

Veränderungen der Bodenvegetation durch Fichtenanbau auf Standorten des Kalkbuchenwaldes

Effects of Norway spruce cultivation on the ground vegetation of beech forest sites on limestone

Jochen Engelhard & Albert Reif, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg i. Br.

Abstract

Spruce forests are frequently thought of as species poor and associated with the suppression of natural forest species, in other words a loss of biodiversity. The effect of varying degrees of spruce admixture on the ground vegetation is the theme of this study. Research was carried out in 50-90 year old pure beech and spruce stands, as well as variously mixed stands in the central "Schwäbische Alb". Few species appear to be strictly tied to pure beech stands. To preserve these species, pure beech forest should be maintained at least in some stands of managed forests. However, the majority of the beech forest species can also be found in spruce stands. Under spruce, the species number increases considerably, because many open land species can be found. Their occurrence can be explained by the higher light intensities under spruce canopies. The increased number of species under spruce canopies does not necessarily mean a higher value for nature conservation. Other criteria like naturalness or rarity, must be taken into consideration. A few rare species were found to be associated with pure spruce canopies. Therefore, the conversion of all pure spruce stands to mixed stands would result in a loss of rare species well worth conservation.

1. Einführung

Buchenmischwälder mit Anteilen an Berg-Ahorn, Esche und anderen Laubhölzern sind die potentiell natürliche Vegetation der mittleren Schwäbischen Alb (MÜLLER et al. 1974). Natürliche Vorkommen der Fichte werden allenfalls an Extremstandorten wie dem Traufbereich der Südwestalb vermutet (MÜLLER 1975). Fichtenaufforstungen sind im Untersuchungsgebiet ab der ersten Hälfte des 18. Jahrhunderts dokumentiert (WERNER 1958/59), fanden aber vor allem im 19. Jahrhundert statt. Mit dem Übergang zur Stallfütterung und der Einführung der Forstgesetze in der Mitte des 19. Jahrhunderts wurden viele devastierte Wälder und ihre Blößen vornehmlich mit Fichte und Kiefer aufgeforstet (KÖBERLE 1975/76). Heute nimmt die Fichte schätzungsweise ein Viertel der Waldfläche im Untersuchungsgebiet ein.

Die Fichte ist auf der Schwäbischen Alb auch heute noch eine bedeutende Wirtschaftsbaumart und zeigt auf oberflächlich entkalkten Böden mit ausreichender Feuchtigkeit gute Wuchsleistungen (MLR 2002). Allerdings führen höhere Kalkgehalte im Oberboden sowie vormalige landwirtschaftliche Nutzung verstärkt zu Rotfäule (MLR 2002). Auf flachgründigen Standorten besteht zudem die Gefahr von Trockenstress (WERNER 1958/59). Die Folgen sind Holzentwertung und in Kombination mit Borkenkäfer und Sturmschäden die vorzeitige Auflösung von Beständen. Derzeit ist ein Flächenrückgang bei der Fichte zu beobachten: Zur Verringerung des Betriebsrisikos sowie aufgrund ökologischer Zielsetzungen werden Fichtenreinbestände verstärkt in Mischbestände mit Buche und anderen Laubhölzern umgebaut (MLR 2002).

Fichtenforsten werden vielfach mit Artenarmut und Verdrängung natürlicher Waldarten assoziiert. So steht in einem Bildband über die Schwäbische Alb zu lesen: „Das Aufforsten mit Fichten bedeutet für viele Frühjahrspflanzen des Waldes nicht nur eine Bedrohung, sondern meist die sichere Vernichtung“ (PFÜNDEL et al. 2000, S.134). In einer Expertenbefragung unter Vorlage von Fotografien verschiedener Waldbilder wurde die Artenvielfalt der Flora von Fichtenwäldern wesentlich niedriger eingestuft als die von Laubwäldern (POTT 2003). Und der DEUTSCHE RAT FÜR LANDESPFLEGE schreibt in einer Veröffentlichung zum Thema Biotopverbund aus dem Jahr 2004: „Reine, nicht standortsheimische Fichtenbestände weisen meist relativ artenarme, überwiegend von Generalisten dominierte und nicht lebensraumtypische Zönosen auf (...). Deshalb (...) ist ihre Umwandlung in Mischbestände wichtig“

(DEUTSCHER RAT FÜR LANDESPFLEGE 2004, S. 17). So scheinen also Forst und Naturschutz unisono den Umbau der Fichtenreinbestände in Mischbestände zu befürworten.

Andere Untersuchungen zeigen jedoch, dass der Artenreichtum in Fichtenforsten höher sein kann als in Buchenwäldern (JENSSEN & HOFMANN 2002, SCHÖN 1990, WECKESSER 2003, ZERBE 1992). Zudem werden gebietsweise seltene Pflanzenarten wie Pyrolaceen, Orchideen und Kryptogamenarten speziell unter aufgeforsteter Fichte beobachtet. So würden im Orchideenwald „Deggenreuschen-Rauschachen“ bei Donaueschingen nach Auffassung von Orchideenkennern „(...) Aufforstungen mit einem merklichen Laubbaumanteil langfristig zu einem Verlust der Orchideen-Massenbestände führen (...)“ (REINEKE & RIETDORF in KRETZSCHMAR 1999, S. 71).

Ziel dieses Beitrags ist, den Einfluss der überschirmenden Baumarten auf die Artenzusammensetzung der Waldbodenvegetation zu klären, beginnend vom reinen Buchenwald über abgestufte Mischungsverhältnisse bis hin zum reinen Fichtenbestand. Das für die Untersuchungsbestände gültige Waldbaukonzept der Landesforstverwaltung Baden-Württemberg soll hinsichtlich seiner Auswirkung auf die Waldbodenarten geprüft werden. Anhand der Ergebnisse werden Schlussfolgerungen für die forstliche Praxis abgeleitet.

2. Methodik

Untersuchungsgebiet

Die Untersuchung umfasste die mittlere Schwäbische Alb mit den Forstämtern Lichtenstein, Bad Urach, Münsingen, Blaustein, Blaubeuren, Ehingen, Zwiefalten und Gammertingen. Das Gebiet liegt im Bereich der Weißen Jurakalke und fällt entsprechend der Schrägstellung des Südwestdeutschen Schichtstufenlandes von der Albtraufseite im Nordwesten (ca. 850 m NN) nach Nordosten zur Donau hin auf etwa 600 m NN ab. Der Jahresniederschlag sinkt von etwa 950 mm auf der subozeanischen Traufseite auf etwas über 700 mm auf der gemäßigt kontinentalen Donauseite (DEUTSCHER WETTERDIENST 1953). Die Jahresdurchschnittstemperatur liegt zwischen 6,5° C und 7° C. Die wichtigsten Böden können standortkundlich als Kalkverwitterungslehme (Bodentyp Rendzina bis Terra fusca), mit örtlich stärkerer Feinlehmauflage (Bodentyp Braunerde über Terra fusca) angesprochen werden. Letzteres tritt verstärkt zur Donauseite hin auf. Die Standortskunde unterteilt diese Böden in „Schichtlehme“ mit 20-60 cm Lehmauflage und „Feinlehme“ mit über 60 cm Lehmauflage (WERNER 1957/58).

Datenerhebung

Der Untersuchungsansatz sah die Analyse der Strauch- und Bodenvegetation unter Variation der Baumartenüberschirmung vor, also bei graduelltem Übergang der Mischungsanteile von reiner Buche bis hin zu reiner Fichte. Die Anzahl der Probeflächen in den einzelnen Mischungsklassen lässt sich Tabelle 1 entnehmen. Gleichzeitig sollten alle anderen Standortsfaktoren möglichst konstant gehalten werden. Eine Differenzierung erfolgte jedoch für zwei Klimaregionen (albtraufnahe Wuchsbezirke 6/04α und 6/04a sowie donanahe Wuchsbezirke 6/05a und 6/05b) und drei Gründigkeitsstufen (20-33 cm, >33-46 cm, >46-60(-95) cm). Somit wurden sechs standörtlich voneinander getrennte „Mischungsgradienten“ hinsichtlich der Auswirkungen auf Bodenvegetation und Oberboden untersucht. Aufgenommen wurden 36 Bestände in ebener bis schwach geneigter Lage und einem Bestandesalter von 50-90 Jahren (Baumholz). Es wurden nur Bestände mit mindestens dreijähriger Hiebsruhe ausgewählt, damit die Bodenvegetation von den aktuellen Bestockungsverhältnissen maßgeblich geprägt ist.

Die Bestandesgeschichte wurde soweit möglich rekonstruiert. HAUFF stellte einen deutlichen Unterschied zwischen Erstaufforstungen auf Schafweiden und zweiter Nadelwaldgeneration fest, wobei sich in letzterer die Bodenvegetation „mehr und mehr der der üblichen Albwälder angleicht“ (HAUFF 1965, S. 39). Allgemein stellt er für Kalkstandorte fest: „Die Bodenvegetation der zahlreichen Fichtenalthölzer (...) unterscheidet sich kaum von der der vorausgegangenen Buchenwälder“. Von den in der vorliegenden Arbeit untersuchten Beständen waren zwei Erstaufforstungen (2 Aufnahmen), bei zwei Beständen handelte es sich um die zweite Waldgeneration (16 Aufnahmen), 5 Bestände (32 Aufnahmen) waren mindestens seit drei Generationen Wald und bei 27 Beständen (122 Aufnahmen) konnte die Waldgeschichte lediglich bis auf die zweite Waldgeneration zurückverfolgt werden.

In den ausgewählten Beständen erfolgte eine systematische Stichprobenauswahl anhand eines Rasters mit 25 m Netzweite. Jeder Rasterschnittpunkt diente als Eckpunkt einer quadratischen Probefläche der Seitenlänge 10 m. Die Deckungsanteile der Baumartenüberschirmung wurden direkt

über diesen Probeflächen sowie auf den acht umliegenden 10m x 10m -Quadraten geschätzt und die Werte gemittelt (sie beziehen sich also auf 30m x 30m über der zentral gelegenen Probefläche). Durch die systematische Stichprobenauswahl und aufgrund der innerhalb der Bestände inhomogenen Baumartenanteile kann die Baumartenzusammensetzung außerhalb der 30m x 30m abweichen. Die Überschirmungen von Fichte und Buche wurden jeweils anteilig als Prozentwerte der Gesamtüberschirmung geschätzt, so dass die Summe der Deckungen insgesamt 100 % ergibt. Weitere Baumarten wurden nur im Randbereich toleriert (nach Möglichkeit mit maximal 10 % Deckung). Auswertungstechnisch wurden Laubhölzer (Lbh) der Kategorie „Buche“, Nadelhölzer (Ndh) der Kategorie „Fichte“ zugeordnet. Sturmschäden („Lothar“ 1999) und nachfolgende Käferschäden führten vielfach zu Störungen und erzwangen Abweichungen von der Rasteranordnung. Gegen Ende der Untersuchung unterrepräsentierte Mischungsklassen wurden entsprechend dem Prinzip der stratifizierten Probeflächenauswahl gezielt aufgesucht. Mindestabstände der Untersuchungsflächen zu Wegen (20 m), Rückegassen (3 m) sowie Bestandesrändern (50 m) wurden nach Möglichkeit eingehalten, fallweise aber auch unterschritten. Auf diese Weise wurden 172 Probeflächen (10m x 10m) ausgewählt. Auf ihnen wurden folgende Größen erhoben:

- Die Arten der Moose und Gefäßpflanzen wurden erhoben und ihre Deckungen als prozentuale Flächenanteile geschätzt. Verwendet wurde dabei eine reine Deckungsskala mit $1/16 \text{ m}^2$ (= 25cm x 25cm) als kleinste Maßeinheit. Die Gefäßpflanzen der Strauchschicht wurden getrennt von denen der Bodenvegetation erhoben. Die Moose wurden unter Einbezug von bis zu 5 cm starkem Astmaterial erfasst, eindeutig als herabgefallene Baumepiphyten kenntliche Moose wurden nicht beachtet.
- Die Lichteinstrahlung wurde über hemisphärische Fotos gemessen und als Prozentwert der Einstrahlung auf freier Fläche nach BRUNNER (1998) berechnet.
- Exposition und Neigung wurden mit Kompass und Neigungsmesser festgestellt.
- Für die Erfassung von Streu und Auflagehumus wurde das Volumen der Laub- und Nadelaufgabe (O_l und O_f) sowie der Mächtigkeit des O_h -Horizontes geschätzt, jeweils gemittelt aus vier Stichproben pro Probefläche.
- Boden: Die Gehalte von Kohlenstoff (C) und Stickstoff (N) in 0-5 cm Tiefe wurden mittels C/N-Analysator gemessen, der pH-Wert (in H_2O) in 0-5 und in 10-15cm Tiefe bestimmt, Bodenart und Skelettgehalt (Kalksteine) in verschiedenen Tiefen erfasst, sowie die Mächtigkeit des A_h -Horizontes erhoben, jeweils gemittelt aus vier Spatenproben pro Probefläche. Die Gründigkeit wurde durch mindestens vier Bohrstockproben pro Fläche erfasst, bei 77 Aufnahmen durch 25 Bohrstockproben.

Datenauswertung

Für die Auswertung von Artenzahlen und Artengruppen wurden die Aufnahmen in 10 Klassen von Buche bis Fichte wechselnder Überschirmung gruppiert. Die Korrelationen nach Pearson zwischen Artenzahlen bzw. Deckungen und den Standortfaktoren werden ungruppiert berechnet, die Prüfung auf Signifikanz erfolgte - wie auch bei den multivariaten Analysen (RDA, DCCA) - mittels Monte Carlo Permutation (TER BRAAK & SMILAUER 1998).

3. Ergebnisse

Für die Auswertung von Artenzahlen und Artengruppen wurden die Aufnahmen in 10 Klassen von Buche bis Fichte wechselnder Überschirmung gruppiert. Die Korrelationen nach Pearson zwischen Artenzahlen bzw. Deckungen und den Standortfaktoren werden ungruppiert berechnet, die Prüfung auf Signifikanz erfolgte - wie auch bei den multivariaten Analysen (RDA, DCCA) - mittels Monte Carlo Permutation (TER BRAAK & SMILAUER 1998).

3.1 Einfluss der Baumartenüberschirmung auf die Bodenvegetation

Aufgrund jeweils unterschiedlicher Assoziierung mit wechselnden Baumartenüberschirmungen wurde die Bodenflora in vier Artengruppen unterteilt:

- (1) Arten mit Vorkommen unter reiner Buche wie auch unter reiner Fichte (Gruppe „BuFi“);
- (2) Arten unter reiner Fichte, nicht jedoch unter reiner Buche (Gruppe „Fi“);
- (3) Arten unter reiner Buche, nicht jedoch unter reiner Fichte (Gruppe „Bu“);
- (4) Arten der Mischbestände, sie fehlen in den Reinbeständen (Gruppe „Zwi“).

Die Zuordnung der einzelnen Arten zu den Gruppen ist aus Tabelle 3 (im Anhang) ersichtlich

3.1.1 Gesamtartenzahl

Mit zunehmender Fichtenüberschirmung steigt die Gesamtartenzahl deutlich an. Fichtenüberschirmung und Artenzahl sind signifikant positiv korreliert ($r = 0,86$). Es fällt auf, dass mit zunehmendem Fichtenanteil die Artenzahlen stärker streuen (Abb.1; Tab.1 im Anhang).

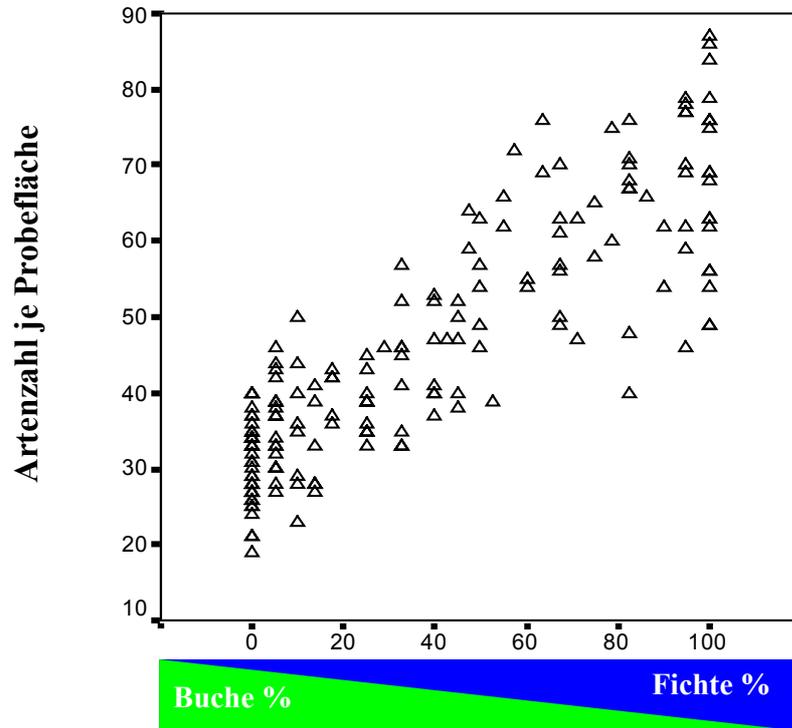


Abbildung 1: Zahl der Arten in Abhängigkeit von der Überschirmung. (Die Überschirmungsprozente von Fichte und Buche ergeben zusammen 100%).

3.1.2 Artenzahlen der Moose und der Gefäßpflanzen

Die durchschnittliche Zahl der Gefäßpflanzenarten steigt von 25 unter reiner Buche auf 47 unter reiner Fichte, die der Moosarten von 5 unter Buche auf 21 unter Fichte (Abb. 2; Tab.3 im Anhang).

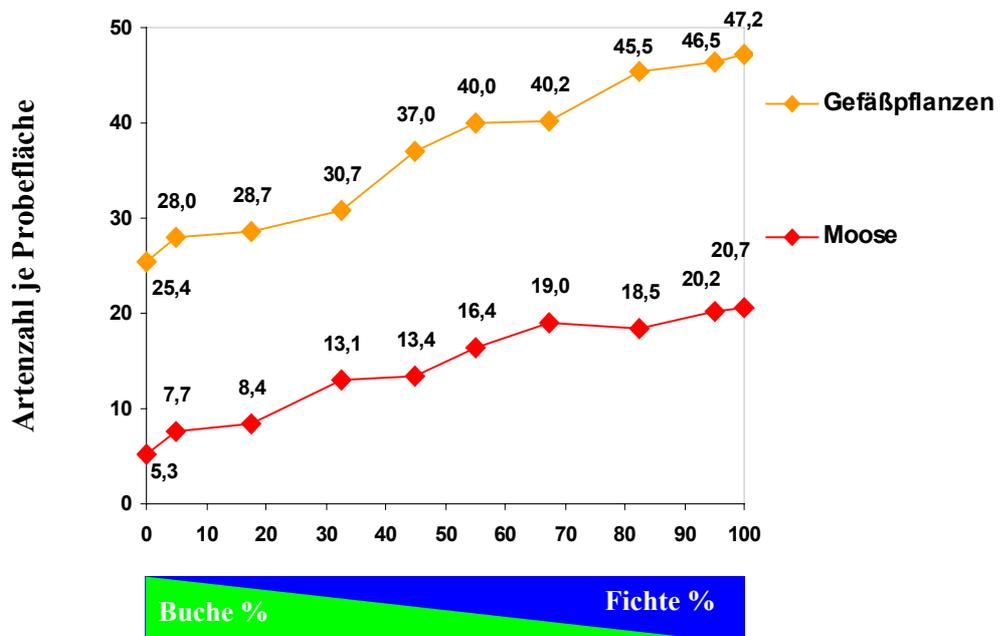


Abbildung 2: Zahl der Moos- und Gefäßpflanzenarten in Abhängigkeit von den überschirmenden Baumarten Buche und Fichte.

3.1.3 Gruppierung der Arten nach Vorkommen in Reinbeständen

Die ökologische Interpretation des graduell abgestuften Mischungsgradienten von Buche bis Fichte wird erleichtert durch den Bezug zu den jeweiligen Reinbeständen.

Gefäßpflanzen und ihre Vorkommen in Reinbeständen aus Buche und Fichte

Insgesamt wurden 214 Arten von Gefäßpflanzen erfasst (Tab. 3 im Anhang). 79 Arten (37 %; „BuFi“) wuchsen unter allen Kombinationen der Überschirmung aus Buche und Fichte sowie in den Reinbeständen (Abb.3). Bei feinerer Differenzierung dieser weit verbreiteten Unterwuchsarten zeigt sich, dass 21 Arten bei Zunahme der Buchenanteile häufiger auftraten („BuFi(Bu)“), 55 Arten wurden durch zunehmende Fichtenanteile begünstigt („BuFi(Fi)“), und drei waren indifferent („BuFi(neutral)“). Die zweitgrößte Gruppe mit 74 Gefäßpflanzenarten (35 %, „Fi“) war an Fichtenanteile im Kronendach gebunden. Eine vergleichsweise kleine Gruppe mit 25 Arten (12 %, „Bu“) war an Buchenanteile gebunden, diese Arten fehlten unter reiner Fichte. Eine Gruppe von 36 Arten (17 %, „Zwi“) fehlte in beiderlei Reinbeständen. Bei feinerer Differenzierung dieser Arten („Zwi“) zeigten neun ein häufigeres Auftreten mit zunehmenden Buchenanteilen „Zwi(Bu)“, während die restlichen 27 Arten von zunehmendem Fichtenanteil profitierten „Zwi(Fi)“.

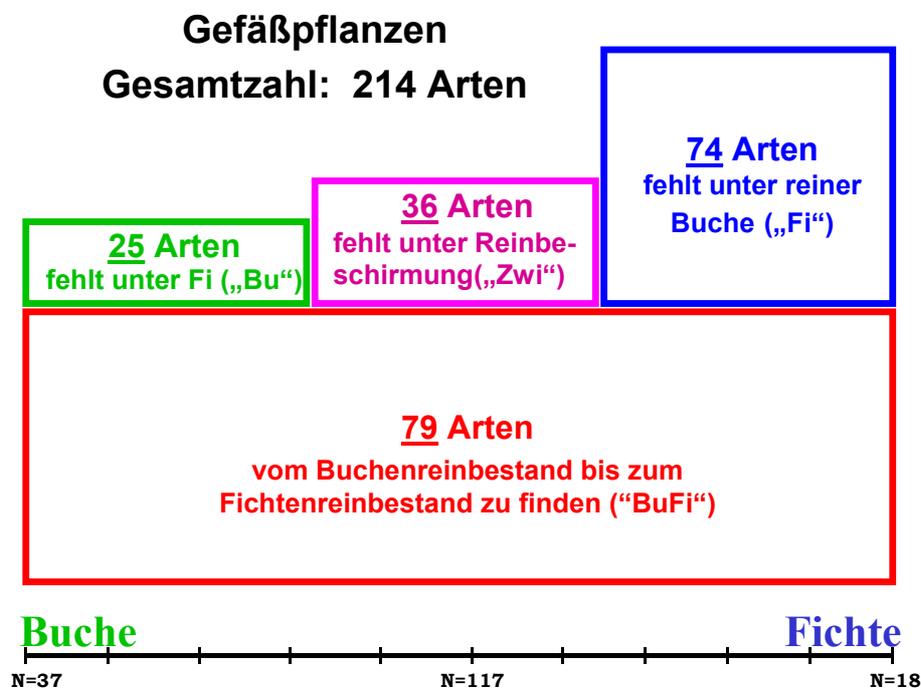


Abbildung 3: Zahl der Gefäßpflanzenarten und ihre Vorkommen bei unterschiedlicher Überschirmung von Buche und Fichte („BuFi“ = Arten sowohl unter reiner Buche als auch unter reiner Fichte; „Fi“ = Arten in Beständen mit Fichtenbeimischung, fehlten unter reiner Buche; „Bu“ = Arten in Beständen mit Buchenbeimischung, fehlten unter reiner Fichte; „Zwi“ = Arten der Mischbestände, fehlten in beiderlei Reinbeständen).

Moose und ihre Vorkommen in Reinbeständen aus Buche und Fichte

Insgesamt kamen 57 terrestrische Moosarten vor (Tab. 3 im Anhang). Ihre Vorkommen verteilten sich proportional ähnlich wie die Gefäßpflanzen. Allerdings bildeten die 18 Arten (32 %), die sowohl unter Buche als auch unter Fichte auftraten, nur die zweitgrößte Gruppe. Die größere Anzahl von 21 Moosarten (37 %) war an Fichtenüberschirmung gebunden. Vier Moosarten (7 %) waren an Buche gebunden und fielen bei Fichtenbeimischung aus. Eine mittlere Anzahl von 14 Arten (25 %) fand sich nur in Mischbeständen.

Moose

Gesamtzahl: 57 Arten

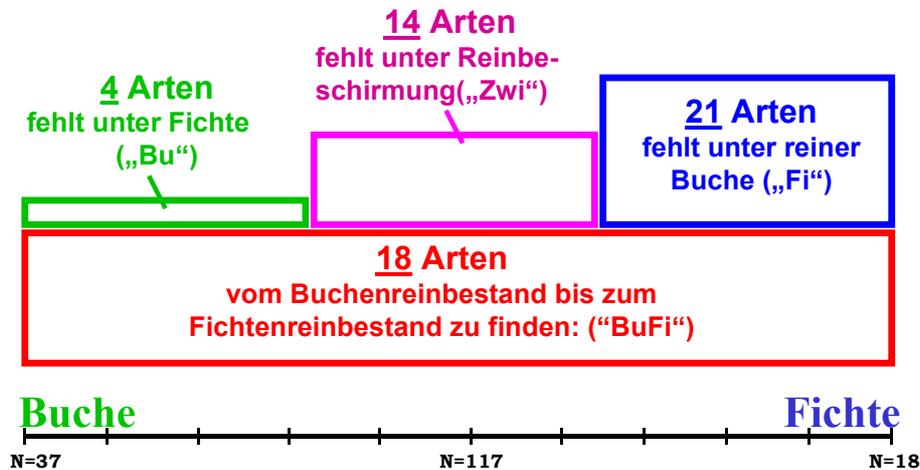


Abbildung 4: Zahl der Moosarten und ihre Vorkommen bei unterschiedlicher Überschirmung von Buche und Fichte („BuFi“ = Arten sowohl unter reiner Buche als auch unter reiner Fichte; „Fi“ = Arten in Beständen mit Fichtenbeimischung, fehlten unter reiner Buche; „Bu“ = Arten in Beständen mit Buchenbeimischung, fehlten unter reiner Fichte; „Zwi“ = Arten der Mischbestände, fehlten in beiderlei Reinbeständen).

3.1.4 Verschiebung der Artenzahlen der vier Artengruppen entlang des Überschirmungsgradienten

Mit der Verschiebung der Überschirmungsanteile zwischen Buche und Fichte veränderten sich auch die Vorkommen (Artenzahlen) der vier Artengruppen („Bu“, „BuFi“, „Zwi“, „Fi“).

Gefäßpflanzen

Mit wechselnden Fichtenanteilen in der Überschirmung veränderten sich die Zahlen der Gefäßpflanzen linear (Abb. 5). Die Artenzusammensetzung der Bodenvegetation schlug also nicht plötzlich von Buchen- zu Fichtenvegetation um, vielmehr waren die Veränderungen im Übergangsbereich der Überschirmungen fließend. Abweichend verhielten sich die jeweiligen Reinbestände (starker Anstieg oder Abfallen einzelner Artengruppen). Dies bedeutet, dass jede Einbringung einer Mischbaumart in den Reinbestand, und wenn es auch nur 5% waren, eine Veränderung des Arteninventars mit sich brachte.

Unter reiner Buche stellten euryöke Arten („BuFi“ Vorkommen von Buche bis Fichte) und unter diesen die Schwerpunktarten unter Buche („BuFi(Bu)“) die größte Gruppe dar. Schon bei geringer Beimischung der Fichte waren die Arten der Gruppe „BuFi(Fi)“ am häufigsten, also euryöke Arten mit deutlicher Förderung durch zunehmende Fichtenanteile. Die Gruppe der fichtengebundenen Arten („Fi“) zeigte einen auffallenden Anstieg vom Mischbestand mit 95% Fichte zum Fichtenreinbestand hin. Wurden die beiden Aufnahmen in Erstaufforstungsbeständen aus der Auswertung entfernt, änderte sich das Ergebnis nur geringfügig (Änderung der durchschnittlichen Häufigkeiten um weniger als eine Art), es handelte sich also nicht um eine Scheinkorrelation zwischen Artenzahl und Fichte mit der Bestandesgeschichte als tatsächlich erklärender Größe.

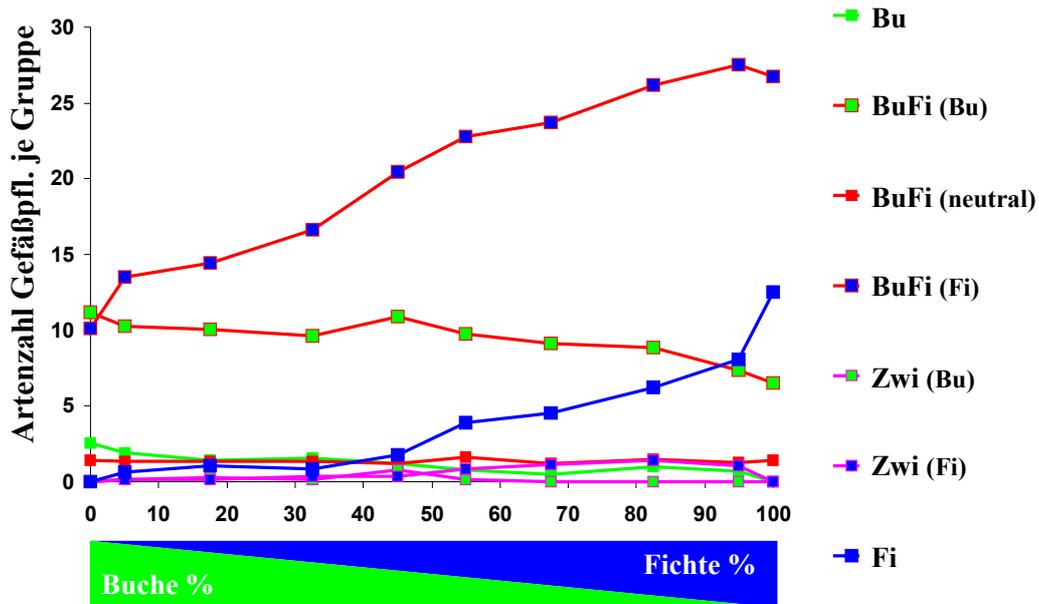


Abbildung 5: Zahl der Gefäßpflanzenarten der verschiedenen Artengruppen in Abhängigkeit von der Überschirmung („Bu“ = Arten in Beständen mit Buchenbeimischung, fehlten unter reiner Fichte; „BuFi (Bu)“ = Arten von Buche bis Fichte vorkommend, unter Buche aber häufiger; „BuFi(neutral)“ = Arten von Buche bis Fichte gleichermaßen vorkommend; „BuFi (Fi)“ = Arten von Buche bis Fichte vorkommend, unter Fichte aber häufiger; „Zwi (Bu)“ = Arten der Mischbestände, durch höhere Buchenanteile gefördert; „Zwi (Fi)“ = Arten der Mischbestände, durch höhere Fichtenanteile gefördert; „Fi“ = Arten in Beständen mit Fichtenbeimischung, fehlten unter reiner Buche).

Moose

Die Moose verhielten sich ähnlich wie die Gefäßpflanzen: Mit zunehmenden Fichtenanteilen in der Überschirmung nahm die Zahl der Moosarten linear zu (Abb. 6). Allerdings überwog die Gruppe der euryöken Moosarten, welche durch zunehmende Fichtenanteile ein Förderung erfuhren („BuFi(Fi)“), weniger stark. An die Fichte gebundene Arten waren sehr stark vertreten und zeigten bereits ab ca. 20 % Fichtenbeimischung einen deutlichen Anstieg.

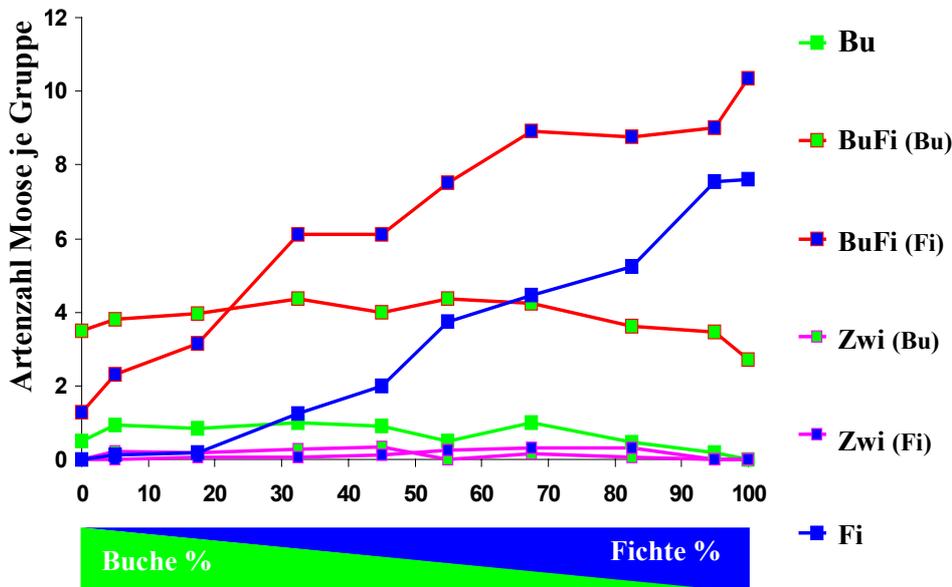


Abbildung 6: Anzahl der Moosarten der verschiedenen Artengruppen in Abhängigkeit von der Überschirmung („Bu“ = Arten in Beständen mit Buchenbeimischung, fehlten unter reiner Fichte; „BuFi(Bu)“ = Arten von Buche bis Fichte vorkommend, unter Buche aber häufiger; „BuFi(neutral)“ = Arten von Buche bis Fichte gleichermaßen vorkommend; „BuFi(Fi)“ = Arten von Buche bis Fichte vorkommend, unter Fichte aber häufiger; „Zwi(Bu)“ = Arten der Mischbestände, durch höhere Buchenanteile gefördert; „Zwi(Fi)“ = Arten der Mischbestände, durch höhere Fichtenanteile gefördert; „Fi“ = Arten in Beständen mit Fichtenbeimischung, fehlten unter reiner Buche).

3.2 Weitere Standortfaktoren und Bodenvegetation in Relation zur Überschirmung

3.2.1 Licht und Frühblüher

Die Zeit der ungehinderten Lichteinstrahlung vor dem Laubaustrieb dient den Frühblühern zur schnellen Entwicklung, noch bevor der Konkurrenzdruck durch andere Arten wächst. Damit kann postuliert werden, dass Frühblüher durch höhere Anteile an Laubholz gefördert, und durch höhere Nadelholzanteile zurückgedrängt werden (vgl. ELLENBERG 1996). Folgende Fichtenanteile in der Überschirmung wurden von frühblühenden Arten toleriert:

Anemone ranunculoides (Gelbes Windröschen): 0-45 % Fichte
Ranunculus auricomus (Gold-Hahnenfuß): 5-57,5 % Fichte
Ranunculus ficaria (Scharbockskraut): 0-71,25 % Fichte
Primula elatior (Große Schlüsselblume): 0-95 % Fichte
Anemone nemorosa (Busch-Windröschen): 0-100 % Fichte
Adoxa moschatellina (Moschuskraut): 0-100 % Fichte
Dentaria bulbifera (Zwiebeltragende Zahnwurz): 0-100 % Fichte
Ranunculus serpens (Hain-/ Wurzelnder Hahnenfuß): 100 % Fichte

Die gegen Fichtenüberschirmung empfindlichste Art war *Anemone ranunculoides* (Gelbes Windröschen), es fehlte bei Fichtenbeimischungen von mehr als 45 %. *Anemone nemorosa* (Busch-Windröschen) hingegen besiedelte auch noch die reinen Fichtenwälder, allerdings mit deutlich geringerer Stetigkeit und Deckung.

3.2.2 Gesamtdeckung der Gefäßpflanzen und Licht

Nach dem Laubaustrieb herrschte unter reiner Buche die geringste Strahlung (Abb. 7). Unter Fichte wurde eine Zunahme des Lichteinfalls gemessen, allerdings mit unregelmäßigem Verlauf (Korrelation zwischen Einstrahlungsprozent und Fichtenüberschirmung von $r = 0,48$). Auffallend sind die Parallelen zwischen den Verläufen von Gesamtdeckung der Gefäßpflanzen und Einstrahlung.

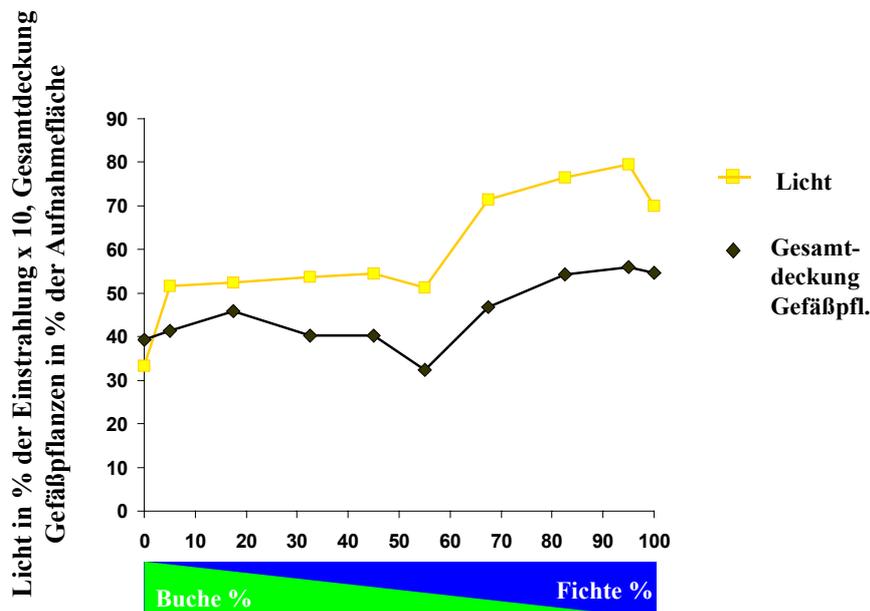


Abbildung 7: Gesamtdeckung der Gefäßpflanzen (in % der Aufnahmeffläche) sowie sommerliche Lichteinstrahlung zehnfach überhöht (in % der Freiflächeneinstrahlung) in Abhängigkeit von den Baumartenanteilen der Überschirmung.

3.2.3 Gesamtdeckung der Moose und Streu

Die Gesamtdeckung der Moose war unter reiner Buchenüberschirmung sehr niedrig und stieg bis ungefähr 60% Fichtenanteil nur mäßig an. Bei höherer Fichtenüberschirmung zeigte sie einen steilen Anstieg. Sie verhielt sich spiegelbildlich zum Laubstreuivolumen, insbesondere zum Of-Material.

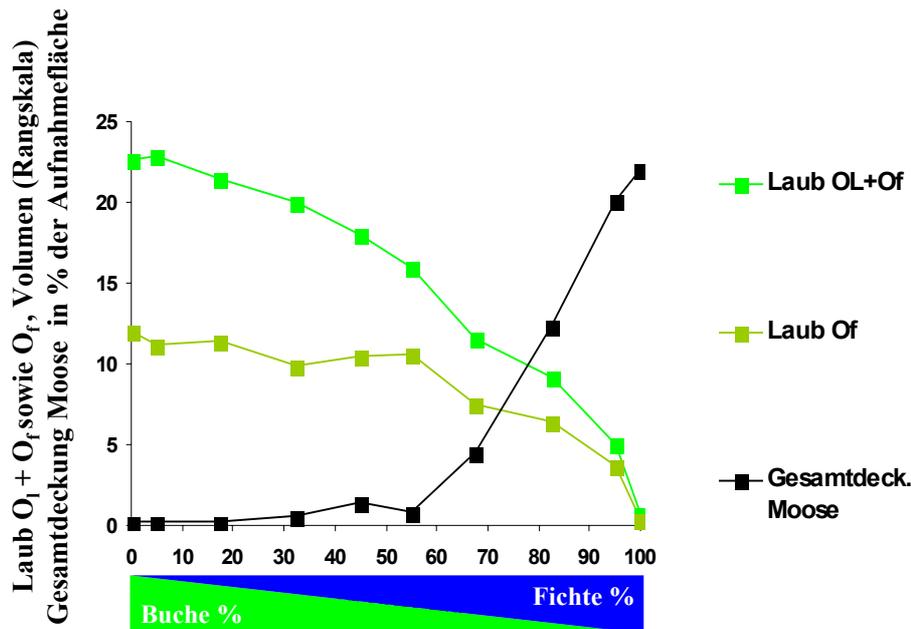


Abbildung 8: Gesamtdeckung der Moose sowie Deckung der Laubstreu OL+Of bzw. Of (Volumen, Rangskala) in Abhängigkeit von den Baumartenanteilen der Überschirmung.

3.2.4 Streu und überschirmende Baumart

Das Volumen der Streu auf den zentralen 10m x 10m - Untersuchungsflächen lässt sich in hohem Maße durch die Überschirmungsanteile von Fichte und Buche auf 30m x 30m erklären: Korrelation Buchenüberschirmung zu Laubstreu 0,92; Korrelation Fichtenüberschirmung zu Nadelstreu 0,70. Nadeln streuen in engerem Umkreis als Laubstreu, so dass die Korrelation zur Fichtenüberschirmung über der zentralen 10m x 10m-Fläche noch höher ist (Korrelation 0,75). Damit genügen die gewählten Flächengrößen der Erzielung valider Ergebnisse.

3.2.5 Oberboden

Der pH-Wert des Oberbodens (Korr. -0,54) sank unter Fichte, die Mächtigkeit eines eventuell vorhandenen Oh-Horizontes (Korr. 0,56) sowie das C/N-Verhältnis (Korr. 0,57) nahmen unter Fichte deutlich zu.

3.3 Auswirkung des aktuellen Waldbau-Konzeptes auf die Artenzusammensetzung

Die Regionalen Waldentwicklungstypen (RWET) für die Schwäbische Alb der Landesforstverwaltung Baden-Württemberg sind ein Beispiel für die aktuelle waldbauliche Praxis, die in ähnlicher Weise auch in anderen Bundesländern gehandhabt wird. Die mit veränderten Waldbaurichtlinien einhergehenden Verschiebungen der Baumartenzusammensetzung der Bestände wirken sich auch auf die Bodenvegetation aus. Die Regionalen Waldentwicklungstypen sehen für die untersuchten Standorte aufgrund von vier häufigen Bestockungstypen vier Bewirtschaftungsstrategien vor:

- (1) **Buchen-Mischwald:** Für den RWET „Buchen-Mischwald“ ist eine Nadelholzbeimischung bis maximal 40 % vorgesehen (MLR 2002).
- (2) **Fichten-Mischwald:** Im RWET „Fichten-Mischwald“ (stabile Fichtenbestände auf mindestens mäßig frischen, karbonatarmer Standorten) ist eine Buchen- und sonstige Laubholzbeimischung von 20% bis 40 % vorgesehen. Die Ausgangsbestände werden als „(...) bei fehlendem Mischbaumanteil ökologisch wenig vielfältig (...)“ charakterisiert (MLR 2002). Zudem wird auf die Tendenz zur Oberbodenversauerung bei geringen Anteilen an Mischbaumarten und das Auftreten „säuretoleranter Bodenvegetation (Moose, *Vaccinium myrtillus*, *Deschampsia flexuosa*)“ hingewiesen.
- (3) **Labile Fichte:** Der RWET „Labile Fichte“ wird durch „(...) Standorte mit freiem Kalk im Oberboden (Rotfäulegefahr) und/oder geringer Wasserspeicherkapazität (...)“ charakterisiert (MLR 2002). Hier ist ein Umbau zu Buchen-Mischwald mit maximal 20 % Nadelholzbeimischung bzw. „(...) Belassen der Nb-Bestockung an geeigneten Orten zum Erhalt von Orchideenstandorten (...)“ vorgesehen. In der ökologischen Beschreibung heißt es: „In den Stadien vor Beginn der Auflösungserscheinungen sind diese Bestände i.d.R. sehr artenarm (...). Bei Verlichtung der Bestände nimmt der floristische und faunistische Artenreichtum rasch zu (Orchideen) und zeigt oft Elemente der nitrophilen Schlagflugesellschaften (Brombeere, Holunder)“ (MLR 2002).

(4) Mischwald Extensiv: Zum RWET „Mischwald Extensiv“ werden Bestände zusammengefasst, die aufgrund von „Schwachwüchsigkeit oder der Geländemorphologie von einer forstlichen Bewirtschaftung weitgehend ausgenommen (...), jedoch aus ökologischer Sicht von großer Bedeutung (...) sind. Dies sind „Wälder in Extremlagen, oftmals auch Sukzessionswälder oder Fi/Fo-Aufforstungen auf ehemals extensiv landwirtschaftlich genutzten Flächen (z.B. Schafweiden).“ Die zukünftige Baumartenzusammensetzung wird im Wesentlichen durch natürliche Sukzession bestimmt (lokaler Standortswald), Eingriffe erfolgen nur „mit geringem Aufwand“ und dann zur „Sicherung der Erfüllung der (Boden-) Schutz- und Erholungsfunktionen (...)“ (MLR 2002).

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass bei den Überschirmungszielen in den drei Waldentwicklungstypen des Wirtschaftswaldes (RWET 1-3) mittlere Werte von etwa 30 % Beimischung der jeweils anderen Baumart zur dominierenden Baumart angestrebt werden. Die Auswirkung dieses Schwellenwertes auf die Artenzusammensetzung am Waldboden wird nun anhand der Untersuchungsergebnisse betrachtet. Vorausgesetzt ist hierbei - entsprechend der angewandten Methodik - die einzel- bis ca. truppweise Beimischung: Eine zu 50% beigemischte Baumart kann auf 30m x 30m maximal Flächen mit einem Durchmesser von ca. 20m überschirmen. Die Mischungsformen „Trupp“ bzw. „Gruppe“ umfassen einen Durchmesser von 15m bzw. 30m. Die RWET sehen im Buchen- sowie im Fichten-Mischwald einzel- bis gruppenweise Mischungsform vor. Ab der Größe einer Gruppe nähert sich deren Kernbereich zunehmend den ökologischen Verhältnissen eines Reinbestands der jeweiligen Baumart an (siehe auch 3.2.4 Zusammenhang Überschirmung und Streu). Zugleich reduziert sich der (ggf. waldbaulich erwünschte) Mischungseffekt auf einen immer kleineren Flächenanteil (Randbereiche).

3.3.1 Regionale Waldentwicklungstypen und Gefäßpflanzen

a) Auswirkung von 30 % Fichtenbeimischung in Buchenbeständen auf die Gefäßpflanzenflora

Acht Gefäßpflanzenarten benötigten reine Buchenbestände oder solche mit nur geringer Fichtenbeimischung. Von diesen traten *Alliaria petiolata* (Knoblauchsrauke), *Carpinus betulus* (Hainbuchenverjüngung), *Convallaria majalis* (Maiglöckchen) und *Euphorbia amygdaloides* (Mandelblättrige Wolfsmilch) in mindestens zwei Beständen auf. *Euphorbia amygdaloides* konnte bei Untersuchungen im Forstamt Münsingen ausschließlich in historisch alten Wäldern beobachtet werden (SCHNEIDER & POSCHLOD 1999).

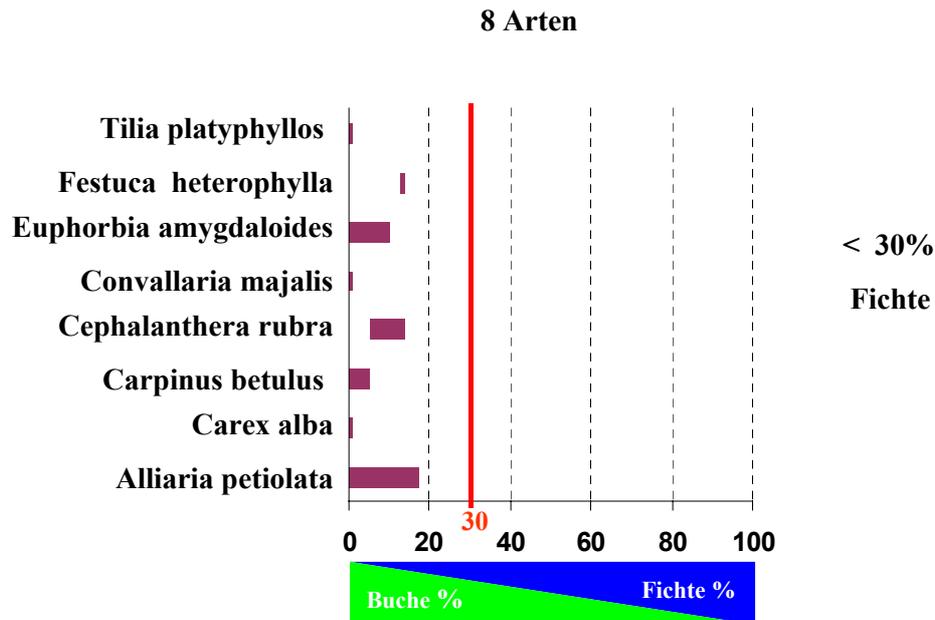


Abbildung 9: An Buche gebundene Gefäßpflanzen (8 Arten) und ihre Vorkommen bei zunehmenden Fichtenanteilen in der Überschirmung. Waagerechte Balken: Bandbreite der von der jeweiligen Art besiedelten Baumartenüberschirmung. Zur Orientierung ist der waldbaulich angestrebte Anteil von 30 % Fichtenbeimischung als rote Linie dargestellt.

b) Auswirkung von 30% Buchenbeimischung in Fichtenbeständen auf die Gefäßpflanzenflora

Eine Vielzahl von Gefäßpflanzenarten (63) tolerierte nur bis maximal 30 % Buchenbeimischung, oft kamen diese Arten sogar ausschließlich im Fichtenreinbestand vor (Abb. 10, Tabelle 4). Darunter waren vielfach Einzelbeobachtungen. Das Verhalten dieser Arten kann also im Einzelfall nicht als abgesichert gelten und ist mit Vorsicht bzw. unter Einbezug weiterer Informationsquellen zu interpretieren.

Durch hohe Fichtenanteile gefördert werden *Agrostis capillaris* (Rotes Straußgras, 5 Beobachtungen), *Agrostis stolonifera* (Weißes Straußgras, 9 Beobachtungen), *Moneses uniflora* (Moosauge, 1 Beobachtung), *Campanula rotundifolia* (Rundblättrige Glockenblume, 3 Beobachtungen), *Crepis capillaris* (Haarstiel-Pippau, 1 Beobachtung), *Epilobium ciliatum* (Drüsiges Weidenröschen, 2 Beobachtungen), *Trisetum flavescens* (Goldhafer, 4 Beobachtungen) und *Vicia cracca* (Vogel-Wicke, 3 Beobachtungen).

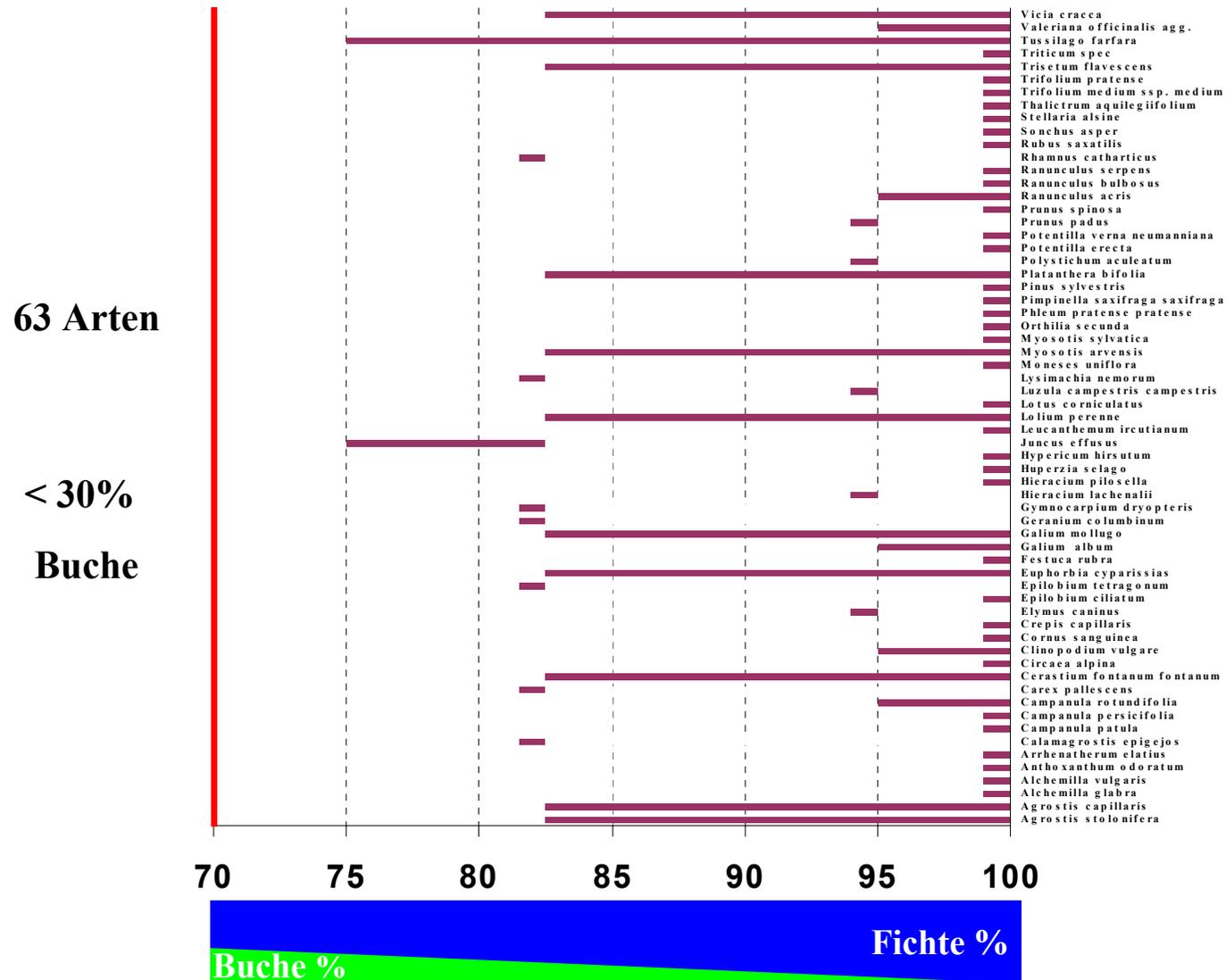


Abbildung 10: An Fichte gebundene Gefäßpflanzen (63 Arten) und ihre Vorkommen bei zunehmenden Buchenanteilen in der Überschirmung. Waagerechte Balken: Bandbreite der von der jeweiligen Art besiedelten Baumartenüberschirmung (Artenliste: Tabelle 4 im Anhang). Zur Orientierung ist der waldbaulich angestrebte Anteil von 30 % Fichtenbeimischung als rote Linie dargestellt.

c) Einteilung der Gefäßpflanzen nach Wald- und Offenland-Arten

Die Veränderung der Überschilderung der Baumarten Buche und Fichte wirkt sich nicht nur auf die Artenzahlen aus, sondern auf die spezifische Artenzusammensetzung. Die jeweilig in Fichten-, Buchen- und Mischbeständen vorkommenden Arten der Bodenvegetation können „echte“ Waldarten oder nicht waldgebundene Arten sein, also Arten, die auch oder sogar mit Schwerpunkt im Offenland gedeihen (SCHMIDT et al. 2002, leicht verändert). Bei den acht bucheengebundenen Arten handelte es sich ausschließlich um Waldarten. Von den 63 fichtengebundenen Arten sind 18 (29 %) Waldarten und 45 (71 %) nicht waldgebundene Arten. Hierzu gehören beispielsweise *Phleum pratense* (Wiesen-Lieschgras) und *Campanula patula* (Wiesen-Glockenblume). Damit können die Arten der Bodenvegetation zu einem Indikator für die Naturnähe des Waldes werden.

3.3.2 Regionale Waldentwicklungstypen und Waldbodenmoose

a) Auswirkung von 30 % Fichtenbeimischung in Buchenbeständen auf die Waldbodenmoose

Fünf Moosarten fanden sich nur bei weniger als 30 % Fichtenbeimischung (Abb. 11). Bis auf *Brachythecium populeum* (Pappel-Kurzbüchsenmoos, zwei Aufnahmen in zwei Beständen) handelte es sich um Einzelfunde. Dies waren *Tuidium recognitum* (echtes Tjujamoos), *Leucodon sciuroides* (Eichhörnchenschwanz-Moos), *Homalothecium lutescens* (Echtes Goldmoos) und *Amblystegium serpens* (Kriechender Sumpfdeckel).

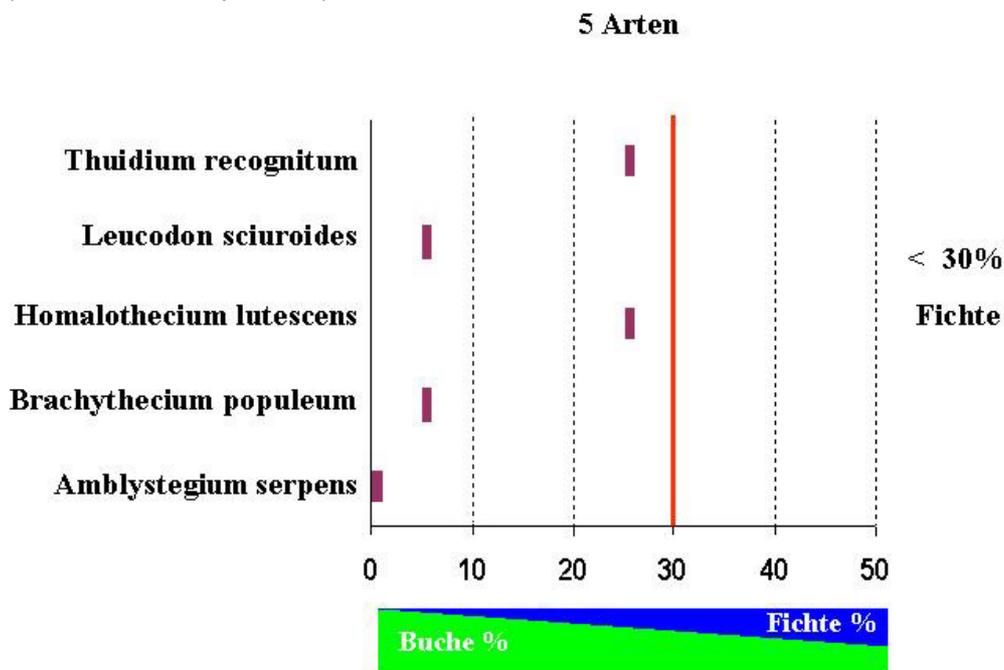


Abbildung 11: An Buche gebundene Moose (5 Arten) und ihre Vorkommen bei zunehmenden Fichtenanteilen in der Überschilderung. Waagerechte Balken: Bandbreite der von der jeweiligen Art besiedelten Baumartenüberschilderung. Zur Orientierung ist der waldbaulich angestrebte Anteil von 30 % Fichtenbeimischung als rote Linie dargestellt.

b) Auswirkung von 30 % Buchenbeimischung in Fichtenbeständen auf die Waldbodenmoose

Acht fichtengebundene Moosarten wurden beobachtet, darunter *Pleurozium schreberi* (Rotstengelmoos) in 16 Aufnahmen sowie die seltenen Arten *Dicranum bonjeanii* (Sumpfgabelzahnmoos) und *Mnium spinulosum* (Gezähneltes Sternmoos) mit jeweils nur einem Vorkommen. Ein flächiger Umbau zu buchendominierten Mischwäldern könnte ihre Existenz in der Schwäbischen Alb gefährden.

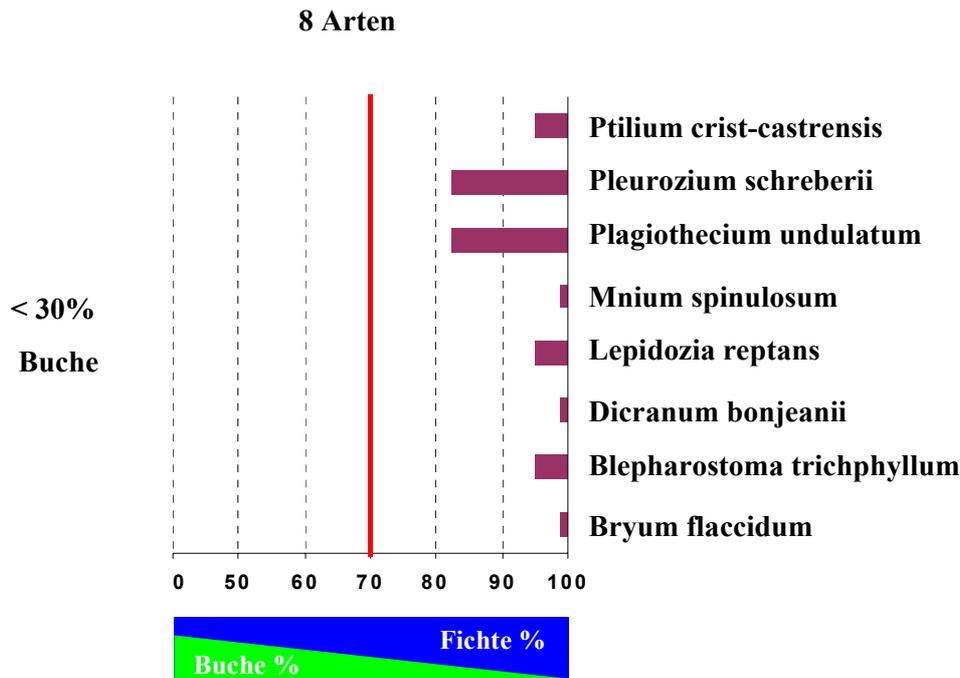


Abbildung 12: An Fichte gebundene Moose (8 Arten) und ihre Vorkommen bei zunehmenden Buchenanteilen in der Überschirmung. Waagerechte Balken: Bandbreite der von der jeweiligen Art besiedelten Baumartenüberschirmung. Zur Orientierung ist der waldbaulich angestrebte Anteil von 30 % Fichtenbeimischung als rote Linie dargestellt.

Besonders hervorgehoben seien Funde von zwei in Baden-Württemberg als selten eingestuft Moosarten, die ebenfalls in Wirtschaftswäldern mit mittleren bis hohen Fichtenanteilen gefunden wurden. *Brachythecium oedipodium* (Dünnes Kurzbüchsenmoos) wird in Baden-Württemberg folgendermaßen beschrieben: „insgesamt sehr zerstreut; jeweils selten im nördlichen Oberrheingebiet, im Südschwarzwald und im Alpenvorland (...), außerdem je einmal im oberen Neckargebiet und auf der schwäbischen Alb nachgewiesen.“ (NEBEL et al. 2001, S.377). Überraschenderweise wurde *Brachythecium oedipodium* auf 67 Untersuchungsflächen angetroffen. Diese wurden von Fichtenanteilen zwischen 45 % und 100 % überschirmt. Ein Neufund für die Schwäbische Alb ist *Brachythecium starkei* (Berg-Kurzbüchsenmoos). Nach NEBEL tritt es im Südschwarzwald zerstreut auf und ist ansonsten selten. Der zum Untersuchungsgebiet nächste Fundort lag südlich der Donau bei Inzigkofen und wurde „seit vielen Jahrzehnten nicht mehr bestätigt“ (NEBEL et al. 2001, S.391). Die Art konnte auf vier Untersuchungsflächen mit Fichtenanteilen in der Überschirmung von 32,5 % bis 100 % nachgewiesen werden.

4. Diskussion

4.1 Artenreichtum

Fichtenforste werden in der Literatur oftmals als artenarm „gebrandmarkt“. NIHLGÅRD (1970) beschreibt für Fichtenforste eine Phase des nackten Bodens (15-30 Jahre) und eine Phase der Wiedereinwanderung (30-60 Jahre). Jüngere Fichtenbestände sind (wie auch manche Buchendickungen und -stangenhölzer! vgl. ELLENBERG 1996) oft auffallend vegetationsarm. In vielen Fällen ist die konstatierte Artenarmut unter Fichte auf die vegetationsarme Dickungs- und Stangenholzphase zurückzuführen. Beispielsweise zeigen zwei der drei Bilder, die in der Untersuchung von POTT (2003) Experten zur Beurteilung vorgelegt und von diesen als artenarm eingestuft wurden, 40-jährige, dichte Fichtenbestände. In der vorliegenden Untersuchung von 50-90-jährigen fichtenreichen „Baumhölzern“ auf Kalkböden ist der Artenreichtum unter Fichte deutlich höher als unter Buche.

4.2 Möglicher Verlust von Arten der Bodenvegetation durch die Baumartenwahl

4.2.1 Artengruppen nach beobachteter Überschirmung

Die Frage nach Verdrängung von Arten in Fichtenreinbeständen, somit also auch durch forstliche Förderungen der Fichte, konnte für den größten Teil der Arten verneint werden (Gruppen „BuFi“ und „Fi“ mit 153 Arten (71%) der Gefäßpflanzen und 39 Arten (68%) der Moose). Mit Gefährdung durch Fichtenanbau muss bei Arten gerechnet werden, die unter Fichtenüberschirmung fehlten (Artengruppe „Bu“, Gefäßpflanzen: 25 Arten, Moose: 4 Arten), sowie bei Arten, die zwar in beiden Reinbeständen fehlten, unter Buche jedoch häufiger auftraten (Artengruppe „Zwi(Bu)“, Gefäßpflanzen: 9 Arten, Moose: 7 Arten).

Nimmt man als floristisches Inventar des Buchenwaldes nun alle unter Buche beobachteten sowie durch Buche geförderten Arten an („Bu“, „BuFi“ und „Zwi(Bu)“), so wären somit 34 von insgesamt 113 Gefäßpflanzen (30 %), und 11 von insgesamt 29 Moosarten (38%) des naturnahen Waldes durch Fichtenanbau bedroht. Die Einschätzung der Gefährdung einzelner Arten erfordert eine differenzierte Betrachtung, ob ein derartiger Ausfall schon ab geringerer Fichtenbeimischung oder erst unter reiner Fichtenüberschirmung erfolgt.

Die umgekehrte Frage einer „Verdrängung“ von Arten der Fichtenforsten durch die Buche muss mit Blick auf die einzelnen Arten geführt werden. Denn der Erhalt aller fichtenbegleitenden Arten kann nicht „automatisch“ positiv beurteilt werden. Eine naturschutzfachliche Bewertung kann hier nur bei Einbeziehung weiterer Kriterien wie beispielsweise Seltenheit oder Gefährdung erfolgen, muss also dementsprechend für jede Art einzeln geprüft werden.

4.2.2 Auswirkung von 30% Fichtenbeimischung in Buche auf buchengebundene Arten

Gefäßpflanzen:

Mit *Alliaria petiolata* (Knoblauchsrauke), *Carpinus betulus* (Hainbuche), *Convallaria majalis* (Maiglöckchen) und *Euphorbia amygdaloides* (Mandelblättrige Wolfsmilch) scheinen einige Arten regelmäßig auf nahezu reine Buchenwälder beschränkt zu sein. *Euphorbia amygdaloides* wurde in der Untersuchung von SCHNEIDER & POSCHLOD (1999) als an historisch alte Wälder gebundene Art beschrieben. Auch nach WULF (1997) bestehen Unterschiede im Arteninventar historisch alter und junger Bestände. So stellt sich die Frage, ob die reinen Buchenwälder möglicherweise eine abweichende Geschichte haben, die gleichermaßen für Baumartenzusammensetzung (hohe Buchenanteile) und Arteninventar die eigentlich erklärende Ursache darstellt. Von den neun Beständen mit buchengebundenen Arten liegt bei dreien mit Sicherheit bereits die dritte Waldgeneration vor, bei fünf Beständen ist unklar, ob es sich um die zweite oder dritte Generation handelt. In einem Fall ist es nur die zweite Waldgeneration. Doch gerade in diesem Buchenbestand trat auch *Euphorbia amygdaloides* auf, also die Art historisch alter Wälder. Die Vermutung der Bindung an historisch alte Wälder lässt sich aus den vorliegenden Informationen nicht belegen, aber durch den Fund in nur einem Bestand der zweiten Waldgeneration auch nicht widerlegen.

Die historisch jungen Wälder in der Untersuchung von SCHNEIDER & POSCHLOD, in denen *Euphorbia amygdaloides* fehlte, waren zugleich Nadelholzaufforstungen vordem nicht bewaldeter Flächen der ersten und zweiten Generation. Dieses. Die nun beobachtete Bindung von *Euphorbia amygdaloides* an die Buche spricht dafür, dass (wie von SCHNEIDER & POSCHLOD auch schon als mögliche Erklärung angesprochen) das Fehlen dieser Art in erster Linie auf den Nadelholzanteil, und nicht auf das Waldalter als solches zurückzuführen ist.

Moose:

Mit *Homalothecium lutescens* (Echtes Goldmoos) und *Thuidium recognitum* (Echtes Thujamoos) wurden zwei auf der Schwäbischen Alb verbreitete Moose jeweils nur einmal beobachtet. Zufälligkeit lässt sich nach dem vorliegenden Datensatz nicht ausschließen. Allerdings wird *Thuidium recognitum* als „fast ausschließlich an natürlichen oder naturnahen Standorten in Wäldern“ beschrieben (NEBEL & SCHOEPE 2001, S. 278).

Die anderen in dieser Untersuchung als „buchengebunden“ eingestuften Moosarten sind vermutlich epiphytischen Ursprungs und nach Herabfallen mit Buchenästen oder Rinde weitergewachsen. Sie lassen damit keine Zuordnung zu buchenbedingten Standortverhältnissen am Waldboden zu.

4.2.3 Auswirkung von 30% Buchenbeimischung in Fichte auf fichtengebundene Arten

Gefäßpflanzen:

In den Beständen mit über 70% Fichtenanteil treten viele Arten nur auf einer einzigen Untersuchungsfläche oder in nur einem Bestand auf. Wenn auch aufgrund der Datenlage im Falle der einzelnen Art der „Zufall“ auch nicht ausgeschlossen werden kann, so wäre allein die Vielzahl „zufälliger“ Vorkommen eine eindeutige Eigenschaft der Bestände mit hohen Fichtenanteilen. Viele der in fichtenreichen Wäldern beobachteten Gefäßpflanzen sind lichtliebend (vgl. WECKESSER 2003). Diese Arten lassen sich als Offenland-Arten (z.B. *Trisetum flavescens*, Goldhafer; *Phleum pratense*, Wiesen-Lieschgras), Ruderalarten und Begleiter der Waldwege wie *Tussilago farfara* (Huflattich) oder *Elymus caninus* (Hunds-Quecke) oder als Art der Schlagflora (*Euphorbia cyparissias*, Zypressen-Wolfsmilch) charakterisieren (vgl. SCHALL 1988; SCHMIDT et al. 2002). Oftmals waren diese Arten nur vegetativ vorhanden und kamen nicht zur Blütenbildung. So besteht unter Fichte eine erhöhte Wahrscheinlichkeit für die (zumindest vegetative) Entwicklung zufällig eingestreuter Arten aus anderen Lebensräumen („Störzeiger“).

Einige Arten, die nur unter reiner Fichte auftraten, könnten durchaus Relikte aus der Zeit vor der Aufforstung sein. Beispiele hierfür sind *Campanula rotundifolia* (Rundblättrige Glockenblume, von HAUFF (1965) als Aufforstungsrelikt betrachtet), *Festuca rubra* (Rot-Schwengel), *Luzula campestris* (Feld-Hainsimse), *Pimpinella saxifraga* (Kleine Bibernelle) oder *Leucanthemum ircutianum* (Wiesen-Margerite). Auf der anderen Seite wandern viele dieser Arten relativ schnell in neu entstandene Offenlandflächen und Waldlichtungen ein, wie die Artenlisten der Schlagflora (OBERDORFER 1978) zeigen.

Entsprechend der unter Fichte veränderten Bodeneigenschaften (vgl. auch ELLENBERG 1996) wurden bei Fichtenbeimischung auch säure- und moderliebende Arten beobachtet wie *Orthilia secunda* (Birngrün) und *Moneses uniflora* (Moosauge), allerdings jeweils nur einmal. Sie sind zumeist an Nadelholzbestände gebunden und auf der Schwäbischen Alb noch nicht gefährdet. *Orthilia secunda* ist aber in anderen Regionen sehr wohl gefährdet und *Moneses uniflora* wird für Baden-Württemberg insgesamt „(...) als ‚gefährdet‘, wohl mit einer Tendenz zu ‚stark gefährdet‘.“ eingestuft (PHILIPPI 1990 a, S.374). Deutschlandweit gilt *Moneses uniflora* als „stark gefährdet“ (HAEUPLER & MUER 2000, S.189). Die säureliebenden Arten *Gymnocarpium dryopteris* (Eichenfarn) und *Huperzia selago* (Tannenbärlapp) sind auf der Alb deutlich seltener, beide aber durch Nadelholzanbau in Ausbreitung und ebenfalls nicht gefährdet (PHILIPPI 1990 b). Mit *Platanthera bifolia* (Weiße Waldhyazinthe) war nur eine Orchideenart zu verzeichnen.

Die für den RWET „Labile Fichte“ (MLR 2002) beschriebenen Orchideenstandorte dürften vorwiegend auf Beobachtungen in flachgründigeren, eventuell auf Dolomit stockenden Erstaufforstungen zurückzuführen sein. Solche Bestände wiesen oft eine stark gestörte Bestandesstruktur auf oder wurden aufgrund der Flachgründigkeit nicht in diese Arbeit miteinbezogen. Die Einschätzung des RWET „Fichten-Mischwald“ als „(...) bei fehlendem Mischbaumanteil ökologisch wenig vielfältig“ (MLR 2002) beruhte vermutlich auf der geringen Anzahl an Orchideen im Vergleich zu den Beständen der „Labilen Fichte“.

Moose:

Bekanntlich leidet die Moosbedeckung des Waldbodens unter herbstlichem Laubfall und wird durch Nadelstreu begünstigt (ANDERS & HOFMANN 1997, ELLENBERG 1996, JENSSEN & HOFMANN 2002). Bei den Moosen wurden neben häufigen Arten (z.B. *Pleurozium schreberi* (Rotstengelmoos) auch seltenere Arten mit enger Bindung an die Fichte beobachtet:

- *Mnium spinulosum* (Gezähneltes Sternmoos, eine Beobachtung in Fichtenerstaufforstung) kommt auf der Schwäbischen Alb zerstreut bis gebietsweise verbreitet vor, im Alpenvorland tritt es selten auf und in den restlichen Landesteilen fehlt es. Die Vorkommen liegen ausschließlich in Nadelwäldern und stets über Kalk. In Baden-Württemberg ist die Art derzeit nicht gefährdet, bundesweit muss sie jedoch als gefährdet eingestuft werden. „Da (...) vermehrt Mischwaldkulturen angelegt werden, bleibt abzuwarten, ob und wie sich dies künftig auf das Vorkommen der Art im Gebiet auswirken wird“ (SAUER 2001, S. 113).

- *Dicranum bonjeanii* (Sumpf-Gabelzahnmoos) kommt auf der Schwäbischen Alb zerstreut an offenen bis halbschattigen Standorten mit humusreichen Stellen über Kalk vor, besonders in Wachholderheiden. In Baden-Württemberg ist die Art „(...) aufgrund der Umwandlung und Zerstörung ihrer Lebensräume (...) deutlich zurückgegangen“ und daher gefährdet (G3), deutschlandweit ist sie „(...) in vielen Bundesländern vom Aussterben bedroht oder stark gefährdet“ (SAUER 2000, S. 141). *Dicranum bonjeanii* wurde in dieser Untersuchung einmal in einem Fichtenbestand angetroffen, der

mindestens der zweiten Waldgeneration angehörte und an Feld- und Wiesenland grenzte. Möglicherweise können Fichtenbestände dauerhafte Ersatzstandorte für diese Art sein.

- Auch das weniger eng an die Fichte gebundene *Brachythecium oedipodium* (Dünnes Kurzbüchsenmoos) soll an dieser Stelle in die Diskussion miteinbezogen werden. Es wurde in Baden-Württemberg bislang nur sehr zerstreut beobachtet. Jedoch ist es „im Gelände nur schwer zu erkennen und könnte daher gelegentlich auch übersehen worden sein“ (NEBEL et al. 2001, S. 378). FRAHM & FREY (1992, S. 458) notieren: „Früher selten; anscheinend in Nadelholzforsten in Ausbreitung“. Die 67 Fundstellen in dieser Arbeit sprechen dafür, dass sich diese ehemals seltene Art an die Kunstforsten adaptiert hat und nun ausbreitet.

Zusammenfassende Beurteilung der Situation der fichtengebundenen Arten: Für viele Gefäßpflanzen spielt das Bestandesinnere als Lebensraum eine eher untergeordnete und zufällige Rolle. Aufgrund ihrer oftmals weiten ökologischen Amplitude sind gehäufte Vorkommen dieser Arten als Hinweis für stärkeren Kultureinfluss (Hemerobie) zu sehen, also hinsichtlich des Kriteriums der Naturnähe nicht schützenswert. Zur Beurteilung von Waldbeständen sind weitere naturschutzfachliche Kriterien wie Seltenheit und Gefährdung zu überprüfen. Die Vorkommen vieler euryöker Gefäßpflanzen in fichtengeprägten Wirtschaftswäldern tragen demnach tendenziell zu einer naturschutzfachlichen Abwertung bei. Anders ist die Situation bei Betrachtung von Moosen und moderliebenden Gefäßpflanzen. Hier finden sich auch in Fichtenforsten seltene und gefährdete, damit schützenswerte Arten.

4.3 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen für die Praxis

- Einige wenige Arten sind eng an die Buche gebunden und werden durch 30% Fichtenbeimischung bereits verdrängt. Der reine Buchenwald und seine Artenausstattung hat damit eine eigene Qualität. Sie sollte auf einem Teil der Waldfläche unverfälscht erhalten bleiben.
- Mit zunehmenden Fichtenanteilen nimmt die Artenzahl stark zu, verglichen mit dem naturnahen Buchenwald. Vielfach sind dies lichtliebende, eher zufällig einstreuende, euryöke Arten. Jedoch wurden bei fichtengebundenen Moosen und Gefäßpflanzen auch seltene und gefährdete Arten beobachtet. Diese könnten durch eine Umwandlung sämtlicher Nadelholzreinbestände in Mischbestände ihren Lebensraum verlieren. Daher sollten auch die reinen Nadelwälder zu gewissen Anteilen als anthropogene Vegetationsform erhalten bleiben, so wie beispielsweise auch Wachholderheiden oder Streuwiesen.
- Die Vielfalt der Arten wird am Besten durch waldbauliche Vielfalt erhalten.

Danksagung

Herzlicher Dank gilt allen, die zu diesem Artikel beigetragen haben, insbesondere Dr. Stefanie Gärtner für die kritisch-konstruktiven Diskussionen und methodischen Beiträge, Michael Sauer, Michael Lüth und Dr. Martin Nebel für die Unterstützung bei der Bestimmung der Moose, Dieter Reineke, Günter Gottschlich und Dr. Arno Wörz für die Überprüfung kritischer Gefäßpflanzen sowie Monika Ganz und Dr. Winfried Maier für die abschließende Durchsicht des Manuskripts.

Große Unterstützung erfuhr die Arbeit durch das Forstpersonal auf der Schwäbischen Alb, welche bis hin zur Zurückstellung von Hiebsmaßnahmen reichte, wodurch trotz wiederholter „Jahrhundertsommer“ die Geländeerhebungen unbeeinträchtigt abgeschlossen werden konnten. Finanziell gefördert wurde die Arbeit durch das Ministerium Ländlicher Raum, das in Person von Dr. Frieder Dinkelaker offenes und reges Interesse an der Fragestellung bezeugte.

5. Literaturverzeichnis

- ANDERS, S. & HOFMANN, G. (1997): Vielfalt der Vegetation von Wäldern und Forsten. Schriftenreihe des BML „Angewandte Wissenschaft“ **465**: 94 - 108.
- BRUNNER, A. (1998): A light model for spatial explicit forest stand models. *Forest Ecology and Management* **107**: 19 - 46.
- DEUTSCHER RAT FÜR LANDESPFLEGE (Hrsg.) (2004): Der Beitrag der Waldwirtschaft zum Aufbau eines länderübergreifenden Biotopverbundes. Schriftenreihe des Deutschen Rates für Landespflege **76**: 1 – 104.
- DEUTSCHER WETTERDIENST (Hrsg.) (1953): Klima-Atlas von Baden-Württemberg. Bad Kissingen, 37 S.
- ELLENBERG, H. (1996): *Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen*. 5. Aufl., Ulmer, Stuttgart, 1095 S.
- FRAHM, J.-P. & FREY, W. (1992): *Moosflora*. 3. überarbeitete Auflage, Ulmer, Stuttgart, 528 S.
- HAEUPLER & MUER (HRSG.) (2000): *Bildatlas der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands*. Ulmer, Stuttgart, 759 S.
- HAUFF, R. (1965): Die Bodenvegetation älterer Fichtenbestände auf aufgeforsteten Schafweiden der Mittleren Alb. *Mitteilungen des Vereins für Forstliche Standortskunde und Forstpflanzenzüchtung* **15**: 39 – 42.

- JENSSEN, M.& HOFMANN, G. (2002): Pflanzenartenvielfalt, Naturnähe und ökologischer Waldumbau. *AFZ/Der Wald* **8**: 402 - 405.
- KÖBERLE, F. (1975/76): Erläuterungen zu den Standortskarten des Fbz. Zwiefalten. Erläuterungsband (unveröffentlicht), 285 S.
- MLR - MINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG UND LÄNDLICHEN RAUM BADEN-WÜRTTEMBERG (Hrsg.) (2002): 11 Regionale Waldentwicklungstypen. Unveröffentlicht.
- MÜLLER, T. (1975): Natürliche Fichtengesellschaften der Schwäbischen Alb. Beiträge zur naturkundlichen Forschung Südwestdeutschlands **34**: 233 – 249.
- MÜLLER, T.; OBERDORFER, E.; PHILIPPI, G. (1974): Die potentielle natürliche Vegetation von Baden-Württemberg. Beihefte zu den Veröffentlichungen der Landesstelle für Naturschutz und Landschaftspflege Baden-Württemberg **6**: 45 S.
- NEBEL, M.& SCHOEPE, G. (2001): Thuidiaceae. In: Nebel, M.& Philippi, G. (Hrsg.): Die Moose Baden-Württembergs. Bd. 2, Ulmer, Stuttgart, 529 S.
- NEBEL, M.; SAUER, M.; SCHOEPE, G. (2001): Brachytheciaceae. In: Nebel, M.& Philippi, G. (Hrsg.): Die Moose Baden-Württembergs. Bd.2, Ulmer, Stuttgart, 529 S.
- NIHLGÅRD, B. (1970): Plant biomass, primary production and distribution of chemical elements in a beech and a planted spruce forest in South Sweden. *Oikos* **23**: 69-81.
- OBERDORFER, E. (1978): Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Teil II, 2. stark bearb. Aufl., Fischer, Stuttgart, New York, 355 S.
- PFÜNDEL, T.; WALTER, E.& MÜLLER, T. (2000): Die Pflanzenwelt der Schwäbischen Alb. 2. verbesserte Auflage, Verlag des Schwäbischen Albvereins, Stuttgart, 239 S.
- PHILIPPI, G. (1990 a): Pyrolaceae. In: Sebald, O.; Seybold, S.; Philippi, G. (Hrsg.): Die Farn- und Blütenpflanzen Baden-Württembergs. Bd. 2, Ulmer, Stuttgart, 442 S.
- PHILIPPI, G. (1990 b): Lycopodiaceae; Aspidiaceae. In: Sebald, O.; Seybold, S.; Philippi, G. (Hrsg.): Die Farn- und Blütenpflanzen Baden-Württembergs. Bd. 1, Ulmer, Stuttgart, 613 S.
- POTT, M. (2003): Von Strukturparametern zu Nachhaltigkeitskriterien. Dissertation, Fakultät für Ernährung, Landnutzung und Umwelt, Wissenschaftszentrum Weihenstephan, TU München, <http://tumb1.biblio.tu-muenchen.de/publ/diss/ww/2003/pott.pdf>, 9.9.2004, 121 S.
- REINEKE, D.& RIETDORF, K. in KRETZSCHMAR, F. (1999): Pflege- und Entwicklungsplan Naturschutzgebiet Degenreuschen-Rauschachen. Schriften des Vereins für Geschichte und Naturgeschichte der Baar **42**: 51 – 81.
- SAUER, M. (2000): Dicranaceae. In: NEBEL, M.& PHILIPPI, G. (Hrsg.): Die Moose Baden-Württembergs. Bd. 1, Ulmer, Stuttgart, 512 S.
- SAUER, M. (2001): Mniaceae. - In: NEBEL, M.& PHILIPPI, G. (Hrsg.): Die Moose Baden-Württembergs. Bd. 2, Ulmer, Stuttgart, 529 S.
- SCHALL, B. (1988): Die Vegetation der Waldwege und ihre Korrelation zu den Waldgesellschaften in verschiedenen Landschaften Süddeutschlands mit einigen Vorschlägen zur Anlage und Pflege von Waldwegen. *Ber. Akad. Naturschutz Landschaftspflege* **12**: 105-140.
- SCHNEIDER, C.& POSCHLOD, P. (1999): Waldvegetation und Nutzungsgeschichte am Beispiel der Schwäbischen Alb. *Zeitschrift für Ökologie und Naturschutz* **8**: 135-146.
- SCHMIDT, M.; V.OHEIMB, G.; KRIEBITSCH, W.; ELLENBERG, H.: (2002): Liste der im norddeutschen Tiefland typischen Waldgefäßpflanzen. *Mitteilungen der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft* **206**: 1 – 37.
- SCHÖN, M. (1990): Die Wald- und Forstgesellschaften auf Buntsandstein bei Coburg und Kronach. Unveröffentl. Diplomarbeit, Lehrstuhl Pflanzenökologie, Universität Bayreuth, 104 S.
- TER BRAAK, C.J.F.& SMILAUER, P.(1998): CANOCO Reference Manual and User's Guide to Canoco for Windows. Software for Canonical Community Ordination (version 4). Microcomputer Power, Ithaca, 351 S.
- WECKESSER, M. (2003): Die Bodenvegetation von Buchen-Fichten-Mischbeständen im Solling – Struktur, Diversität und Stoffhaushalt. Dissertation, Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät, Georg-August-Universität Göttingen, Cuvillier, Göttingen, 157 S.
- WERNER, H. (1957/58): Erläuterungsband zur forstlichen Standortskarte des Forstbezirks Pfronstetten, unveröff., 95 S.
- WERNER, H. (1958/59): Erläuterungsband zur forstlichen Standortskarte des Forstbezirks Zwiefalten, unveröff., 117 S.
- WULF, M. (1997): Plant species as indicators of ancient woodland in northwestern Germany. *Journal of Vegetation Science* **8**: 635 – 642.
- ZERBE, S. (1992): Fichtenforste als Ersatzgesellschaften von Hainsimsen-Buchenwäldern. *Vegetation, Struktur und Vegetationsveränderungen eines Forstökosystems. Berichte des Forschungszentrums Waldökosysteme, Reihe A* **100**: 173 S., Göttingen.

JOCHEN ENGELHARD
 Albert-Ludwigs-Universität Freiburg
 Waldbau-Institut
 Tennenbacher Straße 4
 D-79106 Freiburg
 email: jochen.engelhard@waldbau.uni-freiburg.de

PROF.DR. ALBERT REIF
 Albert-Ludwigs-Universität Freiburg
 Waldbau-Institut
 Tennenbacher Straße 4
 D-79106 Freiburg
 email: albert.reif@waldbau.uni-freiburg.de

Anhang zu Engelhard & Reif - Tabellen 1 bis 4:

Tabelle 1

Aufnahme- fläche	Fichtenüber- schirmung	Artenzahl Gefäßpflanzen	Artenzahl Moose	Gesamt- Artenzahl
1232	100%	45	23	68
1630	100%	37	19	56
1631	100%	40	23	63
1877	100%	49	27	76
3313	100%	56	20	76
3314	100%	54	21	75
3315	100%	50	19	69
3316	100%	61	26	87
3520	100%	64	22	86
3521	100%	61	23	84
7155	100%	37	17	54
7156	100%	35	14	49
7157	100%	43	19	62
7158	100%	50	19	69
7159	100%	36	13	49
7262	100%	32	24	56
7263	100%	55	24	79
7373	100%	44	19	63
Mittelwert		47,2	20,7	67,8
1629	<100-90%	30	16	46
3212	<100-90%	46	23	69
3626	<100-90%	54	16	70
3627	<100-90%	43	19	62
3628	<100-90%	44	15	59
3629	<100-90%	56	23	79
5443	<100-90%	52	26	78
5444	<100-90%	56	21	77
5547	<100-90%	53	24	77
1102	<100-90%	35	19	54
1231	<100-90%	42	20	62
Mittelwert		46,5	20,2	66,6
3749	<90-75%	47	19	66
1113	<90-75%	29	11	40
1114	<90-75%	36	12	48
1227	<90-75%	46	24	70
1732	<90-75%	49	22	71
3623	<90-75%	52	15	67
3624	<90-75%	52	15	67
3625	<90-75%	58	18	76
5340	<90-75%	48	20	68
5446	<90-75%	52	23	75
7372	<90-75%	36	24	60
1101	<90-75%	36	22	58
4247	<90-75%	50	15	65
Mittelwert		45,5	18,5	63,9
1115	<75-60%	34	13	47
1775	<75-60%	38	25	63
1121	<75-60%	35	15	50
1230	<75-60%	35	22	57
3104	<75-60%	42	19	61
3853	<75-60%	41	22	63
4131	<75-60%	39	17	56

5445	<75-60%	46	24	70
7267	<75-60%	28	21	49
1521	<75-60%	54	15	69
7371	<75-60%	51	25	76
1116	<75-60%	41	13	54
3110	<75-60%	39	16	55
Mittelwert		40,2	19,0	59,2
5341	<60-50%	53	19	72
1228	<60-50%	44	18	62
1309	<60-50%	47	19	66
7264	<60-50%	22	17	39
3107	<60-50%	34	15	49
3622	<60-50%	42	21	63
3850	<60-50%	37	17	54
5134	<60-50%	41	5	46
Mittelwert		40,0	16,4	56,4
3101	50->40%	37	20	57
1776	50->40%	35	24	59
5342	50->40%	49	15	64
1105	50->40%	33	17	50
1106	50->40%	35	17	52
3419	50->40%	31	7	38
5133	50->40%	35	5	40
5239	50->40%	45	2	47
3852	50->40%	33	14	47
Mittelwert		37,0	13,4	50,4
1103	40->25%	28	12	40
1104	40->25%	26	11	37
1107	40->25%	31	10	41
1110	40->25%	30	10	40
3102	40->25%	36	16	52
3106	40->25%	35	18	53
4132	40->25%	31	16	47
1111	40->25%	36	10	46
1417	40->25%	29	16	45
1420	40->25%	26	15	41
1522	40->25%	37	15	52
3855	40->25%	24	9	33
4133	40->25%	30	16	46
4135	40->25%	40	17	57
4140	40->25%	24	9	33
7266	40->25%	25	10	35
1312	40->25%	34	12	46
Mittelwert		30,7	13,1	43,8
1108	25->10%	28	7	35
1117	25->10%	35	10	45
1118	25->10%	26	7	33
1119	25->10%	30	9	39
1304	25->10%	33	10	43
3103	25->10%	28	8	36
3105	25->10%	24	11	35
3108	25->10%	28	12	40
4145	25->10%	27	12	39
1109	25->10%	29	7	36
1112	25->10%	28	9	37
1125	25->10%	34	8	42
1523	25->10%	34	9	43

5238	25->10%	40	2	42
1314	25->10%	31	10	41
3854	25->10%	25	14	39
4130	25->10%	24	9	33
4139	25->10%	24	3	27
5136	25->10%	25	3	28
7265	25->10%	20	8	28
Mittelwert		28,7	8,4	37,1
1122	10->0%	38	12	50
1418	10->0%	25	10	35
2101	10->0%	30	10	40
2103	10->0%	20	9	29
3111	10->0%	13	10	23
3418	10->0%	23	5	28
4136	10->0%	26	10	36
7474	10->0%	38	6	44
1120	10->0%	30	7	37
1123	10->0%	32	7	39
1124	10->0%	33	11	44
1229	10->0%	31	6	37
1313	10->0%	36	6	42
1419	10->0%	21	9	30
1527	10->0%	26	8	34
2102	10->0%	20	7	27
2106	10->0%	35	8	43
2107	10->0%	37	9	46
2108	10->0%	29	9	38
3109	10->0%	23	7	30
3417	10->0%	25	5	30
4134	10->0%	23	5	28
4137	10->0%	27	6	33
4138	10->0%	31	8	39
8161	10->0%	30	3	33
9168	10->0%	26	6	32
Mittelwert		28,0	7,7	35,7
1126	0%	28	2	30
1301	0%	29	5	34
1302	0%	20	7	27
1303	0%	22	5	27
1305	0%	31	6	37
1306	0%	22	5	27
1307	0%	20	6	26
1308	0%	19	7	26
1310	0%	22	3	25
1311	0%	18	6	24
1415	0%	25	15	40
1416	0%	26	7	33
1524	0%	22	6	28
1525	0%	30	5	35
1526	0%	25	6	31
1528	0%	21	8	29
2104	0%	28	5	33
2105	0%	30	8	38
3851	0%	21	7	28
4141	0%	27	5	32
4142	0%	25	4	29
4143	0%	25	8	33
4144	0%	20	5	25

4146	0%	19	0	19
4248	0%	35	5	40
5135	0%	30	4	34
5237	0%	39	1	40
5648	0%	29	5	34
5649	0%	29	7	36
5750	0%	25	9	34
5751	0%	16	5	21
5852	0%	35	2	37
6153	0%	23	3	26
6154	0%	26	5	31
8160	0%	31	4	35
9269	0%	18	3	21
9370	0%	27	1	28
Mittelwert		25,4	5,3	30,6

Tabelle 2

Durch Standortvariablen erklärte Varianz der Deckungswerte in %				
Standortvariable	RDA ₁	RDA ₂	DCCA ₁	DCCA ₂
Baumartenüberschirmung	19,1	27,5	13,2	16,9
Laubstreu O _l +O _f	17	22,6	11,6	14,6
Laubstreu O _f	12,6	19,1	8,8	11,3
Klimavariablen gemeinsam ₃	8,7	11,5	6,7	7,5
Nadelstreu O _l +O _f	6,8	8,1	7,6	9,8
Licht	7,5	9,5	5,2	6,1
C/N-Verhältnis	5,3	7,4	5,6	6,9
Gründigkeit 25 (Bohrungen)	5,2	3,9	5,2	5
pH-Wert in 0-5cm Tiefe	5,6	7,2	5,9	7,2
Oh	4,6	5,2	5,4	6
Gründigkeit (4 Bohrungen)	3,6	3,1	3	2,9

RDA = Redundancy Analysis (lineare Zusammenhänge werden erfasst)
DCCA = Detrendet Canonical Correlation Analysis (unimodale Zusammenhänge werden erfasst)

1) = Datensatz ohne Einbezug der Gesamtdeckung
2) = Datensatz unter Einbezug der Gesamtdeckung
3) = Hauptachsen einer Hauptkomponentenanalyse (PCA) aus 13 Klimavariablen
z.B. Meereshöhe, Jahresdurchschnittstemperatur, Jahresniederschlag u.a.

Tabelle 3

Gefäßpflanzen
Artengruppe "Bu" fehlt unter Fichte,
Alliaria petiolata Cav. et Gr. (Knoblauchsrauke)
Anemone ranunculoides L. (Gelbes Windröschen)
Arum maculatum L. (Aronstab)
Carex alba Scop. (Weiße Segge)
Carex montana L. (Berg-Segge)
Carpinus betulus L. (Hainbuche)
Convallaria majalis L. (Maiglöckchen)
Daphne mezereum L. (Gewöhnlicher Seidelbast)
Euphorbia amygdaloides L. (Mandelblättrige Wolfsmilch)
Geranium sylvaticum L. (Wald-Storchschnabel)
Hedera helix L. (Efeu)
Heracleum sphondylium L. (Wiesen-Bärenklau)
Lilium martagon L. (Türkenbund-Lilie)
Maianthemum bifolium (L.) F. W. Schmidt (Schattenblümchen)
Monotropa hypopitys L. (Fichtenspargel)
Polygonatum multiflorum (L.) All. (Vielblütige Weißwurz)
Primula elatior (L.) Hill (Große Schlüsselblume)
Pulmonaria obscura Dum. (Dunkles Lungenkaut)
Quercus petraea (Mattuschka) Liebl. (Trauben-Eiche)
Ranunculus ficaria L. (Scharbockskraut)
Rubus fruticosus L. Subsektion Rubus (<i>Suberecti</i> Lindley) (Brombeere)
Tilia platyphyllos Scop. (Sommer-Linde)
Ulmus glabra Huds. (Berg-Ulme)
Viburnum lantana L. (Wolliger Schneeball)
Vicia dumetorum L. (Hain-Wicke / Hecken-Wicke)
Artengruppe "BuFi (Bu)" von Buche bis Fichte, buchengefördert
Acer campestre L. (Feld-Ahorn)
Acer pseudoplatanus L. (Berg-Ahorn)
Anemone nemorosa L. (Busch-Windröschen)
Asarum europaeum L. (Europäische Haselwurz)
Campanula trachelium L. (Nesselblättrige Glockenblume)
Carex digitata L. (Finger-Segge)
Crataegus laevigata / rosiformis (Poiret) DC. / Janka (Zweiggriffeliger / Großkelchiger Weißdorn)
Dentaria bulbifera L. (Zwiebeltragende Zahnwurz)
Fagus sylvatica L. (Rotbuche)
Fraxinus excelsior L. (Gewöhnliche Esche)
Geum urbanum L. (Echte Nelkenwurz)
Lamium galeobdolon (L.) Nath. (Goldnessel)
Lathyrus vernus (L.) Bernh. (Frühlings-Platterbse)
Milium effusum L. (Fluttergras)
Phyteuma spicatum L. (Ährige Teufelskralle)
Poa nemoralis L. (Hain-Rispengras)
Potentilla sterilis (L.) Garcke (Erdbeer-Fingerkraut)
Prunus avium L. (Vogelkirsche)
Rosa arvensis Huds. (Kriechende Rose)
Stachys sylvatica L. (Wald-Ziest)
Viola reichenbachiana Jord. (Wald-Veilchen)
Artengruppe "BuFi (Neutr)" von Buche bis Fichte, unter beiden gleichermaßen
Acer platanoides L. (Spitz-Ahorn)
Galium odoratum (L.) Scop. (Waldmeister)
Melica nutans L. (Nickendes Perlgras)

Artengruppe "BuFi (Fi)" von Buche bis Fichte, fichtengefördert

Abies alba Mill. (Weiß-Tanne)
Adoxa moschatellina L. (Moschuskaraut)
Ajuga reptans L. (Kriechender Günsel)
Athyrium filix-femina L. (Gemeiner Frauenfarn)
Brachypodium sylvaticum (Huds.) P. B. (Wald-Zwenke)
Bromus ramosus Huds. ssp. *benekenii* (Lange) (Benekens Wald-Trespe)
Cardamine impatiens L. (Spring-Schaumkraut)
Carex flacca Schreb. (Blaugrüne Segge)
Carex muricata agg. cf. *muricata* L. (Artengr. Sparrige Segge cf. Sparrige Segge)
Carex remota L. (Winkel-Segge)
Carex sylvatica Huds. (Wald-Segge)
Carex umbrosa Host (Schatten-Segge)
Circaea lutetiana L. (Gewöhnliches Hexenkraut)
Corylus avellana L. (Hasel)
Deschampsia cespitosa (L.) P. B. (Rasenschmiele)
Dryopteris carthusiana (Vill.) H. P. Fuchs (Gewöhnlicher Dornfarn)
Dryopteris dilatata (Hoffm.) A. Gray (Breitblättriger Dornfarn)
Dryopteris filix-mas (L.) Schott (Gemeiner Wurmfarne)
Epilobium montanum L. (Berg-Weidenröschen)
Epipactis helleborine (L.) Crantz (Breitblättrige Stendelwurz)
Epipactis purpurata Sm. (Violette Stendelwurz)
Festuca gigantea (L.) Vill. (Riesen-Schwingel)
Fragaria vesca L. (Wald-Erdbeere)
Galeopsis tetrahit L. (Gewöhnlicher Hohlzahn)
Galium aparine L. (Kletten-Labkraut)
Geranium robertianum L. (Stinkender Storchschnabel)
Hieracium murorum L. (Wald-Habichtskraut)
Hordelymus europaeus (L.) C. O. Harz (Waldgerste)
Impatiens noli-tangere L. (Rühr-mich-nicht-an)
Lonicera xylosteum L. (Rote Heckenkirsche)
Luzula luzuloides (Lam.) Dandy et Wilmott (Weiße Hainsimse)
Luzula pilosa (L.) Willd. (Behaarte Hainsimse)
Malus sylvestris (L.) Mill. (Holz-Apfel)
Mercurialis perennis L. (Wald-Bingelkraut)
Moehringia trinervia (L.) Clairv. (Dreinervige Nabelmiere)
Neottia nidus-avis (L.) Rich. (Nestwurz)
Oxalis acetosella L. (Wald-Sauerklee)
Paris quadrifolia L. (Einbeere)
Picea abies (L.) H. Karsten (Fichte)
Poa angustifolia L. (Schmalblättriges Rispengras)
Poa chaixii Vill. (Wald-Rispengras)
Polygonatum verticillatum (L.) All. (Quirlblättrige Weißwurz)
Prunella vulgaris L. (Kleine Brunelle)
Quercus robur L. (Stiel-Eiche)
Ranunculus lanuginosus L. (Wolliger Hahnenfuß)
Rubus idaeus L. (Himbeere)
Salix caprea L. (Sal-Weide)
Sambucus nigra L. (Schwarzer Holunder)
Sambucus racemosa L. (Roter Holunder)
Sanicula europaea L. (Wald-Sanikel)
Senecio ovatus (Gaertn., Mey. et Scherb.) Willd. (Fuchs´ Kreiskraut)
Sorbus aucuparia L. (Vogelbeere)
Taraxacum spec. Zinn (Löwenzahn)
Veronica chamaedrys L. (Gamander-Ehrenpreis)
Vicia sepium L. (Zaun-Wicke)

Artengr. "Zwi (Bu)" fehlt in Reinbeständen, buchengefördert

Cephalanthera rubra (L.) Rich. (Rotes Waldvögelein)
 Chaerophyllum aureum L. (Gold-Kerbel)
 Cotoneaster integerrimus Med. (Gewöhnliche Zwergmispel)
 Euonymus europaeus L. (Gewöhnliches Pfaffenhütchen)
 Festuca heterophylla Lam. (Verschiedenblättriger Schwingel)
 Prenanthes purpurea L. (Hasenlattich)
 Ranunculus auricomus L. (Gold-Hahnenfuß)
 Ribes alpinum L. (Alpen-Johannisbeere)
 Viburnum opulus L. (Gewöhnlicher Schneeball)

Artengr. "Zwi (Fi)" fehlt in Reinbeständen, fichtengefördert

Aegopodium podagraria L. (Giersch)
 Atropa bella-donna L. (Tollkirsche)
 Calamagrostis epigejos (L.) Roth (Land-Reitgras)
 Carex pallescens L. (Bleiche Segge)
 Cephalanthera damasonium (Mill.) Druce (Weißes Waldvögelein)
 Elymus caninus L. (Hunds-Quecke)
 Epilobium tetragonum L. (Vierkantiges Weidenröschen)
 Geranium columbinum L. (Tauben-Storchschnabel)
 Gymnocarpium dryopteris (L.) Newm. (Eichenfarn)
 Helleborus foetidus L. (Stinkende Nieswurz)
 Hieracium lachenalii C. Gmel. (Gewöhnliches Habichtskraut)
 Juncus effusus L. (Flatter-Binse)
 Lapsana communis L. (Rainkohl)
 Luzula campestris campestris (L.) DC. (Feld-Hainsimse)
 Lysimachia nemorum L. (Hain-Gilbweiderich)
 Melica uniflora Retz. (Einblütiges Perlgras)
 Polystichum aculeatum (L.) Roth (Gelappter Schildfarn)
 Prunus padus L. (Traubenkirsche)
 Rhamnus catharticus L. (Echter Kreuzdorn)
 Ribes uva-crispa L. (Stachelbeere)
 Solanum dulcamara L. (Bittersüßer Nachtschatten)
 Stellaria media (L.) Villars (Vogelmiere)
 Torilis japonica (Houtt.) DC. (Gewöhnlicher Klettenkerbel)
 Veronica montana L. (Berg-Ehrenpreis)
 Vicia sylvatica L. (Wald-Wicke)
 Vinca minor L. (Immergrün)
 Viola riviniana Rchb. (Hain-Veilchen)

Artengruppe "Fi" fehlt unter reiner Buche

Actaea spicata L. (Christophskraut)
 Agrostis stolonifera L. (Weißes Straußgras)
 Agrostis capillaris L. (Rotes Straußgras)
 Alchemilla glabra Neygenf. (Kahler Frauenmantel)
 Alchemilla xanthochlora Rothm. (Gelbgrüner Frauenmantel)
 Anthoxanthum odoratum L. (Gewöhnliches Ruchgras)
 Arctium nemorosum Lej. et Court. (Hain-Klette)
 Arrhenatherum elatius (L.) P. B. ex J. et C. Presl (Glatthafer)
 Betula pendula Roth (Hänge-Birke)
 Campanula patula L. (Wiesen-Glockenblume)
 Campanula persicifolia L. (Pfirsichblättrige Glockenblume)
 Campanula rotundifolia L. (Rundblättrige Glockenblume)
 Cardamine flexuosa With. (Wald-Schaumkraut)
 Carex ornithopoda Willd. (Vogelfuß-Segge)
 Cerastium fontanum Baumg. (Gewöhnliches Hornkraut)
 Circaea alpina L. (Alpen-Hexenkraut)

Cirsium palustre (L.) Scop. (Sumpf-Kratzdistel)
Cirsium vulgare (Savi) Ten. (Gewöhnliche Kratzdistel)
Clinopodium vulgare L. (Wirbeldost)
Cornus sanguinea L. (Roter Hartriegel)
Crepis capillaris (L.) Wallr. (Kleinköpfiger Pippau)
Dactylis glomerata L. (Wiesen-Knäuelgras)
Epilobium angustifolium L. (Schmalblättriges Weidenröschen)
Epilobium ciliatum Rafin. (Drüsiges Weidenröschen)
Euphorbia cyparissias L. (Zypressen-Wolfsmilch)
Festuca rubra L. (Rot-Schwengel)
Galium album Mill. (Weißes Labkraut)
Galium mollugo L. (Wiesen-Labkraut)
Galium rotundifolium L. (Rundblättriges Labkraut)
Galium sylvaticum L. (Wald-Labkraut)
Hieracium pilosella L. (Kleines Habichtskraut)
Huperzia selago (L.) Bernh. (Tannenbärlapp)
Hypericum hirsutum L. (Behaartes Johanniskraut)
Hypericum maculatum Crantz (Geflecktes Johanniskraut)
Hypericum perforatum L. (Echtes Johanniskraut)
Impatiens parviflora DC. (Kleinblütiges Springkraut)
Lathyrus pratensis L. (Wiesen-Platterbse)
Leucanthemum ircutianum DC. (Wiesen-Margerite)
Lolium perenne L. (Ausdauernder Lolch)
Lotus corniculatus L. (Gewöhnlicher Hornklee)
Moneses uniflora L. (Moosauge)
Mycelis muralis (L.) Dum. (Mauerlattich)
Myosotis arvensis (L.) Hill. (Acker-Vergißmeinnicht)
Myosotis sylvatica (Ehrh.) Hoffm. (Wald-Vergißmeinnicht)
Orthilia secunda (L.) House (Birngrün)
Phleum pratense L. (Wiesen-Lieschgras)
Pimpinella saxifraga L. (Kleine Bibernelle)
Pinus sylvestris L. (Wald-Kiefer)
Platanthera bifolia (L.) Rich. (Weiße Waldhyazinthe)
Poa trivialis L. (Gewöhnliches Rispengras)
Potentilla erecta (L.) Räusch. (Blutwurz)
Potentilla neumanniana Reichenb. (Frühlings-Fingerkraut)
Prunus spinosa L. (Schlehe)
Ranunculus acris L. (Scharfer Hahnenfuß)
Ranunculus bulbosus L. (Knolliger Hahnenfuß)
Ranunculus serpens Schrank (Hain- / WurzelnderHahnenfuß)
Ranunculus repens L. (Kriechender Hahnenfuß)
Rubus saxatilis L. (Steinbeere)
Scrophularia nodosa L. (Knotige Braunwurz)
Sonchus asper (L.) Hill (Rauhe Gänsedistel)
Sorbus aria (L.) Crantz (Mehlbeere)
Stachys alpina L. (Alpen-Ziest)
Stellaria alsine Grimm (Quell-Sternmiere)
Thalictrum aquilegifolium L. (Akeleiblättrige Wiesenraute)
Trifolium medium L. (Mittlerer Klee)
Trifolium pratense L. (Rotklee)
Trisetum flavescens (L.) P. B. (Gewöhnlicher Goldklee)
Triticum spec L. (Weizen)
Tussilago farfara L. (Huflattich)
Urtica dioica L. (Große Brennnessel)
Valeriana officinalis L. s.l. (Arznei-Baldrian)
Veronica officinalis L. (Echter Ehrenpreis)
Vicia cracca L. (Vogel-Wicke)
Viola hirta L. (Rauhhaariges Veilchen)

Moose

Artengruppe "Bu" fehlt unter Fichte,

Amblystegium serpens (Hedw.) Schimp. (Kriechender Sumpfdeckel)
 Eurhynchium hians (Hedw.) Sande Lac. (Kleines Schönschnabelmoos)
 Fissidens taxifolius Hedw. (Eibenblättriges Spaltzahnmoos)
 Plagiochila porelloides (Torrey ex Nees) Lindenb.

Artengruppe "BuFi (Bu)" von Buche bis Fichte, buchengefördert

Brachythecium rutabulum (Hedw.) Schimp. (Rauhes Kurzbüchsenmoos)
 Brachythecium salebrosum (Weber & Mohr) Schimp. (Glattstieliges Kurzbüchsenmoos)
 Brachythecium velutinum (Hedw.) Schimp. (Samt-Kurzbüchsenmoos)
 Hypnum cupressiforme Hedw. (Zypressen-Schlaafmoos)
 Isoetecium alopecuroides (Dubois) Isov. (Großes Mausschwanzmoos)

Artengruppe "BuFi (Fi)" von Buche bis Fichte, fichtengefördert

Atrichum undulatum (Hedw.) F. Weber & D. Mohr (Großes Katharinenmoos)
 Eurhynchium angustirete (Broth.) T. J. Kop. (Stumpfbältriges Schönschnabelmoos)
 Eurhynchium striatum (Hedw.) Schimp. (Spitzblättriges Schönschnabelmoos)
 Herzogiella seligeri (Brid.) Z. Iwats. (Schlesisches Stumpfenmoos)
 Lophocolea heterophylla (Schrad.) Dum.
 Plagiochila asplenioides (L.) Dum.
 Plagiothecium denticulatum (Hedw.) Schimp. / laetum Schimp. (Gezähnt. / Glänzend. Plattm.)
 Plagiomnium cuspidatum (Hedw.) T. J. Kop. (Spieß-Kriechsternmoos)
 Plagiomnium undulatum (Hedw.) T. J. Kop. (Gewelltblättriges Kriechsternmoos)
 Polytrichum formosum Hedw. (Wald-Bürstenmoos)
 Rhytidiadelphus loreus (Hedw.) Warnst. (Riemenstengel-Kranzmoos)
 Rhytidiadelphus triquetrus (Hedw.) Warnst. (Großes Kranzmoos)
 Thuidium tamariscinum (Hedw.) Schimp. (Tamarisken-Thujamoos)

Artengr. "Zwi (Bu)" fehlt in Reinbeständen, buchengefördert

Bryum rubens Mitt. (Rötliches Birnmoos)
 Brachythecium populeum (Hedw.) Schimp. (Pappel-Kurzbüchsenmoos)
 Fissidens exilis Hedw. (Kleines Spaltzahnmoos)
 Homalia trichomanoides (Hedw.) Bruch & Schimp. (Streifenfarn-Flachmoos)
 Homalothecium lutescens (Hedw.) H. Rob. (Goldmoos)
 Leucodon sciuroides (Hedw.) Schwaegr. (Eichhörnchenschwanz-Moos)
 Plagiothecium nemorale (Mitt.) A. Jaeger (Hain-Plattmoos)
 Thuidium recognitum (Hedw.) Lindb. (Echtes Thujamoos)

Artengr. "Zwi (Fi)" fehlt in Reinbeständen, fichtengefördert

Calliergonella cuspidata (Hedw.) Loeske (Spießmoos)
 Ctenidium molluscum (Hedw.) Mitt. (Weiches Kamm-Moos)
 Metzgeria furcata (L.) Dum.
 Plagiomnium rostratum (anon.) T. J. Kop. (Geschnäbeltes Kriechsternmoos)
 Plagiothecium laetum Schimp. (Glänzendes Plattmoos)
 Tetraxis pellucida Hedw. (Durchsichtiges Georgsmoos)

Artengruppe "Fi" fehlt unter reiner Buche

Bryum flaccidum Brid. (Schlaffes Birnmoos)
 Blepharostoma trichophyllum (L.) Dum.
 Brachythecium oedipodium (Mitt.) A. Jaeger (Dünnes Kurzbüchsenmoos)
 Brachythecium starkei (Brid.) Schimp. (Berg-Kurzbüchsenmoos)
 Cirriphyllum piliferum (Hedw.) Grout (Pinsel-Haarblattmoos)
 Dicranum bonjeanii De Not. (Sumpf-Gabelzahnmoos)
 Dicranum scoparium Hedw. (Besen-Gabelzahnmoos)
 Dicranella heteromalla (Hedw.) Schimp. (Einseitwendiges Kleingabelzahnmoos)
 Eurhynchium praelongum (Hedw.) Schimp. (Verschiedenblättriges Schönschnabelmoos)
 Hylocomium splendens (Hedw.) Schimp. (Etagenmoos)
 Lepidozia reptans (L.) Dum.

Lophocolea bidentata (L.) Dum.
 Mnium hornum Hedw. (Schwanenhals-Sternmoos)
 Mnium spinulosum Bruch & Schimp. (Gezähneltes Sternmoos)
 Plagiomnium affine (Blandow) T. J. Kop. (Verwandtes Kriechsternmoos)
 Plagiothecium undulatum (Hedw.) Schimp. (Gewelltes Plattmoos)
 Pleurozium schreberii (Brid.) Mitt. (Rotstengelmoos)
 Ptilium crista-castrensis (Hedw.) De Not. (Federmoos)
 Rhizomnium punctatum (Hedw.) T. J. Kop. (Punktirtes Wurzelsternmoos)
 Rhytidiadelphus squarrosus (Hedw.) Warnst. (Sparriges Kranzmoos)
 Scleropodium purum (Hedw.) Limpr. (Grünstengelmoos)

Tabelle 4

An Fichte gebundene Gefäßpflanzen	
Agrostis stolonifera	Lotus corniculatus
Agrostis capillaris	Luzula campestris
Alchemilla glabra	Lysimachia nemorum
Alchemilla xanthochlora	Moneses uniflora
Anthoxanthum odoratum	Myosotis arvensis
Arrhenatherum elatius	Myosotis sylvatica
Calamagrostis epigejos	Orthilia secunda
Campanula patula	Phleum pratense
Campanula persicifolia	Pimpinella saxifraga
Campanula rotundifolia	Pinus sylvestris
Carex pallescens	Platanthera bifolia
Cerastium fontanum	Polystichum aculeatum
Circaea alpina	Potentilla erecta
Clinopodium vulgare	Potentilla neumanniana
Cornus sanguinea	Prunus padus
Crepis capillaris	Prunus spinosa
Elymus caninus	Ranunculus acris
Epilobium ciliatum	Ranunculus bulbosus
Epilobium tetragonum	Ranunculus serpens
Euphorbia cyparissias	Rhamnus catharticus
Festuca rubra	Rubus saxatilis
Galium album	Sonchus asper
Galium mollugo	Stellaria alsine
Geranium columbinum	Thalictrum aquilegifolium
Gymnocarpium dryopteris	Trifolium medium
Hieracium lachenalii	Trifolium pratense
Hieracium pilosella	Trisetum flavescens
Huperzia selago	Triticum spec.
Hypericum hirsutum	Tussilago farfara
Juncus effusus	Valeriana officinalis s.l.
Leucanthemum ircutianum	Vicia cracca
Lolium perenne	