

Die Wälder des Nordschwarzwaldes

Standorte, natürliche Vegetation und anthropogene Veränderung*

The Forests of the Northern Black Forest, SW-Germany

Ecological site conditions, natural vegetation and anthropogenic change

THOMAS LUDEMANN

Abstract

In view of the designation of the first National Park of the state of Baden-Württemberg in the Northern Black Forest, we wanted to examine (1) how natural unmanaged forests of this region would look like, and in particular, which tree species compositions would be characteristic of the different ecological site conditions on a local scale, (2) to what extent and how the forests have been influenced and changed by human activities and (3) how close to nature the recent forest stands are. To answer these questions, we have evaluated results of vegetation ecology as well as vegetation history, e.g. palynological studies, macrofossil analyses and written sources. The (re)construction of the local natural tree species composition has been related to the results of the Baden-Württemberg system of forest site classification and mapping. This kind of ecological information about the current site conditions is available in high spatial resolution for nearly the whole area studied. Moreover, the site specific competitive capacity of the most important tree species of the region, European beech (*Fagus sylvatica*), silver fir (*Abies alba*) and Norway spruce (*Picea abies*), was evaluated. It has become obvious that the distribution of Norway spruce was not only

driven by human activities, both agricultural landuse practices and forest management, but also by natural drivers. After the last ice age a slow longterm natural recolonisation process of this tree species is discernible. This natural process lasted over millenia and probably has not yet been finished. In the course of vegetation and land-use history, the significance of natural and anthropogenic factors and processes changed fundamentally. However, it often seems impossible to reliably distinguish between natural and human impact and to spatiotemporally quantify their effects on tree species competition and composition. Nevertheless, under today's conditions, spruce has a similar or even larger competitive capacity than beech or fir at many sites of the Northern Black Forest. In the future the predicted climate change will change the competitive relations in mix forests once more. In particular, fir could profit from such a longterm forest dynamic driven by climate, while spruce will do worse.

Keywords: human impact, natural tree species composition, Northern Black Forest, pollen analysis, site ecology, Southwest Germany, vegetation history

Zusammenfassung

Mit Blick auf die Ausweisung des ersten baden-württembergischen Nationalparks im Nord-Schwarzwald, wollten wir wissen, (1) wie natürliche, unbewirtschaftete Wälder dieser Region aussehen würden, insbesondere durch welche Baumarten sie unter den verschiedenen lokalen Standortsbedingungen charakterisieren wären, (2) in welchem Ausmaß und wie die heutigen Wälder durch den Menschen beeinflusst und verändert wurden und (3) wie naturnah die heutigen Waldbestände sind. Dazu haben wir Ergebnisse der Vegetations- und Standortsökologie ausgewertet ebenso wie der Vegetationsgeschichte, zum Beispiel pollen- und großrestandanalytische Untersuchungen sowie schriftliche Quellen. Die (Re)Konstruktion der lokalen natürlichen Baumartenzusammensetzungen wurde in Beziehung gesetzt zu den Ergebnissen der forstlichen Standortsklassifizierung und -kartierung. Diese ökologischen Informationen über die aktuellen Standortsbedingungen

sind in hoher räumlicher Auflösung für annähernd die gesamte Untersuchungsgebietsfläche verfügbar. Darüber hinaus wurde die Konkurrenzkraft der wichtigsten Baumarten der Region, Rotbuche (*Fagus sylvatica*), Weißtanne (*Abies alba*) und Fichte (*Picea abies*) behandelt. Es zeigt sich, dass die Ausbreitung der Fichte nicht nur durch Aktivitäten des Mensch, sowohl durch land- als auch forstwirtschaftliche, gesteuert wurde, sondern auch durch natürliche Vorgänge. Nach der letzten Eiszeit ist ein langsamer, langfristiger Wiederbesiedlungsprozess klar erkennbar. Dieser natürliche Ausbreitungsprozess vollzog sich über Jahrtausende und wäre wahrscheinlich bis heute noch nicht abgeschlossen. Im Verlaufe der Vegetations- und Siedlungsgeschichte hat sich die Bedeutung der natürlichen und anthropogenen Faktoren und Prozesse fundamental verändert, insbesondere ihr qualitativer und quantitativer Beitrag zur Veränderung der Konkurrenzverhältnisse und der Zusammensetzung der

*Zusammenfassende schriftliche Fassung eines Vortrags, der vom Autor bei der VFS-Tagung am 10. Oktober 2013 in Baiersbronn gehalten wurde und dem entsprechende Ausführungen im Gutachten zur Errichtung eines Nationalparks im Nordschwarzwald zugrundeliegen.

Baumarten. Allerdings erscheint es häufig unmöglich zwischen natürlichem und anthropogenem Einfluss zuverlässig zu unterscheiden und dies raumzeitlich zu quantifizieren. Nichtsdestoweniger zeigt die Fichte unter den heutigen Bedingungen an vielen Standorten des Nordschwarzwaldes eine ähnliche oder gar größere Konkurrenzskraft als Buche und/oder Tanne. Zukünftig wird der prognostizierte Klimawandel die Konkurrenzverhältnisse in Mischwäldern abermals verändern. Von einer entsprechenden klimagesteuerten Waldentwicklung wird insbesondere die Fichte stark betroffen sein, während die Tanne davon profitieren könnte.

1 Einführung

Eine zentrale Frage im Hinblick auf den jüngst ausgewiesenen Nationalpark Schwarzwald war und bleibt: Wie wird sich der Wald in Zukunft entwickeln? Ausgangspunkt der zukünftigen Entwicklung der Waldbestände im Nordschwarzwald, insbesondere auch im Nationalpark und damit auch für die Beantwortung dieser Frage, sind die heutigen regionalen und lokalen Standorts- und Vegetationsverhältnisse. Sowohl bei einer weiterhin gelenkten als auch bei einer un gelenkten natürlichen Waldentwicklung geben sie die aktuellen Ausgangsbedingungen vor und bestimmen sehr weitgehend den zukünftigen Entwicklungsrahmen. Um diesen Ausgangspunkt fachlich verstehen und seine Natürlichkeit sowie Effekte anthropogener Veränderungen einschätzen und bewerten zu können, ist wiederum der Blick in die Vergangenheit unerlässlich. So können Aussagen zur möglichen zukünftigen Waldentwicklung und zur Naturnähe der Waldbestände nur unter Einbeziehung und auf der Grundlage von wald- und forstgeschichtlichen Erkenntnissen getroffen werden, als zweitem fachlichem Standbein neben dem aktuellen standortkundlichen und waldökologischen Wissen. Dabei sollte der Betrachtungszeitraum zurückreichen in eine Zeit, in der der Mensch noch nicht wesentlich in die natürlich ablaufenden walddynamischen Prozesse eingegriffen hatte. Diesbezüglich sind wir im Nordschwarzwald in der günstigen Lage, dass sowohl wertvolle frühe vegetationsgeschichtliche Arbeiten aus dem Gebiet vorliegen, als auch gerade in jüngster Zeit neue ergänzende und vertiefende Untersuchungen mit den modernen wissenschaftlichen Methoden durchgeführt wurden, die die zentralen Bereiche des Nordschwarzwaldes und insbesondere auch des Nationalparkes unmittelbar betreffen und die bereits vorliegenden Erkenntnisse besser absichern und erweitern. Hinzu kommen forstgeschichtliche Arbeiten, die bereits vor fast 50 Jahren jenen Fragestellungen nachgegangen sind, die bei der Beurteilung der heutigen Waldverhältnisse eine wichtige Rolle spielen: die Fragen nach den natürlichen standortspezifischen Baumartenzusammensetzungen und deren Veränderung durch den Menschen, insbesondere nach Ausmaß und zeitlichem Verlauf einerseits der natürlichen, andererseits der anthropogenen Fichtenausbreitung, Fragen, die auch wir aus aktuellem Anlass weiterverfolgt haben.

Schlüsselworte: Anthropogener Einfluss, natürliche Baumartenzusammensetzung, Nordschwarzwald, Pollenanalyse, Standortsökologie, Südwestdeutschland, Vegetationsgeschichte

Kontaktdaten des Autors:

PD Dr. Thomas Ludemann, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Fakultät für Biologie, Abteilung Geobotanik, Schänzlestraße 1, D-79104 Freiburg; thomas.ludemann@biologie.uni-freiburg.de

2 Quellen, Methoden und Herleitung

Grundlage für die Bewertung der Natürlichkeit der heutigen Waldbestände und für die Beurteilung der zukünftigen Waldentwicklung bilden vegetationsgeschichtliche und waldökologische Forschungsergebnisse. Diese wurden insbesondere mit pollenanalytischen Methoden, aber auch mit historisch-forstgeschichtlichen sowie naturwissenschaftlich-rezentökologischen Untersuchungsansätzen gewonnen. Davon werden im Folgenden zunächst allgemeine standortkundliche (Kap. 3) sowie wesentliche vegetationskundlich-vegetationsgeschichtliche Gesichtspunkte (Kap. 4) zusammengestellt. Die aufgezeigten natürlichen und historischen Bedingungen für die Entstehung und Erhaltung der heutigen Waldbestände werden dann in Kapitel 5 mit den aktuellen Standortverhältnissen verknüpft, indem aus der forstwissenschaftlich-standortkundlichen Klassifizierung, aus den lokalen Standortswäldern, potentielle natürliche Baumartenanteile gebiets- und standortsspezifisch abgeleitet werden, ergänzt durch Aussagen zu den aktuellen und zukünftigen Konkurrenzverhältnissen unter den Hauptbaumarten.

Dazu wurde die flächendeckend vorliegende und freundlicherweise von der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg zur Verfügung gestellte Standortskartierung ausgewertet. Bezugsfläche dieser Auswertung ist der ursprüngliche Suchraum, der für die mögliche Errichtung eines Nationalparks im Nordschwarzwald vom Ministerium für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz des Landes Baden-Württemberg abgestimmt und vorgegeben wurde. Der Bezugsraum deckt sich also nicht mit dem inzwischen festgelegten Nationalparkgebiet und geht vor allem im Nordosten mit dem Gebiet Kaltenbronn weit über die nun ausgewiesene Fläche hinaus (Abb. 1). In die folgenden Betrachtungen werden darüber hinaus auch die umliegenden Gebiete einbezogen, in die der detaillierter analysierte, dreigeteilte Suchraum eingebettet ist und mit denen er in vielfältiger Beziehung steht, im Ganzen beziehungsweise auf die drei Hauptnaturräume des Nordschwarzwaldes (vgl. Kap. 3). Das konkrete methodische Vorgehen bei der Auswertung der Standortskartierung und der Standortswälder wird in Kap. 5.2 genauer erläutert, zusammen mit den erzielten Ergebnissen.

3 Naturräumliche Rahmenbedingungen, standortsökologische Grundlagen

Der Nordschwarzwald lässt sich in drei naturräumliche Einheiten gliedern (LFU 1992; MEYNEN u. SCHMITHÜSEN 1956), die sich vor allem in Relief, Höhenlage, Geologie und Pedologie unterscheiden (Abb. 1 u. 2):

- Der steile, stark zertalte, rhenanische Westabfall zum Oberrheingraben hin bildet den Nördlichen Talschwarzwald (Einheit 152), der als Ausgangsgesteine überwiegend Granite und Gneise aufweist.
- Die zentralen Gebiete werden in der Einheit 151, Grindenschwarzwald und Enzhöhen zusammengefasst, während die Ostabdachung von den Schwarzwald-Randplatten (Einheit 150) geprägt wird. Die genannten zentralen und östlichen Gebiete (Einheiten 150 u. 151) liegen im Buntsandstein und weisen überwiegend ein sanfteres, geomorphologisch älteres Relief auf, das vom Donausystem ausgestaltet wurde. Die (inzwischen rhenanischen) Täler haben sich hier allerdings zum Teil bis ins Grundgebirge eingetieft. Heutzutage entwässert der gesamte Nordschwarzwald zum Rhein hin.

Nach Westen fällt der Hauptkamm etwa 1000 Höhenmeter zum Rheintal hin ab. Im Vergleich zum Südschwarzwald war der Nordschwarzwald während der letzten Eiszeit in viel geringerem Maße vergletschert, wurde aber in besonders starkem Maße periglazial überformt. Als höchst markanter glazialer Formenschatz tragen zur kleinräumigen, kleinstandörtlichen Differenzierung weit über 100 mehr oder weniger prägnante Karbildungen bei (vgl. WILMANN 2001: 39, Abb. 10; METZ 1977).

Pedologisch befinden wir uns im Nordschwarzwald einerseits in typischen Brauerdegebieten des Schwarzwaldes, vor allem am Westabfall und in den stark zertalten Bereichen, während andererseits vor allem auf den Hochflächenstandorten im Buntsandstein Podsolierung und Vernässung in stärkerem Maße von Bedeutung sind, in Abhängigkeit von der lokalen Substratausprägung und Topografie.

Die mittleren Jahrestemperaturen liegen zwischen knapp 10 °C am Westfuss des Nordschwarzwaldes zur Vorhügellzone des Oberrheingrabens hin (< 200 m üNN) und etwa 5 °C im Bereich der höchsten Erhebungen, wie der 1163 m hohen Hornisgrinde (TRENKEL u. Rudloff 1980). Wie im gesamten Schwarzwald nimmt die Jahresmitteltemperatur in diesem Höhengradient um etwa 0,5-0,6 °C pro 100 Hö-

henmeter ab. Dagegen steigen die mittleren Jahresniederschläge in der Staulage des Nordschwarzwaldes deutlich stärker an als im Südschwarzwald. So nehmen sie zum Beispiel im Bereich des Schliffkopfes bei einem Höhenunterschied von 800 m um 1200 mm zu, also um etwa 150 mm pro 100 Höhenmeter. Am Westrand des Südschwarzwaldes im Raum Freiburg liegt der entsprechende Wert dagegen um 1000 mm, bei einem Höhenunterschied von 1000 m, also bei etwa 100 mm pro 100 Höhenmeter (Tab. 1).

Dieser markante Unterschied ist darauf zurückzuführen, dass die niederschlagsbringenden, von Westen und Nordwesten anströmenden Luftmassen ungehindert von höheren Mittelgebirgszügen auf den Nordschwarzwald treffen und sich dort abregnen, während der Südschwarzwald in weit stärkerem Maße im Regenschatten, insbesondere der höheren Süd-Vogesen, liegt und dort zudem Südwestwinde häufiger sind (Abb. 3).

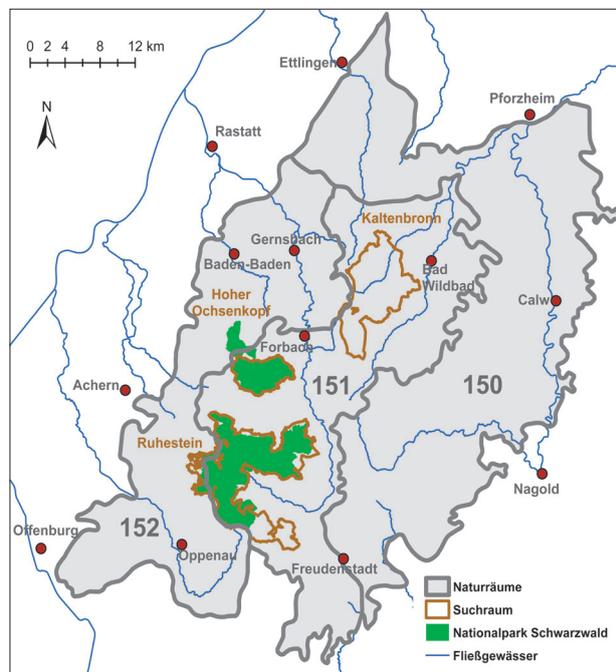


Abb. 1: Die drei Naturräume des Nordschwarzwaldes nach MEYNEN und SCHMITHÜSEN (1956), 150 Schwarzwald-Randplatten, 151 Grindenschwarzwald und Enzhöhen, 152 Nördlicher Talschwarzwald, sowie der fachgutachterliche Suchraum für den Nationalpark und dessen tatsächliche Abgrenzung.

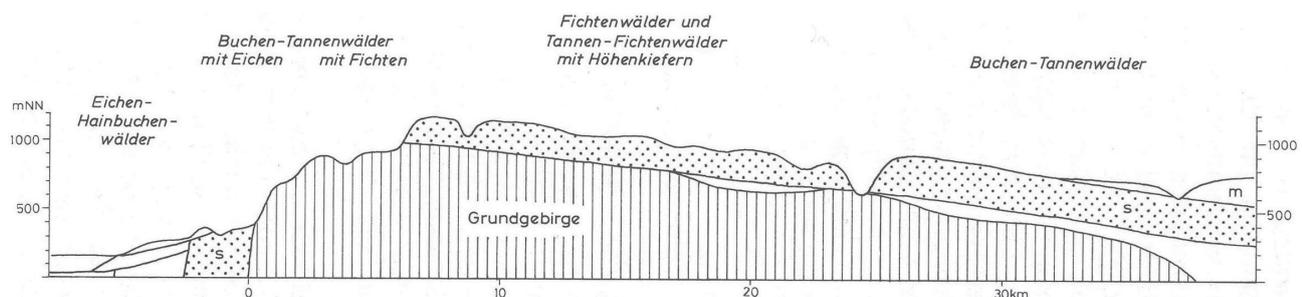


Abb. 2: Geologie, Relief, Höhenlage und heutige natürliche Vegetation im Nordschwarzwald. m Muschelkalk. s Buntsandstein (LANG 2005: 13).

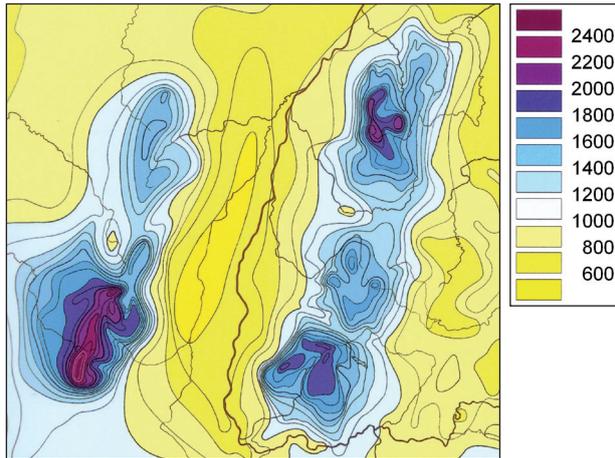


Abb. 3: Mittlerer Jahresniederschlag (mm) in Schwarzwald, Oberrheingebiet und Vogesen. Mit besonders hohen Niederschlägen rechts oben der Nordschwarzwald und links unten die Südvogesen (aus HÜGIN 2007 nach RUDLOFF 1977).

Tab. 1: Unterschiede der Niederschlagszunahme in der Staulage des Westschwarzwaldes beim Schliffkopf (Nordschwarzwald) und beim Schauinsland (Südschwarzwald). Werte gerundet (nach RUDLOFF 1977 und TRENKEL u. RUDLOFF 1980).

	Meeres- höhe (m üNN)	Mittl. Jahres- Niederschlag (mm)	Niederschlags- Differenz je 100 Höhenmeter
Nordschwarzwald			~ 150 mm
- Oberkirch	~ 200	~ 1000	
- Schliffkopf	~ 1000	~ 2200	
Südschwarzwald			~ 100 mm
- Freiburg	~ 200	~ 800	
- Schauinsland	~ 1200	~ 1800	

4 Vegetationsgeschichtliche Gesichtspunkte: Natürliche Baumartenanteile und anthropogene Veränderungen

4.1 Natürliche nacheiszeitliche Einwanderung und Ausbreitung von Buche, Tanne und Fichte

Im Verlaufe der Rückwanderung der Baumarten aus den eiszeitlichen Refugialräumen (Überdauerungsorten) und der natürlichen nacheiszeitlichen Wiederbewaldung der südwestdeutschen Landschaft erreichte die Fichte den Schwarzwald später als Tanne und Buche (Abb. 4). Die Fichte konnte sich dort in den bereits etablierten Buchen-Tannenwäldern nur langsam ausbreiten und ihren Anteil nur langsam erhöhen. Dies gilt sowohl für den Südal als auch für den Nordschwarzwald, für letzteren jedoch nochmals stark zeitverzögert und auf niedrigerem Niveau (niedrigerer Pollenanteil, flacherer Anstieg der Fichtenkurve; Abb. 5). D. h. die Fichte hat den Nordschwarzwald besonders spät erreicht und erzielt dort auch erst besonders spät größere Bedeutung gegenüber Tanne und Buche. Der Nordschwarzwald liegt an der äußersten nordwestlichen Grenze des natürlichen Fichtenareals. Zur zeitlichen Konkretisierung schreibt LANG (2005: 117): „Der auffälligste Unterschied zwischen Norden und Süden ... betrifft aber die Fichte: Während diese im heute fichtenbeherrschten Nordschwarzwald in nennenswerter Menge erst in den letzten tausend Jahren (jüngeres Subatlantikum) in Erscheinung tritt, kann auf Grund der Pollenwerte kein Zweifel an ihrem reichlichen Vorkommen in den Hochlagen des Südschwarzwaldes schon im Verlauf des Subboreal (SB) bestehen, also bereits ab 3000 bis 2000 BC.“

Diese Unterschiede und die Einschätzung der walddeschichtlichen Bedeutung der Fichte im Nordschwarzwald wurden in wesentlichen Punkten bereits von FIRBAS (1952: 40 ff) treffend herausgearbeitet, obwohl absolute Datierun-

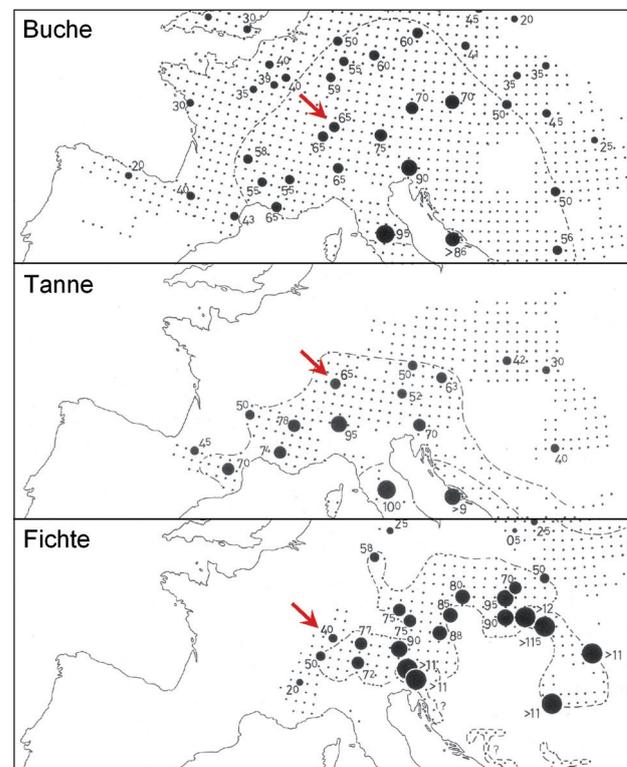


Abb. 4: Nacheiszeitliche Einwanderung von Buche (*Fagus sylvatica*, oben), Tanne (*Abies alba*, Mitte) und Fichte (*Picea abies*, unten) im Schwarzwald (roter Pfeil) und in Mitteleuropa. Schwarze Punkte mit Zahlen: Konventionelle Radiokarbon-Jahrtausende und -Jahrhunderte. Punkteraster: Heutiges Areal (LANG 1994: S. 134, 141 u. 160; jeweils Abbildungs-Ausschnitt; Pfeile ergänzt). Mit freundlicher Genehmigung von Springer Science+Business Media.

gen damals fehlten. Bestätigt werden sie nun auch durch die neueren und neuesten pollenanalytischen Arbeiten mit zahlreichen Datierungen (HÖLZER u. HÖLZER 1987, 1995; LANG 2005; RÖSCH u. HEUMÜLLER 2008; RÖSCH 2009, 2012, u. a.; zur Lage der Untersuchungsobjekte vgl. Abb. 6).

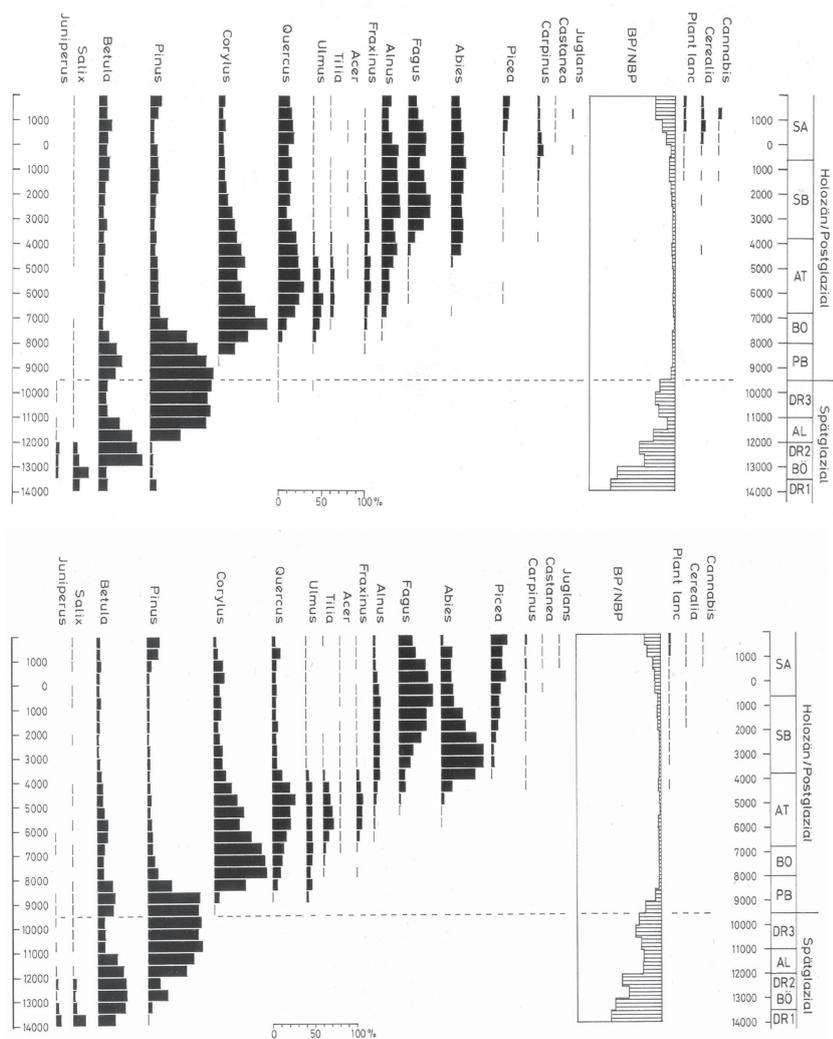


Abb. 5: Nacheiszeitliche Einwanderung und Ausbreitung der Baumarten im Schwarzwald. Oben: Nordschwarzwald, Pollendiagramm Mummelsee. Unten: Südschwarzwald, Pollendiagramm Scheiblenlechtenmoos. Histogrammdarstellung mit Mittelwerten der Pollen für Zeitabschnitte von jeweils 500 Kalenderjahren (LANG 2005: 118 f).

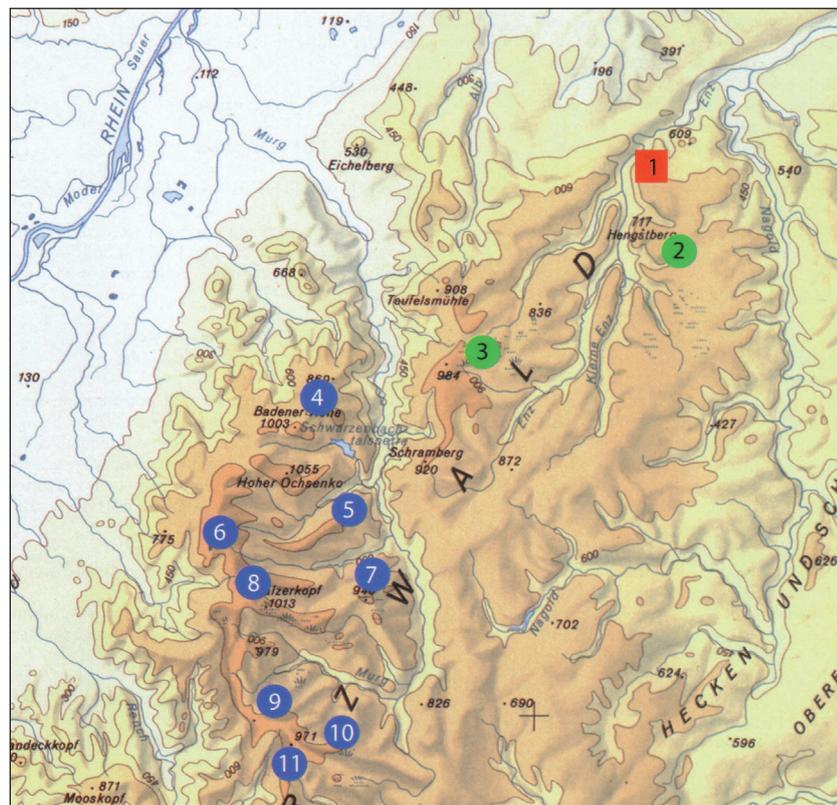


Abb. 6: Lage der vegetationsgeschichtlichen Untersuchungsorte im Nordschwarzwald. 1 Archäologischer Fundplatz Neuenbürg/Waldrennach. 2 Bruckmisse bei Oberreichenbach. 3 Wildseemoor bei Kaltenbronn. 4 Herrenwieser See. 5 Schurmsee. 6 Hornisgrinde mit Mummelsee und Biberkessel. 7 Huzenbacher See. 8 Wildsee am Ruhenstein. 9 Buhlbachsee. 10 Ellbachsee. 11 Glaswaldsee (Ausschnitt aus RÖSCH 2009: 71 und RÖSCH u. TSERENDORF 2011: 55).

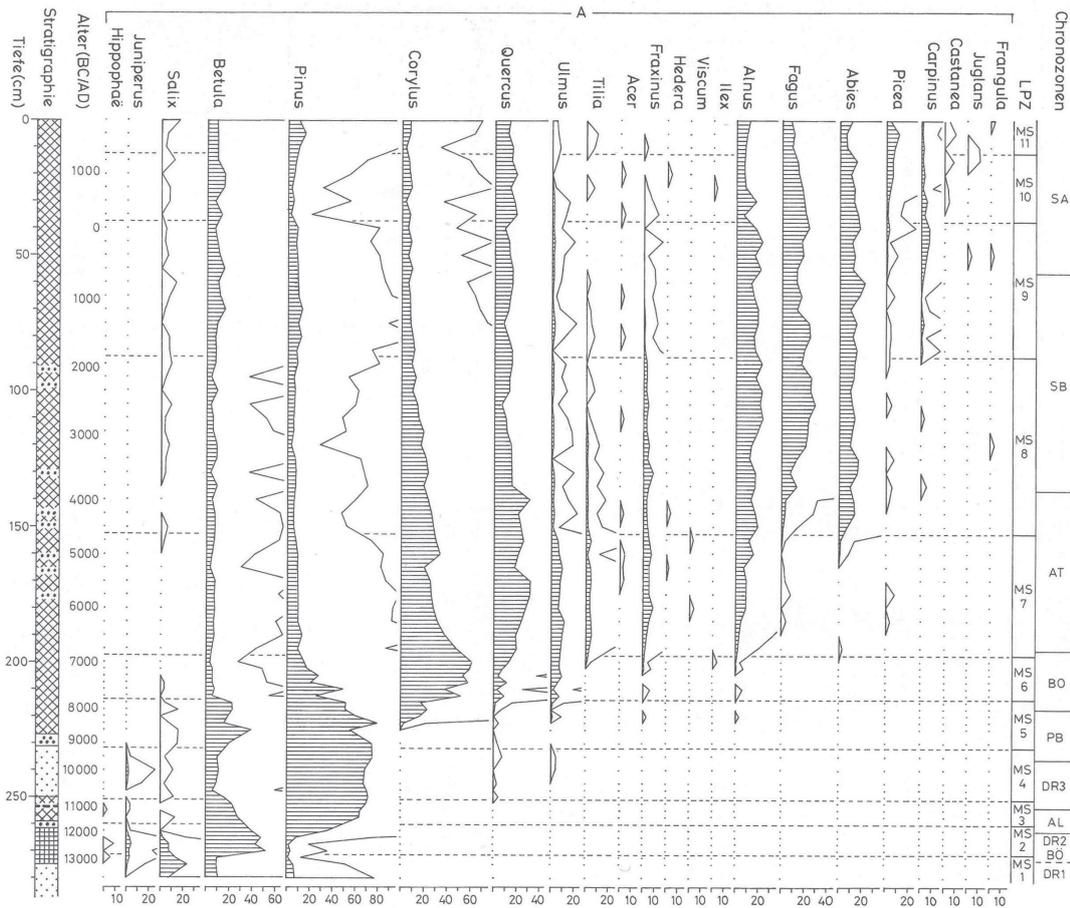


Abb. 8: Pollendiagramm Mummelsee an der Hornisgrinde mit früh einsetzendem, langsamen Anstieg der Fichte bei Anwesenheit und gegenläufigem Verhalten von Buche und Tanne (LANG 2005: 22).

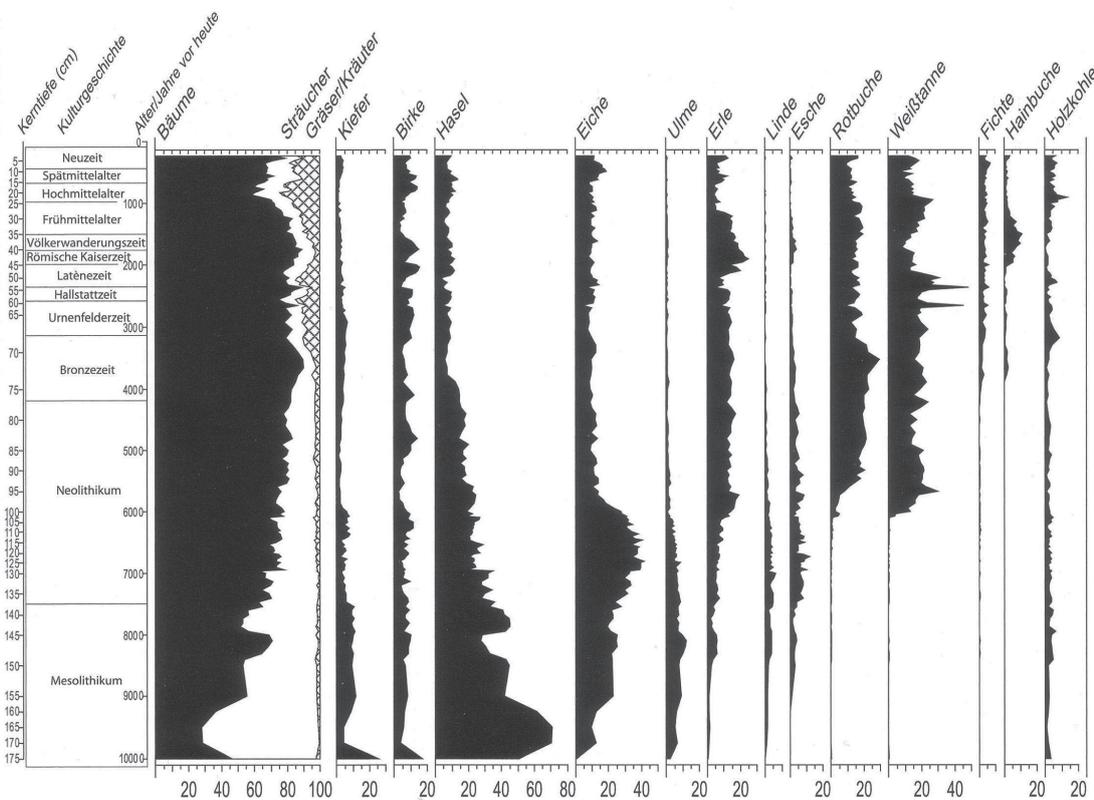


Abb. 9: Pollendiagramm Glaswaldsee mit früh einsetzendem (4000 BP), langsamen und kontinuierlichen Anstieg der Fichte bei Anwesenheit von Buche und Tanne (RÖSCH u. HEUMÜLLER 2008: 63, unten).

stößen und auch zum Abwärtswandern der Waldgrenze im Bereich des subalpinen Fichtenwaldes (HOLZHAUSER et al. 2005; JÖRIN et al. 2006; TINNER 2006).

Die Einwanderung und Ansiedlung der Fichte, die nach LANG (1994: 130 f) in einer geschlossenen Pollenkurve und niedrigen Prozentwerten zum Ausdruck kommt, hat im Nordschwarzwald zweifellos stattgefunden, bevor mit einem nennenswerten flächendeckenden Einfluss des Menschen zu rechnen ist. Dass die Fichte es nach ihrer Einwanderung zunächst nicht geschafft hat, sich gegenüber Buche und Tanne in der natürlichen Waldsukzession durchzusetzen, obwohl sie dazu sehr lange Zeit hatte, über drei Jahrtausende, spricht nicht gegen ihre weitere späte natürliche Ausbreitung nach dem Mittelalter. Auch im Südschwarzwald ist es ihr in einem noch längeren Zeitraum in weiten Teilen zunächst nicht gelungen, sich von Natur aus gegenüber Buche und Tanne durchzusetzen, obwohl sie dort in stärkerem Maße präsent war und heutzutage auch dort vielerorts als mindestens eben so konkurrenzstark einzuschätzen ist wie Buche und Tanne. Gleiches gilt für die Vogesen, die die Fichte ebenfalls auf natürlichem Wege erreicht hatte, ohne

dass es ihr aber dort bis weit in die Neuzeit hinein gelungen ist, in den regionalen Wäldern nennenswerte natürliche Anteile aufzubauen (JANSSEN 1981; NÖLKEN 2005).

4.2 Exkurs zu den älteren Untersuchungen

Wählt man im Sinne von SCHLENKER (1960: 7) und DIETERICH (1981: 21) das Ältere Subatlantikum als walddgeschichtlichen Referenzzeitraum, in dem der Mensch die Baumartenzusammensetzung noch nicht wesentlich verändert hatte, die klimatischen Bedingungen aber bereits ähnlich wie die heutigen waren, so wird auch hier besonders deutlich, welche geringe Rolle die Fichte vor dem Mittelalter im Nordschwarzwald spielte (vgl. Abb. 10 und Tab. 2). Dieser Zeitabschnitt fällt nämlich in den Pollenprofilen des Nordschwarzwaldes, im Gegensatz zu Gebieten des Südschwarzwaldes, durch einen sehr geringen Anteil der Fichte auf, während Fichtenpollen-reiche Profile des Älteren Subatlantikums sich vor allem in den zentralen Hochlagen des Südschwarzwaldes und im südlichen Teil des Ostschwarzwaldes finden. Die Fichte hat also – nach diesen Untersu-

Tab. 2: Anteil der Hauptbaumarten im Älteren Subatlantikum in 24 Pollenprofilen aus dem Nordschwarzwald (nach DIETERICH 1981). Abkürzungen siehe Abbildung 10.

Typ	Profil Nr.	HBu %	EM %	Bu %	Ta %	Fi %
1	5	11	26	37	24	2
	5a	10	26	34	29	1
	3a	8	24	28	38	2
	18	4	28	34	33	1
	4a	4	28	32	35	1
	1	4	17	40	39	0
	21	4	17	31	48	0
	9	3	16	49	29	3
	2	2	16	54	28	0
2	3	0	14	56	28	2
	4	0	14	62	23	1
	7	0	14	51	34	1
	8	1	12	56	29	2
4	14	2	10	39	48	1
	10	2	9	35	49	5
	17	0	9	33	52	6
	12	1	12	28	58	1
	6	1	13	24	60	2
	13	2	13	22	61	2
	11	0	14	16	66	4
	19	0	6	20	73	1
	20	0	6	43	50	1
	16	1	3	20	72	4
	15	0	2	36	62	0

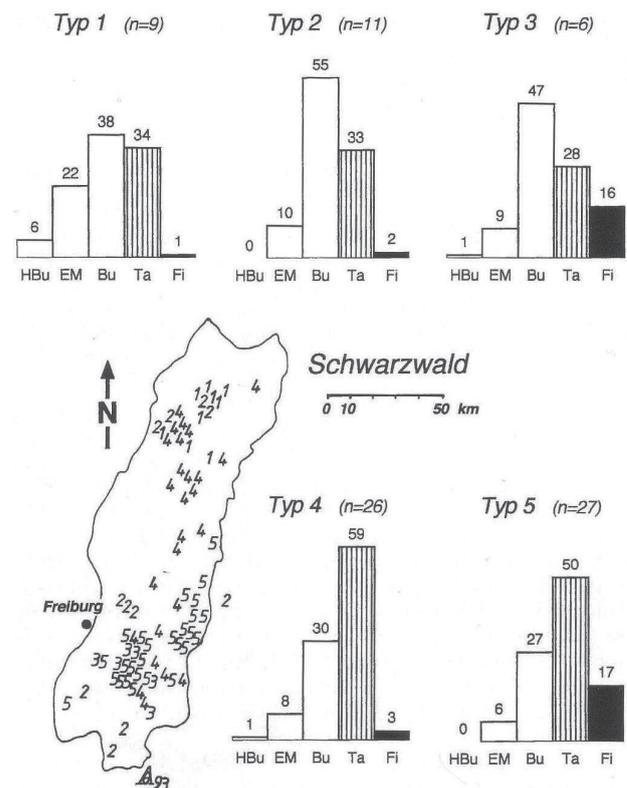


Abb. 10: Vorkommen verschiedener Pollenprofiltypen im Schwarzwald. Angegeben sind die durchschnittlichen Pollenprozentwerte von Hainbuche (HBu), den Arten des Eichenmischwaldes (EM: Eiche, Linde, Ahorn, Esche, Ulme), Buche (Bu), Tanne (Ta) und Fichte (Fi) für das Ältere Subatlantikum (nach Angaben in DIETERICH 1981 und RÖSCH 1989). n Anzahl Pollenprofile. Im Nordschwarzwald kommen vor allem die Typen 1 und 4 vor, im südlichen und südöstlichen Schwarzwald dagegen die fichtenreicheren Typen 3 und 5. Typ 2 tritt vor allem in den westlichen Gebirgsteilen auf (LUDEMANN 1996: 96).

chungen – gerade auch im Nordschwarzwald, wie in weiten Teilen des gesamten und insbesondere des Mittleren und Westlichen Schwarzwaldes, lange Zeit eine weit untergeordnete Rolle am Aufbau der Wälder gespielt. Aus vegetationsökologischer Sicht war sie dort vor allem an kleinflächigen Sonderstandorten, wie Mooren, Karbildungen, kühl-schattige Blockhalden- und Felsstandorte etc. begünstigt.

Einschränkend bleibt allerdings festzuhalten, dass die in den genannten Arbeiten ausgewerteten Pollenprofile in der Regel nicht absolut datiert wurden, sondern lediglich biostratigrafisch, d. h. nach den Baumartenzusammensetzungen der Pollenproben. Insofern bergen sie die Gefahr eines Zirkelschlusses, insbesondere dann, wenn ein deutlicher Fichtenpollenanstieg sowie hohe Prozentwerte der Fichtenpollen stets als anthropogen gewertet werden, als Effekt des Landnutzungswandels und der Waldwirtschaft, und somit per Definition aus dem Älteren Subatlantikum ausgeschlossen werden. Hätte sich eine natürliche Fichtenausbreitung und ein entsprechender Anstieg in den Pollenproben tatsächlich zeitgleich mit der anthropogenen Förderung oder sogar früher als diese vollzogen, so kann dies nicht erkannt werden.

4.3 Massenausbreitung der Fichte und anthropogener Einfluss

Zur Massenausbreitung der Fichte, die im Pollenprofil an einer deutlichen Zunahme der Prozentanteile erkennbar ist (LANG 1994: 130 f), kommt es im Nordschwarzwald erst in den letzten Jahrhunderten. Ob dieser Prozess auch in den Hochlagen des Nordschwarzwaldes im Kern ohne Zutun des Menschen abgelaufen wäre, muss – im Gegensatz zum Südschwarzwald – letztendlich offenbleiben. Die stärkere Ausbreitung der Fichte erfolgt jedenfalls so spät, dass sie mit der sich erheblich intensivierenden Siedlungsaktivität und Einflussnahme des Menschen, spätestens seit dem Mittelalter, zusammenfällt und von natürlichen, fördernden Effekten, zum Beispiel durch die Klimaverschlechterung nach dem Mittelalter (Kleine Eiszeit) nicht zu trennen ist. Insbesondere können auch Effekte der indirekten anthropogenen Förderung im Pollenprofil nicht von denjenigen eines natürlichen Ausbreitungsprozesses unterschieden werden.

Aus vegetationsgeschichtlicher Sicht ist allerdings (vgl. Kap. 4.1) eine Fortsetzung der natürlichen nacheiszeitlichen Fichtenausbreitung über das Mittelalter hinaus, im Verlaufe des 16. bis 19. Jahrhunderts, durchaus denkbar und kann zumindest nicht ausgeschlossen werden – insbesondere auch begünstigt durch die Klimaverschlechterung (Kleine Eiszeit), bei zeitgleicher und nicht abzutrennender Förderung durch die historische Land- und Waldnutzung. Im Verlauf dieser Entwicklung der vergangenen 400 Jahre erreichte die Fichte dann ähnliche Konkurrenzkraft wie Buche und Tanne oder gar Konkurrenzüberlegenheit gegenüber diesen, wie es heute auf vielen Standorten der Fall ist (vgl. Kap. 5.2).

Es sei nochmals hervorgehoben, dass mit den vorangegangenen Ausführungen keineswegs in Frage gestellt wird,

dass die Fichte durch verschiedene historische Aktivitäten, Wald- und Landnutzungen des Menschen, durch Öffnung der Landschaft und sogenannte Degradation der Standorte mit anschließender Nutzungs- und Siedlungsaufgabe, indirekt gefördert worden sein kann, lange bevor sie unmittelbar forstwirtschaftlich angebaut wurde. Durch historische Quellen ist eindeutig belegt, dass die Ausbreitung der Fichte im Nordschwarzwald bereits lange vor dem Aufbau der geregelten Forstwirtschaft vorangeschritten ist und dass sie bereits im 18. Jahrhundert auf großen Flächen zur Dominanz gelangt war (HAUSBURG 1967; VOLK 1969; JAHN et al. 1990; Abb. 11).

Aus vegetationskundlicher Sicht ist allerdings eine erhebliche indirekte Förderung der Fichte durch die historische Land- und Waldwirtschaft des Menschen sowie durch seine allgemeine Siedlungstätigkeit vor allem dann möglich, wenn bereits eine natürliche, vegetationsökologische und -geschichtliche Prädisposition in der Konkurrenzkraft und bei der Standortsbesiedlung vorhanden ist. In Gebieten und an Standorten, wo die Konkurrenzkraft von Buche und Tanne nicht gebrochen ist, also ohne diese natürliche Prädisposition (der Fichte), ist eine Ausbreitung erheblich erschwert und geht allenfalls stark verzögert vonstatten. So gibt es viele bestandesgeschichtliche Beispiele dafür, dass der Fichte die spontane Besiedlung von aufgelassenen Landwirtschaftsflächen in montanen, buchen- und tannengünstigen Lagen des Schwarzwaldes bis weit in die Neuzeit hinein nicht gelungen ist, trotz vorausgehendem ähnlichem anthropogenen Einfluss (z.B. KERSTING u. LUDEMANN 1991; LUDEMANN 1992, 2013). So hat sich, um nur ein konkretes, gut dokumentiertes Beispiel zu nennen, durch spontane natürliche Sukzession und Wiederbewaldung im Bannwald Zweribach (Mittlerer Schwarzwald, montane Höhenlage) nach vorangegangener Weidenutzung ein außerordentlich naturnahes Mosaik der Waldvegetation ausgebildet, das die lokalen Standortsbedingungen fein differenziert widerspiegelt und in dem die Fichte trotz natürlicher lokaler Präsenz nur eine untergeordnete Rolle spielt.

Die vorangegangenen Ausführungen zusammenfassend, wird der Mensch vor dem landesweit organisierten Aufbau einer geregelten Forstwirtschaft im allgemeinen allenfalls indirekt und moderat zur Förderung und Beschleunigung der spontanen natürlichen Fichtenausbreitung beigetragen haben, dies ggf. vor allem auf von Natur aus geeigneten Standorten.

Ergänzende Erkenntnisse zum Ausmaß und Zeitpunkt der Fichtenausbreitung könnten, räumlich hoch aufgelöst, durch großreanalytische Untersuchungen zur spät- und nachmittelalterlichen Energieholznutzung erbracht werden. Derartige Untersuchungen liegen umfangreich für die Vogesen und insbesondere den Südschwarzwald vor und lieferten wertvolle wald- und forstgeschichtliche Ergebnisse zur gleichen Fragestellung für die genannten Mittelgebirgszüge (LUDEMANN 2003, 2005, 2006, 2007, 2012; LUDEMANN et al. 2004, 2007; NÖLKEN 2005). Für den Nordschwarzwald wäre es besonders erfolgversprechend und gewinnbringend, entsprechende Ergebnisse im Vergleich zu den bereits vorliegenden Studien zu erarbeiten.

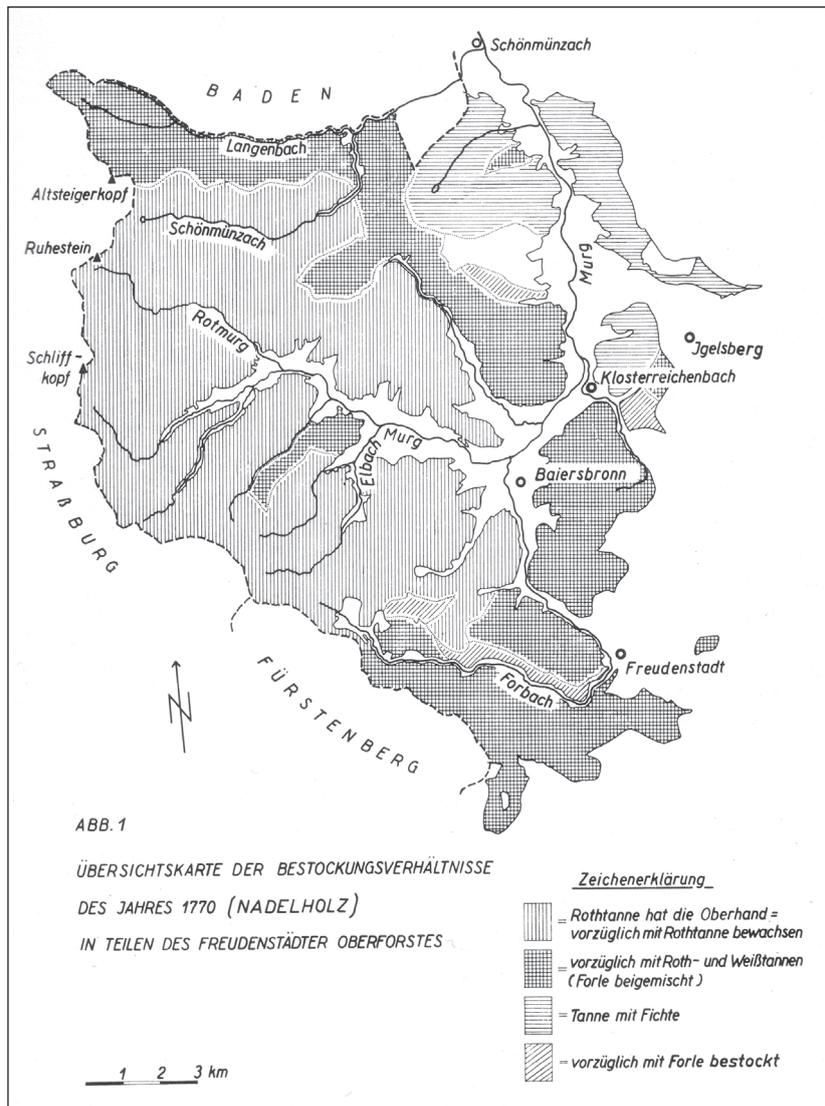


Abb. 11: Baumartenzusammensetzung der Wälder in Gebieten des Nationalparks im Nordschwarzwald im Jahre 1770 (Volk 1969: 19).

4.4 Nachweis früher anthropogener Veränderungen

Wiederholt wurde versucht, den pollenanalytischen Nachweis für das sehr frühe Entstehen und großflächige Vorhandensein einer bäuerlichen Kulturlandschaft für den Schwarzwald zu liefern, früher durch FRENZEL (1982), erneut in jüngerer Zeit u. a. durch RÖSCH et al. (2005) und RÖSCH (2009, 2011, 2012) sowie RÖSCH und TSERENDORF (2011). So muss nach RÖSCH et al. (2005) „der Zeitpunkt des Endes des Naturwaldes und des Beginns einer ganz wesentlich vom Menschen geprägten Kulturlandschaft ... um mindestens 1.500 Jahre zurück verlegt werden.“ Dies hieße also auf ungefähr 700 v. Chr. Als eine wesentliche Grundlage für diese These wurden u. a. Untersuchungen im Einzugsbereich der keltischen Eisengewinnung bei Neuenbürg herangezogen. Die entsprechenden Lokalitäten liegen jedoch extrem peripher, am äußersten Nordostrand des Schwarzwaldes unweit des Altsiedellandes, der Vorbergzone und der wärmebegünstigten submontanen und kollinen Höhenstufen mit abweichenden geologisch-pedologischen Bedingungen (vgl. Abb. 6). Sie können somit per se für weite Teile des Schwarzwaldes nicht repräsentativ sein, insbesondere nicht

für die großflächigen, montanen, siedlungsungünstigen Steil- und Hochlagen im Inneren des Gebirges. Darüber hinaus zeigen die einzigen bisher vorliegenden großreanalytischen Untersuchungen zur Energieholznutzung der keltischen Eisengewinnung bei Neuenbürg lediglich, dass dort im Wesentlichen die Klimaxbaumarten Eiche, Tanne und Buche genutzt wurden (LUDEMANN in präp.).

Bei den Pollenprofilen, die im Bereich der hohen Kamm-lagen im Westen des Nordschwarzwaldes untersucht wurden (RÖSCH 2009, 2011, 2012), bleibt die Frage nach der Herkunft der Siedlungszeigerpollen indes letztendlich umstritten und ungeklärt. HÖLZER und HÖLZER (2014: 63-76, in diesem Band) kommen aufgrund ihrer neuesten Untersuchungen zum Rezentpollenniederschlag in diesen Gebieten sogar zu dem grundsätzlichen Schluss: „Durch diese Ergebnisse wird der Nachweis früher Besiedlung im hohen Schwarzwald mittels Pollenanalyse in Frage gestellt.“ Darauf deuten auch die Ergebnisse von Pollen-Oberflächenproben von RÖSCH selbst (2012: 52 f) hin, mit ihren großen Schwankungsbereichen und rezentvegetationskundlich kaum plausibel interpretierbaren Prozentwerten und Korrekturfaktoren (vgl. dazu auch Abb. 12 in HÖLZER u. HÖLZER 2014: S. 72, in diesem Band).

4.5 Anthropogene Entwaldung, „Walddegradation“ und Wiederbewaldung

Selbst für die jüngere, nachmittelalterliche Zeit fällt der Nachweis großflächiger Entwaldung, Walddegradation und Holznot mittels historischer Quellen nicht leicht und ist sicherlich differenziert zu führen und zu betrachten. Auch hier erscheint für den Naturwissenschaftler und Vegetationsgeschichtler unerlässlich, was aus Sicht des Historikers selbstverständlich ist: Quellenkritik, die Prüfung des Kontexts der historischen Quellen, welche Intension der Urheber, Autor oder Maler, hatte, in welchem Kontext das entsprechende Werk entstanden ist. Dies soll an einem Beispiel für die Situation im Nordschwarzwald erläutert werden. So schreibt ECK (2001: 69) im Nordschwarzwald-Buch: *„Die übermäßige Waldweide, im Verein mit zahlreichen weiteren Nutzungen, wie Glashütten, Harzerei, Pottaschesiedereien, Kienrußbrennen, Köhlereien und schließlich ... der im 18. Jh. aufblühende Holland-Holzhandel mit der Flößerei, führten bis Ende des 18. Jahrhunderts zu einer weitgehenden Entwaldung des Nordschwarzwaldes.“* Diese These findet sich nicht selten, in der Regel wohl ungeprüft und unkritisch wiederholt.

Entsprechende „Nachweise“ werden, vor der Zeit der Fotografie, ggf. gerne mit historischen Abbildungen, Gemälden, Stichen oder Karten geführt. Blättert man nun unter diesem Gesichtspunkt systematisch durch das Nordschwarzwald-Buch von LORENZ (2001), dem auch das Zitat von ECK entnommen ist, so lassen sich sehr unterschiedliche Belege finden, lässt sich Verschiedenstes und Gegensätzliches „nachweisen“ (s. Tab. 3).

Sollten die Urheber der entsprechenden Quelle die Realität einigermaßen exakt und korrekt dargestellt haben, was ebenfalls stets zu hinterfragen und nicht zwingend ist, so können durchaus die scheinbar widersprüchlichen Aussagen zum Bewaldungsgrad zugleich gelten, sogar zur gleichen Zeit. Wie so oft dürfte die Wahrheit dazwischen liegen, dürfte beides zugleich der Fall gewesen sein – aber an verschiedenen Orten. So schreibt schon SCHILLINGER

(1954: 299) in ihrer detaillierten Arbeit über die Holzversorgung eines Eisenwerkes im Schwarzwald im 18. Jahrhundert: *„Typisch ist für diese Zeit Holz-mangel im aufgeschlossenen, Holzüberfluß im unaufgeschlossenen Wald.“* Dies bedeutet: (1) Entwaldung und Bewaldung zur gleichen Zeit, siedlungsnah Holz-mangel, siedlungsfrem Holzüberfluß, (2) Walderschließung und Holztransport als wesentliche limitierende Faktoren der Waldnutzung(smöglichkeiten).

Konkretes, belastbares „Material“ liefern auch HUMMEL und WEIDENBACH (2012) und WEIDENBACH (2014, in diesem Band). Sie stellen für den Klosterwald von Alpirsbach am Ende des 18. Jahrhunderts einen Holzvorrat von 186 Vfm/ha fest und nennen für den württembergischen Schwarzwald für dieselbe Zeit 154 Vfm/ha (Vfm Vorratsfestmeter), was immerhin etwa der Hälfte (!) des heutigen Holzvorrates entspricht – bei nachhaltiger, naturnaher Waldbewirtschaftung. Für die Bauernwälder um Alpirsbach belegt WEIDENBACH (2014: S. 119-127, in diesem Band) für dieselbe Zeit noch weit höhere, fast unglaublich hohe Holzvorräte. Zu einer weitgehenden Entwaldung ist es also demnach auch bis zum Ende des 18. Jahrhunderts im Nordschwarzwald nicht gekommen.

Und selbst die sogenannte Degradation des Waldes infolge der bäuerlichen Nutzungen jener Zeit, die aus forstwirtschaftlicher Sicht, speziell der Wertholzproduktion, und vor allem in der näheren Umgebung der Siedlungen und durch die Weidewirtschaft gegeben war, lässt sich auch aus anderer Perspektive betrachten. Ihr liegen die notwendigen, ja existenziellen Wald- und Landnutzungen für größere Bevölkerungskreise jener Zeiten zugrunde.

Nach dem Höchststand der Entwaldung am Ende des 18. Jahrhunderts ist nun in den letzten 200 Jahren ein fortschreitender Rückzug der Landwirtschaft festzustellen, der im Nordschwarzwald zu den walddreichsten Gebieten Baden-Württembergs geführt hat. So liegt der Waldanteil in großen Gebieten des Nordschwarzwaldes nach GAUER und ALDINGER (2005: 282) um 90 %, und ECK (2001: 69) führt als walddreichste Gemeinden Reichental und Forbach an, jeweils mit einer nicht bewaldeten Fläche von gut 6 %.

Tab. 3: Historische Darstellungen zum Bewaldungszustand der Landschaft im Schwarzwald, aus dem Nordschwarzwald-Buch von LORENZ 2001. *Seite in dieser Quelle.

Seite*	Quellengattung	Zeitstellung	Ort/Gebiet	Diagnose
39	Stich	1643	Nagold	dichte Bewaldung
82	Plan/Karte	1782	Herrenalb, Neuenbürg	großflächige Bewaldung
101	Gemälde	um 1820	Calmbach	umfangreiche Bewaldung
119	Stich	1667	Bad Wildbad	starke Entwaldung
132	Plan/Karte	1610	Baiersbronn	großflächige Bewaldung
146	Plan/Karte	~17. Jh.	Alpirsbach	starke Entwaldung
152	Handzeichnung	1790	Rippoldsau	Ent- und Bewaldung
153	Gemälde	um 1800	Rippoldsau	umfangreiche Bewaldung
209	Gemälde	um 1850	Geroldsauer Tal	umfangreiche Bewaldung
211	Gemälde	1821	Gernsbach, Murgtal	Entwaldung

5 Natürliche Waldvegetation und Baumartenzusammensetzung

Nach den vorangegangenen Ausführungen spielte die Fichte in der natürlichen Waldvegetation des Nordschwarzwaldes lange Zeit nur eine untergeordnete Rolle. Bei der Beurteilung der heutigen Verhältnisse ist jedoch nicht nur die ursprüngliche (potentielle) natürliche Situation zu berücksichtigen, sondern auch der walddeschichtliche Entwicklungsgang unter dem Einfluss des Menschen sowie die aktuellen Gegebenheiten, die heutigen walddynamischen Prozesse und insbesondere die natürliche Verjüngung der Baumarten und die natürlichen Konkurrenzverhältnisse an den verschiedenen Standorten. Diesbezüglich zeigen das Verjüngungsverhalten und die Konkurrenzkraft der Hauptbaumarten in der jüngeren Vergangenheit und bis in die Gegenwart deutlich, dass die Fichte heutzutage unter naturnahen Bedingungen vielerorts mit Buche und Tanne zumindest erfolgreich konkurrieren kann. In welchen Fällen, auf welchen Standorten dies im Wesentlichen oder gar ausschließlich auf den selektiven Wildverbiss zurückzuführen ist, ist zu hinterfragen, wird kontrovers diskutiert und bleibt letztendlich umstritten. Die Frage der heutigen und der zu erwartenden zukünftigen Konkurrenzverhältnisse der Hauptbaumarten wird in Kapitel 5.2 nochmals gesondert aufgegriffen.

Festzuhalten bleibt für die Bewertung der aktuellen Gegebenheiten, dass der Suchraum weitestgehend innerhalb des natürlichen Verbreitungsgebietes der Fichte liegt. Die Fichte gehört demnach zweifelsfrei zu den einheimischen (gebietsheimischen) Baumarten. An vielen Standorten ist die Fichte darüber hinaus auch als standortsheimisch anzusehen. Dabei kann es sich auch um eine vorübergehende Präsenz in bestimmten Waldentwicklungsstadien handeln, indem die Fichte zum Beispiel von Sonderstandorten aus in Zwischen- oder Pionierwaldstadien der Buchenwälder eindringt (vgl. REIDL et al. 2013: 77). Unter diesen räumlich-standörtlichen und walddynamischen Gesichtspunkten wird standortsheimisch, d. h. an einem bestimmten Standort von Natur aus vorkommend, als das weiter gehende Kriterium betrachtet. Es schließt zwangsläufig einheimisch ein, im Sinne von gebietsheimisch, d. h. in einem bestimmten Gebiet (in dem auch der entsprechende Standort vorkommt) von Natur aus vorkommend. Wenn wir nach der heutigen potentiellen natürlichen Vegetation fragen, bedeutet dabei „von Natur aus vorkommend“ nicht, dass es sich ausschließlich um ursprüngliche natürliche Vorkommen handeln muss. Auch nicht standorts- oder gebietsheimische Baumarten, die inzwischen eingebürgert sind, sich also auf natürlichem Wege erfolgreich verjüngen und überlebensfähige Populationen aufbauen, wie an bestimmten Standorten Fichte und Douglasie, sind konsequenterweise ebenfalls zu berücksichtigen, denn sie sind zu natürlichen „Mitspielern“ in den heutigen Waldökosystemen geworden. In der montanen und hochmontanen Höhenstufe des Nordschwarzwaldes gibt es so gut wie keinen waldfähigen Standort, auf dem die Fichte sich nicht natürlich verjüngen kann.

Andererseits heißt dies allerdings für unser Gebiet keineswegs, dass es sich in den entsprechenden Fällen von

Natur aus um Fichten-dominierte oder gar um Fichtenrein-Bestände handeln würde. Je nach Gebiet und Standort gehen wir von sehr verschiedenen natürlichen Fichtenanteilen aus, von unter 10 bis zu 100 %. D. h. in einem Teil der naturnahen Waldtypen ist die Fichte unter natürlichen Verhältnissen eingesprengt oder beigemischt vorhanden oder allenfalls codominant (< 50 %), in einem anderen Teil, und dies betrifft vor allem einige nadelholzgünstige Sonderstandorte, ist sie von Natur aus die vorherrschende Baumart (> 50 %). Die natürlichen Anteile der Hauptbaumarten in den verschiedenen naturnahen Waldtypen (Standortswälder und pflanzensoziologische Waldgesellschaften) werden in Kapitel 5.2 näher behandelt.

5.1 Die natürliche standortspezifische Bestockung von heute, heutige potentielle natürliche Vegetation (hpnV) und Standortswald

Die verschiedenen Beschreibungen der natürlichen Vegetation nehmen für unseren Suchraum im Nordschwarzwald gleichermaßen eine räumlich-standörtliche Differenzierung vor (MÜLLER et al. 1974; LFU 1992; BOHN et al. 2000/2003; LANG 2005; BFN 2010; REIDL et al. 2013). Dabei werden einerseits die klassischen Tannen-Buchenwaldgebiete der montanen Hanglagen unterschieden, andererseits die nadelholzgünstigeren, flacheren, hochmontanen Bundsandstein-Plateaulagen. Für erstere wird ein Mosaik aus Hainsimsen- und Waldmeister-Tannen-Buchenwäldern (Luzulo- und Galio-Fagetum) angegeben, die die großflächigen natürlichen Waldgesellschaften bilden und zum Teil durch Hainsimsen-Tannenwäldern (Luzulo-Abietetum) ergänzt werden, für letztere vor allem Beerstrauch- und Hainsimsen-Tannenwälder (Vaccinio- und Luzulo-Abietetum). Nennenswerte, selbst in kleinem Maßstab darstellbare Flächen nehmen zudem im Suchraum Kaltenbronn Moorgebiete ein (vgl. Abb. 12 und 13). Wenn auch im Namen der Waldtypen nicht oder nur nachrangig erscheinend, so ist die Fichte heute die dritte wichtige Hauptbaumarten im natürlichen Wald, neben Buche und Tanne, und aus der heutigen potentiellen natürlichen Vegetation nicht mehr wegzudenken, vielmehr wesentlicher Bestandteil derselben (JAHN et al. 1990).

Bei den genannten Darstellungen (Abb. 12 u. 13) kommt die Nadelholzgunst der Hochlagen deutlich zum Ausdruck, jedoch wurde die heutige natürliche Verjüngungs- und Konkurrenz-Situation unter Einbeziehung der anthropogenen Veränderungen von Standorten und Floreninventar noch zu wenig berücksichtigt. Trotz entsprechender Definitionen, nach denen irreversible anthropogene Standort- und Florenveränderungen explizit zu berücksichtigen sind, erfolgte dies bisher weder bei der Herleitung der Regional- und Zonalwälder (ALDINGER et al. 1998: 7) noch in der neuesten hpnV-Karte von Baden-Württemberg (REIDL et al. 2013: 62 ff) in angemessener Weise. Stattdessen wurde bei wesentlichen Schlussfolgerungen auch bei der jüngsten Arbeit auf Pollenanalysen zurückgegriffen, die lediglich biostratigraphisch datiert sind, die Gefahr von Zirkelschlüssen bergen oder deren Interpretation im Hinblick auf die natürliche Baumartenzusammensetzung der regionalen und höhenzonalen Wälder umstritten ist (vgl. Kap. 4.2).

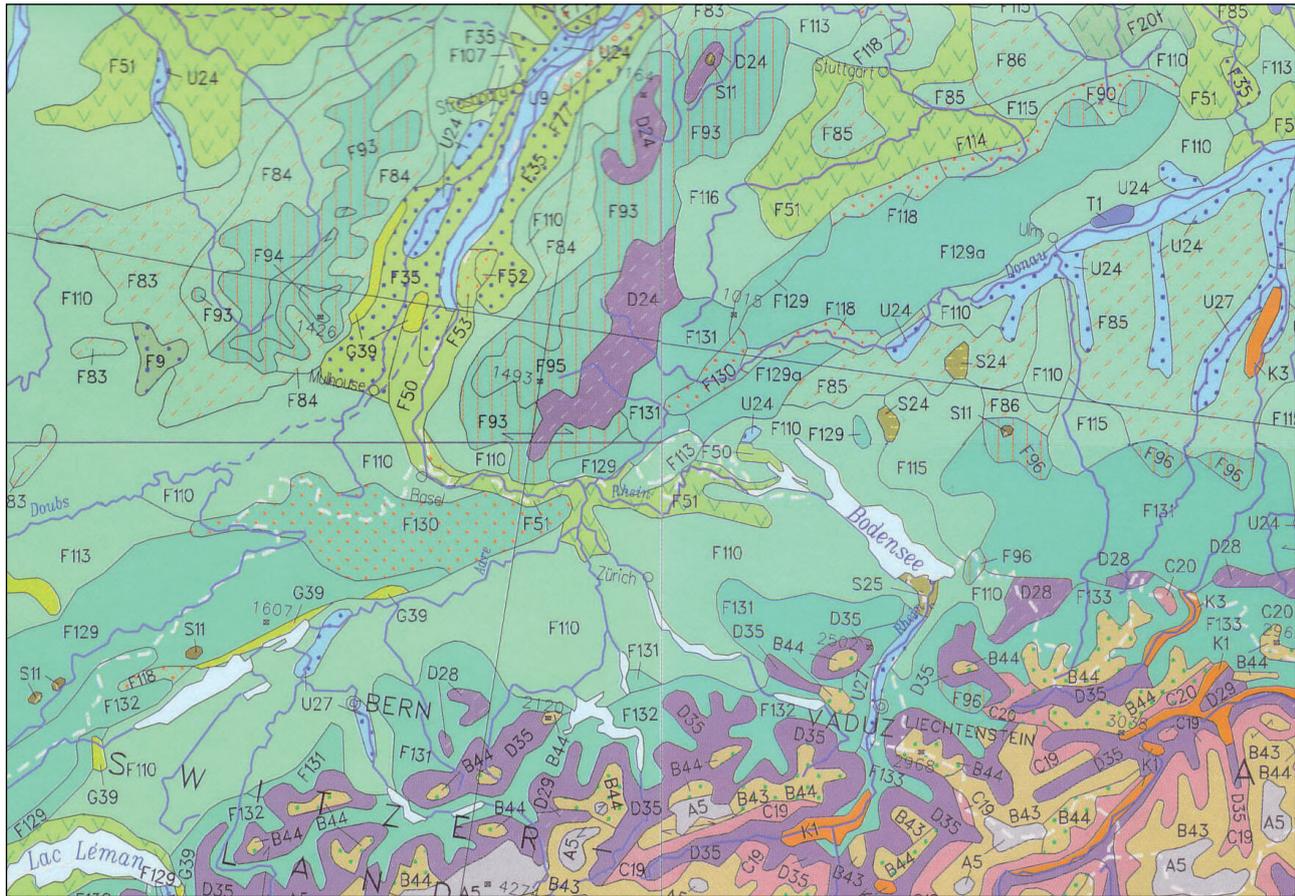


Abb. 12: Ausschnitt aus der Karte der natürlichen Vegetation Europas (BOHN et al. 2000). Die oberen beiden violetten Flächen (D24) stellen die Kerngebiete des Suchraums im Nordschwarzwald dar. Ähnliche, nadelholzgünstige Wuchsbedingungen finden sich im Südost-Schwarzwald sowie in der Nadelholzstufe der Alpen. Eingebettet sind diese Gebiete in die tieferliegenden Buchen-Tannenwaldgebiete (F93), häufig mit bewegterem Relief und entsprechend steileren Hanglagen. D24: Mitteleuropäische azidophile moosreiche Tannenwälder (*Abies alba*) mit *Picea abies*, *Vaccinium myrtillus*, *Deschampsia flexuosa*, *Luzula luzuloides* und *Hieracium murorum*. F93: Subatlantische *Luzula luzuloides*-Tannen-Buchenwälder (*Fagus sylvatica*, *Abies alba*) mit *Ilex aquifolium* und *Prenanthes purpurea*. S11: Baumreiche Hochmoore mit *Pinus rotundata* od. *P. sylvestris*.

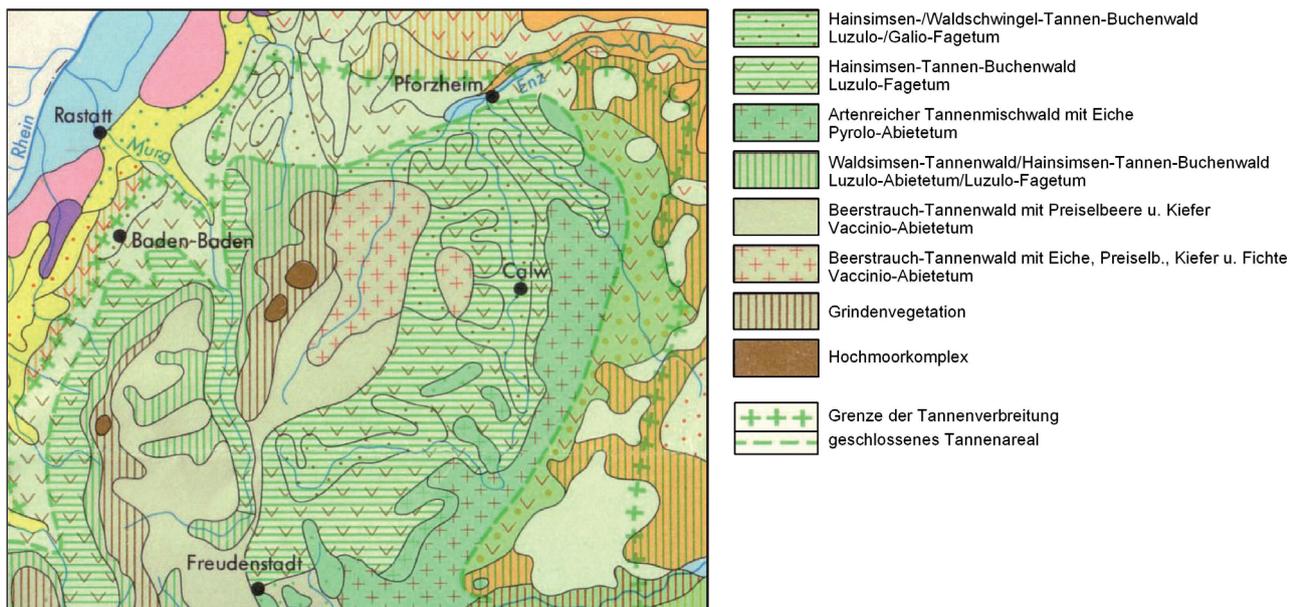


Abb. 13: Ausschnitt aus der Karte der potentiellen natürlichen Vegetation von Baden-Württemberg (nach MÜLLER et al. 1974).

Auf dieser Grundlage meinen die Autoren, auch zwischen natürlicher und anthropogener Ausbreitung der Fichte differenzieren zu können (u. a. REIDL et al. 2013: 63 ff). Fichtenvorstöße werden dabei weitgehend auf den Menschen zurückgeführt. Darüber hinaus wird nach Waldverwüstung für die Tanne ein ähnliches Verhalten wie für die Fichte angenommen (REIDL et al. 2013: 66), was vielen Erfahrungen widerspricht und sich vegetationsökologisch nicht nachvollziehen lässt. Im Gegensatz zu diesen Einschätzungen – Förderung von Fichte und Tanne zu Lasten von Buche – wird anderenorts mit denselben anthropogenen Einflüssen die (zu rasche) Ausbreitung der Buche begründet! (LANG 1994: 162 f; TINNER u. LOTTER 2006)

In der neuesten Überarbeitung der Regional- und Zonalwälder der Standortkundlichen Regionalen Gliederung von Baden-Württemberg wurde nun dem aktuellen natürlichen Konkurrenz- und Verjüngungsverhalten der Baumarten sowie irreversiblen Standorts- und Florenänderungen in stärkerem Maße Rechnung getragen (vgl. MICHIELS 2014: S. 7-40 in diesem Band). Bei den Standortswäldern (MICHIELS 1998), die von forstwissenschaftlicher Seite in Anlehnung an die heutige potentielle natürliche Vegetation nach Tüxen (1956) sowie SEIBERT und CONRAD-BRAUNER (1995) hergeleitet werden, wird dies schon länger so gehandhabt. Mit dem Standortswald wird die lokale natürliche Baumartenzusammensetzung einer Standortseinheit beschrieben bzw. konstruiert. Unmittelbar wirksame anthropogene Einflüsse werden dabei gedanklich ausgeschlossen, irreversible anthropogene Standorts- und Florenänderungen, die sich aus der Vegetations-, Bestandes- und Nutzungsgeschichte ergeben haben, jedoch berücksichtigt (vgl. auch JAHN et al. 1990). Die Konstruktion der heutigen potentiellen natürlichen Vegetation und Baumartenzusammensetzung geht dabei von regulierten naturnahen Wilddichten und Verbissbelastungen aus sowie vom Vorhandensein von Samenbäumen aller in Betracht zu ziehen-

den Baumarten als (theoretische) Verjüngungsausgangssituation. Die konkrete Verjüngungsausgangssituation (z. B. das Fehlen von Samenbäumen bestimmter Arten) sowie die reale Verbissbelastung sind also bei der Bewertung der aktuellen Bestandesverhältnisse sowie bei der Analyse der zukünftigen (natürlichen) Waldentwicklung gesondert zu berücksichtigen. Als wichtiges Kriterium bei der Festlegung des heutigen (natürlichen) Floreninventars, das in einem bestimmten Naturraum bei der Herleitung der Standortswälder zu berücksichtigen ist, gilt, dass regional, also innerhalb des Wuchsbezirks, überlebensfähige Populationen der entsprechenden Baumarten etabliert sind.

Die Einschätzungen zum Standortswald decken sich weitgehend mit denen der Waldvegetationskunde und sind unter pflanzensoziologischen und waldökologischen Gesichtspunkten gut nachvollziehbar. Zur Klärung noch offener bzw. kontrovers diskutierter waldökologischer und walddynamischer Fragen und Einschätzungen könnte aus wissenschaftlicher Sicht die Ausweisung des **Nationalparks Schwarzwald** mittelfristig einen wertvollen Beitrag liefern – mit der Vision und Option zur Beobachtung und Dokumentation natürlicher, ungesteuerter Waldentwicklung auf großer Fläche. Vielfach von stark anthropogen geprägten Waldbeständen ausgehend, liegen die Einschätzungen zur zukünftigen Entwicklung weit auseinander und insbesondere der Vergleich zu den ebenfalls fichtendominierten **Nationalparks Bayerischer Wald und Harz** dürfte spannend und aufschlussreich werden.

5.2 Natürliche Baumartenanteile auf Grundlage der forstlichen Standortkartierung und Standortswälder

Die folgende Auswertung der forstlichen Standortkartierung und der ermittelten Standortswälder dient dazu, eine fundierte und räumlich differenzierte Einschätzung

Tab. 4: Flächenmäßige Aufgliederung der drei Suchräume auf die Wuchsbezirke der forstlichen Standortgliederung (Regionalzonale Gliederung, Digitaldaten der forstlichen Standortkartierung, FVA 2012).

Suchraum (SR)	gesamt		Kaltenbronn (SR 1)		Ochsenkopf (SR 2)		Ruhestein (SR3)	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
gesamt	16934	100,0	5759	34,0	2030	12,0	9143	54,0
- (sub)montan	11974	70,7	4414	76,6	1418	69,9	6141	67,2
- hochmontan	4960	29,3	1345	23,4	612	30,1	3002	32,8
Regionalzonale Einheiten (RZE)								
3/03b montan	52	0,3					52	0,6
3/04 submontan	31	0,2	31	0,5				
3/04 montan	4383	25,9	4383	76,1				
3/04 hochmontan	1337	7,9	1337	23,2				
3/05 submontan	66	0,4					66	0,7
3/05 montan	7441	43,9			1418	69,9	6023	65,9
3/05 hochmontan	3623	21,4	8	0,1	612	30,1	3002	32,8

Tab. 5: Quantitative Wichtung der Hauptbaumarten nach Anzahl und Reihenfolge der Nennung in den 40 Standortswaldtypen des Suchraumes (in Klammern: Anzahl der Typen).

	Standortswaldtypen nach Hauptbaumarten-Kombination	%
1	1 Hauptbaumart Er Fi Ta Ki Son Vorw (7)	100
2	2 Hauptbaumarten, schwache Wichtung AhEs AhEi BuTa ErEs FiTa KiFi (8)	60:40
3	2 Hauptbaumarten, starke Wichtung AhBu BuEi ErTa TaEs TaAh TaKi FiKi (8)	70:30
4	3 Hauptbaumarten, schwache Wichtung AhEsTa AhBuTa BuEiTa BuFiTa BuKiFi TaFiBi (10)	50:30:20
5	3 Hauptbaumarten, starke Wichtung BuTaAh BuTaEi BuTaKi FiTaKi (7)	50:40:10

der natürlichen standortsspezifischen Baumartenzusammensetzung und Konkurrenzverhältnisse der Baumarten zu gewinnen. Der Vergleich mit der aktuellen Baumartenzusammensetzung der Waldbestände liefert zudem einen Beitrag zur Bewertung der Naturnähe der heutigen Wälder. Bezüglich der Naturnähebewertung sei allerdings schon an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass es sich bei der Natürlichkeit der Baumartenzusammensetzung zwar um ein wichtiges Bewertungskriterium handelt, aber eben nur um ein einzelnes unter zahlreichen anderen (vgl. z. B. GRABHERR et al. 1998). Weitere wichtige Kriterien sind die Bestandesstrukturen sowie der vom Menschen unbeeinflusste Ablauf natürlicher Entwicklungsprozesse der Ökosysteme. Innerhalb des Suchraums werden 252 regional-zonale Standortseinheiten unterschieden. Diese wurden im Rahmen der vorgenommenen Auswertung zu 40 Standortswaldtypen zusammengefasst, die jeweils durch dieselbe Hauptbaumartenkombination gekennzeichnet sind. Für diese 40 Einheiten wurde jeweils der mittlere prozentuale Anteil der Hauptbaumarten gutachterlich abgeschätzt, in 10 %-Stufen (Tab. 6). Dabei versteht sich der angegebene Wert als Mittel- und Richtwert mit einem Schwankungsbereich von mindestens ± 10 %. Werden einzelne naturnahe Waldbestände oder gar Bestandesteile betrachtet, so können die Baumartenanteile innerhalb eines Waldtyps unter natürlichen Bedingungen in weit stärkerem Maße vom Mittelwert abweichen bzw., über längere, walddynamisch relevante Zeiträume betrachtet, variieren. Zum Beispiel kann im Extrem auch unter naturnahen Bedingungen ein Buchen-Tannen-Fichtenwald (klein)flächenweise zu fast 100 % von einer der drei Hauptbaumarten aufgebaut sein (LEIBUNDGUT 1982). Nebenbaumarten wurden bei der Festlegung der Baumartenanteile nicht berücksichtigt. Wir gehen davon aus, dass die Nebenbaumarten und Pioniergehölze in großflächigen naturnahen Wäldern stets vorhanden waren und dort Flächenanteile zumindest im einstelligen Prozentbereich einnehmen konnten, teilbestandesweise auch erheblich mehr, bis hin zur zeitweiligen Dominanz in bestimmten Sukzessions- und Entwicklungsstadien innerhalb eines vollständigen Verjüngungszykluses. Dies gilt

insbesondere auch für die lichtliebenden Pionier- und Vorwaldgehölze Wald-Kiefer (*Pinus sylvestris*) und Vogelbeere (Eberesche, *Sorbus aucuparia*), aber auch für Birke, Weide und Pappel in vielen Waldtypen der betreffenden Wuchsbezirke.

Der Suchraum im Ganzen erstreckt sich im Wuchsgebiet Schwarzwald über die Einzelwuchsbezirke 3/03b, 3/04 und 3/05 (Tab. 4). Innerhalb dieser höhenzonal untergliederten Wuchsbezirke liegen die meisten Flächen in 3/04 (34 %) und 3/05 (66 %) und in der montanen (70 %) und hochmontanen (29 %) Höhenstufe. Dabei liegt der Suchraum Kaltenbronn weitestgehend im Wuchsbezirk 3/04, die beiden anderen Suchräume Ochsenkopf und Ruhestein im Wuchsbezirk 3/05 (Abb. 1). Der Anteil von montanen zu hochmontanen Höhenlagen und Standorten bewegt sich in den drei Suchräumen in einer ähnlichen Größenordnung zwischen 67 und 77 % (montan) bzw. 23 und 33 % (hochmontan).

In Tabelle 6 sind die 40 im Suchraum unterschiedenen Standortswaldtypen zusammengestellt. Mit ihnen wurden jeweils Standortswäldern gleicher Hauptbaumartenkombination zusammengefasst. Für jede dieser waldoökologischen Einheiten ist dann ein Mittelwert für die jeweils im Namen des Typs genannten Hauptbaumarten angegeben. Sind dabei mehrere Hauptbaumarten genannt erfolgt eine Wichtung des Anteils nach der Reihenfolge der Nennung, da damit im Namen des Waldtyps zugleich eine Rangfolge der erwarteten Häufigkeit der Baumarten zum Ausdruck gebracht ist. Die Abstufung der mittleren Anteile erfolgt dabei stärker, wenn es sich um Baumarten handelt, die im entsprechenden Waldtyp unter naturnahen Bedingungen eher beigemischt oder eingesprengt erwartet werden, wie Eiche und Kiefer im Buchen-Tannenwäldern, schwächer dagegen bei Arten, die die Mischwaldbestände in ähnlicher Weise aufbauen, wie Buche, Tanne und Fichte in Buchen-Tannen-Fichtenwald-Ökosystemen. In Prozentzahlen ausgedrückt bedeutet dies bei schwächerer Abstufung der zwei bzw. drei genannten Hauptbaumarten ein Verhältnis von 60:40 bzw. 50:30:20, bei stärkerer Abstufung von 70:30 bzw. 50:40:10 (vgl. Tab. 5). Zur weiteren Vereinfachung können die unterschiedenen Waldtypen-Einheiten unschwer pflanzensoziologischen Einheiten (Haupt-Waldgesellschaften) zugeordnet werden, die wiederum eine Verknüpfung mit dem baden-württembergischen Biotoptypenschlüssel (LfU 2001; LUBW 2009) ermöglichen.

Die jeweiligen Flächenanteile der 40 Waldtypen wurden für die einzelnen Suchräume und die beiden Haupthöhenstufen aus den digitalen Standortskarten ermittelt (Tab. 7). Es zeigt sich, dass nur wenige Typen des Standortswaldes von großflächiger Bedeutung sind. In den montanen Gebieten der drei Suchräume sind es vor allem Buchen-Tannen- und Tannen-Buchenwälder (Einheiten 16, 17, 19, 20), die die größten Flächen einnehmen. Pflanzensoziologisch handelt es sich dabei im Wesentlichen um den Hainsimsen-Buchenwald (Luzulo-Fagetum). In den hochmontanen Waldgebieten ist es dagegen vor allem der Beerstrauch-Tannenwald (*Vaccinio-Abietetum*) mit bestimmten Tannen-Fichten- und Fichten-Tannenwaldtypen (Einheiten 30, 31, 32), die jeweils bis zu zwei Drittel der Fläche ein-

Tab. 6: Mittlerer natürlicher Anteil der Hauptbaumarten in den 40 Standortswaldtypen des Suchraumes in 10 %-Stufen (gutachterliche Einschätzung). Vorkommen der Neben- und Pionierbaumarten unberücksichtigt. Wichtung der Anteile nach Reihenfolge der Nennung (vgl. Tab. 5).

Nr.	Waldtyp nach Hauptbaumarten-Kombination des Standortswaldes (HBK)	HBK	Er %	Es %	Ah %	Ei %	Bu %	Ta %	Fi %	Ki %	pio %	son %	Haupt-Waldgesellschaften
1	Grauerlen-Wald	GrEr	100										Auenwälder (Alno-Ulmion)
2	Schwarzerlen-Wald	SEr	100										
3	Schwarzerlen-Tannen-Wald	SEr,Ta	70					30					
4	Eschen-Schwarzerlen-Wald	Es,SEr	40	60									
5	Bergahorn-Eschen-Wald	BAh,Es		40	60								Schluchtwälder (Tilio-Acerion)
6	Bergahorn-Eschen-Tannen-Wald	BAh,Es,Ta		30	50			20					
7	Bergahorn-Buchen-Wald	BAh,RBu			70		30						
8	Bergahorn-Buchen-Tannen-Wald	BAh,RBu,Ta			50		30	20					
9	Bergahorn-Traubeneichen-Wald	BAh,TrEi			60	40							
10	Buchen-Bergahorn-Tannen-Wald	RBu,BAh,Ta			30		50	20					Waldmeister-Buchenwald (Galio-Fagetum)
11	Buchen-Tannen-Bergahorn-Wald	RBu,Ta,BAh			10		50	40					
12	Tannen-Buchen-Bergahorn-Wald	Ta,RBu,BAh			10		40	50					
13	Buchen-Traubeneichen-Wald	RBu,TrEi				30	70						Hainsimsen-Buchenwald (Luzulo-Fagetum)
14	Buchen-Traubeneichen-Tannen-Wald	RBu,TrEi,Ta				30	50	20					
15	Buchen-Tannen-Traubeneichen-Wald	RBu,Ta,TrEi				10	50	40					
16	Buchen-Tannen-Wald	RBu,Ta					60	40					
17	Tannen-Buchen-Wald	Ta,RBu					40	60					
18	Buchen-Tannen-Fichten-Wald	RBu,Ta,Fi					50	30	20				
19	Buchen-Tannen-Kiefern-Wald	RBu,Ta,Kie					50	40		10			
20	Tannen-Buchen-Kiefern-Wald	Ta,RBu,Kie					40	50		10			
21	Tannen-Schwarzerlen-Wald	Ta,SEr	30					70					Hainsimsen-Tannenwald (Luzulo-Abietetum)
22	Tannen-Eschen-Wald	Ta,Es		30				70					
23	Tannen-Bergahorn-Wald	Ta,BAh			30			70					
24	Tannen-Buchen-Fichten-Wald	Ta,RBu,Fi					30	50	20				
25	Tannen-Fichten-Buchen-Wald	Ta,Fi,RBu					20	50	30				
26	Fichten-Tannen-Buchen-Wald	Fi,Ta,RBu					20	30	50				
27	Fichten-Tannen-Wald	Fi,Ta						40	60				
28	Tannen-Kiefern-Buchen-Wald	Ta,Ki,RBu					20	50		30			Beerstrauch-Tannenwald (Vaccinio-Abietetum)
29	Tannen-Wald	Ta						100					
30	Tannen-Fichten-Wald	Ta,Fi						60	40				
31	Tannen-Fichten-Kiefern-Wald	Ta,Fi,Kie						50	40	10			
32	Fichten-Tannen-Kiefern-Wald	Fi,Ta,Kie						40	50	10			
33	Tannen-Kiefern-Wald	Ta,Kie						70		30			
34	Tannen-Fichten-Birken-Wald	Ta,Fi,MoBi						50	30		20		
35	Fichten-Wald	Fi							100				Moorwälder
36	Fichten-Kiefern-Wald	Fi,Kie							70	30			
37	Kiefern-Fichten-Wald	Kie,Fi							40	60			
38	Bergkiefern-Wald	BeKie								100			
39	Birken-Vogelbeeren-Wald	SaBi,Vobe									100		Pionier-/Vorwälder
40	Blockhalden, Felsen etc.	waldfrei										100	unbewaldet

Tab. 7: Flächenanteil der potentiellen natürlichen (Standorts-)Waldtypen in den verschiedenen Suchräumen (SR). SR1 Kaltenbrunn. SR2 Ochsenkopf. SR3 Ruhestein. m montan (inkl. wenig submontan). h hochmontan. Datengrundlage FVA 2012.

Nr.	Waldtyp nach HBK (Hauptbaumartenkombination)	HBK	SR gesamt		SR1m	SR1h	SR2m	SR2h	SR3m	SR3h
			ha	%	%	%	%	%	%	%
1	Grauerlen-Wald	GrEr	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	Schwarzerlen-Wald	SEr	12	0,1	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3	Schwarzerlen-Tannen-Wald	SEr,Ta	13	0,1	0,0	0,0	0,2	0,0	0,2	0,0
4	Eschen-Schwarzerlen-Wald	Es,SEr	1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5	Bergahorn-Eschen-Wald	BAh,Es	5	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0
6	Bergahorn-Eschen-Tannen-Wald	BAh,Es,Ta	7	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,1	0,0
7	Bergahorn-Buchen-Wald	BAh,RBu	15	0,1	0,0	0,0	0,4	0,0	0,1	0,0
8	Bergahorn-Buchen-Tannen-Wald	BAh,RBu,Ta	1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
9	Bergahorn-Traubeneichen-Wald	BAh,TrEi	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
10	Buchen-Bergahorn-Tannen-Wald	RBu,BAh,Ta	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0
11	Buchen-Tannen-Bergahorn-Wald	RBu,Ta,BAh	124	0,7	0,9	0,0	2,1	0,0	0,9	0,0
12	Tannen-Buchen-Bergahorn-Wald	Ta,RBu,BAh	320	1,9	0,0	0,0	0,5	0,0	5,1	0,0
13	Buchen-Traubeneichen-Wald	RBu,TrEi	7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0
14	Buchen-Traubeneichen-Tannen-Wald	RBu,TrEi,Ta	6	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
15	Buchen-Tannen-Traubeneichen-Wald	RBu,Ta,TrEi	291	1,7	6,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16	Buchen-Tannen-Wald	RBu,Ta	3112	18,4	48,9	0,0	20,9	0,0	10,7	0,0
17	Tannen-Buchen-Wald	Ta,RBu	1348	8,0	9,0	0,0	29,1	0,0	8,7	0,0
18	Buchen-Tannen-Fichten-Wald	RBu,Ta,Fi	107	0,6	0,1	0,0	0,2	0,0	1,6	0,0
19	Buchen-Tannen-Kiefern-Wald	RBu,Ta,Kie	1094	6,5	15,4	0,0	0,7	0,0	6,6	0,0
20	Tannen-Buchen-Kiefern-Wald	Ta,RBu,Kie	764	4,5	0,0	0,0	11,1	0,0	9,9	0,0
21	Tannen-Schwarzerlen-Wald	Ta,SEr	213	1,3	0,0	0,0	1,8	0,0	3,1	0,0
22	Tannen-Eschen-Wald	Ta,Es	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
23	Tannen-Bergahorn-Wald	Ta,BAh	15	0,1	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
24	Tannen-Buchen-Fichten-Wald	Ta,RBu,Fi	321	1,9	3,3	0,9	1,1	0,0	2,2	0,4
25	Tannen-Fichten-Buchen-Wald	Ta,Fi,RBu	3629	21,4	1,3	8,5	27,1	44,4	33,9	24,0
26	Fichten-Tannen-Buchen-Wald	Fi,Ta,RBu	124	0,7	0,0	7,3	0,0	0,0	0,0	0,8
27	Fichten-Tannen-Wald	Fi,Ta	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
28	Tannen-Kiefern-Buchen-Wald	Ta,Ki,RBu	175	1,0	3,1	0,0	1,2	0,0	0,4	0,0
29	Tannenwald	Ta	354	2,1	5,5	0,0	1,2	0,8	0,5	2,0
30	Tannen-Fichten-Wald	Ta,Fi	686	4,0	0,0	0,3	0,0	26,8	2,1	13,0
31	Tannen-Fichten-Kiefern-Wald	Ta,Fi,Kie	2377	14,0	0,5	29,2	0,1	25,8	9,9	39,8
32	Fichten-Tannen-Kiefern-Wald	Fi,Ta,Kie	755	4,5	0,1	25,4	0,0	0,1	0,5	12,6
33	Tannen-Kiefern-Wald	Ta,Kie	137	0,8	2,8	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0
34	Tannen-Fichten-Birken-Wald	Ta,Fi,MoBi	5	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
35	Fichten-Wald	Fi	264	1,6	0,3	11,2	0,8	0,3	1,3	0,4
36	Fichten-Kiefern-Wald	Fi,Kie	29	0,2	0,0	2,1	0,0	0,0	0,0	0,0
37	Kiefern-Fichten-Wald	Kie,Fi	99	0,6	0,0	0,0	0,0	1,4	0,0	2,9
38	Bergkiefern-Moorwald	BeKie	238	1,4	0,0	15,0	0,0	0,0	0,0	1,2
39	Birken-Vogelbeeren-Wald	SaBi,Vobe	62	0,4	0,7	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0
40	Blockhalden, Felsen etc.		221	1,3	0,9	0,1	1,1	0,6	1,3	2,7
Hauptwaldgesellschaft		Waldtyp	ha	%	%	%	%	%	%	%
Auenwälder		Nr. 1-4	26	0,2	0,3	0,0	0,2	0,0	0,2	0,0
Schluchtwälder		Nr. 5-9	29	0,2	0,0	0,0	0,9	0,0	0,2	0,0
Waldmeister-Buchenwald		Nr. 10-12	447	2,6	0,9	0,0	2,6	0,0	6,1	0,0
Hainsimsen-Buchenwald		Nr. 13-20	6728	39,7	80,1	0,0	62,0	0,0	37,6	0,0
Hainsimsen-Tannenwald		Nr. 21-27	4302	25,4	4,9	16,7	30,0	44,4	39,1	25,3
Beerstrauch-Tannenwald		Nr. 28-34	4489	26,5	12,0	54,8	2,4	53,4	13,6	67,4
Moorwälder		Nr. 35-38	630	3,7	0,3	28,3	0,8	1,7	1,3	4,6
Pionier-/Vorwälder		Nr. 39	62	0,4	0,7	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0
unbewaldet/ohne Angabe		Nr. 40	221	1,3	0,9	0,1	1,1	0,6	1,3	2,7
Summe (ha)			16934	100 %	4414	1345	1419	612	6141	3002

nehmen. Hinzu kommen in beiden Höhenstufen und vor allem in den beiden südwestlichen Suchräumen (SR 2 und 3) nennenswerte bis erhebliche Anteile der „intermediären“ Tannenwaldtypen (Einheit 25), die pflanzensoziologisch dem Hainsimsen-Tannenwald (Luzulo-Abietetum) entsprechen und als nadelholzbetonte Mischwälder floristisch-standortsökologisch zwischen den zuvor genannten Einheiten des Luzulo-Fagetum und des Vaccinio-Abietetum vermitteln. Eine ganz erhebliche flächenmäßige Bedeutung haben darüber hinaus in der hochmontanen Höhenstufe um Kaltenbronn (SR 1) die ausgedehnten Fichten- und Kiefern-Moorwälder (Einheiten 35 und 38), die dort über ein Viertel der Fläche einnehmen.

Alle übrigen Waldtypen haben hinsichtlich ihrer Flächenausdehnung keine nennenswerte Bedeutung, sehr wohl aber natürlich hinsichtlich der Standorts- und Lebensraumvielfalt sowie der Waldbiodiversität im Ganzen. Als wertvolle bereichernde Sonderelemente sind sie oft kleinflächig, punktuell oder linienhaft in das Waldvegetationsmosaik eingesprengt.

Auf der Grundlage der mittleren Baumartenanteile je Waldtyp und dessen jeweiligem Flächenanteil lassen sich nun für die einzelnen Suchräume und Höhenstufen sowie für das gesamte Projektgebiet potentielle natürliche Baumartenanteile für die Hauptbaumarten errechnen (Tab. 8). Die auf diese Weise ermittelten %-Werte sind als grobe An-

halts- und Mittelwerte zu lesen. Einerseits herrschen dabei – in Übereinstimmung mit den vegetationsgeschichtlichen Ergebnissen – in allen Gebieten Tanne und/oder Buche gegenüber Fichte deutlich vor. Eine Ausnahme bildet lediglich der hochmontane Gebietsteil im Suchraum Kaltenbronn, mit seinen besonders hohen natürlichen Fichten- und Kiefernanteilen, aufgrund der ausgedehnten Moorstandorte. Andererseits bleibt festzuhalten, dass die Fichte **heute** auch unter natürlichen Bedingungen in fast allen Gebieten mit einem nennenswerten Anteil vorhanden wäre, jeweils in der hochmontanen Höhenstufe sogar mit einem ganz erheblichen, um 40 %, während die Buche dort nicht nur aktuell, sondern auch potentiell natürlich nur eine weit untergeordnete Rolle spielen würde. In den montanen Gebietsteilen, die die größten Flächen der Suchräume einnehmen, würde dagegen die Fichte nur eine geringere Rolle spielen, mit 2 %, 9 % bzw. 17 %. Bei der Bewertung dieser standortkundlichen und waldökologischen Einschätzung des heutigen natürlichen Potenzials ist allerdings zu beachten, dass in Zukunft regionalklimatisch mit einer erheblichen Abschwächung hochmontaner Standorteffekte (Klimaprognosen) und einer entsprechenden Verkleinerung bzw. dem kompletten Wegfall einer klimatischen hochmontanen Höhenstufe zu rechnen ist (vgl. Kap. 5.3).

In Tabelle 9 sind die ermittelten naturnahen Baumartenanteile den aktuellen gegenübergestellt. Im Vergleich zu na-

Tab. 8: Naturnahe Anteile der Hauptbaumarten in den verschiedenen Suchräumen (SR) und Waldgesellschaften. Ermittelt aus den mittleren Anteilen der Hauptbaumarten je Waldtyp (Tab. 6) und den Flächenanteilen der entsprechenden Standortswälder (Tab. 7).

Gebiet	Fläche		Er %	Es %	Ah %	Ei %	Bu %	Ta %	Fi %	Ki %	pio %	son %
	ha	%										
Suchraum (SR) gesamt	16934	100	0,5	0,0	0,4	0,2	26,8	46,4	18,7	5,3	0,4	1,3
Kaltenbronn (SR1)	5760	34,0	0,2	0,0	0,1	0,5	36,3	42,7	11,4	7,5	0,5	0,7
Ochsenkopf (SR2)	2031	12,0	0,4	0,1	0,6	0,0	28,1	50,6	17,0	2,1	0,0	1,0
Ruhestein (SR3)	9143	54,0	0,7	0,0	0,5	0,0	20,6	47,8	23,7	4,6	0,4	1,8
SR1 montan (submontan)	4414	26,1	0,3	0,0	0,2	0,7	46,3	46,0	1,6	3,4	0,7	0,9
SR1 hochmontan	1345	7,9	0,0	0,0	0,0	0,0	3,4	31,8	43,6	21,1	0,0	0,1
SR2 montan (submontan)	1419	8,4	0,6	0,2	0,9	0,0	36,4	50,0	9,2	1,6	0,0	1,1
SR2 hochmontan	612	3,6	0,0	0,0	0,0	0,0	8,9	51,9	35,2	3,4	0,0	0,6
SR3 montan (submontan)	6141	36,3	1,0	0,0	0,8	0,0	28,1	48,0	17,3	2,9	0,5	1,3
SR3 hochmontan	3002	17,7	0,0	0,0	0,0	0,0	5,1	47,2	36,7	8,2	0,0	2,7
Waldgesellschaften												
Auenwälder	26	0,2	83,3	1,6	0,0	0,0	0,0	15,1	0,0	0,0	0,0	0,0
Schluchtwälder	29	0,2	0,0	14,7	62,5	0,6	16,8	5,4	0,0	0,0	0,0	0,0
Waldmeister-Buchenwald	447	2,6	0,0	0,0	10,1	0,0	42,8	47,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Hainsimsen-Buchenwald	6728	39,7	0,0	0,0	0,0	0,5	51,5	44,9	0,3	2,8	0,0	0,0
Hainsimsen-Tannenwald	4302	25,4	1,5	0,0	0,1	0,0	19,7	50,5	28,2	0,0	0,0	0,0
Beerstrauch-Tannenwald	4489	26,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	54,4	35,7	9,1	0,0	0,0
Moorwälder	630	3,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	51,4	48,6	0,0	0,0
Pionier-/Vorwälder	62	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0
unbewaldet/ohne Angabe	221	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0

turnahen Bedingungen erzielt die Fichte heute einen über dreimal so hohen Anteil, während Buche weniger als 20 % ihres natürlichen Anteils erreicht, Tanne etwa 30 %.

Ein weiterer wesentlicher Gesichtspunkt bei der Analyse der Erwartungswerte für die naturnahen Baumartenanteile (Tab. 8) ist die Einschätzung der heutigen und der zukünftigen Konkurrenzkraft der Baumarten in der natürlichen

Waldentwicklung. Unter diesem Gesichtspunkt wurde zunächst einmal die heutige forstliche Baumarteneignungs-Einschätzung zugrundegelegt (ALDINGER u. MICHIELS 1997). Danach ergibt sich (vgl. Tab. 10) für die regionalen terrestrischen Standorte, die 94 % der Suchraumfläche einnehmen, also für die weitverbreiteten Standorte das Folgende – dabei wurden Sonderstandorte an Gewässern und

Tab. 9: Vergleich der ermittelten naturnahen Anteile der Hauptbaumarten (Tab. 8) mit den aktuellen Baumartenanteilen in den verschiedenen Suchräumen (SR). Datengrundlage FVA 2012.

Baumartenanteile	Bezugsfläche		Er %	Es %	Ah %	Ei %	Bu %	Ta %	Fi %	Ki %	pio %	son %
	ha	%										
naturnah												
Suchraum (SR) gesamt	16934	100	1	0	0	0	27	46	19	5	0	1
Kaltenbronn (SR1)	5760	34	0	0	0	1	36	43	11	7	1	1
Ochsenkopf SR2)	2031	12	0	0	1	0	28	51	17	2	0	1
Ruhestein (SR3)	9143	54	1	0	1	0	21	48	24	5	0	2
aktuell												
Suchraum (SR) gesamt	16325	100	0	0	0	0	5	14	62	10	0	9
Kaltenbronn (SR1)	5648	35	0	0	0	0	6	17	50	15	0	11
Ochsenkopf SR2)	2010	12	0	0	0	0	7	18	60	11	0	3
Ruhestein (SR3)	8667	53	0	0	0	0	4	11	70	6	0	9
Differenz (aktuell-naturnah)												
Suchraum (SR) gesamt	16325	100	0	0	0	0	-22	-32	43	5	-0	8
Kaltenbronn (SR1)	5648	35	0	0	0	0	-30	-26	39	8	0	10
Ochsenkopf SR2)	2010	12	0	0	0	0	-21	-33	43	9	-0	2
Ruhestein (SR3)	8667	53	0	0	0	0	-17	-37	46	1	-0	7

Tab. 10: Heutige natürliche Konkurrenzverhältnisse von Buche, Tanne und Fichte auf den regionalen terrestrischen Normalstandorten** im Suchraum nach Baumarteneignungstabelle (Ziffer 1). Unbedeutender Schalenwildeinfluss vorausgesetzt (vgl. ALDINGER u. MICHIELS 1997: 2). **ohne Wälder der Sonderstandorte (Auen-, Schlucht- u. Moorwälder), Pionierwälder sowie unbewaldete Flächen und Flächen ohne Angabe (zus. 797 ha). *inkl. Waldmeister-Buchenwald.

Konkurrenzkraft der Fichte (< kleiner als, > größer als)	ha	< Bu u./od. Ta	= Bu u. Ta	= Bu (>Ta)	= Ta (>Bu)	= Bu u./od. Ta	> Bu u. Ta
		%	%	%	%	%	%
Gebiet							
Suchraum gesamt	15935	4	15	2	47	64	32
Suchraum 1: Kaltenbronn	5285	4	22	6	46	75	20
Suchraum 2: Ochsenkopf	1975	2	14	<1	43	57	41
Suchraum 3: Ruhestein	8675	4	10	1	48	58	37
natürliche Waldgesellschaft							
Hainsimsen-Buchenwald*	7149	7	24	6	29	59	35
Hainsimsen-Tannenwald	4298	1	13		53	66	33
Beerstrauch-Tannenwald	4488	3	2		68	70	27
Höhenstufe							
montan (submontan)	11595	6	19	3	34	57	37
hochmontan	4340		2		79	81	19

Mooren sowie in Schluchten nicht in die Betrachtung mit einbezogen, da an ihnen von Natur aus und lokalstandörtlich bedingt grundlegend abweichende Wuchsbedingungen und Konkurrenzverhältnisse unter den Baumarten herrschen:

Für die weitverbreiteten (regionalen) Standorte gilt, dass Buche und/oder Tanne heute nur an wenigen Standorten (4 %) gegenüber Fichte eindeutig konkurrenzüberlegen sind. An den meisten terrestrischen Normalstandorten ist die Konkurrenzkraft der drei Hauptbaumarten Buche, Tanne und Fichte zumindest gleich einzuschätzen (64 % im Gesamtsuchraum, 76 % SR 1, 57 % SR 2 bzw. 58 % SR 3). Umgekehrt bedeutet dies, dass die Fichte auf einem Drittel der Fläche, im Suchraum Kaltenbronn (auch hier ohne die ausgedehnten Sonderstandorte) auf 20 % der Fläche, in den beiden anderen Suchräumen auf etwa 40 %, sowohl gegenüber Buche als auch gegenüber Tanne als konkurrenzkräftiger eingeschätzt wird. Allerdings dürften die prognostizierte zukünftige Veränderung des Regionalklimas und die dadurch ausgelösten Veränderungen in der Waldentwicklung die Konkurrenzverhältnisse in erheblichem, aber nur schwer quantifizierbarem Maße zu Gunsten von Buche und Tanne verschieben. Insbesondere die Tanne dürfte, aufgrund ihrer großen ökologischen Plastizität speziell hinsichtlich des trockeneren Standortbereichs eine große Chance durch den Klimawandel erhalten.

5.3 Schlussfolgerung und Ausblick – Die zukünftige Waldentwicklung

Die zukünftige (ungesteuerte) Entwicklung der Waldbestände und insbesondere der Konkurrenzverhältnisse von Buche, Tanne und Fichte wird in starkem Maße abhängig sein

- von der weiteren regionalklimatischen Entwicklung (Klimaprognosen) sowie
- von der Art und Weise der zukünftigen Wildbewirtschaftung und der davon abhängigen Dichte der Wildbestände mit den spezifischen Wirkungen des Verbissdrucks und der Baumartenselektion.

Bei zu hohen Wildbeständen muss weiterhin von einer Begünstigung der Fichte und einer erheblichen Beeinträchtigung der Tannen- und Buchenverjüngung ausgegangen werden. Von den prognostizierten regionalklimatischen Veränderungen wird dagegen vor allem die Fichte in starkem Maße betroffen sein. Der prognostizierte Temperaturanstieg um etwa 2 °C für die Jahresmitteltemperaturen entspricht einem Anstieg der vegetationsökologischen Höhenstufenabfolge um 300-400 Höhenmeter. Dies bedeutet eine ganz erhebliche Verschlechterung der Wuchsbedingungen für die Fichte, indem besonders fichtengünstige Verhältnisse sich in stärkerem Maße auf kleinflächige Sonderstandorte beschränken werden und hochmontane Klimateffekte, die die Fichte bisher begünstigt haben, quasi vollständig verschwinden werden (FVA 2014). Ein weiterer Gesichtspunkt, aus dem sich ebenfalls eine zukünftige Begünstigung für Buche und Tanne und insbesondere auch für deren Verjüngungssituation ableiten lässt, ist die allgemeine Beobachtung der Verbesserung der Bodenverhältnisse und speziell der Humusform (KRAFT et al. 2003).

So können die genannten Effekte gegensätzlich wirken und lassen sich zur Zeit lediglich qualitativ, jedoch kaum genauer quantitativ prognostizieren. In den betroffenen, langlebigen Waldökosystemen werden die Veränderungsprozesse jedenfalls sehr langsam ablaufen, wenn nicht ganz massive, steuernde Eingriffe vollzogen werden oder extreme klimatische Änderung oder andere Kalamitäten eintreten. Dabei ist von langen Zeiträumen auszugehen, von mindestens vielen Jahrzehnten bis zu Jahrhunderten und mehreren Waldgenerationen, in denen sich ggf. die Änderungen vollziehen werden.

Dank

Wir danken dem Ministerium für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz des Landes Baden-Württemberg, der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg sowie der ö.konzept GmbH für die Erlaubnis zur Nutzung von Daten und Auswertungen, die im Rahmen der Gutachtenerstellung für den Nationalpark Schwarzwald erarbeitet wurden, ferner den verschiedenen Inhabern von Bildrechten, die freundlicherweise Abdrucksgenehmigungen erteilten (Abb. 2-9 und 11-13) sowie für die kritische Durchsicht und Korrektur des englischen Textteils Frau Nicola Bartholmé (Kiel).

Literatur

- ALDINGER, E.; MICHIELS, H.-G. (1997): Baumartenwahl in der forstlichen Standortkartierung Baden-Württemberg. *AFZ* 5/1997, 1-4.
- BfN (Bundesamt für Naturschutz, Hrsg. 2010): Karte der potentiellen natürlichen Vegetation Deutschlands. Maßstab 1:500.000, 7 Karten und Legende. Bonn-Bad Godesberg.
- BOHN, U.; GOLLUB, G.; HETTWER, C. (2000/2003): Karte der natürlichen Vegetation Europas 1 : 2 500 000. Bundesamt für Naturschutz (Hrsg.). 3 Bde: Band 1: Erläuterungstext (2003) 655, XVI S. Band 2: Legende (2000) 153 S. Band 3: Karten. (2000) 9 Bl. Bonn.
- COLLIGNON, A.M.; FAVRE, J.M. (2000): Contribution to the Postglacial History at the Western Margin of *Picea abies*' Natural Area Using RAPD Markers. *Annals of Botany* 85, 713-722.
- DIETERICH, H. (1981): Nachwärmezeitliche Pollenprofile in Baden-Württemberg (Tabelle und Karte). *Mitt. Verein Forstl. Standortkunde u. Forstpflanzenzüchtung* 29, 21-29.
- ECK, H. (2001): Landschaftsveränderungen seit dem Mittelalter. In: Lorenz, S. (Hrsg.): *Der Nordschwarzwald. Von der Wildnis zur Wachstumsregion*, 60-72.
- FIRBAS, J. (1949/52): Spät- und nacheiszeitliche Waldgeschichte Mitteleuropas nördlich der Alpen. Bd. I: 480 S., Bd. II: 258 S. Jena.
- FRENZEL, B. (1982): Über eine vormittelalterliche Besiedlung in einigen Teilen des nördlichen Schwarzwaldes. In: WINKEL, H. (Hrsg.): *Geschichte und Naturwissenschaft in Hohenheim. Beiträge zur Natur-, Agrar-, Wirtschafts- und Sozialgeschichte Südwestdeutschlands*, 239-263.

- FVA (FORSTLICHE VERSUCHS- UND FORSCHUNGSANSTALT BADEN-WÜRTTEMBERG, 2012): Digitaldaten der forstlichen Standortskartierung.
- FVA (FORSTLICHE VERSUCHS- UND FORSCHUNGSANSTALT BADEN-WÜRTTEMBERG, 2014): www.fva-bw.de/index.html?http://www.fva-bw.de/forschung/bui/klimakarten_download.php. Zugriff 7.3.2014.
- GAUER, J.; ALDINGER, E. (Hrsg. 2005): Waldökologische Naturräume Deutschlands – Forstliche Wuchsgebiete und Wuchsbezirke – mit Karte 1:1.000.000. Mitt. Verein Forstl. Standortkunde u. Forstpflanzenzüchtung 43, 324 S.
- GRABHERR, G.; KOCH, G.; KIRCHMEIR, H.; REITER, K. (1998): Hemerobie österreichischer Waldökosysteme. Veröffentlichungen des Österreichischen MaB-Programms 17 (Österreichische Akademie der Wissenschaften), 493 S. Innsbruck (Wagner).
- HAUSBURG, H. (1967): Die Ausbreitung der Fichte im Hornisgrinde-Kniebis-Murggebiet des Nordschwarzwaldes bis etwa 1800. Mitt. Verein Forstl. Standortkunde u. Forstpflanzenzüchtung 17, 3-22.
- HÖLZER, A.; HÖLZER, A. (1987): Paläoökologische Moor-Untersuchungen an der Hornisgrinde im Nordschwarzwald. *Carolina* 45, 43-50.
- HÖLZER, A.; HÖLZER, A. (1995): Zur Vegetationsgeschichte des Hornisgrinde-Gebietes im Nordschwarzwald: Pollen, Großreste und Geochemie. *Carolina* 53, 199-228.
- HÖLZER, A.; HÖLZER, A. (2003): Untersuchungen zur Vegetations- und Siedlungsgeschichte im Großen und Kleinen Muhr an der Hornisgrinde (Nordschwarzwald). – Mitt. Ver. Forstl. Standortkunde u. Forstpflanzenzüchtung 42: 31-44.
- HÖLZER, A.; HÖLZER, A. (2014): Untersuchungen zum Rezentpollenniederschlag im Nordschwarzwald im Bereich der Hornisgrinde. *standort.wald* 48, 63-76.
- HOLZHAUSER, H.; MAGNY, M.; ZUMBÜHL, H.J. (2005): Glacier and lake-level variations in west-central Europe over the last 3500 years. *The Holocene* 15, 789-801.
- HÜGIN, G. (2007): Schwarzwald und Vogesen – ein Florenvergleich (Farn- und Samenpflanzen). Mitt. bad. Landesver. Naturkunde Naturschutz N.F. 20 (1), 1-103.
- HUMMEL, K.-M.; WEIDENBACH, P. (2012): Das Kloster Alpirsbach und sein Wald. *standort.wald* 47, 35-41.
- JAHN, G.; MÜHLHÄUSSER, G.; HÜBNER, W.; BÜCKING, W. (1990): Zur Frage der Veränderung der natürlichen Waldgesellschaften am Beispiel der montanen und hochmontanen Höhenstufe des westlichen Nordschwarzwaldes. Mitt. Verein Forstl. Standortkunde u. Forstpflanzenzüchtung 35, 15-25.
- JANNSEN, C.R. (1981): Contemporary pollen assemblages from the Vosges (France). Review of Palaeobotany and Palynology, 33 (1981), 183-313.
- JÖRIN, U.E.; STOCKER, T.F.; SCHLÜCHTER, C. (2006): Multi-century glacier fluctuations in the Swiss Alps during the Holocene. *The Holocene* 16 (5): 697-704.
- KERSTING, G.; LUDEMANN, T. (1991): Allmendweiden im Südschwarzwald – eine vergleichende Vegetationskartierung nach 30 Jahren. Ministerium Ländl. Raum Ernährung Landwirtschaft und Forsten Bad.-Württ. (Hrsg.), 117 S. Stuttgart.
- KRAFT, M.; REIF, A.; SCHREINER, M.; ALDINGER, E. (2003): Veränderung der Bodenvegetation und der Humusaufgabe im Nordschwarzwald in den letzten 40 Jahren. *Forstarchiv* 74, 3-15.
- LANG, G. (1994): Quartäre Vegetationsgeschichte Europas: Methoden und Ergebnisse. 462 S. Jena, Stuttgart, New York (Fischer).
- LANG, G. (2005): Seen und Moore des Schwarzwaldes als Zeugen spätglazialen und holozänen Vegetationswandels. Stratigraphische, pollenanalytische und großrestanalytische Untersuchungen. *Andrias* 16, 160 S.
- LEIBUNDGUT, H. (1982): Europäische Urwälder der Bergstufe. 306 S. Bern, Stuttgart (Haupt).
- LfU (Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Hrsg. 1992): Potentielle natürliche Vegetation und Naturräumliche Einheiten. Untersuchungen zur Landschaftsplanung 21, 26 S. Karlsruhe.
- LfU (Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Hrsg. 2001): Arten, Biotope, Landschaft. Schlüssel zum Erfassen, Beschreiben, Bewerten. 3. Aufl. Fachdienst Naturschutz. Naturschutz Praxis. Allgemeine Grundlagen 1, 321 S. Karlsruhe.
- LORENZ, S. (Hrsg. 2001): Der Nordschwarzwald. Von der Wildnis zur Wachstumsregion. 240 S. Filderstadt (Markstein).
- LUBW (Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Hrsg. 2009): Arten, Biotope, Landschaft. Schlüssel zum Erfassen, Beschreiben, Bewerten. 4. Aufl., 312 S. Karlsruhe.
- LUDEMANN, T. (1992): Im Zweribach – Vom nacheiszeitlichen Urwald zum „Urwald von morgen“. Die Vegetation einer Tallandschaft im Mittleren Schwarzwald und ihr Wandel im Lauf der Jahreszeiten und der Jahrhunderte. Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. 63, 268 S.
- LUDEMANN, T. (1996): Die Wälder im Sulzbachtal (Südwest-Schwarzwald) und ihre Nutzung durch Bergbau und Köhlererei. Mitt. Verein Forstl. Standortkunde u. Forstpflanzenzüchtung 38, 87-118.
- LUDEMANN, T. (2003): Large-scale reconstruction of ancient forest vegetation by anthracology – a contribution from the Black Forest. *Phytocoenologia* 33 (4), 645-666.
- LUDEMANN, T. (2005): Natürliche Baumartenzusammensetzung – Standortswald. In: Teuffel, K.v. et al. (Hrsg.): Waldbau für eine zukunftsorientierte Waldwirtschaft, 96-100. Berlin, Heidelberg (Springer).
- LUDEMANN, T. (2006): Großmaßstäbliche Vegetationskartierung im Südschwarzwald – mit einer Neubewertung des natürlichen Vorkommens der Fichte. Mitt. Verein Forstl. Standortkunde u. Forstpflanzenzüchtung 44, 47-61.
- LUDEMANN, T. (2007): Das Abbild der natürlichen Vegetation in der historischen Holznutzung. Synthese anthrakologischer Studien im Mittelgebirgsraum Zentraleuropas. Ber. d. Reinh.-Tüxen-Ges. 19, 7-22.
- LUDEMANN, T. (2012): Die Waldlebensräume und ihre Vegetation – Standorte, Charakterisierung und Verbreitung. In: Regierungspräsidium Freiburg (Hrsg.): Der Feldberg. Subalpine Insel im Schwarzwald, 181-278. Ostfildern (Thorbecke).

- LUDEMANN, T. (2013): *Geschichtsträchtige Vegetation und Landschaft im Schwarzwald – Einzigartige und repräsentative Fallbeispiele aus dem Zweribachgebiet*. Tuexenia Beiheft 6: 29-85.
- LUDEMANN, T.; MICHIELS, H.-G.; NÖLKEN, W. (2004): Spatial patterns of past wood exploitation, natural wood supply and growth conditions: indications of natural tree species distribution by anthracological studies of charcoal-burning remains. *Eur. J. Forest Res.* 123, 283-292.
- LUDEMANN, T.; RÖSKE, W.; KRUG, M. (2007): *Atlas zur Vegetation des Südschwarzwaldes – Feldberg, Belchen, Oberes Wiesental*. Mitt. Verein Forstl. Standortkunde u. Forstpflanzenzüchtung 45, 100 S.
- METZ, R. (1977): *Mineralogisch-landeskundliche Wanderungen im Nordschwarzwald*. 2. Aufl. 632 S. Lahr (Schauenburg).
- MEYNE, E.; SCHMITHÜSEN, J. (Hrsg., 1956): *Handbuch der naturräumlichen Gliederung Deutschlands*. Bundesanstalt f. Landeskunde und Raumforschung. 3. Lfg. Remagen.
- MICHIELS, H.-G. (1998): *Der Standortswald im Südwestdeutschen Standortkundlichen Verfahren*. Mitt. Verein Forstl. Standortkunde u. Forstpflanzenzüchtung 39, 67-72.
- MICHIELS, H.-G. (2014): *Überarbeitung der Standortkundlichen Regionalen Gliederung von Baden-Württemberg*. standort.wald 48, 7-40.
- MÜLLER, T.; OBERDORFER, E.; PHILIPPI, G. (1974): *Die potentielle natürliche Vegetation von Baden-Württemberg*. Beih. Veröff. Landesstelle Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. 6, 46 S. Ludwigsburg.
- NÖLKEN, W. (2005): *Holzkohleanalytische Untersuchungen zur Waldgeschichte der Vogesen*. Diss. Univ. Freiburg, Biologie/Geobotanik, 182 S.
- REIDL, K.; SUCK, R.; BUSHART, M.; HERTER, W.; KOLTZENBURG, M.; MICHIELS, H.-G.; WOLF, T.; unter Mitarbeit von AMINDE, E.; BORTT, W. (2013): *Potentielle Natürliche Vegetation von Baden-Württemberg*. LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (Hrsg.). Naturschutz, Spectrum Themen 100, 342 S. + Karten, Karlsruhe.
- RÖSCH, M. (1989): *Pollenprofil Breitnau-Neuhof: Zum zeitlichen Verlauf der holozänen Vegetationsentwicklung im südlichen Schwarzwald*. *Carolina* 47, 15-24.
- RÖSCH, M. (2009): *Zur vorgeschichtlichen Besiedlung und Landnutzung im nördlichen Schwarzwald aufgrund vegetationsgeschichtlicher Untersuchungen in zwei Karseen*. Mitt. Verein Forstl. Standortkunde u. Forstpflanzenzüchtung 46, 69-82.
- RÖSCH, M. (2011): *Landnutzung und Kulturlandschaft in Mitteleuropa von der Jungsteinzeit bis zur Neuzeit: Ein Überblick*. TÜVA Mitt. (Tübinger Verein Förderung ur- u. frühgeschichtl. Archäologie) Heft 12, 13-34.
- RÖSCH, M. (2012): *Vegetation und Waldnutzung im Nordschwarzwald während sechs Jahrtausenden anhand von Profundalkernen aus dem Herrenwieser See*. standort.wald 47, 43-64.
- RÖSCH, M.; HEUMÜLLER, M. (2008): *Vom Korn der frühen Jahre – Sieben Jahrtausende Ackerbau und Kulturlandschaft*. *Arch. Info. Bad.-Württ.* 55, 102 S. Esslingen.
- RÖSCH, M.; TSERENDORJ, G. (2011): *Der Nordschwarzwald – früher besiedelt als gedacht? Denkmalpflege in Bad.-Württ.* 40 (2), 66-73.
- RÖSCH, M.; VOLK, H.; WIELAND, G. (2005): *Frühe Waldnutzung und das Alter des Naturwaldes im Schwarzwald. Neue pollenanalytische Untersuchungen in den Missenmooren*. *AFZ Der Wald* 2005 (12), 636-638.
- RUDLOFF, H. v. (1977): *Niederschlagskarte „Dreiländereck“: Traben-Trarbach (Amt für Wehrgeophysik)*.
- SCHILLINGER, E. (1954): *Kollnau ein vorderösterreichisches Eisenwerk des 18. Jahrhunderts*. *Alemannisches Jahrbuch* 1954, 279-340. Lahr/Schwarzwald.
- SCHLENKER, G. (1960): *Zum Problem der Einordnung klimatischer Unterschiede in das System der Waldstandorte Baden-Württembergs*. Mitt. Verein Forstl. Standortkunde u. Forstpflanzenzüchtung 9, 3-15.
- SEIBERT, P.; CONRAD-BRAUNER, M. (1995): *Konzept, Kartierung und Anwendung der potentiellen natürlichen Waldgesellschaften mit dem Beispiel der PNV-Karte des unteren Inntales*. *Tuexenia* 15, 25-44.
- TINNER, W. (2006): *Treeline studies*. In: Elias S.A. (ed.) *Encyclopedia of Quaternary Science*, 2374-2383. Amsterdam (Elsevier).
- TRENKLE, H.; RUDLOFF, H. v. (1980): *Das Klima im Schwarzwald*. In: Liehl, E.; Sick, W.D. (Hrsg.): *Der Schwarzwald. Beiträge zur Landeskunde*, 59-100. Bühl/Baden.
- TÜXEN, R. (1956): *Die heutige potentielle natürliche Vegetation als Gegenstand der Vegetationskartierung*. *Angewandte Pflanzensoziologie* 13, 5-42. Stolzenau/Weser.
- VOLK, H. (1969): *Untersuchungen zur Ausbreitung und künstlichen Einbringung der Fichte im Schwarzwald*. Schriftenreihe der Landesforstverwaltung Bad.-Württ. Bd. 28: 160 S. Stuttgart.
- WEIDENBACH, P. (2014): *Der Bauernwald im Klosteramt Alpirsbach*. standort.wald 48, 119-127.
- WILMANN, O. (2001): *Exkursionsführer Schwarzwald. Eine Einführung in Landschaft und Vegetation mit 45 Wanderwegen*. 304 S. Stuttgart (Ulmer).