

Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz	Bd.23	2021	DOI: 10.6094/BLNN/Mitt/23.02	Seiten 41-73	Freiburg/Breisgau 20. März 2021
--	-------	------	------------------------------	--------------	------------------------------------

Naturnahe Traubeneichenbestände auf Silikat im Westschwarzwald: Standort, Vegetation, Gehölzverjüngung

GREGOR HYS, ALBERT REIF



Zusammenfassung

Naturnahe Wälder mit dominierender Traubeneiche (*Quercus petraea*) finden sich in Südwestdeutschland jenseits der Trockengrenze der Buche (*Fagus sylvatica*) bis hin zur Trockengrenze des Waldes, also auf flachgründig-felsigen Böden und begünstigt durch Südexposition.

Auf Silikatstandorten sind Säurezeiger differenzierende Arten des dort azonal vorkommenden Habichtskraut-Traubeneichen-Waldes (*Hieracio-Quercetum petraeae*). Im Südwestschwarzwald lassen sich vier Ausbildungen standörtlich unterscheiden. Durch Indikatoren

*M.Sc. Gregor Hys, Prof. Dr. Dr. h.c. Albert Reif, Professur für Standorts- und Vegetationskunde, Universität Freiburg, Tennenbacherstr. 4, D-79106 Freiburg. E-Mail: gregor.hys@googlemail.com, albert.reif@waldbau.uni-freiburg.de

kann die Naturnähe dieser 36 untersuchten Bestände abgeleitet werden. Hohe Naturnähe, Seltenheit, Gefährdung und lange Habitattradition sind wesentliche Kriterien, die den hohen naturschutzfachlichen Wert dieser Wälder bedingen. Gefährdungsursachen sind Verbiss der Eichenverjüngung durch Wildtiere sowie Verdrängung der Eichen durch Einwanderung von Douglasien (*Pseudotsuga menziesii*) aus angrenzenden Wirtschaftswäldern.

Schlüsselwörter

Quercus petraea, Bewertung, Naturnähe, Seltenheit, Gefährdung, Habitattradition, *Pseudotsuga menziesii*.

Near-natural forest with Sessile Oak (*Quercus petraea*) on silicate soil in western parts of Black Forest, SW Germany: Site, Vegetation, regeneration of trees

Abstract

Near-natural forests dominated by Sessile Oak (*Quercus petraea*) can be found in SW-Germany on sites near the drought limit of forest. This implies (under a climate favourable for beech, *Fagus sylvatica*) shallow, often rocky soils in southern exposition. On silicate sites, acidophilous species are differentiating the Hieracio-Quercetum petraeae. In southwestern Black forest, four types of this association can be distinguished. Based on indicators, the naturalness of the 36 investigated stands can be assigned. High naturalness, rarity, threat and long lasting habitat tradition are the important evaluation criteria to show the high value of these forests. Threats are browsing of juveniles of oak by animals, and immigration of Oregon Pine (*Pseudotsuga menziesii*) from nearby managed forests.

Key words

Quercus petraea, evaluation, naturalness, rarity, threat, habitat tradition, *Pseudotsuga menziesii*.

1. Einleitung

Aufgrund der hohen Sommerniederschläge würde die Buche von Natur aus im Waldland Deutschland dominieren (ELLENBERG & LEUSCHNER 2010). Natürliche Traubeneichenwälder findet man daher vor allem auf azonalen, oft felsigen Sonderstandorten in den zentral-europäischen Mittelgebirgen und auf Sandböden im norddeutschen Tiefland (DENZ 1994). Im Zuge der Niederwald- und Mittelwaldwirtschaft wurde die Traubeneiche jahrhundertlang gegenüber anderen Laubbaumarten gefördert und kommt deshalb auf vielen Standorten sekundär vor. Der Anteil der Wälder mit Eichenarten in Deutschland liegt insgesamt bei 10,4%, wobei der Großteil davon auf historische Waldnutzung zurückgeht (BMEL 2014). Die Assoziation der Habichtskraut-Traubeneichenwälder (Hieracio-Quercetum petraeae Lohmeyer 1978), welche in dieser Arbeit hauptsächlich behandelt wird, kommt überwiegend auf steilen bis sehr steilen, schwer zugänglichen, sonnenexponierten, felsigen Standorten auf Silikatgestein vor. Ein Verbreitungsschwerpunkt dieser Sonderstandorte ist das rheinische Schiefergebirge, lokale Vorkommen sind im Odenwald und Schwarzwald (DENZ 1994). Im Schwarzwald kommen diese Wälder topographisch bedingt meist sehr kleinflächig vor.

Habichtskraut-Traubeneichenwälder sind in Baden-Württemberg nach dem Landeswaldgesetz eine seltene Waldgesellschaft und als Waldbiotop geschützt (KERNER & GEISSEL 2013). Die lichten Bestände bieten einen speziellen Lebensraum für viele schützenswerte Tierar-

ten wie beispielsweise den Mittelspecht (*Leipicus medius*). Landschaftsästhetisch gesehen sind diese Wälder mit ihren besonderen Wuchsformen der Bäume und dem natürlichen Bestandesbild eine ästhetische Bereicherung. Eine forstliche Nutzung ist heute nicht mehr attraktiv (DENZ 1994, GÖRWEIN & LOBINGER 2015, MICHIELS 2015). Die Standorte der Habichtskraut-Traubeneichenwälder sind durch extreme Bedingungen gekennzeichnet, weshalb viele säure- und wärmeliebende Pflanzenarten dort vorkommen (PALLAS 1996, POTT 1995). Invasive Neophyten, Wildverbiss und die Folgen des Klimawandels können die klassische Vegetation der Bestände und die Wuchsbedingungen auf den Standorten langfristig gesehen verändern (FVA 2016, KÖLLING & ZIMMERMANN 2007). Um ein Monitoring betreiben zu können, muss der heutige Zustand der Traubeneichenwälder bezüglich Artenzusammensetzung, Waldstruktur und Prozessen sowie Wildverbiß aufgenommen und dokumentiert werden. Auf dieser Grundlage lassen sich die Zukunftsperspektiven dieser Wälder sowie Optionen für Schutz- und Pflegemaßnahmen ableiten.

2. Die Traubeneiche und ihre Wälder

2.1 Taxonomie, Biologie, Ökologie

Die Traubeneiche unterscheidet sich genetisch, morphologisch und vor allem ökologisch von der Stieleiche (*Quercus robur* L.) und der Flaumeiche (*Quercus pubescens* Willd.). Aufgrund der hohen Merkmalsvariabilität sowohl innerhalb eines Individuums als auch zwischen den Individuen einer Art ist die Unterscheidung dieser drei Arten oft schwierig (AAS 1993, 2000). Gute Merkmale zur Unterscheidung zwischen Trauben- und Stieleiche sind dabei die Länge des Blattstiels (Traubeneiche >10mm), bei der Traubeneiche Sternhaare auf der Blattunterseite, fehlende Blattbuchtnerven und dicht gedrängte, junge Fruchtstände (KLEINSCHMIT et al. 1995).

Traubeneichen bilden nach Kalamitäten wie Insektenfraß oder Spätfrost Johannis- oder Sommertriebe aus. Diese Anpassung verschafft ihr einen Konkurrenzvorteil, da ein zweites Austreiben nach dem Absterben der ersten Blätter möglich ist. Die Fähigkeit mittels preventiven Trieben Stockausschläge aus Stubben zu bilden, führte zur weiten Verbreitung der Traubeneiche in Nieder- und Mittelwäldern bei Zurückdrängung der Buche (*Fagus sylvatica* L.).

Die Traubeneiche kommt vor allem in Tieflagen und tiefen Gebirgslagen auf trockenen bis frischen, basenarmen bis -reichen, meist flach- bis mittelgründigen, lockeren Stein- und Lehmböden in wintermilder, luftfeuchter Klimalage waldbildend vor (OBERDORFER 1992). Sie hat die engere ökologische Amplitude, den schwächeren Pioniercharakter und kommt schlechter mit kontinentalem Klima zurecht als die Stieleiche (NEOPHYTOU et al. 2014). Die Traubeneiche kann auch bei sehr geringer Wasserversorgung überleben und bei Förderung durch den Menschen auch auf wechsellackenen bis hin zu grundfeuchten Böden mit Grundwasseranschluss wachsen. Auf basenreichen, trockenwarmen Standorten mischt sie sich mit der Flaumeiche, hybridisiert mit dieser, oder wird von dieser ganz ersetzt (SAYER 2000, 2003).

Auf schlecht durchlüfteten oder staunassen Böden kommt die Traubeneiche selten vor. Die Eiche ist extrem anspruchslos bezüglich der Nährstoffverfügbarkeit- und Versorgung des Bodens (KRAHL-URBAN 1959, MICHIELS 2014).

In der Jugend kann die Traubeneiche auch im Halbschatten heranwachsen. Mit zunehmendem Alter jedoch wird die Baumart lichtbedürftiger und verträgt weniger Schatten (AAS 1993, 2000). Ohne ausreichend Licht wird die Eiche auf „nur“ mäßig trockenen Böden von schattentoleranten Baumarten wie der Buche verdrängt (KRAHL-URBAN 1959, MICHIELS 2014, SCHRÖDER 2015) (Abb. 1).

Der Anspruch der Traubeneiche an den Boden ist gering. Ihr Wurzelwerk kann tief in Klüfte eindringen und die Grobborke ist unempfindlich gegenüber Steinschlägen. Deshalb findet man die Traubeneiche auch auf blockreichen, flachgründigen Standorten mit nur initialer Bodenbildung. Auf diesen Sonderstandorten fällt die Wuchsleistung der Buche ab oder sie erreicht ihre Trockengrenze (CHAKRABORTY & REIF 2010). Hier liegen die natürlichen Standorte von Traubeneichenwäldern, hier bildet sie spezifische, azonale Waldgesellschaften (POTT 1995).

2.2 Waldgesellschaften mit Traubeneiche auf potentiell natürlichen Standorten



Abb. 1: Unterständige vertrocknete Tanne im Habichtskraut-Traubeneichenwald. Ab einer gewissen Größe der Jungtannen reicht der Bodenwasserspeicher nicht mehr aus, eine extreme Trockenperiode zu überbrücken. Höllental, 30.5.2017. Foto: © A. Reif.

Natürliche Traubeneichenwälder finden sich typischerweise auf buchenfreien Standorten in mitteleuropäischen Mittelgebirgslandschaften, in denen Silikatfestgesteine anstehen (DENZ 1995, ELLENBERG & LEUSCHNER 2010), dort vorwiegend auf Sonderstandorten wie Block- und Felshängen in süd- bzw. südwestlicher Exposition. In floristisch verarmter Form existieren kleine Bestände im Westschwarzwald bis in Höhen von über 900 m (Bannwald Scheibenfelsen).

Die relativ artenarmen Eichenwaldgesellschaften sind kaum durch treue Kennarten von anderen Waldtypen abgrenzbar und werden durch zahlreiche trockenheits- und säureliebende Arten differenziert (OBERDORFER 1992, PALLAS 1996). Aufgrund des Vorkommens verschiedener Habichtskräuter (Hieracium-Arten) wie dem Frühblühenden Habichtskraut (*H. glaucinum*), dem Savoyer Habichtskraut (*Hieracium sabaudum*) und dem Doldigen Habichtskraut (*H. umbellatum*) handelt es sich bei den Beständen im Untersuchungsgebiet um den Habichtskraut-Traubeneichenwald (*Hieracio glaucini-Quercetum* Lohmeyer 1978) (DENZ 1994, PALLAS 1996, POTT 1995). Salbei-Ga-

mander (*Teucrium scorodonia*) und Traubige Graslilie (*Anthericum liliago*) sind ebenfalls Differenzialarten gegenüber anderen Waldgesellschaften (DENZ 1994, POTT 1995), eine ausgeprägte Moosschicht findet sich auf den Blöcken und Felsen (DENZ 1994, SUCK et al. 2014).

2.3 Anthropogene Traubeneichenwälder

Anthropogene Traubeneichenwälder sind weit verbreitet, wie die Bundeswaldinventur zeigt (BMEL 2014), doch ist die Unterscheidung zwischen Beständen mit natürlicher und anthropogen entstandener Bestockung schwierig (DENZ 1995). In den meisten Fällen sind die Traubeneichenbestände menschlich entstandene Ersatzgesellschaften des natürlichen Hainsimsen-Buchenwalds (Luzulo-Fagetum). Eichen waren in Mitteleuropa seit Menschengedenken ein multifunktionaler Baum, der insbesondere Bau- und Brennholz, Mast für Schweine und andere Weidetieresowie Tannin für Ledergerbung lieferte (KÜSTER 2013). Daher hat der Mensch die Wälder durch Waldweide und Rodungen, durch bäuerliche Nieder- und Mittelwaldwirtschaft sowie den modernen Forstbetrieb verändert und die Eichen über Jahrhunderte gefördert (KÜSTER 2013), so auch im Schwarzwald (HOCHHARDT 1996) und Elsaß (OSTERMANN 2002).

Durch die kurzen Umtriebszeiten, Waldweide- und Streunutzung kam es zu einem nachhaltigen Nährstoffentzug und zur Versauerung des Bodens (ELLENBERG & LEUSCHNER 2010). Diese degradierten Standorte weisen eine den natürlichen Traubenwäldern sehr ähnliche Vegetation auf: Lichtbedürftige, säuretolerante, anspruchslose Arten wurden gefördert, Besenheide (*Calluna vulgaris*) und im Montanbereich Heidelbeere (*Vaccinium myrtillus*) belegen die Nährstoffverarmung und Bodenversauerung.

Viele heutige Eichenwälder sind daher sekundär als Ersatzgesellschaften von Buchenwäldern entstanden, oftmals auch durch Pflanzung (POTT 1995). Forstlich gesehen erscheint ein Anbau der Traubeneiche ab einer Jahresmitteltemperatur von 7° C sinnvoll (MICHIELS 1994).

Unterbleibt die menschliche Förderung der Eichen, so unterwandern stärker schattentolerante Baumarten die Eichenwälder und verhindern eine erfolgreiche Eichennaturverjüngung. Ein Großteil der heutigen Alteichenbestände entwickelt sich heute hin zu anderen Waldtypen mit bestandsdominierenden Buchen oder Edellaubbäumen (MEYER et al. 2006), wie Untersuchungen in bayerischen Naturwaldreservaten (MICHIELS 1994) oder die Ergebnisse der Bundeswaldinventuren zeigen (BMEL 2014).

Die Artenzusammensetzung der Traubeneichenwälder liefert Anhaltspunkte für die Entstehung der Wälder und eine Abgrenzung der anthropogenen Bestände von solchen mit natürlicher Bestockung. Insbesondere Anteile der Buche verweisen auf potentiell natürlichen Hainsimsen-Buchenwald hin.

Weitere Indikatoren für eine anthropogene Entstehung der Bestände sind Bestandesbild, Wuchsort und Bestandesgröße: Sekundäre, anthropogene Traubeneichenwälder sind (in der kollinen bis submontanen Stufe) wüchsiger und aus gleichaltrigen, oft geradschaftigen, mittel- bis kurzkrönigen, hochwüchsigen Bäumen aufgebaut; die Bestände haben eine größere Flächenausdehnung und reichen über felsige Kernbereiche hinaus und (Schwarzwaldwestrand >200 m²) sind oft leicht zugänglich und siedlungsnah.

3. Untersuchungsgebiet

In der Vorbergzone und im westlichen Teil des Schwarzwaldes kommt die Traubeneiche in der submontanen, montanen und sehr lokal sogar hochmontanen Höhenstufe vor, also dem gesamten Höhengradienten (DENZ 1994). Naturnahe Traubeneichenwälder finden sich kleinflächig vor allem auf süd- bzw. südwestexponierten Steilhängen, Felsen und felsigen Rücken.

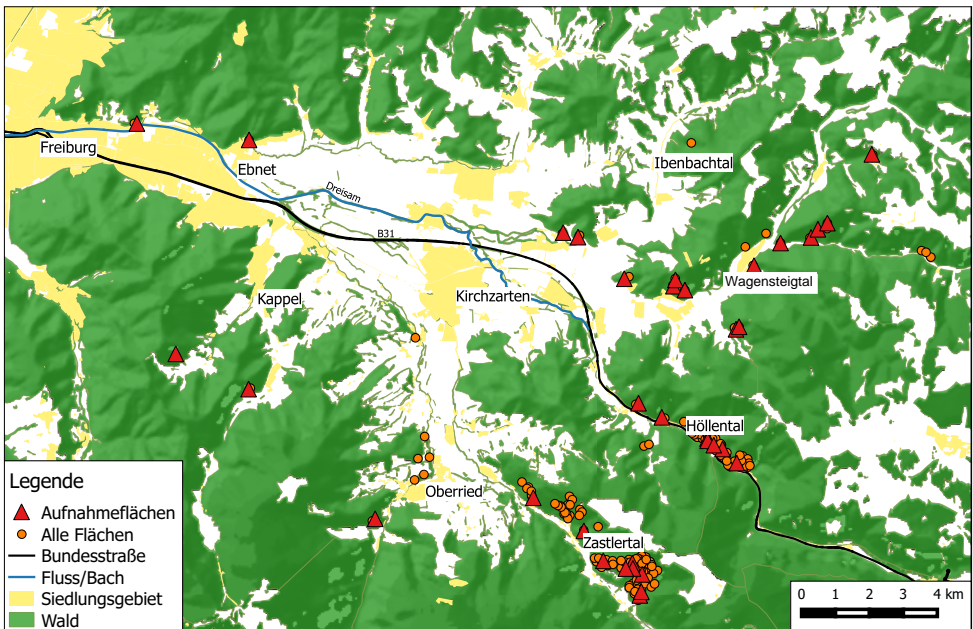


Abb. 2: Wuchsorte der Traubeneichenwälder im Untersuchungsgebiet im Westschwarzwald (Basis: Waldbiotopkartierung) und Bestände mit Aufnahmeflächen dieser Studie.

Ausgewählt als Untersuchungsgebiet wurde der Westschwarzwald im Einzugsbereich der Dreisam östlich von Freiburg (Abb. 2). Die Suche nach geeigneten Beständen erfolgte mit Hilfe des Web Map Services (WMS) der FVA (FVA 2018); dort sind alle Waldbiotope Baden-Württembergs enthalten. Im Untersuchungsgebiet liegen 165 Waldbiotope, die als Traubeneichenwälder definiert sind oder von denen zumindest ein Teil Traubeneichenwald ist.

Alle untersuchten Flächen liegen im Naturraum Hochschwarzwald (LUBW 2017) im Landkreis Breisgau-Hochschwarzwald, dort im Dreisamtal mit seinen Seitentälern (Höllental, Zastlertal, Ibenbachtal, Wagensteigtal, Kappler Tal) sowie am Hirzberg im Freiburger Stadtgebiet (Abb. 2). Zuständige Forstämter sind das Städtische Forstamt Freiburg und das Forstamt Kirchzarten. Alle Karten und räumlichen Auswertungen dieser Arbeit wurden mit QGIS Version 2.8.2 erstellt (QGIS Development Team 2009).

3.1 Klima

Das Klima im Gebiet ist subatlantisch geprägt (GAUER & ALDINGER 2005). Aufgrund des starken Höhengradienten variieren die durchschnittlichen Jahrestemperaturen und Niederschläge stark.

Tab. 1: Mittlerer jährlicher Niederschlag (NS) entlang der Höhenstufen am westlichen Schwarzwaldrand (HÜTTNER & WIMMENAUER 1967)

Station:	Freiburg	Ebnet	Zarten	Oberried	Hofsgrund	Schauinsland
Höhe über NN	281 m	327 m	374 m	455 m	1056 m	1218 m
Mittlerer jährlicher Nieders.	927 mm	1044 mm	1081 mm	1340 mm	1808 mm	1687 mm (verweht)
Mittlere jährliche Temp.	10,7 °C	-	-	-	-	4,5° C

Die mittlere Jahrestemperatur reicht von etwa 10° C im Osten des Freiburger Siedlungsgebiets (kolline Stufe) bis etwa 7° C (untere montane Stufe im Zastlertal), der mittlere jährliche Niederschlag liegt zwischen etwa 900 mm und etwa 1500 mm in der unteren montanen Stufe (Periode 1961-1990) (Tab. 1). Die Mehrzahl der untersuchten Traubeneichenbestände findet sich zwischen 500 und 700 m NN, also in der oberen submontanen und unteren montanen Stufe.

3.2 Geologie und Böden

Der geologische Untergrund besteht vor allem aus Metatexiten und Diatexiten, die aus partiell bis fast vollständig aufgeschmolzenem Paragneis entstanden sind (HÜTTNER & WIMMENAUER 1967, WIMMENAUER & SCHREINER 1999). Diese sind lokal an Oberhängen, auf Bergrücken und steilen Talwänden mit teilweise spektakulären Felsbildungen freigelegt.

Das Zastlertal war während der Würmeiszeit ein typisches, glazial geprägtes Trogtal mit sehr steilen Hängen nach dem Eisrückzug. Mittlerweile hat die fluviale Erosion ein tief eingeschnittenes V-Tal mit einer durchschnittlichen Hangneigung von 32 Grad geformt. Auch das Wagensteig-, Ibenbach- und Höllental sind tief eingeschnittene Erosionstäler. Dort ist das Grundgebirge an dem Mittel- und Unterhängen oft von steinig-lehmigen periglazialen Schuttbildungen mit einer Mächtigkeit von bis zu 30 Metern bedeckt. An anderen Stellen bedecken bis 400 Meter lange Block- und Schutthalden vor allem die nach Süd bzw. Südwest exponierten Hänge. Ab 0,5 - 2 Meter Tiefe sind die Hohlräume zwischen Steinen der Blockhalden zum Teil mit sandigem Lehm gefüllt (SCHREINER & WIMMENAUER 1999). Das Kappler Tal ist sowohl glazial, wie auch durch junge fluviale Erosion geformt. Die Hänge des Zartener Beckens entstanden durch das Zusammenwirken tektonischer Anlage und erosiver Ausgestaltung (HÜTTNER & WIMMENAUER 1967).

Die Böden der Traubeneichenwälder sind fast ausschließlich sehr flachgründige bis geringmächtige, saure, steinige Syroseme, Ranker und teilweise Braunerde-Ranker (DENZ 1994, POTT 1995, ABEL & RIEDEL 2002). Initiale Stadien der Bodenbildung werden also meistens

nicht überschritten. Diese Böden sind sehr nährstoffarm und sauer. Sie besitzen eine sehr geringe nutzbare Wasserspeicherkapazität, was – neben der Süd- und Südwestexposition die Ursache für die standörtliche Trockenheit darstellt.

3.3 Vegetations- und Nutzungsgeschichte

Von Natur aus finden sich Traubeneichenwälder deutschlandweit an steilen, nach Süd und Südwest exponierten Hängen und auf Bergrücken mit einem hohen Anteil an Felsen, Blockhalden, Blockschutthalden und steinigem Schutt. Auch im Schwarzwald und im Untersuchungsgebiet findet man derartige Wuchsorte in felsreichem Gelände und an Hängen großer Taleinschnitte (DENZ 1994). Diese Standorte sind für Buchen und Tannen zu trocken. Sie sind darüber hinaus schwer zugänglich und wenig produktiv und unterlagen wohl nur einem sehr geringen Nutzungsdruck (DENZ 1994).

Im Untersuchungsgebiet gibt es vor allem über das Zastlertal historische Informationen, da dort viele standortkundliche Untersuchungen stattfanden. Die Besiedlung des Zastlertals begann im Gegensatz zu den Tallagen des Zartener Beckens erst gegen Ende des 14. oder Anfang des 15. Jahrhunderts.

ABEL & RIEDEL (2002) nehmen für die damalige Zeit einen „buchenarmen montanen Buchen-Tannen-Wald“ an, mit 22 % Rotbuche und 48 % Weiß-Tanne (*Abies alba*). Den Eichenanteil schätzte man dort auf 13 %. Bauern nutzten die Bestände in Stockausschlagwirtschaft zur Gewinnung von Brennholz und Holzkohle, zur Aschebrennerei und als Waldweide (vgl. HOCHHARDT 1996). Ende des 19. Jahrhunderts wurden Flächen der ehemaligen Waldweide in Nadelholzbestände umgewandelt. Auch für das Untersuchungsgebiet ist also anzunehmen, dass die Eiche gegenüber der Buche auf Grund ihres besseren Stockausschlagvermögens über Jahrhunderte gefördert wurde (vgl. DENZ 1994), insbesondere nahe der Trockengrenze der Buche. Noch heute zeugen reliktsche Kiefern (*Pinus sylvestris*) von früheren Versuchen, nach dem letzten Kahlhieb des Eichenbestandes einen Bestockungswandel herbeizuführen (Abb. 3).



Abb. 3: Reliktsche Waldkiefern zeugen von früheren Versuchen, den Eichen-Stockausschlagwald in einen Nadelwald umzuwandeln. Höllental, 30.5.2017. Foto: © A. Reif.

3.4 Schutzstatus

Europaweit sind bodensaure Eichenwälder gemäß der FFH-Richtlinie nur in der Ausbildung als Lebensraumtyp 9190 „alte bodensaure Eichenwälder mit *Quercus robur* auf Sandebenen“ geschützt, die in Deutschland fast ausschließlich auf das nordwest- und nordostdeutsche Tiefland beschränkt sind (SCHMIDT et al. 2011). Die naturnahen bodensauren Traubeneichenwälder im Westschwarzwald sind lediglich als gesetzlich geschützte Waldbiotope nach dem Landeswaldgesetz (§30a LWaldG) und dem Bundes- und Landesnaturschutzgesetz (§30 BnatSchG, §32 LnatSchG) geschützt (KERNER & GEISEL 2013). Dieser gesetzliche Schutz verbietet die Beschädigung oder Zerstörung solcher Biotope. Eine Verpflichtung zu möglicherweise erforderlichen Pflegemaßnahmen besteht jedoch nicht (ForstBW 2019). Nachhaltiger Schutz und die Pflege dieser Waldbereiche soll über die ordnungsgemäße forstliche Bewirtschaftung gewährleistet werden (KERNER & GEISEL 2013). Nach der Waldbiotopkartierung sind von den aufgenommenen 36 Beständen 20 als „seltene naturnahe Waldgesellschaften“ erfasst, 13 Flächen als „Naturgebilde“ und drei Flächen als „struktureiche Waldbestände“ (KERNER & GEISEL 2013).

Durch das Waldgesetz streng geschützt sind die Traubeneichenbestände am Scheibenfelsen im Zastlertal als Bannwald, also als Totalreservat mit dem Ziel der ungestörten natürlichen Entwicklung. Gemäß dieser Verordnung ist jeglicher Eingriff bis auf die in §5 unter „zulässigen Handlungen“ aufgeführten Maßnahmen wie z.B. Verkehrssicherungsmaßnahmen verboten (§30a LWaldG, KÖRPERSCHAFTSFORSTDIREKTION und FORSTDIREKTION FREIBURG 2017).

3. Methode

3.1 Datenerhebung

3.1.1 Flächenauswahl

Die Auswahl an Traubeneichenstandorten für diese Untersuchung war aufgrund ihrer Seltenheit und Kleinflächigkeit sehr limitiert. Folgende Kriterien zur Auswahl der Bestände fanden Anwendung:

- (1) In die Auswahl aufgenommen wurden Waldbiotope mit Vorkommen von „Hainsimsen-Traubeneichen-Wald“ und „Hainsimsen-Traubeneichen-Wald mit Leimkraut (*Silene nutans*)“ (GEISEL & KERNER 2013).
- (2) Bestände aus allen Meereshöhen sollten repräsentiert sein. Allerdings konzentrieren sich die Vorkommen an der Grenze zwischen submontaner und montaner Stufe (Abb. 4).
- (3) Bestände sollten ohne Gefahr erreicht und bearbeitet werden können.
- (4) Die ausgewählten Bestände sollten eine Mindestgröße von 500 m² besitzen, damit in diesen Aufnahmeflächen zur Datenerfassung eingerichtet werden können. Kleinere Bestände kamen – um Randeffekte zu vermeiden – nur ausnahmsweise in Frage. Vorerkundungen ergaben, dass sich auf kleineren Waldbiotopen häufig nur solitäre Traubeneichen finden bzw. die Randeffekte sehr groß sind.
- (5) Die Aufnahmeflächen sollten standörtlich homogen sein (DIERSCHKE 1994).

Von den 76 Beständen, welche die Anfangskriterien erfüllt haben ($>500 \text{ m}^2$, Lage im Untersuchungsgebiet) haben sich 36 als geeignet erwiesen. Folgende Bestände, die bei der Biotopkartierung als Traubeneichenwälder beschrieben sind, wurden nicht für diese Untersuchung aufgenommen:

- „Durchgewachsene“ ehemalige Eichen-Mittelwälder auf wüchsigen Standorten mit Bodenvegetation von Tannen-Buchenwäldern;
- Eichenwälder mit dichter unterständiger Tannen- oder Buchenverjüngung bzw. zweiter Bestandsschicht aus Tanne bzw. Buche;
- Einzelbäume auf Blockhalden;
- Felsköpfe mit räumigen Eichenbestand und Felskopfvegetation;
- Bei Vorhandensein mehrerer ähnlicher Flächen im gleichen Bestand wurden Daten von nur einer Probefläche erhoben.

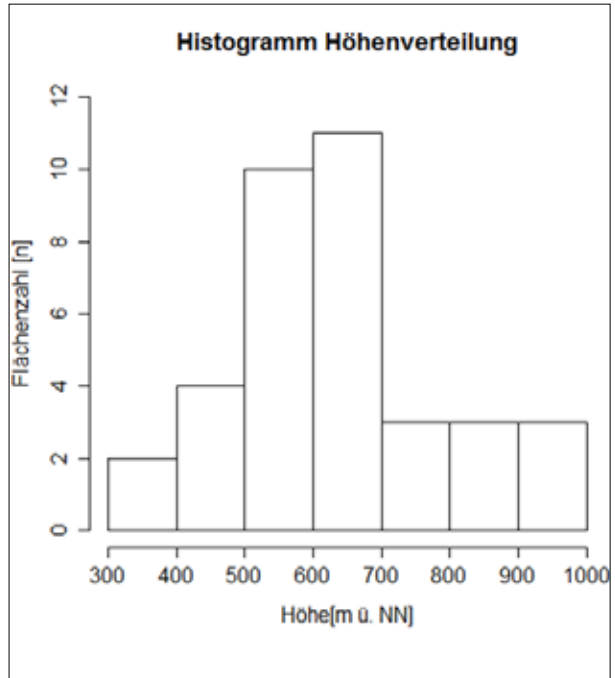


Abb. 4: Höhenverteilung der Aufnahmeflächen.

Ehemalige Mittelwälder, also sekundäre Traubeneichenwälder auf potenziell natürlichen Buchen- und Tannenstandorten, wurden in diese Arbeit nicht einbezogen, da die Eichen dort sehr wüchsig waren, eine Verjüngungsschicht aus Tanne bzw. Buche vorkam und eine buchenwaldähnliche Zusammensetzung der Krautschicht existierte.

Bei manchen Beständen war unklar, ob es sich um einen primären oder sekundären Traubeneichenwald handelt, weil die Bodenvegetation bis auf den leicht erhöhten Anteil an Heidekraut und Buche dem eines Traubeneichenwaldes auf sehr schwachwüchsigen Standorten entspricht. In derartigen Beständen wurde eine Aufnahmefläche an der Stelle mit der geringsten Wüchsigkeit der Baumschicht eingerichtet. In den meisten Fällen waren dies auch die Flächen mit den geringsten Randeffekten im Bestand bzw. die Stellen, in denen die Anzeichen für bessere Wasserversorgung am niedrigsten waren.

Die Unterlagen der Waldbiotopkartierung der 36 Bestände wurden nach brauchbaren Informationen ausgewertet. Bedeutung hatten Hinweise auf Pflegemaßnahmen, Erst- und Kontrollaufnahme. Die ausgewählten Bestände decken einen Höhengradienten von 326 bis 973 m ü. NN ab. 32 Bestände liegen im Landkreis Hochschwarzwald, vier

auf dem Gebiet der Stadt Freiburg. In jedem dieser Bestände wurde eine Aufnahme­fläche angelegt.

3.1.2 Auswahl der Aufnahme­flächen in den Beständen

Die 36 Bestände von Traubeneichenwäldern lassen sich in vier Typen unterteilen:

- (1) Einheitliche Bestände auf Blockhalde bzw. verblocktem Rücken, teilweise kleinflächig (500 m²). Hier wurde die Aufnahme­fläche so gewählt, dass die Rande­effekte möglichst klein sind. Oft gab es nur einen Kernbereich, in dem die Traubeneiche dominierte.
- (2) Großer (>1 ha) einheitlicher Eichenbestand (z.B. im Höllental, teilweise Zastlertal). Hier wurde die Aufnahme­fläche tendenziell in die Mitte des Bestandes gelegt und sollte das Erscheinungsbild des Waldes repräsentieren.
- (3c) Wüchsiger Standorte (Höhenwachstum), möglicherweise degradierte Hainsimsen-Buchenwälder.
- (4) Felsköpfe und felsige Rücken. Felsköpfe und felsige Rücken wurden nur aufgenommen, wenn sich auf den Felsen traubeneichenwald-ähnliche Strukturen bzw. ein zumindest lichter Bestand ausgebildet hat. Felsen mit klassischer Felskopfvegetation und wenigen Einzelbäumen wurden nicht aufgenommen, da ein Vergleich mit den anderen Standorten aufgrund des unterschiedlichen Arteninventars nicht zielführend wäre. Neben einer größeren Anzahl an Bäumen war hier auch der Deckungsgrad entscheidend. Felsen mit geringer Baumdeckung und wenigen einzelnen Bäumen wurden nicht erfasst.

Allgemein wurde im Zweifelsfall immer die Fläche mit den am wenigsten vitalen und wüchsigen Traubeneichen, geringsten Rande­effekten, der besten Repräsentanz des Gesamtbestandes und ohne Vorkommen von Buchen und Tannen im Herrschenden ausgewählt.

3.1.2 Aufnahme von Vegetation und Standort

Die Daten wurden zwischen dem 18. August und dem 18. September 2017 aufgenommen. In jedem der 36 Bestände wurde eine Aufnahme­fläche zur Erhebung von Vegetations- und Strukturdaten, von topographischen und von Bodenmerkmalen eingerichtet. Mit 100 m² liegt die Größe der Aufnahme­flächen am unteren Ende der Empfehlungen für das Minimumareal von Wäldern (DIERSCHKE 1994). Bei den oft sehr kleinflächigen Traubeneichenbeständen hätte jedoch eine größere Aufnahme­fläche die Kriterien der strukturellen, floristischen und ökologischen Homogenität nicht erfüllt. Die Form der Aufnahme­fläche war ein Rechteck von 5 x 20 m, ausgerichtet senkrecht zum ökologischen Hauptgradienten am Wuchsort. Bei einer Fläche musste als Aufnahme­fläche ein sehr langes Rechteck (4m x 25m) zum Einsatz kommen.

Auf den Aufnahme­flächen wurden alle Gefäßpflanzen und mineralbodenbesiedelnden Moose unter Verwendung der erweiterten Skala für die Schätzung von Artmächtigkeit nach BARKMAN et al. (1964) erfasst. Arten, die auf erkennbaren Sonderstandorten wie Totholz, Felsspalten oder Wurzel­ausläufern wuchsen, wurden nicht in die Aufnahme einbezogen. Ausschlaggebend für diese Entscheidung war die Bedeckung mit Humus. Bei mehr als 2 cm organischer Auflage wurden die Standorte zum Waldboden gezählt (WALENTOWSKI et al. 2014).

Die Nomenklatur der Gefäßpflanzenarten richtet sich nach JÄGER et al. (2017), die der Moose nach FRAHM & FREY (2004).

Standortparameter

Die Lage im Gelände kann eine entscheidende Rolle bei der Differenzierung der Vegetation der Traubeneichenwälder spielen. Die Reliefsprache wurde in Anlehnung an die Forstliche Standortkartierung durchgeführt (ARBEITSKREIS STANDORTSKARTIERUNG 2016). Die Hangposition wurde eingeteilt in (1) Felsköpfe, Rücken, Kuppen und Oberhang (OH); (2) Mittel- (MH) und (3) Unterhang (UH). Hieraus wurde in Anlehnung an BUFFO et al. (1972) die Einstrahlung abgeleitet.

Bodenparameter

Als Bodenparameter wurden der an der Oberfläche sichtbare prozentuale Anteil an offenem Mineralboden, Totholz, Steinen und Streuaufgabe aufgenommen. Diese Parameter können einen Einfluss auf die Verjüngungssituation der Bestände haben, da die Fruktifikation der Eicheln, aber auch deren Überlebenswahrscheinlichkeit von der Mächtigkeit der Streuaufgabe der Humusform und dem Erreichen des Mineralbodens abhängt (MÖLDER et al. 2009).

Um die Gründigkeit der Standorte abzuschätzen, wurde ein Hohlmeißelbohrer fünfmal auf der Fläche eingeschlagen und aus den Bohrgründigkeiten ein Mittelwert gebildet. Auf Blockhalden und reinen Felsstandorten war das nicht möglich. Der erzielte Wert ist sehr ungenau und gibt „nur“ einen Hinweis auf die Mindestgründigkeit des Bodens.

Die Textur wurde nach ARBEITSKREIS FORSTLICHE STANDORTSKARTIERUNG (2016) bestimmt.

Die Schätzung des Volumenanteils des Bodenskeletts fand mittels Gemengeklassen in sechs Stufen statt.

Die nutzbare Feldkapazität (nFK) der Standorte wurde aus der Mindestgründigkeit, der Textur und dem grob geschätzten Steingehalt der Bodenproben berechnet. Die wirkliche Wasserspeicherfähigkeit ist sicherlich größer, da weder Gründigkeit noch Durchwurzelungstiefe zuverlässig bestimmt werden konnten. Dennoch ist es damit möglich, die Standorte zueinander ins Verhältnis zu setzen.

Strukturparameter

Durch die Strukturparameter können Aussagen über Wüchsigkeit und Vitalität der Einzelbäume und Stabilität des Bestands getroffen werden (BURSCHEL & HUSS 2003). Außerdem zeigen sich eventuell Zusammenhänge zwischen der Bodenvegetation, Verjüngung der Baumarten und der Bestandesstruktur. Erhoben wurden folgende Parameter:

- Baumhöhe (in m).
- Kronenansatz: Hier wurde der Anteil der Krone an der Gesamthöhe der Bäume im Bestand eingeschätzt. Die Bäume wurden nach RITTERSHOFER (1994) in lang- (> 50 % der Gesamthöhe), mittel- (25 % - 50 % d.G.) und kurzkrönig (<25 % d.G.) klassifiziert. Bäume mit einem tiefen Kronenansatz haben in den meisten Fällen ein besseres Höhen-Durchmesser-Verhältnis und sind damit stabiler gegen Windwurf. In der herrschenden Schicht eines Bestands sind sie weniger Konkurrenz ausgesetzt, da sie einen größeren Standraum haben. Deshalb werden sie als vitaler eingeschätzt (BURSCHEL & HUSS 2003).

- Feinreisiganteil der Krone (viel, mittel, wenig Feinreisig) und Totholzanteil. Bäume mit viel Feinreisig und wenig Totholz besitzen die höchste Vitalität. Bäume mit wenig Feinreisig und viel Totholz sind weniger vital (SEEMANN et al. 2005).
- Die Vitalität der Eichen wird aus den Faktoren Feinreisiganteil, Totholzanteil und Kronenansatz abgeleitet (vgl. SEEMANN et al. 2005). Dies weicht ab von einer eher ökonomisch bezogenen Einschätzung der Vitalität anhand von Zuwachs oder Bonitierung (BARSIG 2002, SCHRÖDER 2015). Letztere Ansätze sind für Wirtschaftswälder ausgelegt und geben keinen Hinweis auf die Zukunftsfähigkeit eines Bestands auf extremem Standort wie Traubeneichenwäldern auf azonalen Standorten.
- Die soziale Stellung der Eiche im Bestand nach KRAFT (1884) (vgl. RITTERSHOFER 1994) weist darauf hin, ob sie in Zukunft von einer anderen Baumart wie der Buche verdrängt werden kann. Finden sich beispielsweise in einem Traubeneichenbestand wenige vor- oder mitherrschende Buchen, so wird sich dort mit der Zeit ein Buchenwald etablieren, da die lichtbedürftige Eiche auf Dauer absterben wird.
- Stockausschlag oder Kernwuchs: Die Stammbasis der Eichenstämme weist auf die frühere Nutzung und ggf. Bestandsbegründung hin. Sind die Eichen aus Stockausschlag entstanden, ist zumindest sicher, dass der Standort schon seit einer Generation davor mit Eichen bestockt ist. Kernwüchsigkeit weist auf sehr schwachwüchsigen Standorten darauf hin, dass es sich um primären oder sehr lange nicht genutzten Eichenwald handelt.
- Schichtung des Bestandes: Besteht eine zweite Bestandsschicht in einem Traubeneichenbestand nur aus vitalen schattentoleranteren Baumarten wie zum Beispiel Buche oder Tanne, so wird die Traubeneiche auf diesem Standort verdrängt werden (RITTERSHOFER 1994, MICHIELS 1994). Findet sich dagegen unterständige Buchenjungwüchse mit ausgeprägten Symptomen der Wipfeldürre, so weist dies auf die Natürlichkeit der Eiche hin (CHAKRABORTY et al. 2013).
- Struktur des Kronendaches: Klassifizierung in die Kronenschlußgrade „räumig“, „locker“, „licht“, „geschlossen“ oder „gedrängt“ (RITTERSHOFER 1994).
- Hinweise auf Nutzung. Die untersuchten Bestände weisen keine Stubben oder jüngere Stockausschläge auf, wurden also in den letzten Jahrzehnten nicht genutzt.

3.2 Datenauswertung

3.2.1 Klassifikation

Clusteranalysen zielen auf die Abgrenzung von Vegetationseinheiten hin, in diesem Fall basieren sie auf den 36 Vegetationsaufnahmen mit ihren Arten in Form einer ungeordneten Rohtabelle. Für die Clusteranalyse wurden die Vegetationsdaten von der modifizierten Braun-Blanquet-Skala in eine Transformationsskala nach VAN DER MAAREL (2007) umgewandelt. Da viele Arten nur mit sehr geringen Deckungsgraden vorkommen, für die Differenzierung der Bestände aber vor allem Arten mit niedrigen Deckungsgraden entscheidend sind, wurden die Vegetationsdaten mit der Quadratwurzel transformiert. Die Klassifikation mittels der Funktion „dist“ des Package „stats“ erfolgte unter Berechnung der euklidischen Distanzen zwischen den Probenflächen. Dabei wurden die einzelnen Aufnahmen (sowie danach auch Arten) auf der Grundlage ihrer (Un-)Ähnlichkeit geordnet, sodass sich in ei-

nem Cluster Aufnahmen mit ähnlicher Artenzusammensetzung befinden (LEYER & WESCHE 2008). Das Dendrogramm wurde unter Einbeziehung von Ward's minimum variance durch Schwellenwerte der Unähnlichkeit in vier bis sieben Clustergruppen unterteilt (Funktion: hclust, Methode: „ward.D2“, Package: „stats“). Im letzten Schritt erfolgte eine manuelle Nachbereitung der Aufnahme- und Artengruppen in Anlehnung an DIERSCHKE (1994). Dadurch konnten die Vegetationstypen und die jeweils differenzierenden Arten identifiziert werden (Tab. 2).

3.2.2 Zeigerwerte

Die Zeigerwerte wurden nach ELLENBERG & LEUSCHNER (2010) für alle Aufnahmen ungewichtet berechnet. Eine Wichtung der Deckungsgrade der Arten wurde nicht als zielführend erachtet, da oftmals starker Wildverbiss auf den Aufnahmeflächen die Deckung von mehreren Arten (Habichtskräuter, Eichen- und Buchensämlinge etc.) reduzierte. Umgekehrt dazu kommen kaum verbissene Arten wie Drahtschmiele und Weiße Hainsimse sehr stet und mit höheren Deckungen vor und hätten bei einer gewichteten Auswertung einen überproportionalen Anteil am Zeigerwert der Aufnahmen.

3.2.3 Einschätzung der Naturnähe / Hemerobie

Naturnahe Eichenwälder existieren ohne Hilfe des Menschen, naturferne Eichenwälder bedürfen der Pflege, wenn sich die Eiche künftig gegenüber ihren Konkurrenten dort halten soll. Daher ist die Kenntnis der Naturnähe bedeutsam. Da Naturnähe nur schwer ermittelbar ist, ist die Hemerobie (Grad des menschlichen Einflusses) ebenfalls ein guter Indikator.

Ein eindeutiges Zeichen einer ehemaligen Nutzung sind Stockausschläge und Stubben, wobei diese keine Aussage darüber zulassen, ob der Bestand primär oder sekundär ist. Weitere für die untersuchten Bestände spezifischen Dokumente scheinen nicht zu existieren. Weder die Daten der Forsteinrichtung noch die Biotopkartierung treffen eine Aussage zur ehemaligen Nutzung bzw. Naturnähe der Wälder.

Um Hinweise auf die natürliche Eignung des Standorts als Traubeneichenwald zu bekommen, eignen sich Vegetations- und Standortdaten. DENZ (1994) listet verschiedene Parameter auf, die auf sekundäre Traubeneichenbestände hinweisen, die also aus degradierten Hainsimsen-Buchenwäldern entstanden. Von Bedeutung hierzu ist die Kenntnis des Schwellenwerts des Überlebens der Buche auf den südwestdeutschen Trockenstandorten (CHAKRABORTY et al. 2013, 2017).

Als Indikatoren für naturnahe Traubeneichen-Standorte dienen (1) die Kronenlänge der Eichen ist lang oder mittel, der Kronenansatz ist niedrig, die Wuchshöhe ist relativ niedrig. (2) Abwesenheit oder starke Wipfeldürre von unterständiger Rotbuche; (3) geringe Deckung oder völliges Fehlen von Buchenwaldarten in der Krautschicht; (4) Vorkommen von Arten trockener Standorte wie Habichtskräuter, Traubige Graslilie (*Anthericum liliago*), Salbeigamander (*Teucrium scorodonia*) oder Nickendes Leimkraut (*Silene nutans*); (5) Besenheide oder Heidelbeere kommen mit über fünf Prozent Deckung vor.

Verbiss

Bei der Datenaufnahme wurde häufig Gams- und Rehwild gesichtet. Für die Einschätzung der Verbissituation wurden Indikatoren aus Gehölzverjüngung und Bodenvegetation betrachtet und vier Verbissgrade konstruiert (Tab. 2). Waren neben den Laubbäumen auch die

Nadelbäume verbissen, wurde das als ein Zeichen für einen stärkeren Verbissdruck gewertet (RITTERSHOFER 1994).

Tab. 2: Verbisskategorien (VW = Verbisswert; Rot = völliges Fehlen; Orange = stark oder extrem verbissen; Grün = wenig oder mittel verbissen).

Verbisswert	Bodenvegetation	Laubholz	Nadelholz o. Douglasie	Douglasie	Eiche	Verbiss
1	Orange	Orange	Orange	Grün	Orange	Douglasie nicht verbissen, andere Baumarten verbissen
2	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Nadelholz und Laubholz stark verbissen, Eichenverjüngung vorhanden
3	Orange	Orange	Orange	Orange	Rot	Eichenverjüngung fehlt
4	Rot	Rot	Rot	Rot	Rot	Bodenvegetation fehlt fast völlig, keine Verjüngung von Baumarten

Wenn überhaupt keine Verjüngung angetroffen wurde, wurde dies als bestandsgefährdender Verbiss gewertet. Auch die Bodenvegetation wurde in eine abgestufte Verbisseinschätzung einbezogen. Blockhalden mit einer Steinbedeckung des Bodens von 80, 90 bzw. 100 % wurden nicht in die Analyse miteinbezogen. Eine Fläche wurde aufgrund der Moosdeckung von 90 % als „Sonderstandort“ aus der Analyse genommen.

Der Verbiss an der Verjüngung der Gehölze wurde in vier Stufen aufgenommen (kein Verbiss, wenig, mittel, stark, extrem verbissen) (Tab. 2).

Verjüngung der Baumarten einschließlich Douglasie

Sämlinge und Jungpflanzen wurden in der Krautschicht, Jungwüchse >1 m in der Strauchschicht erfasst.

Um eine Einschätzung des Sameneintrags der Douglasie vornehmen zu können, wurde jeweils die Entfernung zwischen dem Traubeneichenbestand und dem nächstgelegenen Waldbestand mit reproduktionsfähigen Douglasien ermittelt. Mit Genehmigung der Behörden konnten Daten aus den Forsteinrichtungen der Jahre 2011 bis 2017 für den Staatswald des Landkreises Breisgau-Hochschwarzwald und Daten der Stadt Freiburg einbezogen werden. Die Auswertungen wurden mit einem Douglasienanteil von unter 30 % und über 30 % Anteil in den Beständen durchgeführt (Abb. 7). Hintergrund ist, dass der Vermehrungsdruck auf angrenzende Flächen bei höheren Anteilen einer Pflanzenart steigt und bei niedrigeren Anteilen eher gering ist (COLAUTTI 2004).

Die Daten der Forsteinrichtung für Privat- und Kommunalwald sind zwar ebenfalls vorhanden. Im Rahmen dieser Arbeit war es leider nicht möglich die Zustimmung zur Nutzung der Inventurdaten aller 36 Waldbesitzer im Untersuchungsgebiet einzuholen. In Kommu-

nal- und Privatwäldern besteht keine Richtlinie über Abstände zu Waldbiotopen. Gesetzlich gilt nur das Verbot einer direkten Zerstörung des Biotops, also eine direkte Pflanzung im eichengeprägten Waldbiotop (§30a LWaldG).

4. Vegetation der Traubeneichen-Wälder

4.1 Waldtypen

Die Traubeneichenwälder im Untersuchungsgebiet sind artenarme, bodensaure Wälder von subatlantischer Prägung, wo auf nährstoffarmen, sauren Böden die Wuchsleistung der Buche abfällt oder die Trockengrenze der Buche überschritten wird. In der Baumschicht herrscht die Traubeneiche auf fast allen Flächen mit hohen Deckungsgraden vor (Abb. 5). Auf einigen Flächen tritt die Rotbuche als Einzelbaum oder mit geringen Deckungen (10-20 %) hinzu. Auf 6 Flächen sind Douglasie, Waldkiefer (*Pinus sylvestris*) und Fichte (*Picea abies*) vertreten.

In der Strauchschicht kommt die Traubeneiche auf fast allen Flächen nur selten und mit jeweils geringen Anteilen vor. Häufiger sind hier Douglasie, Rotbuche und Weiß-Tanne (*Abies alba*), selten treten Fichte, Waldkiefer, Vogelbeere (*Sorbus aucuparia*) und Felsenbirne (*Amelanchier ovalis*) hinzu. Wipfeldürre bei unterständigen Buchen sowie vertrocknete Tannenverjüngung zeigen, dass diese konkurrenzstarken Baumarten sich an ihrer Trockengrenze befinden.

In der Krautschicht haben die Magerkeits- und Säurezeiger Draht-Schmiele und Weiße Hainsimse eine hohe Stetigkeit und kommen auf fast allen Flächen vor. Häufig sind auch Salbei-Gamander und Jungwüchse der Douglasie. Die Mittelwerte der Zeigerwerte nach El-



Abb. 5: Naturnaher Habichtskraut-Traubeneichenwald. Höllental, 0.5.2017. Foto: © A. Reif.

lenberg (2001) für alle Aufnahme­flächen spiegeln die Standortbedingungen wider (mittlere Reaktionszahl von 2,6 = sauer; mittlere Stickstoffzahl mit 3,8 = mager).

Aufgrund ihrer Artenzusammensetzung wurden die Traubeneichenwälder des Gebietes der Assoziation der Habichtskraut-Traubeneichenwälder (*Hieracio-Quercetum petraeae* Lohm. 78) zugeordnet (vgl. DENZ 1994, PALLAS 1996). Diese lassen sich lokal in insgesamt 4 Ausbildungen untergliedern:

- Die Ausbildung mit **Wiesen-Wachtelweizen** (*Melampyrum pratense*) kommt vor allem in der submontanen Stufe vor. Die Krautschicht ist mit Mausohr-Habichtskraut (*Hieracium murorum*), Frühblühendem (*Hieracium glaucinum*) und Doldigem Habichtskraut (*Hieracium umbellatum*), Ruchgras (*Anthoxanthum odoratum*), Hasenlattich (*Prenanthes purpurea*) und Tüpfelfarn (*Polypodium vulgare*) relativ artenreich. Selten kommen Behaarter Ginster (*Genista pilosa*) oder Traubige Graslilie (*Anthericum liliago*) vor. Hier besitzt die Douglasie geringe Anteile in der Baum- und Strauchschicht und tritt mittelstet auch in der Verjüngung auf.
- Die Ausbildung mit **Heidelbeere** (*Vaccinium myrtillus*) kommt auf felsigen, flachgründigen Standorten vor. Heidekraut (*Calluna vulgaris*) hat hier seinen Schwerpunkt, Mineralbodenarten treten zurück. SUCK et al. (2014) sehen die Heidelbeere (*Vaccinium myrtillus*) als Zeichen für buchenfähige (Sekundär-)Standorte. Die Bestände dieser Ausbildung erinnern bereits an die nordisch-borealen Beerstrauch-Eichenwälder (vgl. PALLAS 1996).
- Die Ausbildung mit **Wald-Reitgras** (*Calamagrostis arundinacea*) wurde auf Felsstandorten mit Mineralbodenauf­lage (Ranker) im Höllental angetroffen.
- Die **artenarme Ausbildung** findet sich in der mittleren bis oberen montanen Stufe auf Blockhalden ohne Mineralboden wie am Scheibenfelsen oder im Spitzendobel. Hier bedecken vor allem Moose und Flechten die Oberfläche (vgl. LÜTH 1990).

4.3 Verjüngung der Baumarten

Auf potentiell natürlichen Traubeneichenbeständen sollte sich, abgesehen von der Traubeneiche selbst, keine andere Baumart erfolgreich verjüngen können. Das Auftreten von unterständigen oder mitherrschenden Tannen und Buchen muss entweder auf kleinstandörtlich bessere Wasserversorgung zurückgeführt werden, oder auf historische Verdrängung und heutige Wieder-Einwanderung dieser Schattbaumarten auf einem potentiell natürlichen Buchenwaldstandort. Insgesamt gesehen findet sich die Traubeneiche relativ häufig als Sämling, jedoch auf nur 6 Aufnahme­flächen in der Strauchschicht. Dies weist darauf hin, dass eine erfolgreiche Etablierung und Einwachsen in den Bestand nur ausnahmsweise erfolgreich ist.

Auffallend ist das Auftreten der Douglasie in allen Bestandsschichten, sie findet sich in 22 Aufnahme­flächen in der Krautschicht und in 12 in der Strauchschicht (Abb. 6).

4.4 Ausbreitung der Douglasie

Die Richtlinie landesweiter Waldentwicklungstypen weist darauf hin, dass „eine natürliche Ausbreitung der Douglasie in naturnahe Lebensräume auf bodensauren, basenarmen und trockenen Standorten (Birken-Eichenwälder, Traubeneichenwälder, Eichen-Mischwälder, sowie Offenlandbiotope, wie z.B. Schutthalden) erfolgreich sein kann“. Deshalb ist ein Ab-

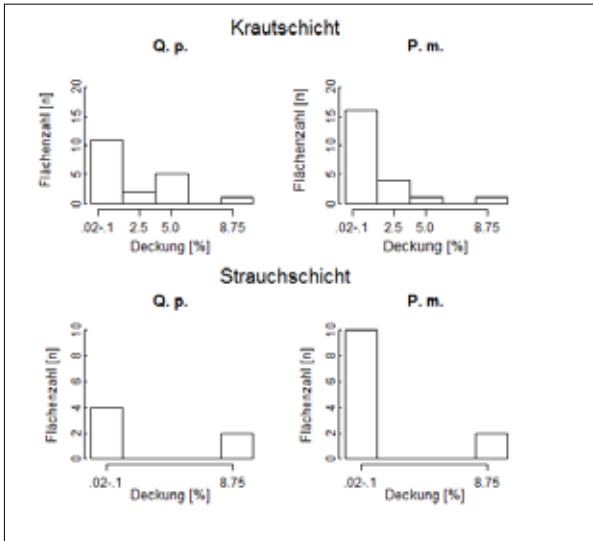


Abb. 6: Deckung von Traubeneiche und Douglasie in Kraut- und Strauchschicht, konstruiert aus den prozentual transformierten Braun-Blanquet-Daten (n = 36). Q.p. = *Quercus petraea*; P.m. = *Pseudotsuga menziesii*.

stand von i.d.R. 300 m zu sensitiven Biotopen einzuhalten (BINDEWALD et al. 2021). In der Literatur gibt es unterschiedliche Angaben über die Distanz, über die sich die Douglasie ausbreiten kann. Diese reicht von mehreren hundert Metern bis hin zu zwei Kilometern (KOWARIK & RABITSCH 2010).

Insgesamt am häufigsten von allen Baumarten auf den Aufnahmeflächen und in mehreren Beständen war Anflug von Douglasienverjüngung. Die Vorkommen der Douglasienjungpflanzen sind auf Sameneintrag von Wirtschaftswaldbeständen mit fruktifizierenden Douglasien zurück zu führen, eine Pflanzung erfolgte in den Waldbiotopen nicht. Das Invasionspotential der Douglasien kann durch eine Analyse der Entfernung der Aufnahmeflächen von fruktifizierenden Douglasienbeständen eingeschätzt werden. Allerdings wurden diese Daten nur für die städtischen und staatlichen Wälder zur Verfügung gestellt, nicht jedoch für die Kommunal- und Privatwälder. FORSTBW (2014) nimmt in der Richtlinie landesweiter Waldentwicklungstypen eine Entfernung (Pufferbreite) von 300 m als ausreichend an. TSCHOPP et al. (2014) dagegen gehen von bis zu 2000 Metern aus, über die hinweg sich die Douglasie ausbreiten kann. Daher basiert diese Analyse auf zwei Pufferbereichen um Douglasienbestände (Tab. 3, Abb. 7).

Folgende Aussagen lassen sich treffen:

- 15 der 36 Flächen im Untersuchungsgebiet liegen nicht im Staatswald bzw. besitzen einen größeren (>300 m) Abstand zu diesem. Dabei handelt es sich vor allem um die Flächen im Ibenbach- und Wagensteigtal.
- 5 Flächen liegen direkt angrenzend an einen Bestand, in dem die Douglasie vorkommt.
- Bei 21 = 60 % der Aufnahmeflächen sind fruktifizierende Douglasienvorkommen weniger als 300 m entfernt (Durchschnitt: 232 m), 29 Flächen = 80 Prozent liegen im Pufferbereich von 2000 Metern.

- Drei Flächen, in denen die Douglasie in der Baumschicht vorkommt, grenzen an einen Bestand, in dem die Douglasie vorkommt. Sie liegen im Kappelertal und im vorderen Zastlertal auf felsigen Steilhängen mit relativ lichten, alten Traubeneichenbeständen mit gedrungener Wuchsform und niedrigerem Kronenansatz.
- In einigen Beständen hat die Douglasie die Höhe der gesicherten Verjüngung mit einer Größe von über zwei Metern erreicht.
- Flächen ohne Douglasie kommen vor allem im Zastlertal, Höllental und am Spirzendobel im Wagensteigtal vor. In der Strauchschicht kommt die Douglasie gehäuft im Ibenbachtal und Wagensteigtal vor.

Tab. 3: Durchschnittlicher Abstand der Aufnahmeflächen mit Vorkommen von Douglasie (differenziert nach Bestandsschichten) und ohne Douglasie zu Wirtschaftswäldern mit fruktifizierender Douglasie (n = 17).

Douglasie	Krautschicht	Strauchschicht	Baumschicht	Keine Douglasie
Abstand (m)	158	180	58	280

Für 17 Bestände lagen Daten zur Bestockung der angrenzenden Bestände vor. Daraus lässt sich eine Tendenz erkennen, dass die Douglasie dort vermehrt vorkommt, wo der Abstand zu Douglasienflächen geringer ist (Tab. 3).

4.2 Verbiss

Wildverbiss ist auf allen Flächen vorhanden. Bei der Datenaufnahme wurde häufig Rehwild (*Capreolus capreolus*), im Zastler- und Höllental auch Gamswild (*Rupicapra rupicapra*) gesichtet. Der Verbiss an Laubbäumen (Rotbuche, Traubeneiche) ist auf allen Flächen stark oder extrem (Abb. 8). In manchen Traubeneichenbeständen ist der Verbissdruck so hoch, dass die Bodenvegetation fehlt oder nur eine sehr geringe Deckung (<15 %) aufwies. Der Ver-

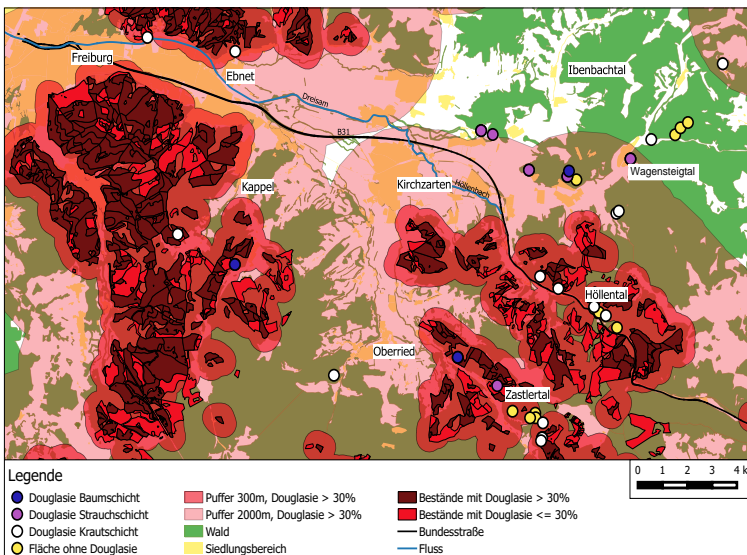


Abb. 7: Entfernung zwischen Traubeneichenbestand und Douglasienvorkommen als Samenquelle in Form von zwei Pufferbereichen (300, 2000 m) um die Staatswaldflächen mit Douglasienanteil. Angegeben ist auch das Auftreten von Douglasie in den Schichten der Aufnahmeflächen. Daten im Bereich Ibenbachtal und Wagensteigtal fehlen, da die Wälder dort Privat- oder Gemeindewald sind.

biss von Tannen ist auf den meisten Flächen ebenfalls stark oder extrem. Douglasie ist nur auf der Hälfte der Flächen auf denen sie in der Krautschicht vorkommt (n=7) stark verbissen. Im Zuge der Auswertung haben sich vier Verbisskategorien (Tab. 4) ergeben. Auf einigen Flächen ist der Wildverbiss so stark, dass die Eichenverjüngung (n=7, Überblick in Tab. 4), teilweise sogar die Bodenvegetation völlig fehlt (n=4). Belege für den starken Verbissdruck waren vor allem abgefressene Habichtskräuter und Hainsimsen. Auf 7 Flächen ist der Verbiss so stark, dass es keine Eichenverjüngung gibt (Abb. 9). Auf den 18 Flächen, die nicht in diese beiden Kategorien fallen, ist das Nadelholz stark verbissen. Auf 7 Flächen, auf denen andere Nadelbaumarten vorhanden sind, ist die Douglasie nicht verbissen (Tab. 4, Abb. 8). Es findet sich auf 20 % der Flächen Verjüngung, die nicht stark verbissen ist. Diese unverbissene Verjüngung besteht ausschließlich aus Douglasien.

Tab. 4: Verbisskategorien und Anzahl der Flächen (n = 36)

Verbiss (Kategorie)	Zahl der Flächen
Bodenvegetation fällt größtenteils aus, keine Verjüngung von Baumarten (4)	4
Eichenverjüngung fällt komplett aus (3)	7
Nadelholz und Laubholz stark verbissen, Eichenverjüngung vorhanden (2)	18
Douglasie nicht verbissen, andere Baumarten verbissen (1)	7

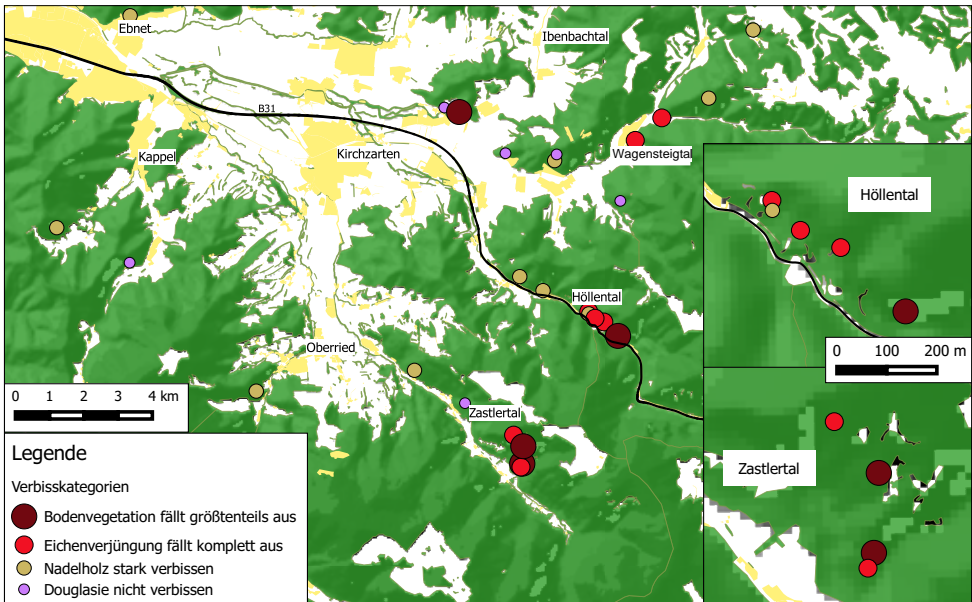


Abb. 8: Verbiss und Baumartenverjüngung in vier Klassen: 4 = Bodenvegetation fällt größtenteils aus, keine Verjüngung der Baumarten; 3 = Eichenverjüngung fällt aus; 2 = Nadelholz und Laubholz stark verbissen, Eichenverjüngung vorhanden; 1 = Douglasie nicht verbissen, andere Baumarten verbissen.

Auf 4 Aufnahmeflächen im Zastlertal war keine Baumverjüngung anzutreffen. Dies liegt teilweise an dem blockigen Standort, teilweise jedoch an dem extremen Verbiss. Zastler- wie Höllental sind Rückzugsorte für Wild, da es hier in dem schwer zugänglichen, teilweise sehr abgelegenen, felsigen und steilen Gelände kaum durch Jagd und Erholungssuchende gestört wird. Dieser starke Wildverbiss ist auch in den Biotopbeschreibungen vermerkt (ABEL & RIEDEL 2002, FVA 2016).

4.3 Naturnähe der Traubeneichenwälder

Aufgrund der geringen Wüchsigkeit, der oft schweren Zugänglichkeit und des geringen Holzvorrates sind heutzutage alle naturnahen Traubeneichenbestände für die forstliche Nutzung unattraktiv. Dennoch sind dort keine Naturwälder anzutreffen: Auf 17 Flächen gibt es eindeutige Zeichen für menschliche Eingriffe. Folgende Beobachtungen wurden gemacht:

- In vielen Beständen finden sich alte Kiefern, die sich nicht verjüngen. Sie wurden vor Jahrzehnten zu Zeiten des letzten Kahlhiebes gepflanzt, um einen Bestockungswandel einzuleiten (Abb. 3).
- Auf 13 Flächen sind Stockausschläge als Anzeichen für eine historische Nutzung vorhanden.
- Die Flächen mit Stockausschlag finden sich in den niedrigeren Bereichen des Untersuchungsgebiets, an Taleingängen und in Siedlungsnähe (Abb. 10). Die Flächen ohne erkennbare Anzeichen von Stockausschlag liegen mit durchschnittlich 685 m in der montanen Stufe. Oberhalb 700 m kommt kein Stockausschlag mehr vor. Im Zastler- und im Höllental kommen bis auf eine Ausnahme keine Flächen mit Anzeichen von Stockausschlag vor.
- Auf keiner Aufnahmefläche wurden Stubben gefunden. Es ist davon auszugehen, dass es auf keiner Fläche in den letzten 30 Jahren zu einer Nutzung kam.



Abb. 9: Verbissener Jungwuchs der Traubeneiche. Höllental, 30.5.2017. Foto: © A. Reif.

Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass auf allen Flächen irgendwann in der Menschheitsgeschichte ein Eingriff stattgefunden hat (DENZ 1994).

Naturschutzwert der Habichtskraut-Traubeneichenwälder

Die Habichtskraut-Traubeneichenwälder in Baden-Württemberg sind als Waldbiotope geschützt. Ihr hoher naturschutzfachlicher Wert verdankt sich folgenden Kriterien:

Seltenheit: Die bodensauren Traubeneichenwälder auf ihren kleinflächigen, azonalen Standorten im Westschwarzwald nehmen nur einen geringen Anteil der Waldfläche Baden-Württembergs ein. Traubeneichenwälder sind in fast allen Fällen von Natur aus lichte Wälder. Damit sind sie ein wichtiger Baustein der Gesamtkonzeption Waldnaturschutz von ForstBW, deren Ziel es ist, den Anteil dieser lichten Wälder zur Förderung von lichtliebenden Arten auf 15 % der gesamten Waldfläche Baden-Württembergs mit mindestens 10 % Lichtbaumarten zu erhöhen (SCHABER-SCHOOR 2015).

Naturnähe: Bodensaure Traubeneichenwälder beherbergen die einzigen Flächen, auf denen Traubeneichen im Schwarzwald natürlich vorkommen (DENZ 1994). Durch einen entsprechenden Schutzstatus als Bannwald oder Waldrefugium tragen sie dazu bei, den angestrebten Anteil von 5 % der deutschen Waldfläche aus der Bewirtschaftung zu nehmen und einer natürlichen Entwicklung zu überlassen (DEVENTER & BIRDORF 2016).

Habitattradition: Die felsigen Bereiche unterlagen nie einer landwirtschaftlichen Nutzung. Es ist anzunehmen, dass die Eichenpopulationen seit der nacheiszeitlichen Wärmezeit relictisch an diesen Standorten existieren.

Vielfalt: Auf ihren Standorten finden sich kleinflächig extreme Mikrohabitate, die oftmals unregelmäßige Wuchsform der Bäume beherbergt eine Vielzahl von Mikrohabitaten (MICHIELS 2015) und trägt zum Alt- und Totholzkonzept bei.

Konnektivität: Die azonalen Traubeneichenwälder sind kleinflächig in der Landschaft verteilt, damit Trittsteine im Biotopverbund innerhalb der Wirtschaftswälder.

Eigenart und Schönheit: Für den Menschen selbst haben die Traubeneichenwälder aufgrund ihrer abwechslungsreichen und bizarren Formen eine große ästhetische Bedeutung.

Gefährdung: Aufgrund ihrer geringen Produktivität und ihres Schutzstatus unterliegen diese Wälder heute keiner direkten Gefährdung. Indirekt wird sich jedoch die überall fehlende Verjüngung der Traubeneiche, dies in Verbindung mit dem Vorkommen einzelner junger Douglasien, auf ihre künftige Existenz auswirken. Douglasienanflüge werden bislang mancherorts durch die Forstverwaltung, teilweise durch „ehrenamtliche Naturschüt-

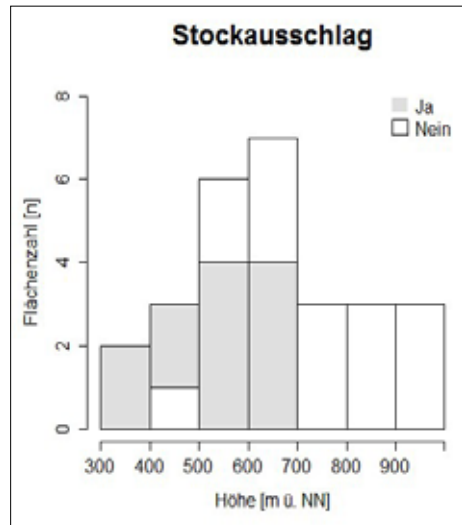


Abb. 10: Höhenverteilung der Aufnahmeflächen mit und ohne Stockausschlag.

zer ohne Mandat“ beseitigt. Zum Erhalt der Traubeneichenwälder sollte eine Prioritätenliste der Wälder für die Pflege im Hinblick auf konkret zu bearbeitende Flächen z.B. in den FFH-Gebieten erstellt werden (SCHABER-SCHOOR 2015).

Zusammenfassend kann man sagen, dass der Schutz der bodensauren Traubeneichenwälder auf mehreren Ebenen gleichzeitig verschiedene Naturschutzkonzeptionen Baden-Württemberg bedient: das Alt- und Totholzkonzept, die Gesamtkonzeption Waldnaturschutz (lichte Wälder; MICHIELS 2015), die „grüne Infrastruktur - Biotopverbund in Baden-Württemberg“ sowie „Waldbiotope - Erhalt seltener naturnaher Waldgesellschaften“ [53.12, 56.30] (KERNER & GEISEL 2013).

Zukunft der Eichenwälder

Bei Betrachtung der Baumartenverjüngung zeigt sich, dass Eichenverjüngung nur sehr selten über das Keimlingsstadium hinauswächst. Als Ursachen sind zu nennen (1) der hohe Verbissdruck, da in vielen dieser nicht felsigen Bestände durch Seitenlicht ausreichend Einstrahlung erfolgt. (2) Hinzu kommt in vielen Beständen das Auftreten von Douglasienverjüngung.

- (1) Es zeichnet sich ab, dass der Verbissdruck mit der Abgelegtheit der Flächen und schlechter begehbarem Gelände zu nimmt (Abb. 8). Abgelegene, steile, schroffe Flächen wie im Höllen- und Zastlertal sind am stärksten vom Wildverbiss betroffen. Je näher die Flächen am Stadtgebiet von Freiburg und Kirchzarten liegen, desto geringer wird der Verbissdruck, obwohl sich auf diesen Flächen immer noch keine gesicherte Eichenverjüngung etablieren kann.
- (2) Die erfolgreiche Verjüngung der Douglasie in mehreren Beständen der Traubeneiche zeigt, dass diese Baumart auf diesen warm-trockenen Silikatstandorten als invasiv zu bewerten ist (vgl. auch KNOERZER 1999). Auf weniger extremen Standorten, also im Bereich natürlicher Buchenwälder, verjüngt sich zwar die Douglasien sehr gut (BINDEWALD & MICHIELS 2016), würde aber langfristig durch die Buche verdrängt werden (BAUHUS & STEINMETZ 2016, BAUHUS et al. 2017).

In den Wäldern der Stadt Freiburg und des Landkreises Breisgau-Hochschwarzwald wurde bereits 1896 mit dem Anbau der Douglasie (*Pseudotsuga menziesii*) begonnen, ab 1912 großflächig als Wirtschaftsbaumart (KNOERZER & REIF 1996). Die Douglasie ist eine sehr wüchsige Halbschattbaumart und in Bezug auf ihren Zuwachs den heimischen Baumarten auf den meisten Standorten überlegen (KRISTÖFEL 2008). Auf trockenen Standorten gilt sie als ertragreiche Wirtschaftsbaumart (WEGMANN 2009) und wird bevorzugt dort gepflanzt. Allerdings grenzen gerade diese Standorte an naturnahe Traubeneichenbestände und gefährden deren Fortbestand. Sollten die jungen Douglasien dort zur gesicherten Verjüngung heranwachsen, was auf einigen Flächen der Fall ist, wird das dichte Kronendach der Douglasie irgendwann nur noch wenig Licht in den Bestand lassen und die Eichen verdrängen (vgl. NEOPHYTOU et al. 2014).

Da die Douglasie zunehmend und vor allem auch im Privatwald angebaut wird (BMEL 2014), weiterhin viele Bestände heranwachsen und künftig vermehrt Samen produzieren, ist damit zu rechnen, dass der Sameneinflug in die Traubeneichenwälder noch zunehmen wird. Wenn die Douglasienverjüngung nicht aktiv beseitigt wird und weiter heranwächst, wird sie mit der Zeit die Eiche verdrängen. Dies wäre auch bei der Ausweisung von Waldschutzgebieten zu beachten

(problematische Bannwaldausweisung Scheibenfelsen durch Körperschaftsforstdirektion und Forstdirektion Freiburg 2017), denn der aktuelle Biotopwert kann nur durch pflegende Eingriffe bewahrt werden (Abb. 11), beispielsweise als Schonwald.

Ausblick

Ein wirkungsvoller Schutz der Traubeneichenwälder erfordert daher:

- Einhaltung eines Abstandes von mindestens 300 Metern zwischen Douglasienbestand und lichtem Waldbiotop,
- Entfernung der jungen Douglasien durch Aushieb, wie dies etwa im vorderen Zastlertal geschehen ist. Dies ist im Prinzip keine Naturschutzmaßnahme, sondern Kompensationsmaßnahme für unerwünschte Folgen des Anbaus,
- Reduktion des Verbissdrucks, insbesondere durch Gemen.



Abb. 11: Durch Pflege herausgeschlagene Douglasienverjüngung aus dem Unterstand eines Traubeneichenwaldes. Vorderes Zastlertal, 28.4.2016. Foto: © A. Reif.

5. Literatur

- AAS, G. (1993): Taxonomical impact of morphological variation in *Quercus robur* and *Q. petraea*. A contribution to the hybrid controversy. - *Ann. For. Sci.* 50 (Supplement): 107-113. DOI: 10.1051/forest:19930709.
- AAS., G. (2000): Traubeneiche (*Quercus petraea*): Systematik, Morphologie und Ökologie. LWF Wissen 75: 6-12.
- ABEL, U., RIEDEL, P. (2002): Bannwald „Scheibenfelsen“. Forstbezirk Kirchzarten, forstliches Wuchsgebiet Schwarzwald, Einzelwuchsbezirk 310 „Westlicher Südschwarzwald“. Erläuterungen zur forstlichen Grundaufnahme 1998. Freiburger Forstliche Forschung 36.
- ARBEITSKREIS STANDORTSKARTIERUNG IN DER ARBEITSGEMEINSCHAFT FORSTEINRICHTUNG (2016): Forstliche Standortsaufnahme. 7. Auflage, IHW-Verlag, Eching.
- BARKMAN, J.J., DOING, H., SÉGAL, S. (1964): Kritische Bemerkungen und Vorschläge zur quantitativen Vegetationsanalyse, *Acta Botanica Neerlandica* 1: 394-419.
- BARSIG, M. (2002): Untersuchungen zur Vitalität von Eichen (*Quercus petraea* und *Q. robur*) anhand von makroskopischen, mikroskopischen, biochemischen und jahringanalytischen Parametern. Shaker, Aachen.
- BAUHUS, J., STEINMETZ, A. (2016): Naturverjüngung der Douglasie im Stadtwald Freiburg – invasiv? *AFZ – Der Wald* 08/2016: 25-28.
- BAUHUS J., BINDEWALD, A., MICHIELS H.-G. (2017): Waldbauliche Potenziale, Risiken und Invasivitätsbewertung der Douglasie. *AFZ-DerWald* 9/2017: 34-36.
- BINDEWALD, A., MICHIELS, H.-G. (2016): Quantifying invasiveness of Douglas fir on the basis of natural regeneration in south-western Germany. p. 330-343 in: KRUMM, F., VÍTKOVÁ, L.: Introduced tree species in European forests: opportunities and challenges, Chapter: 5.3. Publisher: European Forest Institute.

- BINDEWALD A., MIOCIC S., WEDLER A., BAUHUS J. (2021): Forest inventory-based assessments of the invasion risk of *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco and *Quercus rubra* L. in Germany. - European Journal of Forest Research. <https://doi.org/10.1007/s10342-021-01373-0>
- BMEL (BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN) (Hrsg.) (2014): Dritte Bundeswaldinventur (2012). https://bwi.info/;77Z1JI_L101of_2012 Zugriff 17.2.2019.
- BUFFO, J., FRITSCHEN, L.J., MURPHY, J.L. (1972): Direct solar radiation on various slopes from 0 to 60 degrees North latitude. - USDA Forest Service research paper, PNW-142 (Oregon Pacific Northwest Forest and Range Experiment Station, Portland).
- BURSCHEL, P., HUSS, J. (2003): Grundriß des Waldbaus. 487 S., Ulmer, Stuttgart.
- CHAKRABORTY T., SAHA S., REIF, A. (2013): Decrease in Available Soil Water Storage Capacity Reduces Vitality of Young Understorey European Beeches (*Fagus sylvatica* L.) – A Case Study from the Black Forest, Germany. - *Plants* 2, 676-698. doi:10.3390/plants2040676 <http://www.mdpi.com/2223-7747/2/4/676>
- CHAKRABORTY T, SAHA S, MATZARAKIS A, REIF A (2017): Influence of multiple biotic and abiotic factors on the crown die-back of European beech trees at their drought limit. – *Flora* 229: 58–70.
- COLAUTTI, R.I. (2004): Propagule pressure. A null model for biological invasions. Ottawa: National Library of Canada, Bibliothèque nationale du Canada (Canadian theses = Thèses canadiennes).
- DENZ, O. (1994): Natürliche Habichtskraut-Traubeneichenwälder bodensaurer Felsstandorte und ihre Vegetationskomplexe im Rheinischen Schiefergebirge und weiteren silikatischen Mittelgebirgen. *Dissertationes botanicae* 229. Cramer, Berlin.
- DEVENTER, K., BIBDORF, CH. (Hrsg.) (2016): Grüne Infrastruktur. Biotopverbund in Baden-Württemberg. Baden-Württemberg. Ministerium für Umwelt Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg. Stuttgart.
- DIERSCHKE, H. (1994): Pflanzensoziologie. Grundlagen und Methoden. Stuttgart: Ulmer.
- ELLENBERG, H.; LEUSCHNER, CH. (2010): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer, dynamischer und historischer Sicht, 6. Aufl. Stuttgart: Ulmer.
- FORSTBW (2014): Richtlinie landesweiter Waldentwicklungstypen. Stuttgart.
- FORSTBW (2016): Alt- und Totholzkonzept Baden-Württemberg. Stuttgart.
- FORSTBW (2019): Praxishilfe „Bewirtschaftungs- und Pflegemaßnahmen für Biotop im Wald“. 104 Seiten, Stuttgart.
- FORSTLICHE VERSUCHS- UND FORSCHUNGSANSTALT BADEN-WÜRTTEMBERG (FVA): Biotopbelege. Online verfügbar unter <http://www.fva-bw.de/monitoring/index9.html>, zuletzt geprüft am 17.2.18.
- FORSTLICHE VERSUCHS- UND FORSCHUNGSANSTALT BADEN-WÜRTTEMBERG (FVA) (2016): Waldbiotopkartierung. Online unter <http://www.fva-bw.de/indexjs.html?>, zuletzt geprüft am 17.2.18.
- FORSTLICHE VERSUCHS- UND FORSCHUNGSANSTALT BADEN-WÜRTTEMBERG (FVA) (2018): Web Map Service. Online verfügbar unter <http://www.fva-bw.de/forschung/woe/monitoring/geodaten.php>, zuletzt geprüft am 17.2.18.
- FRAHM, J.-P.; FREY, W. (2004): Moosflora. 4. Auflage. Ulmer, Stuttgart.
- GAUER, J., ALDINGER, E. (2005): Waldökologische Naturräume Deutschlands – Forstliche Wuchsgebiete und Wuchsbezirke – mit Karte 1 : 1.000.000. Mitt. Ver. Forstl. Standortkunde Forstpflanzenzüchtung 43: 324 S.
- GÖBWEIN, S.; LOBINGER, G. (2015): Waldschutzrelevante Organismen an der Traubeneiche. – LWF Wissen 75: 80-88.
- HOCHHARDT, W. (1996): Vegetationskundliche und faunistische Untersuchungen in den Niederwäldern des Mittleren Schwarzwaldes unter Berücksichtigung ihrer Bedeutung für den Arten- und Biotopschutz. – *Schr.-R. Inst. f. Landespflege Univ. Freiburg* 21: 251 S.
- HÜTTNER, R.; WIMMENAUER, W. (1967): Geologische Karte von Baden-Württemberg. Stuttgart,

Landesvermessungsamt Baden-Württemberg.

JÄGER, E.J.; MÜLLER, F.; RITZ, CH.; WELK, E.; WESCHE, K. (2017): Rothmaler – Exkursionsflora von Deutschland, Gefäßpflanzen: Atlasband. 13. Auflage. Berlin: Springer Spektrum.

KERNER, A.; GEISEL M. (2013): Waldbiotopkartierung Baden-Württemberg – Kartierhandbuch. Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg (FVA), Freiburg, 295 S.

KLEINSCHMIT, J.R.G.; KREMER, A.; ROLOFF, A. (1995): Sind Stiel- und Traubeneichen zwei getrennte Arten? - AFZ/Der Wald 50/1995: 1453-1456.

KNOERZER, D.; REIF A. (1996): Die Naturverjüngung der Douglasie im Bereich des Stadtwaldes von Freiburg. - AFZ/Der Wald 20/1996: 1117-1120.

KNOERZER, D. (1999): Zur Naturverjüngung der Douglasie im Schwarzwald. Inventur und Analyse von Umwelt- und Konkurrenzfaktoren sowie eine naturschutzfachliche Bewertung. Berlin [u.a.]: Cramer (Dissertationes Botanicae 306).

KÖRPERSCHAFTSFORSTDIREKTION UND FORSTDIREKTION FREIBURG (2017): Sammelverordnung der Körperschaftsforstdirektion Freiburg und der Forstdirektion Freiburg über die Bannwälder „Bahnhof“, „Scheibenfelsen“, Hügelheimer Rheinwald“. Online verfügbar unter http://www2.lubw.baden-wuerttemberg.de/public/abt2/dokablage/oac_73/vo/100049_100056_100071.pdf, zuletzt geprüft am 17.2.18.

KOWARIK, I.; RABITSCH, W. (2010): Biologische Invasionen. Neophyten und Neozoen in Mitteleuropa. 2. Auflage. Stuttgart: Ulmer.

KRAFT, G. (1884): Beiträge zu der Lehre von den Durchforstungen, Schlagstellungen und Lichtungshieben. Klindworth, Hannover.

KRAHL-URBAN, J. (1959): Die Eichen. Forstliche Monographie der Traubeneiche und der Stieleiche. Hamburg: Parey.

KRISTÖFEL, F. (2008): 120 Jahre ertragskundliche Versuche mit Douglasie. – BFW Praxisinformation 16: 14-16.

KÜSTER, H. (2013): Geschichte des Waldes. Von der Urzeit bis zur Gegenwart. 3. Aufl. München: Beck.

LANDESANSTALT FÜR UMWELT, MESSUNGEN UND NATURSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (LUBW) (2017): Naturraum Hochschwarzwald. <http://fachdokumente.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/92374/brief155.pdf>, zuletzt geprüft am 10.6.19.

LEYER I., WESCHE K. (2008): Multivariate Statistik in der Ökologie: Eine Einführung. 221 S., Springer, Berlin und Heidelberg.

LÜTH, M. (1990): Moosgesellschaften und Gesellschaftskomplexe auf Blockhalden im Südschwarzwald in der Umgebung Freiburgs. – Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. 58: 1-88, Karlsruhe.

MEYER, P.; UNKRIG, W.; STEFFENS, R.; WEVELL V. KRÜGER, A. (2006): Naturwälder in Niedersachsen – Schutz und Forschung. Band 1. Alfeld: Leinebergland Druck.

MICHIELS, H.-G. (1994): Standort und Vegetation ausgewählter Eichen-Naturwaldreservate in Bayern. – Schriftenreihe Naturwaldreservate in Bayern 3: 19-54.

MICHIELS, H.-G. (2014): Die Standorte der Traubeneiche. S. 60-75 in: LWF Wissen 75.

MICHIELS H.-G. (2015): Lichte Wälder – Warum sie uns wichtig sind. - AFZ/Der Wald 6/2015: 19-21.

MÖLDER A., BERNHARDT-RÖRMERMANN M., SCHMIDT W. (2009): Vielfältige Baumschicht-reichhaltige Verjüngung? Zur Naturverjüngung von artenreichen Laubwäldern im Nationalpark Hainich. – AFJZ 180: 49-60.

NEOPHYTOU, CH., FUSSI, B., KONNERT, M., LUCKAS, M. (2014): Traubeneiche und Stieleiche - zwei ungleiche Schwestern. – S. 14-20 in: Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF), Bayerische Forstverwaltung, Zentrum Wald – Forst – Holz, Weißenstephan (Hrsg): LWF Wissen: Berichte aus der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft.

OBERDORFER, E. (1992): Süddeutsche Pflanzengesellschaften; Teil IV: Wälder und Gebüsche. Text-

band. Jena: Fischer.

OBERDORFER, E.; MÜLLER, TH.; KORNECK, D. (2001): Pflanzensoziologische Exkursionsflora. 8. Aufl. Stuttgart: Ulmer.

OSTERMANN R. (2002): Die Niederwälder am Fuß der Ostvogesen (Elsass/Frankreich) – eine kulturgeografische und vegetationskundliche Analyse. – Schriftenreihe Freiburger Forstliche Forschung 21: 180

PALLAS, J. (1996): Beitrag zur Syntaxonomie und Nomenklatur der bodensauren Eichenmischwälder in Mitteleuropa. – Phytocoenologia 26 (1): 1-79.

POTT, R. (1995): Die Pflanzengesellschaften Deutschlands. 2. Aufl., Stuttgart: Ulmer.

QGIS Development Team (2009): TeamQGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation. Online verfügbar unter <http://qgis.osgeo.org>.

R Core Team (2015): R. A Language and Environment for Statistical Computing. Version 3.2.0. Wien: R Foundation for Statistical Computing.

RITTERSHOFER, F. (1994): Waldpflege und Waldbau für Studierende und Praktiker. Freising: Rittershofer.

SAYER, U. (2000): Die Ökologie der Flaumeiche (*Quercus pubescens* Willd.) und ihrer Hybriden auf Kalkstandorten an ihrer nördlichen Arealgrenze. Untersuchungen zu Boden, Klima und Vegetation. – Diss. Bot. 340, 198 S. Cramer, Stuttgart.

SAYER, U. (2003): Die Ökologie der Flaumeiche (*Quercus pubescens* Willd.) und ihrer Hybriden auf Kalkstandorten an ihrer nördlichen Arealgrenze - Untersuchungen zu Boden, Klima und Vegetation. – Mitt. Dtsch. Dendrol. Ges. 88: 61-76

SCHABER-SCHOOR, G. (Hrsg.) (2015): Die Gesamtkonzeption Waldnaturschutz ForstBW. Mit den Waldnaturschutzziele 2020. Stand Juni 2015. Stuttgart: ForstBW (ForstBW Praxis).

SCHMIDT, M.; KRIEBITZSCH, W.-U.; EWALD, J. (2011): Waldartenlisten der Farn- und Blütenpflanzen, Moose und Flechten Deutschlands. BfN-Skript 299: 111 S.

SCHRÖDER, J. (2015): Zum Einfluss der Witterung auf Wuchsverhalten und Vitalität der Traubeneiche (*Quercus petraea* [Matt.] Liebl.). – Forstwissenschaftliche Beiträge Tharandt 34: 276 S.

SEEMANN D., HERRMANN D., FISCHER R., FRICK T. (2005): Beurteilung des Kronenzustandes von Eichen im Winter anhand des Feinreißigs. In: Differentialdiagnostische Untersuchungen zu Eichenbeständen in Baden-Württemberg. Berichte Freiburger Forstliche Forschung, H. 61, 17-36.

SUCK, R.; BUSHART, M.; HOFMANN, G.; SCHRÖDER, L. (2014): Karte der potentiellen natürlichen Vegetation Deutschlands. Grundeinheiten. BfN-Skripten 348: 499 S.

TSCHOPE, T.; HOLDEREGGER, R.; BOLLMANN, K. (2014): Auswirkungen der Douglasie auf die Waldbiodiversität. Eine Literaturübersicht. WSL Berichte 20: 9-15.

VAN DER MAAREL E. (2007): Transformation of cover-abundance values for appropriate numerical treatment - Alternatives to the proposals by Podani. J. Veg. Sci 18: 767-770.

WALENTOWSKI, H.; KUDERNATSCH, TH.; FISCHER, A.; EWALD, J. (2014): Naturwaldreservatsforschung in Bayern. Auswertung von Vegetationsdaten zur waldökologischen Dauerbeobachtung. Tuexenia 34: 89-106

WEGMANN, E. (2009): Die Bedeutung der Wasserversorgung für das Gedeihen der Waldbäume. In: Zürcher Wald 2/2009, S. 49-51.

WIMMENAUER, W.; SCHREINER, A. (1999): Hinterarten. Erläuterungen. Freiburg i. Br. Geologische Karte von Baden-Württemberg, Bundesrepublik Deutschland / hrsg. vom Geologischen Landesamt Baden-Württemberg: MTB 8014.

Online-Quellen

[www.bwi.info\[1\]](http://www.bwi.info[1]) (2014): Dritte Bundeswaldinventur - Ergebnisdatenbank. Online verfügbar unter [https://bwi.info/inhalt/1.3.aspx?Text=1.04%20Baumartengruppe%20\(rechnerischer%20Reinbestand\)&prRolle=public&prInv=BWI2012&prKapitel=1.04](https://bwi.info/inhalt/1.3.aspx?Text=1.04%20Baumartengruppe%20(rechnerischer%20Reinbestand)&prRolle=public&prInv=BWI2012&prKapitel=1.04).

Tab. I: Vegetation der Habichtskraut-Traubeneichenwälder (Hieracio-Quercetum petraeae), SW-Schwarzwald:
 1-13: Ausbildung mit Wiesen-Wachtelweizen (*Melampyrum pratense*); 14-23 : Ausbildung mit Heidelbeere (*Vaccinium myrtillus*); 24-26: Ausbildung mit Wald-Reitgras (*Calamagrostis arundinacea*); 27-36: Artenarme Ausbildung. – Abkürzungen: Hangposition: OH = Oberhang, MH = Mittelhang, UH = Unterhang; Geländetyp: H = Hang, F = Fels, R = Rücken; Verbiss: 0 = kein, 1 = wenig, 2 = mittel, 3 = stark, 4= extrem; Feinreißig, Totholz: v = viel, m=mittel, w=wenig; Kraftsche Klasse: VH = Vorherrschend, H = Herrschend, MH = Mitherrschend, B = Beherrscht; Kronenlänge: LK =

Laufende Nummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Bearbeitungsnummer im Gelände ID	17	2	28	19	27	3	1	6	9	29	26	20	18	25	5
Biotopname	N Falkensteig	N Ebnat	N Buchenbach	NO Buchenbach	N Buchenbach	Eichenwald O Burg a. W.	Kartäuserstraße	Burgwald Wiesneck	Hangwald Kappeler Tal	N Diezendorf	SO Eichkopf	N Diezendorf	N Falkensteig	Vorderes Zastertal	O Falkenhof
Numerisch klassifizierte Clustergruppe															
Geländeparameter															
Höhe über NN [m]	573	326	586	525	533	439	363	479	565	625	671	586	535	612	491
Exposition	ssw	sw	s	ssw	s	sw	s	s	s	sw	se	sw	s	ssw	sw
Inklination [°]	37	25	37	0	30	25	40	35	40	30	30	40	40	33	37
Hangposition	MH	OH	UH	MH	MH	OH	MH	MH	OH	MH	MH	MH	MH	MH	OH
Geländetyp	H	R	H-F	R	H-R	R	H	H	R-H	H	H	H-R	H-R	H	H
Verbiss															
Verbiss <i>Quercus petraea</i>	2	2	2	2	2	2	2	2	1	.	2	.	.	2	.
Verbiss <i>Fagus sylvatica</i>	.	2	2	2	2	2	.	2	2	2	.	2	2	2	2
Verbiss <i>Picea abies</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Verbiss <i>Pseudotsuga menziesii</i>	2	3	0	.	3	0	0	0	0	0	3	0	2	3	4
Verbiss <i>Abies alba</i>	.	.	2	.	3	0	.	3	.	1	1	1	.	2	3
Verbisskategorie	2	2	1	4	2	1	1	1	1	1	2	1	2	2	3
Bodenparameter															
Totholzdeckung Boden [%]	8	5	2	2	2	1	2	0	0	2	2	2	10	5	3
Offener Mineralboden [%]	10	0	20	0	0	2	60	5	30	10	2	2	10	40	15
Bodentiefe (durchschnitt) [cm]	20	15	27	0	34	30	50	0	30	72	45	0	45	0	7
Bodenart	Uls	Us	Us	S	Us	Us	Uls	Us	Us	Us	Uls	S	Us	Us	Us
Bodenskelettanteil [%]	30	30	10	.	40	20	25	30	30	10	40	.	40	10	5
Steindeckung [%]	20	5	30	50	30	5	10	5	30	2	60	5	5	10	5
Laubdeckung [%]	7.5	60	20	50	90	30	10	80	40	30	70	5	50	50	50
Streuächtigkeit [cm]	5	3	5	7.5	5	2	1	5	10	7.5	7.5	2	5	15	7
Bestandesparameter															
Deckung Baumschicht (%)	90	2	70	90	95	90	90	95	100	85	95	95	60	80	90
Deckung Strauchschicht (%)	5	5	10	10	30	20	5	30	5	2	5	2	5	5	5
Deckung Krautschicht (%)	10	25	40	5	15	50	50	40	10	35	20	5	10	20	90
Deckung Moosschicht (%)	30	30	5	3	0	40	10	5	0	40	0	90	30	3	8
Eiche: Kraftsche Klasse	H	B	H	H	H	MH	VH	H	H	H	H	H	H	H	H
Eiche: Kronenlänge	LK	MK	LK	MK	KK	MK	KK	KK	LK	KK	LK	KK	KK	LK	KK
Eiche: Feinreißiganteil der Krone	v	w	v	m	m	m	m	m	w	v	m	w	m	w	m
Eiche: Kronentotholz	w	w	w	w	w	w	v	w	m	w	m	m	w	w	m
Schichtung	ZS	ES	ZS	ES	ES	ES	ES	ZS	ZS	ZS	ZS	ES	ZS	ZS	ES
Stockausschlag erkennbar	N	N	J	N	N	J	J	J	J	N	N	N	N	N	N
Kronenschlussgrad	LO	R	R	LO	GS	GS	GS	LO	LO	LO	GS	GS	LI	LO	LO
Abstände															
zu Douglasienbeständen [m]	106	340					245		116		40		30	0	
zu Siedlungsflächen [m]	203	0	405	305	242	80	65	96	474	1320	2643	1305	60	193	0
Indikatoren Sekundärstandort										S			S		S
Zeigerwerte Ellenberg ungewichtet															
L	5.8	5.5	5.1	6.0	5.6	5.2	4.8	4.8	5.5	5.9	4.9	5.6	5.4	5.1	6.0
T	5.5	5.8	5.0	5.5	5.6	5.8	5.3	5.0	5.4	5.4	5.3	5.2	6.0	4.8	5.0
F	4.4	4.5	4.5	4.3	4.4	4.3	4.6	4.8	4.2	4.0	4.7	4.5	4.5	5.0	-
R	3.7	2.6	3.0	3.3	2.8	2.2	4.6	4.8	2.6	2.8	3.5	3.0	2.3	2.5	-
N	1.7	-	3.8	5.3	6.3	4.3	3.7	2.0	3.8	-	3.7	3.0	4.1	3.5	2.8

langkronig, MK = mittelkronig, KK = kurzkronig; Verbisskategorien (abfallende Intensität): Douglasie nicht verbissen, andere Baumarten verbissen = 1; Nadelholz und Laubholz stark verbissen, Eichenverjüngung vorhanden = 2; Nadelholz stark verbissen, Eichenverjüngung fehlt = 3; Bodenvegetation fällt größtenteils aus, keine Verjüngung von Baumarten = 4; Schichtung: ES = einschichtig, ZS = zweischichtig; Stockausschlag: J = Ja, N = Nein; Kronenschlussgrad: GS = geschlossen, LO = locker, LI = licht, R = räumig; Bestandesphase: OP = Optimalphase, VP = Verjüngungsphase, ZP = Zerfallphase.

16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
30	31	8	57	37	61	46	44	47	43	45	4	55	56	60	62	76	75	74	72	73
Kreuzstein SW Oberried	N Herrenbach	O Rombachhof	Spizendobel	Schlossfelsen Zastertal	Bannwald "Scheibelfelsen"	Felsen beim Hirschsprung	Felsen beim Hirschsprung	Felsen beim Hirschsprung	Felsen beim Hirschsprung	Felsen beim Hirschsprung	Saurer EW N Burg a. W.	Spizendobel	Spizendobel	Scheibelfelsen	Bannwald "Scheibelfelsen"	Bannwald "Scheibelfelsen"	Bannwald "Scheibelfelsen"	Bannwald "Scheibelfelsen"	Bannwald "Scheibelfelsen"	Bannwald "Scheibelfelsen"
621	655	501	770	698	800	612	640	588	636	592	448	617	700	837	833	973	952	948	774	889
se	s	sw	sw	sw	s	sw	s	sw	ssw	s	s	sw	sse	s	s	s	sw	sw	sw	sw
40	33	38	30	50	0-30	35	35	40	40	38	35	33	37	25	40	40	40	40	30	25
MH	MH	UH	MH	MH	OH	MH	MH	MH	OH	OH	MH	OH	MH	MH	MH	MH	MH	MH	OH	MH
H-R	H	H-F	H	H	F	H	H	H	F	F-R	H	R-F	H	R	H-R	H	H	H-F	H	H
1	1	.	.	1	.	.	.	.	.	.	2	.	2	.	.	.	.	.	.	.
1	1	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
0	0	.	.	2	1	.	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
1	2	.	.	0	2	.	0	.	.	1	.	2	.	.	2	.	.	.	.	.
.	2	4	1	.	.	.	.	1	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
2	2	3	2	1	3	3	3	2	4	3	4	2	3	4	4	3	4	4	4	4
3	3	2	3	0	0	0	3	2	5	0	0	2	3	3	2	5	5	2	5	5
5	5	5	5	20	10	10	10	15	30	40	5	0	0	0	20	35	80	60	0	10
38	100	15	8	40	6	21	18	60	7.5	5	46	0	0	20	20	23	50	0	0	0
Us	Us	Us	S	Us	S	Us	Us	Us	S	Us	Us	S	S	S	Us	Us	Uls	S	S	S
10	20	30	.	20	.	10	35	10	.	30	20	.	.	.	10	35	40	.	.	.
5	2	2	30	20	30	20	10	40	20	60	5	100	100	80	60	15	30	100	100	90
40	70	80	10	50	3	0	60	0	0	5	85	40	50	5	5	0	5	5	5	20
7.5	5	5	2	3	1	0	3	0	0	2	5	5	10	3	1	1	0	1	2	2
80	95	90	90	80	60	80	95	90	90	95	70	95	95	95	90	95	95	90	90	95
5	5	3	3	5	10	5	0	2	0	2	5	3	0	0	0	0	0	0	0	0
80	90	80	60	60	60	80	40	30	15	25	5	15	5	10	8	4	1	3	0	0
10	5	20	10	0	0	5	20	10	20	5	85	0	0	0	5	1	0	0	0	0
H	H	H	H	H	H	H	H	MH	H	B	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
LK	KK	MK	LK	KK	LK	LK	LK	LK	LK	LK	KK	LK	KK	KK	KK	LK	LK	LK	LK	MK
m	w	m	w	m	w	v	m	m	m	v	m	m	w	m	w	v	m	v	w	m
w	m	w	v	w	v	w	m	m	w	m	w	m	m	w	m	m	v	w	w	w
ZS	ZS	ZS	ES	ES	ES	ZS	ES	ES	ES	ES	ES	ES	ES	ES	ZS	ZS	ZS	ZS	ZS	ZS
J	N	J	N	J	J	N	J	J	N	N	J	N	J	J	J	N	N	N	N	N
LO	GS	LO	GS	LO	LI	LO	GS	GS	LO	GS	LO	GS	GS	GS	LO	GS	GS	LO	GS	GS
240	1199	452	1775	292	440	457	250	264	418	263	324	1301	1480	511	511	970	920	871	412	282
5.3	5.1	5.0	5.4	5.8	5.8	7.3	5.7	5.7	6.8	6.8	5.6	5.2	6.3	-	-	6.5	5.3	6.5	6.3	4.0
5.0	5.3	5.7	5.2	4.5	4.5	4.7	4.8	4.8	4.4	4.4	5.5	5.0	5.5	-	-	3.5	-	5.0	-	-
4.5	5.0	4.5	4.5	5.0	5.0	3.0	-	-	-	3.3	5.0	4.5	4.5	-	-	3.0	-	4.0	-	-
1.8	1.3	1.5	2.6	1.3	1.3	1.5	-	-	-	1.9	1.7	3.0	4.5	-	-	1.5	-	2.0	-	-
6.7	6.4	4.8	3.3	3.7	3.0	3.2	2.3	3.1	4.8	3.1	3.3	2.3	5.8	2.3	-	2.5	-	5.5	-	-

Forts. Von Tab. I: Laufende Nummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Baumschicht																
Quercus petraea B	5	r	3	5	5	5	5	5	5	4	5	5	3	4	5	
Fagus sylvatica B	.	.	+	r	.	.	.	+	.	2b	.	r	r	2a	.	
Pseudotsuga menziesii B	.	.	2a	.	.	.	.	.	3	.	r	.	.	(4)	.
Picea abies B	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Pinus sylvestris B	.	.	.	.	.	2a	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Acer pseudoplatanus B	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Strauchschicht																
Pseudotsuga menziesii S	r	.	2a	.	+	+	r	+	2a	.	+	.	.	+	+	
Fagus sylvatica S	r	r+	r	.	.	+	.	+	.	r	.	.	+	.	+	
Abies alba S	.	.	.	2a	2b	+	.	1	.	.	.	r	.	.	.	
Quercus petraea S	+	+	r	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	2a
Picea abies S	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.
Pinus sylvestris S	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	r
Sorbus aucuparia S	.	.	.	.	.	.	2m	.	.	.	.	.	.	.	.
Amelanchier ovalis S	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
D1 Melampyrum pratense-Ausbildung																
Fagus sylvatica K	.	+	.	+	2m	1	r+	1	+	1	.	1	+	+	2m	
Melampyrum pratense	.	1	2m	.	+	1	1	.	.	2m	+	+	.	.	2m	
Quercus petraea K	2m	1	2m	+	2a	2m	2m	2m	+	+	+	.	.	r	.	
Hieracium murorum	1	1	2m	2m	.	1	1	.	1	1	1	+	2a	.	+	
Hieracium glaucinum	1	1	.	r	.	1	1	.	1	1	1	.	2a	.	+	
Anthoxanthum odoratum	.	.	.	2m	+	.	+	.	.	+	2m	.	.	.	.
Hieracium umbellatum	.	.	1	.	.	.	1	.	1	2m	.	.	.	.	.
Prenanthes purpurea	+	.	+	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Polypodium vulgare	.	1	.	.	.	+	2m	r	.	.	.	.	.	.	.
D Vaccinium myrtillus-Ausbildung																
Vaccinium myrtillus	2m	2m
Calluna vulgaris	+	+	.	.	.	.	.	.	1	2m	.	1	2m	2m	1
D Calamagrostis arundinacea-Ausbildung																
Calamagrostis arundinacea	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Festuca ovina agg.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Silene rupestris	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Luzula sylvatica	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Begleiter																
Deschampsia flexuosa	2m	2a	2a	1	1	2m	3	2m	2m	2m	2a	2m	2m	1	2m	
Luzula luzuloides	2m	+	2a	+	.	2b	.	2m	2m	2a	2a	2m	2a	1	2m	
Pseudotsuga menziesii K	+	+	.	.	1	1	+	+	1	1	2a	+	+	+	2m	
Teucrium scordonia	.	1	2m	2m	1	1	1	1	+	.	+	+	.	.	.	
Abies alba K	.	.	+	+	2a	1	.	2m	.	1	+	r	.	r	+	
Picea abies K	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Genista pilosa	.	.	.	.	.	+	+	.	1	.	.	.	.	.	.
Genista sagittalis	.	.	.	.	.	.	.	.	1	r	.	+	.	.	.
Silene nutans	.	.	.	.	.	r	2m	.	.	.	.	.	.	.	.
Sorbus aucuparia	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Sorbus aria	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Pinus sylvestris K	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Anthericum illiogo	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
Moose																
Polytrichum formosum	3	2b	1	1	.	2m	2a	2m	.	2b	.	4	2b	1	2m	
Dicranum scoparium	2b	.	1	1	.	.	1	.	.	1	.	2b	1	1	1	
Pleurozium schreberi	1	2a	.	.	.	1	1	1	.	2b	.	.	.	.	1
Hypnum cupressiforme	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Hylacomium splendens	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	.	.
Pseudoscleropodium purum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mitteilungen des Badischen Landesvereins für Naturkunde und Naturschutz e.V. Freiburg i. Br.](#)

Jahr/Year: 2021

Band/Volume: [NF_23](#)

Autor(en)/Author(s): Hys Gregor, Reif Albert

Artikel/Article: [Naturnahe Traubeneichenbestände auf Silikat im Westschwarzwald: Standort, Vegetation, Gehölzverjüngung 41-72](#)