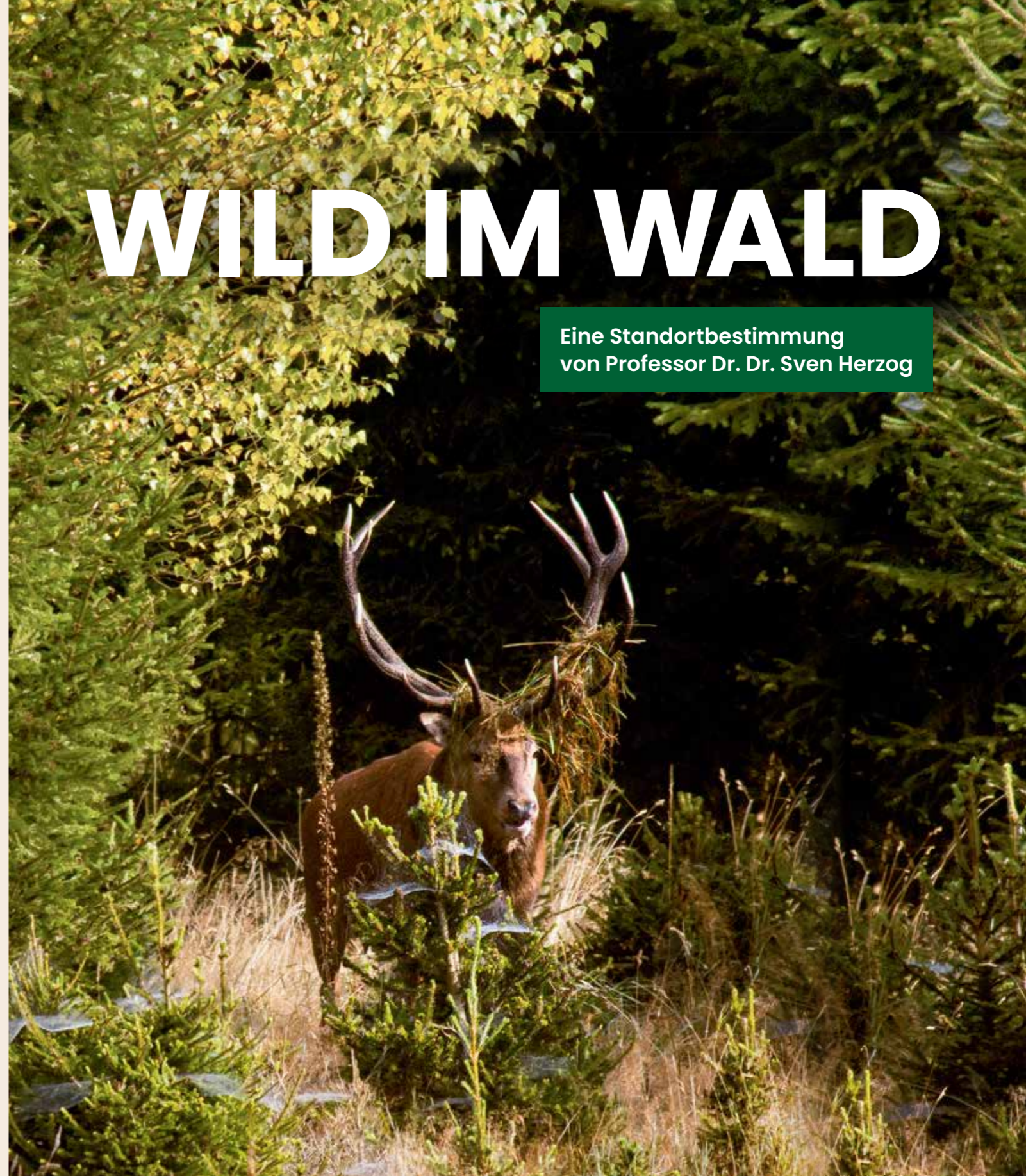


WILD IM WALD

Eine Standortbestimmung
von Professor Dr. Dr. Sven Herzog



Deutsche Delegation im Internationalen
Rat zur Erhaltung des Wildes und der Jagd (CIC)
Röpkestr. 20, 40235 Düsseldorf
www.CIC-wildlife.de

Studie im Auftrag der
Deutschen Delegation im CIC



AUF EINEN BLICK

Wald und Wild in Mitteleuropa im Lichte der wissenschaftlichen Literatur

- 04 Einfluss von Wildwiederkäuern auf Waldökosysteme
- 06 Einfluss der Wildwiederkäuer auf holzige Pflanzen
- 07 Reaktionen der Pflanze auf Fraßeinwirkungen
- 08 Einflussfaktoren auf Äsungsverhalten und Fraßeinwirkungen der Wildwiederkäuer in Waldökosystemen
- 09 Beispiele zum Umfang der Verbisseinwirkung von Wildwiederkäuern auf Waldökosysteme in Mitteleuropa
- 13 Messung des Einflusses von Wildtieren: Fraßeinwirkung versus Schaden
- 19 Empfehlungen zum Vorgehen bei nicht tolerablen Fraßeinwirkungen durch Wildwiederkäuer
- 20 Ökologische Bedeutung von Wildwiederkäuern für Waldökosysteme
- 21 Beweidung
- 24 Bodenverwundung als ökologischer Faktor
- 25 Zoochorie

Aus der Wissenschaft in die Praxis

- 26 Fünf Schritte auf dem Weg zu einer Waldwirtschaft mit Wildtieren
- 27 Definition von Verjüngungseinheiten und Ruhebereichen
- 27 Erarbeitung eines geeigneten Jagdkonzeptes
- 28 Monitoring
- 28 Fortschreiben der Planung
- 29 Partizipation und Kommunikation

Literatur

- 30 Literaturverzeichnis

Herausgeber

Verein zur Erhaltung des Wildes
und der Jagd im CIC e.V.
Röpkestr. 20, 40235 Düsseldorf
www.CIC-wildlife.de

Autor: Prof. Dr. Dr. Sven A. Herzog
Redaktion: Hilmar Freiherr von Münchhausen

Fotos: Prof. Dr. Dr. Sven Herzog,
Burkhard Stöcker (u.a. Titelbild)

Gestaltung: dieMAYREI GmbH, Donauwörth
Druck: WIRMachenDRUCK GmbH, Backnang

Stand: Januar 2023

VORWORT

Die Debatte um die Zukunft unserer Wälder und den richtigen Umgang mit dem Schalenwild ist von vielen Emotionen geprägt. Deshalb haben wir die vorliegende Studie vergeben. Sie reflektiert den Stand des Wissens und greift dabei auf ältere Studien ebenso zurück wie auf aktuelle Arbeiten. Es ist das große Verdienst von Professor Sven Herzog, dass er die Ergebnisse der wissenschaftlichen Arbeiten der vergangenen Jahre, die oft nur wenige Faktoren im komplexen Zusammenspiel von Waldökosystemen bearbeitet haben, zusammenführt. Nur so werden wir dem Thema „Wild im Wald“ gerecht.

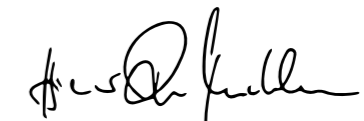
Der CIC versteht sich weltweit als Anwalt des Wildes. Als Internationaler Rat zur Erhaltung des Wildes und der Jagd wollen wir zu einer sachlichen und wissensbasierten Diskussion im Spannungsfeld von Waldbau, Jagd und den Ansprüchen des Wildes beitragen. Diese Haltung leitet uns auch in der politischen Diskussion rund um Jagd- und Waldgesetze auf Ebene von Bund oder den Ländern. Als Fürsprecher des Wildes sehen wir gleichzeitig die ökonomischen Herausforderungen in der Land- und Forstwirtschaft. Deshalb arbeiten wir partnerschaftlich mit den weiteren Akteuren im ländlichen Raum an Lösungen, die im wahrsten Sinne des Wortes „nachhaltig“ sind und damit den wirtschaftlichen Interessen der Landnutzer ebenso gerecht werden wie den Bedürfnissen des Wildes.

Der Wald ist auch Lebensraum von Rothirsch, Reh oder Gams. In unserer intensiv genutzten Kulturlandschaft sind die Wälder wichtige Rückzugsräume für Wildtiere geworden. Wir wollen dabei helfen, die Vielfalt an wildlebenden Tieren und Pflanzen in den so unterschiedlichen Waldökosystemen zu bewahren. Dabei soll uns und allen, die mit uns für dieses Ziel streiten, diese Studie helfen.

Für einen Wald mit Wild...



Dr. Steffen Koch
Leiter der Deutschen
Delegation im CIC



Hilmar Freiherr v. Münchhausen
Mitglied im Vorstand der
Deutschen Delegation im CIC



WALD UND WILD IN MITTEL-EUROPA IM LICHT DER WISSENSCHAFTLICHEN LITERATUR

**Verbiß in der Buchen-
verjüngung durch
Rotwild – Schaden
oder nicht?**

Einfluss von Wildwiederkäuern auf Waldökosysteme

Ende des 19. Jahrhunderts waren wildlebende Huftiere Mitteleuropas ebenso wie die großen Prädatoren deutlich in ihren Beständen reduziert und vielerorts sogar völlig ausgerottet (vergl. etwa BREITENMOSER 1998, HERZOG 2019, OKARMA & HERZOG 2019). Seit spätestens Mitte des 20. Jahrhunderts beobachten wir europaweit wieder eine stetige Zunahme an Wildwiederkäuern, genauer gesagt Rehen und Hirschen. Die großen Wildrinder hingegen blieben bis heute verschwunden. Für die stetige Zunahme bestimmter Arten werden von unterschiedlichen Autoren verschiedene Gründe genannt. Für Mitteleuropa sind einerseits die von FULLER & GILL (2001) für Großbri-

tannien angeführten Gründe, die Zunahme der Wintersaaten in der Landwirtschaft und die Zunahme der Waldfläche wahrscheinlich. Allerdings dürften auch Änderungen in der Waldstruktur (Waldumbau) oder eine Zunahme der Mastjahre im Wald in den vergangenen Dekaden eine Rolle spielen. Welchen Einfluss die lange Abwesenheit der großen Prädatoren in diesem Zusammenhang hatte, ist bisher noch unklar. Allerdings dürfte der Einfluss etwa des Wolfes auf die Huftierdichten sowohl bei den einzelnen Arten als auch regional sehr unterschiedlich, großräumig aber eher überschaubar sein (vergl. OKARMA & HERZOG 2019).

Gleichzeitig wurden in Mitteleuropa und insbesondere in Deutschland immer wieder und zunehmend seit Ende des 20. Jahrhunderts Klagen über zunehmende Fraßeinwirkungen durch Wildwiederkäuer insbesondere an der Waldvegetation laut. Dabei wird in der Praxis meist von einem unmittelbaren, teilweise linearen Zusammenhang zwischen Wildwiederkäuerdichte einerseits und Ausmaß der Fraßeinwirkung ausgegangen. Letztere wird darüber hinaus regelmäßig mit einem (wirtschaftlichen) Schaden für den Waldbewirtschafter gleichgesetzt (vergl. z.B. CÔTÉ et al. 2004) und häufig mit der Forderung nach einer Reduktion der Wildwiederkäuerdichten verbunden (vergl. REIMOSER 2003, AMMER et al. 2010).

Dass dieser Ansatz in der Praxis offensichtlich bislang zumindest großflächig nicht erfolgreich war, beschreibt HERZOG (2010). In dieser Arbeit wird darüber hinaus dargestellt, warum der Begriff des „Wald-Wild-Konfliktes“ aus ökologischen wie ökonomischen Gründen nicht sachgerecht ist und keine fachliche bzw. konzeptionelle Grundlage besitzt. Dennoch wird er nicht nur in den Verlautbarungen forstlicher Lobbygruppen, sondern auch in verschiedenen Publikationen mit vordergründig wissenschaftlichem Charakter weiterhin verwendet. Allerdings existieren sehr wohl Konflikte zwischen Menschen und ihren unterschiedlichen Interessen (HERZOG 2010, 2019): So kann etwa

**„Nehmt dem Walde alles Wild und laßt ihm nur noch die Streusammler, Leseholzträger und Holzdiebe, und fürwahr, ihr habt die Poesie desselben, und mit ihr den unendlichen Reiz, den er für viele hat, gänzlich vernichtet!“
Friedrich Wilhelm Leopold Pfeil (Forstwissenschaftler und „forstlicher Klassiker“, 1783 – 1859)**

ein Konflikt zwischen jagdlichen und forstlichen Interessen bestehen. AMMER et al. (2010) folgen zwar grundsätzlich dieser Argumentation, verwenden den Begriff des „Wald-Wild-Konfliktes“ aber weiter mit der Begründung, er habe sich in bestimmtem Kontext „eingebürgert“.

Weiterhin finden wir intrinsische Konflikte innerhalb ein und derselben Interessengruppe, etwa innerhalb von privaten oder staatlichen Forstbetrieben, die sowohl forstliche (Waldverjüngung, Wertholzproduktion) als auch jagdwirtschaftliche (Umsätze aus der Jagd), nicht selten aber auch rein jagdliche Ziele (Partikularinteresse des Betriebsinhabers oder der Mitarbeiter) auf ein und derselben Fläche erreichen wollen.

Die vorliegende Studie stellt die Wechselwirkungen zwischen Wildwiederkäuern und der Vegetation in Waldökosystemen anhand einer Auswahl wissenschaftlicher Publikationen vorwiegend aus dem mitteleuropäischen Raum dar und diskutiert diese kritisch. Dabei zeigte

Fotos: Herzog



links: Winterschäle an einer Fichte: Stress, Nahrungsmangel und/oder ein hoher Wildbestand können ursächlich sein.

rechts: „Gefegte“ Kiefer.

sich, dass in der Literatur keineswegs immer klar zwischen den ökologischen Phänomenen (z.B. Fraßeinwirkungen) einerseits und deren ökonomischer Bewertung andererseits unterschieden wird. Eine wichtige Aufgabe

der vorliegenden Studie ist es, diese Unterschiede möglichst klar herauszuarbeiten und, darauf aufbauend, tragfähige Lösungsansätze zu erarbeiten.

Einfluss der Wildwiederkäuer auf holzige Pflanzen

Meist beurteilen wir die Wirkungen von Wildwiederkäuern auf Bäume und Wälder aus der Perspektive der forstlichen Bewirtschaftung. Aus diesem Blickwinkel können wir negative ebenso wie positive Wirkungen identifizieren. Zu den negativen Wirkungen gehören vor allem die bereits erwähnten Fraßeinwirkungen. Diese können sich in Form von Verbiß (Abäsen von Knospen, Trieben oder Blättern) oder Schäle (Abziehen von Baumrinde) äußern und erfolgen primär zum Zwecke der Nahrungsaufnahme. CARRANZA & MATEOS-AUESDA (2001) gehen davon aus, dass Verbiss auch in bestimmten Situationen der Reviermarkierung von Rehböcken dienen kann. Zu dieser Frage und insbesondere zu den möglichen Konsequenzen eines solchen Verhaltens in Bezug auf den Umgang mit dem Rehwild wären allerdings weitere Untersuchungen erforderlich.

Verbiss erfolgt durch alle Wildwiederkäuerarten, also Konzentratselektierer wie das Rehwild ebenso wie Mischäser wie das Rotwild. Auch Mischäser mit Tendenz zu den Grasfressern (z.B. Mufflon oder Wisent) verbeißen holzige Pflanzen. Details hinsichtlich der Äsungstypen und der Nahrungsökologie finden sich z.B. bei HOFMANN (1989). Verbiss erfolgt schwerpunktmäßig an Pflanzen zwischen etwa 10 cm bis ca. 130 cm Höhe, bei hohen Schneelagen auch darüber. Es finden sich auch Berichte, dass Rotwild gezielt kleine Bäume bis zu einigen Metern Höhe auf etwa 150 cm abknickt, um das Laub zu äsen (vergl. z.B. HEROLDOVA et al. 2003).

Unter Schäle verstehen wir das Abnagen (bei Laubbäumen ganzjährig, bei Nadelbäumen im Winter) oder Abziehen von Rinde zunächst zur Nahrungsaufnahme. Allerdings gibt es Hinweise, dass insbesondere die Schäle im Sommer

durch Stress begünstigt wird. Gründe sind u.a. falsche Bejagungskonzepte oder Störungen durch Freizeitnutzung. Im Winter resultiert die Schäle oft aus Nahrungsmangel oder auch unausgewogener Äsungszusammensetzung infolge zu proteinreicher Nahrung etwa auf Agrarflächen oder fehlerhafter Winterfütterung. Auch ein Mangel an Spurenelementen (Kobalt) z.B. durch die Folgen der Bodenversauerung Ende des 20. Jahrhunderts wird diskutiert (UECKERMANN et al. 1977, UECKERMANN 1983, ULRICH 1986, REIMOSER et al. 1987, GILL 1992a, PRIEN 1997, PHEIFFER & HARTFIEL 2005, HERZOG 2019). Schäle erfolgt insbesondere durch Rotwild, aber wo vorhanden auch durch Wisent und Elch. Das Reh als reiner Konzentratselektierer schält nicht, Gamswild sehr selten.

Weitere mögliche negative Einflüsse von Wildwiederkäuern sind aus forstlicher Sicht Fegen- und Schlageinwirkungen. Das Fegen dient bei den Geweihträgern einerseits der Befreiung des jährlich neu geschobenen knöchernen Geweihs von der Basthaut, andererseits beim territorialen Rehwild auch der Reviermarkierung. Sogenannte Schlagschäden (neutral würde man auch hier besser von Schlageinwirkungen sprechen) resultieren beim Rotwild z.B. aus dem Imponierverhalten der Hirsche und betreffen vorwiegend kleinere Bäumen bis mehrere Meter Höhe (PRIEN 1997). GERHARDT et al. (2013) identifizieren 80 Faktoren, welche Verbiss, Schäle und Fegeschäden beeinflussen.

Es ist unbestritten, dass Wildwiederkäuer aus forstwirtschaftlicher Sicht durch Fraßeinwirkungen auch Schäden verursachen können. Die monetäre Bewertung derartiger Schäden fällt erwartungsgemäß schwer (siehe unten). Gleichzeitig finden wir zahlreiche aus Nutzersicht (Forst bzw. Naturschutz) positive Wir-



Foto: Herzog

Verzögertes Höhenwachstum durch Verbiß bei der Buche. Jetzt ist die Buche „dem Äser entwachsen“.

kungen der Wildwiederkäuer. Heute würden wir dabei von Ökosystemleistungen sprechen (siehe hierzu auch HERZOG 2023). Diese betreffen neben Bodenverwundungen (Wildwechsel oder Suhlen) mit entsprechenden Keimbedingungen für bestimmte Arten auch den Diasporetransport durch Endo- oder Epizoochorie. Auch die Wirkungen der Beweidung (letztlich handelt es sich auch um stetigen Verbiss) können aus Naturschutzsicht im Hin-

blick auf die Erhaltung von Offenlandlebensräumen eindeutig als positiv gesehen werden. Aus rein ökosystemarer Sicht, das sei an dieser Stelle noch einmal festgehalten, gibt es keine positiven oder negativen Wirkungen von Wildtieren. Ebenso gibt es aus dieser Perspektive keine Schäden. Ökosysteme als solche haben keine Ziele und dementsprechend kann auch keine Abweichung hinsichtlich einer Zielerreichung definiert werden.

Reaktionen der Pflanze auf Fraßeinwirkungen

Als Verbissfolgen werden in der Regel ein reduziertes Höhenwachstum oder auch ein Höhenverlust genannt. Allerdings kann ein verbissener Baum ein bis zwei Jahre nach dem Verbiss auch höher sein als ein unverbissener. Der Verbiss kann das Höhenwachstum hemmen oder auch beschleunigen. Schließlich kann Verbiss auch zum Absterben des jungen Baumes führen. Die Vielfalt an Optionen ist im Wesentlichen durch die Vielfalt an morphologischen Reaktionsmöglichkeiten bedingt. Eine umfangreiche Zu-

sammenfassung findet sich bei KUPFERSCHMID (2017). Ersatztriebe können sich je nach Baumart, Verbisszeitpunkt, Veranlagung des Baumes und physiologischem Zustand aus normalen Seitenknospen oder aus sog. „schlafenden Augen“ oder Adventivknospen bilden. Darüber hinaus kann sich ein Seitentrieb aufstellen, ein (seitlicher) Kurztrieb kann zu einem führenden Langtrieb auswachsen oder ein sog. proleptischer („Johannistrieb“) oder sylleptischer Trieb kann zum neuen terminalen Trieb werden. Die

weitere morphologische und Wachstumsentwicklung des Baumes hängt unter anderem wieder von Baumart, genetischer Disposition, Baumhöhe, Verbisszeitpunkt (Saison), Verbissintensität und -häufigkeit sowie seiner allgemeinen Vitalität ab (WHITHAM et al. 1991, GILL 1992a, PUTMAN 1996, HAWKES & SULLIVAN 2001, DANELL et al. 2003, HESTER et al. 2006, NYKÄNEN & KORICEHEVA 2006, KUPFERSCHMID 2017).

Die Reaktion auf Schäle besteht typischerweise in einer Überwallung der Wunde, wobei diese ihrerseits u.a. abhängig ist von der Größe der Wunde, der Baumart, dem Genotyp des Baumes, der Jahreszeit des Schäleins (GILL 1992a, PRIEN 1997). Die Wunden können Eintrittspforten für Pilzinfektionen (z.B. *Fomes annosus* bei Fichte) sein (vergl. z.B. BAZZIGHER 1973, PRIEN 1997, WELCH et al. 1997, WELCH & SCOTT 1998).

Einflussfaktoren auf Äsungsverhalten und Fraßeinwirkungen der Wildwiederkäuer in Waldökosystemen

Eine umfangreiche Übersicht über die Faktoren, die nicht allein die Attraktivität des Habitats, sondern indirekt auch die Fraßeinwirkungen (mit)bestimmen, liefert z.B. REIMOSER (1986). Neben dem Äsungsangebot, der Deckung so-

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass Waldbäume durchaus in der Lage sind, auf Fraßeinwirkungen zu reagieren und Zuwachsverluste teilweise auch wieder auszugleichen. Ein Problem stellt insbesondere bei der Fichte der sekundäre Befall mit Fäulepilzen dar. Daraus können neben deutlichen Wertminderungen der wertvollsten unteren 2 m Stammabschnitt auch Windbruchrisiken in höherem Lebensalter entstehen. Totalausfälle als Folge von Verbiss sind wie wir noch sehen werden, ein Problem von seltenen Mischbaumarten (z.B. Edellaubholz) und evtl. der Tanne als Mischbaumart. Im Übrigen haben wir es vor allem mit ökonomischen Folgen von Fraßeinwirkungen im Wirtschaftswald zu tun.

wie Störungen durch Menschen und Nutztiere bestimmen auch das Relief, das lokale Kleinklima und Strukturgrenzen (etwa Waldränder) maßgeblich die Attraktivität des Lebensraumes. Spätere Untersuchungen mittels teleme-

Altersklassenwälder mit einer einzigen Baumart (hier: Fichte) sind in vielerlei Hinsicht, auch mit Blick auf Fraßeinwirkungen durch Wildwiederkäuer, vergleichsweise risikoreiche Systeme.



Foto: Herzog

trischer Methoden an Rotwild bestätigten diese Erkenntnisse in wesentlichen Teilen (vergl. z.B. MEISSNER et al. 2012, WESTEKEMPER et al. 2018, RICHTER et al. 2020). Von Seiten der Huftiere spielen die Wildart, die Populationsstruktur, die lokalen Streifgebietsumfänge, aber auch die lokale Abundanz der Wildwiederkäuer eine wichtige Rolle (vergl. z.B. GILL 1992a, b, MANN 2009, MEISSNER et al. 2012).

REIMOSER & GOSSOW (1996) beschäftigten sich mit der Anfälligkeit bewirtschafteter Wälder, insbesondere hinsichtlich deren Waldstruktur und waldbaulicher Behandlung, gegenüber Fraßeinwirkungen durch Wildwiederkäuer, insbesondere Rehwild. Altersklassenwald und Kahlschlagwirtschaft erwiesen sich demnach als anfälliger als naturnähere Systeme der Waldwirtschaft.

Dabei finden sich höhere Wiederkäuerdichten keineswegs immer mit höheren Fraßeinwirkungen bzw. Schäden assoziiert. Vielmehr scheint das Rehwild durch den kleinflächigen Wechsel von Grenzflächen die genannten Waldstrukturen bevorzugt zu nutzen. REIMOSER (2003) greift diese Gedanken erneut auf und zeigt, dass forstliche Maßnahmen über die Steuerung des Nahrungsangebotes und anderer, nicht-nahrungsbedingter Anreize für Huftiere einen maßgeblichen Einfluss auf Habitatqualität, Populationsdynamik der Wildwiederkäuer,

die Anfälligkeit von Wäldern für Wildschäden und den Schadensumfang haben.

Großräumig scheint es so zu sein, dass etwa Rehwild tendenziell eher deckungsreichere Waldanteile nutzt (MYSTERUD et al. 1999), während es sich kleinflächig eher nach der Äsungsqualität orientiert (MOSER et al. 2006). Dies bedeutet, dass eine Verdrängung des Rehwildes in Flächen mit guter Deckung und geringem Äsungsangebot (etwa durch unstrukturierte Bejagung oder Freizeitnutzung der Landschaft) zu höheren Fraßeinwirkungen und damit auch Verbissschäden durch das Rehwild führen kann (PARTL et al. 2002).

Somit kommt dem waldbaulichen Management und dessen Verknüpfung mit dem Wildtiermanagement ein zentraler Einfluss auf Fraßeinwirkungen und Wildschäden zu. Weder waldbauliche Maßnahmen noch das Wildtiermanagement alleine (geschweige denn alleine die Jagd) sind jedoch in der Lage, die aktuellen Probleme zu lösen. Hierzu bedarf es eines umfangreichen Einsatzes aller vorhandenen Methoden des Wildtiermanagements ebenso wie des Einsatzes aller betroffenen Interessengruppen, von Landwirtschaft über Jagd, Tourismus, Artenschutz, Regionalplanung bis hin zu lokalen Gebietskörperschaften (vergl. REIMOSER 2003, HERZOG 2019).

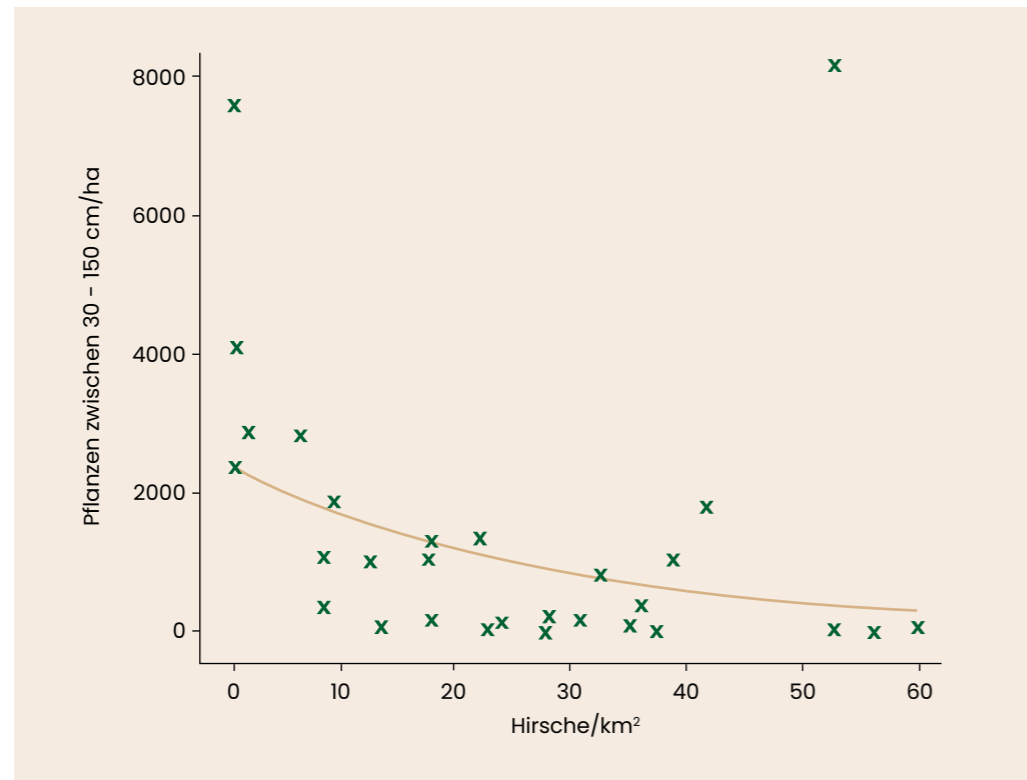
Beispiele zum Umfang der Verbisseinwirkung von Wildwiederkäuern auf Waldökosysteme in Mitteleuropa

Aus der Vielzahl der Untersuchungen zu Fraßeinwirkungen sollen nachstehend einige wissenschaftliche Ergebnisse beispielhaft dargestellt werden, um einen Überblick zu bekommen. Aus Gründen des Umfangs der vorliegenden Studie erfolgt eine Konzentration auf die Frage der Verbisseinwirkungen.

KAMMERLANDER (1978) beschreibt in einer frühen Untersuchung an Tanne, Buche, Bergahorn und Fichte in Österreich deutliche Verbisseinwirkungen von Reh- und Rotwild auf die drei erstgenannten Arten: Alle Pflanzen über 50 cm

Höhe zeigten Verbiss, in dieser Größenklasse kam es auch zu einem relativen Rückgang dieser Baumarten. VAN HEES et al. (1996) untersuchten die Auswirkungen des Verbisses von Reh- und Rotwild auf Birke, Buche und Traubeneiche in den Niederlanden. Dabei fanden sie eine um bis über die Hälfte reduzierte Biomasse und Sprosslänge der verbissenen Pflanzen. HEIKKILÄ & HÄRKÖNEN (1996) untersuchten den Verbiss durch Elche in Kiefernbeständen in Finnland. Sie stellten fest, dass sich unter den betrachteten Baumarten (Kiefer, Birke, Zitterpappel und Eberesche) durch

Korrelation zwischen Waldverjüngung und Wiederkäuerdichte.



Graphik aus GILL & MORGAN 2010

die Fraßeinwirkung eine Verschiebung im Sinne einer Zunahme der Birke bei Abnahme der Kiefer und deutlicher Abnahme von Pappel und Eberesche ergab. NESSING & ZERBE (2002) beobachteten Kiefern-, Buchen- und Eichenbestände in Brandenburg über sechs Jahre. Anders als bei der krautigen Vegetation konnte hier gezeigt werden, dass der Verbiss unter dem Einfluss von Reh-, Dam- und Rotwild durchaus negative Einflüsse auf die Gehölzvegetation haben kann. In den gezäunten Flächen konnten tendenziell mehr Gehölze über Äserhöhe hinauswachsen. Die Ergebnisse belegen einen Einfluss des Wildes sowohl auf die Artenzusammensetzung und Gesamtdeckung der Strauchschicht als auch auf das Wachstum der Baumarten. Während sich der Einfluss des Wildes positiv auf die Keimung von Gehölzarten in allen Bestandestypen auswirken kann, verzögert der Wildverbiss das Aufwachsen der Bäume.

MOTTA (2003) beschäftigte sich mit der Entwicklung von Eberesche und Fichte unter dem Einfluss von Rot-, Reh- und Gamswild in den italienischen Alpen. Der Autor zeigt eine Abnahme der Eberesche bei zunehmenden Wilddichten, während die Fichte unbeeinträchtigt bleibt. KUPFERSCHMID & BUGMANN (2005) stellen in ihrer Untersuchung von Einflussfaktoren auf die Entwicklung der Naturverjüngung der Fichte im subalpinen und montanen Bereich einer Region in den Schweizer Alpen fest, dass

sich die Verbissintensität (im Wesentlichen Gams- und Rehwild) kleinstandörtlich wenig voneinander unterscheidet. Insbesondere liegendes oder hängendes Totholz vermindert die Verbissintensität nicht spürbar.

KECH & LIESER (2006) beobachten ein signifikant geringeres Höhenwachstum nach Verbiss durch Rehwild bei Buche, Bergahorn und Esche. Vorwüchsige Pflanzen werden bevorzugt verbissen.

OLESEN & MADSEN (2008) untersuchten in Dänemark den Rehwildeinfluss auf Rotbuche. Dabei fanden sie eine reduzierte Pflanzenanzahl und geringere Höhe der Verjüngung außerhalb der Kontrollzäune. BERGQUIST et al. (2009) fanden in einer schwedischen Studie zu den Auswirkungen von Rehwildverbiss auf Stieleiche, Birke, Fichte und Kiefer ein geringeres Höhenwachstum (etwa um die Hälfte) außerhalb des Kontrollzäunes, bei Birke war das Wachstum signifikant reduziert, während sich bei der Fichte keine Auswirkungen des Zaunes nachweisen ließen. In den Überlebensraten der Pflanzen fand sich generell kein Unterschied innerhalb und außerhalb des Zaunes.

Eine spezielle Situation stellen Niederwälder dar. Hierzu konnten BOTTERO et al. (2022) in den westlichen italienischen Alpen feststellen, dass Niederwälder mit Flaumeiche und Edelkastanie als strukturbildenden Baumarten

ausgesprochen resilient gegenüber Fraßeinwirkungen durch Rehwild sind. Anhand von Ausschlussversuchen konnten die Autoren zeigen, dass die Wachstumsverzögerungen durch Rehwildverbiss nach einigen wenigen Jahren wieder aufgeholt werden.

Daneben gibt es verschiedene Arbeiten, die sich der Frage des Wildeinflusses eher über flächenhafte Korrelationen nähern. Dazu seien hier drei Beispiele vorgestellt: GILL & MORGAN (2010) beschreiben für Großbritannien eine Korrelation zwischen der Dichte an Wildwiederkäuern (Rotwild, Damwild, Sikawild, Rehwild und Muntjak zusammengefasst) auf die Verjüngung von Eiche, Esche, Buche, Ahorn, Ilex und Weißdorn. Dabei stellen sie unter der Naturverjüngung von 30 cm bis 150 cm Höhe eine Abnahme der Pflanzen pro Hektar mit zunehmender (summierter) Wildwiederkäuerdichte dar (vergl. Abb. gegenüberliegende Seite).

Die Autoren kommen zu dem Schluss, dass rund 14 Stück wiederkäuendes Schalenwild pro 100 ha eine Toleranzgrenze darstellen, ohne dabei jeweils zwischen Huftier- oder Baumarten zu differenzieren.

KUPFERSCHMID et al. (2015) haben im Rahmen einer methodisch einheitlichen, aber gutachtlichen Aufnahme der Verbisssituation in der Schweiz ein großflächiges Bild entworfen. Nach dieser Studie sind es insgesamt vier Baumarten, die besonders von Verbisseinwirkungen betroffen sind: In der kollinen Höhenstufe ist es die Eiche, in der montanen Stufe die Tanne und in der subalpinen Höhestufe sind es Bergahorn und Eberesche.

EICHHORN et al. (2017) stellen mittels terrestrischem Laserscan in Großbritannien fest, dass die untersuchten Probeflächen mit hohen Wildwiederkäuerdichten (verschiedene Arten, aufsummiert) von im Mittel rund 35 Individuen pro 100 ha deutlich geringeren Unterwuchs in den Wäldern aufweisen als solche mit niedrigen Wildwiederkäuerdichten (im Mittel über alle Flächen mit zahlenmäßig erfassten Wildbeständen unter einem Individuum pro 100 ha). Diese Ergebnisse weisen einige methodi-

sche Unsicherheiten auf, doch sind sie letztlich bei der deutlichen Differenz hinsichtlich der Wildwiederkäuerabundanzen zwischen den Straten auch zu erwarten.

Im Vordergrund zahlreicher Arbeiten steht die Weißtanne (*Abies alba*), die als eine der am intensivsten verbissenen Waldbaumarten gilt und daher nachstehend separat betrachtet werden soll. In zahlreichen Untersuchungen wird Verbiss als Hauptgrund für eine unzureichende oder ganz ausbleibende Naturverjüngung der Weißtanne angegeben (vergl. z.B. EIBERLE & NIGG 1983a, EIBERLE & BUCHER 1989, KÖNIG & BAUMANN 1990, AMMER 1996, MOTTA 1996, KLOPCIC et al. 2010, KOLLY & KUPFERSCHMID 2014). KÖNIG & BAUMANN (1990) beschreiben beispielsweise abnehmende Stammzahlen und zunehmenden Verbiss bei Tannen bis 130 cm Höhe sowie einen Rückgang des Verbisses nach deutlicher Intensivierung der Rehwildbejagung. AMMER (1996) untersuchte die Auswirkungen von Verbiss auf Fichte, Buche, Bergahorn und Weißtanne. Er findet keine Auswirkungen des Verbisses auf die Verjüngungsdichte, doch einen Rückgang der Tanne.

RÜEGG & SCHWITTER (2002) untersuchten die Verjüngung und den Verbiss in der ober- und hochmontanen Stufe im Bereich der Tannen-Buchenwälder und der Tannen-Fichtenwälder nach einem Sturmereignis. Sie stellten fest, dass die bereits vor dem Sturm vorhandene Verjüngung für die Entwicklung einer Sturmfläche entscheidend ist. Beim Vergleich von Buche, Fichte, Tanne und Eberesche hat sich in diesen Untersuchungen die Tanne als diejenige Art herausgestellt, die durch intensiven Verbiss in Gefahr ist, mittelfristig vollständig auszufallen. Dadurch kann sich das Verhältnis der Baumarten langfristig deutlich zugunsten der anderen Arten verschieben. HEUZE et al. (2005) beobachteten in einer Untersuchung in den Vogesen die Zunahme der Fichtennaturverjüngung zu Lasten der Tanne insbesondere in südexponierten Lagen aufgrund des Verbisses durch Rehwild. KLOPCIC et al. (2010) beobachteten unter Anwesenheit insbesondere des Rotwildes in Slowenien eine deutliche Reduktion des Anteils der Weißtanne.



Foto: Herzog

Verbiß an der Weißtanne gehört zu den wichtigsten Problemen im Zusammenhang mit Wald und Wild.

SENN & SUTER (2003) befassen sich in einer umfangreichen Übersichtsarbeit mit der Frage, wie gut die Rolle des Wildverbisses im Rahmen der Verjüngung der Weißtanne wissenschaftlich untermauert ist. Dabei betrachten sie die Weißtanne im Sinne einer Modellart. Die Autoren stellen fest, dass in der Tat regelmäßig ein hochgradiger Verbiss der Tanne erfolgt, dass dieser allerdings aus Perspektive der Bestandsdynamik dieser Baumart eher ein nebensächliches Phänomen zu sein scheint. Dabei ist die Frage, wie Verbiß die Bestandsdynamik beeinflusst, noch weitgehend ungeklärt ist. Der Einfluss des Wildes konzentriert sich vor allem auf das Keimlingsstadium, wobei die Mortalität durch Verbiss bis dato praktisch nie direkt quantifiziert, geschweige denn im Verhältnis zur Mortalität durch innerartliche Konkurrenz bewertet werden konnte. Auch weitere Faktoren, etwa Trockenheit oder Licht sind bislang zumindest im Zusammenwirken verschiedener Mortalitätsfaktoren noch nicht vollständig verstanden (vergl. z.B. HEUZE et al. 2005, KOLLY & KUPFERSCHMID 2014).

Existierende Verfahren der Verbissaufnahme bergen gemäß SENN & SUTER (2003) aufgrund ihres sehr eingeschränkten prädiktiven Wertes große Unsicherheiten. Die Autoren kommen zu

dem allgemeinen Schluss, dass ausschließlich ein besseres Verständnis der Populationsdynamik der Baumpopulation dazu beitragen kann, die mit der Frage des Verbisses zusammenhängenden Konflikte zu lösen. Insbesondere in Bezug auf die Weißtanne scheint die langfristige Bestandsdynamik mehr von (seltenen) „windows of opportunities“ als von der schwankenden Abundanz an Wildwiederkäuern abzuhängen.

HÄSLER & SENN (2012) beschäftigten sich mit der Frage des Verbisses der Weißtanne mehr aus dem Blickwinkel der verbeißenden Arten, insbesondere deren Nahrungssituation und -präferenzen. Sie kamen zu dem Ergebnis, dass die Weißtanne im Äsungsspektrum der Wildwiederkäuerarten keine bevorzugte Rolle spielt, doch in zwei Situationen in größerem Umfang verbissen wird: Einerseits, wenn sie zwischen deutlich attraktiveren Äsungspflanzen der krautigen Flora wächst und zum anderen im Winter, wenn allgemein Nahrungsknappheit herrscht. Auch diese Untersuchung zeigt, wenngleich in Zusammenhang mit ganz anderen Fragestellungen, dass der Verbiss an Weißtanne deutlich differenzierter zu sehen ist als bislang angenommen. Damit werden Untersuchungen von BERGMANN et al. (2005) zu

den Äsungsgewohnheiten unter anderem des Rehwildes teilweise bestätigt.

Die vorstehende kurze Übersicht über ausgewählte wissenschaftliche Untersuchungen zeigt folgendes: Zum einen sind Fraßeinwirkungen durch Wildwiederkäuer mit dem Potential, sich auch zu wirtschaftlichen Schäden zu entwickeln, durchaus ein Problem in der forstlichen Praxis. Es gibt dabei offensichtlich gegenüber Verbisseinwirkungen sind. Kommen letztere als seltene Mischbaumarten vor, besteht die Gefahr einer Entmischung, das heißt, des Ausfalls einer (seltenen) Mischbaumart. Immer wieder wird die Weißtanne in diesem Zusammenhang genannt. Diese Baumart, die insbesondere in Süddeutschland und im Alpenraum als typische Mischbaumart, etwa im Bergmischwald, auftritt, ist wald-

baulich außerordentlich anspruchsvoll und in ihrer Verjüngungs- und Populationsdynamik in weiten Teilen noch nicht vollständig verstanden. Aus diesem Grund sollte im Rahmen der Waldverjüngung neben den Edellaubholzarten insbesondere der Weißtanne besondere Aufmerksamkeit zuteilwerden. Des Weiteren zeigen die vorliegenden Untersuchungen, dass Verbiss durch Wildwiederkäuer keineswegs als isolierter Faktor zu sehen ist, welcher auch isoliert gesteuert werden kann. Vielmehr ist der Verbiss durch Huftiere Teil eines Faktorenkomplexes, zu dem beispielsweise Konkurrenz, Licht- und Bodenverhältnisse, Kleinklima und zahlreiche andere Faktoren gehören. Auf Seiten der Wildwiederkäuer wiederum ist es neben der reinen Abundanz ebenfalls eine Vielzahl von Faktoren, wie etwa das Äsungsangebot oder die Störungssituation, die das Ausmaß der Fraßeinwirkungen bestimmen.

Messung des Einflusses von Wildtieren: Fraßeinwirkung versus Schaden

ZAI (1964) beschäftigte sich in seiner Dissertation ausführlich mit der Frage, inwieweit das Ausmaß von Wildverbiss (am Beispiel des Rehwildes) durch strichprobenhaft zu erhebende „Verbissintensitäten“ erfasst werden kann und legte damit einen Grundstein für eine Vielzahl von später eingeführten Verbissgutachten. Dabei stellte der Autor allerdings klar, dass derartige Einschätzungen zwar möglich sind, diese jedoch von einer Vielzahl von Rahmenbedingungen abhängen, über die zum damaligen Zeitpunkt wenig bekannt war (und auch noch heute wenig bekannt ist). Darüber hinaus empfiehlt ZAI die „Eichung“ der Aufnahmeverfahren mittels sog. „Testkulturen“, bei denen versucht wird, eine Korrelation zwischen der Verbissintensität und den (bekannten) Wildwiederkäuerabundanzen herzustellen. Auch wäre es wichtig, die Verbissintensität möglichst nicht in einzelnen Jahren, sondern über längere Perioden von beispielsweise fünf Jahren zu erfassen. Des Weiteren empfiehlt bereits ZAI (1964) die stichprobenhafte Aufnahme des Nahrungsangebotes verschiedener Waldformen, um erst danach Aussagen über die trag-

baren Wilddichten, Wildäsungsflächen oder Wildfütterung zu treffen. Für die Verjüngung der Weißtanne empfiehlt der Autor Schutzmaßnahmen spätestens ab einer Höhe von 40 cm und bis zu einer Höhe von 130 cm. Abschließend schreibt ZAI (1964) zu den Ursachen von Verbiss durch Rehwild: „Es handelt sich nicht bloß um ein einfaches Ernährungsproblem, welches beispielsweise allein durch die Fütterung des Wildes, die Anlegung von Wildäckern und dergleichen Maßnahmen gelöst werden kann. Die Vermutung wurde sehr bestärkt, dass auch waldbauliche Faktoren eine wesentliche Rolle für die Verbissintensität spielen können. Die Fragen, wie weit Unterschiede der Gefährdung von Licht- und Schattenpflanzen bestehen, ob alle Tannenherkünfte gleich stark vom Rehwild verbissen werden, ob Unterschiede in den Regenerationsfähigkeiten der Pflanzen bestehen usw. wurden überhaupt nicht berührt. Es handelt sich hier um spezifisch waldbauliche und waldkundliche Fragen, welche systematisch untersucht werden sollten, denn das Rehwild ist in manchen Gebieten zu einem entscheidenden „Standortfaktor“ geworden. Bei den

bisherigen Untersuchungen über die Rehwildschadenprobleme wurde allzu viel von bloßen Hypothesen ausgegangen.“ Dem ist bis heute wenig hinzuzufügen, wie wir nachstehend erkennen werden.

In den folgenden Jahren gab es zahlreiche Versuche, die Fraßeinwirkung von Wildwiederkäuern auf Wälder quantitativ zu erfassen. Untersuchungen wie diejenigen von EIBERLE (1975, 1979, 1980, 1989), EIBERLE & NIGG (1983a, 1984, 1986, 1987a, b), PERKO (1983), EIBERLE & DÜRR (1984) befassen sich immer wieder mit der Frage der Herleitung tolerierbarer Verbissbelastungen bei verschiedenen Baumarten, auf verschiedenen Standorten, durch verschiedene Wildarten in verschiedenen Regionen. Allen ist allerdings das gleiche zugrundeliegende Problem gemeinsam:

Eine Besonderheit von Waldökosystemen ist die Langlebigkeit seiner bestimmenden pflanzlichen Komponenten, der Bäume. Diese macht es uns Menschen mit unserer ver-

gleichweisen kurzen Lebensspanne schwer, die Entwicklung eines Waldes insbesondere in seiner zeitlichen Dimension zu verstehen (vergl. auch REIMOSER & REIMOSER 1997).

Während die Einschätzung der Konsequenzen von Fraßeinwirkungen bei einer begrenzten Zahl gepflanzter Bäume oder einer (etwa mangels einer hinreichenden Zahl an Samenbäumen) spärlichen Naturverjüngung noch recht gut gelingen mag, finden wir bei der heute angestrebten Naturverjüngung der Waldbestände typischerweise eine andere Situation vor: Dort, wo heute zehntausende, hunderttausende oder gar Millionen junger Bäumchen wachsen, werden in hundert oder zweihundert Jahren lediglich einige Dutzend eindrucksvoller Baumriesen stehen. Dabei stellt sich dann nicht die Frage, welcher Anteil der Verjüngung verbissen sein darf, ohne dass es zu einem signifikanten wirtschaftlichen Schaden kommt, sondern wir müssen eher fragen, wie viel Aufwuchs eine Baumart

Verbiss durch Rotwild an Buche: Schaden durch Wachstumsverzögerung, doch der Baum ist „aus dem Äser“ gewachsen und wird den Verbiss überleben.



Foto: Herzog

Foto: Herzog



Buchennaturverjüngung: Wo in 120 Jahren einige wenige Baumindividuen stehen werden, wächst heute ein Vielfaches an jungen Bäumen heran. Wichtig ist nicht die Frage, welcher Anteil verbissen ist, sondern ob genügend Bäume bis in ihr Erntealter überleben.

in einer bestimmten Höhe mindestens vorhanden sein muss, um später das waldbauliche Ziel erreichen zu können (vergl. HERZOG 2010).

Während wir es in der Landwirtschaft typischerweise mit einjährigen Kulturen zu tun haben, bei denen es leichtfällt, einen Schaden zu quantifizieren, ist es bei dieser langen Zeitspanne zwischen Verjüngungs- und Erntezeitpunkt im Wald ungleich schwerer, den Wildeinfluss monetär oder gar ökologisch zu bewerten. Wie viele Pflanzen einer Baumart müssen heute auf einem Hektar Waldboden wachsen, um in vielleicht 100 oder 200 Jahren genau zu dem Waldbild zu führen, von dem wir annehmen, dass es dem Standort angemessen ist? Dazu gibt es keine verlässlichen Zahlen und kaum Erfahrungswerte. Die heute vielfach eingesetzten forstlichen Gutachten helfen an dieser Stelle, wie wir oben sehen konnten, nicht wirklich weiter. Sie beschreiben einen Ist-Zustand, ein entsprechender Soll-Zustand kann durch derartige Gutachten nicht definiert werden. Es fehlt zwar nicht an Versuchen, durch mathematische Modelle entsprechende Soll-Werte zu definieren. Allerdings ist das Grundproblem solcher Modelle, dass kaum verlässliche Ein-



Während Wildverbiss oft unkritisch als Schaden wahrgenommen wird, erfolgen im Rahmen einer regulären forstlichen Maßnahme, der sog. Läuierung, einige Jahre später viel umfangreichere Eingriffe in die Waldverjüngung.

gangsgrößen zur Verfügung stehen. Beispielsweise versucht HÖSL (2021) zu begründen, dass aus den aktuell beobachteten Verbisswerten eine Prognose für die Zukunft möglich sei. Allerdings gründet er diese Prognose auf die Verbissrate der Leittriebe und Annahmen zur zukünftigen Entwicklung der Verjüngung. Diese sind ihrerseits für die Zukunft heutiger Naturverjüngungen keineswegs belegt. Auch die Betrachtungen zum möglichen Einfluss der Bejagung leiden unter diesem Problem: Der Autor leitet den Abschnitt mit dem Satz ein: „Geht man davon aus, dass das Ausmaß des Leittriebverbisses und der jeweilige Wildbestand in direkt proportionalem Zusammenhang stehen...“. Genau das können wir allerdings nicht unterstellen (siehe unten) und der Autor liefert auch keinerlei empirische oder wissenschaftliche Belege für seine Annahme. Damit werden, auch wenn die Modelle selbst in sich rechnerisch schlüssig sind (WALDHERR & HÖSL 1994), die weiteren Kalkulationen Mangels valider Eingangsdaten und -annahmen zu reinen Gedankenspielen und sind für die Praxis wertlos.

Dass bis heute große Unsicherheiten hinsichtlich der Bewertung einer beobachteten

Das Kontrollzaunverfahren vergleicht sehr präzise. Doch handelt es sich nicht um einen Soll-Ist-Vergleich, sondern um die Betrachtung von zwei unterschiedlichen Ist-Zuständen.



Foto: Herzog

Verbissintensität existieren, zeigen auch aktuelle Arbeiten, etwa von KUPFERSCHMID et al. (2019a,b). KUPFERSCHMID et al. (2019a) beschreiben das Verbissprozent, d.h. die relative Anzahl verbissener Endtriebe als eine objektiv messbare und reproduzierbare Größe. Um den langfristigen Einfluss auf den Waldbestand abschätzen zu können, sind allerdings weitere Parameter erforderlich. Diese betreffen die Dichte der Baumverjüngung, die Stärke des Endtriebverbisses, den Höhenzuwachs der betroffenen Verjüngung als Indikator für die Durchwuchszeit sowie den verbissbedingten Zuwachsverlust und die durch Huftiere bedingte Mortalität der Verjüngung. Sie empfehlen, dass die drei erstgenannten Parameter zukünftig Eingang in die Verbissaufnahmen finden sollen. Hinsichtlich der Mortalität durch Huftiere fehlen bis heute vielfach nachvollziehbare Erfassungsmethoden.

Als Alternative wird regelmäßig das Kontrollzaunverfahren erwähnt. Allerdings liefert auch der Kontrollzaun keinen Soll-Ist-Vergleich,

sondern lediglich zwei unterschiedliche Ist-Zustände (vergl. REIMOSER 1991a, REIMOSER & SUCHANT 1992). Ein unmittelbarer oder auch nur mittelbarer Rückschluss auf die Wilddichte ist aufgrund der Vielzahl von Einflussfaktoren ebenfalls nicht möglich.

Wir haben es also in Bezug auf die Bewertung von Fraßeinwirkungen mit mehreren Problemen zu tun (vergl. auch SCHADAUER 2003). Zunächst mit einem generellen Bewertungsproblem. Neben den unterschiedlichen Wertvorstellungen in Abhängigkeit von bestimmten Wirtschaftszielen (z.B. Erhalt einer hohen Artenvielfalt, Erzielung hoher Erträge) ist es vor allem die Langfristigkeit forstlichen Wirtschaftens, die die Einschätzung zukünftiger Veränderungen der ökonomischen, ökologischen und soziokulturellen Rahmenbedingungen kaum zulässt. So wird in den Untersuchungen über Verbiss-einwirkungen regelmäßig die Eberesche erwähnt, die oftmals in hohem Umfang verbissen wird und gelegentlich auch in der Höhenstufe über 130 cm kaum noch zu finden ist. Dies ist

sicherlich kein ökonomischer Schaden, da diese Baumart typischerweise keiner forstlichen Nutzung unterliegt und ähnlich wie z.B. auch die Weichlaubhölzer oft auf eine bestimmte Phase der Waldentwicklung beschränkt bleibt. Hinsichtlich der Artenvielfalt können wir auch nicht von einem Schaden sprechen, wenn diese Art grundsätzlich, wenngleich auch seltener und/oder in verbissenem Zustand, vorhanden ist. Ebenso ist es aufgrund ihrer Ökologie unwahrscheinlich, dass diese Species in Zukunft als bestandsbildende Baumart große Bedeutung erlangen wird.

Ein zweites Beispiel stellt die Schäl- an Fichte dar, die in der Vergangenheit (durchaus zu Recht) und bis heute regelmäßig als großer ökonomischer Schaden betrachtet wurde. Wenn wir allerdings heute erkennen, dass ein nicht geringer Teil der Fichtenbestände aufgrund von Trockenheit und nachfolgendem Borkenkäferbefall gar nicht mehr die vorgesehene Umtriebszeit erreichen wird, so erweisen sich die früheren Bewertungen der Schäden in diesen Beständen im Nachhinein als obsolet.

Eng mit dem Bewertungsproblem hängt das Grenzwertproblem zusammen. In der Natur finden wir typischerweise fließende Übergänge zwischen Entwicklungsstadien in Öko-

systemen. Für eine Bewertung von Schäden bedarf es allerdings klarer Abgrenzungen. Um diese zu erreichen, braucht es gutachtliche Methoden. Diese bergen das dritte Problem, das der Gutachtlichkeit. Wenn wir einen Befund nicht mehr allein nach Maß und Zahl bestimmen können, sondern gezwungen sind, diesen gutachtlich zu bewerten, entstehen subjektive Einflüsse und Einflussnahmen, die die abschließende Einordnung gutachtlicher Resultate deutlich erschweren.

Langzeitbetrachtungen von Wäldern über eine gesamte Umtriebszeit wären wünschenswert, doch existieren diese nicht und es sind derzeit leider auch kaum Tendenzen erkennbar, solche prospektiv, also mit Blick in die Zukunft anzulegen. Allerdings existieren vereinzelt Auswertungen über längere Zeiträume. NOPP-MAYR et al. (2020) untersuchen den Einfluss wiederkäuender Herbivoren auf insgesamt 100 Versuchsflächenpaaren im Kontrollzaunverfahren über einen Zeitraum von 18 Jahren in Österreich. Dabei konnten die Autoren feststellen, dass die Zahl derjenigen Pflanzen, welche eine bestimmte Höhe erreicht haben, einen besseren Vorhersagewert hinsichtlich des Einflusses von Fraßeinwirkungen darstellt als die reine Erfassung der Stammanzahlen einer Species. REIMOSER & REIMOSER (2021) unter-

Foto: Herzog



Absterbender Fichtenwald durch Trockenheit und Borkenkäferbefall. Hier zeigt sich ein Bewertungsproblem: Verbiss und Schäl stellen sich erst im Nachhinein als unbedeutend heraus.

suchen die Verjüngungsdynamik unter Huftiereinfluss auf die Waldentwicklung ebenfalls über 18 Jahre im Nationalpark Thayatal mittels Kontrollzaunverfahren.

Bisher ergaben sich dabei deutliche Unterschiede in der Entwicklung der Baum- und Straucharten mit Huftiereinfluss im Vergleich mit der Waldentwicklung unter Ausschluss der Huftiere. Die Auswirkungen überschreiten jedoch nicht den Toleranzbereich im Nationalpark. Die meisten huftierbedingten negativen und positiven Wirkungen resultierten aus dem Einfluss auf den Höhenzuwachs der Baumarten. Das Vorkommen von Baumarten, insbesondere einer ausreichenden Anzahl von Schlüsselbaumarten, war nur selten vom Einfluss der Huftiere abhängig.

Auf einen der längsten Untersuchungszeiträume können REIMOSER & STOCK (2021) zurückblicken. Sie untersuchten in Tirol die aktuelle Waldstruktur auf ehemaligen Wildverbiss-Monitoringflächen. Die Waldbestände sind aktuell bis zu 12 Meter hoch und bis zu 30 Jahre alt. Es handelt sich überwiegend um Bergmischwald mit Fichte, Tanne und Buche und Vorkommen von Rot-, Gams- und Rehwild. Es wurde untersucht, wo die forstlichen Bestockungsziele langfristig erreicht werden konnten und ob die ehemaligen Wildschadensprognosen mittels Trakt-Verfahren zutreffend waren.

Die Zielerreichung hinsichtlich der Baumartenzusammensetzung in den Dickungen und Stangenhölzern zeigte keinen klaren Zusammenhang mit der ehemaligen Wildschadensprognose im Jungwuchs. Ebenso zeigte sich kein Zusammenhang mit der Wilddichte. Die Autoren begründen diese Resultate damit, dass in einem komplexen, multifaktoriellen Wirksystem „Waldverjüngung“ die Auswirkungen von Verbiss und Fegen auf den Waldaufbau mit den gängigen Verfahren oft nicht richtig eingeschätzt werden können.

Die Vielzahl der bisherigen Untersuchungen zeigt, dass die Wilddichte Einfluss auf den Verbiss durch wiederkäuende Huftiere hat oder haben kann. Allerdings gibt es daneben auch

noch weitere Einflussfaktoren, z.B. Störungen durch den Menschen, waldbauliche Konzepte und vieles mehr, welche ebenfalls eine Steigerung der Verbissbelastung zur Folge haben. Diese Faktoren wurden in vielen Studien der Vergangenheit nicht oder nur am Rande berücksichtigt. Auch wird klar, dass die Mehrzahl der bisherigen Untersuchungen die zeitliche Dimension der Waldentwicklung nicht oder kaum berücksichtigt. Die längerfristige Betrachtung der Waldentwicklung über mehrere Jahrzehnte scheint die bisherigen Resultate doch deutlich zu relativieren.

Auf der Basis der bisherigen Erkenntnisse kann daher der Schluss gezogen werden, dass hinsichtlich der Aufnahme- und Bewertungsmethoden betreffend die Fraßeinwirkungen und Schäden durch wildlebende Huftiere an Waldvegetation zahlreiche Verbesserungspotentiale existieren. Zum einen ist festzuhalten, dass das Kontrollzaunverfahren in seiner bisherigen Umsetzung bestimmter Rahmenbedingungen bedarf, um aussagefähige Resultate zu erzielen. Darüber hinaus muss bei der Interpretation der auf diese Weise erzielten Resultate klar sein, dass es sich dabei keinesfalls um einen Soll-Ist-Vergleich handelt. Vielmehr werden zwei „Ist-Situationen“ verglichen, ein Sollwert fehlt. Dieser Ansatz kann zwar grundsätzlich wertvolle Resultate bezüglich spezifischer wissenschaftlicher Fragestellungen liefern. Eine sichere, praxismgerechte Beurteilung des Wildschadens oder gar einen Rückschluss auf erforderliche Maßnahmen des Wildtiermanagement, insbesondere der Bejagung, erlaubt dieses Verfahren in der Regel nicht. Auch die gutachtliche Erfassung von Verbiss (sog. Verbissgutachten) erlaubt in der derzeit regelmäßig praktizierten Form keine Rückschlüsse auf die erforderliche Bejagung. Solche Erhebungen von Fraßeinwirkungen müssten in Zukunft deutlich langfristiger angelegt werden, um die Verjüngungsdynamik von Waldbeständen wenigstens ansatzweise zu erfassen. Dies ist beispielsweise nur mit der Ausweisung fester Trakte möglich, welche so dokumentiert sind, dass sie auch nach Jahren oder Jahrzehnten wieder aufgesucht und analysiert werden können. Letzteres geschieht derzeit nur in Ausnahmefällen.



Foto: Herzog

Falsch! Jagd an Äsungsflächen im Wald verschärft den Konflikt.

Empfehlungen zum Vorgehen bei nicht tolerablen Fraßeinwirkungen durch Wildwiederkäuer

Wir haben gesehen, dass die derzeit in der Praxis häufig angewandten Verfahren der Wildschadensprognose, die Kontrollzaunmethode ebenso wie das Verbiss- und Schälgutachten, kaum geeignet sind, verlässliche und langfristige Informationen über die zukünftige Entwicklung des in Frage stehenden Waldbestandes zu generieren. Dies gilt insbesondere für die in Zukunft an Bedeutung gewinnenden naturverjüngten Flächen und Bestände. Auch konkrete Empfehlungen zu zukünftigem Wildtiermanagement oder der Bejagung der Huftiere sind aufgrund dieser Verfahren nicht sinnvoll.

Der lokale Bewirtschafter erhält aus der längerfristigen Beobachtung seiner Flächen im Sinne eines Verbiss- oder Schälmonitorings allerdings sehr wohl wichtige Hinweise über mögliche zukünftige waldbauliche Probleme. Deren Lösung kann allerdings niemals in allgemeinen, formelhaften Empfehlungen im Sinne einer generellen Erhöhung der Abschussquote liegen, wie das leider bis heute immer noch gängige Praxis ist.

Der erste und wichtigste Schritt bei einer Zunahme der Fraßeinwirkungen durch Wildwiederkäuer über die Zeit ist definitiv nicht die Steigerung der Bejagungsintensität. Der erste

logische Schritt ist die Ursachenanalyse. Am Anfang steht dabei oft die Lebensraumanalyse (vergl. GLEBER & HERZOG 2001, HOFMANN et al. 2008, HERZOG et al. 2010a, b, HUNGER & HERZOG 2020, HERZOG et al. 2020), welche die regionale Äsungssituation in der nahrungsarmen Zeit orientierend abschätzt. Daneben sind regelmäßige Analysen der Bejagungsverfahren und der nichtjagdlichen Störungen erforderlich.

Erst daraufhin ist eine Entscheidung über ggf. veränderte Bejagungsstrategien und -intensitäten oder aber andere Maßnahmen des Wildtiermanagement sinnvoll (HERZOG 2019, HUNGER & HERZOG 2020, HERZOG et al. 2020).

In diesem Zusammenhang hat sich in den vergangenen Jahrzehnten gezeigt, dass gerade vor dem Hintergrund forstlicher Zielsetzungen eine enge Verschneidung forstlicher und jagdlicher Aktivitäten erforderlich ist und Bejagung tendenziell eher kleinflächig fokussiert statt großflächig nach dem Gießkannenprinzip erfolgen sollte. Letzteres ist allenfalls bei einer Entscheidung für eine lokale flächige Reduktion der Wildbestände (im Sinne eines zeitlich begrenzten Projektes) sinnvoll (vergl. HERZOG 2019, KINSER & VON MÜNCHHAUSEN 2019). Im

Schwerpunktbejagung ist beim Rehwild lange bekannt und nach neueren Untersuchungen auch beim Rotwild erfolgversprechend.



Foto: Stocker

Übrigen, auch das wurde oben bereits deutlich, sind normalerweise weder waldbauliche Maßnahmen noch das Wildtiermanagement allein in der Lage, die aktuellen Probleme zu lösen (REIMOSER 2003). In diesen Kontext ist auch die Arbeit von KUIJPER et al. (2009) einzuordnen. Die Autoren beschreiben eine bevorzugte Nutzung kleiner Kahlschläge durch Wildwiederkäuer. Sie gehen davon aus, dass es wichtiger ist, das Äsungsverhalten des Schalenwildes zu beeinflussen und gezielt auf diesen kleinen anfälligen Freiflächen die Konzentration der Tiere zu reduzieren, statt ausschließlich die (flächenhafte) Reduktion des Gesamtbestandes im Auge zu haben.

Am Beispiel des Rehwildes hat REIMOSER (1991b) bereits das Konzept der Schwerpunkt-

bejagung als ein wichtiges Werkzeug im Wildtiermanagement beschrieben. Neuere Resultate zum Raum-Zeit-Verhalten von Rotwild (vergl. etwa MEISSNER et al. 2012) zeigen, dass vergleichbare Ansätze auch beim Rotwild zielführend sein können. HERZOG (2019) empfiehlt dann auch generell den Einsatz von Schwerpunktjagdsystemen bei der Schalenwildbejagung unter primär forstlichen Zielsetzungen. Darüber hinaus bedarf es eines umfangreichen Einsatzes aller betroffenen Interessengruppen, von Landwirtschaft über Jagd, Tourismus, Artenschutz, Regionalplanung bis hin zu lokalen Gebietskörperschaften. Der Einsatz partizipativer Prozesse bei der Konfliktlösung ist ebenso bedeutend wie die Wahl der richtigen Bejagungsstrategie (vergl. REIMOSER 2003, HERZOG 2019, HERZOG et al. 2020).

Ökologische Bedeutung von Wildwiederkäuern für Waldökosysteme

Während in der Vergangenheit oft eindimensionale Betrachtungsweisen vorherrschten und man sich vorwiegend mit einzelnen Komponenten der Ökosysteme beschäftigte, etwa der Vogelwelt, den Waldbäumen, den Pflanzenfressern oder den Prädatoren, versuchen wir heute zunehmend, Ökosysteme möglichst umfassend zu verstehen. Dort, wo wir als Menschen bestimmte Teile eines Ökosystems nutzen, ist es erforderlich, über diesen Teilaspekt hinauszusehen und die Auswirkungen auf das Gesamtsystem zu betrachten. Daher ist es grundsätzlich wichtig, die Wirkungen einzelner

Ökosystemkomponenten, und eine solche stellen die großen Pflanzenfresser zweifellos dar, nicht nur aus der anthropozentrischen Perspektive oder gar der Perspektive des Schadens zu betrachten, sondern den Blick auch auf die „Funktionen“ innerhalb des Systems zu lenken. Die folgende Übersicht beschäftigt sich mit der Wirkung großer Pflanzenfresser auf Waldökosysteme jenseits der Fraßeinwirkungen. In diesem Zusammenhang sind insbesondere die Beiträge zur Bewahrung und Erhaltung der Biodiversität von Interesse. Diese können auf verschiedene Weise zustande kommen.

Beweidung

Der Begriff der Beweidung beinhaltet bereits eine bestimmte Sichtweise: Durch „Weidetiere“, also vom Menschen gehaltene Nutztiere, wird der pflanzliche Aufwuchs gefressen, die Gehölzsukzession damit verlangsamt oder gar verhindert und Landschaften werden so „offengehalten“. Wie wir wissen, entstammt ein entscheidender Teil der in Mitteleuropa vorhandenen Artendiversität der Umformung von Wäldern zu extensiv bewirtschaftetem Agrarland seit der Jungsteinzeit. Nachdem seit der Mitte des 20. Jahrhunderts solche extensiv genutzten Flächen entweder durch Intensivierung der Nutzung oder Nutzungsaufgabe deutlich rückläufig sind, wird im Rahmen von Naturschutzprojekten versucht, auf Flächen, die durch Nutzungsaufgabe bedroht sind durch gezielte menschliche Eingriffe die Wirkungen von Weidetieren zu simulieren. Neben dem Einsatz von Großtechnik oder motormanuellen Verfahren (z.B. die sog. „Entkusselung“) wird dabei zunehmend die Beweidung durch Schafe, Ziegen, Pferde oder Rinder als Instrument des Naturschutzes eingesetzt. Erst seit wenigen

Jahren findet die Vorstellung, dass auch einheimische Wildtiere diese Beweidungsaufgaben übernehmen können, in die Naturschutzpraxis Eingang (vergl. z.B. REDECKER et al. 2002, ANDERS et al. 2004, BUNZEL-DRÜKE et al. 2008).

Erste Resultate aus umfangreichen Studien mit Rothirschen zeigen, dass diese Art zumindest eine entscheidende Rolle in solchen Konzepten spielen kann. Gemeinsam mit anderen Arten wie Reh, Mufflon, Wisent oder Wildpferd könnte die Offenhaltung naturschutzrelevanter Flächen sogar ausschließlich durch Wildtiere erfolgen. Insbesondere vor dem Hintergrund der Konflikte, die die Wiederbesiedlung Mitteleuropas durch den Wolf birgt (vergl. HERZOG 2018, OKARMA & HERZOG 2019), erscheint dieser Ansatz für die Zukunft hochinteressant. Darüber hinaus stellt sich auch die Frage nach der Bedeutung der Beweidung durch Wildwiederkäuer innerhalb bestehender Wälder und deren Wirkungen auf die krautige Vegetation. Im Folgenden sollen einige Beispiele für die Bedeutung der Beweidung durch wildlebende

Rotwild unterstützt die Offenhaltung von Landschaften.



Foto: Herzog

Huftierarten dargestellt werden: So beschreibt bereits PETRAK (1992) die Bedeutung der Beweidung durch Rotwild für den langfristigen Erhalt bärwurzreicher Magertriften in der Eifel, insbesondere durch Zurückdrängen der Verjüngung der Zitterpappel. KRIEBITZSCH (2000) beobachtete in Ausschlussversuchen (Auszäunung) in Buchenwäldern des nordwestdeutschen Tieflandes nach acht Jahren signifikant mehr Arten an krautigen Pflanzen in den ungezäunten, also beästen Flächen. GILL & BEARDALL (2001) untersuchten in einer Metaanalyse 13 Arbeiten zum Einfluss der Beweidung durch verschiedene Schalenwildarten auf die Waldvegetation. Auch in dieser Studie zeigt sich, dass durch den höheren Lichtanteil, der den Waldboden erreicht, eine höhere Artendiversität und Dichte der Krautschicht entsteht, während die Artenvielfalt von Baumsämlingen geringer wird. Auch NES-SING & ZERBE (2002) konnten zeigen, dass durch Wildverbiss mehr Licht zum Waldboden gelangt und dadurch die Artenzahl in der Krautschicht zunahm. Auch die Anzahl an Ebereschen war in den unteren Wuchshöhenklassen außerhalb des Zaunes häufiger als innerhalb. In der Krautschicht fanden sich auch bei den Gehölzen nach sechs Jahren sowohl höhere Arten- als auch Individuenzahlen in den ungezäunten Weiserflächen. GERBER & SCHMIDT (1996) konnten demgegenüber in Eichen-Hainbuchenwäldern des südlichen Steigerwaldes keine Unterschiede zwischen gezäunten und ungezäunten Flächen feststellen.

VIRTANEN et al. (2002) untersuchten die Wirkungen von Rotwildbeweidung auf einer Hebrideninsel Schottlands mit Hilfe von langfristigen (über 20 Jahre) Ausschlussexperimenten durch Zäune. Die Autoren stellen fest, dass eine fehlende Beweidung von bewirtschaftetem Grünland zu einer reduzierten Artenvielfalt an krautigen Pflanzen und Gräsern führt. SCHÜTZ et al. (2003) untersuchten im Schweizer Nationalpark die Vegetationszusammensetzung und die Artenvielfalt anhand von Probeflächen, die zwischen 1917 und 1945 angelegt wurden. Die jahrzehntelange Beweidung hat die Artenzusammensetzung ebenso wie die Artenvielfalt deutlich beeinflusst. Zwischen 1917 und 1999 hat sich die Artenzahl im Wesentlichen durch

die Rotwildbeweidung in etwa verdoppelt. Vergleichbares fanden NISHIZAWA et al. (2016) für Ausschlussversuche mit Sikawild (*Cervus elaphus nippon*): Bei Ausschluss der Beäsung durch Sikawild fanden sich lediglich 35 Arten krautiger Pflanzen. Dort, wo Beäsung stattfand, waren es 43 Arten. RAMIREZ et al. (2019) untersuchten unterschiedlich alte Kontrollflächenpaare (gezäunt und ungezäunt), die zwischen einem und 33 Jahren bestanden. Dabei stellen die Autoren fest, dass Wildwiederkäuer in der Lage sind, durch Beweidung eine artenreiche Bodenflora zu erhalten, während sie gleichzeitig die Gehölzsukzession verlangsamen und auf einem Stadium lichtliebender Arten „einfrieren“ können, wobei die genauen Huftierabundanzen, die diese Effekte hervorzurufen in der Lage sind, unklar bleiben. RUPPRECHT et al. 2022 untersuchten die Frage, inwieweit sich Kalkmagerrasen auch durch eine Beweidung durch Wildtiere (hier Damwild) anstelle traditioneller Schafbeweidung langfristig erhalten lassen. In einem zehnjährigen Ausschlussexperiment stellen die Autoren fest, dass die Beweidung durch Damwild die Schafbeweidung nicht ersetzen kann. Leider fehlt in dieser Untersuchung die Variante „alleinige Schafbeweidung“ unter Ausschluss des Wildeinflusses. Somit kann keine Aussage darüber getroffen werden, welcher zusätzliche Gewinn durch die Beweidung mit Damwild erreicht wird. Die Autoren weisen allerdings auf die mögliche Bedeutung des Wildeinflusses bei der Erhaltung bestimmter wertvoller Graslandgesellschaften hin, welche in Zukunft mehr Aufmerksamkeit erfordere. RIESCH et al. (2020, 2021) fanden durch Ausschlussexperimente eine signifikant höhere Artendiversität krautiger Pflanzen unter Rothirschbeweidung. Die standorttypische Sukzession konnte durch die Beweidung zumindest deutlich verzögert werden. Rotwild wird somit als ein wichtiger Faktor in der Erhaltung naturnaher Offenlandschaften angesehen. Eine Beweidung allein durch Rothirsch und Reh scheint eine Gehölzsukzession allerdings nicht vollständig zu verhindern, doch in ihrem zeitlichen Verlauf aufzuhalten.

RIESCH et al. (2022) befassen sich darüber hinaus mit der Frage der Eutrophierung natur-



Foto: Herzog



Foto: Stöcker

naher Habitate durch atmosphärische Stickstoffdeposition. Sie konnten zeigen, dass die Beweidung durch Rotwild, ähnlich wie eine Beweidung durch Nutztiere, durchaus der Stickstoffdeposition entgegenwirken kann. Dabei können Nettoexporte zwischen 14 kg und 30 kg Stickstoff und 1,1 kg Phosphor pro Hektar und Jahr angenommen werden.

Eine aktuelle Untersuchung von WIDMER et al. (2022) beschäftigt sich mit dem Rückgang der alpinen Schafbeweidung und der Frage, inwieweit Wildtiere diese in Bezug auf Erhaltung wertvoller Pflanzengesellschaften des Offenlandes ersetzen können. Die Autoren schreiben dazu: „Dass in den Gebieten, die seit fünf bzw. 19 Jahren nicht mehr mit Schafen beweidet werden, die Artenzahl bei den Gefäßpflanzen nicht signifikant anders war als in dem mit Schafen beweideten Gebiet, zeigt, dass die floristische Diversität von alpinen Rasen innerhalb von rund 20 Jahren auf die Ablösung von Schafen durch Gämsen nur wenig reagiert hat.“

Auch auf verschiedene Faunenelemente hat Beweidung durch große Herbivoren einen positiven Einfluss: BÖNSEL (1999) beschreibt den günstigen Einfluss von Beäsung durch Rotwild und die Wühltätigkeit des Schwarzwildes auf die Entwicklung einer Libellenart in Hochmooren. FEBER et al. (2001) berichten von positiven Wirkungen der Beweidung durch Wildwieder-

käuer auf verschiedene Schmetterlingsarten. MELIS et al. (2006, 2007) beschreiben die positive Auswirkung eines hohen Beweidungsdruckes durch Rotwild sowie eines mäßigen Beweidungsdruckes durch Elche auf die Heidelbeere im Winter auf verschiedene Laufkäfergesellschaften in Norwegen. STEWART (2001) sieht verschiedene wärmeliebende Insektenarten sowie Arten, die an Blüten gebunden sind, als Profiteure der Rothirschbeweidung. Bestimmte Arten scheinen sogar von einer solchen direkt abhängig zu sein.

GROTH et al. (2011) untersuchten die Bedeutung koprophager Käfer im Übergangsbereich von Geest und Hügelland in Norddeutschland. Dabei waren die Käferabundanzen in der Losung von wildlebenden Huftieren meist höher als diejenigen in der Losung von Nutztieren. Bestimmte Gebiete werden von Nutztieren gar nicht mehr beweidet, so dass dort Wildtiere, u.a. Rothirsch, Reh und Damhirsch die einzigen Lieferanten für Substrate dieser Arten darstellen.

Verschiedene Vogelarten, sowohl Arten des Offenlandes, aber auch der unterwuchsräreren Wälder profitieren von einer Beweidung durch Rotwild (vergl. z.B. FULLER 2001). Andererseits werden Arten, die auf einen dichten Unterstand angewiesen sind, tendenziell unter intensiver Beweidung innerhalb des Waldes offenbar seltener (GILL & FULLER 2007).

links: Rothirsche erhalten Offenlandbiotope.

rechts: Rotwild als Landschaftspfleger.

Bodenverwundung als ökologischer Faktor

Verwundungen des Oberbodens, d.h. ein Freilegen des Mineralbodens, ist wie die Fraßeinwirkung ebenfalls ein Faktor im (Wald-)Ökosystem, der einen Einfluss auf die Artenvielfalt hat. Denn Bodenverwundungen führen zu günstigen Keimbedingungen für zahlreiche Pflanzen, welche auf einer Humusaufgabe keine oder nur eine geringe Chance zur Keimung haben oder dort der Konkurrenz durch andere Arten unterlegen sind. Sowohl die Wechsel der Huftiere, die Wühltätigkeit des Schwarzwildes, als auch die Plätzstellen des Rehwildes oder die Suhlen des Rot- oder Damwildes schaffen derartige Bodenverwundungen. Von den Baumarten werden dadurch die Rohbodenkeimer, insbesondere Birke oder Kiefer (z.B. DOHRENBUSCH 1997) gefördert. PELLERIN et al.

(2006) zeigen, dass vor allem kleinwüchsige annuelle Pflanzen mit Rosettenbildung auf solchen Bodenverwundungen einen Konkurrenzvorteil besitzen, darunter verschiedene gefährdete Arten. So fanden die Autoren ein deutlich höheres Vorkommen des Rundblättrigen Sonnentaus an Wildwechsellinien und anderen trittbeeinflussten Stellen. MÜLLER & OTTE (2007) beschreiben eine seltene Moosgesellschaft vor allem auch an Wildwechsellinien und Suhlen. RECK et al. (2009) finden zahlreiche Arten einer sog. „Trittlurvegetation“ auf derartigen Bodenverwundungen durch Wildtiere. Darüber hinaus nutzen bestimmte Laufkäferarten und Amphibien die durch Wechsel (Tritteinwirkung) vegetationsfrei gehaltenen Uferbereiche an Gewässern.

Bodenverwundung durch das Plätzen des Rehwildes – Voraussetzung für das Keimen vieler Baumarten.



Foto: Herzog

Zoochorie

Ein weiterer wichtiger ökologischer Faktor ist die Zoochorie, die Verbreitung von Samen oder Pollen durch Tiere. Dies kann entweder über äußere Anhaftungen an Körperteilen, insbesondere dem Fell oder Federkleid (Exo- oder Epizoochorie) oder über die Darmpassage (Endozoochorie) erfolgen. Insbesondere großen, mobilen Arten kommt dabei eine Schlüsselrolle zu (vergl. auch NATHAN 2008).

Die wichtige Rolle von Wildtieren beim Diasporentransport bzw. -eintrag in Ökosysteme beschreiben zahlreiche Autoren (z.B. MÜLLER-SCHNEIDER 1986, MALO & SUÁREZ 1995). HEINKEN & RAUDNITSCHKA (2002) sowie HEINKEN et al. (2002) berichten, dass wildlebende Huftiere vor allem für die Ausbreitung von Ruderal-, Segetal- und Grünlandpflanzen, aber auch einiger Pflanzenarten der Krautschicht in norddeutschen Wäldern bedeutsam sind. Allerdings scheinen die meisten charakteristischen Waldbodenpflanzen mesophiler Laubwälder nur ein geringes epizoochores Ausbreitungspotenzial aufzuweisen. Insgesamt konnten über 150 zoochor ausgebreitete Pflanzenarten nachgewiesen werden, davon etwa 30 Prozent sowohl epi- als auch endozoochor. Knapp die Hälfte der Arten wurde ausschließlich endozoochor ausgebreitet, rund ein Fünftel ausschließlich epizoochor. Die größte Bedeutung für die epizoochore Ausbreitung hat offenbar das Schwarzwild, gefolgt von Rot- und Damwild sowie Rehwild mit einem geringeren Anteil. Die besondere Bedeutung des Schwarzwildes auch in Wäldern betonen HEINKEN et al. (2005). Verschiedene Untersuchungen weisen allerdings auch darauf hin, dass durch Rothirsche typische Waldarten tendenziell weniger, Offenland- und Halboffenlandarten allerdings in deutlich höherem Ausmaß verbreitet werden (VON OHEIMB et al. 2005, IRVANI et al. 2011, PANTER & DOLMAN 2012).

RECK et al. (2009) stellen fest, dass viele Arten, die entlang von Wildwechsellinien beobachtet wurden (bis zu 60 Prozent) offenbar durch Tiere dorthin transportiert wurden. JAROSZEWICZA et al. (2013) beschäftigen sich mit der Bedeutung der Artenvielfalt von Huftieren in Waldökosystemen der gemäßigten Breiten. Dabei stellen

sie fest, dass die Huftiere eine zentrale Bedeutung für die Verbreitung zahlreicher Pflanzenarten haben. Die unterschiedlichen Huftierarten spielen jeweils eine unterschiedliche Rolle in der Verbreitung bestimmter Pflanzenarten. Zahlreiche Pflanzen werden sogar ganz spezifisch von einer einzigen Huftierart verbreitet. Zwischen den einzelnen Arten herrschen allerdings große Unterschiede wie eine Untersuchung im Nationalpark von Białowieża zeigte. Die beiden Arten mit dem breitesten Spektrum endozoochor, also über die Losung verbreiteter Pflanzen, stellen Rothirsch und Wisent dar. Die Autoren sehen in der eingeschränkten Anzahl an Wildwiederkäuern in den Wäldern Mitteleuropas sogar ein Problem für die botanische Artenvielfalt insbesondere der krautigen Pflanzen. WICHELHAUS (2017) konnte bestätigen, dass Rothirsche in hohem Maße als Diasporenverbreiter für Pflanzenarten des Offenlandes wirken.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass es neben den Fraßeinwirkungen der Wildwiederkäuer, die vielfach von Landnutzern als „Schaden“ wahrgenommen werden, weitere Wirkungen auf Ökosysteme existieren, die (aus anthropozentrischer Perspektive) einen „Nutzen“ darstellen. So können durch das Äsen der Wildtiere Effekte einer Beweidung hervorgerufen werden, die für den langfristigen Erhalt unterschiedlicher Lebensraumtypen (etwa des Offenlandes und Halboffenlandes oder der lichten Wälder) sowie der damit verbundenen Artenvielfalt von Bedeutung sind. Gleichzeitig wird durch Tritteinwirkung insbesondere im Bereich der Wildwechsellinien, aber auch etwa im Umfeld von Suhlen eine Verwundung des Bodens geschaffen, welche für zahlreiche Pflanzen- und Tierarten günstige Lebensraumverhältnisse schafft. Schließlich spielen die großen mobilen Huftierarten für den Diasporentransport zahlreicher Pflanzen und damit für die Erhaltung der Arten-, aber auch der genetischen Diversität im Ökosystem eine nicht zu unterschätzende Rolle. Diesen Wirkungen wurden in der Vergangenheit im Gegensatz zu den als Schaden interpretierten Effekten in der Literatur deutlich weniger Beachtung geschenkt, so dass diese in der öffentlichen Wahrnehmung auch kaum auftauchen.



AUS DER WISSENSCHAFT IN DIE PRAXIS

Erfolgreiche Waldentwicklung funktioniert mit den richtigen Methoden auch mit Wild.

Fünf Schritte auf dem Weg zu einer Waldwirtschaft mit Wildtieren

Eine mittlerweile seit über fünf Jahrzehnten andauernde kontroverse Diskussion um die Fragen von Waldbau, Jagd und Wildtieren, insbesondere freilebenden Huftieren, zeigt, dass die damit zusammenhängenden Probleme offenbar mit den traditionell angewandten Methoden, insbesondere der Intensivierung der Bejagung beim Auftreten von Wildschäden, nicht lösbar sind.

Dies hat unterschiedliche Gründe, die sich vereinfachend in zwei Themenkreisen zusammenfassen lassen: Einerseits hat sich gezeigt, dass keineswegs eine lineare Beziehung zwi-

schen Schäden an Forstpflanzen durch Fraßeinwirkungen und der Dichte von Huftieren in der Fläche besteht. Aufgrund der durchaus kleinflächigen Lebensweise selbst von Arten wie dem Rothirsch können Fraßeinwirkungen ausgesprochen lokal erfolgen. Sie sind abhängig von zahlreichen Faktoren. Die Wilddichte ist nur einer davon. Hinzu kommen Einflüsse der waldbaulichen Methoden, des Standortes, der Äsungssituation, des Nahrungsmangels bei Überwinterung in den Sommerlebensräumen (Mittelgebirge) und vor allem auch der Möglichkeit der Wildtiere, stressarm zu leben.

Der letztgenannte Punkt führt uns zum zweiten Themenkreis. Setzt man, wie in der Vergangenheit, in den allermeisten Fällen ausschließlich auf (flächige) Bejagung und intensiviert diese beim weiterhin bestehenden Auftreten von Schäden, so kommt es regelmäßig zu einer zunehmenden Beunruhigung, verbunden mit übermäßigem Stress des Wildes. Besonders zeigt sich dieses Phänomen bei der Bejagung im Spätwinter (ab Ende Dezember), da hier die

physiologisch als Anpassungsmechanismus mögliche Stoffwechsellage der Wildwiederkäuer nicht greifen kann. Dieser Stress potenziert sich überall dort, wo das Wild nicht nur bejagt wird, sondern auch Störungen durch die Freizeitnutzung der Wälder hinzukommen. Auch die Bejagung des Schwarzwildes mittels Nachtsicht- und -zieltechnik stellt einen weiteren Stressfaktor für alle Wildarten dar.

Die Lösung des Problems liegt in einer integrativen Planung sowohl forstlicher Maßnahmen als auch solcher des Wildtiermanagements. Diese Vorgehensweise beinhaltet:

1 Definition von Verjüngungseinheiten und Ruhebereichen

Aus waldbaulicher Sicht ist eine Planung der Verjüngungsflächen zumindest für etwa eine Dekade gute fachliche Praxis. Abhängig davon, ob das Jagdausübungsrecht verpachtet ist, sollte diese bereits unter Hinzuziehung des Jagdpächters erfolgen. Gleichzeitig sollten für diesen Zeitraum Wildäsunungsflächen ausgewiesen und Wildruhezonen definiert werden. Empfohlen werden entsprechende Flächen im Umfang von jeweils mindestens fünf Prozent der Waldfläche. Aktuell in großem Umfang vorhandene Schadflächen aus Windwurf und Borkenkäferkalamität erleichtern die Einrichtung derartiger Flächen immens. Für die Verjüngungsflächen ist festzulegen, ob diese naturverjüngt werden sollen oder durch Pflanzung oder Saat (oder eine Kombination aus diesen Verfahren). Darüber hinaus ist zu definieren, welche Baumarten einbezogen werden und welche Schutzmaßnahmen gegen Verbiss vorgesehen sind. Dabei ist dem Einzelschutz einzubringender Mischbaumarten grundsätzlich der Vorzug gegenüber flächiger Zäunung zu geben. Die Kosten dafür sind zu kalkulieren.

2 Erarbeitung eines geeigneten Jagdkonzeptes

In einem zweiten Schritt ist das vorhandene jagdliche Regime zu überprüfen. Welche Ziele bestehen (im Falle der Verpachtung) bei Jagdpächtern, wie können diese in die forstlichen Zielsetzungen integriert werden, welche Kosten und Erträge entstehen durch die Jagd, welche Personen sind wie eingebunden? Ausgehend von der waldbaulichen Situation (s.o.) ist ein alternatives Jagdkonzept zu erstellen. Dieses kann im Falle forstlicher Zielsetzungen beispielsweise eine Form der Schwerpunktbejagung sein, die weitgehend oder ausschließlich auf die Verjüngungsschwerpunkte beschränkt ist. Gleichzeitig sind die Ruhe- und Äsunungsflächen konsequent jagdlich zu beruhigen.

Durch konsequente Schwerpunktbejagung konnte diese Eichenverjüngung (sog. Häher-saat) unter Kiefer gesichert werden.



Foto: Herzog

Die übrigen Flächen, die keine Verjüngungsschwerpunkte darstellen, können je nach waldbaulicher Situation extensiv bejagt werden (z. B. wenige Gemeinschaftsansätze oder eine Drück-Stöber-Jagd). Die Jagdzeit auf wiederkäuendes Schalenwild sollte synchronisiert in der Zeit zwischen August und Dezember stattfinden. Auf die Schalenwildbejagung im Frühjahr und Spätwinter ist zu verzichten. Das sollte im Wald (!) auch für das Schwarzwild gelten. Auch für dieses Jagdkonzept sind die Kosten zu kalkulieren und denjenigen des Status quo sowie den eventuell erforderlichen Schutzmaßnahmen gegenüberzustellen.

3 Monitoring

In den Verjüngungsflächen sind langfristige Trakte anzulegen, um in regelmäßigen Abständen den Verjüngungsfortschritt zu überprüfen. Die Jagdstrecken sind abteilungsscharf nach Wildart, Alter und Geschlecht zu analysieren. Darüber hinaus sind im Falle lokal unterschiedlicher Interessenlagen auch weitere Maßnahmen zur Schalenwilderfassung regelmäßig durchzuführen.

4 Fortschreiben der Planung

Spätestens nach den ersten fünf Jahren sind der Erfolg der Maßnahmen sowie eventuelle Probleme zu dokumentieren. In Abhängigkeit davon sind – sofern nicht außergewöhnliche Ereignisse das Handeln bestimmen – die zukünftigen Verjüngungsflächen für die nächste Dekade zu planen und eventuelle Risiken in den aktuellen Flächen, die dem Äser entwachsen sind (Schäle!), für die Zukunft zu berücksichtigen.



Foto: Stöcker

5 Partizipation und Kommunikation

Das oben beschriebene Vorgehen ist in den meisten Betrieben anwendbar, sofern Grundbesitz und Jagdausübungsrecht in einer Hand liegen. Es erfordert die Fokussierung der jagdlichen Ressourcen eines Forstbetriebes auf die waldbaulichen Ziele. Rein jagdwirtschaftliche Ziele (Einkünfte aus Trophäenjagd oder Verkauf von Drückjagdständen) dürfen im Falle waldbaulicher Priorität keine Rolle spielen. Bei verpachtetem Jagdausübungsrecht ist das Vorgehen in enger Zusammenarbeit mit dem Jagdpächter abzustimmen, bei Neuverpachtung sollte ein solches Vorgehen im Pachtvertrag verankert werden. Spezielle forstliche Situationen (z.B. extrem kleinflächig bewirtschaftete Plenterwälder) erfordern grundsätzlich mehr beidseitige Kommunikation.

Die Einbindung weiterer Akteure, idealerweise im Rahmen eines partizipativen Ansatzes, schafft zusätzliche Optionen. So können Vertreter der Gemeinde oder des Tourismusverbandes in die Erstellung von Wegekonzepten eingebunden werden. Lokal auch tagsüber erlebbare Wildtiere sind möglicherweise ein Argument, sich einzubringen. Auch die Interessen von Landwirtschaft (z.B. Unterstützung bei der Schwarzwildbejagung im Agrarland) oder Naturschutz (z.B. Nutzungsverzicht in den Ruhezeiten) können über Partizipation integriert werden.

Wildtiere in unserer Kulturlandschaft – Verantwortung und Quelle der Freude.

LITERATURVERZEICHNIS

AMMER, C. Impact of ungulates on structure and dynamics of natural regeneration of mixed mountain forests in the Bavarian Alps. *Forest Ecology and Management* 88, 43-53, 1996.

AMMER, C.; VOR, T.; KNOKE, T.; WAGNER, S. *Der Wald-Wild-Konflikt*. Universitätsverlag Göttingen, 2010.

ANDERS, K.; MRZLJAK, J.; WALLSCHLÄGER, D.; WIEGLEB, G. (Herausgeber). *Handbuch Offenlandmanagement am Beispiel ehemaliger und in Nutzung befindlicher Truppenübungsplätze*. Springer-Verlag, Berlin & Heidelberg 2004.

BAZZIGHER, G. Wundfäule in Fichtenwaldungen mit alten Schältschäden. *European Journal of Forest Pathology* 3, 71-82, 1973.

BERGMANN, M.; IASON, G.R.; HESTER, A.J. Feeding patterns by roe deer and rabbits on pine, willow and birch in relation to spatial arrangement. *Oikos* 109, 513-520, 513-520.

BERGQUIST, J.; LÖF, M.; ÖRLANDER, G. Effects of roe deer browsing and site preparation on performance of planted broadleaved and conifer seedlings when using temporary fences. *Scandinavian Journal of Forest Research* 24, 308-317, 2009.

BÖNSEL, A. Der Einfluß von Rothirsch (*Cervus elaphus*) und Wildschwein (*Sus scrofa*) auf die Entwicklung der Habitate von *Aeshna subarctica* Walker in wiedervernäßten Regenmooren (Anisoptera: Aeshnidae). *Libellula* 18, 63-168, 1999.

BOTTERO, A.; MELONI, F.; GARBARINO, M.; MOTTA, R. Temperate coppice forests in north-western Italy are resilient to wild ungulate browsing in the short to medium term. *Forest Ecology and Management* 523, 1 November 2022, 120484

BREITENMOSER, U. Large predators in the alps: the fall and rise of man’s competitors. *Biological Conservation* 83, 278-289, 1998.

BUNZEL-DRÜKE, M.; BÖHM, C.; FINCK, P.; KÄMMER, G.; LUICK, R., REISINGER, E.; RIECKEN, U.; RIEDL, J.; SCHARF, M.; ZIMBALL, O. „Wilde Weiden“-Praxisleitfaden für Ganzjahresbeweidung in Naturschutz und Landschaftsentwicklung. Arbeitsgemeinschaft biologischer Umweltschutz im Kreis Soest e.V., Bad Sassendorf-Lohne 2008.

CARRANZA, J.; MATEOS-AUESDA, P. Habitat modification when scent marking: shrub clearance by Roe deer bucks. *Oekologia* 126, 231-238, 2001.

CÔTÉ, S.D.; ROONEY, T.P.; TREMBLAY, J.-P.; DUSSAULT, C.; WALLER, D.M. Ecological Impacts of Deer Overabundance. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 35, 113-147, 2004.

DANELL, K.; BERGSTRÖM, R.; EDENIUS, L.; ERICSSON, G. Ungulates as drivers of tree population dynamics at module and genet levels. *Forest Ecology and Management* 181, 67-76, 2003.

DOHRENBUSCH, A. Die natürliche Verjüngung der Kiefer (*Pinus sylvestris* L.) im nordwestdeutschen Pleistozän. *Schriftenreihe der Forstlichen Fakultät der Universität Göttingen* 123, 1-296, 1997.

DONAUBAUER, E.; GOSSOW, H.; REIMOSER, F. „Natürliche“ Wilddichten oder forstliche Unverträglichkeitsprüfung für Wildschäden. *Österreichische Forstzeitung* 101, 6-9, 1990.

EIBERLE, K. Ergebnisse einer Simulation des Wildverbisses durch den Triebchnitt. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen* 126, 821-839, 1975.

EIBERLE, K. Folgewirkung eines simulierten Wildverbisses auf die Entwicklung junger Waldbäume. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen* 129, 757-768, 1979.

EIBERLE, K., Methodische Möglichkeiten zum Verständnis der waldbaulich tragbaren Verbissbelastung. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen* 13, 311-326, 1980.

EIBERLE, K. Über den Einfluss des Wildverbisses auf die Mortalität von jungen Waldbäumen in der oberen Montanstufe. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen* 140, 1031-1042, 1989.

EIBERLE, K.; BUCHER, H., 1989: Interdependenzen zwischen dem Verbiß verschiedener Baumarten in einem Plenterwaldgebiet. *Zeitschrift für Jagdwissenschaft* 35, 235-244, 1989.

EIBERLE, K.; DÜRR, C. Zur Beurteilung der kritischen Verbissbelastung bei der Waldföhre (*Pinus silvestris*). *Beih. Z. schweiz. Forstverein*72, 42-60, 1984.

EIBERLE, K.; NIGG, H., Daten zur tragbaren, Verbissbelastung bei der Fichte. *Schweizer Förster* 119, 368-382, 1983a.

EIBERLE, K.; NIGG, H., Über die Folgen des Wildverbisses an Fichte und Weisstanne in montaner Lage. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen* 134, 361-372, 1983b.

EIBERLE, K.; NIGG, H., Zur Ermittlung und Beurteilung der Verbissbelastung. *Forstwissenschaftliches Cbentralblatt* 103, 97-110, 1984.

EIBERLE, K.; NIGG, H. Untersuchung über den Verbiss durch die Gemse (*Rupicapra rupicapra* L.) an Fichte (*Picea abies*). *Berichte der Botanisch -Zoologischen Gesellschaft Liechtenstein -Sargans-Werdenberg* 15, 15-36, 1986.

EIBERLE, K.; NIGG , H. Criteria for permissible browse impact on sycamore maple (*Acer pseudoplatanus*) in mountain forests. *Experientia* 43, 127-133, 1987a.

EIBERLE, K.; NIGG, H. Grundlagen zur Beurteilung des Wildverbisses im Gebirgswald. *Schweizerische Zeitschrift für das Forstwesen* 138, 747-785, 1987b.

EICHHORN, M.P.; RYDING, J.; SMITH, M.J.; GILL, R.M.A.; SIRIWARDENA, G.M.; FULLER, R.J. Effects of deer on woodland structure revealed through terrestrial laser scanning. *Journal of Applied Ecology* 54, 1615-1626, 2017.

FEBER, R.E.; BRERETON, T.M.; WARREN, M.S.; OATES, M. The impacts of deer on woodland butterflies: the good, the bad and the complex. *Forestry* 74, 271-276, 2001.

FULLER, R.J. Responses of woodland birds to increasing numbers of deer: a review of evidence and mechanisms. *Forestry* 74, 289-298, 2001.

FULLER, R.J.; GILL, R.M.A. Ecological impacts of increasing numbers of deer in British woodland. *Forestry* 74, 193-199, 2001.

GERBER, R.; SCHMIDT, W. Einfluß des Rehwildes auf die Vegetation von Eichen-Hainbuchenwäldern im südlichen Steigerwald. *Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie* 26, 345-353, 1996

GERHARDT, P.; ARNOLD, J.M.; HACKLÄNDER, K.; HOCHBICHLER, E. Determinants of deer impact in European forests. A systematic literature analysis. *Forest Ecology and Management* 310, 173-186, 2013.

GILL, R.M.A. A review of damage by mammals in North temperate forests. 1. Deer. *Forestry* 65, 145-169, 1992a.

GILL, R.M.A. 1992b. A review of damage by mammals in north temperate forests: 3. Impact on trees and forests. *Forestry* 65, 363-388, 1992b.

GILL, R. M. A.; BEARDALL, V. The impact of deer on woodlands: the effects of browsing and seed dispersal on vegetation structure and composition. *Forestry* 74, 209-218, 2001.

GILL, R.M.A.; FULLER, R.J. The effects of deer browsing on woodland structure and songbirds in lowland Britain. *IBIS* 149, 119-127, 2007.

GILL, R.M.A.; MORGAN, G. The effects of varying deer density on natural regeneration in woodlands in lowland Britain. *Forestry* 83, 53-63, 2010.

GLEBER, G.; HERZOG, S. Digitized Forestal data as a Tool for Decisions in Management of Red Deer (*Cervus elaphus*) populations. *International Conference on Forest Dynamics and Ungulate Herbivory*, 3. bis 6. Oktober 2001, Davos, 118, 2001.

GROTH, J.; RECK, H.; IRMLER, U. Wild und Biologische Vielfalt: Käfergemeinschaften an Wild- und Haustierdung. *Faunistisch-Ökologische Mitteilungen* 9, 247- 266, 2001.

HÄSLER, H.; SENN J. Ungulate browsing on European silver fir *Abies alba*: the role of occasions, food shortage and diet preferences. *Wildlife Biology* 18, 67-74, 2012.

HAWKES, C.V.; SULLIVAN, J.J. The impact of herbivory on plants in different resource conditions: a metaanalysis. *Ecology* 82, 2045-2058, 2001.

HEINKEN, T.; RAUDNITSCHKA, D. *Forstwissenschaftliches Centralblatt vereinigt mit Tharandter forstliches Jahrbuch* 121, 179-194, 2002.

HEINKEN, T.; HANSPACH, H.; RAUDNITSCHKA, D.; Schaumann, F. Dispersal of vascular plants by four species of wild mammals in a deciduous forest in NE Germany. *Phytocoenologia* 32, 627-643, 2002.

HEINKEN, T.; SCHMIDT, M.; VON OHEIMB, G.; KRIEBITZSCH, W.-U.; ELLENBERG, H. Soil seed banks near rubbing trees indicate dispersal of plant species into forests by wild boar. *Basic and Applied Ecology* 7, 31-44, 2006.

HEIKKILÄ, R.; HÄRKÖNEN, S. Moose browsing in young Scots pine stands in relation to forest management. *Forest Ecology and Management* 88, 179-186, 1996.

HEROLDOVA, M., HOMOLKA, M.; KAMLER, J.V. Breakage of rowan caused by red deer- an important factor for Sorbeto-Picetum stand regeneration? *Forest Ecology and Management* 181, 131-138, 2003.

HERZOG, S. Der Jäger, der Förster und das Wild: Gedanken zu einer Konfliktsituation. *Forst und Holz* 65, 16-19, September 2010.

HERZOG, S. Return of grey wolf (*Canis lupus*) to Central Europe: challenges and recommendations for future management in cultural landscapes. *Annals of Forest Research* 61, 203-209, 2018. DOI: 10.15287/afr.2018.1190

HERZOG, S. *Wildtiermanagement*. Quelle & Meyer, Wiebelsheim 2019.

HERZOG, S. *Die Sache mit dem Wald*. Kosmos, Stuttgart 2023.

HERZOG, S.; HUNGER, M.; KRÜGER, T. Optimierung der Situation des Rotwildes (*Cervus elaphus*) durch einen landesweiten partizipativen Prozess: Eckpunkte für ein Rotwildkonzept im Freistaat Sachsen. *Eberswalder Forstliche Schriftenreihe* 45, 107-112, 2010a.

HERZOG, S.; KRÜGER, T.; HUNGER, M. Rotwildmanagement in Sachsen.: ein partizipativer Ansatz für einen zukunftsfähigen Umgang mit einer konfliktträchtigen Wildart. *Artenschutzreport* 26, 2010, 50-52, 2010b.

HERZOG, S.; SCHWARZ, K.; LEICHT, H.J.; KRAUHAUSEN, V.; VOLL, H. Lebensraumgutachten und Bewirtschaftungskonzept der Rotwildhegegemeinschaft „Krofdorfer Forst“. *Rotwildhegegemeinschaft „Krofdorfer Forst“, Wettberg, 2020*.

HESTER, A.J.; BERGMAN, M.; IASON, G.R.; MOEN, J. Impacts of large herbivores on plant community structure and dynamics. In: DANELL, K.; DUNCAN, P.; BERGSTRÖM, R.; PASTOR, J. (Herausgeber). *Large Herbivore Ecology*, 97-141, Cambridge University Press, Cambridge 2006.

HEUZE, P.; SCHNITZLER, A.; KLEIN, F. Consequences of increased deer browsing winter on silver fir and spruce regeneration in the Southern Vosges mountains: Implications for forest management. *Annals of Forest Science* 62, 175-181, 2005.

HOFMANN, G.; POMMER, U.; JENSSEN, M.; AHRENS, M.; DOBIÁŠ, K. Wildökologische Lebensraumbewertung für die Bewirtschaftung des wiederkäuenden Schalenwildes im nordostdeutschen Tiefland. *Eberswalder Forstliche Schriftenreihe* XXXIX, 1-205, 2008.

HOFMANN, R.R. Evolutionary steps of ecophysiological adaptation and diversification of ruminants: a comparative view on their digestive system. *Oecologia* 78, 443-457, 1989.

HÖSL, G. Simulation der Entmischung unserer Wälder durch Wildverbiss. *Allgemeine Forst Zeitung-Der Wald*, 34-37, 15/2021

HUNGER, M.; HERZOG, S. Ein integriertes Wildtiermanagementkonzept auf wildbiologischer Grundlage am Beispiel des Rotwildes (*Cervus elaphus*) im Westerzgebirge. *Säugetierkundliche Informationen* 11/57,295-334, 2020.

IRAVANI, M.; SCHÜTZ, M., EDWARDS, P.; RISCH, A.; SCHEIDEGGER, C.; WAGNER, H.H. Seed dispersal in red deer (*Cervus elaphus* L.) dung and its potential importance for vegetation dynamics in subalpine grasslands. *Basic and Applied Ecology* 12, 505-515, 2011.

JAROSZEWICZA, B.; PIROŹNIKOW, E.; SONDEJ, I. Endozoochory by the guild of ungulates in Europe’s primeval forest. *Forest Ecology and Management* 305, 21-28, 2013.

Literatur

KAMMERLANDER, H. Aufbau, Verjüngung und Verbissgefährdung der Plenterwälder im Raum Kufstein/Tirol. Schweizer Zeitschrift für Forstwesen 129, 711–726, 1978.

KECH, G.; LIESER, M. Einfluss von Terminaltriebverbiss durch Rehe auf die Höhenentwicklung junger Laubbäume. Forstarchiv 77, 162–168, 2006.

KINSER, A.; VON MÜNCHHAUSEN, H. (Herausgeber). Der Rothirsch in der Überzahl – Wege zu einer tierschutzgerechten Rotwildreduktion. Tagungsband zum 9. Rotwildsymposium der Deutschen Wildtier Stiftung vom 28. bis 30. Juni 2018 in Bad Driburg. Hamburg 2019.

KLOPCIC, M.; JERINA, K.; BONCINA, A. Long-term changes of structure and tree species composition in Dinaric uneven-aged forests: are red deer an important factor? European Journal of Forest Research 129, 277–288, 2010.

KOLLY, A.C.; KUPFERSCHMID, A.D. Reaktion von Weisstannen auf ein- bis mehrmaligen Verbiss entlang von Lichtgradienten. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen 165, 198–207, 2014.

KÖNIG, E.; BAUMANN, B. Der Einfluß des Verbisses durch Rehwild auf die Naturverjüngung von Nadelmischbeständen. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 161, 170–176, 1990.

KUIJPER, D.P.J.; CROMSIGT, J.P.G.M.; CHURSKI, M.; ADAM, B.; JĘDRZEJEWSKA, B.; JĘDRZEJEWSKI, W. Do ungulates preferentially feed in forest gaps in European temperate forest? Forest Ecology and Management 258, 1528–1535, 2009.

KUPFERSCHMID, A.D. The Compensation Capacity of Central European Tree Species in Response to Leader Shoot Browsing. In: MENENDEZ, A.; SAND, N. (Herausgeber). Ungulates, 1–63, Nova Science Publishers, New York 2017.

KUPFERSCHMID A.D.; BRANG P. Praxisrelevante Grundlagen: Zusammenspiel zwischen Wild und Wald. In: BAUMANN, M.; BRANG P.; BURGER T.; EYHOLZER R.; HERZOG S. (Herausgeber) Wald und Wild – Grundlagen für die Praxis. 9–39, Bundesamt für Umwelt, Bern 2010.

KUPFERSCHMID, A.D.; BUGMANN, H. Effect of microsite, logs and ungulate browsing on *Picea abies* regeneration in a mountain forest. Forest Ecology and Management 205, 251–265, 2005.

KUPFERSCHMID, A.D., BRANG, P.; BUGMANN, H. Abschätzung des Einflusses von Verbiss durch wildlebende Huftiere auf die Baumverjüngung. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen 170, 125–134, 2019a.

KUPFERSCHMID, A.D.; BÜTIKOFER, L.; HOTHORN, T.; SCHWYZER, A.; BRANG, P. Quantifying the relative influence of terminal shoot browsing by ungulates on tree regeneration. Forest Ecology and Management 2019b.

KUPFERSCHMID, A.D.; HEIRI, C.; HUBER, M.; FEHR, M.; FREI, M.; GMÜR, P.; IMESCH, N.; ZINGGELER, J.; BRANG, P.; CLIVAZ, J.-C.; ODERMATT, O. Einfluss wildlebender Huftiere auf die Waldverjüngung: ein Überblick für die Schweiz. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen 166, 420–431, 2015.

MALO, J.E.; SUÁREZ, F. Herbivorous mammals as seed dispersers in a Mediterranean dehesa. Oecologia 104, 246–255, 1995.

MANIER, D.J.; HOBBS, N.T. Large herbivores influence the composition and diversity of shrub-steppe communities in the Rocky Mountains, USA. Oecologia 146, 641–651, 2006.

MANN, T.E. Vegetationsökologisches Monitoring im Nationalpark Harz unter besonderer Berücksichtigung des Schalenwildeinflusses und der Waldstruktur. Cuvillier Verlag, Göttingen 2009.

MEIßNER, M.; REINECKE, H.; HERZOG, S. Vom Wald ins Offenland: Der Rothirsch auf dem Truppenübungsplatz Grafenwöhr. Verlag Frank Fornaçon, Ahnatal 2012. ISBN 978–3–940232–07–6

MELIS, C.; BUSET, A.; AARRESTAD, P.A.; HANSSON, O.; MEISINGSET, E.L.; ANDERSEN, R.; MOKSNES, A.; RØSKAFT, E. Impact of Red Deer *Cervus elaphus* Grazing on Bilberry *Vaccinium myrtillus* and Composition of Ground Beetle (Coleoptera, Carabidae) Assemblage. Biodiversity & Conservation 15, 2049–2059, 2006.

MELIS, C.; SUNDBY, M.; ANDERSEN, R.; MOKSNES, A.; PEDERSEN, B., RØSKAFT, E. The role of moose *Alces alces* L. in boreal forest – the effect on ground beetles (Coleoptera, Carabidae) abundance and diversity. Biodiversity and Conservation 16, 1321–1335, 2007.

MOSER, B., SCHÜTZ, M.; HINDENLANG, K. Importance of alternative food resources for browsing by roe deer on deciduous trees: The role of food availability and species quality. Forest Ecology and Management 226, 248–255, 2006.

MOTTA, R. Impact of wild ungulates on forest regeneration and tree composition of mountain forests in the Western Italian Alps. Forest Ecology and Management 88, 93–98, 1996.

MOTTA, R. Ungulate impact on rowan (*Sorbus aucuparia* L.) and Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) height structure in mountain forests in the eastern Italian Alps. Forest Ecology and Management 181, 139–150, 2003.

MÜLLER, F.; OTTE, V. Moos- & Flechtengesellschaften: Verzeichnis und Rote Liste der Moos- und Flechtengesellschaften Sachsens. Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Dresden 2007.

MÜLLER-SCHNEIDER, P. Verbreitungsbiologie der Blütenpflanzen Graubündens. Geobotanisches Institut der Eidgenössischen Hochschule Zürich, 1986.

MYSTERUD, A.; LIAN, L.-B.; HJERMANN, D.O. Scale-dependent trade-offs in foraging by European roe deer (*Capreolus capreolus*) during winter. Canadian Journal of Zoology 77, 1486–1493, 1999.

NATHAN, R. An emerging movement ecology paradigm. PNAS 105, 19050–19051, 2008.

NESSING, G.; ZERBE, S. Wild und Waldvegetation – Ergebnisse des Monitorings im Biosphärenreservat Schorfheide-Chorin (Brandenburg) nach 6 Jahren. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 173, 177–185, 2002.

NISHIZAWA, K.; TATSUMI, S.; KITAGAWA, R.; MORI, A.S. Deer herbivory affects the functional diversity of forest floor plants via changes in competition-mediated assembly rules. Ecological Research 31, 569–578, 2016.

NOPP-MAYR, U., REIMOSER, S.; REIMOSER, F.; SACHSER, F.; OBERMAIR, L.; GRATZER, G. Analyzing long-term impacts of ungulate herbivory on forest-recruitment dynamics at community and species level contrasting tree densities versus maximum heights. Scientific Reports 10, 20274, 2020.

NYKÄNEN, H.; KORICEHEVA, J. Damage-induced changes in woody plants and their effects on insect herbivore performance: a metaanalysis. Oikos 104, 247–268, 2006.

OKARMA, H.; HERZOG, S. Handbuch Wolf. Kosmos, Stuttgart 2019.

OLESEN, C.R.; MADSEN, P. The impact of roe deer (*Capreolus capreolus*) seedbed, light and seed fall on natural beech (*Fagus sylvatica*) regeneration. Forest Ecology and Management 255, 3962–3972, 2008.

PANTER, C.; DOLMAN, P. Mammalian herbivores as potential seed dispersal vectors in ancient woodland fragments. Wildlife Biology 18, 292–303, 2012.

PARTL, E.; SINOVATZ, V.; REIMOSER, F.; SCHWEIGER-ADLER, J. Forest restoration and browsing impact by roe deer. Forest Ecology and Management 159, 87–100, 2002.

PELLERIN, S.; HOUT, J.; CÔTÉ, S.D. Long-term effects of deer browsing and trampling on the vegetation of peatlands. Biological Conservation 128, 316–326, 2006.

PERKO, F. Bestimmung des höchstzulässigen Verbissgrades am Jungwuchs. Schweizerische Zeitschrift für das Forstwesen 134, 179–189, 1983.

PETRAK, M. Rotwild (*Cervus elaphus* Linné, 1758) als Pflegefaktor für bäurische Magertriften (*Arnica montana* Schw. 1944 (*Meo-Festucetum*)) in der Nordwesteifel. Zeitschrift für Jagdwissenschaft 38, 221–234, 1992.

PHEIFFER, J.; HARTFIEL, W. Beziehungen zwischen der Winterfütterung und dem Schälverhalten des Rotwildes in der Eifel. Zeitschrift für Jagdwissenschaft 30, 243–255, 2005.

PRIEN, S. Wildschäden im Wald. Verlag Paul Parey, Berlin 1997.

PUTMAN, R.J. Ungulates in temperate forest ecosystems: perspectives and recommendations for future research. Forest Ecology and Management 88, 205–214, 1996.

RAMIREZ, J.I.; JANSEN, P.A.; DEN OUDEN, J.; GOUDZWAARD, L.; POORTER, L. Long-term effects of wild ungulates on the structure, composition and succession of temperate forests. Forest Ecology and Management 432, 478–488, 2019.

RECK, H.; THIEL-EGENTER, C.; HUCKAUF, A.; HINSCH, H. Pilotstudie „Wild und Biologische Vielfalt“. Stiftung Natur+Mensch, Bonn 2009. http://jaegerstiftung.de/files/pdf/Pilotstudie_Wild_und_Biologische_Vielfalt.pdf

REDECKER, B.; FINCK, P.; HÄRDITL, W.; RIECKEN, U.; SCHRÖDER, E. (Herausgeber). Pasture Landscapes and Nature Conservation. Springer-Verlag, Berlin & Heidelberg 2002.

REIMOSER, F. Wechselwirkungen zwischen Waldstruktur, Rehwildverteilung und Rehwildbejagbarkeit in Abhängigkeit von

der waldbaulichen Betriebsform. Dissertation, Universität für Bodenkultur, Wien 1986.

REIMOSER, F. 1991: Verbiß-Kontrollgatter–Eine Methode zur objektiven Erfassung des Einflusses von Schalenwild und Weidevieh auf die Waldverjüngung (System Vorarlberg). Österreichs Weidwerk, 19–22, Juni 1991a.

REIMOSER, F. 1991: Schwerpunktbejagung und Intervallbejagung. Österreichs Weidwerk, 35–38, Dezember 1991b.

REIMOSER, F. Steering the impacts of ungulates on temperate forests. Journal for Nature Conservation 10, 243–252, 2003.

REIMOSER, F.; GOSSOW, H. Impact of ungulates on forest vegetation and its dependence on the silvicultural system. Forest Ecology and Management 88, 107–119, 1996.

REIMOSER, F.; REIMOSER, S. Wildschaden und Wildnutzen – zur objektiven Beurteilung des Einflusses von Schalenwild auf die Waldvegetation. Zeitschrift für Jagdwissenschaft 43, 186–196, 1997.

REIMOSER, S.; REIMOSER, F. Einfluss wildlebender Huftiere auf die Jungwaldentwicklung im Nationalpark Thayatal (Monitoring 2002–2020). Naturkundliche Mitteilungen aus den Landessammlungen Niederösterreich 31, 45–56, 2021.

REIMOSER, F.; STOCK, J. Baumverbiss durch Huftiere und Waldentwicklung- Langfristige Auswirkungen auf ehemaligen Wildschadensflächen. Beiträge zur Jagd- und Wildforschung 46, 23–36, 2021.

REIMOSER, F.; SUCHANT, R. Systematische Kontrollzäune zur Feststellung des Wildeinflusses auf die Waldvegetation. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 163, 27–31, 1992.

REIMOSER, F.; MAYER, H.; HOLZINGER, A.; ZANDL, J. Einfluss von Sommer- und Wintertourismus auf Waldschäden im Angertal (Badgastein). Centralblatt für das gesamte Forstwesen 104, 95–118, 1987.

RICHTER, L.; BALKENHOL, N.; RAAB, C.; REINECKE, H.; MEIßNER, M.; HERZOG, S.; ISSELSTEIN, J.; SIGNER, J. So close and yet so different: The importance of considering temporal dynamics to understand habitat selection. Basic and Applied Ecology, 2020. doi:10.1016/j.bae.2020.02.002

RIESCH, F.; TONN, B.; MEIßNER, M.; HERZOG, S.; BALKENHOL, N.; ISSELSTEIN, J. Wild red deer benefit the conservation of European semi-natural open habitats. Joint XXIV International Grassland and XI International Rangeland Virtual Congress Kenya 2021, Congress Proceedings Volume II, 758–763, Nairobi 25. bis 29. Oktober 2021. <https://www.kalro.org/igc-irc2021congresskenya/wp-content/uploads/2022/05/Volume-II-IGC-IRC-2021-CONGRESS-PROCEEDINGS.pdf>

RIESCH, F.; TONN, B.; STROH, H.G.; MEIßNER, M.; BALKENHOL, N.; ISSELSTEIN, J. Grazing by wild red deer maintains characteristic vegetation of semi-natural open habitats: Evidence from a three-year exclusion experiment. Applied Vegetation Science 23, 522–538, 2020.

RIESCH, F.; WICHELHAUS, A.; TONN, B.; MEIßNER, M.; ROSENTHAL, G.; ISSELSTEIN, J. Grazing by wild red deer can mitigate nutrient enrichment in protected semi-natural open habitats. Oecologia 199, 471–485, 2022.

- RÜEGG, D.; SCHWITTER, R. UNTERSUCHUNGEN U über die Entwicklung der Verjüngung und des Verbisses im Vivian-Sturmgebiet Pfäfers. Schweizerische Zeitschrift für das Forstwesen 135, 130–139, 2002.
- RUPPRECHT, D.; JEDRZEJEK, B.; HÖLZEL, N. Fallow deer foraging alone does not preserve the vegetation of traditionally sheep-grazed calcareous grasslands. *Journal of Applied Ecology*, 2022, im Druck.
- SCHÜTZ, M.; RISCH, A.C.; LEUZINGER, E.; KRÜSI, B.O.; ACHERMANN, G. Impact of herbivory by red deer (*Cervus elaphus* L.) on patterns and processes in subalpine grasslands in the Swiss National Park. *Forest Ecology and Management* 181, 177–188, 2003.
- SENN, J.; SUTER, W. Ungulate browsing on silver fir (*Abies alba*) in the Swiss Alps: beliefs in search of supporting data. *Forest Ecology and Management* 181, 151–164, 2003.
- STEWART, A.J.A. The impact of deer on lowland woodland invertebrates: a review of the evidence and priorities for future research. *Forestry* 74, 259–270, 2001.
- UECKERMANN, E. Die Auswirkung verschiedener Futterkomponenten auf den Schädlumfug des Rotwildes. *Zeitschrift für Jagdwissenschaft* 29, 31–47, 1983.
- UECKERMANN, E.; ZANDER, J.; SCHOLZ, H.; LULFING, D. Die Auswirkung der Winterfütterung auf den Schädlumfug des Rotwildes und den Verbissumfang des Rot- und Rehwildes in dem Rotwildversuchsrevier Hochgewäld-Unterwald/Eifel. *Zeitschrift für Jagdwissenschaft* 23, 153–162, 1977.
- ULRICH, B. Die Rolle der Bodenversauerung beim Waldsterben: Langfristige Konsequenzen und forstliche Möglichkeiten. *Forstwissenschaftliches Centralblatt* 105, 421–435, 1986.
- VAN HEES, A.F.M.; KUITERS, A.T.; SLIM, P.A. Growth and development of silver birch, pedunculate oak and beech as affected by deer browsing. *Forest Ecology and Management* 88, 55–63, 1996.
- VON OHEIMB, G.; SCHMIDT, M.; KRIEBITZSCH, W.-U.; ELLENBERG, H. Dispersal of vascular plants by game in Northern Germany. Part II Red deer (*Cervus elaphus*). *European Journal of Forest Research* 124, 55–65, 2005.
- VIRTANEN, R.; EDWARDS, G.R.; CRAWLEY, M.J. Red Deer Management and Vegetation on the Isle of Rum. *Journal of Applied Ecology* 39, 572–583, 2002.
- WALDHERR, M.; HÖSL, G. Simulationsmodell zur Wirkung des Wildverbisses. *Allgemeine Forst Zeitschrift-Der Wald*, 180–183, 4/1994.
- WELCH, D.; SCOTT, D.; STAINES, B. Bark stripping damage by red deer in a Sitka spruce forest in western Scotland. III. Trends in wound condition. *Forestry* 70, 113–120, 1997.
- WELCH, D.; SCOTT, D. Bark stripping damage by red deer in a Sitka spruce forest in western Scotland. IV. Survival and performance of wounded trees. *Forestry* 71, 225–235, 1998.
- WESTEKEMPER, K.; REINECKE, H.; SIGNER, J.; MEIßNER, M.; HERZOG, S.; BALKENHOL, N. Stay on trails – effects of human recreation on the spatiotemporal behavior of red deer *Cervus elaphus* in a German national park. *Wildlife Biology* 2018. doi.org/10.2981/wlb.00403.
- WHITHAM, T.G.; MASCHINSKI, J.; LARSON, K.C., PAIGE, K.N. Plant responses to herbivory: the continuum from negative to positive and underlying physiological mechanisms. In: PRICE, P.W.; LEWINSOHN, T.M., FERNANDES, G.W.; BENSON, W.W. (Herausgeber). *Plant-Animal Interactions*, 227–256, John Wiley & Sons, New York 1991.
- WICHELHAUS, A. Von hier nach dort: Endozoochorer Transport von Pflanzendiasporen durch den Rothirsch-Potenzial für Arten des wertgebenden Offenlandes. In: KINSER, A.; VON MÜNCHHAUSEN, H. (Herausgeber). *Der Hirsch als Naturschützer-Konsequenzen für den Umgang mit Huftieren in Großschutzgebieten*. Deutsche Wildtier Stiftung, Hamburg 2017.
- WIDMER, S.; RIESEN, M., KRÜSI, B.O., DENGLER, J., BILLETER, R. Wenn Gämsen Schafe ersetzen: Fallstudie zu den Auswirkungen auf die Diversität von alpinen Rasen. *Tuexenia* 40, 225–246, 2020
- ZAI, L.E. Untersuchungen über Methoden zur Beurteilung von Rehwildverbiss in Waldbeständen. Dissertation Eidgenössische Technische Hochschule, Zürich 1964.