Wald-Habitatstrukturen als Träger der Biodiversität im Nationalpark Kellerwald-Edersee

Karin Menzler-Henze

Einleitung

Wälder beherbergen potenziell einen Großteil der biologischen Vielfalt in Deutschland. Allein 61,2 % aller 11 900 hier vorkommenden Arten aus den sieben Tiergruppen Regenwürmer, Spinnen, Wanzen, Käfer, Stechimmen, Großschmetterlinge und Brutvögel leben im Wald, das entspricht hochgerechnet auf alle Artengruppen rund 30 000 Arten (Dorow 2020). Der Nationalpark Kellerwald-Edersee weist aufgrund seines vorrangigen Zieles Prozessschutz und der damit verbundenen Nutzungsfreiheit einen hohen Anteil fortgeschrittener Waldentwicklungsphasen auf, die es in Wirtschaftswäldern kaum mehr gibt. Hierdurch bietet er Raum für Lebensgemeinschaften, die an deren Strukturen gebunden sind und ist ein wichtiger Bestandteil eines Systems nutzungsfreier Wälder (Meyer et al. 2011).

Biodiversität besitzt nicht nur ethisch betrachtet einen schützenswerten Eigenwert, sondern macht Ökosysteme – auch als Lebensgrundlage des Menschen – anpassungsfähiger bei sich ändernden Umweltbedingungen und stabiler gegenüber Störungen. Besonders in den aktuellen Zeiten des Klimawandels mit Erwärmung, Trockenheit und zunehmenden Unwetterereignissen sowie der Corona-Pandemie gelangt der Wert der „biologischen Vielfalt“ als Ausdruck für eine gesunde und widerstandsfähige Natur zu grundlegender und umfassender Bedeutung. Ein wirksamer Schutz der Biodiversität geht hierbei weit über den klassischen Artenschutz hinaus und umfasst den Schutz von Ökosystemen mit ihren natürlichen Prozessen und den Schutz der genetischen Vielfalt. Winter (2012) bezeichnet ein hohes Maß an Naturnähe als den wichtigsten Schlüssel zum Erhalt der (globalen) Biodiversität.

Der Nationalpark Kellerwald-Edersee als große, nutzungsfreie Referenzfläche bietet die Möglichkeit einer wissenschaftlichen Beschreibung und Analyse der Waldstrukturen, die in den fortgeschrittenen Waldentwicklungsphasen auftreten. Seine Vielfalt an Waldstrukturen ermöglicht hierbei ebenso wie die Vielfalt seiner natürlichen Waldgesellschaften und die Vollständigkeit der in ihm ablaufenden Prozesse eine wissenschaftliche Analyse der natürlichen Anpassungsmechanismen von Wäldern als Grundlage zur Erarbeitung von Waldentwicklungskonzepten in Zeiten des Klimawandels. Das Vorkommen großflächigen zonalen Buchenwaldes und zahlreicher eingestreuter azonaler und extrazonaler Waldgesellschaften, sein vielfältiges Relief und die damit einhergehende „orographische Oligohemerobie“, das Vorkommen – zumindest kleinflächiger – primärer und zunehmender sekundärer Urwaldflächen (Frede 2009) sowie von Waldkomplexen nationaler Bedeutung (Bohn 1981) prädestiniert den Nationalpark Kellerwald-Edersee für die Erforschung der Biodiversität von Wäldern.

Zur Dokumentation der Waldentwicklung wurde bereits eine auf Jalas (1955) und Sukopp (1972) beruhende Naturnäheskala für die spezifischen Anforderungen des Nationalparks Kellerwald-Edersee weiterentwickelt (Menzler-Henze & Frede 2018). Im Zuge der Wiederholung der ersten, noch stark vegetationskundlich ausgerichteten Biotoptypenkartierung von 2005 / 2006 spielen daher Waldstrukturen als Träger der Biodiversität, entsprechend ihrer gestiegenen gesellschaftlichen Relevanz, im Nationalpark Kellerwald-Edersee eine wichtige Rolle.

Bedeutung von Wald-Habitatstrukturen für den Naturschutz

Waldstrukturen stellen als Habitate, Mikrohabitate oder Teilhabitate vielfältigen Lebensraum für Organismen zur Verfügung. Jede Art besetzt hierbei eine einzigartige ökologische Nische, die alle für das Überleben dieser Art notwendigen biotischen und abiotischen Faktoren umfasst. Da der Begriff des Habitats ebenso wie der der ökologischen Nische artspezifisch ist, können Waldstrukturen auf Ebene einer Waldstrukturkartierung jedoch nur als Habitatstrukturen, im Sinne eines Angebotes, bezeichnet und erfasst werden.

Aus Deutschland sind rund 72 000 Arten an Lebewesen (Pilze und Pflanzen: 23 760 Arten, Einzeller & Tiere: 48 240 Arten) bekannt. Insekten sind davon mit 68,7 % aller Arten die mit Abstand artenreichste Tiergruppe (Dorow 2020). Spezifische Wald-Habitatstrukturen bilden für zahlreiche dieser Arten einen essentiellen Bestandteil ihres Lebensraums. Fallen diese weg, findet die Art dort keinen Lebensraum mehr und verschwindet. Zwar hat der Begriff des essentiellen Habitats, der ja den Fokus auf die besondere Bedeutung eines Habitats für das Vorkommen einer Art legt, bereits Eingang in den gesetzlichen Artenschutz gefunden, dies kann jedoch nicht darüber hinwegtäuschen, dass für viele der im Wald lebenden Arten, besonders der kleinen und unscheinbaren, keine genaue Kenntnis ihrer exakten ökologischen Einnischung vorhanden ist. Arten, die eng an fortgeschrittene Waldentwicklungsphasen, an ein kontinuierliches Vorhandensein von Alt- und Totholz in bestimmten Qualitäten oder hohen Dichten, an seltene spezielle Baumstrukturen, an vollständig und ungestört ablaufende Prozesse oder auch an mehrere dieser Punkte gebunden sind, können jedoch ungeachtet einer genaueren Kenntnis zwangsläufig als mindestens stark gefährdet gelten. Dies liegt daran, dass die entsprechenden Strukturen zumeist aus Kulturlandschaften verschwunden sind und heutzutage nur mit speziellen Naturschutzstrategien, wie etwa mit Prozessschutz in einem Nationalpark, gewährleistet werden können.

In Bezug auf die wissenschaftliche Begleitung und Dokumentation der fortschreitenden Entwicklung von Buchenwäldern unter Prozessschutzbedingungen bilden Wald-Habitatstrukturen neben der Natürlichkeit der Vegetation und der Habitatkontinuität einen elementaren Bestandteil zur Bestimmung der Naturnähe bzw. des Hemerobiegrades von Waldbeständen (Walentowski & Winter 2007, Menzler-Henze & Frede 2018). Sie stellen hierbei eine messbare und wissenschaftlich auswertbare Größe dar.

Zumeist wurde in der Vergangenheit im Rahmen der Erforschung der Waldentwicklung unter der Erfassung von Waldstrukturen die Parametrisierung von Waldbestand (Arten und Struktur), Verjüngung und Totholz verstanden. Heute werden neben Waldentwicklungsphasen und Totholzstrukturen Mikrohabitate am lebenden Baum, terrikole Strukturen und weitere biodiversitätsfördernde Baumeigenschaften differenziert dargestellt (Winter et al. 2015). Diese zunehmend exakte Beschreibung spezifischer Wald-Habitatstrukturen ist – vergleichbar derjenigen der Arten in der Taxonomie – unverzichtbar. Denn in letzter Konsequenz kann auch hier nur geschützt werden, was bekannt ist.

Während Winter et al. (2003, 2015) für die Charakterisierung der Naturnähe eine explizite Kartierung der Waldentwicklungsphasen durchführen und hieraus wichtige Aussagen über die Dichte verschiedener Waldentwicklungsphasen in Wirtschaftswäldern und Buchen-Naturwäldern ableiten, sind für die Beschreibung und Integration dynamischer Prozesse in eine Biotopkartierung, die auch den Erfordernissen einer Kartierung von Lebensraumtypen nach Anhang I der FFH-Richtlinie entsprechen soll, neuartige Habitatstrukturen zu definieren, die die Entzerrung der synchronisierten Baumentwicklung ehemaliger Altersklassenwälder hin zu einer urwaldartigen, phasenverschobenen Dynamik beschreiben können und somit erfassbar machen.

Wald-Habitatstrukturen zur Beschreibung der Waldynamik im Nationalpark

Viele Buchenwald-Bestände im Nationalpark Kellerwald-Edersee unterscheiden sich aufgrund ihrer gemischten Altersstruktur (HGA) – erkennbar an unterschiedlichen Brusthöhendurchmessern (BHD) – auch bereits in der Optimalphase deutlich von klassischen Altersklassenwäldern. Wälder mit einer natürlichen Walddynamik (HDN) jedoch zeichnen sich durch eine enge Verzahnung aller Waldentwicklungsphasen aus und sind aufgrund ihrer typischerweise kleinräumigen Verzahnung als dynamische Einheit zu betrachten: Neben einer ausgeprägten Zerfallsphase sind Verjüngungsphase, Reife-/Alterungsphase, altersgemischte Optimalphase und Stangenholzphase vorhanden und kleinräumig verzahnt. Aufgrund des Vorhandenseins aller, aber besonders auch der fortgeschrittenen Waldentwicklungsphasen sind vielfältigste Habitatstrukturen für derartige Waldbestände typisch.

Habitatstrukturen, die eine beginnende Walddynamik abbilden können, sind Bestandeslücken (sogenannte Gaps) und die sich dort inselartig etablierende Naturverjüngung. Schreiten Prozessschutz und Dynamik zeitlich weiter voran, kommt es zu einer zunehmenden Vermischung der Waldentwicklungsphasen, die dann bei Vorhandensein des gesamten Spektrums im kleinräumigen Zusammenhang als Natürliche Dynamik (HDN) verschlüsselt werden kann (Tab. 1).

Neben dieser weitgehend genetisch vorgegebenen und artspezifischen Altersdynamik werden die Wälder des Nationalparks zusätzlich stark durch störungsdynamische Prozesse (Windbruch, „Schädlinge“, Überschwemmung, Starkregen, Schnee, Eis, Feuer) sowie die Dynamik der in ihm verlaufenden Gewässer beeinflusst. Dies bedeutet, dass ein Baum, der altersbedingt zusammengebrochen ist, zur Charakterisierung der ablaufenden Prozesse von einem Baum zu unterscheiden ist, der etwa durch Windbruch umgeworfen wurde. Infolge störungsdynamischer Einflüsse wandeln sich die Wälder im Nationalpark deutlich schneller als sich aus einer rein altersbedingten Dynamik, deren überschlägige Zykluslänge im Buchenwald ca. 250 Jahre (Korpel 1995) betragen würde, ableiten ließe.

Tabelle 1: Waldstrukturen zur altersbedingten Walddynamik
Abk.: WEP – Waldentwicklungsphasen

Code	Bezeichnung	Erläuterung
HGA	Gemischte Altersstruktur	Bäume verschiedenen Alters wechseln kleinräumig – erkennbar an unterschiedlichen Durchmessern
HGP	Gap (Bestandeslücke)	Lücke durch altersbedingten Ausfall von 1 bis 3 Bäumen als Teil der altersbedingten Dynamik
HNI	Naturverjüngungsinsel	Inselartig auftretende Naturverjüngung im Bereich lichter Kronen oder nach Ausfall einzelner Bäume → HGP) in älteren Buchenwäldern
HDN	Natürliche Dynamik	Natürliche Dynamik vorhanden. Kleinräumige, enge Verzahnung aller WEP: Zerfallsphase, Naturverjüngung der Schlussbaumart und Alterungsphase, Optimalphase mit gemischter Altersstruktur sowie Stangenholzphase sind vorhanden. WEP sind aufgrund ihrer typischerweise kleinräumigen Verzahnung nicht mehr zu differenzieren, sondern als dynamische Einheit zu betrachten. Angabe ab einer Gesamtfläche von ca. >1 000 m², nach Absprache ggfs. geringer

Spezielle Wald-Habitatstrukturen im Nationalpark

Wald-Habitatstrukturen besitzen im Nationalpark Kellerwald-Edersee eine vielfache Bedeutung. Als spezielle Waldbilder prägende Strukturen weisen sie neben ihrem Eigenwert einen ästhetischen Wert für das Landschaftsbild und die „stille“ Erholung und aufgrund ihrer Entste-

Abb 1: Flechtenreicher Uralt-Buchenwald an der Mühlecke. Bizarre Wuchsformen (HKW), Kurzschäftigkeit (HKF), natürliche Stockausschläge (HSN) und oberirdische Flachwurzeln (HOW) prägen den sehr alten, lichten Waldbestand. (Foto: K. Menzler-Henze)

Abb. 2: Lichter Buchenwald mit beigemischter Sommerlinde (vorne links) auf dem Grat des Weißen Steins. Der durch Schwachwüchsigkeit und Tiefbeastung charakterisierte Baumbestand geht im Bereich der Felsen in Krüppelwuchs-Formen (HKW) mit verdickten Stammbasen (HVS) über. (Foto: K. Menzler-Henze)

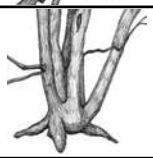
Abb. 3: Sehr alter Buchen-Felswald am Hagenstein, geprägt durch koboldartige Baumindividuen (HKW) mit Kurzschäftigkeit (HKF) und verdickten Stammbasen (HVS) (Foto: K. Menzler-Henze)

Abb. 4: Durch bizarre Wuchsformen (HKW) geprägter alter Buchenwald mit alten Hainbuchen am Backofen (Foto: K. Menzler-Henze)

Abb. 5: Bizarrer Eichen-Extremwald auf offenem Schiefer-Schutt und Grauwacke-Felsblöcken als wärmezeitliches Relikt an der Kahlen Hardt. Der uralte Eichen-Bestand ist neben Krüppelwuchs (HKW) und Kurzschäftigkeit (HKF) durch kleinwüchsige Buschformen (HBC), vielfältige Stützwurzeln (HZL) und Stammknollen (HSK), aus denen Stockersatztriebe (HSN) wachsen, gekennzeichnet. (Foto: K. Menzler-Henze)

hungsgeschichte teilweise einen historischen Wert auf. Der reliefbedingt hohe Anteil an in den Nationalpark aufgenommenen Grenzwirtschaftswäldern mit felsigen und oftmals steil geneigten Waldgrenzstandorten bedingt zudem eine Vielzahl spezieller Baum-Wuchsformen (Abb. 1 – 5), die als Träger vielfältiger Habitatstrukturen einen wertvollen reichhaltigen Lebensraum für Tiere, Pilze, Pflanzen (siehe Frede 2009) und Mikroorganismen bieten. Wie bereits geschildert, bietet er als Prozessschutzfläche Raum für Habitatstrukturen der Abbau- und Zerfallsprozesse, der natürlichen Waldentwicklung und -dynamik.

Tabelle 2: Baum-Wuchsformen extremer Lagen

Code		Bezeichnung	Erläuterung
HKW	vielgestaltig	Krüppelwuchs* / bizarre Wuchsform	Bäume flachgründiger Standorte mit bizarrer, knorriger oder krüppeliger Wuchsform, aber hohem Alter. Die Wuchsform umfasst meist zahlreiche weitere Habitate wie natürliche Stockausschläge (HSN), Mehrstämmigkeit (HAM), Stammknolle (HSK), verdickte Stammbasis (HVS). Weitere Habitatstrukturen wie Höhlen (z. B. Stammfußhöhlen HBF), Zwiesel (HZW) etc. sind oftmals vorhanden.
HSN		natürliche Stockausschläge	durch extreme – mit Trockenheit einhergehende – Standortbedingungen hervorgerufenes Absterben des Hauptstammes und neues Austreiben von unten aus der Stammbasis
HSK		Stammknolle	Durch wiederholtes Austreiben und Absterben aus der Stammbasis heraus ist die Stammbasis alter Bäume im Übergang zur Wurzel knollenartig verdickt.
HBC		Buschform	Extreme Form des Krüppelwuchses auf Extremstandorten, sie weist einen sehr kurzen Stamm und eine ausgeprägte, gedrungene Krone auf, maximale Höhe eines Altbaumes ca. 3 Meter.
HVS		verdickte Stammbasis	Bäume auf Extremstandorten weisen einen sich stark von der Stammbasis zur Krone verjüngenden Stamm auf (stark abholzig).
HKF		Kurzschäftigkeit	Koboldartiger Wuchs auf Extremstandorten, der gedrungene Stamm weist eine maximale Höhe von 1,5 Metern auf.
HZL		Stützwurzeln	Bäume in Extremlage halten sich auf den felsig-steinigen Böden, indem sich ihre oberirdisch verlaufenden Wurzeln an Felsblöcken oder in Felsspalten festkrallen und den Baum stützen, meist Eiche.
HOW		oberirdische Wurzeln & Brettwurzeln	aufgrund der Flachgründigkeit des Standortes teilweise oberirdisch verlaufende Wurzeln oder teilweise bis zu knapp einem Meter am Stamm hinauflaufende Brettwurzeln
HAM		ausgeprägte Mehrstämmigkeit	das Vorhandensein eines Baumes mit mehreren (≥3) gleichwertig starken Stämmen – nicht nur auf Sonderstandorten

** Es sei ausdrücklich darauf hingewiesen, dass es sich bei dem Begriff „Krüppelwald" um einen weit verbreiteten, gebräuchlichen Fachterminus handelt. Bislang ist der Autorin keine sprachlich sensiblere Bezeichnung für die ästhetisch und naturschutzfachlich wertvollen, besonderen Ausprägungen der Buchenwälder auf flachgründigen Extremstandorten bekannt. Kreative Vorschläge sind sehr willkommen.*

Waldbilder und Baum-Wuchsformen im Nationalpark

Europäische Buchenwälder weisen eine außergewöhnlich große ökologische und morphologische Spanne auf, die von den windgeschorenen Spalierformen der Küsten über schneelastbedingte Legformen der oberen Waldgrenze, gedrungene Zwergformen der Felsstandorte bis zu hochwüchsigen, säulenartigen Formen mit mächtigen Kronen auf Optimalstandorten führt. Unter den buchengünstigen humiden und wintermilden Klimabedingungen des Mittelgebirgs-Naturraums Kellerwald im Übergang zum trocken-warmen Ederseetrog gelangt die Rotbuche unabhängig von Nährkraft und pH-Wert des Bodens und bei weiter Spanne hinsichtlich des Wasserhaushaltes auf sehr vielen Standorten zur Vorherrschaft. Oftmals gibt es für sie auf Trockenstandorten nahezu keine edaphischen Grenzen: Steilhangwälder, Gratwälder,

Trockenhang-Buschwälder, lichte Flechten-Buchenwälder und Krüppelwälder auf felsigen, blockigen oder von Gesteinsschutt geprägten Standorten weisen als Anpassung an die extremen Wuchsbedingungen bizarre Formen auf und zeigen in der Summe oftmals märchenhaft anmutende Waldbilder. Auf extremsten Standorten wie der Kahlen Hardt wird die Buche durch die Eiche mit ebensolchem bizarrem Wuchs ersetzt oder ist ihr beigemischt.
Die besondere Eigenart dieser den Nationalpark Kellerwald-Edersee prägenden Waldbilder bedingt es, dass für ihre ökologische Beschreibung und Charakterisierung weitergehende Habitatstrukturen, die ihren bizarren Wuchs (siehe Winter et al. 2015) genauer beschreiben, definiert werden müssen. Dies auch vor dem Hintergrund, dass diese Habitatstrukturen spezielle Habitate und Mikrohabitate für die Fauna zur Verfügung stellen.

Habitatstrukturen der Rotbuche als Hinweise für ihr Verhalten im Klimawandel

Nicht nur in forstlichen Kreisen gilt die Rotbuche als besonders bedroht durch die klimainduzierten erwarteten Änderungen. Forscher verschiedenster Forschungszweige arbeiten daran, ihr Potenzial zur Anpassung an den Klimawandel zu bewerten. Petrik et al. (2020) bescheinigen der Rotbuche eine phänologische Plastizität, die sich auf trockenen Standorten zeigt. Frank et al. (2017) weisen eine adaptive Divergenz in Phänologie und Wachstum nach, die durch Temperatur und Wasserverfügbarkeit, jedoch nicht durch die Herkunftsbedingungen der Samen beeinflusst wird. Neue Forschungen deuten darauf hin, dass auch die unterschiedlichen Wuchsformen im Nationalpark Kellerwald-Edersee umweltinduziert sind, und dass sich hochwüchsige Säulenformen und krüppelige Zwergformen der Buche genetisch nur geringfügig unterscheiden (Opgenoorth & Heer, mdl. Mittl.) und somit als Ausdruck einer phänotypischen Plastizität anzusehen sind.
Die Buchen reagieren mit ihren speziellen Wuchsformen auf den Trockenstress, dem sie auf den Extremstandorten ausgesetzt sind. Hierbei verringern sie morphologisch ihre Transpirationsoberfläche und vergrößern ihr Wurzelwerk. Die Baumkrone sowie die gesamte Erscheinungsform wird zunehmend klein und kompakt. Der Wuchs erfolgt sehr langsam und das Verhältnis von Längen- zu Dickenwachstum ist stark zu Letzterem verschoben. Obwohl ihr Wuchs „bizarr“ ist, lassen sich verschiedene Wuchsformen-Typen ableiten (Tab. 2). Einerseits kann der Stamm überproportional dick werden und verjüngt sich nach oben hin. Hier finden sich fließende Übergänge von schwachwüchsigen Buchenwäldern (HSW) über stark abholzige Bestände (HVS) bis hin zu den extrem kurzschäftigen Zwergformen der Trockenstandorte. Andererseits kann der Haupttrieb durch Trockenheit und Hitze so stark geschädigt werden, dass dieser abstirbt und sich Ersatztriebe (HSN) bilden (vgl. Fotos in Frede 2009). Generell kommt es vermehrt zu Schädigungen, die durch Überwallungen, Reaktionsholzbildungen, Krümmungen, Zugholz und Faserabweichungen gekennzeichnet sind. In Hanglagen werden die Wuchsbilder durch Verletzungen infolge von Solifluktion und Steinschlag zusätzlich beeinflusst.
Bezüglich der Klimaerwärmung legen diese Beobachtungen nahe, dass sich das Erscheinungsbild, im Sinne der Wuchsform, und auch das Verbreitungsareal der Rotbuche im Zuge einer Klimaerwärmung zwar verändern werden, aber dass die Rotbuche aufgrund ihres breiten Spektrums trockenheitsinduzierter Anpassungsmöglichkeiten auf lange Sicht in den gemäßigten Gebieten relativ wenig gefährdet erscheint. Die forstwirtschaftliche Nutzung der Buche hingegen wird durch ihre vielfältigen Trockenheitsanpassungen erschwert werden.

Zusammenfassung

Die in den Waldbeständen des Nationalparks unter Prozessschutz einsetzende Wald- und Störungsdynamik sowie die besondere Eigenart seiner prägenden Waldbilder bedingt es, dass zur Dokumentation seiner Waldentwicklung und seiner speziellen ökologischen Nischen u. a. weitere Habitatstrukturen definiert werden müssen, die eine gezielte Beschreibung und Sicherung spezieller Aspekte von Biodiversität im Rahmen einer Biotop- und Waldentwicklungskartierung ermöglichen.

Kontakt

Dipl.-Biol. Karin Menzler-Henze
FaGuS Fachbüro für Gutachten und ökologische Studien
Reichardtstr. 10
34537 Bad Wildungen
mail@buero-fagus.de
www.buero-fagus.de

Literatur

Bohn, U. (1981): Vegetationskarte der Bundesrepublik Deutschland 1:200.000 – Potentielle natürliche Vegetation – Blatt CC 5518 Fulda. Schriftenr. Vegetationsk. 15.

Dorow, W. H. O. (2020): Naturschutz im Wald: Was leisten Naturwald und Forstwirtschaft? AFZ/Wald 75(13): 14-19.

Frank, A.; Pluess, A.; Howe, G.; Sperisen, C.; Heiri, C. (2017): Quantitative genetic differentiation and phenotypic plasticity of European beech in a heterogeneous landscape: Indications for past climate adaptation. Perspect. Plant Ecol. Evol. Syst. 26: 1-13.

Frede, A. (2009): Naturwälder in der Nationalpark-Region Kellerwald-Edersee – Ein Beitrag zur Urwaldfrage in Deutschland. Mitt. Hess. Landesforstverw. 47: 70-78.

Jalas, J. (1955): Hemerobe und hemerochore Pflanzenarten. Ein terminologischer Reformversuch. Acta Soc. Flora Fauna Fennica 72: 1-15.

Korpel, Š. (1995): Die Urwälder der Westkarpaten. Stuttgart. 310 S.

Menzler-Henze, K.; Frede, A. (2018): Naturnähe der Buchenwaldkomplexe im Nationalpark Kellerwald-Edersee. Forschungen und Analysen zur Waldentwicklung unter Prozessschutzbedingungen. Natursch. Landschaftspl. 50(11): 426-433.

Meyer, P.; Schmidt, M.; Spellmann, H.; Bedarff, U.; Bauhus, J.; Reif, A.; Späth, V. (2011): Aufbau eines Systems nutzungsfreier Wälder in Deutschland. Nat. Landsch. 86(6): 243-249.

Petrik, P.; Petek, A.; Konôpková, A.; Bosela, M.; Fleischer, P.; Frýdl, J.; Kurjak, D. (2020): Stomatal and leaf morphology response of European beech (*Fagus sylvatica* L.) provenances transferred to contrasting climatic conditions. Forests 11(12): 1359.

Sukopp, H. (1972): Wandel von Flora und Vegetation in Mitteleuropa unter dem Einfluß des Menschen. Ber. Landwirtsch. 50: 112-139.

Walentowski, H.; Winter, S. (2007): Naturnähe im Wirtschaftswald – was ist das? Tuexenia 27: 421-424.

Winter, S. (2012): Forest Naturalness as a key to forest biodiversity monitoring and conservation management. Forestry 85(2): 293-304.

Winter, S.; Begehold, H.; Herrmann, M.; Lüderitz, M.; Möller, G.; Rzanny, M.; Flade, M. (2015): Praxishandbuch Naturschutz im Buchenwald. Potsdam. 186 S.

Winter, S.; Flade, M.; Schumacher, H.; Möller, G. (2003): Naturschutzstandards für die Bewirtschaftung von Buchenwäldern im nordostdeutschen Tiefland. F+E-Vorhaben Biologische Vielfalt und Forstwirtschaft. Sachbericht der Landesanstalt für Groß-Schutzgebiete. Eberswalde. Band I: 445 S., Band II: 61 S.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Jahrbuch Naturschutz in Hessen

Jahr/Year: 2021

Band/Volume: 20

Autor(en)/Author(s): Menzler-Henze Karin

Artikel/Article: Wald-Habitatstrukturen als Träger der Biodiversität im Nationalpark Kellerwald-Edersee 130-134