführt. Zudem konnte an einigen Tagen die Wärmeabstrahlung der Jungtiere mittels einer Infrarot-Kamera (IR FlexCam der Firma GORATEC Technology GmbH) bildlich festgehalten werden.

### 5.2.1 Haltung der Jungtiere

Die Außengehege und Stallabteile der beiden Untersuchungsgruppen grenzten aneinander und wurden durch Wildgatter getrennt (Abbildung 30). Detaillierte Beschreibung des Stalls siehe Kapitel 4.2.1, Haltung der Jungtiere.



**Abbildung 30:** Skizze des Stallgebäudes und der Weiden des Betriebes C (nicht maßstabsgerecht) .

Für die Jungtiere der Gruppe 1 stand das Stalltor vom 10. Dezember 2003 bis 2. März 2004 (84 Tage) immer offen (Offenstallhaltung).

Der Stall der Jungtiere von Gruppe 2 wurde vom 10. Dezember 2003 bis 10. Januar 2004 (31 Nächte) abends nach der Fütterung für die Nacht geschlossen. Ab dem 10. Januar 2004 bis zum 2. März 04 (52 Nächte) blieb dann auch bei Gruppe 2 das Stalltor nachts auf (Offenstallhaltung). Die Fütterung der Gruppen erfolgte morgens zwischen 8:30 und 9:00 Uhr und abends zwischen 17:00 und 18:00 Uhr.

Die Videoaufzeichnungen im Dezember 2003 zeigten, dass ein Großteil der Tiere aus Gruppe 1 sich nachts häufig im Stall aufhielt. Da geprüft werden sollte, ob sich die Körpertemperatur änderte, wenn die Tiere die ganze Nacht im Freien verbrachten, wurde Gruppe 1 für zwei aufeinander folgende Nächte ausgesperrt (21. und 22. Januar 2004). Aus diesem Grund wurden die Fütterungen an diesen beiden Tagen vorgezogen und die Tiere wurden um 16:30 Uhr für die Nacht ausgesperrt. Heu und Wasser wurde ihnen nun im Außengehege gereicht. Zur Fütterung am Morgen hatten die Tiere an beiden Tagen ab 8:30 Uhr wieder Zugang zum Stall.

### 5.2.2 Messung von Haut- und Körperkerntemperatur

Die Erfassung der Haut- und Körperkerntemperatur sollte kontinuierlich, berührungsfrei und automatisiert über einen langen Zeitraum erfolgen. Dabei sollte die Messapparatur vom Tier möglichst nicht wahrgenommen werden, um die Messergebnisse nicht zu verfälschen. Aus diesem Grund wurde den Tieren digitale Datenlogger (Thermochrom iButton, DS1921H-F50 der Firma Maxim/Dallas Products) implantiert. Diese hatten eine Außenhülle aus Edelstahl, einen Durchmesser von 16 mm und einer Dicke von 6 mm. Ihr Temperaturmessbereich lag zwischen 15 °C und 46 °C mit einer Messgenauigkeit von  $\pm 1$  °C und einer Temperaturlösung von 0,125 °C. Die Lithiumbatterie garantierte eine Laufzeit von zehn Jahren. Die Speicherkapazität der digitalen Datenlogger ließ bei einem stündlichen Messintervall eine Datenaufnahme über 85 Tage zu. Der Beginn der Datenaufzeichnung wurde auf den 8. Dezember 2003 10:00 Uhr festgelegt und die letzte Datenspeicherung erfolgte am 2. März 2004 um 17:00 Uhr. Die Daten wurden bis zum Löschen auf den Datenloggern gespeichert. Für einen Datentransfer zwischen Datenlogger und Computer war eine direkte Verbindung über eine Lesestation mit Verbindungskabel nötig, so dass die Messdaten erst nach Rückgewinnung der Datenlogger aus dem Tier ausgelesen werden konnten. Die Temperaturmesswerte wurden zusammen mit dem Zeitpunkt der Messung (Datum und Uhrzeit) gespeichert.

Die Kalibrierung aller Datenlogger erfolgte über 6 Stunden in einem Wasserbad, wobei das Messintervall der Datenlogger auf 60 Sekunden festgelegt wurde und die Wassertemperatur 20°C bis 45°C betrug. Die Differenzen zwischen der Messtemperatur der Datenlogger und der Wassertemperatur lagen im Durchschnitt bei 0,5°C. Ebenso wie bei Davidson et al. (2003) konnte eine lineare Korrelation zwischen den Messwerten der Datenlogger und der Wassertemperatur über die gesamte Temperaturbreite festgestellt werden.

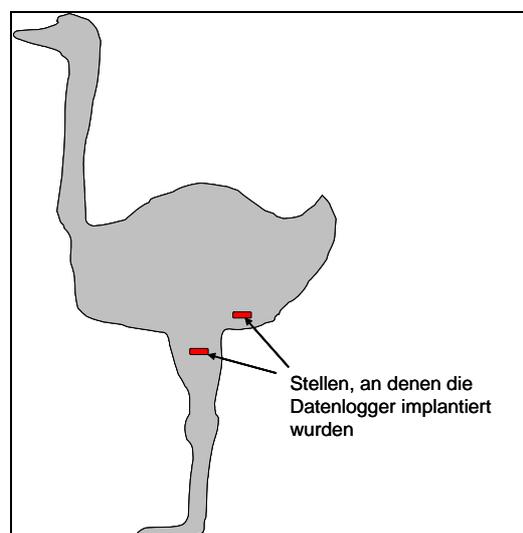
Vor der Implantation wurden die Logger mit einem permanenten Eddingstift nummeriert, mit geflochtenem, nicht resorbierbarem Polyesterfaden (Vitafil, Heiland) umwickelt und in transparentes Silikon (Silikon Dichtungsmasse 734, Dow Corning GmbH) getaucht. Die dünne Silikonummantelung diente zur Befestigung des Nahtmaterials am Datenlogger, mit dem die Logger in der Leibeshöhle fixiert werden sollten (Abbildung 31). Die Logger wurden bis zur Implantation in 70% Alkohol aufbewahrt.



**Abbildung 31:** Die Datenlogger für die Haut- und die Körperkerntemperaturmessung wurden während der Trocknung des Silikons am Polyesterfaden aufgehängt.

### 5.2.3 Implantation der Datenlogger

Erfahrungswerte zur Messung der Körpertemperatur bei Straußen lagen für die verwendeten Datenlogger nicht vor, so dass zuerst eine zweckmäßige Methodik gefunden werden musste. Hierzu sollten in einem Vorversuch geeignete Stellen für die Messung der Körperkern- und Hauttemperatur gefunden, sowie die Funktionalität der Datenlogger geprüft werden. Im Vorversuch wurden zwei 13 Monate alten Schlachttieren jeweils ein Datenlogger subkutan in den linken Unterschenkel zur Hauttemperaturmessung und je ein Datenlogger in die Leibeshöhle zur Körperkerntemperaturmessung implantiert (Abbildung 32). Die Datenspeicherung der Körperkern- und Hauttemperatur erfolgte im Vorversuch alle 15 Minuten über den Zeitraum von zwei Wochen.



**Abbildung 32:** Skizze der Implantationsstellen der Datenlogger im Vorversuch. Der Datenlogger zur Messung der Hauttemperatur wurde subkutan in den federfreien Unterschenkel eingesetzt. Die Position des Datenloggers zur Körperkerntemperaturmessung befand sich im ventralen federfreien Rumpfbereich hinter dem linken Bein.

Die Ergebnisse des Vorversuchs zeigten, dass die ermittelten Körpertemperaturen denen in der Literatur erwähnten Werten entsprachen. Damit schienen die Funktionalität der Logger sowie die ausgewählte Implantationsstelle für die Messung der Körperkerntemperatur bei Straußen als geeignet. Die Datenlogger zur Messung der Hauttemperatur, die im Vorversuch subkutan in die linken Unterschenkel implantiert wurden, lagen dem Beinmuskel (*Musculus gastrocnemius pars externa*) auf, was dazu führte, dass eine Mischtemperatur aus Muskel und Haut anstelle der Hauttemperatur aufgenommen wurde. Da die Stelle, an der die Logger für die Körperkerntemperaturmessung eingesetzt wurden, nur eine dünne Muskelschicht aufwies, bot es sich an, auch die Hauttemperaturlogger hier zu platzieren. Dadurch konnte der Eingriff minimiert werden und beide Logger befanden sich nun im ventralen federfreien Rumpfbereich.

Insgesamt wurde sechs Tieren der Gruppe 1 und drei Tieren der Gruppe 2 je ein Datenlogger zur Messung der Körperkerntemperatur in die Leibeshöhle bzw. den Eingeweidebauchfellsack und ein zweiter Datenlogger zur Messung der Hauttemperatur subkutan an derselben Schnittstelle implantiert (Abbildung 32). Drei weiteren Tieren der Gruppe 2 wurde jeweils nur ein Datenlogger zur Hautmessung eingesetzt, da die Tiere bei dem Eingriff so unruhig waren, dass auf ein Öffnen des Bauchraums verzichtet wurde.

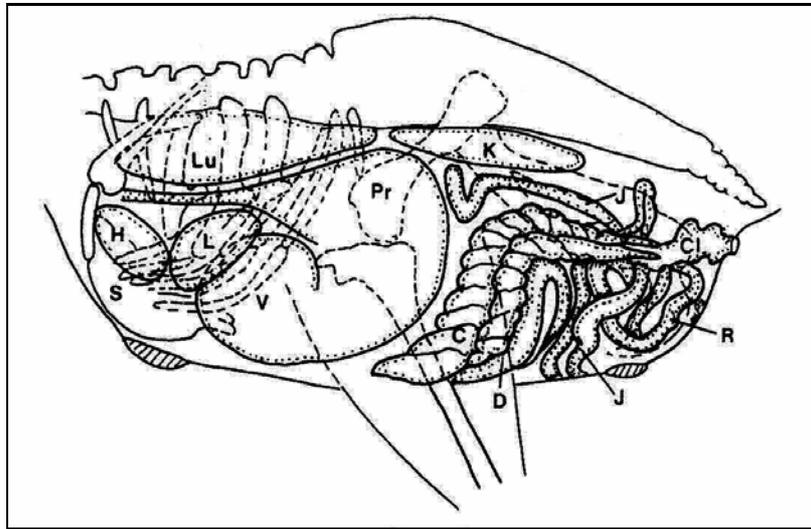
Für den operativen Eingriff wurden die Tiere nacheinander eingefangen. Hierzu wurde die gesamte Tiergruppe mit Futter angelockt und dem ausgewählten Tier wurde eine Kappe übergestülpt. Da das Tier nichts mehr sehen konnte, blieb es stehen und konnte aus der Gruppe heraus in den Behandlungsstand geführt werden. Der dreieckförmige Behandlungsstand (Abbildung 33) wurde vom Halter eigens konstruiert und bestand aus Metallgittern, die an einer Stallwand aufgehängt waren.



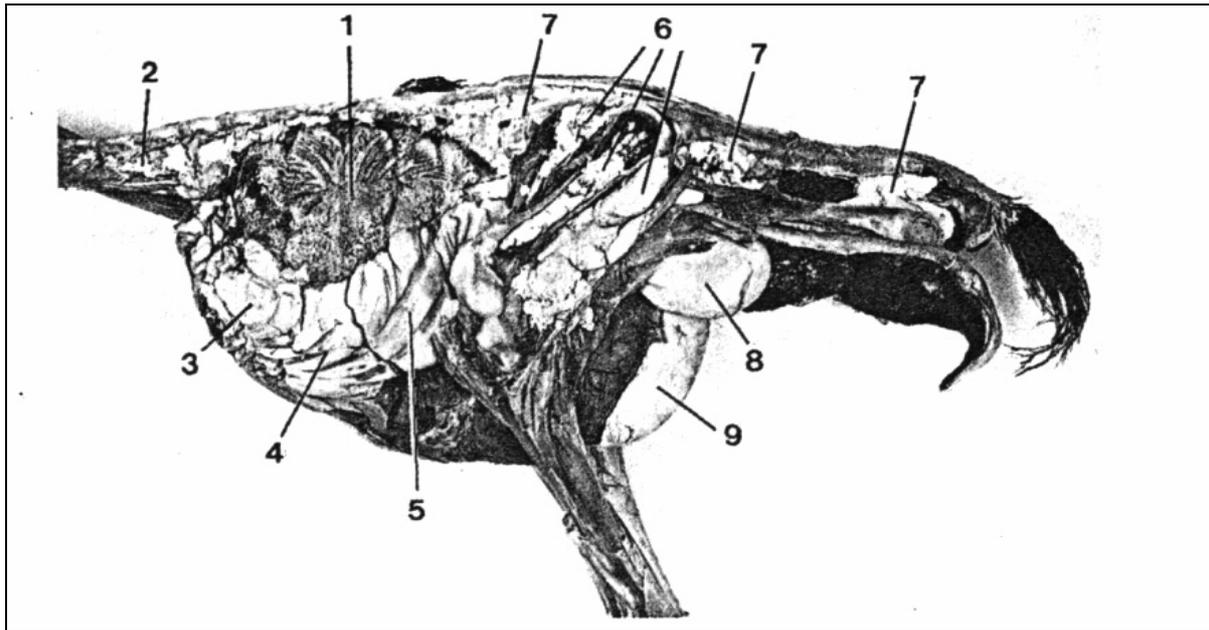
**Abbildung 33:** Behandlungsstand mit fixiertem Jungtier.

Im Behandlungsstand wurde das Tier mittels Bändern oberhalb des Rückens und unter dem Bauch so am Gitter angebunden, dass es sich weder aufbäumen, noch auf den Boden legen konnte. Für die lokale Anästhesie wurde die Schnittstelle im ventralen unbefiederten Abdominalbereich hinter dem linken Unterschenkel mit insgesamt 8 ml 2%igem Minocain (Wirkstoff: Procainhydrochlorid der Firma WDT) mehrfach umspritzt. Während der fünfminütigen Einwirkungszeit des Minocains wurde die Kloakaltemperatur mit einem digitalen Thermometer (Marke: aponorm FTF) gemessen. Danach wurde das Tier mit Markierungsspray (Horn-Tierzuchtgeräte) am Hals und mit Silber-Spray (Firma Heiland) am Rücken markiert. Als weitere Kennzeichnung diente ein farbiges Fesselmarkierungsband (Horn-Tierzuchtgeräte) aus Kunststoffgewebe mit Klettverschluss, das um das

Intertarsalgelenk gelegt wurde. Nach der Einwirkungszeit des Lokalanästhetikums wurde nach oberflächlicher Desinfektion mit Sterillium (Firma Heiland) horizontal ein etwa drei bis vier Zentimeter langer Hautschnitt durchgeführt und die Gewebeschichten wurden bis zum Peritoneum durchtrennt. Der Datenlogger zur Messung der Körperkerntemperatur wurde implantiert und am Peritoneum mit einem nicht resorbierbarem, circa 5 cm langen Faden fixiert. Die durchtrennten Gewebeschichten wurden mit drei Einzelheften (Surgicryl, synthetische resorbierbare Nadel-Fadenkombination aus reiner Polyglykolsäure der Firma smi, Nadel 26 mm) verschlossen. Der Datenlogger zur Messung der Hauttemperatur wurde links neben der Einschnittstelle unter die Haut platziert und der Hautschnitt wurde mit vier Heften aus synthetisch resorbierbarem Nahtmaterial (Surgicryl, Nadel 36 mm, der Firma smi) geschlossen. Der Datenlogger zur Messung der Körperkerntemperatur war vom Darm umgeben (Abbildung 32 und 34) und befand sich in der Nähe des abdominalen Luftsacks (Abbildung 35).



**Abbildung 34:** Linke Lateralansicht der inneren Organe eines Straußes (Lu = Lunge, H = Herz, S = Sternum, L = Leber, V = Ventriculus (Muskelmagen), Pr = Proventriculus (Drüsenmagen), K = Niere, J = Jejunum (Leerdarm, Teil des Dünndarms), D = Duodenum (Zwölffingerdarm, Teil des Dünndarms), C = Caecum (einer der beiden Blinddärme), R = Rectum (Mastdarm), Cl = Kloake, Quelle: Fowler, 1991).



**Abbildung 35:** Luftsacksystem und Lunge eines drei Monate jungen Straußes. Linke Lateralansicht eines Ausgusspräparats mit Latex (1 = Lunge, 2 = Saccus cervicalis (Halsluftsack), 3 = Saccus clavicularis (Schlüsselbeinluftsack), 4 = Saccus thoracicus cranialis (kranialer Brustluftsack), 5 = Saccus thoracicus caudalis (kaudaler Brustluftsack), 6 und 7 = Diverticula des Saccus abdominalis (Divertikel des Bauchluftsacks), 8 = Saccus abdominalis (Bauchluftsack), 9 = Diverticulum des Saccus abdominalis (Divertikel des Bauchluftsacks), Quelle: Bezuidenhout, 1999).

Auf die Wundstelle wurde Silber-Spray (Firma Heiland) zur Desinfektion aufgesprüht. Die Nummer der Datenlogger und die Kennzeichnung des Tieres wurden notiert. Die Bänder, die das Tier fixierten, wurden gelöst und das Tier wurde aus dem Behandlungsstand in seine Gruppe zurückgeführt. Dort wurde ihm die Kappe abgenommen. Während des Eingriffes verweilte die Stoffkappe auf dem Kopf des Tieres, da es so ruhiger blieb als ohne Kappe. Am 8. Dezember 2003 wurden allen sechs Tieren der Gruppe 1 und zwei Tieren der Gruppe 2 jeweils zwei Logger implantiert. Am 9. Dezember 2003 wurden den restlichen vier Tieren aus Gruppe 2 die Logger eingesetzt. Im Durchschnitt befanden sich die Tiere 25 Minuten im Behandlungsstand.

Die Tiere der Gruppe 1 hatten mit 15 Monaten Lebensalter das Schlachalter zu Beginn der Untersuchung erreicht und wurden nach Beendigung des Versuches geschlachtet, wobei die Datenlogger zurückgewonnen wurden. Da die Jungtiere der Gruppe 2 bei Versuchsende noch nicht schlachtreif waren, mussten die Datenlogger in einem zweiten operativen Eingriff entfernt werden. Dies geschah am 15. März 2004 bei vier Jungtieren und am 28. April 2004 bei den verbleibenden zwei Jungtieren. Die Vorgehensweise der Loggerentnahme entsprach dabei der der Implantation.

Bei den älteren Jungtieren (Gruppe 1) zeigte sich vor Beginn der Untersuchung das adulte Federkleid schon in Ansätzen, so dass zwischen Hahn (schwarzes Gefieder) und Henne (graues Gefieder) unterschieden werden konnte. Da heranwachsende Hähne zu Revierkämpfen neigen, werden sie als erste Tiere aus einer Gruppe geschlachtet. Aus diesem Grund waren alle Versuchstiere der Gruppe 1 Hähne. Die Versuchstiere in Gruppe 2 hingegen trugen alle noch ihr einheitliches Jungtiergefieder, welches keine Rückschlüsse auf das Geschlecht zuließ. Für eine Geschlechtsbestimmung anhand der Genitalien bedarf es einiger Erfahrungen bei Straußen und bei unsachgemäßem Umgang kann es zum Kloakenvorfall nach der Untersuchung kommen (Huchzermeyer, 1998). Auf Grund der fehlenden Erfahrung wurde auf eine Bestimmung des Geschlechts der Jungtiere verzichtet, zumal keine Unterschiede in der Körperkerntemperatur zwischen männlichen und weiblichen Jungtieren zu erwarten waren.

#### **5.2.4 Messung der Kloakaltemperatur**

Bei allen Tieren wurde die Kloakaltemperatur zum ersten Mal bei der Implantation der Datenlogger am 8. bzw. 9. Dezember 2003 gemessen. Die Messung erfolgte während der Einwirkungszeit des Lokalanästhetikums. Danach wurden die Kloakaldaten einzelner Tiere während der Fütterung an acht weiteren Tagen aufgenommen. Die Messung erfolgte mit einem digitalen Thermometer mit flexibler Spitze (Marke: aponorm FTF), das ca. 7 cm in die Kloake eingeführt wurde. Die Temperaturmessung wurde bewusst während der Fütterung durchgeführt, da die Vögel durch die Futteraufnahme so stark abgelenkt waren, dass die Messung der Kloakaltemperatur ohne Schwierigkeiten erfolgen konnte.

#### **5.2.5 Außen- und Stallklima**

Durch die mobile Wetterstation (Agrarwetterstation DALOS 535-WA der Firma F&C GmbH, Gülzow) wurden die Temperatur, die relative Luftfeuchtigkeit, die Niederschlagsmenge, die Windgeschwindigkeit und die Globalstrahlung in einstündigen Intervallen vor Ort aufgezeichnet. Bei den Niederschlägen wurden die Stundensummen, bei den anderen Merkmalen die arithmetischen Mittelwerte aus der jeweils vorhergehenden Stunde registriert. Die Einzelheiten zur Wetterstation sind dem Kapitel 3.2.4, Erfassung der Klimadaten zu entnehmen. Durch Austausch des Speicherchips konnte die Speicherkapazität der Memory-Card von bisher 28 auf 102 Tage erhöht werden.

Im Stall wurden die Temperatur und die relative Luftfeuchtigkeit ebenfalls in einstündigen Intervallen von insgesamt drei elektronischen Thermohygrografen (ALMEMO 2290-4 V5, Firma AHLBORN Mess- und Regelungstechnik GmbH) erfasst, die an verschiedenen Orten im Stall in einer Höhe von 1,2 m angebracht waren (Abbildung 30). Da die Unterschiede in den Aufzeichnungen der einzelnen Datenlogger sehr gering waren (Mittelwert = 1,0 °C, Minimum = 0 °C, Maximum = 5,6 °C), wurden die Daten der drei Geräte gemittelt.

## 5.2.6 Statistische Datenauswertung

Die Implantation der Datenlogger erfolgte am 8. und 9. Dezember 2003. Um mögliche Auswirkungen der Operation auf die Körperkerntemperatur entgegenzuwirken und um einen einheitlichen Datensatz für alle zwölf Jungtiere zu erhalten, flossen die Temperaturdaten erst ab dem 10. Dezember 2003 in die Datenauswertung ein. Die statistische Auswertung umfasste somit einen Beobachtungszeitraum von 84 Beobachtungstagen bzw. 2001 Beobachtungsstunden (10. Dezember 2003, 9:00 Uhr, bis 2. März 2004, 17:00 Uhr). Ein Beobachtungstag erstreckte sich jeweils von 8:00 Uhr bis um 8:00 Uhr des Folgetages und wurde in eine Tagesphase von 9:00 Uhr bis 18:00 Uhr und eine Nachtphase von 19:00 Uhr bis 8:00 Uhr des folgenden Tages aufgeteilt. Das Signifikanzniveau wurde bei  $p < 0,05$  festgelegt.

### 5.2.6.1 Klassenbildung der Klimamerkmale

Um die Auswirkungen der Wettermerkmale auf die Haut- und Körperkerntemperatur der Tiere zu testen, wurden die Wettermerkmale für die statistische Analyse in jeweils drei Klassen unterteilt (Tabelle 22). Die Klassenaufteilung wurde für jedes Merkmal auf Grund der arithmetischen Mittelwerte und der Standardabweichungen aller ausgewerteten Tages- und Nachtperioden berechnet.

Es ergab sich die folgende Klassifizierung:

Klasse -1: Werte  $\leq$  Mittelwert – Standardabweichung (niedrigste Werte)

Klasse 0: Werte im Bereich Mittelwert  $\pm$  Standardabweichung (durchschnittliche Werte)

Klasse +1: Werte  $\geq$  Mittelwert + Standardabweichung (höchste Werte)

Da die Verteilung der Niederschlagsmenge und Globalstrahlung wegen des häufigen Auftretens der Untergrenze 0 nicht symmetrisch war, wurde bei diesen Merkmalen nur die Klassen 0 und +1 gebildet.

**Tabelle 22:** Arithmetische Mittelwerte ( $\bar{x}$ ) und Anzahl der Werte ( $n$ ) in den für die statistische Auswertung gebildeten Klassen.

Merkmal	Klasseneinteilung					
	-1		0		1	
	n	$\bar{x}$	n	$\bar{x}$	n	$\bar{x}$
Außentemperatur in °C	45	-3,2	215	2,2	37	10,0
relative Luftfeuchtigkeit in %	39	68,0	201	87,0	57	97,0
Globalstrahlung in W/m <sup>2</sup>		-	253	2,0	44	15,0
Niederschlag in mm		-	261	0,4	36	0,5
Windgeschwindigkeit in m/s	52	0,4	201	2,3	44	5,1
Temperatur in °C im Stall	42	0,0	218	4,3	37	10,7
relative Luftfeuchtigkeit in % im Stall	42	78,0	223	94,0	32	100,0

### 5.2.6.2 Einfluss der Klimaelemente während der Offenstallhaltung

Für die Zeit vom 10. Januar 2004 bis zum 2. März 2004, in der sowohl die sechs Monate jungen als auch die 15 Monate alten Strauße freien Zugang zum Stall hatten (Offenstallhaltung), wurden die möglichen Effekte der Außenklimawerte auf die Haut- und Körperkerntemperatur dieser Vögel getestet. Fixe Effekte waren die Klassen der Wettermerkmale (-1, 0, +1), die Altersklasse der Tiere (6, 15 Monate) sowie die Tageszeitklasse (Tag, Nacht).

In einem ersten Modell wurden zunächst alle fixen Effekte (Tieralter, Tageszeit, Temperatur, relative Luftfeuchtigkeit, Windgeschwindigkeit, Globalstrahlung) und ihre zweifachen Wechselwirkungen berücksichtigt, wobei die Tiere innerhalb der Altersgruppen der zufällige Effekt waren. Für ein zweites Modell wurde das erste Modell auf solche fixen Effekte reduziert, die im ersten Modell für beide Merkmale (Haut- und Körperkerntemperatur) bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von  $p < 0,05$  statistisch signifikant waren. Die fixen Effekte des zweiten Modells waren die Tageszeit, Temperatur, Windgeschwindigkeit sowie die Interaktionen zwischen Alter und Tageszeit, Alter und Niederschlag, Alter und Windgeschwindigkeit, Tageszeit und Temperatur, Temperatur und relativer Luftfeuchtigkeit, Temperatur und Globalstrahlung, relativer Luftfeuchtigkeit und Windgeschwindigkeit sowie Globalstrahlung und Windgeschwindigkeit. Die Tiere innerhalb der beiden Altersklassen wurden als zufälliger Effekt aufgenommen.

### 5.2.6.3 Vergleich zwischen nächtlicher Weide- und Offenstallhaltung

Vom 21. Januar 2004, 9:00 Uhr, bis zum 23. Januar 2004, 8:00 Uhr, wurden sechs 15 Monate alte Strauße während der Nachtstunden (17:00 bis 8:00 Uhr) aus dem Stall ausgesperrt (Weidehaltung). Um die Reaktionen der Strauße auf diese Versuchstage zu analysieren, wurden die Haut- und Körperkerntemperaturen an diesen beiden Tagen mit denen von jeweils drei Tagen verglichen, an denen während der Nachtstunden vergleichbare Außentemperaturen herrschten, die Tiere nachts aber den Stall aufsuchen konnten (Offenstallhaltung).

Um die Folgeeffekte der kalten Nächte auf die Haut- und Körperkerntemperaturen der folgenden Tage untersuchen zu können, wurde hier für die statistische Analyse am Beobachtungstag um 17:00 Uhr begonnen und nicht um 9:00 Uhr wie bei den anderen Analysen. Auch hier erfolgte die statistische Auswertung über multiple Korrelationen, bei der als Effekte die Art der Haltung (Weide- oder Offenstallhaltung), die Kälteklasse (Nächte mit  $-5\text{ °C}/0\text{ °C}$ ), die Tageszeit, die Beobachtungsstunde sowie die Interaktionen zwischen Haltung und Kälteklasse, Haltung und Tageszeit, Haltung und Beobachtungsstunde, Kälteklasse und Tageszeit, Kälteklasse und Beobachtungsstunde, Haltung und Kälteklasse mit Tageszeit, Haltung und Kälteklasse mit Beobachtungsstunde eingingen. Zufällige Effekte waren die Tiere und die Wechselwirkungen zwischen Tieren und Kälteklasse, Tiere und Tageszeit sowie die Interaktion zwischen Beobachtungstag und Kälteklasse.

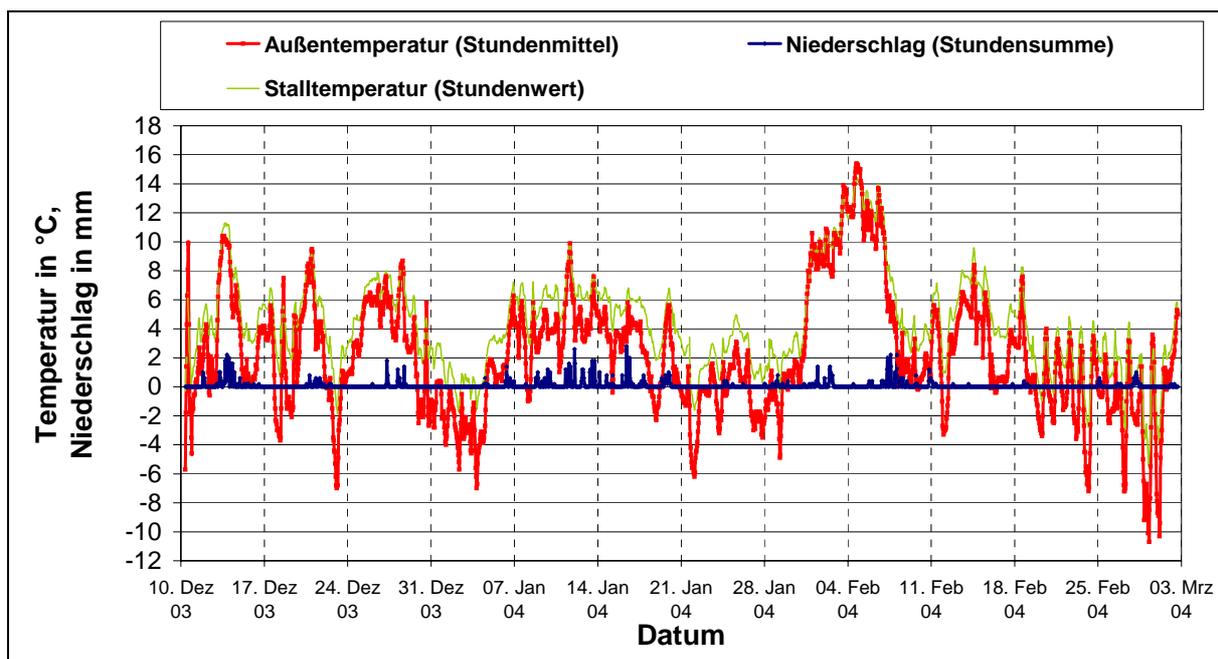
#### **5.2.6.4 Messung der Kloakaltemperatur**

An einigen Tagen wurde bei einzelnen Tieren parallel zur Messung der Haut- und Körperkerntemperatur zusätzlich die Kloakaltemperatur mit einem digitalen Thermometer gemessen. Der Zusammenhang zwischen der Kloakal- und Hauttemperatur und der Kloakal- und der Körperkerntemperatur wurde mit der Korrelation nach Pearson berechnet und getestet.

## 5.3 Ergebnisse

### 5.3.1 Außen- und Stallklima

Im Allgemeinen entsprachen die Witterungsverhältnisse während der 84 Beobachtungstage (10. Dezember 2003 bis 2. März 2004) einem für diese Region üblichen Winter. Die durchschnittliche Außentemperatur betrug  $2,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ , wobei erhebliche Schwankungen auftraten (Abbildung 36 bzw. Tabelle 23). Die tiefste Temperatur wurde mit  $-10,7\text{ }^{\circ}\text{C}$  und die höchste mit  $15,4\text{ }^{\circ}\text{C}$  gemessen. Die relative Luftfeuchtigkeit lag im Mittel bei  $87,0\text{ }%$  und variierte zwischen  $48,1\text{ }%$  und  $100\text{ }%$ . Die durchschnittliche Globalstrahlung war mit  $3,7\text{ W/m}^2$  sowie die Maximalstrahlung mit  $34,3\text{ W/m}^2$  jeweils sehr niedrig. Während des Beobachtungszeitraumes fielen insgesamt  $169,8\text{ mm}$  Niederschlag (Dezember 2003:  $43,4\text{ mm}$ ; Januar 2004:  $77,2\text{ mm}$ ; Februar 2004:  $48,6\text{ mm}$ ). Dabei waren die gemittelte Niederschlagsmenge mit  $0,1\text{ mm}$ , die maximale Stundensumme mit  $2,8\text{ mm}$  und die höchste Tagessumme mit  $12,2\text{ mm}$  sehr gering. Als Niederschlag kamen Regen und Schnee vor. Der erste Schnee fiel am 28. Januar 2004 (circa  $2\text{ cm}$ ) und am Folgetag erreichte die Schneedecke eine Höhe von circa  $10\text{ cm}$ , die den Boden bis zum 31. Januar 2004 bedeckte. Nach Tauwetter erfolgte dann am 29. Februar 2004 ein weiteres leichtes Schneetreiben, das eine Schneehöhe von lediglich  $2\text{ cm}$  erreichte. Die durchschnittliche Windgeschwindigkeit von  $2,4\text{ m/s}$  entsprach einer leichten Brise und die maximale Windgeschwindigkeit ist mit  $8,8\text{ m/s}$  als frischer Wind einzustufen. Durchschnittlich war die Lufttemperatur im Stall mit einem Wert von  $4,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  fast doppelt so hoch wie die mittlere Außentemperatur. Die Variation der Stalltemperatur ( $-5,4\text{ }^{\circ}\text{C}$  bis  $14,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) war im Allgemeinen deutlich niedriger als die der Außenwerte, allerdings wurden auch im Offenstall Minusgrade registriert. Die durchschnittliche relative Luftfeuchtigkeit war im Stall mit  $92,4\text{ }%$  etwas höher als außerhalb des Stalles. Der Minimalwert ( $49,8\text{ }%$ ) und der Maximalwert ( $100\text{ }%$ ) lagen im Bereich der Außenklimawerte.



**Abbildung 36:** Stundenmittel der Außen- und Stalltemperatur sowie die Stundensumme des Niederschlages während der Untersuchungszeit.

**Tabelle 23:** Arithmetischer Mittelwert (x), Standardabweichung (SD), Minimal- und Maximalwerte (Min, Max) der Klimaelemente (außerhalb und im Stall) aufgeteilt nach dem Tialter, der Haltungsart und der Tagesphase.

		Gesamt	6 Monate alte Jungtiere			15 Monate alte Jungtiere		
			Tag offen	Nacht offen	Nacht Stall	Tag offen	Nacht offen	Nacht Weide
Merkmal	Anzahl Tage	84	52	52	31	84	81	2
Außentemperatur in °C	x	2,3	3,2	1,7	1,6	3,1	1,8	-2,6
	SD	4,2	3,9	4,8	3,6	3,7	4,4	2,5
	Min	-10,7	-7,7	-10,7	-7,0	-7,7	-10,7	-6,2
	Max	15,4	15,4	15,3	10,1	15,4	15,3	-0,1
relative Luftfeuchtigkeit in %	x	87,0	81,8	88,2	91,0	83,8	89,3	86,4
	SD	10,7	12,1	10,5	6,7	11,5	9,4	9,3
	Min	48,1	50,7	48,3	71,2	48,1	48,3	75,0
	Max	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,3
Globalstrahlung in W/m <sup>2</sup>	x	3,7	2,5	2,8	5,5	3,6	3,9	0,0
	SD	6,3	4,9	4,7	7,9	6,4	6,3	0,0
	Min	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Max	34,3	23,0	19,4	31,8	34,3	31,8	0,0
Niederschlag in mm	x	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0
	SD	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3	0,0
	Min	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Max	2,8	2,8	2,6	2,2	2,8	2,6	0,0
Windgeschwindigkeit in m/s	x	2,4	2,7	2,3	2,1	2,6	2,2	0,8
	SD	1,7	1,6	1,9	1,4	1,6	1,8	0,8
	Min	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Max	8,8	8,0	8,8	6,1	8,4	8,8	2,3
Temperatur in °C im Stall	x	4,5	5,1	4,0	4,1	5,0	4,1	0,3
	SD	3,3	3,3	3,8	2,7	3,0	3,4	1,2
	Min	-5,4	-3,7	-5,4	-1,8	-3,7	-5,4	-1,6
	Max	14,4	14,4	14,4	11,3	14,4	14,4	1,7
relative Luftfeuchtigkeit in % im Stall	x	92,4	89,2	92,6	94,9	90,9	93,6	88,8
	SD	7,3	8,8	7,1	4,4	8,2	6,4	2,6
	Min	49,8	62,1	64,2	79,9	49,8	64,2	85,9
	Max	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	93,2

Die Aufteilung der Untersuchungstage in Tag- und Nachtphasen zeigte, dass die durchschnittliche Außentemperatur nachts rund 1,5 °C kälter als am Tag war (Tabelle 23).

Während sich die Minimaltemperaturwerte zwischen den Tag- und Nachtstunden um etwa 3 °C unterschieden, waren die Maximalwerte fast identisch. In den beiden Nächten, in denen die 15 Monate alten Jungtiere auf die Weide ausgesperrt wurden, betrug die Außentemperatur im Durchschnitt -2,6 °C. Die Differenz zwischen dem Minimal- und Maximalwert der Außentemperatur betrug in diesen beiden Nächten lediglich 6,1 °C, wobei in den restlichen Nächten bedeutend größere Differenzen von bis zu 26 °C vorkamen. Die durchschnittliche Luftfeuchtigkeit war sehr hoch und wies nur geringe Unterschiede zwischen den Nacht- (rund 89 %) und den Tageswerten (rund 83 %) auf. Die Globalstrahlung ist die Maßeinheit für die Sonnenstrahlung und nimmt daher nachts den Wert Null an.

Sowohl die durchschnittliche Niederschlagsmenge von 0,1 mm als auch die maximalen durchschnittlichen Niederschlagswerte von 2,8 mm waren äußerst gering und unterschieden sich in den einzelnen Tagesabschnitten kaum. Allerdings zeigten sich leichte Unterschiede bei den täglichen Niederschlagssummen. So wurden während der zehn Stunden des Tages lediglich 7,8 mm Niederschlag gemessen, wohingegen in den 14 Stunden der Nacht eine maximale Niederschlagsmenge von 12,2 mm erreicht wurde.

Die Mittelwerte der Windgeschwindigkeit lassen erkennen, dass sowohl in den Nächten (2,2 m/s) als auch am Tage (2,6 m/s) eine leichte Brise wehte, die sich in beiden Tagesabschnitten maximal zum frischen Wind (8,8 m/s) verstärkte.

Im Durchschnitt war die Temperatur im offenen Stall rund 2 °C höher als draußen. Auch im Stall wurden sowohl tagsüber (-3,7 °C) als auch nachts (-5,4 °C) Minustemperaturen erreicht, die jedoch wesentlich geringer als außerhalb des Stalles ausfielen (Tag: -7,7 °C; Nacht: -10,7 °C). Die durchschnittliche Luftfeuchtigkeit im Stall war mit rund 92 % etwas höher als die Luftfeuchtigkeit im Außenbereich (rund 87 %). Nachts stiegen die Durchschnittswerte geringfügig an.

### 5.3.2 Körperkern- und Hauttemperatur

Die durchschnittliche Körperkerntemperatur betrug 37,8 °C, wobei die Durchschnittswerte der neun untersuchten Tiere zwischen 37,3 °C und 38,3 °C variierten (Tabelle 24). Nur Tier 1 hatte eine wesentlich geringere durchschnittliche Körperkerntemperatur (36,7 °C). Im Laufe der Untersuchungszeit schwankte die Körperkerntemperatur bei den einzelnen Tieren unterschiedlich stark, was an den Minimal- und Maximaltemperaturwerten abzulesen ist. Die kleinste Variation trat bei den Tieren 2, 3 und 6 mit 3,5 °C auf und die größte bei Tier 10 mit 12,6 °C. Die tiefste Körperkerntemperatur von 26,9 °C wurde bei Tier 10 gemessen, die höchste Temperatur (39,7 °C) wurde bei den Tieren 7 und 9 registriert.

Die Hauttemperatur lag im Schnitt etwa 0,4 bis 2,1 °C tiefer als die Körperkerntemperatur (Tabelle 24). Die mittlere Hauttemperatur betrug 36,8 °C, wobei die Werte der zwölf Untersuchungstiere zwischen 35,7 °C und 38,0 °C schwankten. Ebenso wie die Körperkerntemperatur zeigte auch die Hauttemperatur unterschiedlich hohe Variationen zwischen den Individuen im Verlauf der Untersuchung. Dabei betrug die kleinste Temperaturdifferenz 5,4 °C und die größte 20,5 °C. Die niedrigste Hauttemperatur wies Tier 10 mit 18,4 °C auf, die höchste Hauttemperatur wurde mit 39,9 °C bei Tier 12 gemessen.

**Tabelle 24:** Arithmetischer Mittelwert, Standardabweichung, Minimal- und Maximalwerte (Min, Max) der Körperkern (KT)- und Hauttemperatur (HT) des gesamten Untersuchungszeitraums (Tier 1 bis 6 = 15 Monate alte Jungtiere, Tier 7 bis 12 = 6 Monate alte Strauße).

Tier	Mittelwert			Standardabweichung		Min	Max	Differenz	Min	Max	Differenz
	KT [°C]	HT [°C]	Differenz [°C]	KT [°C]	HT [°C]	KT [°C]	KT [°C]		HT [°C]	HT [°C]	
Tier 1	36,7	36,0	0,7	0,9	1,1	29,6	38,6	9,0	24,5	38,3	13,8
Tier 2	38,0	36,7	1,3	0,3	1,0	35,7	39,2	3,5	26,7	38,5	11,8
Tier 3	38,1	37,1	1,0	0,6	0,9	36,1	39,6	3,5	31,2	39,2	8,0
Tier 4	37,8	35,7	2,1	0,6	1,4	33,5	39,3	5,8	25,2	38,6	13,4
Tier 5	37,5	37,1	0,4	0,6	0,8	33,7	39,0	5,3	30,3	38,7	8,4
Tier 6	38,1	36,9	1,2	0,4	1,0	35,8	39,3	3,5	31,7	38,8	7,1
<b>Tier 1-6</b>	<b>37,7</b>	<b>36,6</b>	<b>1,1</b>	<b>0,8</b>	<b>1,2</b>	<b>29,6</b>	<b>39,6</b>	<b>10,0</b>	<b>24,5</b>	<b>39,2</b>	<b>14,7</b>
Tier 7	38,3	37,6	0,7	0,5	0,7	35,8	39,7	3,9	34,1	39,5	5,4
Tier 8	-	38,0	-	-	0,6	-	-	-	28,0	39,5	11,5
Tier 9	38,2	37,3	0,9	0,6	1,4	34,3	39,7	5,4	25,4	39,6	14,2
Tier 10	37,3	36,3	1,0	1,0	1,5	26,9	39,5	12,6	18,4	38,9	20,5
Tier 11	-	36,5	-	-	1,4	-	-	-	25,2	39,5	14,3
Tier 12	-	36,5	-	-	1,6	-	-	-	22,2	39,9	17,7
<b>Tier 7-12</b>	<b>37,9</b>	<b>37,0</b>	<b>0,9</b>	<b>0,9</b>	<b>1,4</b>	<b>26,9</b>	<b>39,7</b>	<b>12,8</b>	<b>18,4</b>	<b>39,9</b>	<b>21,5</b>

### 5.3.3 Vergleich von Körperkern- und Hauttemperatur zwischen den Tagesphasen

Im Folgenden werden Körperkern- und Hauttemperatur des Tages mit denen der Nacht (19:00 bis 8:00 Uhr) verglichen. Wie aus Tabelle 25 zu erkennen ist, waren die Durchschnittswerte der Körperkerntemperatur während der Offenstallhaltung nachts und tagsüber bei den 15 Monate alten Straußen identisch (37,7 °C). Bei den sechs Monate alten Jungtieren hingegen lag die Körperkerntemperatur in der Nacht mit 37,9 °C um 0,3 °C höher als am Tag (37,6 °C). Ein leichter Anstieg der Körperkerntemperatur (38,3 °C) wurde in den 31 Nächten verzeichnet, in denen die sechs Monate alten Jungvögel im Stall eingeschlossen waren. Auch zeigte der Minimalwert der Körperkerntemperatur bei den im Stall eingeschlossenen Tieren einen höheren Wert (36,4 °C) als in den übrigen Nächten (33,0 °C). Bei den 15 Monate alten Straußen war die mittlere Körperkerntemperatur in den beiden Nächten, in denen die Tiere auf die Weide ausgesperrt wurden, um 0,7 °C niedriger als in den übrigen 81 Nächten. Insgesamt erwies sich die durchschnittliche Körperkerntemperatur bei den sechs Monate alten Straußen tagsüber um 0,1 °C geringer und nachts um 0,2 °C höher als bei den 15 Monate alten Artgenossen.

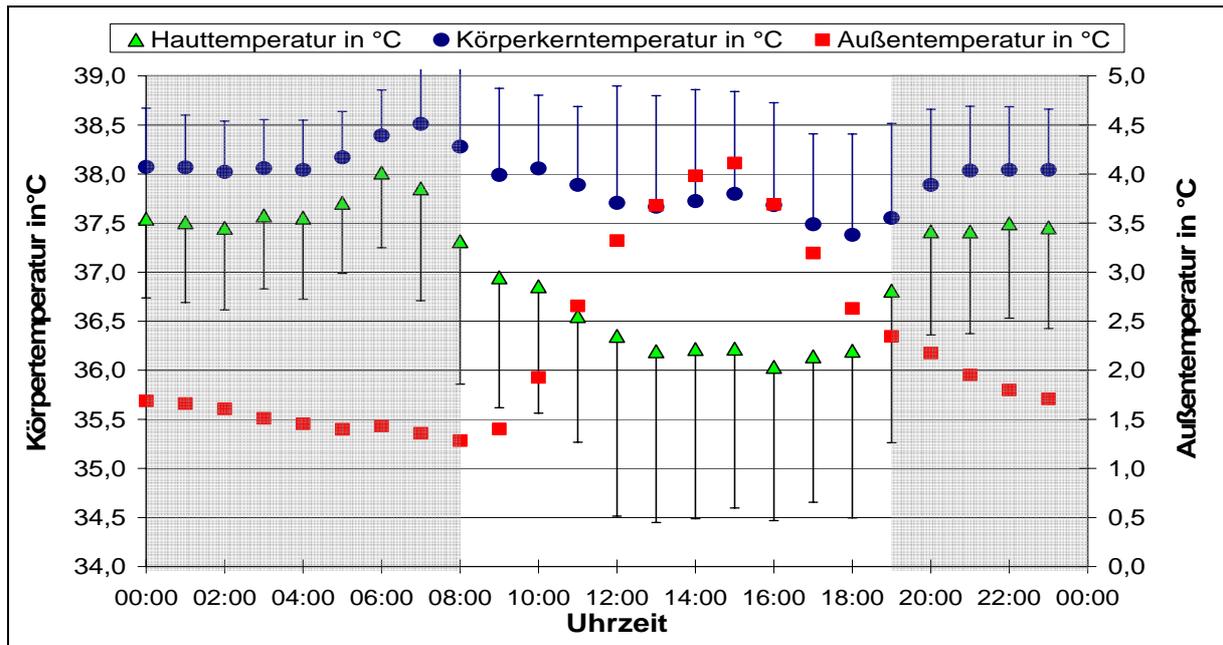
Die durchschnittliche Hauttemperatur war bei den 15 Monate alten Straußen nachts mit 36,9 °C um 0,6 °C höher als tagsüber (36,3 °C). Nur während der beiden Nächten, in denen die Vögel auf der Weide übernachteten, wurden geringere Durchschnittswerte (35,1 °C) als am Tage errechnet. Bei den sechs Monate alten Jungtieren wichen die Durchschnittswerte zwischen Nacht (37,4 °C) und Tag (36,1 °C) wesentlich stärker ab. Die höchste Differenz von 1,7 °C wurde zwischen den Mittelwerten der Hauttemperatur der nachts eingeschlossenen Tiere (37,8 °C) und den Tageswerten (36,1 °C) verzeichnet. Die Unterschiede in der Hauttemperatur zwischen den Altersstufen waren insbesondere während der Nachtstunden ausgeprägt. Hier hatten die sechs Monate alten Tiere eine um etwa 0,5 °C höhere Hauttemperatur als die um neun Monate ältere Artgenossen. Im Gegensatz hierzu lag tagsüber die durchschnittliche Hauttemperatur der sechs Monate alten Jungtiere um 0,2 °C niedriger als die Hauttemperatur der bereits älteren Strauße.

**Tabelle 25:** Haut- und Körperkerntemperatur während der Beobachtungstage (arithmetischer Mittelwert ( $\bar{x}$ ), Standardabweichung (SD), Minimal- und Maximalwert des Merkmals (Min und Max)).

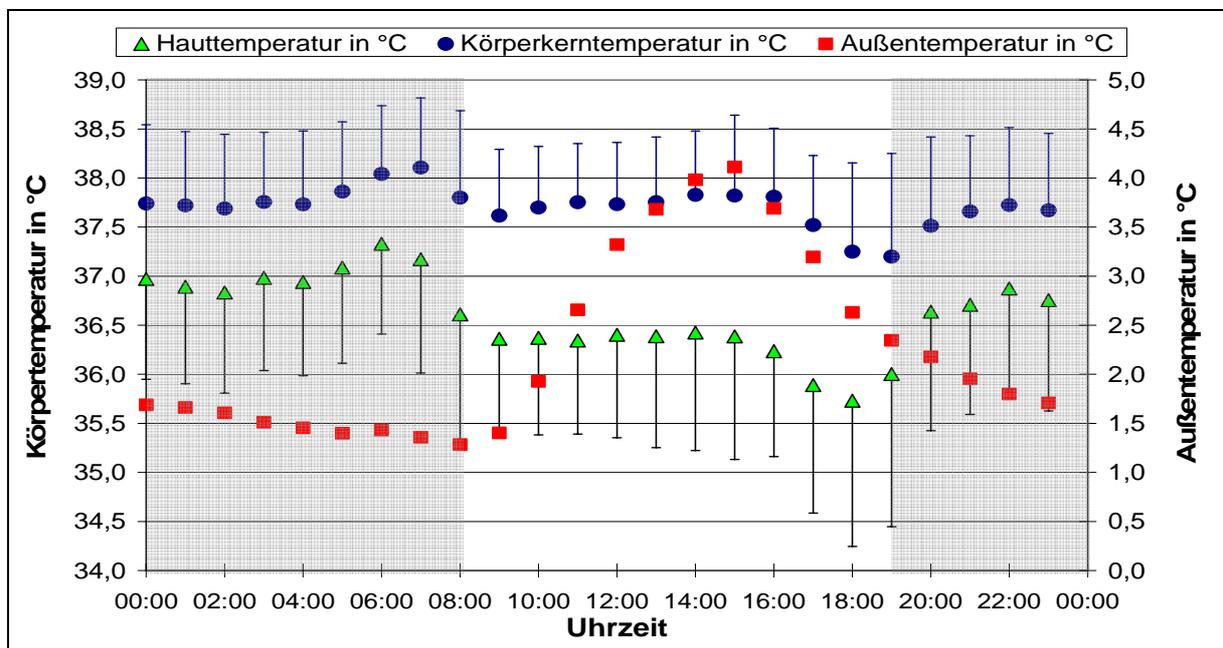
		6 Monate alte Jungtiere			15 Monate alte Strauße		
		Tag offen	Nacht offen	Nacht Stall	Tag offen	Nacht offen	Nacht Weide
<b>Merkmal</b>	<b>Anzahl Tage</b>	52	52	31	84	81	2
	<b>Anzahl Tiere</b>	3	3	3	6	6	6
<b>Körperkern- temperatur [°C]</b>	<b>x</b>	<b>37,6</b>	<b>37,9</b>	<b>38,3</b>	<b>37,7</b>	<b>37,7</b>	<b>37,0</b>
	<b>SD</b>	1,0	0,7	0,5	0,7	0,8	1,1
	<b>Min</b>	33,4	33,0	36,4	29,6	30,2	32,2
	<b>Max</b>	39,6	39,6	39,7	39,5	39,6	38,6
	<b>Anzahl Tiere</b>	6	6	6	6	6	6
<b>Haut- temperatur [°C]</b>	<b>x</b>	<b>36,1</b>	<b>37,4</b>	<b>37,8</b>	<b>36,3</b>	<b>36,9</b>	<b>35,1</b>
	<b>SD</b>	1,6	1,1	0,9	1,2	1,1	1,9
	<b>Min</b>	25,2	25,4	33,0	24,5	28,9	29,4
	<b>Max</b>	39,5	39,6	39,9	38,7	39,2	38,4

### 5.3.4 Tagesrhythmik

Die Unterschiede zwischen der Haut- und der Körperkerntemperatur sind auch im Tagesverlauf zu erkennen (Abbildung 37 und 38). Beide Temperaturkurven verlaufen ziemlich parallel, was durch einen hohen Korrelationskoeffizienten von  $r = 0,8$  ( $p < 0,01$ ) bestätigt wird. Der Tagesverlauf der Körperkerntemperatur weist ein Maximum bei beiden Altersstufen in den Morgenstunden gegen 7:00 Uhr auf. Die tiefsten Werte wurden am Abend gegen 18:00 Uhr bei den sechs Monate alten Tieren und gegen 19:00 Uhr bei den älteren Straußen aufgezeichnet. Bei den sechs Monate alten Straußen lag die durchschnittliche Körperkerntemperatur in den Nachtstunden leicht höher als am Tage, was für tagaktive Tiere sehr ungewöhnlich ist.



**Abbildung 37:** Tagesverlauf der Haut- und Körperkerntemperatur der sechs Monate alten Strauße sowie der Außentemperatur in der Zeit vom 10. Dezember 2003 bis 2. März 2004 (Mittelwert und Standardabweichung. Zwecks Übersichtlichkeit wurde die Standardabweichung nur in einer Richtung eingezeichnet). Die Körperkerntemperatur wurde bei drei und die Hauttemperatur bei allen sechs Tieren erfasst. Sonnenaufgang war zwischen 7:30 - 8:30 Uhr, Sonnenuntergang zwischen 16:30 - 18:00 Uhr. Die Nachtstunden sind grau markiert.



**Abbildung 38:** Tagesverlauf der Haut- und Körperkerntemperatur der 15 Monate alten Strauße sowie der Außentemperatur in der Zeit vom 10. Dezember 2003 bis 2. März 2004 (Mittelwert und Standardabweichung. Zwecks Übersichtlichkeit wurde die Standardabweichung nur in einer Richtung eingezeichnet). Die Haut- und Körperkerntemperatur wurde bei allen sechs Tieren erfasst. Sonnenaufgang war zwischen 7:30 - 8:30 Uhr, Sonnenuntergang zwischen 16:30 - 18:00 Uhr. Die Nachtstunden sind grau markiert.

### 5.3.5 Einfluss der Klimaelemente während der Offenstallhaltung

Bei der Offenstallhaltung hatten, mit Ausnahme der Interaktion zwischen Außentemperatur und Globalstrahlung, alle im Modell aufgenommenen fixen Effekte und deren Wechselwirkungen einen statistisch signifikanten Einfluss auf die Körperkerntemperatur (Tabelle 26). Dabei wirkten sich die Windgeschwindigkeit und die Wechselwirkungen zwischen Alter und Tageszeit sowie zwischen relativer Luftfeuchtigkeit und Windgeschwindigkeit am stärksten auf die Körpertemperatur aus.

**Tabelle 26:** Ergebnisse der Varianzanalyse fixer Effekte bezüglich der Klimaelemente auf die Körperkerntemperatur bei sechs und 15 Monate alten Straußen (p = Irrtumswahrscheinlichkeit).

Fixe Effekte	F-Wert	p
Windgeschwindigkeit	9,1	< 0,001
Alter*Tageszeit	27,2	< 0,001
Luftfeuchte*Windgeschwindigkeit	5,7	< 0,001
Tageszeit	11,3	0,001
Temperatur	5,8	0,003
Tageszeit*Temperatur	5,8	0,003
Alter*Niederschlag	4,4	0,012
Globalstrahlung*Windgeschwindigkeit	4,34	0,013
Temperatur*Luftfeuchte	3,2	0,013
Alter*Windgeschwindigkeit	4,0	0,019
Temperatur*Globalstrahlung	2,18	0,113

Das Ausmaß dieser Effekte lässt sich durch Betrachtung der Mittelwerte abschätzen (Tabelle 38 im Anhang). Obwohl statistisch signifikant, fallen die Unterschiede zwischen den Mittelwerten zumeist geringer aus als die jeweiligen Standardfehler. Dies bedeutet, dass die Unterschiede innerhalb und zwischen den Tieren meist größer waren als die durch die berücksichtigten Effekte verursachten Unterschiede.

Während sich am Tag kein Unterschied in der Körperkerntemperatur zwischen der jüngeren und der älteren Straußengruppe abzeichnete, lag die Körperkerntemperatur der jüngeren Strauße nachts um 0,3 °C über dem Wert der älteren Tiere. Mit zunehmender Außentemperatur stieg die durchschnittliche Körperkerntemperatur tagsüber um 0,5°C und nachts um 0,4°C an. Bei mittleren und höheren Außentemperaturen stieg die Körperkerntemperatur mit zunehmender Globalstrahlung um maximal 0,3°C leicht an.

Bei den 15 Monate alten Straußen war die Körperkerntemperatur an Tagen mit geringen Windgeschwindigkeiten mit 0,3°C leicht höher als an windigen Tagen. Hingegen wurde der niedrigste Temperaturwert bei den jüngeren Straußen bei mittleren Windstärken gemessen und sowohl an windarmen als auch an windreichen Tagen stieg die Temperatur (0,4 °C bzw. 0,3 °C) an. An den Tagen mit den geringsten Windgeschwindigkeiten und der niedrigsten

Luftfeuchtigkeit war die Körperkerntemperatur im Mittel um 0,6 °C höher als an Tagen mit höherer Luftfeuchtigkeit.

Sehr geringe Auswirkungen zeigte der Niederschlag auf die Körperkerntemperatur. An niederschlagsreicheren Tagen nahm die Körperkerntemperatur bei den älteren Straußen einen um 0,1 °C geringen Wert an als an trockeneren Tagen. Bei den jüngeren Straußen war genau das Gegenteil der Fall, so dass an Tagen mit stärkerem Niederschlag eine um 0,2 °C höhere Körperkerntemperatur registriert wurde.

Alle berücksichtigten Klimaelemente und deren Wechselwirkungen zeigten mit Ausnahme der Interaktion zwischen dem Alter der Strauße und der Windgeschwindigkeit ( $p = 0,062$ ; Tabelle 27), einen signifikanten Einfluss auf die Hauttemperatur. Im Vergleich zu der Körperkerntemperatur hatten die untersuchten Faktoren auf die Hauttemperatur eine stärkere Wirkung.

**Tabelle 27:** Ergebnisse der Varianzanalyse fixer Effekte bezüglich der Klimaelemente auf die Hauttemperatur bei sechs und 15 Monate alten Straußen ( $p =$  Irrtumswahrscheinlichkeit).

Fixe Effekte	F-Wert	p
Tageszeit	175,5	< 0,001
Windgeschwindigkeit	18,7	< 0,001
Temperatur	17,5	< 0,001
Alter*Tageszeit	99,6	< 0,001
Temperatur*Globalstrahlung	8,76	<0,001
Luftfeuchte*Windgeschwindigkeit	11,61	< 0,001
Alter*Niederschlag	9,1	< 0,001
Globalstrahlung* Windgeschwindigkeit	7,84	< 0,001
Tageszeit*Temperatur	7,8	< 0,001
Temperatur*Luftfeuchte	4,6	0,001
Alter*Windgeschwindigkeit	2,8	0,062

Im Vergleich zu der Körperkerntemperatur hatten die untersuchten Faktoren auf die Hauttemperatur einen stärkeren Effekt. Die Unterschiede in der Hauttemperatur zwischen den Altersstufen waren insbesondere während der Nachtstunden ausgeprägt. Hier hatten die sechs Monate alten Tiere eine um etwa 0,7 °C höhere Hauttemperatur als die 15 Monate alten Tiere (Tabelle 39 im Anhang). Tagsüber wurde dieser Unterschied nicht gefunden. Auf die tageszeitlichen Unterschiede in der Hauttemperatur hatte ebenfalls das Alter der Tiere einen Einfluss. Während bei den sechs Monate alten Straußen in den Nachtstunden die Hauttemperatur etwa 1,1 °C höher lag als während der Tagesstunden, betrug diese Differenz bei den 15 Monate alten Tiere nur etwa 0,5 °C.

Die sechs Monate alten Tiere zeigten an den Tagen mit geringem Niederschlag um etwa 0,3 °C niedrigere Hauttemperaturen als an den Tagen mit höheren Niederschlägen, wobei

diese Differenz aber innerhalb des Standardfehlers lag. Bei den älteren Straußen wurde keine Veränderung der Hauttemperatur registriert.

Sowohl nachts als auch tagsüber nahm die Hauttemperatur mit zunehmenden Außentemperaturen zu. Nachts betrug die Differenz zwischen der Klasse mit den niedrigen und der Klasse mit den hohen Außentemperaturen etwa 1,1 °C, tagsüber etwa 1,2 °C. Bei niedrigen Windgeschwindigkeiten war bei den älteren Straußen die Hauttemperatur um 0,9 °C höher als bei mittleren und höheren Windgeschwindigkeiten. Bei den sechs Monate alten Tieren betrug die Temperaturdifferenz 0,7 °C zwischen den geringsten und den höchsten Windgeschwindigkeiten. Besonders ausgeprägt war dieser Effekt bei der Wechselwirkung mit einer niedrigen Luftfeuchte. Ebenfalls zeigte sich ein deutlicher Effekt zwischen der Hauttemperatur und der Wechselwirkung der Windgeschwindigkeit mit der Globalstrahlung. Während bei geringer Globalstrahlung die Hauttemperatur an Tagen mit niedrigen Windstärken etwa 0,5 °C höher lag als an Tagen mit höherer Windgeschwindigkeit, betrug diese Differenz bei höherer Globalstrahlung über 1 °C. Insgesamt führte eine höhere Globalstrahlung bei mittleren und höheren Außentemperaturen zu einem Anstieg der Hauttemperatur um etwa 0,5 °C.

### 5.3.6 Nächtliche Weidehaltung

Die folgenden Daten beziehen sich auf sechs 15 Monate alte Strauße, die vom 21. Januar 2004, 9:00 Uhr, bis zum 23. Januar 2004, 8:00 Uhr, während der Nachtstunden (17:00 bis 8:00 Uhr) aus dem Stall ausgesperrt wurden (nächtliche Weidehaltung). An diesen beiden Tagen herrschten vergleichsweise niedrige Außentemperaturen von durchschnittlich -2 °C mit Minimalwerten von bis zu -6,2 °C (Tabelle 28). Die relative Luftfeuchtigkeit betrug im Schnitt 81,6 % und war im Vergleich zu den anderen Tagen der gesamten Beobachtungsphase eher niedrig. Die Windgeschwindigkeit war im Mittel mit 1,0 m/s äußerst gering. Die durchschnittliche Hauttemperatur betrug 35,4 °C und variierte im Bereich von 32,6 °C bis 36,4 °C. Sie lag damit unter der Körperkerntemperatur, die ein Mittelmaß von 37,2 °C erreichten und zwischen 35,5 °C und 37,8 °C schwankte (Tabelle 28).

**Tabelle 28:** Arithmetischer Mittelwert (x), Standardabweichung (SD), Minimal- und Maximalwerte (Min, Max) der Körperkern (KT)-, der Haut (HT)- und der Außentemperatur (AT) sowie der relativen Luftfeuchtigkeit (RF) und der Windgeschwindigkeit (WS) an den beiden Versuchstagen (n = Anzahl der Messstunden).

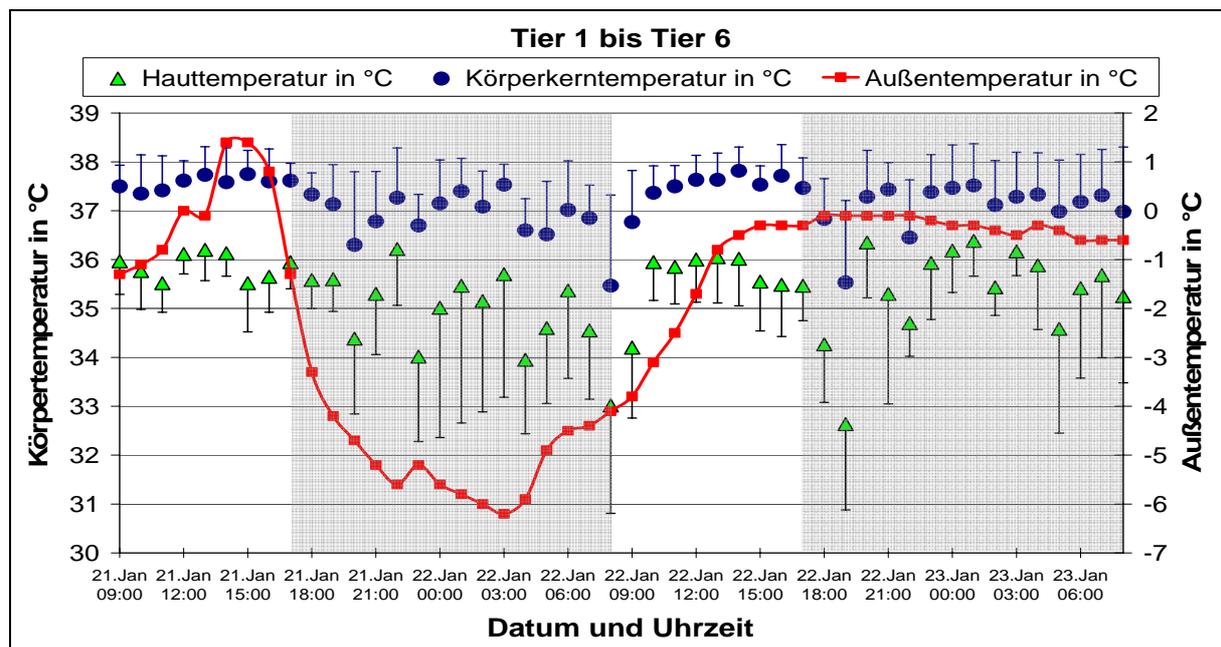
	KT in °C	HT in °C	AT in °C	RF in %	WS in m/s	n
<b>x</b>	37,2	35,4	-2,0	81,6	1,0	48
<b>SD</b>	0,5	0,8	2,3	11,7	0,7	48
<b>Min</b>	35,5	32,6	-6,2	56,6	0,0	48
<b>Max</b>	37,8	36,4	1,4	98,3	2,3	48

Die Außentemperatur hatte sowohl auf die Hauttemperatur ( $r = 0,32$ ;  $p < 0,05$ ) als auch auf die Körperkerntemperatur ( $r = 0,36$ ;  $p < 0,05$ ) einen signifikanten Einfluss. Noch bedeutender

war die Auswirkung der relativen Luftfeuchtigkeit auf die Hauttemperatur ( $r = -0,40$ ;  $p < 0,01$ ) und die Körperkerntemperatur ( $r = 0,48$ ;  $p < 0,01$ ). Im Gegensatz hierzu konnte keine auffällige Beziehung mit der Windgeschwindigkeit festgestellt werden.

Bei den Wetterelementen zeigte sich ein deutlicher Unterschied während der beiden Untersuchungstage vor allem in den Nachtstunden. Die Außentemperatur lag in der ersten Nacht im Durchschnitt mit  $-4,8\text{ °C}$  deutlich tiefer als in der zweiten Nacht ( $-0,3\text{ °C}$ ; Abbildung 37). Zudem war die Variation der Außentemperatur in der ersten Nacht mit  $4,9\text{ °C}$  wesentlich größer als in der zweiten ( $0,5\text{ °C}$ ). Gleichzeitig nahm die durchschnittliche Luftfeuchtigkeit in der ersten Nacht einen höheren Wert an ( $93,3\%$ ) als in der folgenden ( $77,8\%$ ). Allerdings schwankte die relative Luftfeuchtigkeit in der ersten Nacht bedeutend stärker (Min:  $65,4\%$ ; Max:  $98,3\%$ ) als in der zweiten (Min:  $75,0\%$ ; Max:  $81,5\%$ ). Die durchschnittliche Windgeschwindigkeit war sowohl in der ersten ( $0,3\text{ m/s}$ ) als auch in der zweiten Nacht ( $1,3\text{ m/s}$ ) sehr gering. Folglich unterschieden sich die beiden Nächte hauptsächlich durch ihre Lufttemperatur- und nur wenig durch die Luftfeuchtigkeitswerte.

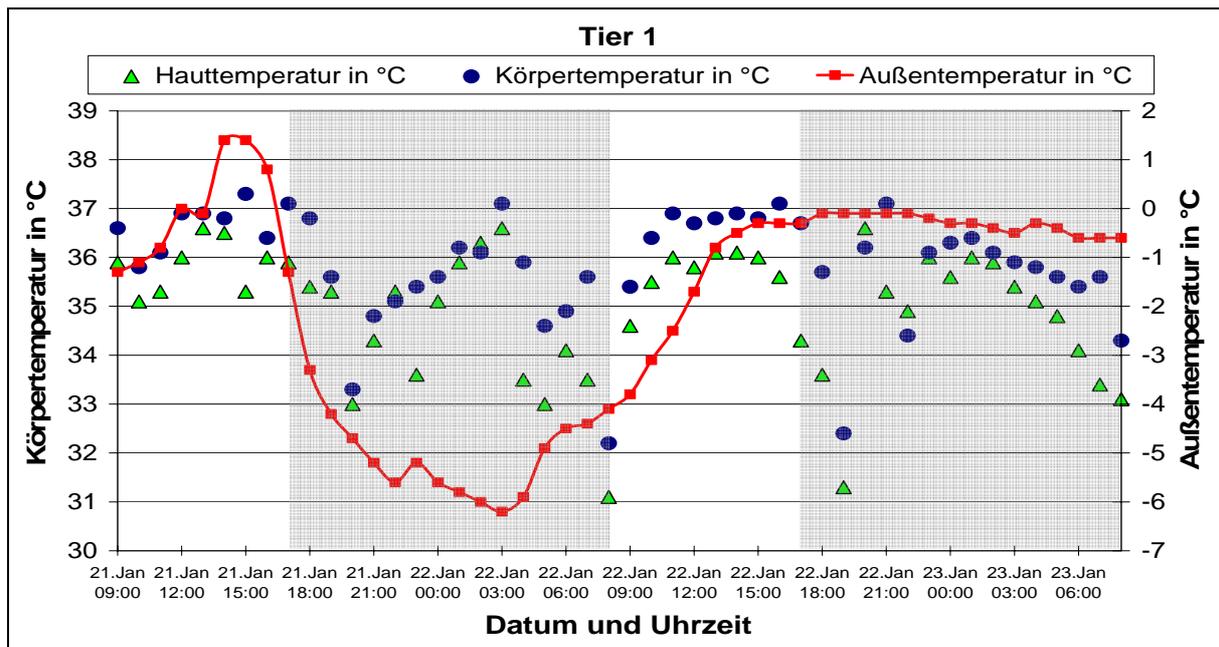
Trotz der Temperaturdifferenz von rund  $5\text{ °C}$  zwischen der ersten und der zweiten Nacht unterschied sich die durchschnittliche Körperkerntemperatur der sechs Versuchstiere in diesen beiden Nächten kaum (Abbildung 39). Das Gleiche trifft für die Hauttemperatur zu.



**Abbildung 39:** Verlauf der Körperkern-, Haut- und Außentemperatur von sechs 15 Monate alten Straußen während der zwei Versuchstage, an denen die Tiere die Nacht auf der Weide verbrachten (Mittelwert und Standardabweichung). Die Nachtstunden sind grau markiert.

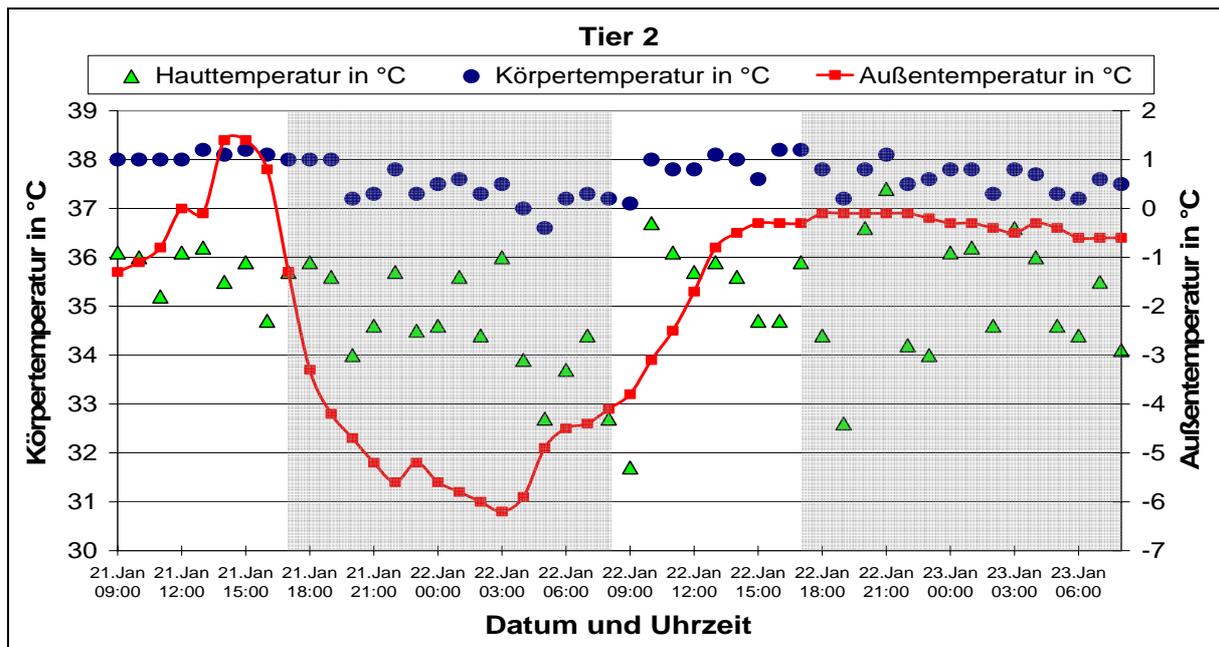
Die Betrachtung der Haut- und Körperkerntemperaturkurven der einzelnen Tiere zeigt zwar einen individuellen Verlauf der Temperaturen an, doch lässt sich auch hier kein Unterschied zwischen den beiden Nächten erkennen (Abbildungen 40 bis 45).

Im Vergleich mit den anderen fünf Versuchstieren schwankte die Körperkerntemperatur von Tier 1 während der 48 Beobachtungsstunden am stärksten. Außerdem zeigte die Körperkerntemperatur dieses Tieres insgesamt wesentlich niedrigere Werte als die der anderen Tiere auf. Die tiefste Körperkerntemperatur von Tier 1 wurde mit 32,2 °C gemessen, die höchste mit 37,2 °C (Abbildung 40). Im Allgemeinen lagen die Haut- und Körperkerntemperaturkurven von Tier 1 eng beieinander. In beiden Nächten sank sowohl die Haut- als auch die Körperkerntemperatur sehr deutlich ab und zeigte dabei starke Schwankungen.



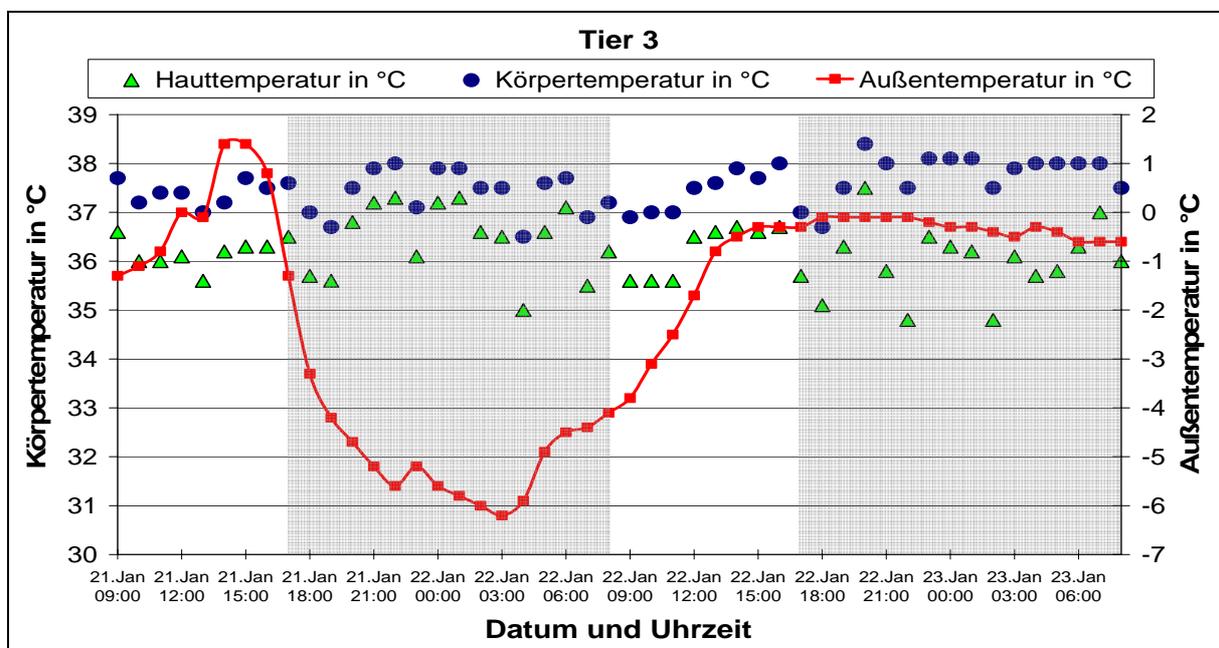
**Abbildung 40:** Verlauf der Körperkerntemperatur, Haut- und Außentemperatur von Tier 1 während der zwei Versuchstage, an denen die Tiere die Nacht auf der Weide verbrachten (Mittelwerte). Die Nachtstunden sind grau markiert.

Wesentlich geringe Schwankungen der Körperkerntemperatur zeigte Tier 2 (Min: 36,6 °C, Max: 38,2 °C). Auch bei diesem Tier lag die Körperkerntemperatur in den Nächten tiefer als am Tag (Abbildung 41). Im Gegensatz zu Tier 1 waren die Hauttemperaturwerte wesentlich niedriger als die Körperkerntemperaturwerte.



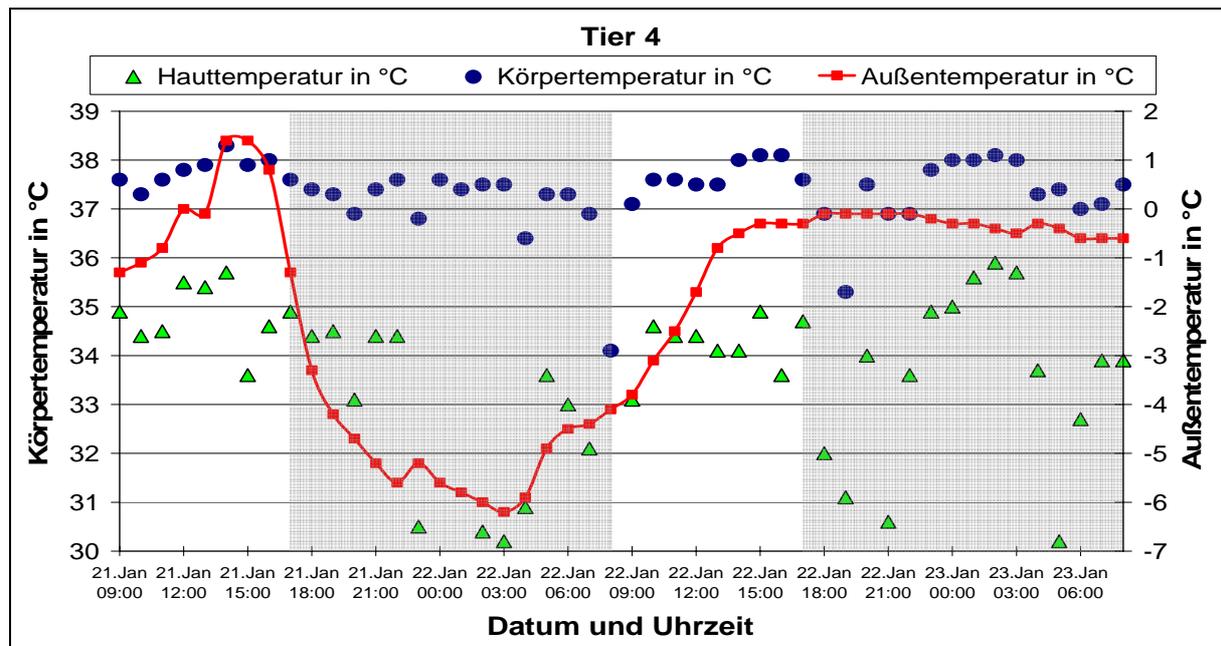
**Abbildung 41:** Verlauf der Körperkern-, Haut- und Außentemperatur von Tier 2 während der zwei Versuchstage, an denen die Tiere die Nacht auf der Weide verbrachten (Mittelwerte). Die Nachtstunden sind grau markiert.

Analog zu Tier 2 variierte die Körperkerntemperatur von Tier 3 in einem relativ kleinen Bereich (Min: 36,5 °C; Max: 38,4 °C). Ein Absinken der Körperkerntemperatur während der Nachtstunden konnte hier jedoch nicht beobachtet werden (Abbildung 42). Die Haut- und die Körperkerntemperaturwerte lagen relativ eng beieinander.



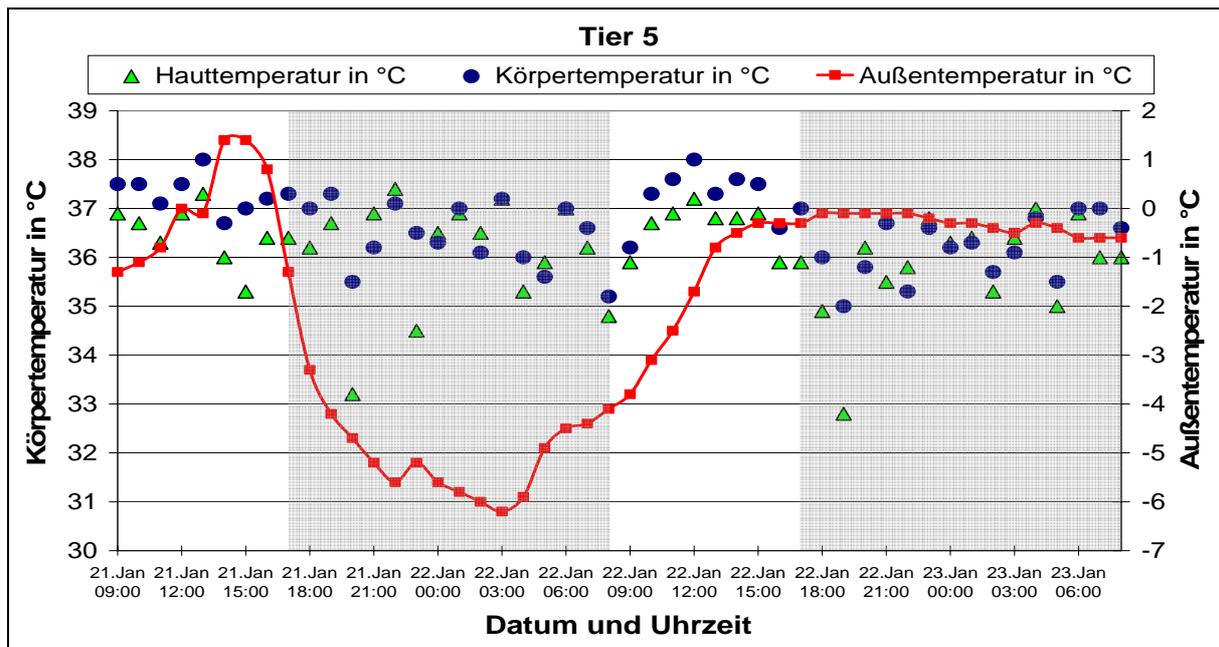
**Abbildung 42:** Verlauf der Körperkern-, Haut- und Außentemperatur von Tier 3 während der zwei Versuchstage, an denen die Tiere die Nacht auf der Weide verbrachten (Mittelwerte). Die Nachtstunden sind grau markiert.

Der Verlauf der Haut- und Körperkerntemperatur von Tier 4 ähnelte dem des Tieres 2. Abgesehen von den beiden Messwerten 34,1 °C und 35,3 °C schwankte die Körperkerntemperatur in einem relativ engen Bereich (Min: 34,1 °C bzw. 36,4 °C; Max: 38,3 °C). Während sich die Körperkerntemperaturwerte in den Nächten nur geringfügig von den Tageswerten unterschieden, sank die Hauttemperatur in der ersten Nacht deutlich ab (Abbildung 43). Im Allgemeinen lag die Hauttemperatur deutlich unter der Körperkerntemperatur.



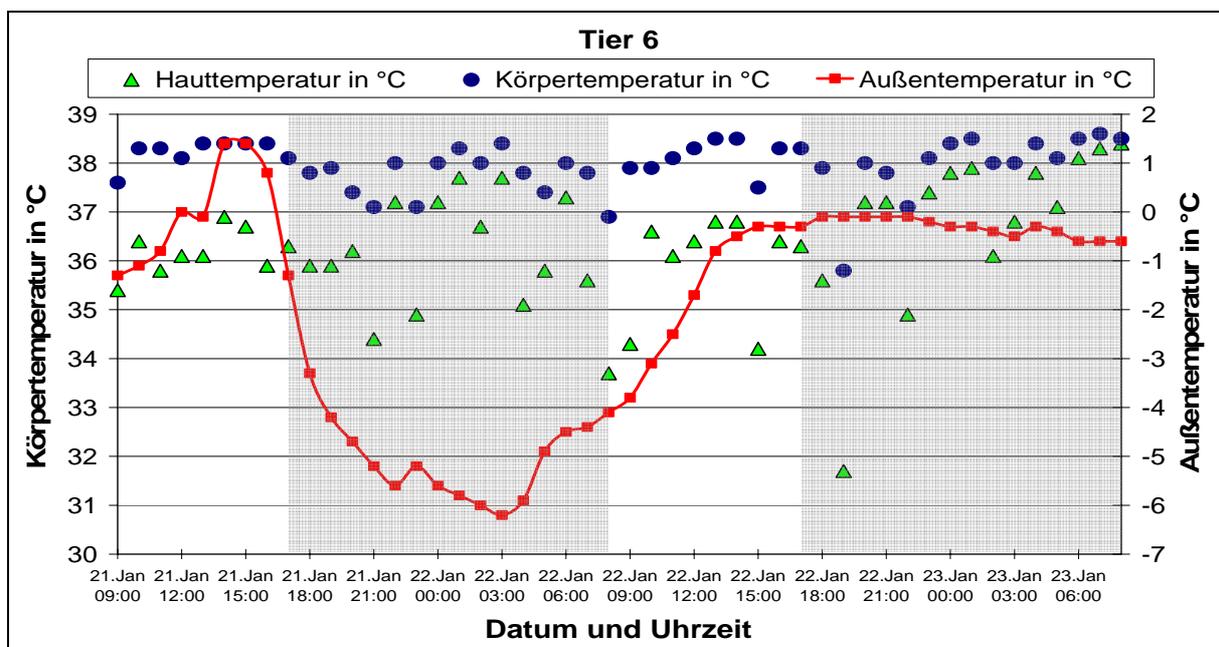
**Abbildung 43:** Verlauf der Körperkerntemperatur, Haut- und Außentemperatur von Tier 4 während der zwei Versuchstage, an denen die Tiere die Nacht auf der Weide verbrachten (Mittelwerte). Die Nachtstunden sind grau markiert.

Tier 5 zeigte größere Schwankungen bei der Körperkerntemperatur auf (Min: 35 °C; Max: 38 °C). Nachts sank die Körperkerntemperatur deutlich unter die Tageswerte (Abbildung 44). Tier 5 ist das einzige Tier, bei dem die Hauttemperatur vereinzelt leicht höherer Werte als die Körperkerntemperatur annahm. Auch bei diesem Tier lagen Haut- und Körperkerntemperaturwerte in der Regel eng zusammen.



**Abbildung 44:** Verlauf der Körperkern-, Haut- und Außentemperatur von Tier 5 während der zwei Versuchstage, an denen die Tiere die Nacht auf der Weide verbrachten (Mittelwerte). Die Nachtstunden sind grau markiert.

Die Körperkerntemperatur von Tier 6 variierte in einem Bereich zwischen 36,9 °C und 38,6 °C, sofern der Messwert 35,8 °C nicht berücksichtigt wurde (Abbildung 45). Wie bei Tier 3 konnte auch bei Tier 6 ein Absinken der Körperkerntemperatur während der Nachtstunden nicht verzeichnet werden. Zum Teil lagen die Haut- und Körperkerntemperaturkurven eng beieinander.



**Abbildung 45:** Verlauf der Körperkern-, Haut- und Außentemperatur von Tier 6 während der zwei Versuchstage, an denen die Tiere die Nacht auf der Weide verbrachten (Mittelwerte). Die Nachtstunden sind grau markiert.

### 5.3.6.1 Vergleich zwischen nächtlicher Weide- und Offenstallhaltung

Um die Reaktionen der Strauße auf die kalten Tage, an denen sie den Stall während der Nacht nicht aufsuchen konnten (im Folgenden „Versuchstage“ genannt) abschätzen zu können, wurden diese beiden Versuchstage mit jeweils drei Tagen verglichen, an denen während der Nachtstunden vergleichbare Außentemperaturen herrschten, die Tiere nachts aber den Stall aufsuchen konnten (im Folgenden „Kontrolltage“ genannt).

Während der ersten Nacht vom 21./22. Januar 2004, in der die Strauße von 17:00 bis 8:00 Uhr vom Stall ausgesperrt waren, herrschten mäßig kalte Außentemperaturen von  $-4,8\text{ °C}$  vor (im Folgenden „Weide -5“ genannt, Tabelle 29). Mit durchschnittlich  $-4,5\text{ °C}$  waren die Außentemperaturen während der Nächte der drei Kontrolltage (22. Dezember 2003, 3. Januar 2004, 23. Februar 2004) vergleichbar niedrig (im Folgenden „offen -5“ genannt). Die zweite Nacht, in der die Tiere wiederum vom Stall ausgesperrt wurden (22./23. Januar 2004), war mit  $-0,3\text{ °C}$  wärmer als die erste Nacht (im Folgenden „Weide 0“ genannt). Entsprechend wurden drei sehr kühle Kontrolltage (20. Januar 2004, 21. Februar 2004, 24. Februar 2004) mit durchschnittlichen Außentemperaturen von  $-0,1\text{ °C}$  während der Nacht ausgewählt (im Folgenden „offen 0“ genannt). Während der Tagesstunden von 9:00 bis 16:00 Uhr unterschieden sich die Außentemperaturen zwischen den beiden Versuchstagen und den sechs Vergleichstagen etwas stärker ( $-0,2\text{ °C}$  versus  $-1,6\text{ °C}$  und  $0,8\text{ °C}$  versus  $0,9\text{ °C}$ ; Tabelle 29).

**Tabelle 29:** Arithmetische Mittelwerte der Außentemperatur in  $^{\circ}\text{C}$  während den Kontroll- (offen 0; offen -5) und Versuchstagen (Weide 0; Weide -5. n = Anzahl der Messstunden\*Tiere)

Tageszeit	Haltung	Außentemperatur in $^{\circ}\text{C}$	n
Nacht	offen -5	-4,5	288
	Weide -5	-4,8	96
Tag	offen -5	-0,2	144
	Weide -5	-1,6	48
Nacht	offen 0	-0,1	288
	Weide 0	-0,3	96
Tag	offen 0	0,8	144
	Weide 0	0,9	48

Auf die Hauttemperatur der Strauße zeigten die Haltung (offen/Weide), die Beobachtungsstunde sowie die Interaktionen zwischen Haltung und Tageszeit und die Interaktion zwischen Haltung und Beobachtungsstunde einen statistisch signifikanten Einfluss (Tabelle 30). Ebenso konnten die Wechselwirkungen zwischen Kälteklasse und Beobachtungsstunde, die Interaktion zwischen Haltung und Kälteklasse mit Tageszeit sowie zwischen Haltung und Kälteklasse mit Beobachtungsstunde als statistisch signifikant nachgewiesen werden. Im Gegensatz hierzu wirkten sich weder die Tageszeit noch die Kälteklasse bzw. deren Wechselwirkungen nennenswert auf die Hauttemperatur aus.

**Tabelle 30:** Fixe Effekte der Haltung, des Tages bzw. der Kälteklasse (Nacht mit 0°C/Nacht mit -5°C), der Tageszeit (Tag/Nacht) und der Beobachtungsstunde auf die Hauttemperatur der 15 Monate alten Strauße während den Versuchs- und den Kontrolltagen ( $p$  = Irrtumswahrscheinlichkeit).

Fixe Effekte	F-Wert	p
Haltung	9,42	< 0,00
Beobachtungsstunde(Tageszeit)	9,17	< 0,00
Haltung*Tageszeit	144,63	< 0,00
Haltung*Beobachtungsstunde(Tageszeit)	5,67	< 0,00
Kälteklasse*Beobachtungsstunde(Tageszeit)	5,90	< 0,00
Haltung*Kälteklasse*Tageszeit	8,61	< 0,00
Haltung*Kälteklasse*Beobachtungsstunde(Tageszeit)	4,21	< 0,00
Haltung*Kälteklasse	2,33	0,13
Kälteklasse*Tageszeit	1,01	0,32
Kälteklasse (-5 °C, 0 °C)	0,13	0,74
Tageszeit	0,02	0,91

An den Versuchstagen war die Hauttemperatur insgesamt im Mittel um 0,7 °C niedriger als an den Kontrolltagen (Tabelle 31). Diese Differenzen sind auf die Unterschiede während der Nachtstunden zurückzuführen. Während die Hauttemperatur in den beiden Versuchsnächten um 1,5 °C tiefer lag als in den Kontrollnächten, zeichnete sich tagsüber kein Temperaturunterschied ab. Besonders ausgeprägt waren die Temperaturunterschiede in der Versuchsnacht -5. In dieser mäßig kalten Nacht lag die Hauttemperatur um etwa 1,7 °C tiefer als in den Kontrollnächten. In der zweiten Nacht, der Versuchsnacht 0, lag die Hauttemperatur um etwa 1,2 °C tiefer als in den Kontrollnächten. Ein Vergleich der Hauttemperatur während der Tagesstunden zwischen den Versuchs- und Kontrolltagen ergab hingegen einen wesentlich geringeren Temperaturunterschied, der rund 0,5 °C bzw. rund 0,6 °C betrug.

**Tabelle 31:** Mittelwert und Standardfehler der Hauttemperatur (HT) der jungen Straußen in Abhängigkeit einiger ausgewählter Faktoren und deren Wechselwirkungen an den Versuchs- und Kontrolltagen.

Effekt	Haltung bzw. Tag	Tageszeit	HT in °C	Standardfehler
Haltung	offen		36,3	0,31
Haltung	Weide		35,6	0,36
Tageszeit*Haltung	offen	Tag	35,9	0,33
Tageszeit*Haltung	Weide	Tag	35,9	0,38
Tageszeit*Haltung	offen	Nacht	36,7	0,33
Tageszeit*Haltung	Weide	Nacht	35,2	0,37
Tageszeit*Tag*Haltung	offen 0	Tag	35,7	0,36

Effekt	Haltung bzw. Tag	Tageszeit	HT in °C	Standardfehler
Tageszeit*Tag*Haltung	Weide 0	Tag	36,2	0,44
Tageszeit*Tag*Haltung	offen 0	Nacht	36,6	0,35
Tageszeit*Tag*Haltung	Weide 0	Nacht	35,4	0,44
Tageszeit*Tag*Haltung	offen -5	Tag	36,2	0,36
Tageszeit*Tag*Haltung	Weide -5	Tag	35,6	0,44
Tageszeit*Tag*Haltung	offen -5	Nacht	36,7	0,35
Tageszeit*Tag*Haltung	Weide -5	Nacht	35,0	0,44

Im Gegensatz zur Hauttemperatur nahm die Haltung keinen signifikanten Einfluss auf die Körperkerntemperatur. Ansonsten konnten ebenso wie bei der Hauttemperatur signifikante Beziehungen zwischen der Körperkerntemperatur und der Beobachtungsstunde, den Interaktionen zwischen Haltung und Tageszeit sowie Haltung und Beobachtungsstunde nachgewiesen werden (Tabelle 32). Die Interaktionen zwischen Kälteklasse und Beobachtungsstunde sowie zwischen Haltung, Kälteklasse und Tageszeit zeigten ebenso wie die Interaktion zwischen Haltung, Kälteklasse und Beobachtungsstunde signifikante Beziehungen zur Körperkerntemperatur.

**Tabelle 32:** Fixe Effekte der Haltung, des Tages bzw. der Kälteklasse (Nacht mit 0°C/Nacht mit -5 °C), der Tageszeit (Tag/Nacht) und der Beobachtungsstunde auf die Körperkerntemperatur der 15 Monate alten Strauße während den Versuchs- und den Kontrolltagen (p = Irrtumswahrscheinlichkeit).

Fixe Effekt	F-Wert	p
Haltung	2,24	0,135
Kälteklasse (-5 °C, 0 °C)	0,09	0,773
Tageszeit	3,85	0,107
Beobachtungsstunde(Tageszeit)	10,26	<0,001
Haltung*Kälteklasse	1,01	0,315
Haltung*Tageszeit	103,79	<0,001
Haltung*Beobachtungsstunde(Tageszeit)	6,36	<0,001
Kälteklasse*Tageszeit	0,54	0,461
Kälteklasse*Beobachtungsstunde(Tageszeit)	5,72	<0,001
Haltung*Kälteklasse*Tageszeit	6,06	0,014
Haltung*Kälteklasse*Beobachtungsstunde(Tageszeit)	2,95	<0,001

Auch in der Körperkerntemperatur zeigten sich Unterschiede zwischen den Versuchs- und Kontrolltagen. Diese waren allerdings nicht so ausgeprägt wie die Differenzen der Hauttemperaturwerte. So lag nicht nur die Hauttemperatur sondern auch die Körperkerntemperatur während der nächtlichen Weidehaltung unter den Werten der Kontrollnächte. Diese Differenz der Körperkerntemperatur betrug 0,6 °C (Tabelle 36).

Tagsüber zeigten sich hingegen kaum Unterschiede. Die Körperkerntemperatur war während der ersten Versuchsnacht, die mäßig kalte Lufttemperaturen von rund  $-5\text{ °C}$  aufwies, um  $0,7\text{ °C}$  niedriger als während den Kontrollnächten. In der zweiten Versuchsnacht, in mit rund  $0\text{ °C}$  sehr kühl war, betrug die Differenz nur  $0,5\text{ °C}$ . Auf die Körperkerntemperatur während des Tages, der der ersten Versuchsnacht folgte, hatte die mäßig kalte Nacht keinen wesentlichen Einfluss. Während des Tages, der sich der zweiten Versuchsnacht anschloss, war die Körperkerntemperatur sogar mit  $0,4\text{ °C}$  leicht höher als an den Kontrolltagen.

**Tabelle 33:** Mittelwerte und Standardfehler der Körperkerntemperatur (KT) von 15 Monate jungen Straußen in Abhängigkeit einiger ausgewählter Faktoren und deren Wechselwirkungen an den Versuchs- und Kontrolltagen.

Effekt	Haltung bzw. Tag	Tageszeit	KT in °C	Standardfehler
Tageszeit*Haltung	offen	Tag	37,5	0,28
Tageszeit*Haltung	Weide	Tag	37,6	0,31
Tageszeit*Haltung	offen	Nacht	37,6	0,28
Tageszeit*Haltung	Weide	Nacht	37,0	0,31
Tageszeit*Tag*Haltung	offen 0	Tag	37,4	0,30
Tageszeit*Tag*Haltung	Weide 0	Tag	37,8	0,35
Tageszeit*Tag*Haltung	offen 0	Nacht	37,6	0,30
Tageszeit*Tag*Haltung	Weide 0	Nacht	37,1	0,34
Tageszeit*Tag*Haltung	offen -5	Tag	37,7	0,30
Tageszeit*Tag*Haltung	Weide -5	Tag	37,5	0,35
Tageszeit*Tag*Haltung	offen -5	Nacht	37,6	0,30
Tageszeit*Tag*Haltung	Weide -5	Nacht	36,9	0,34

### 5.3.7 Messung der Kloakaltemperatur

Die Kloakaltemperatur wurde mit digitalen Handthermometern insgesamt 58-mal gemessen. Die ersten Messungen erfolgten vor der Implantation der Haut- und Körperkerntemperatur-Datenlogger. Die in den Tierkörper eingesetzten Logger nahmen kontinuierlich die Haut- und Körperkerntemperatur auf, so dass die Messwerte der Kloakaltemperatur mit den parallel aufgezeichneten Ergebnissen der Haut- und Körperkerntemperatur verglichen werden konnten (Tabelle 34).

**Tabelle 34:** Arithmetische Mittelwerte ( $\bar{x}$ ) und Standardabweichung (SD) der bei einzelnen Tieren parallel erfolgten Messungen der Körperkern-, Haut- und Kloakaltemperatur ( $n$  = Anzahl der Messungen).

		Körpertemperatur in °C			Hauttemperatur in °C			Kloakaltemperatur in °C		
Alter (Monate)	Tier	n	$\bar{x}$	SD	n	$\bar{x}$	SD	n	$\bar{x}$	SD
6	7	0	-	-	0	-	-	1	39,5	-
	8	0	-	-	0	-	-	1	39,6	-
	9	3	37,7	0,4	3	34,8	2,9	4	38,6	0,5
	10	2	37,1	0,9	2	35,6	2,4	3	38,7	0,3
	11	0	-	-	1	34,6	-	2	38,8	0,1
	12	0	-	-	1	35,4	-	2	39,1	0,2
	Alle	5	37,4	0,6	7	35,1	2,0	13	38,9	0,4
15	1	5	37,0	0,8	5	36,3	0,9	6	37,9	0,4
	2	3	37,9	0,6	3	37,0	0,8	4	38,2	0,3
	3	8	37,0	2,4	7	36,6	0,7	8	38,3	0,2
	4	9	37,6	0,5	9	34,8	1,1	10	38,1	0,4
	5	12	37,1	0,6	12	36,5	0,7	13	38,4	0,3
	6	3	38,2	0,1	3	35,6	0,7	4	38,1	0,2
	Alle	40	37,3	1,2	39	36,1	1,1	45	38,2	0,3
Alle	45	37,3	1,1	46	35,9	1,3	58	38,4	0,4	

Mit Ausnahme der Werte von Tier 6 (Tabelle 34) lag die mittlere Kloakaltemperatur bei den jungen Straußen über der durchschnittlichen Körperkerntemperatur. Trotz der begrenzten Anzahl paralleler Messungen ist zu erkennen, dass die Kloakaltemperatur sowohl zwischen den Tieren als auch zwischen wiederholten Messungen an den gleichen Tieren deutlich weniger schwankte als die Körperkern- und die Hauttemperatur (Tabelle 35). Zudem war die durchschnittliche Kloakaltemperatur der sechs Monate jungen Strauße mit 0,5 °C leicht höher als die der älteren Jungtiere.

**Tabelle 35:** Arithmetische Mittelwerte ( $\bar{x}$ ), Standardabweichung (SD), Minimal- und Maximalwerte der Körperkern-, Haut- und Kloakaltemperatur ( $n$  = Anzahl der Messungen).

Variable	n	$\bar{x}$	SD	Min	Max
Körperkerntemperatur	45	37,3	1,14	31,2	38,6
Hauttemperatur	46	35,9	1,28	31,7	37,8
Kloakaltemperatur	58	38,4	0,45	37,3	39,6

Weder zwischen der Körperkern- und der Kloakaltemperatur ( $r = 0,007$ ;  $p > 0,05$ ) noch zwischen der Haut- und der Kloakaltemperatur ( $r = 0,099$ ;  $p > 0,05$ ) konnten statistisch signifikante Korrelationen nachgewiesen werden.

## 5.4 Diskussion

### 5.4.1 Körper-, Haut- und Kloakaltemperatur

Die Körpertemperatur adulter Strauße wird in der Literatur zwischen 37,9 °C und 43,0 °C angegeben (Bligh & Hartley, 1965; Louw et al., 1969; Schmidt-Nielsen et al., 1969). Die in der vorliegenden Studie in der Leibeshöhle von jungen Straußen gemessenen Körpertemperaturen betragen durchschnittlich 37,8 °C und lagen somit im unteren Bereich der in der Literatur zu findenden Werte für erwachsene Vögel. Ein Grund für die Differenzen der Körpertemperaturwerte zwischen den Untersuchungen von Bligh & Hartley (1965), Louw et al. (1969), Schmidt-Nielsen et al. (1969) und der vorliegenden Arbeit könnte in den unterschiedlichen Methoden der einzelnen Forschungen liegen. Wie aus Tabelle 36 ersichtlich ist, unterschieden sich die vier Untersuchungen im Alter der Versuchstiere, der Anzahl der Tiere, der Haltung, den Temperaturmessgeräten, dem Ort der Messung, der Dauer der Untersuchung und der Außentemperatur.

**Tabelle 36:** Tieralter, -anzahl, Haltung, Messort, Untersuchungsdauer, Außentemperatur, Mittelwert sowie Minimal- und Maximalwerte der Körpertemperatur der Untersuchungen von Bligh & Hartley (1965), Louw et al. (1969), Schmidt-Nielsen et al. (1969) und der vorliegenden Studie.

	<b>Bligh &amp; Hartley (1965)</b>	<b>Louw et al. (1969)</b>	<b>Schmidt-Nielsen et al. (1969)</b>	<b>vorliegende Studie (2006)</b>
<b>Alter der Tiere</b>	adulte Henne	adulte Hennen	adulte Tiere	6 und 15 Monate alte Jungtiere
<b>Tieranzahl</b>	1	3	20	12
<b>Haltung während Messung</b>	Gehege (15 m <sup>2</sup> )	enge Boxen, in denen die Hennen einige Schritte nach vorne und hinten machen konnten	Klimakammer (8 m <sup>2</sup> )	Stall (476 m <sup>2</sup> ) - und Außengehege (4280 m <sup>2</sup> )
<b>Temperaturmessgerät</b>	implantierter Temperaturfühler mit Kabel zum Transmitter auf Rücken	implantierte Sonde	telemetrischer Transmitter	implantierte digitale Datenlogger
<b>Ort der Messung</b>	zwischen zwei Rippen	Muskel	Kloake	Leibeshöhle
<b>Untersuchungsdauer</b>	2 Tage	31 Tage	mindestens 8 Stunden	84 Tage
<b>Außentemperatur</b>	14 - 26,5 °C	18 - 40 °C	15 - 50 °C	-10,7 - 15,4
<b>durchschnittliche Körpertemperatur</b>	39,1 °C	rund 39 °C	rund 39 °C	37,8 °C
<b>Minimum der Körpertemperatur</b>	38,3 °C	37,9 °C	38 °C	26,9 °C
<b>Maximum der Körpertemperatur</b>	40,2 °C	40,7 °C	43 °C	39,7 °C

In der vorliegenden Untersuchung war die Körpertemperatur der 15 Monate alten Jungtiere im Mittel um  $0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$  niedriger als bei den sechs Monate alten Vögeln, so dass sich hieraus kein Hinweis auf eine mit zunehmendem Alter höhere Körpertemperatur bei Straußen ableiten lässt. Für die Untersuchung von Bligh & Hartley (1965) wurde eine wildlebende Straußenhenne eingefangen und während der Körpertemperaturmessung in einem  $15\text{ m}^2$  kleinen Gehege gehalten. Bei Louw et al. (1969) befanden sich die Hennen in engen Boxen, die ihnen lediglich ein Vor- und Zurückgehen erlaubten. In der Studie von Schmidt-Nielsen et al. (1969) wurden die Körpertemperaturmessungen bei hohen Umgebungstemperaturen in einer Klimakammer durchgeführt. Dies bedeutet, dass sich in allen drei Untersuchungen die Tiere während der Datenerfassung in einer ihnen unbekanntem Umgebung befanden und sie zudem stark in ihrer Bewegung eingeschränkt waren. Diese für die Tiere ungewohnte und gegebenenfalls stressauslösende Situation könnte sich auf die Höhe der Körpertemperatur ausgewirkt und möglicherweise einen zusätzlichen Anstieg der Körpertemperatur bedingt haben. Im Gegensatz hierzu konnten sich die Jungtiere der vorliegenden Arbeit während der Datenerfassung in ihren gewohnten Ställen und Außenanlagen frei bewegen. Verhaltensänderungen oder -störungen (z. B. Federpicken) traten während der gesamten Untersuchungszeit, in der die Daten kontinuierlich und berührungsfrei erfasst wurden, nicht zum Vorschein.

Ferner könnten auch die jeweils verschiedenen Positionsorte für die Temperaturmessungen bei den einzelnen Studien zu den differenzierten Körpertemperaturwerten geführt haben. In der Arbeit von Bligh und Hartley (1965) wurde der Temperatursender zwischen die Rippen implantiert und bei Schmidt-Nielsen et al. (1969) wurde die Kloakaltemperatur gemessen. In der Untersuchung von Louw et al. (1969) wurde die Temperatursonde circa  $5\text{ cm}$  tief in einen Muskel eingepflanzt. Um auszuschließen, dass die Temperaturschwankungen eine Folge der unterschiedlichen Muskelaktivitäten waren, wurden in der vorliegenden Studie die Messgeräte bewusst nicht in einen Muskel sondern stattdessen zur Feststellung der Körpertemperatur in die Leibeshöhle implantiert, wobei die Logger mit einem  $5\text{ cm}$  langen Faden am Peritoneum fixiert wurden. Dadurch war der Bereich, in dem sich die Logger befanden, bekannt, ihre exakte Position konnte jedoch nicht nachvollzogen werden. Es war daher also durchaus möglich, dass die Messgeräte unterschiedlich tief im Innern der Leibeshöhle lagen und folglich mehr oder weniger stark vom Darm umgeben wurden bzw. sich unterschiedlich weit vom Divertikel des Bauchluftsackes oder auch der Hautoberfläche befanden. Die Datenlogger, die nahe an der Hautoberfläche oder in der Nähe des Divertikels des Bauchluftsackes saßen, könnten daher stärker von der Außentemperatur beeinflusst worden sein, so dass bei geringen Außentemperaturen niedrigere Körpertemperaturwerte registriert wurden, die ihrerseits jedoch nicht die Körperkerntemperatur repräsentierten. Die Position der Datenlogger sowie die unterschiedlichen Außentemperaturbereiche, die in den zitierten Untersuchungen mit  $14\text{ }^{\circ}\text{C}$  –  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$  beträchtlich höher als in der vorliegenden Arbeit ( $-11\text{ }^{\circ}\text{C}$  bis  $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) waren, könnten weitere Gründe für die Temperaturabweichungen gewesen sein. Des Weiteren könnte sich auch die Dauer der Datenaufnahme, die zwischen 2 und 84 Tagen variierte, auf die Differenzen in der Körpertemperatur ausgewirkt haben. Eine zweite Kalibrierung der Datenlogger nach Abschluss der Messung wurde nicht vorgenommen. Da

die Messdaten keinen Trend aufzeigten, hätte vermutlich auch eine weitere Eichung der Logger keine zusätzlichen Erkenntnisse gebracht.

In der vorliegenden Studie betrug die durchschnittliche Kloakaltemperatur 38,4 °C mit einer Variation von 2 °C. Damit lag die Kloakaltemperatur der Jungtiere tiefer und zeigte einer geringere Variation als die Kloakaltemperaturen erwachsener Strauße, die in der Studie von Schmidt-Nielsen et al. (1969) im Mittel rund 39 °C betrugten und eine Variation von 5 °C aufzeigten. Insgesamt war die Kloakaltemperatur in der vorliegenden Arbeit höher als die Körperkerntemperatur. Dies könnte sich wieder durch die Position der Datenlogger erklären lassen.

Die durchschnittliche Hauttemperatur lag bei 36,8 °C und variierte während der Offenstallhaltung der jungen Strauße um etwas mehr als 1 °C. Die mittlere Körperkerntemperatur schwankte hingegen nur um 0,3 °C. Die Differenz zwischen Maximal- und Minimalwert betrug für die Hauttemperatur rund 15 °C und für die Körperkerntemperatur 10 °C. Dass die unterhalb der Haut gemessene Temperatur niedriger als die Körperkerntemperatur war und auch stärker variierte war zu erwarten, da hier der Einfluss der Außentemperatur größer ist. Die erhebliche Schwankungsbreite der Körperkerntemperatur wurde hauptsächlich durch den Minimalwert des Tieres 1 verursacht, der rund 4 °C unter den restlichen Minimalwerten lag. Ohne die Werte des Tieres 1 verringert sich die Spanne der Körperkerntemperatur folglich auf circa 6 °C. Insgesamt wurden bei Tier 1 wesentlich geringere Körperkerntemperaturwerte als bei den restlichen Gruppenmitgliedern gemessen. Möglicherweise lag der Datenlogger dieses Tieres näher am Divertikel des Bauchluftsackes oder näher an der Hautoberfläche und zeigte deshalb tiefere Werte an. Abgesehen von den Messwerten des Tieres 1 entspricht die in der vorliegenden Arbeit ermittelte Variation der Körperkerntemperatur den Werten, die bei erwachsenen Strauße in den Untersuchungen von Louw et al. (1969) und Schmidt-Nielsen et al. (1969) beobachtet wurden. Dort betrug die Schwankungsspanne der Körperkerntemperatur 5 °C. Die Minimalwerte der Körperkerntemperatur der vorliegenden Studie erreichten hingegen geringere Werte als bei Louw et al. (1969) und Schmidt-Nielsen et al. (1969). Vermutlich wurde mit dem Datenlogger nicht die Körperkerntemperatur gemessen, da hierzu die Datenlogger noch tiefer im Bauchraum hätten platziert werden müssen, so dass auch die hier gemessene Körperkerntemperatur stärker durch die Außentemperatur beeinflusst wurde.

#### **5.4.2 Tagesrhythmik**

Bei beiden Altersgruppen zeigte sich sowohl für die Haut- als auch für die Körperkerntemperatur ein deutlicher Tagesverlauf. Das Maximum der Haut- und der Körperkerntemperatur wurde in beiden Altersgruppen am Morgen gegen 7:00 Uhr erreicht. ber den Tag nahmen die Temperaturen bei den sechs Monate alten Straußen kontinuierlich ab, um am Abend gegen 18:00 Uhr ihr Minimum zu erreichen. Bei den älteren Straußen blieben beide Temperaturen über den Tag weitgehend konstant. Am Abend gegen 18:00 Uhr bzw. 19:00 Uhr wurde der Tiefstwert verzeichnet. Nach einem kurzen Anstieg blieben die Temperaturen bei beiden Altersgruppen während der Nachtstunden auf einem relativ konstanten Niveau. Dieser

Temperaturverlauf ist für tagaktive Tiere wie Strauße sehr ungewöhnlich. In der Regel ist bei diurnalen Tieren die Körpertemperatur während der Aktivitätsphase am Tag höher als während der nächtlichen Ruhephase (Heldmaier & Neuweiler, 2004). Entsprechend fanden auch Louw et al. (1969) in ihrer Untersuchung mit erwachsenen Straußen tagsüber höhere Körpertemperaturen als nachts. Dort erreichte die Körpertemperatur am Nachmittag zwischen 12:00 Uhr und 17:00 Uhr ihr Maximum, sank während der Nacht und zeigte ihr Minimum in den frühen Morgenstunden auf. Dabei schwankten die Außentemperaturen zwischen 16 °C und 40 °C. Auch in der Studie von Bligh & Hartley (1965) nahm die Körpertemperatur einer erwachsenen Henne während der 48-stündigen Beobachtungszeit nachts um 1 °C tiefere Werte als am Tag an. Hier wurden Außentemperaturen zwischen 14 °C und 26 °C registriert. Auffallend ist weiterhin, dass in der vorliegenden Untersuchung sowohl das morgendliche Maximum als auch das abendliche Minimum der Haut- und der Körpertemperatur mit den Fütterungszeiten um 8:30 – 9:00 Uhr bzw. 17:00 – 18:00 Uhr zusammentraf. Die hierdurch bedingte erhöhte Aktivität und auch Verdauungstätigkeit könnte ebenfalls den Verlauf der Temperaturen beeinflusst haben. Allerdings fiel auch der Sonnenauf- (7:30 bis 8:30 Uhr) bzw. Untergang (16:30 bis 18:00 Uhr) in diesem Zeitraum. Da mit Sonnenaufgang der Lichttag und damit die Aktivität der Tiere zunimmt, könnten sich daraus auch Auswirkungen auf die Körpertemperatur ergeben haben. Allerdings bleibt offen, warum im Zeitraum der morgendlichen Fütterung ein Maximum und zum Zeitpunkt der abendlichen Fütterung ein Minimum zu verzeichnen war.

Die im Vergleich zur Literatur relativ höheren Haut- und Körpertemperaturen während der Nachtsstunden könnten ferner mit dem nächtlichen Ruhen der Tiere auf der isolierenden Einstreu im Stall zusammenhängen. Dabei könnte das bevorzugte Aufsuchen eines wärmeren Liegeplatzes im Stall gegenüber dem kälteren Weideboden als Verhaltensanpassung an niedrige Außentemperaturen gedeutet werden.

Da dies die erste wissenschaftliche Arbeit ist, in der die Körpertemperatur von Straußen im Winter untersucht wurde, ist noch nicht bekannt, ob und wie sich die Körpertemperatur dieser Vögel im Jahresverlauf ändert. Möglicherweise liegt die Körpertemperatur im Winter unter der am Tage und im Sommer kehrt sich dieses Verhältnis um. Dies bleibt noch zu erforschen.

Auf Grund des Verlaufs der Körpertemperatur können Rückschlüsse auf die Position der Datenlogger gezogen werden. Die eng beieinander liegenden Haut- und Körpertemperaturwerte der Tiere 3 und 5 lassen vermuten, dass die Messgeräte sich in unmittelbarer Nähe zueinander befanden. Folglich muss sich der Logger zur Erfassung der Körpertemperatur nahe an der Hautoberfläche befunden haben. Bei den Tieren 2, 4 und 6 waren die Hauttemperaturwerte hingegen wesentlich tiefer als die Körperkerntemperaturwerte. Daraus lässt sich schließen, dass sich die Körperkerntemperaturlogger dieser Tiere tiefer im Innern der Leibeshöhle befunden haben mussten.

### 5.4.3 Witterung und deren Einfluss auf Haut- und Körperkerntemperatur

Im Allgemeinen entsprachen die Witterungsverhältnisse während des Untersuchungszeitraums einem für diese Region durchschnittlichen Winter. Die mittlere Außentemperatur war mit rund 2 °C sehr kühl und insgesamt die kalte Jahreszeit mit einer durchschnittlichen Monatssumme von rund 60 mm mäßig niederschlagsreich. Des Weiteren hatten die Wintermonate sehr geringe Windgeschwindigkeiten sowie eine sehr niedrige Globalstrahlung. Ein Vergleich des Außen- und Stallklimas zeigte keine nennenswerten Unterschiede in der relativen Luftfeuchtigkeit. Allerdings lagen die Stalltemperaturen trotz Offenstallhaltung im Durchschnitt etwa 2 °C höher als die Außentemperaturen, wobei auch im Stall Minusgrade gemessen wurden. Die Klimaelemente hatten während der Offenstallhaltung sowohl auf die Körpertemperatur als auch auf die Hauttemperatur einen signifikanten Einfluss. Die Höhe dieses Einflusses lässt sich aus den berechneten Mittelwerten abschätzen. An den Tagen mit niedrigen Außentemperaturen war die Körperkerntemperatur etwas geringer als an den Tagen mit höheren Außentemperaturen, was bei geringer Globalstrahlung etwas verstärkt wurde. Auch Schmidt-Nielsen et al. (1969) fanden bei adulten Straußen und deutlich höheren Außentemperaturen eine tendenziell abnehmende Kloakaltemperatur bei sinkenden Außentemperaturen vor. Außerdem nahm in der vorliegenden Studie die Körperkerntemperatur mit zunehmender Windgeschwindigkeit und bei geringer Luftfeuchtigkeit ab. Diese Einflüsse der Klimamerkmale hatten jedoch lediglich Temperaturunterschiede von maximal 0,8 °C zur Folge. Die Auswirkungen des Niederschlages auf die Körperkerntemperatur waren sehr gering. Bei den sechs Monate alten Jungtieren wurde an Tagen mit stärkerem Niederschlag eine Erhöhung der Körperkerntemperatur um 0,2 °C, bei den älteren Jungtieren hingegen eine Erniedrigung von 0,1 °C registriert. Dieser leichte Anstieg bzw. die Abfall der Körperkerntemperatur an niederschlagsreichen Tagen könnte durch das Verhalten der Tiere erklärt werden. Die jüngeren Tiere suchten bei Regen normalerweise den Stall auf, wohingegen dies bei den älteren Tieren nicht unbedingt der Fall war.

Auf die Hauttemperatur hatten die Klimabedingungen erwartungsgemäß einen stärkeren Effekt. Bei niedrigen Außentemperaturen war die Hauttemperatur nachts um etwa 1,1 °C und tagsüber um etwa 1,2 °C niedriger als bei höheren Außentemperaturen. An Tagen mit geringen Windgeschwindigkeiten war die Hauttemperatur etwas höher als an Tagen mit höheren Windgeschwindigkeiten, was durch niedrige Luftfeuchte und höhere Globalstrahlung verstärkt wurde. Diese Effekte waren aber noch geringer als die Wirkung der Außentemperatur und lassen sich durch einen erhöhten Wärmeverlust mittels erhöhter Konvektion erklären. Die Niederschlagsmenge hatte auf die Hauttemperatur der sechs Monate alten Strauße zwar einen signifikanten Einfluss, dieser lag jedoch innerhalb des Standardfehlers.

#### 5.4.4 Vergleich von Körperkern- und Hauttemperatur zwischen den Tagesphasen

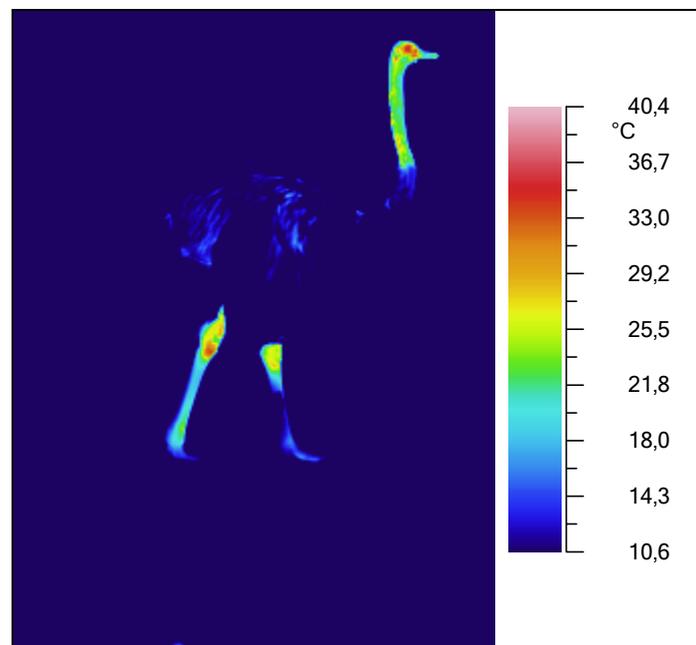
Besonders interessant war, dass bei den sechs Monate alten Jungtieren während der Offenstallhaltung in den Nachtstunden die Mittelwerte der Hauttemperatur um 1,3 °C höher lagen als während der Tagesstunden. Bei den 15 Monate alten Vögeln betrug diese Differenz nur 0,6 °C. Zudem hatten die sechs Monate alten Strauße nachts eine um 0,5 °C höhere Hauttemperatur als die 15 Monate alten Tiere. Dieser altersspezifische Unterschied war tagsüber mit 0,2 °C wesentlich geringer. Dies könnte mit dem unterschiedlichen Verhalten der beiden Altersgruppen zusammenhängen. Es konnte in dieser Studie beobachtet werden, dass die sechs Monate alten Strauße nachts immer den Stall zum Ruhen aufsuchten, wobei sie sich als Gruppe eng zusammen auf dem mit Stroh eingestreuten Boden niederließen. Durch den Körperkontakt und die isolierende Einstreu wird der Wärmeverlust über die Haut reduziert. Auch die 15 Monate alten Strauße schienen sich nachts häufig im Stall auszuruhen, wobei sie sich aber zu einer losen Gruppe zusammenlegten.

#### 5.4.5 Vergleich zwischen nächtlicher Weide- und Offenstallhaltung

Um den Einfluss des Stalles auf die Körperkern- und Hauttemperatur abschätzen zu können, wurden sechs 15 Monate alte Strauße über zwei Nächte vom Stall ausgesperrt. Während dieser beiden Versuchsnächte war die Körperkerntemperatur um 0,6 °C und die Hauttemperatur um 1,5 °C tiefer als während der Nächte von Kontrolltagen mit ähnlicher Außentemperatur. Dieser Effekt war während der ersten Versuchsnacht, in der eine durchschnittliche Außentemperatur von rund -5 °C erreicht wurde, besonders ausgeprägt. Die Hauttemperatur war auch an dem Tag, der dieser mäßig kalten Nacht folgte, noch etwas niedriger als an den Kontrolltagen. Hinzu kommt, dass es hierbei starke individuelle Unterschiede gab. Dies zeigt sich darin, dass die Körperkerntemperatur einiger Tiere während der Versuchsnächte relativ konstant verlief, während bei anderen Individuen starke Schwankungen auftraten. Die stärkere Variation der Körperkern- und der Hauttemperatur und die individuellen Unterschiede hierbei könnten auf Akklimatisationsprozesse an den erzwungenen Aufenthalt außerhalb des Stalles bei niedrigen Temperaturen hinweisen. Da den Tieren auf der Weide kein eingestreuter Bereich zur Verfügung stand, könnten die Schwankungen durch wiederkehrendes Aufstehen vom kalten Boden, auf dem eine stärkere Wärmeabgabe durch Konduktion als im Stehen erfolgte, erklärt werden oder auch durch engeres Gruppieren einzelner Tiere.

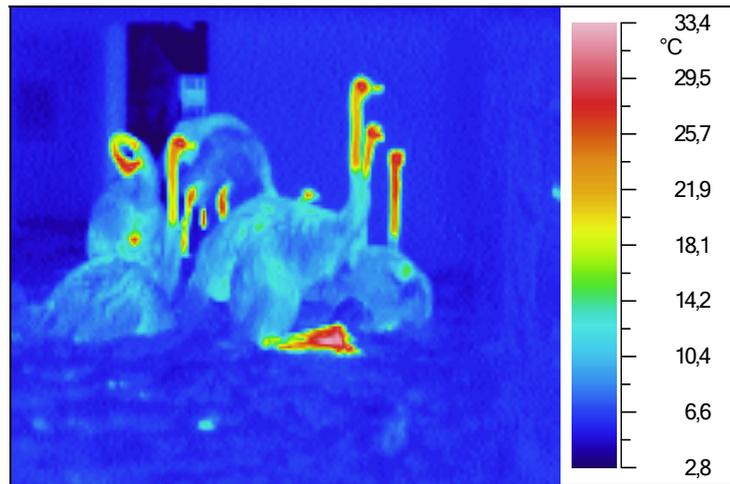
Die vorliegende Untersuchung zeigt deutliche Zusammenhänge zwischen der Körperkern- sowie der Hauttemperatur und den erfassten Klimamerkmale unter mäßig-kalten aber trockenen und windarmen Witterungsverhältnissen. Obgleich die Klimabedingungen einen vergleichsweise geringen Einfluss insbesondere auf die Körperkerntemperatur hatten, weisen diese Zusammenhänge auf Anpassungsreaktionen der Strauße gegenüber den klimatischen Bedingungen hin.

Im Allgemeinen können sich endotherme Tiere, zu denen die Strauße gehören, an einen artspezifischen Temperaturbereich anpassen, innerhalb dessen ihnen die Aufrechterhaltung der normalen Körperkerntemperatur gelingt (Homeothermie). Bei Umgebungstemperaturen innerhalb der Thermoneutralzone kann bei niedrigen Temperaturen die Körpertemperatur über den normalen Stoffwechsel und durch Reduktion der Wärmeabgabe aufrechterhalten werden (Bianca, 1968; Heldmaier & Neuweiler, 2004). Einen wesentlichen Beitrag zur Verringerung der Wärmeabgabe bei kalten Umgebungstemperaturen leistet das Gefieder (Heldmaier & Neuweiler, 2004; Helm, 1996; Grzimek, 2000). Anhand der folgenden Wärmebildaufnahmen (Abbildungen 46 und 47) wird deutlich, welche positiven Eigenschaften die weichen und aufgefaserten Straußenfedern in Bezug auf die Wärmedämmung besitzen. Während an den befiederten Stellen des Rumpfes nur wenig Wärme abgestrahlt wird, ist der Wärmeverlust an dem kurz befiederten Hals und den federfreien Beinen erheblich größer.



**Abbildung 46:** Wärmebildaufnahme eines sechs Monate alten Jungstraußes am 11. Dezember 2003 um 11:40 Uhr bei einer Lufttemperatur von 8,5 °C (Hals rund 21 - 24 °C, Gefieder rund 9 - 12 °C, Intertarsalgelenk rund 27 - 32 °C, Tarsometatarsus rund 20 °C).

Während des Untersuchungszeitraumes konnte immer wieder beobachtet werden, dass Strauße bei niedrigen Außentemperaturen ihre nackten Unterschenkel und ihre Intertarsalgelenke mit den Flügeln bedecken (Abbildung 47). Diese Verhaltensanpassung an geringe Umgebungstemperaturen wurde auch von Helm (1996) beschrieben.



**Abbildung 47:** Wärmebildaufnahme von ruhenden Jungtieren in liegender und sitzender Position im Stall am 18. Februar 2004 um 19:00 Uhr bei einer Lufttemperatur von 7 °C. Das sitzende Jungtier in der Bildmitte bedeckt mit den Flügeln seine federfreien Unterschenkel und die Intertarsalgelenke (Kopf rund 24 - 28 °C, Hals rund 20 °C, Gefieder rund 8 - 12 °C, Tarsometatarsus und Zehen rund 16 - 32 °C).



**Abbildung 48:** Foto von ruhenden Jungtieren in liegender und sitzender Position im Stall.

Günstig für die Reduktion der Wärmeabgabe bei niedrigen Außentemperaturen dürfte sich die im Vergleich zum Volumen geringere Körperoberfläche der Strauße und ihre subkutane Fettschicht auswirken. Denkbar ist weiterhin, dass auch bei Straußen bei niedrigen Außentemperaturen die Körperoberfläche weniger stark durchblutet wird, wodurch es ebenfalls zu einer Verringerung der Wärmeabgabe kommt (Heldmaier & Neuweiler, 2004). Ferner dürfte sich ebenso die Art des Liegens von Straußen vorteilhaft auf eine Minimierung der Wärmeabgabe an den Boden bei niedrigen Temperaturen auswirken. Strauße liegen nicht mit ihrer relativ großen Bauchfläche auf dem Untergrund, sondern positionieren ihren Körper nur vorne auf dem Brustbein (Sternum), hinten auf dem Schambein (Pubis) und seitlich auf den Beinen. Das Brustbein und das Schambein sind von dicken Hornhautschichten überzogen und auch die Hauptaauflageflächen des Beines, also das Intertarsalgelenk und der Fuß, werden durch dicke Hornhautschichten geschützt (Fowler, 1991).

Fallen die Umgebungstemperaturen unterhalb einer kritischen Temperatur, steigern die Tiere ihre Wärmeproduktion durch Erhöhung des Energieumsatzes, um ein Absinken der Körpertemperatur zu verhindern. Da in vorliegender Studie der Energieumsatz der Tiere nicht gemessen wurde, kann auch keine Aussage über die untere kritische Temperatur der Tiere getroffen werden. Der Halter der hier untersuchten Jungstraube gab jedoch an, dass seine Tiere im Winter mehr Zusatzfutter als im Sommer verbrauchten. Die erhöhte Futteraufnahme im Winter deutet daher auf einen gesteigerten Energieumsatz hin.

Eine Überforderung der Anpassungsfähigkeit beginnt dort, wo der Versuch der Aufrechterhaltung der Körperkerntemperatur zu Schmerzen, Leiden oder Schäden am Tier führt. Solche Belastungen sind beispielsweise an Verletzungen sowie an Verhaltensreaktionen zu erkennen. Über den gesamten Untersuchungszeitraum konnten keine auffälligen Veränderungen im Verhalten oder im Gesundheitszustand der Tiere bemerkt werden. Hautveränderungen an den Extremitäten oder am Körper, die als Folge von Erfrierungen hätten gedeutet werden können, wurden auch nach den beiden Versuchsnächten nicht beobachtet.

Ein ganz sicheres Zeichen für eine überforderte Anpassungsfähigkeit an niedrige Temperaturen ist das deutliche Absinken der Körperkerntemperatur über eine längere Zeit (Hypothermie). Dies trat in der vorliegenden Studie nicht auf. Die Wettermerkmale führten lediglich zu einer Verringerung der Körpertemperatur von maximal 1 °C. Das Aussperren der Straube vom Stall während der etwa -5 °C kalten Versuchsnacht hatte eine Verringerung der Körpertemperatur von 0,7 °C zur Folge. Im Vergleich zu der Varianz in der Körpertemperatur innerhalb und zwischen den Tieren waren diese Effekte relativ gering. Diese Ergebnisse sind ebenfalls gering im Vergleich zu der von Schmidt-Nielsen et al. (1969) bei adulten Straußen gefundenen Erhöhung der Körpertemperatur um 4 °C bei hohen Lufttemperaturen.

Insgesamt weisen die im Zusammenhang mit den erfassten Klimabedingungen festgestellten Änderungen der Körpertemperatur nicht auf eine Überforderung der untersuchten Tiere hinsichtlich ihrer Temperaturregulation hin. Allerdings könnten sich die jungen Straube durchaus außerhalb der Thermoneutralzone befunden haben. Entsprechend ließen sich etwa die Ergebnisse interpretieren, dass in der vorliegenden Studie die Körpertemperatur nachts nicht niedriger war als tagsüber, was bei tagaktiven Tieren ansonsten üblich ist. Insbesondere deuten auch die individuell verschieden stark ausgeprägten Schwankungen in der Körpertemperatur während der Nächte, in denen die Tiere ausgesperrt waren, auf Anpassungsprozesse hin. Gerade diese Ergebnisse zeigen die Wichtigkeit eines Stalles mit trockener, wärmeisolierender Einstreu als Möglichkeit zur Thermoregulation bei niedrigen Temperaturen auf.

## **6 Gesamtdiskussion und Schlussfolgerung**

### **6.1 Mortalität bei Kunstbrutküken**

Insgesamt lag die Kükenmortalität bei drei der untersuchten Betriebe mit Sterblichkeitsraten von 23 % - 26 % im unteren Bereich der in der Literatur angegebenen Spanne. Betrieb D hob sich mit 71 % deutlich hiervon ab. Auch in Anbetracht der sehr geringen Verschiedenheiten zwischen den vier Betrieben hinsichtlich der Klimabedingungen weisen diese Differenzen in der Kükenmortalität auf große betriebliche Effekte, etwa im Management, hin. Während des Untersuchungszeitraumes von April 2002 bis Dezember 2002 wechselten die Klimabedingungen, deren Einfluss auf die Verlustrate der Küken vergleichsweise gering war. Die größte Wirkung auf die Mortalität hatte vielmehr die Schlupfnummer, wobei auch hier wiederum große betriebliche Unterschiede festzustellen waren. Die diagnostizierten möglichen Todesursachen (Dottersackinfektionen, Enteritis, Polyserositis und Gastrostase) traten ähnlich häufig, wie in der Literatur erwähnt, auf und deuten ebenfalls auf Probleme im Management (Fütterung, Haltung, Betreuung) hin. Atemwegserkrankungen oder Erfrierungen, die auf die Witterungsbedingungen zurückzuführen wären, wurden nicht beobachtet. Im Hinblick auf die Kükenmortalität scheinen insbesondere eine gute Bruthygiene, eine ausgewogene Ernährung und sorgfältige Betreuung der Küken sowie eine tägliche Kontrolle der Gehege entscheidender als die klimatischen Bedingungen zu sein.

### **6.2 Stallnutzung durch Jungtiere**

Die drei untersuchten Jungtiergruppen nutzten den Stall während des Beobachtungszeitraumes von Dezember 2002 bis Februar 2003 mit einer zwischen den drei Betrieben sehr unterschiedlichen Häufigkeit von 13 %, 48% bzw. 64 %. Durch Beschränkung der ausgewerteten Beobachtungszeit auf die Mittagsstunden sollte der Einfluss der Fütterungszeiten auf die Stallnutzung reduziert werden. Trotz der wechselnden Wetterbedingungen während des Untersuchungszeitraumes wurden keine Zusammenhänge zwischen den Klimabedingungen und der Stallnutzung gefunden. Daher lassen die Ergebnisse den Schluss zu, dass zumindest unter den in der vorliegenden Studie gegebenen Randbedingungen betriebsspezifische Faktoren (z. B. bauliche Gegebenheiten, Position von angebotenen Zusatzfutter und Wasser) einen höheren Einfluss auf die Stallnutzung hatten als die vorherrschenden Klimaverhältnisse. Aussagen zu der Frage, ob die Tiere Anpassungsprobleme an die vorherrschenden Klimabedingungen hatten und daher den Stall nicht in Abhängigkeit von den Wetterlagen aufsuchten, lassen sich mit den vorliegenden Daten nicht treffen.

### 6.3 Körpertemperatur von jungen Straußen

Bei Außentemperaturen zwischen  $-10,7\text{ }^{\circ}\text{C}$  und  $15,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ , geringen Niederschlägen und geringen Windgeschwindigkeiten lagen die in der Leibeshöhle von jungen Straußen gemessenen Temperaturen durchschnittlich bei  $37,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Die Körperkern- und die Hauttemperatur der Strauße wurde deutlich von den erfassten Wettermerkmalen beeinflusst. Die mit diesen zusammenhängenden Abweichungen der Körperkern- und der Hauttemperatur waren allerdings geringer als die Variationen zwischen den Tieren und den Individuen. Die individuell unterschiedlich stark ausgeprägten Schwankungen in der Körperkerntemperatur während der Versuchsnächte, in denen die Tiere auf der Weide gehalten wurden, weisen auf Anpassungsprozesse hin. Hinweise auf eine Überforderung der untersuchten jungen Strauße bezüglich ihrer Temperaturregulation ergaben sich nicht. Der Gesundheitszustand der Vögel blieb über den dreimonatigen Untersuchungszeitraum hinweg gut und Hautveränderungen, die auf Erfrierungen deuten könnten, wurden nicht gefunden. Die Ergebnisse weisen auf die Wichtigkeit eines Stalles mit trockener, wärmeisolierender Einstreu bei niedrigen Temperaturen hin.

Insgesamt finden sich aus den Ergebnissen der in dieser Arbeit untersuchten Aspekte keine Hinweise darauf, dass die Anpassungsfähigkeit der in Offenställen gehaltenen jungen Strauße an die hier vorherrschenden Klimaverhältnisse überfordert gewesen ist. Die teilweise erheblichen Unterschiede zwischen den Betrieben, insbesondere auch in der Kükenaufzucht, weisen jedoch darauf hin, dass das Management anspruchsvoll ist und an die spezifischen Ansprüche der Tiere angepasst werden muss.

## 7 Literaturverzeichnis

1. **Ashash, E., Malkinson, M., Meir, R., Perl, S., Weisman, Y. (1996):** Causes of losses including a Borna disease paralytic syndrome affecting young ostriches of one breeding organization over a five-year period (1989-1993). *Avian Diseases*, 40:240-245.
2. **Badley, A. R. (1997):** Fertility, hatchability and incubation of ostrich (*Struthio camelus*) eggs. *Poultry and Avian Biology Reviews*, 8:53-76.
3. **Berendsen, K.-D. (1995):** Beobachtungen zum Verhalten von Straußen auf einem landwirtschaftlichen Betrieb in Deutschland. Diplomarbeit, Universität Hohenheim, Institut für Tierhaltung und Tierzüchtung.
4. **Berndt, R. & Meise, W. (1962):** Naturgeschichte der Vögel. Band 2: Spez. Vogelkunde, Franckh'sche Verlagshandlung Stuttgart,
5. **Bertram, B. C. R. (1992):** The ostrich communal nesting system. Princeton University Press, Princeton, New Jersey.
6. **Bezuidenhout, A. J. (1999):** Anatomy. In: Deeming, D. C. (Hrsg.): The ostrich: biology, production and health. CABI Publishing, Wallingford, England, 13-49.
7. **Bissinger, K. (1998):** Factors influencing calcium- and phosphorus-, as well as vitamin D metabolism in ostriches on farms in South Africa. *Ratites in a Competitive World. Proceedings of the 2nd International Ratite Congress 21 - 25 September 1998, Oudtshoorn, South Africa*, 28-30.
8. **Blood, J. R., van Schalkwyk, S. J., Cloete, S. W. P., Brand, Z. (1998):** Embryonic deaths in relation to water loss of artificially incubated ostrich eggs. *Proceedings of the 2nd International Ratite Congress 21 - 25 September 1998, Oudtshoorn, South Africa*, 148-151.
9. **Bolwig, N. (1973):** Agonistic and sexual behavior of African ostrich (*Struthio camelus*). *Condor*, 75: 100-105.
10. **Böhm, M. (1997):** Ausfallsursachen während der Brut und Aufzucht bei Afrikanischen Straußen (*Struthio camelus*) in einigen sterreichischen Betrieben. Forschungsinstitut für Wildtierkunde und Ökologie der Veterinärmedizinischen Universität Wien. Dissertation.
11. **Bundesamt für Veterinärwesen (2004):** Haltung von Straussenvgeln in landwirtschaftlichen und privaten Haltungen, Richtlinie 800.111.16, Tierschutz. Bern, Schweiz.
12. **Braun, U. (1998):** Vorweihnachtliche Naturbrut im Schwarzwald. *DGS Magazin*, 1:44-45.
13. **Brown, C. R., Peinke, D., Loveridge, A. (1996):** Mortality in near-term ostrich embryos during artificial incubation. *British Poultry Science*, 37:73-85.
14. **Classen, B. E. (1999):** Beitrag zur Natur- und Kunstbrut sowie zur Aufzucht von südafrikanischen Straußen (*Struthio camelus australis*) im Tierpark Dortmund in den Jahren 1991 bis 1994. Institut für Geflgelkrankheiten der Justus-Liebig-Universität Gießen. Dissertation.
15. **Cloete, S. W. P., van Schalkwyk, S. J., Brand, Z. (1998):** Ostrich breeding - progress towards a scientifically based strategy. *Proceedings of the 2nd International Ratite Congress 21 - 25 September 1998, Oudtshoorn, South Africa*, 55-62.

16. **Cloete, S.W.P., Lambrechts, H., Punt, K., Brand, Z. (2001):** Factors related to high levels of ostrich chick mortality from hatching to 90 days of age in an intensive rearing system. *Journal of the South African Veterinary Association-Tydskrif Van Die Suid-Afrikaanse Veterinere Vereniging*, 72:197-202.
17. **Cloete, S.W.P., Schalkwyk, S. J., Bunter, K. L. (2002):** Progress in ostrich breeding research. *Proceedings of World Ostrich Congress, Warsaw, 26-29 September 2002, Warsaw, Poland*:23-37.
18. **Cooper, R. G. (2001):** Handling, incubation, and hatchability of ostrich (*Struthio camelus var. domesticus*) eggs: A review. *Journal of Applied Poultry Research*, 10:262-273
19. **Cooper, R. G. (2002):** Consideration on rearing and handling of ostrich chicks. *Proceeding of World Ostrich Congress, 26-29 September 2002, Warsaw, Poland*. 59-63.
20. **Davidson, A. J., Aujard, F., London, B., Menaker, M., Block, G. D. (2003):** Thermochrom iButtons: An inexpensive method for long-term recording of core body temperature in untethered animals. *Journal of Biological Rhythms*, 18:430-432.
21. **Deeming, D. C., Ayres, L., Ayres, F. J. (1993):** Observations on the commercial production of ostrich (*Struthio camelus*) in the United Kingdom: rearing of chicks. *Veterinary Record*, 132:627-631.
22. **Deeming, D. C. & Ayres, L. (1994):** Factors affecting the rate of growth of ostrich (*Struthio camelus*) chicks in captivity. *Veterinary Record*, 135:617-622.
23. **Deeming, D.C. (1995):** Factors affecting hatchability during commercial incubation of ostrich (*Struthio camelus*) eggs. *British Poultry Science*, 36:51-65
24. **Deeming, D.C. (1996):** Microbial spoilage of ostrich (*Struthio camelus*) eggs. *British Poultry Science*, 37:689-693.
25. **Deeming, D.C. (1997):** Effect of climatic conditions on the behaviour of adult ostriches (*Struthio camelus*) in Britain. *Animal Welfare*, 6:349-356.
26. **Deeming, D. C. (1998):** Effect of winter climatic conditions on the behaviour of adult ostriches (*Struthio camelus*) on a British farm. *Animal Welfare*, 7:307-315.
27. **Dzoma, B. M. & Dorrestein, G. M. (2001):** Yolk sac retention in the ostrich (*Struthio camelus*): Histopathologic, anatomic, and physiologic considerations. *Journal of Avian Medicine and Surgery*, 15:81-89.
28. **Fowler, M. E. (1991):** Comparative clinical anatomy of ratites. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*. 22 (2): 204-227.
29. **Fuhrer, K. (2001):** Zoologische und rechtliche Aspekte der Straußenhaltung und Straußenzucht in Deutschland. Universität Karlsruhe. Diplomarbeit.
30. **Gansinger, D. (1996):** Untersuchungen zur Haltung von Straußen in Österreich. Universität Wien. Dissertation.
31. **Gretschel, M. & Pelc, O. (1998):** Hagenbeck: Tiere, Menschen, Illusionen. Axel Springer Verlag.
32. **Grzimek, B. (2000):** Grzimeks Tierleben, Enzyklopädie des Tierreichs in 13 Bänden. Band 7, Vögel 1. Weltbild Verlag, Augsburg, 85-96.
33. **Hagen, H. & Hagen, W. (1996):** Afrikanische Strauße -"Nutztiere" in Deutschland? *Deutsche Tierärztliche Wochenschrift*, 103:98-100.

34. **Hagenbeck, C. (1911):** Carl Hagenbeck's Straußenfarm in Stellingen und die wirtschaftliche Bedeutung derselben. C. Schönfeldt's Buchdruckerei, Stellingen-Langenfelde.
35. **Hamann, F. (2004):** Infektion mit dem Drahtwurm. DGS Magazin, 49:47-49.
36. **Heider, G., Monreal, G., Mészáros, J. (1992):** Krankheiten des Wirtschaftsgeflügels; Ein Handbuch für Wissenschaft und Praxis. Gustav Fischer Verlag, Jena, Stuttgart.
37. **Heldmaier, G. & Neuweiler, G. (2004):** Vergleichende Tierphysiologie, Band 2, Vegetative Physiologie, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York.
38. **Helm, W. (1996):** Anpassung an hiesige Witterungsverhältnisse bereitet keine Probleme. DGS Magazin, 14:43-44.
39. **Holtzhausen, A. & Kotzé, M. (1990):** The ostrich. A production of the C.P. Nel Museum Oudtshoorn, South Africa.
40. **Huchzermeyer, F. W. (1998):** Diseases of ostriches and other ratites. Agricultural Research Council Onderstepoort Veterinary Institute, 0110 Onderstepoort, Republic of South Africa
41. **Huchzermeyer, F. W. (2002a):** Non-contageous and non-infectious causes of mortality in ostrich chicks. Proceedings of World Ostrich Congress 26 -29 September 2002, Warsaw, Poland, 140-142.
42. **Huchzermeyer, F. W. (2002b):** The importance of digestive tract morphology. A comparison between ostrich and rhea chicks. Proceeding of World Ostrich Congress 26 - 29 September 2002, Warsaw, Poland, 83-84.
43. **Immelmann, K. (1962):** Beobachtungen über Schlafrhythmus und Schlafverhalten an drei Afrikanischen Straußen. Zool. Garten, N.F., 26:215.
44. **Jost, R. (1993):** Über den Strauß (*Struthio camelus*) und seine kommerzielle Nutzung. Institut für Hygiene und Infektionskrankheiten der Tiere der Justus-Liebig-Universität Gießen. Dissertation.
45. **Kaminske, V. (2005):** Straußen - Farming in Mitteleuropa und dem südlichen Afrika. Geoöko, 26: 79-94.
46. **Kaminske, V. & Keipert, C. (1998):** Straußenfarming in Deutschland. Zeitschrift für Wirtschaftsgeographie, 42: 22-34.
47. **Kistner, C. & Reiner, G. (2002):** Strauße - Zucht, Haltung und Vermarktung. Eugen Ulmer, GmbH & Co., Stuttgart.
48. **Kösters, J., Hornung, B., Korbel, R. (1996):** Straußenhaltung aus der Sicht des Tierarztes. Deutsche Tierärztliche Wochenschrift, 103:100-104.
49. **Krawinkel, P. (1994):** Untersuchungen verschiedener Einflußfaktoren auf den Schlupf in der Natur- und Kunstbrut beim Afrikanischen Strauß (*Struthio camelus*) sowie weitere Daten zum Strauß. Institut für Geflügelkrankheiten der Justus-Liebig-Universität Gießen. Dissertation.
50. **Louw, G. N., Belonje, P. C., Coetzee, H. J. (1969):** Renal function, respiration, heart rate and thermoregulation in the ostrich (*Struthio camelus*). Scientific Papers Namib Desert Station, 42: 43-54.
51. **More, S. J. (1996a):** The performance of farmed ostrich hens in eastern Australia. Preventive Veterinary Medicine, 29:107-120.

52. **More, S. J. (1996b):** The performance of farmed ostrich chicks in eastern Australia. Preventive Veterinary Medicine, 29:91-106.
53. **Müller, M. J. (1980):** Handbuch ausgewählter Klimastationen der Erde. Gerold Richter, Trier.
54. **Nahm, K. E. (2001):** Effects of storage length and weight loss during incubation on the hatchability of ostrich eggs (*Struthio amuelus*). Poultry Science, 80:1667-1670.
55. **Perelman, B. (2002):** Infectious diseases and preventive medicine during the hatching and rearing period. Proceeding of World Ostrich Congress 26 - 29 September 2002, Warschau, Poland, 69-82.
56. **Pfeiffer, J. (2002):** Vorschriften, Empfehlungen und tierschutzrechtliche Aspekte bei der Haltung von afrikanischen Straußen. TVT- Nachrichten, 1/2002:11-14.
57. **Reiner, G. (1995):** Besonderheiten der Strauennutzung. Archiv für Geflgelkunde, 59:94-98.
58. **Reiner, G. (1996):** Kaum Auffälligkeiten trotz Winterwitterung. DGS Magazin, 9:40-41.
59. **Reischl, E. (2002):** Untersuchungen über das Federpicken beim Afrikanischen Strauß (*Struthio camelus*) in Israel. Institut für Tierschutz, Verhaltenskunde und Tierhygiene der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig - Maximilians - Universität München. Dissertation.
60. **Rocznik, K. (1984):** Kleines Wetter-Lexikon: mit wetterkundlichen Beiträgen und Klimadaten aus aller Welt. S. Hirzel Verlag, Stuttgart,
61. **Rusche, B. & Schmidt, T. (1998):** "Nischantiere" in der Landwirtschaft. Der kritische Agrarbericht 1998, 216-221.
62. **Sachverständigengruppe Gutachten über die Tierschutzgerechte Haltung von Vögeln (1997):** Mindestanforderungen an die Haltung von Straußenvögeln, außer Kiwis vom 10. Juni 1994 (in der ergänzenden Fassung vom 10. September 1996). Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (BMELF), Bonn.
63. **Sahan, U., Ipek, A., Yilmaz, B. (2004):** Effects of storage length on incubation results of ostrich eggs (*Struthio camelus*). Archiv für Geflgelkunde, 68:187-190.
64. **Sambras, H. H. (1994):** Der Tagesablauf von Afrikanischen Straußen (*Struthio camelus*) in Gehegen. Berliner und Münchner Tierärztliche Wochenschrift, 107: 339-341.
65. **Sambras, H. H. (1995):** Verhaltensstörungen der Nahrungsaufnahme bei Afrikanischen Straußen. Berliner und Münchner Tierärztliche Wochenschrift, 108:344-346.
66. **Sambras, H. H. (1998):** Die Haltung von Afrikanischen Straußen (*Struthio camelus*). Tagung der Fachgruppe "Tierschutzrecht", Thema: Ethologie und Tierschutz. Verlag Dt.Veterinrmed.Gesellschaft e.V. 97-106.
67. **Samson, J. (1997):** Prevalent diseases of ostrich chicks farmed in Canada. Canadian Veterinary Journal-Revue Veterinaire Canadienne, 38:425-428.
68. **Sauer, E. G. & Sauer, E. M. (1964):** The behavior and ecology of the South African Ostrich. The Living Bird, 5:45-75.
69. **Schlegel, H. G. (1992):** Allgemeine Mikrobiologie. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York.
70. **Schmidt, R.; Thews, G. (1995):** Physiologie des Menschen. 26. Auflage. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York.

71. **Schmitz, J. (2000):** Die Haltung Afrikanischer Strauße (*Struthio camelus*) unter hessischen Klimabedingungen - Auswertung von Wetterdaten für die Anwendung des BML-Straußen-Gutachtens von 1996. Deutsche Tierärztliche Wochenschrift, 107:276-281.
72. **Schuh, H. (2003):** Alleinerziehender Asylant. Der Nandu, ein straußenähnlicher Laufvogel brütet in Mecklenburg und breitet sich aus. Darf er das? Die Zeit, Nr. 13, 20. März 2003, S. 33.
73. **Schulz, A.-C. (2004):** Untersuchungen zum Verhalten und der Haltung von Afrikanischen Straußen (*Struthio camelus*) unter deutschen Klimabedingungen. Institut für Tierschutz, Verhaltenskunde und Tierhygiene der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München. Dissertation.
74. **Schütt-Abraham, I. & Worthmuth, H. - J. (1995):** Anwendung des Bolzenschussapparates. DGS Magazin, 48:45-46.
75. **Shanawany, M. M. (1999):** Ostrich production systems. Part I. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.
76. **Smit, D. J. v. Z. (1963):** Ostrich farming in the Little Karoo. Republic of South Africa, Heer Printing Co. (Pty.) Ltd. for the Government Printer, Pretoria.
77. **Starck, D (1982):** Vergleichende Anatomie der Wirbeltiere. Band 3. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York.
78. **Ständiger Ausschuss des europäischen Übereinkommens zum Schutz von Tieren in landwirtschaftlichen Tierhaltungen (1997):** Empfehlung für die Haltung von Straußenvögeln (Strauße, Emus und Nandus).
79. **Tierärztliche Vereinigung für Tierschutz e.V.(2003):** Artgemäße nutztierartige Straußenhaltung, Merkblatt Nr. 96., [www.tierschutz-tvt.de/merkblaetter.html](http://www.tierschutz-tvt.de/merkblaetter.html).
80. **Terzich, M. & Vanhooser, S. (1993):** Postmortem findings of ostriches submitted to the Oklahoma Animal-Disease Diagnostic Laboratory. Avian Diseases, 37:1136-1141.
81. **Verwoerd, D. J., Deeming, D. C., Angel, C. R., Perelman, B. (1999):** Rearing environments around the world. In: Deeming, D. C. (Hrsg.): The ostrich: biology, production and health. CABI Publishing, Wallingford, England, 191-216.
82. **Weber, S. (1996):** Österreich: Straußenhaltung im Winter 1995/1996 war problemlos. DGS Magazin, 40:62-63.

## 8 Anhang

**Tabelle 37:** Mittelwert der Lufttemperatur [°C] und der relativen Luftfeuchtigkeit [%] im und außerhalb des Stalles auf den Betrieben B, C und D während der Beobachtungsphase.

Betrieb	Datum und Uhrzeit	Mittelwert der Temperatur in °C		Mittelwert der relativen Luftfeuchtigkeit in %	
		außen	Stall	außen	Stall
B	08.Dez.02 11:00	4,4	1,3	82,5	85,5
B	08.Dez.02 12:00	4,6	1,4	81,5	85,1
B	09.Dez.02 11:00	-0,4	-1,6	70,3	71,8
B	09.Dez.02 12:00	0,2	0,6	68,0	67,3
B	10.Dez.02 11:00	1,4	0,4	67,1	67,9
B	10.Dez.02 12:00	1,7	1,4	65,3	62,9
B	11.Dez.02 11:00	-1,4	-1,8	76,6	76,5
B	11.Dez.02 12:00	-0,1	0,3	72,1	71,0
B	12.Dez.02 11:00	0,8	0,3	80,4	79,6
B	12.Dez.02 12:00	0,7	1,5	75,0	73,4
B	13.Dez.02 11:00	3,2	2,3	81,1	83,9
B	13.Dez.02 12:00	4,6	3,5	73,3	76,9
B	14.Dez.02 11:00	0,6	0,2	100,0	95,6
B	14.Dez.02 12:00	1,9	0,8	99,9	92,5
B	09.Jan.03 11:00	-9,8	-5,1	90,0	72,4
B	09.Jan.03 12:00	-8,4	-3,4	81,7	68,5
B	10.Jan.03 11:00	-10,5	-5,0	82,9	76,6
B	10.Jan.03 12:00	-10,2	-4,2	81,7	71,1
B	11.Jan.03 11:00	-6,9	-1,1	86,9	75,0
B	11.Jan.03 12:00	-6,1	0,2	83,1	68,1
B	12.Jan.03 11:00	-7,2	-3,6	57,2	73,4
B	12.Jan.03 12:00	-6,8	-1,0	55,2	67,3
B	13.Jan.03 11:00	-8,2	-3,4	81,4	68,7
B	13.Jan.03 12:00	-7,4	-3,4	77,7	82,6
B	14.Jan.03 11:00	-0,7	2,2	100,0	98,4
B	14.Jan.03 12:00	0,0	2,5	99,9	97,7
C	09.Jan.03 11:00	-	-	-	-
C	09.Jan.03 12:00	-	-	-	-
C	10.Jan.03 11:00	-6,3	-3,8		-
C	10.Jan.03 12:00	-4,4	-2,5		-
C	11.Jan.03 11:00	-3,6	0,8		-
C	11.Jan.03 12:00	-2,4	0,4		-

Betrieb	Datum und Uhrzeit	Mittelwert der Temperatur in °C		Mittelwert der relativen Luftfeuchtigkeit in %	
		außen	Stall	außen	Stall
C	12.Jan.03 11:00	-1,3	0,7		-
C	12.Jan.03 12:00	-0,9	0,9		-
C	13.Jan.03 11:00	1,9	2,6		-
C	13.Jan.03 12:00	2,2	2,8		-
C	14.Jan.03 11:00	5,8	6,3		-
C	14.Jan.03 12:00	6,0	6,4		-
C	08.Feb.03 11:00	2,6	4,8	100,0	99,9
C	08.Feb.03 12:00	2,9	5,1	100,0	99,9
C	09.Feb.03 11:00	3,6	3,6	86,3	99,8
C	09.Feb.03 12:00	4,9	4,4	81,1	97,4
C	10.Feb.03 11:00	0,0	0,4	76,2	93,9
C	10.Feb.03 12:00	1,6	1,1	67,6	91,1
C	11.Feb.03 11:00	-1,1	0,3	79,0	93,5
C	11.Feb.03 12:00	0,6	0,3	72,9	91,0
C	12.Feb.03 11:00	-4,1	-1,8	87,4	90,7
C	12.Feb.03 12:00	-3,8	-1,5	85,6	88,8
C	13.Feb.03 11:00	-3,2	-2,0	69,8	89,4
C	13.Feb.03 12:00	-1,5	-1,4	58,6	84,8
C	14.Feb.03 11:00	-2,5	-2,3	48,7	82,4
C	14.Feb.03 12:00	-0,4	-1,3	41,4	77,3
D	08.Dez.02 11:00	-2,8	9,8	74,6	57,6
D	08.Dez.02 12:00	-2,0	9,6	71,4	41,7
D	09.Dez.02 11:00	-5,9	9,2	65,4	44,7
D	09.Dez.02 12:00	-5,3	9,0	62,5	28,9
D	10.Dez.02 11:00	-6,7	8,6	71,4	49,7
D	10.Dez.02 12:00	-5,0	9,6	63,6	28,0
D	11.Dez.02 11:00	-7,0	7,6	74,1	52,4
D	11.Dez.02 12:00	-5,2	9,0	66,6	27,6
D	12.Dez.02 11:00	-4,4	-3,3	77,5	71,5
D	12.Dez.02 12:00	-2,1	-2,1	64,1	65,8
D	13.Dez.02 11:00	-1,5	-1,2	87,5	81,1
D	13.Dez.02 12:00	-0,7	0,8	85,8	79,4
D	14.Dez.02 11:00	2,0	1,5	93,5	82,0
D	14.Dez.02 12:00	2,2	1,7	91,6	84,3
D	08.Feb.03 11:00	3,8	4,2	99,9	99,9
D	08.Feb.03 12:00	4,2	4,4	99,7	99,9

Betrieb	Datum und Uhrzeit	Mittelwert der Temperatur in °C		Mittelwert der relativen Luftfeuchtigkeit in %	
		außen	Stall	außen	Stall
D	09.Feb.03 11:00	5,8	7,6	83,8	83,6
D	09.Feb.03 12:00	7,2	7,4	77,4	79,4
D	10.Feb.03 11:00	2,0	3,7	65,1	63,6
D	10.Feb.03 12:00	2,8	5,9	61,6	58,7
D	11.Feb.03 11:00	2,6	4,8	65,5	62,9
D	11.Feb.03 12:00	3,9	7,0	63,3	59,4
D	12.Feb.03 11:00	-2,7	-1,5	86,8	79,9
D	12.Feb.03 12:00	-2,1	0,9	84,6	77,8
D	13.Feb.03 11:00	-2,4	2,2	76,7	67,5
D	13.Feb.03 12:00	-0,9	3,8	71,3	62,0
D	14.Feb.03 11:00	-1,7	2,7	57,2	53,6
D	14.Feb.03 12:00	0,2	3,8	50,1	50,0
<b>Min</b>		<b>-10,5</b>	<b>-5,1</b>	<b>41,4</b>	<b>27,6</b>
<b>Max</b>		<b>7,2</b>	<b>9,8</b>	<b>100,0</b>	<b>99,9</b>
<b>Mittelwert</b>		<b>-1,1</b>	<b>1,7</b>	<b>76,7</b>	<b>74,7</b>

**Tabelle 38:** Mittelwerte und Standardfehler der Körperkerntemperatur (KT) von sechs (Alter = 6) und 15 Monate (Alter = 15) alten Straußen in Abhängigkeit von der Tageszeit (Zeit) und der Außentemperatur (Temp), der relativen Luftfeuchtigkeit (Feuchte), der Globalstrahlung (GS), des Niederschlages (NS), und der Windgeschwindigkeit (Wind). Die Klimaelemente wurden in Klassen angegeben.

Effekt	Alter	Zeit	Temp	Feuchte	GS	NS	Wind	KT in °C	Standardfehler
Zeit		Tag						37,8	0,21
Zeit		Nacht						37,9	0,21
Temp			-1					37,6	0,22
Temp			0					37,9	0,21
Temp			1					38,1	0,22
Wind							-1	38,0	0,22
Wind							0	37,7	0,21
Wind							1	37,8	0,22
Alter*Zeit	6	Tag						37,8	0,34
Alter*Zeit	6	Nacht						38,1	0,34
Alter*Zeit	15	Tag						37,8	0,24
Alter*Zeit	15	Nacht						37,8	0,24
Alter*NS	6					0		37,8	0,34

Effekt	Alter	Zeit	Temp	Feuchte	GS	NS	Wind	KT in °C	Standardfehler
Alter*NS	6					1		38,0	0,34
Alter*NS	15					0		37,8	0,24
Alter*NS	15					1		37,7	0,24
Alter*Wind	6						-1	38,1	0,35
Alter*Wind	6						0	37,7	0,34
Alter*Wind	6						1	38,0	0,34
Alter*Wind	15						-1	38,0	0,25
Alter*Wind	15						0	37,6	0,24
Alter*Wind	15						1	37,7	0,25
Zeit*Temp		Tag	-1					37,5	0,23
Zeit*Temp		Tag	0					37,8	0,21
Zeit*Temp		Tag	1					38,0	0,22
Zeit*Temp		Nacht	-1					37,7	0,23
Zeit*Temp		Nacht	0					38,0	0,21
Zeit*Temp		Nacht	1					38,1	0,22
Temp*Feuchte			-1	-1				37,6	0,25
Temp*Feuchte			-1	0				37,6	0,22
Temp*Feuchte			-1	1				37,6	0,23
Temp*Feuchte			0	-1				37,9	0,22
Temp*Feuchte			0	0				37,9	0,21
Temp*Feuchte			0	1				37,8	0,21
Temp*Feuchte			1	-1				38,2	0,22
Temp*Feuchte			1	0				38,0	0,21
Temp*Feuchte			1	1				38,0	0,28
Temp* GS			-1		0			37,7	0,21
Temp* GS			-1		1			37,5	0,27
Temp* GS			0		0			37,8	0,20
Temp* GS			0		1			38,0	0,21
Temp* GS			1		0			37,9	0,21
Temp* GS			1		1			38,2	0,23
Feuchte*Wind				-1			-1	38,4	0,26
Feuchte*Wind				-1			0	37,6	0,21
Feuchte*Wind				-1			1	37,8	0,23
Feuchte*Wind				0			-1	38,0	0,21
Feuchte*Wind				0			0	37,7	0,21
Feuchte*Wind				0			1	37,9	0,21
Feuchte*Wind				1			-1	37,8	0,23

Effekt	Alter	Zeit	Temp	Feuchte	GS	NS	Wind	KT in °C	Standardfehler
Feuchte*Wind				1			0	37,8	0,22
Feuchte*Wind				1			1	37,9	0,23
GS* Wind					0		-1	37,9	0,21
GS* Wind					0		0	37,7	0,21
GS* Wind					0		1	37,8	0,21
GS* Wind					1		-1	38,2	0,24
GS* Wind					1		0	37,6	0,22
GS* Wind					1		1	37,9	0,24

**Tabelle 39:** Mittelwerte und Standardfehler der Hauttemperatur (HT) von sechs (Alter = 6) und 15 Monate (Alter = 15) alten Straußen in Abhängigkeit von der Tageszeit (Zeit) und der Außentemperatur (Temp), der relativen Luftfeuchtigkeit (Feuchte), der Globalstrahlung (GS), des Niederschlages (NS), und der Windgeschwindigkeit (Wind). Die Klimaelemente wurden in Klassen angegeben.

Effekt	Alter	Zeit	Temp	Feuchte	GS	NS	Wind	HT in °C	Standardfehler
Zeit		Tag						36,5	0,22
Zeit		Nacht						37,3	0,22
Temp			-1					36,2	0,25
Temp			0					37,0	0,22
Temp			1					37,4	0,24
Wind							-1	37,4	0,25
Wind							0	36,5	0,22
Wind							1	36,7	0,23
Alter*Zeit	6	Tag						36,5	0,31
Alter*Zeit	6	Nacht						37,6	0,31
Alter*Zeit	15	Tag						36,5	0,30
Alter*Zeit	15	Nacht						36,9	0,30
Alter*NS	6					0		36,9	0,30
Alter*NS	6					1		37,2	0,31
Alter*NS	15					0		36,7	0,30
Alter*NS	15					1		36,7	0,31
Alter*Wind	6						-1	37,6	0,33
Alter*Wind	6						0	36,7	0,31
Alter*Wind	6						1	36,9	0,32
Alter*Wind	15						-1	37,3	0,32
Alter*Wind	15						0	36,4	0,31
Alter*Wind	15						1	36,4	0,31

Effekt	Alter	Zeit	Temp	Feuchte	GS	NS	Wind	HT in °C	Standardfehler
Zeit*Temp		Tag	-1					35,9	0,26
Zeit*Temp		Tag	0					36,5	0,22
Zeit*Temp		Tag	1					37,1	0,24
Zeit*Temp		Nacht	-1					36,6	0,27
Zeit*Temp		Nacht	0					37,5	0,22
Zeit*Temp		Nacht	1					37,7	0,25
Temp*Feuchte			-1	-1				36,3	0,30
Temp*Feuchte			-1	0				36,2	0,25
Temp*Feuchte			-1	1				36,2	0,26
Temp*Feuchte			0	-1				37,1	0,24
Temp*Feuchte			0	0				37,0	0,22
Temp*Feuchte			0	1				36,8	0,22
Temp*Feuchte			1	-1				37,6	0,25
Temp*Feuchte			1	0				37,1	0,22
Temp*Feuchte			1	1				37,6	0,37
Temp* GS			-1		0			36,7	0,23
Temp* GS			-1		1			35,8	0,34
Temp* GS			0		0			36,7	0,21
Temp* GS			0		1			37,2	0,24
Temp* GS			1		0			37,2	0,24
Temp* GS			1		1			37,7	0,26
Feuchte*Wind				-1			-1	38,2	0,34
Feuchte*Wind				-1			0	36,2	0,23
Feuchte*Wind				-1			1	36,6	0,27
Feuchte*Wind				0			-1	37,1	0,23
Feuchte*Wind				0			0	36,6	0,22
Feuchte*Wind				0			1	36,7	0,23
Feuchte*Wind				1			-1	37,1	0,26
Feuchte*Wind				1			0	36,8	0,25
Feuchte*Wind				1			1	36,7	0,26
GS* Wind					0		-1	37,2	0,23
GS* Wind					0		0	36,7	0,22
GS* Wind					0		1	36,6	0,22
GS* Wind					1		-1	37,7	0,29
GS* Wind					1		0	36,4	0,24
GS* Wind					1		1	36,7	0,28

## Lebenslauf

Katja Fuhrer, geboren am 3. März 1972 in Offenburg

Familienstand: ledig

### Schulbildung:

- 1978 - 1982 Anne-Frank-Grundschule in Offenburg  
1982 - 1989 Mädchengymnasium u. lb. Frau in Offenburg  
1989 - 1991 Schillergymnasium in Offenburg; Abschluss: Allgemeine Hochschulreife

### Studium:

- 1993 - 2001 Studium der Biologie an der Universität Fridericiana zu Karlsruhe (TH);  
Abschluss: Diplom  
Diplomarbeit: „Zoologische und rechtliche Aspekte der Straußenhaltung und Straußenzucht in Deutschland“  
1997 - 1998 Auslandsstudium in den USA an der University of Massachusetts (UMASS),  
Amherst

### Promotion:

- 2003 – 2006 „Untersuchung des Einflusses von Witterung auf Kükenmortalität, Stallnutzung und Körpertemperatur von Jungtieren in Betrieben mit kommerzieller Straußenhaltung in Deutschland.“ Seit dem 15. Oktober 2003 am Institut für Zoologie der Tierärztliche Hochschule Hannover. Betreuer: Prof. Dr. Stephan Steinlechner.

### Arbeitsstellen:

- 1991 - 1993 Au-Pair in Vancouver (Kanada)  
1997 – 1999 Wissenschaftliche Hilfskraft beim Technologiezentrum Wasser in Karlsruhe, Abteilung Mikrobiologie.  
2001 Angestellte bei Straußenfarm Mhou in Rheinmünster-Schwarzach  
2001 - 2004 Wissenschaftliche Mitarbeiterin im Institut für Tierschutz und Tierhaltung der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL) in Celle. Projekt: „Straußenhaltung in Deutschland“

## Publikationen

- Fuhrer, K.** (2001): Straußenzucht und -haltung, Schweizerische Geflügelzeitung 10/2001:12-14.
- Fuhrer, K.** (2001): Aus den Erfahrungen gelernt, DGS Magazin 27/2001:48-49.
- Fuhrer, K.** (2001): Doppelzäune um Gehege schützen besser, DGS Magazin 31/2001: 56-57.
- Fuhrer, K.** (2001): Gute Luft ist wichtiger als Schutz vor Regen, DGS Magazin 35/2001: 55-57.
- Fuhrer, K.** (2001): Böden mit Staunässe unbedingt trockenlegen, DGS Magazin 40/2001: 53-54.
- Fuhrer, K.** (2001): Sie gewöhnen sich an fast alles, DGS Magazin 48/2001: 55-56.
- Fuhrer, K.** (2002): Besucher werden am Zaun begrüßt, DGS Magazin 1/2002:48-49.
- Fuhrer, K.** (2003): Strauße – die großen Renner? Deutsche Veterinärmedizinische Gesellschaft e.V. (Hrsg.), Tagungsband zur Tagung Tierschutzrecht und Tierzucht, Erbpathologie und Haustiergenetik, Nürtingen 20.-21 Februar 2003: 76-82.
- Fuhrer, K.;** Matthes, S. (2003): Raising ostriches in Germany –mortality of ostrich chicks on four farms throughout one year, Proceedings of the 37th International Congress of the ISAE, Abano Terme, Italy, June 24-28 2003: 206.
- Fuhrer, K.;** Matthes, S. (2004): Straußenaufzucht in Deutschland – Erkenntnisse aus Praxis und Forschung. Tagungsband zum 5. Niedersächsischen Tierschutz-symposium in Oldenburg, 4.-5. März 2004: 56-62.
- Fuhrer, K.** (2005): Wovon der Bruterfolg wirklich abhängt, DGS Magazin 39/2005: 51-53
- Schrader, L.; **Fuhrer, K.;** Petow, S. (2005): Körpertemperatur von jungen Straußen unter winterlichen Bedingungen in Deutschland. Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung 2005, KTBL-Schrift 441: 166-174.

## **Eidesstattliche Versicherung**

Hierdurch versichere ich an Eides Statt, dass ich die Dissertation selbstständig verfasst und alle benutzten Hilfsmittel sowie evtl. zur Hilfeleistung herangezogene Institutionen vollständig angegeben habe. Ich versichere an Eides Statt, dass die Dissertation nicht schon als Diplom- oder ähnliche Prüfungsarbeit verwendet wurde.

Hannover, den 15. Dezember 2005

## Danksagung

Ich möchte mich ganz herzlich bei meinen Eltern bedanken, die mir mein Studium ermöglichten und damit die Voraussetzungen für diese Arbeit schufen.

Außerordentlichen Dank geht an die Straußenhalter, ohne deren Mitarbeit diese Untersuchung nicht möglich gewesen wäre.

Bei Herrn Prof. Dr. Stephan Steinlechner möchte ich mich für die nette Betreuung und bei Herrn Prof. Dr. Klaus Wächtler für die Übernahme des Korreferates bedanken.

Ferner möchte ich mich bei dem Leiter des Institutes für Tierschutz und Tierhaltung in Celle, Herrn Dr. Lars Schrader sowie allen Mitarbeitern bedanken, die mich bei meiner Arbeit unterstützen. Besonderen Dank geht an Dr. Siegfried Matthes, Petra Pusch, Gisela Niemann, Brigitte Frosch und den weiteren Mitarbeiterinnen, die u. a. die mikrobiologischen Untersuchungen durchführten und mich bei den Sektionen unterstützen. Danke auch den LTA-Schülern. Herrn Dr. Georg Heil möchte ich für die Hilfe bezüglich der statistischen Auswertung danken und seiner Frau Ursula Heil für die schnelle Beschaffung der Literatur. Ein Dankeschön den Mitarbeitern des technischen Dienstes, insbesondere Matthias Friedrich für seine hilfreiche und geduldige Unterstützung insbesondere beim Auf- und Abbau der technischen Ausrüstung.

Für die Bereitstellung von Wetterdaten und die freundliche Zusammenarbeit möchte ich mich bei Herrn Dipl. Met. Franz-Josef Löpmeier und bei Frau Marita Klein (Agarmeteorologische Forschung des Deutschen Wetterdienstes in Braunschweig) herzlich bedanken.

Ein riesiges Dankeschön den Korrekturlesern Sabine Jakob, Raimund Meier und Gregory Streletz.

Für die moralische Unterstützung möchte ich mich herzlich bei meinen Freunden Christel Merkle, Christine Heilbock, Ingmar Scholl, Kornelia Wegmann, Florian Simons, Maren Bulheller und Tanja Kutzer bedanken.

Ganz besonders möchte ich mich bei meinem langjährigen Lebensgefährten Axel Merkle bedanken, der mir mit viel Geduld und Rücksicht liebevoll zur Seite stand und ohne dessen Unterstützung diese Arbeit nicht beendet worden wäre.