

Aus dem Institut für Tierzucht und Haustiergenetik
der Justus-Liebig-Universität Gießen

**Untersuchungen zum Einfluß von Naturlicht im Vergleich zu zwei
verschiedenen Kunstlichtregimen auf die
Reproduktionsparameter weiblicher und männlicher Kaninchen
(*Oryctolagus cuniculus*)**

INAUGURAL-DISSERTATION
zur Erlangung des Doktorgrades beim
Fachbereich Veterinärmedizin
der Justus-Liebig-Universität Gießen

Eingereicht von
MEIKE SCHÜDDEMAGE

Gießen 2000

Aus dem Institut für Tierzucht und Haustiergenetik
der Justus-Liebig-Universität Gießen

Betreuer: Prof. Dr. St. Hoy

Eingereicht über das Institut für Tierzucht und
Haustiergenetik der Justus-Liebig-Universität Gießen

Im Fachbereich vertreten durch: Prof. Dr. V. Dzapo

**Untersuchungen zum Einfluß von Naturlicht im Vergleich zu zwei
verschiedenen Kunstlichtregimen auf die
Reproduktionsparameter weiblicher und männlicher Kaninchen
(*Oryctolagus cuniculus*)**

INAUGURAL-DISSERTATION
zur Erlangung des Doktorgrades beim
Fachbereich Veterinärmedizin
der Justus-Liebig-Universität Gießen

Eingereicht von
MEIKE SCHÜDDEMAGE
Tierärztin aus Frankfurt/Main

Gießen 2000

Mit Genehmigung des Fachbereichs Veterinärmedizin
der Justus-Liebig-Universität Gießen

Dekan: Prof. Dr. Dr. h.c. H. Bostedt

1. Berichterstatter: Prof. Dr. St. Hoy

2. Berichterstatter: Prof. Dr. V. Dzapo

Tag der mündlichen Prüfung: 28. Januar 2000

MEINEN ELTERN

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Literaturübersicht	3
2.1	Anatomische Besonderheiten der Geschlechtsorgane von Kaninchen	3
2.1.1	Morphologie und Physiologie der weiblichen Geschlechtsorgane	3
2.1.2	Morphologie und Physiologie der männlichen Geschlechtsorgane	4
2.1.3	Geschlechts- und Zuchtreife beim Kaninchen	5
2.2	Physiologie und hormonelle Steuerung der Fortpflanzung	6
2.3	Grundlagen der biologischen Wirkung des Lichtes	10
2.4	Circadiane Tagesrhythmik und Aktivitätsrhythmus der Kaninchen	12
2.5	Saisonale Einflüsse auf die Fortpflanzung von Kaninchen	15
2.6	Untersuchungen über die Wirkung verschiedener Photoperioden auf die Fruchtbarkeitsleistungen des Kaninchens	19
2.6.1	Reproduktionsleistungen weiblicher Kaninchen	19
2.6.2	Verhalten beim Absamen und spermatologische Parameter männlicher Kaninchen	22
2.7	Untersuchungen zum Einfluß der Parität und des physiologischen Status auf die Reproduktionsleistungen weiblicher Kaninchen	24
2.8	Künstliche Besamung (KB) beim Kaninchen	25
2.9	Säugeverhalten der Häsin	27
3	Material und Methoden	29
3.1	Lichtprogramme	29
3.2	Tiere	29

3.3	Haltung und Fütterung der Tiere	30
3.4	Stalltemperatur	32
3.5	Parameter und Methoden	32
3.5.1	Untersuchungen zu den Fruchtbarkeitsleistungen der Häsinnen	32
3.5.2	Ethologische Untersuchungen zu Häufigkeit, Dauer und Zeitpunkt der Saugakte in zwei verschiedenen Kunstlichtregimen	34
3.5.3	Untersuchungen zur Lebendmasseentwicklung der Jungkaninchen von der Geburt über das Absetzen bis zum Schlachten sowie zur Entwicklung der Gonaden zum Zeitpunkt der Schlachtung	35
3.5.4	Untersuchungen zum Verhalten der Rammler beim Absamen und zu den spermatologischen Parametern	35
3.6	Statistische Auswertung	38
4	Ergebnisse der Untersuchungen zu den Fruchtbarkeitsleistungen der Häsinnen	39
4.1	Einfluß des Lichtregimes	39
4.1.1	Konzeptionsrate	39
4.1.2	Saisonalen Einfluß auf die Konzeptionsrate im Naturlichtstall	40
4.1.3	Wurfgröße und Wurfmasse bei der Geburt	41
4.1.4	Wurfgröße und Wurfmasse beim Absetzen	44
4.1.5	Jungtierindex _{Geburt} und Jungtierindex _{Absetzen}	46
4.2	Einfluß der Besamungsfolge	47
4.2.1	Konzeptionsrate	47
4.2.2	Wurfgröße bei der Geburt	49
4.2.3	Jungtierindex _{Geburt}	50
4.3	Einfluß der Zwischenwurfzeit	52
4.3.1	Wurfgröße und Wurfmasse bei der Geburt	52

4.4	Einfluß der Parität	53
5	Ergebnisse der Untersuchungen zu Häufigkeit, Dauer und Zeitpunkt des Säugens in 24 Stunden	56
5.1	Häufigkeit des Säugens in 24 Stunden	56
5.2	Dauer des Säugens in 24 Stunden	58
5.3	Gesamtsäugedauer	59
5.4	Circadiane Säugerrhythmik	60
6	Ergebnisse der Untersuchungen zur Lebendmasseentwicklung der Jungkaninchen von der Geburt über das Absetzen bis zum Schlachten sowie zur Entwicklung der Gonaden zum Zeitpunkt der Schlachtung	63
6.1	Lebendmasse der Jungtiere bei der Geburt	63
6.1.1	Einfluß des Lichtregimes auf die Lebendmasse bei der Geburt	64
6.1.2	Geburtsmasse der Jungtiere in Abhängigkeit von der Wurfgröße	64
6.1.3	Einfluß des Geschlechtes der Jungkaninchen auf die Geburtsmasse	65
6.1.4	Dynamik der Geburtsmasse im Untersuchungszeitraum	66
6.1.5	Multipler Regressionsansatz für die Lebendmasse bei der Geburt	67
6.2	Lebendmasse der Jungtiere beim Absetzen	68
6.2.1	Lebendmasse der Jungkaninchen beim Absetzen in Abhängigkeit vom Lichtprogramm	68
6.2.2	Einfluß der Wurfgröße beim Absetzen auf die Absetzmasse der Jungtiere	70
6.2.3	Absetzmasse der Jungtiere in Abhängigkeit vom Geschlecht	71
6.2.4	Dynamik der Absetzmassen im Untersuchungszeitraum	72
6.2.5	Multipler Regressionsansatz für die Lebendmasse beim Absetzen	72
6.3	Jungtierverluste während der Säugeperiode	73

6.3.1	Einfluß der Geburtsmasse der Jungtiere und der Wurfgröße bei der Geburt auf die Verluste während der Säugeperiode	74
6.4	Lebendmasse der Jungtiere bei Mastende	75
6.4.1	Lebendmasse bei Mastende in Zuordnung zu den Lichtprogrammen	76
6.4.2	Lebendmasse bei der Schlachtung in Zuordnung zum Geschlecht	76
6.4.3	Dynamik der Mastendmasse im Untersuchungszeitraum	77
6.4.4	Multipler Regressionsansatz für die Lebendmasse bei Mastende	78
6.5	Verluste während der Mastperiode	79
6.5.1	Einfluß der Lebendmasse beim Absetzen auf die Verluste in der Mastphase	80
6.6	Status der Gonaden der männlichen und weiblichen Mastkaninchen zum Zeitpunkt der Schlachtung	80
6.6.1	Größe und Masse der männlichen Gonaden	80
6.6.2	Zusammenhang zwischen der Hodenmasse und der Lebendmasse zum Zeitpunkt der Schlachtung	81
6.6.3	Multipler Regressionsansatz für die Hodengröße bei der Schlachtung	82
6.6.4	Multipler Regressionsansatz für die Hodenmasse bei der Schlachtung	83
6.6.5	Masse und Funktionskörper der weiblichen Gonaden	83
6.6.6	Zusammenhang zwischen Masse von Ovarien und Uterus und der Lebendmasse zum Zeitpunkt der Schlachtung	85
6.6.7	Multipler Regressionsansatz für die Ovarmasse bei der Schlachtung	87
6.6.8	Multipler Regressionsansatz für die Uterusmasse bei der Schlachtung	87
7	Ergebnisse der Untersuchungen zur Sprungfreudigkeit der Rammler beim Absamen und zu den spermatologischen Parametern	89
7.1	Einfluß des Lichtregimes	89
7.1.1	Verhalten der Rammler beim Absamen	89
7.1.2	Spermatologische Parameter	90

7.1.3	Lebendmasse der Rammler	92
7.1.4	Hodengröße der Rammler	93
7.1.5	Zusammenhang zwischen Lebendmasse und Hodengröße	94
7.1.6	Zusammenhang zwischen Hodengröße und spermatologischen Parametern	94
7.2	Veränderungen des Verhaltens der Rammler beim Absamen und der spermatologischen Parameter im Untersuchungszeitraum	95
7.2.1	Verhalten der Rammler beim Absamen	95
7.2.2	Spermatologische Parameter	96
7.2.3	Lebendmasse der Rammler	101
7.2.4	Hodengröße der Rammler	102
8	Diskussion	103
8.1	Reproduktionsparameter der Häsinnen	103
8.2	Säugeaktivität der Häsinnen	110
8.3	Lebendmasseentwicklung und Verlustgeschehen der Jungkaninchen von der Geburt bis zur Schlachtung	112
8.4	Status der Gonaden zum Zeitpunkt der Schlachtung	116
8.5	Verhalten der Rammler beim Absamen und spermatologische Parameter	118
9	Zusammenfassung	122
10	Summary	126
11	Literaturverzeichnis	130

Abkürzungsverzeichnis

NL	Naturlicht
KL	Kunstlicht
KL 16h	Kunstlichtregime mit 16 Stunden Licht pro Tag
KL 8h	Kunstlichtregime mit 8 Stunden Licht pro Tag
NLR	natural light regime
ALR	artificial light regime
h	Stunde
n	Anzahl
p	Signifikanz
*	$p < 0,05$
**	$p < 0,01$
***	$p < 0,001$
n. s.	nicht signifikant
r	Korrelationskoeffizient
s	Standardabweichung
\bar{x}	Mittelwert
KB	Künstliche Besamung
FSH	Follikel stimulierendes Hormon
LH	luteinisierendes Hormon
ICSH	Zwischenzellen stimulierendes Hormon
GnRH	Gonadotropin Releasing Hormon
LHRH	luteinisierendes Hormon Releasing Hormon
HIOMT	Hydroxyindol-O-Methyl-Transferase
NAT	N-Acetyl-Transferase
NAS	N-Acetyl-Serotonin
c-AMP	zyklisches Adenosinmonophosphat
ATP	Adenosintriphosphat

1 Einleitung

Die wirtschaftliche Bedeutung der Kaninchenhaltung ist stärkeren Schwankungen unterworfen. Zunahmen der Kaninchenbestände treten in Krisenzeiten auf, die verstärkte Zuwendung zur Hobbytierhaltung wird in Zeiten des sozialen Wohlstandes sichtbar. Ein entscheidender Vorteil der Kaninchenproduktion liegt nach KÖTSCHE und GOTTSCHALK (1990) in der hohen Flächenproduktivität. Diese für fleischerzeugende Nutztierarten sehr hohe Flächenproduktivität resultiert aus der günstigen Energieverwertung und der hohen Reproduktionsleistung von Kaninchen. Darüber hinaus hat die hohe Flächenproduktivität und nährstoffökonomische Überlegenheit des Kaninchens auch zu seinem verstärkten Einsatz in den Ländern der sogenannten „Dritten Welt“ beigetragen (SCHLOLAUT, 1998). Auch von der Organisation für Ernährung und Landwirtschaft der Vereinten Nationen (FAO) wird das Kaninchen als eine Möglichkeit aufgeführt, den Hunger in der Welt zu besiegen. Kaninchen haben ein fettarmes, aber proteinreiches Fleisch und sind produktiver als die meisten für den Fleischverzehr gezüchteten Tiere (BRAUN, 1999).

Die intensive Produktion von Kaninchenfleisch in Großanlagen erfordert einen hohen ökonomischen Nutzeffekt, der im wesentlichen durch eine entsprechende Zahl an Nachkommen je Zuchttier und geringe Aufzuchtverluste zu sichern ist. Hierzu sind sehr gute Zucht- und Aufzuchtleistungen gefordert, die Reproduktionsfähigkeit des Kaninchens muß voll ausgeschöpft werden. Dies erfolgt zum einen durch züchterische Maßnahmen (z. B. Förderung der Frühreife, Selektion nach der Zitzenzahl), zum anderen durch biotechnische Maßnahmen. Die künstliche Besamung und die Wiederbelegung der Häsinnen 1 bis 2 Tage post partum wurden eingeführt, um die Reproduktionsleistungen der Häsinnen im Jahresverlauf zu stabilisieren und zu erhöhen (SCHLOLAUT, 1998). Weitere Möglichkeiten, um die Reproduktionsleistungen der Kaninchen zu verbessern und gleichzeitig das Image des Kaninchens als „natürlicher“ Nahrungslieferant zu erhalten, sehen THEAU-CLÉMENT et al. (1998) in der Biostimulation. Die verbesserte Konzeptionsbereitschaft durch eine zeitweilige Trennung der Häsinnen von ihrem Wurf sowie verschiedene Fütterungs- und Lichtprogramme werden als Aspekte weiterer Forschungstätigkeit genannt. Die Methoden der Biostimulation sollten leicht anzuwenden, billig und unter Aspekten des Tierschutzes vertretbar sein. Der Einsatz von Lichtregimen zur Steigerung der Reproduktionsleistungen von Kaninchen ist

ohne Probleme in der Praxis anwendbar und bedarf keiner zusätzlichen Arbeitskraft in den Betrieben.

Das Ziel der vorliegenden Arbeit war es, die Leistungsmerkmale männlicher und weiblicher Kaninchen (Weiße Neuseeländer Kreuzungen) bei der Haltung unter zwei verschiedenen Kunstlichtprogrammen im Vergleich zum Naturlicht zu analysieren und somit den Einfluß der Lichtregime auf Konzeptionsrate, Wurfgröße, Wurfmasse der Häsinnen, auf Lebendmasseentwicklung und Verlustgeschehen der Jungkaninchen sowie auf qualitative und quantitative Spermamermale der Rammler darzustellen. Weiterhin sollten die Säugehäufigkeit und die Säugedauer unter dem Einfluß zweier Kunstlichtregime untersucht werden. Besonderes Augenmerk wurde dabei auf den Säugerhythmus und den „Licht - Dunkel - Wechsel“ als einen möglichen Zeitgeber für das Säugeverhalten gelegt. Aus den Ergebnissen der Untersuchung des Einflusses verschiedener Kunstlichtregime im Vergleich zum Naturlicht auf Kaninchen waren Empfehlungen für die Anwendung von Lichtprogrammen in der Wirtschafts- und Rassekaninchenzucht abzuleiten.

Im einzelnen wurden mit dieser Arbeit folgende Ziele verfolgt:

1. Untersuchungen zum Einfluß verschiedener Kunstlichtregime im Vergleich zum Naturlicht auf die Reproduktionsparameter der Häsinnen
2. Vergleichende Untersuchung des Säugeverhaltens bei Hauskaninchen unter dem Einfluß von zwei Kunstlichtregimen mit Hilfe der Infrarot - Videotechnik
3. Aufklärung der Zusammenhänge zwischen Wurfgröße, Geburtsmasse, Lebendmasseentwicklung und Verlustgeschehen der Jungkaninchen von der Geburt bis hin zur Schlachtung unter Berücksichtigung von verschiedenen Lichtregimen
4. Analyse der Wirkung verschiedener Kunstlichtregime im Vergleich zum Einfluß des Naturlichtes auf den Status der Gonaden zum Zeitpunkt der Schlachtung bei männlichen und weiblichen Kaninchen
5. Bewertung des Einflusses verschiedener Kunstlichtregime im Vergleich zur Wirkung des Naturlichtes auf das Verhalten der Rammler beim Absamen und auf die spermatologischen Parameter

2 Literaturübersicht

2.1 Anatomische Besonderheiten der Geschlechtsorgane von Kaninchen

2.1.1 Morphologie und Physiologie der weiblichen Geschlechtsorgane

Die Reproduktionsorgane der Häsin bestehen aus den paarig angelegten Ovarien. Bei geschlechtsreifen Häsinnen befinden sich an den Ovarien jederzeit Follikel in unterschiedlichen Größen. Der Reifungsprozeß eines Follikels dauert ca. 18 Tage. Die sprungreifen Follikel bleiben ungefähr eine Woche bestehen. Wird keine Ovulation ausgelöst, schließt sich eine Rückbildungsphase an. Gleichzeitig reifen andere Follikel heran. Kommt es aufgrund bestimmter Reize zur Ovulation, gelangen die Eizellen in den jeweiligen Eileiter. In der Ampulle finden die Befruchtung und die frühe embryonale Entwicklung statt (SCHLOLAUT, 1998). Der spindelförmige Eierstock des Kaninchens (ca. 1,5 cm lang und 0,5 cm breit) liegt in der Furche zwischen innerer Lendenmuskulatur und Beginn der Bauchmuskulatur. Die Masse liegt zwischen 0,5 bis 0,75 g, abhängig von den funktionellen Strukturen auf dem Ovar. Unter den im Ovar produzierten Hormonen sind hauptsächlich Östrogene und Gestagene zu nennen. Beiden Eierstöcken schließen sich die Eileiter an, die etwa eine Länge von 10 - 15 cm besitzen und in den 7 cm langen Uterus münden. Der Uterus ist ebenfalls paarig angelegt. Da es sich beim Kaninchen um einen *Uterus duplex* handelt, bilden die beiden Uterushörner keinen Corpus uteri. Sie münden mit jeweils einer eigenen Cervix in die Vagina, es sind zwei deutliche Gebärmutterzapfen ausgebildet. Die Vagina ist bis zu 8 cm lang (CHEEKE et al., 1987).

Beim nicht trächtigen, jedoch geschlechtsreifen Tier ist der Uterus 6 - 10 cm lang und ca. 4 cm dick und hat eine muskulöse Wand. Der juvenile Uterus ist wesentlich kleiner und schwächer. Der Eileiter ist geschlängelt und drüsenfrei, er hat eine Länge von 7 - 10 cm (MARTIN und SCHAUDER, 1923).

In den Untersuchungen von MEYER und STUBBE (1991) wurde als Kriterium für eine Aktivität der Ovarien das Vorhandensein von deutlich sichtbaren Follikeln und/oder Gelbkörpern angesehen.

2.1.2 Morphologie und Physiologie der männlichen Geschlechtsorgane

Beim Rammler liegen die Gonaden in der Leistengegend. In den Hoden finden die Spermatogenese und die Produktion von Androgenen statt. Die Hoden haben ein spindelförmiges Aussehen (ca. 3 cm lang und 0,8 cm breit). Die Hodengröße der Rammler ist rasseabhängig, wobei auch beträchtliche individuelle Unterschiede zu beobachten sind. Den Hoden schließt sich der markant ausgebildete Nebenhoden an, in dem die Lagerung der Spermien erfolgt (SCHLOLAUT, 1998). Auf Grund der Hodenform, des sehr weiten Leistenkanals sowie eines wohl ausgebildeten Musculus cremaster befinden sich die Gonaden häufig im Leistenkanal oder in der Bauchhöhle, so daß der Hodensack temporär unter Faltenbildung im Fell verschwindet (DORST, 1991). Weiterhin sind die Samenleiter sowie die akzessorischen Geschlechtsdrüsen zu nennen, deren Sekrete bei der Ejakulation den Samenzellen beigemischt werden. Sie sind für die Befruchtungsfähigkeit bedeutungsvoll. Den Endteil des Geschlechtsapparates männlicher Kaninchen bildet der Penis, der meist nur bei sexueller Erregung sichtbar ist. In der inaktiven Phase liegt er nach hinten gerichtet im Präputium. Seine Form ist zylindrisch mit etwas dünnerem Ende (SCHLOLAUT, 1998).

Zur Feststellung der Hodengröße (Testikularbiometrie) werden spezielle Untersuchungsverfahren empfohlen. Länge und Breite lassen sich mit einem Meßzirkel bestimmen. Unter Praxisbedingungen hat sich die Messung mit Bandmaß oder Lineal bewährt. Erfasst werden können die Länge des Hodens allein oder mit Nebenhodenkopf und die Breite der Hoden sowie die Hodendicke, gemessen als größter Umfang des Hodensackes. Das Hodenvolumen läßt sich entweder aus den Hodenmaßen annähernd berechnen oder kann auch bei einigen Tierarten durch Wasserverdrängung in einem Meßgefäß bestimmt werden (BUSCH et al. 1991). PAUFLER et al. (1969) zeigten mit ihren Untersuchungen, daß das errechnete Hodenvolumen ($[Länge \times Breite]^2$), in situ an der totalen Länge und der maximalen Breite des Hodens gemessen, sehr eng mit der post mortem gemessenen Hodengröße und Hodenmasse korreliert ($r = 0,9$). Sie schlossen daraus, daß die beschriebene Technik des Messens der Hodengröße ein adäquates Monitoring der Veränderungen erlaubt, die mit Wachstum, Umwelteinflüssen oder experimentellen Behandlungen einhergehen, ohne dem Tier Schaden zuzufügen.

2.1.3 Geschlechts- und Zuchtreife beim Kaninchen

Bei der Befruchtung des Eies wird das chromosomale Geschlecht des entstehenden neuen Individuums festgelegt. Alle normalen Embryonen sind potentiell bisexuell. Die Geschlechtsorgane entwickeln sich zunächst als indifferente Anlage, bevor sie sich in die eine oder andere Richtung weiterentwickeln (SCHNORR, 1989). Eine chronologische Asymmetrie der Entwicklung ist für alle Spezies typisch: Männliche Gonaden sind früher differenziert als weibliche. Die weitere Differenzierung der ausführenden Geschlechtswege erfolgt bei männlichen Individuen infolge aktiver Sekretion der Fetalhoden, bei weiblichen Individuen dagegen passiv, also ohne Beteiligung der Inkretion der fetalen Gonaden (KUDLÁČ, 1991).

Der Zeitpunkt, zu dem die Hoden bzw. Eierstöcke funktionstüchtig werden und sich die sekundären Geschlechtsmerkmale einstellen, kann stark variieren. Der Beginn der Geschlechtsreife hängt von vielen Faktoren ab. SCHLOLAUT (1998) nennt hierzu Rasse, Geschlecht, Lichtregime sowie Fütterungsverhältnisse.

Bei mittelgroßen Kaninchenrassen liegt die Geschlechtsreife bei 4 - 5 Monaten und bei großen Kaninchenrassen bei 7 - 8 Monaten. Der Begriff *Zuchtreife* schließt die durch die Fütterung bedingte körperliche Verfassung der Tiere ein. Sie unterliegt denselben Einflußfaktoren wie die Geschlechtsreife und beträgt bei mittelgroßen Kaninchenrassen 6 - 8 Monate, bei großen Rassen 5 - 10 Monate. Als Faustregel gilt allgemein, daß die Tiere mit 75 - 80 % ihrer rassetypischen Lebendmasse zur Zucht eingesetzt werden können (SCHLOLAUT, 1998).

Nach PETERSEN (1998) beginnt nach der Geburt der männlichen Kaninchen eine langsame Entwicklung der Hoden, die nach dem 35. Lebenstag in eine schnellere Entwicklungsphase übergeht. Zwischen dem 40. und 63. Lebenstag setzt die Spermatogenese ein (MAY und SIMPSON, 1975; PETERSEN, 1998). Ab einem Alter von ca. 15 Wochen können Spermien im Ejakulat gefunden werden. Die 19. oder 20. Woche wird zum Einsatz der Rammler in der Zucht empfohlen, wobei die volle sexuelle Reife (tägliche Spermienproduktion) erst im Alter von 32 Wochen erreicht wird. Häsinnen dulden im Alter von 10 bis 12 Wochen gelegentlich den Deckakt, es findet in der Regel aber keine Ovulation statt. Mit 15 bis 17 Wochen kann die von SCHLOLAUT (1998) empfohlene Lebendmasse von 75 - 80 % der rassetypischen Lebendmasse erreicht werden. Häsinnen sind in diesem Alter in der Regel geschlechtsreif.

Die Geschlechtsreife der männlichen Kaninchen wurde von MAY und SIMPSON (1975) als der Zeitpunkt definiert, wenn reife Spermatozoen in einer zur Befruchtung der Eizelle

ausreichender Anzahl gebildet werden. Bei den jungen Häsinnen beginnt die Follikelreifung im Alter von 90 Tagen. MAY und SIMPSON (1975) fanden vor dem 112. Tag keine Spermien im Lumen des Nebenhodens. Die akzessorischen Geschlechtsdrüsen erreichten später als die Hoden ihre höchste Entwicklungsstufe. Ihre sekretorische Aktivität nahm bis zu einem Alter von einem Jahr zu. Das Ergebnis war, daß die Dichte der Ejakulate bis zum Alter von einem Jahr sank. Die volle sexuelle Reife erreichten die Kaninchenböcke in einem Alter von 224 Tagen.

Untersuchungen zum Einfluß des Lichtes auf die Geschlechtsreife von Kaninchen zeigen, daß die Verlängerung der Photoperiode sich auf den Eintritt der Geschlechtsreife stimulierend auswirkt (LEFEVRE und MORRET, 1978). Auch KAMWANJA und HAUSER (1983) verdeutlichen mit ihren Untersuchungen einen Einfluß der Photoperiode auf den Beginn der Geschlechtsreife. Weibliche Kaninchen, die unter dem Einfluß von 6 Stunden Licht pro Tag gehalten wurden, brauchten 17 Tage länger, um die Geschlechtsreife zu erreichen. Die Tiere hatten eine höhere Lebendmasse zum Zeitpunkt der Geschlechtsreife als diejenigen Tiere, die unter 18 Stunden Licht pro Tag gehalten wurden.

2.2 Physiologie und hormonelle Steuerung der Fortpflanzung

Charakteristisch für die Reproduktion des Kaninchens ist die induzierte Ovulation, d. h. die Ovulation infolge des Paarungsstimulus. Die Komponenten der Regulation der Ovulation sind: Paarungsstimulus, ZNS mit dem Hypothalamus, Hypophyse und Ovar (ELLENDORF, 1990). Die Paarungsbereitschaft der Häsin und der Deckakt werden durch das Sexualzentrum, das im Zwischenhirn liegt, gesteuert. Beim Rammler wird durch ein komplexes Zusammenspiel auch mit anderen Hormonen, die im Hoden (Testosteron) und in der Schilddrüse (Thyroxin) gebildet werden, die Deckbereitschaft (Libido) ausgelöst. Von zahlreichen weiteren Faktoren wird die Paarungsbereitschaft der Rammler beeinflusst. Hier werden von SCHLOLAUT (1998) unter anderem Lichteinwirkung, Umgebungstemperatur und die Anwesenheit paarungswilliger Häsinnen genannt.

Die Fortpflanzung wird durch ein komplexes hormonelles und neuronales System gesteuert. Hypothalamus und Hypophyse spielen hierbei eine führende Rolle. Der Hypothalamus ist der Hypophyse übergeordnet und übernimmt die Rolle des Vermittlers zwischen den nervalen

Zentren zum endokrinen Apparat. Der Hypothalamus empfängt von übergeordneten Zentren Stimuli und reagiert darauf mit der Ausschüttung von Neuro-Hormonen, die die Hypophyse über einen Kapillar-Plexus erreichen (THIBAULT und LEVASSEUR, 1991).

Die Hypophyse reagiert auf die vom Hypothalamus kommenden Impulse (GnRH) und potenziert diese in einem gewissen Sinne: GnRH und die von ihm ausgelösten Impulse werden durch die Bildung gonadotroper Hormone in der Adenohypophyse potenziert (FSH, LH bzw. ICSH). Diese werden dann über das Blut zu den Zielorganen, den Gonaden, transportiert. Die Gonaden produzieren die Geschlechtszellen und fungieren als innersekretorische Drüse. Die dort gebildeten Hormone (Östrogene, Gestagene, Androgene) beeinflussen dann rückwirkend die Funktion der übergeordneten Organe und sind daher bedeutende Faktoren des Rückkopplungsmechanismus (KUDLÁČ, 1991).

Die Funktionen des Hypothalamus sowie der Hypophyse und in der Folge auch das gesamte Fortpflanzungsverhalten und Reproduktionsgeschehen werden weitgehend durch die Epiphyse beeinflusst. Sie dient als Vermittler, der die nervalen Reize an den Hypothalamus weiterleitet. KUDLÁČ (1991) nimmt an, daß es sich um das Hormon Melatonin oder um eine dem Melatonin sehr ähnliche Substanz handelt, die eine antigonadale Wirkung besitzt.

Melatonin wird von der Epiphyse aus Serotonin gebildet und fungiert als Vermittler zwischen dem nervalen und dem humoralen System der Regulation der Fortpflanzung. Die Biosynthese unterliegt einer circadianen Rhythmik, wobei das für den letzten Syntheseschritt verantwortliche Enzym, die Hydroxyindol-O-Methyl-Transferase (HIOMT) tagsüber weniger aktiv ist als nachts (SAUERMOST et al., 1991). Auch KUDLÁČ (1991) geht davon aus, daß Synthese und Abgabe von Melatonin in umgekehrtem Verhältnis zur Dauer des Tageslichtes stehen. Die Verlängerung des Tages und die zunehmende Lichtintensität senken die Bildung und die Abgabe von Melatonin und umgekehrt.

Die Untersuchungen von WURTMAN et al. (1963) an Ratten zeigen, daß der Einfluß der Epiphyse auf die gonadale Funktion durch Melatonin hervorgerufen wird. Tägliche Injektionen von Melatonin setzten die Östrusanzeichen herab und führten zu einer reduzierten Ovarmasse der Ratten.

GnRH ist ein im Hypothalamus gebildetes Hormon, das neurosekretorisch gebildet wird und in die Hypophyse gelangt, wo es die Freisetzung von LH bzw. ICSH und FSH bewirkt (SAUERMOST, 1991).

Die Ovulation beim Kaninchen ist durch Stimulation der Häsinnin durch den Deckakt auszulösen. Die Stimulation führt über den Hypothalamus zu einer vermehrten Ausschüttung von GnRH (auch LHRH von einigen Autoren genannt), was wiederum zu einer LH - Ausschüttung führt. Das Zusammenspiel von LH und FSH löst die Ovulation aus (MC NITT, 1992). Die Synthese und Sekretion von GnRH erfolgt, je nach Signalverarbeitung, beim weiblichen Kaninchen in regelmäßigen Pulsen oder in Folge der Stimulation durch den Deckakt als Schub. Bei der künstlichen Besamung wird GnRH als Bolus intramuskulär appliziert. GnRH wird über das Portalgefäßsystem zum Hypophysenvorderlappen transportiert (ELLENDORF, 1990).

Die Gonadotropine FSH, LH bzw. ICSH werden in der Adenohypophyse synthetisiert. Die Synthese und die Sekretion sind entsprechend der GnRH - Signalfrequenz pulsatil oder als Schub ausgeprägt. FSH ist hauptsächlich für die Follikelreifung verantwortlich, LH ist im Zusammenspiel mit FSH für die Auslösung der Ovulation verantwortlich. Ebenso werden Prolaktin und Oxytocin von der Hypophyse gebildet. Prolaktin wirkt positiv auf die Milchsekretion, Oxytocin verursacht Kontraktionen des Uterus (CASTELLINI, 1996).

LH und FSH erreichen ihre Rezeptoren in den Gonaden, wo sie die Biosynthese von Steroid- und Peptidhormonen induzieren und steuern. Beim männlichen Kaninchen wird unter Einfluß von FSH und LH (ICSH) in den Leydigischen Zellen des Hodens die Sekretion von Testosteron stimuliert, in bestimmtem Maße auch die Synthese von Östrogenen in den Sertoli-Zellen. (KUDLÁČ, 1991)

Die Steroidhormone des Ovars (Östrogene und Gestagene) üben alternierend ein positives und ein negatives Feedback aus, speziell auf die Sekretion von GnRH, FSH und LH im hypothalamo-hypophysären Komplex (THEAU-CLÉMENT et al., 1998). Östrogene werden in den Graafschen Follikeln, den Corpora lutea, während der Trächtigkeit zu einem großen Teil in der Plazenta und in geringen Mengen auch in der Nebenniere gebildet. Sie spielen bei der Koordination der Sexualzyklen eine Rolle. Gestagene werden nach der Ovulation in dem sich zum Corpus luteum entwickelnden Follikel und in der Plazenta gebildet. Progesteron, als wichtigster Vertreter der Gestagene, bewirkt die Umwandlung der Uterusschleimhaut, um ein Einnisten der befruchteten Eizelle zu ermöglichen (SAUERMOST, 1991).

Testosteron beeinflusst das germinative Epithel und stimuliert die Spermiogenese. Testosteron wirkt ferner auf die morphologische Gestaltung und Funktion akzessorischer

Geschlechtsdrüsen und bedingt auch artspezifische Unterschiede in der Menge und Zusammensetzung des Seminalplasmas. Androgene sind für die sexuelle Aktivität der Rammler verantwortlich (KUDLÁČ, 1991).

Die saisonal abhängige Reproduktionsleistung wird von der Tageslichtlänge reguliert. Die zugrunde liegenden neuroendokrinen Antworten werden durch einen Aufenthalt in langen Photoperioden, der wiederum eine gesteigerte Sekretion der Gonadotropine zur Folge hat, verursacht. Die Gonadotropin-Sekretion und die reproduktive Aktivität nehmen durch verkürzte Tageslichtlängen ab (URBANSKI und SIMPSON, 1983).

BAHR et al. (1982) untersuchten die saisonalen Veränderungen von LH und FSH beim Kaninchen. Ihre Ergebnisse zeigten eine signifikant höhere Konzentration von LH während des Winters und des Frühlings gegenüber den Werten im Sommer und Herbst. Die höchste Rezeptivität wurde gleichfalls im Frühling beobachtet. FSH zeigte keine Veränderungen in Abhängigkeit von der Jahreszeit. Der abfallende LH - Spiegel im Sommer und Herbst verursachte eine verringerte Reifung der Follikel, was in einer verminderten Produktion der Sexualsteroiden resultierte. Als Folge davon wurde eine Abnahme der Fertilität im Sommer und Herbst beobachtet. BÄHR et al. (1982) postulierten, daß eine Tageslichtlänge von 10 bis 12 Stunden nötig sei, um einen LH - Spiegel im Blut zu erzeugen, der für optimale Reproduktionsleistungen nötig ist. Untersuchungen an anderen Spezies zeigten, daß die Veränderung der Tageslichtlänge einen stärkeren Einfluß auf die Veränderungen bei der Reproduktion besaß, als durch Schwankungen der Umgebungstemperatur bei verschiedenen Jahreszeiten zu erwarten war. BÄHR et al. (1982) folgerten, daß diese Zusammenhänge auch für das Kaninchen gelten. Sie postulierten, daß es möglich sei, daß die erhöhte Rezeptivität der Tiere im Winter und Frühjahr nicht nur aus der spezifischen Tageslichtlänge, sondern auch aus der vorhergehenden Tageslänge resultierte. Die Exposition von Häsinnen mit einer Tageslänge von 12 Stunden über das ganze Jahr hinweg müßte nicht notwendigerweise zu optimalen Reproduktionsergebnissen führen. BÄHR et al. (1982) zogen die Möglichkeit in Betracht, daß der Hypothalamus eine Periode von einer kurzen Tageslichtlänge braucht, um sensitiv für eine 12stündige Tageslichtlänge zu sein.

Die saisonal bedingten Veränderungen der sexuellen Aktivität sind mit Veränderungen der gonadalen Aktivität und dem Gehalt der im Blut zirkulierenden Sexualsteroiden verbunden. Diese photoperiodischen Effekte werden über die Epiphyse und das Hormon Melatonin

vermittelt. Die vermehrte Ausschüttung von Melatonin während langer Dunkelperioden könnte für HUDSON (1995) eine potentielle Erklärung für den Einfluß der kurzen Tageslichtlängen auf die Reproduktionsaktivität bei weiblichen Kaninchen sein.

2.3 Grundlagen der biologischen Wirkung des Lichtes

Eine Vielzahl von experimentellen Untersuchungen zur Wirkung des sichtbaren Lichtes auf (landwirtschaftliche Nutz-) Tiere fand bereits in den 70er und 80er Jahren statt. Der erreichte Kenntnisstand wurde u. a. von MEHLHORN (1977, 1979) zusammengefaßt. Der folgende Abschnitt gibt eine kurze Übersicht über die biologische Wirkung des sichtbaren Lichtes auf das Tier.

MEHLHORN (1977) sieht im Licht, als sogenannten Hauptzeitgeber sowohl für circadiane Rhythmen als auch für circannuale Photoperioden, eine große Bedeutung für die Fortpflanzung. Das sichtbare Licht besitzt als Einzelfaktor und im Komplex der abiotischen Umweltfaktoren eine biologische Wirkung auf den Organismus. Es wird neben der Wärme und der Feuchtigkeit zu den Hauptabiotika gerechnet.

Der biologischen Wirkung des Lichtes liegen bei Einwirkung von natürlichem Tageslicht eine Reihe von Gesetzmäßigkeiten zugrunde: Nach MEHLHORN (1977) wirkt das sichtbare Licht auf das Tier in einem Tag-Nacht-Rhythmus ein, in dem sich die Hell- und Dunkelphasen abwechseln und im Tagesverlauf Veränderungen in der Intensität sowie in der spektralen Zusammensetzung auftreten, die vor allem in der Dämmerungsphase deutlich werden. Im Jahresgang des sichtbaren Lichtes wird das Tier im Wechsel der Hell- und Dunkelphasen durch eine Zu- bzw. Abnahme der Lichttaglänge beeinflusst. Nach ASCHOFF (1981) ist die biologische Wirkung des Lichtes auf die Tiere unmittelbar mit seiner Funktion als „Zeitgeber“ verbunden. Diese Zeitgeberfunktion ist an die Biorhythmen und Regulationen im tierischen Organismus gekoppelt. Die bekanntesten Rhythmen sind der 24-Stunden-Rhythmus oder circadiane Rhythmus sowie die Jahresperiodik bzw. circannuale Periodik.

Die Perzeption des Lichtes erfolgt hauptsächlich über das Auge, über Photorezeptoren. Daneben ist eine Wirkung über die Körperoberfläche bekannt. Die Lichtenergie kann als Stimulator bestimmter biologischer Prozesse wirken. Die dabei ablaufenden Reaktionen schließen nervöse und hormonale Systeme unter Einschaltung anderer Energiequellen ein

(MEHLHORN, 1977). Neben einer indirekten Wirkung über die Haut kommt der Perzeption über das Auge die entscheidende Bedeutung zu.

Auch für THEAU-CLÉMENT et al. (1998) besitzt die Photoperiode einen doppelten Effekt: Sie wirkt als Stimuli für die Reproduktion und als ein Synchronisierer der endokrinen Vorgänge, die in der Ovulation enden.

In Abbildung 1 ist schematisch der Weg des Lichtes über die Photorezeptoren in der Retina bis zur Epiphyse und seine Auswirkung auf die Melatonin-Synthese dargestellt. Über den neuralen Weg (Retina, Nervus opticus, Chiasma opticum und weitere Stationen, präganglionäre Fasern zum Ganglion cervicale superior, postganglionäre sympathische Fasern) erreichen Lichtreize die Epiphyse und nehmen Einfluß auf den Indolaminstoffwechsel. Die Veränderungen des pinealen Indolaminstoffwechsels lassen sich zum einen am Gehalt der Indolderivate im Blut, zum anderen an der Aktivität der synthetisierenden Enzyme erkennen. Der Hydroxyindol-O-Methyl-Transferase (HIOMT) als Melatonin synthetisierendes Enzym und der N-Acetyl-Transferase, die für die Bereitstellung des N-Acetylserotonins, der Vorstufe des Melatonins, verantwortlich ist, werden die größte Bedeutung zuerkannt (KOCH, 1977).

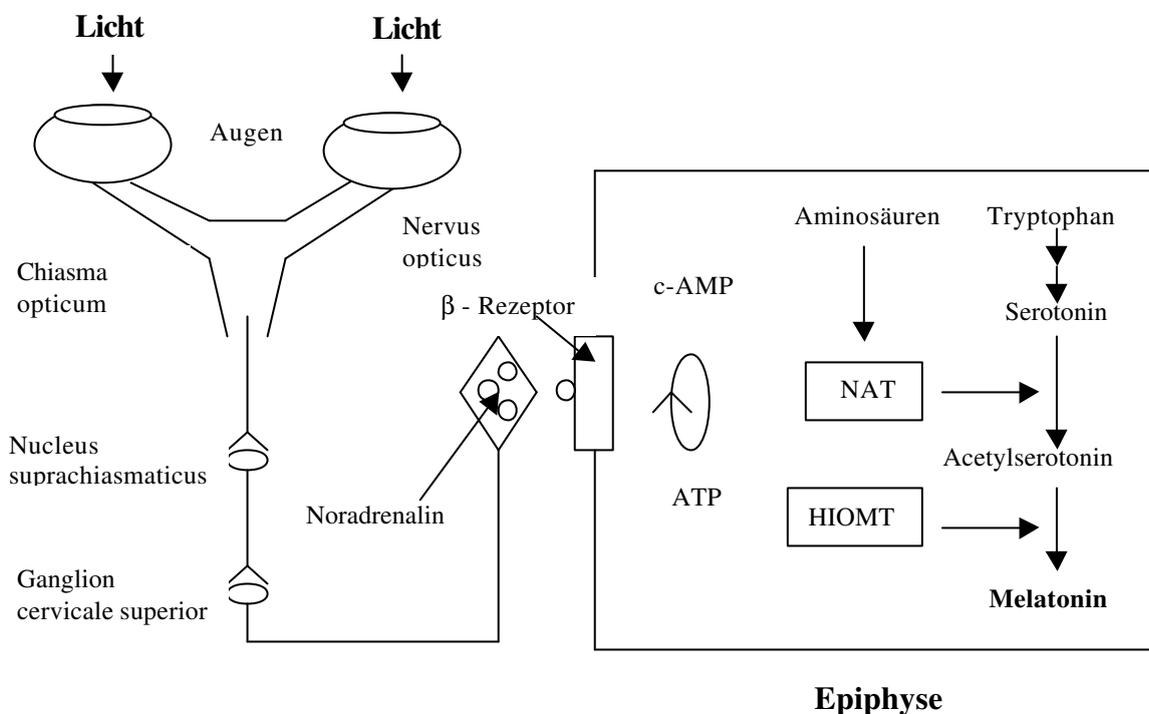


Abb. 1: Neuronale Regelung der Melatonin - Synthese in der Epiphyse (modifiziert nach SAUERMOST, 1991) NAT = N-Acetyl-Transferase; HIOMT = Hydroxyindol-O-Methyl-Transferase

Der limitierende Faktor bei der Synthese von Melatonin ist das Enzym N-Acetyl-Transferase (NAT), welches unter photoneuraler Kontrolle ist. Das Enzym Hydroxyindol-O-Methyl-Transferase (HIOMT) wird durch einen ähnlichen Mechanismus kontrolliert. N-Acetyl-Serotonin ist mit dem Melatonin zusammen eines der Hauptindole, welche von der Epiphyse gebildet werden (YOUNGLAI et al.,1986).

YOUNGLAI et al. (1986) untersuchten den Einfluß verschiedener Photoperioden auf die Sekretion von Melatonin und N-Acetyl-Serotonin (NAS) beim weiblichen Kaninchen. Photoperioden von 12 Stunden Licht und 12 Stunden Dunkelheit pro Tag (12L:12D), 2 Stunden Licht und 22 Stunden Dunkelheit pro Tag (2L:22D) und 22 Stunden Licht und 2 Stunden Dunkelheit pro Tag (22L:2D) wurden geprüft. In allen drei Lichtprogrammen war die mittlere Melatonin-Konzentration im Blut in der Dunkelphase höher als in der Lichtphase. Im Gegensatz dazu waren die NAS-Werte in allen drei Lichtprogrammen um das 2 - 6fache in der Lichtphase gegenüber der Dunkelphase höher. Die Ergebnisse ließen den Schluß zu, daß die Melatonin-Sekretion beim Kaninchen eng mit der Dunkelphase zusammenhängt. Durch ihre Ergebnisse bestätigten sie die photoperiodische Regulation von Melatonin und N-Acetyl-Serotonin beim Kaninchen, ebenso wie dies bei anderen Spezies beschrieben wurde.

2.4 Circadiane Tagesrhythmik und Aktivitätsrhythmus der Kaninchen

Wie bereits in Kapitel 2.3 beschrieben, ist das Licht der Hauptzeitgeber für die circadianen und circannualen Rhythmen. Das Licht wirkt auf das Tier in einem Hell - Dunkel - Wechsel ein. Die Aktivität der Tiere und nahezu alle biologischen Funktionen des Organismus (JILGE, 1981) entwickeln sich über 24 Stunden hinweg aus einer Folge rhythmischer bzw. periodischer Prozesse unterschiedlicher Frequenz. Dies wird von ASCHOFF (1957) als circadianer Rhythmus bezeichnet. Unter natürlichen photoperiodischen Bedingungen sind circadiane Rhythmen nahezu immer auf 24 Stunden synchronisiert und halten eine bestimmte Lage zur Umwelt ein. Die Kontrolle wird bewirkt durch periodische Signale der Zeitgeber, unter denen der Hell - Dunkel - Wechsel alle anderen (z. B. soziale Signale, Temperaturschwankungen) weitaus an Bedeutung übertrifft. Vergleichbar mit dem circadianen System gibt es ein circannuals System. Der wichtigste Zeitgeber für die Synchronisation circannualer Rhythmen ist der jahreszeitliche Wechsel der Lichtzeit (ASCHOFF, 1981).

Im regelmäßigen 12stündigen Licht - Dunkel - Wechsel haben die Funktionen Futteraufnahme, Hartkotscheidung, Wasseraufnahme, Harnausscheidung und auch die lokomotorische Aktivität einen ausgeprägten Tagesgang. Nach JILGE (1981) sollen die oben genannten Funktionen alle vorwiegend in den Dämmerungs- bzw. Dunkelphasen stattfinden. JILGE und STÄHLE (1984) und JILGE (1995) untersuchten den Einfluß verschiedener Licht - Dunkel - Programme auf das Aktivitätsmuster des Kaninchens. Mit Hilfe eines Elektroniksystems erfaßten sie die lokomotorische Aktivität, Futteraufnahme und Kotabsatz, Wasseraufnahme und Urinabsatz der Kaninchen. Das Hereinspringen der Häsin in die Wurfbox mit anschließendem Saugakt wurde anhand von Schwingungen registriert. Photoperioden von 12 Stunden Licht und 12 Stunden Dunkelheit pro Tag (12L:12D) und Dauerlicht (24L) wurden untersucht. In beiden Photoperioden wurde eine Rhythmik des Säugens von weniger als 24 Stunden beobachtet (12L:12D: 23,18 h; 24L: 23,48 h). Alle weiterhin untersuchten Parameter zeigten in den verschiedenen Photoperioden eine Rhythmik von mehr als 24 Stunden. Eine zeitliche Verschiebung der Aktivitäten nach vorne (Verkürzung des Rhythmus) bzw. hinten (Verlängerung der Phase) während der Untersuchung war die Folge.

Die Aktivitäten von Hauskaninchen folgen einem circadianen Rhythmus mit zwei Peaks. Während der Dämmerung wechseln mehrstündige Ruhephasen mit Aktivitätsphasen ab (BIGLER, 1986). NELISSEN (1975) verglich die Tagesaktivitätskurven von Häsinnen, die unter natürlichem Licht gehalten wurden, mit denen von unter Kunstlicht gehaltenen Tieren. Die Häsinnen, die unter natürlichen Lichtbedingungen gehalten wurden, zeigten einen täglichen Aktivitätsrhythmus mit einem Maximum (Hauptmaximum) nach Sonnenuntergang und einem zweiten Maximum (Nebenmaximum) bei Sonnenaufgang. Unter Einfluß von künstlichem Licht hatten die Häsinnen einen anderen Rhythmus als unter natürlichen Lichtverhältnissen.

Untersuchungen von HOY (1997) mit Hilfe der Infrarot - Videotechnik an Häsinnen der Rasse Weiße Neuseeländer ergaben - bezogen auf die Häufigkeit von Futter- und Wasseraufnahme pro Stunde - während Licht- oder Dunkelphasen keine Unterschiede.

Der Zeitpunkt des Säugens fällt in die Zeit der höchsten Aktivität, d. h. in die erste Hälfte der Dunkelphase. HUDSON und DISTEL (1982) beobachteten das Verhalten neugeborener Hauskaninchen, wobei sich die Jungtiere ein bis zwei Stunden vor dem Säugen eng

aneinander drängten und eine erhöhte Aktivität zeigten. Hierbei verloren sie die bedeckende Schicht aus Nestmaterial. Dieses Verhalten soll das Auffinden der Zitze begünstigen und den Aufenthalt der Häsin im Nest verkürzen. Nach dem Säugen war eine sehr hohe Aktivität der Jungtiere zu beobachten. Die Aktivität wurde durch das Säugen ausgelöst, hierdurch wurde schnell wieder eine isolierende Bedeckung mit Nestmaterial erreicht. HUDSON und DISTEL (1982) schlossen aus ihren Untersuchungen an isolierten, nicht gesäugten Wurfen, daß das antizipatorische Aufdecken der neugeborenen Kaninchen einem circadianen Rhythmus zu folgen scheint und nicht einfach durch Hunger bedingt ist.

Auch JILGE (1993) beobachtete bei seinen Untersuchungen eine gesteigerte Aktivität der Jungtiere vor dem Saugakt. Er stellte die These auf, daß bei den neugeborenen Kaninchen zwei Systeme die Circadianrhythmik beeinflussen: Der endogene Fütterungsoszillator (food-entrainable-oscillator - FEO) und der vom Licht beeinflusste Oszillator (light-entrainable-oscillator - LEO). Er postulierte, daß FEO für die gesteigerte Aktivität von neugeborenen Kaninchen verantwortlich ist, während LEO Zeitgeberfunktionen zu einem späteren Zeitpunkt übernimmt.

Der Erfolg des relativ kurz andauernden Saugaktes hängt von einer engen Synchronisation zwischen Muttertier und Jungtieren ab. HUDSON und DISTEL (1989) und auch JILGE (1993) hatten drei mögliche Erklärungen für diese Synchronisation: 1. Die Synchronisation ist pränatal determiniert, das Muttertier dient als Vermittler zwischen der Umwelt und den Feten im Uterus. 2. Der Saugakt selbst repräsentiert einen starken Zeitgeber. Die dritte und wahrscheinlichste Erklärung für die Synchronisation zwischen Mutter und Jungtieren liegt nach HUDSON und DISTEL (1989) sowie JILGE (1993) darin, daß sowohl prä- als auch postnatale Einflüsse eine signifikante Rolle spielen. Der Säugerhythmus der Häsin fungiert als Zeitgeber für den endogen hervorgerufenen, zu erwartenden Aktivitätsrhythmus der Jungtiere, der in den ersten Lebenstagen der Jungtiere erkennbar wird.

2.5 Saisonale Einflüsse auf die Fortpflanzung von Kaninchen

HAMMOND und MARSHALL (1925) sowie BOYD (1986) berichten über einen saisonal abhängigen Zyklus der Reproduktion beim Wildkaninchen (*Oryctolagus cuniculus*). Die meisten Trächtigkeiten traten zwischen Februar und August mit einem Maximum im Mai auf. Dies bedeutete, daß das Maximum der Fertilität an eine zunehmende Tageslichtlänge gekoppelt ist. Nach BOYD (1986) besitzen die meisten Wildtiere einen jährlichen Reproduktionszyklus, der dadurch charakterisiert ist, daß auf eine Periode sexueller Aktivität sexuelle Ruhezeiten folgen. Dies manifestiert sich in saisonalen Veränderungen der gonadalen Aktivität sowohl beim männlichen als auch beim weiblichen Kaninchen. BOYD (1985) beobachtete in seinen Untersuchungen an männlichen Wildkaninchen, daß die Hodenmasse im Mai und Juni ein Maximum und von Oktober bis Dezember minimale Werte erreichte. Die Regression der Hoden trat nach der Sommersonnenwende auf, das Wachstum der Hoden war nach der Wintersonnenwende zu beobachten. Das Ausmaß der Regression war von der vorhergehenden Länge der Photoperiode abhängig. BOYD (1987) schloß aus seinen Untersuchungen, daß Wildkaninchen einen jährlichen Reproduktionszyklus besitzen. Dieser Zyklus sollte durch die saisonal bedingten Veränderungen der Tageslichtlänge beeinflusst werden. Die Tageslänge wird durch die Epiphyse in ein endokrines Signal zur hypothalamo-hypophysären Achse umgeformt.

Auch BRAMBELL (1944) beobachtete eine Atrophie der Hoden beim Wildkaninchen unter dem Einfluß der sich verringernden Tageslichtlänge im Herbst und Winter. Er beobachtete eine Verschlechterung der Spermaqualität und eine Reduzierung des Sexualverhaltens in Assoziation mit der Hodenregression. Die Jahreszeit zeigte einen Einfluß auf das Ejakulationsvolumen und die Spermienkonzentration mit einem Maximum im März und einem Minimum im Juli. Bei männlichen Wildkaninchen trat dieser Abfall ungefähr einen Monat vor der Abnahme der Trächtigkeitsraten beim weiblichen Wildkaninchen auf.

Eines der prinzipiellen Zielorgane der aus den Ovarien stammenden Hormone ist der Uterus. In der Studie von BORG et al. (1978) wurde die Uterusmasse als Parameter herangezogen, um die reproduktive Aktivität in Abhängigkeit von der Jahreszeit bei Wildkaninchen zu beschreiben. Die Uterusmasse veränderte sich in den ersten zwei Lebensjahren eines Kaninchens. Während des Sommers und des Herbstes des Geburtsjahres blieb die Uterusmasse niedrig. Die Uterusmasse stieg stark von Januar bis zum Erreichen des Beginns der Zuchtsaison im März an. Der Höhepunkt der Zuchtsaison und damit assoziiert auch

maximale Werte der Uterusmasse wurden im Mai erreicht. Danach wurde eine Regression der Uterusmasse bis zu einem Minimum im November - Dezember beobachtet. Für junge Kaninchen war das erste Anzeichen für den Beginn einer neuen Zuchtsaison die Zunahme der Uterusmasse im Januar. Bei erwachsenen Wildkaninchen befanden sich die Uteri im Winter im Stadium der Regression.

DAHLBÄCK und ANDERSSON (1981) untersuchten saisonale Veränderungen der Leydigischen Zellen und der akzessorischen Geschlechtsdrüsen beim Wildkaninchen. Der vollen Entwicklung der Hoden und der akzessorischen Geschlechtsdrüsen im Frühling ging eine maximale Aktivität der Leydigischen Zellen im Januar - Februar voraus. Nach einer Depression um den Zeitpunkt der Sommersonnenwende stieg die Aktivität der Leydigischen Zellen an. Bis in den späten Herbst konnte eine Abnahme der Spermatogenese und eine Verringerung der Aktivität der akzessorischen Geschlechtsdrüsen beobachtet werden. Das Maximum von Hodenmasse und Spermatogenese im Frühling ließ DAHLBÄCK und ANDERSSON (1981) einen photoperiodischen Einfluß vermuten. Die Fertilität der Rammler, repräsentiert durch Hodenmasse und Spermatogenese, zeigte eine Abstufung vom frühen Sommer bis zum späten Herbst; hier wurde die geringste Fertilität erreicht. Die Aktivität der Leydigischen Zellen wurde durch Testosteron reguliert.

MEYER und STUBBE (1991) bestätigten mit ihren Untersuchungen die Beobachtungen über die Hodengröße von Wildkaninchen der oben genannten Autoren. Ähnliche Veränderungen der saisonal bedingten gonadalen Aktivität wurden von ihnen am Uterus und den Ovarien weiblicher Wildkaninchen beobachtet. Die Uteruslänge zeigte zunächst einen Anstieg im April und dann eine konstante Länge bis in den Juni hinein. Bei den Parametern Uterusbreite, Oviduktlänge, Ovarlänge und -breite war ein ähnlicher Verlauf zu beobachten.

Während die Wirkung auf die Reproduktion beim Wildkaninchen offensichtlich zu sein scheint, herrschen über den Einfluß der Jahreszeit auf die Reproduktion beim Hauskaninchen unterschiedliche Meinungen. Ein wichtiger Faktor zur Kompensation jahreszeitlicher Einflüsse kann die Anwendung der künstlichen Besamung gegenüber der natürlichen Bedeckung sein. GRZIMEK (1979) und ELLENDORF (1990) sprechen von einer saisonalen Prägung des Wildkaninchens mit zwei fertilen Perioden im Jahr, wobei diese saisonale Aktivität beim Hauskaninchen weitgehend verschwunden sein soll, da saisonale Rhythmen (in teilklimatisierten Tierställen) nur noch geringfügig auf die Tiere einwirken.

Um verminderter Libido und Konzeptionsrate bei abnehmender Tageslichtlänge im Herbst und Winter zu begegnen, empfiehlt SCHLOLAUT (1998) im Interesse einer ganzjährigen kontinuierlichen Jungtierproduktion eine gleichbleibende Beleuchtungsdauer von 14 bis 16 Stunden pro Tag. Nach SCHLOLAUT et al. (1981) waren bei Kaninchen der Rasse Weiße Neuseeländer zum Erzielen einer Trächtigkeit in den Monaten Dezember und Januar durchschnittlich 2,1 Deckakte gegenüber 1,1 Deckakten in den Monaten Februar und März erforderlich. Die Tiere wurden in Außenställen gehalten und nach dem Absetzen der Jungtiere wiederbelegt. In Übereinstimmung mit den Beobachtungen von SITTMANN et al. (1964) wurde ein Absinken der Konzeptionsrate in den Monaten August und September mit einem anschließenden Anstieg beobachtet. Nahezu parallel zur Konzeptionsrate verlief in den Untersuchungen von SITTMANN et al. (1964) die Wurfgröße mit den niedrigsten Werten im August und September.

In der intensiven Kaninchenproduktion wird versucht, saisonale Einflüsse auf die Reproduktionsleistung durch die Haltung in fensterlosen Ställen in Kombination mit einem Lichtprogramm zu vermeiden. Eine jahreszeitlich unterschiedliche Reproduktionsleistung in der intensiven Kaninchenproduktion beeinträchtigt die Wirtschaftlichkeit durch höhere Festkosten je Jungtier und behindert eine kontinuierliche Versorgung des Marktes.

Ein Fehlen saisonaler Einflüsse auf die Konzeptionsrate und andere Reproduktionsparameter bei der künstlichen Besamung unmittelbar post partum wurde von PAUFLER et al. (1979) beobachtet. SCHLOLAUT et al. (1981) beobachteten bei Anwendung der postpartalen Insemination (33 - Tage - Rhythmus) eine um 10 bis 15 % gesteigerte Konzeptionsrate gegenüber den Ergebnissen beim natürlichen Deckakt. Das Ergebnis resultierte aus höheren Maximalwerten und einem reduzierten saisonalen Einfluß auf die Konzeptionsrate.

SCHLOLAUT (1989) konnte keine saisonalen Einflüsse auf die Besamungsergebnisse bei der künstlichen Besamung mit Ovulationsauslösung postpartal im 33 - Tage - Rhythmus feststellen. Dies steht im Widerspruch zu den Untersuchungen von SZENDRÓ und BIRÓ-NÉMETH (1990) sowie SZENDRÓ et al. (1992) über den Einfluß der Jahreszeit bei der Anwendung der künstlichen Besamung. Sie postulierten einen saisonalen Einfluß auf die Reproduktionsleistungen weiblicher Kaninchen. In den Frühlingsmonaten wurde eine höhere Konzeptionsrate und Wurfgröße (91,4 % und 8,5 Jungtiere) beobachtet. Die niedrigsten Werte für die Konzeptionsrate und die Wurfgröße traten im Spätsommer und Herbst auf (60,1 % und 7,3 Jungtiere). In dieser Untersuchung wurde kein künstliches Lichtprogramm angewendet.

Sie folgerten aus ihren Untersuchungen, daß der saisonale Effekt nicht nur bei der natürlichen Bedeckung, sondern auch bei der künstlichen Besamung festzustellen ist.

FLACH et al. (1988) untersuchten die Bedeutung sowohl von saisonalen Einflüssen als auch von stallklimatischen Faktoren (Umgebungstemperatur und Luftfeuchtigkeit) für folgende Leistungsparameter: Bedeckungsrate, Konzeptionsrate, Wurfgröße, Verlustrate und Einzeltier- bzw. Wurfmassen. Der Stall wurde durch Tageslicht beleuchtet, in den Herbst- und Wintermonaten wurde die natürliche Tageslichtdauer mit Hilfe von künstlichem Licht auf 14 Stunden pro Tag verlängert. Unter den Versuchsbedingungen zeigte nur die Konzeptionsrate eine deutliche Abhängigkeit von der Stalltemperatur. Mit steigenden Umgebungstemperaturen stieg auch die Konzeptionsrate an. Die Bedeckungsrate der Häsinnen sowie Einzeltier- und Wurfmassen zeigten einen saisonalen Verlauf. Die Bedeckungsrate wies die höchsten Werte im Februar und die niedrigsten Werte im November auf. Einzeltier- und Wurfmassen stiegen in der zweiten Jahreshälfte an.

Der Einfluß der Jahreszeit auf die Frischspermaqualität zeigte eine fallende Tendenz vom Frühjahr bis Herbst, die gegen Ende des Jahres wieder anstieg. Einzelbewegung und Vorwärtsbewegung der Spermien unterlagen dieser jahreszeitlichen Schwankungen, während die Unterschiede des Volumens in erster Linie auf die individuell verschiedene Spermaqualität der einzelnen Rammler zurückzuführen waren. Bei der Spermienkonzentration konnte weder ein Einfluß der Jahreszeit noch der einzelnen Rammler statistisch nachgewiesen werden. Eine entscheidende Rolle für die Spermaqualität spielte der Absamrhythmus, dem die Rammler unterworfen waren (KUTTNER, 1974; KUTTNER et al., 1975)

VIRÁG et al. (1992) konnten keine signifikanten Unterschiede im Ejakulationsvolumen, der Motilität der Spermien sowie der Anzahl anormaler Spermien in den Jahreszeiten feststellen. Ein signifikanter Einfluß der Jahreszeit zeigte sich jedoch bei der Bewertung der Dichte der Ejakulate.

2.6 Untersuchungen über die Wirkung verschiedener Photoperioden auf die Fruchtbarkeitsleistungen des Kaninchens

2.6.1 Reproduktionsleistungen weiblicher Kaninchen

Verschiedene Untersuchungen zur Anwendung von Photoperioden zur Steigerung der Reproduktionsleistungen der Häsinnen wurden bereits durchgeführt. Zur Biostimulation mit Hilfe von Licht kamen verschiedene Längen des Lichttages sowie plötzliche Veränderungen in der Länge des Tageslichtes zur Anwendung.

WALTER et al. (1968) konnten mit konstant 16 Stunden Licht pro Tag über das ganze Jahr hinweg die saisonal bedingten Probleme bei der Fortpflanzung der Kaninchen reduzieren. Häsinnen der Rasse Weiße Neuseeländer wurden in diesem Versuch jeweils 8, 12 sowie 16 Stunden Licht pro Tag ausgesetzt. In der Tiergruppe unter dem Einfluß von 16 Stunden Licht pro Tag konnten signifikant mehr Häsinnen mit Östruserscheinungen, verglichen mit den anderen Gruppen, registriert werden.

Der Vergleich von Lichtprogrammen mit intermittierendem Licht bzw. mit kontinuierlichen Lichttaglängen wurde von UZCATEGUI und JOHNSTON (1992) angestellt. Sie schlossen aus ihren Untersuchungen, daß weibliche Rex Kaninchen mindestens 14 Stunden kontinuierliches Licht benötigen, um ihr Reproduktionspotential auszuschöpfen. In der Konzeptionsrate, der Wurfgröße, der Anzahl der Würfe pro Häsin und der Anzahl der Jungtiere pro Häsin war das 14stündige Lichtregime den beiden anderen kontinuierlichen Lichtprogrammen (10 und 12 Stunden Licht pro Tag) überlegen. Lichtprogramme mit 10, 12 und 14 Stunden intermittierender Tageslichtlänge zeigten dieselbe Wirkung auf die Reproduktionsleistungen der Häsinnen wie kontinuierlich 14 Stunden Tageslicht.

ARVEUX und TROISLOUCHES (1994) verglichen die Reproduktionsleistungen von Häsinnen, die einem kontinuierlich 16 Stunden dauernden Lichttag ausgesetzt waren, mit denen, die unter dem Einfluß eines intermittierenden Lichttages (8L:4D:8L:4D) gehalten wurden. Sie konnten eine erhöhte Fertilität ohne eine Reduktion der Wurfmasse beim Absetzen in der Versuchsgruppe mit intermittierender Tageslichtlänge beobachten.

HARRIS et al. (1982) untersuchten die Fruchtbarkeitsleistungen weiblicher Kaninchen unter dem Einfluß von natürlichem Licht und die von Häsinnen, die unter einem Kunstlichtregime

mit 16 Stunden Licht pro Tag gehalten wurden. Im 16stündigen Kunstlichtregime konnten kürzere Zwischenwurfzeiten (43 Tage gegenüber 47 Tage) und mehr Nachkommen pro Häsin (37,6 gegenüber 34,7) verglichen mit dem Naturlicht beobachtet werden. Die Aufzuchtverluste im Naturlicht lagen unterhalb der Werte, die im Kunstlichtregime mit 16 Stunden Licht beobachtet werden konnten.

THEAU-CLÉMENT et al. (1990) modifizierten das Lichtprogramm dahingehend, daß die Tiere einer Tageslichtlänge von 8 Stunden pro Tag ausgesetzt waren. Acht Tage vor der Besamung und sofort nach der Besamung erhielten die Tiere 16 Stunden Licht pro Tag. Die Autoren konnten einen signifikanten Anstieg der Rezeptivität der Häsin (71,4 % vs 54,3 %) ohne einen Effekt auf die Fertilität beobachten. Diese Ergebnisse wurden von MAERTENS und LUZI (1995) bestätigt. MIRABITO et al. (1994) benutzten ein ähnliches Lichtprogramm, verwendeten aber ein längeres Wurfintervall (6 vs 5 Wochen) und erreichten damit eine höhere Fertilität in der Versuchsgruppe. In der Versuchsgruppe war die Wurfmasse beim Absetzen signifikant geringer. Dies deutete einen negativen Einfluß des Lichtprogramms auf das Säugeverhalten der Häsin und das Freßverhalten der Tiere an. MAERTENS und LUZI (1995) konnten den von MIRABITO et al. (1994) beobachteten positiven Effekt eines Anstiegs von 8 auf 16 Stunden Licht hinsichtlich der Konzeptionsrate und der Empfänglichkeit der Häsin nicht bestätigen.

Auch unter den Bedingungen anderer klimatischer Verhältnisse konnten Erfolge mit der Anwendung von Photoperioden zur Steigerung der Reproduktionsleistungen erzielt werden:

DEPRES et al. (1996) verglichen den Einfluß der Tageslichtlänge (16 Stunden Licht pro Tag gegenüber natürlicher Tageslichtlänge) auf die Reproduktionsleistungen von Häsinnen in den Tropen. Aus ihren Untersuchungsergebnissen schlossen sie, daß ein Lichtprogramm die Leistung in tropischem Klima nur dann positiv beeinflussen kann, wenn sich andere limitierende Einflußfaktoren (in diesem Fall das Klima: heiße und feuchte Jahreszeit) ebenfalls günstig auswirken.

MADY et al. (1989) beschrieben das Problem, daß viele Häsinnen den Deckakt verweigerten. Sie untersuchten den Einfluß abnehmender Tageslichtlängen auf 8 und 6 Stunden Licht pro Tag für vier Tage vor der Bedeckung auf die Bereitschaft der Häsinnen zum Deckakt. Unter dem Einfluß abnehmender Tageslichtlänge war der Anteil der Häsinnen mit erhöhter

Deckbereitschaft bei den Tieren der Versuchsgruppen höher als innerhalb der Kontrollgruppe. Die Tiere der Kontrollgruppe erhielten 14 Stunden Licht pro Tag. Bei Häsinnen unter 8 Stunden Licht pro Tag wurde die höchste Akzeptanz erreicht (87,5 %). Die Konzeptionsrate zeigte keine Unterschiede zwischen den Lichtprogrammen. Die Untersuchung wurde in Ägypten durchgeführt.

BEREPUBO et al. (1993) untersuchten unter tropischen Klimabedingungen (Nigeria) den Effekt der Anwesenheit von männlichen Tieren und veränderter Photoperiode auf folgende Zielgrößen beim Kaninchen: Erreichen der Pubertät, Brunstverhalten und Reproduktionsleistungen der Häsinnen. Als Lichtregime verwendeten sie im Vergleich zum natürlichen Lichttag eine zusätzliche Photoperiode von 6 Stunden Kunstlicht. Die Tiere erreichten die Pubertät unter dem Einfluß der verlängerten Photoperiode im Mittel 15 Tage früher als die Kontrolltiere ohne zusätzliche Beleuchtung. Auch die Lebendmasse war signifikant geringer beim Einsetzen der Pubertät. Die Pubertät wurde gemessen an der Vaskularisation der Vulva und dem Anheben des Hinterteils bei Streicheln des Rückens. Auch das Brunstverhalten, gemessen an der Häufigkeit und Intensität des Östrus, wurde in den Versuchsgruppen gegenüber den Kontrollgruppen verbessert, wobei die Dauer des Östrus und der Östruszyklus in den Versuchsgruppen verkürzt war. Unterschiede in der Wurfgröße und Wurfmasse konnten nicht festgestellt werden. BEREPUBO et al. (1993) schlossen aus ihren Untersuchungen, daß eine verlängerte Photoperiode gegenüber der natürlichen Tageslichtlänge die Kaninchenproduktion in den Tropen durch früher einsetzende Geschlechtsreife und durch verstärkte Östrusanzeichen fördert.

Häsinnen, die unter dem Einfluß von Tageslichtlängen mit 16 Stunden Kunstlicht pro Tag standen (16L:8D) zeigten in den Untersuchungen von HUDSON (1995) eine hohe Kinnmarkieraktivität und Emission von Pheromonen, gerötete Vulva, hohe sexuelle Rezeptivität und hohe Befruchtungsrate. Die Verkürzung der Tageslichtlänge auf 8 Stunden Licht pro Tag (8L:16D) führte zu einer Abnahme der Ausprägung der oben genannten Parameter innerhalb von ein bis zwei Wochen. Nach einem Wechsel zum langen Lichttag traten die oben beschriebenen Symptome erneut deutlicher hervor. HUDSON (1995) postulierte, daß nicht die absolute Tageslänge, sondern die Relation zwischen der aktuellen Tageslichtlänge und den vorhergehenden Konditionen entscheidend ist. Daraus folgerte sie, daß ein und dieselbe Photoperiode sowohl stimulierend als auch inhibierend sein kann

(14L:10D). Dies ist davon abhängig, ob vorher längere oder kürzere Lichttaglängen vorgeherrscht haben.

2.6.2 Verhalten beim Absamen und spermatologische Parameter männlicher Kaninchen

UZCATEGUI und JOHNSTON (1990) untersuchten den Einfluß der unterschiedlich langen kontinuierlichen und intermittierenden Tageslichtlängen auf die spermatologischen Parameter von Rex-Kaninchen. Die Rammler wurden sieben Wochen lang einmal pro Woche abgesamt und das Ejakulat kam zur Analyse. Die Ergebnisse zeigten, daß kontinuierliche Lichtprogramme den intermittierenden Lichtprogrammen in bezug auf die Spermaproduktion überlegen waren. Unter den kontinuierlichen Lichtprogrammen wurde im Stallabteil mit 14 Stunden Licht pro Tag die besten Werte erreicht.

THEAU-CLÉMENT et al. (1995) beschrieben die Auswirkungen von zwei verschiedenen Beleuchtungsprogrammen auf das Verhalten von Rammlern beim Absamen und auf die spermatologischen Parameter. Vier bis viereinhalb Monate alte Rammler wurden vier Wochen lang bei einer Tageslichtlänge von 8 Stunden Kunstlicht gehalten. Nach den vier Wochen wurden die Tiere in zwei Gruppen unterteilt. Eine Gruppe der Rammler wurde weiterhin unter dem Einfluß von 8 Stunden Kunstlicht gehalten, die andere Gruppe erhielt 16 Stunden Kunstlicht pro Tag. Über einen Zeitraum von einem halben Jahr wurden von den Tieren einmal pro Woche zwei aufeinanderfolgende Ejakulate gewonnen und analysiert. Die sexuelle Aktivität der Rammler aus der Gruppe mit 8 Stunden Licht pro Tag lag höher als die sexuelle Aktivität der Tiere mit 16 Stunden Licht pro Tag. Bei allen anderen untersuchten Parametern (Beweglichkeit der Spermien, Anteil der lebenden Spermien, Anzahl der Spermien insgesamt) schnitten jedoch die Rammler aus dem Lichtprogramm mit 16 Stunden Licht pro Tag qualitativ und quantitativ besser ab. Das Ejakulationsvolumen war in der Gruppe des 16stündigen Kunstlichtes in den ersten 15 Wochen signifikant höher gegenüber dem Ejakulationsvolumen der Rammler aus dem achtstündigen Kunstlichtprogramm. Nach der 15. Woche der Untersuchung wurde das Gegenteil beobachtet: Die Tiere des achtstündigen Kunstlichtregimes zeigten signifikant höhere Ejakulationsvolumen. Die Rammler aus dem achtstündigen Kunstlichtprogramm hatten ein signifikant größeres Hodenvolumen als die Tiere aus dem 16stündigen Kunstlichtregime. Ebenso lag die

Lebendmasse der Rammler aus dem achtstündigen Kunstlichtprogramm signifikant über der Lebendmasse der Rammler aus dem Kunstlichtprogramm mit 16 Stunden Licht pro Tag. Im Rahmen der Untersuchungsbedingungen zeigten die Rammler mit einer 16stündigen Kunstlichtlänge die besseren spermatologischen Eigenschaften als die Rammler unter achtstündiger Kunstlichtlänge. Nach Versuchsende wurden die Tiere geschlachtet und das Hodenvolumen, die Masse der Hoden und die epididymalen Reserven des Nebenhodens untersucht. Zu diesem Zeitpunkt war bei diesen Parametern kein Unterschied mehr zwischen den beiden Gruppen festzustellen.

ORGEBIN-CHRIST (1968) untersuchte die gonadalen und epididymalen Spermienreserven bei Kaninchenböcken der Rasse Weiße Neuseeländer und bestimmte die tägliche Spermienproduktion. 20 Rammler mit einer mittleren Lebendmasse von 3,9 kg und in einem Alter von 9 bis 14 Monaten wurden ca. sieben Wochen unter dem Einfluß einer konstanten Photoperiode mit 14 Stunden Licht pro Tag gehalten. Nach sieben Wochen betrug die mittlere tägliche Spermienproduktion 147 Mio. Eine andere Gruppe, bestehend aus 13 Rammlern mit einem Alter von 15 bis 16 Monaten, verbrachte ca. 26 Wochen unter dem Einfluß des gleichen Lichtregimes. Die mittlere tägliche Spermienproduktion betrug bei diesen Rammlern 115 Mio. Die Autoren postulierten, daß sich der Aufenthalt von Kaninchenböcken in einer konstanten Photoperiode über längere Zeit schädlich auf die Spermienproduktion auswirken würde.

WALTER et al. (1968) studierten den Einfluß von Kunstlichtprogrammen auf männliche Hauskaninchen. Sie zeigten, daß Hodenmasse und epididymale Reserven (Anzahl der Spermien im Nebenhoden) der Rammler bei zunehmender Tageslichtlänge abnahmen. Bei 8 Stunden Licht pro Tag waren sie größer als bei den Tieren mit täglich 12 bzw. 16 Stunden Licht. Die Ergebnisse deuteten darauf hin, daß der gleichbleibend 8stündige Lichttag die optimale Tageslichtlänge für Rammler ist. Bei einer Zunahme der Tageslichtlänge wurde die Anzahl der produzierten Spermien und die Hodengröße signifikant reduziert.

2.7 Untersuchungen zum Einfluß der Parität und des physiologischen Status auf die Reproduktionsleistungen weiblicher Kaninchen

CASTELLINI (1996) untersuchte den Einfluß der Parität auf die Reproduktionsleistungen von Häsinnen. Nullipare Häsinnen zeigten gute Leistungen (hohe Konzeptionsrate und mittlere Wurfgröße), während primipare Häsinnen sehr schlechte Leistungen aufwiesen. Die Trächtigkeitsrate der multiparen Häsinnen lag zwischen dem Wert der nulliparen und der primiparen Tiere, während die Wurfgröße multiparer Häsinnen generell höher war. CASTELLINI (1996) erklärte diese Effekte mit dem möglicherweise auftretenden Antagonismus zwischen Laktation und Reproduktion, verbunden mit einem teilweise sehr deutlichen Energiedefizit (28 % Energieverlust der Häsin während der Laktation, PARIGI - BINI und XICCATO, 1993). FORTUN und LEBAS (1994) bestätigen mit ihren Untersuchungen, daß bei primiparen Häsinnen das fetale Überleben und das fetale Wachstum negativ durch gleichzeitige Laktation und Trächtigkeit beeinflusst wurden. Der negative bzw. belastende Einfluß der Laktation nahm mit der geringer werdenden Anzahl säugender Jungtiere ab, das fetale Wachstum war hauptsächlich von der Energie- und Nährstoffbalance der Häsin abhängig.

Der hohe Verlust an Fett und Protein und die negative Energiebalance bei primiparen Häsinnen liegt unter anderem an der geringen freiwilligen Futteraufnahme. Primipare Häsinnen verzehren gewöhnlich weniger Futter als multipare Häsinnen. Der Milchertrag von primiparen Häsinnen zeigt, bedingt durch die Wachstumsrate des nächsten Wurfes, eine starke Abnahme zum Ende der Laktation hin (PARIGI-BINI et al. 1992). Laktation und Trächtigkeit stehen in Konkurrenz zueinander, jede für sich steigert den Erhaltungsbedarf bei gleichem Zuwachs, so daß die Nährstoffversorgung der Häsin als ein limitierender Faktor bei den Reproduktionsleistungen bedeutsam sein kann.

Selbst bei beliebiger Aufnahme eines pelletierten Alleinfutters in der 2. bis 4. Woche nach der Geburt kann die Häsin ihren Nährstoffbedarf für die Milcherzeugung nicht decken. Sie ist gezwungen, Körpersubstanz (Fett, Eiweiß, Mineralstoffe) für die Milcherzeugung zu verwenden und verliert daher an Gewicht. Dies ist insbesondere beim ersten Wurf von Junghäsinnen und bei gleichzeitig tragenden Häsinnen der Fall. SCHLOLAUT (1998) hält daher die Begrenzung der Säugezeit auf die für die Entwicklung der Jungtiere unbedingt notwendige, artgerechte Dauer von 3-4 Wochen (wie beim Wildkaninchen) für erforderlich, um die Häsin gesund zu erhalten.

REBOLLAR et al. (1992) erzielten bei nulliparen Häsinnen eine höhere Konzeptionsrate verglichen mit multiparen Häsinnen. Die Autoren erzielten vergleichbare Konzeptionsraten bei nicht-laktierenden Häsinnen und nulliparen Häsinnen. Auch SZENDRÓ und BIRO-NEMETH (1991) erzielten eine geringere Konzeptionsrate bei säugenden Häsinnen als bei den Häsinnen nach dem Absetzen. Die Konzeptionsrate von nulliparen Häsinnen war größer als die bei primiparen und multiparen Häsinnen.

FERRAZ et al. (1991) untersuchten den Einfluß der Parität der Häsinnen auf die Reproduktionsleistungen unter klimatischen Bedingungen von Brasilien. Die Untersuchungen erfolgten an Tieren der Rasse Kalifornier sowie an Weißen Neuseeländern. Die Produktivität der Häsin stieg vom ersten zum zweiten Wurf an und blieb dann auf konstantem Niveau bis zum siebten Wurf. Nach dem siebten Wurf fiel die Produktivität der Häsinnen ab.

2.8 Künstliche Besamung (KB) beim Kaninchen

Das Ziel bei der Produktion von Kaninchenfleisch ist es, eine große Zahl von Jungtieren pro Häsin und Jahr zu erzeugen, die in einem möglichst kurzen Zeitraum eine hohe Lebendmasse erreichen. Bei der intensiven Haltung der Kaninchen kommt dabei der künstlichen Besamung eine große Bedeutung zu (KUTTNER, 1974). Die terminorientierte Besamung ermöglicht es, die biologischen, technologischen und hygienischen Abläufe besser zu planen. Die KB führt zum zeitlichen Eingrenzen der Wurftermine und hilft damit, die Arbeitsproduktivität zu steigern. Zudem sind für die KB beim Kaninchen, ebenso wie für die anderen Tierarten, züchterische und seuchenprophylaktische Vorteile zu nennen (SCHLEY, 1985). Auch für BUSCH et al. (1991) stellt die KB eine wichtige züchterische Maßnahme zur Verbesserung von Zucht- und Produktionstierbeständen dar. Ihr züchterischer Vorteil liegt gegenüber dem natürlichen Deckakt bei der dem Zuchtziel entsprechenden Auswahl von wenigen Vatertieren. Bei der Käfighaltung der Zuchttiere und einer synchronisierten Reproduktion ist die künstliche Besamung und damit auch die Verdünnung und Konservierung des Spermas für WEITZE et al. (1991) unumgänglich.

Für die Durchführung der KB ist beim Kaninchen die Auslösung der Ovulation erforderlich. Um die Ovulation bei der zu besamenden Häsin auszulösen, werden synthetisch hergestellte

GnRH - Präparate zum Zeitpunkt der Besamung eingesetzt (LÖHLE, 1991). Neben der Erhöhung der Konzeptionsraten kommt es nach der GnRH - Applikation bei der KB zu einer Verringerung der individuellen und saisonal bedingten Schwankungen in den Besamungsergebnissen (SCHLOLAUT, 1998). SPEIER (1989) konnte durch eine doppelte, zeitlich versetzte GnRH-Applikation post partum keine Steigerung der Anzahl der ovulierten Eizellen und der Wurfgröße erzielen.

Die Besamung kann bereits einen Tag post partum durchgeführt werden. Die Spermaportion wird mit Hilfe einer Besamungspipette etwa 10 – 15 cm in die Vagina der Häsin eingeführt und in der Nähe des Orificium externum uteri abgesetzt. Die besten Befruchtungsergebnisse werden beim Einsatz von Frischsperma erzielt. Hier werden Konzeptionsraten von 65 - 85 % erreicht (LÖHLE, 1991).

Die Spermagewinnung erfolgt fast ausschließlich mit Hilfe der künstlichen Vagina. Die Innentemperatur der künstlichen Vagina sollte 40 - 42 °C betragen. Als Sprungpartner (Phantom) dient ein Kaninchenfell, welches über den Unterarm gezogen wird.

Entscheidend für eine erfolgreiche Besamung ist die Anzahl inseminierter vorwärtsbeweglicher Spermien. Die Angaben zur Besamungsdosis schwanken in der Literatur. SCHLOLAUT (1998) empfiehlt eine Spermadosis von 0,5 bis 1,0 ml. Sie sollte nicht unter 0,3 ml liegen und mehr als 20 Millionen lebendige Spermien enthalten. LÖHLE (1991) nennt mindestens 1 Millionen vorwärtsbewegliche Spermien als Besamungsdosis. Von ALVARINO et al. (1996) werden als Besamungsportion 20 bis 26 Millionen Spermien für die künstliche Besamung beim Kaninchen empfohlen, um eine optimale Ausnutzung des Leistungspotentials der Häsinnen zu gewährleisten. Sie erreichten mit dieser Dosis die besten Ergebnisse in bezug auf Fertilität und Wurfgröße. HERRLER und FISCHER (1993) nennen als Besamungsdosis ca. 1 Million motile Spermien und eine Injektion von 0,8 µg Buserelin/Häsin i.m..

Durch die künstliche Besamung kann die Reproduktionsrate der Böcke außerordentlich gesteigert werden. Theoretisch lassen sich bis zu 100 000 Nachkommen pro Jahr von einem Bock erzeugen; es können 25 000 Inseminationen je Bock und Jahr durchgeführt werden. Eine Steigerung der Reproduktionsleistungen der Häsinnen (Anzahl der geborenen Jungtiere) um 30 % konnte mit Hilfe der künstlichen Besamung gegenüber der natürlichen Bedeckung erzielt werden. Durch die Besamung und hormonelle Ovulationsauslösung wird eine gute Wurfsynchronisation erreicht, die arbeitstechnisch und hygienisch große Vorteile hat. Eine

starke Selektion der Böcke ist schneller möglich. Die Verringerung der Bockhaltung ermöglicht eine Aufstockung des Bestandes an weiblichen Tieren. (PAUFLER, 1978)

2.9 Säugeverhalten der Häsinnen

Die weitverbreitete Lehrmeinung, daß Wild- und Hauskaninchen ihre Jungen nur einmal in 24 Stunden säugen (HUDSON und DISTEL, 1982; SCHLEY, 1985; BIGLER, 1986; PETERSEN et al., 1988; JILGE, 1995) konnte in den Untersuchungen von SEITZ (1997) und SCHULTE (1998) widerlegt werden. SEITZ (1997) konnte ein mittleres Zeitintervall von 16 Stunden zwischen den Saugakten belegen. Von SCHULTE (1998) wurde ein Anstieg von 1,9 auf 2,3 Saugakte innerhalb eines 24 Stundenintervalls in der zweiten Säugewoche beobachtet. Auf detaillierte Angaben zum Säugeverhalten der Häsinnen wird im Rahmen der Literaturübersicht dieser Arbeit verzichtet. Hierzu wird auf die Ausführungen von SEITZ (1997) und SCHULTE (1998) zu diesem Thema verwiesen.

Aus der vorliegenden Literaturübersicht ist zu erkennen, daß zur Wirkung des Lichtes auf die Reproduktionsleistungen von Kaninchen noch weitere Forschungsarbeit erforderlich ist. Die bisherigen Aussagen zur Wirkung verschiedener Photoperioden auf die Reproduktionsleistung von Kaninchen sind uneinheitlich. Daraus leiteten sich die Ansätze für die eigene Untersuchung ab. Mit der vorliegenden Arbeit wurde das Ziel verfolgt, den Einfluß von zwei unterschiedlich langen Photoperioden (Kunstlicht) im Vergleich zum Naturlicht über den Zeitraum von einem Jahr auf die Reproduktionsleistungen männlicher und weiblicher Kaninchen zu untersuchen. Im einzelnen sollten folgende Zusammenhänge bzw. Fragen geklärt werden:

- Einfluß verschiedener Kunstlichtregime im Vergleich zum Naturlicht auf die Konzeptionsrate sowie die Wurfgröße bei der Geburt und beim Absetzen.
- Untersuchungen zu Häufigkeit, Dauer sowie Zeitpunkt des Saugaktes in zwei Kunstlichtregimen mit Hilfe der Infrarot - Videotechnik, mit Schwerpunkt auf Säugerhythmus und „Lichtwechsel“ als einen möglichen Zeitgeber für die Säugeaktivität.

- Zusammenhänge zwischen Wurfgröße, Geburtsmasse, Lebendmasseentwicklung und Verlustgeschehen der Jungkaninchen von der Geburt bis hin zur Schlachtung in Abhängigkeit von verschiedenen Lichtregimen.
- Wirkung verschiedener Kunstlichtregime im Vergleich zum Einfluß des Naturlichtes auf den Status der Gonaden zum Zeitpunkt der Schlachtung bei männlichen und weiblichen Kaninchen.
- Einfluß verschiedener Kunstlichtregime im Vergleich zur Wirkung des Naturlichttages auf das Verhalten der Rammler beim Absamen und auf die spermatologischen Parameter.

Aus den Ergebnissen der Untersuchung sollten Empfehlungen für die Anwendung von Lichtprogrammen in der Wirtschafts- und Rassekaninchenzucht abgeleitet werden.

3 Material und Methoden

Die Untersuchungen wurden vom Dezember 1997 bis zum März 1999 im Kleintierbereich der Hessischen Landesanstalt für Tierzucht Neu-Ulrichstein bei Homberg/Ohm durchgeführt. Für die Untersuchungen standen drei Stallabteile zur Verfügung. Die Ställe waren klimatisiert und wurden mit Hilfe eines Überdruck-Lüftungssystems belüftet.

3.1 Lichtprogramme

Es wurden drei verschiedene Lichtprogramme zeitlich parallel zueinander untersucht: Zwei Ställe mit Kunstlicht (alle Fensterflächen lichtundurchlässig abgedunkelt) und ein Stall mit natürlichem Lichteinfall. Das Naturlichtregime (NL) war charakterisiert durch die Variation der Tageslichtlänge im Verlauf eines Jahres. Die Fensterfläche entsprach 1/20 der Bodenfläche des Stalles. Bei gleichmäßig bedecktem Himmel wurde hier eine mittlere Lichtintensität von 27 Lux ermittelt (Ein - Ebenen - Messung). Bei den Stallarbeiten gab es keine zusätzliche Beleuchtung. Die beiden Kunstlichtregime (KL) zeichneten sich durch eine Lichttaglänge von 8 Stunden (KL 8h, 7.00 bis 15.00 Uhr) bzw. 16 Stunden (KL 16h, 4.00 bis 20.00 Uhr) über den gesamten Untersuchungszeitraum aus. Glühlampen mit einem Installationswert von 7,3 Watt/m² wurden verwendet, was zu einer durchschnittlichen Lichtintensität von 60 Lux (gemessen in Ein - Ebenen - Messung) in beiden Kunstlichtställen führte.

3.2 Tiere

Die für die Untersuchung verwendeten Kaninchen (Weiße Neuseeländer Kreuzungen) entstammten dem Zuchtstamm der Hessischen Landesanstalt für Tierzucht. Für die Erfassung der Daten standen insgesamt 62 Häsinnen und 39 Rammler zur Verfügung. Es konnten 21 Häsinnen und 14 Rammler im Naturlicht, 21 Häsinnen und 12 Rammler im Kunstlicht mit 16

Stunden Licht pro Tag und 20 Häsinnen und 13 Rammler im Kunstlichtregime mit 8 Stunden Licht pro Tag untersucht werden. In Tabelle eins sind mittleres Alter und mittlere Lebendmasse der weiblichen und männlichen Zuchttiere zu Beginn der Untersuchung dargestellt.

Tab. 1: Mittlere Lebendmasse und mittleres Alter der weiblichen und männlichen Zuchttiere bei Untersuchungsbeginn

Behandlung	n (weibl. Tiere)	mittlere Lebend- masse [kg]	Mittleres Alter (erste Besamung) [Tage]	n (männl. Tiere)	mittlere Lebend- masse [kg]	mittleres Alter (Untersuchungs- beginn) [Tage]
NATURLICHT	21	3,98	124	14	4,13	154
16H LICHT	21	3,80	124	12	4,04	154
8 H LICHT	20	3,96	124	13	3,99	154

Während der elf Besamungsdurchgänge konnten 2654 Jungtiere gekennzeichnet und somit in das Untersuchungsprogramm einbezogen werden (828 NL, 935 KL 16h und 891 KL 8h). Bis zum Zeitpunkt ihrer Schlachtung konnten in sechs Durchgängen 529 Jungtiere verfolgt werden. 179 Jungtiere standen unter dem Einfluß von Naturlicht und jeweils 175 Tiere unter dem Einfluß von 16stündigen bzw. 8stündigen Kunstlicht.

3.3 Haltung und Fütterung der Tiere

Die Häsinnen und Rammler wurden jeweils in Einzelhaltung in Flatdeck - Käfigen der Größe 50 cm x 60 cm x 45 cm (Breite x Tiefe x Höhe) gehalten. Der Kunststoff - Rostenboden besaß eine Auftrittsbreite der Stege von 3 cm und eine Spaltenbreite von 1,3 cm. Die Rückwand und die rechten und linken Seitenwände waren aus verzinktem Blech, der vordere Teil des Käfigs und die obere Abdeckung bestand aus Drahtgitter. Ab dem 28. Tag der Trächtigkeit wurden bei tragenden Häsinnen von außen Nestboxen an die Käfige angebracht. Die Nestboxen hatten eine Abmessung von 35 cm x 35 cm x 30 cm mit einem Einstiegsloch von 14 cm Breite und 20 cm Höhe. Die Nestboxen wurden mit Hobelspäne eingestreut. Die

Abdeckung der Nestboxen erfolgte mit einer aufklappbaren Holzplatte. Für die Untersuchungen zum Säugeverhalten wurde eine Abdeckung aus Drahtgitter für die Wurfbox verwendet.

Die Mastkaninchen wurden in Gruppen zu je drei bis vier Tieren gehalten. Die Käfige hatten eine Abmessung von 48 cm x 62 cm x 42 cm (Breite x Tiefe x Höhe). Die Käfige bestanden rundherum aus Gitter. Der Boden war ebenfalls aus Drahtgitter und hatte eine Stegbreite von 0,2 cm und eine Spaltenbreite von 1 cm.

Alle Käfige waren mit einer Nippeltränke und einem Futterautomat ausgestattet. Die Kaninchen wurden mit einem pelletierten Alleinfuttermittel für Kaninchen (Fa. Raiffeisen) gefüttert. Laut der Fütterungsempfehlung des Herstellers war das Futter ein Alleinfuttermittel für trächtige und säugende Häsinnen sowie für Rammler und Masttiere.

Das Futter enthielt folgende Inhaltsstoffe:

Nährstoffe:		Zusatzstoffe je kg:	
Rohprotein:	18 %	Vit. A:	10000 IE
Rohfaser:	15 %	Vit. D3:	1200 IE
Rohfett:	3 %	Vit. E:	50 mg
Rohasche:	9 %	Kupfer:	20 mg
Lysin:	0,8 %		
Methionin/Cystin:	0,9 %		
Kalzium:	1 %		
Phosphor:	0,6 %		
Natrium:	0,15 %		

Nach einer Empfehlung von SCHLOLAUT (1998) wurde zur Reduzierung des Fettansatzes nach dem Beginn der Geschlechtsreife der Tiere die Nährstoffzufuhr der Zuchttiere begrenzt. Den Rammlern, nichttragenden und niedertragenden Häsinnen wurde der Zugang zum Futter pro Tag auf fünf bis sechs Stunden beschränkt, um eine gute Zuchtkondition zu gewährleisten. Hochtragenden und säugenden Häsinnen sowie den Mastkaninchen stand das Futter ad libitum zur Verfügung. Aus diätetischen Gründen bekamen alle Tiere regelmäßig etwas Heu. Wasser konnte von allen Kaninchen ad libitum aufgenommen werden.

3.4 Stalltemperatur

Die Stalltemperatur wurde während der gesamten Untersuchungszeit in den drei Ställen mittels Minimum - Maximum - Thermometer gemessen.

In Tabelle zwei sind die mittleren Stalltemperaturen in den verschiedenen Ställen dargestellt.

Tab. 2: Mittlere Stalltemperaturen im Zeitraum von Dezember 1997 bis März 1999

NATURLICHT	16 H LICHT	8 H LICHT
[°C]	[°C]	[°C]
18,0	18,4	19,0

Aus Tabelle zwei ist ersichtlich, daß sich die durchschnittlichen Stalltemperaturen zwischen den Ställen im Untersuchungszeitraum nur wenig unterschieden.

3.5 Parameter und Methoden

Alle Tiere (Häsinnen, Rammler) befanden sich bis zum Beginn der Untersuchung unter dem Einfluß einer kontinuierlichen Lichttaglänge von gleichbleibend 14 Stunden. Die Verteilung der Tiere auf die verschiedenen Lichtprogramme erfolgte paritätisch nach der Lebendmasse zum Zeitpunkt des Untersuchungsbeginns. Bei den Rammlern erfolgte bei der Verteilung auf die Lichtprogramme keine Vorselektion hinsichtlich der Phantomannahme.

3.5.1 Untersuchungen zu den Fruchtbarkeitsleistungen der Häsinnen

Im Untersuchungszeitraum von Dezember 1997 bis Januar 1999 konnten im Rahmen von elf aufeinanderfolgenden Besamungen die Fruchtbarkeitsleistungen der Häsinnen registriert werden. Die Erstbesamung der Häsinnen erfolgte im Alter von durchschnittlich 124 Tagen. Die weiteren Besamungen fanden in einem 33 - Tage - Rhythmus mit einer Injektion von 1,2 µg Buserelin (Receptal®) i.m. pro Tier bei der Besamung statt. Receptal® (Buserelin) ist ein

synthetisch hergestelltes GnRH-Analogon mit einer bis zu 100fach stärkeren Wirkung gegenüber dem GnRH (LÖSCHER et al., 1994). Es wurde frisch gewonnenes, verdünntes Mischsperma für die künstliche Besamung verwendet. Vor der Besamung wurde die Qualität des Spermias überprüft. Die Häsinnen der drei Lichtprogramme wurden aus dem gleichen Pool von Mischsperma besamt, um einen eventuellen Einfluß unterschiedlicher Spermaqualitäten auf das Besamungsergebnis auszuschließen. Am 28. Tag der Trächtigkeit wurde den tragenden Häsinnen der Zugang zur Wurfbox ermöglicht. War die Geburt nach einer Gravidität von 32 Tagen noch nicht erfolgt, wurde diese mit 3 IE Oxytocin s.c. ausgelöst. Als wesentliche Zielgröße wurde die Konzeptionsrate der Häsinnen (Anteil der Häsinnen mit erbrachtem Wurf - bezogen auf die Anzahl besamter Häsinnen) in den verschiedenen Lichtprogrammen bestimmt. Nach der Geburt der Jungtiere und der Erfassung von Wurfgröße und Wurfmasse der lebend und gesamt geborenen Jungtiere wurden die Würfe innerhalb der verschiedenen Lichtregime auf die gleiche Anzahl von Jungtieren ausgeglichen. Das Absetzen der Jungtiere erfolgte nach 28 Tagen Säugezeit, zu diesem Zeitpunkt wurden die Wurfgröße und die Wurfmasse erfaßt.

Um die komplexen Leistungen der Häsinnen - Gruppen, die aus Konzeptionsrate und der Wurfgröße resultieren, zu verdeutlichen, wurde ein neuer Parameter, der *Jungtierindex*, eingeführt. Der $\text{Jungtierindex}_{\text{Geburt}}$ wurde definiert als die Anzahl der lebend geborenen Jungtiere pro einhundert besamte Häsinnen. Die mittlere Anzahl lebend geborener Jungtiere wurde dazu für die jeweiligen Häsinnengruppen mit der entsprechenden Konzeptionsrate multipliziert:

$$\text{JUNGTIERINDEX}_{\text{GEBURT}} = \text{WURFGRÖßE}_{\text{LEBEND}} \times \text{KONZEPTIONSRATE} [\%]$$

Analog dazu wurde der $\text{Jungtierindex}_{\text{Absetzen}}$ berechnet, charakterisiert als diejenige Anzahl der abgesetzten Jungtiere je einhundert besamter Häsinnen. Der $\text{Jungtierindex}_{\text{Absetzen}}$ ergab sich aus der Multiplikation der mittleren Anzahl abgesetzter Jungtiere (pro Häsinnengruppen) mit der Konzeptionsrate:

$$\text{JUNGTIERINDEX}_{\text{ABSETZEN}} = \text{WURFGRÖßE}_{\text{ABSETZEN}} \times \text{KONZEPTIONSRATE} [\%]$$

Insgesamt konnten 508 Besamungen ausgewertet werden. 172 Besamungen entfielen daraus auf die Naturlichtgruppe, 173 Besamungen auf das Kunstlichtregime mit 16 - Stunden - Lichttag und 163 Besamungen auf das Kunstlichtregime mit 8 - Stunden - Lichttag. Insgesamt

konnten 340 Würfe erfaßt werden, wobei 113 Würfe aus dem Naturlichtprogramm, 114 Würfe aus dem Kunstlichtregime mit 16 - Stunden - Lichttag und 113 Würfe aus dem Kunstlichtregime mit 8 Stunden Licht pro Tag stammten.

3.5.2 Ethologische Untersuchungen zu Häufigkeit, Dauer und Zeitpunkt der Saugakte in zwei verschiedenen Kunstlichtregimen

Für die Untersuchungen zum Säugeverhalten stand eine Infrarotkamera mit Langzeit - Videorekorder zur Verfügung. Durch den Einsatz dieser Technik konnte das Verhalten der Tiere auch in den Dunkelphasen des Lichtprogramms untersucht werden. Mit einer Kamera wurde das Säugeverhalten von drei Häsinnen gleichzeitig beobachtet. Mit dem Langzeit - Videorekorder konnte auf 180 min - VHS - Kassetten eine Aufzeichnungsdauer von 24 Stunden realisiert werden, so daß nur einmal täglich ein Kassettenwechsel erfolgen mußte. Die Untersuchungen wurden an 26 Häsinnen mit 33 Würfen kontinuierlich über alle 28 Tage der Säugezeit hinweg durchgeführt. Insgesamt konnten 788 x 24 - Stunden - Beobachtungsintervalle ausgewertet werden (425 Beobachtungsintervalle KL 16h und 363 Beobachtungsintervalle KL 8h). Aus technischen Gründen konnte nur in den beiden Kunstlichtregimen Beobachtungen zur Säugeaktivität durchgeführt werden. Registriert wurden hierbei der Zeitpunkt, die Dauer und die Häufigkeit des Säugens. Als Saugakt wurde der Zeitraum zwischen dem Moment, in dem die Häsin die Nestbox aufsuchte und eine für den Saugakt charakteristische Körperhaltung einnahm, und dem Verlassen der Nestbox definiert. Für die Auswertung der Videokassetten stand ein Videorekorder mit einer jog - shuttle Funktion zur Verfügung, womit eine sekundengenaue Erfassung der Zeitpunkte und der Dauer der Saugakte möglich war.

Technische Daten der verwendeten Geräte:

Infrarotkamera WV - BP 500

Langzeit - Videorekorder AG 6024 HE

Monitor WV - BM 80

Videokassetten VHS 180 min

Videorekorder mit jog - shuttle Funktion

3.5.3 Untersuchungen zur Lebendmasseentwicklung der Jungkaninchen von der Geburt über das Absetzen bis zum Schlachten sowie zur Entwicklung der Gonaden zum Zeitpunkt der Schlachtung

Nach ihrer Geburt wurden die Jungtiere mit Hilfe von Ohrmarken für Labortiere gekennzeichnet und einzeln gewogen. Die Jungkaninchen wurden nach einer Säugezeit von 28 ± 1 Tagen abgesetzt. Beim Absetzen wurden die individuelle Absetzmasse und das Geschlecht der Jungkaninchen erfaßt. Nach einer Mastperiode von acht Wochen wurden die Kaninchen im Alter von 84 ± 2 Lebenstagen geschlachtet. Im Untersuchungszeitraum konnten von Januar 1998 bis März 1999 sechs Durchgänge mit insgesamt 529 Jungtieren für die Datenerfassung herangezogen werden. Zur Beurteilung des Entwicklungsstatus der Geschlechtsorgane unter den verschiedenen Lichtprogrammen wurden bei der Schlachtung der Kaninchen die Geschlechtsorgane freipräpariert und entnommen. Bei den männlichen Tieren wurden die Hoden inklusive Nebenhoden für die Untersuchung entnommen. Bei den weiblichen Tieren wurden der Uterus und die Ovarien präpariert. Der Uterus wurde am Übergang der Cervix duplex in die Vagina und am uterotuberalen Übergang abgesetzt. Die Organe wurden von überschüssigem Fett und Bindegewebe befreit. Alle Organe wurden im Anschluß an die Entnahme auf einer Präzisionswaage gewogen. Mit Hilfe einer Schublehre wurden die Länge und die maximale Breite der Hoden gemessen. Die Ovarien wurden makroskopisch auf das Vorhandensein von Follikeln mit einer Größe von über einem Millimeter, Corpora haemorrhagica oder Corpora lutea geprüft.

3.5.4 Untersuchungen zum Verhalten der Rammler beim Absamen und zu den spermatologischen Parametern

Um den Einfluß verschiedener Lichtprogramme auf das Verhalten der Rammler beim Absamen und auf die spermatologischen Parameter zu prüfen, wurden die Rammler von Januar 1998 bis Dezember 1998 in einem 14tägigen Rhythmus abgesamt. Vor Untersuchungsbeginn wurden alle Rammler an ein Phantom und die künstliche Vagina gewöhnt. Bei Untersuchungsbeginn betrug das Alter der Rammler 154 Tage.

Die Spermagewinnung erfolgte mit Hilfe eines Phantoms und einer auf 45 °C vorgewärmten künstlichen Vagina. Zur Bewertung der Sprungfreudigkeit wurde ein modifiziertes Schema

nach BROCKHAUSEN et al. (1979) herangezogen. Die Bewertungskriterien waren: spontane Annahme des Phantoms und der künstlichen Vagina ohne Zusetzen einer Häsin, Deckakt nur nach Zusetzen einer Häsin möglich und kein Deckakt auslösbar. Die Ejakulate wurden unmittelbar nach ihrer Entnahme untersucht. Zuerst wurden Volumen, Konsistenz, Farbe und das Vorhandensein von Beimengungen festgehalten. Ein vorhandener Schleimpfropf wurde sofort mit einer Pinzette entfernt, da er die Spermaqualität negativ beeinflusst (BUSCH et al. 1991). Anschließend wurden pH-Wert, Massenaktivität, Vorwärtsbewegung der Spermien, Anzahl der Spermien pro Milliliter und pro Ejakulat und der Anteil der morphologisch veränderten Spermien bestimmt. Ejakulate mit Urinbeimengung wurden von weitergehenden Untersuchungen ausgeschlossen.

Das Volumen der Spermaprobe wurde mit Hilfe graduierter Reagenzglaschen ermittelt. Die Spermafärbung wurde nach einem Schema klassifiziert (elfenbeinfarben, undurchsichtig, durchsichtig, gelblich). Die Konsistenz des Spermas wurde in vier graduelle Gruppen eingeteilt (rahm-ähnlich, milch-ähnlich, molke-ähnlich, wässrig). Der pH-Wert wurde mittels Spezialindikatorpapier (Meßbereich 6,4 bis 8,0) gemessen. Zur Bestimmung der Massenaktivität wurde ein Tropfen des Ejakulates auf vorgewärmte Objektträger (37°C) aufgetragen und bei Lupenvergrößerung unter einem Mikroskop mit Heiztisch beurteilt. Der Grad der Massenaktivität wurde nach einem Schema von 0 bis 5 nach WEITZE und MÜLLER (1991) eingestuft. Zur Beurteilung der Vorwärtsbewegung wurde dieser Tropfen mit einem vorgewärmten Deckglas abgedeckt und bei 400facher Vergrößerung betrachtet. Die Vorwärtsbewegung wurde geschätzt und in Prozent angegeben. Zur Bestimmung der Anzahl der Spermien wurden die Spermaproben in einer Blutmischpipette für Erythrozyten mit Natriumchloridlösung (10 %ig) je nach Dichte in einem Verhältnis von 1 : 100 oder 1 : 200 verdünnt und anschließend in einer Zählkammer nach Thoma ausgezählt. Es wurden fünf Quadrate à 16 Kleinstquadrate gezählt und die Anzahl der Spermien pro Milliliter nach folgender Formel berechnet:

$$n = 4\,000\,000 \times Z \times V$$

n = Anzahl der Spermien pro Milliliter

4 000 000 = Volumen eines Kleinstquadrates (1/4 000 000 ml)

Z = Zahl der pro Kleinstquadrat gezählten Spermien

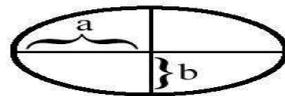
V = Verdünnung

Die Anzahl der Spermien pro Ejakulat wurde aus der ausgezählten Anzahl der Spermien pro Milliliter und dem Ejakulationsvolumen berechnet. Zur Bestimmung des Anteils morphologisch veränderter Spermien wurden Ausstriche auf entfetteten Objektträgern angefertigt. Die Färbung erfolgte mit Anilin-Blau und Kristallviolett. Bei 1000facher Vergrößerung (Öl-Immersion) wurden je Ausstrich 200 Spermien ausgezählt und der Anteil der morphologisch veränderten Spermien nach BRETTSCHEIDER (1948) ermittelt.

In der Zusammenfassung aller Absamungen konnte an 827 Fällen das Sprungverhalten der Rammler geprüft werden (282 NL, 285 KL 16h und 260 KL 8h). 750 Ejakulate wurden auf Quantität und Qualität untersucht (261 NL, 260 KL 16h und 229 KL 8h).

An jedem Untersuchungstag wurde die Lebendmasse der Rammler erfaßt. Zusätzlich wurden die Länge und die Breite der Hoden mit Hilfe einer Schublehre gemessen. Aus den zwei gemessenen Größen wurde die Hodengröße (Hodenvolumen) errechnet. Als Modell diente ein Rotationsellipsoid mit folgender Formel:

$$V = 4/3\pi ab^2$$



Um die Methode der Messung der Hodengröße intra vitam zu überprüfen, wurden die Tiere nach Beendigung der Untersuchungen geschlachtet. Es wurde die Hodengröße intra vitam kurz vor der Schlachtung und die Hodengröße unmittelbar post mortem an den präparierten Organen gemessen. Für den Zusammenhang zwischen Hodengröße intra vitam und der Hodengröße, die post mortem an den entnommenen Organen gemessen wurde, ergab sich ein Korrelationskoeffizient von 0,91 mit einem Signifikanzniveau kleiner 1 % (Tab. 3).

Tab. 3: Statistische Maßzahlen und Korrelationskoeffizient (r) für intra vitam und post mortem gemessene Hodengrößen

n	HODENGRÖßE INTRA VITAM [cm ³]	s	HODENGRÖßE POST MORTEM [cm ³]	s	r	p
30	8,77	1,29	6,83	1,03	0,91	***

3.6 Statistische Auswertung

Es wurden mittels Microsoft Excel 97™ vier getrennte Datenbanken angelegt: Für die Reproduktionsparameter der Häsinnen, für die Untersuchungen an den Rammlern, für die einzeltierbezogenen Untersuchungen zur Lebendmasseentwicklung und zur Entwicklung der Geschlechtsorgane sowie für die Untersuchungen zum Säugeverhalten. Die Daten wurden in das Statistikprogramm SPSS 8.0 von SPSS Inc. für Microsoft Windows™ eingelesen und statistisch bearbeitet. Hierbei wurden die folgenden Auswertungen für das gesamte Datenmaterial und für sortierte Teilstichproben vorgenommen:

1. Deskriptive Statistik mit der Berechnung der statistischen Maßzahlen n (Anzahl), \bar{x} (Mittelwert), s (Standardabweichung), Minimum und Maximum
2. Prüfung auf Normalverteilung mit dem Kolmogorov - Smirnov - Test
3. Mittelwertvergleiche mit multiplen Tests nach Student - Newman - Keuls
4. Häufigkeitsvergleich mit Chi - Quadrat - Unabhängigkeitstest in Kontingenztafeln
5. Korrelationsanalyse und Regressionsanalyse
6. Multiple Regressionsanalyse

4 Ergebnisse der Untersuchungen zu den Fruchtbarkeitsleistungen der Häsinnen

4.1 Einfluß des Lichtregimes

4.1.1 Konzeptionsrate

In der Zusammenfassung von 508 Besamungen konnte eine Konzeptionsrate von 65,7 % im Naturlichtstall im Vergleich zu 67,6 % im Mittel der beiden Kunstlichtställe errechnet werden. Das Ergebnis der Kunstlichtställe setzte sich aus einer Trächtigkeitsrate von 65,9 % bei 16 Stunden Kunstlicht und 69,3 % bei 8 Stunden Kunstlicht zusammen (Abb. 2). Zwischen den verschiedenen Lichtprogrammen wurden keine signifikanten Unterschiede im Besamungserfolg festgestellt. Im Kunstlichtprogramm mit 8 Stunden Licht pro Tag lag das Besamungsergebnis um 3,6 % über der Konzeptionsrate der Häsinnen unter dem Einfluß von Naturlicht und um 3,4 % über den Werten im Kunstlichtprogramm mit 16 Stunden Licht pro Tag.

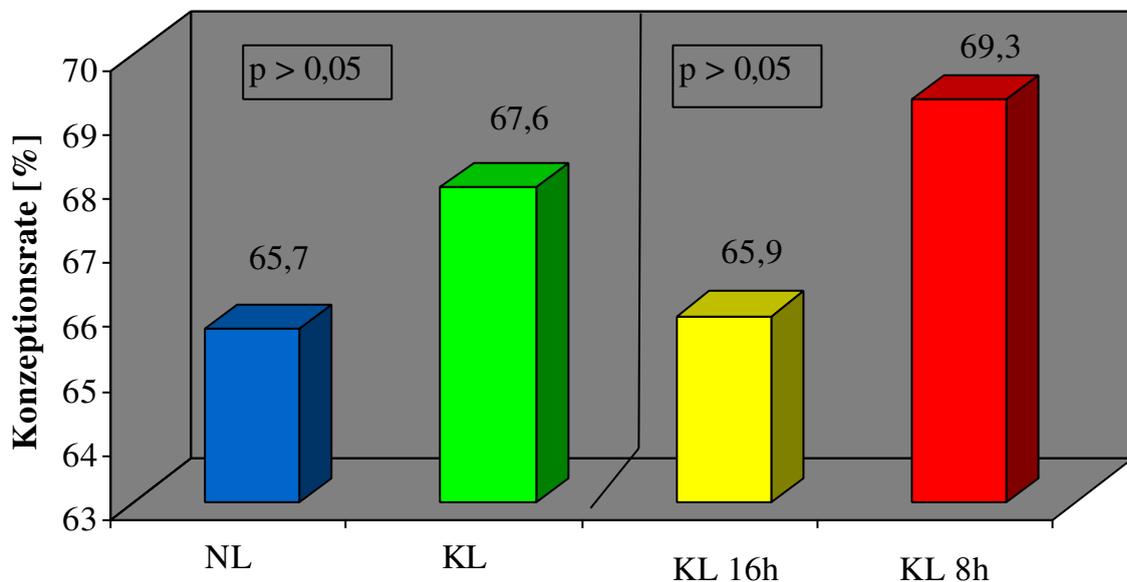


Abb. 2: Konzeptionsrate der Häsinnen unter Naturlicht und Kunstlicht - Kunstlicht differenziert nach 16 Stunden und 8 Stunden Licht pro Tag (n = 508 Besamungen)

4.1.2 Saisonaler Einfluß auf die Konzeptionsrate im Naturlichtstall

Um einen möglichen Einfluß der Variation der Tageslichtlänge im Verlauf eines Jahres auf das Besamungsergebnis bei den Tieren des Naturlichtstalles zu prüfen, wurden die Zeitpunkte der Besamungen den jeweiligen Jahreszeiten zugeordnet. Die Besamungsergebnisse zeigten tendenzielle saisonale Unterschiede. Im einzelnen wurden Konzeptionsraten von 67,4 % im Winter, 64,6 % im Frühling, 65,2 % im Sommer und 65,6 % im Herbst beobachtet werden (Abb. 3).

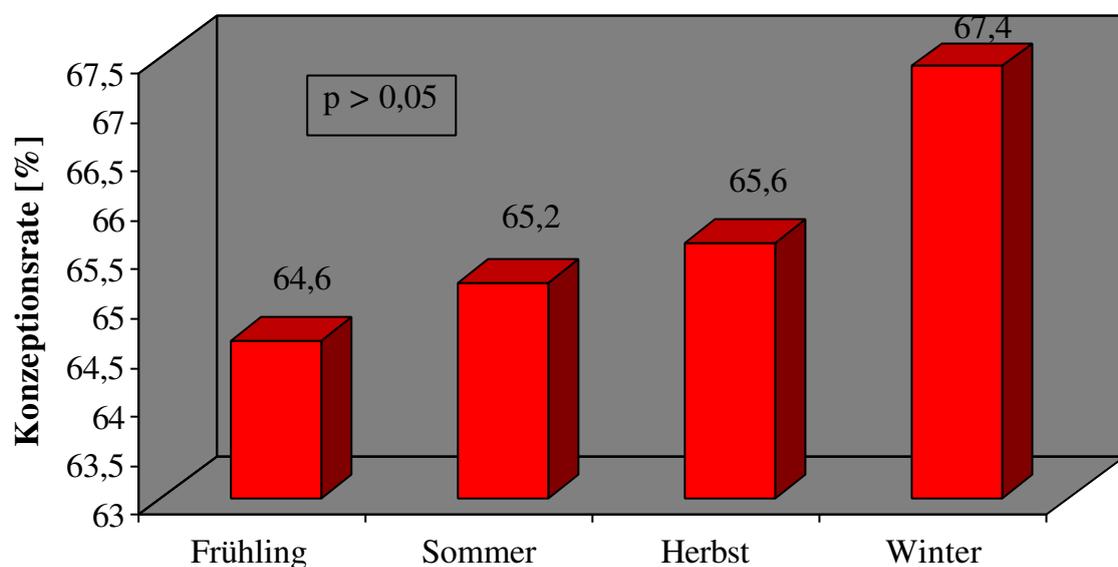


Abb. 3: Einfluß der Jahreszeit mit der charakteristischen Tageslichtlänge auf die Konzeptionsrate im Naturlichtregime (n = 172)

Die Jahreszeiten Frühling und Sommer sind durch eine minimale Tageslichtlänge von 12 Stunden und eine maximale Tageslichtlänge von 16 Stunden gekennzeichnet. In der Zusammenfassung der Besamungen in den Jahreszeiten mit Tageslichtlängen von mehr als 12 Stunden konnte eine Konzeptionsrate von 64,9 % ermittelt werden. Im Herbst und Winter herrschen Tageslichtlängen von minimal 8 Stunden und maximal 12 Stunden Tageslichtlänge. Die Besamungen im Naturlichtstall unter dem Einfluß der Jahreszeiten mit einer Tageslichtlänge von weniger als 12 Stunden führten zu einer Konzeptionsrate von 66,7 % (Tab. 4). Die Differenz von 1,8 % im Besamungserfolg zugunsten der Tageslichtlängen mit

weniger als 12 Stunden Licht pro Tag konnte statistisch nicht abgesichert werden. Der Trend zu einem höheren Besamungserfolg unter dem Einfluß einer kurzen natürlichen Tageslichtlänge konnte - ähnlich wie beim 8stündigen Kunstlichttag - auch hier beobachtet werden.

Tab. 4: Konzeptionsrate im Naturlichtstall bei kurzen und langen Tageslichtlängen ($p > 0,05$)

JAHRESZEIT	CHARAKTERISTISCHE TAGESLICHTLÄNGE	KONZEPTIONSRATE [%]	ANZAHL DER BESAMUNGEN
FRÜHLING	12 h – 16 h	64,9	94
SOMMER			
HERBST	8 h – 12 h	66,7	78
WINTER			

4.1.3 Wurfgröße und Wurfmasse bei der Geburt

Unter dem Einfluß des Naturlichtes wurde eine mittlere Wurfgröße von 8,7 gesamt geborenen Jungtieren mit einer durchschnittlichen Wurfmasse von 568 g nachgewiesen. In den Kunstlichtregimen konnte im Mittel eine Wurfgröße von 9,2 Jungtieren und eine Wurfmasse von 586 g gemessen werden. Der Unterschied von 0,5 Jungtieren pro Wurf mit einer Differenz von 18 g in der Wurfmasse zwischen Naturlicht- und Kunstlichtregimen war statistisch nicht abzusichern. Im Kunstlichtregime mit 8 Stunden Licht pro Tag konnte eine mittlere Wurfmasse von 557 g mit im Mittel 9,0 Jungtieren pro Wurf erreicht werden. Unter dem Einfluß des 16stündigen Kunstlichttag wurden mit 9,5 gesamt geborenen Jungtieren pro Wurf im Vergleich zum Naturlichttag 0,8 Jungtiere pro Wurf signifikant mehr erzielt ($p < 0,05$). Die mittlere Wurfmasse von 614 g unter dem Einfluß des 16stündigen Kunstlichttages war um 57 g signifikant höher als die Wurfmasse der Vergleichstiere des Kunstlichtregimes mit 8 Stunden Licht (Abb. 4 und Abb. 5).

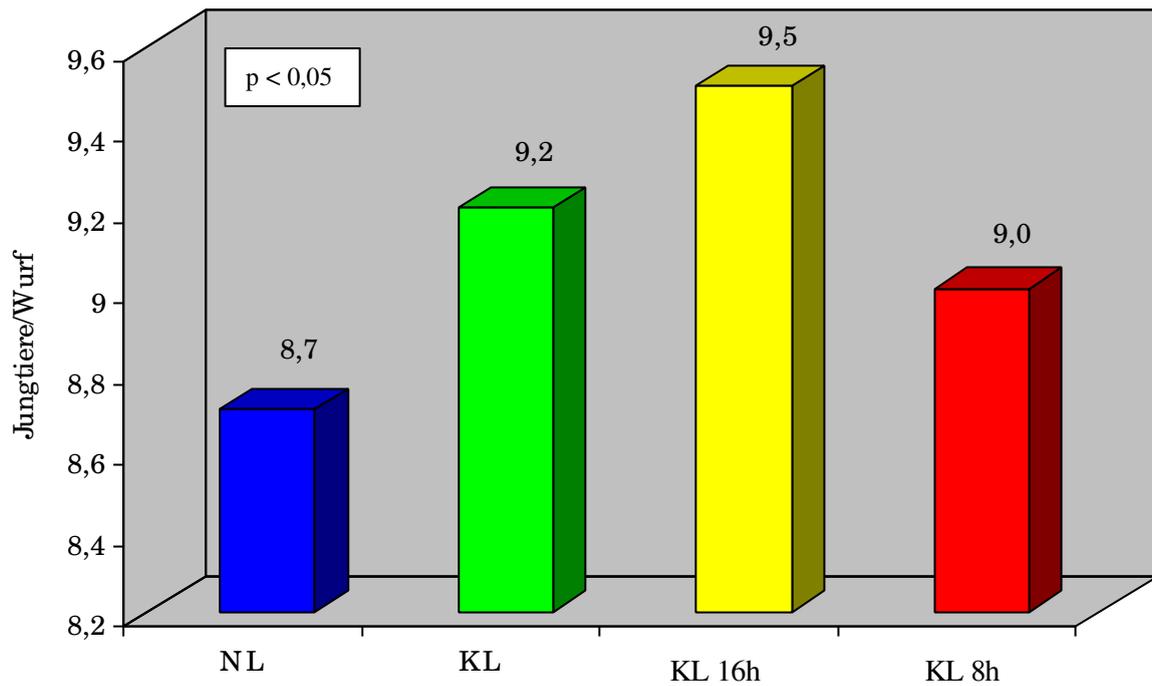


Abb. 4: Einfluß der Lichtregime auf die Anzahl gesamt geborener Jungtiere pro Wurf (n = 340 Würfe) (NL zu KL 16h: $p < 0,05$)

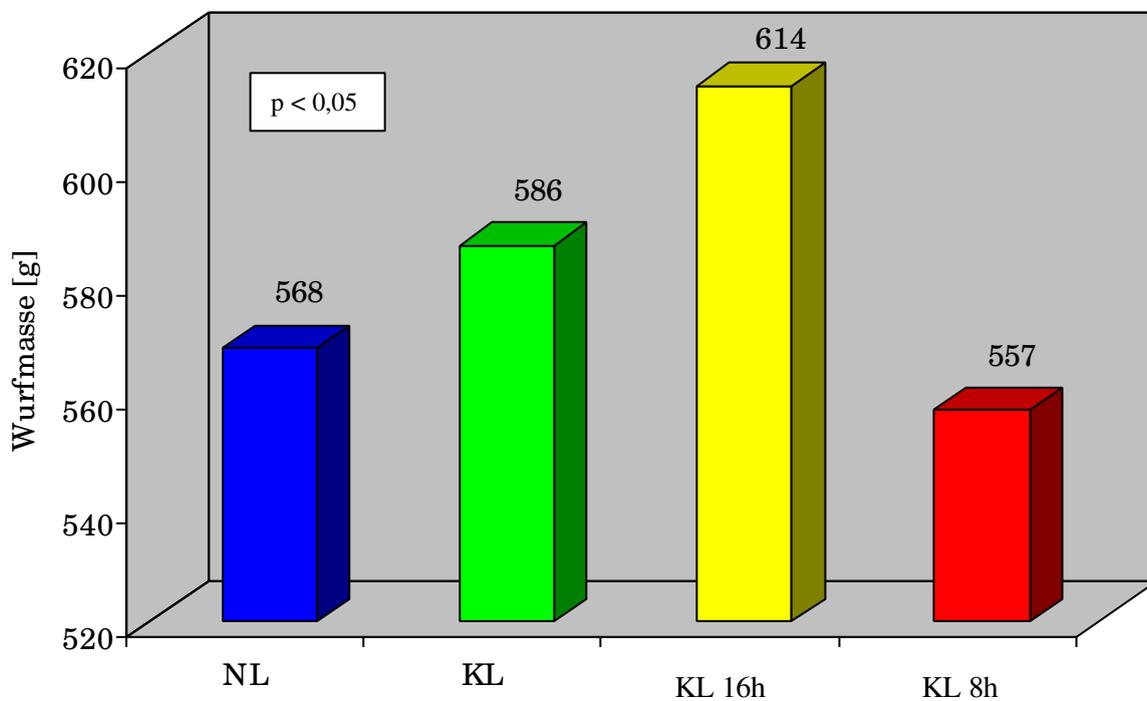


Abb. 5: Einfluß der Lichtregime auf die Wurfmasse gesamt geborener Jungtiere pro Wurf (n = 340 Würfe) (KL 16h zu KL 8h: $p < 0,05$)

In beiden Kunstlichtregimen wurden im Mittel 8,6 Jungtiere pro Wurf lebend geboren. Die Differenz von 0,6 Jungtieren zwischen den Kunstlichtprogrammen und dem Naturlicht konnte nicht statistisch gesichert werden. Mit einer Wurfmasse von 564 g lag das Ergebnis im 16stündigen Kunstlichtprogramm 28 g über der Wurfmasse der Häsinnen aus dem Kunstlichtprogramm mit 8stündiger Tageslichtlänge und 35 g über der im Naturlichtstall erreichten Wurfmasse. Die Differenzen zwischen den Wurfmassen lebend geborener Jungtiere waren statistisch nicht zu sichern (Tab. 5).

Tab. 5: Einfluß der Lichtregime auf die Wurfgröße und Wurfmasse der Häsinnen (lebend geborene Jungtiere) (n = 340 Würfe) (p > 0,05)

BEHANDLUNG	n	WURFGRÖßELEBEND [JUNGTIERE/WURF]		WURFMASSELEBEND [g]	
		\bar{x}	s	\bar{x}	s
NATURLICHT	113	8,0	3,5	529	199
KUNSTLICHT	227	8,6	3,2	550	187
16 H LICHT	114	8,6	3,5	564	218
8 H LICHT	113	8,6	2,9	536	150

Erwartungsgemäß besaß die Wurfgröße bei der Geburt einen hochsignifikanten Einfluß auf die Wurfmasse. Das Bestimmtheitsmaß lag in allen drei Lichtprogrammen über 80 %, d. h. mehr als drei Viertel der Veränderungen der Wurfmasse bei der Geburt wurden durch die Wurfgröße beeinflusst (Tab. 6).

Tab. 6: Korrelationskoeffizienten (r) und Regressionsgleichungen für den Zusammenhang zwischen der Wurfgröße (x) und der Wurfmasse (y) bei der Geburt

Behandlung	r	r ² in %	y = a + bx	p
NATURLICHT	0,90	80,5	143,9 + 49,1 x	***
16 H LICHT	0,93	85,8	106,9 + 53,4 x	***
8 H LICHT	0,92	84,8	138,5 + 46,8 x	***

4.1.4 Wurfgröße und Wurfmasse beim Absetzen

Die Aufzuchtleistungen der Häsinnen aus dem Naturlichtprogramm mit einer mittleren Wurfgröße von 7,7 Jungtieren und einer Wurfmasse von 4770 g beim Absetzen lagen unter den Leistungen der Häsinnen aus den Kunstlichtprogrammen. Hier konnten im Mittel 8,0 Jungtiere pro Wurf mit einer mittleren Wurfmasse von 4920 g abgesetzt werden. Die besseren Ergebnisse der Kunstlichtprogramme verglichen mit dem Naturlichttag konnten nicht statistisch gesichert werden. Die Häsinnen unter dem Einfluß einer acht- oder sechzehnständigen Kunstlichttaglänge wiesen jedoch in der Tendenz günstigere Aufzuchtleistungen auf. Die mittlere Wurfgröße beim Absetzen lag mit 8,2 Jungtieren im 16ständigen Kunstlichtregime signifikant über dem Wert der unter Naturlicht erzielten Ergebnisse mit 7,7 abgesetzten Jungtieren pro Wurf. Auch die Wurfmasse beim Absetzen im Langlichttag (5070 g) war signifikant höher als im Naturlichtstall. Die unter dem Einfluß von 8 Stunden Kunstlicht pro Tag erzielten Ergebnisse, d. h. 7,9 abgesetzte Jungtiere pro Wurf mit einer mittleren Wurfmasse von 4780 g, lagen niedriger als die Werte aus dem Kunstlichtprogramm mit 16 Stunden Licht pro Tag. Die Differenz von 290 g bei der Absetzmasse zwischen dem 8ständigen und dem 16ständigen Lichttag war signifikant (Abb. 6 und Abb. 7).

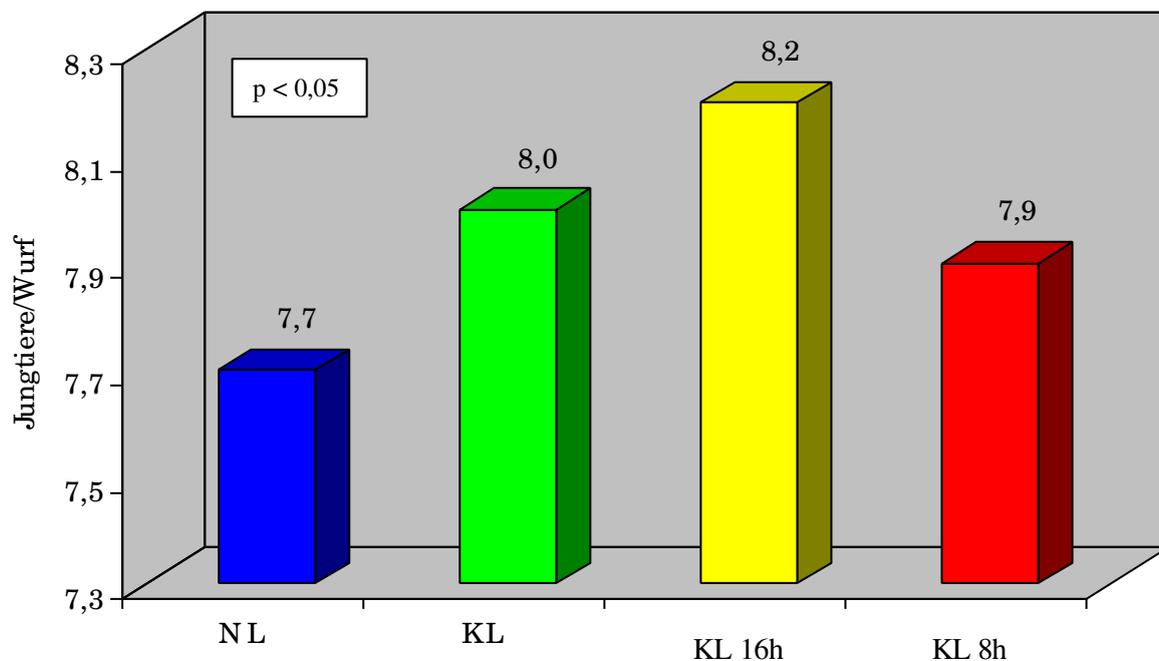


Abb. 6: Einfluß der Lichtregime auf die mittlere Wurfgröße zum Zeitpunkt des Absetzens (n = 328 abgesetzte Würfe) (NL zu KL 16h: $p < 0,05$)

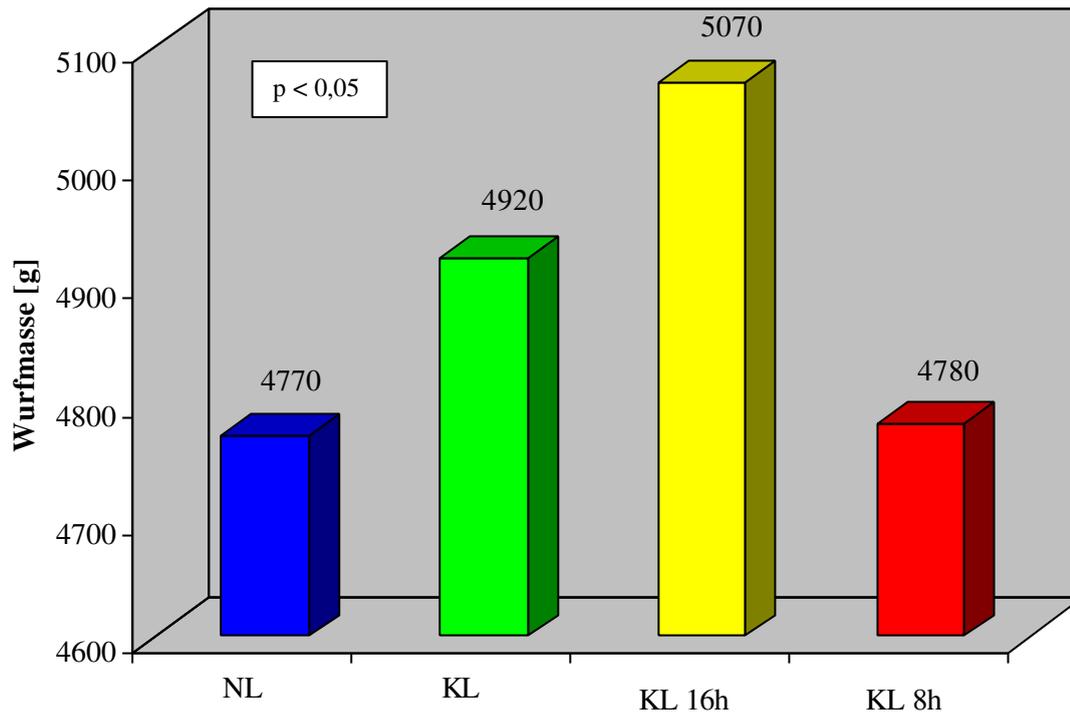


Abb. 7: Einfluß der Lichtregime auf die mittlere Wurfmasse zum Zeitpunkt des Absetzens (n = 328 abgesetzte Würfe) (NL zu KL 16h: $p < 0,05$; KL 16h zu KL 8h: $p < 0,05$)

Erwartungsgemäß besaß auch die Wurfgröße beim Absetzen einen hochsignifikanten Einfluß auf die Wurfmasse. Das Bestimmtheitsmaß lag in allen drei Lichtprogrammen über 50 %, d.h. mehr als die Hälfte der Veränderungen der Wurfmasse beim Absetzen wurden durch die Wurfgröße beeinflusst (Tab. 7).

Tab. 7: Korrelationskoeffizienten (r) und Regressionsgleichungen für den Zusammenhang zwischen der Wurfgröße (x) und der Wurfmasse (y) beim Absetzen

Behandlung	r	r^2 in %	$y = a + bx$	p
NATURLICHT	0,73	53,6	$1341 + 446 x$	***
16 H LICHT	0,76	58,3	$1385 + 451 x$	***
8 H LICHT	0,77	59,3	$1281 + 443 x$	***

4.1.5 Jungtierindex_{Geburt} und Jungtierindex_{Absetzen}

Für die unterschiedlichen Lichtprogramme wurde der Jungtierindex für die Geburt und beim Absetzen getrennt berechnet. Unter dem 8stündigen Kunstlichtprogramm wurden 69 lebende Jungtiere pro einhundert Besamungen mehr geboren als unter dem Einfluß des Naturlichtes. In der Zusammenfassung beider Kunstlichtprogramme resultierten aus einhundert Besamungen 579 lebend geborene Jungtiere und damit 55 mehr als unter Naturlicht. Im Kunstlichtregime mit 8 Stunden Tageslicht wurden pro einhundert Besamungen 28 Jungtiere mehr lebend geboren als im 16stündigen Kunstlichtregime (Abb. 8).

Der Vergleich des Naturlichtes mit den Kunstlichtprogrammen, bezogen auf die Anzahl abgesetzter Jungtiere pro einhundert Besamungen, fällt zugunsten des Kunstlichtes aus. In der Zusammenfassung beider Kunstlichtregime konnten 38 Jungtiere mehr pro einhundert besamte Häsinnen abgesetzt werden als unter dem Einfluß des Naturlichtes. Unter der Wirkung des 8stündigen Kunstlichttages wurden 547 Jungtiere pro einhundert besamte Muttertiere abgesetzt. Im Vergleich zum Naturlichttag war die Anzahl aufgezogener Jungtiere je einhundert Besamungen bei dem Kunstlichtregime mit 8 Stunden Licht pro Tag um 42 abgesetzte Tiere höher. Der Vergleich der Kunstlichtregime untereinander zeigte bei 8stündiger Lichttaglänge eine um 8 Jungtiere höhere Absetzrate (Abb. 9).

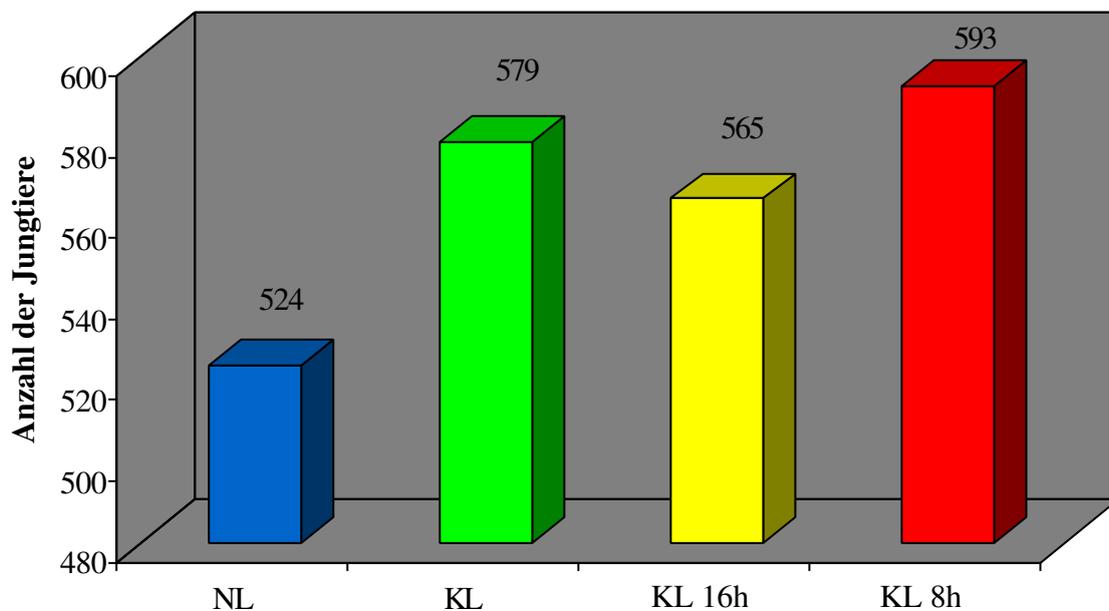


Abb. 8: Vergleich der Anzahl der lebend geborenen Jungtiere pro einhundert besamte Häsinnen zwischen den Lichtprogrammen

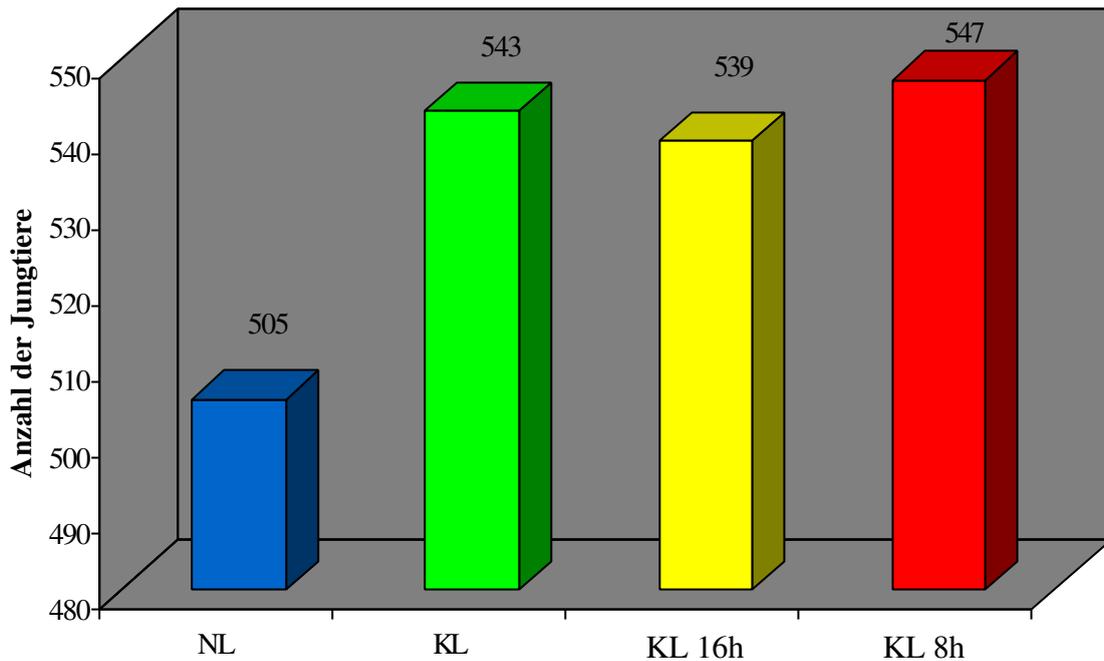


Abb. 9: Vergleich der Anzahl abgesetzter Jungtiere pro einhundert besamte Häsinnen zwischen den Lichtprogrammen

4.2 Einfluß der Besamungsfolge

4.2.1 Konzeptionsrate

Als Besamungsfolge wurden die Besamungen in fortlaufender zeitlicher Reihenfolge (in den vorliegenden Untersuchungen von der ersten bis zur elften Besamung) bezeichnet. In allen drei Untersuchungsgruppen fiel auf, daß nahezu durchgängig - mit nur wenigen Ausnahmen - nach einer hohen Konzeptionsrate eine zum Teil deutlich niedrigere Trächtigkeitsrate folgte, nach der wiederum ein hohes Besamungsergebnis zu verzeichnen war. Bei den Häsinnen im Naturlichtstall waren diese Unterschiede signifikant (Abb. 10). In den Kunstlichtregimen ließ sich dieser Zusammenhang nicht statistisch absichern (Abb. 11 und Abb. 12).

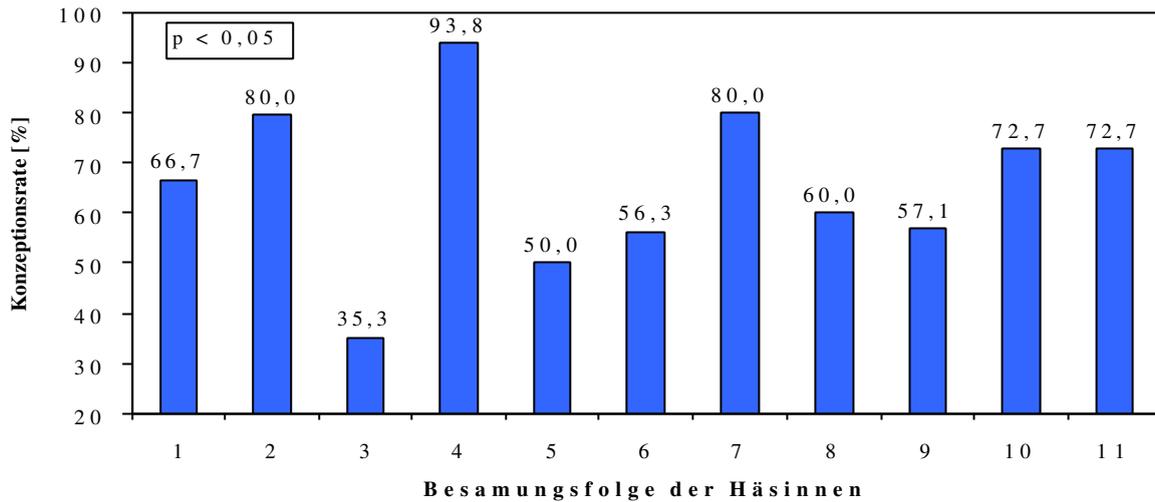


Abb. 10: Konzeptionsrate in der Besamungsfolge unter dem Einfluß von NL (n = 172)

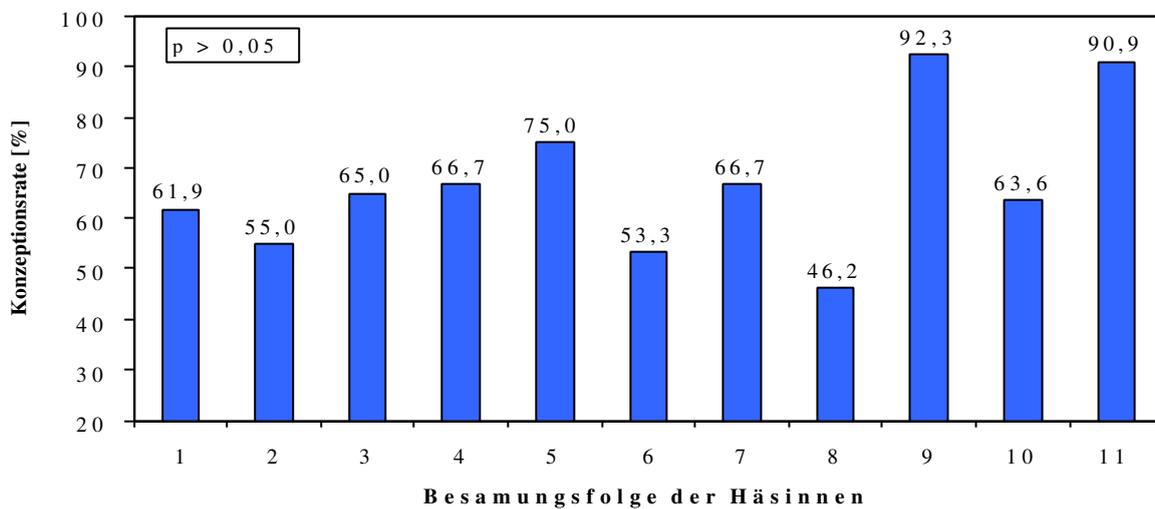


Abb. 11: Konzeptionsrate in der Besamungsfolge unter dem Einfluß von KL 16h (n = 173)

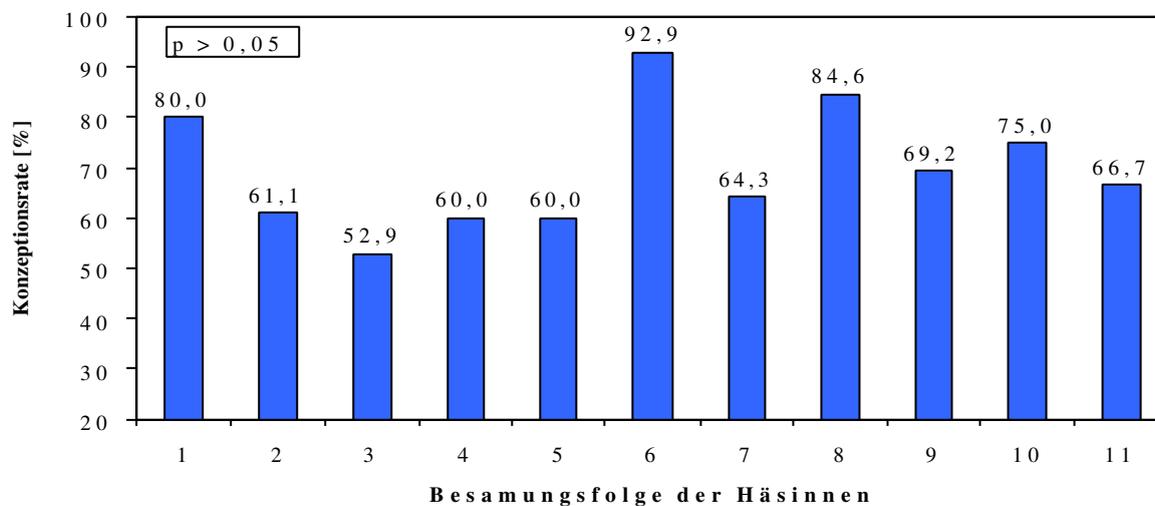


Abb. 12: Konzeptionsrate in der Besamungsfolge unter Einfluß von KL 8h (n = 163)

4.2.2 Wurfgröße bei der Geburt

Die mittlere Wurfgröße bei der Geburt (lebend geborene Jungtiere) wurde ebenso wie die Konzeptionsrate nach der Besamungsfolge der Häsinnen differenziert ausgewertet. Es ergab sich ein ähnliches Ergebnis wie bei der Trächtigkeitsrate. Auf Würfe mit kleinerer Wurfgröße folgten größere Würfe lebend geborener Jungtiere. Signifikante Unterschiede in der Zahl lebend geborener Jungtiere zwischen aufeinander folgenden Würfen wurden in den Abbildungen mit einem Stern gekennzeichnet (Abb. 13 bis Abb. 15).

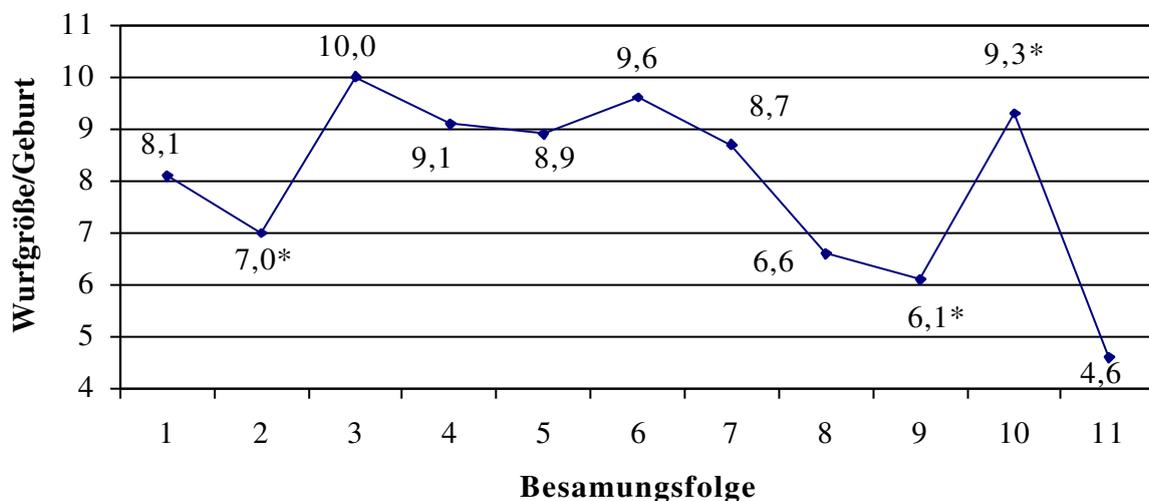


Abb. 13: Wurfgröße (lebend geborener Jungtiere) in der Besamungsfolge unter dem Einfluß von NL (* $p < 0,05$)

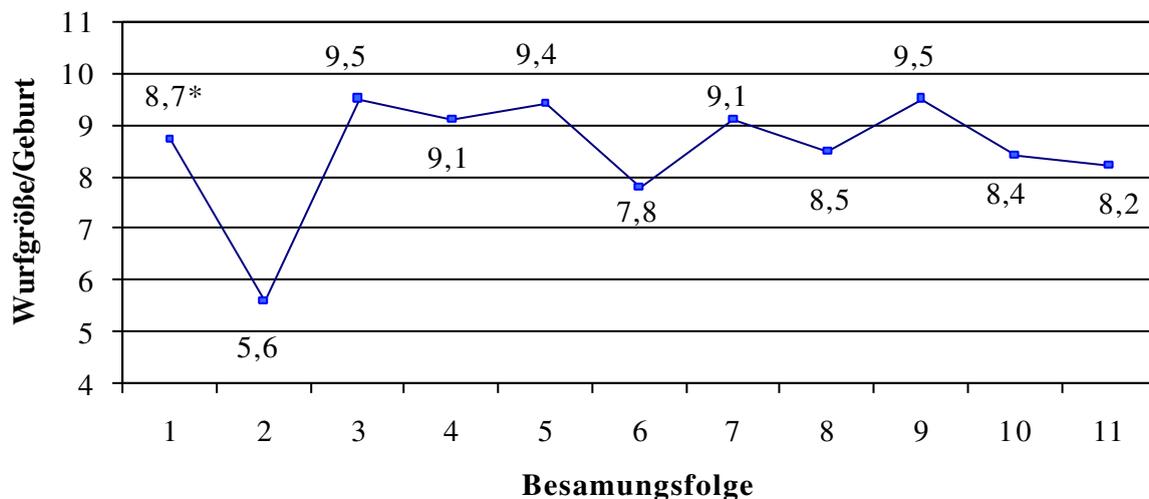


Abb. 14: Wurfgröße (lebend geborener Jungtiere) in der Besamungsfolge unter dem Einfluß von KL 16h (* $p < 0,05$)

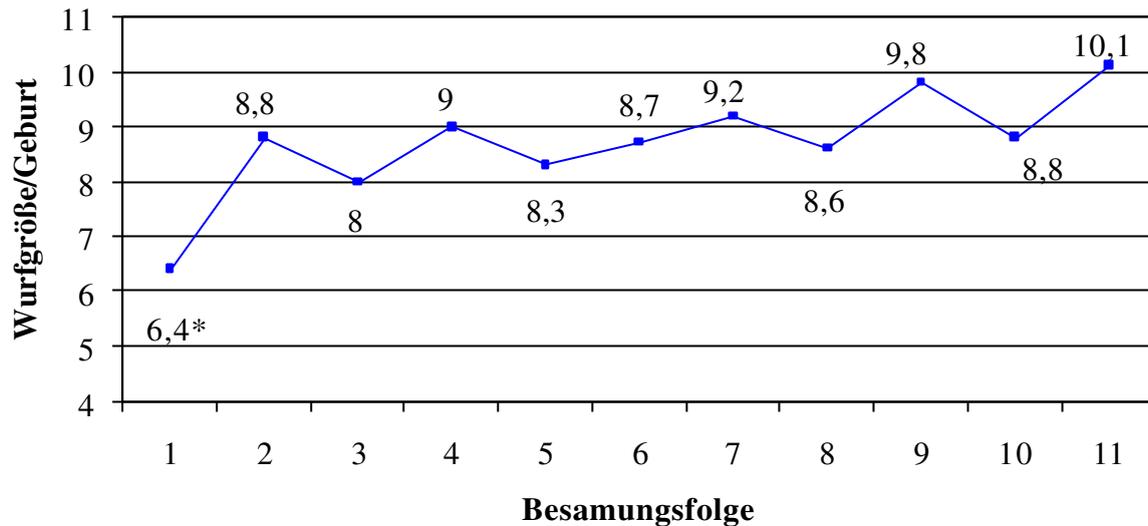
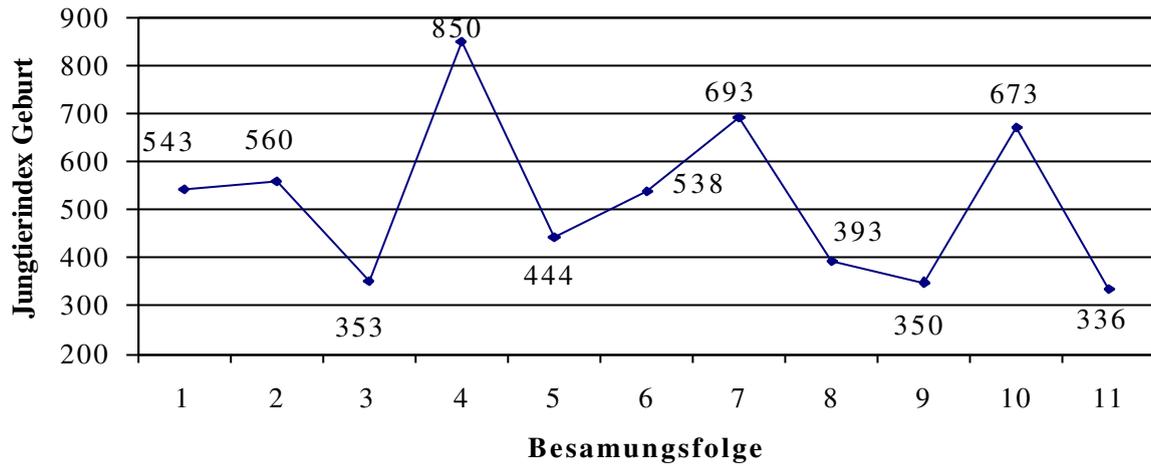
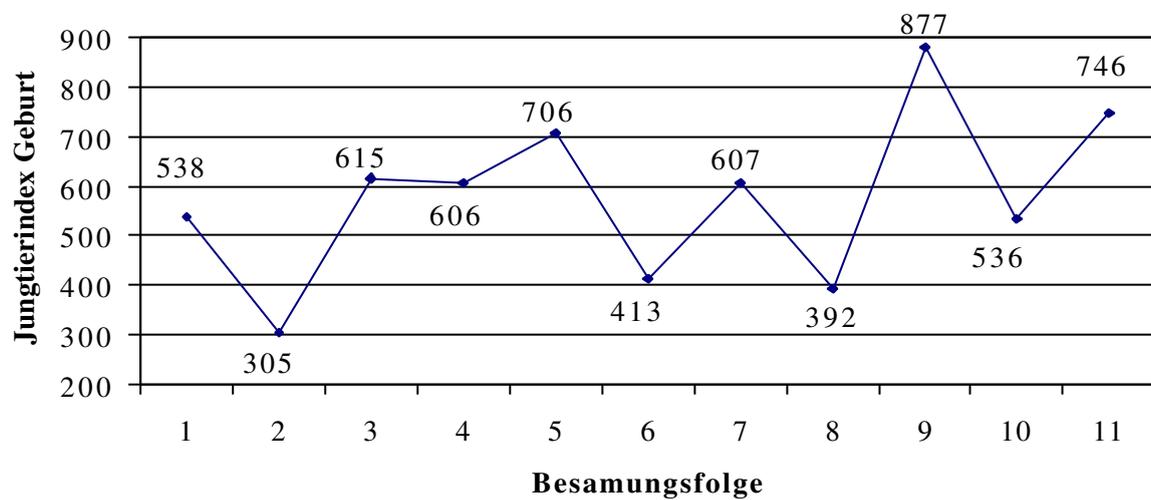
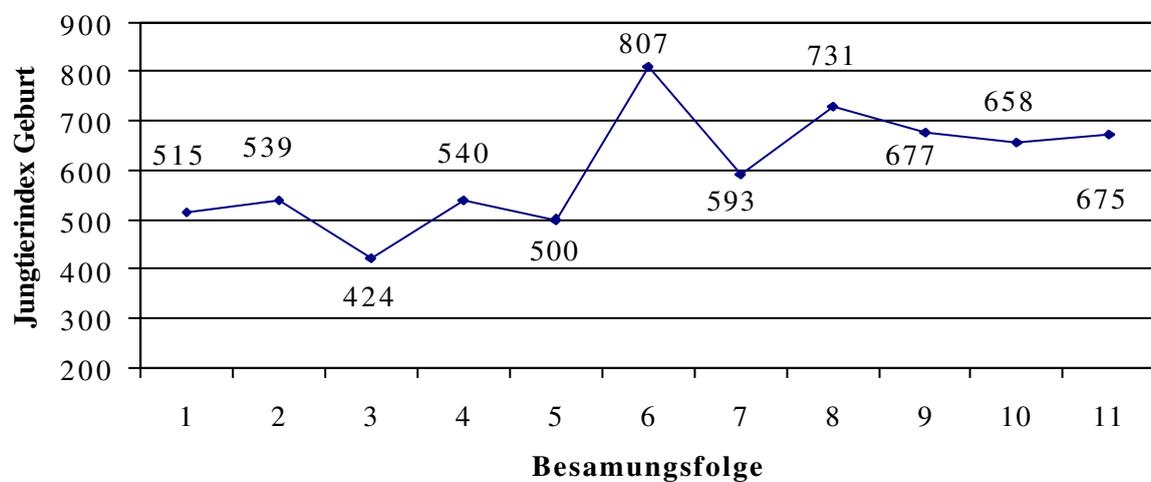


Abb. 15: Wurfgröße (lebend geborener Jungtiere) in der Besamungsfolge unter dem Einfluß von KL 8h (* $p < 0,05$)

4.2.3 Jungtierindex_{Geburt}

Der Jungtierindex_{Geburt} wurde ebenfalls in Abhängigkeit von der Besamungsfolge der Häsinnen berechnet. Hier verstärkte sich das in Kapitel 4.2.1 und in Kapitel 4.2.2 bereits beschriebene Resultat der sich nahezu stetig abwechselnden hohen und niedrigen Werte bei der Konzeptionsrate und bei der Wurfgröße. Der Effekt der Überlagerung von Trächtigkeit und Säugeleistung mit den Auswirkungen auf die Fruchtbarkeitsleistung des jeweils nächsten Besamungsdurchgangs wurde durch die Zusammenfassung der Konzeptionsrate und der Wurfgröße im Jungtierindex_{Geburt} noch deutlicher. Zwischen einzelnen Durchgängen in der Besamungsfolge traten Differenzen bis nahezu 500 lebend geborene Jungtiere auf (Abb. 16 bis Abb. 18). So erzielten die Häsinnen in der Naturlichtgruppe nach der dritten Besamung lediglich 353 lebend geborene Jungtiere (bezogen auf einhundert besamte Muttertiere). Aus der vierten Besamungsfolge resultierten dagegen aus einhundert Besamungen 850 lebende Jungtiere.

Abb. 16: Jungtierindex_{Geburt} in der Besamungsfolge unter dem Einfluß von NLAbb. 17: Jungtierindex_{Geburt} in der Besamungsfolge unter dem Einfluß von KL 16hAbb. 18: Jungtierindex_{Geburt} in der Besamungsfolge unter dem Einfluß von KL 8h

Die Wurfgröße und die Wurfmasse beim Absetzen in Abhängigkeit von der Besamungsfolge wurde nicht bestimmt, da beim Ausgleich der Wurfgröße nach der Geburt nicht auf den Status der Häsin in der Besamungsfolge geachtet werden konnte.

4.3 Einfluß der Zwischenwurfzeit

4.3.1 Wurfgröße und Wurfmasse bei der Geburt

Die Zwischenwurfzeit, definiert als die Zeit zwischen einer Besamung bis zur Geburt des nächsten Wurfes, betrug in der Zusammenfassung aller Besamungen im Mittel 45 Tage (NL 47 Tage, KL 16h 44 Tage, KL 8h 44 Tage; $p > 0,05$).

Bei einer Zwischenwurfzeit von 33 Tagen war eine mittlere Anzahl von 8,8 gesamt geborener Jungtiere pro Wurf mit einer mittleren Wurfmasse von 583 g in der Zusammenfassung aller Würfe zu registrieren. Bei einer Zwischenwurfzeit von 66 Tagen, bei der es zu keiner Überlagerung von Trächtigkeit und Säugeleistung kam, stieg die Wurfgröße hochsignifikant ($p < 0,001$) auf 10,6 Jungtiere an. Die Wurfmasse zeigte ebenfalls einen hochsignifikanten Anstieg ($p < 0,01$) auf 647 g. Setzten die Häsinnen mehr als einmal in der Besamungsfolge aus (d. h. keine Konzeption in zwei aufeinanderfolgenden Besamungen) sanken Wurfgröße und Wurfmasse ab (Abb. 19). Der Abfall der Wurfgröße und Wurfmasse konnte statistisch nicht belegt werden.

Da in allen drei Lichtprogrammen sich das gleiche Bild für den Einfluß der Zwischenwurfzeit zeigte, wurde auf eine getrennte Darstellung für die einzelnen Lichtprogramme verzichtet.

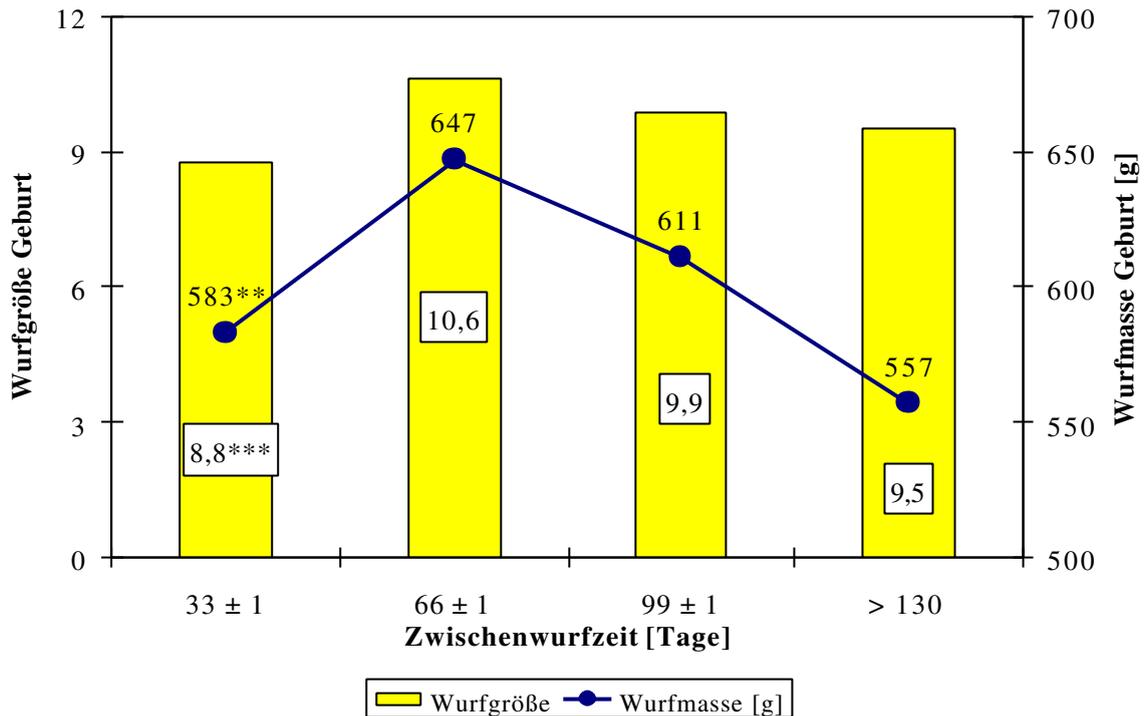


Abb. 19: Einfluß der Zwischenwurfzeit auf Wurfgröße und Wurfmasse (gesamt geborener Jungtiere) (** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$)

4.4 Einfluß der Parität

Bei der Differenzierung des Besamungserfolges zwischen der ersten Besamung und den folgenden Besamungen der Häsinnen wurde eine durchschnittliche Konzeptionsrate im Naturlichtstall von 66,7 % bei den ersten Besamungen und 65,6 % bei allen weiteren Besamungen ermittelt. Im Kunstlichtprogramm mit 16 Stunden Lichttaglänge konnte ein Anstieg der Konzeptionsrate von 61,9 % auf 66,5 % beobachtet werden. Unter dem Einfluß von 8 Stunden Kunstlicht war ein Absinken der Konzeptionsrate von 80,0 % auf 67,8 % zu beobachten (Tab. 8). Die Parität hatte keinen gerichteten Einfluß auf die Konzeptionsrate.

Tab. 8: Konzeptionsrate der Häsinnen bei der ersten und in der Zusammenfassung aller weiteren Besamungen ($p > 0,05$)

BEHANDLUNG	1. BESAMUNG [%] n = 62	2. – 11. BESAMUNG [%] n = 446
NATURLICHT	66,7	65,6
16 H LICHT	61,9	66,5
8 H LICHT	80,0	67,8

Der Vergleich der Reproduktionsleistungen, charakterisiert durch Wurfgröße und Wurfmasse zum Zeitpunkt der Geburt, erstgebärender und multiparer Häsinnen zeigt deutliche Unterschiede. Erstgebärende Häsinnen brachten im Mittel 8,0 Jungtiere (gesamt geborene Jungtiere) mit einer mittleren Wurfmasse von 494 g zur Welt, während multipare Häsinnen eine durchschnittliche Wurfgröße von 9,3 Jungtieren (gesamt geborene Jungtiere) mit einer mittleren Wurfmasse von 599 g erzielten. Auch die Anzahl der lebend geborenen Jungtiere stieg von 7,5 Jungtieren bei den primiparen Häsinnen (mittlere Wurfmasse von 464 g) auf 8,6 lebend geborene Jungtiere mit einer Wurfmasse von 561 g bei den multiparen Muttertieren an. Die Leistungsunterschiede primiparer und multiparer Häsinnen waren in allen untersuchten Parametern signifikant.

In den drei Lichtprogrammen zeigte sich das gleiche Bild bezüglich des Einflusses der Parität, so daß auf eine getrennte Darstellung der Lichtprogramme verzichtet wurde (Tab. 9).

Tab. 9: Einfluß der Parität auf Wurfgröße und Wurfmasse gesamt und lebend geborener Jungtiere bei der Geburt

PARITÄT	n	JUNGTIERE GESAMT	WURFMASSE GESAMT [g]	JUNGTIERE LEBEND	WURFMASSE LEBEND [g]
PRIMIPARE HÄSINNEN	62	8,0	494	7,5	464
MULTIPARE HÄSINNEN	278	9,3**	599***	8,6*	561***

* $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$

Die Aufzuchtleistungen (Wurfgröße und Wurfmasse beim Absetzen) wurden nicht auf den Einfluß der Parität untersucht, da beim Ausgleichen der Würfe nach der Geburt nicht zwischen primiparen und multiparen Häsinnen unterschieden werden konnte.

5 Ergebnisse der Untersuchungen zu Häufigkeit, Dauer und Zeitpunkt des Säugens in 24 Stunden

5.1 Häufigkeit des Säugens in 24 Stunden

Bei der Auswertung der Verhaltensbeobachtungen in den beiden Kunstlichtprogrammen zur Häufigkeit des Säugens konnten unter dem Einfluß des Kunstlichtregimes mit der Tageslichtlänge von 16 Stunden innerhalb eines 24 - Stunden - Zyklus im Mittel 1,15 Saugakte beobachtet werden. Unter dem 8stündigen Kunstlichtprogramm waren im Mittel 1,36 Saugakte pro 24 Stunden nachzuweisen. Diese Differenz konnte mit $p < 0,001$ statistisch hochsignifikant gesichert werden (Tab. 10).

Tab. 10: Häufigkeit der Saugakte in 24 Stunden unter Berücksichtigung aller 24 - Stunden - Beobachtungsintervalle (n = 788)

<i>Häufigkeit der Saugakte</i>					
Behandlung	n	\bar{x}	s	Min	Max
16 H LICHT	425	1,15	0,43	0	4
8 H LICHT	363	1,36***	0,55	1	4

*** $p < 0,001$

Die Beobachtungen des Säugeverhaltens erstreckten sich über die gesamte Säugeperiode eines Wurfes. Jede Häsin wurde über 28 Tage hinweg kontinuierlich beobachtet. Um einen individuellen Einfluß der Häsinnen auf die Häufigkeit des Säugens zu eliminieren, wurden die Daten für die Würfe der beobachteten Muttertiere zusammengefaßt. Es ergab sich für das 16stündige Kunstlichtprogramm bei 18 beobachteten Würfen eine mittlere Saughäufigkeit von 1,14 Saugakten pro Tag. Bei 15 beobachteten Würfen im Kurzlichttag konnten 1,41 Saugakte pro Tag beobachtet werden (Tab. 11). Trotz der erheblichen Verringerung des Stichprobenumfanges waren die Unterschiede zwischen den Lichtprogrammen signifikant ($p < 0,05$).

Tab. 11: Häufigkeit der Saugakte in 24 Stunden unter Berücksichtigung der Mittelwerte der Muttertiere (n = 33)

<i>Häufigkeit der Saugakte</i>					
Behandlung	n	\bar{x}	s	Min	Max
16 H LICHT	18	1,14	0,24	0,96	1,96
8 H LICHT	15	1,41*	0,35	1,04	2,20

* $p < 0,05$

In nur einem 24 - Stunden - Beobachtungsintervall mit einer Kunstlichttaglänge von 16 Stunden konnte kein Saugakt festgestellt werden. In dem Kunstlichtprogramm mit 8stündiger Tageslichtlänge gab es keinen Beobachtungszyklus ohne Saugakt.

Ein Saugakt wurde im 16stündigen Lichttag bei 87,3 %, im 8stündigen Lichttag dagegen bei nur 66,9 % der 24 - Stunden - Intervalle beobachtet. Unter dem Einfluß des Langlichttages waren in 10,4 % der 24 - Stunden - Beobachtungen zwei Saugakte zu registrieren, im 8stündigen Lichtprogramm dagegen in 30 % der Fälle. In 2,1 % der Fälle im 16 - Stunden - Kunstlichttag wurden mehr als zwei Saugakte beobachtet, im 8 - Stunden - Kunstlichttag war dies bei 3,1 % der Fälle zu beobachten. (Abb. 20).

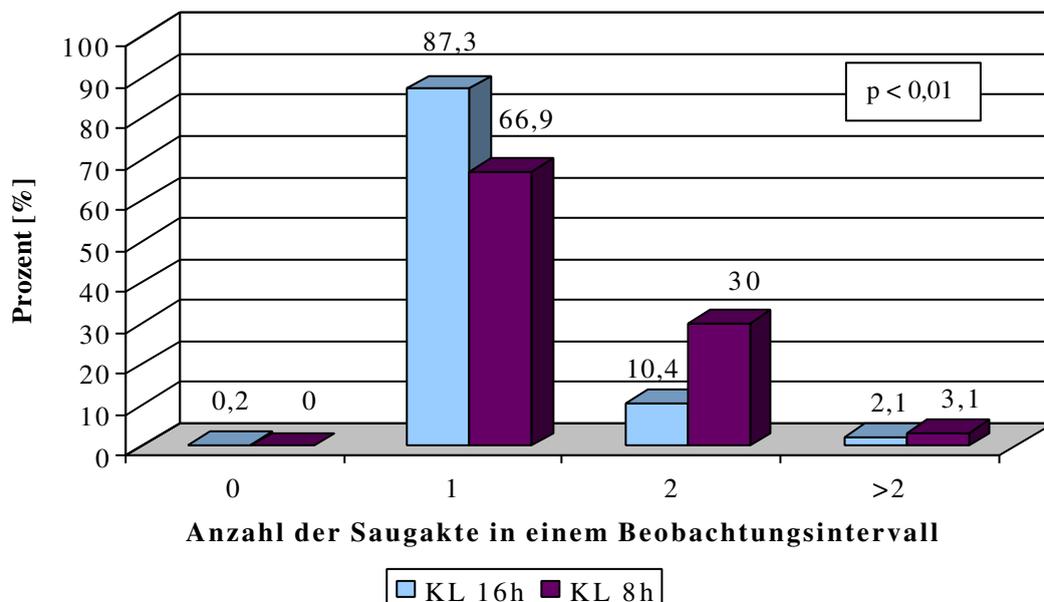


Abb. 20: Häufigkeit der Tage mit unterschiedlicher Anzahl der Saugakte in 24 Stunden unter dem Einfluß der zwei Kunstlichtprogramme mit unterschiedlichen Lichttaglängen (n = 788)

In der Zusammenfassung waren unter dem Einfluß des Kurzlichttages bei insgesamt 33,1 % der Zyklen mehr als ein Saugakt, im Langlichttag dagegen nur in 12,5 % der 24 - Stunden - Intervalle mehr als ein Saugakt zu beobachten (Tab. 12).

Tab. 12: Anteil der 24 - Stunden - Intervalle mit nur einem und mit mehr als einem Saugakt in beiden Kunstlichtregimen (n = 788)

Behandlung	Prozentualer Anteil der 24h – Zyklen mit nur einem Saugakt	Prozentualer Anteil der 24h – Zyklen mit mehr als einem Saugakt
16 H LICHT	87,5 %	12,5 %
8 H LICHT	66,9 %	33,1 %

5.2 Dauer des Säugens in 24 Stunden

Bei der Auswertung von insgesamt 982 Saugakten wurde die durchschnittliche Dauer aller Saugakte beider Kunstlichtregime miteinander verglichen. Die mittlere Dauer eines Saugaktes unter dem Einfluß von 16 Stunden Licht lag bei $193 \pm 44,7$ Sekunden. Im Kurzlichtprogramm war die mittlere Dauer eines Saugaktes mit 214 Sekunden um 21 Sekunden hochsignifikant länger als im Langlichttag (Tab. 13).

Tab. 13: Vergleich der mittleren Säugedauer pro Saugakt zwischen den Lichtprogrammen (Basis: alle ausgewerteten Saugakte)

<i>Säugedauer [Sekunden]</i>					
Behandlung	n	\bar{x}	s	Min	Max
16 H LICHT	487	193	44,7	118	369
8 H LICHT	495	214***	40,5	121	381

*** p < 0,001

Um den möglichen individuellen Einfluß der Häsinnen auf die Säugedauer nicht zu überzeichnen, wurden auch hier die Daten für die einzelnen Würfe der Häsinnen zusammengefaßt und dann

die hierfür gebildeten Mittelwerte pro Muttertier zur Berechnung der mittleren Säugedauer herangezogen. Trotz des erheblich geringeren Stichprobenumfanges konnte die Differenz von 22 Sekunden zwischen den beiden Kunstlichtprogrammen in der Dauer eines Saugaktes zugunsten des 8 - Stunden - Kunstlichtprogramms statistisch mit $p < 0,05$ gesichert werden (Tab. 14).

Tab. 14: Vergleich der mittleren Säugedauer pro Saugakt zwischen den Lichtprogrammen (Basis: Mittelwerte der Häsinnen)

<i>Säugedauer [Sekunden]</i>					
Behandlung	n	\bar{x}	s	Min	Max
16 H LICHT	18	189	29,2	150	261
8 H LICHT	15	211*	22,0	177	253

* $p < 0,05$

5.3 Gesamtsäugedauer

Um die Gesamtdauer des Säugens für einen 24 - Stunden - Tag zu berechnen, wurde das Produkt aus der Anzahl der Saugakte pro 24 - Stunden - Intervall und der Dauer der einzelnen Saugakte gebildet. Für jeden beobachteten Wurf wurde die mittlere Dauer eines Saugaktes mit der mittleren Häufigkeit des Säugens multipliziert und daraus die Gesamtdauer des Säugens ermittelt. Für den Kurzlichttag mit 8 Stunden Kunstlicht pro Tag ergab sich eine um 83 Sekunden signifikant höhere Gesamtsäugedauer als unter dem Einfluß von 16 Stunden Kunstlicht (Tab. 15).

Tab. 15: Vergleich der Gesamtsäugedauer pro 24 Stunden in Abhängigkeit vom Lichtprogramm

<i>Gesamtsäugedauer [Sekunden]</i>					
Behandlung	n	\bar{x}	s	Min	Max
16 H LICHT	18	219	77,9	151	494
8 H LICHT	15	302*	96,1	201	506

* $p < 0,05$

Die Gesamtsäugedauer wurde differenziert nach der Säugewoche betrachtet. Es konnte beobachtet werden, daß die Gesamtsäugedauer in beiden Lichtprogrammen von der ersten zur zweiten Woche der Säugezeit anstieg und anschließend bis zum Absetzen der Jungtiere kontinuierlich auf Werte abfiel, die mit 206 Sekunden (KL 16h) und 262 Sekunden (KL 8h) noch unterhalb der Gesamtsäugedauer in der ersten Lebenswoche der Jungtiere lagen (Abb. 21).

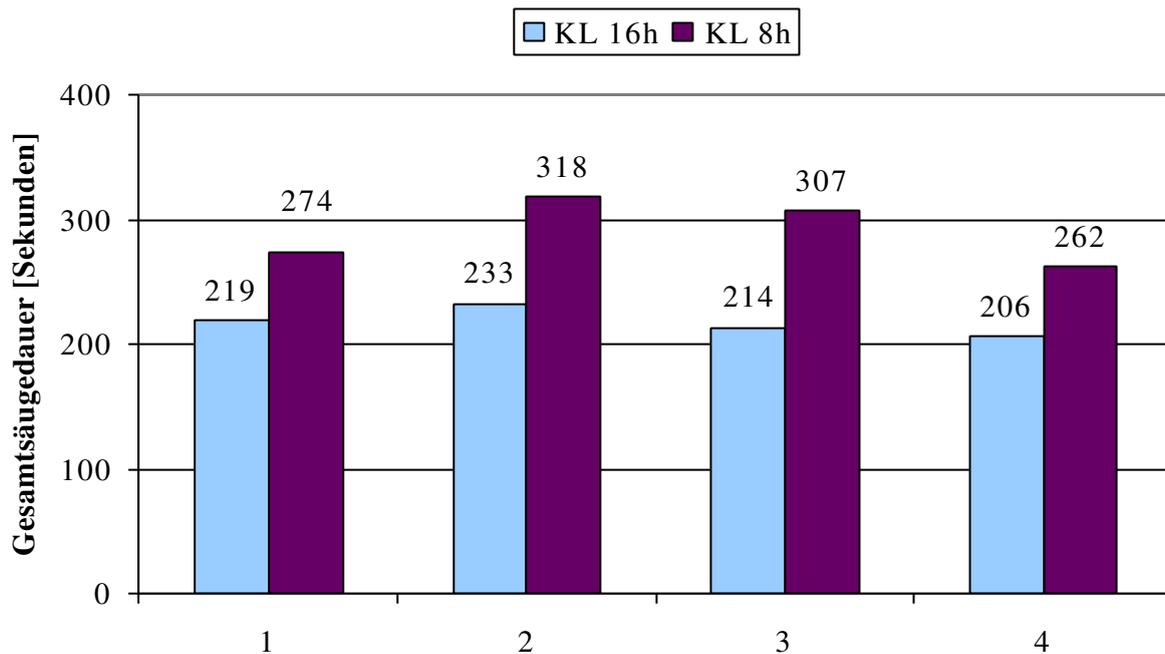


Abb. 21: Gesamtsäugedauer bezogen auf die Lebenswoche der Jungtiere beider Kunstlichtprogramme

5.4 Circadiane Säugerhythmik

Für die zeitliche Analyse der Säugerhythmik über 24 Stunden wurden insgesamt 487 Saugakte unter dem Einfluß des 16stündigen Lichttages in Bezug zur Zeitachse ausgewertet (Abb. 22). Der Lichtwechsel um 20 Uhr von hell nach dunkel als Zeitgeber führt zu einem deutlichen Anstieg der Säugeaktivität in der Stunde nach dem Ausschalten des Lichtes. Hier fanden 28,1 % aller Saugakte statt. Der Dunkel - Hell - Wechsel löste keinen so deutlichen Peak aus wie der Wechsel von hell nach dunkel. In der Stunde nach dem Dunkel - Hell - Wechsel waren nur 5,5 % der Saugakte zu beobachten. Insgesamt lag die Säugeaktivität

während der Dunkelphase bei 73,9 % aller beobachteten Saugakte, in der Hellphase fanden 26,1 % der beobachteten Saugakte statt.

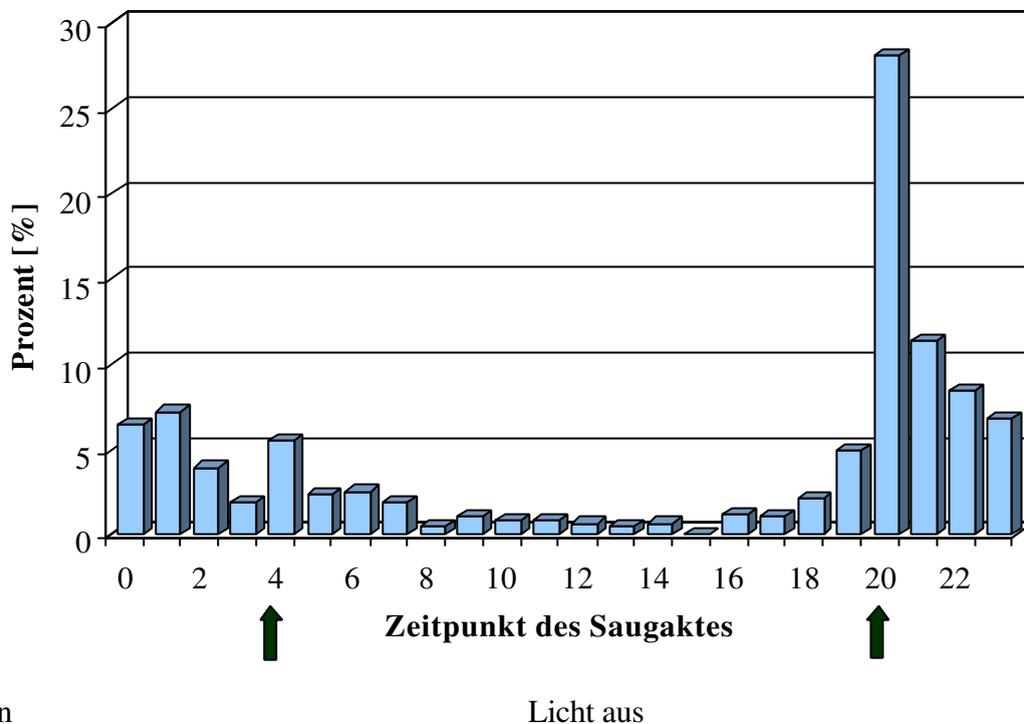


Abb. 22: Circadiane Säugerhythmik unter dem Einfluß von KL 16h (Gesamtzahl der Saugakte n = 487)

In analoger Weise wurden 495 Saugakte unter dem Einfluß des 8stündigen Kunstlichttages unter Berücksichtigung des Zeitpunktes der Saugakte analysiert (Abb. 23). Der Lichtwechsel um 15 Uhr von Hell nach Dunkel als Zeitgeber führte hier nicht zu einem derart deutlichen Anstieg der Säugeaktivität, verglichen mit dem 16stündigen Kunstlicht. In der Stunde nach dem Lichtwechsel fanden in diesem Lichtprogramm nur 3,6 % aller Saugakte statt. Die Säugeaktivität stieg jedoch nach dem Beginn der Dunkelphase an und sank nach dem Einschalten des Lichtes am Morgen wieder auf ein niedriges Niveau ab. Auch der Dunkel - Hell - Wechsel in den Morgenstunden löste keinen Peak aus. In der Stunde nach dem Einschalten des Lichtes waren hier 2,4 % der Saugakte zu beobachten. Unter dem Einfluß von 8 Stunden Kunstlicht lag die Säugeaktivität während der Dunkelphase bei insgesamt 80,1 %

aller beobachteten Saugakte gegenüber der Hellphase mit nur 19,9 % aller beobachteten Saugakte.

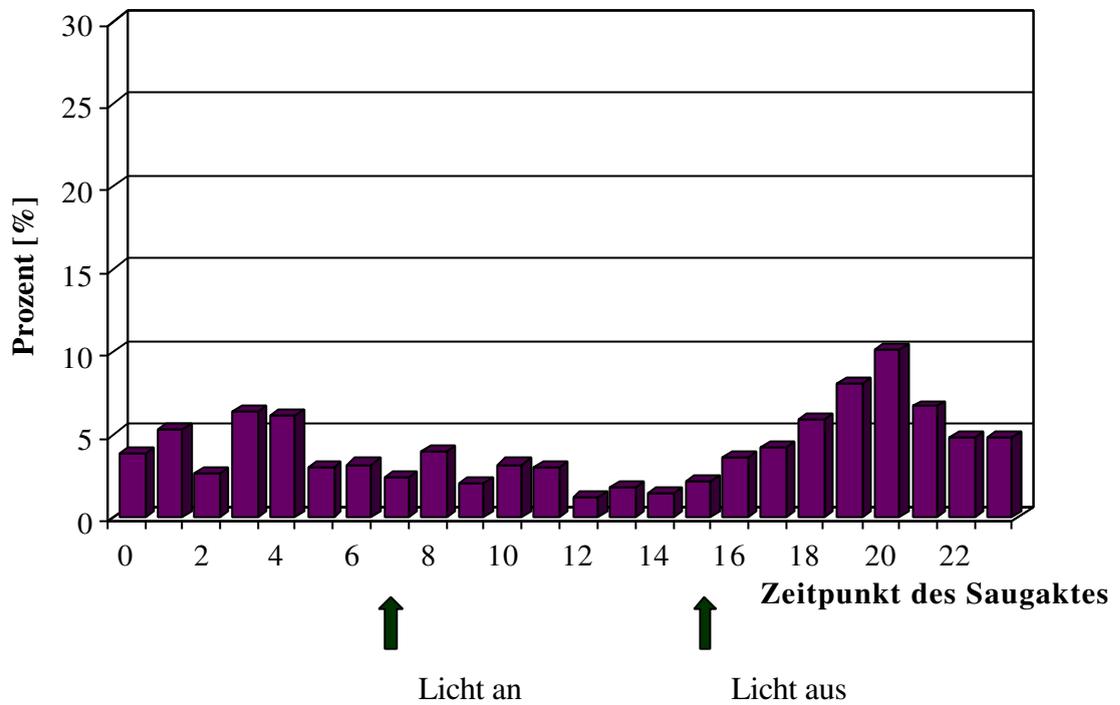


Abb. 23: Circadiane Säugerrhythmik unter dem Einfluß von KL 8h (Gesamtzahl der Saugakte n = 495)

6 Ergebnisse der Untersuchungen zur Lebendmasseentwicklung der Jungkaninchen von der Geburt über das Absetzen bis zum Schlachten sowie zur Entwicklung der Gonaden zum Zeitpunkt der Schlachtung

6.1 Lebendmasse der Jungtiere bei der Geburt

Insgesamt 2654 Jungtiere wurden bei der Geburt gekennzeichnet und gewogen. In Abbildung 24 wurde die Verteilung der Jungtiere auf die einzelnen Geburtsmasseklassen dargestellt. Sie entspricht annähernd einer Normalverteilung. Die mittlere Geburtsmasse aller Tiere betrug 66,0 g mit einem Minimum von 20,1 g, einem Maximum von 110,8 g und einer Standardabweichung von 13,02.

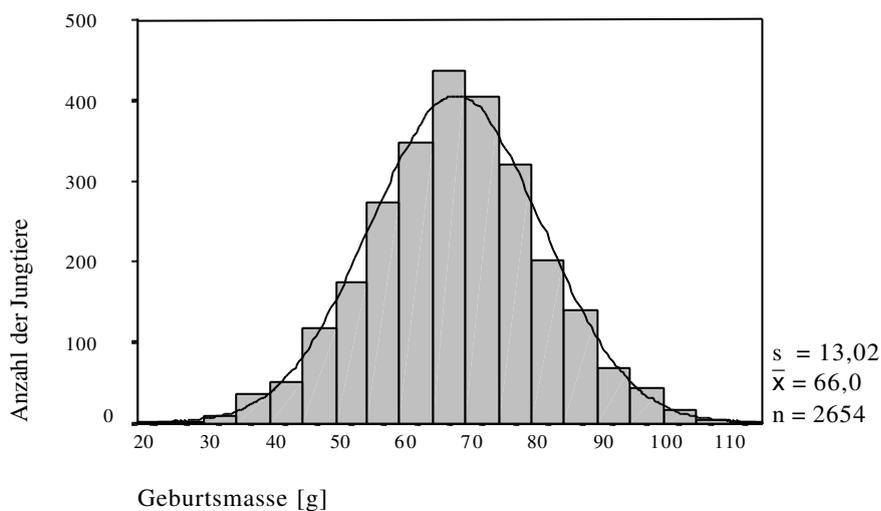


Abb. 24: Verteilung aller Jungtiere in die verschiedenen Lebendmasseklassen zum Zeitpunkt der Geburt mit Normalverteilungskurve

6.1.1 Einfluß des Lichtregimes auf die Lebendmasse bei der Geburt

Die mittlere Lebendmasse der Jungkaninchen bei der Geburt konnte im Naturlichtstall mit 67,9 g gemessen werden. Unter dem Einfluß der Kunstlichtprogramme war die durchschnittliche Geburtsmasse mit 65,1 g um 2,8 g niedriger. Angesichts der hohen Tierzahl ließ sich diese geringe Differenz statistisch sichern ($p < 0,001$). Im Stallabteil mit 16stündigem Lichtprogramm wurde eine durchschnittliche Geburtsmasse von 66,4 g ermittelt. Im Kunstlichtregime mit der Lichttaglänge von 8 Stunden trat die niedrigste mittlere Lebendmasse (63,8 g) der drei untersuchten Lichtprogramme auf. Die Differenz der mittleren Geburtsmassen in den beiden Kunstlichtregime war mit 2,6 g ebenfalls aufgrund der hohen Stichprobenumfänge hochsignifikant. Bei der Diskussion der Ergebnisse muß allerdings berücksichtigt werden, daß die Wurfgröße der Häsinnen in den Kunstlichtregimen im Mittel aller Würfe um 0,5 Jungtiere pro Wurf höher lag als bei den Naturlichttieren (Tab. 16).

Tab. 16: Geburtsmasse der Jungtiere unter dem Einfluß der verschiedenen Lichtprogramme (n = 2654)

<i>Lebendmasse bei der Geburt [g]</i>					
Behandlung	n	\bar{x}	s	Min	Max
NATURLICHT	828	67,9	13,7	20,1	107,2
KUNSTLICHT	1826	65,1	12,6	23,7	110,8
16 H LICHT	935	66,4	12,1	29,6	110,8
8 H LICHT	891	63,8	13,0	23,7	109,4

	Naturlicht	16 h Licht
Kunstlicht	***	
16 h Licht	*	
8 h Licht	***	***

* $p < 0,05$; *** $p < 0,001$

6.1.2 Geburtsmasse der Jungtiere in Abhängigkeit von der Wurfgröße

Der Zusammenhang zwischen Geburtsmasse und Wurfgröße (gesamt geborener Jungtiere) bei der Geburt wurde mit Hilfe einer linearen Regression berechnet. Erwartungsgemäß nahmen in allen drei Lichtprogrammen die Lebendmassen bei der Geburt mit steigender Wurfgröße ab (p

< 0,001). Der Einfluß der Wurfgröße auf die Geburtsumasse wurde für die drei Lichtregime getrennt berechnet (Tab. 17). Unter dem Einfluß des Naturlichtes ergab sich ein Bestimmtheitsmaß von 21,6 %. Nahm die Anzahl der geborenen Jungtiere um ein Jungtier pro Wurf zu, so verringerte sich die individuelle Lebendmasse der Jungtiere zur Geburt um 2,2 g. Im Stall mit 16 h Kunstlicht resultierten 15,8 % der Veränderungen der Geburtsumasse der Jungtiere aus dem Einfluß der Wurfgröße. Mit Steigerung der Wurfgröße um ein Jungtier nahm die Lebendmasse bei der Geburt um 1,9 g ab. Unter dem Einfluß von 8 Stunden Kunstlicht verringerte sich die Lebendmasse um 2,7 g bei Zunahme der Wurfgröße um ein Jungtier. Hier resultierten 25 % der Veränderung der Geburtsumasse der Jungtiere aus der Wurfgröße (Tab. 17).

Tab. 17: Bestimmtheitsmaß (r^2) und Regressionsgleichung für den Zusammenhang zwischen der Wurfgröße (x) und der individuellen Lebendmasse der Jungtiere (y) bei der Geburt in den drei Lichtregime - Gruppen

Behandlung	n	r^2 in %	$y = a + bx$	p
NATURLICHT	828	21,6	$y = 89,4 - 2,2 x$	***
16 H LICHT	935	15,8	$y = 86,1 - 1,9 x$	***
8 H LICHT	891	25,0	$y = 90,6 - 2,7 x$	***

*** $p < 0,001$

6.1.3 Einfluß des Geschlechtes der Jungkaninchen auf die Geburtsumasse

Das Geschlecht der Jungkaninchen wurde erst beim Absetzen erfaßt, der Einfluß des Geschlechtes auf die Lebendmasse bei der Geburt wurde somit retrospektiv betrachtet. Männliche Kaninchen besaßen in allen Lichtprogrammen eine höhere Geburtsumasse als die weiblichen Wurfgeschwister. Die Differenz in der Geburtsumasse zwischen männlichen und weiblichen Kaninchen war in allen drei Lichtregimen statistisch mit $p < 0,05$ abzusichern. Im Naturlichtstall konnte bei den männlichen Jungtieren eine mittlere Geburtsumasse von 70,2 g ermittelt werden. Die weiblichen Wurfgeschwister erreichten im Mittel eine um 2,4 g geringere Geburtsumasse. Im Kunstlichtregime mit Langlichttag wurde bei den männlichen Jungtieren eine mittlere Geburtsumasse von 68,6 g im Gegensatz zu der mittleren Geburtsumasse von 66,8 g der weiblichen Jungtiere beobachtet. Die weiblichen Jungtiere in

der Gruppe mit 8stündigem Kunstlichttag waren im Mittel um 2,0 g leichter als ihre männlichen Wurfgeschwister, die eine mittlere Geburtsmasse von 66,2 g aufwiesen (Abb. 25).

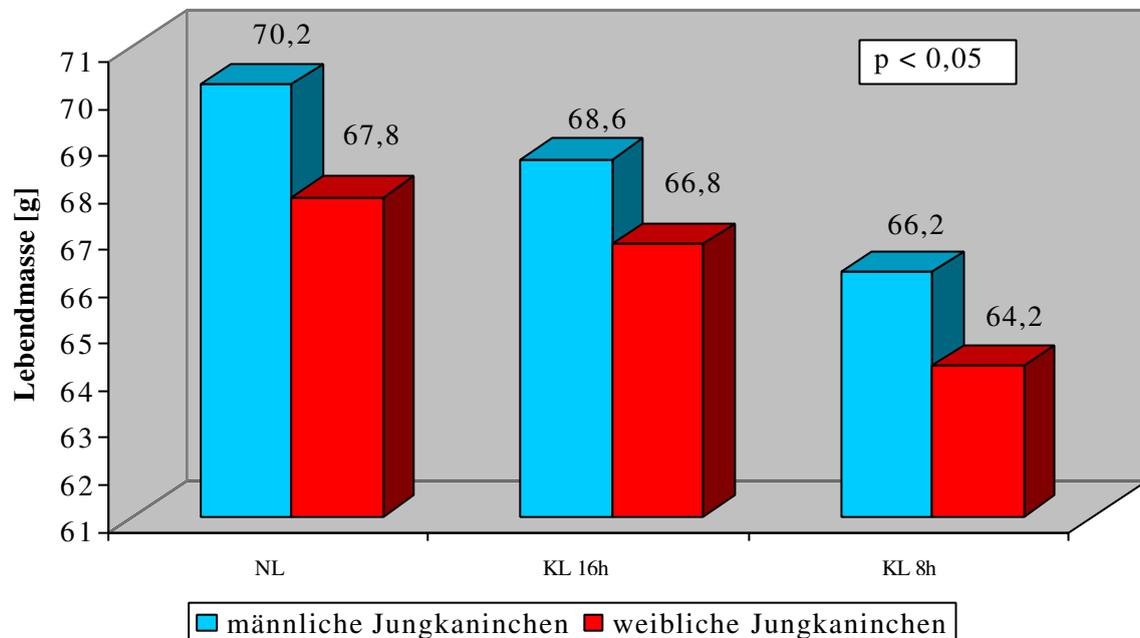


Abb. 25: Geburtsmasse der Jungtiere in Abhängigkeit vom Geschlecht (n = 2401)

6.1.4 Dynamik der Geburtsmasse im Untersuchungszeitraum

Im Naturlicht und im Kunstlichtregime mit 16 Stunden Licht war ein deutlicher Anstieg der Körpermasse bei der Geburt vom ersten zum zweiten Durchgang zu beobachten. Weniger deutlich war dieser Anstieg im Kunstlichtregime mit 8 Stunden Licht ausgeprägt. Im Verlauf der Untersuchungen wurde ein Abfall der mittleren Geburtsmassen während den Durchgängen drei bis sieben nahezu in allen drei Lichtregimen beobachtet. Gegen Ende der Untersuchungen stiegen die Geburtsmassen der Jungtiere wieder geringfügig an (Abb. 26).

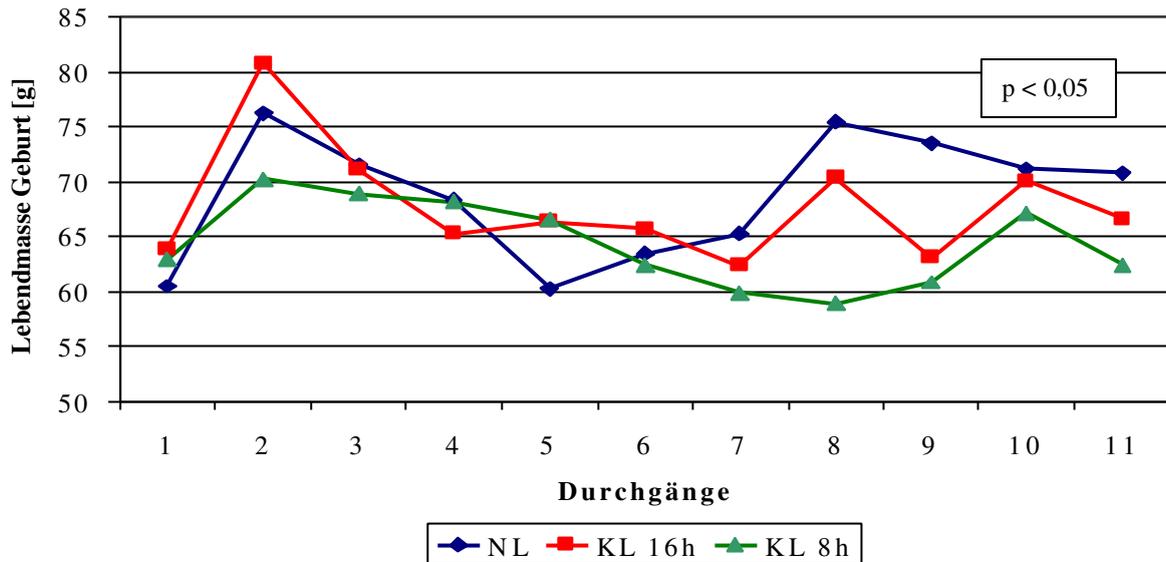


Abb. 26: Mittlere Geburtsmasse der Jungtiere im Untersuchungszeitraum (11 Durchgänge)

6.1.5 Multipler Regressionsansatz für die Lebendmasse bei der Geburt

Für die multiple Regressionsanalyse (schrittweise) für die Geburtsmasse der Jungtiere kam folgendes Schätzmodell zur Anwendung:

$$y = a + b_1x_1 + b_2x_2$$

y = Lebendmasse bei der Geburt [g]

a = Regressionskonstante

b_1 = Regression der Wurfgröße (gesamt geborene Jungtiere) (x_1) auf y

b_2 = Regression des Geschlechtes (x_2) auf y

Tab. 18: Bestimmtheitsmaß (r^2), Regressionskonstante (a) und Regressionskoeffizienten (b_i) für das Schätzmodell Geburtsmasse

		NATURLICHT	p	16 H LICHT	p	8 H LICHT	p
Bestimmtheitsmaß	r^2 [%]	21,7 %		15,5 %		27,2 %	
Konstante	a	91,7	***	88,2	***	94,3	***
Wurfgröße	b_1	- 2,05	***	- 1,70	***	- 2,61	***
Geschlecht	b_2	- 1,77	*	- 1,72	*	- 2,28	**

* $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$

6.2 Lebendmasse der Jungtiere beim Absetzen

Von den bei der Geburt gekennzeichneten Jungkaninchen konnten am Ende der Säugeperiode insgesamt 2426 Jungtiere abgesetzt werden. Von den 2426 Jungtieren hatten 25 Jungkaninchen ihre Ohrmarke im Laufe der Säugeperiode verloren, so daß keine eindeutige Zuordnung des Tieres mehr möglich war. Mit Hilfe der Kennzeichnung konnten noch 2401 Tiere identifiziert und einzeln gewogen werden. Die mittlere Lebendmasse zum Zeitpunkt des Absetzens aller 2401 Jungkaninchen betrug 613 g mit einem Minimum von 176 g, einem Maximum von 1074 g und einer Standardabweichung von 118,8. Die Verteilung der Jungkaninchen in die einzelnen Lebendmasseklassen wurde in Abbildung 27 dargestellt. Die Verteilung der Tiere entsprach näherungsweise einer Normalverteilung.

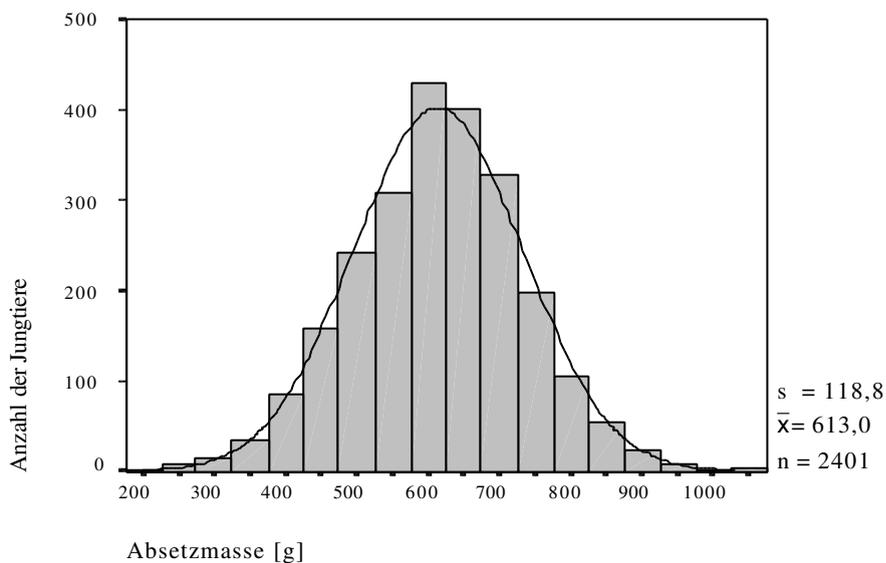


Abb. 27: Verteilung aller Jungtiere in die verschiedenen Lebendmasseklassen zum Zeitpunkt des Absetzens mit Normalverteilungskurve

6.2.1 Lebendmasse der Jungkaninchen beim Absetzen in Abhängigkeit vom Lichtprogramm

Die Jungtiere im Stall mit natürlichem Lichteinfall erzielten mit 620 g eine um 10 g signifikant höhere Lebendmasse beim Absetzen als die Vergleichstiere in der

Zusammenfassung beider Kunstlichtprogramme (610 g). Jungkaninchen im 16stündigen Kunstlichttag erreichten im Mittel eine individuelle Absetzmasse von 613 g. Diese lag um 6 g nichtsignifikant höher als bei den Vergleichstieren aus dem Stall mit 8 Stunden Kunstlicht (607 g). Die um 13 g höhere Absetzmasse der Naturlichttiere gegenüber der mittleren Absetzmasse der Jungkaninchen aus dem 8 - Stunden - Kunstlichtprogramm ließ sich statistisch mit $p < 0,05$ sichern (Tab. 19). Bei der Diskussion der Ergebnisse ist die um 0,3 Jungtiere pro Wurf höhere Wurfgröße beim Absetzen der Häsinnen in den Kunstlichtregime - Ställen gegenüber den Naturlichttieren zu berücksichtigen. Die mittleren täglichen Zunahmen der Jungkaninchen von der Geburt bis zum Absetzen lagen in den drei Lichtprogrammen zwischen 19 und 20 g. Sie zeigten keine signifikanten Unterschiede.

Tab. 19: Einfluß der Lichtprogramme auf die Lebendmasse der Jungtiere beim Absetzen und die täglichen Zunahmen von der Geburt bis zum Absetzen

Behandlung	Lebendmasse beim Absetzen [g]					Tägliche Zunahmen [g]
	n	\bar{x}	s	Min	Max	[Geburt - Absetzen]
NATURLICHT	768	620*	132,7	228	1013	19,8
KUNSTLICHT	1633	610	111,5	176	1074	19,5
16 H LICHT	824	613	119,4	176	1074	19,6
8 H LICHT	809	607	103,1	185	917	19,4

* $p < 0,05$

Der Zusammenhang zwischen Geburtsmasse und Lebendmasse beim Absetzen wurde mit Hilfe der Korrelation und der linearen Regressionsanalyse untersucht. Für das Naturlichtprogramm ergab sich ein Bestimmtheitsmaß von 31,1 %, d. h. 31,1 % der Lebendmasse beim Absetzen wurde durch die Lebendmasse bei der Geburt beeinflusst. Der Regressionskoeffizient von 5,7 besagt, daß bei einer Zunahme von 5 g in der Lebendmasse bei der Geburt eine Zunahme von 28,5 g in der Absetzmasse zu erwarten ist. Unter dem Einfluß des 16stündigen Lichtprogramms ergab sich ein Bestimmtheitsmaß von 22,9 % und ein Regressionskoeffizient von 5,1. Steigt unter dem Einfluß des Kunstlichtregimes mit kurzem Lichttag die Geburtsmasse um 5 g an, liegt die zu erwartende Lebendmasse beim Absetzen im Mittel um 19 g höher. Das Bestimmtheitsmaß lag hier bei 19,8 % (Tab. 20).

Tab. 20: Bestimmtheitsmaß (r^2) und Regressionsgleichung für den Zusammenhang zwischen Geburtsmasse (x) und Lebendmasse beim Absetzen (y)

Behandlung	n	r^2 in %	$y = a + bx$	p
NATURLICHT	768	31,1	$y = 230,4 + 5,7 x$	***
16 h LICHT	824	22,9	$y = 270,8 + 5,1 x$	***
8 h LICHT	809	19,8	$y = 362,5 + 3,8 x$	***

*** $p < 0,001$

6.2.2 Einfluß der Wurfgröße beim Absetzen auf die Absetzmasse der Jungtiere

Jungkaninchen aus kleinen Würfen erreichten erwartungsgemäß die höchste mittlere Lebendmasse beim Absetzen. Mit zunehmender Wurfgröße beim Absetzen sank die individuelle Lebendmasse der Jungtiere zum Zeitpunkt des Absetzens. Dieser negative Zusammenhang zwischen der Wurfgröße und der Lebendmasse beim Absetzen konnte für alle drei Lichtprogramme statistisch hochsignifikant abgesichert werden. Unter dem Einfluß des Naturlichtes ergab sich ein Bestimmtheitsmaß von 13,5 %. Mit Zunahme der Wurfgröße um ein Jungtier verringerte sich die Lebendmasse des einzelnen Tieres um 29,9 g. Der Zusammenhang im Stall mit 16 h Licht zwischen Wurfgröße und Wurfmasse beim Absetzen betrug 10,3 %, d. h. 10,3 % der Veränderungen der Absetzmasse resultierten aus dem Einfluß der Wurfgröße. Mit Steigerung der Wurfgröße um ein Jungtier nahm die Lebendmasse beim Absetzen um 23,6 g ab. Unter dem Einfluß von 8 Stunden Kunstlicht nahm die Lebendmasse um 27,3 g bei Abnahme der Wurfgröße um ein Jungtier zu. Hier resultierten 12,6 % der Veränderung der Absetzmasse aus der Wurfgröße (Tab. 21).

Tab. 21: Bestimmtheitsmaß (r^2) und Regressionsgleichung für den Zusammenhang zwischen der Wurfgröße beim Absetzen (x) und der Absetzmasse der Jungtiere (y)

Behandlung	n	r^2 in %	$y = a + bx$	p
NATURLICHT	768	13,5	$y = 861,8 - 29,9 x$	***
16 H LICHT	824	10,3	$y = 816,8 - 23,6 x$	***
8 H LICHT	809	12,6	$y = 829,9 - 27,3 x$	***

*** $p < 0,001$

6.2.3 Absetzmasse der Jungtiere in Abhängigkeit vom Geschlecht

Die Entwicklung der Lebendmasse bis zum Absetzen in Abhängigkeit vom Geschlecht wurde für die drei Lichtregime einzeln geprüft. Einzig der Unterschied in der Absetzmasse von 22 g zwischen männlichen und weiblichen Kaninchen aus dem 16 - Stunden - Kunstlichtprogramm konnte statistisch mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von kleiner als 1 % abgesichert werden. Im Naturlichtstall und im Kunstlichtstall mit 8 Stunden Licht hatten die weiblichen Tiere den Nachteil der signifikant geringeren Geburtsmasse gegenüber den männlichen Wurfgeschwistern nahezu kompensiert (Abb. 28).

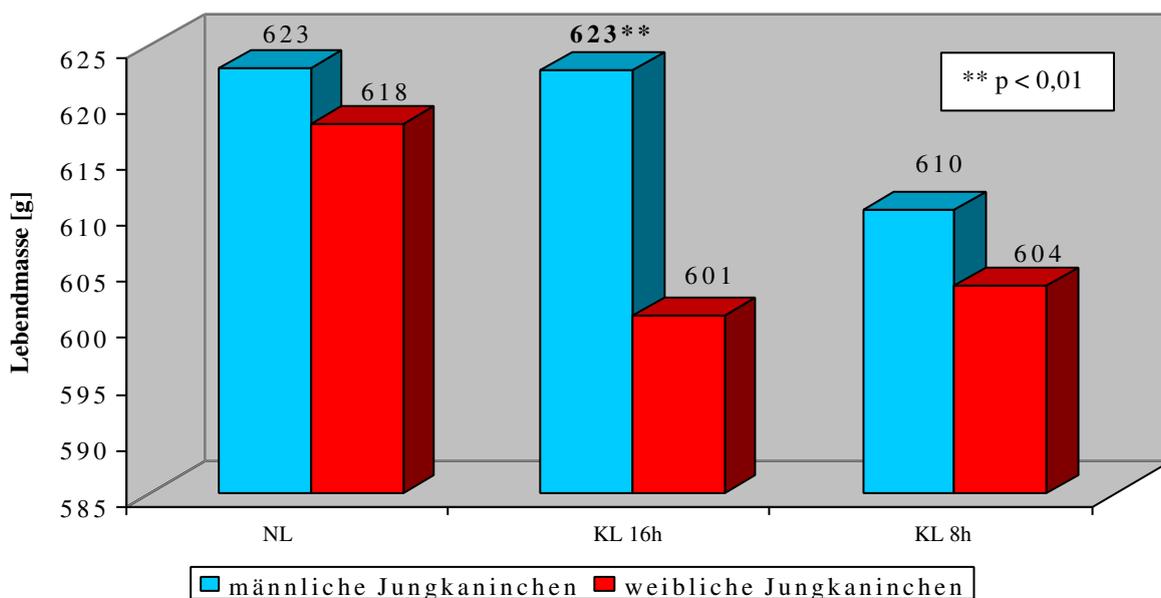


Abb. 28: Lebendmasse beim Absetzen bei männlichen und weiblichen Jungkaninchen (n = 2401)

6.2.4 Dynamik der Absetzmassen im Untersuchungszeitraum

Mit Ausnahme der ersten drei Haltungsdurchgänge ergaben sich keine systematischen oder gerichteten Unterschiede in der mittleren Absetzmasse der Jungtiere zwischen den Lichtregimen und den Durchgängen (Abb. 29).

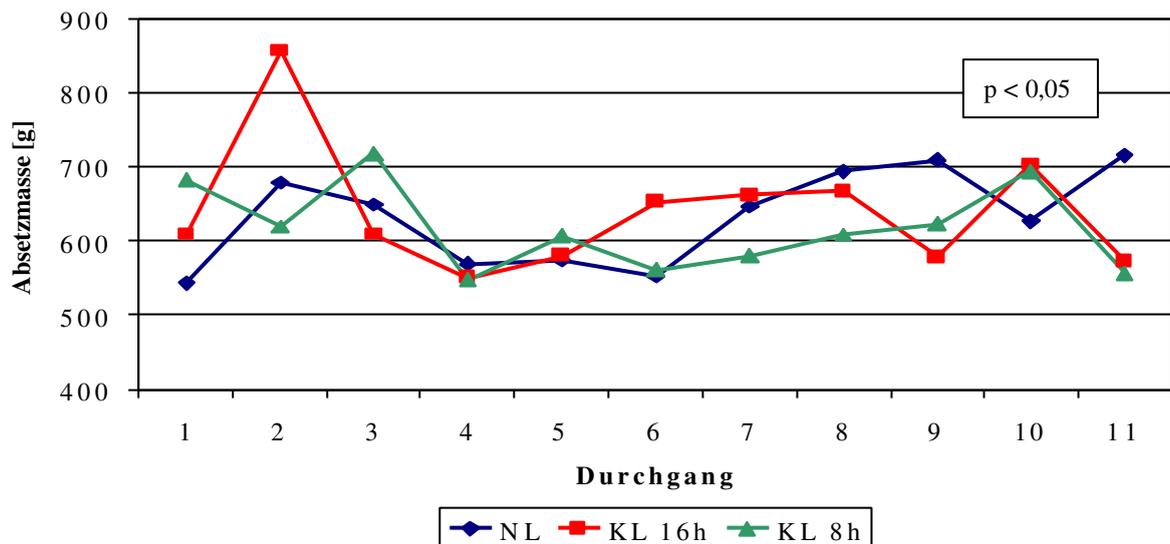


Abb. 29: Verlauf der Lebendmasse der Jungtiere beim Absetzen in den einzelnen Durchgängen

6.2.5 Multipler Regressionsansatz für die Lebendmasse beim Absetzen

Für die multiple Regressionsanalyse (schrittweise) für die Lebendmasse der Jungtiere beim Absetzen kam folgendes Schätzmodell zur Anwendung:

$$y = a + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3$$

y = Lebendmasse der Jungkaninchen beim Absetzen [g]

a = Regressionskonstante

b₁ = Regression der Wurfgröße beim Absetzen (x₁) auf y

b₂ = Regression der Geburtsmasse (x₂) auf y

b₃ = Regression des Geschlechtes (x₃) auf y

Tab. 22: Bestimmtheitsmaß (r^2), Regressionskonstante (a) und Regressionskoeffizienten (b_i) für das Schätzmodell Lebendmasse beim Absetzen

		NATURLICHT	p	16 H LICHT	p	8 H LICHT	p
Bestimmtheitsmaß	r^2 [%]	37,0		31,7		33,3	
Konstante	a	436,3	***	470,0	***	587,8	***
Wurfgröße (Absetzen)	b_1	- 20,42	***	- 21,75	***	- 28,27	***
Geburtsmasse	b_2	5,06	***	4,88	***	3,38	***
Geschlecht	b_3		n. s.		n. s.		n. s.

*** $p < 0,001$, n. s. = nicht signifikant

6.3 Jungtierverluste während der Säugeperiode

Von 2654 Jungtieren, die im Untersuchungszeitraum gekennzeichnet wurden, starben insgesamt 8,6 % der Jungtiere während der Säugeperiode. 25 Tiere konnten beim Absetzen nicht mehr identifiziert werden und fielen ebenfalls aus den Untersuchungen heraus.

Im Naturlichtstall starben 47 (5,8 %) Jungtiere. Unter dem Einfluß der Kunstlichtregime lag die Sterberate bei 10,0 % (181 Jungtiere). Diese Sterberate setzte sich aus 100 verendeten Jungtieren im 16stündigen Kunstlichttag (10,8 %) und 81 verendeten Jungtieren (9,1 %) unter dem Einfluß des 8stündigen Kunstlichttages zusammen. Die Verluste der Jungtiere unter dem Einfluß von 16 Stunden Kunstlicht waren, verglichen mit den Verlusten im Naturlichtregime, signifikant ($p < 0,05$) höher (Tab. 23).

Tab. 23: Jungtierverluste während der Säugeperiode in den drei Lichtregime - Abteilen

<i>Anzahl verendeter Jungtiere</i>			
Behandlung	gesamt	verendet	prozentualer Anteil
NATURLICHT	828	47	5,8 %*
KUNSTLICHT	1826	181	10,0 %
16 H LICHT	935	100	10,8 %
8 H LICHT	891	81	9,1 %

* $p < 0,05$ (NL zu KL 16h)

6.3.1 Einfluß der Geburtsumasse der Jungtiere und der Wurfgröße bei der Geburt auf die Verluste während der Säugeperiode

Die mittlere Geburtsumasse der verendeten Jungtiere war in allen drei Lichtprogrammen hochsignifikant niedriger als die Lebendmasse der Jungtiere, die am Ende der Säugeperiode abgesetzt werden konnten. Im Naturlichtstall wiesen die während der Säugeperiode verendeten Jungtiere - verglichen mit den Jungtieren, die am Ende der Säugeperiode abgesetzt wurden - im Mittel eine um 16,8 g niedrigere Lebendmasse bei der Geburt auf. Unter dem Einfluß des Kunstlichtes mit 16 Stunden Licht konnte für die verendeten Jungtiere eine mittlere Geburtsumasse von 54,6 g gegenüber der durchschnittlichen Geburtsumasse von 67,8 g der abgesetzten Jungtiere ermittelt werden. Im 8stündigen Kunstlichttag war die mittlere Geburtsumasse der verendeten Jungtiere um 15,6 g niedriger als die der abgesetzten Jungkaninchen (Tab. 24). Die Differenzen in den Stichprobenumfängen zu Tabelle 23 sind durch den Ohrmarkenverlust einzelner Jungtiere begründet (13 Jungtiere im Naturlicht, 11 Jungtiere im Kunstlicht mit 16 Stunden Licht und ein Jungtier im Kunstlicht mit 8 Stunden Licht pro Tag).

Tab. 24: Vergleich der Geburtsumassen von abgesetzten und während der Säugezeit verendeten Jungtieren

<i>Lebendmasse der Jungtiere bei der Geburt [g]</i>									
Behandlung	NATURLICHT			16 H LICHT			8 H LICHT		
	n	\bar{x}	s	n	\bar{x}	s	n	\bar{x}	s
Abgesetzte Jungtiere	768	69,0	13,1	824	67,8	11,3	809	65,3	12,3
Verendete Jungtiere	47	52,2***	15,0	100	54,6***	12,2	81	49,7***	12,2

*** $p < 0,001$

Im statistischen Mittel stammten die während der Säugezeit verstorbenen Jungtiere aus signifikant größeren Würfen als die abgesetzten Jungtiere. In allen drei Lichtprogrammen konnte eine Differenz von 0,9 Jungtieren pro Wurf ermittelt werden (Tab. 25).

Tab. 25: Vergleich der mittleren Wurfgrößen bei der Geburt (gesamt geboren), aus denen die am 28. Lebenstag abgesetzten und die während der Säugezeit verendeten Jungtiere entstammten

<i>Wurfgröße bei der Geburt [gesamt]</i>									
Behandlung	NATURLICHT			16 H LICHT			8 H LICHT		
	n	\bar{X}	s	n	\bar{X}	s	n	\bar{X}	s
Abgesetzte Jungtiere	768	9,8	2,9	824	10,6	2,6	809	9,8	2,4
Verendete Jungtiere	47	10,7*	2,9	100	11,5**	2,7	81	10,7**	2,2

* $p < 0,05$, ** $p < 0,01$

6.4 Lebendmasse der Jungtiere bei Mastende

529 Jungtiere wurden zur Mastperiode eingestallt. 484 Mastkaninchen konnten bis zur Schlachtung mit 84 ± 2 Lebenstagen verfolgt werden. Es ergab sich eine mittlere Lebendmasse am Ende der zwölften Lebenswoche von 2988 g bei der Zusammenfassung aller Jungtiere. Die Standardabweichung betrug 287,9. Die niedrigste Lebendmasse in der zwölften Woche betrug 2050 g, die maximal erreichte Lebendmasse zu diesem Zeitpunkt betrug in diesen Untersuchungen 3866 g (Abb. 30).

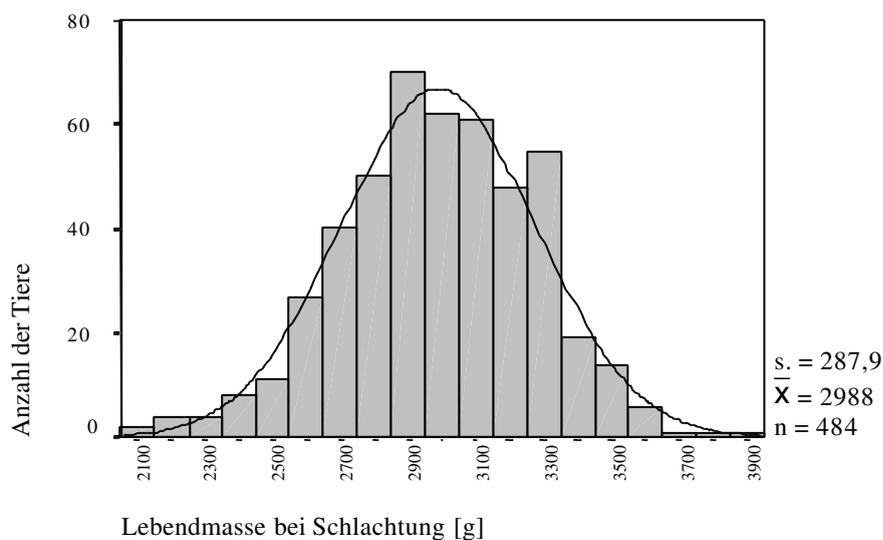


Abb. 30: Verteilung aller Jungtiere in die verschiedenen Lebendmasseklassen bei Mastende mit Normalverteilungskurve

6.4.1 Lebendmasse bei Mastende in Zuordnung zu den Lichtprogrammen

Zum Zeitpunkt der Schlachtung konnten zwischen den Lichtprogrammen keine signifikanten Unterschiede in den mittleren Lebendmassen der Jungtiere festgestellt werden. Die Lebendmasse der Jungtiere lag in den drei Lichtprogrammen zwischen 2955 g und 3014 g. Bei den täglichen Zunahmen der Jungkaninchen vom Zeitpunkt des Absetzens bis zur Schlachtung waren keine signifikanten Unterschiede nachweisbar. Die täglichen Zunahmen der Tiere in allen drei Lichtprogrammen lagen im Bereich von 41,4 g bis 42,2 g pro Tag (Tab. 26).

Tab. 26: Lebendmasse der Jungtiere bei Mastende und tägliche Zunahmen vom Absetzen bis zur Schlachtung in den Lichtregime - Gruppen

Behandlung	Lebendmasse bei Mastende [g]					tägliche Zunahmen [g]
	n	\bar{x}	s	Min	Max	[Absetzen - Schlachtung]
NATURLICHT	170	3014	298,3	2050	3624	42,1
KUNSTLICHT	314	2975	281,7	2076	3866	41,8
16 H LICHT	160	2955	287,1	2076	3678	41,4
8 H LICHT	154	2995	275,3	2167	3866	42,2

6.4.2 Lebendmasse bei der Schlachtung in Zuordnung zum Geschlecht

Zum Zeitpunkt der Schlachtung waren keine signifikanten Unterschiede in den Lebendmassen zwischen den männlichen und den weiblichen Kaninchen zu beobachten. Höhere Lebendmassen der männlichen Kaninchen gegenüber den weiblichen Tieren - wie bei der Geburt und beim Absetzen nachgewiesen - konnten nur noch im Kunstlichtstall mit 8 Stunden Licht pro Tag festgestellt werden. Hier erreichten die männlichen Tiere eine um 59 g höhere Lebendmasse als die weiblichen Masttiere. Die Differenz war statistisch aber nicht zu belegen.

Weibliche Kaninchen, die unter Naturlicht gehalten wurden, erzielten eine um 71 g höhere Mastendmasse als die männlichen Vergleichstiere. Zum Zeitpunkt der Schlachtung war bei

den männlichen und den weiblichen Kaninchen unter dem Einfluß des 16stündigen Kunstlichtes eine nahezu identische Lebendmasse zu beobachten (Abb. 31).

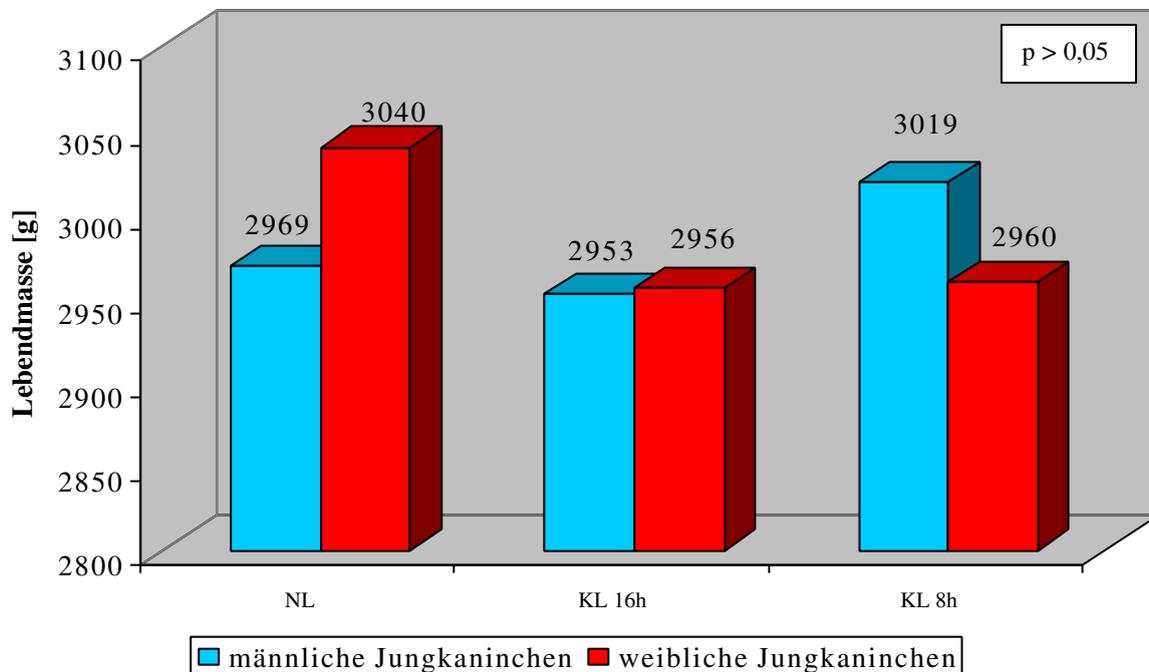


Abb. 31: Lebendmasse der männlichen und weiblichen Kaninchen bei Mastende (n = 484)

6.4.3 Dynamik der Mastendmasse im Untersuchungszeitraum

Die Kaninchen wurden im Alter von 84 ± 2 Tagen geschlachtet. In den einzelnen Durchgängen waren die Kaninchen gleichaltrig. Zwischen den Durchgängen traten im Schlachalter Unterschiede von bis zu vier Tagen auf, nicht jedoch innerhalb eines Durchganges. Die Mastendmassen der Kaninchen in den drei Lichtprogrammen waren innerhalb der einzelnen Durchgänge nahezu gleich. Ein auffälliger Einbruch der Lebendmasse konnte im dritten Untersuchungsdurchgang festgestellt werden. Hier erreichten die Tiere im Mittel nur Mastendmassen zwischen 2650 und 2750 g (82. Lebenstag) in den Lichtprogrammen (Abb. 32).

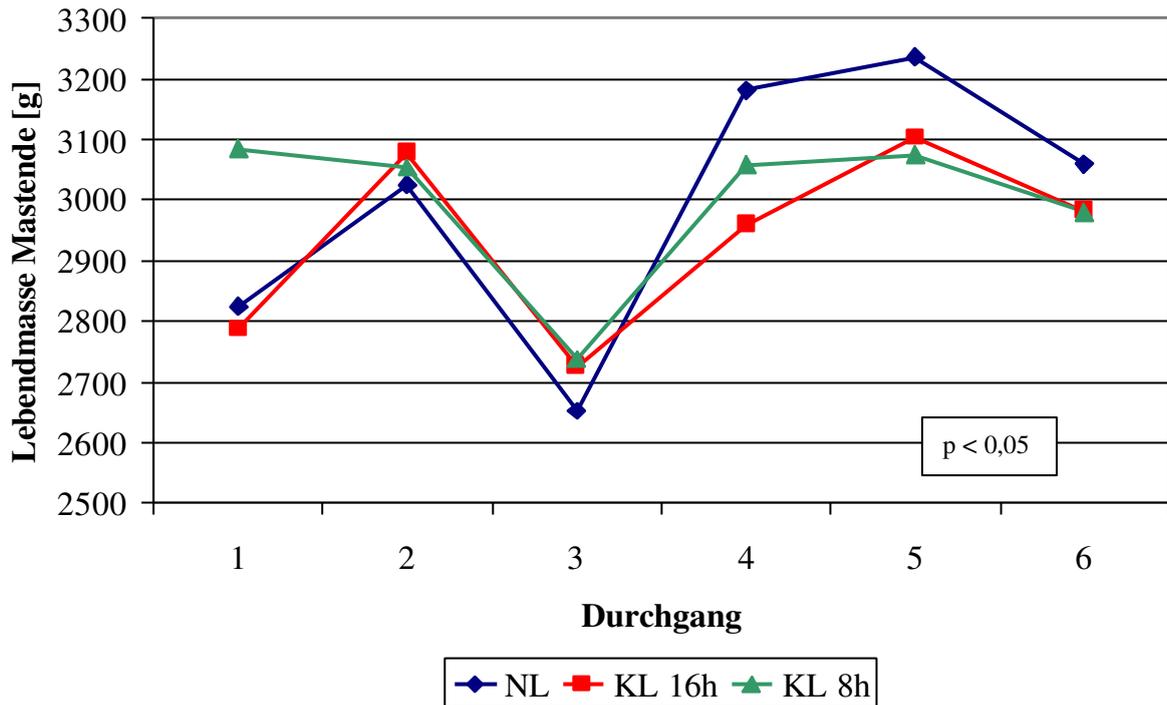


Abb. 32: Lebendmasse der Jungtiere bei der Schlachtung in Abhängigkeit vom Durchgang (6 Durchgänge, n = 484)

6.4.4 Multipler Regressionsansatz für die Lebendmasse bei Mastende

Zur Durchführung der multiplen Regressionsanalyse (schrittweise) für die Lebendmasse der Jungtiere bei der Schlachtung kam folgendes Schätzmodell zur Anwendung:

$$y = a + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3$$

y = Lebendmasse der Jungkaninchen bei der Schlachtung [g]

a = Regressionskonstante

b₁ = Regression der Geburtsmasse (x₁) auf y

b₂ = Regression der Absetzmasse (x₂) auf y

b₃ = Regression des Geschlechtes (x₃) auf y

Tab. 27: Bestimmtheitsmaß (r^2), Regressionskonstante (a) und Regressionskoeffizienten (b_i) für das Schätzmodell Lebendmasse bei der Schlachtung

		NATURLICHT	p	16 H LICHT	p	8 H LICHT	p
Bestimmtheitsmaß	r^2 (%)	41,4		15,6		18,5	
Konstante	a	1794,2	***	1809,6	***	2105,6	***
Geburtsmasse	b_1	3,55	*	8,92	***		n. s.
Absetzmasse	b_2	1,37	***	0,76	*	1,32	***
Geschlecht	b_3		n. s.		n. s.		n. s.

* $p < 0,05$, *** $p < 0,001$, n. s. = nicht signifikant

6.5 Verluste während der Mastperiode

In dem Untersuchungszeitraum von 14 Monaten konnten in sechs Durchgängen 529 Jungtiere zur Mast eingestallt werden. 8,5 % der Tiere verendeten während der Mastperiode.

Unter dem Einfluß von Naturlicht lagen die Verluste bei 5 % (9 Jungtiere). In den Kunstlichtregimen verendeten 36 Jungtiere (10,3 %). Diese Verluste setzten sich aus 15 verendeten Jungtieren im 16stündigen und 21 verendeten Tieren im 8stündigen Kunstlichttag zusammen (Tab. 28). Aufgrund des geringeren Stichprobenumfangs waren die Unterschiede zwischen den Lichtprogrammen nicht statistisch zu sichern.

Tab. 28: Vergleich der Verluste während der Mastperiode zwischen den Lichtprogrammen ($p > 0,05$)

<i>verendete Jungtiere</i>			
Behandlung	gesamt	verendet	[prozentualer Anteil]
NATURLICHT	179	9	5,0 %
KUNSTLICHT	350	36	10,3 %
16 H LICHT	175	15	8,6 %
8 H LICHT	175	21	12,0 %

6.5.1 Einfluß der Lebendmasse beim Absetzen auf die Verluste in der Mastphase

Die mittlere Lebendmasse beim Absetzen der während der Mastphase verendeten Jungtiere spielte keine signifikante Rolle für das Verlustgeschehen unter den Mastkaninchen (Tab. 29). Auch das Geschlecht hatte keinen signifikanten Einfluß auf die Verlustrate. 42 % der verendeten Tiere waren weiblichen Geschlechtes und 58 % männlich.

Tab. 29: Vergleich der Absetzmassen zwischen den geschlachteten und den verendeten Mastkaninchen

Behandlung	Absetzmasse verendeter Kaninchen [g]			Absetzmasse geschlachteter Kaninchen [g]		
	n	\bar{x}	s	n	\bar{x}	s
NATURLICHT	9	681	80,7	170	700	117,8
KUNSTLICHT	36	668	75,3	314	675	81,7
16 H LICHT	15	642	67,7	160	678	72,8
8 H LICHT	21	687	76,6	154	673	90,1

6.6 Status der Gonaden der männlichen und weiblichen Mastkaninchen zum Zeitpunkt der Schlachtung

6.6.1 Größe und Masse der männlichen Gonaden

Um den Status der Geschlechtsorgane der männlichen Mastkaninchen unter dem Einfluß der verschiedenen Lichtprogramme zu beurteilen, wurde die Hodenmasse nach der Entnahme erfaßt. Die Berechnung der Hodengröße (Hodenvolumen) erfolgte durch eine Größenmessung der Hoden (Länge und Breite) nach der in Kapitel 3.5.4 beschriebenen Methode. In Tabelle 30 sind Mittelwerte für Hodengröße und Hodenmasse der männlichen Mastkaninchen in den Lichtprogrammen dargestellt. In sechs Durchgängen wurden insgesamt 250 männliche Kaninchen geschlachtet. Die Tiere aus dem 16stündigen Kunstlichtregime wiesen mit im Mittel 1,85 cm³ die signifikant geringste Hodengröße auf. Das höchste Hodenvolumen mit 2,13 cm³ wurde von den Tieren im Kunstlichtregime mit 8 Stunden Licht pro Tag erreicht.

Die Tiere aus dem Naturlichtstall wiesen mit $2,06 \text{ cm}^3$ eine nicht signifikant geringere Hodengröße gegenüber den Kunstlichttieren mit 8 Stunden Licht pro Tag auf. Im Merkmal Hodenmasse war die gleiche Rangierung der Lichtregime wie beim Merkmal Hodengröße zu beobachten. Die Tiere des Kunstlichtregimes mit 8 Stunden Licht erreichten mit $1,85 \text{ g}$ die höchsten Werte. Nicht signifikant geringer war mit $1,82 \text{ g}$ die mittlere Hodenmasse der Tiere aus dem Naturlichtstall. Die Mastkaninchen aus dem 16stündigen Kunstlichtprogramm wiesen mit $1,59 \text{ g}$ die signifikant geringste Hodenmasse auf. Die Korrelation zwischen der errechneten Hodengröße und der ermittelten Hodenmasse war mit $r = 0,894$ hochsignifikant.

Tab. 30: Mittelwerte für die Merkmale Hodengröße und Hodenmasse der männlichen Mastkaninchen aus den drei Lichtprogrammen

Behandlung	n	Hodengröße [cm^3]				Hodenmasse [g]			
		\bar{x}	s	Min	Max	\bar{x}	s	Min	Max
<i>NATURLICHT</i>	90	2,06	0,67	0,71	3,72	1,82	0,5	0,86	2,92
<i>16 H LICHT</i>	79	1,85*	0,64	0,45	3,61	1,59**	0,45	0,43	2,49
<i>8 H LICHT</i>	81	2,13	0,55	0,67	3,32	1,85	0,4	0,75	2,91

* $p < 0,05$, ** $p < 0,01$

6.6.2 Zusammenhang zwischen der Hodenmasse und der Lebendmasse zum Zeitpunkt der Schlachtung

Der Zusammenhang zwischen der Hodenmasse und der Lebendmasse bei der Schlachtung wurde mit Hilfe von Korrelation und Regression berechnet und in Abbildung 33 in einem Streudiagramm dargestellt. Der Korrelationskoeffizient betrug $r = 0,479$. Somit ergab sich ein Bestimmtheitsmaß von 23 % und eine Regressionsgleichung mit einer Regressionskonstanten von $-0,663$ und einem Regressionskoeffizienten von $0,0008$. Mit zunehmender Lebendmasse zur Schlachtung stieg somit auch die Hodenmasse an.

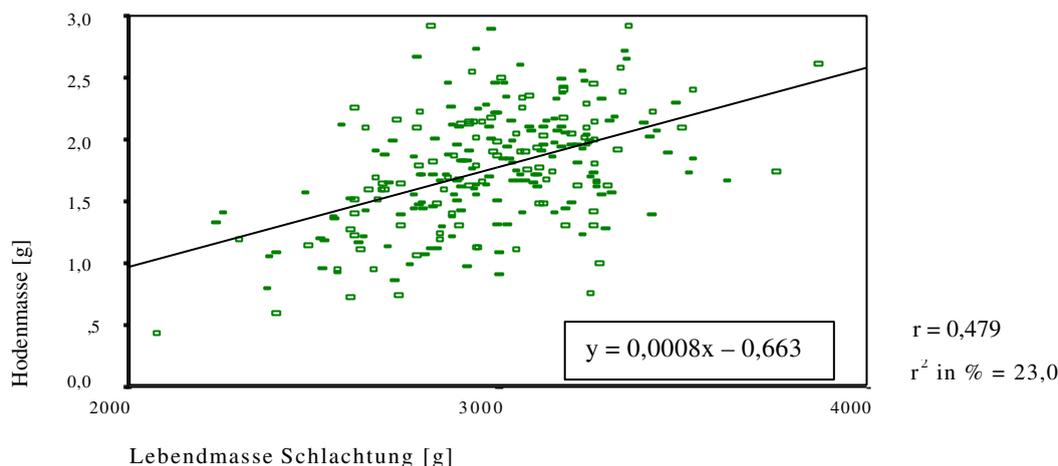


Abb. 33: Streudiagramm und Regressionsgleichung für den Zusammenhang von Hodenmasse (y) und Lebendmasse (x) zum Zeitpunkt der Schlachtung ($p < 0,05$)

6.6.3 Multipler Regressionsansatz für die Hodengröße bei der Schlachtung

Für die multiple Regressionsanalyse (schrittweise) für die Hodengröße der Mastkaninchen bei der Schlachtung kam folgendes Schätzmodell zur Anwendung:

$$y = a + b_1x_1 + b_2x_2$$

y = Hodengröße der Jungkaninchen bei der Schlachtung [g]

a = Regressionskonstante

b_1 = Regression der Lebendmasse bei der Schlachtung (x_1) auf y

b_2 = Regression des Durchganges (x_2) auf y

Tab. 31: Bestimmtheitsmaß (r^2), Regressionskonstante (a) und Regressionskoeffizienten (b_i) für das Schätzmodell Hodengröße der Mastkaninchen bei der Schlachtung

		NATURLICHT	p	16 H LICHT	p	8 H LICHT	p
Bestimmtheitsmaß	r^2 [%]	16,1		40,6		14,7	
Konstante	a	-1,132	n. s.	-2,098	**	-0,113	n. s.
Lebendmasse Schlachtung	b_1	0,0011	***	0,0014	***	0,0007	***
Durchgang	b_2		n. s.	0,08	*		n. s.

* $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$, n. s. = nicht signifikant

6.6.4 Multipler Regressionsansatz für die Hodenmasse bei der Schlachtung

Die Hodenmasse der Mastkaninchen bei der Schlachtung wurde einer multiplen Regressionsanalyse (schrittweise) mit folgendem Schätzmodell unterzogen:

$$y = a + b_1x_1 + b_2x_2$$

y = Hodenmasse der Jungkaninchen bei der Schlachtung [g]

a = Regressionskonstante

b₁ = Regression der Lebendmasse bei der Schlachtung (x₁) auf y

b₂ = Regression des Durchganges (x₂) auf y

Tab. 32: Bestimmtheitsmaß (r²), Regressionskonstante (a) und Regressionskoeffizienten (b_i) für das Schätzmodell Hodenmasse der Mastkaninchen bei der Schlachtung

		NATURLICHT	p	16 H LICHT	p	8 H LICHT	p
Bestimmtheitsmaß	r ² [%]	21,5		38,9		16,8	
Konstante	a	- 0,933	n. s.	-1,28	**	0,172	n. s.
Lebendmasse Schlachtung	b ₁	0,001	***	0,001	***	0,0005	**
Durchgang	b ₂		n. s.		n. s.	0,053	*

* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001, n. s. = nicht signifikant

6.6.5 Masse und Funktionskörper der weiblichen Gonaden

In der Zeit von Januar 1998 bis März 1999 wurden insgesamt 234 weibliche Mastkaninchen in 6 Durchgängen geschlachtet. Um den Entwicklungsstand der Geschlechtsorgane der weiblichen Mastkaninchen zu untersuchen, wurden Ovar- und Uterusmasse erfaßt und entwickelte Funktionskörper auf dem Ovar bestimmt. Die mittlere Masse der Ovarien lag bei den Mastkaninchen des Naturlichtstalles bei 88 mg. Die Ovarien der Tiere aus den Kunstlichtregimen mit 8 Stunden bzw. 16 Stunden Licht pro Tag hatten eine Masse von 81,9 mg bzw. 83,9 mg. Statistisch konnte hier keine Differenz zwischen den drei Gruppen gesichert werden. Die mittlere Uterusmasse der Tiere aus dem 8stündigen

Kunstlichtprogramm lag mit im Mittel 2,07 g signifikant niedriger als bei den Vergleichstieren der beiden anderen Lichtprogramme. Bei den Tieren im Naturlichtstall wurde eine mittlere Uterusmasse von 2,93 g gemessen, die Mastkaninchen aus dem 16 Stunden Kunstlichtprogramm wiesen eine Uterusmasse von 2,82 g auf (Tab. 33).

Tab.33: Mittelwerte für die Merkmale Ovarmasse und Uterusmasse der weiblichen Mastkaninchen aus den drei Lichtprogrammen

Behandlung	n	Ovarmasse [mg]				Uterusmasse [g]			
		\bar{x}	s	Min	Max	\bar{x}	s	Min	Max
<i>NATURLICHT</i>	80	88,0	39	36,8	279,8	2,93	1,9	0,7	10,6
<i>16 H LICHT</i>	81	83,9	29	29,8	175,8	2,82	1,6	0,7	8,5
<i>8 H LICHT</i>	73	81,9	30	32,1	160,9	2,07**	1,0	0,7	6,0

** p < 0,01

Die Ovarien wurden in zwei Klassen eingeteilt: Ovarien mit angebildeten Funktionskörpern und Ovarien ohne angebildete Funktionskörper. Auf den Ovarien konnten verschiedene Funktionsgebilde in unterschiedlichen Entwicklungsstadien beobachtet werden. Für das Kriterium „Anbildung von Funktionskörpern“ wurden nur diejenigen Follikel berücksichtigt, die eine Größe von mindestens 1 mm hatten und die Oberfläche überragten. Weiterhin wurden Corpora haemorrhagica registriert, blutrote bis fast schwarze Gebilde, die einen Durchmesser von ungefähr 1 mm hatten und kaum über die Oberfläche des Ovars ragten. Bei den Corpora lutea oder Corpora fibrosa handelte es sich um derbe Gebilde, die die Oberfläche deutlich überragten und dem Ovar ein höckeriges Aussehen verliehen. Für das Kriterium „keine Anbildung von Funktionskörpern“ waren weder Corpora haemorrhagica noch Corpora lutea sowie keine Follikel mit einer Größe von mehr als einem Millimeter auf den Ovarien zu finden.

Unter dem Einfluß des Naturlichtes hatten 56,3 % der Tiere auf mindestens einem Ovar Funktionskörper angebildet. Im Kunstlichtregime mit 16 Stunden Licht pro Tag waren bei 53,1 % der Tiere auf mindestens einem Ovar Funktionsgebilde zu finden, im 8stündigen Kunstlichtprogramm war dies nur bei 39,7 % der Tiere der Fall. Statistisch war aber kein Unterschied in der Anzahl der Tiere mit oder ohne Funktionsgebilde auf den Ovarien zu belegen (Abb. 34).

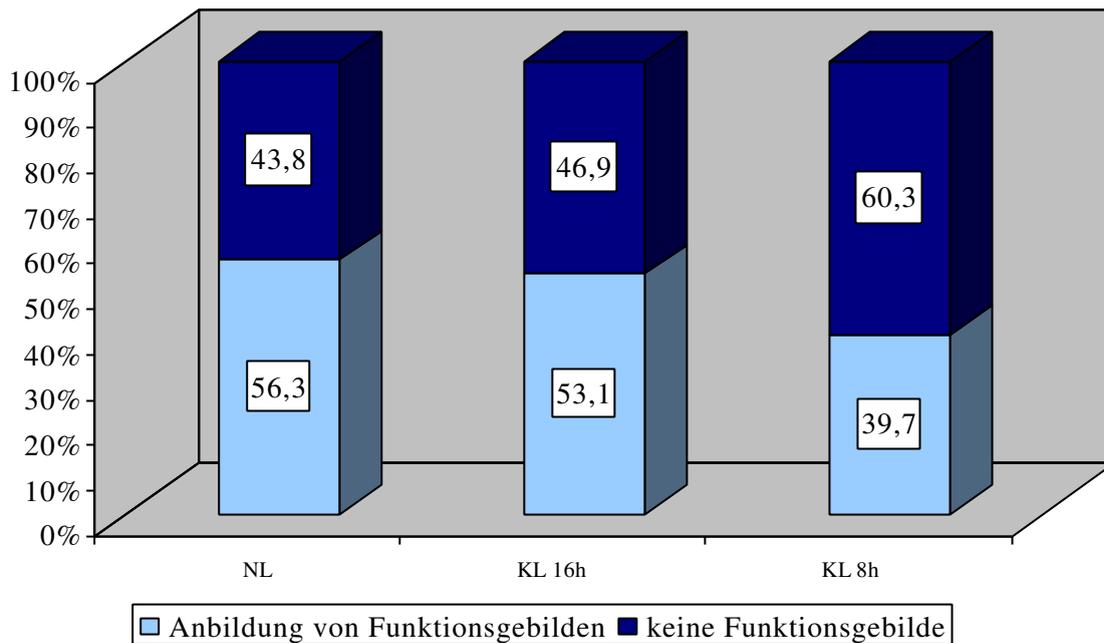


Abb. 34: Anteil der Ovarien der Mastkaninchen mit und ohne Anbildung von Funktionsgebilden aus den Lichtprogrammen (n = 234) ($p > 0,05$)

6.6.6 Zusammenhang zwischen Masse von Ovarien und Uterus und der Lebendmasse zum Zeitpunkt der Schlachtung

Der Zusammenhang zwischen der Ovarmasse und der Lebendmasse bei der Schlachtung bzw. der Uterusmasse und der Lebendmasse der Mastkaninchen wurde in den Abbildungen 35 und 36 in Scatterplots dargestellt. Der Korrelationskoeffizient betrug $r = 0,361$ für den Zusammenhang zwischen Ovarmasse und Lebendmasse zur Schlachtung und $r = 0,24$ für den Zusammenhang zwischen Uterusmasse und Lebendmasse zur Schlachtung. Somit ergab sich ein Bestimmtheitsmaß von 13 % für die Beziehung zwischen Ovarmasse und Lebendmasse und ein Bestimmtheitsmaß von 5,8 % für die Relation von Uterusmasse zu Lebendmasse der Mastkaninchen ($p < 0,05$). Die jeweiligen Regressionsgleichungen mit den Regressionskonstanten und den Regressionskoeffizienten wurden in den Abbildungen 35 und 36 abgebildet. Es zeigte sich, daß mit Anstieg der Lebendmasse bei der Schlachtung die Masse der Gonaden zunahm, wobei jedoch die Korrelationskoeffizienten im niedrigen bis mittleren Bereich lagen.

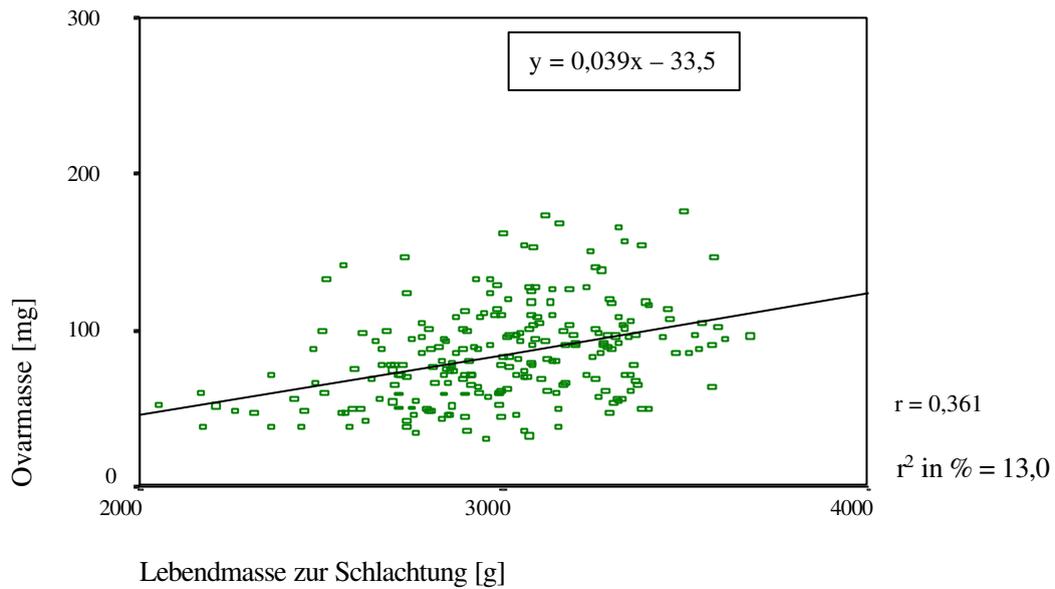


Abb. 35: Streudiagramm mit Regressionsgleichung für den Zusammenhang zwischen der Ovarmasse (y) und der Lebendmasse (x) der Mastkaninchen ($p < 0,05$)

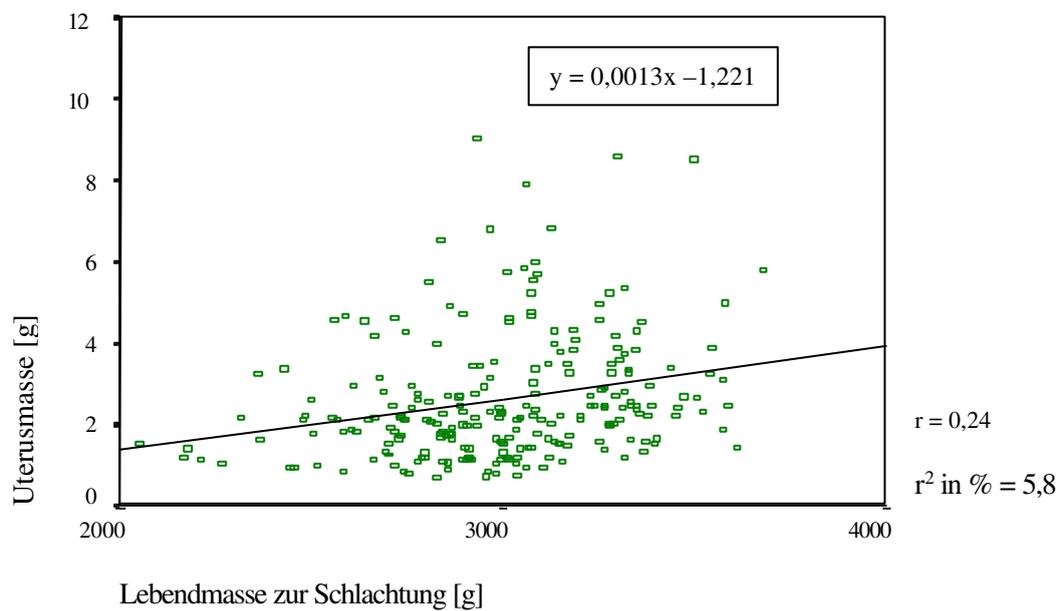


Abb. 36: Streudiagramm und Regressionsgleichung für den Zusammenhang zwischen Uterusmasse (y) und der Lebendmasse (x) bei der Schlachtung ($p < 0,05$)

6.6.7 Multipler Regressionsansatz für die Ovarmasse bei der Schlachtung

Für die multiple Regressionsanalyse (schrittweise) für die Ovarmasse der Mastkaninchen bei der Schlachtung kam folgendes Schätzmodell zur Anwendung:

$$y = a + b_1x_1 + b_2x_2$$

y = Ovarmasse der Jungkaninchen bei der Schlachtung [g]

a = Regressionskonstante

b₁ = Regression der Lebendmasse bei der Schlachtung (x₁) auf y

b₂ = Regression des Durchganges (x₂) auf y

Tab. 34: Bestimmtheitsmaß (r²), Regressionskonstante (a) und Regressionskoeffizienten (b_i) für das Schätzmodell Ovarmasse der Mastkaninchen bei der Schlachtung

		NATURLICHT	p	16 H LICHT	p	8 H LICHT	p
Bestimmtheitsmaß	r ² [%]	23,5		16,7		6,2	
Konstante	a	-76,14	*	-35,24	n. s.	-3,43	n. s.
Lebendmasse Schlachtung	b ₁	0,06	***	0,04	***	0,03	*
Durchgang	b ₂	-8,31	**		n. s.		n. s.

* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001, n. s. = nicht signifikant

6.6.8 Multipler Regressionsansatz für die Uterusmasse bei der Schlachtung

Für die multiple Regressionsanalyse (schrittweise) für die Uterusmasse der Mastkaninchen bei der Schlachtung kam folgendes Schätzmodell zur Anwendung:

$$y = a + b_1x_1 + b_2x_2$$

y = Uterusmasse der Jungkaninchen bei der Schlachtung [g]

a = Regressionskonstante

b₁ = Regression der Lebendmasse bei der Schlachtung (x₁) auf y

b₂ = Regression des Durchganges (x₂) auf y

Tab. 35: Bestimmtheitsmaß (r^2), Regressionskonstante (a) und Regressionskoeffizienten (b_i) für das Schätzmodell Uterusmasse der Mastkaninchen bei der Schlachtung

		NATURLICHT	p	16 H LICHT	p	8 H LICHT	p
Bestimmtheitsmaß	r^2 [%]	30,1		12,3		13,2	
Konstante	a	-1,3	n. s.	-3,07	n. s.	-1,96	n. s.
Lebendmasse Schlachtung	b_1	0,002	**	0,002	**	0,0014	**
Durchgang	b_2	-0,73	***		n. s.		n. s.

* $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$, n. s. = nicht signifikant

7 Ergebnisse der Untersuchungen zur Sprungfreudigkeit der Rammler beim Absamen und zu den spermatologischen Parametern

7.1 Einfluß des Lichtregimes

7.1.1 Verhalten der Rammler beim Absamen

Um den Einfluß der verschiedenen Lichtprogramme auf das Sprungverhalten der Rammler zu überprüfen, wurde bei jeder Absamung neben der Untersuchung der spermatologischen Parameter auch das Verhalten der Rammler bewertet. Unter dem Einfluß des Naturlichtes zeichneten sich die Rammler durch die größte Sprungfreudigkeit aus. Das spontane Absamen mit Phantom ohne Zusetzen einer Häsin war in 20 % der Fälle möglich, bei nur 2 % konnte kein Deckakt ausgelöst werden. Im Kunstlichtregime mit 8 Stunden Licht pro Tag konnte bei 15 % der Fälle ein Absamen ohne Anwesenheit einer Häsin erreicht werden, in 5 % der Fälle wurde der Deckakt verweigert. Das 16stündige Kunstlichtprogramm zeigte mit nur 8 % der spontanen Spermagewinnung ohne Präsenz einer Häsin den niedrigsten Wert verglichen mit den anderen Lichtprogrammen. In 2 % der Fälle konnte kein Spermium zur Untersuchung gewonnen werden (Abb. 37).

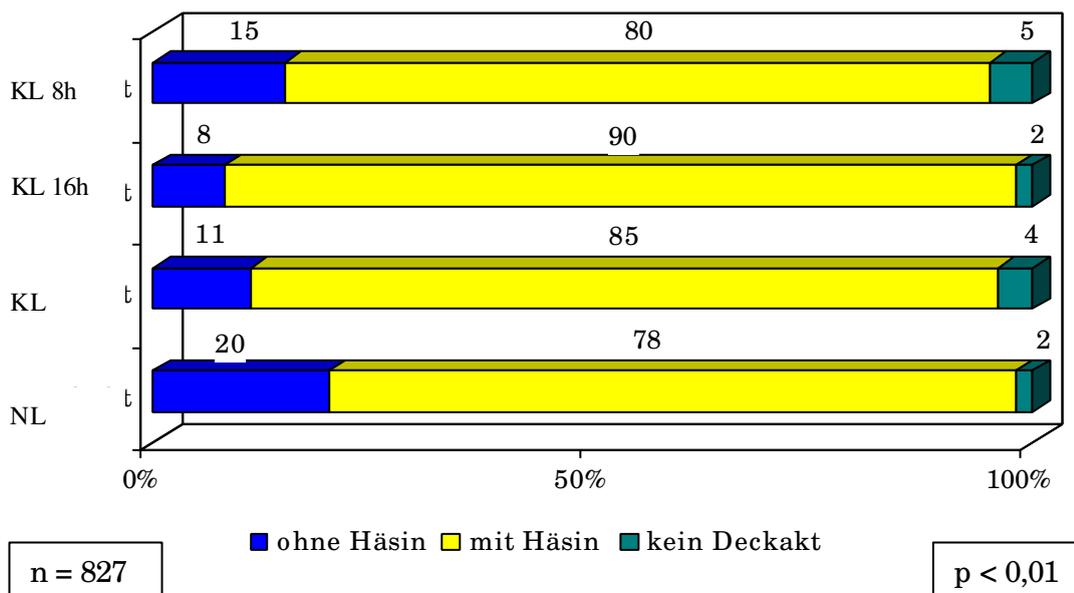


Abb. 37: Einfluß von Kunst- und Naturlicht auf das Verhalten der Rammler bei der Absamung

7.1.2 Spermatologische Parameter

In Tabelle 36 und 37 sind die Mittelwerte und die Standardabweichungen einiger spermatologischer Merkmale dargestellt. Im 8stündigen Kunstlichtprogramm zeigte der mittlere gemessene pH-Wert von 7,3 einen signifikant höheren Wert als bei den anderen beiden Lichtprogrammen. Für die Merkmale Konsistenz der Spermaprobe und Massenaktivität konnten hochsignifikante Unterschiede zwischen den Gruppen festgestellt werden ($p < 0,001$). Bei beiden Kriterien zeigten die Tiere des Kunstlichtprogramms mit 8 Stunden Licht pro Tag (1,62 in der Konsistenz und 3,43 bei der Massenaktivität) signifikant die besten Ergebnisse. Auch für das Merkmal Farbe konnte mit 1,65 ein signifikanter Vorteil der Kaninchen des Kunstlichtprogramms mit kurzem Lichttag gegenüber den Tieren der beiden anderen Lichtprogramme festgestellt werden. Der Anteil der morphologisch veränderten Spermien war dagegen unter dem Einfluß von 16 Stunden Kunstlicht mit 10,6 % am niedrigsten ($p < 0,05$). Unterschiede in der Vorwärtsbewegung der Spermien ließen sich nicht statistisch absichern.

Tab. 36: Einfluß von Kunst- und Naturlicht auf ausgewählte spermatologische Merkmale (n = 750)

BEHANDLUNG	pH-WERT		VORWÄRTSBEWEGUNG [%]		MORPHOLOGISCH VERÄNDERTE SPERMIEN [%]	
	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s
NATURLICHT (n = 260)	7,24	0,31	63	25,0	11,2	5,8
16 H LICHT (n = 261)	7,18	0,33	63	26,7	10,6*	4,8
8 H LICHT (n = 229)	7,30*	0,31	66	28,8	11,5	5,2

* $p < 0,05$

Tab. 37: Einfluß von Kunst- und Naturlicht auf ausgewählte spermatologische Merkmale (n = 750)

BEHANDLUNG	FARBE [1]		KONSISTENZ [2]		MASSENAKTIVITÄT [3]	
	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s
NATURLICHT (n = 260)	2,01	0,67	2,10	0,69	3,16	1,45
16 H LICHT (n = 261)	2,01	0,78	2,05	0,79	3,26	1,56
8 H LICHT (n = 229)	1,65*	0,74	1,62***	0,69	3,43***	1,57

* p < 0,05; *** p < 0,001

Skalierung:

[1] = 1 elfenbeinfarben, 2 undurchsichtig, 3 durchsichtig, 4 gelblich

[2] = 1 rahm-ähnlich, 2 milch-ähnlich, 3 molke-ähnlich, 4 wäßrig

[3] = 0 keine Massenaktivität (MA), 1 kaum MA, 2 geringgradige MA

3 mittelgradige MA, 4 gute bis sehr gute MA, 5 sehr gute MA

Abbildung 38 zeigt die Mittelwerte der Spermaqualitätsmerkmale Volumen, Anzahl der Spermien pro Milliliter und pro Ejakulat für die drei Lichtprogramme. Bei allen drei Kriterien erreichten die Tiere mit 8stündigem Kunstlicht statistisch gesichert bessere Werte als die Vergleichstiere der beiden anderen Lichtprogramme. Die Tiere des Kunstlichtregimes mit kurzer Tageslichtlänge erreichten mit 651×10^6 Spermien pro Milliliter eine um 116 Millionen Spermien pro Milliliter hochsignifikant höhere Dichte der Ejakulate als die Vergleichstiere aus dem Naturlichtstall. Die Gesamtzahl der Spermien im Ejakulat betrug im Kurzlichttag 600 Millionen Spermien, 195 Millionen Spermien mehr als bei den Tieren unter dem Einfluß des Naturlichtes. Das Merkmal Volumen erreichte im Kunstlichtprogramm mit 8 Stunden Licht einen um fast 0,2 ml höheren Wert als bei den Vergleichstieren der beiden anderen Lichtregime.

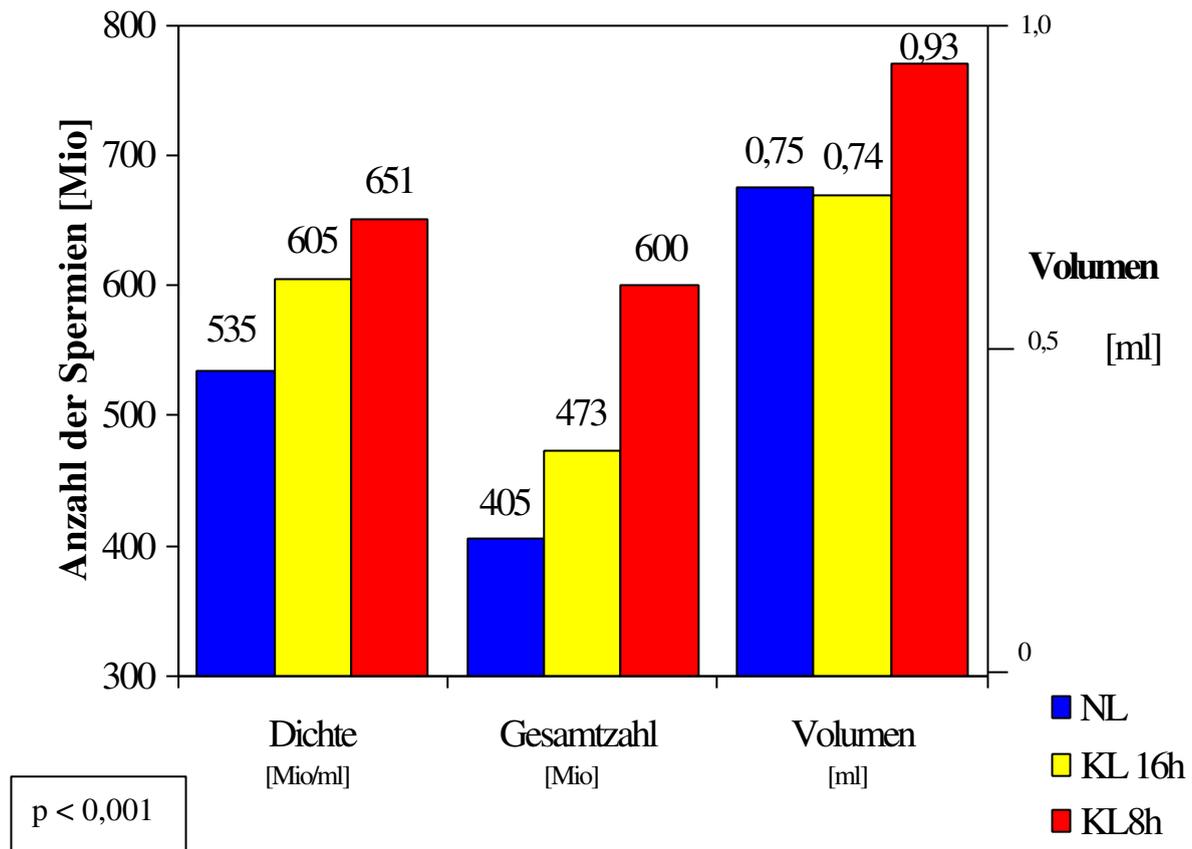


Abb. 38: Einfluß von Kunst- und Naturlicht auf Spermavolumen sowie Anzahl der Spermien pro Milliliter und pro Ejakulat (n = 750 untersuchte Spermaproben)

7.1.3 Lebendmasse der Rammler

Im Naturlichtstall und im 8stündigen Kunstlichtprogramm lag die mittlere Lebendmasse der Tiere während der Untersuchung bei 4,3 kg. Im Kunstlichtprogramm mit 16 Stunden Licht war eine geringfügig höhere mittlere Lebendmasse von 4,4 kg gegenüber den anderen Lichtprogrammen zu messen (Tab. 38).

Tab. 38: Mittlere Lebendmasse der Rammler unter den verschiedenen Lichtregimen in der Zusammenfassung aller Wägungen je Tier über den Untersuchungszeitraum ($p > 0,05$)

Behandlung	n	LEBENDMASSE [kg]	
		\bar{x}	s
NATURLICHT	14	4,3	0,38
16 STUNDEN LICHT	12	4,4	0,53
8 STUNDEN LICHT	13	4,3	0,39

7.1.4 Hodengröße der Rammler

Beim Vergleich der Hodengröße (Hodenvolumen) der Tiere aus dem Naturlichtstall und aus dem 16stündigen Kunstlichtprogramm hatten die Rammler im Kunstlichtprogramm mit 8,79 cm³ eine höhere Hodengröße als die Vergleichstiere im Naturlicht. Die Rammler des 8stündigen Kunstlichtprogramms und die Rammler des Naturlichtstalles besaßen mit 8,56 cm³ bzw. 8,60 cm³ eine näherungsweise gleiche Hodengröße. Der Vergleich der Hodengrößen der Rammler der beiden Kunstlichtregime fiel zugunsten der Rammler des Kunstlichtregimes mit 16 Stunden Licht pro Tag aus. Statistisch konnten keine Unterschiede in der Hodengröße zwischen den Gruppen belegt werden (Tab. 39).

Tab. 39: Mittlere Hodengröße der Rammler unter den verschiedenen Lichtregimen in der Zusammenfassung aller Messungen je Tier über den Untersuchungszeitraum ($p > 0,05$)

Behandlung	n	HODENGRÖßE [cm ³]	
		\bar{x}	s
NATURLICHT	14	8,60	0,99
16 STUNDEN LICHT	12	8,79	1,31
8 STUNDEN LICHT	13	8,56	1,32

7.1.5 Zusammenhang zwischen Lebendmasse und Hodengröße

Der Zusammenhang zwischen der Lebendmasse der Tiere und der Hodengröße wurde in einem Streudiagramm in Abbildung 39 dargestellt. Das Bestimmtheitsmaß lag bei 20,9 %. Bei einer Zunahme der Lebendmasse um 1 kg war mit einer Zunahme der Hodengröße um 1,47 cm³ zu rechnen.

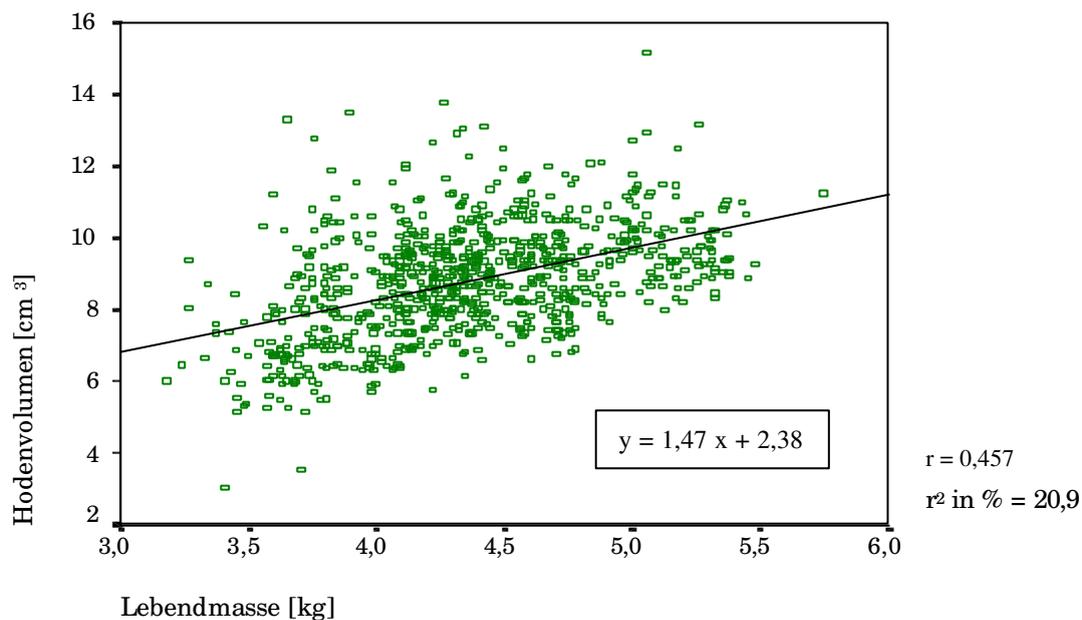


Abb. 39: Streudiagramm und Regressionsgleichung für den Zusammenhang zwischen der Lebendmasse (x) und der Hodengröße (y) der Rammern ($p < 0,001$)

7.1.6 Zusammenhang zwischen Hodengröße und spermatologischen Parametern

Bei der Validierung der Zusammenhänge mittels Korrelation und Regression zwischen der Hodengröße und den spermatologischen Parametern konnte lediglich ein positiver Zusammenhang der Hodengröße mit dem Ejakulationsvolumen mit einem Bestimmtheitsmaß von über 10 % festgestellt werden ($r = 0,344$, $r^2 = 11,8\%$, $p < 0,01$). Zusammenhänge zwischen anderen geprüften Parametern wiesen Bestimmtheitsmaße von kleiner 3 % auf und wurden daher vernachlässigt (Tab. 40).

Tab. 40: Korrelationskoeffizienten (r) und Bestimmtheitsmaße (r^2) für die Zusammenhänge zwischen der Hodengröße der Rammler und einigen spermatologischen Parametern (n = 750 untersuchte Spermaproben)

MERKMAL	KORRELATIONSKOEFFIZIENT		BESTIMMTHEITSMAB [r^2 in %]
	r	p	
pH-Wert	0,124	**	1,54
Konsistenz	-0,022		0,05
Farbe	0,024		0,06
Massenaktivität	0,079		0,62
Vorwärtsbewegung	0,096	*	0,92
morphol. veränderte Spermien	-0,024		0,06
Volumen	0,344	**	11,83
Dichte	-0,113	**	1,28
Gesamtzahl Spermien	0,146	**	2,13

* $p < 0,05$, ** $p < 0,01$

7.2 Veränderungen des Verhaltens der Rammler beim Absamen und der spermatologischen Parameter im Untersuchungszeitraum

7.2.1 Verhalten der Rammler beim Absamen

In Abbildung 40 wurde der prozentuale Anteil der Absamungen mit der spontanen Annahme des Phantoms ohne Zusetzen einer Häsin im Verlauf der Untersuchung von Januar 1998 bis Dezember 1998 dargestellt. Unter dem Einfluß des Naturlichtes war ein wachsender Anteil spontaner Sprünge von April (59 %) bis Mai auf bis zu 76 % zu beobachten. Im weiteren Verlauf des Jahres fiel der Anteil der spontanen Sprünge ohne Zusetzen einer Häsin wieder auf Werte um 10 % ab. Unter dem Einfluß der kurzen Tageslichtlänge im Kunstlicht war eine Zunahme der Sprungfreudigkeit der Rammler im April und August zu beobachten. Hier stieg der Anteil der spontanen Absamungen ohne Zusetzen einer Häsin im April auf über 50 % und im August auf 38 % an. Die Sprungfreudigkeit ohne Zusetzen einer Häsin zum Absamen sank

in den anderen Monaten wieder auf Werte um 10 %. Unter dem Einfluß des Kunstlichtregimes mit 16 Stunden Licht pro Tag konnte keine gesteigerte Sprungfreudigkeit der Tiere in Abhängigkeit von der Jahreszeit beobachtet werden.

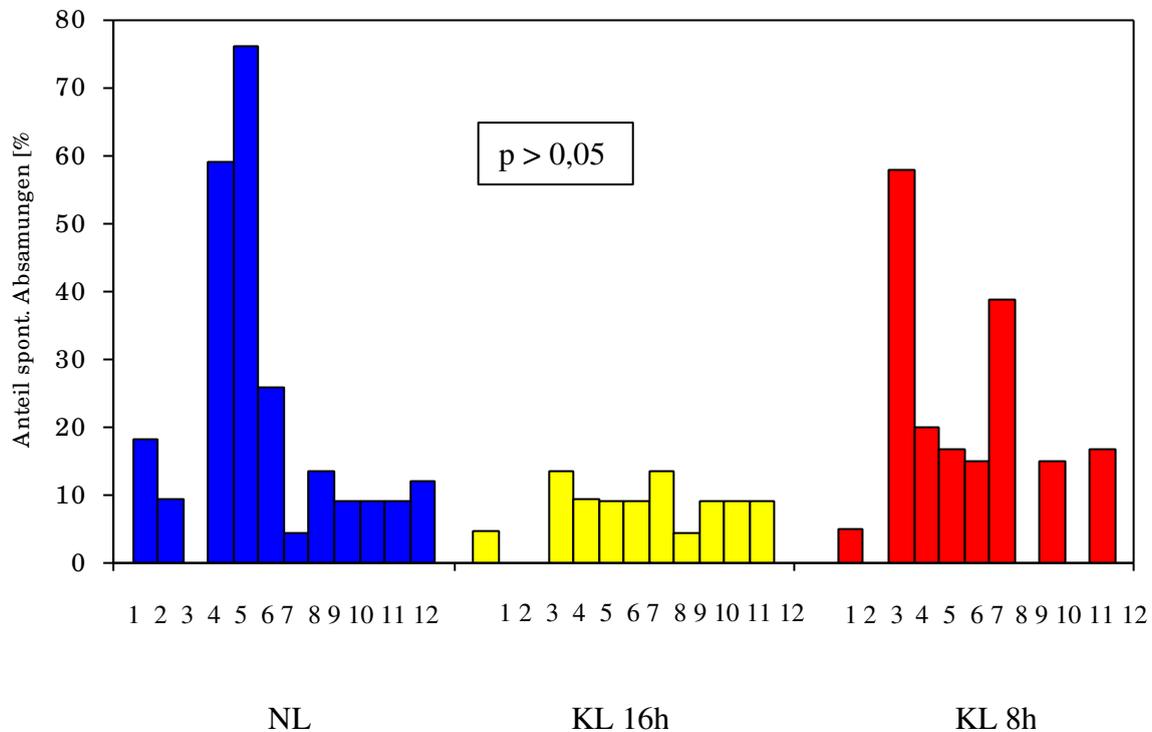


Abb. 40: Prozentualer Anteil der Sprünge ohne Zusetzen einer Häsin im Verlauf der Untersuchung (Januar bis Dezember) (n = 827 Absamungen)

7.2.2 Spermatologische Parameter

Der Anteil der morphologisch veränderten Spermien fiel von ungefähr 20 % in den drei Lichtregimen nahezu kontinuierlich mit zunehmender Dauer der Untersuchung auf mittlere Werte um 10 % ab. Unter dem Einfluß des 16stündigen Kunstlichtregimes wurde im vierten Monat der Untersuchung, bei den Tieren im Naturlichtstall im neunten Monat der Untersuchung eine Zunahme des Anteils morphologisch veränderter Spermien in den Ejakulaten beobachtet (Abb. 41).

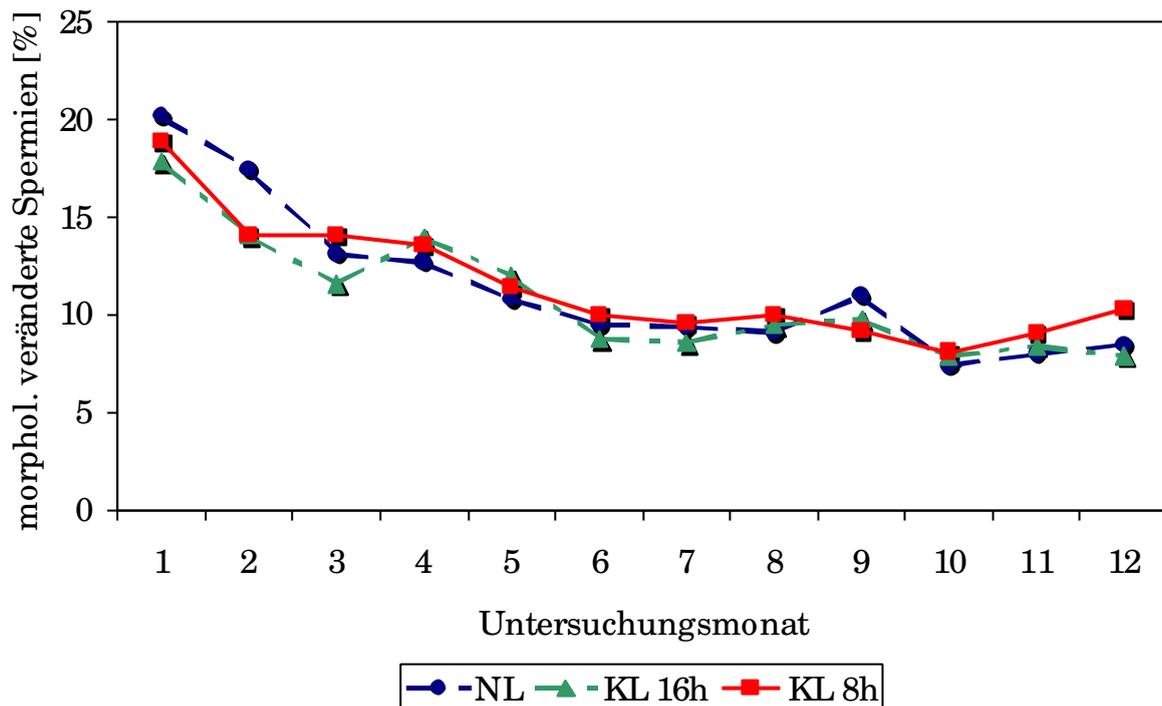


Abb. 41: Anteil der morphologisch veränderten Spermien im Verlauf der Untersuchung (n = 750 untersuchte Spermproben)

In Abbildung 42 wurde die Massenaktivität im Verlauf des Untersuchungszeitraumes dargestellt. Die Ejakulate zeigten zu Beginn der Untersuchung im Januar bei den drei Lichtprogrammen im Mittel eine geringgradige Massenaktivität, die sich mit fortschreitender Untersuchungsdauer verbesserte. Unter dem Einfluß des Naturlichtes wurden im Februar, August und September minimale Werte erreicht, im Juli, Oktober und Dezember dagegen maximale Werte für die Massenaktivität. Unter dem Einfluß des 8stündigen Kunstlichtregimes stieg die Massenaktivität von Versuchsbeginn nahezu kontinuierlich bis zum sechsten Monat der Untersuchung an. Im weiteren Verlauf fiel die Massenaktivität im Kunstlichtregime mit 8 Stunden Licht pro Tag geringfügig ab. Das 16stündige Kunstlichtregime zeichnete sich durch maximale Werte in den Untersuchungsmonaten Juni und Oktober aus. Die Vorwärtsbewegung der Spermien zeigte einen nahezu identischen Verlauf. Aus diesem Grunde wurde auf eine grafische Darstellung verzichtet.

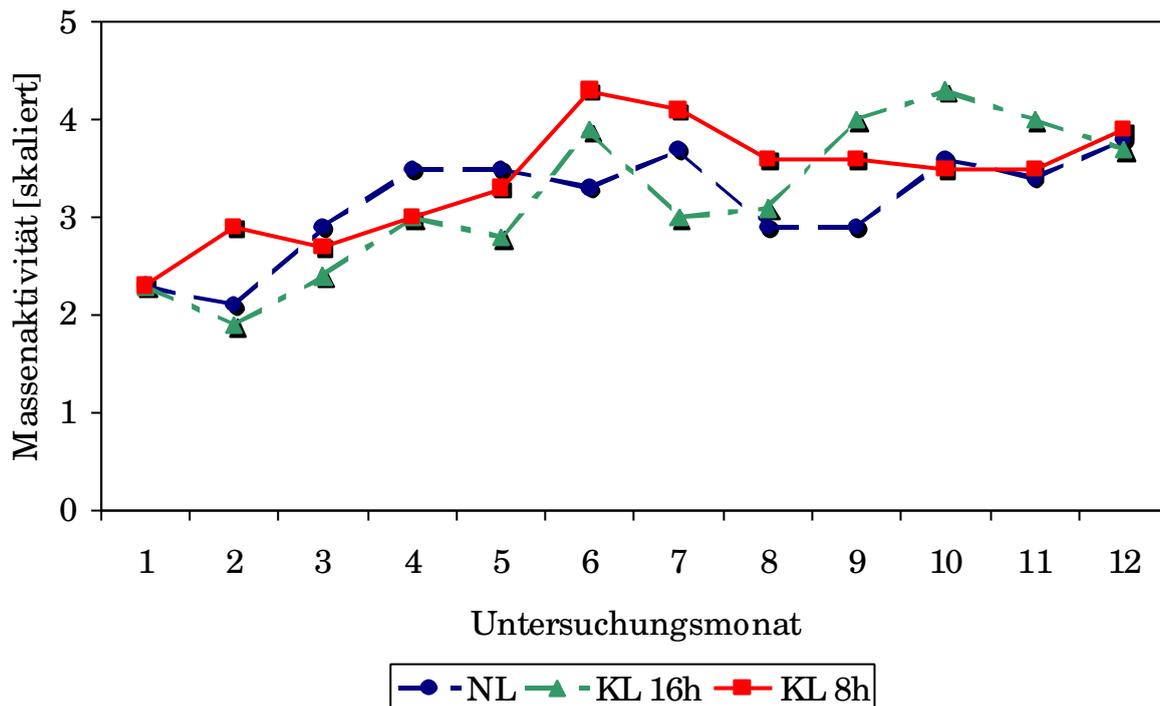


Abb. 42: Massenbewegung der Spermien in den Ejakulaten im Untersuchungszeitraum (n = 750 untersuchte Spermaproben)

Zu Beginn der Untersuchung lag das Ejakulationsvolumen bei den Tieren im Naturlichtstall im Januar bei 0,72 ml, fiel im Februar geringfügig ab, um dann im März auf im Mittel 0,91 ml anzusteigen. Im Mai und im Oktober wurden Mittelwerte von über 0,8 ml gemessen, in den Monaten dazwischen wurden im Naturlicht Werte zwischen 0,6 und 0,7 ml erreicht. Unter dem Einfluß des 8stündigen Kunstlichtregimes wurden die geringsten Werte für das Kriterium Volumen im Januar und Februar mit im Mittel 0,76 ml gemessen, das größte Spermavolumen wurde im April und im Juni mit mittleren Werten über einem Milliliter erreicht. In den anderen Monaten schwankte das Ejakulationsvolumen im Kunstlichtregime mit 8 Stunden Licht pro Tag zwischen 0,8 und 0,9 ml. Unter dem Einfluß des Kunstlichtprogramms mit 16 Stunden Licht pro Tag wurden zu Beginn der Untersuchung im Mittel 0,46 ml erreicht. Danach stiegen dann die Werte im Februar auf ein mittleres Volumen von 0,74 ml. Im weiteren Verlauf lagen die mittleren Werte der Untersuchungsmonate zwischen 0,6 und 0,7 ml mit Maxima im Juni, September und Dezember (Abb. 43).

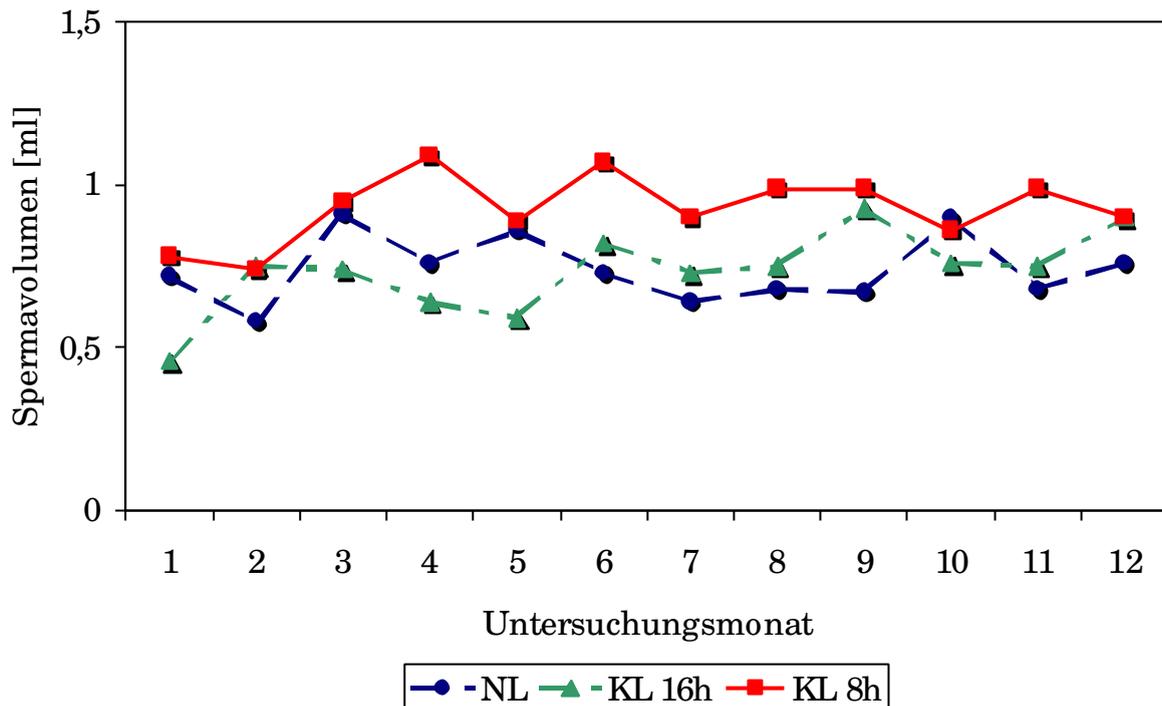


Abb. 43: Veränderungen des Volumens der Ejakulate im Untersuchungszeitraum
(n = 750 untersuchte Spermaproben)

Unter dem Einfluß des Lichtprogramms mit 8 Stunden Kunstlicht wurde ein Anstieg der Dichte von 336 Millionen Spermien pro Milliliter zu Beginn der Untersuchung im Januar bis zum siebten Untersuchungsmonat auf 773 Millionen Spermien pro Milliliter mit einem Minimum im Monat April beobachtet. Im August bis einschließlich November lag die mittlere Dichte im Bereich von 600 Millionen Spermien. Im letzten Untersuchungsmonat stieg die Dichte der Spermaproben im Kunstlichtprogramm mit 8 Stunden Licht pro Tag auf 814 Millionen Spermien pro Milliliter an. Im Naturlichtstall erreichten Spermaproben zu Beginn der Untersuchung im Januar eine Dichte von 401 Millionen Spermien pro Milliliter. In den folgenden zwei Monaten stieg die Dichte an und lag bis einschließlich Juli bei Werten kurz unterhalb eines Wertes von 600 Spermien pro Milliliter. Die Monate August, September und November waren durch eine geringere Spermiedichte gekennzeichnet. Im Oktober und Dezember wurden Werte im Bereich von 600 Millionen Spermien pro Milliliter erreicht. Unter dem Einfluß von 16 Stunden Kunstlicht pro Tag wurde ein Anstieg der Spermiedichte in den ersten drei Untersuchungsmonaten beobachtet. Von April bis Juli lag die Dichte etwas

niedriger als in den ersten drei Monaten, mit einem Maximum im Juni. Die letzten fünf Monate der Untersuchung zeichneten sich im Kunstlichtregime mit 16 Stunden Licht pro Tag mit Werten zwischen 600 und 700 Millionen Spermien pro Milliliter aus (Abb. 44).

Die Gesamtzahl der Spermien in den Ejakulaten wurde aus dem Spermavolumen und der Dichte errechnet. Die Gesamtzahl der Spermien pro Ejakulat zeigte in den drei Lichtprogrammen einen ähnlichen Verlauf, wie er bei der Dichte bereits beschrieben wurde. Auf die grafische Darstellung wurde aus diesem Grund verzichtet.

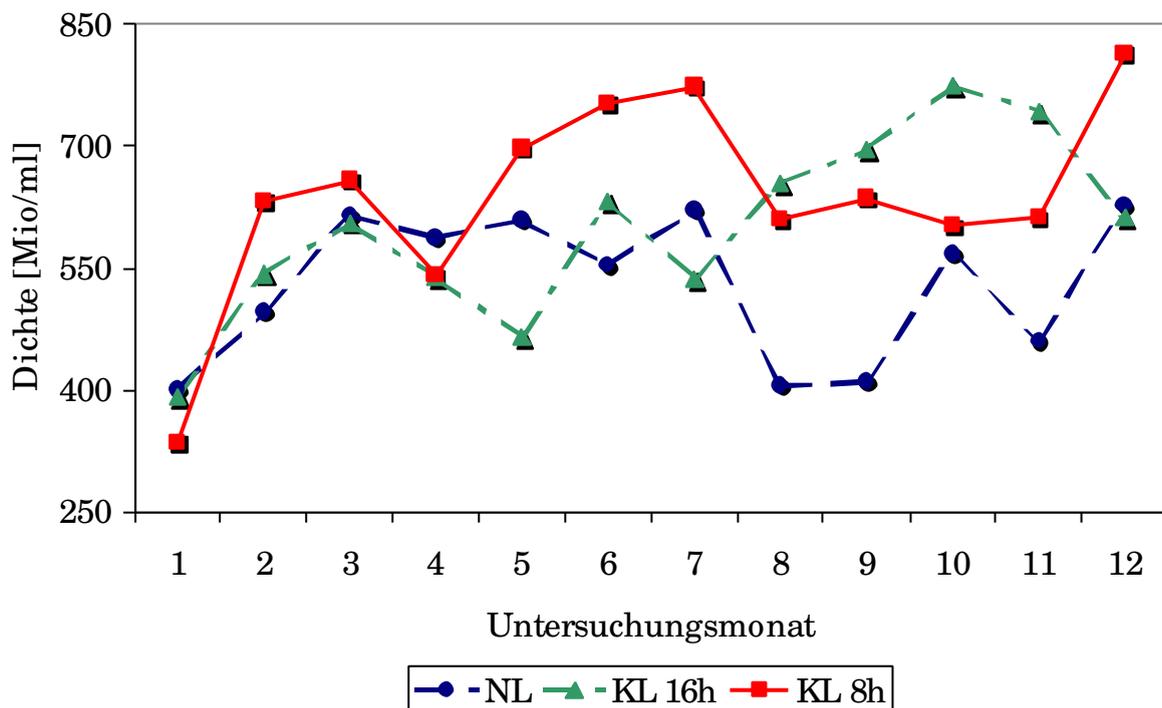


Abb. 44: Anzahl der Spermien pro Milliliter im Verlauf des Untersuchungszeitraumes für die drei Lichtprogramme (n = 750 Absamungen)

7.2.3 Lebendmasse der Rammler

Die Lebendmasse aller Tiere in den drei Lichtprogrammen lag zu Beginn der Untersuchung bei 4,0 bis 4,1 kg. Im Laufe der Untersuchung war ein geringfügiger Anstieg der Lebendmasse auf 4,4 kg (Kunstlichtregime mit 8 Stunden Licht) bis 4,7 kg (Kunstlichtregime mit 16 Stunden Licht pro Tag) zu beobachten. Die Tiere aus dem Naturlichtstall besaßen am Ende der Untersuchung eine mittlere Lebendmasse von 4,5 kg (Abb. 45).

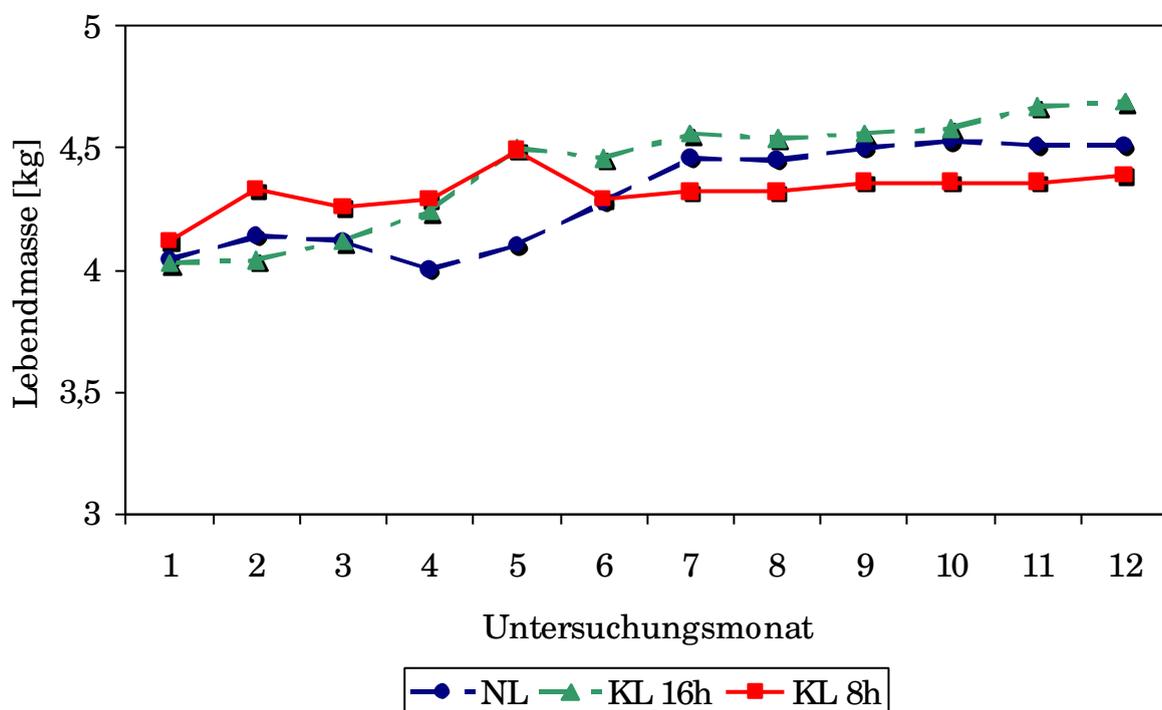


Abb. 45: Lebendmasse der Tiere unter den verschiedenen Lichtregimen im Untersuchungszeitraum (n = 827 Wägungen) ($p > 0,05$)

7.2.4 Hodengröße der Rammler

Unter dem Einfluß der beiden Kunstlichtregime war kein statistisch gesicherter Unterschied der Hodengröße der Rammler im Untersuchungszeitraum zu beobachten. Die Tiere im Naturlichtstall zeigten eine signifikante Änderung der Hodengröße. Im Zeitraum von Januar bis April wiesen die Tiere eine Zunahme der Hodengröße auf, in den Monaten Mai und Juni sanken die Volumina der Hoden auf minimale Werte ($7,64 \text{ cm}^3$). In der zweiten Hälfte des Untersuchungszeitraums von Juli bis Dezember stiegen die Werte auf bis zu $9,39 \text{ cm}^3$ an (Abb. 46).

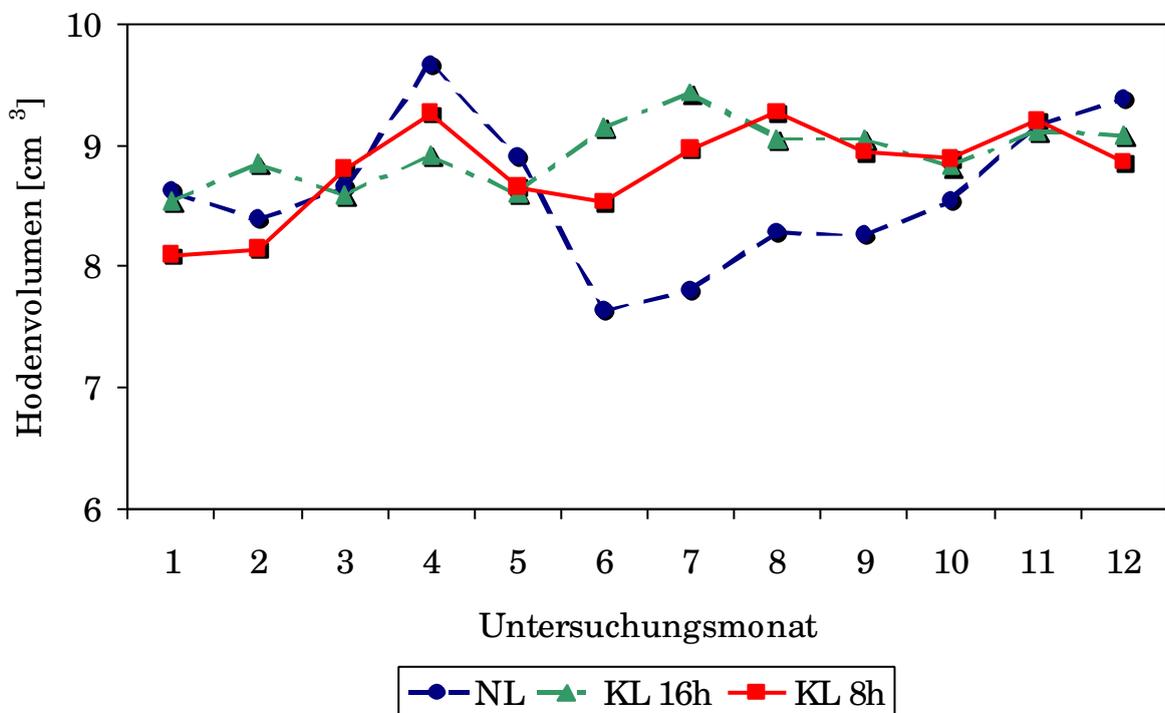


Abb. 46: Hodengröße der Tiere unter den verschiedenen Lichtregimen im Untersuchungszeitraum (n = 827 Messungen) (NL: $p < 0,05$; KL 16h und KL 8h $p > 0,05$)

8 Diskussion

8.1 Reproduktionsparameter der Häsinnen

In der vorliegenden Arbeit wurde der Einfluß des Lichtes auf die Reproduktionsparameter weiblicher Kaninchen untersucht. Unter dem Einfluß von natürlichem Lichteinfall wurde eine Konzeptionsrate von 65,7 % erzielt. Bei einer Lichttaglänge von 8 Stunden Kunstlicht wurde eine Trächtigkeitsrate von 69,3 % erreicht, die um 3,6 % über dem Wert im Naturlicht lag und um 3,4 % über dem im 16stündigen Kunstlichtprogramm erreichten Ergebnis. In beiden Kunstlichtprogrammen mit konstanten Lichttaglängen über den gesamten Untersuchungszeitraum wurde mit durchschnittlich 67,6 % eine höhere Konzeptionsrate im Vergleich zum Naturlicht mit variierender Tageslichtlänge im Jahresverlauf beobachtet. Die Unterschiede in der Konzeptionsrate bei den verschiedenen Lichtprogrammen konnten nicht statistisch belegt werden. Es war jedoch der Trend zu beobachten, daß sich eine über das Jahr hinweg konstante Photoperiode positiv auf die Konzeptionsrate auswirkte. Mit diesen Daten wurden die Versuchsergebnisse von HARRIS et al. (1982) und RAFAY (1992) bestätigt. RAFAY (1992) verglich die Reproduktionsleistungen weiblicher Kaninchen der Rasse Weiße Neuseeländer unter dem Einfluß von jahreszeitlich bedingten Schwankungen der natürlichen Tageslichtlänge sowie unter dem Einfluß von Kunstlicht. Er erzielte - bezogen auf Wurfgröße und Konzeptionsrate - über die ersten drei Würfe hinweg im Kunstlichtregime höhere Ergebnisse, die sich statistisch jedoch nicht sichern ließen. RAFAY (1992) schloß aus seinen Untersuchungsergebnissen, daß die konstante Länge des Tageslichtes die Reproduktionsleistungen der Häsinnen steigerte, konnte dies aber statistisch nicht belegen.

Die in der vorliegenden Untersuchung erzielten Konzeptionsraten liegen im unteren Normalbereich. In der Literatur werden Trächtigkeitsraten von 65 % bis 85 % genannt (ZIMMERMANN, 1988; SCHLOLAUT, 1989; LÖHLE, 1991). LENZ (1978) erzielte mit der künstlichen Besamung sogar Konzeptionsraten im Bereich von 80 % bis 100 %.

Versuchsanstellungen unter Anwendung verschiedener Photoperioden zur Steigerung der Reproduktionsleistungen der Häsinnen wurden von verschiedenen Autoren durchgeführt (WALTER et al., 1968; HARRIS et al., 1982; MADY et al., 1989; THEAU-CLÉMENT et al., 1990; UZCATEGUI und JOHNSTON, 1992; BEREPUBO et al., 1993; ARVEUX und TROISLOUCHES, 1994; MIRABITO et al., 1994; MAERTENS und LUZI, 1995;

HUDSON, 1995; DEPRES et al., 1996). Die Ergebnisse der genannten Untersuchungen wurden ausführlich in der Literaturübersicht beschrieben. Bei den zum Teil voneinander abweichenden Ergebnissen bezüglich der Wirkung des Lichtes auf die Reproduktionsleistungen der Häsinnen ist zu beachten, daß in den genannten Untersuchungen verschiedene Reproduktionsmanagements zum Einsatz kamen, so daß die Untersuchungsergebnisse nicht unbedingt miteinander vergleichbar sind. Für die Wiederbelegung der Häsinnen wurde die künstliche Besamung, zum Teil aber auch der natürliche Deckakt genutzt. Auch unterschiedliche Besamungsintervalle kamen zur Anwendung, wie z. B. Wiederbelegung im 33 - Tage - Rhythmus, 35 - Tage - Rhythmus, Wiederbelegung 10 - 12 Tage post partum sowie Wiederbelegung erst nach Absetzen der Jungtiere.

In den folgenden Abschnitten wird auf die Bedeutung des Besamungsintervalls für die Reproduktionsleistungen der Häsinnen eingegangen. In der eigenen Untersuchung wurde für die künstliche Besamung der 33 - Tage - Rhythmus gewählt. Bei der Besamung erfolgte eine Injektion eines synthetischen GnRH-Analogons zur Auslösung der Ovulation. Die Vermutung liegt nahe, daß der deutliche Eingriff in den Hormonhaushalt der Häsin durch die Applikation von Receptal® bei der Besamung eine mögliche Wirkung des Lichtes auf die Konzeptionsrate überdeckt hat.

Nach SITTMANN et al. (1964) wurde unter nordamerikanischen Verhältnissen ein saisonaler Einfluß bei der natürlichen Bedeckung nach dem Absetzen der Jungtiere beobachtet. Die höchste Konzeptionsrate trat in den Monaten Januar bis Mai auf. Die niedrigsten Werte waren in den Monaten September und Oktober zu verzeichnen. Nahezu parallel hierzu gestalteten sich die Ergebnisse zur Wurfgröße mit den niedrigsten Werten im August und September. BAHR et al. (1982) erklärten dies mit der jahreszeitlich bedingten Veränderungen der Gonadotropinausschüttung. Es konnten signifikant höhere Konzentrationen von LH während des Winters und des Frühlings gegenüber den Werten im Sommer und Herbst beobachtet werden. FSH zeigte keine Veränderungen in Abhängigkeit von der Jahreszeit. Der abfallende Spiegel von LH verursachte eine verringerte Reifung der Follikel, was zu einer verminderten Fertilität im Sommer und im Herbst führte. PAUFLER et al. (1979) und SCHLOLAUT et al. (1981) konnten einen saisonalen Einfluß bei der Anwendung der künstlichen Besamung mit Ovulationsauslösung postpartal im 33 - Tage - Rhythmus ausschließen. Die Untersuchungen von SZENDRÓ und BIRÓ-NÉMETH (1990) sowie SZENDRÓ et al. (1992) über die Einflußfaktoren bei der Anwendung der künstlichen Besamung zeigten jedoch einen

saisonalen Einfluß auf die Reproduktionsleistungen. In den Frühlingsmonaten wurde eine höhere Konzeptionsrate und Wurfgröße beobachtet. Die niedrigsten Werte für die Konzeptionsrate und die Wurfgröße traten im Spätsommer und Herbst auf. Sie folgerten aus ihren Untersuchungen, daß der saisonale Effekt nicht nur bei der natürlichen Bedeckung, sondern auch bei der künstlichen Besamung festzustellen war. Für die Versuche von SZENDRÓ und BIRÓ-NÉMETH (1990) sowie SZENDRÓ et al. (1992) wurde der semi-intensive Besamungszyklus gewählt, während PAUFLER et al. (1979) und SCHLOLAUT et al. (1981) die Besamungen im Rhythmus von 33 Tagen auswählten.

Im vorliegenden Datenmaterial wurden bei der natürlichen Variation der Tageslichtlänge im Verlauf eines Jahres Konzeptionsraten von 67,4 % im Winter, 64,6 % im Frühling, 65,2 % im Sommer sowie 65,6 % im Herbst beobachtet. Diese Unterschiede konnten statistisch nicht gesichert werden. In der Zusammenfassung der Werte für die Besamungen im Frühling und im Sommer (64,9 %), d. h. Jahreszeiten mit Tageslichtlängen von 12 bis 16 Stunden pro Tag, und der Werte für die Besamungsergebnisse im Herbst und Winter (66,7 %), d. h. Jahreszeiten mit Tageslichtlängen von 8 bis 12 Stunden pro Tag, konnten statistisch keine Unterschiede ermittelt werden. Es zeigte sich jedoch eine ähnliche Tendenz, wie sie bei den Konzeptionsraten in den verschiedenen Kunstlichtprogrammen beobachtet werden konnte: Unter dem Einfluß von kurzen Tageslichtlängen ließen sich tendenziell höhere Konzeptionsraten erreichen als unter dem Einfluß von langen Tageslichtlängen.

In der vorliegenden Untersuchung sollte die Bewertung der Ergebnisse zum jahreszeitlichen Einfluß auf die Konzeptionsrate bei künstlicher Besamung kritisch erfolgen. Möglicherweise wurden die Ergebnisse durch den im nachfolgenden Abschnitt diskutierten Einfluß der Besamungsfolge überlagert. Auch die Ergebnisse von SCHLOLAUT et al. (1981) und PAUFLER et al. (1979) könnten möglicherweise durch diese Überlagerung beeinflusst worden sein und somit zu abweichenden Ergebnissen im Vergleich zu SZENDRÓ und BIRÓ-NÉMETH (1990) sowie SZENDRÓ et al. (1992) geführt haben. Außerdem ist hierbei der unterschiedliche Besamungsrhythmus zu beachten.

Bei der Analyse der Besamungsfolge der Häsinnen in ihrem Einfluß auf die Konzeptionsrate fiel auf, daß in allen drei Untersuchungsgruppen fast ausschließlich nach guten Besamungsergebnissen (Konzeptionsrate, Wurfgröße) weniger gute Ergebnisse folgten. Im Jungtierindex_{XGeburt}, der ebenfalls unter dem Aspekt der Besamungsfolge untersucht wurde, verstärkte sich das Bild der nahezu kontinuierlich abwechselnden hohen und niedrigen Werte.

Bei dem Vergleich der Reproduktionsleistung primiparer und multiparer Häsinnen konnten hochsignifikante Unterschiede beobachtet werden. Die Leistungen der erstgebärenden Häsinnen lagen in allen untersuchten Parametern signifikant unter den Leistungen der multiparen Häsinnen. Die Zwischenwurfzeit, definiert als die Zeit zwischen einer Besamung bis zur Geburt des nächsten Wurfes, zeigte ebenso einen signifikanten Einfluß auf die Reproduktionsleistungen. Verlängerte sich die Zwischenwurfzeit von 33 Tagen auf 66 Tage, so stieg die Wurfgröße und demzufolge auch die Wurfmasse signifikant an.

Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung zur Besamungsfolge, Parität und Zwischenwurfzeit lassen einen deutlichen Einfluß der Überlagerung von Gravidität und Laktation erkennen. Mit den vorliegenden Ergebnissen konnten die Untersuchungen von THEAU-CLÉMENT und ROUSTAN (1992) und THEAU-CLÉMENT und POUJARDIEU (1994) bestätigt werden. In beiden Untersuchungen konnte ein partieller Antagonismus zwischen Laktation und Gravidität bestätigt werden, wobei das Ausmaß des Antagonismus vom Stadium der Laktation und Trächtigkeit abhing (komplette Überlagerung bei intensiver Zuchtnutzung oder partielle Überlagerung bei semi-intensiver Zuchtnutzung). Auch CASTELLINI (1996) sowie FORTUN-LAMOTHE und PRUNIER (1999) postulierten, daß die gleichzeitige Laktation und Trächtigkeit einen negativen Einfluß auf die Reproduktionsleistung von Häsinnen (Ovulationsrate, Rezeptivität, Fertilität und Entwicklung der Embryonen) haben. Als Ursache dafür werden im Schrifttum hormonelle Effekte sowie eine starke Stoffwechselbelastung der laktierenden und graviden Häsin (Energiedefizit) diskutiert.

Prolaktin scheint für diese negative Wirkung mit verantwortlich zu sein: Es unterdrückt die Sekretion von FSH und LH in der Hypophyse, während es am Ovar das folliculäre Wachstum verlangsamt und die LH - Rezeptoren reduziert. Als Konsequenz führt dies zu einer verminderten Effizienz der endogenen Hormone (KERMABON, et al. 1994). FORTUN-LAMOTHE und PRUNIER (1999) begründeten den nachteiligen Einfluß der Laktation auf die Reproduktionsleistung der Kaninchen durch ein mit der Milchproduktion einhergehendes Energiedefizit.

Die postpartale Insemination, und damit eine komplette Überlagerung von Laktation und Trächtigkeit, resultiert in einer fatalen Nährstoff- und Energiesituation und in einem Abbau der Proteinreserven der Häsin. Untersuchungen von XICCATO et al. (1999) befaßten sich mit der Körperzusammensetzung weiblicher Kaninchen in unterschiedlichen physiologischen Stadien. Nach der Säugeperiode konnten sie eine Reduktion der Werte für Körperfett und

Energiekonzentration im Körper auf ein Niveau feststellen, wie es von den Tieren bereits im Alter von 45 Lebenstagen erreicht wurde. Ein längeres Intervall zwischen dem Ende einer Laktation und dem Beginn der folgenden ist die einzige Möglichkeit für die Häsin die Körperreserven wieder zu regenerieren, um den Anforderungen der nächsten Trächtigkeit gerecht zu werden. Aus diesem Grund ist bei der intensiven Zuchtnutzung mit postpartaler Insemination mit dem Aussetzen der Häsin bei einzelnen Besamungsfolgen zu rechnen (XICCATO, 1996). Als mögliche weitere Ursache für die Fortpflanzungsprobleme ist zu bedenken, daß das Körperfett Speicherorgan für Östrogene darstellt. Ein starker Verlust an Fettsubstanz bei gleichzeitiger Gravidität und Laktation könnte sich somit ebenfalls depressiv auf die Fertilität auswirken, wie es für Sauen nachgewiesen wurde (WÄHNER et al., 1993; WÄHNER et al., 1995).

Die schlechtere Leistung primiparer Häsinnen im Vergleich zu multiparen Häsinnen ist ebenso der Konkurrenz von Laktation und Gravidität zuzuschreiben. Jede Leistung (Milchbildung, Trächtigkeit) per se steigert den Erhaltungsbedarf enorm. Erstgebärende Häsinnen benötigen zusätzlich für die Vollendung des eigenen Körperwachstums Energie. Die freiwillige Futteraufnahme reicht bei primiparen Häsinnen nicht aus, um den Nährstoffanforderungen für die miteinander konkurrierenden Vorgänge der Milchproduktion, der fetalen Entwicklung und der Vollendung des Körperwachstums gerecht zu werden. Bei multiparen Häsinnen dagegen liegt die freiwillige Futteraufnahme auf einem höheren Niveau (CASTELLINI, 1996).

Die Überlagerung von Trächtigkeit und Laktation ist jedoch durchaus arttypisch. So konnten SELZER et al. (1999, unveröffentlichte Untersuchungsergebnisse) sowohl bei Wildkaninchen als auch bei Hauskaninchen in zwei Freigehegen nachweisen, daß das männliche Tier - bei räumlicher Gelegenheit - während der Geburt der Jungtiere anwesend ist und unmittelbar nach der Geburt des letzten Jungtieres des Wurfes den Deckakt ausführt, der zu einer Trächtigkeit führt. Auf diese Weise können jeweils im Abstand von 31 bis 32 Tagen mehrere Würfe aufeinanderfolgend erbracht werden. Ebenso werden Wildkaninchen in freier Wildbahn unmittelbar post partum wieder gedeckt. STAUFFACHER (1992) konnte darüber hinaus in einem Gruppenhaltungssystem mehrerer Häsinnen und Rammler vier bis sechs aufeinanderfolgende Würfe bei den Muttertieren nachweisen, ehe sie nicht mehr konzipierten und eine „biologische Ruhe“ für einen Zeitraum von ca. zwei Monaten eintrat. Dies zeigt, daß das Kaninchen die fortpflanzungsphysiologischen Voraussetzungen für die postpartale Besamung und die Synchronität von Gravidität und Laktation besitzt, die Selektion auf

höhere Wurfgrößen bzw. Wurfmassen und die Verkürzung der Zwischenwurfzeit auf minimale Werte bei den intensiv genutzten Kaninchen aber große Probleme aufwerfen. Die ganze Zeitspanne von Laktation und Trächtigkeit auf einem hohen Niveau gleichzeitig zu durchlaufen stellt sehr hohe körperliche Anforderungen an die Tiere. Bei niedrigen Wurfgrößen tritt der negative Effekt der Laktation auf die Leistungsparameter in den Hintergrund. Die vorliegende Untersuchung hat aufgezeigt, daß die komplette Überlagerung von Laktation und Trächtigkeit zu Leistungseinbußen führt. Um die Wechselwirkungen zwischen der Energie- und Nährstoffbalance, der Milchleistung sowie dem Körperaufbau bei post partum belegten primiparen Kaninchen zu klären, sind weitere Forschungsarbeiten zu diesem Thema erforderlich.

Insgesamt wurden in der Zeit von Dezember 1997 bis Januar 1999 elf Durchgänge mit 340 Würfen untersucht. Mit durchschnittlich 9,5 Jungtieren pro Wurf mit einer mittleren Wurfmasse von 614 g wurde im Kunstlichtregime mit 16 Stunden Licht pro Tag die signifikant höchste Anzahl der gesamt geborenen Jungtiere und die signifikant höchste Wurfmasse erreicht. Bei der Anzahl der lebend geborenen Jungtiere konnten statistisch keine Unterschiede zwischen den drei Lichtregimen ermittelt werden. Ebenso wurde im 16stündigen Kunstlichtregime nach der Säugeperiode die signifikant höchste Anzahl Jungtiere pro Wurf abgesetzt (8,2 abgesetzte Jungtiere mit einer mittleren Wurfmasse von 5070 g). Bezogen auf die Wurfgröße bei der Geburt und die Anzahl der abgesetzten Jungtiere waren nach den Ergebnissen der vorliegenden Untersuchung die Leistungen der Häsinnen im Naturlichtregime niedriger als in den Kunstlichtregimen.

Mit diesen Ergebnissen konnte das Untersuchungsergebnis von HARRIS et al. (1982) bestätigt werden. Sie stellten in einer 12monatigen Untersuchung die Reproduktionsleistungen von Häsinnen unter dem Einfluß von Naturlicht den Leistungen von Häsinnen gegenüber, die in einem Stall mit kontrollierter Lichttaglänge von 16 Stunden gehalten wurden. Unter dem Einfluß der kontrollierten Photoperiode mit 16 Stunden Licht gegenüber dem Naturlicht zeigte sich eine höhere Anzahl gesamt geborener Jungtiere und abgesetzter Jungtiere.

Die Angaben zur mittleren Wurfgröße bei der Geburt bei mittelgroßen Kaninchenrassen in der Literatur reichen von 6 bis 9 Jungtieren pro Wurf (LANGE, 1981; LÖLIGER, 1986; SCHLOLAUT, 1998). Die in der Literatur erreichten durchschnittlichen Wurfgrößen beim Absetzen reichen von 5 bis 7 Jungtiere pro Wurf (ZIMMERMANN et al., 1988; SCHLOLAUT, 1989; KROGMEIER und DZAPO, 1991; SCHULTE, 1998). Eine Anzahl

von 8,7 bis 9,5 lebend geborenen Jungtieren sowie eine Anzahl von 7,7 bis 8,2 abgesetzten Jungtieren pro Wurf in der vorliegenden Untersuchung ist demzufolge jeweils im oberen Bereich der in der Literatur angegebenen Werte einzuordnen. Hierbei muß jedoch berücksichtigt werden, daß in den genannten Untersuchungen von unterschiedlichen Kaninchenrassen bzw. Hybriden die Leistungsdaten erhoben wurden.

Zur Verdeutlichung der komplexen Reproduktionsleistungen der Häsinnen, die aus Konzeptionsrate und Wurfgröße bei der Geburt und beim Absetzen resultieren, wurde im Rahmen dieser Arbeit der *Jungtierindex* eingeführt. Der $\text{Jungtierindex}_{\text{Geburt}}$ wurde definiert als die Anzahl der pro einhundert Besamungen lebend geborenen Jungtiere. Der $\text{Jungtierindex}_{\text{Absetzen}}$ beschreibt demnach die Anzahl der pro einhundert Besamungen abgesetzten Jungtiere. Im Mittel 55 lebend geborene bzw. 38 abgesetzte Jungtiere wurden in den beiden Kunstlichtregimen mehr pro einhundert Besamungen erreicht als unter dem Einfluß der natürlichen Tageslichtlänge. Bedingt durch die höhere Trächtigkeitsrate waren im 8stündigen Kunstlichtregime die Reproduktionsleistungen - quantifiziert durch den Jungtierindex - tendenziell am höchsten.

Der Jungtierindex stellt eine wichtige komplexe Kenngröße dar. Eine Steigerung der Jungtierproduktion von 41 bis 69 lebend geborenen Jungtieren und 34 bis 42 abgesetzten Jungtieren in den beiden Kunstlichtregimen bedeutet im Vergleich mit dem Naturlicht einen deutlichen Produktionszuwachs und ist somit aus praktischer Sicht höher zu wichten als der alleinige Ausweis einer Erhöhung der Trächtigkeitsrate beispielsweise um 3,4 %.

Die Bewertung der verschiedenen Lichtregime unter dem Aspekt der möglichen Beeinflussung der Reproduktionsleistung der weiblichen Kaninchen wurde in der vorliegenden Untersuchung mit Hilfe des Jungtierindex vorgenommen. Hier waren die Leistungen der Häsinnen aus dem Kunstlichtprogramm mit 8 Stunden Licht pro Tag mit 593 lebend geborenen und 547 abgesetzten Jungtieren pro einhundert Besamungen hervorzuheben.

8.2 Säugeaktivität der Häsinnen

In der vorliegenden Arbeit wurde der Einfluß von zwei Kunstlichtregimen mit unterschiedlichen Tageslichtlängen auf Häufigkeit, Dauer und Zeitpunkt des Säugen untersucht. Unter dem Einfluß der Tageslichtlänge von 16 Stunden traten im Durchschnitt 1,14 Saugakte in einem 24 - Stunden - Zyklus auf. Häsinnen unter dem 8stündigen Kunstlichtregime zeigten eine mittlere Säugehäufigkeit von 1,41 Saugakten pro Tag. Der mittlere Abstand zwischen den Saugakten lag im 16stündigen Kunstlichtregime bei 21 Stunden, im Kunstlichtregime mit 8 Stunden Licht bei 17 Stunden. Im Langlichttag konnte in 12,5 % der 24 - Stunden - Intervalle mehr als ein Saugakt beobachtet werden. Im Kurzlichttag lag der Anteil der Beobachtungsintervalle mit mehr als einem Saugakt bei 33,1 %. Die durchschnittliche Säugedauer pro Saugakt lag unter dem Einfluß des Langlichttages bei 189 Sekunden. Das Lichtregime mit 8 Stunden Kunstlicht pro Tag zeichnete sich durch eine signifikant längere Säugedauer aus. Hier hielten sich die Häsinnen im Mittel 211 Sekunden für den Saugakt im Nest auf. Die Gesamtsäugedauer (mittlere Häufigkeit der Saugakte pro 24 Stunden x mittlere Säugedauer pro Saugakt) betrug im Kunstlichtregime mit 16 Stunden Licht 219 Sekunden. Im 8stündigen Kunstlichtregime lag dieser Wert bei 302 Sekunden. Die höchsten Werte in beiden Lichtprogrammen wurden in der zweiten Laktationswoche erzielt. In der vierten Woche lag die Gesamtsäugedauer noch unterhalb der Werte, die in der ersten Laktationswoche gemessen wurden.

In den eigenen Untersuchungen stimmten die Häufigkeit und die Länge der beobachteten Saugakte mit den Angaben in der Literatur weitestgehend überein. Bei SCHULTE und HOY (1997) betrug die mittlere Säugedauer im Durchschnitt der vier untersuchten Laktationswochen 3,5 Minuten pro Saugakt. Die mittlere Säugehäufigkeit lag bei 1,83 Saugakten mit einem Maximum von durchschnittlich 2,31 Saugakten in der zweiten Woche der Laktation. SEITZ et al. (1998) beobachteten bei einer mittleren Säugehäufigkeit von 1,47 Saugakten in 24 Stunden eine mittlere Säugedauer von 203 Sekunden.

Mit der vorliegenden Untersuchung wurden die Ergebnisse von SEITZ (1997) und SCHULTE (1998) untermauert, die bereits in ihren Untersuchung zum Säugeverhalten von Hauskaninchen die bis dahin weitverbreitete Lehrmeinung widerlegen konnten, daß Wild- und Hauskaninchen ihre Jungen nur einmal in 24 Stunden säugen (HUDSON und DISTEL, 1982; SCHLEY, 1985; BIGLER; 1986; PETERSEN, 1988; JILGE, 1995).

Es konnte erneut, jedoch unter anderen Lichtregime - Bedingungen, nachgewiesen werden, daß die Säugeaktivität einer deutlichen circadianen Rhythmik unterliegt. Der Lichtwechsel von Hell nach Dunkel stellte einen Hauptzeitgeber für den Saugakt dar. Unter dem Einfluß des 16stündigen Kunstlichtregimes konnten in der Stunde nach dem Lichtwechsel von hell nach dunkel 28,1 % der Saugakte beobachtet werden. Der Lichtwechsel von dunkel nach hell stellte in beiden Lichtprogrammen keinen vergleichbaren Zeitgeber dar. Die Säugeaktivität verringerte sich jedoch in der Lichtperiode deutlich. Insgesamt fanden im Lichtregime mit 16 Stunden Kunstlicht 73,9 % der Saugakte in der Dunkelphase statt. Unter dem Einfluß des 8stündigen Kunstlichtregimes führte der Lichtwechsel von hell nach dunkel zu keinem vergleichbar starken Anstieg der Säugeaktivität. Hier konnten in der Stunde nach dem Licht - Dunkel - Wechsel nur 3,6 % der Saugakte registriert werden. In den auf den Licht - Dunkel - Wechsel folgenden Stunden ließ sich jedoch eine Zunahme der Säugeaktivität feststellen, die sich nach Beginn der Lichtphase wieder auf ein niedrigeres Niveau einstellte. 80,1 % aller beobachteten Saugakte im 8stündigen Kunstlichtregime fanden in der Dunkelphase statt. Die Ergebnisse belegten, daß die Säugeaktivität der Häsinnen vorwiegend in der Dunkelphase erfolgte.

Selbst bei einer Verkürzung der Dunkelphase von 16 auf 8 Stunden Dunkelheit pro Tag fanden noch nahezu drei Viertel der Saugakte während der Dunkelheit statt. Der Zeitpunkt des Säugens wurde in die Zeit der höchsten Aktivität, in die erste Hälfte der Dunkelphase, gelegt. Dies steht in Übereinstimmung mit den Untersuchungen von JILGE (1993) und HUDSON et al. (1995). Bei JILGE (1993) fanden ca. 75 % aller Saugakte in der Dämmer- bzw. Dunkelphase statt. Die Zeitgeberfunktion des Licht - Dunkel - Wechsels für die Säugeaktivität wurde nach den Ergebnissen von SEITZ (1997) mit einem veränderten Lichtprogramm erneut eindrucksvoll nachgewiesen. Kaninchen sind dämmerungs- und nachtaktive Tiere. Die übereinstimmenden Untersuchungsergebnisse von JILGE (1993), HUDSON et al. (1995), SEITZ (1997) und den eigenen Analysen demonstrieren, daß auch das Säugen vorzugsweise nach Eintritt der abendlichen Dämmerung bzw. in der Dunkelheit der Nacht erfolgt. Sicher liegt dem das teleonome Prinzip zugrunde, möglichst wenig Aufmerksamkeit (unter natürlichen Habitatbedingungen beim Wildkaninchen) von natürlichen Antagonisten (Luft- und Bodenfeinde) auf das Nest mit den Jungtieren zu lenken. Untersuchungen zum Säugeverhalten von Wildkaninchen unter semi-natürlichen Haltungsbedingungen in einem geräumigen Freigehege deuten darauf hin (SELZER et al., 1999, unveröffentlichte Untersuchungsergebnisse). Beim domestizierten Hauskaninchen sind diese Verhaltensweisen offenkundig unverändert vorzufinden.

SEITZ (1997) konnte zeigen, daß die Verschiebung der Kunstlichtphase (Lichttaglänge von 12 Stunden) um eine Stunde durch eine zeitliche Lagverschiebung des Peaks der Säugeaktivität ebenso um eine Stunde beantwortet wird.

Die nächtliche Trennung der Mutter von ihren Jungtieren, wie in einigen Betrieben in Frankreich oder Belgien praktiziert, um die Jungtierversluste zu senken, stellt somit einen Eingriff in das arttypische Verhaltensrepertoire dar. Auch die zur „Biostimulation“ der Rezeptivität und damit der Verbesserung der Reproduktionsleistung ohne Hormongabe diskutierte „mother - litter - separation“ über einen Zeitraum von 24 bis zum Teil über 40 Stunden muß vor diesem Hintergrund kritisch hinterfragt werden (THEAU-CLÉMENT et al., 1998).

8.3 Lebendmasseentwicklung und Verlustgeschehen der Jungkaninchen von der Geburt bis zur Schlachtung

In die Ergebnisse flossen die Leistungsdaten von insgesamt 2654 lebend geborenen Jungtieren ein. Im Mittel erreichten die neugeborenen Jungtiere eine Geburtsmasse von 66 g. Die durchschnittliche Wurfgröße lag bei SEITZ (1997) bei 8,0 geborenen Jungtieren mit einer durchschnittlichen Geburtsmasse von 61,4 g. Die in weiteren Literaturstellen angegebenen Wurfgrößen reichen von 6,9 bis 8,7 Jungtieren bei individuellen Geburtsmassen von 46 g bis 66 g (LANGE, 1981; KROGMEIER und DZAPO, 1991). Die vorliegenden Ergebnisse zu Wurfgröße bei der Geburt und individuelle Lebendmasse der Jungtiere bei der Geburt sind demzufolge im oberen Bereich der in der Literatur angegebenen Werte einzuordnen.

Die Geburtsmassen der Kaninchen in den einzelnen Lichtregimen zeigten hochsignifikante Unterschiede. Unter dem Einfluß des 8stündigen Kunstlichtregimes wiesen die Tiere die geringste mittlere Geburtsmasse (63,8 g) auf. Im Naturlichtstall wurde die höchste Geburtsmasse mit im Mittel 67,9 g erzielt (KL 16h: 66,4 g). Die individuelle Geburtsmasse war mit der Wurfgröße in allen drei Lichtregimen hochsignifikant negativ korreliert, d. h. mit zunehmender Wurfgröße reduzierte sich die Geburtsmasse. Bei Zunahme der Wurfgröße um 1 Jungtier nahm die individuelle Geburtsmasse der Jungtiere zwischen 1,9 und 2,7 g ab. SCHLEY (1985) führte dies darauf zurück, daß die Gebärmutter der Häsin nur eine begrenzte Raumkapazität für die Früchte aufweist und infolgedessen die Jungtiere bei großen Würfen kleiner sind.

Bei der Bewertung der vorliegenden Ergebnisse zur Geburtsmasse der Jungtiere mußte demzufolge berücksichtigt werden, daß die Wurfgrößen in den Lichtprogrammen Unterschiede aufwiesen. Die mittlere Wurfgröße war unter dem Einfluß des natürlichen Lichtes mit 8,7 gesamt geborenen Jungtieren am niedrigsten, so daß die höchste mittlere Geburtsmasse in dieser Gruppe primär die Folge der Wurfgröße und nicht die des natürlichen Lichttages war.

Die Geburtsmasse unterschied sich zwischen den Geschlechtern signifikant. Die männlichen Tiere hatten in allen drei Lichtregimen eine um ungefähr 2 g höhere Geburtsmasse als die weiblichen Jungtiere. Dies bestätigte die Untersuchungen von SEITZ (1997). LANGE et al. (1979) beschrieben ebenfalls eine um 3 % höhere Lebendmasse der männlichen Jungtiere gegenüber den weiblichen Wurfgeschwistern, jedoch konnte dieser Unterschied in der weiteren Entwicklung der Tiere kompensiert werden. Auch im vorliegenden Datenmaterial konnte ein Ausgleich der unterschiedlichen Lebendmassen im Zeitraum der Entwicklung beobachtet werden. ZIMMERMANN et al. (1988) konnten einen signifikanten Unterschied der Lebendmasse von weiblichen und männlichen Kaninchen zugunsten der männlichen Tiere noch bis zum Zeitpunkt der Schlachtung nachweisen.

Im Verlauf der Untersuchung zeigte die mittlere Geburtsmasse der Jungtiere einen Anstieg vom ersten zum zweiten Durchgang. Nach dem zweiten Durchgang kam es zu einem leichtem Abfall der Geburtsmassen. Die Zunahme der Geburtsmassen im zweiten Durchgang und die darauffolgende Abnahme der individuellen Lebendmasse der Jungtiere im dritten Durchgang war im Kunstlichtregime weniger deutlich ausgeprägt als im Naturlicht und im Kunstlicht mit 16 h Licht. Bei der Bewertung dieser Ergebnisse ist eine deutliche Abnahme der mittleren Wurfgröße vom ersten zum zweiten Durchgang in den beiden letztgenannten Lichtprogrammen zu berücksichtigen. Der negative Zusammenhang zwischen Wurfgröße und individuelle Wurfmasse wurde oben bereits beschrieben.

Beim Absetzen konnte im Mittel eine Lebendmasse von 613 g ermittelt werden. Die in der vorliegenden Untersuchung erreichten individuellen Absetzmassen übersteigen die in der Literatur angegebenen Werte deutlich. Die durchschnittliche Absetzmasse liegt bei DORN (1981) bei 500 g, SCHLEY (1985) gibt eine mittlere Absetzmasse von 520,6 g an. In den Untersuchungen von SEITZ (1997) wurden mittlere individuelle Absetzmassen von 548 g erreicht.

Im Naturlichtstall hatten die Jungkaninchen eine um 13 g signifikant höhere mittlere Lebendmasse beim Absetzen (620 g) als die Jungtiere im Stall mit 8 Stunden Kunstlicht (607

g). Unter dem Einfluß von 16 Stunden Kunstlicht lag die mittlere Lebendmasse der Absetzer bei 613 g. Bei der Prüfung der Einflüsse auf die individuelle Absetzmasse ergab sich ein hochsignifikanter Einfluß der Geburtmasse der Kaninchen sowie der Wurfgröße beim Absetzen. Die Absetzmasse kann somit nicht losgelöst von der Wurfgröße beim Absetzen und der Körpermasse beim Geburtszeitpunkt betrachtet werden. Die höchste individuelle Absetzmasse der Tiere des Naturlichtregimes steht mit der niedrigsten Wurfgröße im Vergleich der drei Lichtprogramme in Verbindung.

Zum Zeitpunkt des Absetzens unterschied sich die Lebendmasse zwischen den Geschlechtern nur noch im 16stündigen Kunstlichtregime signifikant voneinander. Die männlichen Jungkaninchen hatten mit 623 g eine um 22 g höhere Absetzmasse als die weiblichen Wurfgeschwister. In den beiden anderen Lichtprogrammen lagen die Absetzmassen der weiblichen Tiere noch geringfügig unter den von männlichen Tieren erzielten Werten.

Insgesamt lag die Aufzuchttrate in der Säugeperiode bei 91 %. Nach Lichtregimen differenziert ergaben sich Verluste in der Säugeperiode von 5,8 % für das Naturlichtregime, 10,8 % im Kunstlichtregime mit 16 Stunden Licht pro Tag sowie 9,1 % im 8stündigen Kunstlichtregime. In den Untersuchungen von SCHLOLAUT (1989), KROGMEIER und DZAPO (1991), SEITZ (1997) sowie SCHULTE (1998) wurden Verluste während der Säugezeit von 7 % bis 21 % beobachtet. Die Verlustrate in der vorliegenden Untersuchung von insgesamt 9 % während der Säugezeit liegt somit im Normalbereich.

Die mittlere Geburtmasse der Jungtiere zeigte in allen Lichtregimen einen hochsignifikanten Einfluß auf die Überlebensrate. Die Geburtmasse der verendeten Jungtiere war hochsignifikant niedriger als die Geburtmasse der Jungtiere, die am Ende der Säugeperiode abgesetzt werden konnten. Damit ließen sich die von SEITZ (1997) getroffenen Feststellungen reproduzieren. Im statistischen Mittel stammten die verendeten Jungtiere aus signifikant größeren Würfen verglichen mit den abgesetzten Jungtieren. Bei großen Würfen war dies auf die geringere Geburtmasse der Jungtiere durch die Wurfgröße zurückzuführen. LÖLIGER (1986) und SCHLOLAUT (1998) gaben angeborene Körperschwäche, Hypothermie und Milchmangel als Haupttodesursachen der Jungkaninchen in den ersten Lebenstagen an. Der Einfluß des Geschlechtes auf die Verlustrate konnte nicht geprüft werden, da erst beim Absetzen eine Geschlechtsbestimmung der Jungkaninchen durchgeführt wurde. Genauere Angaben zur Todesursache konnten nicht getroffen werden, da die Tiere post mortem keiner pathologischen Untersuchung unterzogen werden konnten.

Insgesamt konnten die Leistungsdaten von 484 Jungkaninchen bis zur Schlachtreife verfolgt werden. Am $84. \pm 2$ Lebenstag hatten die Tiere eine mittlere Lebendmasse von 2988 g. Die üblichen Körpermassen bei Mastende liegen in der Praxis zwischen 2200 g und 3000 g (SCHLOLAUT, 1998). Die weiblichen Jungkaninchen hatten den Nachteil der signifikant geringeren Geburtmasse bis zum Zeitpunkt der Schlachtung kompensiert. Es konnten keine statistisch nachweisbaren Unterschiede in der Mastendmasse zwischen den Lichtprogrammen und den Geschlechtern beobachtet werden. AFIFI und EMARA (1990) konnten ebenfalls nach dem Absetzen der Jungtiere keine signifikanten Unterschiede der Lebendmassen zwischen den Geschlechtern beobachten. Dies steht in Widerspruch zu den Untersuchungsergebnissen von ZIMMERMANN et al. (1988). Sie konnten bis zum Zeitpunkt des Schlachtens in der zwölften Lebenswoche signifikante Unterschiede der Körpermassen weiblicher und männlicher Kaninchen zugunsten der männlichen Tiere beobachten.

Bei der Analyse der Mastendmassen im Verlauf der Untersuchung fällt auf, daß im dritten Durchgang die niedrigsten Körpermassen auftraten. Dieser Abfall läßt sich z. T. durch das Alter der Tiere erklären. Unterschiede von bis zu vier Tagen im Alter der Schlachttiere traten zwischen den einzelnen Durchgängen auf, nicht jedoch innerhalb eines Durchganges. So betrug das Alter der im dritten Durchgang geschlachteten Tiere 82 Tage, während die Tiere des zweiten und vierten Durchgangs aus technisch bedingten Gründen mit 85 bzw. 86 Tagen zur Schlachtung kamen. Im Vergleich zum sechsten Durchgang, hier hatten die Tiere auch ein Alter von 82 Tagen bei der Schlachtung, zeigte die mittlere Mastendmasse im dritten Durchgang jedoch in allen drei Lichtprogrammen ein sehr niedriges Niveau. Dies war dadurch zu erklären, daß der dritte Durchgang im Sommer stattfand, während die Mastphase des letzten Durchgangs dagegen im Winter lag. In den Untersuchungen von SIMPLICIO et al. (1988), CHERICATO et al. (1993) sowie MC NITT und LUKEFAHR (1993) wurden Wachstumsdepressionen der Mastkaninchen in den Sommermonaten beobachtet. Dies wurde aufgrund der erschwerten Abgabe der beim Stoffwechsel anfallenden kalorischen Wärme und der deshalb sinkenden Futteraufnahme bei steigender Umgebungstemperatur verursacht.

Insgesamt lag die Verlustrate während der Mastperiode bei 8,5 %. In den Untersuchungsergebnissen von SCHLOLAUT (1989) wurden geringfügig niedrigere Verlustraten in der Zeit vom Absetzen bis zum Mastende von 2 % bis 7 % beschrieben. Die Sterberaten in der Mastperiode unterschieden sich zwischen den drei Lichtprogrammen aufgrund der geringeren Gruppengrößen gegenüber den Verlusten in der Säugeperiode nicht signifikant voneinander. Unter dem Einfluß des Naturlichtes lag die Verlustrate bei 5,0 %, im

Kunstlichtregime mit 16stündiger Lichttaglänge waren 8,6 % der Tiere verendet und unter dem Einfluß des 8stündigen Kunstlichtregimes lag die Verlustrate bei 12,0 % in der Mastperiode. Weder die Lebendmasse beim Absetzen noch das Geschlecht hatte einen signifikanten Einfluß auf die Sterberate während der Mastperiode. Zur Todesursache können keine weiterführenden Angaben gemacht werden, da die verendeten Tiere keiner pathologischen Untersuchung unterzogen werden konnten.

8.4 Status der Gonaden zum Zeitpunkt der Schlachtung

Die Untersuchung der Hodengröße zum Zeitpunkt der Schlachtung wurde an insgesamt 250 Kaninchenböcken durchgeführt. Die Tiere des 16stündigen Kunstlichtregimes hatten die signifikant geringste Hodengröße. Die mittlere Hodengröße der Tiere aus dem Naturlichtstall und dem Kunstlichtstall mit 8stündiger Tageslichtlänge waren annähernd vergleichbar. Ein ähnliches Bild ergab auch die Analyse der Hodenmasse. Mit 1,59 g lag die mittlere Hodenmasse der Tiere aus dem Kunstlichtregime mit 16 Stunden Licht pro Tag hochsignifikant unterhalb der in den anderen Lichtprogrammen erreichten Werte.

Die Hodenmasse war signifikant mit der Lebendmasse der Tiere korreliert. Folgende Beziehung wurde deutlich: Bei einer Zunahme der Lebendmasse um 500 g nahm die Hodenmasse um 0,4 g zu. Bei der Interpretation der Ergebnisse ist zu berücksichtigen, daß die Lebendmassen der männlichen Kaninchen zwischen den Lichtprogrammen kaum Unterschiede aufwiesen. Dies läßt die Schlußfolgerung zu, daß das Naturlichtregime und das Kunstlichtregime mit 8stündiger Tageslichtlänge sich im Gegensatz zum 16stündigen Kunstlichtregime positiv auf die sexuelle Entwicklung der männlichen Jungkaninchen auswirkte. Während beim weiblichen Schweinen schon vor etlichen Jahren Untersuchungen zum Einfluß verschiedener (Kunst-) Lichtregime auf die Entwicklung der Geschlechtsorgane durchgeführt wurden (HOY, 1979; HOY et al., 1982; SCHNURRBUSCH et al., 1982) fehlten bislang analoge Analysen bei weiblichen Kaninchen. Lediglich BORG et al. (1978) wiesen jahreszeitliche Schwankungen der Uterusmasse mit maximalen Werten im Mai und einer Regression im Winter im Zusammenhang mit der natürlichen Lichttaglänge bei Wildkaninchen nach.

Im Untersuchungszeitraum wurden insgesamt 234 weibliche Mastkaninchen im Alter von 84 ± 2 Tagen geschlachtet. Um den Entwicklungsstatus der Geschlechtsorgane zu untersuchen, wurden Ovarmasse, Uterusmasse und die Funktionskörper auf den Ovarien bestimmt. Die Ovarmasse zeigte keine signifikanten Unterschiede zwischen den Lichtprogrammen. Die unter dem 8stündigen Kunstlichtprogramm aufgezogenen weiblichen Mastkaninchen erreichten die signifikant niedrigste Uterusmasse (2,07 g) im Vergleich zu den beiden anderen Lichtprogrammen. Die Aufzuchtbedingungen weiblicher Zucht- und Mastkaninchen unterscheiden sich nicht voneinander, so daß aus den an Mastkaninchen gewonnenen Resultaten Analogie-Schlüsse für Zuchtkaninchen abgeleitet werden können.

Lediglich 39,7 % der Tiere aus dem Kunstlichtregime mit 8 Stunden Licht besaßen auf den Ovarien angebildete Follikel, Corpora lutea oder Follikel in Regression. In den anderen beiden Lichtprogrammen hatten jeweils über 50 % der Tiere fortgeschrittene Entwicklungsstadien der Follikel auf den Ovarien. Bei der Überprüfung des Zusammenhangs zwischen Ovarmasse und Lebendmasse sowie Uterusmasse und Lebendmasse der weiblichen Schlachtkaninchen ergab sich folgendes Bild: Bei einer Zunahme der Lebendmasse um 500 g nahm die Ovarmasse um 19,5 mg und die Uterusmasse um 0,65 g zu. Es ist zu berücksichtigen, daß die Tiere aus dem Naturlicht die höchste Lebendmasse mit 3040 g erzielten. In den Kunstlichtprogrammen war die Mastendmasse der weiblichen Tiere nahezu gleich. Die Uterusmasse und die Anzahl der Ovarien mit Funktionskörpern bei den Tieren aus dem Kunstlichtregime mit 8 Stunden Licht lag jedoch deutlich unter den Werten der Tiere aus dem 16stündigen Kunstlichtregime. Dies läßt die Schlußfolgerung zu, daß das Naturlichtregime und das Kunstlichtregime mit 16 Stunden Licht sich im Gegensatz zum Kunstlichtregime mit 8 Stunden Licht positiv auf die sexuelle Reife weiblicher Kaninchen im Alter von 84 ± 2 Tagen auswirkt. Auch im Vergleich mit dem Naturlicht war die Wirkung des 16stündigen Kunstlichtregimes auf die sexuelle Reife, gemessen an Funktionskörpern auf den Ovarien und der Uterusmasse in Zusammenhang mit der Lebendmasse, hervorzuheben.

Sowohl LEFEVRE und MORRET (1978) als auch KAMWANJA und HAUSER (1983) verdeutlichten mit ihren Untersuchungen die stimulierende Wirkung einer langen Photoperiode verglichen mit kurzen Photoperioden pro Tag auf den Eintritt der Geschlechtsreife von Kaninchen.

Damit deutet sich jedoch zugleich ein Widerspruch zwischen den Ergebnissen zur Wirkung des Lichtes auf die Entwicklung der Gonaden bei den weiblichen Mastkaninchen einerseits und auf die Reproduktionsleistung (insbesondere Trächtigkeitsrate) andererseits an. An dieser

Stelle muß nochmals auf den möglichen, deutlichen Einfluß der Hormonapplikation (GnRH - Injektion) im Zusammenhang mit der künstlichen Besamung verwiesen werden, wodurch die Lichtwirkung sehr wahrscheinlich maskiert bzw. überdeckt wurde.

8.5 Verhalten der Rammler beim Absamen und spermatologische Parameter

Bei den Verhaltensbeobachtungen der männlichen Kaninchen fiel auf, daß die Sprungfreudigkeit in der Zusammenfassung aller beurteilten Absamungen im Naturlichtregime am günstigsten beeinflußt wurde. Hier wurden 20 % aller Absamungen spontan, d. h. ohne Zusetzen einer Häsin ausgeführt. Der günstige Einfluß der Variation der Tageslichtlänge im Verlauf des Jahres wurde bei der differenzierten Betrachtung der Sprungfreudigkeit in den einzelnen Untersuchungsmonaten deutlich. Ein deutlicher Anstieg auf über 50 % der spontanen Absamungen konnte in den Monaten April und Mai bei zunehmender Tageslichtlänge beobachtet werden. Mit abnehmender Tageslichtlänge sank auch die Sprungfreudigkeit auf Werte im Bereich von 10 % spontaner Absamungen. Unter dem Einfluß von 16 und 8 Stunden Kunstlicht pro Tag über das ganze Jahr hinweg konnten keine deutlichen Unterschiede in der Sprungfreudigkeit in den einzelnen Monaten der Untersuchung festgestellt werden. Im 8stündigen Kunstlichtregime kam es zu einer geringfügig gesteigerten Sprungfreudigkeit in den Monaten April und August, die nicht so deutlich wie im Naturlicht ausgeprägt waren.

Aus diesen Ergebnissen kann gefolgert werden, daß die sexuelle Aktivität der Rammler durch die Variation der Tageslichtlänge im Naturlicht positiv beeinflußt wird. Beim Vergleich der Kunstlichtregime untereinander erreichte das 8stündige Kunstlichtprogramm mit 15 % der spontanen Absamungen ohne Zusetzen einer Häsin gegenüber dem 16stündigen Kunstlichtregime einen um 7 % höheren Absamungserfolg. Die Ergebnisse von THEAU-CLÉMENT et al. (1995) über die Sprungfreudigkeit der Rammler in verschiedenen Photoperioden konnten mit dieser Untersuchung bestätigt werden.

In nahezu allen untersuchten spermatologischen Parametern zeigte das Kunstlichtregime mit 8 Stunden Licht pro Tag einen signifikanten Vorteil gegenüber den anderen beiden Lichtprogrammen. Im Merkmal Vorwärtsbeweglichkeit ließ sich der höhere Wert im 8stündigen Kunstlichtregime gegenüber den anderen Lichtprogrammen statistisch nicht

absichern. Der Anteil der morphologisch veränderten Spermien zeigte im 16stündigen Lichtregime mit 10,6 % signifikant das beste Ergebnis. Jedoch lagen die im Naturlicht ermittelten 11,2 % und die im 8stündigen Kunstlichtregime ermittelten 11,5 % noch in Bereichen, welche durch pathomorphologisch veränderte Spermien keine schlechteren Befruchtungsergebnisse erwarten lassen. Nach SCHLOLAUT (1998) muß erst mit einem Anteil von mehr als 20 % veränderter Spermien mit verminderter Fortpflanzungsfähigkeit gerechnet werden.

Die im Rahmen der vorliegenden Untersuchung ermittelten spermatologischen Parameter (pH - Wert 7,2 - 7,3, Volumen 0,74 - 0,93 ml, Dichte 535 - 651 Mio./ml, Anzahl der Spermien gesamt 405 - 600 Mio., Vorwärtsbeweglichkeit 63 - 66 %, Anteil abnormer Spermien 10,6 - 11,5 %) sind im oberen Normalbereich der in der Literatur angegebenen Variationsbreite anzusiedeln (SCHÜLKE, 1991; BATTAGLANI et al., 1992; FINZI et al., 1992; TACKE et al., 1995; DAL BOSCO, 1996; LOPEZ et al., 1996).

Auch WALTER et al. (1968) kamen zu dem Ergebnis, daß für Rammler eine optimale Tageslichtlänge der gleichbleibend 8stündige Lichttag ist. Hier konnte das Leistungspotential der männlichen Tiere gegenüber längerer Photoperioden voll ausgeschöpft werden.

Der Anteil morphologisch veränderter Spermien lag in den drei Lichtprogrammen zu Beginn der Untersuchung im Bereich von 20 %. Während der Untersuchungszeit nahm dieser Wert in allen drei Lichtregimen nahezu kontinuierlich ab, bis gegen Ende der Untersuchung Werte im Bereich von 10 % in allen drei Lichtprogrammen erreicht wurden. Diese Beobachtung ist auf das relativ geringe Alter der Tiere bei Versuchsbeginn zurückzuführen. Auch der Anstieg der Gesamtzahl der Spermien während der ersten drei Untersuchungsmonate in allen Lichtregimen ist darauf zurückzuführen, daß die Tiere erst die volle sexuelle Reife im Verlauf der Untersuchung erreichten (im Alter von 224 Tage nach MAY und SIMPSON, 1975).

Unter dem Einfluß von Naturlicht nahm die Gesamtzahl der Spermien in den Ejakulaten von März bis September ab. Im Oktober konnte dann wieder ein deutlicher Anstieg der Gesamtzahl der Spermien auf mittlere Werte bis zu 650 Millionen Spermien festgestellt werden. Unter dem Einfluß des 8stündigen Kunstlichtregimes erreichten die Rammler im Juni eine mittlere Gesamtzahl von fast 850 Millionen Spermien. Nach diesem Maximum sanken die Werte wieder geringfügig ab. Unter dem Einfluß des 16stündigen Kunstlichtregimes wurden maximale Werte im September erzielt (650 Millionen).

KUTTNER (1974) zeigte einen saisonalen Einfluß auf die Frischspermaqualität. Besonders die Einzelbewegung und die Vorwärtsbeweglichkeit war jahreszeitlichen Schwankungen unterlegen. Die Veränderungen im Volumen waren in erster Linie auf individuelle Einflüsse der Rammler zurückzuführen. Die anderen Parameter zeigten keinen saisonalen Einfluß.

Die Lebendmasse der Rammler sowie die intra vitam regelmäßig gemessene Hodengröße zeigten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Lichtprogrammen. Bei der Überprüfung des Zusammenhangs zwischen Hodengröße und Lebendmasse der Rammler konnte eine signifikante Beziehung festgestellt werden: Bei einer Veränderung der Lebendmasse um 500 g war mit einer Veränderung der Hodengröße um $0,735 \text{ cm}^3$ zu rechnen. Bei der Überprüfung der Beziehung zwischen Hodengröße und spermatologischen Parametern konnte ein Zusammenhang, wie er von CARSON und AMANN (1972) sowie SCHLOLAUT (1998) beschrieben wurde, nicht nachgewiesen werden. Nur eine positive Beziehung zwischen Hodengröße und Ejakulationsvolumen mit einem Korrelationskoeffizienten von $r = 0,344$ konnte festgestellt werden. Alle anderen Zusammenhänge der geprüften Parameter wiesen ein Bestimmtheitsmaß von weniger als 3 % auf und konnten demzufolge vernachlässigt werden. In guter Übereinstimmung mit den Ergebnissen von THEAU-CLÉMENT et al. (1995) konnte eine Korrelation zwischen Lebendmasse und Hodenmasse der Rammler, nicht aber zwischen Hodenmasse und spermatologischen Parametern nachgewiesen werden.

Die Lebendmasse der Rammler stieg nahezu kontinuierlich von Werten zwischen 4,0 bis 4,1 kg in den Lichtregimen am Untersuchungsanfang auf Lebendmassen im Bereich von 4,4 kg bis 4,7 kg. Dies war bedingt durch die Vollendung des Körperwachstums im Verlauf der Untersuchung. Einer Verfettung der Zuchttiere wurde mit Hilfe der restriktiven Fütterung entgegengewirkt.

Jahreszeitlich bedingte Veränderungen der Hodengröße konnten nur bei den Kaninchenböcken unter dem Einfluß der variablen Tageslichtlänge im Naturlicht beobachtet werden. Die Hodengröße der Tiere aus beiden Kunstlichtprogrammen zeigte keine signifikanten Veränderungen über den Untersuchungszeitraum. Im März stieg bei den Tieren im Naturlicht die Hodengröße an bis sie im April maximale Werte erreichte. Danach konnte ein Absinken der Hodengröße in den Sommermonaten beobachtet werden. Dies steht in Übereinstimmung mit den Untersuchungsergebnissen von BRAMBELL (1944),

DAHLBÄCK und ANDERSSON (1981) sowie BOYD (1985; 1987). Es belegt zugleich den Einfluß der saisonal sich verändernden Naturlichttaglänge auf den morphologischen und physiologischen Status der männlichen Gonaden (BRAMBELL, 1944; KUTTNER, 1974; KUTTNER et al., 1975; DAHLBÄCK und ANDERSSON, 1981; BOYD, 1985, 1987; VIRÁG et al., 1992). Unter intensiven Zucht- und Haltungsbedingungen muß jedoch während des gesamten Jahres eine hohe Fortpflanzungsbereitschaft und -leistung der Vatertiere angestrebt werden. Bei ganzjähriger Nutzung der Rammler im Reproduktionsgeschehen sollten die Tiere daher unter einem Kunstlichtregime mit 8stündiger Tageslichtlänge gehalten werden, da für dieses Lichtprogramm in der vorliegenden Untersuchung die signifikant besten Ergebnisse bei den spermatologischen Parametern erzielt wurden. Dies steht im Widerspruch zu den Ergebnissen von THEAU-CLÉMENT et al. (1995), wonach Kaninchenböcke unter dem Einfluß einer Lichttaglänge von 16 Stunden den Tieren aus dem 8stündigen Kunstlicht in allen Spermaqualitätsmerkmalen überlegen waren. Die quantitativen Spermaparameter waren im ersten Drittel der genannten Untersuchung bei den Tieren mit 16 Stunden Beleuchtungszeit besser, ab der 15. Woche zeigte jedoch die Gruppe mit 8stündiger Lichttaglänge günstigere Ergebnisse. Die Untersuchungen von THEAU-CLÉMENT et al. (1995) erstreckten sich nur über ein halbes Jahr. Die Untersuchungsdauer von einem halben Jahr könnte möglicherweise zu kurz sein, um Aussagen über ein geeignetes Beleuchtungsprogramm für Rammler abzuleiten.

Die Bewertung der verschiedenen Lichtregime unter dem Aspekt der möglichen Beeinflussung spermatologischer Parameter fiel zugunsten der Kaninchen aus dem Kunstlichtprogramm mit 8 Stunden Licht pro Tag aus. Hier waren im Vergleich zu den beiden anderen Lichtprogrammen nahezu alle spermatologischen Parameter signifikant überlegen.

Inwieweit sich die unterschiedlichen Werte spermatologischer Parameter auf die Befruchtungsraten auswirken, ist in weiteren Untersuchungen noch zu überprüfen, da die erhobenen Befunde lediglich eine Information über die Qualität und die Quantität des Spermas geben. Eine definitive Aussage zur Befruchtungsfähigkeit kann nur durch den Befruchtungsnachweis erfolgen, der im Rahmen der vorliegenden Untersuchung nicht möglich war. Aus Gründen der einheitlichen und vergleichbaren Versuchsdurchführung wurden alle Besamungen der Häsinnen mit Mischsperma durchgeführt.

9 Zusammenfassung

Das Ziel der vorliegenden Arbeit war es, den Einfluß von Naturlicht im Vergleich zu zwei Kunstlichtregimen auf die Reproduktionsleistungen weiblicher und männlicher Hauskaninchen zu analysieren. Die Untersuchungen konzentrierten sich auf die Erfassung der Konzeptionsrate sowie der Wurfgröße und Wurfmasse sowohl bei der Geburt als auch beim Absetzen. Weiterhin wurde die Säugeaktivität der Häsinnen analysiert. Zusammenhänge zwischen Wurfgröße, Geburtmasse, Lebendmasseentwicklung und Verlustgeschehen der Jungkaninchen von der Geburt bis zur Schlachtreife in Abhängigkeit von den verschiedenen Lichtregimen wurden analysiert. Bei der Schlachtung der Mastkaninchen am $84. \pm 2$ Lebenstag wurde bei den weiblichen Tieren anhand von Ovarmasse, Uterusmasse und Funktionskörpern auf den Ovarien, bei den männlichen Tieren anhand der Hodengröße und -masse die geschlechtliche Entwicklung unter Berücksichtigung der verschiedenen Lichtprogramme untersucht. Ein weiterer Aspekt war der Einfluß unterschiedlicher Lichtregime auf die Sprungfreudigkeit der Kaninchenböcke beim Absamen und auf die spermatologischen Parameter.

Die Untersuchung wurde an Weißen Neuseeländer Kreuzungen durchgeführt. Die Lichtregime waren durch unterschiedliche Lichttaglängen gekennzeichnet. Das Naturlicht (NL) wurde durch die Variation der Tageslichtlänge im Verlauf des Jahres charakterisiert. Die Kunstlichtregime (KL) zeichneten sich durch eine über den Untersuchungszeitraum gleichbleibende Tageslichtlänge aus. Es kamen Lichttaglängen von 8 Stunden Kunstlicht (KL 8h) und 16 Stunden Kunstlicht pro Tag (KL 16h) bei einer Beleuchtungsstärke von 60 Lux zur Anwendung.

Folgende Aussagen konnten anhand der Untersuchungsergebnisse getroffen werden:

1. Fruchtbarkeitsleistungen weiblicher Kaninchen

- Unter dem Einfluß von NL wurde eine Konzeptionsrate von 65,7 % erreicht. In den beiden Kunstlichtprogrammen lag die mittlere Trächtigkeitsrate mit 67,6 % um 1,9 % über der im NL erreichten Konzeptionsrate. Unter dem Einfluß von KL 8h wurde die höchste Trächtigkeitsrate mit 69,3 % erzielt (KL 16h = 65,9 %).

- Im KL 16h zeigte sich die signifikant höchste Anzahl der gesamt geborenen Jungtiere im Vergleich zu den beiden anderen Lichtregimen (KL 16h = 9,5 Jungtiere/Wurf, Wurfmasse 614 g).
- Auch bei der Anzahl der abgesetzten Jungtiere lag das KL 16h signifikant über den Werten von NL und KL 8h (KL 16h = 8,2 Jungtiere/Wurf, Wurfmasse 5070 g).
- Bei der Bewertung der Lichtprogramme mit Hilfe des Jungtierindex waren die beiden Kunstlichtregime mit im Mittel 579 lebend geborenen und 543 abgesetzten Jungtieren dem NL deutlich überlegen. 55 lebend geborene und 38 abgesetzte Jungtiere pro einhundert besamte Häsinnen konnten mehr erreicht werden.
- Die Besamungsfolge besaß einen signifikanten Einfluß auf die Konzeptionsrate und die Wurfgröße und damit auch auf den Jungtierindex. In allen drei Lichtprogrammen wechselten sich nahezu durchgängig hohe Konzeptionsraten und Wurfgrößen mit deutlich niedrigeren Werten ab.
- Bei Verlängerung der Zwischenwurfzeit von 33 auf 66 Tage stiegen die Leistungen der Häsinnen signifikant an.
- Die Parität hatte einen signifikanten Einfluß auf die Reproduktionsleistung der Häsinnen. Erstgebärende Häsinnen zeigten eine signifikant geringere Leistung in allen untersuchten Parametern gegenüber den multiparen Häsinnen.

2. Säugeaktivität

- Die kontinuierlichen Verhaltensuntersuchungen mittels Infrarot - Videotechnik ergaben im KL 16h eine mittlere Säugehäufigkeit von Mittel 1,14 Saugakten in einem 24 - Stunden - Intervall (KL 8h = 1,41). Die mittlere Dauer eines Saugaktes und die Gesamtsäugedauer lagen im KL 8h signifikant über den Werten, die im KL 16h erreicht wurden.
- Es wurde festgestellt, daß die Säugeaktivität von Kaninchen einem circadianen Rhythmus folgte und der Lichtwechsel von Hell nach Dunkel ein Hauptzeitgeber für das Säugen darstellte. Insbesondere bei dem 16stündigen Kunstlichttag fanden 28,1 % aller Saugakte in der ersten Stunde nach dem Ausschalten des Lichtes statt. Die Ergebnisse belegten, daß die Säugeaktivität der Häsinnen vorwiegend in der Dunkelphase erfolgte.

3. Lebendmasseentwicklung und Verlustgeschehen der Jungkaninchen

- Unter dem Einfluß des KL 8h wiesen die Tiere die geringste mittlere Geburtmasse (63,8 g) auf. Im NL wurde die signifikant höchste Geburtmasse erzielt (67,9 g). Dabei ist zu

bedenken, daß Wurfgrößen - Unterschiede zwischen den Lichtregime - Gruppen bestanden und die Wurfgröße statistisch gesichert die individuelle Körpermasse zur Geburt beeinflusste.

- Im NL besaßen die Jungkaninchen eine um 13 g signifikant höhere mittlere Lebendmasse beim Absetzen (620 g) als die Jungtiere im KL 8h (607 g). Hierbei ist zu berücksichtigen, daß die Geburtsmasse der Kaninchen sowie die Wurfgröße beim Absetzen in allen drei Lichtprogrammen einen signifikanten Einfluß auf die individuelle Absetzmasse der Kaninchen hatten.
- Insgesamt lag die Aufzuchttrate in der Säugeperiode bei 91 %. Die Überlebensrate der Jungtiere stand unter signifikantem Einfluß der Geburtsmasse und der Wurfgröße bei der Geburt.
- In der Zusammenfassung aller 484 geschlachteten Mastkaninchen hatten die Tiere am $84. \pm 2$ Lebenstag eine mittlere Lebendmasse von 2988 g. Zwischen den Lichtregimen konnten keine statistisch gesicherten Unterschiede in der Lebendmasse bei Mastende beobachtet werden.
- Insgesamt lag die Verlustrate in der Zusammenfassung der drei Lichtprogramme über den Zeitraum der Mastperiode bei 8,5 %.

4. *Status der Gonaden zum Zeitpunkt der Schlachtung*

- Die Tiere des KL 16h hatten die signifikant geringste Hodengröße. Die mittleren Hodengrößen der Tiere aus NL und KL 8h waren auf einem gleichen Niveau. Ein ähnliches Bild ergab auch die Untersuchung der Hodenmasse. Die Hodengröße und die Hodenmasse korrelierten signifikant mit der Lebendmasse der Kaninchen.
- Die Ovarmasse zeigte keine signifikanten Unterschiede zwischen den Lichtprogrammen. Die Kaninchen im KL 8h hatten die signifikant niedrigste mittlere Uterusmasse gegenüber den Tieren in den beiden anderen Lichtprogrammen. Die Kaninchen des KL 8h besaßen auf nur 39,7 % der Ovarien angebildete Follikel, Corpora lutea oder Follikel in Regression. In den beiden anderen Lichtprogrammen wiesen über 50 % der Tiere auf den Ovarien fortgeschrittene Entwicklungsstadien der Follikel auf.

5. *Sprungfreudigkeit der Kaninchenböcke und spermatologische Parameter*

- Männliche Kaninchen zeichneten sich unter dem Einfluß von NL gegenüber den Tieren aus den beiden Kunstlichtregimen durch die größte Sprungfreudigkeit aus. Die Zunahme der Tageslichtlänge im Frühjahr bewirkte bei den Tieren im NL einen Anstieg der

Sprungfreudigkeit, die mit abnehmender Tageslichtlänge im Herbst wieder absank. Dies entspricht den Gegebenheiten bei Wildkaninchen, deren Fortpflanzungsverhalten nach verschiedenen Literaturangaben im Frühjahr (mit zunehmender Lichttaglänge) aktiviert und im Herbst (mit abnehmender Lichttaglänge) deaktiviert wird.

- Kaninchenböcke unter dem Einfluß des KL 8h zeigten in nahezu allen untersuchten spermatologischen Parametern die signifikant besten Ergebnisse.
- Zwischen der Lebendmasse der Rammler und der Hodengröße wurde ein signifikanter Zusammenhang beobachtet.
- Ein positiver Zusammenhang der Hodengröße mit den spermatologischen Parametern konnte nur für das Ejakulationsvolumen mit $r = 0,344$ ermittelt werden.
- Deutliche saisonal bedingte Veränderungen konnten bei der Hodengröße der Kaninchenböcke unter dem Einfluß der Variation Tageslichtlänge im NL beobachtet werden. Maximale Werte für die Hödengröße wurden im März und April beobachtet. Nach einer Abnahme der Hodengröße im Sommer begann eine Zunahme der Größe der Hoden im Oktober.

10 Summary

The objective of this work was the examination of the influence of different photoperiods (natural lighting conditions versus two artificial light programmes) on the reproduction performance of female and male rabbits. The investigations were focussed on the observation of the rate of conception, litter size and litter weight at birth and at weaning. In addition the suckling behaviour of rabbit does was observed. The relationship between litter size, individual birth weight, development of live weight and the loss of pups from birth to slaughter were analysed with respect to different photoperiods. Within the slaughter at the age of 84 ± 2 days gonads were prepared for further investigations of the sexual development of the rabbits. In this context female rabbits were characterized by ovarian weight, uterine weight and follicular development. Analogically, male rabbits were characterized by testicular size and testicular weight in dependence on different photoperiods. Another point of view was the influence of different photoperiods on the sexual activity and semen quality of male rabbits.

These investigations were carried out with New Zealand White Crossbreds. The light regimes had different lengths of applied light. The natural light regime (NLR) was characterized by seasonal variation of daylength during the year. The artificial light regimes (ALR) were defined by constant lengths of photoperiods lasting 8 or 16 hours of light each day (8L:16D resp. 16L:8D) with a light intensity of 60 lux.

As a consequence of the results following conclusions could be drawn:

1. Reproduction performance of rabbit does

- Under NLR a rate of conception of 65.7 % was obtained. Within the ALR a mean fertility of 67.6 % was observed. This value was about 1.9 % higher than the one from NLR. The highest rate of conception (69.3 %) was found within 8L:16D (16L:8D = 65.9 %).
- The significantly highest number of total born pups was registered in 16L:8D (average 9.5 pups with a mean litter weight of 614 g).
- The highest litter size of weaned rabbits was found in 16L:8D (8.2 pups with a mean litter weight of 5070 g).

- The pup index was introduced in order to summarize mean rate of conception and mean litter size. This index was defined as the number of alive born pups respectively weaned rabbits per 100 artificially inseminated does. The pup index facilitates the global assessment of the performance of a group of rabbit does.
- ALR showed to be more effective than NLR. Under ALR conditions a more of 55 alive born pups and 38 weaned rabbits per 100 inseminated does were obtained compared with NLR.
- The sequence of artificial insemination showed a significant influence on the rate of conception and the litter size. Nearly without exception high rates of conception and high litter sizes were followed by lower ones.
- The remating interval had a significant influence on the reproduction performance. A prolongation of the remating interval from 33 up to 66 days lead to a significantly higher reproduction performance.
- Primiparous does showed a significantly lower reproduction performance compared with multiparous does.

2. *Suckling behaviour*

- The mean frequency of suckling, analysed by infrared videotechnique, was 1.14 events in 24 hours in 16L:8D (1.41 times in 8L:16D) ($p < 0.05$). The mean duration of suckling and the total suckling period was significantly higher in 8L:16D compared with 16L:8D.
- It was found that the suckling activity was controlled by a circadian rhythm. The light - dark - change is a zeitgeber for nursing behaviour of does. The results provided evidence of a predominant nocturnality of suckling behaviour of the rabbits. Especially under 16L:8D 28.1 % of all sucklings occurred in the first hour after switching off the light.

3. *Development of live weight and pup losses*

- Birth weight of the pups showed a significant difference between the investigated photoperiods. Pups under 8L:16D had the lowest birth weight (63.8 g) and pups under NLR showed the highest birth weight (67.9 g). It has to be noticed that differences in litter size were found between groups and that birth weight is significantly influenced by litter size.
- The weaning weight of the rabbits in NLR (620 g) was about 13 g higher than those in 8D:16L. The average weaning weight of the rabbits in 16L:8D amounted 613 g. It has to

be assessed that the individual weaning weight was significantly influenced by the birth weight and the litter size at weaning in the three groups.

- The survival rate in the suckling period was 91 %. The survival of the young rabbits was significantly influenced by birth weight and litter size at birth.
- A total of 484 rabbits were slaughtered at the age of 84 ± 2 days. They showed an average live weight of 2988 g. There were no differences between the light regimes.
- The total rearing loss from weaning until slaughter amounted to 8.5 % with no differences among the investigated groups.

4. Gonadal development at slaughter

- Male rabbits from 16L:8D showed the significantly lowest testicular size. Similar values for this parameter were observed in NLR and 8L:16D. A resembling relation was found for the testicular weight. Testicular size and testicular weight were significantly correlated with live weight of the rabbits.
- The ovarian weight showed no differences among the light regimes. Among the different photoperiods the lowest uterine weight were observed in 8L:16D. A follicular development (follicles with a size of > 1 mm, corpora lutea, follicles in regression) was only found in 39,7 % of the females in 8L:16D. More than 50 % of the female rabbits in NLR and 16L:8D showed a follicular development.

5. Sexual activity of male rabbits and semen quality

- In NLR the highest sexual activity of male rabbits was found. The increasing length of daylight in spring lead to an increased sexual activity of male rabbits. Analogically, decreasing length of daylight in autumn lead to a decrease in sexual activity. This corresponds with species - specific status in wild rabbit bucks. The sexual behaviour of bucks is activated in spring (increasing daylight) and deactivated in autumn (decreasing daylight) as reported in literature.
- Male rabbits in 8L:16D showed the significantly best results for nearly all investigated semen parameters.
- A significant correlation between live weight and testicular size was detected. With increasing body weight testicular size increased, too.
- A positive relation between testicular size and semen quality could only be determined for ejaculation volumina ($r = 0,344$).

-
- Seasonal fluctuations could only be observed for the testicular size under the influence of the variation of daylength in NLR. Maximum testicular sizes were observed in march and april. After decreasing in the summer the increase of testicular size started in october.

11 Literaturverzeichnis

AFIFI, E. A.; EMARA, M. E. (1990)

Breed group and environmental factors influencing post-weaning daily gain in weight of purebred and crossbred rabbits.

J. Appl. Rabbit Res., 13, 114-118

ALVARINO, J. M. R.; LOPEZ, F. J.; DEL ARCO, J. A.; BUENO, A.; TORRES, R. (1996)

Effect of semen concentration on rabbit artificial insemination with fresh or 24 hours stored semen.

6th World Rabbit Congress, Toulouse 1996, 2, 33-35

ARVEUX, P.; TROISLOUCHES, G. (1994)

Influence d'un programme lumineux discontinu sur la reproduction des lapines.

6^{èmes} Journées de la Recherche Cunicole, La Rochelle, 1, 121-126

ASCHOFF, J. (1957)

Aktivitätsmuster der Tagesperiodik.

Die Naturwissenschaften, 44, 361-367

ASCHOFF, J. (1981)

Lichtwirkungen auf das circadiane System von Säugetieren und Vögeln.

III. Int. Symp.: Wirkung von Licht auf landwirtschaftliche Nutztiere, Leipzig 1981, 22-47

BAHR, J. M.; DIAL, O. K. (1982)

Effect of daylength on reproductive hormones in the domestic rabbit.

J. Appl. Rabbit Res., 5, 6-7

BATTAGLANI, M.; CASTELLINI, C.; LATTAIOLI, P. (1992)

Variability of the main characteristics of rabbit semen.

J. Appl. Rabbit Res., 15, 439-446

BEREPUBO, N. A.; NODU, M. B.; MONSI, A.; AMADI, E. N. (1993)

Reproductive response of prepubertal female rabbit to photoperiod and/or male presence.

World Rabbit Science, 1, 83-87

BIGLER, L. (1986)

Mutter-Kind-Beziehung beim Hauskaninchen.

Lizentiatsarbeit, Universität Bern 1986

BORG, B.; ANDERSSON, M.; MEURLING, P. (1978)

Biology of the wild rabbit, *Oryctolagus cuniculus*, in southern Sweden. III. Histology of the Uterus in non-breeding season.

Acta zool. (Stockh.), 59, 253-260

- BOYD, I. L. (1985)
Effect of photoperiod and melatonin on testis development and regression in Wild European Rabbits (*Oryctolagus cuniculus*).
Biol. Reprod., 33, 21-29
- BOYD, I. L. (1986)
Effect of daylength on the breeding season in male rabbit.
Mam. Rev., 16, 125-130
- BOYD, I. L. (1986)
Photoperiodic regulation of seasonal testicular regression in the wild European rabbit (*Oryctolagus cuniculus*).
J. Reprod. Fert., 77, 463-470
- BOYD, I. L. (1987)
Gonadotrophin secretion and pituitary responsiveness to LHRH in castrated and intact male rabbits exposed to different photoperiods.
J. Reprod. Fert., 79, 627-633
- BRAMBELL, F. W. R. (1944)
The reproduction of wild rabbit *Oryctolagus cuniculus*.
Proc. Zool. Soc. London, 114, 1-45
- BRAUN, R. (1999)
Weltspeise Kaninchen
Max Planck Forschung, 2, 8
- BRETTSCHEIDER, L. H. (1948)
Zit. in: Künstliche Besamung bei Nutztieren. Busch, W.; Löhle, K.; Peter, W. (Hrsg.), Gustav Fischer Verlag, Jena (1991)
- BROCKHAUSEN, P.; PAUFLER, S.; SCHLOLAUT, W. (1979)
Untersuchung zum Einfluß der Wärmebelastung durch das Wollvlies auf Spermaqualitätsparameter, Geschlechtsverhalten und Hodenvolumen beim Angorakaninchen.
Züchtungskunde, 51, 234-248
- BUSCH, W.; LÖHLE, K.; PETER, W. (1991)
Künstliche Besamung bei Nutztieren.
Gustav Fischer Verlag, Jena, Stuttgart 1991
- CARSON, W. S.; AMANN, R. P. (1972)
The male rabbit. VI. Effects of ejaculation and season on testicular size and function.
J. Anim. Sci., 34, 302-309
- CASTELLINI, C. (1996)
Recent advances in rabbit artificial insemination.

Proc. 6th World Rabbit Congress, Toulouse 1996, 2, 13-26

CHEEKE, P. R.; PATTON, N. M.; LUKEFAHR, S. D.; MCNITT, J. I. (1987)
Rabbit Production.

The Interstate Printers & Publishers, Inc.; Danville, Illinois, 6th Edition, 1987

CHIERICATO, G.M.; RIZZI, C.; ROSTELLATO, V. (1993)

Effect of genotype and environmental temperature on the performance of the young meat rabbit.
World Rabbit Science, 1, 119-125

DAHLBÄCK, M.; ANDERSSON, M. (1981)

Biology of the wild rabbit, *Oryctolagus cuniculus*, in southern Sweden. IV. Leydig cell activity and seasonal development of two male accessory organs of reproduction.

Acta zool., 62, 113-120

DAL BOSCO, A.; SCUOTA, S.; CASTELLINI, C.; CENCI, T. (1996)

Study of an artificial vagina to reduce the microbial contamination of rabbit semen.

World Rabbit Science, 4, 201-204

DEPRES, E.; THEAU-CLÉMENT, M.; LORVELEC, O. (1996)

Effect of the genotype, day length, season and physiological stage on the reproductive performance of doe rabbits reared in Guadeloupe (F. W. I.).

World Rabbit Science, 4, 181-185

DORN, F. K. (1981)

Rassekaninchenzucht.

Verlag Neumann, Leipzig

DORST, J. (1991)

Morphologie des Geschlechtssystems. In: Künstliche Besamung bei Nutztieren, Busch, W.; Löhle, K.; Peter, W. (Hrsg), (1991), Gustav Fischer Verlag Jena, Stuttgart

ELLENDORFF, F. (1990)

Neuroendokrinologie induzierter Ovulation beim Kaninchen.

DVG: 7. Arbeitstagung über Haltung und Krankheiten der Kaninchen, Pelztiere und Heimtiere, Celle 1990, 35-39

FERRAZ, J. B. S.; JOHNSON, R. K.; ELER, J. P. (1991)

Breed and environmental effects on reproductive traits of Californian and New Zealand White Rabbits.

J. Appl. Rabbit Res., 14, 172-179

FINZI, A.; MORERA, P.; KUZMINSKY, G. (1992)

Effect of shearing on rabbit bucks performances in hot ambient conditions.

J. Appl. Rabbit Res., 15, 489-494

- FLACH, D.; DZAPO, V.; WAßMUTH, R. (1988)
Jahreszeitliche Abhängigkeit der Reproduktionsleistung des Hauskaninchens.
Zuchthyg., 23, 227-232
- FORTUN-LAMOTHE, L.; PRUNIER, A. (1999)
Effects of lactation, energetic deficit and remating interval on reproductive performance of primiparous rabbit does.
Anim. Reprod. Sci., 55, 289-298
- FORTUN, L.; LEBAS, F. (1994)
Influence of the number of suckling young and the feat level on foetal survival and growth in rabbit does.
Ann. Zootech., 43, 163-171
- GRZIMEK, B. (1979)
Grzimeks Tierleben, Enzyklopädie des Tierreichs.
Deutscher Taschenbuch Verlag, 1979
- HAMMOND, J.; MARSHALL, F. H. A. (1925)
Reproduction in the rabbit.
Ed: Olivier and Boyd, Edinburgh, 1925
- HARRIS, D. J.; CHEEKE, P. R.; PATTON, N. M. (1982)
Effect of diet, light and breeding schedule on rabbit performance.
J. Appl. Rabbit Res., 5, 33-37
- HERRLER, A.; FISCHER, B. (1993)
Reproduktionsbiologie des weiblichen Kaninchens.
DVG: 8. Arbeitstagung über Haltung und Krankheiten der Kaninchen, Pelztiere und Heimtiere, Celle 1993, 52-56
- HOY, ST. (1979)
Der Einfluß von Kunst- und Naturlicht auf den Eintritt der Geschlechtsreife beim weiblichen Schwein.
Diss. Univ. Leipzig, Sektion Tierprod. und Vet. Med.
- HOY, ST.; SCHNURRBUSCH, U.; MEHLHORN, G. (1982)
Einfluß der Lichttaglänge und Lichtintensität auf die Entwicklung der Geschlechtsorgane bei Kunstlicht gehaltener Schweine.
Mh. Vet.-Med., 37, 649-652
- HOY, ST.; SCHNURRBUSCH, U.; MEHLHORN, G. (1982)
Wirkung von Naturlicht und Kunstlicht auf die Entwicklung der Geschlechtsorgane weiblicher Schweine.
Mh. Vet.-Med., 37, 208-212
- HOY, ST. (1997)

Nutzung der Infrarot-Videotechnik für Verhaltensbeobachtungen bei Kaninchen.

DVG: 10. Arbeitstagung über Haltung und Krankheiten der Kaninchen, Pelztier und Heimtiere, Celle 1997

HUDSON, R.; DISTEL, H. (1982)

The pattern of behaviour of rabbit pups in the nest.

Behaviour, 79, 255-271

HUDSON, R.; DISTEL, H. (1989)

Temporal pattern of suckling in rabbit pups: A model of circadian synchrony between mother and young.

Research in Perinatal Medicine, Vol. IX, Development of Circadian Rhythmicity and Photoperiodism in Mammals, Ed: S. M. Reppert, Chap. 5, 83-102

HUDSON, R. (1995)

Chronoendocrinology of reproductive behaviour in the female rabbit (*Oryctolagus cuniculus*).

DVG: 9. Arbeitstagung über Haltung und Krankheiten der Kaninchen, Pelztier und Heimtiere, Celle 1995, 1-11

HUDSON, R.; MÜLLER, A.; KENENDY, G. A. (1995)

Parturition in the rabbit is compromised by daytime nursing: the role of oxytocin.

Biol. Reprod., 53, 519-524

JILGE, B. (1981)

Die Anpassung des circadianen Caecotrophierhythmus des Kaninchens an unterschiedliche Licht-Dunkelprogramme.

DVG: 4. Arbeitstagung über Haltung und Krankheiten der Kaninchen, Pelztier und Heimtiere, Celle 1981, 89-95

JILGE, B.; STÄHLE, H. (1984)

The internal synchronization of five circadian functions in the rabbit.

Chronobiologie International, 1, 195-204

JILGE, B. (1993)

The ontogeny of circadian rhythms in the rabbit.

Journal of Biological Rhythms, 8, 247-260

JILGE, B. (1995)

Ontogeny of the rabbits circadian rhythms without an external zeitgeber.

Physiology & Behavior, 58, 131-140

KAMWANJA, L. A.; HAUSER, E. R. (1983)

The influence of photoperiod on the onset of puberty in the female rabbit.

J. Anim. Sci., 56, 1370-1375

KERMABON, A.-Y.; BELAIR, L.; THEAU-CLÉMENT, M.; SALESSE, R.; DJIANE, J. (1994)

Effect of anoestrus and bromocriptine treatment on the expression of prolactin and LH receptors in the rabbit ovary during lactation.

J. Reprod. Fert., 102, 131-138

KOCH, F. (1977)

Neurohormonale Regelmechanismen der Lichtwirkung auf den tierischen Organismus unter besonderer Berücksichtigung der Pinealdrüse.

II. Int. Symp.: Wirkung von Licht auf landwirtschaftliche Nutztiere, Leipzig 1977, 19-27

KÖTSCHE, W.; GOTTSCHALK, C. (1990)

Krankheiten der Kaninchen und Hasen.

Gustav Fischer Verlag Jena, 1990

KROGMEIER, D.; DZAPO, V. (1991)

Leistungsmerkmale von Kaninchen der Rassen Weiße Neuseeländer, Helle Großsilber sowie deren reziproker Kreuzungen.

Arch. Geflügelk., 55, 158-162

KUDLÁČ, E. (1991)

Regulation der Fortpflanzung beim männlichen und weiblichen Tier. In: Künstliche Besamung bei Nutztieren, Busch, W.; Löhle, K.; Peter, W. (Hrsg), (1991), Gustav Fischer Verlag Jena, Stuttgart

KUTTNER, M. (1974)

Die künstliche Besamung beim Kaninchen unter besonderer Berücksichtigung der Spermaverdünnung und -konservierung.

Diss. Humboldt Univ. Berlin, 1974

KUTTNER, M.; LÖHLE, K.; SCHRAMM, R. (1975)

Untersuchungen über die künstliche Besamung beim Kaninchen unter besonderer Berücksichtigung der Spermaverdünnung und Spermakonservierung.

Arch. Tierzucht, 18, 247-254

LANGE, K.; BRUNN, A.; SCHLOLAUT, W. (1979)

Beobachtungen über die Wurfstärke und Jungtierentwicklung bei postpartaler Insemination.

DVG: 3. Arbeitstagung über Haltung und Krankheiten der Kaninchen, Pelztier und Heimtiere, Celle Juni 1979, 56-67

LANGE, K. (1981)

Vergleichende Untersuchung der Reproduktions- und Mastleistung von zwei Kaninchenpopulationen.

DVG: 4. Arbeitstagung über Haltung und Krankheiten der Kaninchen, Pelztier und Heimtiere, Celle 1981, 54-62

LEFEVRE, B.; MORRET, B. (1978)

Influence d'une modification brutale de l'environnement sur l'apparition de l'oestrus chez la lapine nullipare.

Ann. Biol. Anim. Biochem. Biophys., 18, 695

LENZ, R.; STEFANOW, W. (1978)

Technische Besamung und Wurfsynchronisation beim Kaninchen.
Der praktische Tierarzt, 59, 28-31

LÖHLE, K. (1991)

Künstliche Besamung beim Kaninchen. In: Künstliche Besamung bei Nutztieren, Busch, W.; Löhle, K.; Peter, W. (Hrsg), Gustav Fischer Verlag Jena, Stuttgart

LÖLIGER, H.-C. (1986)

Die Nestphase neugeborener Kaninchen.
DGS, 4, 105-106

LÖSCHER, W.; UNGEMACH, F. R.; KROKER, R. (1994)

Grundlagen der Pharmakotherapie bei Haus- und Nutztieren.
Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg

LOPEZ, J.; ALVARINO, J.M.R.; DEL ARCO, J.A.; BUENO, A.; SANZ, C. (1996)

Effect of male rabbit management on semen production.
6th World Rabbit Congress, Toulouse 1996, 83-86

MADY, M. E.; KHALIFA, R. M.; EL-ALAMY, M. A. (1989)

Effect of light regime and eltrotoxin on the response of female rabbits to coitus.
J. Appl. Rabbit Res., 12, 241-243

MAERTENS, L.; LUZI, F. (1995)

Effect of diluent and storage time of rabbit semen on the fertility of does reared under two different lighting schedules.
World Rabbit Science, 3, 27-34

MARTIN, P.; SCHAUDER, W. (1923)

Lehrbuch der Anatomie der Haustiere, IV. Band. Anatomie des Schweines, des Hundes und der Katze. Anatomie der Impftiere (Kaninchen, Meerschweinchen, Ratte, Maus und Hausvögel).
Schickardt & Ebner, Stuttgart, 1923

MAY, D.; SIMPSON, K. B. (1975)

Reproduction in the rabbit.
Animal Breeding Abstracts, 43, 253-261

MCNITT, J. I. (1992)

Endocrinological approaches for commercial rabbit production.
J. Appl. Rabbit Res., 15, 364-397

MCNITT, J. I.; LUKEFAHR, S. D. (1993)

Breed and environmental effects on postweaning growth of rabbits.

J.Anim. Sci., Suppl., 71, 1996-2005

MEHLHORN, G. (1977)

Die Bedeutung des sichtbaren Lichtes in der Umweltgestaltung der industriemäßigen Tierproduktion.

II. Int. Symp.: Wirkung von Licht auf landwirtschaftliche Nutztiere, Leipzig 1977, 7-18

MEHLHORN, G. (1979)

Wirkung des sichtbaren Lichtes auf die landwirtschaftlichen Nutztiere. In: Mehlhorn, G. (Hrsg.): Lehrbuch Tierhygiene. Gustav Fischer Verlag Jena, 206-216

MEYER, R.; STUBBE, M. (1991)

Untersuchungen an einer Population des Wildkaninchens (*Oryctolagus cuniculus*; Linné, 1758) bei Weissenfels (Sachsen-Anhalt).

Populationsökologie von Kleinsäugerarten, 397-434

MIRABITO, L.; GALLIOT, P.; SOUCHET, C. (1994)

Effet de l'utilisation de la PMSG et de la modification de la Photopériode sur les performances de reproduction de la lapine.

6èmes Journées de la Recherche Cunicole, La Rochelle, 1, 169-178

NELISSEN, M. (1975)

On the diurnal rhythm of activity of *Oryctolagus cuniculus*.

Acta Zool. Pathol. Antverp., 61, 3-18

ORGEBIN-CHRIST, M.C. (1968)

Gonadal and epididymal sperm reserves in the rabbit: Estimation of the daily sperm production.

J. Reprod. Fert., 15, 15-25

PARIGI-BINI, R.; XICCATO, G.; CINETTO, M.; DALLE ZOTTE, A. (1992)

Energy and protein utilization and parturition in rabbit does concurrently pregnant and lactating.

Anim. Prod., 35, 153-162

PARIGI-BINI, R.; XICCATO, G. (1993)

Recherches sur l'interaction reproduction et lactation chez la lapine. Une revue.

World Rabbit Science, 1, 155-161

PAUFLER, S.; VLECK, L. D.; FOOTE, R. H. (1969)

Estimation of testicular size in the live rabbit.

Int. J. Fert., 14, 188-191

PAUFLER, S. (1978)

Anwendungsmöglichkeiten und Grenzen der künstlichen Besamung beim Kaninchen.

Der praktische Tierarzt, 59, 32

PAUFLER, S., SCHLOLAUT, W., LANGE, K. (1979)

Postpartale Insemination beim Kaninchen mit Ovulationsauslösung durch synth. LH-Releaserhormone.

Zuchthyg., 14, 37-42

PETERSEN, J.; BÜSCHER, K.; LAMMERS, H.-J. (1988)

Das Säuge- und Saugverhalten von Kaninchen.

DGS, 30, 864-867

PETERSEN, J. (1998)

Informationsauswahl zur Reproduktion. In: Handbuch zur Kaninchenfleischgewinnung. Hrsg: Petersen, J.; Druck: Oertel + Spörer, Reutlingen.

RAFAY, J. (1992)

Influence of photoperiodic intervals on biochemical and reproduction traits in broiler rabbits populations.

J. Appl. Rabbit Res., 15, 495-498

REBOLLAR, P. G.; UBILLA, E.; RODRIGUEZ, J. M. (1992)

Influence of parturition - insemination intervall on the conception rate in rabbits artificially inseminated with fresh semen.

J. Appl. Rabbit Res., 15, 407-411

SAUERMOST, R. (1991)

Lexikon der Biochemie und Molekularbiologie, Band 1 - 3.

Verlag Herder, Freiburg im Breisgau (1991)

SCHLEY, P. (1985)

Kaninchen.

Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.

SCHLOLAUT, W.; LANGE, K.; PAUFLER, S. (1981)

Untersuchungen über die Reproduktionsleistung des Kaninchens bei natürlicher Variation des Tageslichts und unter dem Einfluß eines Lichtprogramms.

DVG: 4. Arbeitstagung über Haltung und Krankheiten der Kaninchen, Pelztiere und Heimtiere, Celle 1981, 46-53

SCHLOLAUT, W. (1989)

Haltung und Management in der Kaninchenproduktion (I + II).

DGS, 8, 223-227; DGS, 12, 341-343

SCHLOLAUT, W. (1989)

Artificial insemination of rabbits in the Federal Republic of Germany.

J. Appl. Rabbit Res., 12, 171-173

SCHLOLAUT, W. (1998)

Das große Buch vom Kaninchen.

DLG – Verlag Frankfurt am Main

SCHNORR, B. (1989)

Embryologie der Haustiere.

Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart, 1989

SCHNURRBUSCH, U.; HOY, ST.; GUTTE, G.; GRÜTZE, L. (1982)

Der Einfluß extremer Lichttaglängen auf die Entwicklung der Ovarien und Uteri und die Funktion der Epiphysis cerebri immaturer Schweine.

Arch. Exper. Vet. Med., 36, 485-497

SCHÜLKE, B. (1991)

Grundstruktur der Spermienzelle und Biochemie des Spermias. In: Künstliche Besamung bei Nutztieren, Busch, W.; Löhle, K.; Peter, W. (Hrsg), (1991), Gustav Fischer Verlag Jena, Stuttgart

SCHULTE, I.; HOY, S. (1997)

Untersuchungen zum Säuge- und Saugverhalten und zur Mutter - Kind - Beziehung bei Hauskaninchen.

Berl. Münch. Tierärztl. Wschr., 110, 134-138

SCHULTE, I. (1998)

Untersuchungen zum Säuge- und Saugverhalten und zur Mutter - Kind - Beziehung bei Kaninchen der Rasse Weiße Neuseeländer unter Nutzung der Infrarot - Videotechnik.

Diss. Univ. Leipzig, Inst. f. Tierhygiene und Öffentliches Veterinärwesen.

SEITZ, K. (1997)

Untersuchungen zum Säugeverhalten von Hauskaninchen-Zibben sowie zu Milchaufnahme, Lebendmasseentwicklung und Verlustgeschehen der Jungtiere.

Diss. Univ. Gießen, Inst. f. Tierzucht und Haustiergenetik.

SEITZ, K.; HOY, S.; LANGE, K. (1998)

Untersuchungen zum Einfluß verschiedener Faktoren auf das Säugeverhalten bei Hauskaninchen.

Berl. Münch. Tierärztl. Wschr., 111, 48-52

SIMPLICIO, J.B.; CERVERA, C.; BLAS, Y. (1988)

Effect of two different diets and Temperatures on the growth of meat rabbit.

4th World Rabbit Congress, 3, 74-78

SITTMANN, D. B.; ROLLINS, W. C.; SITTMANN, K.; CASADY, R. B. (1964)

Seasonal variation in reproductive traits of New Zealand White rabbits.

J. Reprod. Fert., 8, 29-37

SPEIER, H. (1989)

Über die Wirkung einer doppelten, zeitlich versetzten GnRH-Applikation post partum auf die Anzahl der ovulierten Eizellen und die Wurfgröße beim Kaninchen

Diss. Univ. Gießen, Veterinärmedizin

STAUFFACHER, M. (1992)

Tiergerechte Haltung von Hauskaninchen: Neue Konzepte für die Zucht und Haltung von Labor- und Fleischmastkaninchen.

Dtsch. Tierärztl. Wschr., 99, 1-48

SZENDRÓ, ZS., BIRÓ-NÉMETH, E.; (1990)

Untersuchungen über die Einflußfaktoren bei der Anwendung der künstlichen Besamung; Vorläufige Ergebnisse.

DVG: 7. Arbeitstagung über Haltung und Krankheiten der Kaninchen, Pelztier und Heimtiere, Celle 1990, 56-67

SZENDRÓ, ZS.; BIRÓ-NÉMETH, E.; (1991)

Factors affecting results with artificial insemination of rabbits.

J. Appl. Rabbit Res., 14, 72-76

SZENDRÓ, ZS. (1992)

Effect of litter size at mating on the reproductive performance of does.

J. Appl. Rabbit Res., 15, 538-544

TACKE, S.; GÖTZE, S.; PINGEL, H. (1995)

Einfluß der Häufigkeit der Spermagewinnung auf die Spermaqualität der Rammler.

DVG: 9. Arbeitstagung über Haltung und Krankheiten der Kaninchen, Pelztier und Heimtiere, Celle 1995, 41-49

THEAU-CLÉMENT, M.; POUJARDIEU, B.; BELLEREAUD, J. (1990)

Influence des traitements lumineux, modes de reproduction et états physiologiques sur la productivité de lapines multipares.

5èmes Journées de la Recherche Cunicole, 1990, Paris, France, Tome I, Comm. 7

THEAU-CLÉMENT, M.; ROUSTAN, A. (1992)

A study on relationships between receptivity and lactation in the doe, and their influence on reproductive performance.

J. Appl. Rabbit Res., 15, 412-421

THEAU-CLÉMENT, M.; POUJARDIEU, B. (1994)

Influence of mode of reproduction, receptivity and physiological stage on litter size components in rabbit does.

6èmes Journées de la Recherche Cunicole, La Rochelle, 187-194

THEAU-CLÉMENT, M.; MICHEL, N.; ESPARBIÉ, J.; BOLET, G. (1995)

Effects of artificial photoperiods on sexual behaviour and sperm output in the rabbit.

Animal Science, 60, 143-149

THEAU-CLÉMENT, M.; MICHEL, N.; ESPARBIÉ, J.; BOLET, G. (1995)

Faut-il éclairer les mâles 8h ou 16h par jour?

Cuniculture, 22, 231-236

THEAU-CLÉMENT, M.; CASTELLINI, C.; MAERTENS, L.; BOITI, C. (1998)
Biostimulations applied to rabbit reproduction: Theory and practice.
World Rabbit Science, 6, 179-184

THIBAUT, C.; LEVASSEUR, M.-C. (1991)
La reproduction chez les mammifères et l'homme.
INRA, Paris, 1991

URBANSKI, H. F.; SIMPSON, S. M. (1983)
Photoperiodic suppression of gonadotrophin secretion in castrated male hamsters.
J. Reprod. Fert., 66, 299-303

UZCATEGUI, M. E.; JOHNSTON, N. P. (1990)
Effect of continuous and intermited photoperiods on the reproductive performance and growth of rabbits.
J. Appl. Rabbit Res., 13, 215-219

UZCATEGUI, M. E.; JOHNSTON, N. P. (1992)
The effect of 10, 12, and 14 hour continuous and intermittent photoperiods on the reproductive performance of female rabbits.
J. Appl. Rabbit Res., 15, 553-559

VIRÁG, G.; MÉZES, M.; BERSÉNYI, A. (1992)
Effect of independent factors on semen characteristics in rabbits.
J. Appl. Rabbit Res., 15, 499-501

WÄHNER, M.; ENGELHARDT, S.; SCHNURRBUSCH, U.; GOTTSCHALK, J.; SCHARFE, S.; PFEIFFER, H. (1993)
Beziehungen zwischen dem Fleisch-Fettansatz und den Konzentrationen von 17- β -Östradiol bzw. Progesteron in der Follikelflüssigkeit sowie im Muskel- und Fettgewebe bei weiblichen Schweinen.
Züchtungskunde, 65, 382-393

WÄHNER, M.; SCHNURRBUSCH, U.; ENGELHARDT, S.; GOTTSCHALK, J.; SCHARFE, S.; PFEIFFER, H. (1993)
Zur Konzentration von 17- β -Östradiol und Progesteron in der Follikelflüssigkeit sowie im Muskel- und Fettgewebe bei Schweinen in Abhängigkeit vom Sexualzyklus.
Züchtungskunde, 65, 370-381

WÄHNER, M.; ENGELHARDT, S.; SCHNURRBUSCH, U.; PFEIFFER, H. (1995)
Beziehungen zwischen Kriterien des Fleisch- bzw. Fettansatzes und den 17- β -Östradiol- bzw. Progesteronkonzentrationen in der Follikelflüssigkeit, im Muskel- und Fettgewebe, der Ovulationspotenz sowie der Fruchtbarkeitsleistung von Jungsau.
Arch. Tierz. Dummerdorf, 38, 187-197

- WALTER, M.-R.; MARTINET, L.; MORET, B.; THIBAUT, C. (1968)
Régulation photopériodique de l'activité sexuelle chez le lapin mâle et femelle
Archives d'Anatomie d'Histologie et d'Embryologie, 51, 773-780
- WEITZE, K. F.; MÜLLER, E. (1991)
Prinzipien der Spermauntersuchung. In: Künstliche Besamung bei Nutztieren, Busch, W.; Löhle, K.; Peter, W. (Hrsg), Gustav Fischer Verlag Jena, Stuttgart
- WURTMAN, R. J.; AXELROD, J.; CHU, F. W. (1963)
Melatonin, a pineal substance: Effect on the rat ovary.
Science, 141, 277-278
- XICCATO, G. (1996)
Nutrition of lactating does.
6th World rabbit Congress, Toulouse 1996, 1, 29-47
- XICCATO, G.; BERNARDINI, M.; CASTELLINI, C.; DALLE ZOTTE, A.; QUEAQUE, P. I., TROCINO, A. (1999)
Effect of postweaning feeding on the performance and energy balance of female rabbits at different physiological states.
J. Anim. Sci., 77, 416-426
- YOUNGLAI, E. V.; PANG, S. F.; BROWN, G. M. (1986)
Effects of different photoperiods on circulating levels of melatonin and N-acetylserotonin in the female rabbit.
Acta Endocrinologica, 112, 145-149
- ZIMMERMANN, E.; JAITNER, J.; DEMPFLER, L. (1988)
Relation between litter size (number weaned) and later body weight gain in the New Zealand White rabbit.
4th Congress of the WRSA, Proceedings/Management, Budapest 1988, 209-214
- ZÖLDÁG, L.; SINKOVICS, G., GÁBOR, G.; BOSTEDT, H. (1986)
A nyúl mesterséges termékenyítésével kapcsolatos elhullások csökkentése β -receptorblokkolóval.
Magyar Állatorvosok Lapja, 41, 77-78

Danksagung

Zum Abschluß möchte ich an dieser Stelle allen Danken, die in irgendeiner Form zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. St. Hoy für die Überlassung des Themas und die ständige Unterstützung bei der Durchführung der Arbeit, für seine ständige Diskussionsbereitschaft sowie die wertvollen Anregungen und die kritische, konstruktive und sehr zügige Durchsicht des Manuskripts.

Herrn Prof. Dr. V. Dzapo danke ich für die Übernahme des Zweitreferates.

Der Hessischen Landesanstalt für Tierzucht Neu - Ulrichstein danke ich für die Bereitstellung der Kaninchen und für die Möglichkeit der Durchführung meiner Untersuchungen.

Insbesondere gilt mein Dank Herrn K. Lange und seinen Mitarbeitern für das große Interesse an der Kaninchenhaltung und der ständigen Hilfe bei der praktischen Durchführung meiner Arbeit.

Allen Mitarbeitern des Institutes für Tierzucht und Haustiergenetik, insbesondere der Abteilung Tierhaltung und Haltungsbiologie, möchte ich für die nette und kollegiale Zusammenarbeit danken.

Bei meinen Eltern möchte ich mich ganz herzlich bedanken, daß sie mir ermöglicht haben, das Studium und die anschließende Promotion durchführen zu können. Ihr Interesse an meiner Arbeit war mir ein stetiger Ansporn.

Schließlich möchte ich auch Herrn Dr. Stefan Krügel für das geduldige Verständnis und die seelische Unterstützung während des Studiums und der anschließenden Promotion ganz herzlich danken.