

I. ABHANDLUNGEN

Gestörte Fortpflanzungsfähigkeit des Feldhasen? Notwendigkeit und Schwierigkeit der Unterscheidung zwischen physiologischen, ökologischen und anthropogenen Einflussfaktoren

Von S. BLOTTNER, Berlin

Der allgemeine Rückgang der Hasenpopulationen in Mitteleuropa muß als ein Alarmzeichen gewertet werden und hat schon zu vielen Diskussionen und Spekulationen geführt. Die Ursachenforschung gestaltet sich jedoch außerordentlich schwierig, da die Populationsdichte multifaktoriell geprägt ist, also das Ergebnis eines komplexen Beziehungsgefüges. Zu ihm gehören so verschiedene Einflüsse wie Krankheiten, Prädatoren, Biotopveränderungen, die Intensität der Nutzung von Agrochemikalien in der Landwirtschaft und die allgemeine Umweltbelastung. In Wechselwirkung damit kann auch eine gestörte Fortpflanzungsfähigkeit eine Rolle spielen. Die Beantwortung der Frage, ob ein solcher Verdacht begründet oder unbegründet ist, verlangt die verlässliche Erfassung reproduktionsbiologischer Parameter. Die damit zusammenhängenden allgemeinen Forderungen und Probleme sollen im Folgenden diskutiert werden.

Die für die Entwicklung der Feldhasenpopulationen entscheidende Voraussetzung einer normalen Fortpflanzungsfähigkeit ist selbst wieder eine von vielen Faktoren determinierte physiologische Leistung. Die Zahl fertiler Nachkommen hängt von den folgenden Hauptschritten der Säugetierfortpflanzung ab: postnatales Wachstum und Entwicklung, Pubertät und Start von Oogenese bzw. Spermatogenese, Östrusinduktion, Partnerselektion und Paarung, Befruchtung, Graviditätserkennung, Erhaltung der Gravidität, Geburt und Laktation. Störungen können auf allen Ebenen und den zugrundeliegenden, ineinandergreifenden Regelkreisen der Hypothalamus-Hypophysen-Gonaden-Achse ansetzen.

Zum Nachweis von Veränderungen durch Störungen gibt es inzwischen recht einheitlich diskutierte Ansätze aus der Reproduktionstoxikologie (Übersichten: JAHN und GÜNZEL, 1995; DE CELIS et al., 1996; CREASY, 1997). Die in der Übersicht 1 aufgelisteten Indices der Fruchtbarkeit von Labortieren entsprechen weitgehend den wichtigen „Endpunkten“ reproduktiver Toxizität (JAHN und GÜNZEL, 1995; CHAPIN et al., 1998): Körpergewicht, Organgewicht, Histopathologie, Sexualverhalten u. Fertilität, Trächtigkeitsergebnis.

Übereinstimmend wird gegenwärtig in vielen Publikationen die Prüfung der Gewichte und Histologie der Keimdrüsen als effektivstes Herangehen eingeschätzt. Detaillierte histopathologische Untersuchungen können dabei den Umfang der Veränderungen in Testis oder Ovar auch zelltypspezifisch zuordnen. In der gegenwärtigen reproduktionstoxikologischen Forschung wird hervorgehoben, dass die Keimdrüsen, vor allem die männlichen, als hochproliferative Organe besonders empfindlich gegen Umwelteinflüsse sind und früher Veränderungen erkennen lassen (bei niedrigeren Dosen) als andere Organe.

Die Spermienzahl wird häufig als Parameter bewertet, ist aber kein sehr genaues und reproduzierbares Maß und zeigt signifikante Variationen sowohl zwischen fertilen Individuen als auch zwischen Gewinnungsperioden eines fertilen Donors. Die biologische Signifikanz spermatologischer Parameter bleibt deshalb unsicher und muss in entspre-

Übersicht 1. Indices gestörter Fruchtbarkeit
(modifiziert und ergänzt nach MATTISON et al., 1989)

1. Indices männlicher Fruchtbarkeit

- Störungen des Keimepithels
- Veränderungen der gonadalen Funktion: verringerte Zahl an Spermatozoen (Hoden) bzw. Spermien (Nebenhoden, Ejakulat)
- Abnahme des Prozentsatzes motiler Spermien
- signifikante Veränderungen der Spermienmorphologie
- Gewichtsänderungen der reproduktiven Organe
- veränderte Hormonbildung und -freisetzung (Testosteron, LH, FSH)

2. Indices weiblicher Fruchtbarkeit

- Störung des Östruszyklus bis zur Anovulation
- signifikante Reduktion der Zahl ovarieller Follikel/Oozyten
- veränderte Ovarhistologie mit reduzierten Gelbkörpern oder erhöhter Zahl ovarieller Zysten
- veränderte Uterushistologie
- veränderte Hormonbildung und -freisetzung (Östradiol, Progesteron, LH, FSH)
- Gewichtsänderungen von Ovar und/oder Uterus
- verzögerte Pubertät
- vorzeitige reproduktive Seneszenz
- Störungen der Embryonalentwicklung/Abort
- Störungen der Laktation

chenden Befruchtungsversuchen geprüft werden. Dennoch bieten spermatologische Parameter wichtige Anhaltspunkte, z. B. wenn stark verringerte oder fehlende Spermienproduktion (Azoospermie) oder Immotilität (Asthenozoospermie) vorliegen. Befruchtungsrate, Embryonalentwicklung und Aufzuchtserfolg sind jedoch die entscheidenden Kriterien.

Bei der Suche nach den Ursachen für Störungen der Reproduktionsleistungen von Wildtieren liegt der Verdacht auf einwirkende Umweltschadstoffe nahe. Das folgt aus den gegenwärtig zunehmenden Berichten über die Auswirkungen anthropogener Schadstoffe auf Wildtierpopulationen (COLBORN et al., 1993; BROWN et al., 1996; HOSE und GUILLETTE, 1995; CAMPBELL und HUTCHINSON, 1998 ; VOS et al., 2000).

Viele toxisch wirkende Chemikalien sind in Boden und Wasser zu finden und gelangen so in die Pflanzen und damit in die Nahrungskette von Tier und Mensch. Ihre Zahl ist sehr groß und würde eine lange Liste ergeben. Sowohl chemische Natur als auch Anwendungsgebiet sind dabei sehr unterschiedlich. Zu ihnen gehören Schwermetalle wie Cadmium und Blei, Herbizide, Pestizide und andere Agrochemikalien wie Halmverkürzer (Chlorcholinchlorid), Weichmacher aus Kunststoffen, polychlorierte Biphenyle (PCB), Pharmazeutika und auch ionisierende Strahlung. Eine nach der Wirkung zusammengefasste, besondere Substanzgruppe stellen auf die endokrine Fortpflanzungssteuerung wirkende Fremdstoffe dar („endocrine disrupters“). Sie können an körpereigenen Hormonrezeptoren binden oder in Hormonbiosynthese und -abbau eingreifen. Zu solchen Xenööstrogenen gehören verschiedenste chemische Verbindungen, auch pflanzlicher Herkunft (Phytoöstrogene). Viele Wildtierarten sind biologisch aktiven Konzentrationen solcher Fremdstoffe ausgesetzt. Für Xenööstrogene ist der kausale Zusammenhang mit einer gestörten Fruchtbarkeit und lokalen bzw. regionalen Populationsveränderungen bei verschiedenen Arten von Fischen, Reptilien, Vögeln und Säugetieren sicher nachgewiesen (VOS et al., 2000). Die beobachteten Effekte schließen die Maskulinisierung weiblicher Tiere, Verän-

derungen an den Reproduktionsorganen sowie beeinträchtigte Reproduktions- und Immunfunktionen ein.

Dies gilt allerdings nur für einige exemplarische Fälle. Bei umfangreichen Untersuchungen an Feldhasen in verschiedenen Naturräumen Deutschlands sind bis jetzt keine eindeutigen Hinweise auf toxische Substanzen als Ursache für den Populationsrückgang gefunden worden (MÜLLER, 1996; STUBBE und STUBBE, 1997). Ein entscheidendes Problem besteht aber auch darin, daß Ursache/Wirkungsbeziehungen sehr schwierig zu erfassen sind, da sie eben ganz verschiedene Organisationsebenen und Entwicklungsstadien betreffen und bei verschiedenen Spezies sehr unterschiedliche Grade erreichen können.

Als Konsequenz daraus ergibt sich eine Reihe von Problemen mit notwendigem Klärungsbedarf (siehe auch KIMMEL, 1993; KAVLOK et al., 1996). Sie beinhalten die Fragen wie, wo und wann Störfaktoren ihre Wirkung entfalten (Übersicht 2).

Übersicht 2.
Fragen zum Nachweis von Schadstoffwirkungen

- 1. Ort der Wirkung:**
 - Anreicherung in einzelnen Organen?
 - Keimdrüsen, akzessorische Geschlechtsdrüsen, Milchdrüsen?
 - unmittelbare toxische Wirkung auf Zellen der Gonaden und akzessorischen Geschlechtsdrüsen oder mittelbare auf endokrine/parakrine Regulation?

- 2. Art der Wirkung:**
 - agonistische oder antagonistische Rezeptorbindung?
 - Synthese, Freisetzung, Transport von Hormonen?
 - eindeutige Ursache-Wirkungs-Beziehungen?
 - Dosis-Wirkungs-Relationen?
 - Sexualverhalten oder Keimzellproduktion gestört?
 - Entwicklungstoxizität: embryonale und/oder postnatale Auswirkung? (Tod, Missbildungen, retardiertes Wachstum, funktionelle Defizite)

- 3. Zeit der Wirkung:**
 - Latenzzeiten?
 - Zeitabhängigkeit bei dauerhafter Exposition oder bei Exposition auch nur während besonders kritischer Entwicklungsphase?

Eine große Rolle spielt dabei die Speziespezifität. So ist z. B. die Spermatogenese im Kaninchen ca. 10fach empfindlicher gegen das Toxin Ethylenmonomethyläther als bei Maus und Ratte (BERNDTSON und FOOTE, 1997). Eine weitere Frage ist auch, wie stark der Anteil fertiler Männchen zurückgehen kann, ehe die Zahl trächtiger Weibchen bzw. die Nachkommenzahl abnimmt.

Um jedoch über störend eingreifende Veränderungen etwas sagen zu können, müssen zunächst der Normalzustand und die normale Variabilität der Fortpflanzungsaktivität und -leistung genau bekannt sein. Bei den Wildtieren in unseren Breiten schließt das in der Regel einen Normalverlauf von saisonal determinierten, also jahreszyklischen, physiologischen Veränderungen ein. Das betrifft beim Hasen die Keimzellproduktion, die Wurfgröße oder auch den Zeitpunkt des vom Setztermin zwischen Frühling und Spätsommer abhängigen Erreichens der Geschlechtsreife. Die sexuell aktive Periode reicht vom späten Dezember bis frühen September. Beim Rammler werden in der inaktiven Phase die Hoden stark zurückgebildet und die Keimzellproduktion erreicht den Stand Null. Die Angaben zum

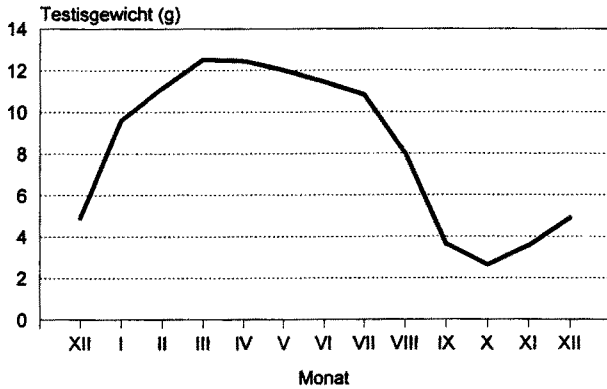


Abb. Jahreszeitlicher Verlauf des Hodengewichtes von Feldhasen als mittlerer Wert nach mehreren Autoren (LINCOLN, 1974; MÖLLER, 1980; ZÖRNER, 1981; CIBEREJ et al., 1991; BLOTTNER et al., 2000)

jahreszeitlichen Verlauf des mittleren Hodengewichtes stimmen bei verschiedenen Autoren sehr gut überein und dieser wird deshalb vereinfacht als mittlerer Wert dargestellt (Abb.).

Untersuchungen der Nebenhoden haben gezeigt, dass in adulten Männchen die Spermatogenese ab Ende November reaktiviert wird und der Prozentsatz von Rammlern mit Spermien in der *cauda epididymidis* von 0 auf über 80 % in der zweiten Januarhälfte ansteigt (BROEKHUIZEN und MAASKAMP, 1981). Die quantitative Charakterisierung der Spermatogenese anhand der Zelltypen im Hoden mittels Durchflusszytometrie ergab zwischen November und Dezember einen scharfen Anstieg des Anteils an Spermatozoen; auch die Testosteronproduktion stieg signifikant (BLOTTNER et al., 2000). Histologisch-morphometrische Daten der Hodentubuli sowie der spermatogenen und steroidogenen Zellen zeigten ergänzend die gleiche saisonale Abhängigkeit (BRODOWSKI et al., 2000). Die Jagdsaison schließt aber gerade den Zeitraum des Überganges von niedrigster zu reaktivierter Spermatogenese ein. Untersuchungen an geschossenen Tieren müssen also sehr streng das entsprechende Zeitfenster berücksichtigen. Die Nichtbeachtung führte beispielsweise zur

Übersicht 3.

Allgemeine Lösungsansätze für Untersuchungen zur Reproduktionsfähigkeit und deren Beeinträchtigung

- Untersuchungen an Kulturen und In-vitro-Systemen von Keimzellen:
Dosis- und Zeitabhängigkeit von Wirkungen verschiedener Substanzen
Wirkung auf Proliferation und/oder programmierten Zelltod?
- In-vitro-Befruchtung nach Behandlung weiblicher und/oder männlicher Tiere:
Befruchtungskompetenz von Oozyten und/oder Spermien verändert? Entwicklungskompetenz früher Embryonalstadien beeinträchtigt?
- Quantitative Bestimmungen von gonadalen Zelltypen (Histologie, Flow cytometry)
- Zwei-Generationen-Reproduktionsstudien:
Einbeziehung der postnatalen Phase einschließlich Laktation, Spätschäden der Entwicklung, Fertilität der Nachkommen?
- Genaue Habitatcharakterisierung:
Vergleich von Habitaten gleicher Struktur mit unterschiedlicher, definierter Belastung (Boden-, Wasser- und Pflanzeninhaltswerte von Schadstoffen)
- Vergleichende Populationsanalysen in Habitaten/Populationen mit Höchst- und Niedrigstwerten für die Nachkommenzahl
- Untersuchungen an lebenden Wildtieren: lebende Foeten, Milchproduktion, Spermaqualität?

falschen Schlussfolgerung einer beeinträchtigten Fruchtbarkeit des Hasen in einer Meldung des WWF, die aber inzwischen korrigiert ist (ESKENS et al., 1999).

Untersuchungen der reproduktiven Fitness und möglicher, schädlicher Einflussfaktoren setzen also sowohl die exakte Kenntnis der Reproduktionsphysiologie als auch die Einhaltung klarer Untersuchungsbedingungen voraus. Verallgemeinerte Lösungsansätze solcher Untersuchungen sind in der Übersicht 3 zusammengestellt. Sie lassen sich nicht alle für Freilandstudien anwenden, sollen aber prinzipielle Gesichtspunkte und Möglichkeiten zeigen.

Die Untersuchung von Wildtierarten verlangt spezielle Herangehensweisen. Eine davon ist die Diagnose des reproduktiven Status von lebenden, anästhesierten Tieren aus definierten Habitaten mittels ultrasonographischer, endokrinologischer und spermatologischer Methoden.

Zusammenfassung

Der kontinuierliche Rückgang von Populationen wie beim Europäischen Feldhasen ist stets ein Alarmzeichen. Einer der Gründe für diesen Rückgang könnte eine verminderte Reproduktionsfähigkeit sein. Der Nachweis dafür ist jedoch sehr schwierig, da die Fruchtbarkeit multifaktoriell determiniert ist. Voraussetzungen für den Beweis von Fruchtbarkeitsstörungen sind exakte Grundlagenkenntnisse der Reproduktionsanatomie und -physiologie, der saisonalen Zuchtperioden und aktueller anthropogener Einflüsse wie beispielsweise Umweltschadstoffe. Die Rammler zeigen von Januar bis Juli eine hohe testikuläre Aktivität, einen Tiefpunkt im September und die Reaktivierung im November/Dezember. Die Vernachlässigung dieser physiologischen Veränderungen führt zu falschen Schlussfolgerungen.

Die Keimdrüsen stellen wegen der spezifischen Prozesse der Meiose und raschen Mitose für Schadstoffe besonders empfindliche Organe dar. Eindeutige Informationen über die Kausalität von Einwirkungsfaktoren sind jedoch nur mit definierten experimentellen Ansätzen oder In-vitro-Befruchtungssystemen zu erhalten. Ergebnisse bei einer Spezies sind dabei nicht unbedingt für andere Arten bzw. unter Freilandbedingungen gültig. Die Beurteilung aktueller Risiken durch Schadstoffbelastungen erfordert die Untersuchung der Akkumulation dieser Substanzen in frei lebenden Tieren. Die meisten verfügbaren Daten stammen von erlegten Tieren. Die Untersuchung von Wildtierarten verlangt spezielle Herangehensweisen. Eine davon ist die Diagnose des reproduktiven Status von lebenden, anästhesierten Tieren aus definierten Habitaten mittels ultrasonographischer, endokrinologischer und spermatologischer Methoden.

Schlüsselwörter: Feldhase, Populationsrückgang, Fruchtbarkeit, Fortpflanzungsstörungen, Umweltschadstoffe

Summary

*Is the reproductive capacity impeded in European brown hares?
The importance of and difficulties in discriminating between physiological, ecological and anthropogenic factors of influence*

The continuous decline in populations such as the European brown hare is always a danger sign. A reduced reproductive capacity might be one of the reasons for this decline. However, it is very difficult to prove, because fecundity is determined by many factors. Prerequisites for evidence of changes are exact basic data on reproductive anatomy and physiology, seasonal breeding periods, and actual anthropogenic influences such as environmental toxicants. Male brown hares show high testicular activity from January to July, a nadir in September and the reactivation in November/December. Ignoring these seasonal changes led to false conclusions. The gonads are organs sensitive to many toxicants, because of the specific processes of meiosis and rapid mitosis. However, unequivocal information about the causality of actions is only possible under defined experimental conditions in laboratory animals or in *in vitro* fertilisation systems. Results from one species are not necessary valid for others nor for free-ranging populations. Recently, the lack of clear causal relationships led to controversial discussions about the action of chemicals such as endocrine disrupters. Evaluation of actual risks by toxicant pollution requires the study of the accumulation of these chemicals in free living animals. Most

available data came from carcasses. In future, progress requires new, advanced approaches. One of them is the diagnosis of the reproductive status in living, anesthetized animals from defined habitats by minimal-invasive methods such as ultrasonographical, endocrinological and spermatological analyses.

Key words: European brown hare, population decline, fecundity, reproductive impairment, environmental pollutants.

Résumé

*Capacité de reproduction perturbée chez le Lièvre?
Nécessité et difficulté de distinguer entre les facteurs physiologiques,
écologiques et anthropogènes*

La réduction continue observée dans les populations du Lièvre d'Europe constitue un signe d'alarme. Une des causes de cette régression pourrait se situer au niveau d'une réduction de la capacité de reproduction. Sa vérification est cependant fort difficile étant donné le déterminisme multi-factoriel de la fertilité. Les préalables d'une démonstration d'une fertilité perturbée sont des connaissances fondamentales exactes relatives à l'anatomie et à la physiologie de la reproduction, aux périodes saisonnières d'élevage des nichées ainsi qu'aux influences anthropogènes actuelles telles que, par exemple, les polluants. Les bouquins montrent une activité testiculaire élevée de janvier à juillet, un creux en septembre et une réactivation en novembre-décembre. Négliger ces variations physiologiques conduit à des conclusions erronées.

En raison des processus spécifiques de la méiose et de la mitose accélérée, les gonades constituent des organes particulièrement sensibles aux effets des polluants. Des informations claires sur les effets de facteurs déterminants ne peuvent cependant être obtenues que par des approches expérimentales définies ou par des systèmes d'insémination *in vitro*. Des résultats obtenus chez une espèce ne sont pas transposables à d'autres, pas plus qu'ils ne s'appliquent à des conditions propres à un milieu naturel. L'appréciation de risques actuels par des charges polluantes nécessite des recherches sur l'accumulation de ces substances dans des animaux évoluant en liberté. La plupart des données disponibles proviennent d'animaux tirés. La recherche sur des animaux sauvages requiert des approches particulières. Une de celles-ci consiste en une diagnose de l'état reproductif d'animaux vivants anesthésiés, issus d'habitats déterminés et ce au moyen de méthodes basées sur l'échographie, sur l'endocrinologie et sur la spermatologie.

Trad. : S. A. DE CROMBRUGGHE

Mots clefs: Lièvre européen (*Lepus europaeus*), régression de population, fertilité, reproduction perturbée, matières polluantes.

Literatur

- BERNDTSON, W. E., FOOTE, R. H., 1997: Disruption of spermatogenesis in rabbits consuming ethylene glycol monomethyl ether. *Reprod Toxicol.* 11, 29–36.
- BLOTTNER, S.; FABER, D.; ROELANTS, H., 2000: Seasonal variation of testicular activity in European brown hare (*Lepus europaeus*). *Acta Theriologica* 45, 385–394.
- BRODOWSKI, A.-K.; JEWGENOW, K.; BLOTTNER, S., 2000: Seasonal changes in morphometric parameters of testis in European brown hare. *Reprod. Dom. Anim.* 35, 23.
- BROEKHUIZEN, S.; MAASKAMP, F., 1981: Annual production of young in European hares (*Lepus europaeus*) in the Netherlands. *J. Zool.* 193, 499–516.
- CAILLOL, M.; MEUNIER, M.; MONDAIN-MONVAL, M.; SIMON, P., 1989: Seasonal variations in testis size, testosterone and LH basal levels, and pituitary response to luteinizing hormone releasing in the brown hare, *Lepus europaeus*. *Can. J. Zool.* 67, 1626–1630.
- BROWN, P.; CHARLTON, A.; CUTHBERT, M.; BARNETT L.; ROSS, L.; GREEN, M.; GILLIES, L.; SHAW, K.; FLETCHER, M., 1996: Identification of pesticide poisoning in wildlife. *J. Chromat. A.* 754, 463–478.
- CAMPBELL, P. M.; HUTCHINSON, T. H., 1998: Wildlife and endocrine disrupters: requirements for hazard identification. *Environ. Toxicol. Chem.* 17, 127–135.
- CHAPIN, R. E.; SLOANE, R. A.; HASEMAN, J. K., 1998: Reproductive endpoints in general toxicity studies: are they predictive? *Reprod. Toxicol.* 12, 489–494.

- CIBEREJ, J.; MUCHA, J.; KACMARIK, J.; CREP, K., 1991: Some factors influencing the reproductive cycle in hares *Lepus europaeus*. In: Global trends in wildlife management. Transactions of the 18th IUGB Congress, Krakow 1987. B. BOBEK, K. PERZANOWSKI AND W. REGELIN, eds. Swiat-Press, Krakow-Warszawa: 189–191.
- COLBORN, T.; SAAL, F. S. V.; SOTO, A. M., 1993: Developmental effects of endocrine-disrupting chemicals in wildlife and humans. *Environ. Health Perspect.* 101, 378–384.
- CREASY, D.M., 1997: Evaluation of testicular toxicity in safety evaluation studies: The appropriate use of spermatogenic staging – Review Article. *Toxicol. Pathol.* 25, 119–131.
- DE CELIS, R.; PEDRON-NUEVO, N.; FERIA-VELASCO, A., 1996: Toxicology of male reproduction in animals and humans. *Arch. Androl.* 37, 201–218.
- ESKENS, U.; KUGEL, B.; BENSINGER, S.; BITSCH, N., 1999: Untersuchungen über mögliche Einflußfaktoren auf die Populationsdichte des Feldhasen. *Z. Jagdwiss.* 45, 60–65.
- HOSE, J. E.; GUILLETTE, L. J., 1995: Defining the role of pollutants in the disruption of reproduction in wildlife. *Environ. Health Perspect.* 103, 87–91.
- JAHN, A. I.; GÜNZEL, P. K. H., 1997: The value of spermatology in male reproductive toxicology: do spermatologic examinations in fertility studies provide new and additional information relevant for safety assessment? *Reprod. Toxicol.* 11, 171–178.
- KAVLOCK, R. J.; DASTON, G. P.; DEROSA, C.; FENNERCRISP, P.; GREY, L. E.; KAATTARI, S. et al., 1996: Research needs for the risk assessment of health and environment effects of endocrine disruptors: A report of the US EPA-sponsored workshop. *Environ. Health Perspect.* 104, Suppl. 4, 715–740.
- KIMMEL, C. A., 1993: Approaches to evaluating reproductive hazards and risks. *Environ. Health Perspect.*, 101, Suppl. 2, 137–143.
- LINCOLN, G. A., 1974: Reproduction and “march madness” in the brown hare, *Lepus europaeus*. *J. Zool.* 174, 1–14.
- LINCOLN, G. A., 1976: Seasonal changes in the pineal gland related to the reproductive cycle in the male hare *Lepus europaeus*. *J. Reprod. Fertil.* 46, 489–491.
- MATTISON, D. R.; WORKING, P. K.; BLAZAK, W. F.; HUGHES, C. L.; KILLINGER, J. M.; OLIVE, D. L.; RAO, K. S., 1989: Criteria for identifying and listing substances known to cause reproductive toxicity. *Reprod. Toxicol.* 4, 163–175.
- MÖLLER, D., 1980: Der Verlauf der Fortpflanzungsaktivität beim Feldhasen (*Lepus europaeus*) im Jahresablauf. *Beiträge Jagd. Wildforsch.* 11, 310–324.
- MÜLLER, P., 1996: Klimawandel, Flächennutzungsdynamik und Prädation als populationssteuernde Faktoren beim Feldhasen. *Schriftenreihe Landesjagdverband Bayern e.V.* 2, 5–24.
- STUBBE, I.; STUBBE W., 1997: Untersuchungen zum Gesundheitsstatus von Hasen (*Lepus europaeus*) in Sachsen-Anhalt. *Beitr. Jagd Wildforsch.* 22, 63–115.
- VOS, J. G.; DYBING, E.; GREIM, H. A.; LADEFOGED, O.; LAMBRE, C.; TARAZONA, J. V.; BRANDT, I.; VETHAAK, A. D., 2000: Health effects of endocrine-disrupting chemicals on wildlife, with special reference to the European situation. *Crit. Rev. Toxicol.* 30, 71–133.
- ZÖRNER, H., 1981: Der Feldhase. Die Neue Brehm Bücherei. Lutherstadt Wittenberg: A. Ziemsen. 1–172.

Anschrift des Verfassers: Dr. S. BLOTTNER, Institut für Zoo- und Wildtierforschung, PF 60 11 03, D-10252 Berlin. E-mail: blottner@izw-berlin.de