

HORST NYENHUIS, Osnabrück

## **Licht und Wärme als Stimulans der Fortpflanzung des Rotfuchses (*Vulpes vulpes* L.) und des Waldiltis (*Mustela putorius* L.)**

Schlagworte/key words: Rotfuchs, Waldiltis, Sonnenschein, Temperatur, Endokrinologie, Nachwuchsproduktion, red fox, polecat, sunshine, temperature, endocrinology, offspring production

### **Einleitung**

Zum Verbreitungsgebiet des Rotfuchses zählt der euroasiatische Raum, selbst an den Küsten Nordafrikas und in Nordamerika fehlt er nicht (STUBBE 1988). Die Heimat des Waldiltis erstreckt sich über ganz Europa, im hohen Norden und einigen Mittelmeerländern wird er nicht angetroffen (HEPTNER et al. 1974). Beide Arten zählen zu den Homoiothermen, die auf die Aufrechterhaltung einer gleichmäßigen Körpertemperatur angewiesen sind.

Während der letzten 20 Jahre vergrößerte der Rotfuchs in vielen Gebieten Deutschlands seine Populationsdichte (NYENHUIS 2003). Die Tollwutimmunsierung mit impfstoffhaltigen Köder ließ die Fuchsstrecke stark ansteigen. Allerdings gibt es Landschaften, in denen der Fuchs von der Tollwut verschont blieb (SPITTLER 1977, JAHN 1999). Die Population des Waldiltis scheint in einigen Bundesländern rückläufig zu sein, jedoch sind seit der siebziger Jahre die Iltisstrecken in vielen Kreisen Nordwestdeutschlands konstant.

Die Fortpflanzungsleistung von Säugetieren kann durch abiotische Faktoren, wie Licht und Temperatur, reduziert oder gesteigert werden. Daher soll in dieser Untersuchung der mathematische Zusammenhang von mehreren im

Wettergeschehen kombinierter Faktoren mit den Jagdstrecken des Rotfuchses und des Waldiltis verglichen werden. Da sich im Freiland nicht herausstellen lässt, welche Wetterfaktoren exakt auf die Schwankungen der Population der beiden Arten einwirken, wird Jagdstreckenmaterial als Indikator für die Abundanz der beiden Raubsäuger über mehrere Jahresdekaden eingesetzt, um mit dieser Methode brauchbare Ergebnisse zu erzielen.

### **Untersuchungsgebiet**

Der Landkreis Borken (Abb. 1) hat eine Jagdfläche von etwa 130 000 Hektar, davon entfallen auf Ackerland 40 200 ha, 45 800 ha auf Grünland und 21 000 ha auf Waldflächen. Es gibt dort 12 000 ha Mischland und 7 000 ha Verkehrsflächen (Statistik 1993). Die leicht gewellte Ebene zählt zum Norddeutschen Tiefland, genau genommen zum westlichen Münsterland. Die Niederungen des Kreises werden von den Flüssen IJssel, Berkel und Dinkel entwässert. Etwa 1 400 ha nimmt die Gewässerfläche ein. Das Klima dort steht deutlich unter atlantischen Einflüssen. Die Jahresniederschläge betragen 700 mm bis 750 mm, die Winter sind mild und das Jahresmittel der Tempera-

turen der letzten 40 Jahre schwankt zwischen 0,3 °C im Januar und 17 °C im Juli. Das ländliche Siedlungsgebiet besteht aus Kleinstädten und ist durch Streusiedlungen und Einzelhöfe unterbrochen. Parkartig durchsetzen Eichen- (*Quercus*), Buchen- (*Fagus*), Kiefernwälder (*Pinus*) und Feldgehölze die Landschaft. Trotz der Abnahmen verschiedener Niederwildarten zeichnet sich der Kreis Borken immer noch durch gute Besatzdichten aus. Das Raubwild wird intensiv bejagt, jedoch erreichte der Rotfuchs wegen der geringen Bewaldung der Landschaft nie eine große Populationsdichte.

## Material und Methode

Seit dem Jagdjahr 1961/62 bis 2000/01 stehen die Jagdstrecken des Rotfuchses und des Waldiltis aus dem Kreis Borken zur Verfügung. Die Wetterstationen Flughafen Münster-Osnabrück und Bocholt lieferten folgende Wetterdaten (ANONYMUS 1961–2000): Sonnenscheinstunden, Temperatur in °C und Niederschlag in mm für die 12 Monate von Januar bis Dezember. Mit diesen Wetterdaten der Jahre 1961 bis 2000 wurde pro Monat und Jahr aus beiden Stationen der Mittelwert ( $\bar{x}$ ) gebildet.

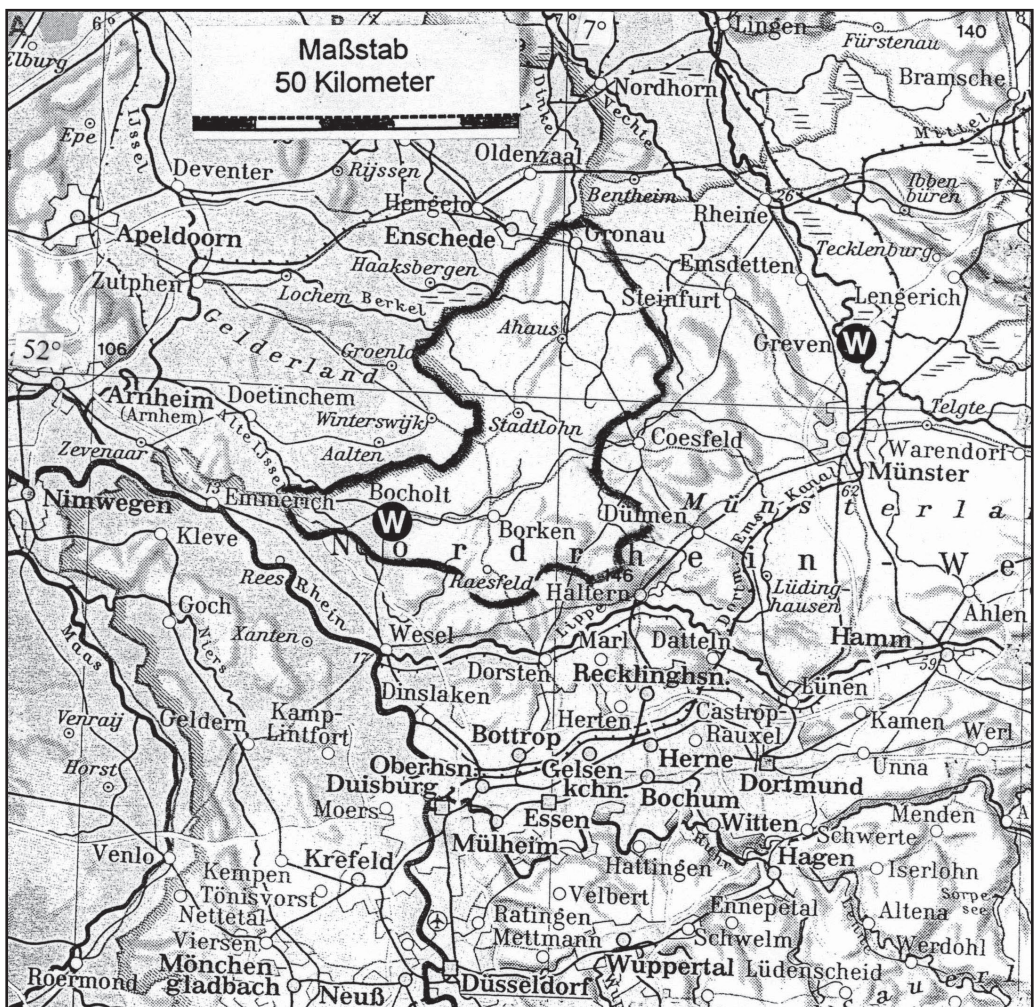


Abb. 1 Das Untersuchungsgebiet, der Landkreis Borken (umrandet) mit den Wetterstationen (W) Bocholt und Greven = Flughafen Münster-Osnabrück (DIERCKE 1974)

Zunächst war eine Varianzanalyse notwendig um zu prüfen, ob die oben angeführten Daten für Rechnungen der Korrelationen ( $r_{xy}$ ) zwischen den Jagdstrecken und den Wetterdaten geeignet sind. Aus den beiden 40-jährigen Streckenkurven und allen 36 Zeitreihen der Witterung wurde der Mittelwert und die Standardabweichung verglichen. Danach wurden alle 38 Zeitreihen miteinander korreliert. Die Signifikanz der Korrelationskoeffizienten wurde einseitig getestet. Um endgültig festzustellen, welche Wetterfaktoren in erster Linie für die Schwankungen der beiden Raubtierstrecken verantwortlich sind, haben wir mit den Streckenkurven der beiden Arten, als abhängige Variablen und unter Benutzung der Wetterkurven je eine lineare, multiple Regression durchgeführt. Ein DURBIN-WATSON Test prüft und beschließt in beiden Fällen die Analyse. Die Leitung des Rechenzentrums der Universität Osnabrück gestattete die Anfer-

tigung der Rechnungen mit Programmen aus: „Statistical package for the social sciences“ (NIE et al. 1975, BACKHAUS et al. 2008).

## Ergebnisse

### Die Jagdstrecken

Seit dem Jagdjahr 1961/62 bis 2000/01 beträgt im Landkreis Borken der Mittelwert ( $\bar{x}$ ) der Fuchsstrecke 982 Stück (Abb. 2). Der niedrigste Wert dieser Zeitreihe mit etwa 400 getöteten Füchsen wurde im Jahre 1964/65 und das Maximum, zwischen 1600 und 1800 Abschüssen und Fängen in 1998/99 erreicht. Wird die Kurve der 40-jährigen Fuchsstrecke mit der Kurve der Jahre korreliert, dann ergibt sich der sehr signifikante Koeffizient von  $r_{yt} = 0,66$ .

In demselben Zeitraum korreliert die Kurve der Iltisstrecke ebenso sehr signifikant mit einem

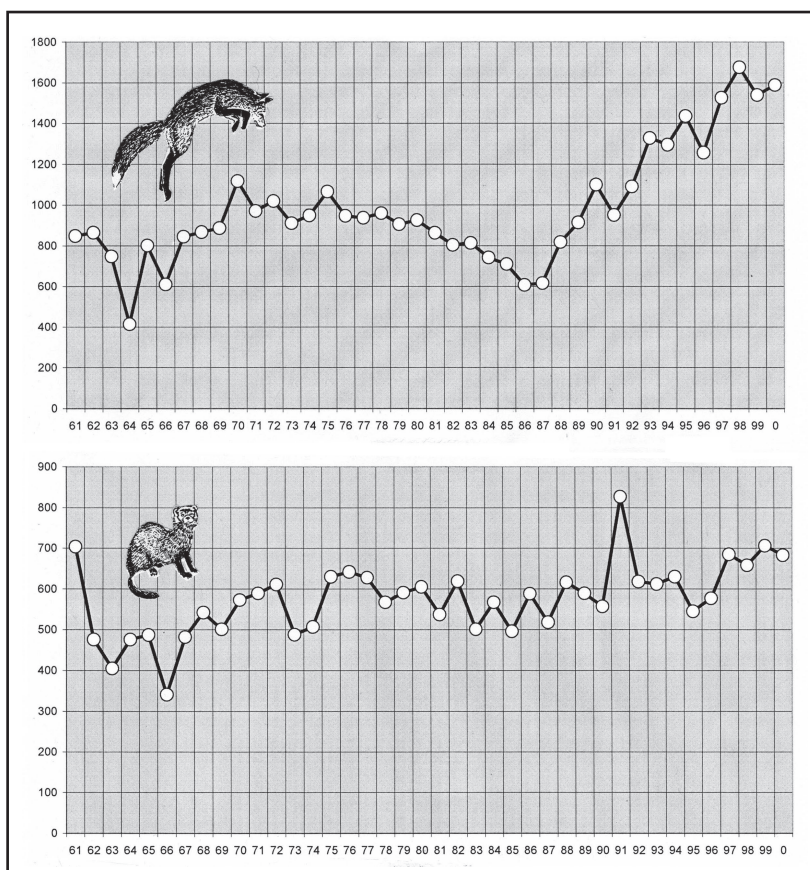


Abb. 2 Kurven der Jagdstrecken des Rotfuchses (oben) und des Waldiltis (unten) im Landkreis Borken der Jagdjahre von 1961/62 bis 2000/01

Koeffizient von  $r_{yt} = 0,55$ . Der 40jährige Streckenmittelwert des Waldtilts beträgt 574 Tiere. Die Kurve der Jagdstrecke beginnt im Jahre 1961/62 mit 700 Fängen dieser Art und hat den höchsten Wert, über 800 Stück, im Jagdjahr 1991/92. Für beide Kurven soll ein Modell der multiplen Regressionsanalyse mit einschlägigen Kurven der Witterung angefertigt werden.

### Das Modell

Als ersten Schritt muss man die Güte des verfügbaren Datenmaterials an Hand der GAUSS'schen Häufigkeitsverteilung prüfen. Alle 40-jährigen Zeitreihen sind normal verteilt, als Beispiel dient die Abbildung 3 mit den Kurven und

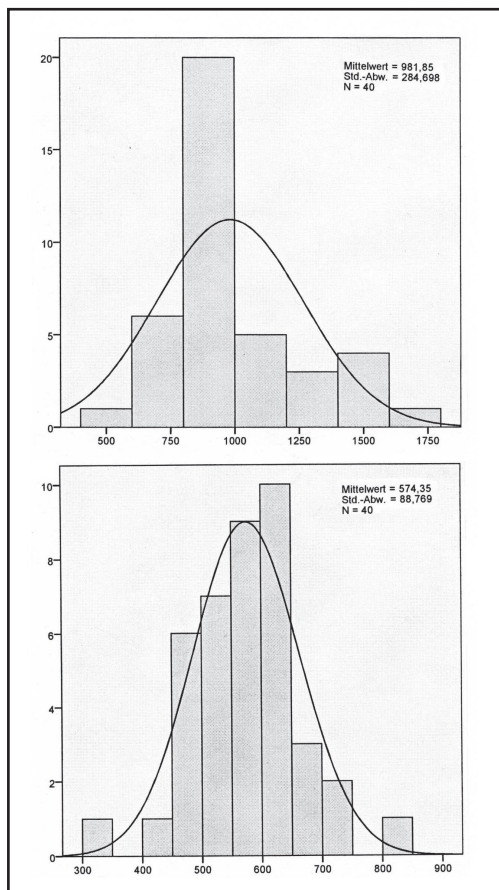


Abb. 3 Histogramme der Häufigkeitsverteilung (Säulen) und GAUSS'sche Kurven der Rotfuchsstrecke (oben) und der Waldtiltsstrecke (unten)

Histogrammen der Jagdstrecken. Die höchsten Werte der Kurven liegen über den Mittelwerten und die Standardabweichung mit 285 Füchsen erscheint sehr günstig, während die Standardabweichung von 89 Iltisen (Abb. 3 unten) auf gutes Gelingen der Analyse hinweist. Nun werden die Kurven der Jagdstrecken (Abb. 2) mit den monatlichen Kurven der Witterung korreliert (Tabelle 1 und 3). Diese empirische Schätzung legt auf der Basis der Korrelationskoeffizienten fest, welche Variablen für das Ursache-Wirkungs-Modell der linearen, multiplen Regression zum Einsatz kommen können.

### Rotfuchs

Die Korrelationen der Rotfuchsstrecke mit den Sonnenscheinstunden (Tabelle 1) zeigen nur im Monat Januar eine signifikante, positive Beziehung mit dem Licht. Ganz anders wirkt der Sonnenschein auf die Schwankungen der Fuchskurve im Februar, der Koeffizient hat ein negatives Vorzeichen und liegt mit  $-0,15$  immerhin oberhalb des Nullbereiches. Diese Situation ruft zunächst Verwunderung hervor. Man muss jedoch wissen, dass die Kurve des Februarsonnenscheins, wenn sie mit der Kurve der 40 Jahre korreliert wird, einen positiven Koeffizienten von  $0,20$  und somit steigende Tendenz, wie die Fuchskurve, aufweist.

Offenbar wirkt die Temperatur in den Monaten Januar, Februar und März günstig auf die Schwankungen der Fuchspopulation ein, die Koeffizienten sind signifikant und positiv.

Die gleiche Korrelation mit dem Wärmeeinfluss wird noch einmal für den Monat August vorgestellt.

Niederschläge im Februar, die auch als Schnee fallen können, stellen das Gegenteil zu den Sonnenscheinstunden dar, sie korrelieren mit einem positiven Vorzeichen. Signifikante, positive Koeffizienten der Beziehungen mit der Fuchsstrecke rechnete der Computer für die Monate September und Oktober.

Alle oben angeführten Variablen wurden für ein Modell der multiplen Regression ausgewählt (Tabelle 2). Mit der Prozedur „schrittweise“ wurde immer jede Variable ausgeschlossen, deren Signifikanz nicht ausreichte und deren BETA-Wert, der standardisierte Koeffizient,

*Tabelle 1 Korrelationen der Rotfuchsstrecken mit den Kurven der monatlichen Witterung (40 Jahre). Koeffizienten =  $r_{xy}$ , signifikant =  $P < 0,05$  fett.*

| Rotfuchs  | Sonnenscheinstunden |      | Temperatur °C |      | Niederschlag mm |      |
|-----------|---------------------|------|---------------|------|-----------------|------|
|           | $r_{xy}$            | P    | $r_{xy}$      | P    | $r_{xy}$        | P    |
| Januar    | <b>0,29</b>         | 0,04 | <b>0,30</b>   | 0,03 | -0,09           | 0,28 |
| Februar   | -0,15               | 0,19 | <b>0,35</b>   | 0,01 | 0,19            | 0,12 |
| März      | 0,05                | 0,38 | <b>0,36</b>   | 0,01 | -0,01           | 0,48 |
| April     | -0,02               | 0,46 | 0,13          | 0,21 | 0,01            | 0,48 |
| Mai       | 0,03                | 0,44 | 0,22          | 0,08 | -0,05           | 0,38 |
| Juni      | 0,07                | 0,35 | 0,05          | 0,38 | 0,05            | 0,37 |
| Juli      | -0,03               | 0,43 | 0,13          | 0,21 | 0,17            | 0,15 |
| August    | 0,13                | 0,22 | <b>0,32</b>   | 0,02 | -0,07           | 0,33 |
| September | -0,02               | 0,45 | 0,10          | 0,27 | <b>0,27</b>     | 0,04 |
| Oktober   | -0,11               | 0,24 | -0,10         | 0,28 | 0,19            | 0,12 |
| November  | 0,14                | 0,19 | -0,03         | 0,44 | -0,22           | 0,09 |
| Dezember  | 0,13                | 0,22 | 0,05          | 0,37 | -0,13           | 0,21 |

*Tabelle 2 Modell: Multiple Regression mit der Kurve der Rotfuchsstrecken und einschlägigen Variablen der Witterung. SoStd. = Sonnenscheinstunden, T °C = Temperatur, mm = Niederschlag*

| Modell<br>Rotfuchs | Standard-<br>fehler | Standardisierte Koeffizienten<br><b>BETA</b> | T     | Signifikanz |
|--------------------|---------------------|----------------------------------------------|-------|-------------|
| (Konstante)        | 561,26              |                                              | -1,00 | 0,32        |
| SoStd. Januar      | 2,06                | 0,29                                         | 2,13  | 0,04        |
| SoStd. Februar     | 1,91                | -0,23                                        | -1,58 | 0,12        |
| T °C März          | 20,90               | 0,37                                         | 2,54  | 0,02        |
| T °C August        | 31,12               | 0,31                                         | 2,15  | 0,04        |
| mm Juli            | 1,24                | 0,21                                         | 1,43  | 0,16        |

| Modell         | Korrelation | Partiell | Teil  | Toleranz |
|----------------|-------------|----------|-------|----------|
| SoStd. Januar  | 0,29        | 0,34     | 0,29  | 0,99     |
| SoStd. Februar | -0,15       | -0,26    | -0,21 | 0,86     |
| T °C März      | 0,36        | 0,40     | 0,34  | 0,92     |
| T °C August    | 0,32        | 0,35     | 0,29  | 0,91     |
| mm Juli        | 0,17        | 0,24     | 0,19  | 0,87     |

$R = 0,61$ ;  $R^2 = 0,37$ ; DURBIN-WATSON Statistik = 1,06;  $F = 4,12$ ; Signifikanz = 0,005

sich für den sachlogischen Inhalt des Modells ungeeignet zeigte. Die Tabelle 2 zeichnet letztlich die signifikante, positive Beziehung mit dem Licht im Januar, gefolgt von der negativen Einwirkung desselben Faktors im Monat Februar. Die Temperaturen im März und August wirken positiv auf die Streckenhöhe des Räubers und der Niederschlag im Juli kann wohl indirekt günstigen Einfluss auf das Gedeihen der Füchse haben. Die partiellen und teilweisen Korrelationen bestätigen die Aussagen der BETA-Werte, genauso wie die hochgesteckten Toleranzen.

Das multiple „R“ der Regression ist nicht allzu hoch, jedoch verrät die Signifikanz mit 0,005 und der F-Wert eine sehr niedrige Irrtumswahrscheinlichkeit. Am Schluss erfolgte die Prüfung der Residuen aus dem DURBIN-WATSON Test als deutliches Indiz, dass die Prämissen des Modells nicht verletzt sind.

Waldtiltis

Eindeutig hat der Verlauf der Sonnenscheinstunden, die monatlichen Werte, nur in den Wintermonaten einen nennenswerten positiven Einfluss auf die 40-jährige Streckenkurve des

Waldtiltis (Tabelle 3). Der Korrelationskoeffizient des Monats Januar tritt signifikant hervor. Der Temperaturverlauf in den Wintermonaten von Dezember bis März deutet darauf hin, dass der Faktor Wärme die entscheidenden Größen in der Tabelle 3 darstellt. Offensichtlich erweist sich die positive Korrelation Iltisstrecke: Temperatur im Monat März hoch signifikant. Der positive Trend dieser Temperaturkurve wird zusätzlich einen Erklärungsbeitrag zu den Schwankungen der Iltisstrecke leisten. Die Temperatur in den Monaten August und September ruft nochmals signifikante, positive Beziehungen hervor.

In der Spalte der Koeffizienten, die den Einfluss der Niederschläge nachweisen, bleiben alle Werte fast im Nullbereich zwischen -0,13 und 0,11. Wahrscheinlich zieht der Waldtiltis aus Niederschläge wenig Nutzen und nimmt auch kaum Schaden wenn es regnet.

Die abhängige Variable Waldtiltisstrecke und die Einbeziehung von fünf unabhängigen Wettervariablen, die wie oben beschrieben durch Iteration heraus gestellt wurden, bilden das Modell der Regressionsanalyse (Tabelle 4). Ausschlag gebend sind die standardisierten Koeffizienten BETA, bei denen ganz sicher die signifikant, positive Beziehung mit dem Tem-

Tabelle 3 Korrelationen der Waldtiltisstrecken mit den Kurven der monatlichen Witterung (40 Jahre). Koeffizienten =  $r_{xy}$ , signifikant =  $P < 0,05$  fett

| Waldtiltis | Sonnenscheinstunden |      | Temperatur °C |      | Niederschlag mm |      |
|------------|---------------------|------|---------------|------|-----------------|------|
|            | $r_{xy}$            | P    | $r_{xy}$      | P    | $r_{xy}$        | P    |
| Januar     | <b>0,27</b>         | 0,05 | <b>0,29</b>   | 0,03 | 0,11            | 0,25 |
| Februar    | 0,14                | 0,20 | 0,19          | 0,12 | -0,08           | 0,32 |
| März       | 0,09                | 0,28 | <b>0,44</b>   | 0,00 | -0,06           | 0,35 |
| April      | 0,13                | 0,21 | 0,01          | 0,48 | -0,12           | 0,22 |
| Mai        | 0,09                | 0,28 | 0,06          | 0,36 | -0,11           | 0,25 |
| Juni       | -0,13               | 0,21 | -0,12         | 0,24 | 0,01            | 0,47 |
| Juli       | 0,07                | 0,34 | 0,21          | 0,10 | 0,05            | 0,37 |
| August     | 0,16                | 0,16 | <b>0,32</b>   | 0,02 | -0,13           | 0,21 |
| September  | 0,09                | 0,29 | <b>0,28</b>   | 0,04 | 0,08            | 0,32 |
| Oktober    | 0,00                | 0,49 | -0,06         | 0,35 | 0,10            | 0,27 |
| November   | 0,11                | 0,26 | 0,12          | 0,23 | -0,05           | 0,39 |
| Dezember   | 0,17                | 0,15 | 0,26          | 0,06 | -0,09           | 0,29 |

peraturverlauf im Monat März an erster Stelle liegt. Darauf folgt der günstige Einfluss der Sonnenscheinstunden im Januar. Die Temperatur hat generell maßgeblichen Einfluss auf die Schwankungen und den Aufwärtstrend der Iltisstrecke. Eine Ausnahme in diesem Modell bildet der ungünstig erscheinende Zusammenhang mit der Temperatur im Juni; der Standardfehler ist zu hoch und die Signifikanz kann man nicht ohne Bedenken hinnehmen.

Wird diese Variable aus der Skala der Faktoren entfernt, dann ist der Standardfehler der Konstante zu hoch.

Die Toleranzwerte des Modells sind hoch genug und ziemlich ausgeglichen, ebenso wird der R-Wert durch die hohe Signifikanz von 0,007 gut abgesichert. Auch die T-Werte und die partiellen Korrelationen sichern in ihrer Eigenschaft beste Übereinstimmungen mit den standardisierten Koeffizienten BETA. Ein DURBIN-WATSON Test prüfte die Aufeinanderfolge der Beobachtungswerte mit den Residuen und bestätigt, dass keine Autokorrelation vorliegt.

## Diskussion

Die maßgebliche Fortpflanzungsleistung bei Säugetieren beruht auf dem Einfluss eines Hormons oder einer Kombination von Hormonen, die stimuliert durch äußere Faktoren die Kopulation auslösen. Diese innere Sekretion von Hormonen steuert durch Drüsen entfernte Organe oder periphere endokrine Drüsen und deren Störungen (MARISCHLER 2007).

Das Pinealorgan (Epiphyse) ist ein Teil des Gehirns, eine vom optischen System regulierte Drüse. Die Epiphyse empfängt Informationen von den Augen und reagiert über das optische Chiasma auf den Hell-Dunkel-Wechsel. Im Pinealorgan wird im wesentlichen das Hormon Melatonin synthetisiert und sezerniert. Melatonin steuert photoperiodisch bei Säugern die Fortpflanzungszyklen (SPINDLER 1997). Zum endokrinen System zählt außerdem die Hypophyse und der Hypothalamus die ebenso Teile des Gehirns sind und durch verschiedene Hormone nahezu alle Funktionen des Körpers, dazu

Tabelle 4 Modell: Multiple Regression mit der Kurve der Waldiltisstrecken und einschlägigen Variablen der Witterung. SoStd. = Sonnenscheinstunden, T °C = Temperatur

| Modell<br>Waldiltis | Standard-<br>fehler | Standardisierte Koeffizienten<br>BETA | T     | Signifikanz |
|---------------------|---------------------|---------------------------------------|-------|-------------|
| (Konstante)         | 255,63              |                                       | 1,16  | 0,26        |
| T °C März           | 14,64               | 0,32                                  | 2,17  | 0,04        |
| T °C August         | 16,04               | 0,24                                  | 1,64  | 0,11        |
| T °C Dezember       | 8,67                | 0,22                                  | 1,47  | 0,15        |
| SoStd. Januar       | 1,39                | 0,30                                  | 2,07  | 0,05        |
| T °C Juni           | -8,08               | -0,11                                 | -0,75 | 0,46        |

| Modell        | Korrelation | Partiell | Teil  | Toleranz |
|---------------|-------------|----------|-------|----------|
| T °C März     | 0,44        | 0,35     | 0,30  | 0,88     |
| T °C August   | 0,32        | 0,27     | 0,23  | 0,92     |
| T °C Dezember | 0,26        | 0,25     | 0,20  | 0,86     |
| SoStd. Januar | 0,27        | 0,33     | 0,28  | 0,92     |
| T °C Juni     | -0,12       | -0,13    | -0,10 | 0,96     |

R = 0,60; R<sup>2</sup> = 0,36; DURBIN-WATSON Statistik = 1,41; F = 3,85; Signifikanz = 0,007

gehört auch die Fortpflanzung, regulieren (KECK et al. 1997, MARISCHLER 2007).

Licht kann die Produktion der Nachkommen des Rotfuchses fördern oder hemmen. Obgleich REINBOTH (1980) die Ranzdauer des Fuchses mit 90 Tagen angibt, wird im untersuchten Kreis Borken sowie in Ostdeutschland die Hauptranz zwischen Anfang Januar und Mitte Februar liegen (STUBBE 1988).

HALTENORTH & ROTH (1968) teilen die Paarungsbereitschaft der Fuchswelchen in eine zehntägige Vorranz mit dem folgenden zwei- bis dreitägigen Östrus ein. Die Autoren nehmen an, dass eine Bedeckung am Anfang des Östrus eine höhere Nachwuchsrate haben soll.

Zwei bis drei Tage nach der Bedeckung erfolgt die Ovulation. Das Fortpflanzungsgeschehen wurde von PITZSCHKE (1972) an ostdeutschen Füchsen analysiert. Erfolgt der Bedeckungszeitraum früh, innerhalb von zwei bis drei Wochen, so ist ein größerer Wurf zu erwarten. Kommt es später zur Kopulation, spricht er wegen des embryonalen Fruchttodes von einer geringeren Wurfgröße.

In der vorliegenden Analyse korreliert die Sonnenscheindauer mit der Fuchsstrecke im Januar positiv, im Februar hingegen stellt sich ein negatives Ergebnis ein. NYENHUIS (2001) untersuchte in einem größeren Gebiet einschließlich der Stadt Münster die Beziehung Rotfuchs: Witterung. Er fand ähnliche Ergebnisse mit größerer Signifikanz, wobei allerdings in dieser Untersuchung der signifikante, positive Einfluss der Wintertemperatur mehr zum tragen kommt. Vielleicht hat die Temperatur als Außenfaktor während der Ranz kausale Folgen, die Beutetiere des Fuchses verlassen ihre Unterkünfte und die Räuber finden mehr Nahrung. Diese Verbesserung der Kondition führt ganz sicher zu größerer Aktivität und die Weibchen werden eher und gleichzeitig östrisch. Von Zeit zu Zeit und Ort zu Ort können Fuchsfähen ohne Nachwuchs bleiben. In der einschlägigen Literatur wird auf die Rate güster Fähen hingewiesen (LLOYD 1968, PITZSCHKE 1972, STUBBE 1988). Eine verspätete Ranzzeit, mit der Folge einer geringeren Nachwuchsrate, kann wohl auf witterungsbedingte Einflüsse zurückgehen.

Die Tragzeit der Fuchswelchen dauert 51 bis 53 Tage (LABHARDT 1990) und wenn in der ersten Januarhälfte die Kopulation stattfindet,

werden die Welpen wie in Frankreich (ARTOIS et al. 1982) in der ersten Märzhälfte geboren. Offenbar zeigen die Korrelationen mit der Temperatur im Monat März die höchsten positiven Werte, was vermuten lässt, dass gerade geborene Welpen empfindlich auf niedrige Temperatur reagieren. Nach BAKER et al. (2000) endet in England die Nahrungsabhängigkeit der Jungfuchse von der Mutter am Ende des Monats Juni. Wenn dann im August die Welpen versuchen, selbständig ihre Nahrung zu finden, ist der Temperatureinfluss nicht zu unterschätzen. Im Juli und September kann der Niederschlag die Beute der Füchse sehr stark beeinflussen, weil durch Nässe geschwächte junge Tiere leicht zu reißen sind, mit positivem Erfolg für auf die Entwicklung der Räuber.

Beim Waldiltis spielt die Sonne nur im Januar eine Rolle als Wärmequelle. Der bedeutendste Witterungsfaktor für diese Art ist im Kreis Borken die Temperatur im Monat März. Als Ranzzeit des Iltis wird von STUBBE (1988) Anfang bis Ende März angegeben.

Die Fortpflanzung als Aktivitätsform kann von bestimmtem Temperaturen stimuliert werden, sie findet nur innerhalb determinierter Witterungsfaktoren statt und wird in diesen Grenzen durch höhere Temperaturen gefördert (SCHWERTFEGGER 1978). In der nordwestlichen Sowjetunion verfolgten DANILOV & RUSAKOV (1969) die Welpenverteilung in über 200 Iltiswürfen. Die häufigste Jungenzahl lag dort zwischen 3 und 8 Tieren. Ist es möglich, dass unter höherer Temperatur bei der Ovulation der Fähe mehr Eizellen in den Uterus gelangen?

Hängt vielleicht eine größere Spermienproduktion des Rüden von der vermehrten Aktivität der Beutetiere des Iltis ab, wenn Wärme in größerer Konzentration vorhanden ist?

In einer vorläufigen Analyse über Iltisstrecken und Wetter fand NYENHUIS (2000) die Temperatur im Monat März als den einflussreichsten Regressionskoeffizienten. Wird die Iltisstrecke des Münsterlandes seit dem Beginn der Bejagung im Jahre 1951/52 bis 1987/88 mit den Wetterfaktoren der vorliegenden Untersuchung korreliert, tritt ebenfalls die Temperatur im Monat März als Besatz fördernder Faktor deutlich auf (NYENHUIS 1998).

Schon im Alter von zwei Monaten versuchen die jungen Iltisse ihre Beute selbst zu fangen

(WOLSAN 1993). Mithin ist es nicht verwunderlich, wenn die Temperatur im August und September positiv auf die Aktivität der Beutetiere und gleichzeitig indirekt den Iltisbesatz steigend einwirkt.

## Schlussfeststellung

Das Analyseverfahren der Korrelation und Regression beschreibt die Kausalbeziehungen zwischen den Jagdstrecken des Rotfuchses und des Waldiltis als abhängige Variablen und den unabhängigen Wettereinflüssen. Wie bei vielen Problemstellungen liegen in beiden Fällen keine monokausalen Beziehungen vor, sondern die abhängigen Variablen werden durch mehrere Größen beeinflusst. Zu diesem Grundgedanken bietet sich folgendes Beispiel an: Die Jäger sind mit der Zahl der Rotfuchsstrecke nicht zufrieden, sie halten die jagdlichen Entnahmen aus der Rotfuchspopulation für zu niedrig. Es gibt zu viele Füchse, so dass der Schaden am Nutzwild zu hoch ist. Sie möchten erforschen von welchen unbeeinflussbaren Faktoren im wesentlichen die Reproduktion der Räuber abhängt. Diese Untersuchung mit Hilfe des SPSS-Programmes gibt nun Antwort auf die Fragen, ob und in welcher Jahreszeit sich verschiedene Einflussgrößen des Wetters auf die Jagdstrecken, mithin auf die Population der Räuber auswirken. Aus den vorliegenden Ergebnissen darf jedoch nicht die Folgerung abgeleitet werden, dass Rotfuchs und Waldiltis ausreichend vom Wetter reguliert würden. Der Besatz beider Wildarten ist nicht gefährdet und ist nach wie vor Aufgabe des Jägers, Ausgleich zu schaffen zwischen Raubwild und Niederwild.

## Zusammenfassung

Von 1961/62 bis 2000/01 wurde für die Schwankungen der Rotfuchs- und Waldiltisstrecken des Kreises Borken (Abb. 1) der Einfluss des Wetters untersucht. Beide 40jährigen Streckenkurven (Abb. 2) konnten mit den Zeitreihen der Sonnenscheinstunden, der Temperatur in °C und dem Niederschlag in mm der 12 Monate, von Januar bis Dezember, korreliert werden. In der Tabelle 1 zeigt der Korrelationskoeffizient

( $r_{xy}$ ) der Sonnenscheinstunden im Januar eine signifikante, positive Beziehung zur Endokrinologie der zunehmenden Füchse, hingegen korreliert der Sonnenschein im Februar negativ mit der Kurve des Räubers. Die Temperatur beschreibt im Januar, Februar und März signifikante, positive Einflüsse und ebenso profitiert der Fuchs im August von höheren Temperaturen. Nur im September scheint der Niederschlag eine günstige Beziehung zur Zunahme dieser Art zu haben.

Die Bilanz der Waldiltisstrecke zeigt mit dem mathematischen Zusammenhang Strecke: Temperatur sehr signifikant und positiv das höchste Ergebnis dieser Untersuchung im Monat März (Tabelle 3). Es ist davon auszugehen, dass in diesem Monat die Wärme die Fortpflanzungsleistung der Tiere stimuliert. Signifikant und positiv korreliert dieser Wetterfaktor mit dem zunehmenden Iltis im Januar, August und September. Offenbar werden die Schwankungen der Iltisstrecke durch den Sonnenschein im Januar begünstigt. Auf der Grundlage der hier beschriebenen Korrelationen konnten zwei Modelle der schrittweisen, multiplen Regression angefertigt werden. Darin wurde die Gültigkeit des Einflusses der durch Iteration heraus kristallisierten Wetterfaktoren geprüft und bestätigt. Als letzter Schritt der Modelle leistete ein DURBIN-WATSON Test gute Dienste (Tabelle 2 und 4).

## Summary

### Light and temperature as stimulant for the reproduction of the red fox (*Vulpes vulpes* L.) and the polecat (*Mustela putorius* L.)

During the hunting seasons from 1961/62 to 2000/01, the oscillation of the red fox and the polecat hunting bags in the district Borken (fig. 1) was analysed with regards to the influence of weather conditions. The two 40year time-rows (fig. 2) could be correlated with time-files of sunshine hours, the temperature in °C and the precipitation in mm for the 12 months from January to December (table 1 and 3). The Pearson correlations ( $r_{xy}$ ) indicated that the sunlight in January is associated with the increasing fox population, whereas the sun-

light is negatively correlated with the fox bag in February. In January, the increasing sunshine hours have a beneficial effect on the epiphysis of the vixen and regulate the secretory activa of the gonads. Due to an increased oestrogen production females become sexually active earlier which is results in potentially more offspring. So in this month more mating can take place with mostly more cubs per litter. On the other hand, for the well-being of the foxes the aspect of warmth and the influence of temperature in the winter months should not be underestimated. Only in September, when the cubs begin to prey on field mice, the precipitation correlated significant positively.

In the month of March, during the polecat mating, the relation 40-year-polecat-bag with the temperature correlate in a highly significant positiv manner (table 3), which might be due to the fact, that in this month the warmth stimulates the reproduction activity of this animal. The temperature with the increasing polecat bag in January, August and September shows a significant positiv correlation. The oscillation of the bag time-row is obviously favoured by the sunshine in January. Based on the correlations presented in this article, on the red fox und polecat, we developed two models of stepwise multiple regression (table 2 and 4). In this manner, we tested and confirmed the valuation of the weather-factor effects, established by iteration. Finally the DURBIN-WATSON test for autocorrelation was applied in both models.

## Danksagung

Die freundliche Überlassung der Streckendaten des Fuchses und des Iltis erlaubte Herr Dr. M. Petrak in der Forschungsstelle für Jagdkunde und Wildschadenverhütung (Bonn). Frau Eva Kolem stellte dort das Datenmaterial bereit. Beiden sei an dieser Stelle herzlichst gedankt.

## Literatur

- ANONYMUS (1961–2000): Monatlicher Witterungsbericht. – Witterungs Report. Amtsblatt des Deutschen Wetterdienstes. – Offenbach a. M.
- ARTOIS, M.; AUBERT, M.F.A.; GERARD, Y. (1982): Reproduction du renard roux (*Vulpes vulpes*) en France. Rythme saisonnier et fécondité des femelles. – *Acta Oecologica* **3**: 205–216.
- BACKHAUS, K.; ERICHSON, B.; PLINKE, W.; WEIBER, R. (2008): Multivariate Analysemethoden. 12. Aufl. – Leipzig.
- BAKER, P.J.; FUNK, S.M.; HARRIS, S.; WHITE, P.C.L. (2000): Flexible spatial organization of urban foxes, *Vulpes vulpes*, before and during an outbreak of sarcoptic mange. – *Animal Behaviour* **59**: 127–146.
- DANILOV, P.I.; RUSAKOV, O.S. (1969): Peculiarities of the ecology of *Mustela putorius* in north-west district of the European part of USSR. – *Zool. J. Moskau* **48**: 1383–1394.
- DIERCKE, C. (1974): Dierckes Weltatlas. 185. Aufl. – Braunschweig.
- HALTENORTH, Th.; ROTH, H.H. (1968): Short review of the biology and ecology of the red fox *canis (Vulpes) vulpes* Linnaeus 1758. – *Säugetierk. Mitt.* **16**: 339–352.
- HEPTNER, V.G.; NAUMOV, N.P.; JÜRGENSON, P.B.; SLUDSKI, A.A.; CIRCOVA, A.F.; BANNIKOV, A.G. (1974): Waldiltis. – In: HEPTNER, V.G.; NAUMOV, N.P. (Hsg): Die Säugetiere der Sowjetunion. Bd. II: Seekühe und Raubtiere: 720–738. – Jena.
- JAHN, BIRGIT (1999): Tollwut in Nordrhein-Westfalen – Geschichte der Tollwutimpfung, Tollwutbekämpfung aus Sicht der Veterinärbehörde. – *Z. Jagdwiss.* **45**: 279.
- KECK, C.; NEULEN, J.; BRECKWOLDT, M. (1997): Endokrinologie Reproduktionsmedizin Andrologie. Bd. 1. – Stuttgart, New York.
- LABHARDT, F. (1990): Der Rotfuchs. – Hamburg, Berlin.
- LLOYD, H.G. (1968): The control of foxes (*Vulpes vulpes* L.). – *Ann. appl. Biol.* **61**: 334–345.
- MARISCHLER, C. (2007): Basics Endokrinologie. – München, Jena.
- NIE, N.H.; HULL, C.H.; JENKINS, J.G.; STEINBRENNER, KARIN; BENT, D.H. (1975): Statistical package for the social sciences. 2. Edn. SPSS – New York, St. Louis, San Francisco et al.
- NYENHUIS, H. (1998): Beeinflussen Iltis, Hermelin und Mauswiesel die Population des Wildkaninchens? – *Allg. Forst- u. Jagdztg.* **169**: 104–109.
- NYENHUIS, H. (2000): Iltis & Wetter – Einflüsse auf Ranz und Welpenaufzucht. – *Die Pirsch* **5**: 10–11.
- NYENHUIS, H. (2001): Sonnenscheindauer und Reproduktion des Rotfuchses. – *Tierärztl. Umschau* **56**: 425–430.
- NYENHUIS, H. (2003): Anthropogene Landnutzung – Determinanten der Siedlungsraumteilung des Rotfuchses *Vulpes vulpes* analysiert nach den Jagdstrecken in Nordwestdeutschland. – In: STUBBE, M.; STUBBE, A. (Hsg.) – *Methoden feldökol. Säugetierforsch.* **2**: 131–150.
- PIITZSCHKE, H. (1972): Untersuchungen über die Fuchspopulation – ein Beitrag zur Erforschung von Grundlagen für eine wirksame Tollwutbekämpfung. – *Monatshefte Veterinärmed.* **27**: 926–932.
- REINBOTH, R. (1980): Vergleichende Endokrinologie. – Stuttgart, New York.
- SCHWERDTFEGER, F. (1978): Lehrbuch der Tierökologie. – Hamburg, Berlin.
- SPINDLER, K.-D. (1997): Vergleichende Endokrinologie. Stuttgart, New York.
- SPITTLER, H. (1972): Über die Auswirkung der durch die Tollwut hervorgerufenen Reduzierung der Fuchspopulation.

- lation auf den Niederwildbesatz in Nordrhein-Westfalen. – Z. Jagdwiss. **18**: 76–95.
- Statistik (1993): Statistische Berichte. Bodenflächen in Nordrhein-Westfalen 1993 nach Nutzungsarten der Vermessungsverwaltung. – Düsseldorf.
- STUBBE, M. (1988): Fuchs *Vulpes vulpes* (L.); Iltis *Mustela putorius* L. – In: STUBBE, H. (Hsg.): Buch der Hege. Bd. 1. – Berlin: 344–382 u. 503–513.
- WOLSAN, M. (1993): *Mustela putorius* Linnaeus, 1758 – Waldiltis, Europäischer Iltis, Iltis. – In: NIETHAMMER, J.; KRAPP, F. (Hsg.): Handbuch der Säugetiere Europas. Bd. 5: Raubsäuger – Teil II: *Mustelidae*. – Wiesbaden: 699–769.

*Anschrift des Verfassers:*

HORST NYENHUIS  
Institut für empirische Tierökologie  
Bergstraße 1  
D-49076 Osnabrück

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Beiträge zur Jagd- und Wildforschung](#)

Jahr/Year: 2011

Band/Volume: [36](#)

Autor(en)/Author(s): Nyenhuis Horst

Artikel/Article: [Licht und Wärme als Stimulans der Fortpflanzung des Rotfuchses \(\*Vulpes vulpes\* L.\) und des Waldiltis \(\*Mustela putorius\* L.\) 253-263](#)