



Abb. 1: NWZ „Oberm Jägerkreuz“: Ausbreitung von Efeu und Brombeere im Schutz des Gatters (Sternmieren-Stieleichen-Hainbuchenwald; Wuchsgebiet Niederrheinische Bucht)

Foto: K. Striepen

Naturwaldforschung in Nordrhein-Westfalen

Wechselbeziehungen zwischen Schalenwild und Waldvegetation

Klaus Striepen

Seit 40 Jahren werden in Nordrhein-Westfalen naturnahe Waldbestände aus der Bewirtschaftung genommen und ihrer ungestörten Entwicklung überlassen. Dabei wird ihr Wandel vom Wirtschaftswald zum Naturwald mit einem standardisierten Untersuchungsprogramm beobachtet [15]. Die Untersuchung der Wechselbeziehungen zwischen Wild und Vegetation bildet einen Forschungsschwerpunkt. Dabei werden mit Hilfe von ungezäunten und gezäunten Vergleichsflächen die Auswirkungen des Schalenwildverbisses auf die Vegetationszusammensetzung und -entwicklung erfasst. Die Ergebnisse verdeutlichen, welchen entscheidenden Einfluss das Schalenwild auf die Artenvielfalt, die Entwicklung und die Etablierung der Baumverjüngung hat und liefern einen Einblick in die komplexe Beziehung zwischen Waldvegetation und Schalenwild.¹⁾

Naturwaldzellen in Nordrhein-Westfalen

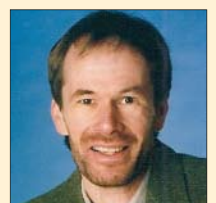
Die Naturwaldzellen (NWZ) repräsentieren den weitaus größten Teil der in Nordrhein-Westfalen vorkommenden Standorte mit ihren natürlichen Waldge-

sellschaften und Lebensgemeinschaften. Ihre zentrale Funktion ist die Erforschung der natürlichen Lebensabläufe im Ökosystem Wald. Darüber hinaus dienen sie dem Naturschutz durch konsequente Sicherung der natürlich ablaufenden Prozesse sowie als Referenzfläche für die ökologische

Waldbewirtschaftung in Nordrhein-Westfalen. Gegenwärtig existieren 75 NWZ mit einer Gesamtfläche von 1 690 ha. Der Hauptteil liegt mit 58 NWZ und 1 284 ha im Staatswald. Im sonstigen öffentlichen Waldbesitz befinden sich zehn (275 ha) und im Privatwald sieben NWZ (131 ha). Die Durchschnittsgröße liegt bei 22,5 ha mit einer Spannweite zwischen 1,4 und 109,8 ha [15].

¹⁾ Es handelt sich um Ergebnisse der Naturwaldforschung aus dem Naturwaldzellenprogramm des Landesbetriebes Wald und Holz NRW.

Diplom-Biologe K. Striepen ist Inhaber der Fa Ökologische Studien, Fachbüro für vegetationskundliche Forschung und Naturschutzplanung, Bonn.



Klaus Striepen
striepen@gmx.de

Einfluss des Wildes auf die Artenvielfalt

Der Vergleich der mittleren Artenzahl der Baumverjüngung in der Strauchschicht zeigt für 75 % aller Naturwaldzellen eine signifikant geringere Artenvielfalt der Baumverjüngung außerhalb des Gatters. Dies ist in allen Auswertungsgruppen und Regionen Nordrhein-Westfalens zu beobachten.

- In den **Buchenwäldern stark saurer Böden (Lu-Fa)** finden sich im Gatter im Mittel zwei Sippen in der Strauchschicht, während außerhalb des Zaunes nur ein Median von eins erreicht wird (Abb. 2). Dabei erreicht die Rotbuche stets die höchste Individuenzahl. Eingemischt sind Eberesche, Berg-Ahorn und Fichte, die innerhalb des Gatters auch in der Verjüngungsoberschicht vertreten sind. Außerhalb des Gatters sind die Nebenbaumarten in der Verjüngungsunterschicht zumeist noch vorhanden, doch vermögen sie mit Ausnahme der Fichte nicht dem Äser zu entwachsen.

- In den **Buchenwäldern mäßig basenreicher Böden (Ga-Fa)** finden sich die gleichen mittleren Artenzahlen in der Strauchschicht. Auch hier dominiert die Rotbuche in der Verjüngung. Als Nebenbaumarten erreichen Esche und Berg-Ahorn die höchste Individuenzahl und wachsen im Schutz des Gatters in die Verjüngungsoberschicht ein. Lokal sind Fichte, Vogel-Kirsche, Eberesche oder weitere Ahorn-Arten eingemischt. Auch hier vermögen die Nebenbaumarten ohne Zaunschutz nicht dem Äser zu entwachsen.

- In den **Buchenwäldern basenreicher Böden (Ho-Fa)** ist die Strauchschicht im Gatter deutlich artenreicher. Ohne Zaunschutz sinkt die mittlere Artenzahl von neun auf zwei Arten. Innerhalb des Zaunes sind ne-

Methoden

Standardmäßig findet sich in jeder nordrhein-westfälischen Naturwaldzelle mindestens ein Kernflächenpaar mit einer Größe zwischen 1 ha und 4 ha, wovon eine Fläche gezäunt ist. Zur Erfassung der Verjüngungsdynamik und der Waldvegetation dienen acht je 400 m² große Daueruntersuchungsflächen in Form eines Probestreifens in der ungezäunten sowie der gezäunten Kernfläche [17, 20]. Hier werden Vegetationsaufnahmen nach BRAUN-BLANQUET [2] erstellt sowie eine Einzelbaumaufnahme durchgeführt, in der die Individuenzahl der Gehölze differenziert in eine „verbissgefährdete“ Unterschicht (50 bis

150 cm) und eine „gesicherte“ Oberschicht (150 bis 600 cm) ermittelt wird. In die Auswertung werden 48 Naturwaldzellen mit 56 Kernflächenpaaren einbezogen, die zu Auswertungsgruppen zusammengefasst werden. Die Buchenwälder (Bw.) gliedern sich in die Gruppe der Bw. sehr saurer Böden (*Luzulo-Fagetum*, *Lonicero-Fagetum*; n=26), die Bw. mäßig basenreicher Böden (*Gallio-Fagetum*, *Maianthemo-Fagetum* n=11) sowie die Bw. basenreicher Böden (*Hordelymo-Fagetum*, *Carici-Fagetum*; n=7). Weiterhin werden auch die Sternmieren-Stieleichen-Hainbuchenwälder (*Stellario-Carpinetum*; n= 12) betrachtet.

ben der Buche zahlreiche weitere Baumarten wie z.B. Esche, Vogel-Kirsche, Berg-, Spitz- und Feld-Ahorn vertreten. Dabei verliert die Rotbuche in den Trockenhang-Kalkbuchenwäldern ihre Vorherrschaft in der Verjüngung. Außerhalb des Gatters ist bei hohem Verbissdruck allein die Rotbuche in der Strauchschicht vorhanden. Bei gemeinsamer Betrachtung aller Buchenwälder zeigt sich bei Ausschluss des Schalenwildes eine enge Korrelation zwischen der Artenzahl im Hauptbestand und in der Baumverjüngung (Abb. 3). Durch den Wildeinfluss geht diese Beziehung verloren und es kommt zu einer Nivellierung der Unterschiede in der Verjüngungszusammensetzung zwischen den verschiedenen Buchenwaldgesellschaften.

- Auch in den **Eichen-Hainbuchenwäldern (St-Ca)** ist eine Halbierung der mittleren Artenzahl von fünf auf zwei Sippen durch den Wildverbiss zu verzeichnen. Hier stellen Berg-Ahorn, Esche, Hainbuche, Winter-Linde und Rotbuche die größten Mischungsanteile, wobei die Dominanzen in Abhängigkeit von der Bestandeszusammensetzung schwanken. Ohne Zaunschutz

vermehren sich gegenwärtig Berg-Ahorn, Rotbuche, Hainbuche und Linde, wobei der relative Anteil der Rotbuche zunimmt (Abb. 1).

Bewertung der Verbissbelastung

Durch den Vergleich der Verjüngungsentwicklung auf der ungezäunten und der gezäunten Kernfläche wird die Verbissbelastung der nordrhein-westfälischen Naturwaldzellen beurteilt. Hier handelt es sich vom Prinzip um ein Kontrollflächenverfahren [12, 13], welches in zahlreichen Bundesländern im Rahmen des Wildmonitorings zum Einsatz kommt (vgl. Seite 6 bis 7). Dabei werden aus der Gesamtheit der untersuchten Naturwaldzellen schrittweise die verbissbelasteten Flächen ausgewählt.

- **Eingangsprüfung:** In einem ersten Schritt werden die Waldbestände (Naturwaldzellen bzw. Kernflächenpaare) herausgefiltert, die sich in der Verjüngungsphase befinden, denn nur hier sind Verbisschäden auch als relevant für die Bestandesentwicklung zu bewerten. Dabei handelt es sich um 26 NWZ mit 31 Kf.

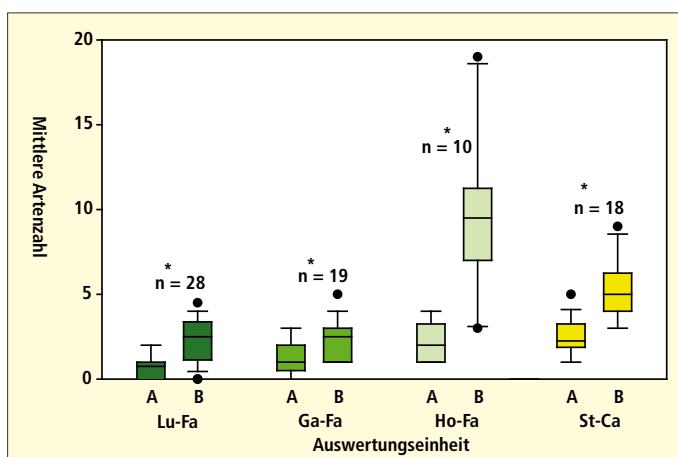


Abb. 2: Vergleich der mittleren Artenzahl zwischen den ungezäunten (A) und gezäunten (B) Kernflächen in den Auswertungseinheiten (Erläuterungen s. Text)

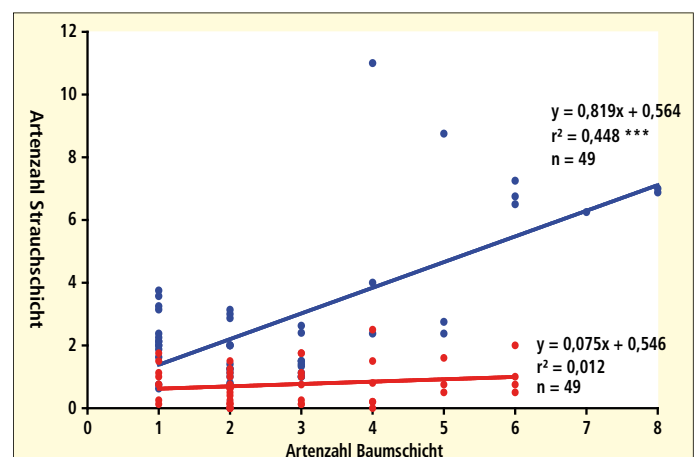


Abb. 3: Beziehung zwischen der Artenzahl der Baumschicht und der Baumverjüngung innerhalb (blau) und außerhalb (rot) des Gatters in den untersuchten Buchenwäldern.

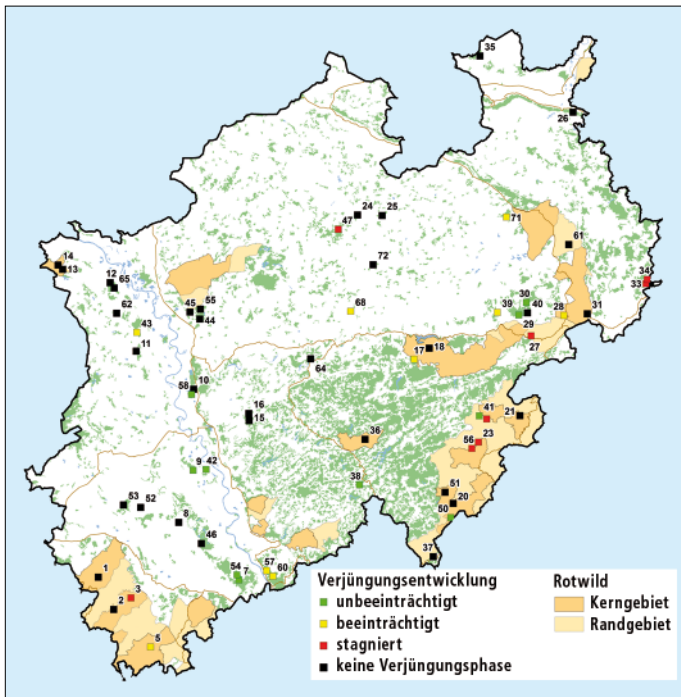


Abb. 4: Verbissbelastung der Naturverjüngung in den nordrhein-westfälischen Naturwaldzellen in Bezug zu den Rotwildbewirtschaftungsbezirken in NRW

(lt. RdErl. Ministerium für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft – III 86-77-10.00-20 v. 25.6.1995)

- in der Nordeifel in der NWZ „Schäferheld“ (03),
- im Hochsauerland in den NWZ „An der Frauengrube“ (22), „Schiefe Wand“ (23; Nordhang) und „Latrop“ (56) sowie
- im Weserbergland in den NWZ „Eichenberg“ (33) und „Süstertal“ (34) zu bewerten.
- Weitere Problemflächen sind die NWZ „Am weißen Spring“ (27) und „Amelsbüren“ (47) in unterschiedlichen Wuchsbezirken der Westfälischen Bucht.

Die Abb. 4 zeigt die Verteilung der Schadensflächen in Nordrhein-Westfalen. Insbesondere die Flächen in Eifel und Sauerland liegen innerhalb bzw. im Randbereich der Kerngebiete der Rotwildbewirtschaftungsbezirke. Ein Zusammenhang zwischen hohen Rotwildichten und der hohen Verbissbelastung ist hier nicht auszuschließen. In dem Schadensgebiet im Weserbergland am Mühlenberg bei Beverungen (NWZ 33, 34) findet sich neben Schwarz- und Rehwild auch Sikawild (Nachbarschaft zum Bewirtschaftungsbezirk Beverungen). Dieses Waldgebiet leidet seit vielen Jahren an stark überhöhten Wilddichten.

- **Auswertungsstufe 1:** Im folgenden Schritt wird untersucht, inwieweit durch den Ausschluss des Schalenwildes die Zusammensetzung und -struktur der Baumverjüngung verändert wird. Anhand ausgewählter Parameter, die aus der Vegetationsaufnahme bzw. Einzelaufnahme abgeleitet werden, wird getestet, ob die Verjüngungsentwicklung außerhalb des Zaunes eingeschränkt ist. Eine Reduktion der Verjüngungsmenge bzw. -höhe außerhalb des Gatters ist in 19 Kernflächen zu verzeichnen.
- **Auswertungsstufe 2:** In dem anschließenden Schritt wird betrachtet, ob es durch den

Wildverbiss zu einer Stagnation der Verjüngungsentwicklung kommt. Dies erfolgt über den Vergleich ausgewählter Parameter zwischen Erstaufnahme und Wiederholung auf der ungezäunten Kernfläche. Ist im Gegensatz zur gezäunten Kernfläche keine Fortentwicklung erkennbar, wird dies als Stagnation bewertet. Dies ist in neun Kernflächenpaaren aus acht Naturwaldzellen der Fall.

Eine Beeinträchtigung der Verjüngungsentwicklung ist in einzelnen Naturwaldzellen der Mittelgebirgslagen von Eifel, Hochsauerland und Ostwestfälischem Bergland zu beobachten (Abb. 3). Als besonders kritisch ist die Verbissituation

Etablierung der Baumverjüngung

In zahlreichen Naturwaldzellen ist ein vermehrtes Aufkommen von Baumkeimlingen auf den ungezäunten Kernflächen zu beobachten, welches nicht durch Unterschiede der Bestandeszusammensetzung erklärbar ist. In 17 Kernflächenpaaren sind außerhalb des Gatters in mindestens einem Aufnahmejahr signifikant erhöhte Keimlingszahlen (Summe der Deckungsgrade der Keimlinge) vorhanden, während dies innerhalb des Zaunes nur in sechs Kernflächenpaaren zu verzeichnen ist. Vergleicht

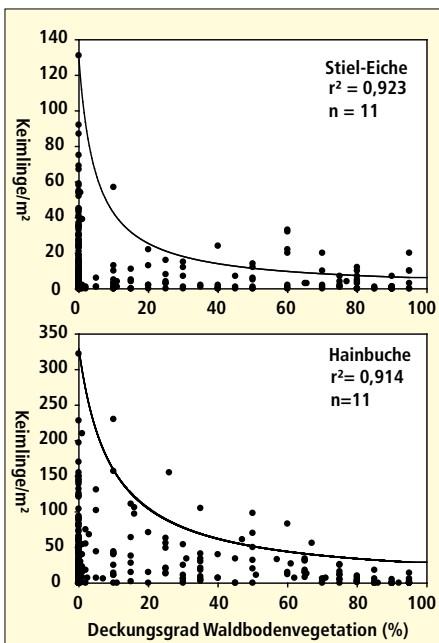


Abb. 5: Abhängigkeit der Keimlingsdichten von Hainbuche und Stiel-Eiche vom Deckungsgrad der Waldbodenvegetation (Regression der Klassenmaximalwerte: Klassengröße 10%; Flächengröße: 2 x 2 m)

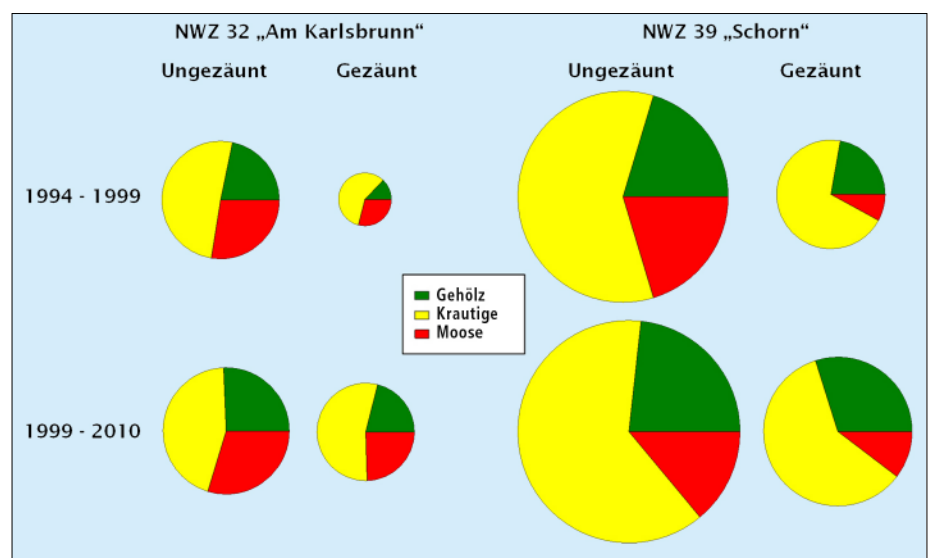


Abb. 6: Anzahl der fluktuierenden Arten in Strauch-, Kraut- und Mooschicht in zwei ostwestfälischen Naturwaldzellen (Kreisgröße NWZ 39 / 1999-2010 / ungezäunt = 129 Beobachtungen auf 8 Dauerflächen a 400 m²)

man die einzelnen Baumarten, so zeigen Hainbuche, Winter-Linde und Fichte ausschließlich außerhalb des Gatters signifikant erhöhte Deckungsgrade der Keimlinge. Bei Berg-Ahorn, Esche und Rotbuche sind außerhalb des Gatters häufiger erhöhte Keimlingszahlen festzustellen als innerhalb des Zaunes. Allein bei der Eiche, Eberesche und Vogel-Kirsche sind keine Unterschiede in der Verteilung der Keimlinge zu sichern.

Eine Ursache für die geringeren Keimlingsdichten ist die flächendeckende Ausbreitung verbissempfindlicher Bodendecker im Schutz des Zaunes. So zeigen der Efeu und die Brombeere in der Hälfte ihrer Vorkommen innerhalb des Gatters signifikant höhere Deckungsgrade. Eine Detailuntersuchung aus der NWZ „Lindenberger Wald“ (Wuchsgebiet Niederrheinische Bucht) verdeutlicht die Abhängigkeit der Keimlingsdichte vom Deckungsgrad der Krautschicht. Dabei zeigt sich eine enge negative Korrelation zwischen den anzutreffenden maximalen Keimlingszahlen von Stiel-Eiche und Hainbuche sowie der Deckungsgradsumme der beiden Bodendecker (Abb. 5).

Weiterhin ist in elf Naturwaldzellen außerhalb des Gatters eine höhere Dynamik der Waldbodenvegetation zu beobachten als innerhalb des Zaunes, die ihre Ursache auch in der Störung des Waldbodens durch die Wühltätigkeit des Schwarzwildes hat. Abb. 6 zeigt die Fluktuation des Arteninventars in zwei stark Schwarzwild-„belasteten“ Naturwaldzellen aus Ostwestfalen und verdeutlicht die größere Dynamik der Waldbodenvegetation außerhalb des Zaunes. Dies betrifft sowohl die Krautigen wie auch die Jungpflanzen der Gehölze und die Waldbodenmoose. In beiden Naturwaldzellen finden sich außerhalb des Gatters signifikant höhere Keimlings- bzw. Sämlingszahlen von Esche, Hainbuche und Winter-Linde. Diese profitieren offensichtlich von der Wühltätigkeit, sei es durch die Auflockerung des Oberbodens oder die lokale Freilegung des Mineralbodens.

Diskussion

Die Ergebnisse zeigen, dass die Beziehung zwischen Schalenwildverbiss und Verjüngungsentwicklung komplexer ist als vielfach dargestellt. Aufgrund ihrer ganzjährigen Verfügbarkeit ist die Baumverjüngung von besonderer Bedeutung für die Ernährung großer Huftiere. Dabei sind der Triebverbiss und insbesondere der Verbiss der Terminalknospe von entscheidender Bedeutung für die Entwicklung der Einzelpflanze [1]. Die Auswirkungen des Schalenwildverbisses dokumentieren sich in

der Verringerung der Artenvielfalt sowie in der Reduktion von Höhenentwicklung bzw. Individuendichte der Baumverjüngung.

Die Entmischung der Baumverjüngung beruht auf der unterschiedlichen Attraktivität der Baumarten für das Schalenwild. Hainbuche, Eiche, Eberesche sowie die Edellaubhölzer werden bevorzugt genutzt und bleiben in ihrer Entwicklung zurück [4, 5, 8]. Dabei scheint das Ausmaß des Rückgangs der Artenvielfalt mit der Wilddichte zuzunehmen [3].

In den Buchenwäldern unterstützen überhöhte Schalenwildichten die absolute Dominanz der Buche in der Naturverjüngung und fördern langfristig eine Verarmung des Folgebestandes hin zum Buchen-Reinbestand. In Wirtschaftswäldern werden durch die Entmischung die Möglichkeiten zum Aufbau artenreicher Mischbestände eingeschränkt, deren Entwicklung z.B. in Nordrhein-Westfalen zu den zentralen forstwirtschaftlichen Zielen gehört [7]. Auch aus naturschutzfachlicher Sicht ist die Entmischung als äußerst problematisch zu bewerten, da die natürliche Vermehrung seltener und gefährdeter Baumarten, wie z.B. Elsbeere, Eibe oder Feld-Ahorn, verhindert wird [6, 9].

Auf der anderen Seite vermag das Schalenwild die Etablierungsbedingungen der Baumverjüngung durchaus zu fördern. So verhindert der Wildverbiss die Ausbreitung verbissempfindlicher Bodendecker wie Brombeere und Efeu [10, 21]. In den hochwüchsigen Brombeergebüschen werden die Baumsamen bereits vor der Keimung von Kleinsäufern aufgenommen, die sich hier aus Schutz vor Prädatoren bevorzugt aufhalten [19]. In den dichten Efeudecken mit mehrschichtigem Blattwerk bleiben insbesondere die großen Samen von Eiche und Buche hängen. Sie keimen bereits, bevor sie den Waldboden erreichen, was die Gefahr des Vertrocknens erhöht. Offensichtlich vermag das Schalenwild die Dynamik der Waldbodenvegetation zu erhöhen, was bereits in anderen Studien beobachtet wurde [11]. Verantwortlich ist die Störung der Vegetations- bzw. Laubstreudecke durch Wühlen oder Tritt. So kann eine geschlossene, verjüngungshemmende Krautschicht aufgebrochen werden [16] oder der Waldboden wird durch die Wühltätigkeit des Schwarzwildes aufgelockert bzw. kleinflächig der Mineralboden freigelegt. Entsprechend können sich die Keimungsbedingungen der Gehölze verbessern. Eine fördernde Wirkung ist allerdings nur bei geringen bis mittleren Wilddichten zu erwarten, während bei hohen Wilddichten die hemmenden Effekte überwiegen [14].

Es steht außer Frage, dass die Naturwaldzellen ihre Forschungs- und Schutzfunktionen nur erfüllen können, wenn die Waldentwicklung nicht durch überhöhte Schalenwildichten beeinträchtigt wird. Eine Voraussetzung, die offensichtlich nicht mehr in allen Naturwaldzellen gegeben ist. Aufgrund der geringen Größe vieler Naturwaldzellen wird der Einfluss, den die Wildtiere auf die Waldentwicklung ausüben, maßgeblich durch die Wildbewirtschaftung der Umgebung bestimmt [18]. Dabei ist es entscheidend, dass Naturwaldzellen nicht als jagdfreie Räume angesehen werden dürfen, weil sie ansonsten als Rückzugsräume für das Schalenwild einer erhöhten Verbissbelastung unterliegen. Sie sind in ein regionales Jagdkonzept zu integrieren, wobei sich die Ausübung der Jagd an den Schutzziele orientieren muss [18].

Literaturhinweise:

- [1] AMMER, C.; VOR, T.; KNOKE, T.; WAGNER, S. (2010) Der Wald-Wild-Konflikt. Analyse und Lösungsansätze vor dem Hintergrund rechtlicher, ökologischer und ökonomischer Zusammenhänge. Göttinger Forstwissenschaften 5. 184 S. [2] BRAUN-BLANQUET (1964): Pflanzensoziologie. Wien, New York. 865 S. [3] GILL, R.M.A.; BEARDALL, V. (2001): The impact of deer on woodlands: the effects of browsing and seed dispersal on vegetation structure and composition. Forestry 74. 209-218. [4] JAUCH, E. (1987): Der Einfluss des Rehwildes auf die Waldvegetation in verschiedenen Forstrevieren Baden-Württembergs. Diss. Uni. Hohenheim. 187 S. [5] KLÖTZLI, F. (1965): Qualität und Quantität der Rehähung in Wald- und Grünlandgesellschaften des Schweizer Mittellandes. Veröff. Geobot. Inst. Stift. Rübel ETH Zürich 38. 128 S. [6] HEINZE, B. (2004): Zur Populationsbiologie der gemeinen Eibe (*Taxus baccata*). Centralblatt für das gesamte Forstwesen 121 (1). 47-59. [7] LANDESFORSTVERWALTUNG NRW (1994): Gesamtkonzept für eine ökologische Wildbewirtschaftung des Staatswaldes in Nordrhein-Westfalen (Wald 2000). 35 S. [8] MANN, T.E. (2009): Vegetationsökologisches Monitoring im Nationalpark Harz unter besonderer Berücksichtigung des Schalenwildeinflusses und der Waldstruktur. – Göttingen. 201 S. [9] MEYER, N. (2011): Sorbus-Vielfalt in Bayern. LWF-Wissen 67. 40-46. [10] OHEIMB, G. v., ELLENBERG, H.; HEUVELDOP, J.; KRIEBITZSCH, W.-U. (1999): Einfluss der Nutzung unterschiedlicher Waldökosysteme auf die Artenvielfalt und -zusammensetzung der Gefäßpflanzen in der Baum-, Strauch- und Krautschicht unter besonderer Berücksichtigung von Aspekten des Naturschutzes und des Verbissdruckes durch Wild. Mitteilungen der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft Hamburg 195. 279-450. [11] PELLERIN, M.; SAID, S.; RICHARD, E.; HAMANN, J. L.; DUBOIS-COLI, C.; HUM, P. (2010): Impact of deer on temperate forest vegetation and woody debris as protection of forest regeneration against browsing. Forest Ecology and Management 260. 429-437. [12] PETRAK, M. (1991): Wechselbeziehungen zwischen Wild und Vegetation. Allg. Forstz. 46(4). 172-194. [13] REIMOSER, F.; SUCHANT, R. (1992): Systematische Kontrollzäune zur Festlegung des Wildeinflusses auf die Waldvegetation. Allg. Forst- u. Jagdzeitung 163(2). 27-31. [14] ROONEY, T. P.; WALLER, D. M. (2003): Direct and indirect effects of white-tailed deer in forest ecosystems. For. Ecol. Manag. 181. 165-176. [15] SCHULTE, U. (2012): 40 Jahre Naturwaldzellen in NRW. Eine Zwischenbilanz der Forschungsergebnisse. – Natur in NRW 37(2). 31-35. [16] SCHÜTZ, M.; KRÜSI, B. O.; ACHERMANN, G.; MOSER, B.; LEUZINGER, E.; NIEVERGELT, B. (1999): Langzeitwirkung des Rothirches auf räumliche Struktur, Artenzusammensetzung und zeitliche Entwicklung der Vegetation im Schweizerischen Nationalpark seit 1917. Beitr. Jagd- u. Wildforschung 24. 49-59. [17] STRIEPEN, K. (1999): Einfluss des Wildverbisses auf die Verjüngungsentwicklung von Buchen- und Buchenmischwäldern in Nordrhein-Westfalen. NUA-Seminarber. 4. 91-107. [18] SUCHANT, R. (1994): Jagd in Naturwaldreservaten. Allg. Forstz. 49 (11). 580-582. [19] WILMANN, O. (1998): Populationsbiologische Studien auf Sturmwurf- und Kahl-schlagflächen. 130-145. in Fischer, A. (Hrsg.): Die Entwicklung von Wald-Biozöosen nach Sturmwurf. Landsberg 427 S. [20] WOLF, G. (1991): Vegetationskundliche Dauerbeobachtung auf Probestreifen am Beispiel der Naturwaldzelle "Oberm Jägerkreuz". Schriften. Vegetationskunde 21. 185-208. [21] WOLF, G. (1996): Veränderungen der Krautschicht im Stieleichen-Hainbuchenwald mit und ohne Wildeinfluss. Vergleichende Beobachtungen in Naturwaldzellen. Archiv f. Natur und Landschaft 35. 107-121.