

JOHANNES LANG, Gonterskirchen; DITMAR HUCKSCHLAG, Trippstadt & OLAF SIMON, Gonterskirchen

Möglichkeiten und Grenzen der Wildbestandsschätzung für Rotwild mittels retrospektiver Kohortenanalyse am Beispiel des Rotwildgebietes „Pfälzerwald“

Schlagworte: *Cervus elaphus*, red deer, Jagdstrecken, Rückrechnung, Altersbestimmung, Wildbestandsermittlung

Einleitung

Für eine sachgerechte Schalenwildbewirtschaftung sind Angaben zur Höhe des Wildbestandes und dessen Entwicklung notwendig. Nur so kann die Wirkung der getätigten Abschüsse auf den Wildbestand eingeschätzt werden. Eine ausschließliche Auflistung der jährlichen Abschusshöhe ist dafür nicht ausreichend, da sie keine Aussage darüber erlaubt, wie hoch der Anteil dieser Abschüsse am Gesamtbestand ist und welche Auswirkungen diese Abgänge auf die Bestandshöhe haben.

Zusätzlich zur Erhebung der Jagdstrecken nach Alter bzw. Altersklasse und Geschlecht werden daher in vielen Rotwildgebieten Daten zur Höhe des Wildbestandes als Grundlage für die Abschussplanung herangezogen. Diese Daten beruhen zum Teil auf direkten Wildzählungen (z. B. Scheinwerferzählungen: HUPE et al. 2011; SIMON et al. 2008 oder Befliegungen: u. a. FRANKE et al. 2012) oder auf Indices zur Höhe des Wildbestandes (z. B. Losungszählung: TOTTEWITZ 1999; Abfahrten bei Schnee: BRIEDER-

MANN & LOCKOW 1985). In der Mehrzahl der Fälle jedoch wird die Höhe des Wildbestandes allein auf Basis der Jagdstrecken, meist ohne vollständigen körperlichen Nachweis der erlegten Stücke und ohne weitere fachliche Grundlage geschätzt.

Die Rückrechnung der Wildbestandshöhe aus der Jagdstrecke (Retrospektive Kohortenanalyse) wird heute nur noch selten als Methode für die Bestandsermittlung von Rotwild empfohlen (siehe aber EYHOLZER & BAUMANN 2010). Früher war sie eine wichtige Methode, um die Höhe von Rotwildbeständen rückwirkend zu ermitteln (LOWE 1969). Diese Methode basiert auf dem Prinzip, dass alle Tiere, die in einem bestimmten Jahr geboren werden (eine Kohorte), nach ihrem Tod erfasst (Jagdstrecke oder Fallwild) und altersbestimmt werden können. Nach dem Tod der gesamten Kohorte kann so der Mindestbestand im jeweiligen Geburtsjahr nachträglich (retrospektiv) berechnet werden. Die wichtigsten Voraussetzungen für die erfolgreiche Anwendung dieser Methode sind die Geschlossenheit der betrachteten Popula-

tion (ausreichende Größe, damit weder Zuno- noch Abwanderung einen größeren Einfluss auf den Populationsumsatz nehmen) sowie die möglichst vollständige Erfassung aller gestorbenen Tiere.

Die retrospektive Kohortenanalyse wird heute routinemäßig zur Populationsbestimmung und als Grundlage für die Abschussplanung in allen Rotwildgebieten in Hessen, in einigen weiteren Rotwildgebieten in anderen Bundesländern sowie u. a. für einige Elchvorkommen in Norwegen angewendet (RITTBERGER 1999; HMULV 2005; SOLBERG et al. 2006).

Material und Methode

Das Untersuchungsgebiet liegt im Rotwildgebiet Pfälzerwald in Rheinland-Pfalz. Die Waldfläche beträgt 62.800 ha (18.700 ha Kerngebiet + 44.100 ha Randgebiet). Als weitgehend geschlossener Waldkomplex umfasst der Staatswald davon 35.265 ha (15.439 ha Kerngebiet + 19.826 ha Randgebiet) und wird im Wesentlichen in Regie bejagt.

Die Basis für die Rückrechnung bilden die Abgangsdaten aus dem Staatswald „Pfälzerwald“, die für die Jagdjahre 1987/88 bis 2005/06 jahrgenau und nach Alter geschätzt gegliedert vorliegen (Tab. 1).

Tabelle 1 Gesamtabschüsse aus den Jagdjahren (JJ) 1987/88 bis 2005/06 aus dem Staatswald „Pfälzerwald“ nach JJ und Alter der erlegten Stücke gegliedert. Zum besseren Verständnis sind alle Abgänge aus dem Geburtsjahrgang 1987 grau hinterlegt.

JJ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	Gesamt
1987-88	50	47	11	18	9	5	2	0	3	0	3	0	3	0	0	1	1	153
1988-89	60	48	12	27	12	7	7	2	4	2	3	0	2	0	1	0	0	187
1989-90	48	45	8	15	7	7	7	0	2	0	2	0	2	0	1	0	0	144
1990-91	50	36	7	10	11	10	5	2	0	0	0	2	1	0	2	1	0	137
1991-92	58	49	5	15	5	7	2	1	1	0	2	0	4	0	0	1	0	150
1992-93	33	39	9	10	4	2	3	1	3	1	2	0	0	0	0	0	0	107
1993-94	55	48	12	19	11	8	2	3	3	2	2	1	3	0	0	0	0	169
1994-95	39	35	10	14	8	3	1	1	1	1	2	0	2	0	0	3	0	120
1995-96	33	39	9	15	3	1	2	4	1	0	0	0	1	0	0	1	0	109
1996-97	47	42	9	16	4	4	3	0	3	0	1	1	2	1	0	1	0	134
1997-98	34	34	12	11	2	2	1	3	1	0	2	0	1	1	0	0	0	104
1998-99	44	39	10	16	7	1	3	2	0	0	1	0	1	0	0	0	0	124
1999-00	67	62	9	22	4	5	4	2	1	0	1	1	0	0	0	1	0	179
2000-01	56	56	15	17	1	2	3	0	2	0	0	2	2	1	2	1	0	160
2001-02	71	47	19	23	7	5	2	2	2	0	2	0	1	0	0	0	0	181
2002-03	71	72	13	21	7	5	3	3	2	1	3	2	0	0	0	1	0	204
2003-04	87	71	11	18	5	9	8	6	4	0	1	0	1	1	0	0	0	222
2004-05	60	59	19	16	12	5	7	5	1	0	1	0	0	0	0	0	0	185
2005-06	90	49	11	10	6	7	4	4	3	2	4	2	1	0	0	0	0	193

Bei der vollständige Rückrechnung wird die Zahl der Tiere einer bestimmten Altersklasse i in einem bestimmten Jahr j mittels folgender Gleichung ermittelt:

$$n_{i,j} = a_{i,j} + a_{i+1,j+1} + \dots + a_{r,r+j-i},$$

wobei

$n_{i,j}$ = Anzahl der im j -ten Jahr vorhandenen Tiere der Altersklasse i ,

$a_{i,j}$ = Anzahl der im j -ten Jahr ausgeschiedenen Tiere der Altersklasse i ,

r = Maximal erreichte Altersklasse.

Für die Beziehung zwischen dem Lebensalter und der Altersklasse eines Tieres gilt die Konvention, dass Tiere der ersten Altersklasse ein Lebensalter von Null haben. Der Gesamtbestand eines Jahres ergibt sich als Summe der in den einzelnen Altersklassen nachgewiesenen Tiere:

$$N_j = \sum_{i=1}^r n_{i,j},$$

wobei

N_j = Gesamtbestand im j -ten Jahr.

Die Nachteile der Rückrechnung sind die unvollständige Auswertung (da Daten für Geburtsjahrgänge, die weniger als „ r Jahre“ zurückliegen, noch nicht vollständig vorliegen) und die mangelnde Aktualität (da „ r Jahre“ nötig sind, um den ersten vollständigen Geburtsjahrgang rückrechnen zu können).

Dieser Nachteil in der Rückrechnung kann durch eine Fortschreibung gemindert werden. Hierzu werden die Ergebnisse der vollständigen Rückrechnung mit Hilfe der verfügbaren Abgangsdaten der unvollständigen Jahrgänge fortgeführt.

Entscheidende Grundlage für eine möglichst exakte Fortschreibung in die Zukunft, ist eine solide Datengrundlage bis in die Gegenwart. Haben sich in der Vergangenheit innerhalb kurzer Zeiträume Jagdstrategien und Streckenzusammensetzungen in den Altersklassen und Geschlechtern aufgrund veränderter Zielstellungen (nachhaltiger Abschuss, Reduktionsabschuss, Populationsaufbau) verändert, können Fortschreibungen in längere Zeiträume der Zukunft erhebliche Fehler beinhalten. Entsprechend kurze Zeiträume für eine Fortschreibung sind daher zu wählen.

Unter der Annahme, dass der Abschuss der letzten Jahre im Pfälzerwald nachhaltig erfolgte, wurde der Abschuss der letzten vier vorliegenden Jagdjahre 2002/03 bis 2005/06 als Grundlage für die Fortschreibung gewählt. Die sich aus der Mittelwertbildung ergebenden jährlichen, mittleren Abschüsse führen zu Abschusszahlen mit Dezimalen. Diese „Bruchteile erlegter Tiere“ wurden in der Rückrechnung als solche verwendet. Um auf den aktuellen Bestand rückrechnen zu können, wurden die Abgänge auf dieser Basis bis in das Jagdjahr 2022/23 fortgeschrieben.

Diese Daten bilden die Basis für verschiedene Tests zur Fehleranfälligkeit der Methode.

Ergebnisse

Rückrechnung

Das Maximalalter der Population Pfälzerwald umfasst entsprechend der Angaben aus Tabelle 1 16 Jahre. D. h. keines der erlegten oder als Fallwild aufgefundenen Tiere wurde älter als 16 Jahre geschätzt. Für die Geburtenjahrgänge 1987, 1988 und 1989 ist daher eine vollständige Rückrechnung möglich (Tab. 2). Für die Geburtenjahrgänge 1990 bis 1997 ist eine Rückrechnung nur noch eingeschränkt möglich, da der weit überwiegende Abschuss (> 95 %) bis zum Alter von einschließlich acht Lebensjahren erfolgt. Ab 1998 liefert die Rückrechnung schließlich nur noch unvollständige Geburtenjahrgänge, so dass spätestens mit dem Jahr 1999 auf eine Bestandsrückrechnung verzichtet wurde.

Die Höhe des Rotwildbestandes lag demnach in den Jahren 1987 bis 1997, bei einer Jagdstrecke von 107 bis 187 Stück, zwischen 320 und 456 Stück.

Fortschreibung

Nach der Fortschreibung der aktuellen Abschüsse konnten die fehlenden Jahrgänge ergänzt und eine Rückrechnung bis in die Gegenwart vollzogen werden (Tab. 3).

Demnach stieg der Rotwildbestand in den letzten Jahren um etwa 200 Stück auf zuletzt über 500 Stück an.

Tabelle 2 Ergebnisse der Rückrechnung auf Basis der vorliegenden Abgangsdaten aus Tabelle 1 für den Staatswald „Pfälzerwald“.

JJ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	Bestand
1987-88	131	103	65	54	31	17	12	5	16	4	5	5	5	1	0	1	1	456
1988-89	151	81	56	54	36	22	12	10	5	13	2	2	5	2	1	0	0	452
1989-90	120	91	33	44	27	24	15	5	8	1	1	1	2	3	2	0	0	377
1990-91	143	72	46	25	29	20	17	8	5	6	9	9	1	0	3	1		394
1991-92	139	93	36	39	15	18	10	12	6	5	1	1	7	0	0			382
1992-93	122	81	44	31	24	10	11	8	11	5	4	4	1	3				359
1993-94	127	89	42	35	21	20	8	8	7	8	3	3	4					375
1994-95	120	72	41	30	16	10	12	6	5	4	2	2						320
1995-96	122	81	37	31	16	8	7	11	5	4	4							326
1996-97	131	89	42	28	16	13	7	5	7	4								342
1997-98	127	84	47	33	12	12	9	4	5									333
1998-99	171	93	50	35	22	10	10	8										399
1999-00	177	127	54	40	19	15	9											441
2000-01	153	110	65	45	18	15												
2001-02	176	97	54	50	28													
2002-03	171	105	50	35														
2003-04	157	100	33															
2004-05	109	70																
2005-06	90																	

Fehlerquellen

Auswirkungen des gewählten Maximalalter

Das Maximalalter der Rothirschpopulation bestimmt den Zeitraum, bis zu dem rückgerechnet werden kann bzw. die Zeitdauer, für die eine vollständige Datenreihe vorliegt. Vollzieht man die Rückrechnung mit unvollständigen Datenreihen unterhalb des realen Maximalalters in der Population, ergibt sich dabei ein Fehler, da noch lebende Tiere, vor allem aber auch ihre Nachkommen, in der Rückrechnung nicht berücksichtigt werden. Je geringer das gewählte Maximalalter ist, umso höher ist die Dunkelziffer nicht erfassten Wildes für die Rückrechnung

und entsprechend ungenauer das Ergebnis der Bestandserfassung.

Betrachtet man Rückrechnungen, die auf einem Maximalalter von sechs Jahren bzw. zehn Jahren basieren (Abb. 1), ergeben sich bei einer Datenreihe von 19 Jahren und dem Vergleich mit einer Fortschreibung auf Basis der mittleren Abschüsse der letzten vier Jahre (Tab. 3) mehr oder weniger große Abweichungen vom errechneten Gesamtbestand.

Die Rückrechnung ist bereits mit einem angenommenen Höchstalter von 10 Jahren relativ genau (< 5 % Differenz zum Ergebnis der Fortschreibung).

Mit einem angenommenen Höchstalter von sechs Jahren steigt der Fehler auf > 10 %. Die-

Tabelle 3 Rückrechnung für den Staatswald „Pfälzerwald“ auf Basis der Ergebnisse der Fortschreibung (angenommener nachhaltiger Abschluss).

JJ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	Bestand
1987-88	131	103	65	54	31	17	12	5	16	4	5	5	5	1	0	1	1	456
1988-89	151	81	56	54	36	22	12	10	5	13	2	2	5	2	1	0	0	452
1989-90	120	91	33	44	27	24	15	5	8	1	1	1	2	3	2	0	0	377
1990-91	143	72	46	25	29	20	17	8	5	6	9	9	1	0	3	1	0	394
1991-92	139	93	36	39	15	18	10	12	6	5	1	1	7	0	0	1	0	383
1992-93	122	81	44	31	24	10	11	8	11	5	4	4	1	3	0	0	0	360
1993-94	128	89	42	35	21	20	8	8	7	8	3	3	4	1	3	0	0	380
1994-95	121	73	41	30	16	10	12	6	5	4	2	2	2	1	1	3	0	329
1995-96	124	82	38	31	16	8	7	11	5	4	4	4	2	0	1	1	0	338
1996-97	135	91	43	29	16	13	7	5	7	4	3	3	4	1	0	1	0	362
1997-98	132	88	49	34	13	12	9	4	5	4	3	3	2	2	0	0	0	360
1998-99	179	98	54	37	23	11	10	8	1	4	2	2	3	1	1	0	0	434
1999-00	189	135	59	44	21	16	10	7	6	1	3	3	2	2	1	1	0	500
2000-01	171	122	73	50	22	17	11	6	5	5	3	3	2	2	2	1	0	494
2001-02	200	115	66	58	33	21	15	8	6	3	1	1	1	0	1	0	0	528
2002-03	203	129	68	47	35	26	16	13	6	4	3	3	1	0	0	1	0	554
2003-04	205	132	57	55	26	28	21	13	10	4	0	0	1,3	1	0	0	0	552
2004-05	170	118	61	46	37	21	19	13	7	6	2	2	0,3	0,3	0	0	0	500
2005-06	214	110	59	42	30	25	16	12	8	6	3	3	1,5	0,3	0,3	0	0	529
2006-07	201	124	61	48	32	24	18	12	8	5	2	2	1	0,5	0,3	0,3	0	538

ser Fehler ist grundsätzlich abhängig von der Altersstruktur des untersuchten Bestandes. Je höher das Durchschnittsalter der Population ist, desto größer wird der Fehler.

Auswirkungen der für die Fortschreibung gewählten Annahme auf die Rückrechnung

Die Fortschreibung der Abschüsse im Staatswald „Pfälzerwald“ erfolgte unter der Annahme, dass der Abschluss nachhaltig ist (vgl. Tab. 3).

Falls jedoch die zugrunde liegende Annahme (nachhaltiger Abschluss) falsch ist, ergeben sich deutliche Veränderungen für den berech-

neten Bestand. Modellhaft wurden der Annahme von einem nachhaltigen Abschluss deshalb zwei alternative Annahmen gegenübergestellt (Abb. 2).

I. Modell „Reduktion“: Der derzeitige Abschluss ist zu hoch und führt zu einer Reduktion des Rotwildbestandes. Daher sind in den nächsten sechs Jahren jeweils 10 % weniger Abschluss möglich. Danach stagniert der Abschluss.

II. Modell „Anstieg“: Der derzeitige Abschluss ist zu niedrig und führt zu einem weiteren Anstieg des Rotwildbestandes. Daher sind in den nächsten drei Jahren jeweils Steigerungen von 10 % des Abschlusses möglich. Danach stagniert der Abschluss.

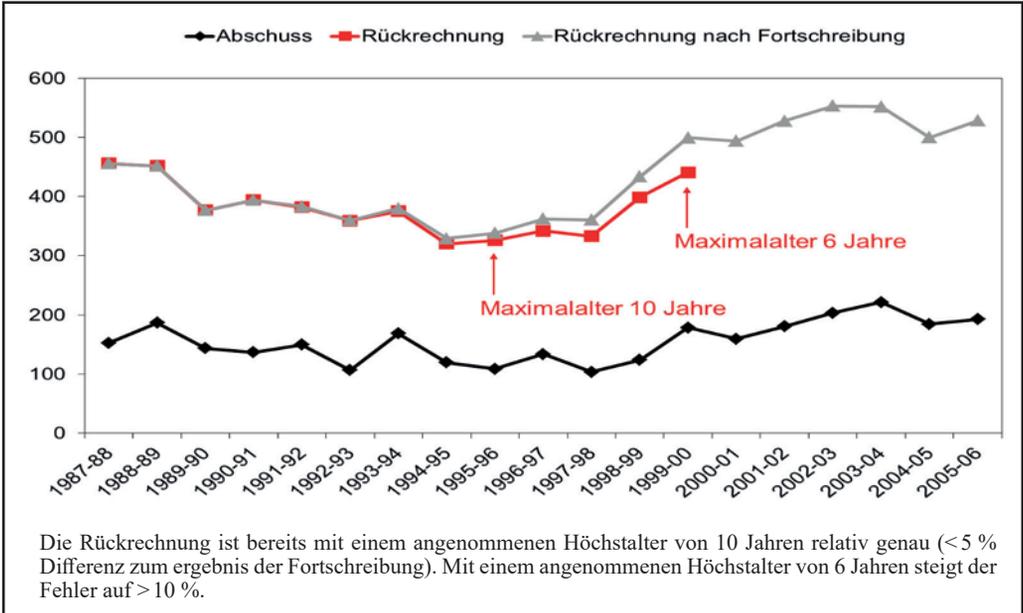


Abb. 1 Ergebnisse der Rückrechnung auf Basis der Jagdstrecken Rotwild des Staatswaldes „Pfälzerwald“ 1987–2005 (Erläuterungen im Text).

Das Ergebnis der drei alternativen Modellrechnungen zeigt, wie sensibel die Rückrechnung (nach Fortschreibung) auf veränderte Abschüsse in der Zukunft reagiert (Abb. 2). Im Vergleich zur Rückrechnung auf der Basis nachhaltiger Abschüsse mit einem Frühjahrsbestand in 2006 von 538 Stück, ergibt die Rückrechnung nach Fortschreibung unter der Annahme von Modell I (Reduktion) einen um 23 % geringeren Bestand und unter Annahme von Modell II (Anstieg) einen um 22 % höheren Bestand.

Auswirkungen systematischer Über- und Unterschätzungen des Alters

Das Alter des im Staatswald „Pfälzerwald“ erlegten Rotwildes wurde anhand der Backenzahnabnutzung geschätzt. Der hierbei entstandene Fehler gegenüber dem tatsächlichen Alter ist unbekannt.

Zur Analyse der Auswirkungen einer systematischen Unter- bzw. Überschätzung des Alters der erlegten Tiere auf die Bestandsrückrechnung, wurden alternative Rückrechnungen vorgenommen, die davon ausgehen, dass das Alter

- aller Kälber korrekt bestimmt wurde,
- aller einjährigen Stücke korrekt bestimmt wurde,
- aller Stücke älter als 12 Jahre korrekt bestimmt wurde

Modell Unterschätzung

- aller zwei- bis 12-jährigen Stücke zur Hälfte korrekt bestimmt und zur Hälfte um zwei Jahre unterschätzt wurde,

Modell Überschätzung

- aller zwei- bis 12-jährigen Stücke zur Hälfte korrekt bestimmt und zur Hälfte um zwei Jahre überschätzt wurde,

Eine, wie im Text beschriebene, vom Alter her unterschätzte Jagdstrecke liefert in der Rückrechnung einen um im Mittel 12 % höheren Gesamtbestand (Abb. 3). Eine, wie im Text beschriebene, vom Alter her überschätzte Jagdstrecke liefert in der Rückrechnung einen um im Mittel 6 % niedrigeren Gesamtbestand (Abb. 3). Eine systematische Unterschätzung des Alters hat demnach stärkere Auswirkungen auf die errechnete Bestandsgröße.

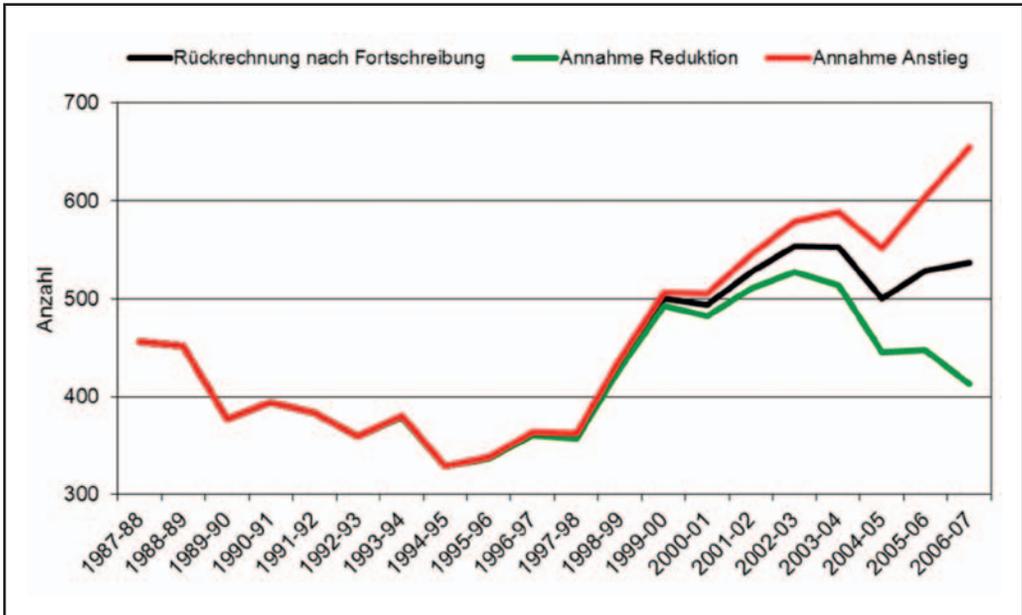


Abb. 2 Ergebnisse der Rückrechnung für den Rotwildbestand im Staatswald „Pfälzerwald“ aufgrund verschiedener Abschussmodelle (Erläuterungen im Text).

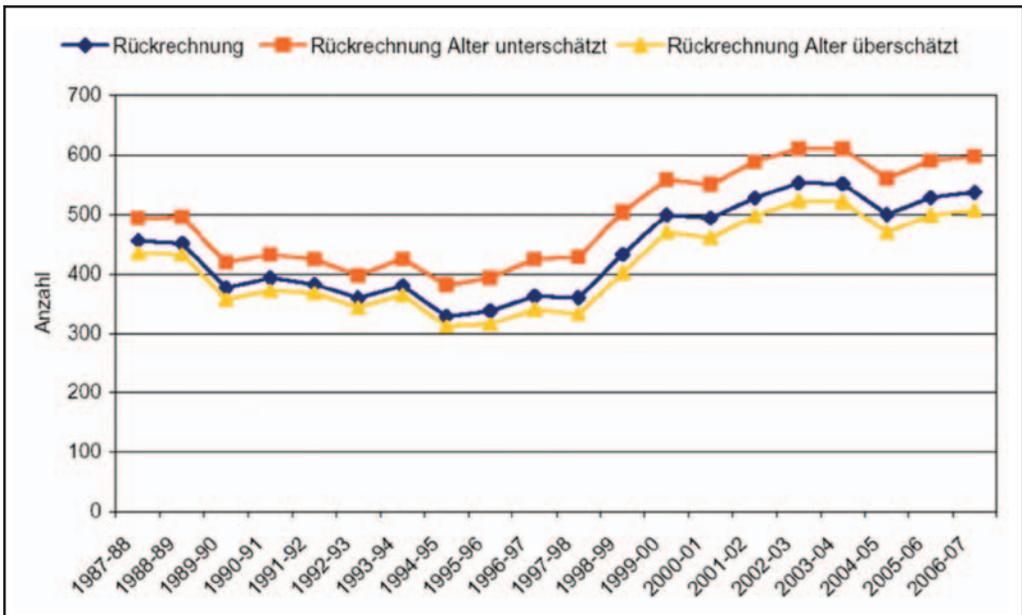


Abb. 3 Ergebnisse der Rückrechnung mit Altersangaben gemäß geschätzter Altersdaten Staatswald „Pfälzerwald“ und bei systematischer Unter- und Überschätzung des Alters (Erläuterung im Text).

Diskussion

Die retrospektive Kohortenanalyse ist eine vergleichsweise einfache Methode zur Wildbestandsschätzung anhand einfach verfügbarer Streckendaten. Die Genauigkeit der Wildbestandsschätzung hängt davon ab, in welchem Umfang die Abgänge erfasst werden. Wird ein größerer Anteil der Abgänge nicht erfasst (z. B. nicht gemeldete Erlegungen, nicht gefundenes Fallwild), wird der tatsächliche Bestand als zu niedrig ermittelt (SIEFKE & STUBBE 2012; BAULING et al. 2013). Eine wichtige Grundlage für die Streckenrückrechnung ist daher eine vollständige und ehrliche Streckenmeldung, die durch den körperlichen Nachweis der erlegten Stücke belegt wird (SIMON & LANG 2011).

Eine weitere Fehlerquelle ist die ungenaue Altersbestimmung der erlegten Stücke. Grundsätzlich ist die Altersbestimmung von Rotwild anhand der Zahnabnutzung eine zuverlässige Methode, wenn sie exakt durchgeführt wird (LOWE 1967). Die gutachterliche Einschätzung, z. T. am frischtoten Tier ohne Auslösen des Unterkiefers vorgenommen, zudem durch verschiedene Bearbeiter über die Jahre ermittelt, ist aber oft mit einem hohen Fehler behaftet (HEWISON et al. 1999). Solche Alters-, „ver“-schätzungen können zu erheblichen Fehlern in der Zuwachsberechnung führen. Eine Kalibrierung durch eine Altersbestimmung anhand von Zahnschnitten und -schliffen (GEIGER 1979) ist unbedingt anzuraten (BAUMGARTNER et al. 2004, PEREZ-BARBERIA et al. 2014). Die so kalibrierte Altersschätzung findet dann praktischerweise anhand von ausgelösten Unterkiefern an einem Tag nach Abschluss des Jagdjahres statt (RITTBERGER 1999).

Die fehlerhafte Altersbestimmung wirkt sich jedoch nicht so gravierend auf das Ergebnis der Rückrechnung aus, wie eine falsche Einschätzung der aktuellen und zukünftigen Abschusssituation. Wird der Anteil des aktuell erzielten Abschusses an der Gesamtpopulation zu hoch oder zu niedrig eingeschätzt bzw. für die Zukunft falsch prognostiziert, führt das zu einer deutlich abweichenden Einschätzung des tatsächlichen Gesamtbestandes. Neben der Streckenrückrechnung sind daher weitere Streckenanalysen notwendig, die eine entsprechende Einschätzung erlauben (z. B. Alttier-Kalb-Verhältnis). Zudem empfiehlt sich ein von der

Strecke unabhängiger Bestandsindex, der parallel zur Bestandeshöhe sinkt oder steigt. Das können z. B. Körpermaße, im Rahmen von Ansitzen gesehene Wildmengen, der Aufwand für die Erlegung eines Stückes, Scheinwerferzählergebnisse oder andere sein (z. B. LANCIA et al. 1996; ERICSSON & WALLIN 1999; MORELLET et al. 2007; LANG & JAKOB 2014).

Eine selten angewendete Stärke der Streckenrückrechnung ist die Möglichkeit, unabhängig von anderen Zählmethoden, frühere Bestandserhebungen zu überprüfen und die daraus resultierende Differenz (Dunkelziffer) abzuschätzen, d. h. denjenigen Teil des Bestandes, welcher nicht erfasst werden konnte. Dies wiederum hilft, eine realistischere Abschätzung der aktuellen Dunkelziffer von Zählmethoden treffen zu können (EYHOLZER & BAUMANN 2011).

Zusammenfassung

Die Rückrechnung der Wildbestandshöhe anhand verfügbarer Streckendaten (Retrospektive Kohortenanalyse) ist eine einfache Methode zur Wildbestandsschätzung. Sie wird allerdings eher selten als Methode für die Bestandsermittlung von Rotwild empfohlen und angewendet. Anhand von Daten aus dem Rotwildgebiet Pfälzerwald in Rheinland-Pfalz werden die Möglichkeiten und Fehlerquellen der Methode besprochen.

Vor allem die Rückrechnung der aktuellen Wildbestandshöhe nach Fortschreibung der Strecke ist mit Fehlern behaftet. Eine Stärke der Methode ist die Überprüfung zurückliegender Bestandserhebungen, die zu mehr Vertrauen in die aktuellen Monitoringdaten führen kann.

Summary

Reconstructing the size of a game population from hunting bag data (cohort analysis) is a simple method of wildlife monitoring. To monitor red deer populations in Germany this method is seldom recommended and applied. We used data from a red deer population in the Palatinate Forest in Rhineland-Palatinate (Germany) to describe opportunities and sources of error of this method. The reconstruction of the current

population size after forward projection of actual hunting bags is especially error-prone. Apart from that the method can be useful in corroborating past census results and giving confidence in long term population management.

Dank

Unser Dank gilt dem Land Rheinland-Pfalz, vertreten durch die Struktur- und Genehmigungsdirektion Süd (SGD Süd), Forschungsanstalt für Waldökologie und Forstwirtschaft Rheinland-Pfalz (FAWF) für Projektförderung und Datenbereitstellung und Dipl. Biol. Karin Scheelke für die Mithilfe bei der Aufbereitung und Berechnung umfangreicher Datensätze.

Literatur

- BAULING, S.; SABOROWSKI, J. & RÜHE, F. (2013): Schätzung der Rotwildichte (*Cervus elaphus* L.) im Solling mit der Age-at-Harvest-Methode. – Forstarchiv **84**: 13–23.
- BAUMGARTNER, S.; STEINECK, T.; WILLING, R. & ARNOLD, W. (2004): Zuverlässigere Methode zur Altersbestimmung beim Rotwild. Forschungsinstitut für Wildtierkunde und Ökologie. – Weidwerk **2**: 8–11.
- BRIEDERMANN, L. (1982): Der Wildbestand – die große Unbekannte. – Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin. 212 S.
- BRIEDERMANN, L. & LOCKOW, K.-W. (1985): Ermittlung der Schalenwildichte durch Abfahrten bei Schnee. – AFZ **22**: 553–556.
- COBBEN, M.M.P.; LINELL, J.D.C.; SOLBERG, E.J. & ANDERSEN, R. (2009): Who wants to live forever? Roe deer survival in a favourable environment. – Ecological Research **24**: 1197–1205.
- DRECHSLER, H. (1966): Möglichkeiten der rechnerischen Kontrolle über Bestandserhebungen beim weiblichen Rotwild. – Zeitschrift für Jagdwissenschaft **12**: 173–175.
- ERICSSON, G. & WALLIN, K. (1999): Hunter observations as an index of moose *Alces alces* population parameters. – Wildlife Biology **5**: 177–185.
- EYHOLZER, R. & BAUMANN, M. (2010): Methoden zur Erhebung von Schalenwildbeständen. – In: BUNDESAMT FÜR UMWELT BAFU (Hrsg.): Wald und Wild – Grundlagen für die Praxis. Wissenschaftliche und methodische Grundlagen zum integralen Management von Reh, Gämse, Rothirsch und ihrem Lebensraum. Umwelt-Wissen **1013**. Bern: 93–110.
- FRANKE, U.; GOLL, B.; HOHMANN, U. & HEURICH, M. (2012): Aerial ungulate surveys with a combination of infrared and high-resolution natural colour images. – Animal Biodiversity and Conservation **35**: 285–293.
- GEIGER, G. (1979): Zur Altersbestimmung beim europäischen wiederkäuenden Schalenwild anhand von Zahnschnitten durch die Wurzelzementzonen der inneren Schneidezähne. – AFZ: 1578–1579.
- HESSISCHES MINISTERIUM FÜR UMWELT, LÄNDLICHEN RAUM UND VERBRAUCHERSCHUTZ HMULV (2005): Richtlinie für die Hege und Bejagung des Schalenwildes in Hessen. Erlass vom 23. Dezember 2005, Az. VI 3 – 088 – J 40 – 1/2005, StAnz. 4 / 2006 S. 239.
- HEWISON, A.J.M.; VINCENT, J.P.; ANGBAULT, J.M.; DELORME, D.; VAN LAERE, G. & GAILLARD, J.M. (1999): Tests of estimation of age from tooth wear on roe deer of known age: variation within and among populations. – Canadian Journal of Zoology **77**: 58–67.
- HUPE, K.; SIMON, O. & LANG, J. (2011): Wo sind die Hirsche? Scheinwerferzählung auf Rotwild im Solling. In: KINSER, A.; MÜNCHHAUSEN, H. FRHR. V. & REDDEMANN, J. (Hrsg.): Der Hirsch und der Wald – von einem abgeschobenen Flüchtling und seinem ungeliebten Exil. Tagungsband zum 5. Rotwildsymposium der Deutschen Wildtier Stiftung vom 1. bis 3. Dezember 2010 im Deutschen Jagd- und Fischereimuseum München: 280–285.
- LANCIA, R.A.; BISHIR, J.W.; CONNER, M.C. & ROSENBERY, C.S. (1996): Use of catch-effort to estimate population size. – Wildlife Society Bulletin **24**: 731–737.
- LANG, J. & JAKOB, A. (2014): Die Körpermasse von Rehen *Capreolus capreolus* aus einem süddeutschen Waldgebiet. – Beiträge zur Jagd- und Wildforschung **39**: 189–193.
- LOWE, V.P.W. (1967): Teeth as indicators of age with special reference to Red deer (*Cervus elaphus*) of known age from Rhum. – Journal of Zoology **152**: 137–153.
- LOWE, V.P.W. (1969): Population dynamics of the red deer (*Cervus elaphus* L.) on Rhum. – Journal of Animal Ecology **38**: 425–457.
- MORELLET, N.; GAILLARD, J.M.; HEWISON, A.J.M.; BALLOU, P.; BOSCARDIN, Y.; DUNCAN, P.; KLEIN, F. & MAILLARD, D. (2007): Indicators of ecological change: new tools for managing populations of large herbivores. – Journal of Applied Ecology **44**: 634–643.
- PEREZ-BARBERIA, F.J.; DUFF, E.I.; BREWER, M.J. & GUINNESS, F.E. (2014): Evaluation of methods to age Scottish red deer: the balance between accuracy and practicality. – Journal of Zoology **294**: 180–189.
- RITTBERGER, C. (1999): Die Auswertung von Unterkiefern, eine Möglichkeit zur Analyse der Höhe und Struktur eines Rotwildbestandes. – Beiträge zur Jagd- und Wildforschung **24**: 139–142.
- ROEDER, A. (1983): Abgangstatistik und Wildichte – Die rechnerische Ermittlung des Rehwildbestandes, dargestellt am Muster- und Versuchsrevier Kühkopf. – Mitteilungen der Hessischen Landesforstverwaltung **18**: 91–106.
- SIEFKE, A. & STUBBE, C. (2012): Die Mortalität von Schalenwildpopulationen – Wissensdefizite bei deren Bewirtschaftung. – Beiträge zur Jagd- und Wildforschung **37**: 237–260.
- SIMON, O. & LANG, J. (2011): Rotwild-Streckenentwicklung nach Einführung des körperlichen Nachweises im LMP Hochwald, Saarland. – In: KINSER, A.; MÜNCHHAUSEN, H. FRHR. V. & REDDEMANN, J. (Hrsg.): Der Hirsch und der Wald – von einem abgeschobenen Flüchtling und seinem ungeliebten Exil. Tagungsband

- zum 5. Rotwildsymposium der Deutschen Wildtier Stiftung vom 1. bis 3. Dezember 2010 im Deutschen Jagd- und Fischereimuseum München: 314–319.
- SIMON, O.; LANG, J. & PETRAK, M. (2008): Rotwild in der Eifel – Lösungen für die Praxis aus dem Pilotprojekt Monschau-Elsenborn. Landesbetrieb Wald und Holz NRW – Forschungsstelle für Jagdkunde und Wildschadenverhütung (Hrsg.). Iutra Verlag, Klitten: 204 S.
- SOLBERG, E.J.; ROLANDSEN, C.M.; HEIM, M.; GRÖTAN, V.; GAREL, M.; SÆTHER, B.-E.; NILSEN, E.B.; AUSTRHEIM, G. & HERFINDAL, I. (2006): Elgen i Norge sett med jegerøyne – En analyse av jaktmaterialet fra overvåkingsprogrammet for elg og det samlede sett elg-materialet for perioden 1966–2004 (norwegisch mit englischer Zusammenfassung) – NINA Rapport **125**: 197 s.
- TOTTEWITZ, F. (1999): Erste Ergebnisse des landesweiten Monitoringsystems zur Kontrolle der Wilddichte in den Rot- und Damwildbewirtschaftungsgebieten Thüringens. – Beiträge zur Jagd- und Wildforschung **24**: 215–221.

Anschriften der Verfasser:

JOHANNES LANG & OLAF SIMON
Institut für Tierökologie und Naturbildung
Hauptstraße 30
35321 Gonterskirchen
E-Mail: Johannes.Lang@tieroekologie.com

DITMAR HUCKSCHLAG
Forschungsanstalt für Waldökologie und
Forstwirtschaft Rheinland-Pfalz
Hauptstraße 16,
D-67705 Trippstadt
E-Mail: ditmar.huckschlag@wald-rlp.de