

## **Zur Ermittlung der Zuwachsrate beim Rehwild (*Capreolus capreolus* [L.]) mittels Feldbeobachtungen**

Von K. EIBERLE, Zürich

### **1 Einleitung**

Die Reproduktionsrate bildet bei allen Wildtieren zusammen mit der Sterblichkeit einen grundlegenden Faktor für die Abundanzdynamik und kann wesentliche Hinweise auf den Gesundheitszustand einer Population oder auf deren Beziehungen zur Umwelt vermitteln. Außerdem wird durch sie bei den jagdbaren Wildarten auch das Ausmaß der möglichen oder notwendigen Bejagung bestimmt (Gossow, 1976). Man müßte deshalb eigentlich erwarten, daß insbesondere bei dem häufigen und verbreiteten Reh die Zuwachsrate bereits Gegenstand intensiver Forschungen war. Nun sind aber diesbezügliche eingehendere Untersuchungen, wie sie beispielsweise von UECKERMANN, 1975; ELLENBERG, 1974; SATTLER, 1966 oder WANDELER, 1975 zur Verfügung gestellt worden sind, bis heute verhältnismäßig spärlich geblieben, wobei die Ergebnisse sich vielfach auf Gehege beziehen oder zu Vergleichszwecken für demökologische Studien in einer Form erarbeitet worden sind, die für die jagdliche Praxis nicht direkt verwendbar ist. Dieser Umstand ist ohne Zweifel darauf zurückzuführen, daß es aus methodischen Gründen nicht einfach ist, aus Feldbeobachtungen die örtlich zutreffenden Zuwachsraten abzuleiten. Ein Versuch dieser Richtung erscheint indessen aus folgenden Gründen wünschenswert:

- Einmal ist die Zuwachsrate des Rehwildes weder zeitlich noch örtlich konstant – ein Umstand, der Auswirkungen auf die Festsetzung der Abschußquote haben kann,
- sodann sind die Einflüsse von standörtlichen und populationsdynamischen Faktoren auf die Zuwachsrate des Rehwildes erst in groben Zügen bekannt,
- und schließlich ließe sich die Ungenauigkeit der Bestandsermittlung nur über die Kenntnis der örtlich gültigen Zuwachsrate der Größenordnung nach ermitteln.

Wenn im folgenden der Versuch unternommen wird, einen Weg zur Ermittlung der Zuwachsrate mittels Feldbeobachtungen aufzuzeigen, so geht es dabei in erster Linie darum, die Voraussetzungen und Annahmen darzulegen, unter denen dies überhaupt geschehen kann. Inwieweit dieses Verfahren zur näherungsweise Bestimmung des Zuwachses den wirklichen Verhältnissen besser zu entsprechen vermag als die Verallgemeinerung von Einzelbefunden, bleibt indessen vorläufig noch eine offene Frage, die im Interesse der demökologischen Forschung und der jagdlichen Praxis die volle Aufmerksamkeit der Wildkunde verdient.

### **2 Problemstellung**

In der Tierökologie ist es im allgemeinen üblich, daß dann – wenn keine zusätzliche Umschreibung erfolgt –, man unter dem Begriff „Natalität“ die durchschnittliche, reale Nachkommenzahl der reproduktiven Weibchen innerhalb der gesamten Reproduktions-

zeit versteht (SCHWERDTFEGGER, 1968). So einfach und klar diese Definition auf den ersten Blick auch erscheinen mag, so schwierig dürfte es aber in Wirklichkeit sein, die Freilandbeobachtungen unter diese absolut unzweideutigen Begriffe zu stellen. Außerdem ist beim Rehwild auch noch die Frage zu erwägen, welche Umschreibung der Bezugsgrößen für die jagdliche Praxis am zweckdienlichsten erscheint und für sie mit den geringsten Fehlerquellen verbunden ist. In dieser Hinsicht muß beachtet werden, daß grundsätzlich die Möglichkeit besteht,

- der Natalität entweder die Gesamtheit des weiblichen Wildes zu Grunde zu legen oder auch nur die Zahl der reproduktiven Tiere,
- die Nachkommenzahl als potentielle, reale oder reproduktive Natalität ermittelt werden kann

- und sich die Fortpflanzungsleistung auf verschiedene Zeitpunkte beziehen läßt.

In Anbetracht dieser Alternativen muß jeder Versuch, die Reproduktionsrate des Rehwildes zu definieren, von folgenden Feststellungen ausgehen:

- Aus den Feldbeobachtungen läßt sich zunächst einmal nur die durchschnittliche Anzahl pro reproduktives Weibchen feststellen, sofern diese Erhebungen in repräsentativer Weise für ein größeres Gebiet ausgeführt worden sind. Dieser Sachverhalt zwingt dazu, die so ermittelte Nachkommenzahl bei der Bestimmung der Zuwachsgröße nur auf die reproduktiven Weibchen anzuwenden - oder aber, wenn die Gesamtzahl des weiblichen Wildes als Basis für die Ermittlung des Zuwachses dienen soll, die aus den Feldbeobachtungen abgeleitete Natalität entsprechend dem Anteil der Schmalrehe am Frühjahrsbestand des weiblichen Wildes zu reduzieren. In beiden Fällen muß aber das Verhältnis der Geißen (Ricken) zu den Schmalrehen ermittelt werden, was mit der erforderlichen Genauigkeit durch eine Bestandeserhebung im Gelände nicht möglich ist. Dieses Verhältnis läßt sich nur indirekt, auf rechnerischem Weg, aus dem Anteil der Geißkitze an den Gesamtverlusten des weiblichen Wildes bestimmen.
- Es versteht sich von selbst, daß in jagdlicher Hinsicht primär die reale Natalität interessiert, da sie als Grundlage für die Festsetzung des Abschusses verwendet wird und demzufolge mit dem Begriff des „jagdlichen nutzbaren Zuwachses“ bestmöglich in Übereinstimmung zu bringen ist. Dieser Forderung vermag am besten die Anzahl derjenigen Kitze zu entsprechen, die bis zum Beginn der Jagdzeit überleben, obschon nicht alle unter ihnen auch bei einer ausbleibenden jagdlichen Nutzung den Winter überstehen oder gar das reproduktive Alter erreichen würden. Folgerichtig angewendet ließe sich dann mit Hilfe dieser Definition auch die Fallwildstatistik von allen Jungtieren entlasten, die aus irgendeinem Grunde während der ersten Lebensmonate verloren gehen und die stets nur teilweise aufgefunden werden können.
- Für die Bestimmung der Reproduktionsrate stehen zwei Möglichkeiten offen; sie kann entweder alljährlich neu erhoben oder aber als Durchschnittswert aus einer längeren Zeitperiode ermittelt werden. Je nach Untersuchungszweck können beide Wege von Interesse sein; wir beschränken uns indessen in den folgenden Ausführungen auf den zweiten Fall, weil uns vorläufig nur für ihn auch ein Zahlenbeispiel zur Verfügung steht. Sieht man aber vom unterschiedlichen Zeitaufwand für die Feldarbeiten ab, so bestehen zwischen diesen beiden Verfahren in methodischer Hinsicht keine Unterschiede.

Entsprechend diesen Überlegungen läßt sich die zu lösende Aufgabe wie folgt umschreiben:

Gesucht wird ein Verfahren zur Ableitung der durchschnittlichen Reproduktionsrate aus Feldbeobachtungen, das den folgenden beiden Anforderungen genügt:

- Als Bezugsgrößen sollen der Gesamtbestand der weiblichen Tiere im Frühjahr und die Zahl der Kitze unmittelbar vor Beginn der Jagdzeit verwendet werden, und
- die Bestimmung der Reproduktionsrate muß unabhängig vom geschätzten Bestand erfolgen können, damit eine Überprüfung der Bestandesgröße möglich ist.

### 3 Ableitungen der Reproduktionsrate und der Bestandesgröße

Die vorgängig formulierte Fragestellung beinhaltet drei verschiedene Teilaufgaben:

1. Die Ableitung der Natalität der reproduktiven Weibchen aus den Feldbeobachtungen.
2. Die Umrechnung der Reproduktionsrate auf den Gesamtbestand des weiblichen Wildes.
3. Die Überprüfung der Bestandsermittlung.

Dazu müssen in der genannten Reihenfolge zunächst einmal die erforderlichen Rechenverfahren entwickelt werden, die dann erst im nächsten Abschnitt auf ein konkretes Beispiel angewendet werden sollen.

#### 3.1 Ableitung der Natalität der reproduktiven Weibchen

Zur Ermittlung der Natalität der reproduktiven Weibchen sind Beobachtungen über die Anzahl der pro führende Geiß vorhandenen Kitze erforderlich, und zwar zu zwei verschiedenen Zeitpunkten. Der erste Termin wird so frühzeitig als möglich gewählt, nämlich in den Monaten Mai bis Juli, wenn die Kitze ihrer Mutter bereits folgen. Der zweite Erhebungszeitraum sollte dagegen unmittelbar vor den Beginn des Kitzabschlusses zu liegen kommen, d. h. je nach jagdlicher Praxis in die Zeit zwischen August und Oktober. Die Rechenverfahren basieren sodann notwendigerweise auf zwei Annahmen. Einerseits wird vorausgesetzt, daß sich alle fortpflanzungsfähigen Geißen tatsächlich an der Reproduktion beteiligen, und es wird weiter unterstellt, daß für alle Kitze die Wahrscheinlichkeit eines Abganges zwischen der Setzzeit und dem Beginn der Jagdzeit dieselbe ist, gleichgültig, ob sie als Einzelkitz oder als Zwillinge geboren worden sind. Auf dieser Grundlage läßt sich die Natalität auf rechnerischem Wege wie folgt herleiten, wobei ausdrücklich hervorgehoben sei, daß die Bezeichnung „Geiß“ hier ausschließlich auf die fortpflanzungsfähigen Tiere angewendet wird.

*Gegeben sind:*

- a = Anteil beobachteter Geißen mit 1 Kitz zur Setzzeit,
- b = Anteil beobachteter Geißen mit 2 Kitzen zur Setzzeit,
- y' = Anteil führender Geißen mit 1 Kitz vor Beginn der Jagdzeit,
- z' = Anteil führender Geißen mit 2 Kitzen vor Beginn der Jagdzeit.

*Gesucht wird:*

- x = Anteil Geißen mit 0 Kitzen vor Beginn der Jagdzeit,
- y = Anteil Geißen mit 1 Kitz vor Beginn der Jagdzeit,
- z = Anteil Geißen mit 2 Kitzen vor Beginn der Jagdzeit,
- r = Anteil Geißen mit 1 Kitz zur Setzzeit und 0 Kitzen vor Beginn der Jagdzeit,
- s = Anteil Geißen mit 2 Kitzen zur Setzzeit und 0 Kitzen vor Beginn der Jagdzeit,
- t = Anteil Geißen mit 2 Kitzen zur Setzzeit und 1 Kitz vor Beginn der Jagdzeit,
- v = Wahrscheinlichkeit für den Abgang der Kitze während der Periode zwischen Setzzeit und Beginn Jagdzeit,
- N = Reproduktionsrate, ausgedrückt in Prozent der fortpflanzungsfähigen Geißen unmittelbar vor Beginn der Jagdzeit,
- M = Reproduktionsrate, ausgedrückt in Prozent der fortpflanzungsfähigen Geißen zur Setzzeit, sobald die Kitze den Muttertieren folgen.

*Ableitung der gesuchten Größen*

Definitionsgemäß bestehen folgende Beziehungen:

$$\begin{array}{lll}
 (1) \quad \underline{100 = a + b} & (2) \quad \underline{100 = x + y + z} & (3) \quad \underline{100 = y' + z'} \\
 (4) \quad \underline{x = r + s} & (5) \quad \underline{y = a - r + t} & (6) \quad \underline{z = b - s - t}
 \end{array}$$

$$(7) \quad y' = \frac{100y}{y+z}$$

$$(8) \quad z' = \frac{100z}{y+z}$$

Daraus folgt:

$$y' = \frac{100y}{(a-r+t) + (b-s-t)} = \frac{100y}{(a+b) - (r+s)} = \frac{100y}{100-x}$$

$$(9) \quad y = \frac{y'(100-x)}{100} \quad \text{und entsprechend:} \quad (10) \quad z = \frac{z'(100-x)}{100}$$

Die Wahrscheinlichkeit für den Abgang eines Kitzes innerhalb des Zeitraumes zwischen Setzzeit und Beginn der Jagdzeit beträgt:

$$(11) \quad v = \frac{(a+2b) - (y+2z)}{(a+2b)} = \frac{100(a+2b) - (y' + 2z')(100-x)}{100(a+2b)}$$

Substituiert man (12)  $o = 100(a+2b)$  und (13)  $p = y' + 2z'$  in (11), so wird:

$$(14) \quad v = \frac{o - p(100-x)}{o}$$

Zufällige Verteilung der Kitzverluste auf die Einer- und Zwillingsgeburten vorausgesetzt, sind:

$$(15) \quad r = av = a \frac{100(a+2b) - (y' + 2z')(100-x)}{100(a+2b)} = a \frac{o - p(100-x)}{o}$$

$$(16) \quad s = bv^2 = b \left( \frac{100(a+2b) - (y' + 2z')(100-x)}{100(a+2b)} \right)^2 = b \left( \frac{o - p(100-x)}{o} \right)^2$$

$$(17) \quad t = 2bv(1-v) =$$

$$2b \frac{100(a+2b) - (y' + 2z')(100-x)}{100(a+2b)} \left( 1 - \frac{100(a+2b) - (y' + 2z')(100-x)}{100(a+2b)} \right)$$

Zur Bestimmung von  $x$  gilt gemäß (4):

$$x = r + s = a \frac{o - p(100-x)}{o} + b \left( \frac{o - p(100-x)}{o} \right)^2$$

woraus sich ausmultipliziert und nach  $x$  aufgelöst die folgende quadratische Gleichung ergibt:

$$bp^2x^2 + (aop + 2bop - 200bp^2 - o^2)x + (ao^2 - 100aop + bo^2 + 100^2bp^2 - 200bop) = 0$$

Die beiden Lösungen lauten sodann:

$$(18) \quad x_1 = \frac{o^2 + 100bp^2 - 2bop - aop}{bp^2} \quad \text{und} \quad x_2 = 100$$

und wenn (12) und (13) in (18) eingesetzt sind:

$$(19) \quad x_1 = \frac{100b(100 + z')^2 - 100z'(100 + b)^2}{b(100 + z')^2}$$

Die übrigen Größen erhält man durch Einsetzen von (19)

$$\text{in (9):} \quad (20) \quad y = \frac{y'z'(100 + b)^2}{b(100 + z')^2}$$

$$\text{in (10):} \quad (21) \quad z = \frac{z'^2(100 + b)^2}{b(100 + z')^2}$$

$$\text{in (11):} \quad (22) \quad v = \frac{b(100 + z') - (100 + b)z'}{b(100 + z')}$$

$$\text{in (15):} \quad (23) \quad r = a \frac{b(100 + z') - (100 + b)z'}{b(100 + z')}$$

$$\text{in (16):} \quad (24) \quad s = b \left( \frac{b(100 + z') - (100 + b)z'}{b(100 + z')} \right)^2$$

$$\text{in (17):} \quad (25) \quad t = 2b \frac{b(100 + z') - (100 + b)z'}{b(100 + z')} \left( 1 - \frac{b(100 + z') - (100 + b)z'}{b(100 + z')} \right)$$

und schließlich gilt für die beiden Reproduktionsraten:

$$(26) \quad \underline{M = a + 2b}$$

$$\begin{aligned} (27) \quad N = y + 2z &= \frac{y'z'(100 + b)^2}{b(100 + z')^2} + 2 \frac{z'^2(100 + b)^2}{b(100 + z')^2} \\ &= \frac{z'(100 + b)^2}{b(100 + z')^2} (y' + 2z') = \underline{\underline{\frac{z'(100 + b)^2}{b(100 + z')^2}}} \end{aligned}$$

### 3.2 Umrechnung der Reproduktionsrate auf den Gesamtbestand des weiblichen Wildes

Will man, wie dies im Jagdbetrieb allgemein üblich ist, die Reproduktionsrate auf den Gesamtbestand des weiblichen Wildes beziehen, muß sie entsprechend dem Anteil der Schmalrehe reduziert werden. Unter der Bedingung, daß sich die Bestände des weiblichen Wildes und der Anteil der Geißkitze am Gesamtverlust von Jahr zu Jahr nicht wesentlich verändern, läßt sich die Umrechnung wie folgt vollziehen:

*Gegeben sind:*

$N$  gemäß (27) = Reproduktionsrate für Bock- und Geißkitze, ausgedrückt in Prozent der fortpflanzungsfähigen Geißen unmittelbar vor Beginn der Jagdzeit,

$f$  = Anteil der Geißkitze in Prozent des Gesamtverlustes (Abschuß und Fallwild) der weiblichen Tiere.

*Gesucht sind:*

$d$  = Anteil der fortpflanzungsfähigen Geißen in Prozent des Gesamtbestandes an weiblichen Tieren,

$e$  = Anteil der Schmalrehe in Prozent des Gesamtbestandes an weiblichen Tieren,

$n$  = Reproduktionsrate, ausgedrückt in Prozent des Bestandes an weiblichen Tieren unmittelbar vor Beginn der Jagdzeit.

*Ableitung der gesuchten Größen:*

$$(28) \quad d + e = 100$$

$$(29) \quad e = 100 - d = \frac{dN}{200} - d \frac{fN}{2 \cdot 100^2}$$

$$(30) \quad d = \frac{2 \cdot 100^3}{2 \cdot 100^2 + 100N - fN}$$

$$(31) \quad e = \frac{100^2 N - 100 fN}{2 \cdot 100^2 + 100N - fN}$$

$$(32) \quad n = \frac{dN}{100}$$

### 3.3 Überprüfung der Bestandesgröße

Nach der Ermittlung der Reproduktionsrate  $n$  besteht nun die Möglichkeit, die Genauigkeit der Bestandesermittlung mit Hilfe der Zuwachsformel (HENNIG, 1962) zu überprüfen. Da in dieser Formel der Zuwachs als bekannte Größe eingesetzt werden kann, sind sämtliche Bestände mit einem Bestandesfaktor  $k$  zu versehen, der als Maß für die Zuverlässigkeit der Bestandesschätzung im Gelände betrachtet werden darf. Die Ableitung von  $k$  läßt sich dann aus zwei aufeinanderfolgenden Bestandesaufnahmen wie folgt vornehmen:

*Gegeben sind:*

$A$  = geschätzter Anfangsbestand im Frühjahr, männliche und weibliche Tiere,

$E$  = geschätzter Endbestand im Frühjahr, männliche und weibliche Tiere,



$G$  = geschätzter Anfangsbestand des weiblichen Wildes im Frühjahr, Geißen und Schmalrehe,

$V$  = Gesamtverluste während des Jagdjahres, Abschluß und Fallwild des männlichen und weiblichen Wildes. Das unter Jungtieren anfallende Fallwild wird jedoch nur für die Periode zwischen dem Beginn der Jagdzeit und der zweiten Bestandaufnahme in Anrechnung gebracht,

$n$  = Reproduktionsrate, bezogen auf den Gesamtbestand des weiblichen Wildes gemäß (32).

*Gesucht sind:*

$k$  = Bestandeskoeffizient. Maß für die Über- bzw. Unterschätzung der Bestände,

$B_1 = kA$  = rechnerischer Anfangsbestand im Frühjahr, männliche und weibliche Tiere,

$B_2 = kE$  = rechnerischer Endbestand im Frühjahr, männliche und weibliche Tiere,

$W = kG$  = rechnerischer Anfangsbestand des weiblichen Wildes im Frühjahr, Geißen und Schmalrehe.

*Ableitung des Bestandeskoeffizienten:*

$$kE = kA + \frac{nkG}{100} - V$$

$$k \left( A + \frac{nG}{100} - E \right) = V$$

$$(33) \quad k = \frac{100 V}{100 A + nG - 100 E}$$

#### 4 Anwendungsbeispiel

Die Formeln für die Berechnung der Reproduktionsrate und des Bestandeskoeffizienten sollen nun auf einen konkreten Fall angewendet werden, um damit die Zweckmäßigkeit des Vorgehens zu belegen. Zu diesem Zweck steht uns das Zahlenmaterial aus dem wildkundlichen Versuchsrevier der Eidgenössischen Technischen Hochschule (ETH) Zürich zur Verfügung, für das wir selbst zuverlässige Grundlagen für die Festsetzung der Abschlußquote benötigen. In diesem Revier, das eine Gesamtfläche von 597 ha und ein Bewaldungsprozent von 49 umfaßt, besitzen wir aus der Periode zwischen 1963 und 1977 insgesamt 164 verschiedene, gut über die Gesamtfläche verteilte Beobachtungen über die Anzahl Kitze pro führende Geiß, nämlich 65 Beobachtungen für die Monate Mai bis Juli und 99 für die Monate August bis Oktober. Die Bestandesschätzungen im Gelände erfolgten seit dem Jahr 1967 auf einheitliche Weise durch das häufige Abpirschen der gesamten Waldfläche während der Monate Januar bis März, wobei die Jagdaufseher jeweils die Standorte der einzelnen Sprünge kartierten und deren Zusammensetzung festhielten.

Für die Zuwachsrate, die als Durchschnittswert einer 15jährigen Periode zu verstehen ist, ergaben sich nachstehende Befunde:

*Gegeben sind:*

$$a = 47.69231,$$

$$b = 52.30769,$$

$$y' = 63.63636,$$

$$z' = 36.36364,$$

$$f = 26.31882 = \text{Anteil der Geißkitze in Prozent des Gesamtverlustes an weiblichem Wild; Durchschnitt der Jagdjahre 1961-1977.}$$

*Gesucht sind:*

x, y, z, v, r, s, t, N, d, e, n.

*Berechnung der gesuchten Größen:*

$$\text{nach (19): } x = \frac{100 \times 52.31 \times 136.36^2 - 100 \times 36.36 \times 152.31^2}{52.31 \times 136.36^2} = \underline{13.27}$$

$$\text{nach (20): } y = \frac{63.64 \times 36.36 \times 152.31^2}{52.31 \times 136.36^2} = \underline{55.19}$$

$$\text{nach (21): } z = \frac{36.36^2 \times 152.31^2}{57.31 \times 136.36^2} = \underline{31.54}$$

$$\text{nach (22): } v = \frac{52.31 \times 136.36 - 152.31 \times 36.36}{52.31 \times 136.36} = \underline{0.22353}$$

$$\text{nach (23): } r = 47.69 \frac{52.31 \times 136.36 - 152.31 \times 36.36}{52.31 \times 136.36} = \underline{10.66}$$

$$\text{nach (24): } r = 52.31 \left( \frac{52.31 \times 136.36 - 152.31 \times 36.36}{52.31 \times 136.36} \right)^2 = \underline{2.61}$$

$$\text{nach (25): } t = 2bv(1 - v) = \underline{18.16}$$

$$\text{nach (26): } M = 47.69 + 2 \times 52.31 = \underline{152.31}$$

$$\text{nach (27): } N = \frac{36.36 \times 152.31^2}{52.31 \times 136.36} = \underline{118.26}$$

$$\text{nach (30): } d = \frac{2 \times 100^3}{2 \times 100^2 + 100 \times 118.26 - 26.32 \times 118.26} = \underline{69.65}$$

$$\text{nach (31): } e = \frac{100^2 \times 118.26 - 100 \times 26.32 \times 118.26}{2 \times 100^2 + 100 \times 118.26 - 26.32 \times 118.26} = \underline{30.35}$$

$$\text{nach (32): } n = \frac{69.65 \times 118.26}{100} = \underline{82.37}$$

*Proben:*

$$\text{a) } x + y + z = 100 \quad 13.27 + 55.19 + 31.54 = 100$$

$$\text{b) } d + e = 100 \quad 69.65 + 30.35 = 100$$

$$\text{c) } r + 2s + t = v(a + 2b) \quad 10.66 + 5.23 + 18.16 = 34.05$$

$$0.22353 \times 152.31 = 34.05$$



Durch diese Rechenergebnisse wird deutlich gemacht, daß zur Setzzeit – wenn die Kitze der Geiß aber bereits folgen – die Reproduktionsrate der fortpflanzungsfähigen Tiere im Durchschnitt einer längeren Periode 152 Prozent betrug. Dieser Wert verminderte sich indessen bis zum Beginn der Jagdzeit noch wesentlich, nämlich auf 118 Prozent, was größtenteils auf die verkehrsbedingten Kitzverluste zurückzuführen ist. Entsprechend dem Umstand, daß der Anteil der Geißkitze an den Verlusten des weiblichen Wildes im Mittel der Jagdjahre 1961/62 bis 1977/78 lediglich 26,3 Prozent erreichte, fiel dann auch – die auf den Gesamtbestand des weiblichen Wildes berechnete Zuwachsrate – mit 82,4 Prozent verhältnismäßig niedrig aus. Dennoch liegt dieser Wert aber immer noch innerhalb eines Rahmens, wie er von UECKERMANN (1975); RAESFELD, NEUHAUS und SCHAICH (1978) oder HENNIG (1962) für die Fortpflanzungsleistung des Rehwildes genannt worden ist. Da sämtliche von uns ermittelten Zuwachsraten aus Feldbeobachtungen und nicht etwa aus Zuwachsformeln stammen, sind sie auch unbeeinflusst von allfälligen Bestandesveränderungen geblieben, die sich als Folge einer allfälligen Zu- und Wegwanderung des Wildes ergeben können.

Die Bestandeskoeffizienten haben wir ermittelt, indem die Zuwachsrate  $n$  in die Zuwachsformel eingeführt worden ist. Wir beschränkten uns dabei auf die zehnjährige Periode 1967/68 bis 1976/77, weil nur für diesen Zeitabschnitt sowohl das Verfahren für die Bestandesermittlung als auch die Reviergröße unverändert geblieben sind. Als Rechenbeispiel führen wir hier lediglich das Jagdjahr 1967/68 an.

Gegeben sind:

$$\begin{array}{lll} A = 64 & V = 43 & n = 82.373 \\ E = 62 & G = 40 & \end{array}$$

Gesucht sind:

$$k; \quad B_1 = kA; \quad B_2 = kE; \quad W = kG$$

Berechnung des Bestandeskoeffizienten

$$\text{nach (33): } k = \frac{4300}{6400 - 6200 + 82.373 \times 40} = \underline{1.23036}$$

$$B_1 = 1.23 \times 64 = \underline{78.74}$$

$$B_2 = 1.23 \times 62 = \underline{76.28}$$

$$W = 1.23 \times 40 = \underline{49.21}$$

Aufschluß über die Bestandeskoeffizienten während der einzelnen Jagdjahre vermittelt die *Tabelle 1*.

*Tabelle 1.* Bestandeskoeffizienten für das Jahrzehnt 1967/68–1976/77

Jagdjahr	k	Jagdjahr	k
1967/68	1.23036	1972/73	1.98804
1968/69	0.99303	1973/74	1.20394
1969/70	1.38742	1974/75	1.37209
1970/71	1.27884	1975/76	1.38522
1971/72	1.46589	1976/77	1.56025

Gemäß den vorliegenden Berechnungen betrug die Unterschätzung des Frühjahrsbestandes im zehnjährigen Durchschnitt 38,6 Prozent. Streng genommen dürfte dieses Berechnungsverfahren eigentlich nur auf den ortsansässigen Bestand angewendet werden, während wir in unserem Fall regelmäßig noch mit einem gewissen Zuwanderungsüberschuß aus den umliegenden Revieren zu rechnen haben, wo die Siedlungsdichte des Rehwildes höher liegt als im wildkundlichen Versuchsrevier. Dieser Umstand hat zur Folge, daß sich in der Formel (33) der Nenner vermindert, weil der Endbestand zu hoch eingesetzt wird, und daß dementsprechend sich für den Anfangsbestand auch ein zu hoher Bestandeskoeffizient errechnet. Für die jagdliche Planung ist es nun aber absolut folgerichtig, wenn bei der Bemessung des „Zuwachses“ dennoch die Formel (33) verwendet wird, da man nur auf diesem Weg zugleich mit dem eigentlichen Zuwachs auch noch den Zuwanderungsüberschuß erfaßt.

## 5 Beurteilung der Fehlergröße

Die bisherigen Ausführungen blieben unvollständig, würde man nicht auch versuchen, die Fehlergröße dieses Verfahrens zu beurteilen. Für diesen Zweck stehen zwei Möglichkeiten offen, nämlich

- die Gegenüberstellung der rechnerischen Bestandesgröße, die einmal als Anfangsbestand und im Vorjahr auch als Endbestand ermittelt worden ist
- sowie der Vergleich von Zuwachs und Verlust während einer längeren Zeitperiode.

Für den ersten Fall ergeben sich für die neunjährige Periode 1968/69 bis 1976/77 die in *Tabelle 2* zusammengestellten Beurteilungsgrundlagen.

*Tabelle 2.* Vergleich der rechnerischen Bestandesgröße 1968 bis 1976

Jagdjahr	B <sub>1</sub>	Jagdjahr	B <sub>2</sub>	$\frac{B_1 + B_2}{2}$	$\Delta B$	4 in % von 3
-	1	-	2	3	4	5
1968/69	61.56	1967/68	76.28	68.93	7.36	10.67
1969/70	69.37	1968/69	49.65	59.51	9.86	16.57
1970/71	63.94	1969/70	69.37	66.66	2.71	4.07
1971/72	70.36	1970/71	61.38	65.87	4.49	6.81
1972/73	89.46	1971/72	65.96	77.71	11.75	15.12
1973/74	60.20	1972/73	99.40	79.80	19.60	24.56
1974/75	60.37	1973/74	52.97	56.67	3.70	6.53
1975/76	58.18	1974/75	57.63	57.90	0.28	0.48
1976/77	67.09	1975/76	59.56	63.33	3.76	5.94

Obschon die Abweichung der Bestandesgröße vom Mittelwert erheblich sein kann und in einzelnen Jahren bis zu 25 Prozent erreicht, betrug sie dennoch im neunjährigen Durchschnitt lediglich 10 Prozent. Diese Ungenauigkeit erscheint indessen für die jagdliche Praxis als durchaus tragbar, wobei als Ursachen dieser Fehler der Umstand zu betrachten ist, daß die beiden Bestandesschätzungen ja nie mit absolut übereinstimmender Genauigkeit erfolgen können und außerdem auch die Zuwachsrate zeitlich variiert.

Für den zweiten Fall benötigen wir eine Bilanz, in der die Bestandesveränderung und der Zuwachs den Gesamtverlusten gegenübergestellt wird (*Tabelle 3*).

Tabelle 3. Bilanz: Bestandesveränderung und Zuwachs-Verluste

Jagdjahr	W=k·G	n/100	Zuwachs*	Verluste
1967/68	49.21	0.82373	40.54	43
1968/69	37.73	0.82373	31.08	43
1969/70	38.85	0.82373	32.00	32
1970/71	34.53	0.82373	28.44	31
1971/72	39.58	0.82373	32.60	37
1972/73	49.70	0.82373	40.94	31
1973/74	32.51	0.82373	26.78	34
1974/75	34.30	0.82373	28.25	31
1975/76	33.24	0.82373	27.38	26
1976/77	35.88	0.82373	29.56	28
Bestandesveränderung 1967/76			11.65	-
Summe			329.22	336
Differenz				+ 6.78

\* einschließlich Zuwanderungsüberschuß

Die Übereinstimmung des rechnerisch ermittelten Zuwachses mit den tatsächlich verbuchten Verlusten ist bemerkenswert groß, indem die Unstimmigkeit lediglich 6,8 Stück oder 2,02 Prozent der Bilanzsumme beträgt. Durch dieses günstige Ergebnis wird aber deutlich belegt, daß die auf rechnerischem Wege gewonnenen Planungsgrundlagen den wirklichen Verhältnissen sehr nahe kommen müssen und daß sich die in der Tabelle 2 ausgewiesenen Fehler über längere Zeiträume hinweg weitgehend ausgleichen.

## 6 Folgerungen

Was dieser Untersuchung an allgemeingültigen Ergebnissen entnommen werden kann, läßt sich in vier Schlußfolgerungen zusammenfassen:

- Wie es sich aus der Überprüfung der Bilanzsumme ergibt, läßt die Ableitung des rechnerischen Zuwachses mit dem angewendeten Verfahren eine verhältnismäßig hohe Genauigkeit erwarten. Dabei kommt der Ermittlung der durchschnittlichen, örtlich gültigen Reproduktionsrate mittels Feldbeobachtungen eine zentrale Bedeutung zu, die deshalb als wertvolle Grundlage für die zuverlässige Festsetzung der Abschußquote betrachtet werden kann.
- Die am Beispiel des wildkundlichen Versuchsreviers der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich ausgewiesene Unterschätzung des Frühjahrsbestandes erreichte bei weitem nicht ein Ausmaß, wie dies von ANDERSEN (1953) für den Totalabschuß auf der Halbinsel Kalø belegt worden ist. Da dieser vielzitierte Fall – dessen Richtigkeit nicht etwa bezweifelt werden soll – aber vielfach dazu verwendet wird, um die Möglichkeit der Bestandesschätzung beim Rehwild grundsätzlich in Frage zu stellen, muß doch ausdrücklich darauf hingewiesen werden, daß eine derartige Fehlergröße nicht als Regel betrachtet werden darf.
- Unverkennbar erweist sich aber in unserem Beispiel auch die Tatsache, daß selbst dort – wo man sich wirklich ernsthaft um eine gewissenhafte Wildbestandesermittlung be-

- müht – die üblichen Planungsgrundlagen wegen der Bestandesunterschätzung nicht in allen Fällen ausreichen, um damit die gleichen jagdlichen und waldbaulichen Erfolge zu erzielen wie in den von UECKERMANN und SCHOLZ (1970) und von RODENWALDT (1973) beschriebenen Revieren. Wir mußten deshalb im wildkundlichen Versuchsrevier der ETH – allein schon um zu einigermaßen stabilen Bestandesverhältnissen zu gelangen, eine auf den geschätzten Gesamtbestand des weiblichen Wildes bezogene Abschlußquote von durchschnittlich 114,21 Prozent in Anwendung bringen, obschon die tatsächliche Reproduktionsrate lediglich 82,37 Prozent betrug.
- Die unterschiedlichen personellen Mittel und die vielseitigen waldbaulichen Verhältnisse sprechen dafür, daß die Bestandsermittlung im Gelände nicht in jedem Revier mit derselben Genauigkeit erfolgen kann. Diesem Mangel vermag das beschriebene Verfahren weitgehend Rechnung zu tragen unter der Voraussetzung, daß die aufeinanderfolgenden Bestandesschätzungen jeweils mit gleicher Sorgfalt vorgenommen worden sind. Die jagdliche Planung wird dann allerdings zu einer anspruchsvolleren, aber dennoch lösbaren Aufgabe.

## 7 Schlußbemerkung

Für diese Untersuchung wurde uns die verständnisvolle Unterstützung von verschiedenen Personen zuteil. Unser diesbezüglicher Dank gilt insbesondere den Jagdpächtern des wildkundlichen Versuchsreviers der ETH, den Herren Ph. ROULET, R. JAUCH, Ch. KRACHT und E. SCHIANTARELLI, die sich stets bemühten, unseren Abschlußvorschlägen bestmöglich Folge zu leisten. Sodann möchten wir aber auch den beiden Jagdaufsehern F. NUSSBAUMER und P. BERLIAT für die Bestandesaufnahmen und die gewissenhafte Kontrollführung bestens danken.

## Zusammenfassung

In der vorliegenden Untersuchung wird ein rechnerisches Verfahren zur Ableitung der durchschnittlichen Reproduktionsrate beim Rehwild entwickelt, die unabhängig von einer Bestandsermittlung erfolgen kann. Die Methode basiert auf der Erhebung der Anzahl Kitze, die pro führende Geiß zu zwei verschiedenen Terminen pro Jahr vorhanden sind und setzt voraus, daß die Verluste zwischen Setzzeit und Beginn Jagdzeit sich zufällig auf die Einer- und Zwillingengeburt verteilen. Wie am Beispiel des wildkundlichen Versuchsreviers der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich nachgewiesen werden kann, läßt sich die durchschnittliche Reproduktionsrate dann auch dazu verwenden, die Genauigkeit der Bestandsermittlung im Gelände zu überprüfen und das Ausmaß einer allfälligen Bestandesunterschätzung festzustellen. Die Bilanz, die mit diesen rechnerisch korrigierten Beständen über Zuwachs und Verlust für eine zehnjährige Periode aufgestellt worden ist, spricht für eine hohe Genauigkeit des Verfahrens, da sich über längere Zeiträume hinweg die jährlichen Schwankungen der Zuwachsrate weitgehend ausgleichen.

## Summary

*On the assessment of the roe deer (*Capreolus capreolus* L.) reproduction rate by field observations*

The above paper describes a method for working out mathematically the average reproduction rate of roe deer without a population survey. The method consists in assessing twice a year the number of fawns per doe rearing young ones, assuming that any losses occurring between breeding time and the beginning of the hunting season are distributed at random between single and twin births. As the example of the wildlife experimental forest of the Swiss Federal Institute of Technology (ETH), Zurich, shows, the average reproduction rate may then also be used to verify the accuracy of the field population survey to determine to what extent the population may possibly have been underestimated. A survey established with these mathematically adjusted population over a period of 10 years on increase and decline shows the high degree of accuracy achieved by this method since the annual reproduction rate fluctuations are largely balanced over longer periods of time. Transl.: R. LOUIS

### Résumé

*La détermination du taux de multiplication chez le Chevreuil (*Capreolus capreolus* L.) au moyen d'observations de terrain*

Dans la présente étude, l'auteur développe un procédé de calcul permettant d'obtenir le taux de reproduction moyen chez le Chevreuil indépendamment d'un recensement de population. La méthode se fonde sur le relevé, à deux époques différentes de l'année, du nombre de faons par chevrette suivie et présuppose que les pertes entre la parturition et le début de la chasse se répartissent au hasard entre les naissances de un jeune et celles de jumeaux. Comme on a pu le démontrer à l'exemple du triage expérimental de cynégétique de l'E. P. F. de Zürich, le taux de reproduction moyen peut aussi servir à vérifier l'exactitude des dénombrements réalisés sur le terrain et à constater la mesure d'une éventuelle sous-estimation des populations. Le bilan que l'on a dressé pour une période de dix ans au moyen des effectifs corrigés par le calcul de l'accroissement et des pertes plaide pour ce procédé vu sa haute précision et le fait que durant un laps de temps étendu les fluctuations annuelles du taux de multiplication se compensent largement.

Traduction: J.-G. RIEDLINGER

### Literatur

1. ANDERSEN, J., 1953: Totalabschuß zwecks Neubesiedlung; Wild und Hund, 56, 127-128. -
2. ELLENBERG, H., 1974: Wilddichte, Ernährung und Vermehrung beim Reh. Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie, 59-76. -
3. GOSSOW, H., 1976: Wildökologie. München: BLV Verlagsgesellschaft. -
4. HENNIG, R., 1962: Die Abschußplanung beim Schalenwild. München: BLV Verlagsgesellschaft. -
5. RAESFELD, F. v.; NEUHAUS, A. H.; SCHAICH, K., 1978: Das Rehwild. Hamburg und Berlin: Paul Parey, 8. Aufl. -
6. RODENWALDT, U., 1973: Waldbauliche Erfahrungen mit der Abschußregulierung beim Rehwild. Beiheft zu den Zeitschriften des Schweizerischen Forstvereins, 52, 176-187. -
7. SATTLER, W., 1966: Über die Zuwachsverhältnisse beim Reh. Die Pirsch, 18, 97-100. -
8. SCHWERDTFEGGER, F., 1968: Demökologie. Hamburg und Berlin: Paul Parey. -
9. UECKERMANN, E.; SCHOLTZ, H., 1970: Ergebnisse zehnjähriger Arbeiten im Rehwildversuchsrevier Helden-Ahausen. Jagdwiss., 16, 161-171. -
10. UECKERMANN, E., 1975: Der Rehwildabschuß. Hamburg und Berlin: Paul Parey, 4. Aufl. -
11. WANDELER, A. I., 1975: Die Fortpflanzungsleistung des Rehs im Berner Mittelland. Jahrbuch des Naturh. Museums Bern, 5, 245-301.