

Management von Pioniergehölzen am Beispiel des Forstbetriebs Baden



Masterarbeit von Simone Bachmann

Am Departement Umweltsystemwissenschaften
der ETH Zürich

Baden, Januar 2013

Referent: Dr. Peter Rotach, ETH Zürich

Korreferent: Georg Schoop, Stadtforstamt

Baden

ETH

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

„Die Bäume sollten durch ihr Leben lehren, stets hundert Jahre zurück und hundert Jahre voraus zu denken. Auch dereinst wird man hundert Jahre zurückdenken und über unsere Zeit nicht nach naheliegenden Entschuldigungen, sondern nach den erfolgten Handlungen urteilen.“

Josef Nikolaus Köstler (1902-1982, deutscher Forstwissenschaftler)

Titelbild: Birke (*Betula pendula*) im Naturwaldreservat Teufelskeller in Baden. Foto: Simone Bachmann.

Vorwort

Diese Masterarbeit wurde während dem Wintersemester 2012/2013 als Teil des Masterstudiums in Wald und Landschaftsmanagement an der ETH Zürich verfasst und durch Dr. Peter Rotach, ETH Zürich, Departement Umweltsystemwissenschaften und Georg Schoop, Leiter Stadtforstamt und Stadtökologie Baden, betreut.

An dieser Stelle möchte ich allen Beteiligten, die zur Entstehung dieser Masterarbeit beigetragen haben, herzlich danken, insbesondere Dr. Peter Rotach und Georg Schoop für die fachliche Beratung und kompetente Betreuung. Die stets offenen Türen wusste ich sehr zu schätzen. Während den Besprechungen mit Georg Schoop konnte ich von seinen wertvollen Hinweisen und Lokalkenntnissen profitieren und er stellte mir grosszügig Ressourcen des Stadtforstamtes Baden zur Verfügung.

Ein besonderer Dank gebührt auch Dr. Fränzi Korner-Nievergelt für die grosse Unterstützung bei den statistischen Auswertungen, Dr. Renato Lemm für die Beratung in den ökonomischen Überlegungen, Bruno Schmidli für die ausführliche Einführung in den Badener Wald, Goran Dušej für die anregende Diskussion über die Waldtagfalter, Dr. Thomas Sieber für die wertvollen Tipps zu den Pilzen und Bakterien und den Förstern des Forstkreises Baden-Zurzach für das Ausfüllen der Fragebogen.

Abschliessend bedanke ich mich bei meiner Familie und meinen Freunden für den Rückhalt und die Geduld, für die tatkräftige Unterstützung bei den Feldaufnahmen sowie für das Durchlesen der Arbeit.

Impressum

Simone Bachmann
Weidstrasse 1
8253 Diessenhofen
Email: simoba@bluewin.ch
Januar 2013

Zusammenfassung

Im ersten Teil dieser Arbeit werden die untersuchten Pionierbaumarten Birke, Aspe und Weide kurz porträtiert und die Bedeutung dieser Weichlaubhölzer bezüglich der drei Dimensionen der Nachhaltigkeit – Ökologie, Ökonomie und Gesellschaft – untersucht. Die ökologische Vielfalt an Insekten und besonders an prächtigen Waldtagfaltern, an Vögeln, Säugetieren, Pilzen, Moosen und Flechten, welche auf diverse Art und Weise an eine oder mehrere der Pionierbaumarten gebunden ist, scheint unergründlich. Ebenfalls ist ihre wirtschaftliche, respektive waldbauliche Bedeutung in „Zeitmischungen“ als Vorwaldbaumarten mit breiten ökologischen Amplituden nicht zu unterschätzen. Jede dieser drei Baumarten hat ausserdem diverse überlieferte Verwendungszwecke und kulturabhängige, unterschiedliche gesellschaftliche Stellenwerte.

Der zweite Teil dieser Arbeit beinhaltet die Felderhebungen und deren Auswertungen auf Grund zweier Fragestellungen und den dazugehörigen Hypothesen:

1. Wo kommen Pioniergehölze heute im Badener Wald vor?
2. Welche Stellung nehmen Pioniergehölze in einer Sturmfläche, nach 12 Jahren ohne Eingriffe, ein?

Die Untersuchungen bezüglich der erstgenannten Fragestellung wurden im Wirtschaftswald mittels vorangehenden GIS-Analysen durchgeführt. Zur zweiten Fragestellung basierten die Feldaufnahmen im Naturwaldreservat Teufelskeller auf einem bestehenden Stichprobennetz.

Die Auswertungen dieser Erhebungen zeigten die heutige Verbreitung der Pionierbaumarten im Badener Wald sowie deren Potential – respektive Häufigkeit auf. Die Naturverjüngung an Aspen und Weiden im Badener Wirtschaftswald sowie das Vorkommen grösserer Stärkeklassen ist entlang von Waldstrassen besonders gross. Birken etablieren sich eher im Bestandesinneren. Weiter haben Standardanalysen ergeben, dass die drei untersuchten Pionierbaumarten unterschiedliche Platzansprüche aufweisen. Bei einem BHD von 40 cm hat eine vitale Birke ungefähr 6.8 m, eine Aspe 8.6 m und eine Salweide 9 m Kronendurchmesser.

Im dritten Teil dieser Arbeit wird die Langzeitmanagementstrategie aus den Erkenntnissen der ersten beiden Teile erarbeitet und die ökonomischen Konsequenzen für den Forstbetrieb Baden abgeschätzt. Als prioritäre Massnahmen für die Förderung der Pionierbaumarten in Baden kristallisierte sich die Begünstigung der Aspen und Salweiden entlang von Waldstrassen heraus und diejenige der Birke in truppweiser Mischung im Bestandesinneren. Dabei ergibt sich für die Pioniergehölze im Vergleich zu einem Buchenwald ein mittlerer Ertragsverlust von 120 Fr. pro Hektare und Jahr und 160 Fr. pro Hektare und Jahr im Vergleich zu einem Fichtenwald.

Abstract

In the first part of this Master's thesis the various aspects of sustainability, the ecological, economic and social values of the three observed pioneer tree species birch (*Betula pendula*), aspen (*Populus tremula*) and goat willow (*Salix caprea*) are discussed. There is much research detailing the ecological diversity of flora and fauna that is dependent on at least one of these pioneer species. As well the economic significance of these species in silviculture their various medicinal and cultural uses are also discussed.

The second part of this study details the fieldwork and the evaluation of two fundamental questions and the corresponding hypotheses.

1. Where do pioneer species occur today in the forests of Baden
2. What roles do pioneer species play in a storm devastated woodland, after twelve years without any silviculture management

To answer the first question a sample study took place in a production forest in Baden CH with the sample grid area fixed by a GIS-analysis. To answer the second question an existing sample grid in a windblow area of the Teufelskeller Natural Forest Reserve was analysed. The interpretation of the results showed correlations in the occurrence of pioneer species and their natural habitat in Baden. The study found that in unmanaged forests natural regeneration of aspen and goat willow are found mostly alongside forest trails, whilst birches establish predominantly within the stand interior. Research of these particular pioneer tree species to examine how much space they require showed that a birch with a diameter at breast height (DBH) of 40 cm has a crown diameter of 6.8 m, whilst an aspen of the same dimension 8.6 m and a goat willow 9 m.

In the third part of this study the long term management strategy, based on the findings in part one and two, was designed and the economic consequences for Baden estimated. The promotion of aspen and goat willow along forest trails and that of birch within the heart of the stand is strongly recommended. In doing so Baden has to calculate a yield loss for the pioneer species of approximately 120 Fr. per hectare per year in comparison to a beech forest and 160 Fr. per hectare per year in comparison to a Norway spruce forest.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Teil 1: Bedeutung ausgewählter Pioniergehölze	3
2.1	Zusammenfassung Teil 1	3
2.2	Die untersuchten Baumarten	4
2.2.1	Die Birke (<i>Betula pendula</i>).....	5
2.2.2	Die Aspe (<i>Populus tremula</i>).....	8
2.2.3	Die Salweide (<i>Salix caprea</i>).....	11
2.3	Ökologische Bedeutung.....	14
2.3.1	Insekten	15
2.3.2	Vögel.....	22
2.3.3	Säugetiere.....	27
2.3.4	Pilze, Bakterien	28
2.3.5	Moose und Flechten.....	34
2.4	Gesellschaftliche Bedeutung	37
2.4.1	Die Birke (<i>Betula pendula</i>).....	37
2.4.2	Die Aspe (<i>Populus tremula</i>).....	39
2.4.3	Die Salweide (<i>Salix caprea</i>).....	40
2.5	Ökonomische Bedeutung	41
2.5.1	Waldbau	41
2.5.2	Absatz von Holzprodukten	53
2.5.3	Ingenieurbiologie.....	53
3	Teil 2: Situation in Baden heute.....	55
3.1	Zusammenfassung Teil 2	55
3.2	Fragestellungen und Hypothesen	55
3.3	Material und Methoden	56
3.3.1	Untersuchungsgebiet	56
3.3.2	Fragestellung 1 - Wo kommen Pioniergehölze heute im Badener Wald vor?	60
3.3.3	Fragestellung 2 - Welche Stellung nehmen Pioniergehölze in einer Sturmfläche ein?	65
3.3.4	Standraumanalyse	69
3.4	Resultate.....	70
3.4.1	Fragestellung 1 - Wo kommen Pioniergehölze heute im Badener Wald vor?	70
3.4.2	Fragestellung 2 - Welche Stellung nehmen Pioniergehölze in einer Sturmfläche ein?	76
3.4.3	Standraumanalyse	78
3.5	Diskussion	80
3.5.1	Fragestellung 1 - Wo kommen Pioniergehölze heute im Badener Wald vor?	80

3.5.2	Fragestellung 2 - Welche Stellung nehmen Pioniergehölze in einer Sturmfläche ein	87
3.5.3	Standraumanalyse	89
3.5.4	Mögliche Zielkonflikte	90
3.6	Schlussfolgerungen aus Teil 2 : Managementstrategie.....	92
3.6.1	Welche Standorte sind für die Förderung von Pionieren geeignet?	92
3.6.2	Wie viele Pioniere sollten im Badener Wald vorhanden sein?	93
3.6.3	Wie sollen die Pioniere gepflegt werden?	93
4	Teil 3: Langzeitmanagementstrategie	94
4.1	Zusammenfassung Teil 3	94
4.2	Managementstrategie	94
4.3	Ökonomische Analyse	96
4.3.1	Berechnung Sortiment Energieholz Am Beispiel Baden.....	98
4.3.2	Berechnungen Industrieholz am Beispiel Baden.....	99
4.3.3	Berechnungen Stammholz am Beispiel Baden.....	100
4.3.4	Berechnungen für den Deckungsbeitrag im Badener Wald	101
4.3.5	Sensitivitätsanalyse	102
4.4	Berechnungen zu einzelnen möglichen Fördermassnahmen	105
5	Schlussfolgerungen.....	108
6	Abbildungsverzeichnis	109
7	Tabellenverzeichnis	110
8	Literatur	112

1 Einleitung

In der naturbewussten Kulturstadt Baden (AG) verabschiedete man sich im Jahre 1986 von der Kielwassertheorie in der Waldbewirtschaftung (SCHOOP G., persönliche Mitteilung, 15.1.2013), welche besagt, dass man mit der Erfüllung der Nutzfunktion des Waldes auch automatisch alle anderen Funktionen auf derselben Fläche erfüllt (HANEWINKEL 2011). Mit dieser Entscheidung wurden Naturschutz- und Erholungsziele auf derselben Ebene wie die forstwirtschaftlichen Zielsetzungen eingeführt (SCHOOP G., persönliche Mitteilung, 15.1.2013). In einem kontinuierlichen Prozess fanden immer mehr spezifische „Produkte“ Einzug in den Badener Forstalltag. Unter anderem sollten Lücken in der gesamtheitlichen Förderung der Biodiversität mittels aktuellstem Wissen und mit gezielten Massnahmen gefüllt werden und mit durchdachtem Konzept gezielt in das Waldmanagement eingeflochten werden. Eine derartige Lücke wurde mit dem Habitatbaumkonzept im Jahre 2009 geschlossen (MEIER 2009) und eine weitere soll mit dieser Arbeit und der Pionierbaumförderung geschlossen werden.

Auf Grund einzelner Artikel und Publikationen zur Artenvielfalt auf Pionierbaumarten begann der Forstdienst Salweiden (Ende 80er Jahre) und Aspen (Anfang 90er Jahre), die keine Wirtschaftsbaumarten konkurrieren, in den Beständen zu tolerieren. Birken galt diese Toleranz erst nach dem Sturm Lothar 1999, da sie mit ihrer Schneedruckempfindlichkeit und dem Peitschen noch lange als Gefahr für die Wirtschaftsbaumarten gesehen wurde. Mit dem Sturm Lothar verbesserte sich die Stellung aller Pionierbaumarten aus drei Gründen schlagartig. Erstens ist eine Jungwaldfläche entstanden, welche nicht mehr flächendeckend gepflegt werden konnte – es war „Mut zur Lücke“ gefragt. Zweitens erhielten die so zahlreich auftretenden Pioniergehölze unter dem Dogma der Nutzung des Potentials der Naturverjüngung eine grosse Chance. Drittens führte Dr. Peter Ammann auf Basis der Erkenntnisse aus seiner Dissertation (AMMANN 2004) Schulungen mit dem Aargauer Forstdienst durch, welche die biologische Rationalisierung vorsahen. Als zusätzliche Motivation für möglichst zielgerichtete und kostengünstige Jungwaldpflege werden Jungwaldpflegebeiträge im Kanton Aargau auf Zielerreichung und nicht nach Massnahmen ausbezahlt. So können Pionierbaumarten im Füllbestand eher überleben.

Die Abkehr von einer Doktrin geschieht nicht von heute auf morgen, schon gar nicht, wenn sich das Holz der betreffenden Baumarten nur schwer verkaufen lässt, der Baum durch Peitschen und Schneebruch Wirtschaftsbaumarten gefährden könnte und man in der Ausbildung noch voller Enthusiasmus das Gegenteil gelernt hat. Dieses Umdenken für die Pioniere vom „forstlichen Unkraut“ zum „ökologischen Wertträger“ hat in Baden funktioniert.

Betriebsintern hat der Dogmenwechsel bezüglich der Pionierbaumgehölze mit der Wiederansiedlung des Grossen Schillerfalters (*Apatura iris*) die letzten Zweifel beseitigt. Gleichzeitig kam der Wunsch nach einer vertieften Auseinandersetzung mit diesem Thema auf. Diese Idee der Ausarbeitung eines Managementkonzeptes für Pionierbaumarten wurde im Betriebsplan (SCHOOP et al. 2011) erstmals schriftlich festgehalten und hat sich weiter konkretisiert: Auf Grund der geringen Kenntnisse über die wahre Bedeutung dieser Pionierbaumarten und über den Zustand derselben im Badener Wald sollen im Rahmen der vorliegenden Masterarbeit das bestehende Wissen über diese Baumarten zusammengetragen werden. Des Weiteren soll mit einer Analyse des heutigen Vorkommens und des Potentials der Birke, Aspe und Salweide ein Managementkonzept entwickelt werden, das eine möglichst kostengünstige und ökologisch effektive Förderung zulässt.

Es soll jedoch kein falsches Bild entstehen – die Holzproduktion war immer ein wichtiges Element im Badener Wald und wird es auch immer sein. Es gilt lediglich die Ansprüche an eine Bestandesfläche sensibel abzuwägen und unterschiedliche Prioritäten zu setzen.

Es wäre wünschenswert, dass dieses erwähnte Umdenken in möglichst vielen Forstbetrieben Einzug hält und damit ein Beitrag zur Erhaltung und Förderung der Biodiversität im Wald geleistet werden kann.

2 Teil 1: Bedeutung ausgewählter Pioniergehölze

2.1 Zusammenfassung Teil 1

Im ersten Teil dieser Arbeit wird die Bedeutung der drei Pionierbaumarten dargestellt, welche Gegenstand der folgenden Untersuchungen im zweiten und dritten Teil sind. Nach einer steckbriefartigen Charakterisierung werden die Bedeutungen der drei Baumarten hinsichtlich der drei Dimensionen der Nachhaltigkeit, Ökologie, Ökonomie und Gesellschaft, analysiert.

Alle drei Baumarten weisen eine vielfältige ökologische Bedeutung auf. Aspen und Salweiden bilden die Lebensgrundlage als Raupenfrasspflanze zahlreicher Schmetterlingsarten. Betrachtet man die Vielfalt der gesamten Insektenfauna, so ist die Bedeutung der Birke gegenüber den anderen beiden Pionierbaumarten mindestens gleich gross. Weiter sind Pionierbaumarten – insbesondere die Birke – aus dem Leben zahlreicher Vögel nicht wegzudenken. Sie bilden wertvolle Struktur- und Lichtverhältnisse im Bestand, liefern mit ihren nährstoffreichen Samen eine wertvolle Nahrungsgrundlage im Winter und werden gerne als Höhlen- und Nistbäume angenommen. Auch die Pilz- und Bakterienvielfalt auf den drei Baumarten ist nicht zu unterschätzen. Darunter gibt es, wie auf allen Baumarten, Nützlinge und Schädlinge zu verzeichnen. Die Moos- und Flechtenvielfalt auf Birken, Aspen und Weiden wurde besonders in Nordeuropa wegen ihrer Habitatzeigereigenschaften untersucht und es wurde eine beachtliche Diversität nachgewiesen.

Die gesellschaftliche Bedeutung der drei Pionierbaumarten ist sehr unterschiedlich. Generell scheint über die Birke mehr überliefert zu sein als über die Aspe und nur wenige Informationen sind zur Salweide vorhanden.

Hinsichtlich der ökonomischen Bedeutung wurden primär die waldbauliche Bedeutung und der Holzprodukteabsatz genauer betrachtet: Mit ihren Pioniereigenschaften und ihrer breiten ökologischen Amplitude dürften die Birke, die Aspe und die Weide im Klimawandel eine grosse Rolle spielen. Die bedeutendste Aufgabe der Pionierbaumarten im Waldbau ist ihr Einsatz in einer „Zeitmischung“ als Vorwaldbaumart. Trotz zahlreicher Naturverjüngung stellen langfristig gesehen Schnee (insbesondere bei der Birke), Sturm und die geringe Konkurrenzkraft grössere Herausforderungen für die Baumarten dar.

Im Gegensatz zu Nordeuropa, wo Birkenholz in mehreren Sortimenten guten Absatz findet, werden die drei Pionierbaumarten in unserem Land praktisch nur als Energieholz verwertet. Die Aspe und die Weide hingegen finden primär im Industrieholzsektor Verwendung.

2.2 Die untersuchten Baumarten

Die in dieser Arbeit näher betrachteten Baumarten sind die Birke¹ (*Betula pendula*), die Aspe/Espe/Zitterpappel (*Populus tremula*) und die Salweide¹ (*Salix caprea*). Diese Baumarten gehören zu den Pioniergehölzen, d.h. zu den Erstbesiedlern von Freiflächen nach grösseren Störungen. Es sind aber ebenfalls alles Weichhölzer, welche gemäss Definition von Bertram Leder in „Bisherige Beurteilung und Definition des Begriffes ‚Weichlaubhölzer‘“ (LEDER 1995a) folgendes sind:

„Unter Weichlaubhölzern sollen im folgenden diejenigen Holzarten verstanden werden, die sich im Rahmen primärer oder sekundärer Sukzession natürlich ansamen und eine Reihe von gemeinsamen Eigenschaften aufweisen, die sie zunächst gegenüber anderen Baumarten begünstigen:

- *Frühzeitige, reichliche und fast alljährliche Samenproduktion*
- *Mechanismen für eine weite Samenverbreitung*
- *Rasches Jugendwachstum*
- *Geringe Empfindlichkeit gegenüber stärkerer Ein- und Ausstrahlung*
- *Gute vegetative Regenerationsfähigkeit nach mechanischer Beschädigung (Eisanhang, Wildverbiss, Auf-den-Stock-setzen)“*

Mit dem Fortschreiten der Sukzession dominieren aber andere Eigenschaften der Weichhölzer, weshalb sie oft stark an Konkurrenzkraft einbüßen und auch ausfallen: Grosse Ansprüche an die Lichtverhältnisse, langsamere Wachstumsrate und kurze eine Lebenserwartung (LEDER 1995a).

In den nachfolgenden drei Unterkapiteln werden die untersuchten Baumarten näher vorgestellt.

¹ Mit der Bezeichnung „Birke“ ist in der vorliegenden Arbeit, falls nicht anders vermerkt, die Hängebirke (*Betula pendula*) gemeint, mit „Weide“ die Salweide (*Salix caprea*).

2.2.1 Die Birke (*Betula pendula*)

Horizontale Verbreitung

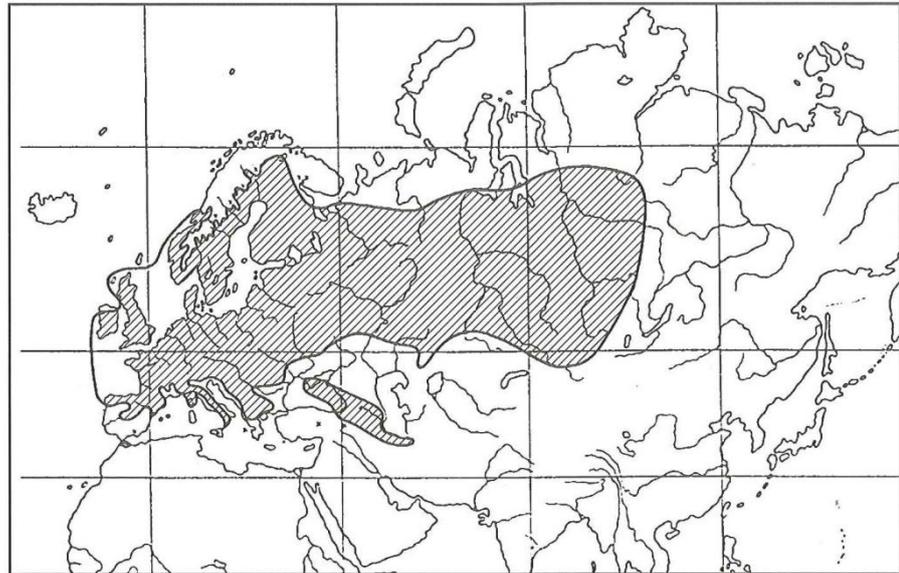


Abbildung 1 Verbreitungskarte von *Betula pendula*.
Quelle: LEDER (1992) auf Basis von MEUSEL (1957)

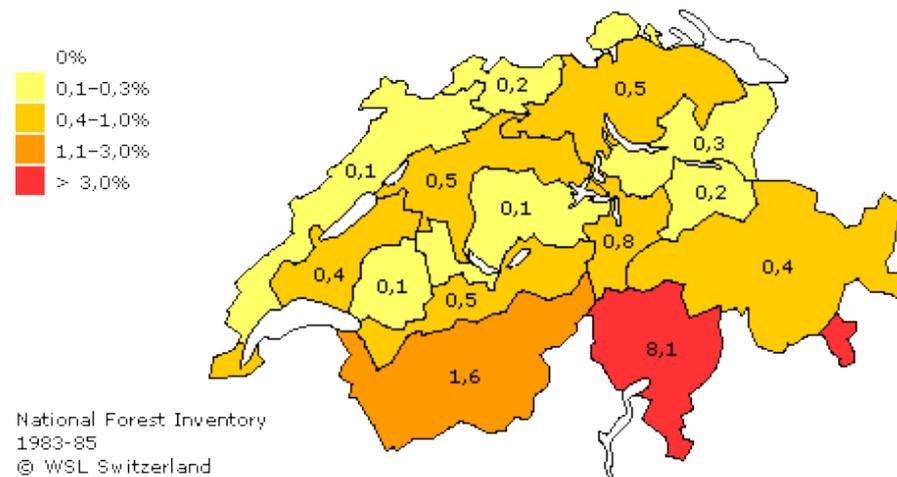


Abbildung 2 Gesamtstammzahlanteil der Birke.

Anm. In den Wirtschaftsregionen in % aller Bäume, ab 12 cm BHD.
Quelle: <http://www.lfi.ch/resultate/baumarten.php>

Vertikale Verbreitung

Die obere Höhengrenze von *Betula pendula* liegt bei folgenden Höhen: 2166 m ü. M. (Ätna), **2000 m ü. M.** (westliche Zentralalpen), 1500 m ü. M. (Bayerische Alpen) und 500 m ü. M. (Erzgebirge und Skandinavien) (LEDER 1992).

Deutsche Namen

Sand-Birke, Hänge-Birke, Weiss-Birke (ROLOFF et al. 1994), Warzen-Birke, Harz-Birke, Rauh-Birke, gewöhnliche Birke, Maye, Pfingstmaye (LEDER 1992)

Gattung

Die Gattung *Betula* wird durch 40 Arten, welche vorwiegend auf der **Nordhalbkugel** existieren, repräsentiert (DÜLL et al. 2011).

Erreichbare Dimensionen	Sie erreicht ein Höchstalter von 120 Jahren und mit 60 Jahren kulminiert das Höhenwachstum (HUTTER et al. 1995; WAGENFÜHR 2000). Sie kann 25 m hoch werden. Das Maximalalter der Birke gilt als 220 Jahre (BUGMANN 1994).
Mannbarkeit	Die Mannbarkeit wird freistehend mit ungefähr 10 Jahren , im Bestand mit 30 Jahren erreicht (ROLOFF et al. 1994). Ungefähr alle drei Jahre findet ein Mastjahr statt.
Äste und Blätter	Die Blätter der Birke sind wechselständig angeordnet (AMANN 1993). Die jungen, dünnen Äste bewegen sich stark im Wind (DÜLL et al. 2011). Dadurch bewegen sich auch die Blätter mit. BÄUCKER & HEYDECK 2000, zitiert in ROLOFF et al. (1994), erklären sich dieses Phänomen mit der erhöhten Transpiration .
Blüten	Männliche und weibliche Blüten sind in eingeschlechtlichen Kätzchen angeordnet (ROLOFF et al. 1994) und diese sind windbestäubt (DÜLL et al. 2011). Die männlichen Kätzchen hängen, die weiblichen stehen aufrecht vom Ast ab. Birken sind in der Regel einhäusig . Ein Kätzchen produziert rund 5 Millionen Pollen – und diese lösen bei vielen Menschen Allergien aus (DÜLL et al. 2011).
Früchte/Samen	Die Birke bildet geflügelte Nussfrüchte , welche mit dem Wind verbreitet werden. BERTSCH, zitiert aus FIRBAS (1949), konnte Flugdistanzen der Birkenfrüchte von bis zu 3 km nachweisen und schliesst auch weitere Distanzen nicht aus. Gemäss LEDER (1992) verjüngen sich mit zunehmendem Abstand zum Samenmutterbaum immer weniger Birken, nach 150 m sollen dies nur noch 0.7 % sein. Die Früchte der Birken stellen eine wichtige Nahrungsgrundlage für Singvögel dar, welche ebenfalls ihren Teil zur Samenverbreitung beitragen (DÜLL et al. 2011).
Rinde	Die Birke hat eine weisse Rinde , versetzt mit schwarzen, quer verlaufenden Lentizellen (DÜLL et al. 2011; ROLOFF et al. 1994). Die weisse Farbe verursacht der Farbstoff „ Betulin “ (nicht wie in der übrigen Pflanzenwelt üblich durch Totalreflexion des Sonnenlichts), ebenso ist dieser verantwortlich für die Wasserundurchlässigkeit der Rinde. Dank der hellen Rindenfarbe steigt die Oberflächentemperatur weniger stark an – das hilft einem Freiflächenbesiedler wie der Birke (ROLOFF et al. 1994). Mit zunehmendem Alter bildet sich von unten an der Stammbasis her gröbere, dunkle Borke (WAGENFÜHR 2000).
Wurzelsystem	Ohne Störung bei der Wurzelbildung, erzeugt die Birke ein Herzwurzelsystem (KÖSTLER et al. 1968). Sie passt das Wachstum des Wurzelwerkes gut der Wasser- und Nährstoffverfügbarkeit an und ist in der Regel kein Flachwurzler.
Holzeigenschaften	In der Literatur wird auf den „ hohen technologischen Gebrauchswert des Birkenholzes “, die geringen Streuungen von Eigenschaften und den „ gleichmässigen anatomischen Bau “ mit „ vergleichsweise vorteilhafter Fasermorphologie “ hingewiesen (SACHSSE 1988; 1989). Das Holz ist gelblich-weiss, ohne Farbveränderung im Kern und die Jahrringe sind nur im Querschnitt erkennbar (FLORA & PARTNER 2012; SACHSSE 1984). Es gibt jedoch

einige Quellen, welche von einer Farbkernbildung bei der Birke mit zunehmendem Alter ausgehen, respektive diesen auch nachweisen konnten (HEIN et al. 2009; WILHELM et al. 2011). Die Birke ist zerstreutporig (SACHSSE 1984; 1989). Die Dauerhaftigkeit von Birkenholz ist relativ gering – es ist anfällig auf Pilze und Insekten (SACHSSE 1984; WAGENFÜHR 2000). SACHSSE (1984) beschreibt das Birkenholz als imprägnierbar, WAGENFÜHR (2000) sieht aber Schwierigkeiten bei der Imprägnierung. Dieselben Autoren, wie auch FLORA & PARTNER (2012), erwähnen die **guten Bearbeitungseigenschaften** von Birkenholz und beschreiben die Eigenschaften von Birkenholz zudem als **biegsam, elastisch, tragfähig** aber **stark schwindend**. Die Dichte von nordischen Herkünften ist höher. Die „**Maserbirke**“ ist beliebt (SACHSSE 1984).

Noch heute wird die Birke als Klangholz genutzt: Traditionellerweise bestehen die 88 Hammerstiele der Klaviermechanik aus Birkenholz (HOLZ 2000).

Eignung für Brennholz Der Heizwert von Birkenholz ist mit **2296 kWh/rm** (Kilo-Wattstunden/fm) relativ gut (SCHWEIZER 2012). Mit dem hohen Anteil an ätherischen Ölen ist das Holz **leicht entflammbar** (oft mit blauen Flammen) und bietet darum zusammen mit der weissen Rinde einen attraktiven Anblick (RHEINLAND-PFALZ 2003). Nordische Völker schätzen das Birkenholz sehr, weil es dank dem „Birkenteer“ in der Rinde **auch im frischen Zustand brennt** (LAUDERT 2000).

Sensibilität bezüglich abiotischer Faktoren Die Birke erträgt Frost und Klimaextreme besser als andere Baumarten (BOULTON et al. 1946) – das erklärt auch ihr weitreichendes Verbreitungsgebiet. Ebenfalls gegenüber dem Boden-pH-Wert reagiert sie **relativ unempfindlich**. Auch wenn die Birke sich sehr gut an die **Feuchtigkeitsverhältnisse des Bodens anpassen kann** - plötzliche Veränderungen im Bodenwasserhaushalt können sie zum Absterben bringen (ATKINSON 1992; DAVIES et al. 1984).

Die Birke wird als Windschutzgürtel auf offenen Flächen und als Feuerschutzgürtel vor Nadelholzbeständen gepflanzt (BOULTON et al. 1946).

Die Birke ist relativ tolerant gegenüber dem Bleigehalt im Boden (in Abhängigkeit vom Pflanzen-Phosphat-Level) (ELTROP et al. 1991).

Besonderes Von einer 12 m hohen Birke wird mehr als 4-mal so viel Wasser pro Tag verdunstet als von Fichten und Buchen dieser Höhe (LADEFOGED 1963; LARCHER 1984) – VONARBURG (1988) schreibt von **70 l Wasser**, die über das Blattwerk einer 15-20 m hohen Birke verdunstet werden.

Birken sind mit Stecklingen von jungen Pflanzen gut vermehrbar (KLEINSCHMIT 1998).

Die Birke weist diverse **Anpassungsmechanismen für Extremklima** auf: vorzeitiger Blattabwurf, Verschliessung der Lentizellen und verbesserte Frosthärte (BEDBUR et al. 2010).

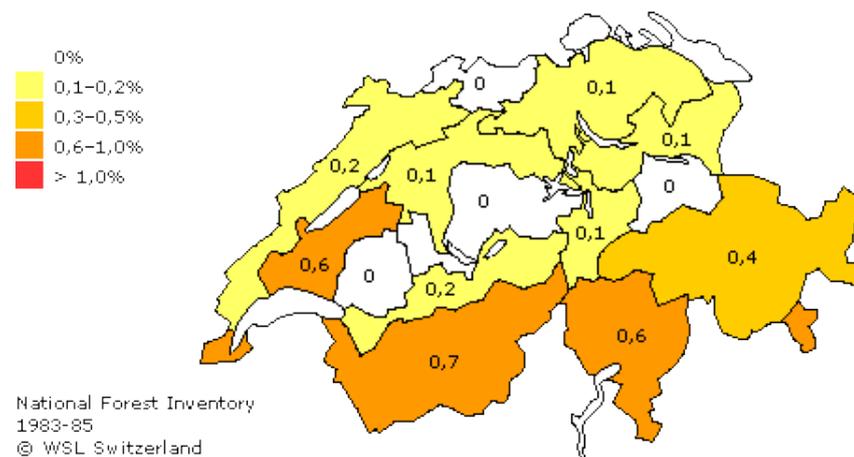
Die stark beweglichen Langtriebe der Birke können Nachbarbäume **peitschen** und wurden unter anderem deshalb im Waldbau spärlich eingesetzt (LEIBUNDGUT 1984).

2.2.2 Die Aspe (*Populus tremula*)

Horizontale Verbreitung



Abbildung 3 Verbreitungskarte von *Populus tremula*.
Quelle: www.wzw.tum.de/oekophys/



National Forest Inventory
1983-85
© WSL Switzerland

Abbildung 4 Gesamtstammzahlanteil der Aspe.
Anm. In den Wirtschaftsregionen in % aller Bäume, ab 12 cm BHD.
Quelle: <http://www.lfi.ch/resultate/baumarten.php>

Vertikale Verbreitung Die obere Höhengrenze von *Populus tremula* liegt bei folgenden Höhen: **2000 m ü. M.** (Zentralalpen), 1200-1900 m ü. M. (Kaukasus), 1400 m ü. M. (Bayerischer Wald) und 800 m ü. M. (Erzgebirge) (LEDER 1992).

Deutsche Namen Aspe, Espe, Zitterpappel (WAGENFÜHR 2000), Zitterbell, Fledderesch, Flitteresche, Wiewespe, Flitter (LEDER 1992)

Gattung 40 Arten – vor allem auf der **Nordhalbkugel**, aber auch bis in die **tropischen Bereiche** Afrikas – repräsentieren die Gattung *Populus* weltweit (DÜLL et al. 2011).

Erreichbare Dimensionen Eine Aspe kann **100 Jahre** alt und **30 m** hoch werden (HUTTER et al. 1995). Weitere Angaben zum Maximalalter von *Populus tremula* werden mit **140 Jahren** (BUGMANN 1994), beziehungsweise **170 Jahren** (WAGENFÜHR 2000) gemacht. Das Höhenwachstum kulminiert mit ungefähr 60 Jahren (WAGENFÜHR 2000).

Mannbarkeit	Die Aspe erreicht im Alter von 10 bis 20 Jahren ihre Mannbarkeit (TAMM 1994).
Äste und Blätter	Die wechselständigen Blätter der Aspe sind rundlich und am Rand gewellt. Der Blattstiel ist stark abgeplattet (TAMM 1994). Die Blätter bewegen sich im Wind dank der speziellen Form des Blattstiels nur horizontal und verlieren damit ihre Ausrichtung mit der Blattspreite zur Sonne nicht (BURGER 1920). Weil die Luft im Innern der Baumkrone durch Wind weniger bewegt und dadurch die Luftfeuchtigkeit höher ist, sind die Aspenblätter um die Transpiration zu erhöhen je näher im Innern der Krone sie sich befinden, leichter beweglich gebaut (BURGER 1920). Die Aspe lässt sich nur schlecht durch Stecklinge vermehren (AMANN 1993).
Blüten	Die Blüten sind wie bei anderen <i>Salicaceae</i> n in Kätzchen angeordnet (DÜLL et al. 2011; TAMM 1994). Pappeln sind zweihäusig und windbestäubt . Die männlichen Bäume kommen häufiger vor als ihre weiblichen Pendanten.
Früchte/Samen	Der Same entwickelt sich in der sich mit zwei Lappen öffnenden Fruchtkapsel und trägt einen Haarschopf (TAMM 1994). Die Samenproduktion einer 100-jährigen Aspe wird auf 54 Mio Samen geschätzt (REIM 1930). Alle drei bis fünf Jahre findet ein Mastjahr statt (TAMM 1994). Die Samen der Aspe sind nur kurze Zeit keimfähig (AMANN 1993).
Rinde	Die Aspe weist in der Jugend eine glatte, gelblich-graue Rinde auf, welche in „Pusteln aufreißt“ (WAGENFÜHR 2000). Mit zunehmendem Alter wird die Borke dicker und von Längsrissen durchzogen.
Wurzelsystem	Die Untersuchungen zum Wurzelwerk der Aspe sind spärlich. Dennoch lassen sich daraus eine „starke Vertikaltendenz“ und ein vergleichsweise geringer Feinwurzelgehalt feststellen (BERGMANN 1996; KÖSTLER et al. 1968). Die Aspe vermehrt sich oft durch Wurzelbrut .
Holzeigenschaften	Das Holz ist weiss bis gelblichweiss, weist deutliche Jahrringgrenzen auf mit zerstreut angeordneten, einzelnen bis paarigen Gefässen (WAGENFÜHR 2000). Das Holz ist gut bearbeitbar , gut zu trocknen und zu verkleben. Es ist imprägnier-, färb- und beizbar, jedoch schlecht lackierbar. Das Holz ist nicht sehr dauerhaft , da es pilz- und insektenanfällig und wenig witterungsbeständig ist. Das Aspenholz findet vor allem als Furnierholz, Holz für Span- und Faserplatten, Zellulose, Zündhölzer, Papierholz, Holzwolle und als Holzkohle Verwendung. Im Gegensatz zu den übrigen <i>Populus</i> -Arten hat die Aspe eine etwas höhere Rohdichte und keine Kernfärbung (AAS et al. 2002).

Eignung für Brennholz	Mengenmässig ist die Nutzung von Aspenholz als Brennholz nicht zu vernachlässigen, der Brennwert liegt – ähnlich wie bei der Birke – bei ungefähr 1764 kWh/fm (SCHWEIZER 2012) – wirtschaftlich ist die Verwendung der Aspe für die Papier- und Zellstoffindustrie jedoch bedeutender (TAMM 1994).
Sensibilität bezüglich abiotischer Faktoren	Die extrem lichtbedürftige Aspe stellt an das Klima sowie an Bodenbedingungen kaum Ansprüche, jedoch stellen frische, sandige Lehmböden und lehmige Sandböden im pH-Wertebereich zwischen 5.0 und 6.0 bevorzugte Standorte dar (TAMM 1994). Auch schwermetallverseuchte Böden können bis zu einem gewissen Grad von Aspen besiedelt werden. Pilzsymbiosen leisten dabei einen entscheidenden Beitrag an die hohe Schwermetalltoleranz von Aspen (MARIAN et al. 2009). Die Aspe gilt als spätfrosttolerant und erträgt Winterkälte gut (AMANN 1993).
Besonderes	Aspenholz gilt als geeignetes Holz für Streichhölzer , da es gute Biegeeigenschaften hat, harzfrei ist und beim Verbrennen nicht russt (BOULTON et al. 1946; TAMM 1994). Silberpappeln (<i>Populus alba</i>) können die frostresistenteren Aspen in gewissen Lebensräumen verdrängen, durch Hybridisierung (Introgression) können Gensegmente der Aspe dennoch erhalten bleiben (HEINZE et al. 2012).

2.2.3 Die Salweide (*Salix caprea*)

Horizontale Verbreitung



Abbildung 5 Verbreitungskarte von *Salix caprea*.
Quelle: LEDER (1992) auf Basis von MEUSEL (1957)

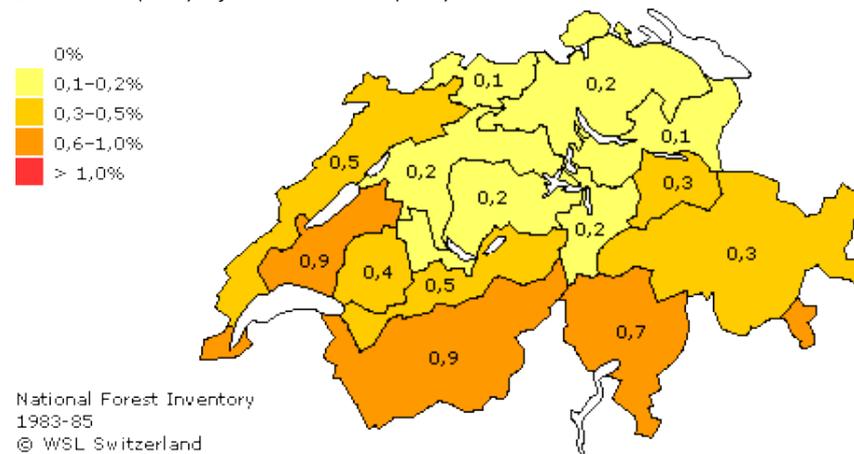


Abbildung 6 Gesamtstammzahlanteil der Weiden (*Salix* sp.).
Anm. In den Wirtschaftsregionen in % aller Bäume, ab 12 cm BHD.
Quelle: <http://www.lfi.ch/resultate/baumarten.php>

Vertikale Verbreitung Die obere Höhengrenze von *Salix caprea* liegt bei folgenden Höhen: **2000 m ü. M.** (Schweizer Alpen), 1730 m ü. M. (Bayerische Alpen) und 1000 m ü. M. (Erzgebirge) (LEDER 1992).

Deutsche Namen Salweide, Saalweide, Palmweide, Bergweide, Hohlweide, Pfeifenholz, Breitblättriger Werst, Rauher Werst, Söhle, Sahle, gemeine Sahle, Werstweide, Soolweide, Sohle (LEDER 1992)

Gattung Die Gattung *Salix* ist eine starke Gattung: Es gehören ihr weltweit ungefähr **500 Arten** an (DÜLL et al. 2011). In der Schweiz sind 33 Arten inklusive Subspezies bekannt (LAUBER et al. 2009).

Erreichbare Dimensionen Die Salweide kann **13 - 17 m** Höhe in Baum- oder Strauchform erreichen und wird durchschnittlich ungefähr **60 Jahre alt** (LEDER 2005; SCHÜTT et al. 1994).

Mannbarkeit	Die Salweide ist sehr „ zeitig “ mannbar, Stockausschläge früher als Kernwüchse (AMANN 1993). Die Hybridisierung innerhalb von Weidenarten ist gut möglich, das Vorkommen von Hybriden in der Natur wird jedoch häufig überschätzt (Hybridisierungsbarrieren wie Blühzeitpunkt, räumliche Verteilung etc.) (HOLDENRIEDER et al. 1999).
Äste und Blätter	Die Blätter sind beidseitig filzig behaart und weisen eine hohe Varianz in der Blattform auf (HOLDENRIEDER et al. 1999) – was die Bestimmung auf Artenebene erschwert.
Blüten	Weidenblüten – in eingeschlechtlichen Blütenständen zu Kätzchen angeordnet – sind insektenbestäubt und die Pflanze zweihäusig (HOLDENRIEDER et al. 1999). Die weiblichen Bäume sind häufiger als die Männlichen, wobei sich dieses Verhältnis im Laufe der Zeit immer mehr dem Gleichgewicht annähert (FALIŃSKI (1998) auf Basis von FALIŃSKI (1980, 1986)).
Früchte/Samen	Die Samen sind windverbreitet und nur wenige Tage keimfähig (HOLDENRIEDER et al. 1999).
Rinde	In der Jugend ist die Borke noch grünlich und glatt, im Alter reißt sie längs auf und eine dicke, dunkelgraue Borke entwickelt sich (WAGENFÜHR 2000).
Wurzelsystem	Das Wurzelsystem der Salweide wird als „weit ausstreichend“ und nicht sehr tiefgründig beschrieben (AMANN 1993).
Holzeigenschaften	Das Holz der Weiden ist mit dem der Pappeln vergleichbar (WAGENFÜHR 2000). Es ist mässig gut zu bearbeiten , trocknet gut, ist gut spalt- und schnitzbar und ohne Probleme zu verkleben, zu beizen und zu lackieren. Das hellrötliche-hellbräunliche Kernholz ist im Gegensatz zum weisslichen Splintholz schlecht imprägnierbar. Wie das Pappelholz ist auch das Weidenholz wenig dauerhaft , insekten- und pilzanfällig. Weidenholz wird vor allem als Furnierholz, Schälholz, für Zündhölzer, Prothesen, Sportgeräte, Zahnstocher, Holzkohle, Platten, Stiele, Schnitzholz u.a. verwendet. Untersuchungen von Flavanoiden in <i>Salix caprea</i> zeigen hemmende Wirkungen gegen mikrobielle Angriffe von Bakterien und Pilzen (MALTERUD et al. 1985). Meist ist jedoch ein Stoff für die antimikrobielle Wirkung eines „Angreifers“ zuständig, nicht die Gesamtheit an Flavanoiden.
Eignung für Brennholz	Auf Grund des geringen Heizwertes im Vergleich mit der Buche und den anderen Pionierbaumarten (SCHWEIZER 2012) scheint die Salweide kaum Verwendung als Brennholz zu finden – ausgenommen als Beimischung für Hackschnitzel (BÜRGI A., persönliche Mitteilung, 2.10.2012).

Sensibilität bezüglich abiotischer Faktoren

Weiden – und speziell die Salweide – sind **sehr tolerant** gegenüber diversen Bodeneigenschaften, einzig stagnierende Nässe verhindert ihr Aufkommen (BOULTON et al. 1946). Die Toleranz von Weiden gegenüber Frost und Überflutung (ARMSTRONG et al. 1994) sowie ihre hohe Regenerationsfähigkeit unterstreichen die Pioniereigenschaften dieser Arten (HOLDENRIEDER et al. 1999). Zudem erträgt *Salix caprea* mit Hilfe eines Calcium-abhängigen Mechanismus hohe Bleiwerte im Boden (ELTROP et al. 1991).

Besonderes

Weiden sind an keiner Klimax-Waldgesellschaft Mitteleuropas beteiligt – sie können nur in Auengebieten waldbildend auftreten (HOLDENRIEDER et al. 1999).

Um Weidenäste für das Anbinden der Reben und das Flechten besser ernten zu können, wurden die Weiden in der Form von Kopfweiden geschnitten (HÖRANDL et al. 2002).

Weiden werden im Ufer- und Hangverbau eingesetzt. Die Salweide ist allerdings nur **schlecht über Stecklinge vermehrbar** (AMANN 1993). Schneidet man die Stecklinge direkt nach der Blüte so soll der Keimerfolg im Freiland ungefähr 50 % betragen (HÖRANDL et al. 2002).

Das Vorhandensein nur einer Knospenschuppe ist charakteristisch für die Weiden (AMANN 1993).

2.3 Ökologische Bedeutung

Eine hohe Artenvielfalt schafft nicht nur Stabilität im Ökosystem, sondern erhöht durch Abwechslungsreichtum auch die Qualität und Attraktivität des Naturerlebnisses für den Menschen. Im Kanton Aargau wurde anhand eines Beobachtungsnetzes mit 500 Messpunkten und jährlichen Messungen in der Periode von 2000 bis 2009 die grösste Zunahme der Biodiversität im Wald nachgewiesen (im Gegensatz zum Siedlungsgebiet und der Landwirtschaftszone) (ABTEILUNG LANDSCHAFT UND GEWÄSSER 2010). Dazu beigetragen hat der Sturm Lothar, welcher mehr Licht in die Bestände brachte und das kantonale Waldnaturschutzprogramm, im Rahmen dessen Gebiete gezielt ökologisch aufgewertet wurden.

Ein vielfältiger Wald, zum Beispiel hinsichtlich der Baumartenvielfalt und verschiedener Altersklassen, weist eine höhere Biodiversität auf (LUNDSTRÖM et al. 2011) und ist somit auch für unterschiedliche Klimaszenarien besser gerüstet. Die Autoren empfehlen diese Vielfalt zu fördern und zu schützen, auch wenn man höhere Artenzahlen kosteneffizienter durch den Schutz von jungen Wäldern und flächeneffizienter durch den Schutz von alten Wäldern erreichen könnte.

Ein wichtiger Beitrag zur Waldbiodiversität liefern die Baumarten früher Sukzessionsstadien. Bereits im Jahre 1982 erkannte HANSTEIN (1982), dass Weichhölzer (Birke, Aspe, Weide und Vogelbeere), welche als Nahrungsgrundlage so vieler Insekten, Vögel- und Säugetiere dienen, mit Vorteil nicht aus dem Bestand entfernt werden sollen – auch aus kostentechnischen Gründen. Es gilt diese Biodiversität auf möglichst unterschiedliche Art und Weise weiter zu fördern. Dazu müssen jedoch die Arten, welche auf irgendeine Weise auf Pionierbaumarten angewiesen sind, ebenso wie ihre Ansprüche bekannt sein. In den folgenden Unterkapiteln sollen Literaturerkenntnisse über diese Vielfalt an Lebensformen auf Pioniergehölzen zusammengetragen und dargestellt werden.

Einige der Tierarten, für welche Weiden, Aspen oder Birken eine besondere Bedeutung haben, stehen auf der Roten Liste und auf der Liste der national prioritären Arten², so vor allem einige Tagfalter und Brutvögel (KELLER et al. 2010).

In den nachfolgenden Unterkapiteln zu den einzelnen Organismengruppen werden zum Einstieg jeweils Erkenntnisse aus Studien präsentiert, welche mehr als eine Pionierbaumart betreffen. Werden in der Literatur Angaben zu den einzelnen Baumarten gemacht so werden diese unter der Überschrift „Birke“, „Aspe“ oder „Weide“ aufgeführt. Die Resultate aus der Literaturrecherche bilden zusammen mit den Ergebnissen der Feldaufnahmen die Basis für das Managementkonzept.

Eine Liste der in der Literatur beschriebenen, nachgewiesenen Schmetterlingen, weiteren Insekten, Pilzen und epiphytischen Flechten und Moosen auf Aspe, Birke und Salweide befindet sich im Anhang F.

² Die Roten Listen der Schweiz werden gemäss Richtlinien und Kriterien der Weltnaturschutzorganisation IUCN (International Union for Conservation of Nature) erstellt. Dabei wird das internationale und regionale respektive nationale Aussterberisiko einer Art abgeschätzt. Die Rote Liste stellt jedoch keine Prioritätensetzung für den Naturschutz dar. Weiter erarbeitete der Bund jedoch eine Liste der National Prioritären Arten. Für die Liste (BUNDESAMT FÜR UMWELT 2011) wurden 3606 National Prioritäre Arten ausgeschieden, dies auf Grund ihrer nationalen Gefährdung und der internationalen Verantwortung der Schweiz für die jeweiligen Arten. Die Liste der National Prioritären Arten bildet die Grundlage für die Ausarbeitung des Konzeptes der Artenförderung Schweiz.

2.3.1 Insekten

Die Anzahl pflanzenfressender Insekten wurde gemäss einer britischen Studie auf 266 (*Salix spec.*), 229 (*Betula spec.*) und 97 Arten (*Populus spec.*) geschätzt – wobei die Weiden und die Birken direkt nach den Eichen (*Quercus spec.* mit 284 Arten) an zweiter respektive dritter Stelle kommen und auch die Pappeln an sechster Stelle noch im oberen Bereich angesiedelt sind (HONDONG (1994) basierend auf Daten von CARTER, COBHAM & LLOYD (1979)).

Die Klasse der Insekten besteht aus einer immensen Vielfalt. Die Ordnung der Schmetterlinge beinhaltet mit den Tagfaltern einzelne sehr auffällige Arten und wird darum hier in einem eigenen Unterkapitel abgehandelt.

2.3.1.1 Schmetterlinge

Die Frage nach einem Ort mit hoher Schmetterlingsvielfalt lässt oft eine farbenfrohe Blumenwiese vor das geistige Auge treten. Dass die Vielfalt von Schmetterlingen im Wald ebenso gross sein kann ist weniger bekannt. In diesem Kapitel folgen wissenschaftliche Erkenntnisse zu der Schmetterlingsvielfalt im Wald und einigen besonders schönen Vertretern dieser Artengruppe im Detail.

Der Grossteil der Schmetterlinge, welche Birken, Aspen und Salweiden als Futterpflanzen nutzen, sind spezialisiert und zählen zu den „Sibirischen Waldarten“ - im Hinblick auf die Einwanderungsgeschichte nach der Eiszeit (HACKER 1999; 2000). Diese Artengruppe der „Sibirischen Waldarten“ ist in Mitteleuropäischen Wäldern dominierend. Die Artengruppe der Eiche dominiert in wärmeren und trockeneren Wäldern. Mischt man aber diese „Sibirischen Waldarten“ mit der Artengruppe der Eiche durch die Bestandeszusammensetzung, so resultiert eine hohe Biodiversität an Schmetterlingen (HACKER 2000) – und mit grosser Wahrscheinlichkeit auch an vielen anderen Tier-, Pilz- und Flechtenarten. Generell erhöhen die Pionierbaumarten Weide, Aspe und Birke die Schmetterlingsvielfalt im Wald (HOFMANN 2006).

FÜLDNER (2004) hat in Deutschland mehrere hundert Salweiden und Aspen beprobt und die darauf vorkommenden Phytophagen untersucht. Dabei konnte er an der Salweide insgesamt 83 und an der Aspe 65 Macrolepidopteren-Arten nachweisen. FÜLDNER und DAMM (2002 und 2003), zitiert in FÜLDNER (2004), konnten auf keiner mitteleuropäischen Pflanze mehr sich davon ernährende Lepidopteren feststellen.

Artenzahlen	Salweide	sonstige Weiden (<i>Salix sp.</i>)	Birke	Aspe
Grossschmetterlinge	37	132	118	87

Tabelle 1 Nachgewiesene Grossschmetterlingsanzahlen auf die Baumarten verteilt.
Quelle: HACKER (1999)

Mit 170 Grossschmetterlingsarten liegt die höchste Artenvielfalt auch bei dieser Tiergruppe bei der Eiche – jedoch liessen sich allein auf der Salweide 37, auf sonstigen Weiden 132, auf der Birke 118³ und auf der Aspe 87 Grossschmetterlingsarten finden (Tabelle 1) (HACKER 1999). Das ist bedeutend mehr als auf Nadelhölzern. Nur zwei von den insgesamt 169 nachgewiesenen Arten auf Weiden sind monophag (im Gegensatz zu 30 monophagen Grossschmetterlingen an der Eiche) – wenn Weiden nicht verfügbar sind werden oft Aspen oder Birken als Ersatzfutterpflanzen akzeptiert, kaum aber Eichen (HACKER 1999; 2000). KOCH (1988) erwähnt 46 mit der Aspe assoziierte Schmetterlingsarten. Weitere Artenzahlen für spezialisierte pflanzenverzehrende Falterarten auf der Aspe, der Salweide und der Birke, welche die Untersuchungen von HEYDEMANN (1982) ergeben haben, finden sich in Tabelle 2.

³ Zwölf davon monophag. Es sind noch keine signifikanten Unterschiede in der Artenzusammensetzung zwischen *Betula pendula* und *B. pubescens* bekannt (HACKER 2000).

Baumart	Tagfalter	Spinnenfalter	Eulenfalter	diverse kleinere Schmetterlingsfamilien	Spannerfalter	stenophage, phytophage Falter
<i>Populus tremula</i>	2	12	12			26
<i>Salix caprea</i>		1				1
<i>Betula spec.</i>	2	17	9	6	30	64

Tabelle 2 Artenzahlen, sich von den Baumarten ernährender Falter und die Gesamtartenzahl nach Baumarten.

Anm. Die für die Birke gemachten Angaben können sich auch auf eine andere Art der Gattung *Betula* beziehen. Die Totale Artenzahl bezieht sich auf alle nachgewiesenen stenophagen phytophagen Falterarten. „Diverse kleine Schmetterlingsfamilien“ beinhalten zum Beispiel *Arctiidae* und *Sphingidae*.

Quelle: Auszug aus der Tabelle von HEYDEMANN (1982) über die „Verteilung spezialisierter pflanzenverzehrender (stenophag phytophager) Tierarten auf wichtigen Baum- und Straucharten Mitteleuropas“

Die Bedeutung der Gattung *Salix* als Raupenfrasspflanze ist für fünf Tagfalterarten gross, nur die Gattung *Prunus* bildet Futterbasis für eine Art mehr (HONDONG (1994) basierend auf Daten von SCHWEIZERISCHER BUND FÜR NATURSCHUTZ (1991)). Der Autor beschreibt auf den Gattungen *Populus* und *Betula* je zwei Tagfalterarten, für welche diese Gattungen als Raupennahrungspflanzen gelten. Diese Resultate zeigen ein anderes Verhältnis der Schmetterlingsvielfalt wie HEYDEMANN (1982).

Zieht man den „Wert“ des Nektars in die Betrachtungen mit ein, so wird dies vor allem die Schmetterlingsvielfalt auf der nektaranbietenden Salweide positiv beeinflussen. Im Floraweb (BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ BFN 2012) wird auf Basis von Beobachtungen in Deutschland, pro Pflanzenart aufgelistet, welche Schmetterlinge diese Pflanze als Nektarquelle benutzen oder sie der Raupenernährung dient. Auf dieser Liste der bedeutendsten Schmetterlingspflanzen steht die Salweide mit 117 Schmetterlingsarten an zweiter Stelle nach dem Schwarzdorn (*Prunus spinosa*) mit 126 Arten und die Aspe mit 86 Schmetterlingsarten an vierter Stelle. Auch die Birke befindet sich mit 38 Schmetterlingsarten im oberen Drittel der Liste (BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ BFN 2012). HACKER (1999) geht bei einer Schätzung von einer Gesamtartenzahl der Insekten in Mitteleuropa von 14'000 aus. Seine Studien ergaben, dass 18 % der Grossschmetterlinge auf Weiden vorkommen – diesen Prozentanteil auf die Gesamtanzahl Insekten angewandt, ergibt 2500 Grossschmetterlinge, welche in Mitteleuropa alleine auf Weiden vorkommen sollen. Diese Zahl übersteigt alle bisherigen Schätzungen.

Aufgrund der engen ökologischen Nischen, welche viele Walddtagfalter⁴ bewohnen, ist es für den Artenschutz wichtig, die individuellen Ansprüche zu kennen (DUŠEJ et al. 2011b). FÜLDNER (2004) konnte zum Beispiel aufgrund von Larvalfunden des Grossen Eisvogels (*Limenitis populi*) sowie des Kleinen und Grossen Schillerfalters (*Apatura iris*) nachweisen, dass diese Arten Waldinnenmantelhabitaten bevorzugen. Zudem wurden von den drei erwähnten Arten horizontale, exponierte Äste zwischen 1 m und 3 m Höhe bevorzugt. Auch die Beschirmung hat Einfluss auf potentielle Habitate. Der Grosse Schillerfalter bevorzugt eine vollständigere Überschildung, der Grosse Eisvogel und der Kleine Schillerfalter (*Apatura ilia*) hingegen eine „randliche Beeinflussung durch den mit dem Mantel verzahnten nachgelagerten Bestand“. In Tabelle 3 werden weitere Ansprüche und Charakteristika derjenigen Walddtagfalter zusammengefasst, welche in mindestens einer Lebensphase von Birken, Aspen oder Weiden abhängig sind. Die detailliertere Artbeschreibung ist im Anhang E zu finden und in Tabelle 4 sind die Präferenzen der ausgewählten Tagfalter bezüglich der Birken, Aspen und Weiden als Raupenfrasspflanze zusammengestellt.

In der Aargauer Gemeinde Möhlin wurde im Frühling 2012 ein Pilotprojekt zur Förderung von Walddtagfaltern entwickelt, wobei anhand von Ziel- und Leitarten unterschiedliche Massnahmen und Projekte resultierten (REY 2012). Im Rahmen des Pilotprojektes sollen zum Beispiel für den Kleinen Schillerfalter Pionierwälder, sonnige und halbschattige Verjüngungsränder sowie Waldwegsäume und für

⁴ Schmetterlinge, welche in mindestens einer Lebensphase auf den Lebensraum Wald angewiesen sind, werden als Walddtagfalter zusammengefasst (DUŠEJ et al. 2011b).

den Grossen Eisvogel Pionierwälder, feuchtschattige Verjüngungsränder und schattige Waldränder gefördert werden. Für den Grossen Schillerfalter sollen im Rahmen des Betriebsplanes schattige Verjüngungsränder begünstigt werden.

Art	Status Rote Liste	Schutzstatus	Wissenswertes und Bemerkenswertes
Grosser Schillerfalter (<i>Apatura iris</i>)	gefährdet	geschützt (AG)	Nationale Prioritätsart: Nein ⁴ Raupenfrasspflanze: Salweiden an kühler, luftfeuchter Lage, auch überschirmt ^{1,2} Vorkommen in der Region Baden: Ja Weiteres: Saugen an feuchten Stellen und Exkrementen, ansonsten eher in Baumkronen anzutreffen. Paarung findet in der Krone markanter Einzelbäume statt. ³
Kleiner Schillerfalter (<i>Apatura ilia</i>)	stark gefährdet	nicht geschützt	Nationale Prioritätsart: 3= mittel Raupenfrasspflanze: Aspen, eher Abendsonne-Lage ¹ Vorkommen in der Region Baden: Potentiell Weiteres: Ist auf etwas mehr Wärme angewiesen als der Grosse Schillerfalter ⁶ . Mögen auch Gewässernähe. ⁵
Grosser Eisvogel (<i>Limenitis populi</i>)	stark gefährdet	geschützt (CH)	Nationale Prioritätsart: Nein ⁴ Raupenfrasspflanze: Aspen-Gruppen ^{5,6} Vorkommen in der Region Baden: Potentiell, aber Wiederansiedelung sehr schwierig Weiteres: Leben eigentlich in den Baumkronen ⁷ . Männchen saugen an u.a. an Exkrementen, Weibchen an Baumsäften und Blattlausausscheidungen ⁷ .
Trauermantel (<i>Nymphalis antiopa</i>)	gefährdet	geschützt (AG)	Nationale Prioritätsart: Nein ⁴ Raupenfrasspflanze: Variabel, regional aber vermutlich vor allem an Salweiden gefunden ⁸ Vorkommen in der Region Baden: Potentiell Weiteres: Die Populationen können stark schwanken ⁶ .
Grosser Fuchs (<i>Nymphalis polychloros</i>)	gefährdet	geschützt (AG)	Nationale Prioritätsart: Nein ⁴ Raupenfrasspflanze: breites Spektrum; vor allem Kirsche und Salweide ⁶ Vorkommen in der Region Baden: Ja Weiteres: Saugt im Frühling an Blüten, an faulenden Früchten und verletzten Bäumen (Baumsäfte). ⁶

Tabelle 3 Die wichtigsten Waldtagfalter an Pionierbäumen.

Anm. Auswahl an Waldtagfaltern mit ihrem Gefährdungsgrad und weiteren Eigenschaften.

Die Gefährdung der Tagfalter ist gemäss der Roten Liste aufgeführt (AGOSTI et al. 1994). Die Kategorien, in welche die Arten nach internationalen Richtlinien eingeteilt werden, sind: LC (nicht gefährdet), NT (potentiell gefährdet), VU (verletzlich), EN (stark gefährdet), CR (vom Aussterben bedroht) und RE (in der Schweiz ausgestorben).

Der Schutzstatus entspricht demjenigen auf der Liste der „Gefährdeten und geschützten Tagfalter im Kanton Aargau“, basierend auf der Verordnung über den Natur- und Heimatschutz (NHV) vom 16. Januar 1991, Anhang 3 und für den Kanton Aargau auf der Verordnung über den Schutz der einheimischen Pflanzen- und Tierwelt und ihrer Lebensräume (Naturschutzverordnung) vom 17. September 1990, Anhang B.

Die vier Prioritätskategorien der Liste der Nationalen Prioritären Arten sind: Priorität 1 (sehr hoch), Priorität 2 (hoch), Priorität 3 (mittel) und Priorität 4 (mässig).

Quellen: ¹= DUŠEJ (2010); ²= FÜLDNER (2004); ³= LEPIDOPTEROLOGEN-ARBEITSGRUPPE (1994); ⁴= BUNDESAMT FÜR UMWELT (2011); ⁵= DUŠEJ et al. (2011b); ⁶=DUŠEJ et al. (2011a); ⁷= FÜLDNER (1997); ⁸= DUŠEJ G., persönliche Mitteilung, 9.1.2013.

Alle in Tabelle 3 erwähnten Waldtagfalterarten sind gemäss Beobachtungszusammenfassungen in „Tagfalter und ihre Lebensräume“ (LEPIDOPTEROLOGEN-ARBEITSGRUPPE 1994) nach 1970 im Mittelland (Kanton Bern und Thurgau) weniger häufig anzutreffen als vor 1920. Als Gründe für diesen Rückgang werden primär das Entfernen von Sträuchern und Weichhölzern entlang von Waldsäumen und das Asphaltieren von Waldstrassen gesehen. In Baden hingegen wurden gemäss interner Liste seit dem Jahr 2002 jedes Jahr Grosse Schillerfalter beobachtet und auch der Grosse Fuchs kommt mit grosser Wahrscheinlichkeit auf dem Gemeindegebiet vor (DUŠEJ G., persönliche Mitteilung, 9.1.2013). Der Trauermantel und der Kleine Schillerfalter könnten sich in Baden nach geeigneten Habitatverbesserungsmassnahmen wieder ansiedeln, schwieriger wird es beim anspruchsvollen Grossen Eisvogel, welcher im Kanton Aargau als ausgestorben gilt. Im Oktober 2010 wurde der Grosse Eisvogel seit langem wieder im Baselland beobachtet (GUBLER 2010).

Weitere Tagfalterarten, welche Birken, Weiden oder Pappeln nur sekundär zur Eiablage, respektive als Raupenfrasspflanze verwenden, sind die folgenden (LEDER 1992; LEPIDOPTEROLOGEN-ARBEITSGRUPPE 1994):

- C-Falter (*Polygonia c-album*) auf Salweide
- Zitronenfalter (*Gonepteryx rhamni*) auf Weiden
- Baumweissling (*Aporia crataegi*) auf Birke/Salweide
- Maivogel (*Euphydryas maturna*) primär auf Eschen, aber auch auf Salweide/Aspe (gilt jedoch in der Schweiz als ausgestorben (DUŠEJ G., persönliche Mitteilung, 23.1.2013))

	<i>Populus tremula</i>	<i>Betula pendula</i>	<i>Salix sp.</i>	<i>Salix caprea</i>
Gr. Schillerfalter (<i>Apatura iris</i>)	(X)		(X)	X
Kl. Schillerfalter (<i>Apatura ilia</i>)	X		(X)	(X)
Gr. Eisvogel (<i>Limenitis populi</i>)	X			
Trauermantel (<i>Nymphalis antiopa</i>)	X	X	(X)	X
Gr. Fuchs (<i>Nymphalis polychloros</i>)	X		(X)	X
C-Falter (<i>Polygonia c-album</i>)				(X)
Zitronenfalter (<i>Gonepteryx rhamni</i>)			(X)	
Baumweissling (<i>Aporia crataegi</i>)		(X)		(X)
Maivogel (<i>Euphydryas maturna</i>)	(X)			(X)

Tabelle 4 Übersicht über die Raupenfrasspflanzen ausgewählter Tagfalter.

Anm. Handelt es sich um die bevorzugte Raupenfrasspflanze einer Art, so ist im entsprechenden Feld ein X markiert. Wenn eine Pflanze nur sekundär als Raupenfrasspflanze dient, so ist dies mit einem (X) vermerkt. Wenn eine Pflanze einer Schmetterlingsart nicht dient, steht das Feld leer.

Nebst den tagaktiven Schmetterlingen gibt es auch Nachtfalter, welche eine besondere Affinität zu gewissen Pionierbaumarten entwickelt haben. Zum Beispiel ist die Bedeutung von Aspen an Wald-rändern für Nachtfalter nicht zu unterschätzen. Nachtfalter können aufgrund ihrer olfaktorischen Bewertung die Vitalität/Belaubung und Sonnenexposition abschätzen und damit den idealen Ovipositionsplatz finden (PACZKOWSKA et al. 2006). Der Pappelschwärmer (*Laothoe populi*) und das Abend-pfauenaug (*Smerinthus ocellata*), welche ihre Eier auf Aspenblätter legen, können anhand der Duft-stoffe die Eier so platzieren, dass die Raupen ideale Entwicklungsbedingungen vorfinden .

Unter den Nachtfaltern sei auch der Birkenspinner (*Endromis versicolora*) erwähnt, welcher ein mo-nophages Leben an der Birke führt, als Raupe meist noch vor Blattaustrieb und als Falter entlang von Waldwegen anzutreffen ist (HACKER 2000). Der Gelbhorn-Eulenspinner (*Achlya flavicornis*), mit auf Birke monophagen Raupen, ist noch früher im Jahr anzutreffen. Für Birkenwälder charakteristisch ist das Vorkommen des polyphagen Kleinen Nachtpfauenauges (*Saturnia pavonia*), des monophagen Mönchs-Zahnspinners (*Odontosia carmelita*) und des Weissen Zahnspinners (*Leucodonta bicoloria*) . Der Autor beschreibt weitere Arten, welche nebst der Birke auch Aspen, Weiden und Erlen als Fut-terpflanzen akzeptieren: Dazu zählen der Ziczac- und der Dromedar-Spinner (*Notodonta ziczac* und *N. dromedarius*) sowie die Gabelschwänze (*Furcula bifida* und *F. bicuspis*). Auch wenn diese Schmetter-linge nicht zu den seltensten oder prachtvollsten gehören, betont HACKER (2000), ist dessen ökologi-sche Bedeutung mindestens so gross wie diejenige der Tagfalter.

Gattung	Artenzahl	Anzahl Arten mit Schwerpunkt an der Gattung	Anzahl in Deutschland ge-fährdeter Arten	Gefährdete Arten mit Schwerpunkt an der Gattung
<i>Salix</i>	35	17	13	6
<i>Populus</i>	32	22	14	9
<i>Quercus</i>	30	17	14	8
<i>Betula</i>	25	9	12	5

Tabelle 5 Raupenfrasspflanzen der Nachtfalter (Spinner und Schwärmer) Mitteleuropas.

Quelle: Auszug aus HONDONG (1994) basierend auf Daten von PETERSON (1984)

Die Zahlen in Tabelle 5 zeigen den Wert der wichtigsten Gehölzgattungen als Nachtfalter – Raupen-frasspflanzen. *Salix* (mit insgesamt 35 Arten und sechs gefährdeten mit Schwerpunkt auf der Gat-tung), *Populus* (mit insgesamt 32 Arten und neun gefährdeten mit Schwerpunkt auf der Gattung) und *Betula* (mit insgesamt 25 Arten und fünf gefährdeten mit Schwerpunkt auf der Gattung) stehen zu-sammen mit der Gattung *Quercus* ganz oben auf der Liste.

2.3.1.2 Käfer und übrige Insekten

Die Ermittlung einer Artenzahl pro Baumart erweist sich immer als eine Herausforderung. Nach Ergebnissen von HEYDEMANN (1982) weisen die Weiden (*Salix* sp.) eine Gesamtzahl von 218 Insektenarten und die Birken von 164 Insektenarten auf. Das sind mehr Insektenarten als auf Kiefer (162 Arten), Fichte (150 Arten) und auf Buche (96 Arten) nachgewiesen werden konnten. Eine noch grössere Insektenvielfalt ist lediglich auf der Eiche mit 298 Arten zu finden, wobei diese ungefähr doppelt so viele Bockkäferarten beherbergt. Die nachgewiesenen Artenzahlen für die Aspe, die Salweide und die Birke, welche die Untersuchungen von HEYDEMANN (1982) ergeben haben, finden sich in Tabelle 6. Die Gesamtartenzahl an pflanzenverzehrenden Tieren, primär Insekten, wird auf der Birke von demselben Autor auf 300-400 geschätzt. Er beschreibt ebenfalls einen höheren Artenaustausch zwischen Beständen mit Lichtbaumarten und angrenzenden baumlosen Biotopen als mit Schattenbaumartenwäldern.

Baumart	Wanzen	Zikaden	Blattläuse	Blattkäfer	Rüsselkäfer	Bockkäfer	Borkenkäfer	Gallmücken	Total
<i>Betula spec.</i>	8	10	4	13	11	27	10	4	164
<i>Populus spec.</i>	7		4	15		24	15	1	85
<i>Pop. tremula</i>	2	4	1		17		9	8	67
<i>Salix spec.</i>	17	9	6	33	16	38	6	11	218
<i>Salix caprea</i>		2	6		17			7	33

Tabelle 6 Vielfalt pflanzenfressender Tierarten aufgeteilt nach Baumarten.

Anm. Die Zahlen in der Spalte „Total“ beziehen sich auf totale Artenzahlen stenophager, phytophager Tierarten, das heisst inklusive Falter. Quelle: Auszug aus der Tabelle von HEYDEMANN (1982) über die „Verteilung spezialisierter pflanzenverzehrender (stenophag phytophager) Tierarten auf wichtigen Baum- und Straucharten Mitteleuropas“

Im Vergleich zu HEYDEMANN (1982) beschreibt HONDONG (1994) (basierend auf Daten von KOCH (1992)) nur die auf den verschiedenen Gehölzgattungen fressenden Käferlarven und geht nicht auf einzelne Gehölzarten ein (Tabelle 7). Die Gattungszahlen einzelner Käfergruppen sollten jedoch verglichen werden: Die Zahlen von HONDONG (1994) (basierend auf Daten von KOCH (1992)) zu den Rüssel- und den Blattkäfern übertreffen diejenigen von HEYDEMANN (1982) um ein Mehrfaches. Näher beieinander liegen die Zahlen für die einzelnen Gattungen der Borkenkäfer aus den oben genannten Quellen.

Gattung	Bockkäfer	Borkenkäfer	Rüsselkäfer	Breitfüssler	Blattkäfer
<i>Betula</i>	33	6	28	6	34
<i>Populus</i>	40	14	41	4	35
<i>Salix</i>	42	4	66	10	89

Tabelle 7 Nahrungsspektrum der Larven verschiedener Käfer.

Quelle: HONDONG (1994) basierend auf Daten von KOCH (1992)

BRÄNDLE et al. (2001) haben den Faunen-Reichtum an 25 Baumgattungen in Deutschland und in England verglichen. Dabei konnten sie eine grössere Artenvielfalt in Deutschland als in England feststellen, jedoch kaum Unterschiede in der Zusammensetzung der Tierarten auf den entsprechenden Baumgattungen. Die Gattung *Salix* wies mit 728 Phytophagenarten (312 davon Spezialisten) eine noch grössere Anzahl als *Quercus* (699 Phytophagenarten) auf. Auch die Artenzahl auf *Betula* ist bedeutend – 499 Phytophagen, 133 davon Spezialisten – und auf *Populus* 470 Phytophagenarten mit 151 Spezialisten.

Weiter stellen einzelne Pionierbaumarten wertvolle Pollen- und Nektarquellen für Wildbienen und Tagfalter dar. So wurden auf der Salweide und der Birke mit 34 Arten am meisten pollensammelnde Wildbienen im Süden Deutschlands nachgewiesen und die Salweide ist zusätzlich als Nektarquelle für zehn Tagfalterarten in Süddeutschland von Bedeutung (HONDONG (1994) basierend auf Daten von WESTRICH (1989)). Ausführungen im Unterkapitel 2.3.1.1, welche ebenfalls auf Untersuchungen in Deutschland basieren, weisen auf mögliche höhere Artenzahlen nektarsaugender Schmetterlinge an Pioniergehölzen hin (BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ BFN 2012). Die Gattungen *Populus* und *Betula*

sind windbestäubt und können dadurch auf die Produktion von Nektar verzichten. Sich von Pollen ernährende Arten kommen jedoch auch bei Aspen und Birken auf ihre Kosten.

Auch unter den Insekten sind einige Schädlinge an Pionierbaumarten zu finden. Im Diagnose-Programm Waldgesundheit der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL) werden 16 Schadinsekten aufgeführt, welche die Weide, die Pappel oder die Birke zum Wirt nehmen (LANDOLT 2008). Zu diesen 16 Arten zählen unter anderem der eingeführte Asiatische Laubholzbockkäfer (*Anoplophora glabripennis*) und der Gartenlaubkäfer (*Phyllopertha horticola*), welche nebst den bevorzugten Pionieren auch andere Laubholzarten befallen.

Birke

Zu den erwähnenswerten Käfern und weiteren Insekten auf Birken gehören der Grosse Birkenblattroller (*Deporaus betulea*), die Birkenblattwespe (*Croesus septentrionalis*), der Rebstecher (*Byctiscus betulae*) – welcher aber auch Weiden und Pappeln befällt – und der Birkensplintkäfer (*Scolytus ratzeburgi*) (SCHMIDT 2000). Zudem zählt die Birke zu den Wirtsarten des Kirschenblattrollvirus (Cherry leaf roll virus). Um mögliche biologische Vektoren unter den „Hängebirken-assoziierten Hemipteren“ zu finden, haben SCHUSTER et al. (2010) bei elf Birken zehn Wanzen-, acht Zikaden- und acht Pflanzenlausarten mittels Klopfproben gefangen und bestimmt. 18 an Pflanzen saugende Arten wurden auf den Kirschenblattrollvirus getestet. In der Birkenwanze (*Kleidocerys resedae*) und der Würfelzikade (*Kybos lindbergi*) konnte der Kirschenblattrollvirus gefunden werden.

In Grossbritannien wurden an einer Birkenart ungefähr 200 und in Russland 570 Insektenarten nachgewiesen (HÄNE 2000) und WAGENFÜHR (2000) beschreibt folgende Holzschädlinge auf Birke: *Cryptorhynchus lapathi*, *Xyleborus saxeseni*, *Xyloterus domesticus*, *Xyloterus signatus*, *Trochilium apiforme*, *Cossus cossus*, *Zeuzera pyrina*, *Phytobia latigenis*.

Aspe

SAHLIN et al. (2009) konnten mit ihren Untersuchungen in Schweden zeigen, dass das Stehenlassen von Aspen bei Kahlschlägen sich positiv auf die Totholzkäfer auswirkt, welche frisch abgestorbenes Aspenholz favorisieren.

Weissrussische Untersuchungen zu Phytophagenarten, welche als hauptverantwortlich für Schäden an Pappelarten in Minsk angesehen werden, konnten 39 Phytophagenarten an der Aspe feststellen – mehr als auf den anderen fünf untersuchten Pappelarten (MELESHKO 2003). WAGENFÜHR (2000) beschreibt zusätzlich folgende Holzschädlinge auf Aspe: *Agromycidae*, *Trochilium apiforme*, *Cryptorhynchus lapathi*, *Saperda carcharias*, *Saperda populnea*, *Cossus cossus*. Dabei können besonders der Grosse Pappelbock (*Saperda carcharias*) und der Weidenbohrer (*Cossus cossus*) technische Schäden durch das Anlegen von Frassgängen verursachen (LEDER 1992).

Weide

ZWÖLFER et al. (1984) haben die Phytophagenvielfalt auf der Salweide zusammengetragen. Sie kommen auf 213 Arten, wobei die Artenzahlen der Bockkäfer und der Wanzen unbegründet derjenigen der Gattung *Salix* entspricht (38 Bockkäfer-, 31 Wanzen-, 30 Rüsselkäfer-, 26 Blattwespen-, elf Blattlaus- und 77 Kleinschmetterlingsarten). Daneben listen die Autoren zehn landwirtschaftliche Schadorganismen in Anhang XII auf, welche *Salix caprea* als Wirt verwenden. Auf der Salweide (und anderen Weidenarten) entwickelt sich zudem der metallisch glänzende Grüne Weidenprachtkäfer (*Scinitillatrix dives*), welcher das Rinden- und Splintgewebe zu Wucherungen anregt (MÖLLER 2001).

Wie bereits erwähnt, gelten Weiden, unter anderem auch die Salweide, als wichtige Pollen- und Nektarquelle für Honigbienen. Dies konnte auch im Rahmen einer türkischen Studie mit lichtmikroskopischen Pollenanalysen bestätigt werden (CELEMLI 2012).

2.3.2 Vögel

Nur wenige Vögel sind direkt von der Existenz einer Baumart abhängig, weil deren Früchte oder Samen zuoberst auf dem Speiseplan stehen. Die Früchte der Vogelbeere (*Sorbus aucuparia*) sind aber in der Vogelwelt sehr beliebt. Gemäss Untersuchungen von TURCEK (1961) weist die Vogelbeere die höchste Vogelartenvielfalt unter den Bäumen auf. Andere Weichlaubhölzer, welche nicht attraktiv rotgefärbte Beeren anbieten können, weisen eine geringere Artenvielfalt auf. Dennoch fressen gemäss TURCEK (1961) 32 Vogelarten an Birken (*Betula pendula* und *B. pubescens*) und drei Vogelarten an der Salweide. Auch HÄNE (2000) schreibt von über 30 Birkensamen-Nutzniessern unter den Vögeln, allerdings ist die vom Autor verwendete Quelle für diese Zahl nicht bekannt.

WITT (1999) geht noch einen Schritt weiter und beschreibt die bevorzugten Früchte ausgewählter einheimischer Vogelarten detailliert. Darunter befinden sich auch Vogelarten, welche vermehrt in Gärten oder Feldgehölzen vorkommen oder nur gelegentliche Wintergäste sind. Die Birke wird bei Blaumeisen, Distelfinken, Kernbeissern, Seidenschwänzen, Singdrosseln, Zeisigen und Zilpzalpen auf der Liste der präferierten Früchte aufgeführt. Gimpel scheinen ein breites Nahrungsspektrum von 41 verschiedenen Früchten zu haben, unter anderem die Salweide. Gemäss WITT (1999) stehen aber Vogelbeere, Vogelkirsche und Eiche auf der Beliebtheitskala der Vögel ganz oben. Auf die verwendete Methode, wie diese Listen erstellt wurden, wird vom Autor nicht eingegangen.

Die Vogelvielfalt steht aber oft auch in direktem Zusammenhang mit der Insektenhäufigkeit, die ihrerseits vom Totholz und den Laubbaumarten abhängt (EHNSTRÖM et al. (1986) zitiert in ULICZKA (1999)). Speziell auf Weichlaubhölzern ist die Anzahl der Insekten und deren Larven höher als auf den meisten anderen unserer Waldbäume (HEYDEMANN 1982). Diese stellen für insektenfressende Vögel eine grössere Nahrungsgrundlage und damit eine erhöhte Habitatattraktivität dar. HOLMES et al. (1981) konnten auch bei insektenfressenden Vögeln ausgeprägte Baumartenpräferenzen nachweisen. Die deutlichsten Baumartenpräferenzen bei der Nahrungssuche zeigen diejenigen insektenfressenden Vögel, welche in einem Gebiet nicht häufig sind. Die Autoren konnten nach Beobachtungen in einem Laubwald in New Hampshire feststellen, dass die Gelb-Birke (*Betula alleghaniensis*) von allen aufgenommenen Vögeln bevorzugt wurde. Eine Erklärung fanden die Autoren in einem anderen Teilprojekt, welches die Mengen von Arthropodenbeute auf drei verschiedenen Baumarten untersuchte: Die Gelb-Birke wies dabei signifikant höhere Dichten dieser Arthropoden auf als die amerikanische Buche (*Fagus grandifolia*) und der Zuckerahorn (*Acer saccharum*). Die untersuchten Baumarten sind in ihrem Verbreitungsgebiet auf den Kontinent Amerika beschränkt und werden in Europa höchstens als Zierbäume verwendet. Die Aussage der Publikation, dass Vögel nicht nur auf Strukturen, sondern zum Teil auch auf einzelne Baumarten angewiesen sind, dürfte jedoch auch europäischen Naturschutzfachleuten weiterhelfen. Zudem können möglicherweise Parallelen zu in Europa heimischen Arten geschlagen werden (*Betula pendula*, *Fagus sylvatica*, *Acer pseudoplatanus*).

Die von HOLMES et al. (1981) erwähnte Bestandesstruktur bildet mit der Textur zusammen ein weiterer relevanter Faktor für das Vorkommen von Vogelarten. Diese wirken sich auf Nistmöglichkeiten, Nahrungsressourcen und geschützte Orte aus, welche Witterung und Feinde fernhält (CODY 1985). Indirekt kann demnach die Baumartenwahl grossen Einfluss auf die Qualität von Vogelhabitaten haben. Busch- und Bodenbrütende Vogelarten schätzen Dickungen und Stangenhölzer mit einem gewissen Anteil Birken und Weiden. Dabei bieten auch aufkommende Himbeer- und Brombeerranken willkommene Nistgelegenheiten (Abbildung 7) (HENZE et al. 1975). Derartige Brutplätze und Habitate mit einem erhöhten Anteil an jungen Weichlaubhölzern werden gerne von den in Tabelle 8 und Tabelle 9 aufgeführten Vogelarten besetzt.



Abbildung 7 Vogelnest in Brombeerranken.

Anm. Wie im Text erwähnt, sind unter Birken Brombeeren aufgekommen. Darin hat ein Vogel ein Nest gebaut. Foto: Simone Bachmann

Art	Status Rote Liste ⁵	Wissenswertes und Bemerkenswertes
Fitis (<i>Phylloscopus trochilus</i>)	gefährdet	Nationale Prioritätsart: 1 = sehr hoch ³ Nahrung: Insekten ³ Zugverhalten: Langstreckenzieher ^{1,2,3} Weiteres: Durch die Forstwirtschaft (v.a. Fichtenanbau, Verlust von Auengebieten) und die natürliche Sukzession kann es zu Habitatsverlust kommen. ¹
Zilpzalp/ Weidenlaubsänger (<i>Phylloscopus collybita</i>)	Nicht gefährdet	Nationale Prioritätsart: keine ³ Nahrung: Insekten, Spinnen ³ Zugverhalten: Kurzstreckenzieher ^{1,2,3} Weiteres: Der Zilpzalp ist der „ökologisch vielseitigste Laubsänger“ ¹ und ist „durch die Nektarnutzung eng an die Weiden gebunden“ (SCHMIDT 2000).
Mönchsgrasmücke (<i>Sylvia atricapilla</i>)	Nicht gefährdet	Nationale Prioritätsart: keine ³ Nahrung: Insekten, Spinnen, Beeren ³ Zugverhalten: überwiegend Kurzstreckenzieher ^{2,3} , Mittel- bis Langstreckenzieher ¹ Weiteres: Die Mönchsgrasmücke bevorzugt tendenziell feuchtere Wälder. ¹ Sie ist anpassungsfähig und relativ störungstolerant. ¹
Dorngrasmücke (<i>Sylvia communis</i>)	Potenziell gefährdet	Nationale Prioritätsart: 1 = sehr hoch ³ Nahrung: Insekten ³ Zugverhalten: Langstreckenzieher ^{1,2,3} Weiteres: Dorngrasmücken nisten in Dornbüschen und besiedeln häufig frühe Stadien von Sukzessionsflächen. ¹
Gartengrasmücke (<i>Sylvia borin</i>)	Potenziell gefährdet	Nationale Prioritätsart: 2 = hoch ³ Nahrung: Insekten ³ Zugverhalten: Langstreckenzieher ^{1,2,3} Weiteres: Flächen mit frühen Sukzessionsstadien wirken sich positiv auf die Population der Gartengrasmücken aus. ¹
Klappergrasmücke (<i>Sylvia curruca</i>)	Nicht gefährdet	Nationale Prioritätsart: keine ³ Nahrung: Insekten ³ Zugverhalten: Langstreckenzieher ^{1,2,3} Weiteres: Klappergrasmücken halten sich seltener in Landschaften ohne Bäume auf als Dorngrasmücken. ²
Heckenbraunelle (<i>Prunella modularis</i>)	Nicht gefährdet	Nationale Prioritätsart: keine ³ Nahrung: Insekten, Spinnen, Samen ³ Zugverhalten: Kurzstreckenzieher ^{1,2,3} Weiteres: Heckenbraunellen nisten in dichtem Gebüsch oder niedrig in nadelholzreichen Beständen. ^{1,2}

Tabelle 8 Vögel mit direktem oder indirektem Nutzen von Weichlaubhölzern – Teil 1.

Anm. Die Kategorien der Roten Liste, in welche die Arten nach internationalen Richtlinien eingeteilt werden, sind: LC (nicht gefährdet), NT (potenziell gefährdet), VU (verletzlich), EN (stark gefährdet), CR (vom Aussterben bedroht) und RE (in der Schweiz ausgestorben). Die Liste der National Prioritären Arten beruht auf vier Prioritätskategorien: 1 (sehr hoch), 2 (hoch), (mittel) und 4 (mässig).

Quellen:

¹ = Brutvögel Mitteleuropas (BAUER et al. 1996)

² = Der neue Kosmos Vogelführer (SVENSSON et al. 1999)

³ = Vögel der Schweiz (SCHWEIZERISCHE VOGELWARTE SEMPACH 2012)/Liste der Nat. Prioritären Arten (BUNDESAMT FÜR UMWELT 2011)

⁴ = WSL Merkblatt für die Praxis: Spechte – anspruchsvolle Waldbewohner (MIRANDA et al. 2005)

⁵ = Rote Liste der Brutvögel (KELLER et al. 2010)

Art	Status Rote Liste ⁵	Wissenswertes und Bemerkenswertes
Goldammer (<i>Emberiza citrinella</i>)	Nicht gefährdet	Nationale Prioritätsart: keine ³ Nahrung: Insekten, Samen ³ Zugverhalten: Standvogel und Kurzstreckenzieher ^{1,2,3} Weiteres: Goldammer sind in den kälteren Monaten gegen Ende Jahr oft in Schwärmen am Boden auf Futtersuche. ²
Rotkehlchen (<i>Erithacus rubecula</i>)	Nicht gefährdet	Nationale Prioritätsart: keine ³ Nahrung: Insekten, Spinnen, Beeren ³ Zugverhalten: überwiegend Kurzstreckenzieher ^{1,2,3} Weiteres: Das Rotkehlchen ist bei uns häufiger Brutvogel. ³
Zaunkönig (<i>Troglodytes troglodytes</i>)	Nicht gefährdet	Nationale Prioritätsart: keine ³ Nahrung: Insekten, Spinnen ³ Zugverhalten: überwiegend Kurzstreckenzieher ^{1,2,3} Weiteres: Als einer unserer kleinsten Vögel ³ nistet der Zaunkönig häufig bodennah in dichtem Gestrüpp. ² Auch Wassernähe zählt für ihn als positive Habitateigenschaft. ²
Gimpel (<i>Pyrrhula pyrrhula</i>)	Nicht gefährdet	Nationale Prioritätsart: 3 = mittel ³ Nahrung: Samen, Knospen ³ , im Sommer und zur Fütterung von Nestlingen auch Insekten ^{1,2} Zugverhalten: Standvogel und Kurzstreckenzieher ^{1,2,3} Weiteres: Gimpel nisten in Nadel-/Mischwäldern mit Gebüsch. ^{1,2}
Grünfink (<i>Carduelis chloris</i>)	Nicht gefährdet	Nationale Prioritätsart: keine ³ Nahrung: Samen ³ Zugverhalten: Standvogel und Kurzstreckenzieher ^{1,2,3} Weiteres: Grünfinken sind anpassungsfähig und zählen zu den häufigsten Vögel in Siedlungen. ³
Neuntöter (<i>Lanius collurio</i>)	Nicht gefährdet	Nationale Prioritätsart: keine ³ Nahrung: Insekten, Kleinsäuger, Reptilien ³ Zugverhalten: Langstreckenzieher ^{1,2,3} Weiteres: Der Neuntöter spiesst Beute an Dornen zur Vorratshaltung auf. ² Sukzessionsflächen in Anfangsstadien sind ein bevorzugtes Habitat. ¹
Nachtigall (<i>Luscinia megarhynchos</i>)	Potenziell gefährdet	Nationale Prioritätsart: 2 = hoch ³ Nahrung: Insekten, Spinnen ³ Zugverhalten: Langstreckenzieher ^{1,2,3} Weiteres: Dichtes Unterholz ist eine Bedingung für einen geeigneten Nistplatz der Nachtigall. ^{1,2} Der wohlklingende Gesang der Nachtigallmännchen ist beinahe jedem bekannt. ³
Kleinspecht (<i>Dendrocopos minor</i>)	Nicht gefährdet	Nationale Prioritätsart: keine ³ Nahrung: Insekten ³ Zugverhalten: Standvogel ^{1,3} Weiteres: Der kleinste europäische Specht brütet in alten Bäumen, v.a. Birken, Weiden und Pappeln ^{1,2,4} (SCHMIDT 2000)

Tabelle 9 Vögel mit direktem oder indirektem Nutzen von Weichlaubhölzern – Teil 2.

Anm. Die Kategorien der Roten Liste, in welche die Arten nach internationalen Richtlinien eingeteilt werden, sind: LC (nicht gefährdet), NT (potentiell gefährdet), VU (verletzlich), EN (stark gefährdet), CR (vom Aussterben bedroht) und RE (in der Schweiz ausgestorben). Die Liste der Nationalen Prioritären Arten beruht auf vier Prioritätskategorien: 1 (sehr hoch), 2 (hoch), (mittel) und 4 (mässig).

Quellen:

¹ = Brutvögel Mitteleuropas (BAUER et al. 1996)

² = Der neue Kosmos Vogelführer (SVENSSON et al. 1999)

³ = Vögel der Schweiz (SCHWEIZERISCHE VOGELWARTE SEMPACH 2012)/Liste der Nat. Prioritären Arten (BUNDESAMT FÜR UMWELT 2011)

⁴ = WSL Merkblatt für die Praxis: Spechte – anspruchsvolle Waldbewohner (MIRANDA et al. 2005)

⁵ = Rote Liste der Brutvögel (KELLER et al. 2010)

Untersuchungen in Südschweden lassen darauf schliessen, dass eine Beimischung von Aspen oder Birken in die Nadelholzbestände die Vielfalt der Avifauna sowie deren Abundanz erhöhen würde (FELTON et al. 2010). Auch Untersuchungen in Dänemark zeigen einen deutlichen Zusammenhang einer grösseren Vogelartendiversität mit grösserer Baumarten- und Baumdimensionenvielfalt (POULSEN 2002).

ROBERGE et al. (2006) erforschten die Möglichkeit um von Vogelindikatorarten auf artenreiche Standorte und vorkommende Vogelarten zu schliessen. Die Versuche wurden in vier Wäldern (zwei davon in Schweden und je einer in Litauen und Polen) durchgeführt, wo auch Pappeln und Birken im Bestand zu unterschiedlichen Anteilen beigemischt waren. Sie kamen zum Schluss, dass einheimische Vögel in hemiborealen Laubwäldern als Indikatoren für „background species“ nützlich sein könnten, aber nur als ein Teil eines grösseren Naturschutzmanagementkonzeptes. Für Nadelwälder konnte kein solcher Zusammenhang festgestellt werden. Die Autoren erklären sich das mit der geringen Strukturvielfalt und der Unnatürlichkeit der grössten Teile der Nadelwälder in den Untersuchungsgebieten. Darüber hinaus konnten BETRUS et al. (2005) mit ihren Untersuchungen zeigen, dass mit dem Einsatz einer Gruppe von Schirmarten (zum Beispiel Vögel) für Naturschutzmassnahmen auch gewisse andere Arten (zum Beispiel Schmetterlinge) profitieren können. Mit derartigem Wissen könnten bei der Herleitung von Naturschutzmassnahmen Geld und Zeit eingespart werden. Solche Beziehungen sind aber von der geografischen Region und der taxonomischen Gruppe abhängig.

Untersuchungen in Süd-Norwegen zu sieben Spechtarten (alles Arten, welche auch in der Schweiz zu finden sind) haben Baumartenpräferenzen zum Nisten sowie Habitatüberlappungen analysiert: Auch Spechte präferieren gewisse Baumarten, vor allem für das Nisten – so bevorzugen zum Beispiel der Schwarzspecht (*Dryocopus martius*), der Grünspecht (*Picus viridis*), der Grauspecht (*Dendrocopos canus*) sowie der Buntspecht (*Dendrocopos major*) die Aspe als Höhlenbaum (HÅGVAR et al. 1990). Der Weissrückenspecht (*Dendrocopos leucotos*) favorisiert die Birke, ebenso wie der Kleinspecht (*Dendrocopos minor*). Auf der Weide konnte von den untersuchten Spechten nur der Weissrückenspecht nistend nachgewiesen werden. Die detaillierten Aufnahmen der Studie sind in Tabelle 10 dargestellt. Weiter konnten HÅGVAR et al. (1990) Zusammenhänge feststellen, dass, je kleiner die Spechtart, desto höher der Zersetzungsgrad des Baumes und je tiefer ab Boden der Höhleneingang gelegen, desto kleiner und dünner sind die zum Nisten auserkorenen Bäume. Alte Weichlaubhölzer stellen demnach wertvolle Bruthabitate für Spechte dar. Darum empfehlen MIRANDA et al. (2005) für die Schweiz Massnahmen im Rahmen von Projekten zum Schutz und zur Förderung von Eichen- und Weichholzbeständen. Davon würden nicht nur die neun heimischen Spechtarten, welche abgesehen vom Wendehals (*Jynx torquilla*) alle mehr oder weniger stark an den Wald gebunden sind, profitieren.

Spechtart	<i>Populus tremula</i>	<i>Betula sp.</i>	<i>Salix caprea</i>
Schwarzspecht (<i>Dryocopus martius</i>)	66	2	
Grünspecht (<i>Picus viridis</i>)	88	8	
Grauspecht (<i>Picus canus</i>)	91		
Weissrückenspecht (<i>Dendrocopos leucotos</i>)	36	45	9
Buntspecht (<i>Dendrocopos major</i>)	78	12	
Dreizehenspecht (<i>Picoides tridactylus</i>)	31		
Kleinspecht (<i>Dendrocopos minor</i>)	40	34	

Tabelle 10 Baumarten zum Nisten genutzt von sieben norwegischen Spechtarten.
Quelle: Auszug aus HÅGVAR et al. (1990)

Birke

Die Untersuchungen von NAUMKIN (2010) betreffend der Ähnlichkeit von Vogelpopulationen in Birken- und Föhrenwäldern sowie Föhrenplantagen haben ergeben, dass die Vogelpopulationen der Birkenwälder in der Stadt und ausserhalb die kleinste Ähnlichkeit aufweisen und damit diverser sind als die Föhrenwälder. Dies zeigte sich obschon die Artenvielfalt und die Vogelpopulationsdichte im Stadtbirkenwald durch den grossen menschlichen Einfluss gering waren.

In einer gemischten Aufforstung in Nordengland (23 % *Quercus robur*, 18 % *Larix decidua*, 17 % *Pinus sylvestris*, 7 % *Betula pendula*, 7 % *Fagus sylvatica*, u. a.) weisen die Blaumeise (*Cyanistes caeruleus*), die Kohlmeise (*Parus major*) und der Waldbaumläufer (*Certhia familiaris*) eine Präferenz der Futtersuche auf der Birke auf (PECK 1989).

Zur Nahrungssuche auf die Birke fokussiert haben sich vor allem auch die Rauhfusshühner (zum Beispiel Birkhuhn, Haselhuhn und Auerhahn) und Zeisigarten (Birken-, Erlen- und Polarbirkenzeisig) sowie Buch- und Bergfink (ATKINSON 1992; SCHMIDT 2000). Der Birkenzeisig (*Carduelis flammea*) lebt allerdings im hohen Norden oder im Gebirge und ist nur selten Wintergast im Mittelland. Noch weiter im Norden, in der Tundra, lebt der Polarbirkenzeisig (*Carduelis hornemanni*) (SCHMIDT 2000). Der Erlenzeisig (*Carduelis spinus*) kann häufiger in der Schweiz (primär in den Alpen, aber auch im Mittelland) beobachtet werden – Birken- und Erlensamen stellten im Winter den Hauptbestandteil seiner Nahrung dar (EUROPEAN BIRD CENSUS COUNCIL EBCC 1997; SCHMIDT 2000). Ebenfalls öfters an der Birke zu beobachten ist der Fitis (*Phylloscopus trochilus*) (SCHMIDT 2000; SCHWEIZERISCHE VOGELWARTE SEMPACH 2012). Für ihn stellt das Schweizer Mittelland die Südgrenze seines Verbreitungsgebietes dar. Der insektenfressende Zweigsänger ist zu Beginn des Birkenaustriebs im Frühjahr an jungen Birkenblättern auf der Suche nach Arthropoden zu beobachten.

Aspe

Es wurden in der Literatur, abgesehen von den bereits erwähnten Spechtarten, keine Hinweise auf Aspen spezialisierte Vogelarten gefunden.

Weide

Auch bei der Weide wurde, nebst dem bereits erwähnten Klein- und Weissrückenspecht, nur der Zilpzalp als spezifischer „Weidenliebhaber“ in der gefundenen Literatur erwähnt. Das Vorkommen von Weiden, von dessen Nektar sich der Sänger ernährt, ist eine Konstante im Habitat des Zilpzalps (SCHMIDT 2000).

2.3.3 Säugetiere

Wie bei den Vögeln werden kaum einzelne Weichlaubholzarten von Säugetieren bevorzugt, dennoch können gewisse Vorlieben von Säugetieren für Pionierbaumarten im Allgemeinen festgestellt werden. Dies beweisen die folgenden Literaturzitate.

Für Reh, Gämse und Rothirsch werden in Wald-Wildprojekten Birken und Weiden als Ablenkfutter von Zukunftsbäumen gefördert und gelten als „typische Verbissgehölze“ (HAMARD et al. 1998; SOMMERHALDER et al. 2001). In der Publikation „Wald und Wild – Grundlagen für die Praxis“ (BUNDESAMT FÜR UMWELT 2010) wird zur selektiven Baumartenwahl von Hirsch, Reh und Gämse zusammengefasst, dass die Birke weder für den Verbiss, noch für das Schälen oder Fegen/Schlagen eine beliebte Baumart ist. Höchstens für den Verbiss wird sie teilweise bevorzugt. Die Aspe hingegen wird häufiger präferiert: Sie wird bevorzugt geschält, manchmal bis immer bevorzugt verbissen und manchmal zum Fegen respektive Schlagen vorgezogen. Die Weiden zählen zu den beliebtesten Baumarten überhaupt. Sie werden immer bevorzugt verbissen und geschält und manchmal bis immer zum Fegen respektive Schlagen vorgezogen. Europaweit reagieren die Weiden auf Äsungsdruck mit Abnahme (GILL 2006).

Auch LEDER (1992) beschreibt in einer Tabelle auf Basis von UECKERMANN et al. (1981) die geringere Verbisspräferenz der Birke bei den Waldsäugetieren: Rotwild verbeisst gemäss Angaben der Autoren bevorzugt die Aspe (Winterverbiss) und die Weide (Sommerverbiss), selten jedoch die Birke. Das Damwild präferiert die Weide, das Rehwild die Aspe und beide äsen selten an Birken.

Generell ist die Gefahr für schnellwüchsige Baumarten wie Aspe, Weide und Birke verbissen zu werden jedoch bedeutend geringer wie für langsam wachsende Arten wie Tanne oder Eibe – diese brauchen lange, bis sie dem Äser entwachsen sind (BUNDESAMT FÜR UMWELT 2010). Weiter hat die Birke den Vorteil, dass sie die Menge und Qualität der Blätter, welche aus einer Knospe entstehen, anpassen kann. So bildet sie nach Verbiss längere und dickere Blätter aus. Schlussendlich hängt die lokale Verbissintensität auch immer vom umgebenden Bestand und herrschenden Wilddichten ab.

2.3.4 Pilze, Bakterien

Pionierbaumarten stellen ein wichtiges Substrat für Pilze und Bakterien dar. Dabei gibt es jedoch nicht nur Schädlinge unter diesen Organismen: Bäume sind auf gewisse Mykorrhiza-Pilze angewiesen und totholzeretzende Pilz- und Bakterienarten spielen eine wichtige Rolle in der Erhaltung des natürlichen Nährstoffkreislaufes im Wald.

2.3.4.1 Pilze

Birke

Die Birke ist hinsichtlich der Pilzflora die am besten untersuchte Art unter den drei betrachteten Pionierbaumarten.

Als erstes seien die wichtigsten Pilze an der Birke aus BUTIN (1996) erwähnt:

- Birkenporling (*Piptoporus betulinus*)
Der Birkenporling befällt als Schwächeparasit vor allem ältere oder geschwächte Birken (zum Beispiel schlechter sozialer Stellung) (BUTIN 1996; JAHN 2005). Dabei dringt er über Aststummel und freiliegendes Holz in den Stamm ein und verursacht dann eine sich stammabwärts entwickelnde Braunfäule. Erst nachdem ein Stammstück abgestorben ist bildet der Pilz nierenförmige Fruchtkörper. Wie es der Name besagt, ist der Birkenporling ganz auf den Befall von Birken beschränkt. Birken mit Birkenporling-Fruchtkörpern (Abbildung 8) sind stark bruchgefährdet (BUTIN 1996).
- Der Birkenrost (*Melampsorium betulinum*)
Als Rostpilz, welcher einen Wirtswechsel durchläuft, bildet der Birkenrost die Spermogonien im Frühling auf der Lärche (*Larix decidua*) (BUTIN 1996). Daraus entwickeln sich orange Äcidien, deren Äcidiosporen auf Birkenblättern die Entwicklung von gelben Uredolagern auf der Blattunterseite auslösen. Im Herbst werden die Teleutosporen gebildet und daraus entstehen im darauffolgenden Frühling die Basidiosporen, welche wieder Lärchennadeln befallen können. Der Pilz kann aber auch in den Lärchenknospen überwintern und auf den frisch austreibenden Nadeln erneut Äcidien produzieren.
Der Autor sieht in diesem Rostpilz vor allem Gefahr für Baumschulen. Befallene Bäume sind anfälliger für einen Befall durch weitere Krankheitserreger und sind frühfrostopfindlicher als gesunde Birken. Ist eine Birke stark vom Birkenrost befallen kann das vorzeitigen Blattfall verursachen (HELFER 2000). Vom Birkenrost befallene Bäume sind anfälliger gegenüber dem, vor allem in Baumschulen vorkommenden, Myxosporium-Triebsterben (verursacht von *Discula betulina*/*Myxosporium devastans*, Teleomorphe *Ophiognomonia intermedia*).
- Nectria-Krebse der Esche (Erreger: *Nectria galligena*) und der Buche (Erreger: *Nectria ditissima*, Anamorphe *Cylindrocarpon willkommii*)
Beide Pilze können auch Birken befallen und auffallende Krebswunden mit im Frühling sichtbaren roten Peritheciën bilden (BUTIN 1996).



Abbildung 8 Fruchtkörper des Birkenporlings (*Piptoporus betulinus*) an der Birke.

Foto: Simone Bachmann

In den folgenden Absätzen werden die Erkenntnisse aus der Forschung von Pilzen an Birken zusammengefasst.

Zur Identifikation der am Birkensterben von Schottland beteiligten Pilze führte GREEN (2004) Pilzisolierungen aus gesunden und erkrankten Birkenzweigen durch. Es wurden fünf Standorte in Schottland mit vorkommendem Birkensterben beprobt. Unter allen nachgewiesenen Arten aller beprobten Äste (gesunde und kranke) waren die Arten *Melanconium bicolor*, *Discula betulina* und *Fusarium avenaceum* am häufigsten. *Maarssonina betulae* und *Fusarium avenaceum* waren jedoch die auf den erkrankten Birkenästen am häufigsten isolierten Arten. Für Birken sämlinge konnte GREEN (2004) die in Tabelle 11 zusammengefassten Pathogenitäten der isolierten Pilze nachweisen.

Pilzart	Wirkung auf <i>Betula pendula</i>
<i>Melanconium bicolor</i>	kleinere Wunden an verletzten Trieben und Stämmen
<i>Discula betulina</i>	Wunden an Stamm, Trieben und unverletzten diesjährigen Trieben
<i>Marssonina betulae</i>	Wunden an Trieben und Absterben der Triebe, dies an verletzten und nicht verletzten Trieben
<i>Fusarium avenaceum</i>	begrenzte Wunden an Stamm
<i>Godronia urceolus</i>	nicht pathogen
<i>Anisogramma virgultorum</i>	vorzeitiger Blattfall und somit Veränderung der Disposition des Baumes für andere Krankheitserreger

Tabelle 11 Auswahl pathogener Pilze und ihre Wirkung auf *Betula pendula*.

Anm. Isolierte Pilzarten mit nachgewiesener Pathogenität aus erkrankten und gesunden Birkenästen aus Schottland mit Ihrer Wirkung auf *Betula pendula*.

Quelle: (GREEN 2004), ausser *Anisogramma virgultorum* (GREEN 2005)

Beim Birkensterben in Schottland wurden *Anisogramma virgultorum* und *Marssonina betulae* als hauptverursachende Pathogene beschrieben (DE SILVA et al. 2008; GREEN 2005). Auch in der Schweiz wurde *Anisogramma virgultorum* an *Betula pubescens* nachgewiesen (FROIDEVAUX et al. 1972). *Discula betulina* wird nicht als Hauptverursacher des Birkensterbens gesehen, ist jedoch als Blattpathogen auf Birke bekannt (DE SILVA et al. 2008; GREEN 2005; GREEN et al. 2007). Dieser Pilz, die Anamorphe von *Gnomonia intermedia* wurde neben Grossbritannien und Nordamerika auch im kontinentalen Europa nachgewiesen (PHILLIPS et al. 1992; SINCLAIR et al. 2005).

Bei finnischen Untersuchungen wurden *Phytophthora cactorum*, *Fusarium avenaceum* und *Godronia sp.* aus Stammwunden an Birken in allen drei untersuchten Baumschulen isoliert (LILJA et al. 1996). Etwas weniger häufig, aber ebenfalls an Birkenstammläsionen isoliert wurden: *Alternaria alternata*, *Botrytis cinerea*, *Chaetomium sp.*, *Cladosporium herbarum*, *Mucor sp.*, *Phoma sp.*, *Phomopsis sp.*, *Rhizoctonia sp.*, *Trichothecium roseum* und zwei weitere nicht identifizierte Pilze. Bei Untersuchungen von *Godronia multispora* und *Fusarium avenaceum* von ROMAKKANIEMI (1986) stellte sich heraus, dass *Betula pendula* anfälliger gegenüber diesen Pilzen ist als *Betula pubescens*. Dies auf allen untersuchten Bodenarten, im speziellen auf Moorboden. Zudem konnte der Autor nachweisen, dass beide untersuchten Pilzarten pathogen sind (LILJA et al. 1997; ROMAKKANIEMI 1986), jedoch die Pathogenität von *Godronia multispora* noch höher einzustufen ist als diejenige von *Fusarium avenaceum* (ROMAKKANIEMI 1986). Gemäss finnischen Inokulationsversuchen mit *Phytophthora cactorum* zeigen Isolate eine erhöhte Virulenz gegenüber derselben Pflanzenart, aus der sie isoliert wurden (HANTULA et al. 2000). In eben dieser Studie stellte sich heraus, dass aber an verwundeten Birken Isolate von *Phytophthora cactorum* aus anderen Pflanzenarten (zum Beispiel der Erdbeere oder dem Apfelbaum) immer Läsionen verursachten. Isolate von *Phytophthora cactorum* der Birke haben sich ausserdem in 40 % der Proben einer finnischen Untersuchung erfolgreich auf Erlen (*Alnus glutinosa*) etabliert (HANTULA et al. 1997).

Die Anamorphe von *Melanconium betulium* wurde bereits in der Schweiz an *Betula pubescens* als Birkenendopyht nachgewiesen (BARENGO et al. 2000). Die Autoren konnten aus gesund aussehenden Zweigen und Blättern von fünf Standorten in der Schweiz 15 Endophytenarten an Blättern und

19 an Zweigen von *Betula pubescens* isolieren. Am häufigsten in Blättern und Sämlingen wurde *Fusicladium betulae*, die Anamorphe von *Venturia ditricha* und in Zweigen *Ophiovalsa betulae*, die Anamorphe von *Disculina betulina* gefunden (BARENGO et al. 2000; HELANDER et al. 2006). Jeder Baum wies eine eigene Zusammensetzung von Endophyten auf, es konnte kein Zusammenhang mit dem Standort festgestellt werden, ausser, dass mit steigendem NO₂-Gehalt in der Atmosphäre *Ophiovalsa betulae* häufiger anzutreffen ist (BARENGO et al. 2000). HELANDER et al. (2006) konnten jedoch mittels Untersuchungen an Birken (*Betula pendula*) in finnischen Wäldern nachweisen, dass die Bewirtschaftung die Zusammensetzung und die Häufigkeit von Endophyten verändern. In bewirtschafteten Wäldern wiesen die Autoren den geringsten Endophytenbefall nach, in Sämlingen den häufigsten. Die Naturwälder scheinen die grösste Endophyten-Vielfalt aufzuweisen, dies konnten die Autoren jedoch nicht mit statistischer Signifikanz nachweisen. Der Erdwarzenpilz (*Thelephora terrestris*) kann Birkensämlinge bei der Fruchtkörperbildung überwachsen, ist aber gleichzeitig ein wichtiger wirtsunspezifischer Wurzelsymbiont (HELFER 2000).

In Polen wurden die untersuchten Birken von neun parasitischen Pilzarten kolonisiert (ADAMSKA 2005). Dabei sind *Microsphaera ornata* var. *europaea*, *Phyllactinia guttata* und *Melampsorium betulinum* häufig, während *Asteroma leptothyrioides*, *Discula betulina*, *Fusicladium betulae*, *Phyllosticta betulina* und *Septoria betulina* in Polen seltener anzutreffen sind. *Septoria betulae-oderatae* wurde das erste Mal in Polen auf *Betula pubescens* nachgewiesen (ADAMSKA 2005). Ebenfalls in Polen wurde 2010 der Erstdnachweis von *Ophiostoma karelicum* in Birkenbeständen gemacht (JANKOWIAK 2011). Dafür wurden aus sechs sterbenden Birken 28 Frassgänge des Grossen Birken-splintkäfers (*Scolytus ratzeburgi*) gesammelt und daraus 114 Isolate des Pilzes gewonnen. Es sind während des elfwöchigen Versuchs weder Kontrollpflanzen noch inokulierte Pflanzen abgestorben – die zweijährigen Birkensämlinge wiesen aber nekrotische Wunden im Phloem und Splint auf. Der Autor schliesst daraus auf eine mittlere Pathogenität des Pilzes (JANKOWIAK 2011).

Als weitere pathogene Pilze führen *Taphrina betulina* bei Birken zur Hexenbesen-Bildung, der Zunderschwamm (*Fomes fomentarius*) als Schwächeparasit zur Weissfäule und schliesslichem Absterben und auch der gemäss Roter Liste der Schweiz (SENN-IRLET et al. 2007) als „verletzlich“ geltende Schiefe Schillerporling (*Inonotus obliquus*) ebenfalls zur Weissfäule und dem Tod der Birke (HELFER 2000).

Die Pilzflora der Birke weist nicht nur schadenverursachende und parasitäre Pilzarten auf – auch die Vielfalt für die Birke wichtiger Pilzpartner ist nicht zu unterschätzen: ATKINSON (1992) hat in seinem Review die Mykorrhiza-Pilze auf Birken (*Betula pendula* und *Betula pubescens*) zusammengetragen und ist im Jahre 1992 auf 30 Arten gekommen, die meisten aus der Ordnung der *Boletales* und *Agaricales*. HELFER (2000) spricht von hunderten von Arten auf Birke. Speziell erwähnt er unter anderem den allseits bekannten Fliegenpilz (*Amanita muscaria*) (Abbildung 9), den gemäss Roter Liste der Schweiz (SENN-IRLET et al. 2007) als „verletzlich“ geltenden Buntfärbenden Birkenpilz (*Leccinum holopus*) und die „potentiell gefährdete“ Birken-Rotkappe (*Leccinum versipelle*). Auch unter den Lamellenpilzen sind Arten zu finden, welche ausschliesslich oder fast ausschliesslich mit Birken eine Symbiose eingehen – darunter der mit dem Status „verletzlich“ auf der Roten Liste der Schweiz stehende Gelbgestiefelte Schleimkopf (*Cortinarius triumphans*), der Geschmückte Gürtelfuss (*Cortinarius armillatus*) sowie der Vielfarbige Täubling (*Russula versicolor*) (HELFER 2000). RYMAN et al. (1992) bestätigen dieselben gefährdeten Mykorrhiza-Arten auf Birke und fügen den Ziegelroten Täubling (*Russula velenovskyi*) und den Fransen-Milchling (*Lactarius citriolens*) als verletzlich geltende Mykorrhiza-Pilze auf Birke hinzu (SENN-IRLET et al. 2007).



Abbildung 9 Fliegenpilze (*Amanita muscaria*) in der Umgebung von Birken.
Anm. Im Österliwald, Baden. Foto: Simone Bachmann

Auch nach dem Absterben des Baumes weist die Birke eine seltene Diversität an Pilzarten auf. Darunter der gemäss Roter Liste der Schweiz (SENN-IRLET et al. 2007) als „verletzlich“ bezeichneten Birkenfeuerschwamm (= Glatter Feuerschwamm, *Phellinus laevigatus*), der Rötende Schüppling (*Pholiota heteroclita*) und die als „stark gefährdet“ eingestufteten Arten: Abweichender Schüppling (*Pholiota heteroclita*), Lundells Feuerschwamm (*Phellinus lundellii*) und Schwarzer Birkenfeuerschwamm (*Phellinus nigricans*) (HELPER 2000; RYMAN et al. 1992).

Aspe

Unter den Krankheiten, welche nur selten und in epidemischer Entwicklung wirklich Schäden an der Aspe oder anderen Pappeln verursachen, beschreibt BUTIN (1996) folgende:

- Die Marssonina-Krankheit der Pappel, an der Aspe vor allem durch *Marssonina castagnei* ausgelöst, verursacht Blattschädigungen, die bis zu Wachstumsrückgängen führen kann. Die eigentliche Gefahr geht jedoch von Folgeparasiten aus.
- Ähnliche Symptome wie die Marssonina-Krankheit löst auch *Venturia macularis* (Anamorphe: *Pollaccia radiosa*) mit der Pollaccia-Treibspitzenkrankheit der Pappel aus.
- Auch die Pappelroste können zu frühzeitigem Blattfall führen, die Vitalität senken und die Pappel somit anfälliger für andere Krankheiten machen. Auf der Aspe kommen vor allem *Melampsora larici-tremulae* (Wirtswechsel mit Lärchen-Arten (*Larix* sp.)), *Melampsora magnusi-ana* (Wirtswechsel mit Schöllkraut (*Chelidonium majus*) und Lerchensporen-Arten (*Corydalis* sp.)) und *Melampsora rostrupii* mit einem Wirtswechsel auf Bingelkraut (*Mercurialis perennis*) als Erreger vor.
- Der Erreger des Pappel-Rindenbrandes *Hypoxylon mammatum* ist gefürchtet, jedoch nur selten und in Bergregionen Mitteleuropas nachgewiesen worden.

Diverse Untersuchungen zu der Pilzflora an der Aspe haben zu den folgenden Erkenntnissen geführt:

Jeder Teil der Aspe scheint für die Pilze ein geeignetes Substrat zu sein. Der Katzenbecherling (*Ciboria caucus*) fruktifiziert zum Beispiel auf Kätzchen aus dem letzten Jahr und *Taphrina johansonii* auf den Früchten (RYMAN et al. 1992). Auf gefallenem Aspenlaub findet man den Weiss-scheibigen Pappelholz-Kugelpilz (*Leucostoma niveum*), den Stengelbecherling (*Hymenoscyphus phyllogenus*), das Linsen-Fadenkeulchen (*Typhula phacorrhiza*) und der „vom Aussterben bedrohte“ Pappelschwindling (*Marasmius tremulae*) (RYMAN et al. 1992; SENN-IRLET et al. 2007).

In Italien wurde im Jahre 2007 erstmals das Aspensterben, verursacht von Pilz *Fusicoccum aesculi* (Teleomorphe: *Botryosphaeria dothidea*), beobachtet, welches mit einer Gelbfärbung der Blätter begann, dann Blattfall und Krebse an Ästen und Stamm verursachte und schliesslich zum Absterben des Baumes führen konnte (GRASSO et al. 2010). Meist waren 20-jährige Aspen betroffen, die Autoren schreiben jedoch auch von 100-jährigen Bäumen, welche dem Pilz erlegen sind. Ferner hatte die Aspe lange Zeit den Ruf als grosser Konkurrent von Koniferen, da sie der Zwischenwirt für den Kieferndrehrost (*Melampsora pinitorqua*) ist und dieser verheerende Schäden an jungen *Pinus*-Arten anrichten kann (KLINGSTRÖM 1963). Auch BUTIN (1996) bestätigt die Aspe als Dikaryontenwirt des Kieferndrehrostes. In der Schweiz wurde *Melampsora pinitorqua* jedoch in keinem Forstschutz-Überblick (WSL 2012) der letzten 14 Jahre erwähnt und kann deshalb als kein schwerwiegendes Problem der Wälder unseres Landes angesehen werden. In vitro - Versuche mit dem Säen von Äcidiosporen auf drei verschiedenen Nährmedien (organischen und nicht organischen Inhaltes) ergaben zudem, dass keine spezifischen Nährstoffanforderungen seitens der Rostpilze vorhanden sind (MORICCA et al. 2000).

Von WAGENFÜHR (2000) wurden unter anderem folgende Holzschädlinge auf der Aspe beschrieben: *Collybia velutipes*, *Pholiota destruens*, *Pleurotus ostreatus*, *Polyporus igniarius*, *Polysticus hirsutus*, *Poria spp.* und *Schizophyllum commune*. Der Pappelschüppling (*Pholiota destruens*) und der verwandte Sparrige Schüppling (*Pholiota squarrosa*) können als Wurzelparasiten und Weissfäuleerreger an Pappeln auftreten (BUTIN 1996).

Auch auf der Aspe kommen nicht nur parasitierende und schädliche Pilze vor: Auf einer einzigen Aspe wurden in Estland 122 Ektomykorrhiza-Pilzarten in 103 Wurzelproben nachgewiesen, die geschätzte Artenzahl dürfte, gemäss Autoren, aber sogar bei 180 – 200 Arten liegen (BAHRAM et al. 2011). Zu diesen Mykorrhizasymbiosepartner der Aspe zählen die Espen-Rotkappe/Weisstielige Rotkappe (*Leccinum aurantiacum*), der Haingürtelfuss (*Cortinarius lucorum*), der Lilablättrige Schleimfuss (*Cortinarius delibutus*) und der auf der Roten Liste als „verletzlich“ kategorisierte Rosascheckige Milchling (*Lactarius controversus*) (RYMAN et al. 1992; SENN-IRLET et al. 2007).

Auf Aspentholz kommen – nebst häufigeren Arten – einige Pilzarten der Roten Liste (SENN-IRLET et al. 2007) vor, zum Beispiel auch der als „verletzlich“ eingestuftes Espen-Feuerschwamm (*Phellinus tremulae*) und die Becherkoralle (*Clavicornia pyxidata*) sowie die stark gefährdeten Arten Fuchsroter Schillerporling (*Inonotus rheades*) und Espen-Rindenpilz (*Peniophora polygonia*) (RYMAN et al. 1992).

Weide

Schäden an Knospen, Trieben und Ästen von Weiden (verursacht durch *Marssonina saliciola*, *Cytospora salicis*, *Pollaccia sliciperda*, *Rhytisma salicinum*, *Pollaccia saliciperda* und weitere) scheinen häufig aufzutreten – die Salweide wird jedoch kaum als bevorzugter Wirt genannt (BUTIN 1996). *Melampsora*-Arten können jedoch, ähnlich wie beim Pappel-Rost, Welke und Wachstumshemmungen an Weiden verursachen und die Weiden für weitere Parasitenabwehr schwächen.

Von den pilzverursachten Fäulen erwähnt BUTIN (1996) nur wenige, hier die wichtigsten:

- Die Anis-Tramete (*Trametes suaveolens*) parasitiert vorwiegend lebende Weiden, wo sie auch eine Rotfäule bewirken kann.
- Der Sparrige Schüppling (*Pholiota squarrosa*) befällt neben Pappeln auch Weiden und tritt auch dort als Wurzelparasit und Weissfäuleerreger auf.
- Ebenfalls als Weissfäuleerreger an Weiden gilt der Schuppige Porling (*Polyporus squamosus*) - welcher zudem Fruchtkörper bis zu einem halben Meter breit bilden kann – und der Gemeine Feuerschwamm/Falsche Zunderschwamm (*Phellinus igniarius*).

Nur wenige Untersuchungen über Pilze an der Salweide wurden gefunden. Die Resultate dieser sollen in den folgenden Absätzen zusammenfassend beschrieben werden.

TRINKAUS et al. (2005) haben die Pilzflora in kurzumtriebenen (2-4 Jahre) Energieholzkulturen in der Steiermark untersucht und die Pilze, welche den Ertrag stark verringern können, indentifiziert. Die Versuche waren auf *Salix viminalis* ausgelegt, die zwei häufigsten Schadenserreger, *Melampsora salicina* agg. und *Trametes suaveolens*, wurden jedoch beide schon in Europa auf *Salix caprea* nachgewiesen.

Der auf Aspenkätzchen fruktifizierende Katzenbecherling (*Ciboria caucus*), kommt auch auf Weidenkätzchen vor, richtet aber kaum Schaden an (RYMAN et al. 1992). Weiter wurden in Polen acht parasitierende Pilze auf der Gattung *Salix* nachgewiesen (ADAMSKA 2005). Die vier häufigsten waren *Melampsora allii-fragilis*, *Melampsora caprearum* (auf *Salix caprea* isoliert), *Melampsora epitea* und *Uncinula adunca*. Seltener kommen in Polen *Marssonina salicicola*, *Phyllosticta salicicola*, *Septoria salicicola* und *Trimmatostroma betulinum* vor .

RYMAN et al. (1992) beschreiben nur wenige Mykorrhizapilze auf *Salix* spp.: *Alnicola amarescens*, *Cortinarius erythrinus*, *Cortinarius saturninus*, *Cortinarius uliginosus*, *Hebeloma fusisporum*, *Tricholoma cingulatum* und die gemäss Roter Liste (SENN-IRLET et al. 2007) "verletzlichen" *Hebeloma pumilum* und *Hebeloma tomentosum* sowie der "stark gefährdete" *Lactarius aspideus*.

Grösser ist die Vielfalt auf Weidentotholz (*Salix* spp.). Es werden der Graugelbe Rauchporling (*Bjerkandera fumosa*), der Blutrote Weidenrindenschwamm (*Cytidia salicina*), der Rötende Blätterwirrling (*Daedaleopsis confragosa*), der Kreiseldrübling (*Exidia recisa*), die Anistramete (*Trametes suaveolens*), das Graurote Hängezähnnchen (*Kavinia himantia*), der Gelbstieliger Muschelseitling (*Panellus serotinus*), der Muschelförmige Feuerschwamm (*Phellinus conchatus*), der Polsterförmige Feuerschwamm (*Phellinus punctatus*), die Anistramete (*Trametes suaveolens*) und die gemäss Roter Liste (SENN-IRLET et al. 2007) als „verletzlich“ eingestufte Tabakbraune Borstenscheibe (*Hymenochaete tabacina*) sowie die „stark gefährdeten“ Weiden-Scheinflechtenpilz (*Hypocreopsis lichenooides*) und Anis-Sägeblättling (*Panus suavissimus*) (RYMAN et al. 1992).

2.3.4.2 **Bakterien**

Bakterien wird als Krankheitserreger von Pflanzen oft zu wenig Beachtung geschenkt. Die Schäden dieser Organismengruppe sind jedoch mindestens so bedeutsam wie die der Pilze oder Insekten. Meist treten Bakterien über Wunden in den (geschwächten) Baum ein und bewegen sich über das Gefässsystem oder von Zelle zu Zelle fort. Ein aktuelles Beispiel für Schäden an Bäumen ist das Bakterium *Erwinia amylovora* (DUFFY et al. 2005), welches als Erreger des Feuerbrandes in der Ostschweiz grosse Schäden angerichtet hat. Jedoch nicht alle Bakterien schaden ihren Wirten – zu den Endophyten, welche im letzten Absatz dieses Kapitels „Bakterien“ erwähnt werden, gehören viele für die Birke harmlose Arten.

BUTIN (1996) beschreibt den von *Xanthomonas populi* subsp. *populi* (Synonym *Aplanobacter populi*) verursachten Bakterienkrebs der Pappel, welcher über Blattnarben oder Knospen eindringt und zu Nekrosen führen kann. Das verwandte Bakterium *Xanthomonas populi* subsp. *salicis* verursacht ähnliche Krankheitssymptome auf Weiden. Das Ausmass des Krebses ist jedoch stark von der Art und dem Gesundheitszustand des Wirtes abhängig. Weiter erwähnt der Autor die Bildung eines Hexenbesen – bei der Aspe meist an kräftigen Jahrestrieben – durch das Einwirken von Mykoplasmen (parasitäre Bakterien, welche sich stark selbst vermehren) und Baumtumore an Weiden und Pappeln, verursacht durch *Agrobacterium tumefaciens*.

Als unsicher beschreibt BUTIN (1996) die Schadwirkung von *Erwinia salicis* (Synonym: *Pseudomonas saliciperda*): Es handelt sich um ein Bakterium, welches in und auf gesunden Weiden leben kann, jedoch auch für die Wasserzeichenkrankheit der Weide (Welke und Holzverfärbungen) verantwortlich gemacht wird.

Erkenntnisse einer schottischen Studie zeigen, dass die oberirdischen endophytischen Bakteriengesellschaften sich signifikant von den unterirdischen unterscheiden, jedoch können keine signifikanten Unterschiede in den Bakteriengesellschaften verschiedener Baumarten gefunden werden (IZUMI et al. 2008). Beprobte wurden *Pinus sylvestris*, *Betula pendula* und *Sorbus aucuparia* in Mischwäldern von Schottland. Auf Birke wurden folgende kultivierbaren Bakterien am häufigsten isoliert: *Plantibacter auratus*, *Renibacterium salmoninarum*, *Acinetobacter calcoaceticus*, *Bacillus licheniformis* und *Bacillus subtilis* (IZUMI et al. 2008).

2.3.5 Moose und Flechten

Epiphytische Moose und Flechten können als Zeigerpflanzen genutzt werden, da die Habitatansprüche (zum Beispiel saubere Luft, Habitatkontinuität, hohe Luftfeuchte etc. (KUUSINEN 1996b)) gewisser Artengruppen verhältnismässig gut untersucht sind. Die Diversität der epiphytischen Flechten und Moose an Birken, Aspen und Weiden wurden bis jetzt primär in Nordeuropa untersucht, dem ausgedehnteren Vorkommen dieser Baumarten wegen. Es folgen die Erkenntnisse verschiedenster Analysen zur Flechten- und Moosvielfalt an Birken, Aspen und Weiden – zuerst allgemein, dann spezifisch zu den einzelnen Baumarten.

Mit einer Studie in Estnischen Naturwäldern konnte gezeigt werden, dass das Vorhandensein von Aspen einen grossen Einfluss auf die Waldflechtenarten hat (JÜRIADO et al. 2003). In derselben Studie wurden auf der Aspe von 14 Baumarten die grösste Flechtenartenanzahl (über 100 Arten) nachgewiesen, an zweiter Stelle stand *Betula* spp. (*Betula pendula* und *B. pubescens*) mit knapp 80 Flechtenarten und *Salix caprea* lag mit ungefähr 30 Flechtenarten an viertletzter Stelle. KUUSINEN (1994b) konnte allerdings in Finnland auf 125 Salweiden total 104 Flechtenarten nachweisen – 13 dieser Arten bevorzugen in borealen Nadelwäldern speziell alte Salweiden.

Auf Aspen konnte KUUSINEN (1994a) nicht derart hohe Artenzahlen bestätigen wie die oben genannten Autoren. Mit total 75 Flechtenarten wiesen die Aspen eine deutlich geringere Artenvielfalt auf als die Salweide, welche von demselben Autor in einer nur halb so grossen Stichprobenmenge untersucht wurde (KUUSINEN 1994a; b). Die geringere Artenvielfalt auf der Aspe, dürfte auf das Vorkommen von Moosen und dominanten Arten sowie den verhältnismässig hohen pH-Wert der Rinde zurückzuführen sein, welcher vor allem Spezialisten unter den epiphytischen Flechten und Moosen ein wertvolles Habitat bietet (KUUSINEN 1994a). Zu erwähnen ist hier auch das Vorkommen von Blattflechten in Finnland mit Cyanobakterien als Photobionten, sowohl auf der Salweide wie auch auf der Aspe (KUUSINEN 1994a). Diese „cyanobakteriellen Flechten“ (engl. cyanobacterial macrolichens) auf Aspen wurden als wichtige Zeigerarten für Habitatkontinuität gefunden, sie waren vor allem in Altbeständen zu finden (KUUSINEN 1996b).

	<i>Betula pendula</i>	<i>Populus tremula</i>	<i>Salix caprea</i>
Flechtenartenzahl Süd	38	29	44
Flechtenartenzahl Mitte	41	42	65
Moosartenzahl Süd	16	20	15
Moosartenzahl Mitte	13	20	15
Gesamtartenzahl Süd	54	49	59
Gesamtartenzahl Mitte	54	62	80

Tabelle 12 Artenzahlen von Moosen und Flechten in Mittel- und Südfinnland.
Quelle: KUUSINEN (1996a)

KUUSINEN (1996a) kommt bei dieser späteren Studie (Tabelle 12) auf noch tiefere Artenzahlen als in früheren Untersuchungen (KUUSINEN 1994b) und auch die Erkenntnisse von JÜRIADO et al. (2003) übertreffen diese Zahlen. Im mittelborealen Finnland stiessen die Autoren bei diesen Untersuchungen auf die grösste Diversität an Moosen und Flechten. Auf der Birke, der Aspe und der Weide konnten von JÜRIADO et al. (2003) mehr Flechten- als Moosarten nachgewiesen werden. Die Gesamtbiodiversität erwies sich in dieser Studie auf der Salweide am grössten, vor allem auf Grund ihrer gros-

sen Flechtenartenzahl, was mit dem Verhältnis von KUUSINEN (1994a; 1994b) übereinstimmt und den gefundenen höheren Artenzahlen für die Aspe im Verhältnis zu den anderen Baumarten von JÜRIADO et al. (2003) widerspricht.

Auch in der Schweiz wurde die Flechtenflora untersucht und detaillierte Vergleiche zwischen dem Mittelland und den Voralpen angestellt, allerdings wird im Bericht kein Bezug zu einzelnen Wirtspflanzen genommen (DIETRICH et al. 1997). In der Schweiz sind zur Zeit 1679 Flechten-Taxa (Arten, Unterarten, Varietäten und Formen) bekannt (CLERC 2004), 786 Arten davon wurden für die Rote Liste analysiert (SCHEIDEGGER et al. 2002). Es stellte sich heraus, dass 230 der baumbewohnenden Arten in der Schweiz (respektive 44 % aller 520 untersuchten baumbewohnenden Flechtenarten) gefährdet sind (SCHEIDEGGER et al. 2002). SCHEIDEGGER et al. (2009) weisen darauf hin, wie wichtig der Einbezug von Flechtengesellschaften in die Ausscheidung von Waldreservaten, Mittelwäldern, Wytweiden etc. ist. KUUSINEN et al. (1998) empfehlen auch die Wirtschaftswälder für Flechten attraktiver zu gestalten, in dem die Umtriebszeit verlängert und die Habitatheterogenität vergrössert wird.

Birke

In Schweden wurden in Birkenwäldern ungefähr 140 und in Fichtenwäldern 250 Flechtenarten gefunden (BERG et al. 1995). WANNEBO-NILSEN et al. (2010) zeigen in ihrer Studie aus Norwegen, dass die Flechten-Diversität in gemischten Beständen höher ist als in reinen Fichten- respektive Birkenbeständen. Die tendenziell lichtereren und trockeneren Birkenbestände sowie die saure Borke der Birke versprechen hingegen eine kleine Moos-Artenvielfalt (BARKMAN 1958; FELTON et al. 2010).

Wie COPPINS (1984), der in Grossbritannien 235 Flechtenarten auf der Birke nachgewiesen hat, beschreibt auch KUUSINEN (1996b) die Epiphytenflora der Birke als arm und der Epiphytenflora auf *Pinus*-Arten gleichend.

Aspe

HAZELL (1999) untersuchte das Vorkommen und die Häufigkeit von den vier in Mittelschweden häufigsten epiphytisch lebenden Moosen (*Nyholmia obtusifolia*, *Orthotrichum speciosum*, *Pylaisia polyantha*, *Radula complanata*). Er fand heraus, dass nur wenn die Aspen im Bestand einen BHD grösser als 24 cm aufwiesen, eine erhöhte Aspensdichte einen positiven Einfluss auf *Orthotrichum obtusifolium*, *Pylaisia polyantha* und *Radula complanata* (Abbildung 10) hatte. Erklärungen für die höhere Bryophyten-Dichte auf dickeren Aspen vermuten HAZELL et al. (1998) in der grösseren Oberfläche (grössere Aufnahmefläche für Sporenanflug), der im Gegensatz zu jüngeren Bäumen veränderten Borkenrauhigkeit, der chemischen Zusammensetzung und der Feuchtigkeit von Borke älterer Aspen (BARKMAN 1958). Auch OJALA et al. (2000) beschreiben die Vielfalt epiphytischer Moose als positiv mit der Aspenhäufigkeit korreliert.

Für eine Förderung der epiphytischen Moose auf der Aspe wird eine Förderung der Aspe auf der regionalen anstatt der lokalen Ebene empfohlen (HAZELL et al. 1998). Der Fokus sollte vor allem auf ältere Bäume gerichtet werden, denn diese weisen die erforderliche Habitatkontinuität auf, haben eine rauhere Rinde für bessere Haftung von Epiphyten und weisen einen erhöhten pH an der Borke auf, was tendenziell für eine grössere Flechtenvielfalt spricht (KUUSINEN et al. 1998; ULICZKA 1999).

Obwohl die Birke früher von Flechten besiedelt wird (auf Grund ihrer früh aufreissenden Borke), wies die Aspe in Schwedischen Untersuchungen eine speziellere Flechtenvielfalt, an von Auge gut bestimmbar Flechten, auf: sechs von den elf auf der Aspe nachgewiesenen Arten kamen nur auf der Aspe vor – alle neun auf der Birke gefundenen Flechtenarten wurden hingegen auch auf anderen Baumarten nachgewiesen (ULICZKA 1999). KUUSINEN et al. (1998) fanden aus 142 Flechtenarten 22 auf Aspen spezialisierte (einige kommen selten jedoch auch auf *Salix caprea* vor). Die im Rahmen dieser Schwedischen Studie nur auf Aspe nachgewiesenen Flechtenarten sind *Anaptychia ciliaris*, *Peltigera praetextata*, *Ramalina farinacea*, *Xantoria parietina* sowie die Zeigerarten *Collema sub-*

nigrescens und *Leptogium saturnium* (ULICZKA 1999). *Ramalina farinacea* wurde jedoch in Estland auch auf der Birke gefunden (JÜRIADO et al. 2003).

Mit einer schwedischen Studie in 18 Aspenbeständen wurden 51 Makroflechten (engl. macrolichen) nachgewiesen, darunter sollen sich 15 Arten befinden, welche sich auf die Aspe spezialisiert haben (HENDENÅS et al. 2000).

Weide

Auch Untersuchungen zur Moos- und Flechtenfauna der Salweide wurden primär in Nordeuropa durchgeführt. So hat zum Beispiel KUUSINEN (1994b) die Baumart genauer unter die Lupe genommen und konnte darauf in Schweden 104 Flechtenarten nachweisen. Die Moos- und Flechtendiversität auf der Salweide weist einige Parallelen zu derjenigen der Aspe auf (JÜRIADO et al. 2003; KUUSINEN 1994a; b).



Abbildung 10 Gewöhnliches Kratzmoos (*Radula complanata*), eine Lebermoosart.

Foto: Keith C. Bowman

Quelle: <http://www.esf.edu/efb/kimmerer/mossecology/liverworts.htm>

2.4 Gesellschaftliche Bedeutung

Was bedeutet der Wald der Gesellschaft? Gemäss der aktuellsten Bevölkerungsumfrage im Kanton Aargau mit 882 befragten Aargauerinnen und Aargauern (DEPARTEMENT FÜR BAU VERKEHR UND UMWELT 2012a) sehen sie den Wald primär als Ort der Erholung und Entspannung. Mehr als drei Viertel der befragten Personen bevorzugen die generelle Räumung toter Bäume bei einem Schaden und eine anschliessende Pflanzung.

In den nachfolgenden Kapiteln wird auf die gesellschaftliche Bedeutung der Birke, der Aspe und der Salweide eingegangen.

2.4.1 Die Birke (*Betula pendula*)

Birkensaft

Der im Finnischen „Mahla“ genannte Saft der Birke wird schon seit Jahrhunderten gewonnen (TSCHIRPKE 2006). Susanna Maaranen gründete mit Ihrem Mann die Firma Oy Aurinkolehto LTD für die kleinindustrielle Herstellung von Birkensaft; sie beschreibt die Wirkung des Birkensaftes als lindernd bei Pollenallergien, Kopfschmerzen, Magenreizungen und rheumatischen Gelenkerkrankungen. Systematische Untersuchungen über die Gesundheitswirkungen bestehen bis heute nicht. In Deutschland werden für Kosmetikprodukte wie Shampoo, Badezusätze etc. jedes Jahr 85'000 Liter Birkensaft benötigt (HÄNE 2000). Durch Gären wird Birkenwein hergestellt, früher eine bekannte Volksmedizin (HEGI 1981).

Zweige/Junge Bäume

Weil die Birken mit ihrem Austrieb im Mai von der Gesellschaft als Frühjahrsboten wahrgenommen werden, finden Zweige oder ganze Bäume als Dekoration und Symbol der Jugend und Fruchtbarkeit an Frühlingsfesten (zum Beispiel Maibaum, Fronleichnamsbirken) Verwendung (HÄNE 2000; HEGI 1981). Weiter wurden die Zweige zum Schutz vor Krankheiten, Insektenplagen und Dämonen sowie als Blitzableiter eingesetzt (HEGI 1981). Auch zur Besen- und Bürstenherstellung, als Viehfutter sowie zur Reinigung von Weinessig wurden in der Vergangenheit häufig Birkenzweige verwendet (BOULTON et al. 1946). Noch heute werden Birkenzweige in Nordeuropa im Saunaritual verwendet (HÄNE 2000).

Blätter

Birkenblätter werden als Arzneimittel harntreibend und Salz ausscheidend eingesetzt (DÜLL et al. 2011). In der Volksmedizin werden den Birkenblättern auch Blutreinigung und Haarwachstum zugeschrieben.

Rinde	<p>Aus der Birkenrinde lassen sich verschiedene Schichten nutzen (HEGI 1981). Aus der weissen, ledrigen Korkschicht wurde früher hauptsächlich in Russland und Polen Birkenteer hergestellt, welcher als Konservierungsmittel sowie Wagenschmiere genutzt wurde. Als Destillat weiterverarbeitet entstand das „Birkenöl“. Des Weiteren wurde die Rinde in der Gerberei, Färberei und als Schreibpapier verwendet (DÜLL et al. 2011; KLEINSCHMIT 1998).</p> <p>Rindenstücke dienten zudem als Fussbodenbelag (ATKINSON 1992). Schachteln, Tabakdosen, Körbe, Schuhe, Kleider, Matten, Fackeln, Verkleidungen von Kanus, Dachbedeckungen etc. wurden – respektive werden teilweise immer noch – im Norden aus der dekorativen Birkenrinde gefertigt (HÄNE 2000; HEGI 1981).</p> <p>Aus dem Betulin, welches in der Birkenrinde hoch konzentriert vorkommt, kann Betulinsäure hergestellt werden, die sich bereits als wirksamer Hemmstoff von Krebszellen und als Anti-Malaria-Wirkstoff bewiesen hat (FROHNE 2006).</p>
Holz	<p>Als edles „Cheminéeholz“ wurde und wird die Birke gerne verwendet und der Russ von Birkenholz wurde als Druckerschwärze genutzt (HÄNE 2000).</p>
Namen	<p>„<i>Betula</i>“ als Gattungsname stammt von den Römern – „betu“ bedeutet „Harz ableiten“ und der Birkensaft wurde einst als Bitumen verwendet (HÄNE 2000).</p> <p>Als Flurbezeichnungen weisen Birrholz, Birchbühl, Birch, Birchengraben, Bilchenmoos, Birrenmoos, Bilchegg etc. auf ein (früheres) Vorkommen von Birken hin (HEGI 1981).</p> <p>Auch Familiennamen wurden von der Birke abgeleitet: Bircher, Brichmeier, Prikmeier etc. zeugen noch heute davon (HÄNE 2000).</p>
Birkenporling	<p>Das durch die Braunfäule zersetzte und leicht pulverisierbare Holz wurde in der Schweiz als Uhren-Politur verwendet (RYMAN et al. 1992).</p> <p>Es wird angenommen, dass der Fruchtkörper des Pilzes in der Steinzeit als Antibiotikum gedient hat – auch Ötzi trug bei seinem Tod einen bei sich (HELFER 2000).</p>
Landschaft	<p>Wird gerne als Alleebaum gepflanzt (HEGI 1981).</p> <p>Die Birke schützt an kargen, baumlosen Hängen vor Erosion (HÄNE 2000).</p>
Brauchtum	<p>Die Kelten, Germanen und Slawen verehrten die „Braut des Waldes“ in ihrer Kultur, zum Beispiel ritten die Hexen auf Besen aus Birkenholz (HÄNE 2000).</p> <p>In Finnland wird die Birke als Nationalbaum mit kultureller und landschaftlicher Bedeutung gesehen (HYNENEN et al. 2009).</p>

Bauernregeln	Am Allerheiligen geh' in den Wald, nimm von der Birke einen Span, und da siehst du es ihm an, ob der Winter warm ist oder kalt (HÄNE 2000). Ist der Span trocken wird ein warmer Winter anrucken; aber ist er nass genommen, wird ein kalter Winter kommen. Halten Birk' und Weid' ihr Wipfellaub lange, ist zeitiger Winter und gut Frühjahr im Gange (HÄNE 2000). Fliesst im Dezember noch der Birkensaft, dann kriegt der Winter keine Kraft (HÄNE 2000).
Lyrik	Ein Russischer Dichter, Sergey Esenin, beschreibt die Birke in seinen Werken (HÄNE 2000). Wilhelm Busch widmet der Baumart eine Poesie mit dem Titel „Die Birke“ (MAIL-BRANDT 2012). Ein bekanntes Schweizer Kinderbuch trägt den Titel „Birnbaum, Birke, Berberitze“ (CARIGIET 2012).
Lieder	Es soll ein Lied mit dem Titel „Drei weisse Birken“ geben (HÄNE 2000).

2.4.2 Die Aspe (*Populus tremula*)

Kittharz Propolis	Ein von Bienen aus <i>Populus</i> -Knospen gesammelter Stoff, welcher volkstümlich äusserliche und innerliche Anwendung mit antiviraler, fungizider und antibakterieller Wirkung fand. Propolis hat jedoch wegen der Kaffeesäureester ein beachtliches allergenes Potential (FROHNE 2006).
Zweige/Junge Bäume	Über die Verwendung von Zweigen und jungen Bäumen der Aspe ist nichts bekannt.
Blätter	Die Blätter sind als Viehfutter geeignet und wurden früher als Färbemittel eingesetzt (DÜLL et al. 2011).
Rinde	Die Rinde der Pappeln wurde einst, zusammen mit den Pappelblättern, als Färbemittel für Grün- und Gelbtöne verwendet (DÜLL et al. 2011).
Holz	Die altrussische Holzarchitektur verwendete Aspenholzschildeln zur Dachdeckung (TAMM 1994). Heute wird Pappelholz noch für die Herstellung von Zündhölzern und Kisten verwendet und in gewissen Ländern Plantagenwirtschaft für die Zelluloseherstellung betrieben, da Pappeln einen geringen Anteil Lignin haben (DÜLL et al. 2011).
Namen	Die Deutsche Namensgebung „Zitterpappel“ ist auf die stark zitternden Blattbewegungen der Art zurückzuführen, wobei „Pappel“ ein Lehnwort sei (DÜLL et al. 2011).
Landschaft	Die Aspe wird neben ihrem Vorkommen in Wäldern als Parkbaum gepflanzt (DÜLL et al. 2011). Als Allee-Baum findet sie wegen der im Wind schnell brechenden Äste weniger Verwendung.
Brauchtum	Es ist kein Brauchtum mit der Aspe bekannt.
Bauernregeln	Es sind keine Bauernregeln mit der Aspe bekannt.

Lyrik Es ist keine Lyrik mit der Aspe bekannt.

Lieder Es sind keine Liedtexte mit der Aspe bekannt.

2.4.3 Die Salweide (*Salix caprea*)

Zweige/Junge Bäume Die Salweide ist eine optimale Bienenweide und wird auch in der Bienenzucht eingesetzt (AMANN 1993). Auch Schmetterlinge und Fliegen benutzen den Frühblüher häufig als Pollen- und Nektarquelle (DÜLL et al. 2011).

Die Bedeutung von Weidenzweigen als Ziegenfutter war früher um einiges grösser als heute (DÜLL et al. 2011).

Blätter Die Weidenblätter fanden auf Grund des ebenfalls hohen Salicin-Gehaltes die selbe arzneiliche Verwendung wie die Weidenrinde (DÜLL et al. 2011).

Rinde Die Rinde einiger Weiden weist einen hohen Salicingehalt auf (FROHNE 2006). So wird die Weidenrinde oft als Teeaufguss bei Fieber, Kopfschmerzen und rheumatischen Erkrankungen getrunken. Heute finden synthetische Salicylsäurederivate in der Allgemeinmedizin häufige Verwendung, zum Beispiel Aspirin (DÜLL et al. 2011). Weiter wurde die gerbstoffreiche Rinde zur Herstellung von Birkenteer und zum Ledergerben verwendet (DÜLL et al. 2011).

Holz Auf Grund seiner Leichtigkeit und geringen Dauerhaftigkeit wird das Weidenholz für Schnitzereien, Holzschuhe, Zahnstocher und Kisten verwendet (AAS et al. 2002).

Namen Der Lateinische Artname der Salweide „caprea“ stammt von der früheren Verwendung der Weide als Ziegenfutter und bedeutet „Ziegen-“, (übersetzt aus dem Lateinischen) (DÜLL et al. 2011). Der Deutsche Name hat seine Wurzeln im Altdeutschen: „Sal“ bedeutete schmutzig-grau, was auf die Färbung der Blätter zurückzuführen sein dürfte, „widen“ bedeutete biegen.

Landschaft Primär männliche Weiden finden als Zierpflanzen den Weg in Gärten und Parks (AAS et al. 2002).

Brauchtum Am Palmsonntag wurden männliche Weidenzweige als „Palmzweige“ verwendet (DÜLL et al. 2011).

Bauernregeln Hängt an Weihnacht Eis von den Weiden, kannst Du zu Ostern Palmen schneiden (MAIL-BRANDT 2012). Halten die Birken und Weiden das Wipfellaub lange, ist zeitiger Winter und gutes Frühjahr im Gange (MICHELER 2010).

Lyrik Hans Christian Andersen schrieb „Unter dem Weidebaum“ (MAIL-BRANDT 2012).

Lieder Es sind keine Lieder zu Weiden bekannt.

2.5 Ökonomische Bedeutung

Um die ökonomischen Bedeutung der drei untersuchten Baumarten zu erläutern, wird im ersten Unterkapitel auf den Waldbau eingegangen, der in vielen Aspekten direkten oder indirekten Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit eines Bestandes hat. Weiter werden der Absatz von Holzprodukten und die Verwendbarkeit der Birke, der Aspe und der Salweide in der Ingenieurbiologie zum Thema.

2.5.1 Waldbau

Es werden die wichtigsten waldbaulichen Facetten der drei Pionierbaumarten sowie die dazugehörigen ökologischen Eigenschaften angesprochen, ohne dabei einen Anspruch auf Vollständigkeit dieses umfangreichen Fachgebietes zu erheben. Der ökonomische Effekt ist bei diesen Themen meist erst sekundär erkennbar, dennoch ist er nicht von geringerer Wichtigkeit.

2.5.1.1 Klimawandel

Der Klimawandel ist nicht nur Thema auf internationalen Kongressen, er betrifft auch den Forstfachmann mit seinem langfristigen und nachhaltigen Planungshorizont. Die Methodensuche für den Umgang mit dem Klimawandel und seinen Unsicherheiten ist demnach in vollem Gange: „Anpassungsstrategien an den Klimawandel im Wald zielen prinzipiell darauf ab, die Resistenz und Resilienz der Wälder zu verbessern.“ (BEDBUR et al. 2010)

BEDBUR et al. (2010) haben deshalb gutachtlich beurteilt, wie geeignet eine Baumart auf Grund ihrer Standorttoleranz, Anpassungsfähigkeit (physiologisch und genetisch), Ausbreitungsfähigkeit (vegetativ und generativ) sowie ihrer Resistenz hinsichtlich des Klimawandels ist. Die Autoren schätzen die Eignung der Aspe, Birke und Weide im Klimawandel als gut bis sehr gut sowie deren künftige Bedeutung als „zunehmend“ ein. Alle drei Arten weisen ein hohes Anpassungspotenzial auf, zeigen gute Eigenschaften der generativen Ausbreitung und sind bereits in der heutigen Zeit mit einigen Klimarassen vertreten (BEDBUR et al. 2010).

Da nicht eine einzige Baumart existiert, welche an alle möglichen Störungsarten und –intensitäten gut angepasst ist, sollte mit geeigneten Baumartenmischungen die Resilienz eines Bestandes erhöht werden (AMMER 2009; VON LÜPKE 2009). VON LÜPKE (2009) ist der Überzeugung, dass Wälder dann eine hohe Resilienz aufweisen, wenn sie aus Pionier-, mittelsukzessionalen und Klimaxbaumarten zusammengesetzt sind und, dass die Resistenz der Wälder mit unterschiedlichen Altersmischungen zunimmt (auf Grund unterschiedlicher Störungsanfälligkeit der einzelnen Altersstufen). Auch REIF et al. (2010) teilen diese Ansicht und empfehlen ausserdem Pionierbaumarten in die langfristige Waldplanung – nicht nur im Hinblick auf die Resilienz – zu integrieren. Ebenso beschreibt LEIBUNDGUT (1951) ein „biozönotisch stabiles Bestandesgefüge“ mit der Zusammensetzung verschiedener Bestandesformen und –arten. VON LÜPKE (2009) sieht die Verkürzung der Umtriebszeit auf 35-65 Jahre als Mittel zur Risikoreduktion. Dabei sollen vor allem raschwüchsige Baumarten, d.h. unter anderem Pionierbaumarten, zum Einsatz kommen und durch ihre kürzeren Produktionszeiten einen anpassungsfähigeren Waldbau erlauben. Weiter sollte die Förderung von Baumarten nicht nur auf die Randbereiche ihrer fundamentalen Nischen konzentriert sein. Würden sich die Standortbedingungen dann verändern, könnte sich der Standort ausserhalb der Nische befinden und die Vitalität des Baumes stark leiden (VON LÜPKE 2009).

Der Anstieg der Konzentration von Treibhausgasen in der Atmosphäre, mitunter CO_2 , wird als Ursache des Klimawandels gesehen und diese Konzentration wird gemäss IPCC (2007) unabhängig vom Szenario in den nächsten Jahren noch weiter ansteigen. Der Umgang von Bäumen mit der erhöhten CO_2 -Konzentration ist deshalb Gegenstand von Untersuchungen:

Südlich von Edinburgh wurde die Langzeitwirkung von erhöhter CO_2 -Konzentration auf Birke während viereinhalb Jahren beobachtet (REY et al. 1997). Erhöhte CO_2 -Konzentrationen führten bei den

Birken zu 58 % erhöhter Biomasseproduktion. Dieselben Birken produzierten mehr Feinwurzeln, jedoch weniger Blattfläche als diejenigen Birken unter „normaler“ Atmosphären-CO₂-Konzentration. Zudem hat sich bei den der höheren CO₂-Konzentration ausgesetzten Birken die Artzusammensetzung der Ektomykorrhizapilze verändert – zu einer Vielfalt wie sie normalerweise in späteren Sukzessionsstadien vorkommen. Die Autoren sehen darin eine Bestätigung, dass erhöhte CO₂-Werte den Baumlebenszyklus beschleunigen.

Es wird davon ausgegangen, dass sich für die Birke mit der Klimaerwärmung die Arealbedingungen verschlechtern, sie mit all ihren Anpassungsmöglichkeiten aber diese Extremsituation übersteht (wie schon einige „Eis- und Vorwärmezeiten“ auch) (BEDBUR et al. 2010). Dafür sprechen auch die hohe genetische Anpassungsfähigkeit gegenüber biotischen Schadeinwirkungen, Kälte und Trockenheit der Baumarten (BEDBUR et al. 2010). Für die leicht frostempfindliche Salweide kommen trockene Standorte mit Dürregefahr nur dann in Frage, wenn eine bestimmte Wasserspeicherkapazität des Bodens gewährleistet ist (BEDBUR et al. 2010). Ebenso wenig wie risikoreiche Standorte für die Salweide geeignet sind, sind sie es auch für die Aspe – denn diese erträgt plötzliche Wasserknappheit nur bedingt und zeigt sich vielen biotischen Gefahren ausgesetzt (BEDBUR et al. 2010).

VON LÜPKE (2009) beurteilt die Birke und die Aspe gesamtheitlich als an starke Intensitäten des Störungsregimes angepasst und als sehr regenerationsfähig durch Freiflächenverjüngung und Stockausschlag respektive Wurzelbrut. Dennoch sieht der Autor Anfälligkeiten beider Baumarten gegenüber Waldbrand und Sturm. Bei der Birke kommt noch eine Dürreempfindlichkeit hinzu. Nicht anfällig sind die Birke und die Aspe gemäss VON LÜPKE (2009) gegenüber Insekten, Pilze und Stauwasser – die Aspe zusätzlich nicht gegenüber Dürre.

2.5.1.2 *Schnee*

Die Gefährdung der Birke durch Nassschnee ist in unseren Breiten ein bekanntes Phänomen (Abbildung 11). Dies wird auch durch verschiedene Publikationen belegt, wie die nachfolgenden Absätze zeigen werden. Über den Grad der Gefährdung bestehen jedoch noch kaum Untersuchungen. Es sind lediglich erste Erkenntnisse über die Faktoren der Prädisposition der Birke für Schneeschäden vorhanden. Keine Angaben wurden im Rahmen der Literaturrecherche zu der Schneedruckempfindlichkeit der Aspe und der Salweide gefunden.

In der Tschechischen Republik sind die für Birken geeigneten Standorte im Wald beschränkt (MARTINÍK et al. 2012). Und dies obwohl Versuche in Südschweden ergeben haben, dass Birken und Aspen mit geringem Aufwand aus Naturverjüngung zu fördern sind – auch in Nadelwäldern verjüngte sich die Birke gut (GÖTMARK et al. 2005). Für MARTINÍK et al. (2012) scheint aber Schnee eine grosse – wenn nicht die grösste Herausforderung für die Aufzucht von Birke zu sein. NYKÄNEN et al. (1997) haben in ihrem Review Faktoren zusammengetragen, welche das Ausmass von Schneeschäden beeinflussen. Beim Empfehlen von Strategien zur Vermeidung von Schneeschäden waren sie zurückhaltend, ihrer Meinung nach werden im Begriff „Schneeschaden“ sehr variable Erscheinungen vereint. Dennoch empfehlen sie die „Mechanismen der Schneeanhäufung“ genauer unter die Lupe zu nehmen sowie die Risikoabschätzung bei den Waldbewirtschaftern besser zu verankern, da mit den Folgen der Klimaerwärmung in gewissen Gebieten mit mehr Schneefall um null Grad zu rechnen ist .

Die Untersuchungen von MARTINÍK et al. (2012) ergaben, dass die grössten Schäden an Birken in Beständen von ungefähr 9 m Oberhöhe im Alter von 8 – 15 Jahren auftraten. In älteren Beständen nahm die Schadgrösse mit zunehmendem Alter ab und auch jüngere Bestände wiesen geringere Schäden auf. Zudem konnte festgestellt werden, dass in jüngeren Beständen (bis ca. 14 m Höhe) der mittlere BHD der geschädigten Birken kleiner ist als derjenige der unversehrten – in älteren Beständen war es genau umgekehrt. Bei einem BHD ab 7 cm war der Schadenanteil an Birken am geringsten (50 %). Des Weiteren fanden MARTINÍK et al. (2012) signifikante Unterschiede im Wurzelwerk zwischen geschädigten und unversehrten Birken: Die noch aufrecht stehenden Bäume entwickelten

Ankerwurzeln von der Basis und der Horizontalwurzeln, gebogene Bäume nur von den Horizontalwurzeln aus und schräge hatten gar keine Ankerwurzeln. Neben der Wurzelgeometrie beeinflussen auch die Kronenlänge, die Bestandesdichte und der Schlankheitsgrad die Schneebruchdisposition (MARTINIĆ et al. 2012; ROTTMANN 1983). Dabei werden Bestände mit hohen Bestandesdichten und Bäumen mit grossem Schlankheitsgrad und kurzer Kronenlänge sowie Reinbestände ohne Laubholzbeimischung als besonders schneebruchgefährdet angesehen (ROTTMANN 1983).

Die immergrünen Nadelbäume werden in Europa meist als „schneegefährdeter“ angesehen als sommergrüne Laubbäume, welche ausschliesslich im Zustand mit Laub gefährdet sind (BRÄKER et al. 2002; ROTTMANN 1983). Auch Publikationen weisen auf grössere Schäden in nadelholzdominierten Beständen hin (ROTTMANN 1983; SUOMINEN 1963). Birkendominierte Bestände können jedoch ebenfalls erhebliche Schäden aufweisen (NYKÄNEN et al. 1997; SUOMINEN 1963).



Abbildung 11 Dichtung mit Pioniergehölzen bei Thundorf TG leidet unter der Schneelast.
Foto: Simone Bachmann

2.5.1.3 **Sturm, Feuer,...**

Die Windwurfgefährdung der Birke ist vor allem auf verdichteten oder vernässten Böden erheblich, da sich auf solchen Standorten das Wurzelwerk nur sehr oberflächlich entwickelt (MICHIELS 2009). Die Aspe wird zusammen mit der Birke von BURSCHEL et al. (2003) als sturmgefährdetste Laubbäume kategorisiert. Über die Sturmgefährdung der Salweide werden in der Literatur keine Angaben gemacht.

Auf Grund ihrer Verbreitungsstrategien profitieren Pionierbäume wie die Birke, die Aspe und die Salweide jedoch von Störungen vieler Art, auch von Waldbränden: Nach dem Waldbrand im Jahre 2003 bei Leuk kamen gemäss WOHLGEMUTH et al. (2008) in den ersten vier Jahren nach dem Brand, neben einer Krautschicht, primär Laubbäume auf, zuerst und allen voran die Aspe, die Salweide und die Grossblättrige Weide (*Salix appendiculata*), im dritten Jahr nach dem Brand auch die Birke. Alle

vier Arten etablierten sich über das gesamte Höhenstufenspektrum des Brandhanges (WOHLGEMUTH et al. 2008).

2.5.1.4 *Naturverjüngung*

Die Birke verjüngte sich gemäss Beobachtungen aus Südschweden besonders erfolgreich natürlich in Nadelwäldern (GÖTMARK et al. 2005). Dabei tritt Birkenverjüngung vor allem nach Störungen mit Mineralbodenfreilegung auf Flächen ohne ausreichende Vorverjüngung ein – mit vorhandenen Samenbäumen in der Nähe (STAHL et al. 2009). GÖTMARK et al. (2005) empfehlen vor allem bei der Aspe und der Birke die Naturverjüngung zu verwerten respektive zu fördern. Auch BERGMANN (1996) spricht sich für die Naturverjüngung von Aspe aus und rät vor allem wegen dem Wurzel-Spross-Missverhältnis von der Pflanzung von Halbheistern ab. Der Verjüngungserfolg der Salweide war in Nadelwäldern doppelt so gross wie in Wäldern, welche von Laubholz dominiert waren und die Aspe verjüngte sich in laubholz- sowie in nadelholzdominierten Wäldern ungefähr gleich gut.

2.5.1.5 *Wuchsleistung, Erziehung und Konkurrenz*

Sind die Wachstumseigenschaften einer Pionierbaumart und die Einflüsse darauf bekannt, so lässt sich diese Art besser einschätzen und im Wald gezielt fördern. Die Wachstumseigenschaften, Konkurrenzverhalten und angepasste Erziehungsmassnahmen sind von Birke, Aspe und Salweide nicht gleich intensiv dokumentiert. Gegenstand der meisten Untersuchungen war bis anhin die Birke, gefolgt von der Aspe. Über das Wachstum der Salweide im Bestand ist wenig bekannt.

Birke

MICHIELS (2009) beschreibt die optimale Wuchsleistung der Birke auf „gut belüfteten, nährstoffreichen, tiefgründigen Lehmböden“. HYNYNEN et al. (2009) sind der Ansicht, dass sich grosse Dimensionen jedoch nur mit der Auswahl und weitständiger Erziehung (mit dem Ziel von 50 % Kronenanteil) von mindestens herrschenden Bäumen verwirklichen lassen. Die Autoren empfehlen für Birkenbestände in Finnland zwei Durchforstungen innerhalb einer Produktionszeit von 40-60 Jahren um einen Zieldurchmesser von 26-32 cm zu erreichen. HEIN et al. (2009) warnen jedoch vor dem Direktvergleich der Wertholzproduktion von Nord- und Mitteleuropa wegen unterschiedlichen Standortbedingungen, Baumartenzusammensetzungen und geringerem Wertholzverarbeitungsdurchmesser in Nordeuropa.

Gemäss MEYER et al. (2011) hat die Birke eine höhere durchschnittliche Wuchsleistung als die in einigen älteren, regionalen Zuwachstabellen verwendeten 5-7 Vfm pro Hektare und Jahr. In den ersten 20 Lebensjahren ist bei relativ konkurrenzfreier Entwicklung mit 6 mm (teilweise bis zu 7 mm) breiten Jahrringen zu rechnen, im Alter von 20-40 Jahren geht die Jahrringbreite auf ungefähr 4.5 mm zurück und noch später auf 3 mm (HEIN et al. 2009). Vergleichsanalysen zwischen freistehenden und im Bestand stehenden Birken haben ergeben, dass eine freistehende Birke und eine Bestandesbirke, welche bereits zweimal gefördert wurde, dieselbe Höhenentwicklung durchwachsen. Sie unterscheiden sich jedoch im BHD-Alters-Verhältnis (STAHL et al. 2009).

HEIN et al. (2009) sehen die Förderung der Birke in Mitteleuropa auf Ausnahmesituationen respektive Störungen beschränkt. Birkenbeimischungen zur Erhöhung der Artenvielfalt und der Produktivität sehen sie als sinnvoll an, ebenso „Zeitmischungen“, d.h. Pioniere zur Erziehung einer Wirtschaftsbaumart - wie dies auch LEDER (1992) empfiehlt. Das Resultat eines Versuches aus einer derartigen Mischung auf Zeit ist heute mit 1000 grosskronigen, 50-70-jährigen Birken mit Brusthöhendurchmessern (BHD) über 38 cm (selten über 60 cm) im Stadtwald Blieskastel (D) zu bestaunen (WILHELM et al. 2011). Als „Zeitmischung“ aus grossen „Kriegs-, Orkan- und Borkenkäferschäden“ an vorgehenden Beständen mit hohem Fichtenanteil entstanden, sollen diese in den nächsten 15 Jahren geerntet werden (WILHELM et al. 2009; 2011). Der Autor fasst den Versuch wie folgt zusammen: „Wenn auch noch viel mehr möglich gewesen wäre, so reichten doch Schwalb 20 Jahre konsequenter, zielgerichteter waldbaulicher Beeinflussung junger Birken in ihrer Phase grösster Expansionsfähigkeit aus, ein

Beispiel zu hinterlassen, das mindestens im südwestdeutschen und nordostfranzösischen Raum seinesgleichen sucht.“.

Anders beschreiben HEIN et al. (2009) Untersuchungen der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg zum Birkenwachstum, die sich auf Reinbestände beziehen. Die Ergebnisse der Untersuchungen zeigen auf, dass die Birkenenertragstafel von SCHWAPPACH in SCHOBER (1987) die Geschwindigkeit des Birkenjugendwachstums unterschätzt, dafür aber die Dauer des Höhenzuwachses etwas überschätzt. LOCKOW (2000) bezeichnet die Ertragstafeln von SCHWAPPACH (1903/1929) als „ungeeignet, Wachstum und Entwicklung der Birkenbestände adäquat widerzuspiegeln“ und sah sich gezwungen diese für die Birke des nordostdeutschen Tieflandes neu zu bearbeiten, mit der Bestandesoberhöhe als Bonitierungsgrundlage, einer „realen Leistungseinschätzung“, dem Miteinbezug von Unter- und Voranbau und einer der Baumart angepassteren Durchforstungsart zur schnelleren Starkholzerzeugung. Unter der für die Birke angepassten Durchforstungsvariante im Reinbestand versteht LOCKOW (2000) Jungwuchs- und Dickungspflege vom negativen Ende her und keinesfalls Freistellen von guten Bäumen in einem Oberhöhenbereich von 8 m, weil das zu weniger Höhenwachstum, stärkerer Astentwicklung und späterer Astreinigung führt. Erst mit Oberhöhen von 12 – 15 m sollte gemäss dem Autor mit der Jungbestandespflege die positive Auslese beginnen. Mit zunehmendem Alter sollen die Eingriffe schwächer werden und im Alter von 80 Jahren sollten die Birken hiebsreif sein (LOCKOW 2000).

Eine weitere Möglichkeit für den Waldbau mit Birke ist die Z-Baumauswahl. Im Vergleich zu LOCKOW (2000) beginnt man gleich mit der positiven Auslese (ROTACH 2011). Da bei der Birke bereits ab einem Alter von 40 Jahren mit einem Farbkern zu rechnen ist und 60-jährige Birken gemäss HEIN et al. (2009) selten braunkernfrei sind, empfehlen die Autoren eine Umtriebszeit von maximal 60 Jahren mit 95 bis 120 Z-Bäumen pro ha auf „normalwüchsigen“ Standorten. Sie prognostizieren unter diesen Umständen Zielstärken von 45 bis 50 cm BHD. STAHL et al. (2009) empfehlen jedoch eine Birken-Z-Baum-Auswahl nur, wenn auf der Fläche keine anderen Möglichkeiten gesehen werden. Solche Flächen sehen die Autoren entlang von Strassen, Rückegassen, in Weichlaubholzreinbeständen, zwischen Eichen-Trupps und in Flächen mit erfolgloser Naturverjüngung. Zudem erwähnen die Autoren für die Birkenwertholzproduktion weitere Ansprüche an einen Birken-Z-Baum: Nur Birken bester Vitalität im Mindestabstand von 8 m sollten ausgewählt werden und diese müssten so geastet werden, dass ein 5-7 m astfreier Schaft entsteht. Auch HYNYNEN et al. (2009) plädieren für ein astfreies Stammstück derselben Länge, das gemäss den Autoren bei einer Oberhöhe von 13 – 15 m erreicht sein sollten. LOCKOW (2000) hingegen verweist lediglich auf das vorzügliche natürliche Astreinigungsverhalten der Birke. ŽUMER (1966) beschreibt detaillierte Ästungsversuche und bezeichnet die Überwallungsgeschwindigkeit der Birke als gering – jedoch auch als vom Dickenzuwachs abhängig.

In einem Praxisprojekt zwischen der Hochschule Rottenburg und dem Forstamt Soonwald wurden mit Studenten in den birkenreichen Jungwäldern, welche nach den Stürmen Vivian und Wiebke entstanden sind, „wertorientierte Steuerungs Eingriffe“ getätigt (SIEGERT et al. 2009; SIEGERT et al. 2011). Dabei wurden pro Hektare 17 Ausleseebäume gewählt, diese wiesen im Durchschnitt neun direkte Konkurrenten auf (SIEGERT et al. 2009; SIEGERT et al. 2011).

Die Forschungsanstalt für Waldökologie und Forstwirtschaft Rheinland-Pfalz hat in einem Birkenanbauversuch über 23 Jahre die Auslesedurchforstung mit einer Nullfläche verglichen (DONG et al. 2009). Dabei konnten sie feststellen, dass die Freistellung der Krone bis ins Alter 23 keinen Einfluss auf das Höhenwachstum hat und dieses bis ins besagte Alter noch nicht stagniert. Im Alter 18 – 23 betrug jedoch der jährliche Durchmesserzuwachs der Nullfläche nur noch ungefähr die Hälfte von dem der behandelten und zudem wiesen die Z-Bäume in den behandelten Birkenbeständen nach 23 Jahren bereits h/d-Verhältnisse unter 80 auf.

Das Saaler Birken-Lichtwuchsmodell nutzt die Birken-Naturverjüngung (aus kostentechnischen Gründen) als Basis für die Furnierholzproduktion in einer Umtriebszeit von 80 Jahren zu erzielen (LUDWIG 1998). Weiter, so beschreibt der Autor, muss die Stammzahl im Alter 30 stark reduziert werden (ev.

ist noch eine Nachlichtung um das Alter 50 – 60 nötig), um grosse Licht-Zuwachse zu ermöglichen. Dieses Modell basiert jedoch auf der Annahme, dass der Standort gut bis sehr gut wasserversorgt ist, was aber die Anwendung stark einschränkt (LUDWIG 1998).

Aspe

BERGMANN (1996) weist darauf hin, die Pionierbaumart Aspe waldbaulich keinesfalls wie die Schwarzpappel, welche auch Klimaxbaumart ist und damit andere Ansprüche hat, zu behandeln. LANGHAMMER et al. (1990) raten von frühen (im Alter von fünf Jahren) starken Eingriffen in Aspenbestände ab, da die Gefahr von Stockausschlägen besteht und Aspenbestände bis ins Alter von 15 – 20 Jahren von der natürlichen Astreinigung und Selbstausdünnung profitieren. Die Autoren sehen aber die Möglichkeit der Wertholzproduktion mit drei Eingriffen, wobei der erste im Alter von 10 – 15 Jahren stattfinden und pro Baum ungefähr 3 – 4 m Platz geschaffen werden sollte. Bei einem vorhandenen Aspen-Wertholzmarkt sollte jedoch bei den Durchforstungen vor dem Abstand auf Dimension und Form des Baumes fokussiert werden.

Im Gegensatz zur Birke und der Erle weist die Aspe tendenziell eine geringere Wurzel- und Lichtkonkurrenz auf (LEIBUNDGUT et al. 1958). Das dürfte gemäss den Autoren am „weniger intensiven Wachstum“ der Aspe verglichen mit der Birke und der Erle liegen. Ferner kam HAZELL (1999) zum Schluss, dass mehrere Studien (u.a. OPDAHL (1992)) aus Norwegen und Schweden ähnliche Zahlen für das Wachstum der Aspe erhielten: Der durchschnittliche Jahreszuwachs der Aspe in Norwegen und Schweden stagniert zwischen 50 und 60 Jahren. Trotz dieses „weniger intensiven Wachstums“ und der zeitigen Kulmination des Jahreszuwachses haben Auswertungen einer Langzeitinventur im finnischen Koli-Nationalpark gezeigt, dass sich die Aspe langfristig erhalten kann und nicht nur kurzfristiger Pionier ist – natürlich nur wenn der Wilddruck nicht zur Bedrohung der Naturverjüngung wird und ausreichend alte Samenbäume zur Verfügung stehen (VEHMAS et al. 2009).

Salweide

Vermutlich auf Grund der bisher geringen Bedeutung der Salweide für die Holzwirtschaft sind kaum Literaturangaben bezüglich ihrer Wuchsleistung und ihrem Konkurrenzverhalten gefunden worden. Einzig LEDER (1992) beschreibt einzelne Wachstumsversuche: Er kommt unter anderem zur Erkenntnis, dass die oberirdische Biomasseproduktion mit zunehmender Höhe unter den Weichlaubhölzern am stärksten zulegt und dass bei genügend Standraum bis zu 5 m Höhenwachstum im Jahr möglich sind.

2.5.1.6 Kronendurchmesser

Birken bilden gemäss HEIN et al. (2009) mit 6.2 m bei einem BHD von 40 cm den kleinsten Kronendurchmesser unter den Laubbäumen aus. Unter ähnlichen Konkurrenzverhältnissen (mit mittlerem Durchmesserzuwachs von 8 mm) haben andere Autoren gemäss HEIN et al. (2009) die Kronendurchmesser folgender Baumarten beschrieben: Buche mit 8.1 m, Eiche mit 7.5 m, Esche mit 7.7 m und Bergahorn mit 7.3 m. STAHL et al. (2009) empfehlen einen Mindestabstand von 8 m zwischen einer Birke und einer anderen Baumart.

Für die Aspe und die Salweide sind keine Informationen über Versuche zu Standraumansprüchen bekannt, aus diesem Grund wurden im Rahmen dieser Arbeit eigene Standraumanalysen aller drei untersuchten Baumarten durchgeführt. Die Resultate dieser Untersuchungen sind in Kapitel 3.4.3 dargestellt.

2.5.1.7 Standortsansprüche

Die Birke hat geringe Ansprüche an den Wasser- und Nährstoffhaushalt des Bodens, ebenso bezüglich Bodenreaktion und Basensättigung (MICHIELS 2009). Gemieden werden von der Birke hingegen sehr dichte Böden, regelmässig überflutete, durch Staunässe geprägte und moorige Standorte (Moor werden aber von *Betula pubescens* besiedelt) (HYNYNEN et al. 2009; LEIBUNDGUT 1984; MAYER

1977; MICHIELS 2009). Im Schlusswald natürlicher Waldentwicklungen finden Birken wegen ihrer Konkurrenzschwäche nur auf armen Standorten an der Seite von Eichen und Föhren Platz. Diese Standorte zeichnen sich durch Basenarmut bis in grosse Bodentiefen aus, sind von sandiger oder steinig-sandiger Textur und wenig entwickelt (Rohböden).

Die Aspe erfährt das optimale Wachstum auf nährstoffreichen Lehmböden mit guter Wasser- und Luftzufuhr (LEIBUNDGUT 1984). Lediglich in strauchförmiger Ausbildung kommt sie auf mageren, trockenen Sandböden und bei stagnierendem Grundwasser vor, ansonsten ist die Aspe sehr standortstolerant.

Die Salweide ist sehr tolerant gegenüber diversen Bodeneigenschaften, einzig stagnierende Nässe schränkt ihr Vorkommen ein (BOULTON et al. 1946).

Für die Waldgesellschaften, welche in Tabelle 13 aufgeführt werden, wird die Förderung von Pionierbaumarten wie beispielsweise der Birke, der Aspe oder der Salweide (oder einzelnen Arten davon) empfohlen (STOCKER et al. 2002). In den Klimaxstadien dieser Waldgesellschaften kommen keine der drei untersuchten Pionierbaumarten vor – wie es der Name bereits sagt, sind diese natürlicherweise auf die Pionierphase beschränkt.

Nummer	Deutscher und wissenschaftlicher Name
1	Typischer Waldsimsen-Buchenwald <i>Luzulo sylvaticae-Fagetum typicum</i>
6a	Waldmeister-Buchenwald mit Hainsimse <i>Galio odorati-Fagetum luzuletosum</i>
7a	Typischer Waldmeister-Buchenwald <i>Galio odorati-Fagetum typicum</i>
7aa	Typischer Waldmeister-Buchenwald, artenarme Ausbildung <i>Galio odorati-Fagetum typicum, artenarme Ausbildung</i>
7aB	Typischer Waldmeister-Buchenwald, Ausbildung mit Seegras <i>Galio odorati-Fagetum typicum, Ausbildung mit Carex brizoides</i>
7b	Typischer Waldmeister-Buchenwald mit Abgerücktähriger Segge <i>Galio odorati-Fagetum typicum mit Carex remota</i>
7c	Typischer Waldmeister-Buchenwald mit Rippenfarn <i>Galio odorati-Fagetum typicum mit Blechnum spicant</i>
7d	Typischer Waldmeister-Buchenwald mit Hainsimse <i>Galio odorati-Fagetum typicum, Ausbildung mit Luzula luzuloides</i>
7e	Typischer Waldmeister-Buchenwald mit Hornstrauch <i>Galio odorati-Fagetum cornetosum</i>
7eS	Typischer Waldmeister-Buchenwald mit Hornstrauch, Ausbildung mit Wald-Ziest <i>Galio odorati-Fagetum cornetosum, Ausbildung mit Stachys sylvatica</i>
7f	Typischer Waldmeister-Buchenwald mit Lungenkraut <i>Galio odorati-Fagetum pulmonarietosum</i>
7g	Typischer Waldmeister-Buchenwald mit Lungenkraut, Ausbildung mit Wald-Ziest <i>Galio odorati-Fagetum pulmonarietosum, Ausbildung mit Stachys sylvatica</i>
8a	Typischer Waldhirsens-Buchenwald <i>Milio-Fagetum typicum</i>
8aa	Typischer Waldhirsens-Buchenwald, artenarme Ausbildung <i>Milio-Fagetum typicum, artenarme Ausbildung</i>
8b	Waldhirsens-Buchenwald mit Abgerücktähriger Segge <i>Milio-Fagetum mit Carex remota</i>
8c	Waldhirsens-Buchenwald mit Rippenfarn <i>Milio-Fagetum blechnetosum</i>
8d	Waldhirsens-Buchenwald mit Hainsimse <i>Milio-Fagetum luzuletosum</i>
9a	Typischer Lungenkraut-Buchenwald <i>Pulmonario-Fagetum typicum</i>
9b	Lungenkraut-Buchenwald mit Hexenkraut <i>Pulmonario-Fagetum circaeaetosum</i>
9g	Lungenkraut-Buchenwald mit Gold-Hahnenfuss <i>Pulmonario-Fagetum mit Ranunculus auricomus</i>
10a	Lungenkraut-Buchenwald mit Immenblatt <i>Pulmonario-Fagetum melittetosum</i>
12e	Zahnwurz-Buchenwald mit Weisser Segge <i>Cardamino-Fagetum caricetosum albae</i>

Tabelle 13 Liste der Waldgesellschaften, in welchen das Fördern von (gewissen) Pionierbaumarten empfohlen wird.

Anm. Nummer der Waldgesellschaft gemäss ELLENBERG et al. (1972) und deutscher sowie wissenschaftlicher Bezeichnung.

Quelle: STOCKER et al. (2002)

2.5.1.8 **Vorwald**

Der Vorwaldgedanke entwickelte sich in der Schweiz um das Jahr 1850, als man eine Lösung für die prognostizierte „Holznot“ bei der Umstellung von Nieder- und Mittelwald auf Hochwald suchte (FIEDLER 1961). Der Vorwaldgedanke – und damit auch die Birke, da sie von Befürwortern als eine der geeignetsten Vorwaldbaumarten gesehen wurde – war in den Jahren danach stark umstritten (FIEDLER 1961). Der Autor bringt die Diskussionen auf den Punkt: Die Beobachtungen von damals decken sich mit den Erfahrungen aus seiner Zeit – es lasse sich nicht die Vorwaldwirtschaft generell befürworten oder ablehnen, man müsse Standort und Eigenschaften der Vorwaldbaumarten berücksichtigen.

DENGLER (1935) setzte sich für die Vorwaldhölzer ein, insbesondere für die Birke, die Aspe und die Salweide. Er betont ihre gute Schutzwirkung und ihre humusverbessernden Eigenschaften. Die Birke wird spezifisch von MICHIELS (2009) erwähnt: Die Birke wirkt mit ihrer gut abbaubaren Streu bodenverbessernd. Auch Weiden werden explizit bodenverbessernde Eigenschaften durch Wurzelenergie und leicht zersetzbare Streu nachgesagt (LEDER 2005; SCHIECHTL 1992). Diese Ansicht teilt auch LOCKOW (2000): Er sieht die Birke und die Aspe als sehr geeignet für den Vorwald, da diese sehr gut mit den freilandähnlichen Bedingungen zurechtkommen. Die Birke ist mit ihrer hohen Frosttoleranz und ihrem schnellen Anfangswachstum prädestiniert für die Rolle der Vorwaldbaumart (FIEDLER 1961). Der Autor warnt allerdings, die Zielbaumart gut im Auge zu behalten um den optimalen Eingriffszeitpunkt nicht zu verpassen. LEIBUNDGUT et al. (1958) erkannten einen weiteren kritischen Punkt im Anbau von Pionierbaumarten als Vorwald und weisen auf eine erhöhte Wurzelkonkurrenz durch Pioniergehölze im Gegensatz zu den Wirtschaftsbaumarten hin. Dabei ist die Wurzelkonkurrenz der Birke grösser als diejenige der Aspe (LEIBUNDGUT et al. 1958).

Später folgten Langzeitstudien, welche weitere Erkenntnisse über die positiven Wirkungen des Vorwaldes brachten. Zum Beispiel beobachteten SCHMIDT-SCHÜTZ et al. (1998) Pionierbaumarten und gleichzeitig nach dem Sturm 1990/91 gepflanzte Zielbaumarten sieben Jahre lang. Nach dieser Zeit waren die Zielbaumarten unter dem Vorwald höher als diejenigen auf der Freifläche – wenn man die Zielbaumarten zusätzlich mit einem Zaun vor Wildverbiss schützte, wiesen diese unter Vorwald auch einen grösseren BHD auf im Vergleich zur Freifläche. Messungen des Mikroklimas lassen die Autoren zum Schluss kommen, dass ab einer Vorwaldhöhe von 4 m die klimapuffernde Wirkung einsetzt.

In Versuchen mit dem Einbezug der Birken-Naturverjüngung als Vorwald für eine truppweise Eichenpflanzung auf Wiebke-Sturmflächen stellte sich heraus, dass gegenüber der Eichenpflanzung ohne Birkenvorwald nicht nur die Klimabedingungen optimiert, der Graswuchs reduziert und somit die Mäusegefahr minimiert wurden, sondern auch der Wasserhaushalt auf dem stark wechselfeuchten Standort durch den „Wasserpumpen-Effekt“ der Birke verbessert wurde (NÜSLEIN 2000).

LEDER (2005) dokumentierte die Entwicklung eines naturverjüngten Salweidenvorwaldes mit gepflanzten Buchen. Er beobachtete bereits nach fünf Jahren erste Selbstausdünnung bei den höchsten Salweidedichten. Bei geringeren Dichten setzte die Stammzahlabnahme bis zu zwei Jahre später ein. Nach zehn bis zwölf Jahren wiesen die Bestände mit unterschiedlichen Salweidedichten alle ungefähr 1550 Salweiden pro ha auf. Diese Dichte ermöglichte auch maximale Oberhöhen im Alter 15 von 18.1 m. In Flächen mit doppelt so hoher Salweidenanzahl pro ha lag die Salweidenoberhöhe rund 4 m tiefer. Trotz durch die Differenzierung umfallender und durch Nassschnee umgedrückter Salweiden sollte das Potenzial für qualitativ gute bis sehr gute Buchen noch ausreichend vorhanden sein (LEDER 1992; 2005).

2.5.1.9 *Mischbestände*

Für Mischbestände sind gewisse Baumartenmischungen geeigneter als andere. Baumarten, welche sich gut kombinieren lassen, haben gemäss HARPER (1977) und KELTY (1992) eine gute „ökologische Kombinationsfähigkeit“ (engl. ecological combining ability), so zum Beispiel die Fichte und die Birke (MÅRD 1996). Eine möglichst unterschiedliche „Wachstumscharakteristik“ minimiert die interspezifische Konkurrenz und führt meist zu einem höheren Gesamtertrag als aus Reinbeständen der beteiligten Baumarten (KELTY 1992).

Es wurde schon früh erkannt, dass Birken auch zu Höherem berufen sind: „Nachdem fast 100 Jahre lang die Birke und andere Pionierholzarten nur in der Jugend Schutz- und Sanierungsfunktionen erfüllt haben, wird ein Teil von ihnen nach neueren Auffassungen bewusst in die dauernde Lebensgemeinschaft des Waldes einbezogen“ (FIEDLER 1961). SCHRÖTTER (1998) betont auch die „waldbauliche, ökologische und nutzungsmässige Bedeutung“ von Pionierbäumen als zweischichtige Mischung auf Zeit mit Baumarten längerer Umtriebszeiten wie der Kiefer, der Eiche und der Buche.

Literatur zu Versuchen von Mischbeständen mit Pioniergehölzen aus unseren Breiten ist rar. Vorhandene Daten stammen primär aus Untersuchungen in nördlicheren Breiten. Die Vergleichbarkeit mit Mitteleuropa ist nicht zwingend gegeben, da auch auf Mischungen in unseren Regionen andere Faktoren ausschlaggebend sein können als in Nordeuropa – so zum Beispiel der häufigere Nassschnee. Es folgen Resultate aus Mischversuchen, welche einzelne Pionierbäume miteinbezogen haben.

Aspenbestände werden häufig von Fichte (*Picea abies*) unterwandert (LANGHAMMER et al. 1990). HAZELL (1999) beschreibt die hohe Produktionsrate, welche bei Versuchen von BØRSET (1977) in norwegischen Aspen-Fichten-Beständen trotz vermindertem Durchmesser- und Höhenwachstum der unterständigen Fichte erzielt wurde. Gemäss MÅRD (1996) ist auf Grund von Lichtmangel vor allem das Durchmesserwachstum der Fichte geringer. Ohne genauere Beschreibung erwähnen AAS et al. (2002) ebenfalls die Mischung von Aspe mit Fichte und als Zeitmischung mit anderen Laubhölzern als interessant. Auch mit Aspen in Kombination mit unterständigen schattentoleranten Baumarten wie der Tanne (*Abies alba*) wurden bereits positive Erfahrungen gemacht (UNSELD et al. 2012).

In Finnland begünstigen Föhre und Fichte die Schaftqualität der Birke und umgekehrt erhöht eine Beimischung von Birke in Fichtenbeständen den Gesamtertrag (HYNYNEN et al. 2009; THAM 1989). Dieselben Autoren beschreiben die Konkurrenz zwischen Birke und Föhre auf armen Föhrenstandorten aber als gross, da es sich bei beiden Arten um ausgesprochene Lichtbaumarten handelt.

In einer Eichennestpflanzung im Forstamt Johanniskreuz konnten sich spontan Birken ansamen und haben sich gemäss den Autoren gut entwickelt (DONG et al. 2009). Sie empfehlen jedoch maximal 15 – 20 Birken pro ha auszuwählen, diese bei einer Höhe von 10 m freizustellen und auf 6 m zu asten um sie als Vorerträge nutzen zu können. Auf einer Wiebke-Sturmfläche (aus dem Jahre 1991) wurden ausserdem Untersuchungen gemacht über den Einfluss der Birken auf gepflanzte Eichen (NÜSSLEIN 2000). In „Lichtschächte“ gepflanzte Eichen-Trupps (dabei wurden nur 5-6 m um die Eichen konkurrierende Birken herausgepflegt) überragen mit dem Wachstum und der Qualität die Eichen, welche „birkenfrei“, d.h. nach Entfernen der gesamten Birken-Naturverjüngung, aufgewachsen waren (NÜSSLEIN 2000). Mit zunehmendem Alter werden bei der Birke aber oft Schädigungen an den Nachbarn durch Peitschen befürchtet, dies beschreibt auch DENGLER (1935) – jedoch relativierend bei Einzelbaummischungen - und verweist insbesondere auf die Föhre und Fichte als Hauptleidtragende.

In der folgenden Tabelle 14 werden mögliche waldbauliche Kombinationen aufgezeigt. Ein leeres Feld bedeutet nicht, dass diese waldbauliche Kombination nicht existieren kann – es wurde lediglich keine Quelle gefunden, welche sich zu dieser Baumartenkombination äussert.

	Birke	Aspe	Salweide
Buche	<ul style="list-style-type: none"> geeignet, wenn nicht auf schwachen oder frostgefährdeten Standorten und keine übermässigen Wild- und Mäuseschäden (RÖHRIG et al. 2006) 	<ul style="list-style-type: none"> geeignet, wenn nicht auf schwachen oder frostgefährdeten Standorten und keine übermässigen Wild- und Mäuseschäden (RÖHRIG et al. 2006) 	<ul style="list-style-type: none"> geeignet, wenn nicht auf schwachen oder frostgefährdeten Standorten und keine übermässigen Wild- und Mäuseschäden (RÖHRIG et al. 2006) Buche unter Salweidenschirm nur bei lockerem Schirm (LEDER 1995a)
Eiche	<ul style="list-style-type: none"> geeignet, sorgt für besseres Wachstum und bessere Qualität der Eiche (NÜSSLEIN 2000; RÖHRIG et al. 2006); in unserer Region kann Nassschnee für eine solche Mischung gefährlich sein (SCHOOP G., persönliche Mitteilung, 10.1.2013) 	<ul style="list-style-type: none"> geeignet, v.a. wenn Aspe als Vorwald (BURSCHEL et al. 2003) 	
Edellaubbäume (Esche, Kirsche, Schwarzerle,...)		<ul style="list-style-type: none"> geeignet, Aspe jedoch als Zeitmischung (MAYER 1977) 	
Tanne	<ul style="list-style-type: none"> geeignet, v.a. wenn Birke als Vorwald (BURSCHEL et al. 2003) 	<ul style="list-style-type: none"> geeignet, v.a. wenn Aspe als Vorwald (BURSCHEL et al. 2003) 	
Fichte	<ul style="list-style-type: none"> geeignet, Erfahrungen vor allem aus Nordeuropa (MÅRD 1996), Schaftqualität der Birke wird erhöht (HYNYNEN et al. 2009; THAM 1989) 	<ul style="list-style-type: none"> geeignet, es ist jedoch mit geringeren Durchmesserwachstumsraten bei unterständiger Fichte zu rechnen, Erfahrungen vor allem aus Nordeuropa (HAZELL 1999; MÅRD 1996) 	
Föhre	<ul style="list-style-type: none"> nur teilweise geeignet, auf armen Standorten Konkurrenz sehr gross! Schaftqualität der Birke wird erhöht (HYNYNEN et al. 2009; THAM 1989) 		
Douglasie	<ul style="list-style-type: none"> geeignet, wenn Birke als lockerer Vorwald (BURSCHEL et al. 2003) 	<ul style="list-style-type: none"> geeignet, wenn Aspe als lockerer Vorwald (BURSCHEL et al. 2003) 	

Tabelle 14 Literaturzusammenstellung zur Übersicht über Baumartenkombinationen in Mischbeständen.

Bei der Begründung von Mischbeständen sollte die Ausgangslage sowie das Bestandesziel und die Rolle der einzelnen Baumarten klar definiert sein. Sollen zum Beispiel einzelne Baumarten rein ökologische Funktionen wahrnehmen (zum Beispiel Vorwald oder Biodiversität) oder übernimmt eine Baumart die Hauptwertleistung und andere unterstützen diese (zum Beispiel Füllbestand, Unterbau)? Geht man von einem Reinbestand aus (zum Beispiel via Voranbau)?

Weiter ist es wichtig den richtigen Eingriffszeitpunkt zu finden um die Konkurrenzverhältnisse wenn nötig zu steuern. Für die Zusammenstellung in Tabelle 14 wurde davon ausgegangen, dass keine übermässige Konkurrenz durch Dichtstand von der einen oder der anderen Baumart ausgeht und darum eine Mischung verunmöglicht.

2.5.1.10 **Verbiss**

Erwartungsgemäss sollten die Aspe und die Weide mit ihrem schnellen Wachstum, der grossen Regenerationsfähigkeit durch Wurzelbrut (Aspe) und dem Stockausschlag (Weide) wenige Probleme mit Verbiss haben. Nachfolgend werden die Angaben zum Verbiss der Pionierbaumarten in der gefundenen Literatur aufgeführt.

Die Aspe ist sehr widerstandsfähig gegen Wildverbiss (BERGMANN 1996): Sie reagiert darauf mit der Bildung von Wurzelbrut und einer strauchartigen Wuchsform. Sie ist jedoch gemäss PADAIGA (1970), zitiert in TAMM (1994), eine wertvolle Nahrungsquelle für das Wild in kalten Jahreszeiten: Aspenrinde und -triebe weisen im Winter höhere Nährstoffgehalte auf als diejenigen von anderen Baumarten.

Eine Veränderung des Klimas soll kombiniert mit Wildverbiss (vor allem durch grosse Huftiere) im Yellowstone National Park zum Rückgang der Weiden geführt haben, da die Weiden auf Grund der verschlechterten Klimabedingungen weniger in die Produktion chemischer Abwehr gegen Herbivorie setzen konnten (SINGER et al. 1998). Derselbe Nationalpark diente auch KAY (1997) als Untersuchungsgebiet – er konnte jedoch den von den oben genannten Autoren beschriebenen Effekt, welcher zum Rückgang der Weiden geführt haben soll, nicht nachvollziehen – zu klein sei der Unterschied in der Konzentration der chemischen Abwehrstoffe im Verhältnis zu anderen Bäumen, welche viel grössere Mengen chemischer Abwehr produzieren und im Notfall trotzdem gefressen werden (zum Beispiel *Pinus*). Der Rückgang der Weiden ist gemäss KAY (1997) im Yellowstone National Park eine direkte Folge von zu hohen Wilddichten (im Speziellen Elche). Weiden sind beliebtes Futter bei Wildtieren und schützen durch eine Verbesserung des Äsungsangebots die Zielbaumarten (STAGL et al. 1991).

In Nordamerika fressen Kragenhühner (*Bonasa umbellus*, Ruffed Grouse) im Winter bevorzugt Birkenkätzchen, dann Amerikanische Zitterpappel- und an dritter Stelle Weidenknospen, dies entspricht auch der Reihenfolge der Nahrung mit dem grössten Energieinhalt (BRYANT et al. 1980). Der verhältnismässig hohe Energieinhalt von Weiden, Aspen und Birken wird immer wieder betont (GRIGAL et al. 1976). Dennoch wurde erkannt, dass subpolare pflanzenfressende Wirbeltiere ihr Futter nicht auf Grund des Nährstoffgehaltes auswählen, sondern hohe Gehalte an sekundären Pflanzeninhaltsstoffen vermeiden (BRYANT et al. 1980; FREELAND et al. 1974).

MYKING et al. (2011) kommen in ihrem Review zum Schluss, dass der Einfluss von Verbiss auf die lokale Verbreitung und Häufigkeit von Aspen in Fennoskandinavien gross ist, jedoch die Art nicht aussterben lässt. Weniger optimistisch sehen das KOUKI et al. (2004) – für sie stellen der Verbissdruck und die fehlenden Störungen die Hauptgefährdungen für die Aspen in den Altbeständen der Reservate Finnlands dar und somit auch für die assoziierten Flechten-, Moos- und Faunengesellschaften.

Weiden und Aspen zählen des Weiteren zu den Hauptnahrungsmitteln des Bibers (HALL 1960; JONES et al. 2009), aber auch Birken stehen weit oben auf der Liste und werden beim Fehlen von Aspen und Weiden gerne angenommen (HAARBERG et al. 2006; JENKINS 1975). Auf den Biber zurückzuführende volkswirtschaftliche Schäden sind in der Schweiz nur vereinzelt zu finden (BUNDESAMT FÜR UMWELT WALD UND LANDSCHAFT 2004). Lokale Schäden entstehen dann vor allem sekundär entlang von Gewässern durch Überschwemmungen als Folge von Grabaktivitäten und Dammbau des Bibers.

2.5.2 Absatz von Holzprodukten

Die Produktion von Massensortimenten bei der Birke scheint sich bei der Annahme von einem dimensionsabhängigen Preisanstieg nicht zu lohnen (MEYER et al. 2011). Bei schlechter Stammqualität wird von denselben Autoren eher zur Energie- oder Brennholzverwendung geraten. Die Birke „müsse Rentabilitätsvergleiche mit der Baumart Fichte hinsichtlich Kapitalwert und Annuität nicht scheuen“, denn bei 4 % jährlicher Verzinsung liegen die Reinerträge sowie die Annuitäten der Birke leicht höher als diejenigen der Fichte. Diese Werte sind aber mit Vorsicht zu geniessen, denn sie beruhen auf kleinen Stichprobenanzahlen und Modellberechnungen.

In Finnland liefert *Betula pendula* wertvolles Säge- und Furnierholz, *Betula pubescens* wird vermehrt in der Zellstoffindustrie verwendet (HYNYNEN et al. 2009). Besonders wertvoll ist das Holz der Maserbirke (*Betula pendula* var. *carelica*), welches aufgrund seines dunkelbraunen Flammenmusters zu Kilo-Preisen auf den Markt kommt .

Weltweit hat die Plantagenwirtschaft mit der Aspe für die Zelluloseherstellung in gewissen Ländern einen hohen Stellenwert, da sie wie alle Pappeln einen geringen Ligninanteil haben (DÜLL et al. 2011) und schnell wachsen. Ebenso wird das Holz für Span- und Faserplatten (Industrieholz) oft verwendet (GROSSER 2006). Weidenholz findet wenig Anklang in Form von Rund- oder Schnittholz, die Verwendung als Papierholz ist bedeutender (PRIME WOOD GMBH 2003). Die Verwendung im Forstkreis 2 Baden – Zurzach im Kanton Aargau beschränkt sich gemäss Aussagen dreier Förster auf die Energieholzverarbeitung (Anhang D). Schnitzelholz jeder Baumart sollte jedoch nicht über längere Zeit (halbes Jahr) in feuchten halbschattigen Bedingungen gelagert werden (SUCHOMEL et al. 2011/12). Bei längerer Lagerung entwickeln sich darin Pilze, welche für die menschliche Gesundheit nicht ganz ungefährlich sind (z.B *Trichoderma koningii*, *Aspergillus niger*, *Mucor spinosus*, *Mucor hiemalis*, *Mucor globosus* auf Aspenholz).

2.5.3 Ingenieurbiologie

An Stelle komplexer technischer Hang- und Gewässerverbauungen können ingenieurbiologische Massnahmen mit dem gezielten Einsatz von Baum- und Straucharten diverse Instabilitätsprobleme kostengünstiger, optisch ansprechender und langfristiger lösen. Wie geeignet sind dafür jedoch die Pionierbaumarten? In diesem Kapitel wird kurz auf die Eignung der drei untersuchten Pionierbaumarten zum Einsatz in der Ingenieurbiologie eingegangen.

Birke

In der Literatur konnten keine Beispiele für ingenieurbiologische Massnahmen, bei welchen Birken gezielt angesät oder gepflanzt wurden, gefunden werden.

Aspe

Die Aspe ist eine Baumart, welche sich für ingenieurbiologische Zwecke eignet. Sie findet vor allem an Hängen und Aufschüttungen Verwendung, weniger an Gewässern, da sie kaum Überflutungstoleranz aufweist (HONDONG (1994) basierend auf Daten von HILLER (1985)).

Weide

Weiden finden häufig Verwendung in der Ingenieurbiologie. Die schlechte Vermehrbarkeit der Salweide über Stecklinge schränkt ihr Einsatzspektrum allerdings stark ein (AAS et al. 2002). Die Salweide wird für die ingenieurbiologische Nutzung deshalb in Treibhäusern oder Gärten vermehrt und in der Praxis nur als bewurzelte Pflanze eingesetzt (SCHIECHTL 1992). Sie eignet sich optimal für Aufforstungen von Ödland (SCHIECHTL 1992) oder kann im oberen Böschungsquerschnitt bei Uferverbauungen eingesetzt werden (HÖRANDL et al. 2002).

3 Teil 2: Situation in Baden heute

3.1 Zusammenfassung Teil 2

Im zweiten Teil dieser Arbeit steht die Analyse der aktuellen Situation der Pionierbaumarten in Baden sowie deren Potential im Fokus. Mittels konkreten Fragestellungen und zugehörigen Hypothesen konnten GIS-Analysen zur Vorbereitung der Feldaufnahmen gemacht werden. Es wurden zwei voneinander unabhängige Felderhebungen durchgeführt: Ein erster Teil an Feldaufnahmen wurde im Wirtschaftswald – unter Ausschluss der Naturwaldreservate und Lotharflächen – mit 144 innerhalb sechs Kategorien zufällig gewählten Stichproben erhoben. Die Resultate dieser Untersuchung zeigten Tendenzen, an welchen Stellen heute im Badener Wald Pioniere mit welchen Häufigkeiten vorkommen. Die daraus erstellten Hochrechnungen trugen grundlegend zur Potentialabschätzung und somit zum späteren Managementkonzept bei.

Ein zweiter Teil an Feldaufnahmen wurde mit 26 Stichprobenpunkten auf dem bestehenden Badener Stichprobennetz in den Windwurfflächen des Naturwaldreservats Teufelskeller durchgeführt. Es konnten daraus elementare Erkenntnisse für die Entwicklung von Pionierbaumarten im Bestand ohne Eingriffe und das Verjüngungspotential von Pionierbäumen gewonnen werden.

Die bedeutendsten Erkenntnisse aus diesem zweiten Teil der Arbeit werden in den Schlussfolgerungen zusammengefasst und bilden die Basis für die Entwicklung der Managementstrategie im dritten Teil der Arbeit.

3.2 Fragestellungen und Hypothesen

Das Ziel des zweiten Teils der Arbeit besteht darin, dass abgeschätzt werden kann, in welchen Strukturen des Badener Waldes die Pioniergehölze heute vorwiegend vorkommen und wie sich die Pioniere Birke, Aspe und Salweide auf einer Sturmfläche, 13 Jahre nach Lothar, behaupten.

Dazu wurden folgende Fragestellungen mit den dazugehörenden Hypothesen aufgestellt:

Fragestellung 1: Wo kommen Pioniergehölze (Birke, Weiden, Aspen) heute im Badener Wald vor?

Hypothesen:

- A. Pioniergehölze kommen zurzeit im Badener Wald häufiger an Wald- und Strassenrändern als im Bestandesinneren vor.
- B. In Beständen der Entwicklungsstufe Baumholz kommen im Badener Wald zurzeit keine Pionierbaumarten vor.

Fragestellung 2: Welche Stellung nehmen Pioniergehölze in einer Sturmfläche nach zwölf Jahren ohne Eingriff ein?

- C. Die Pionierbäume (Birken, Weiden, Aspen) sind noch in der besseren sozialen Stellung als die übrigen Baumarten auf der Sturmfläche.
- D. Der BHD der Pionierbäume ist durchschnittlich 5 cm grösser als derjenige der übrigen Gehölze in der Sturmfläche.
- E. Auf vorverjüngten⁵ Flächen kommen weniger Pioniere vor als auf nicht vorverjüngten Flächen.

⁵ Eine Fläche wird dann als vorverjüngt angesehen, wenn zum Zeitpunkt des Lotharsturmes 1999 der Schirm bereits Lücken aufwies und sich damit bereits vor dem Sturmschaden Verjüngung etablieren konnte.

3.3 Material und Methoden

Für alle GIS-Analysen wurde die Software ArcGIS 10.1 der Firma Esri und für die Statistikanalysen das Programm-System „R“ und der Code-Editor Tinn-R mit der Programmiersprache S verwendet. Ausführlichere Befehle der „R“-Berechnungen befinden sich im Anhang B.

Die Geodaten wurden beim Geoportal des Kantons Aargau (Geodatenshop von AGIS: www.ag.ch/geoportal/geodatenshop/datensuche.aspx) bestellt, der Datensatz der Waldwege direkt bei der Abteilung Wald und die Orthofotos an der ETH Zürich. Bei den verwendeten Daten handelt es sich um die in Tabelle 15 aufgelisteten Datensätze.

Datensatz	Datentyp	Zeitstand	Datenherren
Gemeinden (inkl. Enklaven/Exklaven)	Vektor (Polygon)	2.1.2012	Vermessungsamt
Bestandeskartierung	Vektor (Polygon)	2.10.2002	Abteilung Wald
Lotharflächen	Vektor (Polygon)	31.12.2000	Abteilung Wald
Naturwaldreservate	Vektor (Polygon)	2.7.2012	Abteilung Wald
Waldwege	Vektor (Polylinie)	19.9.2012	Abteilung Wald
Übersichtsplan 1:5000, Auflösung 1016 dpi	Raster	20.8.2012	Vermessungsamt
DTM-AV 1-Meter Neigung (in Grad)	Raster	1.1.2001	Swisstopo
Orthofoto 1998 Kacheln 1070-41 und 1070-43	Raster	1998	Swisstopo

Tabelle 15 Beschrieb der für die GIS-Analysen verwendeten Geodatensätze.

Weiter wurde für die Feldaufnahmen folgendes Material eingesetzt:

- GPS: Garmin eTrex10®
- Vertex (Baumhöhenmessgerät): Forestor VERTEX mit entsprechendem Transponder (Abbildung 14)
- BHD-Messband
- Messband 30m
- Digitalkamera: Canon PowerShot SX210 IS
- Aufnahmeprotokolle

3.3.1 Untersuchungsgebiet

„Vor 2000 Jahren mit den Römern ein Bäderquartier, später als Tagsatzungsort der Eidgenossen, heute als Schmelztiegel für Wirtschaft, Kultur und Wellness.“ – so preist sich die Stadt Baden auf ihrer Internetseite (STADT BADEN 2012) an.

Seit 1847, als die erste schweizerische Eisenbahnlinie Baden mit Zürich verband (Spanischbrödlbahn), entwickelte sich die Stadt zunehmend zu einer Wirtschafts- und Handelsmetropole mit starker kultureller Prägung (STADT BADEN 2012). Mit diesen Entwicklungen gewann allerdings auch die Naherholung immer mehr an Bedeutung und der bereits vor Lothar intensiv genutzte Stadtwald (SCHOOP G., persönliche Mitteilung, 3.1.2013) sah sich mit neuen Herausforderungen des Integrativen Waldmanagements konfrontiert. Schliesslich sollten auch ökologische Themen als zentrales Gedankengut im Badener Wald nicht fehlen.

3.3.1.1 Geologie

Die Grundlage für vielfältige Standortsgegebenheiten im Badener Wald bilden die abwechslungsreichen geologischen Gegebenheiten in der Umgebung Badens. Es treffen in dieser Zone Mittelland und Jura aufeinander: Die Lägeren ist ein Ausläufer des Faltenjuras, welcher mit dem Hundsbuck in westlicher Richtung seine Fortsetzung findet (FUNK et al. 2004). Die Limmat hat sich durch diesen Hügelszug „durchgearbeitet“ und dadurch eine Klusbildung herbeigeführt, die im Bereich der heutigen Badener Altstadt ihren Eingang hat.

Nördlich und südlich dieser markanten Kalk-Berge prägen weichere Erhebungen, bestehend aus Sandstein und Mergel der Süswassermolasse, die Landschaft. Diese gehören bereits dem Mittelland an (FUNK et al. 2004). Dies wird auch in der tektonischen Karte in Abbildung 12 ersichtlich.

Während den Eiszeiten wurden die Täler wieder mit Schotter aufgefüllt (FUNK et al. 2004). So findet man noch heute unter der Stadt Baden mächtige Niederter-rassenschotterablagerungen und im Bereich des Teufelskellers ältere Deckschotterablagerungen.

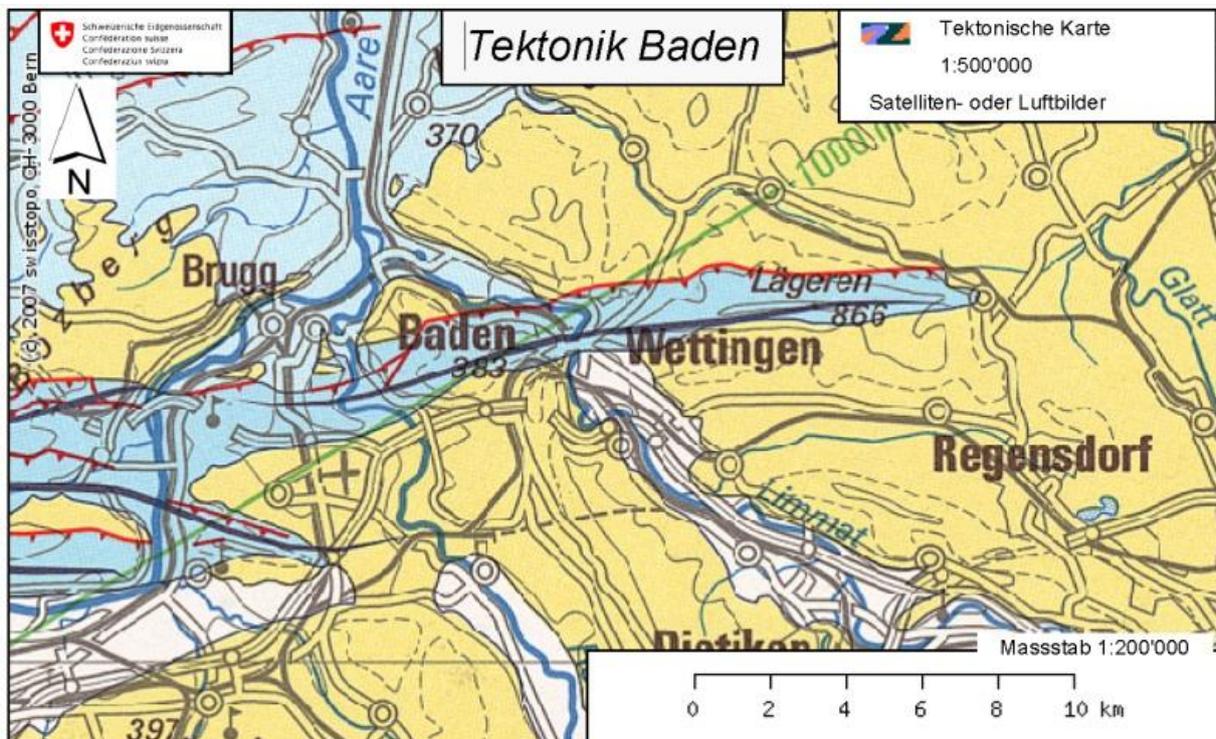


Abbildung 12 Ausschnitt aus der Tektonischen Karte 1:500'000.

Anm. Gelb sind Molasse- und blau Falten-Jura-Gesteine eingezeichnet.

Quelle: Geologischer Datenviewer, Bundesamt für Landestopografie swisstopo

3.3.1.2 Klima

Baden hat ein gemässigttes Klima und eine ungefähre Jahresmitteltemperatur von 8.5 °C (Daten aus der nahegelegenen Meteo-Station Zürich Affoltern (METEOSCHWEIZ 2012)). An ungefähr 97 Tagen im Jahr fällt die Temperatur unter 0 °C und an ungefähr fünf Tagen steigt das Thermometer in der Region Baden über 30 °C. Die durchschnittliche Jahresniederschlagsmenge ist bei 900 mm/m², womit die Niederschläge der Region Baden im Rahmen derjenigen des Schweizer Mittellandes liegen (DEPARTEMENT FÜR BAU VERKEHR UND UMWELT 2012b).

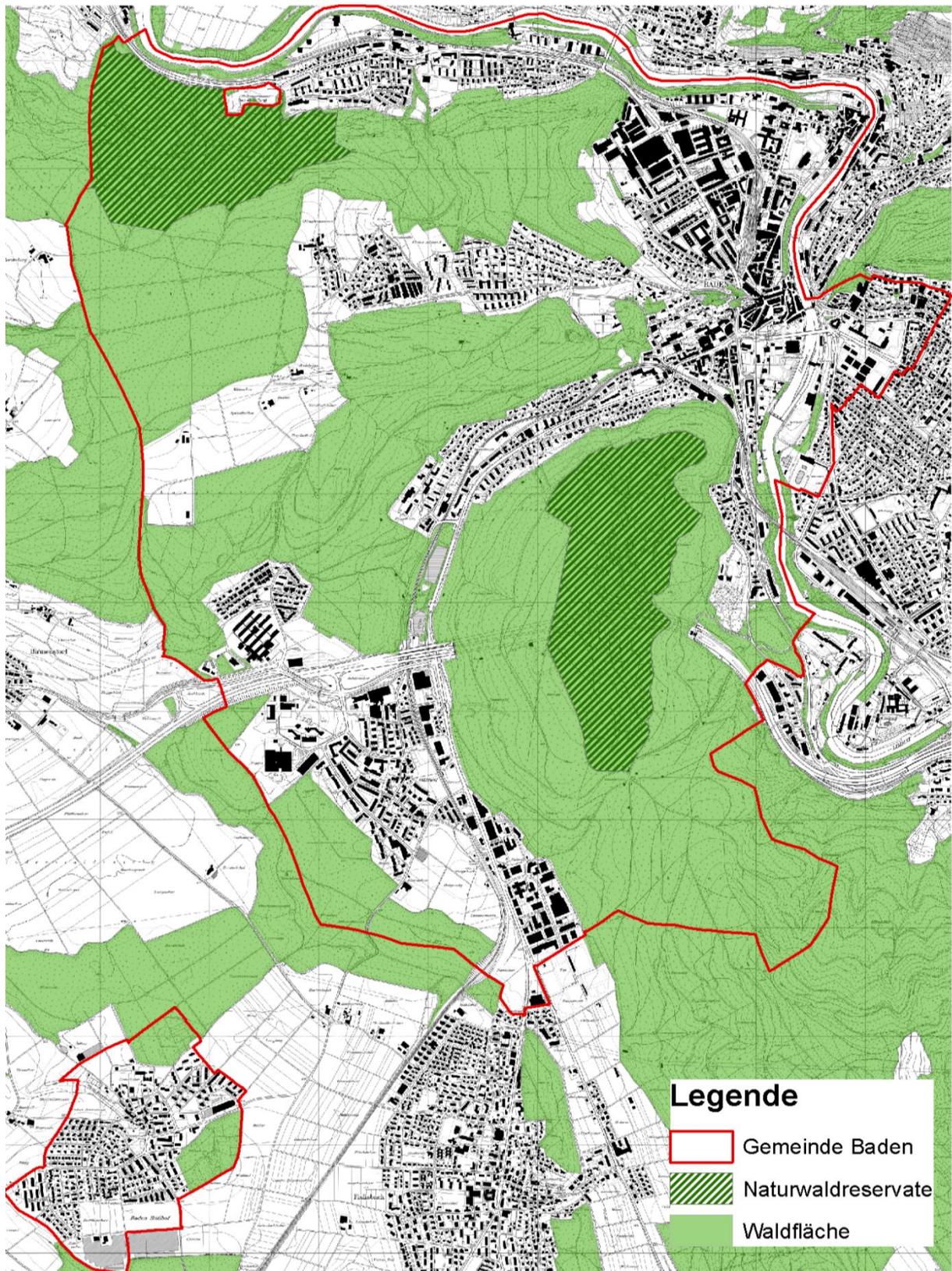


Abbildung 13 Übersicht über die Waldfläche der Gemeinde Baden.

Anm. Die Gemeindegrenze ist rot eingezeichnet, die Naturwaldreservate sind dunkelgrün schraffiert (links oben der Unterwilerberg, rechts der Teufelskeller).

Quelle: Daten des Kantons Aargau

3.3.1.3 **Badener Wald**

Die Waldfläche der Gemeinde Baden beträgt gemäss Betriebsplan 691.18 ha, davon sind 474.3 ha Wirtschaftswald, auf 128.3 ha wurden Naturwaldreservate ausgeschieden und die restliche Fläche teilen sich in Spezialreservate, unbestockte Flächen und Waldstrassen (SCHOOP et al. 2011). Eine Übersicht über das Untersuchungsgebiet bietet die Abbildung 13.

Der Vorrat beläuft sich auf 258 Tfm/ha (36 % Nadel- und 64 % Laubholz) und der jährliche Zuwachs pro Hektare gemittelt über die Jahre 1998 – 2009 betrug 8.4 Tfm. Für die Jahre 2011 – 2022 ist ein jährlicher Hiebsatz von 5.4 Efm/ha geplant (SCHOOP et al. 2011).

Der Orkan Lothar sorgte 1999 für 5 Mio Fr. Gesamtschaden im Badener Wald – 153 ha, respektive 22 % der Waldfläche erlitten Totalschaden. Als Folge der Katastrophe bot sich für den Badener Forstdienst die Möglichkeit, Ziele für den Stadtwald zu revidieren. Dieser sollte in Zukunft naturnäher, artenvielfältiger und stabiler sein (SCHOOP et al. 2011).

3.3.1.4 **Waldgesellschaften**

Im Badener Wald kommen auf der produktiven Waldfläche 28 Waldgesellschaften vor (SCHOOP et al. 2011). Die fünf häufigsten davon werden in Tabelle 16 mit dem Flächenanteil im Badener Wald aufgeführt.

Waldgesellschaft	Flächenanteil im Badener Wald
Typischer Waldmeister-Buchenwald (7a) <i>Galio odorati-Fagetum typicum</i>	58 %
Waldmeister-Buchenwald mit Hainsimse (6a) <i>Galio-odorati-Fagetum luzuletosum</i>	15 %
Typischer Waldmeister-Buchenwald mit Lungenkraut (7f) <i>Galio odorati-Fagetum pulmonarietosum</i>	8 %
Typischer Lungenkraut-Buchenwald (9a) <i>Pulmonario-Fagetum typicum</i>	7 %
Typischer Waldhirschen-Buchenwald (8a) <i>Milio-Fagetum typicum</i>	2 %

Tabelle 16 Die fünf in Baden am häufigsten vorkommenden Waldgesellschaften.

Quellen: Name und Nummerierung der Waldgesellschaften aus BURGER et al. (2002) auf Basis von ELLENBERG et al. (1972), die Flächenanteile stammen aus dem Betriebsplan 2011-2022 des Stadtforstamtes Baden (SCHOOP et al. 2011).

Es ist anzumerken, dass die Waldgesellschaft 9a (Typischer Lungenkraut-Buchenwald), die im Aargauer Mittelland als selten gilt, mit knapp 50 ha im Badener Wald vertreten ist (SCHOOP et al. 2011). Daneben kommen in Baden noch fünf weitere seltene Waldgesellschaften vor – drei davon sind selten im Aargauer Mittelland (10a Lungenkraut-Buchenwald mit Immenblatt, 12a Typischer Zahnwurz-Buchenwald und 14a Typischer Weisseggen-Buchenwald) und zwei davon im Kanton Aargau (17 Eiben-Buchenwald und 22a Typischer Hirschzungen-Ahornschluchtwald).

3.3.2 Fragestellung 1 - Wo kommen Pioniergehölze heute im Badener Wald vor?

3.3.2.1 *Flächenausscheiden für verschiedene Untersuchungsgruppen*

Um die Hypothesen A und B bestätigen oder verwerfen zu können, wurde der Wirtschaftswald (exklusive Naturwaldreservate und Lotharflächen) in sechs verschiedene Untersuchungsgruppen unterteilt. Diese ergeben sich aus den Faktoren Waldrand, Strassenrand, (Wald-)Inneres, Baumholz und Nicht-Baumholz und werden in Tabelle 17 dargestellt.

Entwicklungsstufe\Lage	Strassenrand	Waldrand	Inneres
Baumholz	Untersuchungsgruppe 1	Untersuchungsgruppe 2	Untersuchungsgruppe 3
Nicht-Baumholz	Untersuchungsgruppe 4	Untersuchungsgruppe 5	Untersuchungsgruppe 6

Tabelle 17 Lagebedingungen für die Untersuchungsgruppen.

Der Stichprobenauswahl liegt eine GIS-Analyse zu Grunde. Zu Beginn dieser Analyse wurden die Lagebedingungen wie folgt ausgeschieden:

Strassenrand Grundlage ist die Feature Class „Waldwege“ erstellt von der Abteilung Wald des Kantons Aargau, auf Basis des Übersichtsplanes des Vermessungsamtes. Darin sind die Waldwege (Wege im und am Wald) mit entsprechender Klassenbezeichnung (4. bis 6. Klass-Wege) gekennzeichnet (BUNDESAMT FÜR LANDESTOPOGRAFIE SWISSTOPO 2011).

Da in der Gemeinde Baden zur Holzernte nicht vorwiegend Traktor und Seilzug, sondern häufig der Vollernter eingesetzt wurde (SCHMIDLI B., persönliche Mitteilung, 21.9.2012), gibt es entlang der Erschliessung keine „Bewirtschaftungsgrenze“. Deshalb wird von der Strasse her ein beidseitiger Buffer von 30 m (ungefähr eine Baumlänge) generiert und dieser als „Einflussbereich“ der Strasse gesehen. Von der Analyse ausgeschlossen wurden 6. Klass-Wege, d.h. Spazier- und Wanderwege, welche auf Grund ihrer geringen Breite den Lichthaushalt in den anschliessenden Beständen nicht wesentlich verändern.

Bearbeitung im GIS:

- Spazierwege ausschliessen: „Selection by Attributes“ der Feature Class Wanderwege mit der SQL: "UPSIGNATUR" = 4 OR "UPSIGNATUR" = 5
- Buffer: Abstand 30m, Side Type: FULL, Endtype: ROUND, Dissolve Type: ALL

Waldrand Die Waldfläche wurde aus der Bestandeskarte herausgelesen. Obwohl die Waldränder im Durchschnitt nur ungefähr 8 m tief gepflegt wurden (SCHMIDLI B., persönliche Mitteilung, 21.9.2012) wird der Licht- und Wärmehaushalt des Bestandes am Rand ungefähr Baumlängentief beeinflusst. Unter Waldrandeinfluss wurde demnach in der Untersuchung die Zone vom Waldrand bis 30m in den Bestand hinein bezeichnet.

Bearbeitung im GIS:

- Waldfläche aus Bestandeskarte: „Dissolve“
- Buffer: Abstand -30 m, Side Type: OUTSIDE ONLY, Endtype: ROUND, Dissolve Type: ALL

Inneres Als Waldesinneres wurden diejenigen Flächen im Wald bezeichnet, welche weder unter „Strassenrand“ noch unter „Waldrand“ ausgeschieden wurden.

Bearbeitung im GIS:

- mittels Erase wurden die oben ausgeschiedenen Flächen „Strassenrand“ und „Waldrand“ von der Gesamtwaldfläche abgezogen

Baumholz

Die Entwicklungsstufen wurden aus der Bestandeskarte ersichtlich. Die Stufen Baumholz 1-3 wurden als „Baumholz“ ausgeschieden, was in diesem System einem BHD ab 30 cm entspricht (Baumholz 1 = 30 – 40 cm, Baumholz 2 = 40 – 50 cm, Baumholz 3 = ab 50 cm).

Bearbeitung im GIS:

- Nur Baumholz ausscheiden: Mittels „Selection“ die SQL („ENTW_STUF“=3 OR „ENTW_STUF“=4 OR „ENTW_STUF“=5) auf den Datensatz der Bestandeskartierung anwenden.

Nicht-Baumholz

Die Entwicklungsstufen konnten aus der Bestandeskarte gelesen werden. Beim „Nicht-Baumholz“ handelt es sich um Flächen, welche nicht Baumholz sind – d.h. um Jungwuchs/Dickung (BHD bis 10 cm), Stangenholz (10 – 30 cm BHD) sowie stufige Bestände.

Bearbeitung im GIS:

- Mittels „Erase“ die als „Baumholz“ ausgeschiedenen Flächen von der Gesamtwaldfläche abziehen.

Bei allen bearbeiteten Flächen wurden zudem die Naturwaldreservate und die Lotharflächen ausgeschnitten (mittels „Erase“), da bei dieser Untersuchung nur der Wirtschaftswald interessiert – dies ergab eine Gesamtfläche aus dem GIS von 483.05 ha inklusive Waldstrassen (Tabelle 18), was gegenüber der Wirtschaftswaldfläche inklusive Waldstrassen von 495.47 ha aus dem Betriebsplan (SCHOOP et al. 2011) eine Diskrepanz von 12.42 ha ergibt. Für die weiterführenden Berechnungen und Untersuchungen wurden immer die GIS-Daten verwendet. Die Datensätze mussten zudem für die Weiterverarbeitung so aufbereitet werden, dass die Waldfläche anstatt aus einem Objekt aus mehreren Einzelpolygonen bestanden und damit der Schwerpunkt der entsprechenden Einzelflächen berechnet werden konnte. Dies geschah mit dem Tool „Multipart to Singlepart“, so wurden die Bestände zu Einzelpolygonen.

Entwicklungsstufe	Lage	Fläche in ha
Baumholz	Innen	68.05
Baumholz	Strasse	106.46
Baumholz	Rand	63.17
Nicht-Baumholz	Innen	99.68
Nicht-Baumholz	Strasse	110.98
Nicht-Baumholz	Rand	34.70
TOTAL		483.05

Tabelle 18 Flächenanteil der verschiedenen Untersuchungsgruppen im Wirtschaftswald

Anm. Flächenauswertung inklusive Waldstrassen

Quelle: GIS – Analyse gemäss vorhergehender Beschreibung.

3.3.2.2 *Stichproben zufällig festlegen*

Für Probeaufnahmen wurden zufällig in der Attributtabelle im GIS zwei Flächen pro Untersuchungsgruppe festgelegt (durch klicken auf ein zufälliges Objekt in der Attributtabelle) und der Flächenschwerpunkt als Probezentrums genommen. Wenn notwendig, wurde dieser leicht angepasst, damit die Stichprobe mit 15 m Radius vollständig in der Fläche der entsprechenden Untersuchungsgruppe lag. Mit diesen zwölf Probeaufnahmen wurde später anhand der Power-Analyse die ungefähr notwendige Probenanzahl abgeschätzt.

Nach der Erhebung der zwölf Proben wurden die Pilotdaten für die Power-Analyse ins „R“ eingelesen und die allgemeine Standardabweichung ($sd=1.2$) bestimmt. COHEN (1969) empfiehlt den Wert für das β -Fehlerniveau viermal so gross zu wählen wie für das Signifikanzniveau α . Da α meist bei 5 % liegt, ergibt das ein β von 20 %. Aus dem β von 20 % ergibt sich wiederum die erwünschte Teststärke („Power“) von 80 % ($=1 - \beta$). Das Delta wurde als 1 festgelegt. Mit dem „two-sample“-Power-t-Test kann die für die erwünschte Teststärke benötigte Probemenge pro Untersuchungsgruppe berechnet werden, diese liegt für die vorliegende Untersuchung bei 24 Proben pro Untersuchungsgruppe, respektive 144 insgesamt. Die als Pilotdaten aufgenommenen zwölf (pro Untersuchungsgruppe zwei) Proben können für die Endauswertung verwendet werden und somit galt es noch weitere 22 Proben pro Untersuchungsgruppe zufällig festzulegen.

Mit „R“ wurden für jede Untersuchungsgruppe einzeln die 22 Zufallszahlen generiert (R-Code im Anhang B), abhängig von der Gesamtpolygonzahl der Untersuchungsgruppe. Diese 22 Zufallszahlen ergaben über die Polygon-ID (eindeutige Polygonnummer) und dessen Flächenschwerpunkte die zufälligen Stichprobenzentren. Danach wurden die Stichprobenzentren im GIS überprüft und teilweise von Hand etwas korrigiert, respektive an den nächstmöglichen Punkt gezogen, damit die Stichprobe mit 15 m Radius vollständig in der Fläche der entsprechenden Untersuchungsgruppe lag. Zusätzlich sollten Untersuchungsgruppen mit dem Parameter Strassenrand nicht gleichzeitig am Waldrand liegen. Untersuchungsgruppen, welche am Waldrand zu liegen kamen, konnten jedoch zusätzlich im Buffer einer Strasse liegen, da der Waldrand häufig gleichzeitig von einer Strasse begleitet ist.

Die Koordinaten der Stichprobenzentren wurden als Meterkoordinaten der Schweizer Projektionskoordinaten (CH1903) in Meterform in ein Excel-File exportiert und so weiterverwendet. Die Koordinaten der Flächenschwerpunkte sowie die korrigierten, sind im Anhang A in Tabelle A 2 zu finden. Eine Übersicht über die Verteilung der Stichprobenpunkte im Badener Wald bietet die Abbildung 15.

3.3.2.3 *Feldaufnahmen*

Die Meterkoordinaten wurden mittels Zieleingabe ins GPS im Feld aufgesucht. Zusätzlich zu technischen Ungenauigkeiten (Bewölkung, Kronendach, starker Regen) beim GPS-Empfang konnte der Punkt oft nur auf 2 – 3 m genau im Feld lokalisiert werden.

Vom Stichprobenzentrum aus wurden im Umkreis von 15 m alle Birken, Aspen und Salweiden mit individueller Nummer, Probekreisnummer, BHD, Baumhöhe, Vitalität, Besonnung und sozialer Stellung aufgenommen. Die Aufnahmen innerhalb eines Probekreises wurden jeweils im Norden begonnen und im Uhrzeigersinn fortgesetzt. Die Hangkorrektur wäre in knappen Fällen, respektive wenn ein Pionierbaum knapp nicht im Probekreisradius lag, vor Ort berechnet worden – dies war jedoch nicht notwendig.



Abbildung 14 Transponder des VERTEX im Einsatz für die Baumhöhenmessung.

Foto: Simone Bachmann

3.3.2.4 **Auswertung**

Für die unten beschriebene Auswertung wurden folgende Variablen definiert:

- Variable „Lage“: Wo liegt der Stichprobenpunkt respektive der darin aufgenommene Baum? Am Strassen-, Waldrand oder im Waldesinnern? (Abgrenzungen sind in Kapitel 3.3.2.1 aufgeführt) Mögliche Werte: „Innen“, „Strasse“ oder „Waldrand“
- Variable „Entwicklungsstufe“: Liegt der Stichprobenpunkt in der Entwicklungsstufe Baumholz oder nicht? (Abgrenzungen sind in Kapitel 3.3.2.1 aufgeführt) Mögliche Werte: „BH“ für Baumholz oder „nBH“ für Nicht-Baumholz
- Variable „Interaktion“: Stellt alle Kombinationen mit den oben genannten Variablen her. Mögliche Werte: „Innen BH“, „Strasse BH“, „Waldrand BH“, „Innen nBH“, „Strasse nBH“, „Waldrand nBH“

Da es sich bei der Anzahl gefundenen Pionierbäumen in den 144 Proben um Zählraten handelt, wird angenommen, dass die Daten Poisson-verteilt sind.

Die separate Auswertung der einzelnen Baumarten erwies sich als unmöglich, da zum Beispiel die Untersuchungsgruppe 6 (Nicht-Baumholz, Inneres) im Falle der Weide keine Pioniere enthält und somit der Prädiktor aus numerischem Problem versagt ($\log(0) = -\infty$). Es wird also die Gesamtheit (Summe) der aufgenommenen Pioniere (Aspen, Weiden und Birken) im Badener Wirtschaftswald untersucht.

Es wurde ein χ^2 -Test (Chi-Quadrat-Test) über die Gesamtheit der drei Pionierbaumarten bezüglich der aufgenommenen Variablen „Struktur“ (Waldrand, Strassenrand, Waldesinnere) und „Baumholz“ (Baumholz, Nicht-Baumholz) durchgeführt. Der χ^2 -Test geht jedoch davon aus, dass die einzelnen Beobachtungen unabhängig voneinander gemacht wurden. Das trifft für diese Daten nicht ganz zu, da sie in Stichprobenpunkten auch gehäuft vorkommen können.

Die ersten Berechnungen mit „Generalized Linear Models“ und „Mixed Effect Models“ zeigten, dass die vielen Stichproben, an denen keine Pionierbaumarten gefunden wurden, respektive die vielen Nullen, das Bild verfälschen. Die Anwendung eines „Zero-inflated-model“ gemäss ZEILEIS et al. (2008) ist angebracht: Es kombiniert ein Binomial-Modell mit einem darauf aufbauenden Poissonmodell. Die Verteilung der Zählraten wurde dabei als negativ-binomial bezeichnet, da diese Modellvariante eine grössere Streuung zulässt als die Poisson-Verteilung und somit an die Daten besser angepasst ist.

Das Grundmodell mit allen Variablen („Lage“, „Entwicklungsstufe“ sowie die Interaktion zwischen diesen Variablen) wurde schrittweise – auf Basis von AIC-Vergleichen (AIC = „Akaike's Information Criterion“; erlaubt Modellvergleiche welche auf gleichem Datensatz beruhen) – angepasst.

Die verwendete Endversion des „Zero-inflated-model“ verwendet ein konstantes Vorkommen (da keine der Variablen das Vorkommen beeinflusste) und verzichtet auf den Einbezug der Interaktion, weil diese die Hauptfaktoren verfälscht und keinen Einfluss auf die Häufigkeit hat.

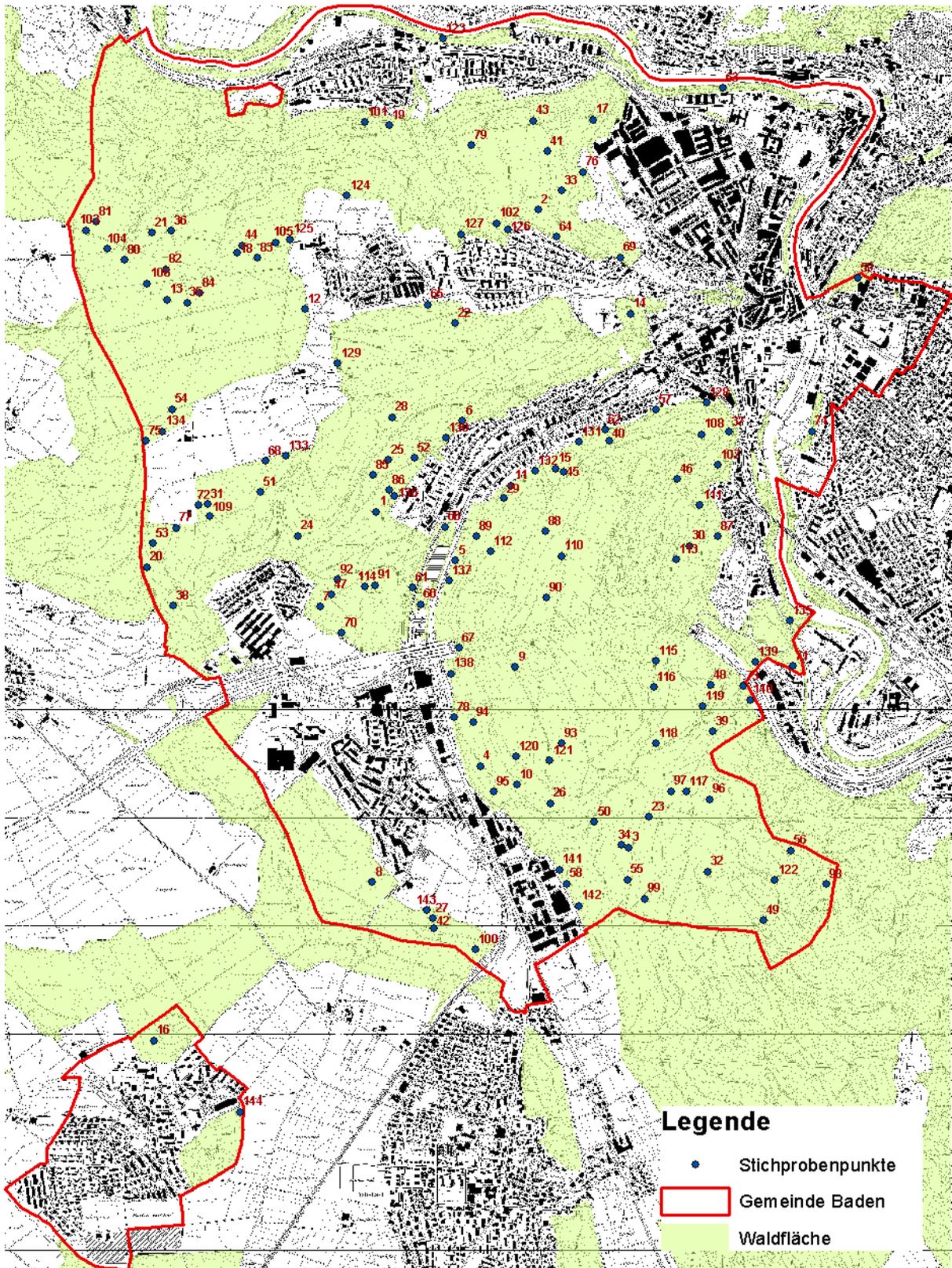


Abbildung 15 Übersicht über die Stichprobenpunkte zu Fragestellung 1.
 Quelle: Daten des Kantons Aargau

3.3.3 Fragestellung 2 - Welche Stellung nehmen Pioniergehölze in einer Sturmfläche ein?

3.3.3.1 Fläche ausscheiden

Für die Überprüfung der Hypothesen C, D und E mussten die Stichprobenpunkte innerhalb der Lotharflächen im Naturwaldreservat Teufelskeller bestimmt werden. Das Stichprobennetz besteht bereits seit 1986 und dient periodischen Erhebungen im Badener Wald. Im GIS wurde die Fläche des Naturwaldreservates Teufelskeller mit der Lotharfläche verschnitten und somit die gemeinsame Fläche ermittelt. Aus dem Stichprobenplan 1:5000 (gezeichnet von H. R. Schnetzler, Fislisbach 1986, Revision 1997) wurden die Koordinaten des bestehenden Stichprobennetzes ermittelt und ins GIS importiert. 26 Stichproben liegen in den besagten Windwurfflächen des Naturwaldreservates Teufelskeller im Gebiet nördlich des „Zürleich“ bis zur südlichen „Spittelau“ (Abbildung 16).

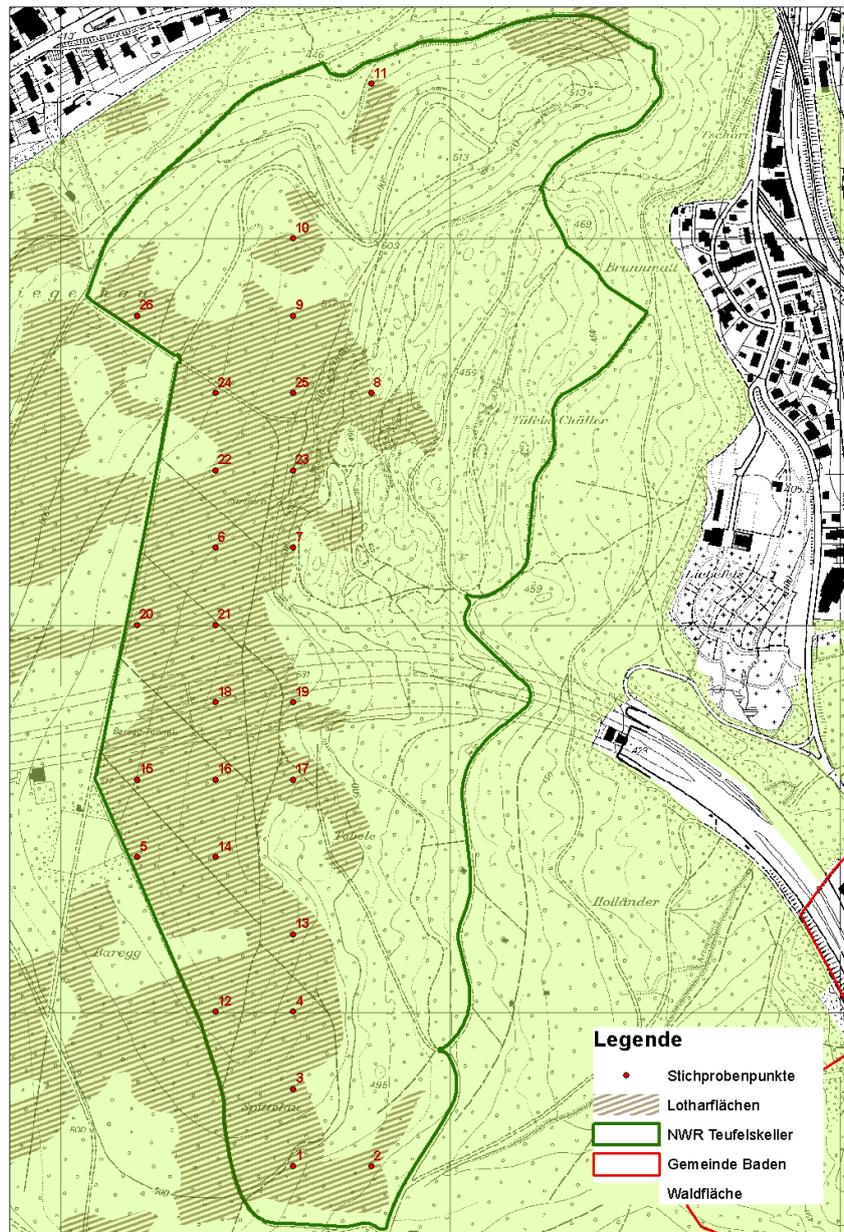


Abbildung 16 Übersicht über die Stichprobenpunkte zu Fragestellung 2.

Quelle: Daten des Kantons Aargau

3.3.3.2 **Feldaufnahmen**

Analog den Feldaufnahmen zur Ermittlung des jetzigen Vorkommens im Wirtschaftswald (Kapitel 3.3.2) wurden die Meterkoordinaten mittels Zieleingabe ins GPS im Feld aufgesucht. Aufgrund technischer Ungenauigkeiten (Bewölkung, Kronendach, starker Regen) beim GPS-Empfang konnte der Punkt oft nur auf 2 – 3 m genau im Feld lokalisiert werden. Die Koordinaten der Probezentren sind ebenfalls im Anhang A in Tabelle A 8 aufgelistet und das Stichprobenzentrum wurde mit einem Markierpflock versehen. Wurde die Markierung (blaue Pflöcke) früherer Stichprobenaufnahmen in diesem Netz gefunden, so wurde dieser als Stichprobenzentrum gewählt, nicht derjenige Punkt gemäss Koordinaten. Diese konnten teilweise – verglichen mit den auf dem GPS angezeigten Koordinaten – um bis zu 7 m variieren.

Nach ersten Probeaufnahmen mit einem Probekreisradius von 9.77 m respektive einer Probekreisfläche von 3 Aren musste auf Grund von unverhältnismässigem Aufwand der Radius halbiert werden. Der Radius für die Probekreise wurde auf 4.89 m im ebenen Gelände festgelegt und die Fläche demzufolge auf 75 m². Die Hangneigung der Stichprobenzentren wurde im GIS aus dem Digitalen Höhenmodell (DTM AV- Neigung, basiert auf einem Digitalen Rasterhöhenmodell von Swisstopo und zeigt die Neigung in Grad) bestimmt und damit die Hangkorrektur berechnet, aus arbeitstechnischen Gründen noch vor der Halbierung des Radius.

$$\text{Radius bei einer Fläche } F \text{ von 3 Aren (= } 300 \text{ m}^2\text{): } r = \sqrt{\frac{F}{\pi}} = \sqrt{\frac{300\text{m}^2}{\pi}} = 9.77 \text{ m}$$

$$\text{Radius am Hang mit Hangkorrektur bei Hangneigung } \alpha \text{ in Grad: } r_{\text{Hang}} = \frac{r}{\sqrt{\cos \alpha}}$$

Im berechneten Radius (im Anhang A in Tabelle A 8 aufgelistet für die einzelnen Stichprobenpunkte) wurde jedes noch lebende Gehölzindividuum, vom Sämling bis zum ausgewachsenen Baum, aufgenommen. Dabei wurden folgende Parameter notiert:

Baumart	Da sich die Pflanzen während den Aufnahmen noch im belaubten Zustand befanden, konnten die Arten problemlos angesprochen werden. Bei der Salweide (<i>Salix caprea</i>) besteht Verwechslungsgefahr mit der Aschweide (<i>Salix cinerea</i>). Das Fehlen der Xylemrippen am entrindeten Ast wurde nicht bei jedem Individuum überprüft, da die Aschweide primär in Feuchtgebieten zu finden ist. Im Zweifelsfalle wurde <i>Salix caprea</i> notiert.
BHD	Der BHD wurde mit einem BHD-Messband gemessen und auf halbe cm abgerundet. Die Verwendung des Messbandes anstelle der Kluppe erwies sich als deutlich genauer (trägt der asymmetrischen Baumform Rechnung) und praktischer für die Fortbewegung im unwegsamen Gelände der Sturmflächen. Die Auswertung erfolgte mit auf ganze cm abgerundeten Werten, damit Fehler im Messbereich weniger zu tragen kommen.
Höhe	Die Baumhöhe wurde auf ganze Meter jeweils von zwei Personen geschätzt, da es in den Windwurfflächen oft zu dichten Bewuchs für den Vertexeinsatz hatte. Der Fehlerbereich wird auf 10 % geschätzt, wobei innerhalb eines Stichprobenpunktes der Fehler kleiner sein dürfte, da die Bäume in direkt sichtbarer Relation zueinander geschätzt werden konnten. Bei Dichtstand der Vegetation war es sehr schwierig die Höhe abzuschätzen, da nicht immer die gesamte Krone sichtbar war.
Vitalität	Die Vitalität wurde auf Grund des Kronenanteils bestimmt. Bei einem

Kronenanteil von 50 % und mehr wird von „guter“ Vitalität ausgegangen, bei 30 - 40 % Kronenanteil wurde die Vitalität „mittel“ und bei weniger als 30 % Kronenanteil „schlecht“ eingeschätzt.

Soziale Stellung	Es wurde die Kategorisierung gemäss SCHÜTZ (2003) in „vorherrschend“, „herrschend“, „mitherrschend“, „beherrscht“ und „unterdrückt“ angewendet. Die Schwierigkeit hier war oftmals der Dichtstand der Vegetation, die nicht immer Blick auf die Kronen gewährte.
Waldgesellschaft	Wurde aus der Bestandskarte herausgelesen. Bezeichnung gemäss ELLENBERG et al. (1972) und (STOCKER et al. 2002).
Vorverjüngung	Die Vorverjüngung wurde auf Basis des Luftbildes 1998 (kurz vor Lothar) und bestandesgeschichtlichem Vorwissen von Herrn Georg Schoop, Stadtoberförster, bestimmt. Im Feld schien es praktisch unmöglich zu beurteilen, ob die vorliegende Fläche zum Zeitpunkt des Sturmes vorverjüngt war, oder nicht.

3.3.3.3 **Auswertung**

Damit für die Auswertung gleich viele Stichprobenpunkte in vorverjüngten wie in nicht vorverjüngten Beständen zur Verfügung standen, wurden die Daten von Stichprobenpunkt 18 und 15 weggelassen, da beide Punkte als nicht vorverjüngt bezeichnet wurden, und bei diesen beiden Punkten die Unsicherheit über den Status der Vorverjüngung zur Zeit des Lotharsturmes am grössten war. Ebenfalls von den Auswertungen ausgeschlossen wurden die Stichprobenpunkte 10 und 19, weil im Probekreis keine Gehölze wuchsen. Standort Nummer 19 war mit Brombeeren (*Rubus* sp.) und Nummer 10 mit Brombeeren und Kiwi (*Actinidia deliciosa*) überwuchert.

Für die weiter unten aufgeführten Auswertungen wurden die Variablen wie folgt definiert:

Variable „Pionier“:	Handelt es sich beim aufgenommenen Baum um eine Pionierbaumart (Birke, Aspe, Weide)? Mögliche Werte: „Ja“ oder „Nein“
Variable „Vorverjüngung“:	War die Fläche im aufgenommenen Stichprobenradius zur Zeit des Sturmes Lothar (Dezember 1998) vorverjüngt oder nicht? Mögliche Werte: „Ja“ oder „Nein“
Variable „Interaktion“:	Stellt alle Kombinationen mit den oben genannten Variablen her. Mögliche Werte: „PionierJaVoverjüngungJa“, „PionierJaVorverjüngungNein“, „PionierNeinVorverjüngungJa“ oder „PionierNeinVorverjüngungNein“
Variable „BHD“:	Wie bereits in Kapitel 3.3.3.2 beschrieben direkt so verwendet. Mögliche Werte: ganze Zahlen ohne „Null“

Variable „Soziale Stellung“: Den Begriffen musste für die Auswertung eine Zahl zugewiesen werden:

Code	Soziale Stellung
1	unterdrückt
2	beherrscht
3	mitherrschend
4	herrschend
5	vorherrschend

Variable „Waldgesellschaften“: Auch für die Waldgesellschaften wurde einfachheitshalber ein Code verwendet:

Code	Waldgesellschaft
1	6a
2	7a
3	7aa
4	7aS
5	7g
6	8f

Für die Auswertung der sozialen Stellung (zum Beantworten der Hypothese C) der Pionierbaumarten im Vergleich zu den übrigen Baumarten in der Lotharfläche im Naturwaldreservat wurde auf Grund der normalverteilten Residuen ein linearer Ansatz gewählt. Mittels einer ANOVA (Analysis of Variance = Varianzanalyse) wurden die einzelnen Terme („Interaktion“, Variable „Pionier“, Variable „Vorverjüngung“) im Modell getestet und auf ihre Signifikanz bezüglich der sozialen Stellung untersucht.

Aus Neugierde wurde dieselbe Auswertung noch auf Basis der Waldgesellschaften an Stelle der Variable „Vorverjüngung“ durchgeführt. Dabei muss aber angemerkt werden, dass bei der Auswahl der Flächen nicht speziell auf die gleichmässige Verteilung der Stichprobenpunkte geachtet wurde (sondern im Nachhinein die Waldgesellschaft am aufgenommenen Stichprobenpunkt im GIS bestimmt wurde) und somit einige Waldgesellschaften stark übervertreten sind.

Die Hypothese D soll mit einer Auswertung über das Verhältnis des BHDs bei den Pionierbaumarten gegenüber den übrigen Baumarten auf der Lotharfläche im Naturwaldreservat beantwortet werden. Weil der BHD eine Messvariable und nicht normalverteilt ist, musste eine Logarithmus-Transformation vorgenommen werden. Es folgte die Berechnung des Mittelwertes und der Standardabweichung. Auch hier wurden mit der ANOVA die einzelnen Terme (Interaktion, Variable „Pionier“, Variable „Vorverjüngung“) im Modell getestet und auf ihre Signifikanz bezüglich des BHDs untersucht.

Um die Hypothese E beantworten zu können, wurde die Anzahl Pioniere auf den vorverjüngten Flächen mit der Anzahl Pioniere in den nicht vorverjüngten Flächen mittels Wilcoxon-Test und Poisson-Modell verglichen. Dies erfolgte mit der Korrektur für Overdispersion, da im Datensatz „Null“ häufig vertreten ist.

3.3.4 Standraumanalyse

Auf Grund geringer bis keiner Literaturangaben zum benötigten Kronenraum von Birken, Aspen und Weiden sollten einfache Erhebungen durchgeführt werden, welche eine Schätzung für den Standraum dieser Baumarten zulassen.

Dazu wurden Birken, Aspen und Weiden von mindestens herrschender Stellung und einem Kronenanteil von mindestens 30 – 40 % im Badener Wald und im Buch- und Rodenberg bei Diessenhofen (TG) vermessen. Da die aufgenommenen Bäume für weitere Untersuchungen nicht mehr benötigt werden, wurden keine Koordinaten aufgenommen und die Bäume auch nicht markiert. Neben dem BHD wurde von jedem Baum der kleinste und der grösste Kronenradius gemessen, um daraus später den Mittelwert zu berechnen (Abbildung 17). Die aufgenommenen Individuen sollten eine möglichst grosse Durchmesserstreuung aufweisen um den ungefähren Verlauf des Kronendurchmessers im Verhältnis zum BHD abschätzen zu können. Für den Maximal- und Minimalkronenradius (r_{\max} respektive r_{\min}) wurde mit einem Messband die Kronenprojektion auf einen halben Meter genau abgelesen. Der Fehlerbereich wird auf ungefähr 10 % geschätzt.

Für die baumartengetrennte Auswertung wurde der mittlere Kronenradius gegenüber dem BHD der Individuen aufgetragen und mit einer Potenzfunktion angenähert, da diese eine bessere Annäherung an die aufgenommenen Daten darstellt (höheres Bestimmtheitsmass R^2).

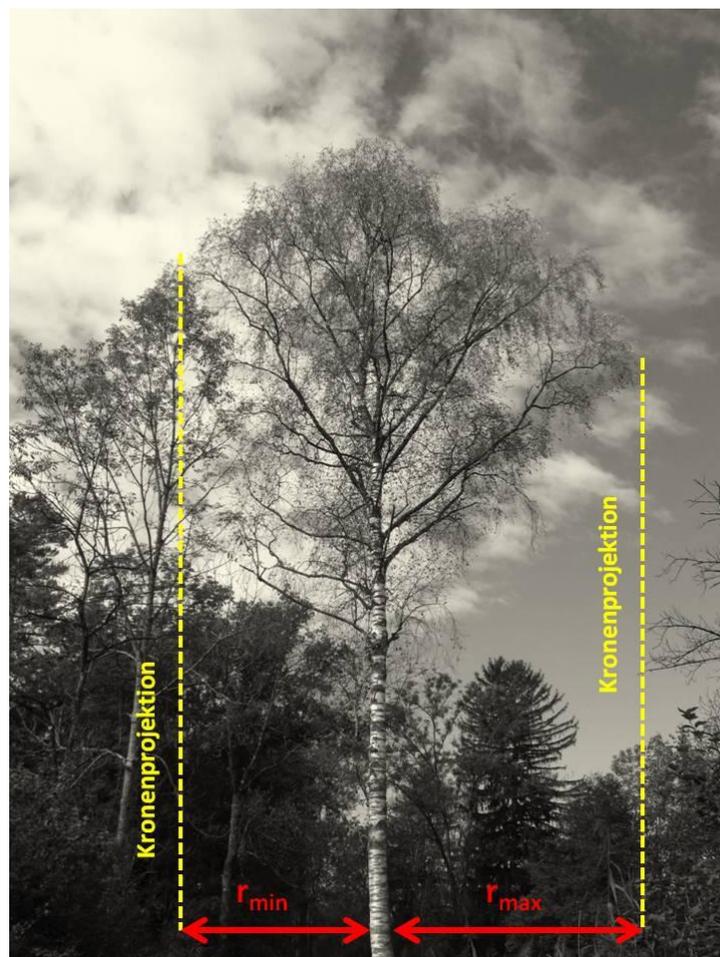


Abbildung 17 Schema Kronenradiusmessen.

Anm. Es wurde der minimale Kronenradius (r_{\min}) und der maximale Kronenradius (r_{\max}) vom Boden aus über die Kronenprojektion gemessen. Aus diesen beiden Werten wurde später der mittlere Kronenradius berechnet.

Foto: Simone Bachmann

3.4 Resultate

3.4.1 Fragestellung 1 - Wo kommen Pioniergehölze heute im Badener Wald vor?

Nachfolgend werden die gefundenen Pionierbäume (unterteilt in die verschiedenen Variablenkompositionen, respektive Untersuchungsgruppen) in Tabelle 19 in der Übersicht sowie grafisch aufgeteilt nach den Variablen Entwicklungsstufe (Abbildung 18) und Lage (Abbildung 19) dargestellt. Summiert aus Tabelle 19 ergeben sich total 189 gefundene Pionierbäume, 67 im Baumholz und 122 im Nicht-Baumholz.

Entwicklungsstufe	Lage	Anzahl Proben mit Pionierbaumarten	Anzahl Proben ohne Pionierbaumarten	Gesamtanzahl gefundener Pionierbäume
Baumholz	Innen	4	20	34
Baumholz	Strasse	6	18	23
Baumholz	Rand	4	20	10
Nicht-Baumholz	Innen	4	20	24
Nicht-Baumholz	Strasse	7	17	78
Nicht-Baumholz	Rand	5	19	20

Tabelle 19 Gefundene Pionierbäume, aufgeteilt auf die Variablen Entwicklungsstufe und Lage (einzelne Untersuchungsgruppen).

Aus Abbildung 18 wird ersichtlich, dass sich die gefundene Anzahl Proben mit Pionierbaumarten in den verschiedenen Entwicklungsstufen kaum unterscheidet. Die Anzahl gefundener Pionierbäume (Einzelindividuen) ist jedoch fast doppelt so hoch in den jüngeren Entwicklungsstufen (Nicht-Baumholz) wie im Baumholzstadium.

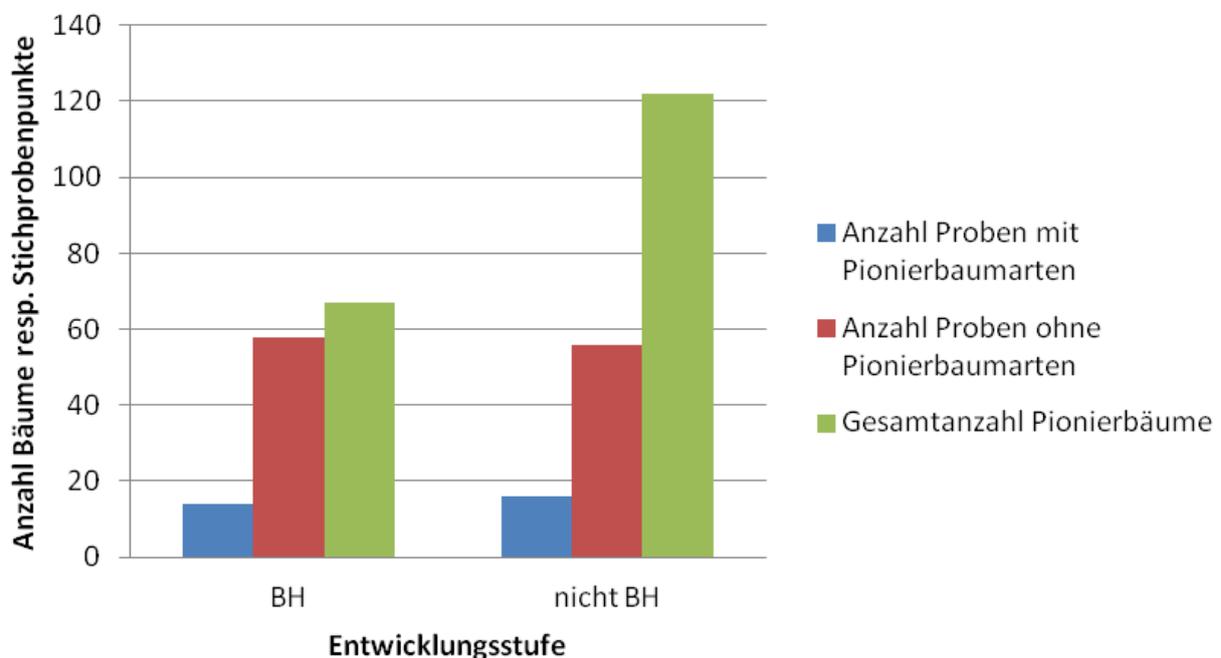


Abbildung 18 Absolutes Vorkommen und Häufigkeit der Pionierbäume in den untersuchten Entwicklungsstufen.

Abbildung 19 zeigt ein ähnliches Muster wie Abbildung 18: Die gefundene Anzahl Proben mit Pionierbaumarten variiert kaum zwischen den unterschiedlichen Lagen. Die gefundene Anzahl Pionierbäume ist jedoch entlang von Strassen ungefähr viermal so gross wie an Waldrändern und nicht ganz doppelt so gross wie im Waldesinnern.

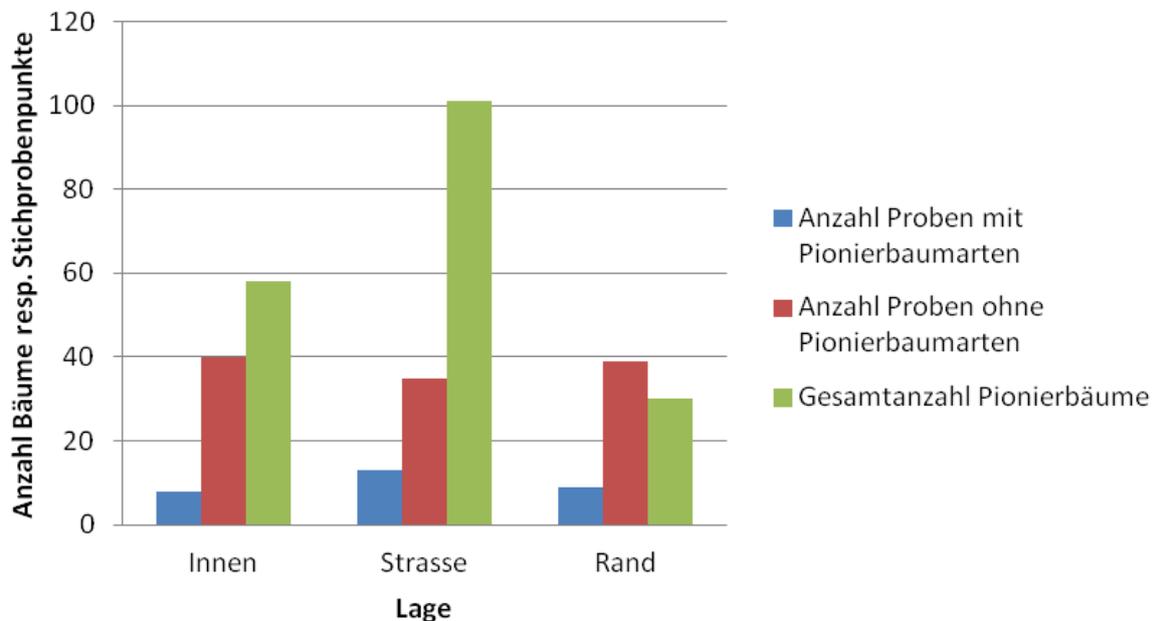


Abbildung 19 Absolutes Vorkommen und Häufigkeit der Pionierbäume an den untersuchten Lagen.

In Tabelle 20 wird die Anzahl gefundener Pionierbäume – aufgeteilt nach den einzelnen Baumarten – in den sechs verschiedenen Untersuchungsgruppen aufgelistet.

Entwicklungsstufe	Struktur	Birke	Aspe	Weide
Baumholz	Innen	23	5	6
Baumholz	Strasse	9	1	13
Baumholz	Rand	4	1	5
Nicht-Baumholz	Innen	20	4	0
Nicht-Baumholz	Strasse	12	53	13
Nicht-Baumholz	Rand	17	1	2
TOTAL		85	65	39

Tabelle 20 Vorkommen einzelner Baumarten in den Stichproben der einzelnen Untersuchungsgruppen.

Die Abbildung 20 basiert auf berechneten Erwartungswerten für jede Variablenkombination. Dabei weist die erwartete Häufigkeit von Pionierbäumen bei Vorkommen derselben in einer Stichprobenfläche (orange Punkte) grössere Unterschiede auf als die erwartete Wahrscheinlichkeit (blau), dass die Pionierbaumarten auf einer Fläche vertreten sind. Auffallend ist die erwartete Häufigkeit bei gegebenem Vorkommen für die Untersuchungsgruppen Nicht-Baumholz Innen und Nicht-Baumholz Strasse.

Vorkommenswahrscheinlichkeit und Häufigkeit von Pionierbäumen

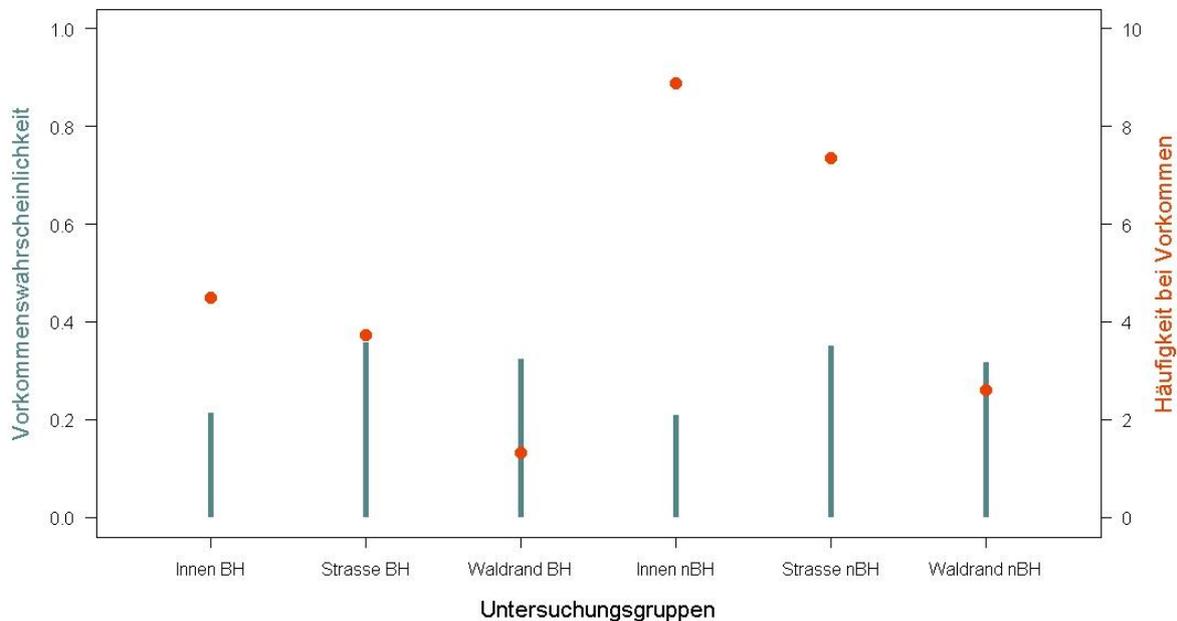


Abbildung 20 Vorkommenswahrscheinlichkeit und Häufigkeit von Pionierbaumarten bei gegebenem Vorkommen.

Anm. Die Vorkommenswahrscheinlichkeit von Pionierbaumarten über die sechs untersuchten Faktorkombinationen (Untersuchungsgruppen) - dargestellt mit den blauen Balken und der linken Achse. Die Häufigkeit von Pionierbäumen bei Vorkommen ist mit den orangenen Punkten und bezüglich der rechten Achse dargestellt. „BH“ steht als Abkürzung für die Entwicklungsstufe Baumholz und „nBH“ für Nicht-Baumholz. Die Darstellung basiert auf gerechneten Erwartungswerten.

	alle Pioniere	ab 8cm BHD	ab 24 cm BHD
Ø Anz. Pioniere pro ha	20.91	9.85	2.16
Total Pioniere auf der Wirtschaftswaldfläche	10101.68	4759.89	1044.30
Ø Anz. Pioniere pro ha via Summe (Grobschätzung)	18.57	9.23	2.36

Tabelle 21 Hochrechnungen der Anzahl Pionierbäume für den Wirtschaftswald in Baden

Anm. Die Wirtschaftswaldfläche von 483.05 ha wurde inklusive Strassen, aber exklusive Flächen der Naturwaldreservate und Windwurfgebiete im GIS berechnet.

Die Hochrechnungen aus Tabelle 21 entsprechen den Aufteilungen gemäss Tabelle 18 im Methodenteil und entsprechen demzufolge der Gesamtfläche des Wirtschaftswaldes (exklusive Windwurf- und Naturwaldreservatsflächen) inklusive Waldstrassen von 483.05 ha. Zusätzlich basieren die Hochrechnungen für Teilauswertungen bewusst nur auf aufgenommenen Baumindividuen ab 8 cm respektive 24 cm BHD, da die Verjüngung mit ihrer hohen Individuendichte das Resultat stark beeinflusst. Mit einer Kluppschwelle von 8 cm ergibt sich eine durchschnittliche Anzahl von **gut neun Pionierbäumen pro ha**, ab 24 cm BHD sind es nur noch gut **zwei Pionierbäumen pro ha**.

Stärkeklassen	bis 8 cm		8 - 24 cm		ab 24 cm	
	nBH	BH	nBH	BH	nBH	BH
Birke	2.87	5.77	4.00	1.12	2.54	0.00
Aspe	11.36	0.51	2.75	0.43	1.07	0.33
Weide	0.53	0.96	3.02	4.00	0.08	0.26

Tabelle 22 Durchschnittliche Anzahl aufgenommener Pionierbäume bezüglich der Entwicklungsstufen.

Anm. Aufteilungen der gefundenen Pioniere in Stärkeklassen. Die Zahlen sind über die Anteile im Badener Wirtschaftswald hochgerechnet.

In Tabelle 22 sowie der detaillierteren Zusammenstellung der Hochrechnungen im Anhang A (Tabelle A 4), wird ersichtlich, dass die Verjüngung der Birke und der Weide (Individuen bis 8 cm BHD) im Gegensatz zur Aspenverjüngung häufiger in der Baumholzstufe als in jüngeren Entwicklungsstufen vorkommen. Dies wird auch in der grafischen Darstellung der Hochrechnung ohne Kluppschwelle in Abbildung 21 deutlich. Die Stärkeklassen „8 – 24 cm“ und „ab 24 cm“ der Birke und der Aspe sind häufiger in den jüngeren Entwicklungsstufen anzutreffen als im Baumholz, genau umgekehrt ist es bei der Weide. Auffallend ist das Fehlen von Birken über 24 cm und die deutliche Überrepräsentation von Aspenverjüngung im Nicht-Baumholz im Vergleich zu den beiden anderen Baumarten.

	alle aufgenommenen Pionierbäume			Pionierbäume ab 8cm BHD			Pionierbäume ab 24 cm BHD		
	Birke	Aspe	Weide	Birke	Aspe	Weide	Birke	Aspe	Weide
Innen	12.51	2.60	1.43	3.04	0.48	1.20	1.05	0.24	0.00
Strasse	6.21	16.23	7.66	4.48	4.50	6.20	1.20	1.20	0.29
Rand	5.07	0.59	2.32	3.93	0.59	2.32	1.88	0.38	0.21

Tabelle 23 Durchschnittliche Anzahl aufgenommener Pionierbäume bezüglich der Lagen.

Anm. Aufgeteilt nach den einzelnen aufgenommenen Baumarten und die Lage der Probefläche sowie einer Kluppschwelle bei 8 cm BHD und eine bei 24 cm BHD. Zahlen bezüglich der hochgerechneten Anteile im Badener Wirtschaftswald.

Aus Tabelle 23 sowie der detaillierteren Zusammenstellung der Hochrechnungen im Anhang A (Tabelle A 4), ist erkennbar, dass sich je nach Setzen der Kluppschwelle (Spalten „alle aufgenommenen Pionierbäume“ versus der Spalten „Pionierbäume ab 8 cm BHD“ und den Spalten „Pionierbäumen ab 24 cm BHD“) andere Verteilungen der einzelnen Pionierbaumarten ergeben. Lässt man die Kluppschwelle weg (Spalten „alle aufgenommenen Pionierbäume“ und Abbildung 22) ist die Birke am häufigsten im Bestandesinneren, die Aspe und die Weide mit Abstand am häufigsten entlang von Waldstrassen zu finden.

Führt man eine Kluppschwelle der aufgenommenen Pionierbaumarten bei 8 cm BHD ein (Spalten „Pionierbäume ab 8 cm BHD“), sind alle Pionierbaumarten am häufigsten entlang von Waldstrassen zu finden. Dabei ist die Birke, wie beim Vergleich ohne Kluppschwelle, auf die unterschiedlichen Lagen am gleichmässigsten verteilt. Es tritt keine Aspen- und Weidenverjüngung im Waldrandbereich auf.

Wählt man die Kluppschwelle bei 24 cm BHD (Spalten „Pionierbäumen ab 24 cm BHD“) so resultiert für die Aspe und die Weide eine ähnliche Verteilung wie mit einer Kluppschwelle von 8 cm: sie sind an der Strasse am häufigsten anzutreffen. Die Birken ab 24 cm BHD sind jedoch eher am Waldrand anzutreffen. Im Bestandesinneren fehlen dicke Weiden ganz.

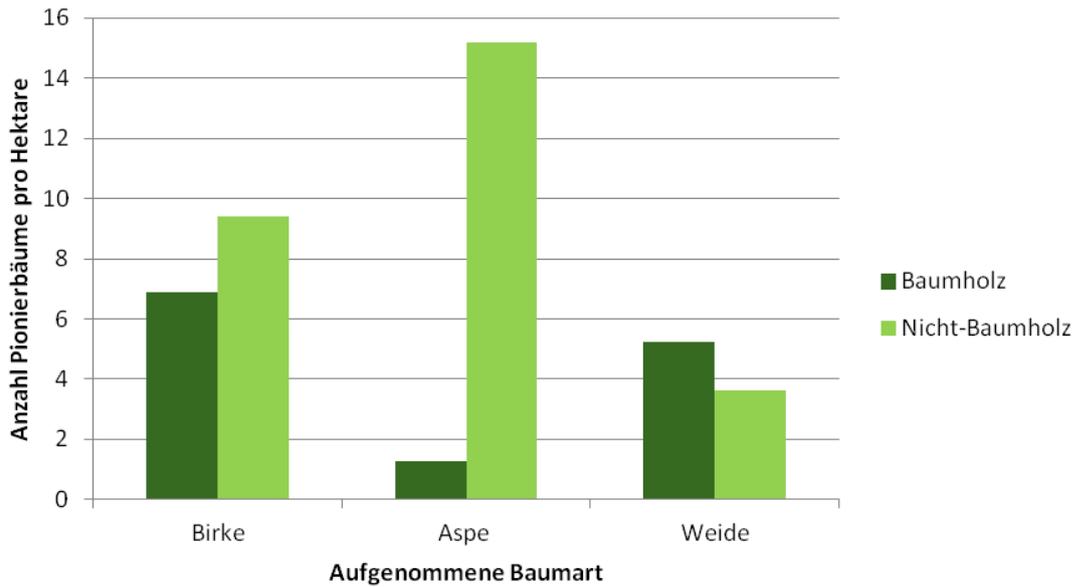


Abbildung 21 Verteilung der Pionierbaumarten in den Entwicklungsstufen (Hochrechnung Wirtschaftswald).

Anm. Verteilung der Hochrechnungen aller aufgenommenen Bäume (ohne Kluppschwelle) in die Entwicklungsstufen Baumholz (BH) und Nicht-Baumholz (nicht BH) - aufgeteilt in die drei untersuchten Arten Birke, Aspe und Salweide. Die Hochrechnungen beziehen sich auf den Wirtschaftswald Baden.

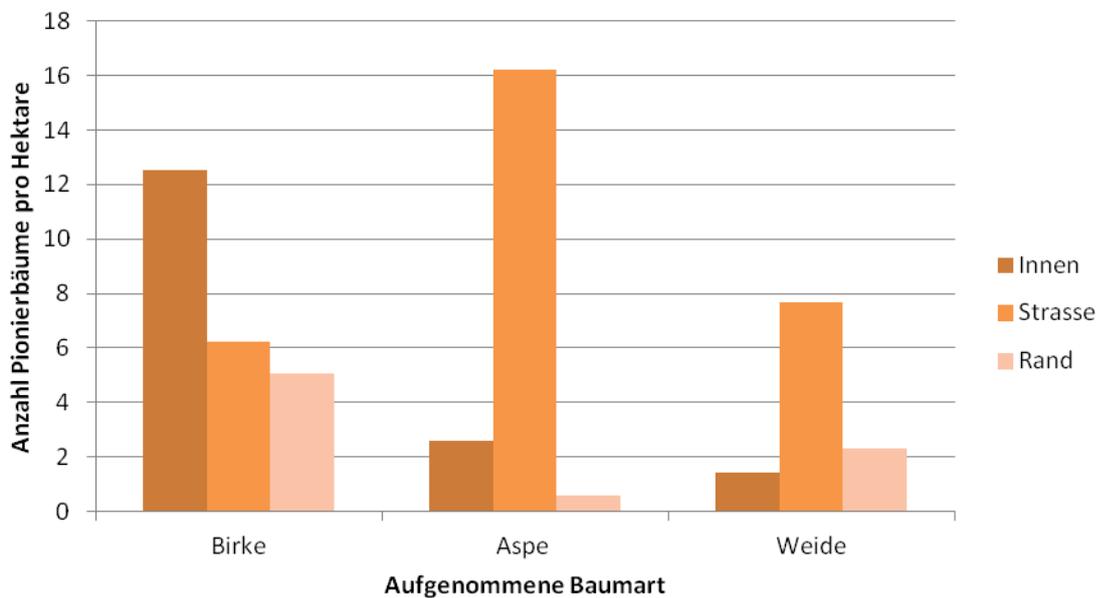


Abbildung 22 Verteilung der Pionierbaumarten an den unterschiedlichen Lagen (Hochrechnung Wirtschaftswald).

Anm. Verteilung der Hochrechnung aller aufgenommenen Bäume (ohne Kluppschwelle) an den Lagen, wo sie gefunden wurden im Waldesinnern (Innen), entlang der Strasse (Strasse) und am Waldrand (Rand) - aufgeteilt in die drei untersuchten Arten Birke, Aspe und Salweide. Die Hochrechnungen beziehen sich auf den Wirtschaftswald Baden.

Die Feldaufnahmen wurden, wie im Methodenteil beschreiben, mit Excel und „R“ ausgewertet. Der χ^2 -Test bezüglich der Gesamtheit der gefundenen Pionierbäume an den unterschiedlichen Lagen und in den zwei Entwicklungsstufen fiel signifikant aus ($p < 0.001$, Grafik A 7), wohingegen das „Zero-inflated-model“ keine signifikanten Ergebnisse ergab. Es zeigt sich jedoch eine starke Tendenz, dass am Waldrand weniger Pionierbäume gezählt wurden als im Waldesinneren ($p = 0.079$, Tabelle 24 und Grafik A 8). Die Resultate aus dem χ^2 -Test (Grafik A 7) und das Ergebnis aus dem „zero-inflated-model“ (Grafik A 8) sind im Anhang dargestellt.

Koeffizienten	Estimate	p-Wert
Intercept (Konstante)	1.421	0.006
Lage Strasse	0.005	0.993
Lage Waldrand	-1.044	0.079
Entwicklungsstufe nBH	0.615	0.184

Tabelle 24 Ergebnisse aus dem Zero-inflated-model

Anm. Auszug aus dem R-Output, der im Anhang B in Grafik A 8 dargestellt ist.

3.4.2 Fragestellung 2 - Welche Stellung nehmen Pioniergehölze in einer Sturmfläche ein?

Die mittlere soziale Stellung der Pionierbaumarten ist höher als diejenige der übrigen Baumarten (Abbildung 23). Pioniere welche unterdrückt oder beherrscht worden sind, wurden auf vorverjüngten Flächen keine gefunden, auf nicht vorverjüngten Flächen wenige.

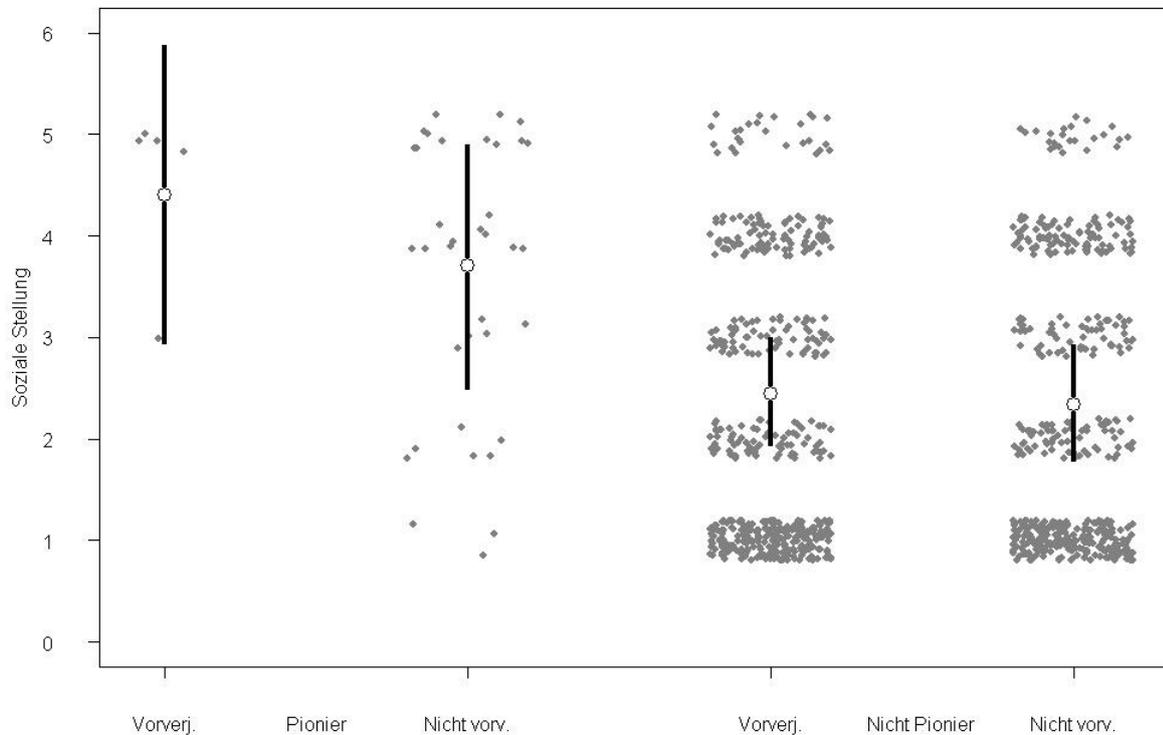


Abbildung 23 Mittelwerte der Untersuchungskategorien mit Vertrauensintervallen.

Anm. Aufteilung gemäss Variablenkombinationen Pioniere vorverjüngt/nicht vorverjüngt und Nicht-Pioniere respektive übrige Baumarten vorverjüngt/ nicht vorverjüngt. Die grauen Punkte stellen die einzelnen aufgenommenen Bäume in den jeweiligen Kategorien dar, mit zugeordneter sozialer Stellung. Die Kategorien der sozialen Stellung entsprechen: 1 = unterdrückt, 2 = beherrscht, 3 = mitherrschend, 4 = herrschend, 5 = vorherrschend.

	Pioniere	übrige Baumarten
Vorverjüngt	11.0	4.3
Nicht vorverjüngt	8.5	4.4

Tabelle 25 Mittlerer Durchmesser der Baumarten in cm, aufgeteilt in die Variablenkombinationen.

	Pioniere	übrige Baumarten
Vorverjüngt	6.9	6.7
Nicht vorverjüngt	5.3	5.7

Tabelle 26 Die Standardabweichung in den einzelnen Variablenkombinationen für den mittleren BHD in cm.

Tabelle 25 zeigt den mittleren BHD in cm in den einzelnen Variablenkombinationen und Tabelle 26 stellt die zugehörige Standardabweichung dar. Der mittlere BHD der Pioniere ist auf vorverjüngten, sowie auf nicht vorverjüngten Flächen deutlich grösser als derjenige der übrigen Baumarten. Die Standardabweichung ist auf vorverjüngten Flächen grösser als auf nicht vorverjüngten, bezüglich der Baumartengruppierungen variiert sie jedoch kaum.

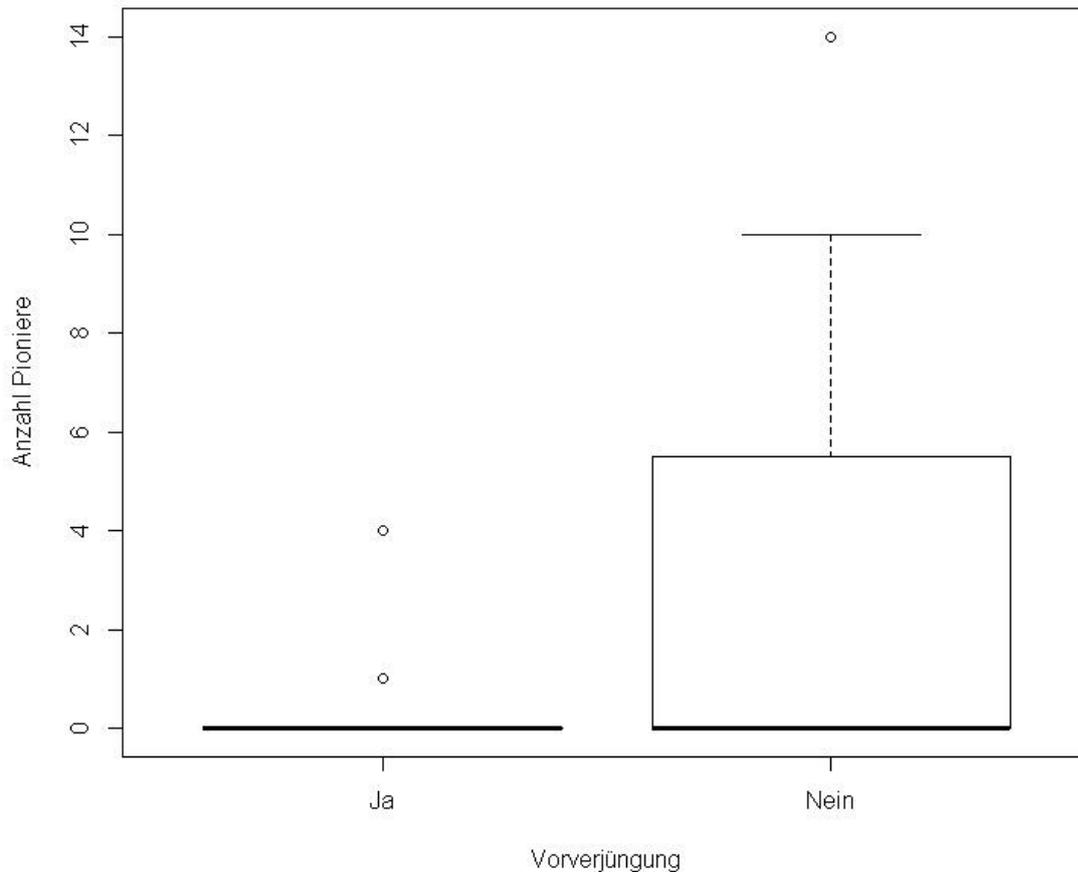


Abbildung 24 Die Häufigkeit der Anzahl gefundenen Pioniere.

Anm. Boxplots zur Häufigkeit der aufgenommenen Anzahl Pioniere auf vorverjüngten und nicht vorverjüngten Flächen im Naturwaldreservat. Der dicke Strich zeigt den Median, die „Box“ stellt das obere Quartil dar und die „Whiskers“ (gestrichelte Linie mit Balken) zeigen das Maximum der Verteilung an, sofern dies nicht das Eineinhalbfache des Abstandes Median-Quartil übersteigt. Die einzelnen Punkte sind Ausreisser in den Daten.

Baumart	Anz. Pioniere bis 4 cm BHD pro ha inkl. vorverjüngten Flächen	Anz. Pioniere bis 4 cm BHD pro ha nicht vorverjüngter Flächen	Anz. Pioniere bis 8 cm BHD pro ha inkl. vorverjüngten Flächen	Anz. Pioniere bis 8 cm BHD pro ha nicht vorverjüngter Flächen
Birke	4.2	8.5	9.7	18.2
Salweide	2.4	3.6	3.0	4.8
Aspe	0	0	0	0
TOTAL	6.6	12.1	12.7	23

Tabelle 27 Verjüngungspotential im Naturwaldreservat.

Anm. Die Auswertung erfolgte mit Pionierbäumen bis 3 cm BHD. Die Flächen 10, 15, 18 und 19 wurden von den Berechnungen ausgeschlossen (Begründung siehe Kapitel 3.3.3.3). Die Vorverjüngung bezieht sich auf die Situation kurz bevor Lothar. Die detaillierteren Tabellen sind im Anhang A, Tabelle A 9 und Tabelle A 10 zu finden.

In Abbildung 24 wird die Tendenz zu mehr gefundenen Pionieren in nicht vorverjüngten Flächen deutlich. Tabelle 27 zeigt das Potential in der Verjüngung im Naturwaldreservat Teufelskeller pro Hektare. Das Naturverjüngungspotential der Birke ist mehrfach höher als das der Salweide. Aspen wurden auf der Untersuchungsfläche keine gefunden. Hochrechnungen des Verjüngungspotentials (bis 4 cm BHD) auf den Badener Wirtschaftswald sind in Tabelle A 7, welche auf den absoluten Aufnahmedaten von Tabelle A 6 basiert, ersichtlich. Der Verjüngungsdurchschnitt von 9.12 Pionierbäumen (bis 4 cm BHD) pro Hektare im Wirtschaftswald liegt dabei zwischen den Werten für denselben BHD-Bereich im Naturwaldreservat. Tabelle A 3 bis Tabelle A 5 beinhalten die Verjüngungszahlen bei Berücksichtigung der BHD bis 8 cm.

Die detaillierten R-Outputs, auf welche in den folgenden Absätzen darauf hingewiesen wird, sind im Anhang B zu finden.

Das Resultat des χ^2 -Tests bezüglich der sozialen Stellung von Pionieren auf vorverjüngten und nicht vorverjüngten Proben fällt signifikant aus ($p < 0.001$, Grafik A 9).

Die statistische Überprüfung der einzelnen Variablen und Interaktionen bezüglich der sozialen Stellung ergibt nur für die Variable Pionier ($p < 0.05$, Tabelle 28) signifikante Resultate: Die übrigen Baumarten sind in der sozialen Stellung im Durchschnitt 1.46 Kategorien tiefer als die Pionierbaumarten (Grafik A 12). Weder die Interaktion der Variablen Pionier und Vorverjüngung (Grafik A 10), noch die Variable Vorverjüngung (Grafik A 13, Tabelle 28) zeigten signifikante Resultate.

Der Wilcoxon-Test hat gezeigt, dass die Anzahl Pioniere auf den vorverjüngten Flächen und den nicht vorverjüngten Flächen nicht signifikant unterschiedlich ist ($p = 0.15$, Grafik A 18). Auch der Poisson-Test mit Korrektur der Overdispersion gelangt zum selben Resultat und wird deshalb hier nicht aufgeführt. Trotz der nicht signifikanten Testergebnisse ist aber in Abbildung 24 eine Tendenz abzulesen, dass auf nicht vorverjüngten Flächen Pioniere etwas häufiger sind.

Bei der Anwendung eines gemischten linearen Modells ist aus den Ergebnissen der ANOVA (Tabelle 28) ersichtlich, dass weder die Interaktion der Variablen Vorverjüngung und Pionier (Grafik A 14), noch die Vorverjüngung (Grafik A 17) einen signifikanten Einfluss auf den BHD der Bäume zeigt. Pionierbaumarten haben jedoch einen signifikant grösseren BHD als die übrigen Baumarten auf dieser Windwurffläche ($p < 0.05$, Grafik A 15) – der Unterschied lässt sich jedoch nicht direkt in einem absolutem Wert ausdrücken, da dieser Effekt mit einer Multiplikation für den BHD verbunden ist.

Feste erklärende Faktoren	abhängige Variable	P-Wert
Interaktion Vorverjüngung x Pionier	soziale Stellung	0.2646
Pionier	soziale Stellung	0.0264
Vorverjüngung	soziale Stellung	0.6715
Interaktion Vorverjüngung x Pionier	BHD	0.6226
Pionier	BHD	0.0412
Vorverjüngung	BHD	0.5282
Interaktion Vorverjüngung x Waldgesellschaft	soziale Stellung	0.0244

Tabelle 28 Zusammenzug der Resultate aus der ANOVA.

Anm. ANOVA bezüglich der jeweiligen erklärenden Faktoren und der abhängigen Variablen mit entsprechendem resultierendem p-Wert in einem gemischten linearen Modell.

Grafik A 19 in Anhang B stellt das Resultat einer Zusatzuntersuchung dar: In den erhobenen Daten zeigen sich signifikant unterschiedliche Differenzen der sozialen Stellung zwischen Pionierbäumen und übrigen Baumarten in den verschiedenen Waldgesellschaften. Andere, spezifischere Zusammenhänge der Waldgesellschaften mit der sozialen Stellung konnten nicht gefunden werden.

3.4.3 Standraumanalyse

Mit der in Abbildung 25 bis Abbildung 27 dargestellten Potenzfunktionen lässt sich der Kronenradius bei 40 cm BHD auf folgende Werte schätzen: Birke 3.4 m (R^2 der Potenzfunktion = 0.63), Aspe 4.3 m (R^2 der Potenzfunktion = 0.89) und für die Weide 4.5 m (R^2 der Potenzfunktion = 0.60). Für die zu erwartenden Kronendurchmesser wurden in Tabelle 29 die durchschnittlichen Radien mit dem Faktor zwei multipliziert.

Baumart	zu erwartender Kronendurchmesser
Birke	6.8 m
Aspe	8.6 m
Weide	9.0 m

Tabelle 29 Der zu erwartende Kronendurchmesser der verschiedenen Baumarten bei BHD 40 cm.

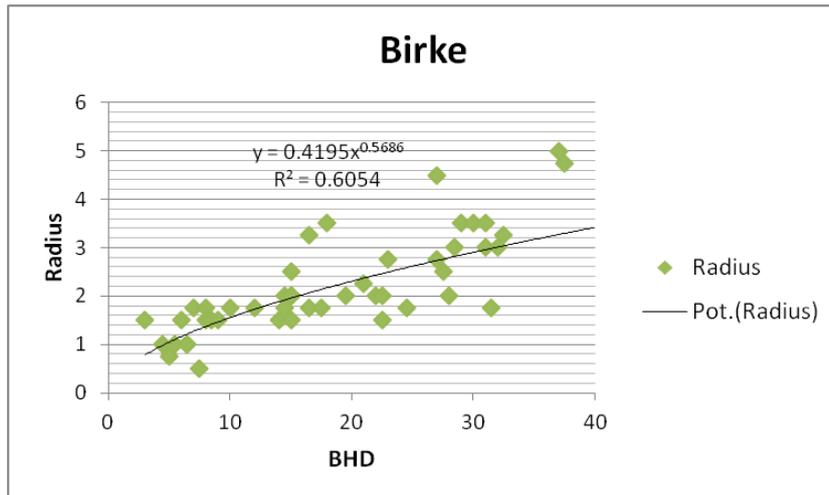


Abbildung 25 Durchschnittlicher Radius bei unterschiedlichem BHD der Birke.
Anm. Annäherung und Prognose aus den aufgenommenen Daten mit einer Potenzfunktion.

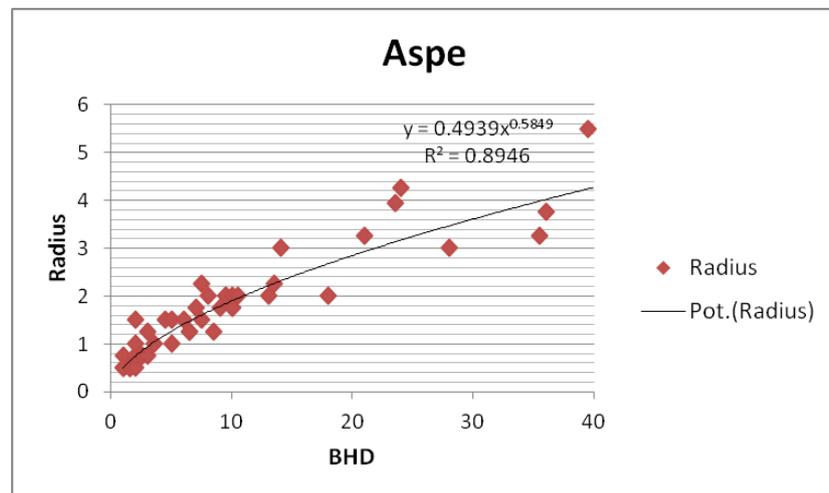


Abbildung 26 Durchschnittlicher Radius bei unterschiedlichem BHD der Aspe.
Anm. Annäherung und Prognose aus den aufgenommenen Daten mit einer Potenzfunktion.

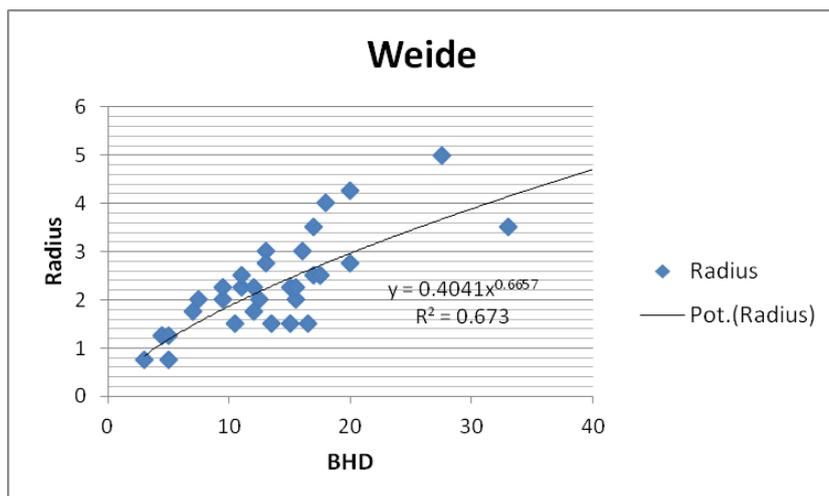


Abbildung 27 Durchschnittlicher Radius bei unterschiedlichem BHD der Weide.
Anm. Annäherung und Prognose aus den aufgenommenen Daten mit einer Potenzfunktion.

3.5 Diskussion

3.5.1 Fragestellung 1 - Wo kommen Pioniergehölze heute im Badener Wald vor?

3.5.1.1 *Hypothese A: Pioniergehölze kommen zur Zeit im Badener Wald häufiger an Wald- und Strassenrändern als im Bestandesinneren vor.*

Allgemein

Die Hypothese A muss verworfen werden. Es liegen trotz ausgewiesener Signifikanz im χ^2 -Test (Grafik A 7) keine signifikanten Unterschiede zwischen dem Vorkommen und der Häufigkeit von Pionierbaumarten vor, weder bezüglich der untersuchten Lagen Strassenrand, Waldrand oder Waldesinneres, noch der Entwicklungsstufe Baumholz oder Nicht-Baumholz. Der χ^2 -Test geht von unabhängigen Zählraten aus, was allerdings in dieser Untersuchung nicht der Fall ist (innerhalb der Stichprobenpunkte bestehen gewisse Abhängigkeiten in den Aufnahmen). Somit sollte dem Ergebnis des χ^2 -Tests für diesen Datensatz nicht viel Bedeutung geschenkt werden.

Würde das Zeitbudget etwas mehr Flexibilität zulassen, hätte man die Stichprobenanzahl verdoppeln können und somit wären eventuell noch breiter abgestützte Aussagen möglich gewesen. Da der Rahmen dieser Arbeit eng gesetzt ist und somit keine zusätzlichen Datenerhebungen mehr möglich waren, musste die Auswertung auf dem vorhandenen Datenmaterial basieren und damit auch nicht-signifikante Ergebnisse in Kauf genommen werden.

Aus dem an die Untersuchungsbedingungen besser angepassten „Zero-inflated-model“ (Tabelle 24) resultieren keine signifikanten Unterschiede bezüglich dem Vorkommen von Pionierbäumen an den untersuchten Lagen und Entwicklungsstufen. Dennoch sind anhand der p-Werte in den Ergebnissen des „Zero-inflated-models“, der Abbildung 21 und der Abbildung 22 deutliche Tendenzen ablesbar. So ist die beobachtete Anzahl Pionierbäume in der Entwicklungsstufe Nicht-Baumholz knapp doppelt so gross wie diejenige im Baumholz. Dies entspricht den Erwartungen gemäss der natürlichen Wald-dynamik – mit zunehmendem Dichtstand und dunkleren Lichtverhältnissen verschwinden Lichtbaumarten wie die Pionierbaumarten zusehends. Auch die Anzahl gefundener Pionierbäume an den untersuchten Lagen variiert stark: Am Waldrand wurden nur gerade ein Drittel so viel Pionierbäume gefunden wie an Strassenrändern und entlang von Strassen wurden doppelt so viele Pionierbäume wie im Waldesinneren gefunden. Zudem unterstützen diese nicht signifikanten Unterschiede auch Wahrscheinlichkeitsberechnungen zu Vorkommen und Häufigkeit von Pionierbaumarten (Abbildung 20). Die Vorkommenswahrscheinlichkeit variiert über alle Untersuchungsgruppen kaum. Berücksichtigt man jedoch nur die Standorte, an denen Pioniere vorkommen und betrachtet dann die erwarteten Häufigkeitswerte, so stellt man fest, dass Pionierbäume im Nicht-Baumholz häufiger zu erwarten sind als im Baumholz und im Waldesinneren und ebenso höhere Dichten an Strassenrändern prognostiziert werden als am Waldrand. Mit Abstand die höchsten Erwartungen an die Häufigkeit von Pionierbaumarten sollten gemäss diesen Resultaten die Entwicklungsstufen-Standortskombinationen Nicht-Baumholz am Strassenrand und Nicht-Baumholz im Waldesinneren erfüllen. Die sich hier abzeichnenden Tendenzen decken sich mit dem Eindruck, welcher sich während den Feldaufnahmen ergeben hat.

Die Waldgesellschaften konnten leider nicht in die Studie integriert werden: Einerseits wären die zur Auswahl stehenden Flächen für den Stichprobendurchmesser 30 m zu klein gewesen und andererseits hätte sich der Stichprobenumfang bereits bei der Berücksichtigung von drei Waldgesellschaften verdreifacht und den Rahmen dieser Arbeit überschritten.

Mut zur Lücke

Mit dem Modell der naturnahen Waldbewirtschaftung wurde in Baden die Devise „Mut zur Lücke“ eingeführt. Das heisst, wenn Lücken natürlicherweise oder durch Holzernte entstehen, wird die Lücke

auch einmal sich selber überlassen, anstatt frisch ausgepflanzt (SCHOOP G., persönliche Mitteilung, 13.12.2012). Dies ermöglicht den Pionieren sich im Bestandesinneren zu etablieren. Auch unter vorhergehenden Waldbautechniken dürften einige Pioniere im Waldesinnern übersehen worden sein und damit überlebt haben.

Zielkonflikte am Waldrand

Für die tieferen Erwartungswerte der Anzahl Pioniere am Waldrand ist die intensivere Pflege eine mögliche Erklärung. Gemäss Walddekret (AWaD) des Kantons Aargau vom 3. November 1998, § 2 Absatz 1 (KANTON AARGAU 1998) werden 100 % der anfallenden Kosten für eine Waldrandaufwertung von Bund und Kanton übernommen, sofern es sich um eine vertraglich vereinbarte Naturschutzmassnahme handelt. Das stellt einen Anreiz dar, Waldränder intensiver zu pflegen. Zudem ist die Auswahl an seltenen und ökologisch wertvollen Strauch- und Baumarten am Waldrand grösser. Dadurch ist die Chance ebenfalls grösser, dass Pionierbäume zugunsten von anderen wertvollen Lichtbaumarten entfernt werden. Die Förderung von Weide und Aspe als Pionierbaumarten nebst wertvollen Lichtbaumarten wie Eichen, Elsbeeren, Wildobstarten etc. wird jedoch in den Waldrandregeln (ABTEILUNG WALD 2009) explizit als Punkt erwähnt, den es „zu beachten“ gilt. In der Gemeinde Baden herrschen jedoch spezielle Bedingungen: Es ist kaum Landwirtschaftsland vorhanden. Meist grenzt der Wald an eine Bauzone (siehe Bauzonenplan, Geoportal Aargau). Auf Grund dieser Bedingungen werden in Baden seit 1993/1994 Waldränder gezielt heckenartig und mit dem Ziel das Haftungsrisiko zu reduzieren gepflegt (SCHOOP G., persönliche Mitteilung, 13.12.2012). Erwähnenswert sei, dass heckenartige Gehölze bei dem geringen Anteil Landwirtschaftsfläche in der Gemeinde Baden nicht häufig anzutreffen sind und deshalb wertvoll sind. Unter diesen Umständen sind Pionierbäume am Waldrand in Baden unerwünscht: Sie sind schneebruchempfindlich und wachsen schnell, was zu einem Zielkonflikt mit der niederen Heckenstruktur führen würde. Ausgewachsene Bäume sind in diesem Bereich nur mit grossem Aufwand wieder entfernbare (SCHOOP G., persönliche Mitteilung, 13.12.2012).

Lückenfüller am Strassenrand?

Am Strassenrand, welcher zugleich meist die Bestandesgrenze bildet, können aus Gründen der Erholungsnutzung manchmal nicht dieselben Ziele erfüllt werden, wie im restlichen Bestand. Pioniere können da interessante Lückenfüller im engen Übergangsbereich vom Bestand zur Strasse darstellen und zeigen sich dem Waldbesucher als attraktive Abwechslung. Aus diesen Gründen dürften einige Pionierbaumarten am Wegrand überlebt haben. Zudem sind die Lichtbedürfnisse der Pionierbaumarten am Strassenrand langfristig gedeckt.

Anemochorie

Da die untersuchten Pionierbaumarten ihre Samen hauptsächlich anemochor verbreiten, spielen Windbewegungen bei der Samendistribution eine wichtigere Rolle als das Verhalten der Vögel. Unabhängig von Samenbäumen könnte an Waldrändern eine erhöhte Dichte von windverbreiteten Samen erwartet werden, weil in diesem Grenzbereich Luftströme aus dem Offenland auf Vegetationsstrukturen treffen und verlangsamt werden. Dies widerspiegelt sich allerdings nicht in den Resultaten und somit ist der Effekt entweder vernachlässigbar oder andere Faktoren (wie zum Beispiel menschliche Eingriffe, Konkurrenzbedingungen etc.) beeinflussen das Aufkommen von Pionierbäumen am Waldrand stärker. Bei nicht stufig gepflegten Waldrändern in Hauptwindrichtungen kann es zur Wirbelbildung hinter dem Waldrandbereich, das heisst im Innern des Waldes kommen. Dabei könnten sich die anemochor verbreiteten Samen im Waldesinnern ablagern. Ebenso würden die sich entlang von Waldstrassen verbreitenden Luftmassen und Samen die Erklärung für die heutige Verteilung der Pionierbaumarten in Baden unterstützen. Der Effekt ist aber auch hier wahrscheinlich zu vernachlässigen und dagegen Gründe in der Forstwirtschaft zu suchen.

Zoochorie

Samen von Pionierbaumarten stellen für einige Vögel eine wertvolle Nahrung dar (TURČEK 1961). Es ist jedoch nicht bekannt, ob Samen der Birke, Aspe und Weide den Gang durch den Verdauungstrakt des Vogels unbeschadet überstehen. Dennoch kann spekuliert werden, dass sich Vögel nach der Nahrungsaufnahme an Hecken im Offenland, entlang von Waldstrassen etc. ins störungsfreiere Waldesinnere zur Rast und Verdauung zurückziehen und so den einen oder anderen Samen mitverbreiten. Dieser Effekt scheint jedoch, wie die Windverfrachtung der Samen, vernachlässigbar, denn die Waldbewirtschaftung dürfte das heutige Vorkommen der Pioniere stärker beeinflusst haben.

3.5.1.2 *Hypothese B: In Beständen der Entwicklungsstufe Baumholz kommen im Badener Wald zurzeit keine Pionierbaumarten vor.*

Allgemein

Wie schon in der vorhergehenden Diskussion deutlich wird, muss die Hypothese B komplett verworfen werden, da Pionierbäume im Baumholz gefunden wurden. Aus den Resultaten und der Aufsummierung der gefundenen Pionierbäume in Tabelle 19 ergeben sich 67 gefundene Pionierbaumindividuen im Baumholz und mit 122 doppelt so viele im Nicht-Baumholz. Obwohl dieser Unterschied nicht signifikant ist (Tabelle 24) zeigt sich eine eindeutige Tendenz (Abbildung 18, Abbildung 20 und Abbildung 21) zu häufigerem Vorkommen von Pionierbäumen in Nicht-Baumholz-Flächen.

Licht- und Konkurrenzverhältnisse

Eine plausible Erklärung für diese Tendenz liefern die Lichtverhältnisse in den unterschiedlichen Entwicklungsstufen: Ein Baumholz-Bestand lässt natürlicherweise nur noch wenig Licht bis auf den Waldboden (ausser es sind durch Störungen grössere Lücken entstanden). Die Bedingungen für Lichtbaumarten wie die Pioniere Aspe, Weide und Birke zu keimen oder nach der Keimung zu überleben, sind sehr gering. Die Konkurrenzbedingungen dürften also im Baumholz die Hauptursache für das Fehlen der Pioniere in dieser Entwicklungsstufe sein. Anders jedoch in frühen Entwicklungsstadien. Dort herrschen von Natur aus meist noch lichtere Bedingungen und optimalerweise noch geringere Wurzelkonkurrenz, wo Pionierbaumarten Nischen zum Keimen und Überleben finden. Möglicherweise wird durch die heterogenere Kronenstruktur in jüngeren Beständen die Samendeposition per Wind durch leichte Turbulenzen zusätzlich angeregt. Betrachtet man die Resultate, müssen auch in Baumholzstufen immer wieder Lücken entstehen, in denen sich Pioniergehölze etablieren können.

Historische Forstwirtschaft

Eine grobe Rekonstruktion der Bestandesgeschichte und waldbaulichen Einstellungen soll ebenfalls helfen, die heutige Situation zu erklären: In den Jahren von 1956 – 1970 wurden Pioniere von Peter Grünig, dem Vorgänger des jetzigen Stadtoberförsters Georg Schoop, systematisch als „Unkräuter des Waldes“ aus den Beständen entfernt. Zwischen 1970 und 1977 dürften jedoch einzelne Pioniere übersehen worden sein, gerade im Innern von Beständen (SCHOOP G., persönliche Mitteilung, 13.12.2012). Auch im ersten Jahrzehnt nach Amtsantritt vom amtierenden Stadtoberförster Georg Schoop wurden bis 1987 Pioniere aus den Beständen entfernt, erst als 1987 Naturschutzziele nebst den Produktionszielen eingeführt wurden, verbesserte sich die Lage der Pionierbaumarten allmählich (SCHOOP G., persönliche Mitteilung, 13.12.2012). Der hohe Nadelholzanteil in den Jungwaldflächen dürfte die Etablierung von Pionieren ebenfalls erschwert haben. Während der Periode von 1997 bis 2010 hat der Nadelholzvorrat in 4 von 5 Stärkeklassen abgenommen – und dies um fast die Hälfte (SCHOOP et al. 2011). Dazu beigetragen hat bestimmt auch Sturm Lothar.

Neues Pflegekonzept

Weiter werden die jüngeren Bestände (Nicht-Baumholz) heute anhand des neuen Konzepts der biologischen Rationalisierung (AMMANN 2005) gepflegt. Dabei werden gezielt nur noch die direkten Konkurrenten der Zielbaumarten entfernt und somit Zeit und Kosten gespart. Als Resultat dieser Pflege bleibt ein Füllbestand erhalten, welcher nicht selten noch über mehrere Jahrzehnte Pionierbäume enthalten kann (DONG et al. 2009; FIEDLER 1961; VEHMAS et al. 2009) und nebst zusätzlichem ökologischem Wert (vielseitigere Habitatbedingungen) eventuell als Vornutzung einen finanziellen Zusatzverdienst ergeben kann.

3.5.1.3 *Verteilung der Pionierbaumarten und Hochrechnung auf Wirtschaftswaldfläche*

Allgemein

Obwohl eine baumartengetrennte Auswertung statistisch im Rahmen dieser Arbeit aufgrund zu kleiner Probenanzahl nicht möglich war, können aus den Hochrechnungen (Tabelle 21 bis Tabelle 23 sowie Tabelle A 4 im Anhang) Tendenzen abgelesen werden. Für die Hochrechnungen basieren die Ergebnisse auf den Stichprobenaufnahmen der Wirtschaftswaldfläche (inklusive Waldstrassen, exklusive Windwurf- und Naturwaldreservatsflächen). Um ein genaueres Bild der Verteilung der Pioniergehölze zu erhalten und Verfälschungen in der Verjüngungsindividuumdichte zu vermeiden, wurden, wie bereits im Resultateteil in Kapitel 3.4.1 beschrieben, Kluppschwellen eingeführt. Die Hochrechnungen fielen generell höher aus als erwartet – speziell die Hochrechnung aller Aufnahmedaten (ohne Kluppschwelle) ist mit grosser Vorsicht zu geniessen, da darin zahlreiche Sämlinge miteinbezogen wurden. Die Hochrechnungen mit den Kluppschwellen bei 8 cm BHD mit knapp 10 Pionierbäumen pro Hektare und diejenige bei 24 cm BHD mit noch 2 Pionierbäumen pro Hektare dürften realistischer sein.

So zeigt Abbildung 21, dass die häufigste Pionierbaumart in der Baumholzstufe die Birke ist, gefolgt von der Weide und nur wenige Exemplare der Aspe vorkommen. Die detaillierte Tabelle A 4 im Anhang A zeigt jedoch, dass es sich bei einem Grossteil der vorkommenden Pioniere in der Baumholzstufe um Sämlinge und junge Bäume bis 8 cm (teilweise bis 24 cm) BHD handelt, welche noch eine ungewisse Zukunft vor sich haben. Dies besonders in Anbetracht der geringen Menge Pionierbäume, welche gemäss Hochrechnungen einen BHD von mehr als 24 cm erreichen. Im Nicht-Baumholz dürfte die Aspe am häufigsten anzutreffen sein. Diese Aussage ist jedoch ebenfalls mit Vorsicht zu geniessen: An 2 Stichprobenpunkten wurde übermässig viel Aspenverjüngung angetroffen und aufgenommen, was wahrscheinlich auf die grosse Wurzelbrutaktivität der Aspe zurückzuführen ist. Würde man diese beiden Ausreisser mit starker Verjüngung mit je einer aufgenommenen verjüngten Aspe ersetzen, so ergäben sich für die Hochrechnungen über alle Stärkeklassen (ohne Kluppschwelle) gewisse Veränderungen (Tabelle A 5): Pro Hektare würden sich nur noch 3.3 Aspen und 15.9 Pionierbäume ergeben. Trotz zahlenmässigen Veränderungen würde sich kaum etwas an den Vorkommensverteilungen verschieben, denn auch in den oberen Stärkeklassen ist ein gehäuftes Vorkommen der Aspe an Strassen festzustellen.

Effekte der Kluppschwelle

Über alle Lagen und Entwicklungsstufen variiert das hochgerechnete durchschnittliche Vorkommen pro Hektare einer Pionierbaumart je nach Setzen der Kluppschwelle stark (Tabelle A 4). So ist der Anteil an Birken und Aspen ohne Einbezug einer Kluppschwelle mit je acht Bäumen pro Hektare doppelt so hoch wie derjenige der Weide mit gut vier. Setzt man jedoch eine Kluppschwelle bei 8 cm BHD, so werden die Anteile der Birke und der Weide mit je knapp vier Individuen pro Hektare ungefähr gleichgross und der Anteil der Aspe wird mit gut zwei Individuen pro Hektare deutlich kleiner. Wird die Kluppschwelle auf 24 cm BHD erhöht, kommt die Birke noch mit gut einem und die Aspe mit knapp einem Individuum pro Hektare vor und der Anteil der Weide wird verschwindend klein.

Da sich die Verteilungen der Aspe und der Weide mit der Einführung einer Kluppschwelle kaum verändern, dürfte die Chance dieser Baumarten vor allem entlang von Strassen in die Stärkeklassen bis 24 cm BHD zu wachsen gut sein, vorausgesetzt sie haben sich etabliert. Grössere Dimensionen der Aspe und Weide werden am ehesten noch entlang der Waldstrassen gefunden, die Birke ist etwa gleichhäufig an allen drei Standorten zu finden. Bei der Birke ist jedoch eine deutliche Abnahme der Individuenzahl ersichtlich, wenn man eine Kluppschwelle bei 8 cm einführt. Die Verteilung der Pionierbäume über die verschiedenen Durchmesser in den Hochrechnungen entspricht den Erwartungen. Im Jungwuchs müssen zwingend mehr Bäume vorhanden sein als im Baumholz, das entspricht der natürlichen Selektion, respektive der normalen Stammzahlabnahme.

Lichtbedürfnisse

Nicht nur die Aspe, auch die Birke ist in den jüngeren Entwicklungsstufen häufiger anzutreffen als im Baumholz, abgesehen von der Birken-Verjüngung bis 8 cm BHD. Auf Grund der etwas grösseren Schattentoleranz der Birke lässt sich ein Aufkommen dieser Baumart in kleineren Bestandeslücken erklären, wohingegen Aspen und Salweiden grössere Öffnungen im Kronendach benötigen würden um sich zu etablieren (LEDER 1995b).

Die Abbildung 22 zeigt die Tendenz, dass die Weide als einzige Pionierbaumart häufiger im Baumholz als in jüngeren Entwicklungsstadien zu finden ist. Aus der Tabelle A 4 in Anhang A lässt sich jedoch entnehmen, dass die Weiden schwerpunktmässig entlang von Strassen im Baumholz vorkommen. Die Abbildung 23 Bestätigt dieses Bild. Selten scheinen Weiden wirklich im Innern des Bestandes oder am Waldrand vorzukommen. Diese beiden Tatsachen lassen vermuten, dass direktes Licht von der Strasse oder dem Waldrand her für die Etablierung und das Überleben von Weiden wichtiger ist als generell hellere Bedingungen (auch mehr Diffuslicht) durch weniger Beschirmung in Nicht-Baumholz-Beständen. Weitere mögliche Erklärungen für das Vorkommen von Weiden am Strassenrand liefern die folgenden Unterkapitel „Holzlagerplätze“ und „Waldpflege“.

Holzlagerplätze

Nebst der Weide weist auch die Aspe einen deutlichen Vorkommensschwerpunkt entlang von Strassen auf. Es wurden kaum Individuen im Bestandesinneren oder am Waldrand gefunden (Tabelle 23). Diese Verteilung widerspiegelt sich vom Sämling bis hin zum dicken Baum. Ein Grund für die Häufung verschiedener Pionierbaumarten entlang von Strassen dürfte auf folgende Umstrukturierung zurückzuführen sein: Gemäss Stadtoberförster Schoop (SCHOOP G., persönliche Mitteilung, 3.1.2013) wurde der Badener Wald vor Lothar noch intensiver bewirtschaftet und das Langholzsortiment war gefragt, was zwangsmässig zu zahlreichen Lagerplätzen entlang von Waldstrassen führte. Der Sturm Lothar führte jedoch eine Wende herbei. Geringere Nutzungsmengen und kaum noch Langholzsortimente waren die neuen Devisen. Die daraus entstandenen überschüssigen Lagerplätze wurden nicht ausgepflanzt, sondern sich selbst überlassen und Pionierbäume konnten sich etablieren.

Waldpflege

Das Muster all dieser beschriebenen Verteilungen ist mit grosser Wahrscheinlichkeit auf menschliche Tätigkeiten (Waldbau) zurückzuführen. Natürliche Gegebenheiten, wie zum Beispiel die hohen Lichtansprüche, würden Pioniere auch am Waldrand oder in den jüngeren Entwicklungsphasen im Bestandesinneren häufiger vorkommen lassen. Möglicherweise wurden Aspe und Weide wegen ihrer grossen Platzansprüche und dem verbundenen Konkurrenzdruck auf Zielarten aus den Beständen entfernt. Die Birke mit geringeren Standraumansprüchen (Abbildung 25 bis Abbildung 27 sowie Tabelle 29) wurde vereinzelt, wo sie kein Konkurrenzdruck ausübte und keine Gefahr des Peitschens auf Wirtschaftsbaumarten drohte, im Bestand belassen.

Die Verteilung der Birke sieht anders aus als diejenige der Aspe und der Weide. Im Durchschnitt sollen doppelt so viele Birken pro Hektare im Bestandesinneren anzutreffen sein, wie an Waldrändern

oder entlang von Strassen (Abbildung 22). Betrachtet man jedoch die Hochrechnungen (Tabelle 23) ab einer Kluppschwelle von 8 cm BHD, so zeigt sich bei der Birke ein deutlich anderes Bild. Beinahe gleichmässig verteilt scheint sie über die verschiedenen Lagen zu sein, mit leichtem Schwerpunkt entlang von Strassen. Diese Tendenzen können darauf hindeuten, dass ein gewisses Potenzial der Naturverjüngung im Bestandesinneren vorhanden ist, dieses jedoch kaum Chancen hat, sich durchzusetzen, da menschliche Eingriffe ihr Aufkommen verhindern. Nach den Stürmen Vivian/Wiebke 1990 und Lothar 1999 setzte Baden verstärkt auf die Naturverjüngung (SCHOOP G., persönliche Mitteilung, 3.1.2013). Dabei galt für die Behandlung der Pioniere folgende Devise: Kommen Pionierbäume in Verjüngungslücken auf, so sollen diese belassen und in Trupps gepflegt werden. Wachsen jedoch Pionierbäume in Einzelmischung in Gebieten mit dichter Naturverjüngung einer wirtschaftlich interessanteren Baumart, so müssen diese Pioniere weichen. Detaillierter wird das Naturverjüngungspotential im Unterkapitel 3.5.1.4 behandelt.

Vergleich mit Stammzahlen aus Baden

Um die Vergleichbarkeit mit den mittleren Stammzahlen des Badener Waldes herzustellen, wurden die Hochrechnungen mit den Kluppschwellen bei 8 cm BHD mit knapp 10 Pionierbäumen pro Hektare und diejenige bei 24 cm BHD mit noch 2 Pionierbäumen pro Hektare verwendet. Vergleicht man diese beiden Hochrechnungen mit den Stammzahlen aus den Stichprobenauswertungen im Wirtschaftswald (inkl. Dürrständer), so ergeben sich glaubwürdige Prozentzahlen: Mit einer Kluppschwelle von 8 cm BHD liegt die mittlere totale Stammzahl⁶ bei 550 Stk./ha und die durchschnittliche Laubholz-Stammzahl⁷ bei 366 Stk./ha. Das ergibt mit der durchschnittlichen Anzahl Pioniere von 9.85 pro Hektare aus den Hochrechnungen einen Pionierbaum-Stammzahlanteil von 1.8 % am Total und 2.7 % an der Laubholz-Stammzahl. Betrachtet man nur Baumindividuen über einer Kluppschwelle von 24 cm BHD, so liegt die mittlere totale Stammzahl⁶ bei 150 Stk./ha und die durchschnittliche Laubholz-Stammzahl⁷ bei 102 Stk./ha. Daraus lässt sich mit der durchschnittlichen Anzahl Pioniere von 2.16 pro Hektare aus den Hochrechnungen ein Pionierbaum-Stammzahlanteil von 1.4 % am Total und 2.1 % an der Laubholz-Stammzahl berechnen. Gemäss der Stichprobenauswertung 2010 für das Stadtforstamt Baden (WSL 2010) liegt der Vorratsanteil der „Übrigen Laubhölzer“ bei 6 %, darin enthalten sind aber nicht nur die Birke, die Aspe und die Weide, sondern alle anderen Laubbaumarten ausser der Buche, der Esche, der Eiche und dem Ahorn. Auch dieser Anteil – mit einem Standardfehler von 5 % behaftet – spricht für die Plausibilität der errechneten Pionierbaum-Stammzahlen.

3.5.1.4 Potential der Naturverjüngung

Allgemein

Um das Potential der Naturverjüngung im Badener Wald auf Grund der erhobenen Daten abzuschätzen, wurden aus den Wirtschaftswalderhebungen (Fragestellung 1) Zusatzauswertungen über die Verteilung der Pionierbaumarten mit maximal 4 cm BHD gemacht. Die Datengrundlage sowie die Resultate der Hochrechnungen sind im Anhang A in Tabelle A 6 und Tabelle A 7 zu finden. Der Maximaldurchmesser wurde für diese Verjüngungsauswertung verkleinert um den Pflegeeinfluss im Wirtschaftswald zu minimieren. Es wird angenommen, dass an jungen Bäumen bis 4 cm BHD kaum Eingriffe stattgefunden haben und die Zahlen ungefähr dem Potential der Verjüngung entsprechen.

⁶ berechnet aus der totalen Stammzahlangabe im Betriebsplan, dividiert durch die bestockte Fläche von 657 ha (SCHOOP et al. 2011) und verglichen mit der detaillierten Stichprobenauswertung für das Stadtforstamt Baden 2010 (WSL 2010)

⁷ berechnet aus der Stammzahlangaben für Laubholz im Betriebsplan, dividiert durch die bestockte Fläche von 657 ha (SCHOOP et al. 2011) und verglichen mit der detaillierten Stichprobenauswertung 2010 für das Stadtforstamt Baden (WSL 2010)

Wirtschaftswald

Betrachtet man diese Hochrechnungen der Verjüngungszahlen in Tabelle A 7, so scheint das Potential der Pionierbaumverjüngung flächendeckend relativ hoch: 9.12 Pionierbäume unter 4 cm BHD kommen durchschnittlich auf einer Hektare Badener Wald vor. Die Verjüngungsgunst der Birke scheint im Bestandesinneren besonders gross zu sein, wo Aspen und Weiden sich primär entlang von Strassen etablieren mögen. Auffallend ist zudem, dass Birkenverjüngung nur ganz vereinzelt im Waldrandbereich anzutreffen ist, Aspen und Weiden fehlen dort in der Verjüngung ganz. Diese Tatsache dürfte grösstenteils durch die dichtere Strauch- und Krautvegetation im Übergangsbereich und den damit erschwerten Ansam- und Aufwuchsbedingungen, sowie den vom Stadtforstamt formulierten Pflegezielen zu erklären sein. Das Wegbleiben der Weidenverjüngung in Nicht-Baumholzbeständen ist nicht erklärbar. Mit einem grösseren Stichprobenumfang würde wahrscheinlich auch in gewissen Nicht-Baumholzbeständen Weidenverjüngung gefunden werden.

Naturwaldreservat

Einen weiteren Anhaltspunkt für das Potential der Naturverjüngung von Pionierbaumarten liefern die Erhebungen im Naturwaldreservat (Fragestellung 2). Sie lassen sich nicht räumlich analysieren, allerdings kann bei diesen Zahlen der Pflegeeffekt zu 100 % ausgeschlossen werden und Aussagen zu Auswirkungen der Vorverjüngung gemacht werden (Tabelle A 9 und Tabelle A 10).

Auf den erhobenen Flächen im Naturwaldreservat wurden in der Verjüngung keine Aspen gefunden – eventuell wegen fehlender Samenbäume. In nahegelegenen Flächen wurden im Rahmen einer Aufforstung im Jahr 2003 nach dem Bau der dritten Baregtunnelröhre (SCHOOP G., persönliche Mitteilung, 15.1.2013), Aspen und andere Pionierbäume gepflanzt (SCHOOP et al. 2011). Diese sind heute allerdings noch nicht mannbar und können noch keine Samen für eine Naturverjüngung liefern.

Das Potential der Birkenverjüngung ist grösser als dasjenige der Salweide. Ohne Eingriffe stehen durchschnittlich 4.2 Birken und 2.4 Weiden mit einem maximalen BHD von 4 cm auf einer Hektare. Lässt man die zum Zeitpunkt des Orkans Lothar vorverjüngten Flächen wegen erschwerten Ansaamungsbedingungen ausser Betracht, so erhält man 8.5 Birken und 3.6 Salweiden pro Hektare mit dem bereits erwähnten BHD. Zusammen ergibt das auf nicht vorverjüngten Flächen eine Pionierverjüngung von 12.1 Individuen pro ha, was wiederum im Rahmen der Abschätzungen aus den Wirtschaftswalderhebungen mit 9.1 Pionierbaumarten pro Hektare liegt.

Würde man dieselben Hochrechnungen aus dem Naturwaldreservat mit Pionierverjüngung bis 8 cm BHD durchführen, so verdoppelt sich die Anzahl Pioniere auf 9.7 Individuen pro Hektare (bei Miteinbezug von vorverjüngten Flächen) und 18.2 Individuen pro Hektare auf nicht vorverjüngten Flächen. Etwas geringer fällt der Anstieg im Vergleich zu den Hochrechnungen mit Verjüngung bis 4 cm BHD bei der Salweide aus: drei Salweiden bis 8 cm BHD kommen auf einer Hektare inklusive vorverjüngten Flächen vor, 4.8 auf nicht vorverjüngten Flächen.

Aus diesen Hochrechnungen lässt sich schliessen, dass das Potential der Naturverjüngung aller drei Baumarten in Baden gut vorhanden ist – es gilt dieses in Zukunft zu erhalten und weiter zu fördern. Der Umgang mit den Pionieren in der Waldpflege ist dabei, wie in den vorhergehenden Kapiteln erläutert, entscheidend.

3.5.2 Fragestellung 2 - Welche Stellung nehmen Pioniergehölze in einer Sturmfläche ein

3.5.2.1 *Hypothese C: Die Pionierbäume (Birken, Weiden, Aspen) sind noch in der besseren sozialen Stellung als die übrigen Baumarten auf der Sturmfläche.*

Allgemeines und „Technische“ Schwierigkeiten

Die Hypothese C kann bestätigt werden. Die Pionierbäume weisen eine signifikant bessere soziale Stellung auf als die übrigen Baumarten (Tabelle 28, Grafik A 12 in Anhang B). Kein signifikanter Unterschied konnte jedoch zwischen der sozialen Stellung von Pionierbäumen auf vorverjüngten Flächen im Vergleich zu nicht vorverjüngten Flächen festgestellt werden.

Das Resultat könnte allerdings durch die Erhebungsmethode beeinflusst sein: Die übrigen Baumarten (meist Hauptbaumarten wie Tanne, Buche, Fichte, Eiche etc.) verjüngen sich zurzeit auf einigen Stichprobenkreisen stark. Da bewusst keine Kluppschwelle festgelegt wurde (aus Interesse an allen Stadien) wurden auch die Sämlinge als „unterdrückte“ Einzelindividuen ebenfalls vermessen und aufgenommen. Das lässt den Durchschnitt der sozialen Stellung der übrigen Baumarten tiefer scheinen, als er eigentlich ist.

Das Bestimmen ob der Stichprobenpunkt vorverjüngt war oder nicht erwies sich schwieriger als erwartet. Die Auflösung des Luftbildes aus dem Jahre 1998 schränkte die Vergrößerungsmöglichkeiten des Bildes ein und somit war es schwierig den Bestandeszustand vor Lothar eindeutig zu interpretieren. Weiter ist die Bestandesgeschichte dieser Fläche sehr heterogen. Man weiss allerdings, dass die Verjüngung der Fläche systematisch an der Transportgrenze (an der Hangkante) begonnen hat und der Verjüngungsfortschritt in Richtung Strasse weitergeführt wurde (SCHOOP G., persönliche Mitteilung, November 2012). Des Weiteren fanden Lichtwuchsdurchforstungen statt und die Tanne und die Fichte fielen teilweise wegen Borkenkäferkalamitäten bereits vor Lothar aus. Ein weiterer Teil fiel dem Sturm Lothar zum Opfer (SCHOOP G., persönliche Mitteilung, November 2012). Das dadurch entstandene diffuse Licht schuf optimale Bedingungen für Ahornverjüngungen, was die heute zahlreich vorhandenen mosaikartigen Ahornbestände auf der Fläche erklären dürfte.

Wachstumscharakteristik

Die bessere soziale Stellung von Pionierbäumen verglichen mit den übrigen Baumarten auf der Lotharfläche des Waldreservats Teufelskeller lässt darauf schliessen, dass wenn Pionierbäume aufkommen, ihr schnelles Wachstum sie zur Dominanz bringt – unabhängig davon, ob zum Zeitpunkt der Ansamung schon Naturverjüngung vorhanden ist oder nicht. Je schneller die Pioniere eine herrschende Stellung erlangen, desto mehr Licht haben sie zur Verfügung und können wiederum schneller wachsen. Andererseits dürften Pioniere, welche zu wenig Licht erhalten haben, eventuell bereits ausgefallen sein.

Interessanterweise wurde das Aufkommen der Pioniere in der Untersuchungsfläche so wahrgenommen, dass in den ersten beiden Vegetationsperioden nach dem Sturm Lothar (1999) kaum Pionierbaumsämlinge in der Fläche anzutreffen waren – erst im dritten Jahr nach dem Orkan nahmen die Pionierbaumarten die Fläche explosionsartig ein (SCHOOP G., persönliche Mitteilung, 13.12.2012). Zu dieser Entwicklung beigetragen hat eventuell auch der Hitzesommer 2003, welcher die Verjüngung der Hauptbaumarten geschädigt haben dürfte und somit das Pionierbaumaufkommen verstärkt wurde.

Schnee und Wildverbiss scheinen den Pionierbäumen auf der Untersuchungsfläche keine grossen Probleme zu bereiten. Während den Feldaufnahmen wurden keine verbissenen Pionierbaumarten angetroffen, die Tannen unter 2 m Höhe waren jedoch zum Teil stark verbissen. Die Unempfindlichkeit der Pionierbaumarten gegenüber Verbiss auf dieser Fläche scheint ebenfalls ein Wachstumsvorteil zu sein. Tannen zum Beispiel brauchen länger bis sie dem Verbiss entwachsen sind. Abgesehen

von einer krumm gewachsenen Birke wurden im Untersuchungsgebiet keine potentiellen Schneedruckschäden an Pionierbäumen gefunden. Bei Buche und Eiche wurden jedoch einige krumm gewachsene Exemplare gesichtet. Im Waldreservat zeugen im Bereich der Stichprobenpunkte einzelne zersägte, liegende Birkenstämme von Vermessungsarbeiten für das Stichprobennetz. Es wurden teilweise auch abgesägte Birkenstümpfe innerhalb der Probeflächen gefunden. Ohne diese Vermessungsarbeiten hätten demnach noch weitere Pioniere in den Flächen aufgenommen werden können.

Zusatzuntersuchung Waldgesellschaften

Es zeigen sich signifikant unterschiedliche Differenzen der sozialen Stellung zwischen Pionierbäumen und übrigen Baumarten in den verschiedenen Waldgesellschaften (Grafik A 19). Es muss jedoch beachtet werden, dass der Versuchsaufbau nicht auf diese Auswertung ausgelegt wurde und dadurch ein Ungleichgewicht in der Berücksichtigung der einzelnen Waldgesellschaften vorhanden ist. Dennoch zeigt dieses Resultat, dass weitere Untersuchungen unter Berücksichtigung der Waldgesellschaften interessante Ergebnisse liefern könnten. Weitere signifikante Zusammenhänge zwischen der sozialen Stellung der Baumarten und den Waldgesellschaften konnten nicht nachgewiesen werden.

3.5.2.2 Hypothese D: Der BHD der Pionierbäume ist durchschnittlich 5 cm grösser als derjenige der übrigen Gehölze in der Sturmfläche.

Der BHD der Pionierbäume im Untersuchungsgebiet ist signifikant grösser als der BHD der übrigen Baumarten (Tabelle 28, Grafik A 15). Der Unterschied lässt sich allerdings nicht direkt in einer absoluten Zahl ausdrücken, weil der Effekt modellbedingt mit einer Multiplikation mit dem BHD verbunden ist. Somit lässt sich die Hypothese D nur teilweise bestätigen. Auch beim BHD ist kein Unterschied bezüglich der Vorverjüngung der Flächen ersichtlich.

Der grössere BHD der Pionierbaumarten scheint mit der besseren sozialen Stellung derselben im Vergleich zu den übrigen Baumarten zusammenzuhängen. Je besser die soziale Stellung, desto mehr Licht erreicht die Krone und umso grösser sind die jährlichen Zuwächse des Baumes. Da kein Unterschied zwischen vorverjüngten Flächen und nicht vorverjüngten Flächen im BHD ersichtlich ist, liegt die Vermutung nahe, dass Pionierbaumarten auch bei Vorhandensein einer Naturverjüngung noch in der Lage sind, in derselben Zeit grössere Dimensionen als die übrigen Baumarten zu erreichen.

Auch hier könnte die nicht vorhandene Kluppschwelle das Resultat jedoch beeinflusst haben, indem bereits Sämlingen ein Minimaldurchmesser von 0.5 cm zugewiesen wurde (BHD wurde auf 0.5 cm genau registriert) und die sich etablierenden übrigen Baumarten (alle ausser Birke, Aspe, Weide), wie bereits erwähnt, im Verhältnis zur Verjüngung von Pionierbäumen übervertreten waren.

3.5.2.3 Hypothese E: Auf vorverjüngten Flächen kommen weniger Pioniere vor als auf nicht vorverjüngten Flächen.

Allgemein

Es konnte kein signifikanter Unterschied in vorverjüngten im Vergleich zu nicht vorverjüngten Flächen bezüglich der Anzahl Pionierbäume festgestellt werden und somit muss die Hypothese E verworfen werden.

Die nicht vorhandene Kluppschwelle hatte auf diese Auswertung keinen Einfluss, weil nicht das Verhältnis zu den übrigen Baumarten, sondern absolute Zahlen der Pionierbaumvorkommen auf vorverjüngten mit nicht vorverjüngten Flächen verglichen wurde.

Das fortgeschrittene Sukzessionsstadium, in dem sich die Untersuchungsfläche 13 Jahre nach dem Sturmschaden befindet, weist jedoch, wie bereits erwähnt, eine grössere Menge Verjüngung der Hauptbaumarten auf. Die Verjüngung der Pionierbaumarten mit hohen Stammzahlen dürfte hier bereits vorüber sein und die natürliche Selektion bereits ihre ersten Wirkungen gezeigt haben

(Selbstaussdünnung). Diese Gegebenheiten lassen eine tiefere Grundmenge an Pionierbäumen im Vergleich zu den übrigen Baumarten vermuten und ist mit ein Grund, warum ein Vergleich innerhalb der Pionierbaumarten angestrebt wurde.

Etablierung

Obwohl sich der Unterschied als nicht signifikant erwies, wurden auf den vorverjüngten Flächen tendenziell weniger Pionierbäume gefunden als auf nicht vorverjüngten (Abbildung 24). Dies wird darauf zurückgeführt, dass die Ansamung und das Aufkommen von Pionieren in vorverjüngten Flächen, aufgrund der bereits vorhandenen Naturverjüngung von Wirtschaftsbaumarten, für die Ansamung und das Aufkommen von Pionieren keine optimalen Bedingungen herrschen. Eventuell wurden in den gezielt verjüngten Flächen auch bereits Pflegeeingriffe durchgeführt, bei denen Pioniere, die Wirtschaftsbaumarten konkurrierten, entfernt wurden.

3.5.3 Standraumanalyse

Die Standraumanalysen erlauben Schätzungen zum Standraumbedarf der Birke, der Aspe und der Weide (Abbildung 25 bis Abbildung 27 sowie Tabelle 29). Der erwartete Kronendurchmesser bei einem BHD von 40 cm dürfte bei der Birke um 6.8 m, bei der Aspe um 8.6 m und bei der Weide um 9 m liegen. Dabei ist die Trendlinie der Aspe durch die Messungen im grösseren Durchmesserbereich auf einer solideren Datengrundlage aufgebaut. Für die Linie wurde als Basis eine Potenzfunktion gewählt, da diese die beste Annäherung an die erhobenen Daten aufwies. Auch die Gerade hätte verwendet werden können. Die Unterschiede sind gering, das R^2 jedoch für die Potenzfunktion etwas besser.

Es wurden nur Bäume aufgenommen, welche im Bestand oder am Bestandes- respektive Waldrand standen. Bewusst wurden keine freistehenden Bäume ausgewählt, da das Verhältnis Alter zu BHD bei freistehenden und im Bestand stehenden Birken unterschiedlich ist (STAHL et al. 2009) und beide Parameter einen Einfluss auf den BHD und den Kronendurchmesser haben könnten.

Auch nach den Berechnungen von HEIN et al. (2009) resultiert ein durchschnittlicher Kronendurchmesser von 6.2 m für eine Birke mit 40 cm BHD. Das wird als Bestätigung für Abschätzungen im Rahmen dieser Arbeit gesehen, ebenso wie die Spreitungsgraderhebungen von LEDER (1992). Im Vergleich zu den von anderen Autoren (erwähnt in HEIN et al. (2009)) erhobenen Kronendurchmessern von Wirtschaftsbaumarten (Buche mit 8.1 m, Eiche mit 7.5 m, Esche mit 7.7 m und Bergahorn mit 7.3) bildet die Birke eine schlanke Krone aus. Der Kronendurchmesser der Aspe ist dann zwischen demjenigen der Buche und demjenigen der Eiche anzusiedeln. Diese Arten weisen ebenfalls ein ähnliches Kronenbild auf, was die vergleichbaren Durchmesserwerte unterstützen würde. Der Kronendurchmesser der Weide übertrifft die Werte der Wirtschaftsbaumarten deutlich, was mit ihrem teilweise strauchförmigen Wuchs zu erklären ist.

Wenn man aus diesen Standraumanalysen Angaben optimaler Endabstände für die Pionierbäume abgeleitet werden, so würde man bei der Birke wohl 7-8 m, bei der Aspe und der Salweide auf 9-10 m plädieren. Diesen Abstand sollten Pioniere untereinander sowie gegenüber Wirtschaftsbaumarten aufweisen um sich vital entwickeln zu können. Im Vergleich zu optimalen Endabständen für die Wirtschaftsbaumarten gemäss (SCHÜTZ (2000) zitiert in ROTACH (2011)) liegt die Birke mit 7-8 m zwischen den Empfehlungen für die Tanne respektive Fichte mit 7 m und für Douglasie respektive die Lichtbaumart Lärche mit 9 m. Die Aspe und die Salweide liegen mit 9-10 m optimalem Endabstand im Bereich der Empfehlungen für optimale Endabstände der Buche, der Esche, des Ahorn und der Kirsche mit 9-11 m.

3.5.4 Mögliche Zielkonflikte

Aus den Ansprüchen der diversen Organismengruppen (Kapitel 2.3) lassen sich unterschiedliche Ziele betreffend der Förderung von Pionieren herleiten (Spalte „Ziele“ in Tabellen 30 und 31). Daraus lassen sich Massnahmen ableiten, wovon sich nebst Profiteuren auch Zielkonflikte mit ökonomischen und gesellschaftlichen Vorstellungen ergeben. Die Zusammenstellung der ökologischen Ziele, der daraus hergeleiteten Massnahmen und die entstehenden Zielkonflikte sind in den Tabellen 30 und 31 zusammengefasst und die wichtigsten Punkte im Anschluss diskutiert. Mit diesem Überblick sollen bei der Wahl des Managementkonzeptes Konsequenzen gegeneinander abgewogen werden können.

Ziele	Massnahmen	Profiteure/Vorteile	Zielkonflikte
Natürliche Dynamik zulassen	Kein flächiges Aufforsten von Störungsflächen	<ul style="list-style-type: none"> Naturverjüngung - zuerst v.a. Pionierbaumarten und damit verbundene Tierarten: Schmetterlinge (z.B. Schillerfalter, Trauermantel etc.), Vögel (z.B. Grasmücken, Zilpzalp, Zaunkönig etc.), Insekten allgemein danach unter dem Schirm Hauptbaumarten Keine Pflanzkosten 	<ul style="list-style-type: none"> Holzproduktion Schutzwirkungen verjüngungsfeindliche Vegetation (Brombeeren, invasive Neophyten,...)
	Natürliches Absterben von Pionierbäumen zulassen	<ul style="list-style-type: none"> Spechte (z.B. Kleinspecht, Weissrückenspecht etc.) und andere höhlenbrütende und insektenfressende Vögel, Greifvögel Greifvögel (z.B. Rotmilan etc. zum Ansitz) Totholzinsekten inkl. Antagonisten Pilze (z.B. Porlinge, Feuerschwamm, Schüpplinge etc.) Flechten und Moose 	<ul style="list-style-type: none"> Holznutzung Sicherheit für Erholungsnutzung und Holzerei Schutzwirkung
	Kein flächiges Mähen	<ul style="list-style-type: none"> Pioniervorwald hat eine Chance sich zu etablieren Schmetterlinge (Nektarsauger) Insekten (nektarsaugende und Räuber) Wild (Versteck- und Äsungsmöglichkeiten) geringere Pflegekosten 	<ul style="list-style-type: none"> Konkurrenzvegetation Holzproduktion (Mäuseschäden)
Einzelne Biotop-pionierbäume/ Markante Einzel-pionierbäume	Biotopbäume stehen lassen	<ul style="list-style-type: none"> Vögel (z.B. Spechte, Hohltaube, Greifvögel etc.) Insekten (z.B. Hirschkäfer, Bockkäfer etc.) Schmetterlinge (z.B. Gr. Eisvogel als Treffpunkt der Geschlechter) Pilze (Porlinge, Feuerschwamm, Trameten etc.) Flechten und Moose 	<ul style="list-style-type: none"> Holznutzung Sicherheit für Erholungsnutzung und Holzerei Schutzwirkungen

Tabelle 30 Übersicht über die bedeutendsten Zielkonflikte – Teil 1.

Ziele	Massnahmen	Profiteure/Vorteile	Zielkonflikte
Pioniere am Waldrand	Einzelne Pionierbäume am Waldrand fördern	<ul style="list-style-type: none"> • Vögel (z.B. Grasmücken, Zilpzalp, Goldammer, Neuntöter etc.) • Schmetterlinge (z.B. Kleiner Schillerfalter, Trauermantel, Grosser Fuchs etc.) • Insekten allgemein 	<ul style="list-style-type: none"> • Zielstruktur des stufigen, eher gebüschreichen Waldrandes • Holznutzung entlang der Bauzone (Problem lokal in Baden) • Sicherheit der Bauzone
Pioniere entlang von inneren Grenzen und Waldstrassen	Einzelne Pionierbäume entlang innerer Grenzlinien und entlang von Waldstrassen fördern	<ul style="list-style-type: none"> • Schmetterlinge (z.B. Grosser Eisvogel, Grosser Schillerfalter, Trauermantel etc.) • Vögel (z.B. Mönchsgrasmücken, Zilpzalp etc.) • Insekten allgemein • Vereinzelte Zusatznutzung im Übergangsbereich 	<ul style="list-style-type: none"> • Sicherheit für Erholungsnutzung • Erhöhter Aufwand für Wegnetzunterhalt

Tabelle 31 Übersicht über die bedeutendsten Zielkonflikte – Teil 2.

Im Folgenden werden die wichtigsten Zielkonflikte aus der Tabelle noch einmal ausgeführt.

Das Zulassen der natürlichen Walddynamik bietet viel Konfliktpotenzial. Das natürliche Absterbenlassen von stehenden Bäumen kann die Sicherheit der Erholungsnutzenden durch Astabbrüche und umstürzende Bäume gefährden und entspricht nicht dem Bild vieler Erholungssuchenden eines „aufgeräumten Waldes“. Trotz dem grossen ökologischen Wert dieser Massnahmen entsteht durch den Nicht-Verkauf ein finanzieller Verlust. Dieselben Konflikte ergeben sich, wenn Biotop- und Pionierbäume stehen gelassen werden.

Werden Lücken sich selbst überlassen (zumindest teilweise), so bietet dies nicht nur eine Ansammlungsmöglichkeit für Pionierbaumarten. Auch invasive Neophyten, Brombeeren oder andere Arten können die Fläche dominieren und das Aufkommen von Baumarten erschweren. Befindet sich die Fläche im Schutzwaldperimeter, so wird die vegetationsfreie Fläche ab einer gewissen Grösse die Schutzwirkungen des Waldes gefährden.

Beim Mähen wird oft bereits ein Teil der sich etablierenden Naturverjüngung entfernt. Damit geht meist schon eine Negativauslese einher, welcher dann die jungen Pionierbäume zum Opfer fallen.

Die Problematik der Pionierbaumartenförderung am Waldrand in der Gemeinde Baden wird unter Kapitel 3.5.1.1 der Diskussion detailliert ausgeführt und demzufolge wird an dieser Stelle nicht ausführlicher darauf eingegangen.

Sollen Pioniere entlang von Waldstrassen und inneren Grenzen gefördert werden, so profitieren einige gefährdete Waldtagfalter von dieser Massnahme. Der Aufwand für den Wegunterhalt steigt jedoch unter Umständen an, wenn die Gesundheit dieser Bäume überprüft und die Sicherheit der Erholungsnutzenden gewährleistet werden soll. Zudem besteht bei einem Nassschneeereignis die erhöhte Gefahr, dass schneedruckempfindliche Pioniere ins Strassenprofil ragen, beziehungsweise Teile abbrechen und die Sicherheit der Strasse nicht mehr gewährleistet ist.

Es wird nicht auf die Konflikte von der flächigen Förderung im Stil von Monokulturen oder von plantageartigem Umtrieb eingegangen, da dies der Philosophie des heute populären naturnahen Waldbaus widerspricht, welche auch in Baden praktiziert wird. Es wäre vor allem mit Konflikten im Bereich Erholung und Naturschutz zu rechnen (VON LÜPKE 2009).

3.6 Schlussfolgerungen aus Teil 2 : Managementstrategie

Im Gegensatz zur Birke und anderen Pionierbäumen ist das weltweite Verbreitungsgebiet der Buche beschränkt, mit dem Schwerpunkt der Verbreitung in Mitteleuropa (SPERBER 2000). Daraus schliesst der Autor: „Spätestens mit der Unterzeichnung der UN-Resolution zur Erhaltung der Biodiversität haben wir für die Erhaltung der Buchenwälder und der an diese gebundenen Pflanzen- und Tierarten global eine besondere Verantwortung übernommen.“ Diese Tatsache sollte immer wieder in Erinnerung gerufen werden, wenn es darum geht, die Verhältnismässigkeit von Massnahmen im Wald abzuschätzen, auch hinsichtlich der Förderung von Pionierbaumarten.

Aus Potential und realer Verbreitung der Pioniergehölze in Baden lassen sich diverse Schlüsse bezüglich der Förderung von Pioniergehölzen ziehen. Die Förderung von Pioniergehölzen aus Naturverjüngung ist auch bei anderen Förstern im Forstkreis 2 Baden – Zurzach bereits ein Thema, besonders aus Biodiversitäts- und Waldbauzielen (Vorbau) heraus (Anhang D). Ziel dieser Arbeit ist jedoch die Pionierbaumartenförderung noch weiter zu konkretisieren. So soll auf Basis der folgenden Schlussfolgerungen betreffend sinnvoller Standorte, Anzahl und Pflege die Managementstrategie aufgebaut werden.

3.6.1 Welche Standorte sind für die Förderung von Pionieren geeignet?

Grundsätzlich bereichert das Vorkommen von Pionierbaumarten das Waldbild und die Habitatvielfalt überall. Das bestätigen auch diverse Autoren (HACKER 1999; HEYDEMANN 1982; JÜRIADO et al. 2003; OJALA et al. 2000). In Anbetracht von diversen Zielkonflikten wie derjenigen mit der Holznutzung, mit den Erholungssuchenden etc. sollte die Pionierbaumförderung aber auf gewisse Waldbereiche eingeschränkt werden. Das Ausscheiden gewisser Gebiete mit Vorrang „Pionierbaumarten“ sichert auch ihr langfristiges Bestehen.

Die hohe Verjüngungsgunst der Birke im Bestandesinneren sollte genutzt und mit der Förderung der Birke an solchen Standorten verbunden werden, denn als schattentoleranteste der drei untersuchten Pionierbaumarten scheint sie dafür prädestiniert. Weiter sind die Standraumansprüche der Birke gegenüber der Aspe und der Salweide deutlich geringer, was Zielkonflikte mit Klimaxbaumarten vermindert.

Aspen und Salweiden halten sich besonders entlang von Waldstrassen. Dort haben sie auch am ehesten eine Zukunft: Die Lichtverhältnisse für die beiden sehr lichtbedürftigen Arten sind am Strassenrand durch die Lücke der Waldstrasse langfristig gesicherter als in einer Bestandeslücke. Zudem ergeben sich durch den weniger dichten Stand und weniger konkurrierenden Wirtschaftsbaumarten weniger Zielkonflikte mit den grossen Standraumansprüchen der Aspe und der Salweide. Zudem ist bei Wirtschaftsbaumarten entlang der Strasse oft mit einer minderwertigen Qualität zu rechnen (einseitige Krone, plagiotroper Wuchs, Druck- und Zugholz, Schäden durch Rücken und Lagern von Holz), weshalb durch die Förderung von Aspe und Weide entlang von Strassen auch ein geringerer Ertragsausfall in Kauf genommen werden muss.

Sollen Pionierbaumarten auch am Waldrand gefördert werden, so müsste – zumindest in Baden, mit grosser Wahrscheinlichkeit jedoch auch in anderen Gebieten – auf die Pflanzung oder rigorose Eingriffe zurückgegriffen werden. Eventuell würde es auch reichen, wenn man sicherlich vorhandene Naturverjüngung von Pionieren nicht konsequent entfernt, sondern diese auch als Zielbaumarten im Waldrand anerkennt und entsprechend fördert. Das Potential der Naturverjüngung im Waldrandbereich hat sich jedoch in den Erhebungen dieser Arbeit als gering gezeigt. Weiter herrschen in Baden mit den zahlreichen, direkt an den Wald angrenzenden Bauzonen erschwerte Bedingungen für die Holzerei und Pflegemassnahmen im Waldrandbereich. Zusammen mit weiteren Zielkonflikten, welche sich mit den waldrandanstössigen Einwohnern ergeben würden, scheint eine Förderung der Pioniere im Waldrandbereich in grossen Teilen der Gemeinde Baden nicht als sinnvoll.

Das Fördern von Totholz aus Pionierbaumarten sollte im Bestandesinneren stattfinden. Die Vögel, insbesondere Spechte, welche auf alten oder toten Pionierbäumen vorkommen, schätzen die Unge-störtheit weitab der Waldstrassen im Bestandesinneren. Zudem können so Zielkonflikte mit der Si-cherheit der Erholungsnutzenden entlang von Waldstrassen umgangen werden.

3.6.2 Wie viele Pioniere sollten im Badener Wald vorhanden sein?

Die Anzahl Pionierbäume, respektive der Anteil an Pionierbäumen am Wirtschaftswald, welche ge-fördert werden, wird primär durch die begrenzte Menge finanzieller Mittel und den Anteil Waldflä- che, welcher sich für die Förderung eignet, eingeschränkt. Es werden nachfolgend verschiedene An-teile diskutiert.

2.7 % ist heute der ungefähre Anteil Pionierbäume am Gesamtwald (Stammzahlanteil) im Badener Wald. Es könnte ein Ziel sein diesen Stand zu halten. In Buchenurwäldern in der Schlusswaldphase ist der Anteil an „Übrigen Baumarten“, welcher auch die Pionierbäume beinhaltet, mit 0.2 % verschwin-dend klein – das zeigen neuste Erkenntnisse aus den Buchenurwaldteilen Uholka und Shyrokyj-Luh (COMMARMOT et al. 2013). Das Überleben der Pionierbaumarten sollte demnach mit dem jetzt in Baden vorhandenen Anteil gewährleistet sein. Möchte man den Pionierbaumanteil am Wirtschaftswald erhöhen, so könnte man über 5.4 % oder 8.1 % diskutieren, was ungefähr einer Verdoppelung respektive einer Verdreifachung des heutigen Anteils entspräche. Seitens der Ökologie ist bis heute nicht geklärt mit welchem Anteil und welcher Verteilung Pionierbäume in einem ökologisch optimal aufgebauten Wald vorhanden sein sollten. Die Einschränkung des Pionierbaumanteils wird daher primär über die zur Verfügung stehenden finanziellen Mittel erfolgen. Um den Deckungsbeitrag ab-schätzen zu können wird in Kapitel 4.3 eine ökonomische Analyse anhand der Gegebenheiten in Ba-den durchgeführt.

3.6.3 Wie sollen die Pioniere gepflegt werden?

Die Grundlage ist das grosse Potential, welche die Naturverjüngung an Pionierbäumen in Baden be-reitstellt. Dieses soll, wann immer möglich, genutzt werden, um dadurch auch Pflanzkosten zu spa-ren. Meist wird damit die Dichte und Mischung naturnah geregelt – nur in seltenen Fällen können Salweiden ganze Flächen überwuchern, wie dies beispielsweise in einem Bestand in der Nähe von Montévraz (FR) nach Lotharschäden an einem vorherigen Fichtenwald mit Buchenunterwuchs der Fall war (SCHNEIDER F., persönliche Mitteilung, 3.12.2012). Die Umstände, welche die Salweide der-art dominant werden liessen, sind für die Förster und Forstingenieure vor Ort noch unerklärbar.

Weiter sollen die aufgekomenen Pionierbaumarten auf ausgeschiedenen Flächen gezielt, jedoch mit minimalen Eingriffen gemäss der biologischen Rationalisierung (AMMANN 2005), gefördert – nicht nur geduldet – werden. Die Ergebnisse aus den Untersuchungen in den unbehandelten Sturm-flächen zeigen, dass zwölf Jahre nach dem Ereignis die Pioniere noch in etwas besserer sozialer Stel-lung sind als die übrigen Baumarten und somit Eingriffe nicht allzu früh geschehen müssen. Bei Pfl-egeeingriffen muss der richtige Zeitpunkt gefunden und der Zielanteil an Pionierbäumen vor Augen gehalten werden. Je nachdem werden Pionierbäume „um jeden Preis“, zum Beispiel auch auf Kosten von Klimaxbaumarten und Edellaubhölzern gefördert, oder – im Hinblick auf eine möglichst grosse Artenvielfalt und ein Waldökosystem mit hoher Stabilität wünschenswerter – auch andere, wenig häufige Baumarten wie Edellaubhölzer in Mischung belassen.

Wie bereits mehrfach erwähnt, stellt Totholz aus Pionierbaumarten ein wertvolles Habitatelement dar, das es zu integrieren gilt. Dabei sollten einige Bäume bereits möglichst früh als Habitatbäume geschützt werden, wie dies in Baden bereits mittels Vertragsnaturschutz geschieht (SCHOOP et al. 2011). Dies weil ab einem BHD von 24 cm, gemäss den Erhebungen dieser Arbeit, schon einige Pio-nierbäume herausgepflegt oder ausgedunkelt wurden. Wenn jedoch Flächen mit der Priorität der Pionierbaumförderung ausgeschieden werden, ist es ein kleiner Schritt, einzelne Pioniere noch natür-

lich absterben zu lassen. Es sollen der Nachhaltigkeit wegen diverse Altersstufen der entsprechenden Pionierbäume an einem Ort vertreten sein.

4 Teil 3: Langzeitmanagementstrategie

4.1 Zusammenfassung Teil 3

Im dritten Teil dieser Arbeit wird die Managementstrategie mit ihren ökonomischen Konsequenzen erarbeitet. Dazu werden zu den Schlussfolgerungen aus Teil 2 in Kapitel 3.6 die Ansprüche der auf Pionierbäume angewiesenen Organismenvielfalt miteinbezogen (Kapitel 2.3) und Massnahmenvorschläge mit Prioritätsangaben gemacht. Massnahmen oberster Priorität für den Forstbetrieb Baden sind die Förderung von Aspen und Salweiden entlang der Waldstrassen und der Birke in Trupps im Bestandesinneren. Dies dient primär ausgewählten Walddtagfaltern und Vögel, welche sich beispielsweise als „Flaggschiffarten“ in der Öffentlichkeit einsetzen liessen. Ebenfalls wären Aspen und Weiden (auch in truppweiser Beimischung) und Pionierbaumtotholz im Bestandesinneren wertvoll und ferner die Förderung von Pionierbäumen an geeigneten Waldrändern erwünscht.

Ökonomische Analysen und Hochrechnungen ergeben für das Beispiel des Forstbetriebs Baden einen Ertragsverlust der Pioniergehölze gegenüber der Buche von circa 120 Fr./ha und Jahr und gegenüber der Fichte von circa 160 Fr./ha und Jahr auf mittleren bis guten Ertragsklassen. Es müssen jedoch die verschiedenen Modellannahmen und Sensitivitäten beachtet werden.

Rechnet man diese Kosten für den hochgerechneten aktuellen Pionierbaumanteil (2.7 % Stammzahlanteil) in Baden, so kostet der Erhalt der Pionierbäume den Betrieb jährlich circa 1500 Fr. im Vergleich zu einem Buchenwald auf dieser Fläche. Würde man den Stammzahlanteil der Pionierbäume im Vergleich zu heute verdoppeln wollen im Vergleich zu heute, so verdoppeln sich auch die Kosten auf gut 3000 Fr. im Jahr.

4.2 Managementstrategie

Zieht man nun zu den Schlussfolgerungen aus dem zweiten Teil auch die Ansprüche ausgewählter Tier- und Pflanzenarten mit ein, so ergeben sich unten erwähnte Massnahmenvorschläge.

Für die Walddtagfalterarten, wie zum Beispiel der Grosse Schillerfalter, welche in Baden bereits vorkommen, sollen vor allem Salweiden an luftfeuchten, schattigen Lagen (dürfen überschirmt werden) und auch an etwas sonnigeren Lagen für den Grossen Fuchs gefördert werden. Für Schmetterlinge, welche sich mit geeigneten Massnahmen eventuell wieder ansiedeln liessen, wie zum Beispiel der Kleine Schillerfalter oder der Trauermantel, sollten Aspen respektive Weiden an eher sonnigen Lagen zur Eiablage und als Nektarquelle zur Verfügung stehen. Möchte man auch für den im Kanton Basel-land noch vorkommenden Grossen Eisvogel ein Habitat „vorbereiten“, so sollten Aspen verschiedenster Altersgruppen und Formen (von wipfelschäftig bis knorrig) in Trupps gefördert werden. Auch der Kleine Schillerfalter würde davon wieder einen Nutzen tragen (DUŠEJ G., persönliche Mitteilung, 9.1.2013). Kopfweiden werden nach heutigen Kenntnissen von den Walddtagfaltern nicht besonders genutzt und es besteht die Gefahr der Zerstörung überwinternder Stadien durch den Schnitt (DUŠEJ G., persönliche Mitteilung, 9.1.2013). Das Begünstigen der Pionierbaumarten wie oben beschrieben wird in Baden hauptsächlich entlang von Strassen, mit einem Übergangsbereich von ungefähr 10 - 15 m in den Bestand hinein stattfinden (bei 30 m Pufferzone, wie in den Erhebungen verwendet wurde, schwindet der Lichteinfluss der Waldstrasse gemäss Beobachtungen ungefähr nach der Hälfte deutlich). Wie bereits mehrfach erwähnt, können Waldränder nur eingeschränkt für die Förderung von Pionierbaumarten in Baden genutzt werden. Das Waldesinnere bildet nur an inneren Grenzlinien

attraktive Habitate für Schmetterlinge. Ausgewählte Waldtagfalter (wie zum Beispiel der Grosse Schillerfalter, der Grosse Fuchs, und weitere) können mit ihrem imposanten Aussehen gut für die Öffentlichkeitsarbeit als „Flaggschiffarten“ der Pionierbaumförderung eingesetzt werden.

Vögel hingegen bevorzugen Pioniertrupps im Bestandesinneren, der Struktur und der geringeren Störungsanfälligkeit wegen. Auch Schäden durch Peitschen der Birke können mit der truppweisen Förderung minimiert werden. Kommt dann das Totholz, und mit ihm zahlreiche Insekten, ebenfalls noch im Bestandesinneren vor (wegen Sicherheitskonflikten entlang von Waldstrassen und Waldrändern), so erweitert dies auch die Nahrungsgrundlage der Vögel. Mit dem Pionier-Alt- und Totholz wird sich gemäss diversen Literaturangaben (in den entsprechenden Kapiteln des ersten Teiles erwähnt) die Pilz-, Moos- und Flechtenvielfalt vergrössern, was wiederum ein Teil der natürlichen Artenzusammensetzung des Waldes ist. Da zurzeit keine schwerwiegenden Krankheiten mit Epidemiecharakter an den untersuchten Pionierbäumen vorkommen und das Ziel der Pionierförderung der Stadt Baden weder Monokulturen, noch Plantageumtrieb sind, dürften Bedenken wegen erhöhter Insekten- und Pilzpopulationen nicht an vorderster Stelle stehen.

Unter Beachtung obiger Ausführungen lassen sich also folgende Prioritäten für die Förderung von Pionierbäumen herleiten:

1. Priorität:

- Aspen und Weiden entlang von Strassen (10 m in Bestand hinein).
- Birken im Bestandesinneren.

2. Priorität

- Aspen und Salweiden im Bestandesinneren.
- Totholz von Pionierbäumen im Bestandesinneren.

3. Priorität

- Pionierbäume an Waldrändern, an welchen keine Gefahr für Anwohner und Strassen besteht.

4.3 Ökonomische Analyse

Im Rahmen einer ökonomischen Analyse sollen in diesem Kapitel grobe Berechnungen angestellt werden, welche eine Abschätzung des Deckungsbeitrages pro ha und Jahr zulassen, den die Förderung von Pioniergehölzen anstelle der Hauptbaumarten Buche und Fichte erfordert.

Gemäss Betriebsplan (SCHOOP et al. 2011) hat die Buche im Badener Wald mit 32 % den höchsten Anteil am Gesamtvorrat und ist mit 77 Tfm/ha im Wirtschaftswald vertreten.

Als Mittelwert aus Literaturrecherchen (AMMANN (2008); BUGMANN (2011); MEYER et al. (2011) und andere) und auf Grund des maximalen Alters-Durchschnittszuwachses (SCHÖBER 1987) wurde für die Birke eine Umtriebszeit von 65 Jahren angenommen. Wegen fehlender Umtriebszeiten-Empfehlungen für Aspen und Weiden, wurden auch für diese 65 Jahre angenommen. Für die Buche wird bei gleicher Ertragsklasse und mässiger Durchforstung von einer doppelt so langen Umtriebszeit von 130 Jahren ausgegangen. Das vereinfacht die Berechnungen. Als weitere Annahme wird die Fichte im Mittel mit 110 Jahren geerntet. Diese Annahmen werden zusammen mit den entsprechenden Angaben für die Gesamtleistung Derbholz aus SCHÖBER (1987) in Tabelle 32 dargestellt.

Die nachfolgenden Berechnungen basieren auf den „Ertragstabellen wichtiger Baumarten“ von SCHÖBER (1987), da diese Zusammenstellung auch Daten für die Birke beinhalten. Diese Daten der Birke basieren auf Untersuchungen von Schwappach (1903, neubearbeitet 1929 auf Grund Versuchsflächen der ehemaligen Preussischen Versuchsanstalt). LOCKOW (2000) kritisierte Schwappach wegen seiner Tabellen. Er unterschätze das allgemeine Ertragsniveau der Birke. Die Bonitierung auf Basis der Bestandesoberhöhe anstelle der Mittelhöhe wäre sinnvoller (siehe Unterkapitel 2.5.1.5). Die Wahl für die Ertragstafel von SCHÖBER (1987) im Rahmen dieser Arbeit erfolgte gemäss der praktischen Verfügbarkeit: Es waren die einzigen vollständigen Tabellen (mit Angaben zur Birke), welche in nützlicher Frist zur Verfügung standen. Eine Zusammenstellung einzelner Daten von Lockow sind in LOCKOW (2000) zu finden, welche im Rahmen der Sensitivitätsanalyse in das Modell eingesetzt wurden.

Baumart	Umtriebszeit [Jahre]	Gesamtleistung Derbholz [fm]		Quellenangabe in SCHÖBER (1987)
		Ertragskl. 1	Ertragskl. 2	
Birke	65	322	242	Schwappach 1903/29
Aspe	65	322	242	Tabelle Birke
Weide	65	322	242	Tabelle Birke
Buche	130	1103	916	Schober 1967
Fichte	110	1324	1044	Wiedemann 1936/42

Tabelle 32 Angenommene Umtriebszeiten und Gesamtleistungen eines Reinbestandes.

Quelle: SCHÖBER (1987)

Für die Berechnungen am Beispiel Baden wurden die Sortimente „Brennholz lang“ und „Schnitzelholz“ nicht einzeln betrachtet, sondern auf das Sortiment „Energieholz“ respektive „Schnitzelholz“ reduziert. Nebst dem Sortiment „Energieholz“ wurde auch das „Industrieholz“ einzeln angeschaut, da in Baden im Durchschnitt ein Drittel des „Nicht-Stammholzes“ an Kronospan Schweiz AG verkauft wird (SCHOOP G., persönliche Mitteilung, 23.10.2012). Bei entsprechenden Baumarten wird das Sortiment „Sägerundholz“ (= „Stammholz“) in die Berechnungen miteinbezogen. Bei den Pioniergehölzen wird nur mit Energie- und Industrieholz gerechnet, da für Furnier und Stammholz in der Schweiz die Verarbeitungsmöglichkeiten verschwindend klein sind (BÜRGI A., persönliche Mitteilung, 2.10.2012) und gemäss der Ertragstabelle von SCHÖBER (1987) die Birken in einer Umtriebszeit von 65 Jahren kaum Durchmesserdimensionen erreichen, welche gute Erlöse versprechen. Auch der europäische Furnierverarbeitungsmarkt, auf dem Birken gesucht sind, wird ständig kleiner (FRANKFURTER ALLGEMEINE ZEITUNG 2013), der Export scheint demnach langfristig auch keine Option zu sein.

Die verglichenen Baumarten wurden gemäss Tabelle 33 in die Sortimente eingeteilt. Der Stammholzanteil wurde aus den Nutzungen der Stadt Baden in den letzten 10 Jahren (2002-2011) für Laub- und Nadelholz getrennt gemittelt. Die Zahlen dafür stammen aus dem „Jahresbericht 2011“ (STADTFORSTAMT BADEN 2012).

Baumart	Sortimente
Birke	66.7 % Energieholz 33.3 % Industrieholz
Aspe	66.7 % Energieholz 33.3 % Industrieholz
Weide	66.7 % Energieholz 33.3 % Industrieholz
Buche	56.5 % Energieholz 28.2 % Industrieholz 15.3 % Stammholz
Fichte	53.6 % Industrieholz 46.4 % Stammholz

Tabelle 33 Aufteilung in die Sortimente pro Vergleichsbaumart.

Anm. Die Aufteilung der Sortimente ist auf das Beispiel Baden zugeschnitten.

Quellen: Stammholzanteil gemäss Nutzungen der Stadt Baden von 2002 – 2011 aus dem „Jahresbericht 2011“ (STADTFORSTAMT BADEN 2012), Anteil Energie- und Industrieholz eine Annahme auf Schätzungen der Sortimentsverkäufe von Georg Schoop, Stadtoberförster Baden (SCHOOOP G., persönliche Mitteilung, 23.10.2012).

Da weder für die Aspe noch die Salweide eine Ertragstabelle existiert, wird für diese beiden Arten die Tabelle der Birke übernommen. Dies scheint auf Grund der gemeinsamen Wachstumsmerkmale der Pioniergehölze im Bestand und der sonstigen gemeinsamen Eigenschaften von Pionieren gerechtfertigt.

Für die weiterführenden Berechnungen wurden übersichtshalber in den hier dargestellten Tabellen die Werte gerundet. Für die Berechnungen wurden jedoch die ungerundeten Werte verwendet. Bei den Berechnungen wird von Reinbeständen ausgegangen.

Die Sortimentsaufteilung sowie die verwendeten Durchschnittserlöse sind spezifisch auf das Beispiel Baden zugeschnitten. Die Berechnungen für den Energieinhalt sind aber allgemeingültig, da sie nicht auf Daten aus Baden basieren.

Die hier angestellten Berechnungen dienen einer groben Abschätzung und nicht einer detaillierten Kostenberechnung. Es wird von Naturverjüngung ausgegangen, Pflanzkosten entstehen demnach keine. Würde man Kosten der ersten Produktionsstufe, in Baden im Durchschnitt 101.56 Fr., in die Berechnungen miteinbeziehen so entstünden in diesem Modell Verluste über alle Baumarten (siehe Sensitivitätsanalyse, letzte Spalte von Tabelle A 19). Die erste Produktionsstufe umfasst Kosten für das Anzeichnen, die Schlagräumung, die Wildschadenverhütung, die Bestandesbegründung und die Pflegemassnahmen. Da ein Teil dieser Kosten für die Pioniergehölze zu vernachlässigen wären und das genaue Analysieren dieser Kosten den Rahmen dieser Arbeit überschreiten würde, wurde auf den Einbezug der Kosten dieser Produktionsstufe ganz verzichtet. Zudem wird in den verwendeten Ertragstafeln von SCHOBER (1987) eine mittlere Durchforstungsintensität angenommen. Zur starken Vereinfachung der Berechnungen wurde von Reinbeständen ausgegangen und später für die truppweise Mischung abgeleitet. In der Realität können Baumarten jedoch in einem Mischbestand andere Wachstumseigenschaften aufweisen als in einem Reinbestand und der Waldbau, respektive die Art der Eingriffe wirken sich massgebend auf die Einzelbäume und ihr Wachstum aus!

Für detailliertere und ev. grossräumigere Kostenberechnungen sollten Preislisten der jeweiligen Holzverarbeitungsindustrien verwendet, die Sortimente angepasst, ev. andere/neuere Ertragstafeln (wenn möglich eigene für Aspe und Weide) hinzugezogen werden und über Entwicklungsszenarien nachgedacht werden.

Da die Ertragstafeln von Schwappach (1903/29) in SCHOBER (1987) die Bonitäten auf Basis der Bestandesmittelhöhen berechnet wurden, ist ein direkter Vergleich von seinen Ertragsklassen zu heutigen Bonitäten, auf der Oberhöhe der 100 stärksten Bäume basierend, nur beschränkt möglich. Die Ertragsklasse I im Alter 50 ergibt für die Birke eine Bonität von 18.7 – 23.1, für die Ertragsklasse II 14.2 – 18.6 (SCHOBER 1987). Die Ertragsklasse I entspricht demnach ungefähr der Bonität in den Waldgesellschaften 7c, 27a oder einem 27f (Laubholz-Bonität 18 – 22 (STOCKER et al. 2002)) und die Ertragsklasse II den Waldgesellschaften 1, 14a, 15a oder 22a (Laubholz-Bonität 14 – 18 (STOCKER et al. 2002)), von den in Baden vorkommenden Waldgesellschaften (SCHOOP et al. 2011; STOCKER et al. 2002). Die in Baden häufiger vorkommenden Waldgesellschaften sind wüchsiger, wobei jedoch zu bemerken ist, dass die Bonität der Standorte auf Grund der verwendeten Mittelhöhe tendenziell unterschätzt wurde.

In den nachfolgenden Unterkapiteln werden die Überlegungen, Annahmen und Berechnungen für die ökonomische Analyse behandelt. Detailliertere Zahlen sind der Tabelle A 12 bis Tabelle A 18 im Anhang C zu entnehmen.

4.3.1 Berechnung Sortiment Energieholz Am Beispiel Baden

Um einen besseren und im Forstbereich üblicheren Vergleich anstellen zu können, werden die Energieholzberechnungen primär über die Festmeter durchgeführt. Im Rahmen der Sensitivitätsanalyse wurden jedoch auch Berechnungen über den Energieinhalt angestellt (beschrieben im Anhang C, Tabelle A 12 und Tabelle A 23).

Als Preis für das Energieholz wurde der Mittelwert für Laubbrennholz über die letzten drei Jahre (2009-2011) verwendet, da im Jahre 2007/2008 der Preis unüblich hoch war und die Daten verfälschen würde. Das ergibt einen Durchschnittspreis von **40.48 Fr./Sm³**.

Für die Schnitzelproduktion entstehen im Vergleich zu den anderen Sortimenten noch zusätzliche Aufarbeitungskosten, bekanntlich durch das Hacken und der Transport zur Heizung. Das Hacken der Schnitzel kostet zwischen 7 und 15 Fr./Sm³ (HOLZENERGIE SCHWEIZ et al. 2003) – für die folgenden Berechnungen wird ein Betrag von **16 Fr./Sm³** für Transport und Hacken verwendet, der in Baden üblich ist (SCHOOP G., persönliche Mitteilung, 13.12.2012). Der Wert ist vergleichbar mit Zahlen aus anderen Forstbetrieben, zum Beispiel denjenigen des Forstwerkhofs UAK (Goldau). Diese rechnen mit Hackkosten von 12 Fr./Sm³ und 5 Fr./Sm³ Transportkosten (UNTERALLMEIND-KORPORATION ARTH 2011). Nach dem Abzug der Hack- und Transportkosten und der Umrechnung von Sm³ in Preise pro Festmeter ergibt sich durch Multiplikation mit 2.8 (da 1 fm = 2.8 m³ (SCHWEIZER 2012)) ein Preis für den Festmeter Energieholz von:

$$\begin{aligned} \text{Wert pro Festmeter nach Abzug von Verarbeitung und Transport} \\ = (40.48 \text{ Fr.} - 16 \text{ Fr.}) \cdot 2.8 = \mathbf{68.54 \text{ Fr./fm}} \end{aligned}$$

Nadelholz wird wegen der hohen Wertschöpfung vom Stammholz und dem etwas geringeren Brennwert gegenüber dem Laubholz selten zum Energieholz verarbeitet.

Die einzelnen Zahlen werden in Tabelle 34 noch einmal zusammenfassend dargestellt. Es wird dabei davon ausgegangen, dass nur aus dem in Baden üblichen Anteil (gemäss Tabelle 33) Energieholz hergestellt wird.

Baumart	Ertragsklasse	Preis [Fr./fm]	Energieholz Gesamtbestand [fm/ha]	Energieholzanteil in Baden [fm/(ha*a)]	Erlös Energieholzanteil in Baden [Fr./((ha*a))]
Birke	1	68.54	5.0	3.3	226.48
	2	68.54	3.7	2.5	170.21
Aspe	1	68.54	5.0	3.3	226.48
	2	68.54	3.7	2.5	170.21
Weide	1	68.54	5.0	3.3	226.48
	2	68.54	3.7	2.5	170.21
Buche	1	68.54	8.5	4.8	328.59
	2	68.54	7.0	4.0	272.88

Tabelle 34 Berechnung der Energieholzerträge pro Hektare und Jahr für die verschiedenen Baumarten.

Anm. Berechnungen über Festmeter, wie oben beschrieben. Die Zahlen in Spalte „Energieholz Gesamtbestand [fm/ha]“ beziehen sich auf die Gesamtmenge Energieholz die sich unter dem Modell ergeben würde, wenn aus dem ganzen Bestand nur dieses Sortiment hergestellt würde. Die Zahlen in Spalte „Energieholzanteil in Baden [fm/(ha*a)]“ beziehen sich nur noch auf die erzielbare Energieholzmenge, wenn aus dem Bestand der Anteil Holz aus der Sortimentseinteilung gemäss Tabelle 33 zu Energieholz verarbeitet würde. Ebenfalls basieren die Zahlen der Spalte „Erlös Energieholzanteil in Baden [Fr./((ha*a))“ auf den erntekostenfreien Erlös für den anfallenden Holzsortimentsanteil gemäss Tabelle 33, nicht über die gesamte Bestandesleistung pro ha. Die Zahlen basierend auf einer Gesamtleistung pro ha unter reiner Energieholzproduktion sind im Anhang in Tabelle A 12 zu finden. In Baden wird aus der Fichte kein Energieholz produziert.

4.3.2 Berechnungen Industrieholz am Beispiel Baden

Die durchschnittlichen Preise des Industrieholzes wurden über die letzten 5 Jahre (2007-2011) aus den Durchschnittserlösen beim Verkaufsholz der Gemeinde Baden berechnet. In den Jahren vor 2007 schwankten die Durchschnittserlöse stark und lagen um einiges tiefer als 2011. Der Einbezug der Preise der Jahre vor 2007 hätte demnach mit grosser Wahrscheinlichkeit zu einer Unterschätzung des Preises für das Industrieholz gesorgt. Die Zahlen dafür stammen aus dem Jahresbericht (STADTFORSTAMT BADEN 2012). Auffallend sind die deutlich angestiegenen Preise im Jahr 2011 – was an der Verschiebung der Schwellensortimente liegt, welche vermehrt zum Industrieholz gezählt wurden.

Für das Laubindustrieholz franko Waldstrasse ergibt das einen Durchschnittswert über die letzten fünf Jahre von **43.49 Fr./fm**.

Für das Nadelindustrieholz franko Waldstrasse ist im Durchschnittserlös jeweils auch ein Anteil Papierholz mit eingerechnet. Es handelt sich also um eine realistische Mischrechnung für den Forstbetrieb der Stadt Baden. Der Durchschnittswert über die letzten 5 Jahre ergibt **46.06 Fr./fm**.

Die Multiplikation des entsprechenden Durchschnittserlöses mit der Gesamtleistung Derbholz in fm aus den Ertragstafeln (SCHÖBER 1987) ergibt die erntekostenfreien Gesamterlöse pro ha für das Beispiel Baden, aufgeteilt nach den Ertragsklassen – diese werden zusammen mit dem erntekostenfreien Erlös pro ha und Jahr in der Tabelle 35 dargestellt. Es wird dabei davon ausgegangen, dass nur aus dem in Baden üblichen Anteil (gemäss Tabelle 33) Industrieholz hergestellt wird.

Baumart	Umtriebszeit [Jahre]	Ertragsklasse	Erlös Industrieholzanteil in Baden [Fr./((ha*a))]	Erlös Industrieholzanteil pro ha und Umtriebszeit in Baden [Fr.]
Birke	65	1	71.75	4663.69
		2	53.92	3505.01
Aspe	65	1	71.75	4663.69
		2	53.92	3505.01
Weide	65	1	71.75	4663.69
		2	53.92	3505.01
Buche	130	1	104.07	13528.63
		2	86.42	11235.02
Fichte	110	1	32685.70	995.41
		2	25773.32	784.90

Tabelle 35 Hochrechnungen für den Industrieholzerlös pro ha für verschiedene Baumarten.

Anm. Die Preise basieren auf den Durchschnittserlösen des Verkaufsholzes des Forstbetriebs der Stadt Baden (STADTFORSTAMT BADEN 2012). Die Zahlen in den Spalten „Erlös Industrieholzanteil in Baden [Fr./((ha*a))“ und „Erlös Industrieholzanteil pro ha und Umtriebszeit in Baden“ sind erntekostenfrei berechnet und basieren auf dem Holzsortimentsanteil in Tabelle 33, nicht auf der gesamten Bestandesleistung pro ha. Die Zahlen basierend auf einer Gesamtleistung pro ha unter reiner Industrieholzproduktion sind im Anhang in Tabelle A 12 zu finden.

4.3.3 Berechnungen Stammholz am Beispiel Baden

Auch für durchschnittliche realistische Stammholzpreise wurden die Daten aus den Durchschnittserlösen über die letzten sieben Jahre (2005-2011) des Forstbetriebs der Stadt Baden verwendet (STADTFORSTAMT BADEN 2012). Die verkauften Qualitäten sind nicht mehr ersichtlich. Es handelt sich bei den verwendeten Preisen bereits um den Durchschnittspreis über alle verkauften Klassen und Qualitäten. Im Jahre 2004 war der durchschnittliche Nadelstammholzerlös sehr hoch. Um den Durchschnittspreis nicht unnötig zu erhöhen, wurde das Jahr 2004 sowie die Jahre davor (respektive die Jahre kurz nach Lothar) für diese Berechnungen weggelassen.

Der Durchschnittspreis für Nadelstammholz franko Waldstrasse über die letzten 7 Jahre beläuft sich auf **82.70 Fr./fm**.

Für das Laubstammholz franko Waldstrasse über dieselbe Zeitspanne ergibt sich ein durchschnittlicher Preis von **103.26 Fr./fm**.

Analog den Berechnungen für das Industrieholzsortiment werden auch für das Stammholz die Preise des Beispiels Baden mit den Gesamtleistungen Derbholz in fm aus den Ertragstafeln (SCHÖBER 1987) multipliziert und so der erntekostenfreie Gesamterlös pro ha und Umtriebszeit für das Beispiel Baden ermittelt. Diese Zahlen werden zusammen mit den erntekostenfreien Erlösen pro ha und Jahr in der Tabelle 36 aufgezeigt. Es wird dabei davon ausgegangen, dass nur aus dem in Baden üblichen Anteil (gemäss Tabelle 33) Stammholz hergestellt wird.

Baumart	Umtriebszeit [Jahre]	Ertragsklasse	Gesamtleistung an fm pro ha in Umtriebszeit	Erlös Stammholzanteil pro ha und Jahr in Baden [Fr.]	Erlös Stammholzanteil pro ha und Umtriebszeit in Baden [Fr.]
Buche	130	1	1103	134.04	17425.38
		2	916	111.32	14471.12
Fichte	110	1	1324	390.81	42989.34
		2	1044	364.19	40061.20

Tabelle 36 Hochrechnungen für den Stammholzerlös pro ha für verschiedene Baumarten.

Anm. Die Preise basieren auf den Durchschnittserlösen beim Verkaufsholz von Baden (STADTFORSTAMT BADEN 2012). (STADTFORSTAMT BADEN 2012). Die Zahlen in den Spalten „Erlös Stammholzanteil pro ha und Jahr in Baden“ und „Erlös Stammholzanteil pro ha und Umtriebszeit in Baden“ sind erntekostenfrei berechnet und basieren auf dem Holzsortimentsanteil in Tabelle 33, nicht auf der gesamten Bestandesleistung pro ha. Die Zahlen basierend auf einer Gesamtleistung pro ha unter reiner Stammholzproduktion sind im Anhang in Tabelle A 12 zu finden..

4.3.4 Berechnungen für den Deckungsbeitrag im Badener Wald

Die berechneten Werte in Tabelle 37 wurden auf Basis der Sortimentsaufteilung des Beispiels Baden errechnet. Es wurde von Reinbeständen ausgegangen, aus welchen der Erlös der Gesamtleistung Derbholz in fm aus den Ertragstafeln (SCHOBER 1987) auf die verschiedenen Sortimente anteilmässig aufgeteilt wurden.

Baumart	Umtriebszeit [Jahre]	Ertragsklasse	Energieholz [Anteil]	Industrieholz [Anteil]	Stammholz [Anteil]	Gesamterlös pro ha und Umtriebszeit [Fr.]	Gesamterlös pro ha und Jahr [Fr.]
Birke	65	1	0.667	0.333		19385.16	298.23
		2	0.667	0.333		14568.97	224.14
Aspe	65	1	0.667	0.333		19385.16	298.23
		2	0.667	0.333		14568.97	224.14
Weide	65	1	0.667	0.333		19385.16	298.23
		2	0.667	0.333		14568.97	224.14
Buche	130	1	0.565	0.282	0.153	73670.29	566.69
		2	0.565	0.282	0.153	61180.41	470.62
Fichte	110	1		0.536	0.464	83491.29	759.01
		2		0.536	0.464	65834.52	598.50

Tabelle 37 Berechnete erntekostenfreie Gesamterlöse gemäss der Sortimentsaufteilung für das Beispiel Baden.

Nach einer Multiplikation mit der Umtriebszeit ergibt sich der erntekostenfreie Erlös pro ha und Jahr (Spalte „Gesamterlös pro ha und Umtriebszeit“ in der Tabelle 37).

Für das Beispiel Baden wurde der durchschnittliche Aufwand für die Holzernte aus dem durchschnittlichen Jahresaufwand – dargestellt im Jahresbericht 2011 (STADTFORSTAMT BADEN 2012) - aus den letzten elf Jahren (2001 – 2011) gemittelt. Der Durchschnitt über diese Periode wurde gewählt, weil ab 2001 der jährliche Durchschnittsaufwand in Fr./m³ nur noch dem Unternehmeraufwand entspricht. Das heisst es wurde mit dem Unternehmer WISS AG ein Fixpreis pro m³ vereinbart, der für alle Holzschläge gilt, in denen Holz aus dem Bestand genommen wurde. Der durchschnittliche Aufwand in Fr./m³ über die letzten elf Jahre beläuft sich auf **39.95 Fr./m³**.

Dieser Aufwand wurde mit der Gesamtleistung Derbholz in fm aus den Ertragstafeln (SCHOBER 1987) multipliziert und dadurch ein Gesamtaufwand für die einzelnen Baumarten und Ertragsklassen pro ha und Umtriebszeit für das Beispiel Baden errechnet. Eine Division durch die Umtriebszeit ergibt einen Aufwand pro ha und Jahr. Die Differenz vom erntekostenfreien Erlös (dem Gesamterlös) und dem Gesamtaufwand ergibt den Deckungsbeitrag pro ha und Jahr oder Umtriebszeit (Tabelle 38).

Baumart	Ertragsklasse	Gesamtaufwand (2. Produktionsstufe) pro ha und Umtriebszeit [Fr.]	Gesamtaufwand (2. Produktionsstufe) pro ha und Jahr [Fr.]	Deckungsbeitrag pro ha und Umtriebszeit [Fr.]	Deckungsbeitrag pro ha und Jahr [Fr.]
Birke	1	12862.29	197.88	6522.87	100.35
	2	9666.69	148.72	4902.28	75.42
Aspe	1	12862.29	197.88	6522.87	100.35
	2	9666.69	148.72	4902.28	75.42
Weide	1	12862.29	197.88	6522.87	100.35
	2	9666.69	148.72	4902.28	75.42
Buche	1	44059.34	338.92	29610.96	227.78
	2	36589.62	281.46	24590.79	189.16
Fichte	1	52887.18	480.79	30604.11	278.22
	2	41702.58	379.11	24131.94	219.38

Tabelle 38 Hochgerechnete Gesamterlöse und Gesamtaufwand (der 2. Produktionsstufe) mit entsprechendem Deckungsbeitrag für das Beispiel Baden.

Anm. Die Ertragskosten beinhalten nur die Arbeiten der 2. Produktionsstufe: das Anzeichnen, die Holzhauerei, das Rücken, das Entrinden, den Transport und den Verlad (STADTFORSTAMT BADEN 2012).

Aus diesen Zahlen ergibt sich ein **mittlerer Ertragsverlust** über die beiden Ertragsklassen bei der Birken-/Aspen-/Weidenförderung im Vergleich zu Buchen von **120.58 Fr./ha und Jahr**. Der über beide Ertragsklassen gemittelte Ertragsverlust der Pionierbaumarten gegenüber Fichte beträgt **160.91 Fr./ha und Jahr**.

4.3.5 Sensitivitätsanalyse

Für die Sensitivitätsanalyse des verwendeten Modells wurde jeweils nur ein Eingabeparameter pro Berechnung verändert, alle anderen blieben gleich (wie in der ökonomischen Analyse beschrieben). Die Ergebnisse der Sensitivitätsanalyse sind im Anhang C zusammengestellt.

Änderungen im Bereich von 5 Fr./m³ in den Holzerntekosten können in den Deckungsbeiträgen einen Unterschied von 25 Fr./ha und Jahr bewirken (Tabelle A 19): Das Modell ist demnach sehr sensitiv gegenüber Holzerntekostenveränderungen. Würden die Holzerntekosten auf 60 Fr./m³ ansteigen (wie dies zum Beispiel in den Jahren 1980, 1985 oder 2000 der Fall war (STADTFORSTAMT BADEN 2012)), so würde der Anbau von Pioniergehölzen im gegebenen Modell ungefähr eine Nullrechnung ergeben, der Deckungsbeitrag der Buche und Fichte würden noch 57 Fr. respektive 36 Fr. höher liegen. Seit dem Jahr 2001 wurden die Holzerntekosten bei 40 Fr. fixiert, nur noch den Unternehmeraufwand umfassend (STADTFORSTAMT BADEN 2012).

Eine Veränderung der Industrielaubholzpreise hat nur Auswirkungen auf die Deckungsbeiträge der Laubhölzer, ebenso wirken sich Veränderungen am Brennholzpreis nicht auf die Fichte aus, da im Modell davon ausgegangen wird, dass aus Nadelholz kein Brennholz hergestellt wird (Tabelle A 21). Es war zu vermuten, dass das Modell sensitiver auf Veränderungen des Brennholzpreises reagiert, da der Sortimentsanteil im Modell meist doppelt so gross ist wie derjenige des Industrieholzes. Ein Absenken des Industrielaubholzpreises um 10 Fr./m³ führt nur zu rund 15 Fr. tieferen Deckungsbeiträgen pro Hektare und Jahr für die Pioniergehölze. Anders wirkt sich eine Erniedrigung des Energieholzpreises um 10 Fr./m³ aus: Es ist bei den Pionierbaumarten in diesem Modell mit einem rund

30 Fr. geringerem Deckungsbeitrag pro Hektare und Jahr zu rechnen. Praktisch keinen positiven Deckungsbeitrag mehr pro Hektare und Jahr prognostiziert das Modell bei einem Energieholzpreis von 40 Fr./m³, dieser Tiefpreis wurde aber bisher noch nicht erreicht (STADTFORSTAMT BADEN 2012).

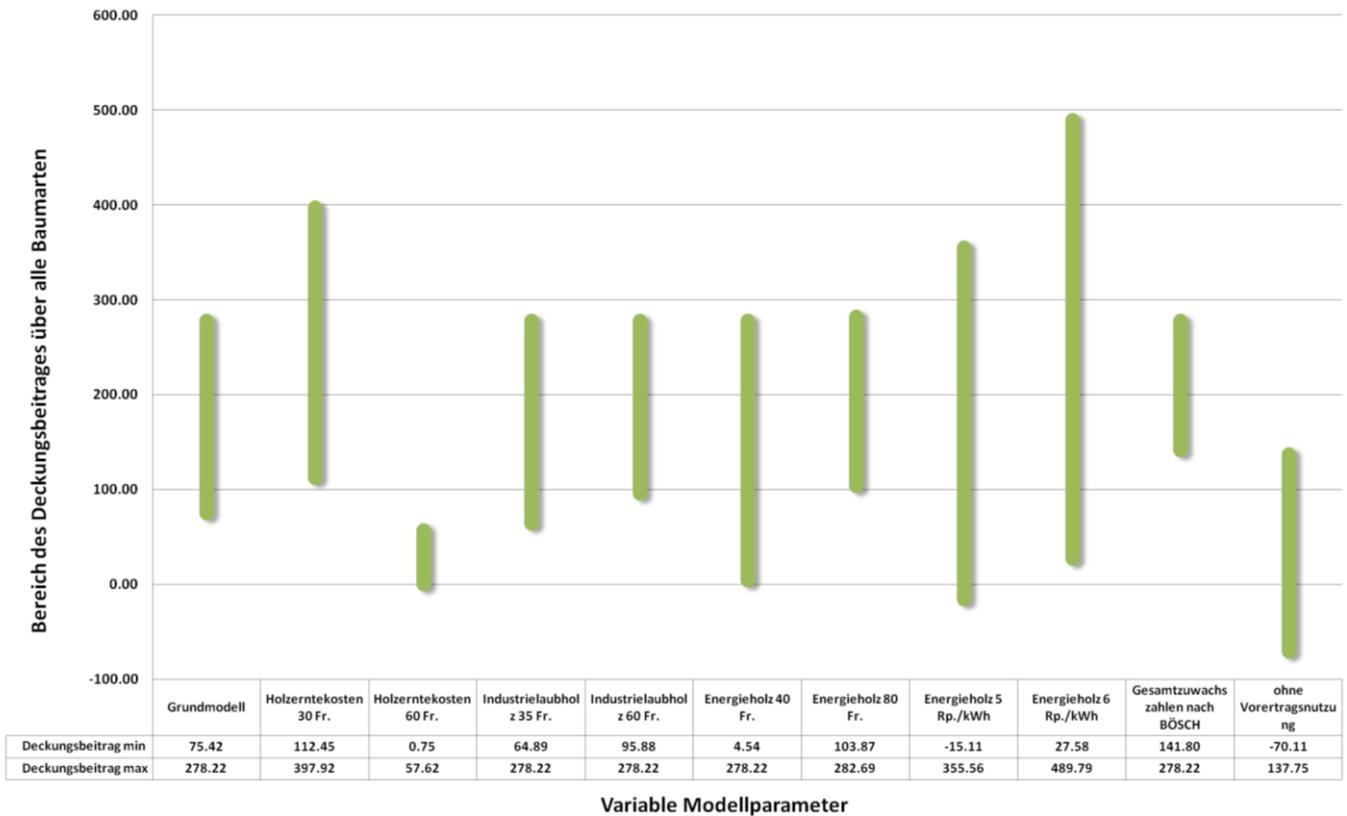
Die Berechnung der Energieholzerlöse via Energieinhalt (kWh) der einzelnen Holzarten ergibt für die einzelnen Pionierbaumarten diversifizierte Gesamterlöse (Tabelle A 23), da von jeder Pionierbaumart der Brennwert bekannt ist. Die Berechnungen, die dieser Modellvariante zu Grunde liegen, sind im Anhang C unter den Energieholzberechnungen erläutert und die Berechnungen sind in Tabelle A 12 aufgelistet. Bei einem Preis von 5 Rp. pro kWh wird gemäss diesem Modell mit dem Weidenanbau ein Verlust im Deckungsbeitrag von 15 Fr./ha und Jahr in der Ertragsklasse 1 erzielt. Der Pappelanbau erzielt in gleicher Grössenordnung einen positiven Deckungsbeitrag und die Berechnungen für die Birke liegen im Bereich der Berechnungen via Festmeter. Mit 6 Rp. pro kWh werden bei allen untersuchten Baumarten positive Deckungsbeiträge, für die Pionierbaumarten in der Ertragsklasse 1 im Bereich von 37 Fr. (Weide), 76 Fr. (Aspe) und 181 Fr. (Birke), prognostiziert. Dabei entsprechen 5 – 6 Rappen pro kWh dem Badener Mittel, das je nach Heizeffizienz nach dem Verbrennen in der Heizung verrechnet wird (SCHOOP G., persönliche Mitteilung, 13.12.2012). Davon wurden Aufbereitungs- und Transportkosten von 16 Fr./Sm³ abgezogen (Berechnungen im Anhang C).

Mit der Schätzhilfe für das Wuchsverhalten der Birke von BÖSCH (2001) ergaben sich Gesamtwuchsleistungen für 65 Jahre in Ertragsklasse 1 (respektive Ertragsklasse 8 in der Tabelle von (BÖSCH 2001)) von 568 fm/ha und Ertragsklasse 2 (respektive Ertragsklasse 6 in der Tabelle von (BÖSCH 2001)) von 455 fm/ha. Dafür wurden die laufenden Gesamtzuwächse über die verschiedenen Baumhöhen im Alter 65 gemittelt und mit 65 multipliziert. Die Gesamtwuchsleistungen gemäss BÖSCH (2001) sind beinahe doppelt so gross wie diejenigen von SCHOBER (1987). BÖSCH (2001) beschreibt in seiner Publikation ausführlich die Waldwachstumssteigerung und die damit nötigen Anpassungen der Ertragstafeln – er verweist dabei auch auf andere Autoren. Die von BÖSCH (2001) angepassten Schätzhilfen beruhen auf langjährigen Messreihen der Bundeswaldinventur und Betriebsinventuren von Baden-Württemberg. Der wirkliche Gesamtzuwachs dürfte wohl irgendwo zwischen diesen beiden Schätzungen von SCHOBER (1987) und BÖSCH (2001) liegen. Erhöht man die Gesamtwuchsleistungen von denjenigen aus SCHOBER (1987) im Modell auf diejenigen von BÖSCH (2001), so verdoppeln sich die Deckungsbeiträge der Pionierarten gleich (Tabelle A 22). Die Zahlen der Buche und Fichte verändern sich nicht, da mit der Verwendung von BÖSCH (2001) nur Zahlen zu der Birke und damit auch der Aspe und Weide verändert wurden.

Weiter wurde untersucht, was beim gegebenen Modell ein Belassen des Vorertrages im Wald für Auswirkungen auf die Gesamtbilanz hätte (Tabelle A 24). Würde ein Vorertrag von ungefähr 40 % (detaillierte Zahlen aus SCHOBER (1987) und Tabelle A 16 in Anhang C) ungenutzt im Bestand gelassen anstatt verwertet, würde gemäss diesem Modell für die Pioniere ein negativer Deckungsbeitrag von ungefähr -31 Fr./ha und Jahr entstehen. LOCKOW (2000) weist auf die Unterschätzung des Ertragsniveaus bisheriger Ertragstafeln und die Unsicherheit früherer Ertragstafeln auf Grund der Verwendung der Bestandesmittelhöhen anstatt der Bestandesoberhöhen hin, was auch auf die Vorerträge zutreffen dürfte.

Die Sensitivitätsanalyse zeigt die Parameter, auf welche das Modell sensitiver reagiert als auf andere – so zum Beispiel die Berechnung des Energieholzerlöses via Energieinhalt und die Holzerntekosten. Sie zeigt aber auch, dass das Modell mit seinen Parametern tendenziell zu bescheidenen Resultaten führt (vor allem auf Grund der, im Vergleich zu anderen Schätzhilfen, geringen Gesamtleistung) und schon kleine Veränderungen – auch in der Berechnung zu einem grösseren Deckungsbeitrag pro Hektare und Jahr führen. Einen negativen Deckungsbeitrag pro Hektare und Jahr prognostiziert das Modell zum Beispiel bei Nicht-Verwertung von Vorerträgen in der Höhe von 40 % des Gesamtertrages, bei drastischen Preissenkungen des Energieholzpreises oder bei stark erhöhten Erntekosten. Wenig sensitiv reagiert das Modell zum Beispiel auf Veränderungen im Industrielaubholzpreis. Einen groben

Überblick über die Streuung der Deckungsbeiträge bei Veränderung verschiedener Modellparameter gibt Abbildung 28.



Variable Modellparameter

Abbildung 28 Reaktion des Modells auf Parameterveränderungen.

Anm. Die Grünen Balken stellen den Bereich des Deckungsbeitrages dar, vom Minimum bis zum maximalen Wert über alle betrachteten Baumarten (Birke, Aspe, Weide, Buche, Fichte) pro veränderten Parameter. Dieser ist in der X-Achse beschrieben und mit den entsprechenden Minimal- und Maximalwerten des Deckungsbeitrages versehen. Der Balken ganz links stellt den Bereich des Deckungsbeitrages im Grundmodell – mit den in der ökonomischen Analyse angenommenen Parametern für Baden – dar. Detaillierte Resultate der Sensitivitätsanalyse sind im Anhang C (Tabelle A 19 bis Tabelle A 24) zu finden und im obigen Abschnitt (Kapitel 4.3.5) beschrieben.

4.4 Berechnungen zu einzelnen möglichen Fördermassnahmen

Für grobe Ertragsverlustberechnungen bei verschiedenen Förderungsszenarien (in Tabelle 39) werden die Zahlen aus dem an Baden angepassten Modell verwendet (Werte aus Tabelle 38). Weil der Buchenwald die natürlich dominierende Waldgesellschaft ist, wird für die folgenden Berechnungen der Ertragsverlust gegenüber Buchenwald verwendet.

Pionierbaumanteile verschiedener möglicher Förderungsziele	Pionieranteil >8cm [Anz./ha]	%	ha	Verlust in Fr./Jahr gegenüber Bu	Verlust in Fr./Jahr gegenüber Fi
Heute	9.9	2.7	13.04	1572.68	2098.70
Urwald	0.7	0.2	0.97	116.49	155.46
ca. 1.5-fach wie heute	15.0	4.1	19.81	2388.14	3186.92
Doppelt wie heute	19.8	5.4	26.08	3145.36	4197.41
Dreifach wie heute	29.6	8.1	39.13	4718.04	6296.11

Tabelle 39 Geschätzter Ertragsverlust gegenüber Buche und Fichte bei verschiedenen Pionierbaumanteilen im Badener Wald.

Anm. Das ursprünglich als Anteil der Pioniere an der Gesamtstammzahl berechnete Verhältnis wurde hier 1:1 auf Flächenanteile übertragen. Weiter wird der Stammzahlanteil der Pioniere über die mittlere Laubholzstammzahl von Baden (WSL 2010) berechnet, da dies dem mittleren Standraum über die verschiedenen Stärkeklassen von Pionieren am nächsten kommt (366 Laubbäume/ha auf 483.05 ha Wirtschaftswald).

Eine Pufferzone entlang der Waldstrassen (ohne 6.Klass-Wanderwege) 10 m in den Bestand hinein ergäbe nach Abzügen von 10 m Waldrandzone und den Naturwaldreservaten eine Gesamtfläche von 117 ha, die zur Förderung von Pionierbaumarten zur Verfügung steht– es ist also genügend Spielraum für die Ausscheidung optimaler Flächen entlang von Strassen vorhanden.

Im Folgenden wird eine **Beispielrechnung** dargestellt, in der die Zielsetzung beim eineinhalbfachen Pionierbaumanteil von heute in Baden liegt, dabei die Hälfte der Flächen am Strassenrand zu liegen kommt und die Hälfte im Bestandesinneren. Vereinfachend wird wie im Modell angenommen, dass die Bäume nicht vor 65 Jahren geerntet werden, abgesehen von 10 % im Bestandesinneren, die natürlich absterben und als wertvolles Pioniertotholz im Bestand verbleiben sollten.

Beispielrechnung:

- Die Hälfte der Fläche von 19.81 ha, d.h. 9.61 ha sollen an der Strasse liegen. Somit würden 9.61 Laufkilometer auf einer Strassenseite mit 10 m breiter Zone vom Strassenrand in den Bestand hinein als „Pioniervorrangflächen“ ausgeschieden werden. Darauf können im Verhältnis Aspe 50 % zu Salweide 50 % mindestens 853 Aspen und 778 Salweiden gefördert werden (die Standraumansprüche basieren auf den Zahlen der Tabelle 29 mit einem BHD von 40 cm).

$$\frac{50\% \text{ der Förderungsfläche Strasse}}{\text{Standraum Aspe}} = \frac{99050 \text{ m}^2}{58.0 \text{ m}^2} = 853.88 \approx 853 \text{ Aspen}$$

$$\frac{50\% \text{ der Förderungsfläche Strasse}}{\text{Standraum Salweide}} = \frac{99050 \text{ m}^2}{63.6 \text{ m}^2} = 778.69 \approx 778 \text{ Salweiden}$$

Diese Massnahme würde auf Grund des Ertragsverlustes gegenüber einem Buchenwald einen Deckungsbeitrag von 1159.38 Fr. im Jahr verursachen:

$$\text{Mittlerer Deckungsbeitrag} \cdot \text{Förderungsfläche Strasse} = 120.58 \text{ Fr./ha} \cdot 9.61 \text{ ha} = 1159.38 \text{ Fr.}$$

- Die andere Hälfte der Fläche, ebenfalls 9.61 ha gross, wird im Bestandesinneren ausgeschieden. Dabei wird eine Baumartenmischung von 60 % Birke und je 20 % Aspen und Salweiden angenommen wird. Es könnten auf dieser Fläche im Bestandesinneren im Optimalfall mehr als 1637 Birken, 341 Aspen und 311 Salweiden im Bestandesinneren begünstigt werden (die Standraumsprüche basieren auf den Zahlen der Tabelle 29 mit einem BHD von 40 cm).

$$\frac{60\% \text{ der Förderungsfläche Innen}}{\text{Standraum Birke}} = \frac{0.6 \cdot 99050 \text{ m}^2}{36.3 \text{ m}^2} = 1637.19 \approx 1637 \text{ Birken}$$

$$\frac{20\% \text{ der Förderungsfläche Innen}}{\text{Standraum Aspe}} = \frac{0.2 \cdot 99050 \text{ m}^2}{58.0 \text{ m}^2} = 341.55 \approx 341 \text{ Aspen}$$

$$\frac{20\% \text{ der Förderungsfläche Innen}}{\text{Standraum Salweide}} = \frac{0.2 \cdot 99050 \text{ m}^2}{63.6 \text{ m}^2} = 311.48 \approx 311 \text{ Salweiden}$$

Diese Massnahme würde auf Grund des Ertragsverlustes gegenüber einem Buchenwald einen Deckungsbeitrag von 1159.38 Fr. im Jahr verursachen:

$$\text{Mittlerer Deckungsbeitrag} \cdot \text{Förderungsfläche Strasse} = 120.58 \text{ Fr./ha} \cdot 9.61 \text{ ha} \\ = 1159.38 \text{ Fr.}$$

- Würde man nun im Bestandesinneren auf 10 % der 9.61 ha, also auf knapp einer Hektare, die Bäume natürlich absterben und im Bestand belassen, so entstehen dadurch mittlere Deckungsbeiträge gegenüber einem Buchenwald von 115.88 Fr..

$$\text{Mittlerer Deckungsbeitrag} \cdot \text{Förderungsfläche Totholz} \\ = 120.58 \text{ Fr./ha} \cdot (9.61 \text{ ha} \cdot 0.1) = 115.88 \text{ Fr.}$$

Der jährliche Gesamtdeckungsbeitrag dieser Beispielrechnung würde sich folglich auf 2434.64 Fr. belaufen.

$$\text{Deckungsbeitrag Teil Strasse} + \text{Deckungsbeitrag Teil Innen} + \text{Totholzförderung} \\ = 1159.38 \text{ Fr.} + 1159.38 \text{ Fr.} + 115.88 \text{ Fr.} = \mathbf{2434.64 \text{ Fr.}}$$

Die Berechnungen gehen von einer Fläche am Stück aus, was in der Realität möglichst nicht der Fall sein sollte. Somit entstehen in Realität durch Verzahnung und Randeffekte mit den Klimaxbaumarten zusätzliche qualitative und quantitative Verluste. Das beziffern dieser Zusatzkosten würden den Rahmen dieser Arbeit übersteigen.

Als einzelne mögliche Fördererelemente bieten sich die konkret in Tabelle 40 aufgeführten an. Diese lassen sich beliebig kombinieren.

Massnahme	Flächenanspruch [m ²]	Kosten [Fr.] pro Jahr
Förderung einer Birke während 65 Jahren	36.3	0.44
Förderung einer Aspe während 65 Jahren	58.0	0.70
Förderung einer Salweide während 65 Jahren	63.6	0.76
Eine Birke als Biotopbaum natürlich absterben und im Bestand belassen	36.3	0.75
Eine Aspe als Biotopbaum natürlich absterben und im Bestand belassen	58.0	1.21
Eine Salweide als Biotopbaum natürlich absterben und im Bestand belassen	63.6	1.32

Tabelle 40 Kosten für einzelne Fördermassnahmen.

Anm. Diese Zahlen widerspiegeln grobe Abschätzungen auf Basis des im Kapitel 4.3 „Ökonomische Analyse“ erarbeiteten Modells in Bezug auf die Gemeinde Baden. Kosteneinbussen auf Grund der Randeffekte mit Klimaxbaumarten werden nicht berücksichtigt. Die Kosten der Einzelbaumförderung (erste drei Zeilen) basieren auf den Ertragsverlusten gegenüber einem Buchenwald. Die Standraumansprüche basieren auf den Zahlen der Tabelle 29 mit einem BHD von 40 cm.

5 Schlussfolgerungen

Aus den Auswertungen der Feldaufnahmen im Badener Wald können signifikante Schlussfolgerungen bezüglich der anfangs gestellten Hypothesen zu den drei Baumarten Birke (*Betula pendula*), Aspe (*Populus tremula*) und Salweide (*Salix caprea*) gezogen werden. So ist das Vorkommen und die Häufigkeit der Pioniergehölze im Badener Wirtschaftswald nicht signifikant unterschiedlich bezüglich der untersuchten Lagen (Waldstrassenrand, Bestandesinneres und Waldrand) und bezüglich der untersuchten Entwicklungsstufen (Baumholz und Nicht-Baumholz). Es kommen auch im Baumholz Pionierbäume vor.

Auf den Lotharsturmflächen aus dem Jahre 1999 im Naturwaldreservat konnte gezeigt werden, dass nach 13 Jahren die Pionierbäume gegenüber den anderen Baumarten noch eine signifikant bessere soziale Stellung aufweisen. Ebenfalls signifikant grösser ist auf dieser Fläche der BHD der Pioniergehölze gegenüber den anderen Baumarten. Keinen signifikanten Unterschied ergab sich in der Anzahl Pionierbäume auf vorverjüngten Flächen (bezüglich Zeitpunkt des Sturmes Lothar 1999) und nicht vorverjüngten Flächen.

Das Verjüngungspotential ist mit ungefähr neun Pionierbäumen bis 4 cm BHD pro Hektare im Wirtschaftswald und rund zwölf Pionierbäumen der gleichen Durchmesserstufe pro Hektare im Naturwaldreservat als „gut“ zu bezeichnen.

Weiter können Vermutungen und Tendenzen aus den Erhebungen und den nachfolgenden Hochrechnungen abgelesen werden. Aus der Wahrscheinlichkeitsberechnung und der Hochrechnung für den Badener Wirtschaftswald zeigt sich, dass Pionierbäume häufiger entlang von Waldstrassen und in jungen Entwicklungsstufen (nicht Baumholz) anzutreffen sind. Obwohl baumartengetrennte statistische Aussagen nicht möglich waren, können aus den Hochrechnungen der Feldaufnahmen für den Wirtschaftswald Trends zu häufigerem Salweiden- und Aspenvorkommen an Waldstrassen und Birken im Bestandesinneren erkannt werden. Das entsprechende Muster zeichnet sich in der Verjüngung der drei Baumarten ab.

Aufgrund vorhandener Ertragstabellen und Annahmen betreffend Sortimentsaufteilung sowie heutiger Marktpreise wurde ein Deckungsbeitrag für den Erhalt von Pionieren im Vergleich zum Anbau von Wirtschaftsbaumarten berechnet. Durch das Tolerieren von einzelnen Pioniergehölzen verzichtet das Stadtforstamt Baden gemäss diesen Berechnungen auf einen Ertrag von rund 120 Fr./ha und Jahr im Vergleich zum Anbau von Buche beziehungsweise 160 Fr./ha und Jahr im Vergleich zum Anbau von Fichte. Eine Verdoppelung des heutigen Pionieranteils in Baden, auf 19.8 Pionierbäume pro Hektare, würde einen jährlichen Deckungsbeitrag von 3145 Fr. bedingen.

Interessante Themenbereiche für weiterführende Forschungen wären zum Beispiel das Beziffern der qualitativen und quantitativen Verluste, welche im Randbereich und vor allem bei Einzelmischung von Pionierbäumen mit Klimaxbaumarten entstehen. Ebenfalls von Interesse wäre für unsere Klimaregion die Ausarbeitung detaillierter Ertragstabellen der drei Baumarten, welche detailliertere Kostenrechnungen und Wachstumsmodelle erlauben würden. Ähnliche Untersuchungen wie diejenigen im Rahmen dieser Arbeit mit einem grösseren Stichprobenumfang würden eventuell signifikante Unterschiede an den untersuchten Lagen oder in den beobachteten Entwicklungsstufen ergeben. In einer anderen Versuchsanordnung wären allenfalls detaillierte Aussagen zu Pioniergehölzen in den unterschiedlichen Waldgesellschaften machbar.

6 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Verbreitungskarte von <i>Betula pendula</i>	5
Abbildung 2 Gesamtstammzahlanteil der Birke.....	5
Abbildung 3 Verbreitungskarte von <i>Populus tremula</i>	8
Abbildung 4 Gesamtstammzahlanteil der Aspe.	8
Abbildung 5 Verbreitungskarte von <i>Salix caprea</i>	11
Abbildung 6 Gesamtstammzahlanteil der Weiden (<i>Salix</i> sp.).	11
Abbildung 7 Vogelnest in Brombeerranken.	22
Abbildung 8 Fruchtkörper des Birkenporlings (<i>Piptoporus betulinus</i>) an der Birke.	28
Abbildung 9 Fliegenpilze (<i>Amanita muscaria</i>) in der Umgebung von Birken.....	31
Abbildung 10 Gewöhnliches Kratzmoos (<i>Radula complanata</i>), eine Lebermoosart.....	36
Abbildung 11 Dickung mit Pioniergehölzen bei Thundorf TG leidet unter der Schneelast.....	43
Abbildung 12 Ausschnitt aus der Tektonischen Karte 1:500'000.....	57
Abbildung 13 Übersicht über die Waldfläche der Gemeinde Baden.	58
Abbildung 14 Transpoder des VERTEX im Einsatz für die Baumhöhenmessung.....	62
Abbildung 15 Übersicht über die Stichprobenpunkte zu Fragestellung 1.	64
Abbildung 16 Übersicht über die Stichprobenpunkte zu Fragestellung 2.	65
Abbildung 17 Schema Kronenradiusmessen.....	69
Abbildung 18 Absolutes Vorkommen und Häufigkeit der Pionierbäume in den untersuchten Entwicklungsstufen.	70
Abbildung 19 Absolutes Vorkommen und Häufigkeit der Pionierbäume an den untersuchten Lagen.....	71
Abbildung 20 Vorkommenswahrscheinlichkeit und Häufigkeit von Pionierbaumarten bei gegebenem Vorkommen.....	72
Abbildung 21 Verteilung der Pionierbaumarten in den Entwicklungsstufen (Hochrechnung Wirtschaftswald).	74
Abbildung 22 Verteilung der Pionierbaumarten an den unterschiedlichen Lagen (Hochrechnung Wirtschaftswald).	74
Abbildung 23 Mittelwerte der Untersuchungskategorien mit Vertrauensintervallen.	76
Abbildung 24 Die Häufigkeit der Anzahl gefundenen Pioniere.....	77
Abbildung 25 Durchschnittlicher Radius bei unterschiedlichem BHD der Birke.....	79
Abbildung 26 Durchschnittlicher Radius bei unterschiedlichem BHD der Aspe.	79
Abbildung 27 Durchschnittlicher Radius bei unterschiedlichem BHD der Weide.....	79
Abbildung 28 Reaktion des Modells auf Parameterveränderungen.....	104

7 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Nachgewiesene Grossschmetterlingsanzahlen auf die Baumarten verteilt.....	15
Tabelle 2 Artenzahlen, sich von den Baumarten ernährenden Falter und die Gesamtartenzahl nach Baumarten.....	16
Tabelle 3 Die wichtigsten Waldtagfalter an Pionierbäumen.....	17
Tabelle 4 Übersicht über die Raupenfrasspflanzen ausgewählter Tagfalter.	18
Tabelle 5 Raupenfrasspflanzen der Nachtfalter (Spinner und Schwärmer) Mitteleuropas.....	19
Tabelle 6 Vielfalt pflanzenfressender Tierarten aufgeteilt nach Baumarten.....	20
Tabelle 7 Nahrungsspektrum der Larven verschiedener Käfer.....	20
Tabelle 8 Vögel mit direktem oder indirektem Nutzen von Weichlaubhölzern – Teil 1.	23
Tabelle 9 Vögel mit direktem oder indirektem Nutzen von Weichlaubhölzern – Teil 2.	24
Tabelle 10 Baumarten zum Nisten genutzt von sieben norwegischen Spechtarten.	25
Tabelle 11 Auswahl pathogener Pilze und ihre Wirkung auf <i>Betula pendula</i>	29
Tabelle 12 Artenzahlen von Moosen und Flechten in Mittel- und Südfinnland.	34
Tabelle 13 Liste der Waldgesellschaften, in welchen das Fördern von (gewissen) Pionierbaumarten empfohlen wird.	48
Tabelle 14 Literaturzusammenstellung zur Übersicht über Baumartenkombinationen in Mischbeständen.....	51
Tabelle 15 Beschrieb der für die GIS-Analysen verwendeten Geodatenätze.....	56
Tabelle 16 Die fünf in Baden am häufigsten vorkommenden Waldgesellschaften.	59
Tabelle 17 Lagebedingungen für die Untersuchungsgruppen.	60
Tabelle 18 Flächenanteil der verschiedenen Untersuchungsgruppen im Wirtschaftswald.....	61
Tabelle 19 Gefundene Pionierbäume, aufgeteilt auf die Variablen Entwicklungsstufe und Lage (einzelne Untersuchungsgruppen).	70
Tabelle 20 Vorkommen einzelner Baumarten in den Stichproben der einzelnen Untersuchungsgruppen.....	71
Tabelle 21 Hochrechnungen der Anzahl Pionierbäume für den Wirtschaftswald in Baden.....	72
Tabelle 22 Durchschnittliche Anzahl aufgenommener Pionierbäume bezüglich der Entwicklungsstufen.	72
Tabelle 23 Durchschnittliche Anzahl aufgenommener Pionierbäume bezüglich der Lagen.....	73
Tabelle 24 Ergebnisse aus dem Zero-inflated-model.....	75
Tabelle 25 Mittlerer Durchmesser der Baumarten in cm, aufgeteilt in die Variablenkombinationen.	76
Tabelle 26 Die Standardabweichung in den einzelnen Variablenkombinationen für den mittleren BHD in cm.	76
Tabelle 27 Verjüngungspotential im Naturwaldreservat.	77
Tabelle 28 Zusammenzug der Resultate aus der ANOVA.....	78
Tabelle 29 Der zu erwartende Kronendurchmesser der verschiedenen Baumarten bei BHD 40 cm... ..	78
Tabelle 30 Übersicht über die bedeutendsten Zielkonflikte – Teil 1.	90

Tabelle 31 Übersicht über die bedeutendsten Zielkonflikte – Teil 2.	91
Tabelle 32 Angenommene Umtriebszeiten und Gesamtleistungen eines Reinbestandes.	96
Tabelle 33 Aufteilung in die Sortimente pro Vergleichsbaumart.....	97
Tabelle 34 Berechnung der Energieholzerträge pro Hektare und Jahr für die verschiedenen Baumarten.....	99
Tabelle 35 Hochrechnungen für den Industrieholzerlös pro ha für verschiedene Baumarten.	100
Tabelle 36 Hochrechnungen für den Stammholzerlös pro ha für verschiedene Baumarten.	101
Tabelle 37 Berechnete erntekostenfreie Gesamterlöse gemäss der Sortimentsaufteilung für das Beispiel Baden.	101
Tabelle 38 Hochgerechnete Gesamterlöse und Gesamtaufwand (der 2. Produktionsstufe) mit entsprechendem Deckungsbeitrag für das Beispiel Baden.....	102
Tabelle 39 Geschätzter Ertragsverlust gegenüber Buche und Fichte bei verschiedenen Pionierbaumanteilen im Badener Wald.	105
Tabelle 40 Kosten für einzelne Fördermassnahmen.....	107

8 Literatur

- AAS, G., BAASCH, R., BLASCHKE, H., DOBNER, M., KRUG, E., MAIER, J., SCHILL, H., SCHUCK, H. J., SCHÜTT, P. und STIMM, B. (2002). *Lexikon der Baum- und Straucharten: Das Standardwerk der Forstbotanik*. Hamburg: Nikol Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG.
- ABTEILUNG LANDSCHAFT UND GEWÄSSER. (2010). *Artenvielfalt ist Lebensqualität: Kessler-Index 2010*. Aarau: Departement Bau, Verkehr und Umwelt des Kantons Aargau, Abteilung Landschaft und Gewässer.
- ABTEILUNG WALD. (2009). *Waldrandregeln 2009*. Aarau: Departement Bau, Verkehr und Umwelt des Kantons Aargau, Abteilung Wald.
- ADAMSKA, I. (2005). *Grzyby pasożytnicze roślin z rodzajów Betula L. i Salix L. Summary: Parasitic fungi of the genera Betula and Salix*. Acta Agrobotanica, 58(2), S. 417-428.
- AGOSTI, D., AMIET, F., ARTER, H., BRANCUCCI, M., CHERIX, D., DUELLI, P., DUFOUR, C., VON BLOTZHEIM, U. N. G., GONSETH, Y., GROSSENBACHER, K., HAUSSER, J., HOFER, U., KESSLER, E., KIRCHHOFER, A., KUIPER, J., LANDOLT, P., MAIBACH, A., MARGGI, W. A., MEIER, C., MEYLAN, A., NADIG, A., MOESCHLER, P., NIEVERGELT, B., PEDROLI, C., RAHM, U., RÜETSCHI, J., SALVIONI, M., SARTORI, M., SCHIFFERLI, L., SCHMID, H., STUTZ, H.-P., THORENS, P., TURNER, H., VOGEL, P., WÜTHRICH, M., ZAUGG, B., ZBINDEN, N. und ZURWERRA, P. A. (1994). *Rote Listen den gefährdeten Tierarten in der Schweiz*. Bern: Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL).
- AMANN, G. (1993). *Bäume und Sträucher des Waldes*. (16 Aufl.) Augsburg: Weltbild Verlag GmbH / Naturbuch Verlag.
- AMMANN, P. (2004). *Untersuchung der natürlichen Entwicklungsdynamik in Jungwaldbeständen - Biologische Rationalisierung der waldbaulichen Produktion bei Fichte, Esche, Bergahorn und Buche*. Dissertation, ETH Zürich.
- AMMANN, P. (2005). *Biologische Rationalisierung*. Wald und Holz, 1, S. 42-45.
- AMMANN, P. (2008). *Grundsätze des Waldbaus und der Jungwaldpflege. Weiterbildungskurse "biologische Rationalisierung" 2008 -2011*. Aarau: Departement Bau, Verkehr und Umwelt des Kantons Aargau, Abteilung Wald.
- AMMER, C. (2009). *Welche Baumarten trotzen dem Klimawandel? Der kritische Agrarbericht 2009: ABL Bauernblatt Verlag*.
- ARMSTRONG, W., BRÄNDLE, R. und JACKSON, M. B. (1994). *Mechanisms of flood tolerance in Plants*. Acta Botanica Neerlandica, 43, S. 307-358.
- ATKINSON, M. D. (1992). *Betula pendula Roth (B. verrucosa Ehrh.) and B. pubescens Ehrh.* Journal of Ecology, 80, S. 837-870.
- BAHRAM, M., PÖLME, S., KÖLJALG, U. und TEDERSOO, L. (2011). *A single European aspen (Populus tremula) tree individual may potentially harbour dozens of Cenococcum geophilum ITS genotypes and hundreds of species of ectomycorrhizal fungi*. FEMS Microbiology Ecology, 75, S. 313-320.
- BARENGO, N., SIEBER, T. N. und HOLDENRIEDER, O. (2000). *Diversity of endophytic mycobiota in leaves and twigs of pubescent birch (Betula pubescens)*. Sydowia, 52, S. 305-320.
- BARKMAN, J. J. (1958). *Phytosociology and ecology of cryptogamic epiphytes : including a taxonomic survey and description of their vegetation units in Europe* Assen: Van Gorcum.
- BAUER, H.-G. und BERTHOLD, P. (1996). *Die Brutvögel Mitteleuropas: Bestand und Gefährdung*. Wiesbaden: AULA-Verlag GmbH, Verlag für Wissenschaft und Forschung.
- BEDBUR, I., MATTHES, U. und KONOLD, W. (2010). *Pionierbaumarten - Chancen, Verbreitung und Potenziale im Klimawandel in Rheinland-Pfalz*. Forst und Holz, 65(7/8), S. 20-27.
- BERG, A., EHNSTROM, B., GUSTAFSSON, L., HALLINGBACK, T., JONSELL, M. und WESLIEN, J. (1995). *Threat levels and threats to red-listed species in Swedish forests*. Conservation Biology, 9, S. 1629-1633.
- BERGMANN, J.-H. (1996). *Die Aspe - eine wenig beachtete, oft falsch eingesetzte Baumart*. AFZ/Der Wald, 5, S. 231-234.

- BETRUS, C. J., FLEISHMAN, E. und BLAIR, R. B. (2005). *Cross-taxonomic potential and spatial transferability of an umbrella species index*. Journal of Environmental Management, 74, S. 79-87.
- BØRSET, O. (1977). *Bjørk, osp, or. Veiledning for det praktiske skogbruk*. Norges landbrukshøgskole, S. 144.
- BÖSCH, B. (2001). *Neue Bonitierungs- und Zuwachshilfen*. Schriftenreihe Freiburger Forstliche Forschung: Wissenstransfer in Praxis und Gesellschaft, FVA-Forschungstage, 18.
- BOULTON, E. H. B. und JAY, B. A. (1946). *British timbers: their properties, uses and identification*. (2 Aufl.) London: A. and C. Black.
- BRÄKER, O. U. und ZINGG, A. (2002). *Skript Waldwachstum I, Professur Forsteinrichtung und Waldwachstum ETH Zürich (Prof. Dr. Peter Bachmann)*. Birmensdorf: WSL.
- BRÄNDLE, M. und BRANDL, R. (2001). *Species richness of insects and mites on trees: expanding Southwood*. Journal of Animal Ecology, 70, S. 491-504.
- BRYANT, J. P. und KUROPAT, P. J. (1980). *Selection of Winter Forage by Subarctic Browsing Vertebrates: The Role of Plant Chemistry*. Annual Review of Ecology and Systematics, 11, S. 261-285.
- BUGMANN, H. (1994). *On the Ecology of Mountainous Forests in a Changing Climate: A Simulation Study*. Dissertation, ETH Zürich. (Diss. ETH No. 10638)
- BUGMANN, H. (2011). *Skript Waldökologie*. ETH Zürich.
- BÜLBÜL, A. S., SELÇUK, F. und HÜSEYİN, E. (2011). *New records of microfungi from Mt. Strandzha in Turkey (south-eastern Europe)*. Mycologia Balcanica, 8, S. 161-167.
- BUNDESAMT FÜR LANDESTOPOGRAFIE SWISSTOPO. (2011). *Karten-Signaturen: Illustrierte Ergänzung zur Zeichenerklärung der Landeskarten der Schweiz*. Wabern.
- BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ BfN. (2012). *FloraWeb*. Besucht am: 19.12.2012. Bezugsquelle: www.floraweb.de/pflanzenarten/schmetterlingspflanzen.sxql.
- BUNDESAMT FÜR UMWELT. (2010). *Wald und Wild - Grundlagen für die Praxis. Wissenschaftliche und methodische Grundlagen zum integralen Management von Reh, Gämse, Rothirsch und ihrem Lebensraum*. Bern: Bundesamt für Umwelt (BAFU).
- BUNDESAMT FÜR UMWELT. (2011). *Liste der National Prioritären Arten*. Bern: Bundesamt für Umwelt (BAFU).
- BUNDESAMT FÜR UMWELT WALD UND LANDSCHAFT. (2004). *Konzept Biber Schweiz*. Bern: BUWAL.
- BURGER, D. (1920). *Beiträge zur Lebensgeschichte der Populus tremula L.* Promotionsarbeit, ETH Zürich.
- BURGER, T. und STOCKER, R. (2002). *Die Waldstandorte des Kantons Aargau*. Aarau: Finanzdepartement des Kantons Aargau, Abteilung Wald.
- BURSCHEL, P. und HUSS, J. (2003). *Grundriss des Waldbaus*. Stuttgart: Eugen Ulmer GmbH & Co.
- BUTIN, H. (1996). *Krankheiten der Wald- und Parkbäume*. (3. neubearbeitete und erweiterte Aufl.) Stuttgart - New York: Georg Thieme Verlag.
- CARIGIET, A. (2012). *Birnbaum, Birke, Berberitze*. (14. Aufl.) Zürich: Orell Füssli.
- CELEMLI, Ö. G. (2012). *Pollen morphology of some Salix L. (Salicaceae) Taxa used by honey bees as a source of pollen and nectar*. Mellifera, 12-23, S. 30-36.
- CLERC, P. (2004). *Les champignons lichénisés de Suisse - Catalogue bibliographique complété par des données sur la distribution et l'écologie des espèces*. Cryptogamica Helvetica, 19.
- CODY, M. L. (1985). *Habitat Selection in Birds*. Los Angeles, California: Academic Press.
- COHEN, J. (1969). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. New York: Academic Press.
- COMMARMOT, B., BRÄNDLI, U.-B., HAMOR, F. und LAVNYI, V. (2013). *Inventory of the Largest Primeval Beech Forest in Europe - A Swiss-Ukrainian Scientific Adventure*. WSL Swiss Federal Research Institute. Birmensdorf. Im Druck.
- COPPINS, B. J. (1984). *Epiphytes of birch*. Proceedings of the Royal Society of Edinburgh, 85B, S. 115-128.
- DAVIES, W. J. und PIGOTT, C. D. (1984). *Shade tolerance of forest trees*. Natural Environment Research Council (NERC) News Journal, 3(1), S. 17-18.

- DE SILVA, H., GREEN, S. und WOODWARD, S. (2008). *Incidence and severity of dieback in birch plantings associated with Anisogramma virgultorum and Marssonina betulae in Scotland*. Plant Pathology, 57, S. 272-279.
- DENGLER, A. (1935). *Waldbau auf ökologischer Grundlage*. (2. Aufl.) Berlin: Springer.
- DEPARTEMENT FÜR BAU VERKEHR UND UMWELT. (2012a). *Ihre Meinung zum Wald im Kanton Aargau: Bevölkerungsumfrage 2010*. Aarau: Departement Bau, Verkehr und Umwelt des Kantons Aargau, Abteilung Wald.
- DEPARTEMENT FÜR BAU VERKEHR UND UMWELT. (2012b). *Regendaten für die Siedlungswasserwirtschaft: Niederschlagsmessstation ARA Laufäcker*. Bezugsquelle: http://www.ag.ch/geoportal/agisviewer/Zusatzdokumente/afu/HydroJahrbuch/stammdaten_niederschlag/datenblatt_ag10.pdf.
- DIETRICH, M. und SCHEIDEGGER, C. (1997). *Frequency, Diversity, and Ecological Strategies of Epiphytic Lichens in the Swiss Central Plateau and the Pre-Alps*. The Lichenologist, 29(3), S. 237-258.
- DONG, P. H., TABEL, U., EHRHART, H.-P. und EDER, W. (2009). *Birken-Anbauversuch im Forstamt Johanniskreuz*. Mitteilungen aus der Forschungsanstalt für Waldökologie und Forstwirtschaft Rheinland-Pfalz, 67/09, S. 56-74.
- DUFFY, B., SCHÄRER, H.-J., BÜNTER, M., KLAY, A. und HOLLIGER, E. (2005). *Regulatory measures against Erwinia amylovora in Switzerland*. EPPO Bulletin, 35, S. 239-244.
- DÜLL, R. und KUTZELNIGG, H. (2011). *Taschenlexikon der Pflanzen Deutschlands und angrenzender Länder*. (7. korrigierte und erweiterte Aufl.) Wiebelsheim: Quelle & Meyer Verlag GmbH & Co.
- DUŠEJ, G. (2010). *Mehr Licht und Blüten für Schmetterlinge*. Dokument präsentiert an der SVS-Naturschutztagung, Burgdorf.
- DUŠEJ, G., PATOCCHI, N., ROTACH, A. und WERMEILLE, E. (2011a). *Waldtagfalter: Arten, Ansprüche und Lebensräume*. Zürich: Schweizer Vogelschutz SVS/ Birdlife Schweiz.
- DUŠEJ, G., ROTACH, A., PATOCCHI, N. und WERMEILLE, E. (2011b). *Das grosse Flattern*. Ornis, 2, S. 6-11.
- DYMYTROVA, L. (2009). *Epiphytic lichens and bryophytes as indicators of air pollution in Kyiv city (Ukraine)*. Folia Cryptog. Estonica, 46, S. 33-44.
- EHNSTRÖM, B. und WALDÉN, H. W. (1986). *Faunavård i skogsbruket: lägre faunan*. Skogsstyrelsen, Jönköping.
- ELLENBERG, H. und KLÖTZLI, F. (1972). *Waldgesellschaften und Waldstandorte der Schweiz*. Mitteilungen der Schweizerischen Anstalt für das Forstliche Versuchswesen, 48(4), S. 589-930.
- ELTROP, L., BROWN, G., JOACHIM, O. und BRINKMANN, K. (1991). *Lead tolerance of Betula and Salix in the mining area of Mechernich/Germany*. Plant and Soil, 131, S. 275-285.
- EUROPEAN BIRD CENSUS COUNCIL EBCC. (1997). *The EBCC Atlas of European Breeding Birds*. Besucht am: 3.1.2013. Bezugsquelle: <http://www.sovon.nl/ebcc/ea/default.asp?species=16540>.
- FALIŃSKI, J. B. (1998). *Dioecious Woody Pioneer Species (Juniperus communis, Populus tremula, Salix sp. div.) in the Secondary Succession and Regeneration*. Phytocoenosis, 10.
- FARR, D. F. und ROSSMAN, A. Y. (2006). *Fungal Databases, Systematic Mycology and Microbiology Laboratory, ARS, USDA*. Besucht am: 7.12.2012. Bezugsquelle: <http://nt.ars-grin.gov/fungaldatabases/>.
- FELTON, A., LINDBLADH, M., BRUNET, J. und FRITZ, Ö. (2010). *Replacing coniferous monocultures with mixed-species production stands: An assessment of the potential benefits for forest biodiversity in northern Europe*. Forest Ecology and Management, 260, S. 939-947.
- FIEDLER, F. (1961). *Die Entwicklung des Vorwaldgedankens unter besonderer Berücksichtigung der Birke*. Archiv für Forstwesen, 11. Jg.(2), S. 174-190.
- FIRBAS, F. (1949). *Spät- und nacheiszeitliche Waldgeschichte Mitteleuropas nördlich der Alpen*. (Vol. 1.) Jena: G. Fischer.

- FLORA & PARTNER. (2012, 9.4.2012). *Holzlexikon*. Besucht am: 4.9.2012. Bezugsquelle: <http://www.resch-3.com/de/holz-service/holzlexikon>.
- FRANKFURTER ALLGEMEINE ZEITUNG. (2013, 5.1.2013). *Ein Baum für Rolls-Royce*.
- FREELAND, W. J. und JANZEN, D. H. (1974). *Strategies in Herbivory by Mammals: The Role of Plant Secondary Compounds*. The American Naturalist, 108(961), S. 269-289.
- FROHNE, D. (2006). *Heilpflanzenlexikon: Ein Leitfaden auf wissenschaftlicher Grundlage*. (8 Aufl.) Stuttgart: Deutscher Apotheker Verlag.
- FROIDEVAUX, L. und MÜLLER, E. (1972). *Anisogramma virgultorum (Fr.) Theiss. et Syd., un Ascomycète pathogène du Betula pubescens Erhart*. European Journal of Forest Pathology, 2, S. 185-187.
- FÜLDNER, K. (1997). *Beispiel des Grossen Eisvogels: Weichhölzer und ihre Bedeutung für waldbewohnende Schmetterlinge*. AFZ/Der Wald, 17, S. 932-933.
- FÜLDNER, K. (2004). *Eisvogel und Schillerfalter - Hinweise zum Erfassen und Schutz dieser seltenen Tagfalter an Waldmänteln*. Forst und Holz, 59(5), S. 241-244.
- FUNK, H., MEIER, R. und STÄUBLE, J. (2004). *Geo Pfad*. Baden: Stadt Baden, Stadtökologie.
- GILL, R. (2006). *The influence of large herbivores on tree recruitment and forest dynamics*. In: Large Herbivore Ecology, Ecosystem Dynamics and Conservation, S. 170–202.
- GÖTMARK, F., FRIDMAN, J., KEMPE, G. und NORDEN, B. (2005). *Broadleaved tree species in conifer-dominated forestry: Regeneration and limitation of saplings in southern Sweden*. Forest Ecology and Management, 214, S. 142-157.
- GRASSO, F. M. und GRANATA, G. (2010). *First report of Botryosphaeria dothidea associated with dieback of aspen (Populus tremula) in Italy*. Plant Pathology, 59, S. 807.
- GREEN, S. (2004). *Fungi associated with shoots of silver birch (Betula pendula) in Scotland*. Mycological Research, 108(11), S. 1327-1336.
- GREEN, S. (2005). *Birch dieback in Scotland*. Edinburgh: Forestry Commission.
- GREEN, S. und CASTLEBURY, L. A. (2007). *Connection of Gnomonia intermedia to Discula betulina and its relationship to other taxa in Gnomoniaceae*. Mycological Research, 111, S. 62-69.
- GRIGAL, D. F., OHMANN, L. F. und BRANDER, R. B. (1976). *Seasonal Dynamics of Tall Shrubs in Northeastern Minnesota: Biomass and Nutrient Element Changes*. Forest Science, 22(2), S. 195-208.
- GROSSER, D. (2006). *Das Holz der Pappeln - Eigenschaften und Verwendung*. LWF Wissen, 52, S. 56-61.
- GUBLER, T. (2010, 6.10.10). *Sensationeller Fund - der Grosse Eisvogel lebt*. Basler Zeitung, S. 20.
- GUSTAFSSON, L. und ERIKSSON, I. (1995). *Factors of Importance for the Epiphytic Vegetation of Aspen Populus tremula with Special Emphasis on Bark Chemistry and Soil Chemistry*. Journal of Applied Ecology, 32(2), S. 412-424.
- HAARBERG, O. und ROSELL, F. (2006). *Selective foraging on woody plant species by the Eurasian beaver (Castor fiber) in Telemark, Norway*. Journal of Zoology, 270, S. 201-208.
- HACKER, H. (1999). *Die Insektenwelt der Weiden*. LWF Berichte aus der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft, 24(7), S. 25-27.
- HACKER, H. (2000). *Schmetterlingsvielfalt an Birken*. LWF-Bericht, 28.
- HÅGVAR, S., HÅGVAR, G. und MØNNESS, E. (1990). *Nest site selection in Norwegian woodpeckers*. Ecography, 13, S. 156-165.
- HALL, J. G. (1960). *Willow and Aspen in the Ecology of Beaver on Sagehen Creek, California*. Ecology, 41(3), S. 484-494.
- HAMARD, J. P. und BALLON, P. (1998). *Abrouissement du Chêne rouge (Quercus rubra L.) par le chevreuil (Capreolus capreolus) et végétation d'accompagnement*. Gibier Faune Sauvage, 15(3), S. 231-245.
- HAN, Z.-W., WU, L.-Y., QIU, Z.-M., GUAN, H.-Y. und REN, L.-Q. (2008). *Structural Colour in Butterfly Apatura Illia Scales and the Microstructure Simulation of Photonic Crystal*. Journal of Bionic Engineering, S. 14-19.
- HÄNE, K. (2000). *Baum des Jahres 2000: Die Sand- oder Hängebirke*. Bündnerwald, 53(4), S. 57-59.

- HANEWINKEL, M. (2011). *Multifunktionalität des Waldes*. Forum für Wissen, S. 7-14.
- HANSTEIN, U. (1982). *Biotopschutz durch Unterlassen*. Der Forst- und Holzwirt, 37, S. 157-158.
- HANTULA, J., LILJA, A. und PARIKKA, P. (1997). *Genetic variation and host specificity of Phytophthora cactorum isolated in Europe*. Mycological Research, 101(5), S. 565-572.
- HANTULA, J., LILJA, A., NUORTEVA, H., PARIKKA, P. und WERRES, S. (2000). *Pathogenicity, morphology and genetic variation of Phytophthora cactorum from strawberry, apple, rhododendron, and silver birch*. Mycological Research, 104(9), S. 1062-1068.
- HARPER, J. L. (1977). *Population Biology of Plants*. London: Academic Press.
- HAZELL, P., KELLNER, O., RYDIN, H. und GUSTAFSSON, L. (1998). *Presence and abundance of four epiphytic bryophytes in relation to density of aspen (Populus tremula) and other stand characteristics*. Forest Ecology and Management, 107, S. 147-158.
- HAZELL, P. (1999). *Conservation and Yield Aspects of Old European aspen Populus tremula L. in Swedish Forestry*. Dissertation, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala.
- HEGI, G. (1981). *Illustrierte Flora von Mitteleuropa*. München: J. F. Lehmanns Verlag.
- HEIN, S., KOHNLE, U., WILHELM, G. J. und WINTERHALTER, D. (2009). *Wertholzproduktion mit Sand-Birke: Grenzen und Möglichkeiten*. AFZ-DerWald, 13, S. 697-699.
- HEINZE, B. und LACKNER, C. (2012). *Wie sich Pappelarten ausbreiten*. AFZ-DerWald, 17, S. 21.
- HELANDER, M., WÄLI, P., KUULUVAINEN, T. und SAIKKONEN, K. (2006). *Birch leaf endophytes in managed and natural boreal forests*. Canadian Journal of Forest Research, 36, S. 3239-3245.
- HELFER, W. (2000). *Pilze an Birke*. LWF-Bericht, 28.
- HENDENÅS, H. und ERICSON, L. (2000). *Epiphytic macrolichens as conservation indicators: successional sequence in Populus tremula stands*. Biological Conservation, 93, S. 43-53.
- HENZE, O. und ZIMMERMANN, G. (1975). *Gefiederte Freunde - Beobachten, Erkennen und Schützen der Vögel in Garten und Wald*. München: BLV Verlagsgesellschaft mbH.
- HEYDEMANN, B. (1982). *Der Einfluss der Waldwirtschaft auf die Wald-Ökosysteme aus zoologischer Sicht*. Schriftenreihe des Deutschen Rates für Landespflege, 40.
- HJÄLTÉN, J., ERICSON, L. und ROININEN, H. (2000). *Resistance of Salix caprea, S. phlyicifolia, and their F1 hybrids to herbivores and pathogens*. Écoscience, 7(1), S. 51-56.
- HOFMANN, A. (2006). *Lichte Wälder für Schmetterlinge*. Zürcher Wald, 5, S. 15-16.
- HOLDENRIEDER, O., RUDOW, A. und AAS, G. (1999). *Die Gattung Salix. Eine Einführung in die Vielfalt, Biologie und Ökologie der Weiden*. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen, 150(11), S. 405-411.
- HOLMES, R. T. und ROBINSON, S. K. (1981). *Tree Species Preferences of Foraging Insectivorous Birds in a Northern Hardwoods Forest*. Oecologia, 48, S. 31-35.
- HOLZ, D. (2000). *Die Birke als Klangholz*. LWF-Bericht, 28.
- HOLZENERGIE SCHWEIZ und ENERGIESCHWEIZ. (2003). *Rationelle Holzschnitzelbereitstellung im Forstbetrieb*. Ittingen: Bundesamt für Energie BFE.
- HONDONG, H. (1994). *Populus. Übersicht über die Arten und Sektionen, Standort und Gesellschaftsanschluss, Gefährdung, Fauna, Epiphyten*. Freiburg: Institut für Landespflege der Universität Freiburg.
- HÖRANDL, E., FLORINETH, F. und HADACEK, F. (2002). *Weiden in Österreich und angrenzenden Gebieten*. Wien: Arbeitsbereich Ingenieurbiologie und Landschaftsbau, Institut für Landschaftspflege und Ingenieurbiologie und Landschaftsbau an der Universität für Bodenkultur Wien.
- HUTTER, C.-P., BLESSING, K. und KOZINA, U. (1995). *Wälder, Hecken und Gehölze: Biotope erkennen, bestimmen, schützen*. Stuttgart, Wien: Weitbrecht.
- HYNYNEN, J. und NIEMISTÖ, P. (2009). *Waldbau mit Birke in Finnland*. AFZ-DerWald, 13, S. 709-711.
- IZUMI, H., ANDERSON, I. C., KILLHAM, K. und MOORE, E. R. B. (2008). *Diversity of predominant endophytic bacteria in European deciduous and coniferous trees*. Canadian Journal of Microbiology, 54, S. 173-179.

- JAHN, H. (2005). *Pilze an Bäumen: Lebensweise, Schadwirkung und Bestimmungsmerkmale der häufigsten Pilzarten in totem Holz und lebenden Bäumen*. (3. überarbeitet und erweitert Aufl.) Berlin-Hannover: Patzer Verlag.
- JANKOWIAK, R. (2011). *First Report of Ophiostoma karelicum from Birch Stands in Poland*. *Phytopathologia*, 59, S. 55-58.
- JENKINS, S. H. (1975). *Food Selection by Beavers - A Multidimensional Contingency Table Analysis*. *Oecologia*, 21(157-173).
- JONES, K., GILVEAR, D., WILLBY, N. und GAYWOOD, M. (2009). *Willow (Salix spp.) and aspen (Populus tremula) regrowth after felling by the Eurasian beaver (Castor fiber): implications for riparian woodland conservation in Scotland*. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 19, S. 75-87.
- JÜRIADO, I., PAAL, J. und LIIRA, J. (2003). *Epiphytic and epixylic lichen species diversity in Estonian natural forests*. *Biodiversity and Conservation*, 12, S. 1587-1607.
- KANTON AARGAU. (1998). *Dekret zum Waldgesetz des Kantons Aargau (Walddekret, AWaD)*. Aarau.
- KAY, C. E. (1997). *Viewpoint: Ungulate herbivory, willows, and political ecology in Yellowstone*. *Journal of Range Management*, 50(2), S. 139-145.
- KELLER, V., GERBER, A., SCHMID, H., VOLET, B. und ZBINDEN, N. (2010). *Rote Liste Brutvögel. Gefährdete Arten der Schweiz, Stand 2010*. Bern und Sempach.
- KELTY, J. M. (1992). *Comparative productivity of monocultures and mixed-species stands*. In: *The Ecology and Silviculture of Mixed-species Forests*, S. 125-141.
- KLEINSCHMIT, J. (1998). *Die Birke - Standortsansprüche und Möglichkeiten der züchterischen Verbesserung*. *Forst und Holz*, 53(4), S. 99-104.
- KLINGSTRÖM, A. (1963). *Melampsora pinitorqua (Braun) Rostr.-Pine twisting rust. Some experiments in resistance-biology*. *Studia Forestalia Suecica*, 6, S. 23.
- KOCH, M. (1988). *Wir bestimmen Schmetterlinge*. (2. Aufl.) Leipzig: Neumann Verlag.
- KÖSTLER, J. N., BRÜCKNER, E. und BIBELRIETHER, H. (1968). *Die Wurzeln der Waldbäume: Untersuchungen zur Morphologie der Waldbäume in Mitteleuropa*. Hamburg: Parey.
- KOUKI, J., ARNOLD, K. und MARTIKAINEN, P. (2004). *Long-term persistence of aspen - a key host for many threatened species - is endangered in old-growth conservation areas in Finland*. *Journal for Nature Conservation*, 12, S. 41-52.
- KUUSINEN, M. (1994a). *Epiphytic lichen flora and diversity on Populus tremula in old-growth and managed forests of southern and middle boreal Finland*. *Annales botanici Fennici*, 31, S. 245-260.
- KUUSINEN, M. (1994b). *Epiphytic lichen diversity on Salix caprea in old-growth southern and middle boreal forests of Finland*. *Annales botanici Fennici*, 31, S. 77-92.
- KUUSINEN, M. (1996a). *Epiphyte Flora and Diversity on Basal Trunks of Six Old-Growth Forest Tree Species in Southern and Middle Boreal Finland*. *The Lichenologist*, 28(5), S. 443-463.
- KUUSINEN, M. (1996b). *Cyanobacterial Macrolichens on Populus tremula as Indicators of Forest Continuity in Finland*. *Biological Conservation*, 75, S. 43-49.
- KUUSINEN, M. und SIITONEN, J. (1998). *Epiphytic lichen diversity in old-growth and managed Picea abies stand in southern Finland*. *Journal of Vegetation Science*, 9, S. 283-292.
- LADEFOGED, K. (1963). *Transpiration of Forest Trees in Closed Stands*. *Physiologia Plantarum*, 16, S. 378-414.
- LANDOLT, W. (2008). *Diagnose-Programm Waldgesundheit*. Besucht am: 27.12.2012. Bezugsquelle: www.wsl.ch/forest/wus/diag//index.php.
- LANGHAMMER, A. und OPDAHL, H. (1990). *Foryngelse og pleie av osp (Populus tremula L.) i Norge. Summary: Regeneration and silviculture of aspen (Populus tremula L.) in Norway*. Rapport : Norsk institutt for skogforskning/ Norwegian Forest Research Institute, 1, S. 1-22.
- LARCHER, W. (1984). *Oekologie der Pflanzen auf physiologischer Grundlage*. (4. überarbeitet Aufl.) Stuttgart: Ulmer.
- LAUBER, K. und WAGNER, G. (2009). *Flora Helvetica*. Bern, Stuttgart, Wien: Verlag Paul Haupt.
- LAUDERT, D. (2000). *Die Birke - Symbol des Neubeginns*. LWF-Bericht, 28.

- LEDER, B. (1992). *Weichlaubhölzer*. Arnsberg: Landesanstalt für Forstwirtschaft Nordrhein-Westfalen.
- LEDER, B. (1995a). *Bisherige Beurteilung und Definition des Begriffes "Weichlaubhölzer"*. In: Weichlaubhölzer und Sukzessionsdynamik in der naturnahen Waldwirtschaft. Schriftenreihe der Landesanstalt für Ökologie, Bodenordnung und Forsten/ Landesamt für Agrarordnung Nordrhein-Westfalen, 4. Aufl., S. 9-11.
- LEDER, B. (1995b). *Jugendwachstum und waldbauliche Behandlung von natürlich angesamten Weichlaubhölzern in Laubholzjungwüchsen*. In: Weichlaubhölzer und Sukzessionsdynamik in der naturnahen Waldwirtschaft. Schriftenreihe der Landesanstalt für Ökologie, Bodenordnung und Forsten/ Landesamt für Agrarordnung Nordrhein-Westfalen, 4. Aufl., S. 29-41.
- LEDER, B. (2005). *Entwicklung eines Salweiden-Vorwaldes aus Naturverjüngung*. LÖBF-Mitteilungen, 3, S. 49-52.
- LEIBUNDGUT, H. (1951). *Aufbau und waldbauliche Bedeutung der wichtigsten natürlichen Waldgesellschaften der Schweiz*. Bern: Inspektion für Forstwesen, Jagd und Fischerei.
- LEIBUNDGUT, H. und KREUTZER (1958). *Untersuchungen über die Wurzelkonkurrenz, Mitteilungen über den Vorwald*. Mitteilungen der Schweizerischen Anstalt für das Forstliche Versuchswesen, 35(5).
- LEIBUNDGUT, H. (1984). *Unsere Waldbäume*. Frauenfeld, Stuttgart: Verlag Huber.
- LEPIDOPTEROLOGEN-ARBEITSGRUPPE. (1994). *Tagfalter und ihre Lebensräume*. (4. Aufl. Vol. 1.) Egg/ZH: Fotorotar AG, Druck - Verlag - Neue Medien.
- LILJA, A., RIKALA, R., HIETALA, A. und HEINONEN, R. (1996). *Stem lesions on Betula pendula seedlings in Finnish forest nurseries and the pathogenicity of Phytophthora cactorum*. European Journal of Forest Pathology, 26, S. 89-96.
- LILJA, A., LILJA, S., KURKELA, T. und RIKALA, R. (1997). *Nursery practices and management of fungal diseases in forest nurseries in Finland: a review*. Silva Fennica, 31, S. 79-100.
- LOCKOW, K.-W. (2000). *Ertragsleistung, Bestandesbehandlung und Eignung der Sandbirke für den Waldumbau*. In: Die Birke im Nordostdeutschen Tiefland - Eberswalder Forschungsergebnisse zum Baum des Jahres 2000, S. 40-52.
- LUDWIG, J. (1998). *Das Saaler Birken-Lichtwuchsmodell*. Forst und Holz, 53(4), S. 112-116.
- LUNDSTRÖM, J., ÖHMAN, K., PERHANS, K., RÖNNQVIST, M. und GUSTAFSSON, L. (2011). *Cost-effective age structure and geographical distribution of boreal forest reserves*. Journal of Applied Ecology, 48, S. 133-142.
- MAIL-BRANDT, M. (2012). *Garten-Literatur*. Besucht am: 2.1.2013. Bezugsquelle: <http://www.gartenliteratur.de>.
- MALTERUD, K. E., BREMNES, T. E. und FAEGRI, A. (1985). *Flavonoids from the Wood of Salix caprea as Inhibitor of Wood-destroying Fungi*. Journal of Natural Products, 48(4), S. 559-563.
- MÅRD, H. (1996). *The influence of a birch shelter (Betula spp) on the growth of young stands of Picea abies*. Scandinavian Journal of Forest Research, 11, S. 343-350.
- MARIAN, M., VARGA, C., MIHALY-COZMUTA, L., PETER, A., MIHALY-COZMUTA, A. und BOLTEA, D. (2009). *Evaluation of the Phytoremediation Potential of the Populus tremula in Tailing Ponds*. Bulletin UASVM Agriculture, 66(2), S. 124-130.
- MARTINÍK, A. und MAUER, O. (2012). *Snow damage to birch stands in Northern Moravia*. Journal of Forest Science, 58(4), S. 181-192.
- MAYER, H. (1977). *Waldbau auf soziologisch-ökologischer Grundlage*. Stuttgart/ New York: Gustav Fischer Verlag.
- MEIER, S. (2009). *Beurteilung des ökologischen und ökonomischen Wertes von Habitatbäumen in Wirtschaftswäldern am Beispiel des Forstbetriebs Baden*. Masterarbeit, ETH Zürich, Departement Umweltnaturwissenschaften.
- MELESHKO, J. Y. (2003). *The species composition of the beetles (Coleoptera) on the poplars in Minsk*. Dokument präsentiert an der Konferenz Second International Symposium on Plant Health in Urban Horticulture, Berlin.

- METEOSCHWEIZ. (2012). *Klimanormwerte Zürich / Affoltern (Referenzperiode 1961–1990)*. Zürich: MeteoSchweiz. Bezugsquelle: <http://www.meteoschweiz.admin.ch/files/metweb/klimadiagramme/de/REH.pdf>.
- MEYER, H., PETKAU, A. und HEIN, S. (2011). *Lohnt sich der Waldbau mit Birke? Dossier Sandbirke - vom Entfernen zum Fördern*. Bezugsquelle: http://www.waldwissen.net/fokus/dossiers/fva_birke/index_DE.
- MICHELER, J. (2010). *Bauernregeln*. Besucht am: 2.1.2013. Bezugsquelle: <http://www.bauernregeln.net>.
- MICHIELS, H.-G. (2009). *Standörtliche Schwerpunkte und Grenzen der Sand-Birke*. AFZ/Der Wald, 13, S. 699.
- MIRANDA, B. und BÜRGI, M. (2005). *Spechte - anspruchsvolle Waldbewohner: Merkblatt für die Praxis*. Birmensdorf: WSL.
- MÖLLER, G. (2001). *Holzbewohnende Insekten und Pilze in der Weichholzaue*. In: Baum des Jahres 1999 - Silberweide, S. 66-76.
- MORICCA, S., RAGAZZI, A. und LONGO, B. N. (2000). *In vitro growth of the aspen rust Melampsora larici-tremulae*. Mycological Research, 104(10), S. 1250-1257.
- MYKING, T., BØHLER, F., AUSTRHEIM, G. und SOLBERG, E. J. (2011). *Life history strategies of aspen (Populus tremula L.) and browsing effects: a literature review*. Forestry, 84(1), S. 61-71.
- NAUMKIN, D. V. (2010). *Bird Population in the Pine and Birch Forests of Kungurskii Raion (Perm' Krai) under Anthropogenic Load of Various Levels*. Contemporary Problems of Ecology, 3(1), S. 76-80.
- NÜSSLEIN, S. (2000). *Vom Pionier zum Furnier - Waldbauliche Behandlung der Sandbirke*. LWF-Bericht, 28.
- NYKÄNEN, M.-L., PELTOLA, H., QUINE, C., KELLOMÄKI, S. und BROADGATE, M. (1997). *Factors Affecting Snow Damage of Trees with Particular Reference to European Conditions*. Silva Fennica, 31(2), S. 193-213.
- OJALA, E., MÖNKKÖNEN, M. und INKERÖINEN, J. (2000). *Epiphytic bryophytes on European aspen Populus tremula in old-growth forests in northeastern Finland and in adjacent sites in Russia*. Canadian Journal of Botany, 78, S. 529-536.
- OPDAHL, H. (1992). *Site-index, growth and yield in aspen (Populus tremula L.) stands in South Norway*. Communications of Skogforsk, 44.
- PACZKOWSKA, M., FÜLDNER, K., WEISSTEINER, S., BENIWAŁ, R. S., POLLE, A. und SCHÜTZ, S. (2006). *Die Rolle des Pappelgeruchs für Schmetterlinge am Waldrand*. Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für Allgemeine und Angewandte Entomologie, 15, S. 213-217.
- PADAIGA, V. I. (1970). *Zusammenfassung: The Reducing Effect of Mass Aspen Cutting down on Damage of the Forest by Roes*.
- PECK, K. M. (1989). *Tree Species Preferences Shown by Foraging Birds in Forest Plantation in Northern England*. Biological Conservation, 48, S. 41-57.
- PHILLIPS, D. H. und BURDEKIN, D. A. (1992). *Diseases of Forest and Ornamental Trees*. (2. Aufl.) London: MacMillan Press.
- POULSEN, B. O. (2002). *Avian richness and abundance in temperate Danish forests: tree variables important to birds and their conservation*. Biodiversity and Conservation, 11, S. 1551-1566.
- PRIME WOOD GMBH. (2003). *Forest Service International: Wood*. Besucht am: 26.12.2012. Bezugsquelle: http://www.fswood.com/deutsch/detail/weide_verwendung.htm.
- REIF, A., BRUCKER, U., KRATZER, R., SCHMIEDINGER, A. und BAUHUS, J. (2010). *Waldbau und Baumartenwahl in Zeiten des Klimawandels aus Sicht des Naturschutzes: Abschlussbericht eines F+E-Vorhabens im Auftrag des Bundesamtes für Naturschutz*. Bundesamt für Naturschutz.
- REIM, P. (1930). *Haava paljunemis-biologia*. Zusammenfassung: Die Vermehrungsbiologie der Aspe.
- REY, A. und JARVIS, P. G. (1997). *Growth Response of Young Birch Trees (Betula pendula) After Four and a Half Years of CO₂ Exposure*. Annals of Botany, 80, S. 809-816.

- REY, A. (2012). *Förderung von Waldtagfaltern im Kanton Aargau. Pilotprojekt Gemeinde Möhlin*. Zürich.
- RHEINLAND-PFALZ, L. (2003). *Holzarten und Brennwerte*. Besucht am: 4.9.2012. Bezugsquelle: <http://www.wald-rlp.de/index.php?id=30&MP=30-1948>.
- ROBERGE, J.-M. und ANGELSTAM, P. (2006). *Indicator species among resident forest birds - A cross-regional evaluation evaluation in northern Europe*. *Biological Conservation*, 130, S. 134-147.
- RÖHRIG, E., BARTSCH, N. und LÜPKE, B. V. (2006). *Waldbau auf ökologischer Grundlage*. (7. vollst. aktualisierte Aufl.) Stuttgart: Verlag Eugen Ulmer.
- ROLOFF, A. und PIETZARKA, U. (1994). *Enzyklopädie der Holzgewächse: Betula pendula*. Weinheim: Wiley-VCH.
- ROMAKKANIEMI, P. (1986). *The susceptibility of Betula pendula and B. pubescens saplings to stem spot disease on different soils*. *Silva Fennica*, 20(1), S. 23-28.
- ROTACH, P. (2001). *Poplars and biodiversity*. Dokument präsentiert an der Konferenz Seventh EUFORGEN *Populus nigra* Network meeting, Osijek, Croatia.
- ROTACH, P. (2011). *Multifunktionales Waldmanagement*. Unterlagen zum Masterkurs Multifunktionales Waldmanagement. ETH Zürich.
- ROTTMANN, M. (1983). *Schneebruchschäden bei Fichten - Ergebnisse einer Bestandsaufnahme und Analyse, dargestellt am Beispiel der Schneebruchschäden von 1979 und 1980 im Stiftungswald der Ludwig-Maximilians-Universität München*. Dissertation, München.
- RYMAN, S. und HOLMASEN, I. (1992). *Pilze: über 1500 Pilzarten ausführlich beschrieben und in natürlicher Umgebung fotografiert*. Braunschweig: Thalacker.
- SACHSSE, H. (1984). *Einheimische Nutzhölzer und ihre Bestimmung nach makroskopischen Merkmalen*. Hamburg und Berlin: Parey.
- SACHSSE, H. (1988). *Holzqualität von Birken: Die Baumart Birke und ihre anatomischen Holzeigenschaften*. *Holz als Roh- und Werkstoff*, 46, S. 441-446.
- SACHSSE, H. (1989). *Holzqualität von Birken: Strukturelle und physikalisch-mechanische Eigenschaften von Birkenhölzern*. *Holz als Roh- und Werkstoff*, 47, S. 27-30.
- SAHLIN, E. und RANIUS, T. (2009). *Habitat availability in forests and clearcuts for saproxylic beetles associated with aspen*. *Biodiversity and Conservation*, 18, S. 621-638.
- SCHEDL, W. (2000). *Die Biodiversität der Pflanzenwespen (Hymenoptera: Symphyta) des Naturschutzgebietes Ibmer Moor (Oberösterreich) und angrenzender Gebiete: Artengarnitur, Wirtspflanzen und Bedeutung im Ökosystem*. *Beitr. Naturk. Oberösterreichs*, 9, S. 9-18.
- SCHEIDEGGER, C. und CLERC, P. (2002). *Rote Liste der gefährdeten Arten der Schweiz: Baum- und erdbewohnende Flechten*. Bern, Birmensdorf und Genf: Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft BUWAL, Eidgenössische Forschungsanstalt WSL und Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève CJBG.
- SCHEIDEGGER, C. und STOFER, S. (2009). *Flechten im Wald: Vielfalt, Monitoring und Erhaltung*. *Forum für Wissen*, S. 39-50.
- SCHIECHTL, H.-M. (1992). *Weiden in der Praxis: Die Weiden Mitteleuropas, ihre Verwendung und ihre Bestimmung*. Berlin-Hannover: Patzer Verlag.
- SCHMIDT-SCHÜTZ, A. und HUSS, J. (1998). *Wiederbewaldung von Fichten-Sturmwurfflächen auf vernässenden Standorten mit Hilfe von Pioniergehölzen*. Freiburg: BW-PLUS.
- SCHMIDT, O. (2000). *Ökologische Bedeutung der Birke für die einheimische Tierwelt*. LWF-Bericht, 28.
- SCHOBBER, R. (1987). *Ertragstabellen wichtiger Baumarten*. (3 Aufl.) Frankfurt am Main: J.D. Sauerländer's Verlag.
- SCHOOP, G., NIEDERMANN-MEIER, S., BURGER, T., GILGEN, C., SCHMIDLI, B., SCHNETZLER, H.-R., WEILLER, P. S. und HOSTETTLER, M. (2011). *Betriebsplan 2011-2022*. Baden: Stadtforstamt Baden.
- SCHRÖTTER, H. (1998). *Waldbau mit Birke: Gegebenheiten und Erfordernisse in Mecklenburg-Vorpommern*. *Forst und Holz*, 53(4), S. 105-111.

- SCHUSTER, A.-K., BANDTE, M., VON BARGEN, S. und BÜTTNER, C. (2010). *Birken-assoziierte Insekten als potentielle Vektoren des Cherry leaf roll virus*. Dokument präsentiert an der 57. Deutschen Pflanzenschutztagung "Gesunde Pflanze - gesunder Mensch".
- SCHÜTT, P. und STIMM, B. (1994). *Enzyklopädie der Holzgewächse: Salix caprea*. Weinheim: Wiley-VCH.
- SCHÜTZ, J.-P. (2003). *Waldbau I: Die Prinzipien der Waldnutzung und der Waldbehandlung*. ETH Zürich.
- SCHWEIZER, S. (2012). *Schweizerischer Forstkalender 2013*. Frauenfeld: Verlag Huber.
- SCHWEIZERISCHE VOGELWARTE SEMPACH. (2012). *Vögel der Schweiz*. Besucht am: 28.8.2012. Bezugsquelle: <http://www.vogelwarte.ch/voegel-der-schweiz.html>.
- SCHWEIZERISCHER BUND FÜR NATURSCHUTZ. (1991). *Tagfalter und ihre Lebensräume. Arten, Gefährdung, Schutz*. Zürich: Hollinger Verlag.
- SENN-IRLET, B., BIERI, G. und EGLI, S. (2007). *Rote Liste der gefährdeten Grosspilze der Schweiz*. Bern, Birmensdorf: Bundesamt für Umwelt und Eidgenössische Forschungsanstalt WSL.
- SIEGERT, K., POLLMEIER, M., RUGE, S. und CLOSEN, B. (2009). *Qualifizieren und Dimensionieren von Frühstartern*. AFZ-DerWald, 13, S. 707-708.
- SIEGERT, K., POLLMEIER, M. und CLOSEN, B. (2011). *Qualifizieren und Dimensionieren von Frühstartern*. Dossier Sandbirke - vom Entfernen zum Fördern. Bezugsquelle: www.waldwissen.net.
- SINCLAIR, W. A., LYON, H. H. und JOHNSON, W. T. (2005). *Diseases of Trees and Shrubs*. (2. Aufl.) Ithaca, New York: Cornell University Press.
- SINGER, F. J., ZEIGENFUSS, L. C., CATES, R. G., BARNETT, D. T. und KRAUSMAN, P. R. (1998). *Elk, multiple factors, and persistence of willows in national parks*. Wildlife Society Bulletin, 26, S. 419-428.
- SOMMERHALDER, R. und ETLINGER, P. (2001). *Das effor2-Pilotprogramm Wald und Wild der Kantone Appenzell Ausserrhoden, Appenzell Innerrhoden und St. Gallen*. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen, 152(7), S. 282-288.
- SPERBER, G. (2000). *Die Sandbirke im Werturteil des deutschen Waldbaus: Betulamanie, Unholz, Pionier und Mischbaumart*. LWF-Bericht, 28.
- STADT BADEN. (2012). *Baden ist*. Besucht am: 3.1.2013. Bezugsquelle: www.baden.ch.
- STADTFORSTAMT BADEN. (2012). *Jahresbericht 2011 Stadtforstamt Baden*. Baden.
- STAGL, W. G. und HACKER, R. (1991). *Weiden als Prosshölzer zur Äsungsverbesserung*. Mitteilungen der Forstlichen Bundesversuchsanstalt, 58, S. 1-54.
- STAHL, S. und GAUCKLER, S. (2009). *Die Birke - Kind des Lichts und der Katastrophe*. AFZ-DerWald, 13, S. 700-704.
- STOCKER, R., BURGER, T., ELSENER, O., LIECHTI, T., PORTMANN-ORLOWSKI, K. und ZANTOP, S. (2002). *Die Waldstandorte des Kantons Aargau*. Aarau: Finanzdepartement des Kantons Aargau, Abteilung Wald.
- SUCHOMEL, J., BELANOVÁ, K. und SLANČIK, M. (2011/12). *Analysis of fungi occurrence in energy chips piles*. Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences, 1(3), S. 369-382.
- SUOMINEN, O. (1963). *Metsiköiden alttiis lumituhoon. Tutkimus Etelä-Suomessa talvella 1958-59 saguneesta lumituhosta. Summary: Susceptibility of stands to devastation by snow. Investigation into snow devastation in South Finland in winter 1958-59*. Silva Fennica, 112(5), S. 1-35.
- SVENSSON, L., GRANT, P. J., MULLARNEY, K. und ZETTERSTRÖM, D. (1999). *Der neue Kosmos-Vogelführer*. Stuttgart: Franckh-Kosmos Verlags-GmbH & Co.
- TAMM, Ü. (1994). *Enzyklopädie der Holzgewächse: Populus tremula*. Weinheim: Wiley-VCH.
- TANAKA, K., MEL'NIK, V. A., KAMIYAMA, M., HIRAYAMA, K. und SHIROUZU, T. (2010). *Molecular phylogeny of two coelomycetous fungal genera with stellate conidia, Prosthemium and Asterosporium, on Fagales trees*. Botany, 88, S. 1057-1071.

- THAM, Å. (1989). *Prediction of individual tree growth in managed stands of mixed Picea abies (L) Karst, and Betula pendula Roth & Betula pubescens Ehrh.* Scandinavian Journal of Forest Research, 4, S. 491-512.
- TRINKAUS, P. und REINHOFER, M. (2005). *Parasitische und saprophytische Pilze auf Weiden in Energieholzkulturen.* Joanea Botanik, 4, S. 19-33.
- TSCHIRPKE, S. (2006). *Horch, was die Birken flüstern: Herstellung von Birkensaft in Finnland.* Wald und Holz, 4, S. 43-44.
- TURČEK, F. J. (1961). *Ökologische Beziehungen der Vögel und Gehölze.* Bratislava.
- UECKERMANN, E. und SCHOLZ, H. (1981). *Wildäsungs-Flächen. Planung - Anlage - Pflege.* Hamburg/Berlin: Parey.
- ULICZKA, H. (1999). *Epiphytic macrolichens and sedentary birds - relations to tree species and tree age in a managed boreal forest.* Uppsala: Swedish University of Agricultural Sciences.
- UNSELD, R. und BAUHUS, J. (2012). *Wachstum von Pappeln im Vorwald.* Besucht am: 23.10.2012. Bezugsquelle: www.waldwissen.net.
- UNTERALLMEIND-KORPORATION ARTH. (2011). *Holzenergie: Einheimisch und Umweltfreundlich.* Arth. Bezugsquelle: www.uak.ch/forstwirtschaft/produkte/2011-Preisliste-Hackschnitzel.pdf.
- VEHMAS, M., KOUKI, J. und EERIKÄINEN, K. (2009). *Long-term spatio-temporal dynamics and historical continuity of European aspen (Populus tremula L.) stands in the Koli National Park, eastern Finland.* Forestry, 82(2), S. 135–148.
- VON LÜPKE, B. (2009). *Überlegungen zu Baumartenwahl und Verjünungsverfahren bei fortschreitender Klimaänderung in Deutschland.* Forstarchiv, 80(3), S. 67-75.
- VONARBURG, B. (1988). *Natürlich gesund mit Heilpflanzen.* Aarau: AT Verlag Aarau.
- WAGENFÜHR, R. (2000). *HOLZatlas.* (5. ergänzte und erweiterte Aufl.) München: Fachbuchverlag Leipzig.
- WANNEBO-NILSEN, K., BJERKE, J. W., BECK, P. S. A. und TØMMERVIK, H. (2010). *Epiphytic macrolichens in spruce plantations and native birch forests along a coast-inland gradient in North Norway.* Boreal Environment Research, 15, S. 43-57.
- WILHELM, G. J. und WOLF, H. (2009). *Birken-Wertholzerzeugung mit Tradition im Stadtwald Blieskastel.* AFZ-DerWald, 13, S. 705-707.
- WILHELM, G. J. und WOLF, H. (2011). *Birken-Wertholzerzeugung mit Tradition im Stadtwald Blieskastel.* Dossier Sandbirke - vom Entfernen zum Fördern. Bezugsquelle: www.waldwissen.net.
- WITT, R. (1999). *Ein Garten für Vögel.* Stuttgart: Kosmos.
- WOHLGEMUTH, T. und MOSER, B. (2008). *Phönix aus der Asche: Die rasche Wiederbesiedlung der Waldbrandfläche oberhalb von Leuk durch Pflanzen.* Bull. Murithienne, 126.
- WSL. (2010). *Stichprobenauswertung 2010 - Stadtforstamt Baden.* Birmensdorf: Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL).
- WSL. (2012). *Forstschutz-Überblick.* Besucht am: 16.11.2012. Bezugsquelle: http://www.wsl.ch/fe/walddynamik/waldschutz/wsinfo/fsueb_DE.
- ZEILEIS, A., KLEIBER, C. und JACKMAN, S. (2008). *Regression Models for Count Data in R.* Journal of Statistical Software, 27(8), S. 1-25.
- ŽUMER, M. (1966). *Ästungsversuche an Föhre, Fichte, Birke, Aspe, Esche und Eiche.* Vollebakk, Norwegen: The Norwegian Forest Research Institute/ Det Norske Skogforsøksvesen.
- ZWÖLFER, H., BAUER, G., HEUSINGER, G. und STECHMANN, D. (1984). *Die tierökologische Bedeutung und Bewertung von Hecken.* Berichte der Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege, Beiheft 3, Teil 2.

Verzeichnis der Anhänge

Anhang A: Stichprobenpunkte und Hochrechnungen	A-2
Anhang B: R-Codes und Outputs.....	A-12
Anhang C: Berechnungen zur ökonomischen Analyse.....	A-20
Anhang D: Fragebogen und Antworten.....	A-28
Anhang E: Detaillierte Beschreibung Waldtagfalter	A-29
Anhang F: Detaillierte Artenlisten.....	A-31

Anhang A: Stichprobenpunkte und Hochrechnungen

Fragestellung 1 - Wo kommen Pioniergehölze heute im Badener Wald vor?

Zufallsstichprobenzahlen für die einzelnen Untersuchungsgruppen

Baumholz, Innen	46, 284, 137, 227, 119, 156, 60, 54, 224, 56, 124, 1, 236, 234, 268, 265, 168, 73, 178, 145, 242, 166
Baumholz, Waldrand	34, 211, 102, 168, 88, 115, 44, 40, 164, 41, 91, 1, 172, 171, 196, 193, 122, 53, 129, 105, 175, 120
Baumholz, Strasse	49, 304, 147, 242, 127, 167, 64, 58, 239, 60, 133, 1, 253, 250, 288, 284, 180, 78, 191, 156, 260, 178
Nicht-Baumholz, Innen	31, 191, 92, 152, 80, 104, 40, 36, 149, 37, 82, 1, 156, 154, 177, 174, 110, 48, 116, 95, 157, 108
Nicht-Baumholz, Waldrand	15, 92, 45, 73, 38, 50, 19, 17, 69, 89, 95, 1, 71, 88, 79, 77, 49, 21, 51, 41, 67, 46
Nicht-Baumholz, Strasse	49, 304, 147, 242, 127, 167, 64, 58, 239, 60, 133, 1, 253, 250, 288, 284, 180, 78, 191, 156, 260, 178

Tabelle A 1 Übersicht über die Zufallsstichprobenzahlen für die einzelnen Untersuchungsgruppen.

Anm. Gemäss R-Code in Anhang B.

Koordinaten der Stichprobenpunkte

Untersuchungsgruppe	Aufnahmefläche	ID aus dem GIS	Schwerpunkt berechnet		Definitives Aufnahmezentrum (korrigiert)	
			X	Y	X	Y
BH_Innen	1				663757	257411
BH_Innen	2				664499	258808
BH_Strasse	3				664914	255859
BH_Strasse	4				664234	256236
BH_Waldrand	5				664119	257186
BH_Waldrand	6				664153	257833
nBH_Inneres	7				663499	256972
nBH_Inneres	8				663740	255699
nBH_Strassen	9				664394	256693
nBH_Strassen	10				664401	256149
nBH_Waldrand	11				664376	257533
nBH_Waldrand	12				663430	258348
BH_Innen	13	1	662819	258395	662798	258393
BH_Innen	14	46	665931	258484	664921	258327
BH_Innen	15	54	664592	257606	664580	257612
BH_Innen	16	56	662840	255122	662738	254967
BH_Innen	17	60	664749	259225	664749	259225
BH_Innen	18	73	663242	258305	663120	258611
BH_Innen	19	119	663971	259121	663816	259198

			Schwerpunkt berechnet		Definitives Aufnahmezentrum (korrigiert)	
Untersuchungsgruppe	Aufnahmefläche	ID aus dem GIS	X	Y	X	Y
BH_Innen	20	124	662677	257228	662705	257156
BH_Innen	21	137	662691	258710	662731	258702
BH_Innen	22	145	664120	258289	664120	258283
BH_Innen	23	156	664998	255998	665007	256000
BH_Innen	24	166	663167	257191	663399	257300
BH_Innen	25	168	663813	257651	663813	257651
BH_Innen	26	178	664555	256064	664555	256064
BH_Innen	27	224	664018	255532	664018	255532
BH_Innen	28	227	663880	257847	663833	257848
BH_Innen	29	234	664591	257627	664341	257475
BH_Innen	30	236	665257	257285	665193	257253
BH_Innen	31	242	662737	257266	662985	257448
BH_Innen	32	265	665254	255704	665275	255748
BH_Innen	33	268	664707	258927	664605	258897
BH_Innen	34	284	664883	255871	664883	255871
BH_Strasse	35	1	662892	258378	662892	258378
BH_Strasse	36	49	662635	258474	662819	258710
BH_Strasse	37	58	665399	257815	665376	257780
BH_Strasse	38	60	662813	256972	662829	256977
BH_Strasse	39	64	665301	256395	665301	256395
BH_Strasse	40	78	664778	257708	664826	257739
BH_Strasse	41	127	664518	259076	664542	259078
BH_Strasse	42	133	663590	255674	664022	255484
BH_Strasse	43	147	664706	259245	664477	259219
BH_Strasse	44	156	662441	258330	663142	258643
BH_Strasse	45	167	664667	257628	664617	257596
BH_Strasse	46	178	665124	257574	665136	257564
BH_Strasse	47	180	663488	256910	663552	257029
BH_Strasse	48	191	665380	256670	665292	256611
BH_Strasse	49	239	665542	255487	665533	255524
BH_Strasse	50	242	664235	256236	664758	255979
BH_Strasse	51	250	663225	257503	663225	257503
BH_Strasse	52	253	664014	257681	663931	257660
BH_Strasse	53	260	662739	257272	662732	257265
BH_Strasse	54	284	662745	257945	662822	257886
BH_Strasse	55	288	664907	255711	664907	255711
BH_Strasse	56	304	665567	255908	665656	255846
BH_Waldrand	57	1	665211	257928	665037	257884
BH_Waldrand	58	34	664722	255481	664628	255692
BH_Waldrand	59	40	665946	258476	665966	258493

			Schwerpunkt berechnet		Definitives Aufnahmezentrum (korrigiert)	
Untersuchungsgruppe	Aufnahmefläche	ID aus dem GIS	X	Y	X	Y
BH_Waldrand	60	41	663979	257002	663960	256984
BH_Waldrand	61	44	663886	256944	663922	257060
BH_Waldrand	62	53	664967	257819	664805	257789
BH_Waldrand	63	88	665749	259310	665346	259371
BH_Waldrand	64	91	664586	258684	664586	258684
BH_Waldrand	65	102	664024	258390	663992	258369
BH_Waldrand	66	105	664068	257346	664074	257342
BH_Waldrand	67	115	664071	256881	664138	256782
BH_Waldrand	68	120	663252	257646	663252	257646
BH_Waldrand	69	122	664913	258608	664876	258588
BH_Waldrand	70	129	663487	256914	663599	256851
BH_Waldrand	71	164	665539	256771	665667	256699
BH_Waldrand	72	168	662945	257468	662945	257442
BH_Waldrand	73	171	665437	256606	665437	256606
BH_Waldrand	74	172	665605	257639	665753	257784
BH_Waldrand	75	175	662701	257739	662701	257739
BH_Waldrand	76	193	664703	258983	664703	258983
BH_Waldrand	77	196	662852	257339	662843	257338
BH_Waldrand	78	211	664121	256435	664113	256460
nBH_Inneres	79	1	664312	259609	664192	259105
nBH_Inneres	80	31	662744	258720	662603	258576
nBH_Inneres	81	36	662396	258638	662475	258753
nBH_Inneres	82	37	662956	258633	662796	258532
nBH_Inneres	83	40	663212	258585	663212	258585
nBH_Inneres	84	48	662949	258424	662949	258424
nBH_Inneres	85	80	663739	257569	663744	257582
nBH_Inneres	86	82	663819	257511	663819	257511
nBH_Inneres	87	92	665321	257298	665321	257298
nBH_Inneres	88	95	664600	257316	664534	257322
nBH_Inneres	89	104	664196	257196	664216	257299
nBH_Inneres	90	108	664551	257046	664539	257013
nBH_Inneres	91	110	663753	257072	663751	257072
nBH_Inneres	92	116	663505	256968	663582	257098
nBH_Inneres	93	149	664504	256336	664607	256340
nBH_Inneres	94	152	664174	256283	664203	256437
nBH_Inneres	95	154	664297	256116	664297	256116
nBH_Inneres	96	156	665285	256083	665285	256083
nBH_Inneres	97	157	665108	256120	665108	256120
nBH_Inneres	98	174	665752	255696	665818	255690
nBH_Inneres	99	177	664990	255622	664990	255622

			Schwerpunkt berechnet		Definitives Aufnahmezentrum (korrigiert)	
Untersuchungsgruppe	Aufnahmefläche	ID aus dem GIS	X	Y	X	Y
nBH_Inneres	100	191	664193	255474	664212	255389
nBH_Strassen	101	1	662619	259538	663704	259213
nBH_Strassen	102	28	664634	258784	664308	258745
nBH_Strassen	103	32	662426	258713	662426	258713
nBH_Strassen	104	33	662524	258628	662524	258628
nBH_Strassen	105	36	663105	258686	663295	258657
nBH_Strassen	106	42	662707	258467	662707	258467
nBH_Strassen	107	71	665296	257581	665323	257629
nBH_Strassen	108	73	665274	257663	665249	257769
nBH_Strassen	109	82	663245	257440	662995	257392
nBH_Strassen	110	84	664605	257278	664608	257208
nBH_Strassen	111	93	665286	257283	665239	257441
nBH_Strassen	112	95	664277	257231	664283	257229
nBH_Strassen	113	97	665129	257168	665134	257190
nBH_Strassen	114	103	663657	257127	663706	257067
nBH_Strassen	115	132	665039	256722	665039	256722
nBH_Strassen	116	136	665041	256584	665029	256600
nBH_Strassen	117	137	665172	256116	665179	256116
nBH_Strassen	118	138	665117	256562	665040	256340
nBH_Strassen	119	139	665154	256617	665254	256514
nBH_Strassen	120	154	664485	256274	664397	256280
nBH_Strassen	121	156	664498	256221	664552	256263
nBH_Strassen	122	171	665516	255626	665585	255709
nBH_Waldrand	123	1	663344	259518	664061	259599
nBH_Waldrand	124	15	663632	258885	663624	258874
nBH_Waldrand	125	17	663358	258631	663363	258672
nBH_Waldrand	126	19	664359	258714	664359	258714
nBH_Waldrand	127	21	664116	258671	664146	258694
nBH_Waldrand	128	38	665393	257943	665272	257916
nBH_Waldrand	129	41	663661	257924	663581	258096
nBH_Waldrand	130	45	664075	257754	664077	257752
nBH_Waldrand	131	46	664684	257734	664684	257734
nBH_Waldrand	132	49	664485	257600	664485	257600
nBH_Waldrand	133	50	663080	257612	663342	257670
nBH_Waldrand	134	51	662949	257555	662778	257783
nBH_Waldrand	135	67	665657	256911	665653	256909
nBH_Waldrand	136	69	663045	256922	663841	257484
nBH_Waldrand	137	71	663825	256786	664089	257092
nBH_Waldrand	138	73	664138	256829	664101	256664
nBH_Waldrand	139	77	665490	256724	665495	256716

			Schwerpunkt berechnet		Definitives Aufnahmezentrum (korrigiert)	
Untersuchungsgruppe	Aufnahmefläche	ID aus dem GIS	X	Y	X	Y
nBH_Waldrand	140	79	665473	256514	665472	256542
nBH_Waldrand	141	88	664598	255757	664598	255757
nBH_Waldrand	142	89	664684	255590	664684	255590
nBH_Waldrand	143	92	663998	255564	663991	255570
nBH_Waldrand	144	95	662931	255021	663132	254637

Tabelle A 2 Koordinaten der Stichprobenzentren.

Anm. Flächenschwerpunkt aus dem GIS (Kapitel 3.3.2.1) als und gemäss Methodenbeschreibung (Kapitel 3.3.2.2) das definitive Aufnahmezentrum.

Hochrechnungen auf den Wirtschaftswald Baden

BIRKE							
STÄRKKLASSEN	BIS 8 CM		8 - 24 CM		AB 24 CM		TOTAL ANZAHL
	NBH	BH	NBH	BH	NBH	BH	
INNEN	12	22	5	1	3	0	43
STRASSE	0	6	8	3	4	0	21
RAND	0	3	8	1	9	0	21
TOTAL ANZAHL	12	31	21	5	16	0	85
ASPE							
STÄRKKLASSEN	BIS 8 CM		8 - 24 CM		AB 24 CM		TOTAL ANZAHL
	NBH	BH	NBH	BH	NBH	BH	
INNEN	4	3	0	1	0	1	9
STRASSE	39	0	10	1	4	0	54
RAND	0	0	1	0	0	1	2
TOTAL ANZAHL	43	3	11	2	4	2	65
WEIDE							
STÄRKKLASSEN	BIS 8 CM		8 - 24 CM		AB 24 CM		TOTAL ANZAHL
	NBH	BH	NBH	BH	NBH	BH	
INNEN	0	1	0	5	0	0	6
STRASSE	2	3	11	9	0	1	26
RAND	0	0	1	5	1	0	7
TOTAL ANZAHL	2	4	12	19	1	1	39
TOTAL ANZAHL PIONIERE AUFGENOMMEN							189

Tabelle A 3 Detaillierte, absolute Aufnahmezahlen der Pionierbäume im Wirtschaftswald.

Anm. Die absoluten Individuenzahlen in dieser Tabelle beziehen sich auf die Summe aller Probeflächen, d.h. auf 10.08 ha. Die Aufnahmedaten wurden in die Entwicklungsstufen und Lagen der Probeflächen unterteilt sowie in Stärkeklassen der einzelnen aufgenommenen Baumindividuen gemäss den im Betriebsplan verwendeten Stärkeklassen (SCHOOP et al. 2011).

BIRKE								
STÄRKEKLASSEN	BIS 8 CM		8 - 24 CM		AB 24 CM		TOTAL	Ø PRO HA
	NBH	BH	NBH	BH	NBH	BH		
INNEN	705.07	882.47	293.78	40.11	176.27	0.00	2097.69	12.51
STRASSE	0.00	376.53	523.37	188.27	261.69	0.00	1349.85	6.21
RAND	0.00	111.71	163.65	37.24	184.11	0.00	496.70	5.07
TOTAL	705.07	1370.71	980.80	265.61	622.06	0.00	3944.25	
Ø ANZAHL PRO HA	2.87	5.77	4.00	1.12	2.54	0.00		8.17
ASPE								
STÄRKEKLASSEN	BIS 8 CM		8 - 24 CM		AB 24 CM		TOTAL	Ø PRO HA
	NBH	BH	NBH	BH	NBH	BH		
INNEN	235.02	120.34	0.00	40.11	0.00	40.11	435.58	2.60
STRASSE	2551.43	0.00	654.21	62.76	261.69	0.00	3530.09	16.23
RAND	0.00	0.00	20.46	0.00	0.00	37.24	57.69	0.59
TOTAL	2786.46	120.34	674.67	102.87	261.69	77.35	4023.36	
Ø ANZAHL PRO HA	11.36	0.51	2.75	0.43	1.07	0.33		8.33
WEIDE								
STÄRKEKLASSEN	BIS 8 CM		8 - 24 CM		AB 24 CM		TOTAL	Ø PRO HA
	NBH	BH	NBH	BH	NBH	BH		
INNEN	0.00	40.11	0.00	200.56	0.00	0.00	240.67	1.43
STRASSE	130.84	188.27	719.64	564.80	0.00	62.76	1666.30	7.66
RAND	0.00	0.00	20.46	186.19	20.46	0.00	227.10	2.32
TOTAL	130.84	228.38	740.09	951.54	20.46	62.76	2134.07	
Ø ANZAHL PRO HA	0.53	0.96	3.02	4.00	0.08	0.26		4.42

Tabelle A 4 Hochrechnungen für den Wirtschaftswald.

Anm. Bei den Zahlen handelt es sich um die Anzahl Pionierbäume. Jede Zahl wurde einzeln auf die ihrer Kategorie entsprechenden Fläche im Wirtschaftswald Baden (total 483.05 ha) hochgerechnet. Für die Berechnung der Durchschnittswerte wurden alle Stärkeklassen der aufgenommenen Pionierbaumarten miteinbezogen. Die Resultate der Durchschnittsberechnungen für Kluppschwellen ab 8 cm und ab 24 cm sind im Resultateteil in Tabelle 22 und Tabelle 23 zusammengestellt.

ASPE								
STÄRKEKLASSEN	BIS 8 CM		8 - 24 CM		AB 24 CM		TOTAL	Ø PRO HA
	NBH	BH	NBH	BH	NBH	BH		
INNEN	235.02	120.34	0.00	40.11	0.00	40.11	435.58	2.60
STRASSE	130.84	0.00	654.21	62.76	261.69	0.00	1109.50	5.10
RAND	0.00	0.00	20.46	0.00	0.00	37.24	57.69	0.59
TOTAL	365.86	120.34	674.67	102.87	261.69	77.35	1602.77	
Ø ANZ. PRO HA	1.49	0.51	2.75	0.43	1.07	0.33		3.32

Tabelle A 5 Hochrechnungen der Aspe für den Wirtschaftswald ohne Ausreisser.

Anm. Die Veränderungen an den Hochrechnungsdaten, welche sich für die Aspe ergeben, wenn anstatt der beiden verjüngungsstarken Flächen im Baumholz an der Strasse der Stärkeklasse bis 8 cm (welche zusammen 39 Individuen ergaben, siehe Tabelle A 3) nur je eine Aspe pro Fläche aufgenommen worden wäre (also insgesamt für diese Kategorie zwei). Obwohl die Gesamtanzahl der Aspen pro ha ungefähr halbiert wurde, veränderte sich in der Aufteilung des Vorkommens wenig, da in den höheren Stärkeklassen ebenfalls im Nicht-Baumholz an der Strasse vermehrt Aspen gefunden wurden.

Naturverjüngung im Wirtschaftswald

	BIRKE		ASPE		WEIDE	
STÄRKEKLASSE	BIS 4 CM		BIS 4 CM		BIS 4 CM	
	NBH	BH	NBH	BH	NBH	BH
INNEN	12	19	4	2	0	1
STRASSE	0	2	36	0	0	1
RAND	0	1	0	0	0	0

Tabelle A 6 Absolute Aufnahmezahlen der Pionierbaumverjüngung bis 4 cm BHD im Wirtschaftswald.

Anm. Für diese Auswertung wurden nur diejenigen Pionierbaumindividuen miteinbezogen, welche maximal 4 cm BHD aufweisen und damit zur Verjüngung mit geringer bisheriger Eingriffswahrscheinlichkeit zählen.

	BIRKE		ASPE		WEIDE		TOTAL	Ø ANZAHL PRO HA
STÄRKEKLASSE	BIS 4 CM		BIS 4 CM		BIS 4 CM			
	NBH	BH	NBH	BH	NBH	BH		
INNEN	705.07	762.13	235.02	80.22	0.00	40.11	1822.56	10.87
STRASSE	0.00	125.51	2355.17	0.00	0.00	62.76	2543.43	11.70
RAND	0.00	37.24	0.00	0.00	0.00	0.00	37.24	0.38
TOTAL	705.07	924.88	2590.19	80.22	0.00	102.87		
Ø ANZAHL PRO HA	2.87	3.89	10.56	0.34	0.00	0.43		9.12

Tabelle A 7 Hochrechnungen der Verjüngung von Pionierbäumen bis 4 cm BHD im Wirtschaftswald.

Anm. Diese Zahlen basieren auf den absoluten Aufnahmedaten aus Tabelle A 6 und wurden auf die Wirtschaftswaldfläche von insgesamt 483.05 ha hochgerechnet. Es handelt sich wiederum um Pionierbäume bis 4 cm BHD.

Fragestellung 2 - Welche Stellung nehmen Pioniergehölze in einer Sturmfläche ein?

Vorverjüngung	Aufnahmefläche	Probeflächenzentrum		Hangneigung in Grad	Radius in m mit Hangkorrektur
		X- Koordinate	y- Koordinate		
Ja	1	664800	256300	13	4.9
Ja	2	664900	256300	10.27	4.9
Ja	3	664800	256400	3.99	4.9
Ja	4	664800	256500	8.44	4.9
Ja	5	664600	256700	5.47	4.9
Nein	6	664700	257100	17.25	5.0
Nein	7	664800	257100	19.74	5.0
Nein	8	664900	257300	23	5.1
Nein	9	664800	257400	4.73	4.9
Nein	10	664800	257500	15.6	5.0
Nein	11	664900	257700	16.13	5.0
Ja	12	664700	256500	21.88	5.1
Ja	13	664800	256600	12.57	4.9
Nein	14	664700	256700	5.18	4.9
Nein	15	664600	256800	22.42	5.1
Nein	16	664700	256800	11.41	4.9
Ja	17	664800	256800	9.22	4.9
Nein	18	664700	256900	2.59	4.9
Ja	19	664800	256900	35.49	5.4
Ja	20	664600	257000	4.49	4.9
Nein	21	664700	257000	3.67	4.9
Nein	22	664700	257200	4.44	4.9
Nein	23	664800	257200	3.3	4.9
Ja	24	664700	257300	5.93	4.9
Ja	25	664800	257300	3.97	4.9
Nein	26	664600	257400	7.68	4.9

Tabelle A 8 Koordinaten der Stichprobenzentren und der Radius mit Hangkorrektur, abgeleitet aus der Hangneigung in Grad (aus dem GIS).

Naturverjüngung im Naturwaldreservat

Baumart	Anzahl gefunden bis 4 cm BHD ohne Vv	Anzahl gefunden bis 4 cm BHD Vv	Probefläche mit Vv [ha]	Probefläche ohne Vv [ha]	Anz. Pioniere pro ha inkl. Vv	Anz. Pioniere pro ha ohne Vv
Birke	7	0	1.65	0.825	4.2	8.5
Salweide	3	1	1.65	0.825	2.4	3.6
Aspe	0	0	1.65	0.825	0	0

Tabelle A 9 Berechnungen des Potentials der Naturverjüngung (bis 4 cm BHD) pro ha.

Anm. Es wurden nur aufgenommene Pionierbaumarten bis 4 cm BHD für die Abschätzung des natürlichen Verjüngungspotentials verwendet. Vv= Vorverjüngung (vor Orkan Lothar), Probefläche = Zusammengezählte absolute Aufnahmefläche (22 (mit Vv) respektive 11 (ohne Vv) multipliziert mit der Stichprobenfläche von 75 m²). Aus denselben Gründen wie für die übrigen Untersuchungen zu Fragestellung 2 wurden die Flächen 10, 15, 18 und 19 von den Berechnungen ausgeschlossen (Begründung siehe Kapitel 3.3.3.3). Aspen wurden in den Stichprobenflächen keine gefunden.

Baumart	Anzahl gefunden bis 8 cm BHD ohne Vv	Anzahl gefunden bis 8 cm BHD Vv	Probefläche mit Vv [ha]	Probefläche ohne Vv [ha]	Anz. Pioniere pro ha inkl. Vv	Anz. Pioniere pro ha ohne Vv
Birke	15	1	1.65	0.825	9.7	18.2
Salweide	4	1	1.65	0.825	3.0	4.8
Aspe	0	0	1.65	0.825	0	0

Tabelle A 10 Berechnungen des Potentials der Naturverjüngung (bis 8 cm BHD) pro ha.

Anm. Es wurden nur aufgenommene Pionierbaumarten bis 8 cm BHD für die Abschätzung des natürlichen Verjüngungspotentials verwendet. Vv= Vorverjüngung (vor Orkan Lothar), Probefläche = Zusammengezählte absolute Aufnahmefläche (22 (mit Vv) respektive 11 (ohne Vv) multipliziert mit der Stichprobenfläche von 75 m²). Aus denselben Gründen wie für die übrigen Untersuchungen zu Fragestellung 2 wurden die Flächen 10, 15, 18 und 19 von den Berechnungen ausgeschlossen (Begründung siehe Kapitel 3.3.3.3). Aspen wurden in den Stichprobenflächen keine gefunden.

Anhang B: R-Codes und Outputs

Zufallsstichprobenpunkte pro Untersuchungsgruppe

Untersuchungsgruppe	R-Befehle
Baumholz, Innen	set.seed(17) sample(1:294, 22)
Baumholz, Waldrand	set.seed(17) sample(1:218, 22)
Baumholz, Strasse	set.seed(17) sample(1:314, 22)
Nicht-Baumholz, Innen	set.seed(17) sample(1:198, 22)
Nicht-Baumholz, Waldrand	set.seed(17) sample(1:96, 22)
Nicht-Baumholz, Strasse	set.seed(17) sample(1:177, 22)

Tabelle A 11 R-Code zur Generierung zufälliger Zahlen für die einzelnen Untersuchungsgruppen.

Power-Berechnung

```
dat <- expand.grid(Lage=c("Waldrand", "Strassenrand", "Inneres"), Waldtyp=c("Baumholz", "NichtBaumholz"), Stichprobennummer=c(1,2))
dat$Stichprobennummer <- 1:nrow(dat)
dat$Pionierbaum <- c(0, 2, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 4)

tapply(dat$Pionierbaum, dat$Waldtyp, mean)      # Mittelwert pro Waldtyp
tapply(dat$Pionierbaum, dat$Waldtyp, sd)       # Standardabweichung pro Waldtyp
power.t.test(delta=0.3, sd=1.6, power=0.8)

sd(dat$Pionierbaum)                            #overall sd
power.t.test(delta=1, sd=1.2, power=0.8)      # beste Variante -> ergibt ca. 24 Stichproben pro Gruppe, 144 insgesamt
```

Grafik A 1 R-Code zur Power-Abschätzung auf Basis der Probeaufnahmen.

Fragestellung 1 - Wo kommen Pioniergehölze heute im Badener Wald vor?

```

# Vorbereitung der Auswertung
setwd("F:/MASTERARBEIT/Feldaufnahmen")
dat <- read.table("Teil 1_Auswertung_für R.txt",header=TRUE)
str(dat)
library (arm)

# Summe für die Weiden, gruppiert nach den 2 Variablen
tapply(dat$Wei, list(Lage=dat$Lage, Entwicklungsstufe=dat$Entwicklungsstufe), sum)

# Poissonmodell mit den Weidendaten
mod <- glm(Wei~Lage+Entwicklungsstufe+Lage:Entwicklungsstufe,data=dat,family=poisson)
summary (mod)

# Summe über die 3 Baumarten einführen
dat$Summe<-dat$Wei+dat$Asp+dat$Bi

# Poissonmodell für die Summe der 3 Arten und mit Interaktion
mod <- glm(Summe~Lage+Entwicklungsstufe+Lage:Entwicklungsstufe,data=dat,family=poisson)
summary (mod)

# overdispersion korrigieren
dat$obsid <- factor(1:nrow(dat))
mod <- glmer(Summe~Lage+Entwicklungsstufe+Lage:Entwicklungsstufe + (1|obsid),data=dat,family=poisson)
summary (mod)

# Summe über alle 3 Baumarten, gruppiert nach den 2 Variablen
tapply(dat$Summe, list(Lage=dat$Lage, Entwicklungsstufe=dat$Entwicklungsstufe), sum)

# Chi-Quadrat-Test
chisq.test(tapply(dat$Summe, list(Lage=dat$Lage, Entwicklungsstufe=dat$Entwicklungsstufe), sum))

# Package "Political Science Computational Laboraty" laden
library(pscl)

```

Grafik A 2 Erster Teil des R-Codes für die Auswertungen der Fragestellung 1.

```

# ZERO-INFLATED MODEL
mod <- zeroinfl(Summe~Lage+Entwicklungsstufe+Lage:Entwicklungsstufe|1, data=dat, dist="poisson")
summary(mod)
plogis(1.3)
mod <- zeroinfl(Summe~Lage+Entwicklungsstufe+Lage:Entwicklungsstufe|1, data=dat, dist="negbin")
# Gegeben Vorkommen, welche Faktoren haben einen Einfluss auf die Häufigkeit?Welche Faktoren haben einen Einfluss auf das Vorkommen/Nicht-Vorkommen?
mod <- zeroinfl(Summe~Lage+Entwicklungsstufe+Lage:Entwicklungsstufe|Lage+Entwicklungsstufe+Lage:Entwicklungsstufe, data=dat, dist="negbin")
summary(mod)
AIC(mod)
# Definitive Modellversion:
mod2 <- zeroinfl(Summe~Lage+Entwicklungsstufe|1, data=dat, dist="negbin")
summary(mod2)
AIC(mod2)

# Erwartungswerte berechnen
mod5 <- zeroinfl(Summe~Lage+Entwicklungsstufe|Lage+Entwicklungsstufe, data=dat, dist="negbin")
summary(mod5)
AIC(mod5)
datnew <- expand.grid(Lage=levels(dat$Lage), Entwicklungsstufe=levels(dat$Entwicklungsstufe))
predict(mod5, type="response")
datnew$count <- predict(mod5, type="count", newdata=datnew)
datnew$zero <- predict(mod5, type="zero", newdata=datnew)
datnew$vorkommen <- 1-datnew$zero

# Graphische Darstellung
par(mar=c(5,5,5,5))
xvalues=1:6
plot(xvalues, seq(0,1,length=6), type="n", ylab="", las=1, xlim=c(0.5, 6.5), cex.lab=1.3, xaxt="n", xlab="Untersuchungsgruppen")
axis(1, at=xvalues, labels=paste(datnew$Lage, datnew$Entwicklungsstufe))
segments(xvalues, rep(0, 6), xvalues, datnew$vorkommen, lwd=5, lend="butt", col="cadetblue4")
par(mar=TRUE)
plot(xvalues, seq(0,10,length=6), type="n", ylab="", las=1,xlab="", xlim=c(0.5, 6.5), axes=FALSE, main="Vorkommenswahrscheinlichkeit und Häufigkeit von Pionierbäumen")
points(xvalues, datnew$count, cex=1.5,pch=16, col="orangered2")
axis(4, las=1)
mtext("Häufigkeit bei Vorkommen", side=4, line=2.5, cex=1.3, col="orangered2")
mtext("Vorkommenswahrscheinlichkeit", side=2, col="cadetblue4", cex=1.3, line=3)

```

Grafik A 3 Zweiter Teil des R-Codes für die Auswertungen der Fragestellung 1.

Fragestellung 2 - Welche Stellung nehmen Pioniergehölze in einer Sturmfläche ein?

```
# Vorbereitung der Auswertung
setwd("F:/MASTERARBEIT/Feldaufnahmen")
dat <- read.csv2("Teil_2_Auswertung_für_R.csv",header=TRUE)
str(dat)
library(arm)

# Analyse SOZIALE STELLUNG
mod <- lmer (SozialeStellung~Vorverjüngung+Pionier+Vorverjüngung:Pionier+(1|Baumart)+(1|Stichprobennummer), data=dat)
summary(mod)
qqnorm(resid(mod))
qqline(resid(mod))
plot(fitted(mod), resid(mod))

chisq.test(tapply(dat$SozialeStellung, list(Vorverjüngung=dat$Vorverjüngung, Pionier=dat$Pionier), sum))
tapply(dat$SozialeStellung, list(Vorverjüngung=dat$Vorverjüngung, Pionier=dat$Pionier), sum)

# Einzelne Terme im Modell mittels ANOVA testen
# Interaktion
mod1 <- lmer (SozialeStellung~Vorverjüngung+Pionier+(1|Baumart)+(1|Stichprobennummer), data=dat)
anova(mod, mod1)

# Pionier
mod2 <- lmer (SozialeStellung~Vorverjüngung+(1|Baumart)+(1|Stichprobennummer), data=dat)
anova(mod1, mod2)
summary(mod1)

# Vorverjüngung
mod3 <- lmer (SozialeStellung~Pionier+(1|Baumart)+(1|Stichprobennummer), data=dat)
anova(mod1, mod3)
# es gibt kein Unterschied zwischen Vorverjüngten und nicht vorverjüngten Plots (ist ja wohl auch nicht zu erwarten)
```

Grafik A 4 Erster Teil des R-Codes für die Auswertung der Fragestellung 2.

```

# grafische Darstellung
nsim <- 2000
bsim <- sim(mod, n.sim=nsim)
newdat <- expand.grid(Vorverjüngung=levels(dat$Vorverjüngung), Pionier=levels(dat$Pionier))
b <- fixef(mod)
X <- model.matrix(~Vorverjüngung+Pionier+Vorverjüngung:Pionier, data=newdat)
newdat$pred <- X%*%b
predmat <- matrix(nrow=nrow(newdat), ncol=nsim)
for(i in 1:nsim) predmat[,i] <- X%*%bsim@fixef[i,]
newdat$lower <- apply(predmat, 1, quantile, prob=0.025)
newdat$upper <- apply(predmat, 1, quantile, prob=0.975)
newdat

xvalues <- 1:4
levels(datgraf$Auswertungskategorien)

xvaldatgraf <- c(2,1,4,3)
datgraf$xvalue <- xvaldatgraf[as.numeric(datgraf$Auswertungskategorien)]

plot(jitter(datgraf$xvalue), jitter(datgraf$SozialeStellung), ylim=c(0, 6), las=1, xaxt="n", xlab=NA, ylab="Soziale Stellung",
pch=16, cex=0.8, col=grey(0.5), main=("Mittelwerte der Untersuchungskateogrien mit Vertrauensintervallen"))

axis(1, at=xvalues, labels=c("Vorverj.", "Nicht vorv.", "Vorverj.", "Nicht vorv."))
par(mgp=c(3,2,0))
axis(1, at=c(1.5, 3.5), labels=c("Pionier", "Nicht Pionier"), tck=0)
segments(xvalues, newdat$lower, xvalues, newdat$upper, lwd=4, lend="butt")
points(xvalues, newdat$pred, pch=21, bg="white", cex=1.6)

# Analyse SOZIALE STELLUNG BEZÜGLICH DER WALDGESELLSCHAFTEN
tab<- tapply(dat$SozialeStellung, list(Waldgesellschaft=dat$Waldgesellschaft, Pionier=dat$Pionier), sum)
tab[is.na(tab)] <- 0
chisq.test(tab)

tapply(dat$SozialeStellung, list(Waldgesellschaft=dat$Waldgesellschaft, Pionier=dat$Pionier), sum)
# Einzelne Terme im Modell mittels ANOVA testen
# Interaktion
mod1 <- lmer (SozialeStellung~Waldgesellschaft+Pionier+(1|Baumart)+(1|Stichprobennummer), data=dat)
anova(mod, mod1)

# Pionier
mod2 <- lmer (SozialeStellung~Waldgesellschaft+(1|Baumart)+(1|Stichprobennummer), data=dat)
anova(mod1, mod2)
summary(mod1)

# Waldgesellschaft
mod3 <- lmer (SozialeStellung~Pionier+(1|Baumart)+(1|Stichprobennummer), data=dat)
anova(mod1, mod3)

```

Grafik A 5 Zweiter Teil des R-Codes für die Auswertung der Fragestellung 2.

```

# Analyse ANZAHL PIONIERS
datagg <- aggregate(dat$Pionier, list(Stichprobennummer=dat$Stichprobennummer), function(x) sum(x=="Ja"))
names(datagg)[names(datagg)=="x"] <- "AnzahlPioniere"
datagg$Vorverjüngung <- dat$Vorverjüngung[match(datagg$Stichprobennummer, dat$Stichprobennummer)]

hist(datagg$AnzahlPioniere)
boxplot(AnzahlPioniere~Vorverjüngung, data=datagg, ylab="Anzahl Pioniere", xlab="Vorverjüngung")

# einfacher Wilcoxon-Test
wilcox.test(datagg$AnzahlPioniere[datagg$Vorverjüngung=="Ja"], datagg$AnzahlPioniere[datagg$Vorverjüngung=="Nein"])
# Poissonmodell mit Korrektur für overdispersion:
datagg$obsid <- factor(1:nrow(datagg))
mod <- glmer(AnzahlPioniere~Vorverjüngung+(1|obsid), data=datagg, family=poisson)
summary(mod)

# Analyse BHD
mod <- lmer(BHD~Vorverjüngung+Pionier+Vorverjüngung:Pionier+(1|Baumart)+(1|Stichprobennummer), data=dat)
summary(mod)

qqnorm(resid(mod))
qqline(resid(mod))
plot(fitted(mod), resid(mod))

dat$logBHD <- log(dat$BHD)
mod <- lmer(logBHD~Vorverjüngung+Pionier+Vorverjüngung:Pionier+(1|Baumart)+(1|Stichprobennummer), data=dat)
summary(mod)
qqnorm(resid(mod))
qqline(resid(mod))
plot(fitted(mod), resid(mod))

tapply(dat$BHD, list(Vorverjüngung=dat$Vorverjüngung, Pionier=dat$Pionier), mean)
tapply(dat$BHD, list(Vorverjüngung=dat$Vorverjüngung, Pionier=dat$Pionier), sd)

# Einzelne Terme im Modell mittels ANOVA testen
# Interaktion
mod1 <- lmer(logBHD~Vorverjüngung+Pionier+(1|Baumart)+(1|Stichprobennummer), data=dat)
anova(mod, mod1)

# Pionier
mod2 <- lmer(logBHD~Vorverjüngung+(1|Baumart)+(1|Stichprobennummer), data=dat)
anova(mod1, mod2)
summary(mod1)

# Vorverjüngung
mod3 <- lmer(logBHD~Pionier+(1|Baumart)+(1|Stichprobennummer), data=dat)
anova(mod1, mod3)

```

Grafik A 6 Dritter Teil des R-Codes für die Auswertung der Fragestellung 2.

Outputs

```

Pearson's Chi-squared test

data: tapply(dat$Summe, list(Lage = dat$Lage, Entwicklungsstufe = dat$Entwicklungsstufe), sum)
X-squared = 20.7608, df = 2, p-value = 3.104e-05

```

Grafik A 7 R-Output zum Chi-Quadrat-Test über die Summe der Baumarten Aspe, Birke und Weide. Fragestellung 1.

```

Call:
zeroinfl(formula = Summe ~ Lage + Entwicklungsstufe | 1, data = dat, dist = "negbin")

Pearson residuals:
      Min       1Q   Median       3Q      Max
-0.3561 -0.3560 -0.3476 -0.3190  4.9209

Count model coefficients (negbin with log link):
              Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept)   1.421440   0.518889   2.739 0.00616 **
LageStrasse    0.005272   0.574010   0.009 0.99267
LageWaldrand  -1.044145   0.595679  -1.753 0.07963 .
EntwicklungsstufenBH 0.615117   0.462547   1.330 0.18357
Log(theta)    -0.349077   0.652322  -0.535 0.59256

Zero-inflation model coefficients (binomial with logit link):
              Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept)   0.9118     0.3786   2.408 0.016 *
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Theta = 0.7053
Number of iterations in BFGS optimization: 28
Log-likelihood: -152.7 on 6 Df
> AIC(mod2)
[1] 317.3668

```

Grafik A 8 R-Summary-Output zum "zero-inflated-model".

```

Pearson's Chi-squared test with Yates' continuity correction

data:  tapply(dat$SozialeStellung, list(Vorverjüngung = dat$Vorverjüngung, Pionier = dat$Pionier), sum)
X-squared = 75.6156, df = 1, p-value < 2.2e-16

```

Grafik A 9 Ergebnis des χ^2 -Tests über die soziale Stellung als R-Output. Fragestellung 2.

```

Data: dat
Models:
mod1: SozialeStellung ~ Vorverjüngung + Pionier + (1 | Baumart) + (1 | Stichprobennummer)
mod1: SozialeStellung ~ Vorverjüngung + Pionier + Vorverjüngung:Pionier + (1 | Baumart) + (1 | Stichprobennummer)
Df    AIC    BIC  logLik  Chisq Chi Df Pr(>Chisq)
mod1  6 3158.5 3188.2 -1573.2
mod   7 3159.2 3193.9 -1572.6 1.2443     1    0.2646

```

Grafik A 10 Statistische Überprüfung mittels ANOVA der Interaktion zwischen der Variable Vorverjüngung und der Variable Pionier für die soziale Stellung.

```

Data: dat
Models:
mod2: SozialeStellung ~ Vorverjüngung + (1 | Baumart) + (1 | Stichprobennummer)
mod1: SozialeStellung ~ Vorverjüngung + Pionier + (1 | Baumart) + (1 | Stichprobennummer)
Df    AIC    BIC  logLik  Chisq Chi Df Pr(>Chisq)
mod2  5 3161.4 3186.2 -1575.7
mod1  6 3158.5 3188.2 -1573.2 4.9261     1    0.02645 *
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```

Grafik A 11 Statistische Überprüfung mittels ANOVA der Variable Pionier für die soziale Stellung.

```

Linear mixed model fit by REML
Formula: SozialeStellung ~ Vorverjüngung + Pionier + (1 | Baumart) + (1 | Stichprobennummer)
Data: dat
   AIC   BIC logLik deviance REMLdev
3159 3189 -1574   3146   3147
Random effects:
 Groups           Name          Variance Std.Dev.
Stichprobennummer (Intercept) 0.35059  0.59211
Baumart           (Intercept) 0.59073  0.76859
Residual                             1.09671  1.04724
Number of obs: 1043, groups: Stichprobennummer, 22; Baumart, 20

Fixed effects:
              Estimate Std. Error t value
(Intercept)    3.9126    0.6205   6.305
VorverjüngungNein -0.1205    0.2680  -0.450
PionierNein    -1.4617    0.6271  -2.331

Correlation of Fixed Effects:
      (Intr) VrvrjN
VrvrjüngngN -0.236
PionierNein -0.899  0.022
Warnmeldungen:
1: In abbreviate(rn, minlength = 11) :
   abbreviate mit nicht-ASCII Zeichen genutzt
2: In abbreviate(rn, minlength = 6) :
   abbreviate mit nicht-ASCII Zeichen genutzt

```

Grafik A 12 Zusammenfassende Statistik als R-Output über das lineare gemischte Modell für die soziale Stellung.

```

Data: dat
Models:
mod3: SozialeStellung ~ Pionier + (1 | Baumart) + (1 | Stichprobennummer)
mod1: SozialeStellung ~ Vorverjüngung + Pionier + (1 | Baumart) + (1 |
mod1: Stichprobennummer)
      Df    AIC    BIC logLik Chisq Chi Df Pr(>Chisq)
mod3  5 3156.7 3181.4 -1573.3
mod1  6 3158.5 3188.2 -1573.2 0.1798    1    0.6715

```

Grafik A 13 Statistische Überprüfung mittels ANOVA der Variable Vorverjüngung für die soziale Stellung.

```

Data: dat
Models:
mod1: logBHD ~ Vorverjüngung + Pionier + (1 | Baumart) + (1 | Stichprobennummer)
mod: logBHD ~ Vorverjüngung + Pionier + Vorverjüngung:Pionier + (1 |
mod: Baumart) + (1 | Stichprobennummer)
      Df    AIC    BIC logLik Chisq Chi Df Pr(>Chisq)
mod1  6 2305.6 2335.3 -1146.8
mod   7 2307.4 2342.0 -1146.7 0.2423    1    0.6226

```

Grafik A 14 Statistische Überprüfung mittels ANOVA der Interaktion zwischen der Variable Vorverjüngung und der Variable Pionier für den BHD in cm.

```

Data: dat
Models:
mod2: logBHD ~ Vorverjüngung + (1 | Baumart) + (1 | Stichprobennummer)
mod1: logBHD ~ Vorverjüngung + Pionier + (1 | Baumart) + (1 | Stichprobennummer)
      Df    AIC    BIC logLik Chisq Chi Df Pr(>Chisq)
mod2  5 2307.8 2332.6 -1148.9
mod1  6 2305.6 2335.3 -1146.8 4.1682    1    0.04119 *
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```

Grafik A 15 Statistische Überprüfung mittels ANOVA der Variable Pionier für den BHD in cm.

```

Linear mixed model fit by REML
Formula: logBHD ~ Vorverjüngung + Pionier + (1 | Baumart) + (1 | Stichprobennummer)
Data: dat
   AIC   BIC logLik deviance REMLdev
2309 2338 -1148   2294   2297
Random effects:
Groups      Name      Variance Std.Dev.
Stichprobennummer (Intercept) 0.27839 0.52762
Baumart      (Intercept) 0.17529 0.41868
Residual                    0.48131 0.69377
Number of obs: 1043, groups: Stichprobennummer, 22; Baumart, 20

Fixed effects:
              Estimate Std. Error t value
(Intercept)    2.0424    0.3715   5.497
VorverjüngungNein 0.1521    0.2329   0.653
PionierNein   -0.7583    0.3535  -2.145

Correlation of Fixed Effects:
              (Intr) VrvrjN
VrvrjüngngN -0.331
PionierNein -0.847  0.020
Warnmeldungen:
1: In abbreviate(rn, minlength = 11) :
   abbreviate mit nicht-ASCII Zeichen genutzt
2: In abbreviate(rn, minlength = 6) :
   abbreviate mit nicht-ASCII Zeichen genutzt

```

Grafik A 16 Zusammenfassende Statistik als R-Output über das Lineare gemischte Modell für den BHD in cm

```

Data: dat
Models:
mod3: logBHD ~ Pionier + (1 | Baumart) + (1 | Stichprobennummer)
mod1: logBHD ~ Vorverjüngung + Pionier + (1 | Baumart) + (1 | Stichprobennummer)
      Df    AIC    BIC  logLik  Chisq Chi Df Pr(>Chisq)
mod3  5 2304.0 2328.8 -1147.0
mod1  6 2305.6 2335.3 -1146.8 0.3978    1    0.5282

```

Grafik A 17 Statistische Überprüfung mittels ANOVA der Variable Vorverjüngung für den BHD in cm

```

Wilcoxon rank sum test with continuity correction

data: datagg$AnzahlPioniere[datagg$Vorverjüngung == "Ja"] and datagg$AnzahlPioniere[datagg$Vorverjüngung == "Nein"]
W = 42, p-value = 0.1521
alternative hypothesis: true location shift is not equal to 0

```

Grafik A 18 Der Wilcoxon-Test-Output von R bezüglich der Anzahl Pioniere auf vorverjüngten und auf nicht vorverjüngten Flächen.

```

Data: dat
Models:
mod1: SozialeStellung ~ Waldgesellschaft + Pionier + (1 | Baumart) +
      (1 | Stichprobennummer)
mod: SozialeStellung ~ Waldgesellschaft + Pionier + Waldgesellschaft:Pionier +
      (1 | Baumart) + (1 | Stichprobennummer)
      Df    AIC    BIC  logLik  Chisq Chi Df Pr(>Chisq)
mod1  6 3158.7 3188.4 -1573.3
mod   7 3155.6 3190.3 -1570.8 5.0686    1    0.02436 *
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```

Grafik A 19 Statistische Überprüfung mittels ANOVA der Interaktion zwischen der Variable Vorverjüngung und der Variable Waldgesellschaft für die soziale Stellung.

Anhang C: Berechnungen zur ökonomischen Analyse

Berechnungen zum Sortiment Energieholz

Birke:

1. Ertragsklasse

$$\text{Energieinhalt pro ha und Jahr} = \frac{322 \cdot (82\% \cdot 2800 \text{ kWh})}{65} = 11'374 \text{ kWh}$$

2. Ertragsklasse

$$\text{Energieinhalt pro ha und Jahr} = \frac{242 \cdot (82\% \cdot 2800 \text{ kWh})}{65} = 8548 \text{ kWh}$$

Aspe:

1. Ertragsklasse

$$\text{Energieinhalt pro ha und Jahr} = \frac{322 \cdot (63\% \cdot 2800 \text{ kWh})}{65} = 8739 \text{ kWh}$$

2. Ertragsklasse

$$\text{Energieinhalt pro ha und Jahr} = \frac{242 \cdot (63\% \cdot 2800 \text{ kWh})}{65} = 6568 \text{ kWh}$$

Weide:

1. Ertragsklasse

$$\text{Energieinhalt pro ha und Jahr} = \frac{322 \cdot (56\% \cdot 2800 \text{ kWh})}{65} = 7768 \text{ kWh}$$

2. Ertragsklasse

$$\text{Energieinhalt pro ha und Jahr} = \frac{242 \cdot (56\% \cdot 2800 \text{ kWh})}{65} = 5838 \text{ kWh}$$

Buche (bei mässiger Durchforstung und 130 Jahren Umtriebszeit):

1. Ertragsklasse

$$\text{Energieinhalt pro ha und Jahr} = \frac{1103 \cdot 2800 \text{ kWh}}{130} = 23'757 \text{ kWh}$$

2. Ertragsklasse

$$\text{Energieinhalt pro ha und Jahr} = \frac{916 \cdot 2800 \text{ kWh}}{130} = 19'729 \text{ kWh}$$

				ENERGIEHOLZ							
Baumart	Umtriebszeit [Jahre]	EK	Gesamtleistung [fm/ ha und Umtriebszeit] (SCHÖBER 1987)	rel. Heizwert (Bu= 100) (SCHWEIZER 2012)	Energieinhalt [kWh/fm] (SCHWEIZER 2012)	Energieinhalt pro ha und Umtriebszeit	Energieinhalt pro ha und Jahr	Menge Energieholz [fm/ha und Jahr]	Erlös [Fr./ha und Jahr]	Erlös in [Fr./ha und Umtriebszeit]	Erlös [Fr./Jahr] über kWh verkauft (5Rp./ kWh)
Birke	65	1	322	82	2296	739312	11374	4.95	339.56	22071.17	346.77
		2	242			555632	8548	3.72	255.19	16587.65	260.62
Aspe	65	1	322	63	1764	568008	8739	4.95	339.57	22071.17	215.00
		2	242			426888	6568	3.72	255.21	16587.65	161.58
Weide	65	1	322	56	1568	504896	7768	4.95	339.57	22071.17	166.45
		2	242			379456	5838	3.72	255.20	16587.65	125.10
Buche	130	1	1103	100	2800	3088400	23757	8.48	581.57	75604.03	807.74
		2	916			2564800	19729	7.05	482.97	62786.30	670.79
Fichte	110	1	1324								
		2	1044								

Tabelle A 12 Berechnungsgrundlagen für das Sortiment Energieholz.

Anm. EK= Ertragsklasse. Die Heizwerte und Energieinhalte basieren auf SCHWEIZER (2012) mit Hochrechnungen gemäss Ertragsleistungen von SCHÖBER (1987). Die erntekostenfreien Erlöse beziehen sich in dieser Tabelle – im Gegensatz zu den Erlösberechnungen der Tabelle 34 bis Tabelle 36 – auf die Verwendung des Gesamtbestandes für die Energieholzproduktion. Die Berechnungen für den Erlös via verkauften kWh sind im folgenden Absatz genauer erläutert.

Berechnungen via kWh

Für den Ansatz via verkaufte kWh wird zuerst der Erlös in Fr. pro Jahr (ohne Abzüge der Verarbeitungskosten) berechnet:

$$\text{Erlös ohne Abzüge [Fr. pro Jahr]} = \text{Energieinhalt pro ha und Jahr} \cdot \text{Preis pro kWh}$$

Dann werden die zusätzlichen Verarbeitungskosten (Transport und Hacken) von 16 Fr./Sm³ verrechnet. Dabei muss die Menge Energieholz durch 0.357 fm geteilt werden (1 Sm³ = 0.357 fm), da sich die 16 Fr. auf den Sm³ – Preis beziehen:

$$\begin{aligned} \text{Erlös mit Abzügen [Fr. pro Jahr]} \\ = \text{Erlös ohne Abzüge} - \frac{\text{Menge Energieholz fm pro ha und Jahr}}{0.357 \text{ fm}} \cdot 16 \text{ Fr.} \end{aligned}$$

Für die Berechnung des Deckungsbeitrages via kWh wurde der Erlös mit Abzügen gemäss dem Sortimentsanteil an Energieholz multipliziert, mit den Erlösen der anderen Sortimenten verrechnet und der Gesamtaufwand für die Holzernte abgezogen.

Berechnungen zum Sortiment Industrieholz

			INDUSTRIEHOLZ	
Baumart	Umtriebszeit [Jahre]	Ertragsklasse	Gesamterlös [Fr./ha und Umtriebszeit]	Gesamterlös [Fr./ha und Jahr]
Birke	65	1	14005.07	215.46
		2	10525.55	161.93
Aspe	65	1	14005.07	215.46
		2	10525.55	161.93
Weide	65	1	14005.07	215.46
		2	10525.55	161.93
Buche	130	1	47973.88	369.03
		2	39840.50	306.47
Fichte	110	1	60980.79	554.37
		2	48084.55	437.13

Tabelle A 13 Berechnungsgrundlagen für das Sortiment Industrieholz.

Anm. Die Berechnungen zu den erntekostenfreien Gesamterlösen sind in Kapitel 4.3.2 beschrieben und basieren auf mittleren Industrieholzpreisen von Baden. Für das Laubindustrieholz wird ein Preis von 43.49 Fr./fm und für das Nadelindustrieholz von 46.06 Fr./fm angenommen.

Berechnungen zum Sortiment Stammholz

				STAMMHOLZ	
Baumart	Umtriebszeit [Jahre]	Ertragsklasse	Gesamtleistung an [fm/ha in Umtriebszeit]	Gesamterlös [Fr./ha und Umtriebszeit]	Gesamterlös [Fr./ha und Jahr]
Birke	65	1	322	33248.43	511.51
		2	242	24987.95	384.43
Aspe	65	1	322	33248.43	511.51
		2	242	24987.95	384.43
Weide	65	1	322	33248.43	511.51
		2	242	24987.95	384.43
Buche	130	1	1103	113891.37	876.09
		2	916	94582.50	727.56
Fichte	110	1	1324	109494.80	995.41
		2	1044	86338.80	784.90

Tabelle A 14 Berechnungsgrundlagen für das Sortiment Stammholz.

Anm. Die Berechnungen zu den erntekostenfreien Gesamterlösen sind in Kapitel 4.3.3 beschrieben und basieren auf mittleren Stammholzpreisen von Baden. Für das Laubstammholz wird ein Preis von 103.26 Fr./fm und für das Nadelstammholz von 82.70 Fr./fm angenommen. Die Zahlen in dieser Tabelle stellen primär Zwischenresultate für die Berechnung der Sortimentsanteile und des Deckungsbeitrages und sind deshalb als hypothetisch zu sehen. So wird zum Beispiel in Baden kein Stammholz aus Pioniergehölzen produziert und auch die Annahme für diese Tabelle, dass aus dem gesamten Bestand Stammholz hergestellt werden kann, ist nicht realistisch.

Berechnungen unter Sortimentseinbezug für Baden

Baumart	Umtriebszeit [Jahre]	Ertragsklasse	Sortimentsanteile Baden			Gesamterlös [Fr./ha und Umtriebszeit]	Gesamterlös [Fr./ha und Jahr]
			Energieholz [Anteil]	Industrieholz [Anteil]	Stammholz [Anteil]		
Birke	65	1	0.67	0.33		19385.16	298.23
		2	0.67	0.33		14568.97	224.14
Aspe	65	1	0.67	0.33		19385.16	298.23
		2	0.67	0.33		14568.97	224.14
Weide	65	1	0.67	0.33		19385.16	298.23
		2	0.67	0.33		14568.97	224.14
Buche	130	1	0.56	0.28	0.15	73670.29	566.69
		2	0.56	0.28	0.15	61180.41	470.62
Fichte	110	1		0.54	0.46	83491.29	759.01
		2		0.54	0.46	65834.52	598.50

Tabelle A 15 Sortimentsanteile und Gesamterlösberechnungen.

Anm. Die erntekostenfreien Gesamterlöse werden auf Basis der Sortimentseinteilung gemäss Tabelle 33 und den Sortimentserlösen aus der Tabelle A 12 bis Tabelle A 14 berechnet.

Kostenrechnungen

Baumart	EK	Gesamterlös [Fr./ha und Umtriebszeit]	Gesamterlös [Fr./ha und Jahr]	Vorerträge Derbholz aus Durchforstung [fm/ha u. Umtriebszeit] (SCHÖBER, 1987)	Vorerträge Derbholz aus Durchforstung [fm/ha u. Jahr] (SCHÖBER, 1987)	AUFWAND VORERTRAG	
						Vorertragsaufwand (2. Produktionsstufe) [Fr./ha und Umtriebszeit]	Vorertragsaufwand (2. Produktionsstufe) [Fr./ha und Jahr]
Birke	1	19385.16	298.23	125	1.92	4993.13	76.82
	2	14568.97	224.14	101	1.55	4034.45	62.07
Aspe	1	19385.16	298.23	125	1.92	4993.13	76.82
	2	14568.97	224.14	101	1.55	4034.45	62.07
Weide	1	19385.16	298.23	125	1.92	4993.13	76.82
	2	14568.97	224.14	101	1.55	4034.45	62.07
Buche	1	73670.29	566.69	517	3.98	20651.57	158.86
	2	61180.41	470.62	410	3.15	16377.45	125.98
Fichte	1	83491.29	759.01	559	5.08	22329.26	202.99
	2	65834.52	598.50	131	1.19	5232.80	47.57

Tabelle A 16 Aufwandberechnungen unter Miteinbezug der Vorertragsrechnung.

Anm. EK = Ertragsklasse. Die Vorertragsdaten basieren auf den Tabellen von SCHÖBER (1987). Der daraus berechnete Vorertragsaufwand für die 2. Produktionsstufe basiert auf den durchschnittlichen Aufwand von Baden: 39.95 Fr./m³. Die Zahlen für die Vorerträge können je nach Pflegeregime sehr variieren. Kosten der ersten Produktionsstufe sind nicht miteinbezogen.

				AUFWAND RESTBESTAND		GESAMTAUFWAND	
Baumart	EK	Gesamterlös [Fr./ha und Umtriebszeit]	Gesamterlös [Fr./ha und Jahr]	Holzertrag Restbestand [fm/ha u. Umtriebszeit] (SCHOBER, 1987)	Holzertragsaufwand Restbestand (2. Produktionsstufe) [Fr./ha und Umtriebszeit]	Gesamtaufwand Restbestand (2. Produktionsstufe) [Fr./ha und Umtriebszeit]	Gesamtaufwand (2. Produktionsstufe) [Fr./ha und Jahr]
Birke	1	19385.16	298.23	197	7869.17	12862.29	197.88
	2	14568.97	224.14	141	5632.25	9666.69	148.72
Aspe	1	19385.16	298.23	197	7869.17	12862.29	197.88
	2	14568.97	224.14	141	5632.25	9666.69	148.72
Weide	1	19385.16	298.23	197	7869.17	12862.29	197.88
	2	14568.97	224.14	141	5632.25	9666.69	148.72
Buche	1	73670.29	566.69	586	23407.77	44059.34	338.92
	2	61180.41	470.62	506	20212.17	36589.62	281.46
Fichte	1	83491.29	759.01	765	30557.93	52887.18	480.79
	2	65834.52	598.50	913	36469.79	41702.58	379.11

Tabelle A 17 Aufwandsberechnungen.

Anm. EK = Ertragsklasse. Die Spalten unter „Aufwand Restbestand“ beziehen sich auf die Vorertragsnutzung gemäss SCHOBER (1987). Die Spalten unter dem „Gesamtaufwand“ betreffen die Nutzung der Gesamtwuchsleistungen mit mittleren Kosten der zweiten Produktionsstufe für Baden gerechnet: 39.95 Fr./m³. Kosten der ersten Produktionsstufe sind nicht miteinbezogen.

Baumart	Umtriebszeit [Jahre]	EK	Gesamterlös [Fr./ha und Umtriebszeit]	Gesamterlös [Fr./ha und Jahr]	Gesamtaufwand (2. Produktionsstufe) [Fr./ha und Umtriebszeit]	Gesamtaufwand (2. Produktionsstufe) [Fr./ha und Jahr]	Deckungsbeitrag [Fr./ha und Umtriebszeit]	Deckungsbeitrag [Fr./ha und Jahr]
Birke	65	1	19385.16	298.23	12862.29	197.88	6522.87	100.35
		2	14568.97	224.14	9666.69	148.72	4902.28	75.42
Aspe	65	1	19385.16	298.23	12862.29	197.88	6522.87	100.35
		2	14568.97	224.14	9666.69	148.72	4902.28	75.42
Weide	65	1	19385.16	298.23	12862.29	197.88	6522.87	100.35
		2	14568.97	224.14	9666.69	148.72	4902.28	75.42
Buche	130	1	73670.29	566.69	44059.34	338.92	29610.96	227.78
		2	61180.41	470.62	36589.62	281.46	24590.79	189.16
Fichte	110	1	83491.29	759.01	52887.18	480.79	30604.11	278.22
		2	65834.52	598.50	41702.58	379.11	24131.94	219.38

Tabelle A 18 Deckungsbeitragsberechnungen aus Gesamterlösen und Gesamtaufwänden.

Anm. EK = Ertragsklasse. Die Zahlen zum Gesamterlös stammen aus Tabelle A 15. Diejenigen zum Gesamtaufwand aus Tabelle A 17. Erntekostenfreier Gesamterlös abzüglich Gesamtaufwand ergibt den Deckungsbeitrag.

Berechnungen zur Sensitivitätsanalyse

Die Zahlen in schwarz sind die für das Grundmodell festgelegten Werte. Grüne Zahlen beziehen sich auf positive Deckungsbeiträge, rote auf negative. Die Diskussion der Sensitivitätsanalyse wird in Kapitel 4.3.5 geführt.

Untersch. HOLZERNTKOSTEN							
		Deckungsbeitrag in Fr. pro ha und Jahr bei unterschiedlichen Holzerntekosten					
Baumart	Ertragsklasse	30 Fr.	39.95 Fr.	45 Fr.	50 Fr.	60 Fr.	101.56 Fr.
Birke	1	149.62	100.35	75.31	50.54	1.00	-204.87
	2	112.45	75.42	56.60	37.98	0.75	-153.97
Aspe	1	149.62	100.35	75.31	50.54	1.00	-204.87
	2	112.45	75.42	56.60	37.98	0.75	-153.97
Weide	1	149.62	100.35	75.31	50.54	1.00	-204.87
	2	112.45	75.42	56.60	37.98	0.75	-153.97
Buche	1	312.16	227.78	184.89	142.46	57.62	-294.99
	2	259.23	189.16	153.54	118.31	47.85	-244.97
Fichte	1	397.92	278.22	217.38	157.19	36.83	-463.38
	2	313.77	219.38	171.40	123.95	29.04	-365.38

Tabelle A 19 Resultate der Sensitivitätsanalyse zu unterschiedlichen Holzerntekosten.

Anm. Die Holzerntekosten von 30 Fr. bis und mit 60 Fr. stellen Szenarien für Holzerntekosten der zweiten Produktionsstufe dar. Würde man die mittleren Produktionskosten der ersten Produktionsstufe von Baden (61.61 Fr./fm (STADTFORSTAMT BADEN 2012)) miteinbeziehen, so entstünden die in der letzten Spalte (Gesamtkosten 101.56 Fr./fm) stehenden negativen Deckungsbeiträge.

Unterschiedliche Industrieholzpreise Laubholz							
		Deckungsbeitrag in Fr. pro ha und Jahr bei unterschiedlichen Industrielaubholzpreisen					
Baumart	Ertragsklasse	35 Fr.	43.5 Fr.	40 Fr.	50 Fr.	60 Fr.	
Birke	1	86.34	100.35	94.59	111.08	127.58	
	2	64.89	75.42	71.09	83.49	95.88	
Aspe	1	86.34	100.35	94.59	111.08	127.58	
	2	64.89	75.42	71.09	83.49	95.88	
Weide	1	86.34	100.35	94.59	111.08	127.58	
	2	64.89	75.42	71.09	83.49	95.88	
Buche	1	207.45	227.78	219.42	243.34	267.27	
	2	172.28	189.16	182.22	202.09	221.96	
Fichte	1	278.22	278.22	278.22	278.22	278.22	
	2	219.38	219.38	219.38	219.38	219.38	

Tabelle A 20 Resultate der Sensitivitätsanalyse zu unterschiedlichen Industrielaubholzpreisen.

Untersch. ENERGIEHOLZPREISE

Deckungsbeitrag in Fr. pro ha und Jahr bei unterschiedlichen Energieholzpreisen						
Baumart	Ertrags- klasse	40 Fr.	50 Fr.	60 Fr.	68.54 Fr.	80 Fr.
Birke	1	6.04	39.08	72.12	100.35	138.20
	2	4.54	29.37	54.20	75.42	103.87
Aspe	1	6.04	39.08	72.12	100.35	138.20
	2	4.54	29.37	54.20	75.42	103.87
Weide	1	6.04	39.08	72.12	100.35	138.20
	2	4.54	29.37	54.20	75.42	103.87
Buche	1	90.94	138.88	186.82	227.78	282.69
	2	75.52	115.33	155.15	189.16	234.77
Fichte	1	278.22	278.22	278.22	278.22	278.22
	2	219.38	219.38	219.38	219.38	219.38

Tabelle A 21 Resultate der Sensitivitätsanalyse zu unterschiedlichen Energieholzpreisen.

Untersch. GESAMTZUWACHSZAHLN DER PIONIERE

Deckungsbeitrag in Fr. pro ha und Jahr bei unterschiedlichen Gesamtzuwächsen der Pioniere			
Baumart	Ertragsklasse	322/242 (SCHÖBER 1987)	568/455 (BÖSCH 2001)
Birke	1	100.35	177.25
	2	75.42	141.80
Aspe	1	100.35	177.25
	2	75.42	141.80
Weide	1	100.35	177.25
	2	75.42	141.80
Buche	1	227.78	227.78
	2	189.16	189.16
Fichte	1	278.22	278.22
	2	219.38	219.38

Tabelle A 22 Resultate der Sensitivitätsanalyse zu unterschiedlichen Gesamtzuwachszahlen.

Energieholz berechnet ÜBER DIE ERLÖSE PRO KWH

		Deckungsbeitrag in Fr. pro ha und Jahr bei unterschiedlichen Schnitzelholzpreisen		
Baumart	Ertragsklasse	via fm berechnet	5 Rp./Kwh	6 Rp./kWh
Birke	1	100.35	105.16	181.03
	2	75.42	79.04	136.05
Aspe	1	100.35	17.27	75.56
	2	75.42	12.98	56.79
Weide	1	100.35	-15.11	36.70
	2	75.42	-11.36	27.58
Buche	1	227.78	355.56	489.79
	2	189.16	295.28	406.75
Fichte	1	278.22	278.22	278.22
	2	219.38	219.38	219.38

Tabelle A 23 Resultate der Sensitivitätsanalyse zu unterschiedlichen Energieholzerlös-Berechnungen.

Mit und ohne Verwertung der VORERTRÄGE

		Deckungsbeitrag in Fr. pro ha und Jahr bei unterschiedlicher Vorertragsnutzung (immer mit Aufwandskosten)	
Baumart	Ertragsklasse	mit Vorertragsnutzung	ohne Vorertragsnutzung
Birke	1	100.35	-31.46
	2	75.42	-31.09
Aspe	1	100.35	-31.46
	2	75.42	-31.09
Weide	1	100.35	-31.46
	2	75.42	-31.09
Buche	1	227.78	-44.82
	2	189.16	-27.02
Fichte	1	278.22	-70.11
	2	219.38	137.75

Tabelle A 24 Resultate der Sensitivitätsanalyse zu unterschiedlicher Vorertragsnutzung.

Anhang D: Fragebogen und Antworten

Anfangs Dezember wurden den Förstern im Forstkreis 2 Baden – Zurzach per E-Mail ein Fragebogen zu den Erfahrungen und der Einstellung gegenüber Pionierbaumarten verschickt. Drei Förster haben diese Fragen beantwortet. Diese Antworten wurden zusammengetragen und nachfolgend unter den Fragen rot hervorgehoben.

1. Wie gehen Sie mit Pionierbaumarten um? (Bitte zutreffendes unterstreichen.)
 - Ich fördere sie gezielt. (zweifache Nennung)
 - Ich entferne sie systematisch (keine Nennung)
 - Ich habe eine andere Strategie: „Wir lassen sie mitlaufen oder fördern sie je nach Standort gezielt.“
2. Warum pflegen Sie mit dieser Methode? (waldbauliche, ökologische, ökonomische Gründe...?)
 - „aus waldbaulichen Gründen“
 - „Biodiversität“
 - „Waldbaulich: Verjüngung mit Vorbau unter Schirm, ökologisch: für Artenvielfalt, ökonomisch: unnötige Arbeit/Kosten sparen, Erholungsfunktion: schöne Waldbilder/Erlebnisse (Birken und Aspen)“
3. Haben Sie Erfahrungen gemacht in welchen Baumartenmischungen Pioniere gut oder gar nicht funktionieren - welche?
 - „Einzelmischung funktioniert. Wichtig ist die Dokumentation.“
 - „keine speziellen Erfahrungen gemacht“
 - „Birken in Reinbestand sind ohne DF Schneedruck gefährdet. Bei Artenmischungen sind die wichtigen Faktoren die Art, die Menge und der Standort (Licht und Konkurrenzfähigkeit).“
4. Wenn Sie Pionierbaumarten fördern (würden), dann nach welchem Muster? (gewisse Standorte, entlang von Strassen, Waldrändern, im Waldesinnern, Bestandesgrenzen...?)
 - „Dort wo sie vorhanden sind. Es sind ja wenige. Darum kann keine räumliche Selektion vorgenommen werden.“
 - „Dort wo sie selber wachsen, an Waldrändern, aber auch im Bestandesinneren beigemischt sehr wertvoll.“
 - „Speziell entlang Strassen, in Waldrändern und als Vorbau für Lä, Fö, Fi, auf 7c oder ähnlich...“
5. Welche Sortimenten erzielen Sie mit dem anfallenden Holz der Pionierbaumarten? (Bitte zutreffendes unterstreichen.)
 - Energieholz (zweifache Nennung)
 - Industrieholz (keine Nennung)
 - Stammholz (selten)
 - Bemerkungen: „Bis jetzt noch wenig Erfahrung mit der Verwertung“; „Primär: liegen lassen für Bodenpflege.“
6. Welches sind für Sie die drei wichtigsten Vor- und Nachteile dieser Baumarten?

Vorteile

 - „Damit es in Zukunft diese Baumarten noch gibt“
 - „Artenvielfalt/Biodiversität“ (zweifache Nennung)
 - „Positiver Beitrag zum Image vom Wald“
 - „Vorbau“
 - „Bodenabdeckung“

Nachteile

 - „Brauchen grosse Aufmerksamkeit (Pflege)“
 - „Müssen im rechten Moment entfernt werden“
 - „Teilweise sehr konkurrenzstark“
7. Bemerkungen? :

Anhang E: Detaillierte Beschreibung Waldtagfalter

Grosser Schillerfalter (*Apatura iris*)

Der Grosse Schillerfalter bewohnt Laub- und Mischwälder der ganzen Schweiz bis 1500 m ü. M., sofern die entsprechenden Raupenfrasspflanzen vorhanden sind (DUŠEJ et al. 2011b). Die Raupenfrasspflanze des Grossen Schillerfalters ist die Salweide (*Salix caprea*). Nur selten weichen Raupen auf andere Weidenarten oder Pappeln aus. Die Weibchen legen ihre Eier bevorzugt an Salweiden in luftfeuchten Lagen ab – Einzelbäume oder starke Besonnung werden gemieden. Nur das Männchen schillert in prächtigem blau. Das Weibchen ist schwarz bis bräunlich. Beide Geschlechter sind im Stande grosse Strecken zurückzulegen und treten nur vereinzelt auf. Vormittags saugen die männlichen Falter an warmen, feuchten Erdstellen, Exkrementen oder toten Tieren. Nachmittags halten sie sich zusammen mit den Weibchen in den Kronen alter Bäume auf, wo auch die Paarung stattfindet (LEPIDOPTEROLOGEN-ARBEITSGRUPPE 1994). Das Erhalten markanter Einzelbäume – vor allem Eichen – stellt also ein wichtiger Faktor für die Habitatstruktur des Grossen und Kleinen Schillerfalters dar, fehlen solche Bäume, gilt das Habitat als nicht mehr attraktiv für diese Falter (HOFMANN 2006).

Kleiner Schillerfalter (*Apatura ilia*)

Der Kleine Schillerfalter ist seinem „grossen Bruder“ sehr ähnlich – ist jedoch auf etwas mehr Wärme angewiesen und hält sich gerne in Flussnähe respektive Auenwäldern und tieferen Lagen auf (in der ganzen Schweiz bis 700 m ü. M.). In der Südschweiz ist er häufiger und es dominiert die rotschimmernde Variante. Die Raupen des Kleinen Schillerfalters ernähren sich von der Aspe (*Populus tremula*), der Schwarzpappel (*Populus nigra*) und der Pyramidenpappel (*Populus nigra* var. *italica*). Nur ausnahmsweise fressen sie auch Weiden (DUŠEJ et al. 2011a).

Komplexe Mikrostrukturen, nicht wie teilweise bei anderen Schmetterlingen Pigmente, sorgen für das prächtige Farbspektakel auf den Flügeln des Kleinen Schillerfalters (HAN et al. 2008).

Grosser Eisvogel (*Limenitis populi*)

Raupen des Grossen Eisvogels sind auf Aspen (*Populus tremula*), möglicherweise auch Schwarzpappel (*Populus nigra*), als Frasspflanze angewiesen. Der Grosse Eisvogel bewohnt deshalb lokal nur Mischwälder mit grösseren Aspen-Gruppen in Waldrandnähe (DUŠEJ et al. 2011a; DUŠEJ et al. 2011b). Die Weibchen legen ihre Eier bevorzugt auf Bäume oder grössere Büsche im Halbschatten entlang luftfeuchter, in der ersten Julihälfte selten befahrenen Waldwege oder Lichtungen. Direkte Abendsonneneinstrahlung wird gemieden. Für die Balz zeigen erste Beobachtungen, dass diese auf vorherrschenden Bäumen stattfindet – es sind jedoch noch weitere Untersuchungen nötig um diese Aussage zu bekräftigen (FÜLDNER 1997). Er zählt zu den grössten einheimischen Tagfaltern und tritt meist in kleiner Zahl auf, ist aber in der Südschweiz etwas häufiger anzutreffen (DUŠEJ et al. 2011a).

Im Gegensatz zu anderen Tagfalterarten, jedoch wie einige andere Waldtagfalterarten, besucht der Grosse Eisvogel nie Blüten. Die Männchen „saugen an Tierexkrementen, Urin und Schweiß“ und die Weibchen ernähren sich von Ausscheidungen der Blattläuse und Baumsäften (FÜLDNER 1997). Den Grossteil ihres Lebens verbringen beide Geschlechter in den Baumkronen und sind darum schwierig zu beobachten.

Die Hauptfeinde der Eier und Raupen stellen im Sommer die Ameisen dar. Im Winter hingegen können Meisen überwinterte Raupen stark dezimieren, besonders in Gebieten wo die Meisenpopulation durch künstliche Nisthilfen oder Zufütterung erhöht ist (FÜLDNER 1997). Eine Gefährdung der Population des Grossen Eisvogels und des Kleinen Schillerfalters auf Grund der dickeren Hybridpappelblätter als Nahrungsfalle für die Raupen dieser beiden Arten existiert nicht. Die Diskussion beruht auf einem Missverständnis respektive auf einer Missinterpretation, welche ROTACH (2001) ausführlich beschreibt.

Trauermantel (*Nymphalis antiopa*)

Der Trauermantel besiedelt Laub- und Mischwälder der ganzen Schweiz bis in Höhen über 2000 m. ü. M., in der Südschweiz tritt er am häufigsten auf (DUŠEJ et al. 2011a). Die Raupenfrasspflanze kann variieren, bevorzugt werden die Salweide (*Salix caprea*), die Aspe (*Populus tremula*), die Birke (*Betula* sp.) und seltener die Ulme (*Ulmus* sp.) oder andere Baumarten. Wobei von Schmetterlingsexperten gefundene Trauermantelraupen in der Nordwestschweiz kaum an anderen Pflanzen wie der Salweide gefunden wurden (DUŠEJ G., persönliche Mitteilung, 9.1.2013). Die Populationen weisen starke jährliche Fluktuationen auf (DUŠEJ et al. 2011a).

Grosser Fuchs (*Nymphalis polychloros*)

Der Grosse Fuchs ist in ähnlichen Lebensräumen wie der Trauermantel anzutreffen, jedoch sagen ihm auch Pärke und Obstgärten zu – er ist häufiger anzutreffen als der Trauermantel (DUŠEJ et al. 2011a). Als Raupenfrasspflanzen dienen dem Grossen Fuchs die Salweide (*Salix caprea*), die Süsskirsche (*Prunus avium*), die Ulme (*Ulmus* sp.), die Aspe (*Populus tremula*) und gelegentlich ungespritzte Obstbäume. Im Frühling ernährt sich der Falter von Blüten, im Sommer von faulenden Früchten und Baumsäften.

Anhang F: Detaillierte Artenlisten

Diese Listen sind aus der Literatur zusammengetragen, mit welcher für die Erstellung dieser Masterarbeit gearbeitet wurde und erheben mitnichten Ansprüche auf Vollständigkeit.

Schmetterlinge

Birke

Art (wissenschaftlicher Name)	nachgewiesener Wirt	Bemerkungen	Quelle
<i>Achlya flavicornis</i>	<i>Betula sp.</i>	England, Deutschland	(ATKINSON 1992), (HACKER 2000)
<i>Acleris logiana</i>	<i>Betula sp.</i>	England	(ATKINSON 1992)
<i>Acleris notana</i>	<i>Betula sp.</i>	England	(ATKINSON 1992)
<i>Acleris upupana</i>	<i>Betula sp.</i>	England	(ATKINSON 1992)
<i>Anacamptis blattariella</i>	<i>Betula sp.</i>	England	(ATKINSON 1992)
<i>Aporia crataegi</i>	<i>Betula pendula</i>		(LEDER 1992), (LEPIDOPTEROLAGEN-ARBEITSGRUPPE 1994)
<i>Apotomis betuletana</i>	<i>Betula sp.</i>	England	(ATKINSON 1992)
<i>Apotomis soroculana</i>	<i>Betula sp.</i>	England	(ATKINSON 1992)
<i>Apotomis turbidana</i>	<i>Betula sp.</i>	England	(ATKINSON 1992)
<i>Archiearis parthenias</i>	<i>Betula sp.</i>	England	(ATKINSON 1992)
<i>Argyresthia brockeella</i>	<i>Betula sp.</i>	England	(ATKINSON 1992)
<i>Argyresthia geodartella</i>	<i>Betula sp.</i>	England	(ATKINSON 1992)
<i>Argyresthia retinella</i>	<i>Betula sp.</i>	England	(ATKINSON 1992)
<i>Atemelia torquatella</i>	<i>Betula sp.</i>	England	(ATKINSON 1992)
<i>Biston betularia</i>	<i>Betula sp.</i>	Raupenfrasspflanze	(KOCH 1988)
<i>Boarmia repandata</i>	<i>Betula sp.</i>	Raupenfrasspflanze	(KOCH 1988)
<i>Brachionycha nubeculosa</i>	<i>Betula sp.</i>	England	(ATKINSON 1992)
<i>Cabera pusaria</i>	<i>Betula sp.</i>	Raupenfrasspflanze	(KOCH 1988)
<i>Caloptilia betulicola</i>	<i>Betula sp.</i>	England	(ATKINSON 1992)
<i>Caloptilia populetorum</i>	<i>Betula sp.</i>	England	(ATKINSON 1992)
<i>Celama centonalis</i>	<i>Betula sp.</i>	Raupenfrasspflanze	(KOCH 1988)
<i>Cerura sp.</i>	<i>Betula sp.</i>	Raupenfrasspflanze	(KOCH 1988)
<i>Cochylis nana</i>	<i>Betula sp.</i>	England	(ATKINSON 1992)
<i>Coleophora alnifoliae</i>	<i>Betula sp.</i>	England	(ATKINSON 1992)
<i>Coleophora fuscocuprella</i>	<i>Betula sp.</i>	England	(ATKINSON 1992)
<i>Coleophora ibipennella</i>	<i>Betula sp.</i>	England	(ATKINSON 1992)
<i>Coleophora orbitella</i>	<i>Betula sp.</i>	England	(ATKINSON 1992)
<i>Cyclophora albipunctata</i>	<i>Betula sp.</i>	England	(ATKINSON 1992)
<i>Dasychira pudibunda</i>	<i>Betula sp.</i>	Raupenfrasspflanze	(KOCH 1988)
<i>Drepana falcataria</i>	<i>Betula sp.</i>	England	(ATKINSON 1992)
<i>Ectoedaemia mediofasciella</i>	<i>Betula sp.</i>	England	(ATKINSON 1992)
<i>Ectoedaemia argentipedella</i>	<i>Betula sp.</i>	England	(ATKINSON 1992)
<i>Enargia paleacea</i>	<i>Betula sp.</i>	Raupenfrasspflanze	(KOCH 1988)
<i>Endromis versicolora</i>	<i>Betula pendula</i>	Deutschland	(HACKER 2000)
<i>Epinotia brunnichana</i>	<i>Betula sp.</i>	England	(ATKINSON 1992)
<i>Epinotia bilulana</i>	<i>Betula sp.</i>	England	(ATKINSON 1992)
<i>Epinotia ramella</i>	<i>Betula sp.</i>	England	(ATKINSON 1992)
<i>Epinotia solandriana</i>	<i>Betula sp.</i>	England	(ATKINSON 1992)
<i>Epinotia stroemiana</i>	<i>Betula sp.</i>	England	(ATKINSON 1992)
<i>Epinotia tetraquetra</i>	<i>Betula sp.</i>	England	(ATKINSON 1992)
<i>Epinotia trigonella</i>	<i>Betula sp.</i>	England	(ATKINSON 1992)
<i>Eriocrania haworthi</i>	<i>Betula sp.</i>	England	(ATKINSON 1992)
<i>Eriocrania salopiella</i>	<i>Betula sp.</i>	England	(ATKINSON 1992)
<i>Eriocrania sangii</i>	<i>Betula sp.</i>	England	(ATKINSON 1992)
<i>Eriocrania semipurpurella</i>	<i>Betula sp.</i>	England	(ATKINSON 1992)
<i>Eriocrania sparmannella</i>	<i>Betula sp.</i>	England	(ATKINSON 1992)

Art (wissenschaftlicher Name)	nachgewiesener Wirt	Bemerkungen	Quelle
<i>Eriocrania unimaculella</i>	<i>Betula sp.</i>	England	(ATKINSON 1992)
<i>Eriogaster lanestris</i>	<i>Betula sp.</i>	Raupenfrasspflanze	(KOCH 1988)
<i>Eutromula diana</i>	<i>Betula sp.</i>	England	(ATKINSON 1992)
<i>Exaeretia ciniflonella</i>	<i>Betula sp.</i>	England	(ATKINSON 1992)
<i>Flacaria lacertinaria</i>	<i>Betula sp.</i>	England	(ATKINSON 1992)
<i>Hypatima rhomboidella</i>	<i>Betula sp.</i>	England	(ATKINSON 1992)
<i>Incurvaria pectinea</i>	<i>Betula sp.</i>	England	(ATKINSON 1992)
<i>Lampronia fuscata</i>	<i>Betula sp.</i>	England	(ATKINSON 1992)
<i>Leucondonta bicoloria</i>	<i>Betula sp.</i>	England	(ATKINSON 1992)
<i>Metriostola betulae</i>	<i>Betula sp.</i>	England	(ATKINSON 1992)
<i>Miltochrista miniata</i>	<i>Betula sp.</i>	Raupenfrasspflanze	(KOCH 1988)
<i>Nothopteryx carpinata</i>	<i>Betula sp.</i>	Raupenfrasspflanze	(KOCH 1988)
<i>Odontosia bicoloria</i>	<i>Betula sp.</i>	Raupenfrasspflanze	(KOCH 1988)
<i>Odontosia carmelita</i>	<i>Betula sp.</i>	England	(ATKINSON 1992)
<i>Operophtera fagata</i>	<i>Betula sp.</i>	England	(ATKINSON 1992)
<i>Pammene obsurana</i>	<i>Betula sp.</i>	England	(ATKINSON 1992)
<i>Parastichis suspecta</i>	<i>Betula sp.</i>	England	(ATKINSON 1992)
<i>Parornix betulae</i>	<i>Betula sp.</i>	England	(ATKINSON 1992)
<i>Parornix loganella</i>	<i>Betula sp.</i>	England	(ATKINSON 1992)
<i>Pheosia gnoma</i>	<i>Betula sp.</i>	England	(ATKINSON 1992)
<i>Phyllonorycter anderidae</i>	<i>Betula sp.</i>	England	(ATKINSON 1992)
<i>Phyllonorycter cavella</i>	<i>Betula sp.</i>	England	(ATKINSON 1992)
<i>Phyllonorycter corylifoliella</i>	<i>Betula sp.</i>	England	(ATKINSON 1992)
<i>Phylloporia bistrigella</i>	<i>Betula sp.</i>	England	(ATKINSON 1992)
<i>Rhyparia purpurata</i>	<i>Betula sp.</i>	Raupenfrasspflanze	(KOCH 1988)
<i>Roeslerstammia erxebella</i>	<i>Betula sp.</i>	England	(ATKINSON 1992)
<i>Saturnia pavonia</i>	<i>Betula sp.</i>	Deutschland	(HACKER 2000)
<i>Stigmella betulicola</i>	<i>Betula sp.</i>	England	(ATKINSON 1992)
<i>Stigmella confusella</i>	<i>Betula sp.</i>	England	(ATKINSON 1992)
<i>Stigmella continuella</i>	<i>Betula sp.</i>	England	(ATKINSON 1992)
<i>Stigmella distinguenda</i>	<i>Betula sp.</i>	England	(ATKINSON 1992)
<i>Stigmella lapponica</i>	<i>Betula sp.</i>	England	(ATKINSON 1992)
<i>Stigmella luteella</i>	<i>Betula sp.</i>	England	(ATKINSON 1992)
<i>Swammerdamia caesiella</i>	<i>Betula sp.</i>	England	(ATKINSON 1992)
<i>Synanthendon scoliaeformis</i>	<i>Betula sp.</i>	England	(ATKINSON 1992)
<i>Synanthendon vespiformis</i>	<i>Betula sp.</i>	England	(ATKINSON 1992)
<i>Syndemis musculana</i>	<i>Betula sp.</i>	England	(ATKINSON 1992)
<i>Teleiodes alburnella</i>	<i>Betula sp.</i>	England	(ATKINSON 1992)
<i>Teleiodes proximella</i>	<i>Betula sp.</i>	England	(ATKINSON 1992)
<i>Tetheela fluctuosa</i>	<i>Betula sp.</i>	England	(ATKINSON 1992)

Tabelle A 25 Schmetterlingsarten auf der Birke (Literaturnachweise).

Aspe

Art (wissenschaftlicher Name)	nachgewiesener Wirt	Bemerkungen	Quelle
<i>Acronycta leporina</i>	<i>Populus tremula</i>	Raupenfrasspflanze	(KOCH 1988)
<i>Acronycta megacephala</i>	<i>Populus tremula</i>	Raupenfrasspflanze	(KOCH 1988)
<i>Apatura ilia</i>	<i>Populus tremula</i>	Schweiz	(DUŠEJ et al. 2011a)
<i>Archiearis notha</i>	<i>Populus tremula</i>	Raupenfrasspflanze	(KOCH 1988)
<i>Boarmia repandata</i>	<i>Populus tremula</i>	Raupenfrasspflanze	(KOCH 1988)
<i>Catocala sp.</i>	<i>Populus sp.</i>	Raupenfrasspflanze	(KOCH 1988)
<i>Celama centonalis</i>	<i>Populus tremula</i>	Raupenfrasspflanze	(KOCH 1988)
<i>Clostera anastomosis</i>	<i>Populus tremula</i>	Raupenfrasspflanze	(KOCH 1988)
<i>Clostera curtula</i>	<i>Populus tremula</i>	Raupenfrasspflanze	(KOCH 1988)
<i>Colstera pigra</i>	<i>Populus tremula</i>	Raupenfrasspflanze	(KOCH 1988)
<i>Conistra vaccinii</i>	<i>Populus tremula</i>	Raupenfrasspflanze	(KOCH 1988)
<i>Cosmia lutea</i>	<i>Populus tremula</i>	in den Kätzchen	(KOCH 1988)
<i>Cosmia ocellaris</i>	<i>Populus tremula</i>	in den Kätzchen	(KOCH 1988)
<i>Cossus cossus</i>	<i>Populus tremula</i>	Frassgänge	(KOCH 1988)
<i>Cymatophora sp.</i>	<i>Populus tremula</i>	Raupenfrasspflanze	(KOCH 1988)
<i>Eione vespertaria</i>	<i>Populus tremula</i>	Raupenfrasspflanze	(KOCH 1988)
<i>Enargia paleacea</i>	<i>Populus tremula</i>	Raupenfrasspflanze	(KOCH 1988)
<i>Epione rapandaria</i>	<i>Populus tremula</i>	Raupenfrasspflanze	(KOCH 1988)
<i>Epirranthis diversata</i>	<i>Populus tremula</i>	Raupenfrasspflanze	(KOCH 1988)
<i>Erannis leucophaearia</i>	<i>Populus tremula</i>	Raupenfrasspflanze	(KOCH 1988)
<i>Euphydryas maturna</i>	<i>Populus tremula</i>	Raupenfrasspflanze, In der Schweiz ausgestorben.	(LEDER 1992), (LEPIDOPTER-ROLOGEN-ARBEITSGRUPPE 1994)
<i>Gastropacha populifolia</i>	<i>Populus sp.</i>	Raupenfrasspflanze	(KOCH 1988)
<i>Ipimorpha contusa</i>	<i>Populus tremula</i>	Raupenfrasspflanze	(KOCH 1988)
<i>Laothoe populi</i>	<i>Populus tremula</i>	Raupenfrasspflanze, Deutschland	(PACZKOWSKA et al. 2006)
<i>Leucoma salicis</i>	<i>Populus sp.</i>	Raupenfrasspflanze	(KOCH 1988)
<i>Limnitis populi</i>	<i>Populus tremula</i>	Raupenfrasspflanze, Schweiz	(DUŠEJ et al. 2011a)
<i>Lithosia griseola</i>	<i>Populus tremula</i>	Raupen fressen Flechten an Aspen	(KOCH 1988)
<i>Lomapsilis marginata</i>	<i>Populus tremula</i>	Raupenfrasspflanze	(KOCH 1988)
<i>Monima miniosa</i>	<i>Populus tremula</i>	Raupenfrasspflanze	(KOCH 1988)
<i>Monima populi</i>	<i>Populus tremula</i>	Raupenfrasspflanze	(KOCH 1988)
<i>Nothopteryx carpinata</i>	<i>Populus tremula</i>	Raupenfrasspflanze	(KOCH 1988)
<i>Notodonta tritophus</i>	<i>Populus tremula</i>	Raupenfrasspflanze	(KOCH 1988)
<i>Notodonta ziczac</i>	<i>Populus tremula</i>	Raupenfrasspflanze	(KOCH 1988)
<i>Nymphalis antiopa</i>	<i>Populus tremula</i>	Raupenfrasspflanze	(KOCH 1988)
<i>Nymphalis polychloros</i>	<i>Populus sp.</i>	Raupenfrasspflanze	(KOCH 1988)
<i>Sciapteron tabaniformis</i>	<i>Populus tremula</i>	Raupenfrasspflanze	(KOCH 1988)
<i>Sesia melanocephala</i>	<i>Populus tremula</i>	Raupenfrasspflanze	(KOCH 1988)
<i>Smerinthus ocellata</i>	<i>Populus tremula</i>	Raupenfrasspflanze, Deutschland	(PACZKOWSKA et al. 2006)

Tabelle A 26 Schmetterlingsarten auf der Aspe (Literaturnachweise).

Weide

Art (wissenschaftlicher Name)	nachgewiesener Wirt	Bemerkungen	Quelle
<i>Amathes helvola</i>	<i>Salix sp.</i>	Raupenfrasspflanze	(KOCH 1988)
<i>Amathes laevis</i>	<i>Salix caprea</i>	Raupenfrasspflanze	(KOCH 1988)
<i>Apatura iris</i>	<i>Salix caprea</i>	Raupenfrasspflanze, Schweiz	(DUŠEJ et al. 2011a)
<i>Aporia crataegi</i>	<i>Salix caprea</i>	Raupenfrasspflanze, Schweiz	(LEDER 1992), (LEPIDOPTER- ROLOGEN-ARBEITSGRUPPE 1994)
<i>Biston betularia</i>	<i>Salix caprea</i>	Raupenfrasspflanze	(KOCH 1988)
<i>Bombycia/ Brachylochia viminalis</i>	<i>Salix caprea</i>	Raupenfrasspflanze	(KOCH 1988)
<i>Catocala pacta</i>	<i>Salix caprea</i>	Raupenfrasspflanze	(KOCH 1988)
<i>Cidaria furcata</i>	<i>Salix caprea</i>	Raupenfrasspflanze	(KOCH 1988)
<i>Colocalpe undulata</i>	<i>Salix caprea</i>	Raupenfrasspflanze	(KOCH 1988)
<i>Colocasia coryli</i>	<i>Salix caprea</i>	Raupenfrasspflanze	(KOCH 1988)
<i>Colotois pennaria</i>	<i>Salix caprea</i>	Raupenfrasspflanze	(KOCH 1988)
<i>Cosmia lutea</i>	<i>Salix caprea</i>	in den Kätzchen	(KOCH 1988)
<i>Cyclophora pendularia</i>	<i>Salix caprea</i>	Raupenfrasspflanze	(KOCH 1988)
<i>Eriogaster catax</i>	<i>Salix caprea</i>	Raupenfrasspflanze	(KOCH 1988)
<i>Euphydryas maturna</i>	<i>Salix caprea</i>	Raupenfrasspflanze, In der Schweiz ausgestorben.	(LEDER 1992), (LEPIDOPTER- ROLOGEN-ARBEITSGRUPPE 1994)
<i>Eupithecia tenuiata</i>	<i>Salix caprea</i>	Raupe lebt in Kätzchen	(KOCH 1988)
<i>Gonodontis bidentata</i>	<i>Salix caprea</i>	Raupenfrasspflanze	(KOCH 1988)
<i>Leucoma salicis</i>	<i>Salix sp.</i>	Raupenfrasspflanze	(KOCH 1988)
<i>Lomapsilis marginata</i>	<i>Salix caprea</i>	Raupenfrasspflanze	(KOCH 1988)
<i>Nothopteryx carpinata</i>	<i>Salix caprea</i>	Raupenfrasspflanze	(KOCH 1988)
<i>Nymphalis antiopa</i>	<i>Salix caprea</i>	Raupenfrasspflanze, Schweiz	(DUŠEJ et al. 2011a)
<i>Nymphalis polychloros</i>	<i>Salix caprea</i>	Raupenfrasspflanze, Schweiz	(DUŠEJ et al. 2011a)
<i>Nymphalis xanthomelas</i>	<i>Salix caprea</i>	Raupenfrasspflanze	(KOCH 1988)
<i>Orgyia antiqua</i>	<i>Salix sp.</i>	Raupenfrasspflanze	(KOCH 1988)
<i>Orgyia gonostigma</i>	<i>Salix caprea</i>	Raupenfrasspflanze	(KOCH 1988)
<i>Polygonia c-album</i>	<i>Salix caprea</i>	Raupenfrasspflanze, Schweiz	(LEDER 1992; LEPIDOPTERROLOGEN- ARBEITSGRUPPE 1994)
<i>Rhyparia purpurata</i>	<i>Salix sp.</i>	Raupenfrasspflanze	(KOCH 1988)
<i>Sarothripus degeneranus</i>	<i>Salix caprea</i>	Raupenfrasspflanze	(KOCH 1988)
<i>Sarothripus sicilana</i>	<i>Salix caprea</i>	Raupenfrasspflanze	(KOCH 1988)
<i>Semiothisa alternaria</i>	<i>Salix caprea</i>	Raupenfrasspflanze	(KOCH 1988)
<i>Trichiura crataegi</i>	<i>Salix caprea</i>	Raupenfrasspflanze	(KOCH 1988)

Tabelle A 27 Schmetterlingsarten auf der Weide (Literaturnachweise).

Käfer und übrige Insekten

Birke

Art (wissenschaftlicher Name)	nachgewiesener Wirt	Bemerkungen	Quelle
<i>Agromyza alnibetulae</i>	<i>Betula sp.</i>	Zweiflügler, England	(ATKINSON 1992)
<i>Agromyza carbonaria</i>	<i>Betula sp.</i>	Fliege, Holzschädling	(BOULTON et al. 1946)
<i>Amauronematus amplus</i>	<i>Betula sp.</i>	Hautflügler, England	(ATKINSON 1992)
<i>Ampedus nigrinus</i>	<i>Betula sp.</i>	Käfer, England	(ATKINSON 1992)
<i>Ampedus pomonae</i>	<i>Betula sp.</i>	Käfer, England	(ATKINSON 1992)
<i>Ampedus pomorum</i>	<i>Betula sp.</i>	Käfer, England	(ATKINSON 1992)
<i>Ampedus sanguinolentus</i>	<i>Betula sp.</i>	Käfer, England	(ATKINSON 1992)
<i>Ampeuds rufipennis</i>	<i>Betula sp.</i>	Käfer, England	(ATKINSON 1992)
<i>Anisostephus betulinum</i>	<i>Betula sp.</i>	Zweiflügler, England	(ATKINSON 1992)
<i>Apion sinile</i>	<i>Betula sp.</i>	Käfer, England	(ATKINSON 1992)
<i>Aradus betulae</i>	<i>Betula sp.</i>	Schnabelkerfe, England	(ATKINSON 1992)
<i>Arge clavicornis</i>	<i>Betula sp.</i>	Hautflügler, England	(ATKINSON 1992)
<i>Arge d. dimidiata</i>	<i>Betula sp.</i>	Pflanzenwespe, Österreich	(SCHEDL 2000)
<i>Arge metallica</i>	<i>Betula sp.</i>	Hautflügler, England	(ATKINSON 1992)
<i>Byctiscus betulae</i>	<i>Betula sp.</i>	Käfer, Deutschland	(SCHMIDT 2000)
<i>Caliroa annulipes</i>	<i>Betula sp.</i>	Pflanzenwespe, Österreich	(SCHEDL 2000)
<i>Cimbex femoratus</i>	<i>Betula sp.</i>	Hautflügler, England	(ATKINSON 1992)
<i>Croesus latipes</i>	<i>Betula sp.</i>	Hautflügler, England	(ATKINSON 1992)
<i>Croesus septentrionalis</i>	<i>Betula sp.</i>	Hautflügler, Deutschland	(SCHMIDT 2000)
<i>Depora betulae</i>	<i>Betula sp.</i>	Käfer, England	(ATKINSON 1992)
<i>Dineura virididorsata</i>	<i>Betula sp.</i>	Hautflügler, England	(ATKINSON 1992)
<i>Edwardsiana bergmani</i>	<i>Betula sp.</i>	Schnabelkerfe, England	(ATKINSON 1992)
<i>Elasmostethus interstinctus</i>	<i>Betula sp.</i>	Schnabelkerfe, England	(ATKINSON 1992)
<i>Empria candidata</i>	<i>Betula sp.</i>	Hautflügler, England	(ATKINSON 1992)
<i>Epuraea silacea</i>	<i>Betula sp.</i>	Käfer, England	(ATKINSON 1992)
<i>Epuraea terminalis</i>	<i>Betula sp.</i>	Käfer, England	(ATKINSON 1992)
<i>Euceraphis betulae</i>	<i>Betula sp.</i>	Schnabelkerfe, England	(ATKINSON 1992)
<i>Euceraphis punctipennis</i>	<i>Betula sp.</i>	Schnabelkerfe, England	(ATKINSON 1992)
<i>Fenusia pusilla</i>	<i>Betula sp.</i>	Hautflügler, England	(ATKINSON 1992)
<i>Glyphina betulae</i>	<i>Betula sp.</i>	Schnabelkerfe, England	(ATKINSON 1992)
<i>Hemichroa australis</i>	<i>Betula sp.</i>	Hautflügler, England	(ATKINSON 1992)
<i>Hemichroa crocea</i>	<i>Betula sp.</i>	Hautflügler, England	(ATKINSON 1992)
<i>Heterarthrus nemoratus</i>	<i>Betula sp.</i>	Hautflügler, England	(ATKINSON 1992)
<i>Hormaphis betulina</i>	<i>Betula sp.</i>	Schnabelkerfe, England	(ATKINSON 1992)
<i>Kallistaphis betulicola</i>	<i>Betula sp.</i>	Schnabelkerfe, England	(ATKINSON 1992)
<i>Kallistaphis flava</i>	<i>Betula sp.</i>	Schnabelkerfe, England	(ATKINSON 1992)
<i>Kallistaphis granoyskyi</i>	<i>Betula sp.</i>	Schnabelkerfe, England	(ATKINSON 1992)
<i>Kleidocerys resedae</i>	<i>Betula sp.</i>	Wanze, Deutschland	(SCHUSTER et al. 2010)
<i>Kybos betulicola</i>	<i>Betula sp.</i>	Schnabelkerfe, England	(ATKINSON 1992)
<i>Kybos lindbergi</i>	<i>Betula sp.</i>	Schnabelkerfe, Deutschland	(SCHUSTER et al. 2010)
<i>Linnavuoriana decempunctata</i>	<i>Betula sp.</i>	Schnabelkerfe, England	(ATKINSON 1992)
<i>Magdalis carbonaria</i>	<i>Betula sp.</i>	Käfer, England	(ATKINSON 1992)
<i>Massalongia betulifolia</i>	<i>Betula sp.</i>	Zweiflügler, England	(ATKINSON 1992)
<i>Massalongia rubra</i>	<i>Betula sp.</i>	Zweiflügler, England	(ATKINSON 1992)
<i>Messa nana</i>	<i>Betula sp.</i>	Hautflügler, England	(ATKINSON 1992)
<i>Miastor metraloas</i>	<i>Betula sp.</i>	Zweiflügler, England	(ATKINSON 1992)
<i>Monaphis antennata</i>	<i>Betula sp.</i>	Schnabelkerfe, England	(ATKINSON 1992)
<i>Mycterothrips consociatus</i>	<i>Betula sp.</i>	Fransenflügler, England	(ATKINSON 1992)
<i>Mycterothrips latus</i>	<i>Betula sp.</i>	Fransenflügler, England	(ATKINSON 1992)
<i>Nematinus acuminatus</i>	<i>Betula sp.</i>	Hautflügler, England	(ATKINSON 1992)
<i>Nematinus caledonicus</i>	<i>Betula sp.</i>	Hautflügler, England	(ATKINSON 1992)
<i>Nematus brevisalvis</i>	<i>Betula sp.</i>	Hautflügler, England	(ATKINSON 1992)
<i>Nematus cadderensis</i>	<i>Betula sp.</i>	Hautflügler, England	(ATKINSON 1992)
<i>Nematus dorsatus</i>	<i>Betula sp.</i>	Hautflügler, England	(ATKINSON 1992)

Art (wissenschaftlicher Name)	nachgewiesener Wirt	Bemerkungen	Quelle
<i>Nematus leionotus</i>	<i>Betula sp.</i>	Hautflügler, England	(ATKINSON 1992)
<i>Nematus viridescens</i>	<i>Betula sp.</i>	Hautflügler, England	(ATKINSON 1992)
<i>Nematus viridis</i>	<i>Betula sp.</i>	Hautflügler, England	(ATKINSON 1992)
<i>Oncopsis flavicollis</i>	<i>Betula sp.</i>	Schnabelkerfe, England	(ATKINSON 1992)
<i>Oncopsis subangulata</i>	<i>Betula sp.</i>	Schnabelkerfe, England	(ATKINSON 1992)
<i>Oncopsis tristis</i>	<i>Betula sp.</i>	Schnabelkerfe, England	(ATKINSON 1992)
<i>Otiorhynchus singularis</i>	<i>Betula sp.</i>	Käfer, England	(ATKINSON 1992)
<i>Pamphilius pallipes</i>	<i>Betula sp.</i>	Hautflügler, England	(ATKINSON 1992)
<i>Pamphilius varius</i>	<i>Betula sp.</i>	Hautflügler, England	(ATKINSON 1992)
<i>Phlaeothrips annulipes</i>	<i>Betula sp.</i>	Fransenflügler, England	(ATKINSON 1992)
<i>Plemeliella betulicola</i>	<i>Betula sp.</i>	Zweiflügler, England	(ATKINSON 1992)
<i>Pristiphora melanocarpa</i>	<i>Betula sp.</i>	Pflanzenwespe, Österreich	(SCHEDL 2000)
<i>Pristophora albilabris</i>	<i>Betula sp.</i>	Hautflügler, England	(ATKINSON 1992)
<i>Pristophora alpestris</i>	<i>Betula sp.</i>	Hautflügler, England	(ATKINSON 1992)
<i>Pristophora pseudocoactula</i>	<i>Betula sp.</i>	Hautflügler, England	(ATKINSON 1992)
<i>Pristophora quercus</i>	<i>Betula sp.</i>	Hautflügler, England	(ATKINSON 1992)
<i>Pristophora testacea</i>	<i>Betula sp.</i>	Hautflügler, England	(ATKINSON 1992)
<i>Profenusa thomsoni</i>	<i>Betula sp.</i>	Hautflügler, England	(ATKINSON 1992)
<i>Psallus betuleti</i>	<i>Betula sp.</i>	Schnabelkerfe, England	(ATKINSON 1992)
<i>Psallus falleni</i>	<i>Betula sp.</i>	Schnabelkerfe, England	(ATKINSON 1992)
<i>Psylla betulae</i>	<i>Betula sp.</i>	Schnabelkerfe, England	(ATKINSON 1992)
<i>Psylla hartigi</i>	<i>Betula sp.</i>	Schnabelkerfe, England	(ATKINSON 1992)
<i>Ptinomorphus imperialis</i>	<i>Betula sp.</i>	Käfer, England	(ATKINSON 1992)
<i>Rhynchaenus rusci</i>	<i>Betula sp.</i>	Käfer, England	(ATKINSON 1992)
<i>Rhynchaenus stigma</i>	<i>Betula sp.</i>	Käfer, England	(ATKINSON 1992)
<i>Schizotus pectinicornis</i>	<i>Betula sp.</i>	Käfer, England	(ATKINSON 1992)
<i>Scolioneura betuleti</i>	<i>Betula sp.</i>	Hautflügler, England	(ATKINSON 1992)
<i>Scolytus razeburgi</i>	<i>Betula sp.</i>	Käfer, England	(ATKINSON 1992)
<i>Semudobia betulae</i>	<i>Betula sp.</i>	Zweiflügler, England	(ATKINSON 1992)
<i>Semudobia skuhravae</i>	<i>Betula sp.</i>	Zweiflügler, England	(ATKINSON 1992)
<i>Semudobia tarda</i>	<i>Betula sp.</i>	Zweiflügler, England	(ATKINSON 1992)
<i>Strophosmous melanogrammus</i>	<i>Betula sp.</i>	Käfer, England	(ATKINSON 1992)
<i>Symydobius oblongus</i>	<i>Betula sp.</i>	Schnabelkerfe, England	(ATKINSON 1992)
<i>Trichiosoma lucorum</i>	<i>Betula sp.</i>	Hautflügler, England	(ATKINSON 1992)
<i>Xiphydria camelus</i>	<i>Betula sp.</i>	Hautflügler, England	(ATKINSON 1992)
<i>Xyela julii</i>	<i>Betula sp.</i>	Hautflügler, England	(ATKINSON 1992)

Tabelle A 28 Käfer und übrige Insekten auf der Birke (Literaturnachweise).

Aspe

Art (wissenschaftlicher Name)	nachgewiesener Wirt	Bemerkungen	Quelle
<i>Agathidium bicolor</i>	<i>Populus tremula</i>	Käfer auf Totholz, Schweden	(SAHLIN et al. 2009)
<i>Altica brevicollis</i>	<i>Populus tremula</i>	Phytophager Käfer, Weissrussland	(MELESHKO 2003)
<i>Amphimallon solstitialis</i>	<i>Populus tremula</i>	Phytophager Käfer, Weissrussland	(MELESHKO 2003)
<i>Anomala dubia</i>	<i>Populus tremula</i>	Phytophager Käfer, Weissrussland	(MELESHKO 2003)
<i>Apoderus coryli</i>	<i>Populus tremula</i>	Phytophager Käfer, Weissrussland	(MELESHKO 2003)
<i>Aromia moschata</i>	<i>Populus tremula</i>	Phytophager Käfer, Weissrussland	(MELESHKO 2003)
<i>Byctiscus betulae</i>	<i>Populus tremula</i>	Phytophager Käfer, Weissrussland	(MELESHKO 2003)
<i>Byctiscus populi</i>	<i>Populus tremula</i>	Phytophager Käfer, Weissrussland	(MELESHKO 2003)
<i>Cerylon ferrugineum</i>	<i>Populus tremula</i>	Käfer auf Totholz, Schweden	(SAHLIN et al. 2009)
<i>Chrysomela lapponica</i>	<i>Populus tremula</i>	Phytophager Käfer, Weissrussland	(MELESHKO 2003)
<i>Chrysomela populi</i>	<i>Populus tremula</i>	Phytophager Käfer, Weissrussland	(MELESHKO 2003)
<i>Chrysomela tremula</i>	<i>Populus tremula</i>	Phytophager Käfer, Weissrussland	(MELESHKO 2003)
<i>Chrysomela vigintipunctata</i>	<i>Populus tremula</i>	Phytophager Käfer, Weissrussland	(MELESHKO 2003)
<i>Clytra quadripunctata</i>	<i>Populus tremula</i>	Phytophager Käfer, Weissrussland	(MELESHKO 2003)
<i>Cossus cossus</i>	<i>Populus tremula</i>	Käfer, Deutschland	(LEDER 1992)
<i>Cryptocephalus bipunctatus</i>	<i>Populus tremula</i>	Phytophager Käfer, Weissrussland	(MELESHKO 2003)
<i>Cyphaea curtula</i>	<i>Populus tremula</i>	Käfer auf Totholz, Schweden	(SAHLIN et al. 2009)
<i>Deporaus beutlae</i>	<i>Populus tremula</i>	Phytophager Käfer, Weissrussland	(MELESHKO 2003)
<i>Dorytomus tremulae</i>	<i>Populus tremula</i>	Phytophager Käfer, Weissrussland	(MELESHKO 2003)
<i>Endomychus coccineus</i>	<i>Populus tremula</i>	Käfer auf Totholz, Schweden	(SAHLIN et al. 2009)
<i>Gonioctena viminalis</i>	<i>Populus tremula</i>	Phytophager Käfer, Weissrussland	(MELESHKO 2003)
<i>Homalota plana</i>	<i>Populus tremula</i>	Käfer auf Totholz, Schweden	(SAHLIN et al. 2009)
<i>Lamia textor</i>	<i>Populus tremula</i>	Phytophager Käfer, Weissrussland	(MELESHKO 2003)
<i>Lochmaea caprea</i>	<i>Populus tremula</i>	Phytophager Käfer, Weissrussland	(MELESHKO 2003)
<i>Melolontha melolontha</i>	<i>Populus tremula</i>	Phytophager Käfer, Weissrussland	(MELESHKO 2003)
<i>Mycetophagus fulvicollis</i>	<i>Populus tremula</i>	Käfer auf Totholz, Schweden	(SAHLIN et al. 2009)
<i>Oberea oculata</i>	<i>Populus tremula</i>	Phytophager Käfer, Weissrussland	(MELESHKO 2003)
<i>Otiorhynchus ovatus</i>	<i>Populus tremula</i>	Phytophager Käfer, Weissrussland	(MELESHKO 2003)
<i>Otiorhynchus repletus</i>	<i>Populus tremula</i>	Phytophager Käfer, Weissrussland	(MELESHKO 2003)
<i>Otiorhynchus tristis</i>	<i>Populus tremula</i>	Phytophager Käfer, Weissrussland	(MELESHKO 2003)
<i>Phyllobius arborator</i>	<i>Populus tremula</i>	Phytophager Käfer, Weissrussland	(MELESHKO 2003)
<i>Phyllobius argentatus</i>	<i>Populus tremula</i>	Phytophager Käfer, Weissrussland	(MELESHKO 2003)
<i>Phyllobius maculicornis</i>	<i>Populus tremula</i>	Phytophager Käfer, Weissrussland	(MELESHKO 2003)
<i>Phyllobius oblongus</i>	<i>Populus tremula</i>	Phytophager Käfer, Weissrussland	(MELESHKO 2003)
<i>Phyllobius scutellaris</i>	<i>Populus tremula</i>	Phytophager Käfer, Weissrussland	(MELESHKO 2003)
<i>Platycerus caraboides</i>	<i>Populus tremula</i>	Phytophager Käfer, Weissrussland	(MELESHKO 2003)
<i>Polydrusus cervinus</i>	<i>Populus tremula</i>	Phytophager Käfer, Weissrussland	(MELESHKO 2003)
<i>Polydrusus undatus</i>	<i>Populus tremula</i>	Phytophager Käfer, Weissrussland	(MELESHKO 2003)
<i>Ptilinus fuscus</i>	<i>Populus tremula</i>	Käfer auf Totholz, Schweden	(SAHLIN et al. 2009)
<i>Rhagium mordax</i>	<i>Populus tremula</i>	Phytophager Käfer, Weissrussland	(MELESHKO 2003)
<i>Rhynchaenus decoratus</i>	<i>Populus tremula</i>	Phytophager Käfer, Weissrussland	(MELESHKO 2003)
<i>Rhynchaenus populicola</i>	<i>Populus tremula</i>	Phytophager Käfer, Weissrussland	(MELESHKO 2003)
<i>Rhynchaenus stigma</i>	<i>Populus tremula</i>	Phytophager Käfer, Weissrussland	(MELESHKO 2003)
<i>Saperda carcharias</i>	<i>Populus tremula</i>	Phytophager Käfer, Weissrussland	(MELESHKO 2003)
<i>Serica brunnea</i>	<i>Populus tremula</i>	Phytophager Käfer, Weissrussland	(MELESHKO 2003)
<i>Stauronematus compressicornis</i>	<i>Populus tremula</i>	Pflanzenwespe, Österreich	(SCHEDL 2000)
<i>Strangalia quadrifasciata</i>	<i>Populus tremula</i>	Phytophager Käfer, Weissrussland	(MELESHKO 2003)
<i>Xylotrechus rusticus</i>	<i>Populus tremula</i>	Käfer auf Totholz, Schweden	(SAHLIN et al. 2009)
<i>Zeugophora flavicollis</i>	<i>Populus tremula</i>	Phytophager Käfer, Weissrussland	(MELESHKO 2003)

Tabelle A 29 Käfer und übrige Insekten auf der Aspe (Literaturnachweise).

Weide

Art (wissenschaftlicher Name)	nachgewiesener Wirt	Bemerkungen	Quelle
<i>Arge enodis</i>	<i>Salix spp.</i>	Pflanzenwespe, Österreich	(SCHEDL 2000)
<i>Arge ustulata</i>	<i>Salix caprea/aurita</i>	Pflanzenwespe, Österreich	(SCHEDL 2000)
<i>Caliroa annulipes</i>	<i>Salix sp.</i>	Pflanzenwespe, Österreich	(SCHEDL 2000)
<i>Pristiphora melanocarpa</i>	<i>Salix sp.</i>	Pflanzenwespe, Österreich	(SCHEDL 2000)
<i>Scinitillatrix dives</i>	<i>Salix caprea</i>	Entwicklung in Weide	(MÖLLER 2001)
<i>Pontania pendunculi</i>	<i>Salix caprea</i>	Schweden; Blattgallen	(HJÄLTÉN et al. 2000)
<i>Phyllocolpa sp.</i>	<i>Salix caprea</i>	Schweden; Blatt-Falten	(HJÄLTÉN et al. 2000)
<i>Pontania brigmanii</i>	<i>Salix caprea</i>	Schweden; Blattgallen	(HJÄLTÉN et al. 2000)

Tabelle A 30 Käfer und übrige Insekten auf der Weide (Literaturnachweise).

Pilze

(FARR et al. 2006) haben auf ihrer Internetseite den Nachweis der Pilzart mit Quellenangaben versehen. Um das Literaturverzeichnis nicht übermässig in die Länge zu ziehen, wurde hier bei auf ihrer Internetseite erwähnten Arten nur auf (FARR et al. 2006) verwiesen.

Birke

Art (wissenschaftlicher Name)	nachgewiesener Wirt	Bemerkungen	Quelle
<i>Absidia cylindrospora</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Absidia glauca</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Absidia spinosa</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Acia stenodon</i>	<i>Betula verrucosa</i>	Russland	(FARR et al. 2006)
<i>Acremoniella atra</i>	<i>Betula pendula</i>	Schottland	(FARR et al. 2006)
<i>Acremonium apii</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Acremonium charticola</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Acremonium diversisporum</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Acremonium fusidioides</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Acrodictis sp.</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Acremonium bacillisporum</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Agyrium rufum</i>	<i>Betula pendula</i>	Kanada	(FARR et al. 2006)
<i>Alternaria alternata</i>	<i>Betula pendula</i>	Schottland	(FARR et al. 2006)
<i>Alternaria sp.</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Alternaria tenuis</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Alysidium resiniae</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Amanita muscaria</i>	<i>Betula pendula</i>	Neuseeland	(FARR et al. 2006)
<i>Anisogramma virgulatorum</i>	<i>Betula pendula</i>	Russland, Schottland	(FARR et al. 2006)
<i>Annulohyphoxylon multiforme</i>	<i>Betula pendula</i>	Russland	(FARR et al. 2006)
<i>Annulohyphoxylon multiforme</i> var. <i>multiforme</i>	<i>Betula pendula</i>	Russland	(FARR et al. 2006)
<i>Aposporella conglobata</i>	<i>Betula pendula</i> , <i>Betula verrucosa</i>	Ukraine	(FARR et al. 2006)
<i>Aposphaeria sp.</i>	<i>Betula pendula</i>	Schottland	(FARR et al. 2006)
<i>Armillaria borealis</i>	<i>Betula verrucosa</i>	Frankreich	(FARR et al. 2006)
<i>Armillaria luteobubalina</i>	<i>Betula pendula</i>	Australien	(FARR et al. 2006)
<i>Armillaria mellea</i>	<i>Betula pendula</i>	Kalifornien, Italien, Minnesota	(FARR et al. 2006)
<i>Armillaria sp.</i>	<i>Betula verrucosa</i>	Australien	(FARR et al. 2006)
<i>Arthrimum phaeosermum</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen, Russland	(FARR et al. 2006)
<i>Articulospora tetracladia</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Aspergillus kanagawaensis</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Aspergillus niveus</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Aspergillus repens</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Aspergillus ruber</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Aspergillus versicolor</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Asteroma leptothyrioides</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Asteroma microspermum</i>	<i>Betula pendula</i>	Russland	(FARR et al. 2006)
<i>Asteromella sp.</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Astrosporium hoffmannii</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Atopospora betulina</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Bactrodesmium betulicola</i>	<i>Betula pendula</i>	Russland	(FARR et al. 2006)
<i>Bactrodesmium xerophilum</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Basiodendron eyrei</i>	<i>Betula pendula</i>	Deutschland	(FARR et al. 2006)
<i>Beauveria bassiana</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Berkleasium concinnum</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Biatoropsis usnearum</i>	<i>Betula spp.</i>	lichenicolous fungus; Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Bionectria zelandiaenovae</i>	<i>Betula pendula</i>	Finnland	(FARR et al. 2006)
<i>Biscogniauxia repanda</i>	<i>Betula pendula</i>	Deutschland	(FARR et al. 2006)
<i>Bispora betulina</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen, Russland	(FARR et al. 2006)
<i>Bisporella citrina</i>	<i>Betula pendula</i>	Deutschland	(FARR et al. 2006)

Art (wissenschaftlicher Name)	nachgewiesener Wirt	Bemerkungen	Quelle
<i>Bjerkandera adusta</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Botryobasidium conspersum</i>	<i>Betula pendula</i>	Deutschland	(FARR et al. 2006)
<i>Botryobasidium pruinaum</i>	<i>Betula verrucosa</i>	UdSSR	(FARR et al. 2006)
<i>Botryodiplodia conglobata</i>	<i>Betula pendula</i>	Russland	(FARR et al. 2006)
<i>Botrytis argillacea</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Botrytis cinerea</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen, Schottland	(FARR et al. 2006)
<i>Brachysporiella laxa</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Brachysporium bloxami</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen, Russland	(FARR et al. 2006)
<i>Brachysporium britannicum</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen, Russland, UdSSR	(FARR et al. 2006)
<i>Brachysporium nigrum</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Brachysporium obovatum</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Cacumisporium capitulatum</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen, Russland	(FARR et al. 2006)
<i>Calosphaeria pusilla</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Calosphaeria wahlenbergii</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Calycellina dennisii</i>	<i>Betula pendula</i>	Deutschland, Schweiz	(FARR et al. 2006)
<i>Calycellina leucella</i>	<i>Betula pendula</i>	Japan	(FARR et al. 2006)
<i>Camarosporium betulinum</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Camposporium cambrense</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Camposporium japonicum</i>	<i>Betula pendula</i>	Russland	(FARR et al. 2006)
<i>Camposporium pellucidum</i>	<i>Betula pendula</i>	Russland	(FARR et al. 2006)
<i>Candida albicans</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Cenococcum geophilum</i>	<i>Betula pendula</i>	Spanien	(FARR et al. 2006)
<i>Ceratocystis piceae</i>	<i>Betula pendula</i>	Japan	(FARR et al. 2006)
<i>Cercophora caudata</i>	<i>Betula pendula</i> , <i>Betula verrucosa</i>	Tschechische Republik	(FARR et al. 2006)
<i>Cerrena unicolor</i>	<i>Betula pendula</i>	Ukraine	(FARR et al. 2006)
<i>Ceuthospora betulae</i>	<i>Betula pendula</i>	Neuseeland	(FARR et al. 2006)
<i>Chaenothecopsis consociata</i>	<i>Betula spp.</i>	lichenicolous fungus, in Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Chaenothecopsis rubescens</i>	<i>Betula spp.</i>	non-lichenized fungus, in Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Chaetochalara bulbosa</i>	<i>Betula pendula</i>	UdSSR	(FARR et al. 2006)
<i>Chaetopsis grisea</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Chaetosphaeria callimorpha</i>	<i>Betula pendula</i>	UdSSR	(FARR et al. 2006)
<i>Chaetosphaeria myriocarpa</i>	<i>Betula pendula</i>	Litauen	(FARR et al. 2006)
<i>Chaetosphaeria ovoidea</i>	<i>Betula pendula</i>	Tschechische Republik	(FARR et al. 2006)
<i>Chaetosphaeria pulviscula</i>	<i>Betula pendula</i>	Tschechische Republik	(FARR et al. 2006)
<i>Chalara breviclavata</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Chalara inflatipes</i>	<i>Betula pendula</i>	Russland	(FARR et al. 2006)
<i>Chloridium botryoideum</i>	<i>Betula pendula</i>	Tschechische Republik	(FARR et al. 2006)
<i>Chloridium clavaeforme</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Chloridium lignicola</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Chloridium pachytrachelum</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Chloridium preussii</i>	<i>Betula pendula</i>	Russland	(FARR et al. 2006)
<i>Chloridium virescens</i> var. <i>caudigerum</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Chloridium virescens</i> var. <i>virescens</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Chondrostereum purpureum</i>	<i>Betula pendula</i>	Australien, Deutschland, Neuseeland	(FARR et al. 2006)
<i>Chrysosporium merdarium</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Chrysosporium pannorum</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Ciboria betulae</i>	<i>Betula pendula</i>	Dänemark, Polen, UdSSR	(FARR et al. 2006)
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Cladosporium fumago</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Cladosporium herbarum</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Cladosporium herbarum</i> var. <i>macrocarpum</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Cladosporium sp.</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen, Schottland	(FARR et al. 2006)

Art (wissenschaftlicher Name)	nachgewiesener Wirt	Bemerkungen	Quelle
<i>Cladosporium sphaerospermum</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Climastixmurorum</i> var. <i>felina</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Clonostachys rosea</i>	<i>Betula pendula</i>	Schottland	(FARR et al. 2006)
<i>Cloridium virescens</i> var. <i>chlamydosporum</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen, Russland	(FARR et al. 2006)
<i>Codinaea</i> sp.	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Coniochaeta ligniaria</i>	<i>Betula pendula</i>	Russland	(FARR et al. 2006)
<i>Coniochaeta malacotricha</i>	<i>Betula pendula</i>	Russland	(FARR et al. 2006)
<i>Coniochaeta pulveracea</i>	<i>Betula pendula</i>	Russland	(FARR et al. 2006)
<i>Coniochaeta subcorticalis</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Coniothecium complanatum</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Coniothecium epidermidis</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Coniothecium</i> sp.	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Coniophyrium fuckelii</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Cordana pauciseptata</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen, Russland	(FARR et al. 2006)
<i>Coriolus versicolor</i>	<i>Betula pendula</i>	Kanada	(FARR et al. 2006)
<i>Coronophora angustata</i>	<i>Betula pendula</i>	Russland	(FARR et al. 2006)
<i>Coronophora gregaria</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Coronophora ovipara</i>	<i>Betula pendula</i>	Schweden	(FARR et al. 2006)
<i>Coryne dubia</i>	<i>Betula pendula</i>	Russland	(FARR et al. 2006)
<i>Corynespora cespitosa</i>	<i>Betula pendula</i>	Russland	(FARR et al. 2006)
<i>Coryneum betulinum</i>	<i>Betula pendula</i>	Neuseeland, UdSSR	(FARR et al. 2006)
<i>Coryneum brachyurum</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen, Russland	(FARR et al. 2006)
<i>Coryneum brachyurum</i>	<i>Betula verrucosa</i>	Schweden	(FARR et al. 2006)
<i>Coryneum disciforme</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Coryneum kunzei</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Cryptadelphia fusiformis</i>	<i>Betula pendula</i>	Litauen	(FARR et al. 2006)
<i>Cryptocoryneum condensatum</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen, Russland	(FARR et al. 2006)
<i>Cryptosporella betulae</i>	<i>Betula pendula</i> , <i>Betula verrucosa</i>	Österreich, Bulgarien, Estland, Europa, Russland, Schottland	(FARR et al. 2006)
<i>Cryptosporium betulinum</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen, Russland	(FARR et al. 2006)
<i>Cryptostictis betulicola</i>	<i>Betula verrucosa</i>	Deutschland	(FARR et al. 2006)
<i>Cucurbitaria obducens</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Cunninghamella elegans</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Cylindrocarpon destructans</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Cylindrocarpon didymum</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Cylindrosporella microsperma</i>	<i>Betula pendula</i>	Japan	(FARR et al. 2006)
<i>Cylindrosporium betulae</i>	<i>Betula pendula</i>	Neuseeland	(FARR et al. 2006)
<i>Cylindrotrichum oligospermum</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Cyphelium inquinans</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Cystotricha striola</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Cytospora ambiens</i>	<i>Betula pendula</i>	Dänemark	(FARR et al. 2006)
<i>Cytospora betulina</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Cytospora horrida</i>	<i>Betula pendula</i>	China, Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Cytospora intermedia</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Cytospora personata</i>	<i>Betula pendula</i>	China, Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Cytospora</i> sp.	<i>Betula pendula</i>	Kanada, North Dakota, Schottland	(FARR et al. 2006)
<i>Daedalea unicolor</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen, UdSSR	(FARR et al. 2006)
<i>Daedaleopsis confragosa</i>	<i>Betula pendula</i>	Deutschland, Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Daldinia concentrica</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Daldinia loculata</i>	<i>Betula pendula</i>	Österreich, Russland	(FARR et al. 2006)
<i>Dasyscyphella nivea</i>	<i>Betula pendula</i>	Deutschland	(FARR et al. 2006)
<i>Diaporthe alleghaniensis</i>	<i>Betula pendula</i>	Japan	(FARR et al. 2006)
<i>Diaporthe eres</i>	<i>Betula pendula</i>	Bulgarien	(FARR et al. 2006)
<i>Diaporthella aristata</i>	<i>Betula pendula</i>	Bulgarien	(FARR et al. 2006)
<i>Diatrype flavovirens</i>	<i>Betula pendula</i>	Tschechische Republik	(FARR et al. 2006)

Art (wissenschaftlicher Name)	nachgewiesener Wirt	Bemerkungen	Quelle
<i>Diatrype stigma</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Diatrype undulata</i>	<i>Betula pendula</i>	Tschechische Republik, Litauen, Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Diatrypella favacea</i>	<i>Betula pendula</i>	Österreich, Tschechische Repu- blik, Deutschland, Polen, Russ- land, Ukraine	(FARR et al. 2006)
<i>Diatrypella melaena</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Didymostilbe eichleriana</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Diplococcium spicatum</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen, Russland, UdSSR	(FARR et al. 2006)
<i>Diplodia betulae</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Discoisa artocreas</i>	<i>Betula pendula</i>	Bulgarien, Polen, Russland	(FARR et al. 2006)
<i>Discula betulina</i>	<i>Betula pendula</i>	England, Polen, Russland, Schottland, UdSSR	(FARR et al. 2006),
<i>Disulina betulina</i>	<i>Betula pendula</i>	Kanada, Estland	(FARR et al. 2006), (BUTIN 1996)
<i>Dothiora pyrenophora</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Dothiorella berengariana f.</i> <i>syringae</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Dothiorella sp.</i>	<i>Betula pendula</i>	Australien	(FARR et al. 2006)
<i>Endophragmia uniseptata</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Endophragmiella fallacia</i>	<i>Betula pendula</i>	England	(FARR et al. 2006)
<i>Endophragmiella oblonga</i>	<i>Betula pendula</i>	Russland	(FARR et al. 2006)
<i>Endophragmiella suttonii</i>	<i>Betula pendula</i>	England	(FARR et al. 2006)
<i>Endophragmiella tenera</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Endophragmiella uniseptata</i> <i>var. pusilla</i>	<i>Betula pendula</i>	Russland	(FARR et al. 2006)
<i>Epicoccum nigrum</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Epicoccum purpurascens</i>	<i>Betula pendula</i>	Schottland	(FARR et al. 2006)
<i>Erysiphe ornata</i>	<i>Betula pendula</i>	Russland, Schweiz	(FARR et al. 2006)
<i>Erysiphe ornata var. euroaea</i>	<i>Betula pendula</i>	Weissrussland, Russland	(FARR et al. 2006)
<i>Excipularia fusispora</i>	<i>Betula pendula</i>	Russland	(FARR et al. 2006)
<i>Exidia glandulosa</i>	<i>Betula pendula</i>	Deutschland	(FARR et al. 2006)
<i>Exidia thuretiana</i>	<i>Betula pendula</i>	Deutschland	(FARR et al. 2006)
<i>Exochalara longissima</i>	<i>Betula verrucosa</i>	Slowakei	(FARR et al. 2006)
<i>Fomes annosus</i>	<i>Betula pendula</i> , <i>Betula verrucosa</i>	Dänemark, England, Schottland	(FARR et al. 2006)
<i>Fomes applanatus</i>	<i>Betula verrucosa</i>	Schottland	(FARR et al. 2006)
<i>Fomes connatus</i>	<i>Betula pendula</i>	Dänemark	(FARR et al. 2006)
<i>Fomes fomentarius</i>	<i>Betula pendula</i> , <i>Betula verrucosa</i>	Kanada, China, Deutschland, Ukraine, Schottland	(FARR et al. 2006)
<i>Fomes igniarius</i>	<i>Betula pendula</i> , <i>Betula verrucosa</i>	Kanada, Deutschland, UdSSR, Schottland	(FARR et al. 2006)
<i>Fomes pinicola</i>	<i>Betula pendula</i>	China	(FARR et al. 2006)
<i>Fomes rufolaccatus</i>	<i>Betula pendula</i>	China	(FARR et al. 2006)
<i>Fusarium avenaceum</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen, Schottland	(FARR et al. 2006)
<i>Fusarium lateritium</i>	<i>Betula pendula</i>	Schottland	(FARR et al. 2006)
<i>Fusarium torulosum</i>	<i>Betula verrucosa</i>	Deutschland	(FARR et al. 2006)
<i>Fusicladium betulae</i>	<i>Betula pendula</i>	Österreich, Kanada, Dänemark, Deutschland, Kasachstan, Po- len, Rumänien, Russland, Uk- raine, Vereinigtes Königreich, Usbekistan	(FARR et al. 2006)
<i>Fusicladiumscribnerianum</i>	<i>Betula pendula</i>	Deutschland, Italien, Kasachs- tan, Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Fusicoccum betulinum</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Ganoderma applanatum</i>	<i>Betula pendula</i>	China, Polen, UdSSR	(FARR et al. 2006)
<i>Gelatinosporium betulinum</i>	<i>Betula pendula</i>	China	(FARR et al. 2006)
<i>Geotrichum candidum</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)

Art (wissenschaftlicher Name)	nachgewiesener Wirt	Bemerkungen	Quelle
<i>Gloeosporium betulae</i>	<i>Betula pendula</i> , <i>Betula verrucosa</i>	Polen, Schottland	(FARR et al. 2006)
<i>Gloeosporium betulinum</i>	<i>Betula pendula</i>	China, Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Glomerella cingulata</i>	<i>Betula pendula</i>	Virginia	(FARR et al. 2006)
<i>Gloniopsis curvata</i>	<i>Betula verrucosa</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Gloniopsis praelonga</i>	<i>Betula pendula</i>	Russland	(FARR et al. 2006)
<i>Gnomonia betulina</i>	<i>Betula pendula</i>	Bulgarien, Rumänien	(FARR et al. 2006)
<i>Gnomonia campylostyla</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Gnomonia intermedia</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen, Schottland	(FARR et al. 2006)
<i>Gnomonia setacea</i>	<i>Betula pendula</i> , <i>Betula verrucosa</i>	Maryland, Polen, Dänemark	(FARR et al. 2006)
<i>Gnomonia sp.</i>	<i>Betula pendula</i>	Schottland	(FARR et al. 2006)
<i>Godronia multispora</i>	<i>Betula pendula</i>	Kanada	(FARR et al. 2006)
<i>Godronia urceolus</i>	<i>Betula pendula</i>	Schottland	(FARR et al. 2006)
<i>Gonatobotrys pallidula</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Gonytrichum caesium</i> var. <i>chloridioides</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Graphium calicioides</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Haplographium catenatum</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen, Russland	(FARR et al. 2006)
<i>Haplotrichum capitatum</i>	<i>Betula pendula</i>	Russland	(FARR et al. 2006)
<i>Haplotrichum conspersum</i>	<i>Betula pendula</i>	Russland	(FARR et al. 2006)
<i>Helicoma dennisii</i>	<i>Betula pendula</i>	Russland	(FARR et al. 2006)
<i>Helicosporium vegetum</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen, Russland, UdSSR	(FARR et al. 2006)
<i>Helicosporium virescens</i>	<i>Betula pendula</i>	Weissrussland	(FARR et al. 2006)
<i>Helminthosporium velutinum</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen, Russland	(FARR et al. 2006)
<i>Hormiscium sp.</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Humicola grisea</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Hyphoderma praetermissum</i>	<i>Betula pendula</i>	Deutschland	(FARR et al. 2006)
<i>Hypocrea aureo-viridis</i>	<i>Betula pendula</i>	Russland	(FARR et al. 2006)
<i>Hypocrea gelatinosa</i>	<i>Betula pendula</i>	Deutschland	(FARR et al. 2006)
<i>Hypomyces corticiicola</i>	<i>Betula pendula</i>	Estland	(FARR et al. 2006)
<i>Hypomyces rosellus</i>	<i>Betula verrucosa</i>	Estland	(FARR et al. 2006)
<i>Hypoxyylon howeanum</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Hypoxyylon multiforme</i>	<i>Betula pendula</i>	Tschechische Republik, Deutschland, Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Hypoxyylon rubiginosum</i>	<i>Betula verrucosa</i>	Lettland	(FARR et al. 2006)
<i>Hysterium angustatum</i>	<i>Betula pendula</i>	Russland	(FARR et al. 2006)
<i>Hysterium pulicare</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen, Russland	(FARR et al. 2006)
<i>Inonotus obliquus</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Irpex hirsutus</i>	<i>Betula pendula</i>	UdSSR	(FARR et al. 2006)
<i>Ischnoderma resinosum</i>	<i>Betula pendula</i>	Ukraine	(FARR et al. 2006)
<i>Junghuhnia vincta</i>	<i>Betula pendula</i>	Neuseeland	(FARR et al. 2006)
<i>Laccaria laccata</i>	<i>Betula pendula</i>	Neuseeland	(FARR et al. 2006)
<i>Laccaria tetraspora</i> f. <i>major</i>	<i>Betula pendula</i>	Neuseeland	(FARR et al. 2006)
<i>Lasiosphaeria canescens</i>	<i>Betula pendula</i>	Russland	(FARR et al. 2006)
<i>Lasiosphaeria glabrata</i>	<i>Betula pendula</i>	Tschechische Republik	(FARR et al. 2006)
<i>Lasiosphaeria hispida</i>	<i>Betula pendula</i>	Russland	(FARR et al. 2006)
<i>Lasiosphaeria ovina</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen, Russland	(FARR et al. 2006)
<i>Leccinum scabrum</i>	<i>Betula pendula</i>	Neuseeland	(FARR et al. 2006)
<i>Lenzites betulina</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen, Ukraine	(FARR et al. 2006)
<i>Leptodontidium elatius</i> var. <i>elatius</i>	<i>Betula pendula</i>	Russland	(FARR et al. 2006)
<i>Leptoporus albellus</i> f. <i>raduloides</i>	<i>Betula verrucosa</i>	UdSSR	(FARR et al. 2006)
<i>Leptosphaeria betulina</i>	<i>Betula verrucosa</i>	UdSSR	(FARR et al. 2006)
<i>Leptosphaeria sp.</i>	<i>Betula pendula</i>	Schottland	(FARR et al. 2006)
<i>Leptothyrium betulae</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Leucostoma persoonii</i>	<i>Betula pendula</i>	Russland	(FARR et al. 2006)

Art (wissenschaftlicher Name)	nachgewiesener Wirt	Bemerkungen	Quelle
<i>Libertella betulina</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen, Russland, Slowakei	(FARR et al. 2006)
<i>Libertella favacea</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Lophiotrema boreale</i>	<i>Betula verrucosa</i>	Schweden	(FARR et al. 2006)
<i>Lylea tetracoila</i>	<i>Betula pendula</i>	Russland	(FARR et al. 2006)
<i>Marssonina betulae</i>	<i>Betula pendula</i>	Dänemark, England, Neuseeland, Norwegen, Polen, Russland, Schottland, UdSSR	(FARR et al. 2006)
<i>Melampsora betulina</i>	<i>Betula verrucosa</i>	Finnland	(FARR et al. 2006)
<i>Melampsorium betulae</i>	<i>Betula verrucosa</i>	UdSSR	(FARR et al. 2006)
<i>Melampsorium betulinum</i>	<i>Betula pendula</i> , <i>Betula verrucosa</i>	Österreich, Belgien, Bulgarien, Kalifornien, Kanada, China, Tschechische Republik, Dänemark, England, Finnland, Deutschland, Japan, Neuseeland, Norwegen, Polen, Rumänien, Schweiz, Vereinigtes Königreich, UdSSR, Australien, Tschechoslowakei, Schottland, Spanien, Schweden	(FARR et al. 2006), (BUTIN 1996)
<i>Melampsorium hiratsukanum</i>	<i>Betula pendula</i>	Finnland	(FARR et al. 2006)
<i>Melanconis decorahensis</i>	<i>Betula pendula</i>	Massachusetts	(FARR et al. 2006)
<i>Melanconis stilbostoma</i>	<i>Betula pendula</i> , <i>Betula verrucosa</i>	Österreich, Bulgarien, USA, Polen, Russland, Ukraine, Japan	(FARR et al. 2006)
<i>Melanconium betulinum</i>	<i>Betula pendula</i>	North Dakota, Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Melanconium bicolor</i>	<i>Betula pendula</i>	Kanada, China, Polen, Russland, Schottland	(FARR et al. 2006), (GREEN 2004)
<i>Melanconium parvulum</i>	<i>Betula pendula</i>	Kanada	(FARR et al. 2006)
<i>Melanomma pulvis-pyrius</i>	<i>Betula pendula</i>	Tschechische Republik, Polen, Russland	(FARR et al. 2006)
<i>Memnoniella echinata</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Menispora caesia</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Menispora ciliata</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Menispora glauca</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen, Russland, UdSSR	(FARR et al. 2006)
<i>Menispora novogradensis</i>	<i>Betula pendula</i>	Russland	(FARR et al. 2006)
<i>Menispora tortuosa</i>	<i>Betula pendula</i>	Russland	(FARR et al. 2006)
<i>Merulius tremellosus</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Microsphaera alni</i>	<i>Betula pendula</i>	Deutschland	(FARR et al. 2006)
<i>Microsphaera betulae</i>	<i>Betula pendula</i> , <i>Betula verrucosa</i>	China, Finnland, Frankreich, Deutschland, Italien, Polen, UdSSR	(FARR et al. 2006)
<i>Microsphaera ornata</i>	<i>Betula pendula</i>	China, Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Microsphaera ornata</i> var. <i>europaea</i>	<i>Betula pendula</i>	Bulgarien, Tschechoslowakei, England, Finnland, Frankreich, Deutschland, Polen, Vereinigtes Königreich, UdSSR	(FARR et al. 2006)
<i>Microsphaera ornata</i> var. <i>ornata</i>	<i>Betula pendula</i>	Ukraine	(FARR et al. 2006)
<i>Mirandina corticola</i>	<i>Betula pendula</i>	England	(FARR et al. 2006)
<i>Moelleriella betulae</i>	<i>Betula pendula</i>	Schweden	(FARR et al. 2006)
<i>Monodictys castaneae</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Monodictys levis</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Monodictys paradoxa</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen, Russland, Schottland, UdSSR	(FARR et al. 2006)
<i>Monostichella</i> sps.	<i>Betula pendula</i>	Japan	(FARR et al. 2006)
<i>Mortierella minutissima</i> var. <i>dubia</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Mortierella gamsii</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Mortierella humilis</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Mortierella hyalina</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)

Art (wissenschaftlicher Name)	nachgewiesener Wirt	Bemerkungen	Quelle
<i>Mortierella macrocystis</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Mortierella minutissima</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Mortierella parvispora</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Mortierella verticillata</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Mortierella zonata</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Mycelium radices-atrovirens</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Mycocalicium subtile</i>	<i>Betula spp.</i>	non-lichenized fungus, in Est-land	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Mycosphaerella punctiformis</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Myxocyclus polycystis</i>	<i>Betula pendula</i> , <i>Betula verrucosa</i>	Russland, UdSSR, Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Myxosporium devastans</i>	<i>Betula pendula</i>	Dänemark, Polen	(FARR et al. 2006), (BUTIN 1996)
<i>Nataniella ligneola</i>	<i>Betula pendula</i>	Belgien	(FARR et al. 2006)
<i>Nectria cinnabarina</i>	<i>Betula pendula</i>	Deutschland, Neuseeland, Polen, Russland	(FARR et al. 2006)
<i>Nectria coccinea</i>	<i>Betula verrucosa</i>	Schottland	(FARR et al. 2006)
<i>Nectria cucurbitula</i>	<i>Betula pendula</i>	Norwegen	(FARR et al. 2006)
<i>Nectria ditissima</i>	<i>Betula pendula</i>	Norwegen	(FARR et al. 2006)
<i>Nectria galligena</i>	<i>Betula pendula</i>	Deutschland	(BUTIN 1996)
<i>Nectria peziza</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Oidiodendron cereale</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Oidiodendron chlamydosporicum</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Oidiodendron echinulatum</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Oidiodendron griseum</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Oidiodendron tenuissimum</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Oospora cinnabarina</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Ophiognomonium intermedia</i>	<i>Betula pendula</i>	Kanada, British Columbia, Europa, Russland	(FARR et al. 2006)
<i>Ophiostoma borealis</i>	<i>Betula pendula</i>	Finnland	(FARR et al. 2006)
<i>Ophiostoma catonianum</i>	<i>Betula pendula</i>	Finnland	(FARR et al. 2006)
<i>Ophiostoma denticiliatum</i>	<i>Betula pendula</i>	Norwegen	(FARR et al. 2006)
<i>Ophiostoma karelicum</i>	<i>Betula pendula</i>	Finnland, Russland	(FARR et al. 2006)
<i>Ophiostoma quercus</i>	<i>Betula pendula</i>	Finnland, Litauen	(FARR et al. 2006)
<i>Ophiovalsa betulae</i>	<i>Betula pendula</i> , <i>Betula verrucosa</i>	Österreich, Bulgarien, Kanada, Neuseeland, Polen, Japan	(FARR et al. 2006)
<i>Panellus stypticus</i>	<i>Betula pendula</i>	Deutschland	(FARR et al. 2006)
<i>Penicillium adametzii</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Penicillium aurantiogriseum</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Penicillium brevi-compactum</i>	<i>Betula pendula</i>	Finnland, Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Penicillium chrysogenum</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Penicillium citreonigrum</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Penicillium citrinum</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Penicillium commune</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Penicillium daleae</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Penicillium decumbens</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Penicillium fellutanum</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Penicillium glabrum</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Penicillium griseoroseum</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Penicillium hirstutum</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Penicillium janczewskii</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Penicillium jensenii</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Penicillium lanosum</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Penicillium montanense</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Penicillium paxilli</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Penicillium purpurescens</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Penicillium purpurogenum</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)

Art (wissenschaftlicher Name)	nachgewiesener Wirt	Bemerkungen	Quelle
<i>Penicillium raistrickii</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Penicillium simplicissimum</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Penicillium solitum</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Penicillium solitum</i> var. <i>crustum</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Penicillium spinulosum</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Penicillium velutinum</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Penicillium waksmanii</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Periconia atra</i>	<i>Betula pendula</i>	Russland	(FARR et al. 2006)
<i>Periconia byssoides</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Periconia cambrensis</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Periconia cookei</i>	<i>Betula pendula</i>	Russland	(FARR et al. 2006)
<i>Pezizula cinnamomea</i>	<i>Betula pendula</i>	Kanada, Dänemark, Frankreich	(FARR et al. 2006)
<i>Phaeomollisia piceae</i>	<i>Betula pendula</i>	Litauen	(FARR et al. 2006)
<i>Phellinus cinereus</i>	<i>Betula pendula</i> , <i>Betula verrucosa</i>	Tschechische Republik	(FARR et al. 2006)
<i>Phellinus ferruginosus</i>	<i>Betula verrucosa</i>	Deutschland	(FARR et al. 2006)
<i>Phellinus igniarius</i>	<i>Betula pendula</i>	China	(FARR et al. 2006)
<i>Phellinus laevigatus</i>	<i>Betula pendula</i>	Kanada, Deutschland	(FARR et al. 2006)
<i>Phellinus nigricans</i>	<i>Betula pendula</i>	Finnland	(FARR et al. 2006)
<i>Phialophora bubakii</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Phialophora cyclaminis</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Phialophora fastigiata</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Phialophora gregata</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Phlebia albida</i>	<i>Betula pendula</i>	Tschechoslowakei	(FARR et al. 2006)
<i>Phlebia tremellosa</i>	<i>Betula pendula</i>	Ukraine	(FARR et al. 2006)
<i>Phoma corticicola</i>	<i>Betula pendula</i>	UdSSR	(FARR et al. 2006)
<i>Phoma putaminum</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Phoma</i> sp.	<i>Betula pendula</i>	Schottland	(FARR et al. 2006)
<i>Phomopsis</i> sp.	<i>Betula pendula</i>	North Dekota	(FARR et al. 2006)
<i>Phragmotrichum platanoidis</i>	<i>Betula pendula</i>	Russland, Schottland	(FARR et al. 2006)
<i>Phyllactinia alni</i>	<i>Betula pendula</i>	China	(FARR et al. 2006)
<i>Phyllactinia betulae</i>	<i>Betula pendula</i>	Armenien, Asien, Kanada, China, Europa, Iran, Israel, Japan, Korea, Nordamerika, Russland, Sibirien, Taiwan, USA	(FARR et al. 2006)
<i>Phyllactinia corylea</i>	<i>Betula verrucosa</i>	Schottland	(FARR et al. 2006)
<i>Phyllactinia guttata</i>	<i>Betula pendula</i>	Österreich, Weissrussland, Bulgarien, Tschechoslowakei, Dänemark, Finnland, Frank- reich, Deutschland, Ungarn, Irland, Italien, Niederlande, Schweiz, Türkei, Vereinigtes Königreich, UdSSR	(FARR et al. 2006)
<i>Phyllactinia suffulta</i>	<i>Betula verrucosa</i>	Bulgarien, Kanada, Dänemark, England, Finnland, Frankreich, Deutschland, Ungarn, Italien, Japan, Norwegen, Polen, Ru- mänien, Schweden, Schweiz, UdSSR	(FARR et al. 2006)
<i>Phyllosticta betulae</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Phytophthora cactorum</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen, Finnland	(FARR et al. 2006),(HANTULA et al. 1997)
<i>Phytophthora cinnamomi</i>	<i>Betula pendula</i>	Neuseeland, Portugal	(FARR et al. 2006)
<i>Phytophthora cryptogea</i>	<i>Betula pendula</i>	Australien	(FARR et al. 2006)
<i>Phytophthora plurivora</i>	<i>Betula pendula</i>	Deutschland	(FARR et al. 2006)
<i>Phytophthora</i> sp.	<i>Betula pendula</i>	Deutschland	(FARR et al. 2006)
<i>Phytophthora cactorum</i>	<i>Betula pendula</i>	an Stamm, Wurzeln und Zwei- gen; Finnland	(HANTULA et al. 2000)

Art (wissenschaftlicher Name)	nachgewiesener Wirt	Bemerkungen	Quelle
<i>Piptoporus betulinus</i>	<i>Betula pendula</i>	Kanada, China, Deutschland, Polen, Schweiz	(FARR et al. 2006), (BUTIN 1996)
<i>Pleomassaria siparia</i>	<i>Betula pendula</i> , <i>Betula verrucosa</i>	Estland, Finnland, Japan, Niederlande	(FARR et al. 2006)
<i>Pleurophragmium rousselianum</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Pleurostromella</i> sp.	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Pleurothecium recurvatum</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Plowrightia virgultorum</i>	<i>Betula verrucosa</i>	Schottland	(FARR et al. 2006)
<i>Pochonia bulbillosa</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Podosphaera erineophila</i>	<i>Betula pendula</i> , <i>Betula verrucosa</i>	China, Russland, UdSSR	(FARR et al. 2006)
<i>Polyporus betulinus</i>	<i>Betula verrucosa</i>	Schottland	(FARR et al. 2006)
<i>Polyporus brumalis</i>	<i>Betula pendula</i>	Finnland, Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Polyporus ciliatus</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Polyporus leptcephalus</i>	<i>Betula pendula</i>	Finnland	(FARR et al. 2006)
<i>Polyporus melanopus</i>	<i>Betula pendula</i>	Finnland	(FARR et al. 2006)
<i>Polyporus</i> sp.	<i>Betula pendula</i>	Kalifornien	(FARR et al. 2006)
<i>Poria obliqua</i>	<i>Betula verrucosa</i>	Schottland	(FARR et al. 2006)
<i>Poria obliqua</i>	<i>Betula pendula</i>	UdSSR	(FARR et al. 2006)
<i>Prosthemium asterosporum</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Prosthemium betulinum</i>	<i>Betula pendula</i>	Niederlande	(TANAKA et al. 2010)
<i>Prosthemium betulinum</i>	<i>Betula pendula</i>	Estland, Niederlande, Polen, Russland, UdSSR	(FARR et al. 2006)
<i>Prosthemium orientale</i>	<i>Betula pendula</i>	Japan, Polen	(TANAKA et al. 2010)
<i>Prosthemium orientale</i>	<i>Betula pendula</i>	Japan, Polen,	(FARR et al. 2006)
<i>Pseudospiropes longipilus</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen, Russland	(FARR et al. 2006)
<i>Pseudospiropes simplex</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen, Russland	(FARR et al. 2006)
<i>Pseudovalsa beutlae</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Pseudovalsa lanciformis</i>	<i>Betula pendula</i>	Österreich, Tschechische Repu- blik, Massachusetts, New York, Polen, Russland; an Zweigen	(FARR et al. 2006)
<i>Pycnoporus cinnabarinus</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Pycnoporus coccineus</i>	<i>Betula pendula</i>	Neuseeland	(FARR et al. 2006)
<i>Pyrenopeziza betulicola</i>	<i>Betula pendula</i>	Finnland	(FARR et al. 2006)
<i>Pyrigemmula aurantiaca</i>	<i>Betula pendula</i>	Ungarn	(FARR et al. 2006)
<i>Ramichloridium anceps</i>	<i>Betula pendula</i>	Russland	(FARR et al. 2006)
<i>Rhinocladiella atrovirens</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Rhinotrichella globulifera</i>	<i>Betula pendula</i>	Russland	(FARR et al. 2006)
<i>Rhinotrichum</i> sp.	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Rhizomucor miehei</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Rhizopus stolonifer</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Rigidoporus vinctus</i>	<i>Betula pendula</i>	Neuseeland	(FARR et al. 2006)
<i>Schizophyllum commune</i>	<i>Betula pendula</i>	Australien, Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Sclerophoma betulae</i>	<i>Betula pendula</i>	Russland	(FARR et al. 2006)
<i>Sclerophoma pythiophila</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Scopulariopsis</i> sp.	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Seiridiella ramealis</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Septonema ascedens</i>	<i>Betula pendula</i>	UdSSR	(FARR et al. 2006)
<i>Septonema secedens</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Septoria betulae</i>	<i>Betula pendula</i> , <i>Betula verrucosa</i>	Bulgarien, Kanada, Tschecho- slowakei, Italien, Polen, Ukrai- ne, Rumänien	(FARR et al. 2006)
<i>Septoria betulina</i>	<i>Betula pendula</i> , <i>Betula verrucosa</i>	China, Iowa, UdSSR, Rumänien	(FARR et al. 2006)
<i>Septosporium bulbotrichum</i>	<i>Betula pendula</i>	Russland	(FARR et al. 2006)
<i>Septotrullula bacilligera</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Sillia ferruginea</i>	<i>Betula pendula</i>	Bulgarien	(FARR et al. 2006)

Art (wissenschaftlicher Name)	nachgewiesener Wirt	Bemerkungen	Quelle
<i>Simplicillium lamellicola</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Sorocybe resiniae</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Spadicoides atra</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Spadicoides bin</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Spadicoides grovei</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Sphaeropsis alnicola</i>	<i>Betula pendula</i>	New York	(FARR et al. 2006)
<i>Splanchnonema argus</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen, Russland	(FARR et al. 2006)
<i>Splanchnonema siparium</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen, Russland	(FARR et al. 2006)
<i>Sporidesmium folliculatum</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Sporidesmium sp.</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Sporothrix schenckii</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Stachybotrys alternans</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Stegonosporium muricatum</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Stereum hirsutum</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Stereum purpureum</i>	<i>Betula pendula</i>	UdSSR	(FARR et al. 2006)
<i>Stereum subtomentosum</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen, Ukraine	(FARR et al. 2006)
<i>Stigmia quercina</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Taeniolella exilis</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Taeniolina scripta</i>	<i>Betula pendula</i>	Weissrussland	(FARR et al. 2006)
<i>Tapesia lividofusca</i>	<i>Betula pendula</i>	Schweiz	(FARR et al. 2006)
<i>Taphirna betulae</i>	<i>Betula verrucosa</i>	Norwegen	(FARR et al. 2006)
<i>Taphrina betulae</i>	<i>Betula pendula</i>	Dänemark, Deutschland, Norwegen, Polen, Slowakei, Schweden, UdSSR	(FARR et al. 2006)
<i>Taphrina betulina</i>	<i>Betula pendula</i> , <i>Betula verrucosa</i>	Dänemark, England, Frankreich, Deutschland, Neuseeland, Norwegen, Polen, Schottland	(FARR et al. 2006)
<i>Taphrina nana</i>	<i>Betula pendula</i> , <i>Betula verrucosa</i>	Deutschland, Polen, Schweden, Norwegen	(FARR et al. 2006)
<i>Teichospora quercina</i>	<i>Betula pendula</i>	Spanien	(FARR et al. 2006)
<i>Thyridium vestitum</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Thysanophora penicillioides</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Torula herbarum</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen, Russland	(FARR et al. 2006)
<i>Torulomyces lagena</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Trametes gibbosa</i>	<i>Betula pendula</i>	UdSSR	(FARR et al. 2006)
<i>Trametes hirsuta</i>	<i>Betula pendula</i>	Deutschland, Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Trametes versicolor</i>	<i>Betula pendula</i>	Deutschland, Neuseeland	(FARR et al. 2006)
<i>Trapeliopsis pseudogranulosa</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Trichaptum bifforme</i>	<i>Betula pendula</i>	Montenegro, Ukraine	(FARR et al. 2006)
<i>Trichocladium asperum</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Trichocladium opacum</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen, Russland	(FARR et al. 2006)
<i>Trichoderma aureoviride</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Trichoderma koningii</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Trichoderma longipilis</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Trichoderma polysporum</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Trichoderma pseudokoningii</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Trichoderma pubescens</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Trichoderma sp.</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Trichoderma strigosum</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Trichoderma virens</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Trichoderma viride</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Trichthesium roseum</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Tridelphia heterospora</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Trimmatostroma betulinum</i>	<i>Betula pendula</i> , <i>Betula verrucosa</i>	Polen, Russland, Schottland, Ukraine, Niederlande	(FARR et al. 2006)
<i>Triposporium elegans</i>	<i>Betula pendula</i>	Russland	(FARR et al. 2006)
<i>Tuberculaira ulmea</i>	<i>Betula pendula</i>	North Dakota	(FARR et al. 2006)
<i>Tubercularia vulgaris</i>	<i>Betula pendula</i>	China	(FARR et al. 2006)

Art (wissenschaftlicher Name)	nachgewiesener Wirt	Bemerkungen	Quelle
<i>Tubeufia cerea</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen, Russland	(FARR et al. 2006)
<i>Typhula ochraceosclerotiata</i>	<i>Betula pendula</i>	Spanien	(FARR et al. 2006)
<i>Tyromyces chioneus</i>	<i>Betula pendula</i>	Kanada	(FARR et al. 2006)
<i>Ulocladium botrytis</i>	<i>Betula pendula</i>	Schottland	(FARR et al. 2006)
<i>Umbelopsis isabellina</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Umbelopsis nana</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Umbelopsis ramanniana</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Umbelopsis vinacea</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Valsa ambiens</i>	<i>Betula pendula</i>	Bulgarien, Polen, Russland, Ukraine	(FARR et al. 2006)
<i>Valsa betulina</i>	<i>Betula pendula</i>	Bulgarien	(FARR et al. 2006)
<i>Valsa ceratosperma</i>	<i>Betula pendula</i> , <i>Betula verrucosa</i>	Bulgarien, Japan	(FARR et al. 2006)
<i>Valsella adhaerens</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Varicosporium elodeae</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Venturia ditricha</i>	<i>Betula pendula</i> , <i>Betula verrucosa</i>	Dänemark, Norwegen, Polen, Deutschland	(FARR et al. 2006)
<i>Verticillium dahliae</i>	<i>Betula pendula</i>	Kalifornien	(FARR et al. 2006)
<i>Verticillium griseum</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Volvaria bombycina</i>	<i>Betula pendula</i>	UdSSR	(FARR et al. 2006)
<i>Zalerion arboricola</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Zygorhynchus moelleri</i>	<i>Betula pendula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)

Tabelle A 31 Pilze auf der Birke (Literaturnachweise).

Aspe

Art (wissenschaftlicher Name)	nachgewiesener Wirt	Bemerkungen	Quelle
<i>Acanthonitschkea tristis</i>	<i>Populus tremula</i>	Schweden	(FARR et al. 2006)
<i>Actinonema populorum</i>	<i>Populus tremula</i>	Deutschland	(FARR et al. 2006)
<i>Aleurodiscus polygonius</i>	<i>Populus tremula</i>	Österreich, Frankreich, Ungarn	(FARR et al. 2006)
<i>Alternaria tenuis</i>	<i>Populus tremula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Amphisphaerella amphisphaerioides</i>	<i>Populus tremula</i>	Dänemark	(FARR et al. 2006)
<i>Amphisphaerella dispersella</i>	<i>Populus tremula</i>	Schweden	(FARR et al. 2006)
<i>Antrodia macra</i>	<i>Populus tremula</i>	Norwegen	(FARR et al. 2006)
<i>Antrodia mellita</i>	<i>Populus tremula</i>	Norwegen	(FARR et al. 2006)
<i>Antrodia pulvinascens</i>	<i>Populus tremula</i>	Norwegen	(FARR et al. 2006)
<i>Apiognomia errabunda</i>	<i>Populus tremula</i>	Schweiz	(FARR et al. 2006)
<i>Armillaria borealis</i>	<i>Populus tremula</i>	Finnland	(FARR et al. 2006)
<i>Armillaria mellea</i>	<i>Populus tremula</i>	Dänemark, Norwegen, Ukraine, UdSSR, Jugoslawien	(FARR et al. 2006)
<i>Arthopyrenia cinereopruinosa</i>	<i>Populus tremula</i>	Schweden	(FARR et al. 2006)
<i>Ascochyta tremulae</i>	<i>Populus tremula</i>	Österreich, Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Aspergillus fumigatus</i>	<i>Populus tremula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Asterodon ferruginosum</i>	<i>Populus tremula</i>	Norwegen	(FARR et al. 2006)
<i>Asteroma frondicola</i>	<i>Populus tremula</i>	Polen, Russland	(FARR et al. 2006)
<i>Asteromella sp.</i>	<i>Populus tremula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Athelium hallenbergii</i>	<i>Populus tremula</i>	Weissrussland	(FARR et al. 2006)
<i>Aureobasidium sp.</i>	<i>Populus tremula</i>	Schweden	(FARR et al. 2006)
<i>Auriculariopsis ampla</i>	<i>Populus tremula</i>	Niederlande	(FARR et al. 2006)
<i>BACidia fraxinea</i>	<i>Populus tremula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Barrmaelia oxyacanthae</i>	<i>Populus tremula</i>	Polen, Schweden	(FARR et al. 2006)
<i>Botryobasidium laeve</i>	<i>Populus tremula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Botryosphaeria berengeriana</i>	<i>Populus tremula</i>	Portugal	(FARR et al. 2006)
<i>Botryosphaeria dothidea</i>	<i>Populus tremula</i>	Italien	(FARR et al. 2006)
<i>Caliciopsis calicioides</i>	<i>Populus tremula</i>	Schweden	(FARR et al. 2006)
<i>Camarosporium propinquum</i>	<i>Populus tremula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Candelabrochaete septocystidia</i>	<i>Populus tremula</i>	Norwegen	(FARR et al. 2006)
<i>Capnodium citri</i>	<i>Populus tremula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Capnodium elongatum</i>	<i>Populus tremula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Capronia pulcherrima</i>	<i>Populus tremula</i>	Schweden	(FARR et al. 2006)
<i>Ceratosphaeria lampadophora</i>	<i>Populus tremula</i>	Frankreich	(FARR et al. 2006)
<i>Ceriporiopsis aneirina</i>	<i>Populus tremula</i>	Norwegen	(FARR et al. 2006)
<i>Ceriporiopsis niger</i>	<i>Populus tremula</i>	Norwegen	(FARR et al. 2006)
<i>Cerrena unicolor</i>	<i>Populus tremula</i>	Ukraine	(FARR et al. 2006)
<i>Ceuthospora pulvinata</i>	<i>Populus tremula</i>	UdSSR	(FARR et al. 2006)
<i>Chaetopermium carneum</i>	<i>Populus tremula</i>	UdSSR	(FARR et al. 2006)
<i>Chaetospermum tubercularioides</i>	<i>Populus tremula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Chaetosphaeria pulviscula</i>	<i>Populus tremula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Chalara cylindrosperma</i>	<i>Populus tremula</i>	Vereinigtes Königreich	(FARR et al. 2006)
<i>Chondrostereum purpureum</i>	<i>Populus tremula</i>	Neuseeland	(FARR et al. 2006)
<i>Cladobotryum mycophilum</i>	<i>Populus tremula</i>	Estland	(FARR et al. 2006)
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	<i>Populus tremula</i>	Russland	(FARR et al. 2006)
<i>Cladosporium fumago</i>	<i>Populus tremula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Cladosporium herbarum</i>	<i>Populus tremula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Cladosporium nigrellum</i>	<i>Populus tremula</i>	Russland	(FARR et al. 2006)
<i>Cladosporium populicola</i>	<i>Populus tremula</i>	Deutschland	(FARR et al. 2006)
<i>Coccomyces tumidus</i>	<i>Populus tremula</i>	Europa, Nordamerika	(FARR et al. 2006)
<i>Corticium roseum</i>	<i>Populus tremula</i>	Norwegen	(FARR et al. 2006)
<i>Coryneum populinum</i>	<i>Populus tremula</i>	China	(FARR et al. 2006)
<i>Cresporhaphis wienkampii</i>	<i>Populus tremula</i>	Schweden	(FARR et al. 2006)

Art (wissenschaftlicher Name)	nachgewiesener Wirt	Bemerkungen	Quelle
<i>Cryptadelphia fusiformis</i>	<i>Populus tremula</i>	Litauen	(FARR et al. 2006)
<i>Cryptocline dubia</i>	<i>Populus tremula</i>	Europa	(FARR et al. 2006)
<i>Cryptocoryneum condensatum</i>	<i>Populus tremula</i>	Weissrussland	(FARR et al. 2006)
<i>Cryptosphaeria ligniota</i>	<i>Populus tremula</i>	Polen, Schweden, Schweiz	(FARR et al. 2006)
<i>Cryptosphaeria populina</i>	<i>Populus tremula</i>	Portugal	(FARR et al. 2006)
<i>Cryptosporiopsis fasciculata</i>	<i>Populus tremula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Cylindrosporium populinum</i>	<i>Populus tremula</i>	Türkei	(FARR et al. 2006)
<i>Cytospora ambiens</i>	<i>Populus tremula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Cytospora chrysosperma</i>	<i>Populus tremula</i>	China, Colorado, Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Cytospora nivea</i>	<i>Populus tremula</i>	China, Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Cytospora sp.</i>	<i>Populus tremula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Daedalea unicolor</i>	<i>Populus tremula</i>	UdSSR	(FARR et al. 2006)
<i>Daldinia concentrica</i>	<i>Populus tremula</i>	Ukraine	(FARR et al. 2006)
<i>Daruvedia bacillata</i>	<i>Populus tremula</i>	Frankreich	(FARR et al. 2006)
<i>Diatrype bullata</i>	<i>Populus tremula</i>	Österreich	(FARR et al. 2006)
<i>Dictyotrichiella mansonii</i>	<i>Populus tremula</i>	Norwegen	(FARR et al. 2006)
<i>Didymella barbieri</i>	<i>Populus tremula</i>	Portugal	(FARR et al. 2006)
<i>Didymosphaeria congruella</i>	<i>Populus tremula</i>	Norwegen	(FARR et al. 2006)
<i>Diplococcium spicatum</i>	<i>Populus tremula</i>	UdSSR	(FARR et al. 2006)
<i>Diplodia gongrogena</i>	<i>Populus tremula</i>	Österreich, Deutschland	(FARR et al. 2006)
<i>Diplodia sp.</i>	<i>Populus tremula</i>	Australien	(FARR et al. 2006)
<i>Discosia artocreas</i>	<i>Populus tremula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Discosia julia</i>	<i>Populus tremula</i>	Italien	(FARR et al. 2006)
<i>Dothichiza populina</i>	<i>Populus tremula</i>	Vereinigtes Königreich	(FARR et al. 2006)
<i>Dothiopsis tremulae</i>	<i>Populus tremula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Dothiora sphaeroides</i>	<i>Populus tremula</i>	Kanada, Schweden	(FARR et al. 2006)
<i>Eichleriella deglubens</i>	<i>Populus tremula</i>	UdSSR	(FARR et al. 2006)
<i>Encoelia fascicularis</i>	<i>Populus tremula</i>	Vereinigtes Königreich	(FARR et al. 2006)
<i>Endoxyla populi</i>	<i>Populus tremula</i>	Schweden	(FARR et al. 2006)
<i>Erostella minima</i>	<i>Populus tremula</i>	Schweden	(FARR et al. 2006)
<i>Erysiphe adunca</i>	<i>Populus tremula</i>	Weissrussland, Russland, Schweiz	(FARR et al. 2006)
<i>Eutypa sparsa</i>	<i>Populus tremula</i>	Polen, Schweden, Schweiz	(FARR et al. 2006)
<i>Eutypella stellulata</i>	<i>Populus tremula</i>	Ukraine	(FARR et al. 2006)
<i>Excipularia fusispora</i>	<i>Populus tremula</i>	Weissrussland, UdSSR	(FARR et al. 2006)
<i>Fomes annosus</i>	<i>Populus tremula</i>	Schweden	(FARR et al. 2006)
<i>Fomes connatus</i>	<i>Populus tremula</i>	UdSSR	(FARR et al. 2006)
<i>Fomes fomentarius</i>	<i>Populus tremula</i>	China, Ukraine, UdSSr	(FARR et al. 2006)
<i>Fomes igniarius</i>	<i>Populus tremula</i>	Dänemark, Deutschland, Nor- wegen, UdSSR	(FARR et al. 2006)
<i>Fomes pomaceus</i>	<i>Populus tremula</i>	Norwegen	(FARR et al. 2006)
<i>Fusarium sambucinum</i>	<i>Populus tremula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Fusarium sp.</i>	<i>Populus tremula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Fusicladium martianoffianum</i>	<i>Populus tremula</i>	Kasachstan, Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Fusicladium radiosum</i>	<i>Populus tremula</i>	China, Frankreich, Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Fusicladium radiosum var. radiosum</i>	<i>Populus tremula</i>	Armenien, Bulgarien, Tsche- choslowakei, Dänemark, Finn- land, Frankreich, Deutschland, Italien, Lettland, Litauen, Nor- wegen, Polen, Rumänien, Russ- land, Spanien, Schweden, Turkmenistan, Ukraine, Verei- nigtes Königreich, Usbekistan, Jugoslawien	(FARR et al. 2006)
<i>Fusicladium romellianum</i>	<i>Populus tremula</i>	Finnland, Deutschland, Ka- sachstan, Lettland, Schweden, Ukraine	(FARR et al. 2006)
<i>Fusidium griseum</i>	<i>Populus tremula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Ganoderma lipsiense</i>	<i>Populus tremula</i>	Ukraine	(FARR et al. 2006)

Art (wissenschaftlicher Name)	nachgewiesener Wirt	Bemerkungen	Quelle
<i>Gliomastix cerealis</i>	<i>Populus tremula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Gliomastix convoluta</i>	<i>Populus tremula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Gloeosporium naevioides</i>	<i>Populus tremula</i>	Norwegen	(FARR et al. 2006)
<i>Gloeosporium tremulae</i>	<i>Populus tremula</i>	China, Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Gloniopsis curvata</i>	<i>Populus tremula</i>	Schweden	(FARR et al. 2006)
<i>Glyphium elatum</i>	<i>Populus tremula</i>	Schweden	(FARR et al. 2006)
<i>Gnomonia cerastis</i>	<i>Populus tremula</i>	Schweiz	(FARR et al. 2006)
<i>Gnomonia fahrendorffii</i>	<i>Populus tremula</i>	UdSSR	(FARR et al. 2006)
<i>Guignardia sp.</i>	<i>Populus tremula</i>	Schweden	(FARR et al. 2006)
<i>Harzia acremonioides</i>	<i>Populus tremula</i>	UdSSR	(FARR et al. 2006)
<i>Hericium erinaceus</i>	<i>Populus tremula</i>	Ukraine	(FARR et al. 2006)
<i>Hyalinia rubella</i>	<i>Populus tremula</i>	Schweden	(FARR et al. 2006)
<i>Hymenoscyphus phyllogenus</i>	<i>Populus tremula</i>	Deutschland	(FARR et al. 2006)
<i>Hyphoderma lapponicum</i>	<i>Populus tremula</i>	Norwegen	(FARR et al. 2006)
<i>Hypochnicium bombycinum</i>	<i>Populus tremula</i>	Deutschland	(FARR et al. 2006)
<i>Hypocrea strictipilosa</i>	<i>Populus tremula</i>	Schweden	(FARR et al. 2006)
<i>Hypomyces pseudopolyporinus</i>	<i>Populus tremula</i>	Estland	(FARR et al. 2006)
<i>Hypoxylon macrocarpum</i>	<i>Populus tremula</i>	Ukraine	(FARR et al. 2006)
<i>Hypoxylon mammatum</i>	<i>Populus tremula</i>	Schweden	(FARR et al. 2006)
<i>Hypoxylon mediterraneum</i>	<i>Populus tremula</i>	Frankreich	(FARR et al. 2006)
<i>Hypoxylon morsei</i>	<i>Populus tremula</i>	Spanien	(FARR et al. 2006)
<i>Hypoxylon rubiginosum</i>	<i>Populus tremula</i>	Deutschland, Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Hypoxylon rubiginosum</i> var. <i>Rubiginosum</i>	<i>Populus tremula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Inocutis rheades</i>	<i>Populus tremula</i>	Deutschland	(FARR et al. 2006)
<i>Kalmusia coniothyrium</i>	<i>Populus tremula</i>	Schweden	(FARR et al. 2006)
<i>Kretzschmaria deusta</i>	<i>Populus tremula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Lachnella karstenii</i>	<i>Populus tremula</i>	Finnland	(FARR et al. 2006)
<i>Lasiosphaeria caudata</i>	<i>Populus tremula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Lasiosphaeria crinita</i>	<i>Populus tremula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Lasiosphaeria ovina</i>	<i>Populus tremula</i>	Vereinigtes Königreich	(FARR et al. 2006)
<i>Lasiosphaeria pyramidata</i>	<i>Populus tremula</i>	Frankreich	(FARR et al. 2006)
<i>Lecanidion clavisorum</i>	<i>Populus tremula</i>	Portugal	(FARR et al. 2006)
<i>Leptosphaeria immunda</i>	<i>Populus tremula</i>	Finnland	(FARR et al. 2006)
<i>Leptothyrium populi</i>	<i>Populus tremula</i>	Ukraine	(FARR et al. 2006)
<i>Leucostoma niveum</i>	<i>Populus tremula</i>	Bulgarien, England, Polen, Ukraine	(FARR et al. 2006)
<i>Leucostoma persoonii</i>	<i>Populus tremula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Linospora ceuthoscarpa</i>	<i>Populus tremula</i>	Dänemark, Finnland, Schwe- den, Vereinigtes Königreich	(FARR et al. 2006)
<i>Lophiostoma compressum</i>	<i>Populus tremula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Lophiostoma macrostomoides</i>	<i>Populus tremula</i>	Schweden	(FARR et al. 2006)
<i>Lophiostoma nucula</i>	<i>Populus tremula</i>	Dänemark	(FARR et al. 2006)
<i>Macrophoma tumefaciens</i>	<i>Populus tremula</i>	China	(FARR et al. 2006)
<i>Marasmius favrei</i>	<i>Populus tremula</i>	Tschechoslowakei	(FARR et al. 2006)
<i>Marssonina castagnei</i>	<i>Populus tremula</i>	Norwegen	(FARR et al. 2006), (BUTIN 1996)
<i>Marssonina populi</i>	<i>Populus tremula</i>	China	(FARR et al. 2006)
<i>Melampsora laricis-populina</i>	<i>Populus tremula</i>	China	(FARR et al. 2006)
<i>Melampsora larici-tremulae</i>	<i>Populus tremula</i>	China, England, Finnland, Frankreich, Deutschland, Un- garn, Italien, Norwegen, Russ- land, Schweiz, Vereinigtes Königreich	(FARR et al. 2006)
<i>Melampsora magnusiana</i>	<i>Populus tremula</i>	Tschechoslowakei, Dänemark, Finnland, Japan, Polen, Rumä- nien, Russland	(FARR et al. 2006)
<i>Melampsora mercurialis- tremulae</i>	<i>Populus tremula</i>	Deutschland, Niederlande	(FARR et al. 2006)

Art (wissenschaftlicher Name)	nachgewiesener Wirt	Bemerkungen	Quelle
<i>Melampsora pinitorqua</i>	<i>Populus tremula</i>	Belgien, Dänemark, England, Europa, Finnland, Deutschland, Italien, Norwegen, Polen, Rumänien, Spanien, Schweden, Schweiz, Ukraine, Vereinigtes Königreich, UdSSR	(FARR et al. 2006)
<i>Melampsora populnea</i>	<i>Populus tremula</i>	Belgien, Bulgarien, China, Tschechische Republik, Dänemark, England, Europa, Finnland, Deutschland, Japan, Mongolei, Norwegen, Polen, Ukraine, Vereinigtes Königreich, UdSSR	(FARR et al. 2006)
<i>Melampsora populnea f. sp. laricis</i>	<i>Populus tremula</i>	Bulgarien	(FARR et al. 2006)
<i>Melampsora populnea f. sp. magnusiana</i>	<i>Populus tremula</i>	Bulgarien	(FARR et al. 2006)
<i>Melampsora populnea f. sp. pinitorqua</i>	<i>Populus tremula</i>	Bulgarien	(FARR et al. 2006)
<i>Melampsora populnea f. sp. rostrupii</i>	<i>Populus tremula</i>	Bulgarien	(FARR et al. 2006)
<i>Melampsora pulcherrima</i>	<i>Populus tremula</i>	Italien	(FARR et al. 2006)
<i>Melampsora rostrupii</i>	<i>Populus tremula</i>	China, Dänemark, Europa, Finnland, Norwegen, Polen, Rumänien, Russland, Schottland, Schweden, Ukraine, Vereinigtes Königreich, UdSSR	(FARR et al. 2006)
<i>Melampsora tremulae</i>	<i>Populus tremula</i>	Weissrussland, Polen, Portugal, Russland, Spanien, UdSSR	(FARR et al. 2006)
<i>Melanospora fimbriata</i>	<i>Populus tremula</i>	Kanada	(FARR et al. 2006)
<i>Melaspilea gibberulosa</i>	<i>Populus tremula</i>	non-lichenized fungus; Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Melomastia mastoidea</i>	<i>Populus tremula</i>	Dänemark	(FARR et al. 2006)
<i>Membranomyces spurius</i>	<i>Populus tremula</i>	Norwegen	(FARR et al. 2006)
<i>Menispora libertiana</i>	<i>Populus tremula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Menispora tortuosa</i>	<i>Populus tremula</i>	UdSSR	(FARR et al. 2006)
<i>Micorsphaera penicillata</i>	<i>Populus tremula</i>	UdSSR	(FARR et al. 2006)
<i>Monodictys melanopa</i>	<i>Populus tremula</i>	UdSSR	(FARR et al. 2006)
<i>Mycocalicium subtile</i>	<i>Populus tremula</i>	non-lichenized fungus; Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Mycoporum hippocastani</i>	<i>Populus tremula</i>	Schweden, Vereinigtes Königreich	(FARR et al. 2006)
<i>Mycosphaerella populi</i>	<i>Populus tremula</i>	Deutschland, Italien	(FARR et al. 2006)
<i>Mycosphaerella punctiformis</i>	<i>Populus tremula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Naeviopsis carneopallida</i>	<i>Populus tremula</i>	Schweden	(FARR et al. 2006)
<i>Napicladium asteroma</i>	<i>Populus tremula</i>	China	(FARR et al. 2006)
<i>Nectria cinnabarina</i>	<i>Populus tremula</i>	Ukraine	(FARR et al. 2006)
<i>Nectria ditissima</i>	<i>Populus tremula</i>	Tschechoslowakei	(FARR et al. 2006)
<i>Nectria peziza</i>	<i>Populus tremula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Nemania crustacea</i>	<i>Populus tremula</i>	Schweden	(FARR et al. 2006)
<i>Nemania serpens</i>	<i>Populus tremula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Nemania serpens var. serpens</i>	<i>Populus tremula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Neta patuxentica</i>	<i>Populus tremula</i>	UdSSR	(FARR et al. 2006)
<i>Niesslia exilis</i>	<i>Populus tremula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Oligoporus cerifluus</i>	<i>Populus tremula</i>	Norwegen	(FARR et al. 2006)
<i>Ophlostoma tremuloaureum</i>	<i>Populus tremula</i>	Schweden	(FARR et al. 2006)
<i>Oxyporus corticola</i>	<i>Populus tremula</i>	Europa, Norwegen	(FARR et al. 2006)
<i>Penicillium canescens</i>	<i>Populus tremula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Penicillium citrinum</i>	<i>Populus tremula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Penicillium purpurogenum var. rubri</i>	<i>Populus tremula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)

Art (wissenschaftlicher Name)	nachgewiesener Wirt	Bemerkungen	Quelle
<i>Peniophora polygonia</i>	<i>Populus tremula</i>	Spanien	(FARR et al. 2006)
<i>Peniophora rufa</i>	<i>Populus tremula</i>	Norwegen	(FARR et al. 2006)
<i>Periconia hispidula</i>	<i>Populus tremula</i>	Russland	(FARR et al. 2006)
<i>Phaeocalicium praecedens</i>	<i>Populus tremula</i>	Vereinigtes Königreich	(FARR et al. 2006)
<i>Phellinus igniarius</i>	<i>Populus tremula</i>	China, Ukraine	(FARR et al. 2006)
<i>Phellinus populicola</i>	<i>Populus tremula</i>	Estland, Finnland, Schweden	(FARR et al. 2006)
<i>Phellinus tremulae</i>	<i>Populus tremula</i>	Tschechische Republik, Ukraine	(FARR et al. 2006)
<i>Phlebia rufa</i>	<i>Populus tremula</i>	Ukraine	(FARR et al. 2006)
<i>Phloeospora tremulae</i>	<i>Populus tremula</i>	Russland	(FARR et al. 2006)
<i>Phlyctis erythrosora</i>	<i>Populus tremula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Phoma cinerea</i>	<i>Populus tremula</i>	Türkei	(FARR et al. 2006)
<i>Phoma crepini</i>	<i>Populus tremula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Phoma urens</i>	<i>Populus tremula</i>	Türkei; auf entrindeten Zweigen	(BÜLBÜL et al. 2011)
<i>Phomopsis pallida</i>	<i>Populus tremula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Phomopsis sp.</i>	<i>Populus tremula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Phyllactini guttata</i>	<i>Populus tremula</i>	Norwegen, Rumänien, Schweiz	(FARR et al. 2006)
<i>Phyllactinia populi</i>	<i>Populus tremula</i>	Aserbaidschan, Asien, Bulgarien, China, Europa, Frankreich, Georgien, Deutschland, Ungarn, Indien, Irak, Italien, Kasachstan, Korea, Kirgistan, Nordamerika, Norwegen, Pakistan, Rumänien, Russland, Sibirien, Spanien, Schweiz, Taiwan, USA, Usbekistan	(FARR et al. 2006)
<i>Phyllactinia suffulata</i>	<i>Populus tremula</i>	Norwegen, Rumänien, Schweiz, UdSSR	(FARR et al. 2006)
<i>Phyllosticta alcides</i>	<i>Populus tremula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Phyllosticta cinerea</i>	<i>Populus tremula</i>	Türkei	(FARR et al. 2006)
<i>Phyllosticta populea</i>	<i>Populus tremula</i>	Ukraine	(FARR et al. 2006)
<i>Phyllosticta populina</i>	<i>Populus tremula</i>	Russland	(FARR et al. 2006)
<i>Phyllosticta populi-nigrae</i>	<i>Populus tremula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Platystomum populinae</i>	<i>Populus tremula</i>	Ukraine	(FARR et al. 2006)
<i>Pleurophomopsis salicina</i>	<i>Populus tremula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Pleurotheciopsis bramleyi</i>	<i>Populus tremula</i>	UdSSR	(FARR et al. 2006)
<i>Pleurotus dryinus</i>	<i>Populus tremula</i>	Deutschland	(FARR et al. 2006)
<i>Pleurotus ostreatus</i>	<i>Populus tremula</i>	Ukraine	(FARR et al. 2006)
<i>Pollaccia radiosa</i>	<i>Populus tremula</i>	Armenien, England, Vereinigtes Königreich, UdSSR	(FARR et al. 2006)
<i>Polyporus brumalis</i>	<i>Populus tremula</i>	Finnland	(FARR et al. 2006)
<i>Polyporus dradeus</i>	<i>Populus tremula</i>	UdSSR	(FARR et al. 2006)
<i>Polyporus dryophilus</i>	<i>Populus tremula</i>	Dänemark	(FARR et al. 2006)
<i>Polyporus hipidus</i>	<i>Populus tremula</i>	Norwegen	(FARR et al. 2006)
<i>Polyporus leptcephalus</i>	<i>Populus tremula</i>	Finnland	(FARR et al. 2006)
<i>Polyporus pseudobetulinus</i>	<i>Populus tremula</i>	Finnland	(FARR et al. 2006)
<i>Polyporus squamosus</i>	<i>Populus tremula</i>	China, Finnland, Norwegen, Ukraine, UdSSR	(FARR et al. 2006)
<i>Polyporus sulphureus</i>	<i>Populus tremula</i>	Japan, Norwegen	(FARR et al. 2006)
<i>Polyporus tubaeformis</i>	<i>Populus tremula</i>	Finnland	(FARR et al. 2006)
<i>Polyporus zonatus</i>	<i>Populus tremula</i>	Dänemark	(FARR et al. 2006)
<i>Pseudotrachia mutabilis</i>	<i>Populus tremula</i>	Tschechische Republik	(FARR et al. 2006)
<i>Pyrenopeziza petiolaris</i>	<i>Populus tremula</i>	Schweden	(FARR et al. 2006)
<i>Pyrenophora buddleiae</i>	<i>Populus tremula</i>	UdSSR	(FARR et al. 2006)
<i>Rhytidiella moriformis</i>	<i>Populus tremula</i>	Schweden	(FARR et al. 2006)
<i>Rosellinia subsimilis</i>	<i>Populus tremula</i>	Schweiz	(FARR et al. 2006)
<i>Schizophyllum amplum</i>	<i>Populus tremula</i>	Tschechoslowakei, Niederlande	(FARR et al. 2006)
<i>Schizophyllum commune</i>	<i>Populus tremula</i>	China, Ukraine	(FARR et al. 2006)
<i>Schizoxylon albescens</i>	<i>Populus tremula</i>	Schweden	(FARR et al. 2006)

Art (wissenschaftlicher Name)	nachgewiesener Wirt	Bemerkungen	Quelle
<i>Scytinostroma galactinum</i>	<i>Populus tremula</i>	Norwegen	(FARR et al. 2006)
<i>Septogloeum populiperdum</i>	<i>Populus tremula</i>	Armenien	(FARR et al. 2006)
<i>Septoria marmorata</i>	<i>Populus tremula</i>	Italien	(FARR et al. 2006)
<i>Septoria populi</i>	<i>Populus tremula</i>	Polen, Ukraine	(FARR et al. 2006)
<i>Septotis populiperda</i>	<i>Populus tremula</i>	China	(FARR et al. 2006)
<i>Stachybotrys alternans</i>	<i>Populus tremula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Stegosporium taphrinum</i>	<i>Populus tremula</i>	Deutschland, Schweden	(FARR et al. 2006)
<i>Stictis brunnescens</i>	<i>Populus tremula</i>	Finnland	(FARR et al. 2006)
<i>Symptodiella acicola</i>	<i>Populus tremula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Tapesia cinerella</i>	<i>Populus tremula</i>	Schweiz	(FARR et al. 2006)
<i>Taphrina johansonii</i>	<i>Populus tremula</i>	Dänemark, England, Finnland, Norwegen, Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Taphrina populina</i>	<i>Populus tremula</i>	Neuseeland	(FARR et al. 2006)
<i>Taphrina rhizophora</i>	<i>Populus tremula</i>	Japan	(FARR et al. 2006)
<i>Teichospora abducens</i>	<i>Populus tremula</i>	Russland	(FARR et al. 2006)
<i>Teichospora runiformis</i>	<i>Populus tremula</i>	Schweden	(FARR et al. 2006)
<i>Titaeosporina tremulae</i>	<i>Populus tremula</i>	Dänemark, England, Norwegen, Türkei,	(FARR et al. 2006)
<i>Tracylla julia</i>	<i>Populus tremula</i>	Italien	(FARR et al. 2006)
<i>Trametes cervina</i>	<i>Populus tremula</i>	Ukraine	(FARR et al. 2006)
<i>Trametes gibbosa</i>	<i>Populus tremula</i>	Ukraine	(FARR et al. 2006)
<i>Trametes ochracea</i>	<i>Populus tremula</i>	Ukraine	(FARR et al. 2006)
<i>Trametes pubescens</i>	<i>Populus tremula</i>	China	(FARR et al. 2006)
<i>Trametes trogii</i>	<i>Populus tremula</i>	Argentinien	(FARR et al. 2006)
<i>Trametes versicolor</i>	<i>Populus tremula</i>	Spanien, Ukraine	(FARR et al. 2006)
<i>Trematosphaeria pertusa</i>	<i>Populus tremula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Trichoderma lignorum</i>	<i>Populus tremula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Trichothecium roseum</i>	<i>Populus tremula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Triposporium elegans</i>	<i>Populus tremula</i>	Vereinigtes Königreich	(FARR et al. 2006)
<i>Tropospora fumosa</i>	<i>Populus tremula</i>	Weissrussland, Polen, Russland, UdSSR	(FARR et al. 2006)
<i>Tympanis alpina</i>	<i>Populus tremula</i>	Schweiz	(FARR et al. 2006)
<i>Tympanis spermatiospora</i>	<i>Populus tremula</i>	Vereinigtes Königreich	(FARR et al. 2006)
<i>Typhula ochraceosclerotata</i>	<i>Populus tremula</i>	Spanien	(FARR et al. 2006)
<i>Tyromyces vivii</i>	<i>Populus tremula</i>	Norwegen	(FARR et al. 2006)
<i>Uncinula adunca</i>	<i>Populus tremula</i>	Armenien, Bulgarien, Estland, Italien, Montenegro, Norwe- gen, Polen Portugal, Ukraine	(FARR et al. 2006)
<i>Uncinula adunca var. adunca</i>	<i>Populus tremula</i>	Österreich, Bulgarien, China, Dänemark, Finnland, Frank- reich, Deutschland, Ungarn, Italien, Norwegen, Polen Portu- gal, Rumänien, Spanien, Schweden, Schweiz, Türkei, UdSSR, Jugoslawien	(FARR et al. 2006)
<i>Uncinula salicis</i>	<i>Populus tremula</i>	Österreich, Bulgarien, China, Tschechoslowakei, Dänemark, England, Finnland, Frankreich, Deutschland, Ungarn, Italien, Japan, Norwegen, Polen, Por- tugal, Rumänien, Spanien, Schweden Schweiz, Türkei, UdSSR, Jugoslawien	(FARR et al. 2006)
<i>Ustulina vulgaris</i>	<i>Populus tremula</i>	UdSSR	(FARR et al. 2006)
<i>Valsa ambiens</i>	<i>Populus tremula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Valsa nivea</i>	<i>Populus tremula</i>	Österreich, Dänemark, England, Polen, Russland, Sibirien	(FARR et al. 2006)
<i>Valsa sordida</i>	<i>Populus tremula</i>	England, Deutschland, Vereinig- tes Königreich	(FARR et al. 2006)

Art (wissenschaftlicher Name)	nachgewiesener Wirt	Bemerkungen	Quelle
<i>Valsella nigroannulata</i>	<i>Populus tremula</i>	Bulgarien	(FARR et al. 2006)
<i>Venturia macularis</i>	<i>Populus tremula</i>	Österreich, England, Frankreich, Deutschland, Ungarn, Norwegen, Schweden	(FARR et al. 2006)
<i>Venturia maculiformis</i>	<i>Populus tremula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Venturia radiosa</i>	<i>Populus tremula</i>	Dänemark	(FARR et al. 2006)
<i>Venturia tremulae</i>	<i>Populus tremula</i>	Dänemark, Frankreich, Deutschland, Italien, Niederlande, Norwegen, Polen, Russland, Schweden	(FARR et al. 2006)
<i>Venuria populina</i>	<i>Populus tremula</i>	Dänemark, Norwegen, Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Venuria viennotii</i>	<i>Populus tremula</i>	Frankreich	(FARR et al. 2006)
<i>Venuria sp.</i>	<i>Populus tremula</i>	Finnland	(FARR et al. 2006)
<i>Verticillium albo-atrum</i>	<i>Populus tremula</i>	Deutschland	(FARR et al. 2006)
<i>Vuilleminia comedens</i>	<i>Populus tremula</i>	Ukraine	(FARR et al. 2006)
<i>Xenasma rimicola</i>	<i>Populus tremula</i>	Norwegen	(FARR et al. 2006)
<i>Xenosporium pleurococcum</i>	<i>Populus tremula</i>	Österreich	(FARR et al. 2006)
<i>Xylaria hypoxylon</i>	<i>Populus tremula</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Zigonella ovoidea</i>	<i>Populus tremula</i>	Schweden	(FARR et al. 2006)

Tabelle A 32 Pilze auf der Aspe (Literaturnachweise).

Weide

Art (wissenschaftlicher Name)	nachgewiesener Wirt	Bemerkungen	Quelle
<i>Aleurodiscus polygonioides</i>	<i>Salix caprea</i>	Finnland	(FARR et al. 2006)
<i>Antrodia mellita</i>	<i>Salix caprea</i>	Norwegen	(FARR et al. 2006)
<i>Armillaria mellea</i>	<i>Salix caprea</i>	Dänemark, Deutschland	(FARR et al. 2006)
<i>Ascochyta translucens</i>	<i>Salix caprea</i>	Tschechoslowakei	(FARR et al. 2006)
<i>Athelicum hallenbergii</i>	<i>Salix caprea</i>	Weissrussland	(FARR et al. 2006)
<i>Barrmaelia moravica</i>	<i>Salix caprea</i>	Tschechoslowakei	(FARR et al. 2006)
<i>Botryosphaeria ribis</i>	<i>Salix caprea</i>	Argentinien	(FARR et al. 2006)
<i>Calycellina indumenticola</i>	<i>Salix caprea</i>	England, Vereinigtes Königreich	(FARR et al. 2006)
<i>Capnodium elongatum</i>	<i>Salix caprea</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Carneopezizella salicicola</i>	<i>Salix caprea</i>	Tschechoslowakei	(FARR et al. 2006)
<i>Ceuthospora fusarioides</i>	<i>Salix caprea</i>	Österreich	(FARR et al. 2006)
<i>Ceuthospora salicina</i>	<i>Salix caprea</i>	Deutschland	(FARR et al. 2006)
<i>Ciboira caucus</i>	<i>Salix caprea</i>	Norwegen	(FARR et al. 2006)
<i>Coniothecium complanatum</i>	<i>Salix caprea</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Coniothecium sp.</i>	<i>Salix caprea</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Coronophora annexa</i>	<i>Salix caprea</i>	Dänemark	(FARR et al. 2006)
<i>Coryneum foliorum</i>	<i>Salix caprea</i>	Österreich	(FARR et al. 2006)
<i>Crepidotus crocophyllus</i>	<i>Salix caprea</i>	Slowakei	(FARR et al. 2006)
<i>Cryptocline propinqua</i>	<i>Salix caprea</i>	Europa	(FARR et al. 2006)
<i>Cryptodiaporthe salicella</i>	<i>Salix caprea</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Cryptostictis moravica</i>	<i>Salix caprea</i>	Jugoslawien	(FARR et al. 2006)
<i>Cucurbitaria rubefaciens</i>	<i>Salix caprea</i>	Tschechoslowakei	(FARR et al. 2006)
<i>Cystostereum murrayi</i>	<i>Salix caprea</i>	Norwegen	(FARR et al. 2006)
<i>Cytidia salicina</i>	<i>Salix caprea</i>	Norwegen	(FARR et al. 2006)
<i>Cytospora sp.</i>	<i>Salix caprea</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Cytospora translucens</i>	<i>Salix caprea</i>	China	(FARR et al. 2006)
<i>Daedalea unicolor</i>	<i>Salix caprea</i>	Dänemark	(FARR et al. 2006)
<i>Diaporthe sp.</i>	<i>Salix caprea</i>	Schweden	(FARR et al. 2006)
<i>Diatrype bullata</i>	<i>Salix caprea</i>	Österreich, Tschechische Republik, Polen, Russland, Slowakei, Schweden, Ukraine	(FARR et al. 2006)
<i>Diatrype decorticata</i>	<i>Salix caprea</i>	Tschechische Republik	(FARR et al. 2006)
<i>Didymosphaeria epidermidis</i>	<i>Salix caprea</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Didymosphaeria sp.</i>	<i>Salix caprea</i>	Dänemark	(FARR et al. 2006)
<i>Discella carbonacea</i>	<i>Salix caprea</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Discosia elliptica</i>	<i>Salix caprea</i>	Deutschland	(FARR et al. 2006)
<i>Drechslera spicifera</i>	<i>Salix caprea</i>	UdSSR	(FARR et al. 2006)
<i>Drepanopeziza sphaerioides</i>	<i>Salix caprea</i>	Vereinigtes Königreich	(FARR et al. 2006)
<i>Eichleriella deglubens</i>	<i>Salix caprea</i>	UdSSR	(FARR et al. 2006)
<i>Entyloma salicis</i>	<i>Salix caprea</i>	Finnland	(FARR et al. 2006)
<i>Erysiphe adunca</i>	<i>Salix caprea</i>	Russland, Schweiz	(FARR et al. 2006)
<i>Eutypa lata</i>	<i>Salix caprea</i>	Europa	(FARR et al. 2006)
<i>Eutypa sp.</i>	<i>Salix caprea</i>	Schweden	(FARR et al. 2006)
<i>Fomes conchatus</i>	<i>Salix caprea</i>	Dänemark	(FARR et al. 2006)
<i>Fomes igniarius</i>	<i>Salix caprea</i>	Dänemark	(FARR et al. 2006)
<i>Fomes igniarius var. laevigatus</i>	<i>Salix caprea</i>	Norwegen	(FARR et al. 2006)
<i>Fomitiporia punctata</i>	<i>Salix caprea</i>	Deutschland	(FARR et al. 2006)
<i>Fusamen deformans</i>	<i>Salix caprea</i>	Dänemark	(FARR et al. 2006)
<i>Fusarium eichleri</i>	<i>Salix caprea</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Fusarium semitectum var. semitectum</i>	<i>Salix caprea</i>	UdSSR	(FARR et al. 2006)
<i>Fusicladium saliciperdum</i>	<i>Salix caprea</i>	Dänemark, Deutschland	(FARR et al. 2006)
<i>Fusicladium sp.</i>	<i>Salix caprea</i>	Deutschland	(FARR et al. 2006)
<i>Gloeosporium capreae</i>	<i>Salix caprea</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Gloeosporium sp.</i>	<i>Salix caprea</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Glomus aggregatum</i>	<i>Salix caprea</i>	Polen	(FARR et al. 2006)

Art (wissenschaftlicher Name)	nachgewiesener Wirt	Bemerkungen	Quelle
<i>Glomus claroideum</i>	<i>Salix caprea</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Glomus constrictum</i>	<i>Salix caprea</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Glomus fasciculatum</i>	<i>Salix caprea</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Glomus rubiforme</i>	<i>Salix caprea</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Gloniopsis curvata</i>	<i>Salix caprea</i>	Schweden	(FARR et al. 2006)
<i>Gnomonia salicella</i>	<i>Salix caprea</i>	Schweiz	(FARR et al. 2006)
<i>Hyphoderma occidentale</i>	<i>Salix caprea</i>	Frankreich	(FARR et al. 2006)
<i>Hyphoderma orphanellum</i>	<i>Salix caprea</i>	Norwegen	(FARR et al. 2006)
<i>Hyphodontia detritica</i>	<i>Salix caprea</i>	Norwegen	(FARR et al. 2006)
<i>Hyphodontia efibulata</i>	<i>Salix caprea</i>	Norwegen	(FARR et al. 2006)
<i>Hypocrea aureoviridis</i>	<i>Salix caprea</i>	Niederlande	(FARR et al. 2006)
<i>Hypocrea gelatinosa</i>	<i>Salix caprea</i>	Niederlande	(FARR et al. 2006)
<i>Hypocrea muroiana</i>	<i>Salix caprea</i>	Japan	(FARR et al. 2006)
<i>Hyposylon salicicola</i>	<i>Salix caprea</i>	Norwegen	(FARR et al. 2006)
<i>Hypoxyton rubiginosum</i>	<i>Salix caprea</i>	Deutschland	(FARR et al. 2006)
<i>Hypoxyton rutilum</i>	<i>Salix caprea</i>	Schweden	(FARR et al. 2006)
<i>Jattaea microtheca</i>	<i>Salix caprea</i>	Schweden	(FARR et al. 2006)
<i>Lasiosphaeria sp.</i>	<i>Salix caprea</i>	Schweden	(FARR et al. 2006)
<i>Lepidomyces subcalceus</i>	<i>Salix caprea</i>	Norwegen	(FARR et al. 2006)
<i>Leptosphaeria vagabunda f. salicis-capreae</i>	<i>Salix caprea</i>	Frankreich	(FARR et al. 2006)
<i>Linospora capreae</i>	<i>Salix caprea</i>	Bulgarien, Dänemark, England, Niederlande, Schweden, Schweiz	(FARR et al. 2006)
<i>Linospora saligna</i>	<i>Salix caprea</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Lophiostoma curtum</i>	<i>Salix caprea</i>	Schweden	(FARR et al. 2006)
<i>Lophiotrema sp.</i>	<i>Salix caprea</i>	Schweden	(FARR et al. 2006)
<i>Marssonia pyrenaica</i>	<i>Salix caprea</i>	Spanien	(FARR et al. 2006)
<i>Marssonina salicicola</i>	<i>Salix caprea</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Massarina salicis-capreae</i>	<i>Salix caprea</i>	Frankreich	(FARR et al. 2006)
<i>Melampsora abieti-capraearum</i>	<i>Salix caprea</i>	Dänemark, England, Deutschland, Japan, Norwegen, Spanien, Schweiz	(FARR et al. 2006)
<i>Melampsora bigelowii</i>	<i>Salix caprea</i>	Vermont	(FARR et al. 2006)
<i>Melampsora capraearum</i>	<i>Salix caprea</i>	Österreich, Belgien, Bulgarien, China, Tschechische Republik, Dänemark, Finnland, Deutschland, Japan, Norwegen, Polen, Russland, Schottland, Schweden, Vereinigtes Königreich, UdSSR	(FARR et al. 2006)
<i>Melampsora capraearum</i>	<i>Salix caprea</i>	Tschechische Republik	(FARR et al. 2006)
<i>Melampsora epitea</i>	<i>Salix caprea</i>	Argentinien, Belgien, Bulgarien, Chile, Dänemark, England, Finnland, Deutschland, Neuseeland, Norwegen, Schweden, UdSSR	(FARR et al. 2006)
<i>Melampsora epitea var. epitea</i>	<i>Salix caprea</i>	Deutschland, Norwegen, Vereinigtes Königreich	(FARR et al. 2006)
<i>Melampsora euonymi-capraearum</i>	<i>Salix caprea</i>	England, Deutschland, Italien, Japan, Rumänien, Vereinigtes Königreich	(FARR et al. 2006)
<i>Melampsora laricis-capraearum</i>	<i>Salix caprea</i>	China, England, Finnland, Frankreich, Deutschland, Norwegen, Rumänien, Spanien, Schweiz, Vereinigtes Königreich, UdSSR	(FARR et al. 2006)
<i>Melampsora laricis-epitea</i>	<i>Salix caprea</i>	England, Finnland, Polen, Schottland	(FARR et al. 2006)
<i>Melampsora ribesii-auritae</i>	<i>Salix caprea</i>	Finnland	(FARR et al. 2006)

Art (wissenschaftlicher Name)	nachgewiesener Wirt	Bemerkungen	Quelle
<i>Melampsora ribesii-epitea</i>	<i>Salix caprea</i>	England	(FARR et al. 2006)
<i>Melampsora salicina</i>	<i>Salix caprea</i>	Dänemark, Polen, Ukraine, UdSSR	(FARR et al. 2006)
<i>Melampsora sp.</i>	<i>Salix caprea</i>	Neuseeland	(FARR et al. 2006)
<i>Melanomma pulvis-pyrius</i>	<i>Salix caprea</i>	Frankreich, Polen, Schweden	(FARR et al. 2006)
<i>Melanopsamma pomiformis</i>	<i>Salix caprea</i>	Italien	(FARR et al. 2006)
<i>Monostichella salicis</i>	<i>Salix caprea</i>	England	(FARR et al. 2006)
<i>Mycospharella punctiformis</i>	<i>Salix caprea</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Nectria coccinea</i>	<i>Salix caprea</i>	Schweden	(FARR et al. 2006)
<i>Nectria veuillotiana</i>	<i>Salix caprea</i>	Schweden	(FARR et al. 2006)
<i>Pezicula cinnamomea</i>	<i>Salix caprea</i>	Vereinigtes Königreich	(FARR et al. 2006)
<i>Phacidium salicinum</i>	<i>Salix caprea</i>	Österreich	(FARR et al. 2006)
<i>Phellinus conchatus</i>	<i>Salix caprea</i>	Tschechische Republik, Finn- land, Ukraine	(FARR et al. 2006)
<i>Phellinus igniarius</i>	<i>Salix caprea</i>	Tschechische Republik, Deutschland, Polen, Schweden	(FARR et al. 2006)
<i>Phomopsis salicina</i>	<i>Salix caprea</i>	England, Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Phragmocalosphaeria polyblastia</i>	<i>Salix caprea</i>	Schweden	(FARR et al. 2006)
<i>Phyllactinia guttata</i>	<i>Salix caprea</i>	Frankreich, Deutschland, Ru- mänien, Schweiz	(FARR et al. 2006)
<i>Phyllactinia populi</i>	<i>Salix caprea</i>	Asien, Aserbajdschan, Bulga- rien, China, Europa, Frankreich, Georgien, Deutschland, Un- garn, Indien, Irak, Italien, Ka- sachstan, Korea, Kirgistan, Nordamerika, Norwegen, Pakis- tan, Rumänien, Sibirien, Spa- nien, Schweiz, Taiwan, USA, Usbekistan	(FARR et al. 2006)
<i>Phyllactinia suffulta</i>	<i>Salix caprea</i>	Frankreich, Deutschland, Ru- mänien, Schweiz, UdSSR	(FARR et al. 2006)
<i>Phyllosticta salicina</i>	<i>Salix caprea</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Physalospora gregaria</i>	<i>Salix caprea</i>	Portugal	(FARR et al. 2006)
<i>Plagiostoma dilatatum</i>	<i>Salix caprea</i>	Frankreich	(FARR et al. 2006)
<i>Pleochaeta salicicola</i>	<i>Salix caprea</i>	Asien, China	(FARR et al. 2006)
<i>Pleuroceras propinquum</i>	<i>Salix caprea</i>	Schweden	(FARR et al. 2006)
<i>Polyporus brumalis</i>	<i>Salix caprea</i>	Finnland	(FARR et al. 2006)
<i>Polyporus ciliatus</i>	<i>Salix caprea</i>	Finnland	(FARR et al. 2006)
<i>Polyporus leptcephalus</i>	<i>Salix caprea</i>	Finnland	(FARR et al. 2006)
<i>Polyporus squamosus</i>	<i>Salix caprea</i>	Finnland	(FARR et al. 2006)
<i>Polyporus tubaeformis</i>	<i>Salix caprea</i>	Finnland	(FARR et al. 2006)
<i>Prosthemia orientale</i>	<i>Salix caprea</i>	Schweden	(TANAKA et al. 2010)
<i>Prosthemia orientale</i>	<i>Salix caprea</i>	Schweden	(FARR et al. 2006)
<i>Radulomyces molaris</i>	<i>Salix caprea</i>	Deutschland	(FARR et al. 2006)
<i>Ramulaspera salicina</i>	<i>Salix caprea</i>	Schweden	(FARR et al. 2006)
<i>Rhytisma salicinum</i>	<i>Salix caprea</i>	China, Dänemark, Deutschland, Norwegen, Schweden, Ukraine	(FARR et al. 2006)
<i>Rhytisma umbonatum</i>	<i>Salix caprea</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Rosellinia nectrioides</i>	<i>Salix caprea</i>	Schweden	(FARR et al. 2006)
<i>Rosellinia sp.</i>	<i>Salix caprea</i>	Schweden	(FARR et al. 2006)
<i>Scleroderris fuliginosa</i>	<i>Salix caprea</i>	Deutschland	(FARR et al. 2006)
<i>Scytinostroma hemidichophyticum</i>	<i>Salix caprea</i>	Tschechoslowakei, Frankreich	(FARR et al. 2006)
<i>Scytinostroma odoratum</i>	<i>Salix caprea</i>	UdSSR	(FARR et al. 2006)
<i>Septogloeum salicinum</i>	<i>Salix caprea</i>	Dänemark	(FARR et al. 2006)
<i>Septoria salicicola</i>	<i>Salix caprea</i>	Rumänien	(FARR et al. 2006)
<i>Sibirina fungicola</i>	<i>Salix caprea</i>	UdSSR	(FARR et al. 2006)
<i>Synchytrium aureum</i>	<i>Salix caprea</i>	Schweiz	(FARR et al. 2006)

Art (wissenschaftlicher Name)	nachgewiesener Wirt	Bemerkungen	Quelle
<i>Tapesia cinerella</i>	<i>Salix caprea</i>	Schweiz	(FARR et al. 2006)
<i>Trametes suaveolens</i>	<i>Salix caprea</i>	Norwegen	(FARR et al. 2006)
<i>Tubercularia vulgaris</i>	<i>Salix caprea</i>	Russland	(FARR et al. 2006)
<i>Uncinula adunca</i>	<i>Salix caprea</i>	Dänemark, Indien, Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Uncinula adunca var. adunca</i>	<i>Salix caprea</i>	Österreich, China, Tschechoslowakei, Dänemark, Frankreich, Deutschland, Ungarn, Italien, Norwegen, Polen, Rumänien, Schweden, Schweiz, Türkei, Vereinigtes Königreich, UdSSR, Jugoslawien	(FARR et al. 2006)
<i>Uncinula adunca var. regularis</i>	<i>Salix caprea</i>	Österreich, Deutschland, Indien, Italien, Schweden, Schweiz	(FARR et al. 2006)
<i>Uncinula regularis</i>	<i>Salix caprea</i>	China	(FARR et al. 2006)
<i>Uncinula salicis</i>	<i>Salix caprea</i>	Finnland, Japan, Norwegen, UdSSR	(FARR et al. 2006)
<i>Unguicularia nectriiphila</i>	<i>Salix caprea</i>	Schweden	(FARR et al. 2006)
<i>Ustulina deusta</i>	<i>Salix caprea</i>	Ukraine	(FARR et al. 2006)
<i>Valsa salicina</i>	<i>Salix caprea</i>	Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Venturia chlorospora</i>	<i>Salix caprea</i>	Dänemark, Deutschland, Polen	(FARR et al. 2006)
<i>Xylaria hypoxylon</i>	<i>Salix caprea</i>	Schweden	(FARR et al. 2006)

Tabelle A 33 Pilze auf der Weide (Literaturnachweise).

Epiphytische Flechten

Birke

Art (wissenschaftlicher Name)	nachgewiesener Wirt	Bemerkungen	Quelle
<i>Alectoria sarmentosa</i>	<i>Betula pendula</i>	Finnland	(KUUSINEN 1996b)
<i>Arthonia leucopellaea</i>	<i>Betula</i> spp.	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Bacidia arceutina</i>	<i>Betula</i> spp.,	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Biatora carneoalbida</i>	<i>Betula pendula</i>	Finnland	(KUUSINEN 1996b)
<i>Biatora chrysantha</i>	<i>Betula pendula</i>	Finnland	(KUUSINEN 1996b)
<i>Biatora efflorescens</i>	<i>Betula</i> spp.	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Biatora epixanthoides</i>	<i>Betula pendula</i>	Finnland	(KUUSINEN 1996b)
<i>Biatora helvola</i>	<i>Betula</i> spp.	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Bryoria capillaris</i>	<i>Betula</i> spp.	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Bryoria fuscescens</i>	<i>Betula</i> spp.	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Bryoria nadvornikiana</i>	<i>Betula</i> spp.	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Buellia disciformis</i>	<i>Betula</i> spp.	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Buellia griseovirens</i>	<i>Betula</i> spp.	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Calicium glaucellum</i>	<i>Betula</i> spp.	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Calicium salicinum</i>	<i>Betula</i> spp.	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Cetraria chlorophylla</i>	<i>Betula pendula</i>	Finnland	(KUUSINEN 1996b)
<i>Cetraria sepincola</i>	<i>Betula</i> spp.	Finnland	(KUUSINEN et al. 1998)
<i>Chaenotheca brachypoda</i>	<i>Betula</i> spp.	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Chaenotheca chrysocephala</i>	<i>Betula</i> spp.	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Chaenotheca ferruginea</i>	<i>Betula</i> spp.	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Chaenotheca furfuracea</i>	<i>Betula pendula</i>	Finnland	(KUUSINEN 1996b)
<i>Chaenotheca trichialis</i>	<i>Betula</i> spp.	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Chaenotheca xyloxena</i>	<i>Betula</i> spp.	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Cladonia cenotea</i>	<i>Betula</i> spp.	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Cladonia coniocraea</i>	<i>Betula</i> spp.	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Cladonia cornuta</i>	<i>Betula pendula</i>	Finnland	(KUUSINEN 1996b)
<i>Cladonia crispata</i>	<i>Betula pendula</i>	Finnland	(KUUSINEN 1996b)
<i>Cladonia digitata</i>	<i>Betula</i> spp.	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Cladonia fimbriata</i>	<i>Betula</i> spp.	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Cladonia macilenta</i>	<i>Betula</i> spp.	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Cladonia ochrochlora</i>	<i>Betula</i> spp.	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Dimerella pineti</i>	<i>Betula</i> spp.	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Evernia prunastri</i>	<i>Betula</i> spp.	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Fuscidea pusilla</i>	<i>Betula pendula</i>	Finnland	(KUUSINEN 1996a)
<i>Graphis scripta</i>	<i>Betula</i> spp.	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Haematomma ochroleucum</i> var. <i>porphyrium</i>	<i>Betula</i> spp.	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Hypocenyomyce scalaris</i>	<i>Betula</i> spp.	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Hypogymnia farinacea</i>	<i>Betula</i> spp.	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Hypogymnia physodes</i>	<i>Betula</i> spp.	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Hypogymnia tubulosa</i>	<i>Betula</i> spp.	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Hypogymnia vittata</i>	<i>Betula pendula</i>	Finnland	(KUUSINEN 1996b)
<i>Imshaugia aleurites</i>	<i>Betula</i> spp.	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Japewia subarifera</i>	<i>Betula pendula</i>	Finnland	(KUUSINEN 1996b)
<i>Lecanactis abietina</i>	<i>Betula</i> spp.	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Lecanora albella</i>	<i>Betula</i> spp.	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Lecanora carpinea</i>	<i>Betula</i> spp.	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Lecanora chlarotera</i>	<i>Betula</i> spp.	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Lecanora conizaeoides</i>	<i>Betula</i> spp.	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Lecanora pulicaris</i>	<i>Betula</i> spp.	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Lecanora varia</i>	<i>Betula</i> spp.	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Lecidea albofuscescens</i>	<i>Betula pendula</i>	Finnland	(KUUSINEN 1996b)
<i>Lecidea nylanderii</i>	<i>Betula</i> spp.	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Lecidea pullata</i>	<i>Betula pendula</i>	Finnland	(KUUSINEN 1996b)

Art (wissenschaftlicher Name)	nachgewiesener Wirt	Bemerkungen	Quelle
<i>Lecidea turgidula</i>	<i>Betula spp.</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Lepraria elobata</i>	<i>Betula spp.</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Lepraria incana</i>	<i>Betula spp.</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Lepraria jackii</i>	<i>Betula spp.</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Lepraria lobificans</i>	<i>Betula spp.</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Lepraria spp.</i>	<i>Betula spp.</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Leproloma vouauxii</i>	<i>Betula spp.</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Loxospora elatina</i>	<i>Betula spp.</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Melanelia exasperatula</i>	<i>Betula spp.</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Melanelia olivacea</i>	<i>Betula spp.</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Melanelia subaurifera</i>	<i>Betula spp.</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Micarea hedlundii</i>	<i>Betula spp.</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Micarea melaena</i>	<i>Betula spp.</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Micarea prasina</i>	<i>Betula spp.</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Mycobilimbia carneoalbida</i>	<i>Betula spp.</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Mycoblastus affinis</i>	<i>Betula pendula</i>	Finnland	(KUUSINEN 1996b)
<i>Mycoblastus alpinus</i>	<i>Betula pendula</i>	Finnland	(KUUSINEN 1996b)
<i>Mycoblastus fucatus</i>	<i>Betula spp.</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Mycoblastus sanguinarius</i>	<i>Betula spp.</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Ochrolechia alboflavescens</i>	<i>Betula pendula</i>	Finnland	(KUUSINEN 1996b)
<i>Ochrolechia androgyna</i>	<i>Betula spp.</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Ochrolechia microstictoides</i>	<i>Betula spp.</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Parmelia saxatilis</i>	<i>Betula spp.</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Parmelia sulcata</i>	<i>Betula spp.</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Parmeliopsis ambigua</i>	<i>Betula spp.</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Parmeliopsis hyperopta</i>	<i>Betula spp.</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Peltigera degenii</i>	<i>Betula pendula</i>	Finnland	(KUUSINEN 1996b)
<i>Peltigera praetextata</i>	<i>Betula pendula</i>	Finnland	(KUUSINEN 1996b)
<i>Pertusaria amara</i>	<i>Betula spp.</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Pertusaria borealis/ pupillaris</i>	<i>Betula pendula</i>	Finnland	(KUUSINEN 1996b)
<i>Phlyctis argena</i>	<i>Betula spp.</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Platismatia glauca</i>	<i>Betula spp.</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Pseudevernia furfuracea</i>	<i>Betula spp.</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Ramalina farinacea</i>	<i>Betula spp.</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Rinodina efflorescens</i>	<i>Betula spp.</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Ropalospora viridis</i>	<i>Betula spp.</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Schismatomma percileum</i>	<i>Betula spp.</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Tuckermannopsis chlorophylla</i>	<i>Betula spp.</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Usnea filipendula</i>	<i>Betula spp.</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Usnea hirta</i>	<i>Betula spp.</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Usnea subfloridana</i>	<i>Betula spp.</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Vulpicida pinastri</i>	<i>Betula spp.</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)

Tabelle A 34 Epiphytische Flechten auf der Birke (Literaturnachweise).

Aspe

Art (wissenschaftlicher Name)	nachgewiesener Wirt	Bemerkungen	Quelle
<i>Acrocordia cavata</i>	<i>Populus tremula</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Acrocordia gemmata</i>	<i>Populus tremula</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Alecotria sarmentosa</i>	<i>Populus tremula</i>	Schweden	(HENDENÅS et al. 2000)
<i>Anaptychia ciliaris</i>	<i>Populus tremula</i>	Estland, Schweden	(JÜRIADO et al. 2003), (GUSTAFSSON et al. 1995)
<i>Arthonia didyma</i>	<i>Populus tremula</i>	Estland, Finnland	(JÜRIADO et al. 2003), (KUUSINEN 1994b)
<i>Arthonia mediella</i>	<i>Populus tremula</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Arthonia spadicea</i>	<i>Populus tremula</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Arthothelium ruanum</i>	<i>Populus tremula</i> ,	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Bacidia arceutina</i>	<i>Populus tremula</i>	Estland, Finnland	(JÜRIADO et al. 2003), (KUUSINEN 1994b)
<i>Bacidia bagliettoana</i>	<i>Populus tremula</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Bacidia beckhausii</i>	<i>Populus tremula</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Bacidia biatorina</i>	<i>Populus tremula</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Bacidia cf. subacerina</i>	<i>Populus tremula</i>	Finnland	(KUUSINEN 1994b)
<i>Bacidia fraxinea</i>	<i>Populus tremula</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Bacidia globulosa</i>	<i>Populus tremula</i>	Finnland	(KUUSINEN 1996b)
<i>Bacidia incompta</i>	<i>Populus tremula</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Bacidia polychroa</i>	<i>Populus tremula</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Bacidia subincompta</i>	<i>Populus tremula</i>	Estland, Finnland	(JÜRIADO et al. 2003), (KUUSINEN 1994b)
<i>Bacidina phacodes</i>	<i>Populus tremula</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Biatora carnealbida</i>	<i>Populus tremula</i>	Estland	(KUUSINEN 1994b)
<i>Biatora chrysantha</i>	<i>Populus tremula</i>	Finnland	(KUUSINEN 1996b)
<i>Biatora efflorescens</i>	<i>Populus tremula</i>	Estland, Finnland	(JÜRIADO et al. 2003), (KUUSINEN 1994b)
<i>Biatora epixanthoides agg.</i>	<i>Populus tremula</i>	Estland	(KUUSINEN 1994b)
<i>Biatora gryphorica</i>	<i>Populus tremula</i>	Finnland	(KUUSINEN 1994a)
<i>Biatora helvola</i>	<i>Populus tremula</i>	Estland, Finnland	(JÜRIADO et al. 2003), (KUUSINEN 1994b)
<i>Biatora ocelliformis</i>	<i>Populus tremula</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Bryoria capillaris</i>	<i>Populus tremula</i>	Schweden	(HENDENÅS et al. 2000)
<i>Bryoria furcellata</i>	<i>Populus tremula</i>	Schweden	(HENDENÅS et al. 2000)
<i>Bryoria fuscescens</i>	<i>Populus tremula</i>	Schweden	(HENDENÅS et al. 2000)
<i>Buellia disciformis</i>	<i>Populus tremula</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Buellia griseovirens</i>	<i>Populus tremula</i>	Estland, Finnland	(JÜRIADO et al. 2003), (KUUSINEN 1994b)
<i>Buellia pharcidia</i>	<i>Populus tremula</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Caloplaca cerina</i>	<i>Populus tremula</i>	Estland, Schweden	(JÜRIADO et al. 2003), (HENDENÅS et al. 2000)
<i>Caloplaca flavorubescens</i>	<i>Populus tremula</i>	Estland, Finnland, Schweden	(JÜRIADO et al. 2003), (KUUSINEN 1994b), (HEN- DENÅS et al. 2000)
<i>Caloplaca holocarpa</i>	<i>Populus tremula</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Candelariella aurella</i>	<i>Populus tremula</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Candelariella vitellina</i>	<i>Populus tremula</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Cetraria chlorophylla</i>	<i>Populus tremula</i>	Finnland, Schweden	(KUUSINEN 1994b), (HEN- DENÅS et al. 2000)
<i>Cetraria sepincola</i>	<i>Populus tremula</i>	Schweden	(HENDENÅS et al. 2000)
<i>Chaenotheca brachypoda</i>	<i>Populus tremula</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Chaenotheca trichialis</i>	<i>Populus tremula</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Cladonia cenotea</i>	<i>Populus tremula</i>	Estland, Finnland	(JÜRIADO et al. 2003), (KUUSINEN 1994b)
<i>Cladonia chlorophaea</i>	<i>Populus tremula</i>	Estland, Schweden	(JÜRIADO et al. 2003), (HENDENÅS et al. 2000)

Art (wissenschaftlicher Name)	nachgewiesener Wirt	Bemerkungen	Quelle
<i>Cladonia coniocraea</i>	<i>Populus tremula</i> ,	Estland, Finnland, Schweden	(JÜRIADO et al. 2003), (KUUSINEN 1994b), (HENDENÄS et al. 2000)
<i>Cladonia digitata</i>	<i>Populus tremula</i>	Estland, Finnland	(JÜRIADO et al. 2003), (KUUSINEN 1994b)
<i>Cladonia fimbriata</i>	<i>Populus tremula</i>	Estland, Schweden	(JÜRIADO et al. 2003), (HENDENÄS et al. 2000)
<i>Cladonia pleurota</i>	<i>Populus tremula</i>	Schweden	(HENDENÄS et al. 2000)
<i>Cladonia pyxidata</i>	<i>Populus tremula</i>	Schweden	(HENDENÄS et al. 2000)
<i>Cladonia sp.</i>	<i>Populus tremula</i>	Schweden	(GUSTAFSSON et al. 1995)
<i>Collema furfuraceum</i>	<i>Populus tremula</i>	Schweden	(HENDENÄS et al. 2000)
<i>Collema subnigrescens</i>	<i>Populus tremula</i>	Estland, Schweden	(JÜRIADO et al. 2003), (ULICZKA 1999)
<i>Dimerella lutea</i>	<i>Populus tremula</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Dimerella pineti</i>	<i>Populus tremula</i>	Finnland	(KUUSINEN 1994a)
<i>Evernia prunastri</i>	<i>Populus tremula</i>	Estland, Schweden	(JÜRIADO et al. 2003), (GUSTAFSSON et al. 1995), (HENDENÄS et al. 2000)
<i>Fuscidea pusilla</i>	<i>Populus tremula</i>	Estland	(KUUSINEN 1994b)
<i>Graphis scripta</i>	<i>Populus tremula</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Gyalecta truncigena</i>	<i>Populus tremula</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Hypogymnia physodes</i>	<i>Populus tremula</i>	Estland, Schweden, Finnland	(JÜRIADO et al., 2003), (GUSTAFSSON et al. 1995), (KUUSINEN 1994b), (HENDENÄS et al. 2000)
<i>Hypogymnia tubulosa</i>	<i>Populus tremula</i>	Estland, Schweden, Finnland	(JÜRIADO et al. 2003), (GUSTAFSSON et al. 1995), (KUUSINEN 1994b), (HENDENÄS et al. 2000)
<i>Lecanactis abietina</i>	<i>Populus tremula</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Lecania cyrtella</i>	<i>Populus tremula</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Lecania fuscella</i>	<i>Populus tremula</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Lecania naegelii</i>	<i>Populus tremula</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Lecanora allophana</i>	<i>Populus tremula</i>	Estland, Finnland	(JÜRIADO et al. 2003), (KUUSINEN 1994b)
<i>Lecanora argentata</i>	<i>Populus tremula</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Lecanora carpinea</i>	<i>Populus tremula</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Lecanora chlarotera</i>	<i>Populus tremula</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Lecanora hagenii</i>	<i>Populus tremula</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Lecanora leptyroides</i>	<i>Populus tremula</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Lecanora populicola</i>	<i>Populus tremula</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Lecanora rugosella</i>	<i>Populus tremula</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Lecanora saligna</i>	<i>Populus tremula</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Lecanora symmicta</i>	<i>Populus tremula</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Lecidea albofuscescens</i>	<i>Populus tremula</i>	Finnland	(KUUSINEN 1994a)
<i>Lecidea atroviridis</i>	<i>Populus tremula</i>	Finnland	(KUUSINEN 1994a)
<i>Lecidea erythrophaea</i>	<i>Populus tremula</i>	Estland, Finnland	(JÜRIADO et al. 2003), (KUUSINEN 1994b)
<i>Lecidea nylanderii</i>	<i>Populus tremula</i>	Estland, Finnland	(JÜRIADO et al. 2003), (KUUSINEN 1994b)
<i>Lecidea turgidula</i>	<i>Populus tremula</i>	Finnland	(KUUSINEN 1994b)
<i>Lecidella elaeochroma</i>	<i>Populus tremula</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Lecidella euphorea</i>	<i>Populus tremula</i>	Estland, Finnland	(JÜRIADO et al. 2003), (KUUSINEN 1994b)
<i>Lepraria eburnea</i>	<i>Populus tremula</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Lepraria elobata</i>	<i>Populus tremula</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Lepraria frigida</i>	<i>Populus tremula</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Lepraria incana</i>	<i>Populus tremula</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Lepraria lobificans</i>	<i>Populus tremula</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)

Art (wissenschaftlicher Name)	nachgewiesener Wirt	Bemerkungen	Quelle
<i>Lepraria</i> spp.	<i>Populus tremula</i>	Estland, Finnland	(JÜRIADO et al. 2003), (KUUSINEN 1994b)
<i>Leptogium saturnium</i>	<i>Populus tremula</i>	Estland, Finnland, Schweden	(JÜRIADO et al. 2003), (KUUSINEN 1994b), (HENDENÅS et al. 2000)
<i>Leptogium subtile</i>	<i>Populus tremula</i>	Finnland	(KUUSINEN 1994a)
<i>Leptogium teretiusculum</i>	<i>Populus tremula</i>	Finnland	(KUUSINEN 1994a)
<i>Lobaria pulmonaria</i>	<i>Populus tremula</i>	Estland, Finnland, Schweden	(JÜRIADO et al. 2003), (KUUSINEN 1994b), (HENDENÅS et al. 2000)
<i>Lopadium disciforme</i>	<i>Populus tremula</i>	Finnland	(KUUSINEN 1994a)
<i>Loxospora elatina</i>	<i>Populus tremula</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Megalaria grossa</i>	<i>Populus tremula</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Melanelia exasperata</i>	<i>Populus tremula</i>	Schweden	(HENDENÅS et al. 2000)
<i>Melanelia exasperatula</i>	<i>Populus tremula</i>	Estland, Schweden	(JÜRIADO et al. 2003), (HENDENÅS et al. 2000)
<i>Melanelia fuliginosa</i>	<i>Populus tremula</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Melanelia glabrata</i>	<i>Populus tremula</i>	Schweden	(HENDENÅS et al. 2000)
<i>Melanelia olivacea</i>	<i>Populus tremula</i>	Estland, Schweden	(JÜRIADO et al. 2003), (HENDENÅS et al. 2000)
<i>Melanelia septentrionalis</i>	<i>Populus tremula</i>	Schweden	(HENDENÅS et al. 2000)
<i>Melanelia subaurifera</i>	<i>Populus tremula</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Micarea denigrata</i>	<i>Populus tremula</i>	Finnland	(KUUSINEN 1994b)
<i>Micarea nitschkeana</i>	<i>Populus tremula</i>	Finnland	(KUUSINEN 1994b)
<i>Micarea prasina</i>	<i>Populus tremula</i>	Estland, Finnland	(JÜRIADO et al. 2003), (KUUSINEN 1994b)
<i>Mycobilimbia carnealbida</i>	<i>Populus tremula</i>	Estland, Schweden	(JÜRIADO et al. 2003), (HENDENÅS et al. 2000)
<i>Mycobilimbia epixanthoides</i>	<i>Populus tremula</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Mycoblastus sanguinarius</i>	<i>Populus tremula</i>	Finnland	(KUUSINEN 1996b)
<i>Nephroma bellum</i>	<i>Populus tremula</i>	Finnland, Schweden	(KUUSINEN 1994a), (HENDENÅS et al. 2000)
<i>Nephroma laevigatum</i>	<i>Populus tremula</i>	Estland, Finnland	(JÜRIADO et al. 2003), (KUUSINEN 1994b)
<i>Nephroma parile</i>	<i>Populus tremula</i>	Finnland, Schweden	(KUUSINEN 1994a), (HENDENÅS et al. 2000)
<i>Nephroma resupinatum</i>	<i>Populus tremula</i>	Finnland, Schweden	(KUUSINEN 1994a), (HENDENÅS et al. 2000)
<i>Normandina acroglypta</i>	<i>Populus tremula</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Ochrolechia androgyna</i>	<i>Populus tremula</i>	Estland, Finnland	(JÜRIADO et al. 2003), (KUUSINEN 1994b)
<i>Ochrolechia arborea</i>	<i>Populus tremula</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Ochrolechia microstictoides</i>	<i>Populus tremula</i>	Estland, Finnland	(JÜRIADO et al. 2003), (KUUSINEN 1994b)
<i>Ochrolechia szatalaënsis</i>	<i>Populus tremula</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Opegrapha rufescens</i>	<i>Populus tremula</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Opegrapha vulgata</i>	<i>Populus tremula</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Pachyphiale fagicola</i>	<i>Populus tremula</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Pannaria pezizoides</i>	<i>Populus tremula</i>	Finnland	(KUUSINEN 1994a)
<i>Parmelia saxatilis</i>	<i>Populus tremula</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Parmelia sulcata</i>	<i>Populus tremula</i>	Estland, Schweden, Finnland	(JÜRIADO et al. 2003), (GUSTAFSSON et al. 1995), (KUUSINEN 1994b), (HENDENÅS et al. 2000)
<i>Parmelia triptophylla</i>	<i>Populus tremula</i>	Schweden	(GUSTAFSSON et al. 1995)
<i>Parmeliella triptophylla</i>	<i>Populus tremula</i>	Schweden, Finnland	(HENDENÅS et al. 2000), (GUSTAFSSON et al. 1995), (KUUSINEN 1994b)

Art (wissenschaftlicher Name)	nachgewiesener Wirt	Bemerkungen	Quelle
<i>Parmeliopsis ambigua</i>	<i>Populus tremula</i>	Estland, Schweden, Finnland	(JÜRIADO et al. 2003), (GUSTAFSSON et al. 1995), (HENDENÅS et al. 2000), (KUUSINEN 1994b)
<i>Parmeliopsis hyperopta</i>	<i>Populus tremula</i>	Finnland, Schweden	(KUUSINEN 1994b), (HENDENÅS et al. 2000)
<i>Peltigera cannina</i>	<i>Populus tremula</i>	Estland, Finnland, Schweden	(JÜRIADO et al. 2003), (KUUSINEN 1994b), (HENDENÅS et al. 2000)
<i>Peltigera degenii</i>	<i>Populus tremula</i>	Schweden	(HENDENÅS et al. 2000)
<i>Peltigera leucophlebia</i>	<i>Populus tremula</i>	Estland, Schweden	(JÜRIADO et al. 2003), (HENDENÅS et al. 2000)
<i>Peltigera membranacea</i>	<i>Populus tremula</i>	Schweden	(HENDENÅS et al. 2000)
<i>Peltigera neopolydactyla</i>	<i>Populus tremula</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Peltigera polydactyla</i>	<i>Populus tremula</i>	Estland, Schweden	(JÜRIADO et al. 2003), (HENDENÅS et al. 2000)
<i>Peltigera praetextata</i>	<i>Populus tremula</i>	Estland, Finnland, Schweden	(JÜRIADO et al. 2003), (KUUSINEN 1994b), (HENDENÅS et al. 2000)
<i>Pertusaria albescens</i>	<i>Populus tremula</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Pertusaria amara</i>	<i>Populus tremula</i>	Estland, Finnland	(JÜRIADO et al. 2003), (KUUSINEN 1994b)
<i>Pertusaria borealis</i>	<i>Populus tremula</i>	Finnland	(KUUSINEN 1994b)
<i>Pertusaria coccodes</i>	<i>Populus tremula</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Pertusaria hemisphaerica</i>	<i>Populus tremula</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Pertusaria ophthalmiza</i>	<i>Populus tremula</i>	Finnland	(KUUSINEN 1994b)
<i>Perusaria pupillaris</i>	<i>Populus tremula</i>	Finnland	(KUUSINEN 1994a)
<i>Phaeophyscia ciliata</i>	<i>Populus tremula</i>	Schweden	(HENDENÅS et al. 2000)
<i>Phaeophyscia orbicularis</i>	<i>Populus tremula</i>	Schweden	(HENDENÅS et al. 2000)
<i>Phylctis argena</i>	<i>Populus tremula</i>	Finnland	(KUUSINEN 1994a)
<i>Physcia adscendens</i>	<i>Populus tremula</i>	Schweden	(HENDENÅS et al. 2000)
<i>Physcia aipolia</i>	<i>Populus tremula</i>	Estland, Schweden	(JÜRIADO et al. 2003), (HENDENÅS et al. 2000)
<i>Physcia caesia</i>	<i>Populus tremula</i>	Schweden	(HENDENÅS et al. 2000)
<i>Physcia stellaris</i>	<i>Populus tremula</i>	Estland, Schweden	(JÜRIADO et al. 2003), (HENDENÅS et al. 2000)
<i>Physcia tenella</i>	<i>Populus tremula</i>	Estland, Schweden	(JÜRIADO et al. 2003), (GUSTAFSSON et al. 1995), (HENDENÅS et al. 2000)
<i>Physconia distorta</i>	<i>Populus tremula</i>	Estland, Schweden	(JÜRIADO et al. 2003), (HENDENÅS et al. 2000)
<i>Physconia enteroxantha</i>	<i>Populus tremula</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Physconia perisidiosa</i>	<i>Populus tremula</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Platismatia glauca</i>	<i>Populus tremula</i>	Finnland	(KUUSINEN 1996b)
<i>Platismatia glauca</i>	<i>Populus tremula</i>	Estland, Schweden, Finnland	(JÜRIADO et al. 2003), (GUSTAFSSON et al. 1995), (KUUSINEN 1994b), (HENDENÅS et al. 2000)
<i>Pseudevernia furfuracea</i>	<i>Populus tremula</i>	Estland, Finnland	(JÜRIADO et al. 2003), (KUUSINEN 1994b)
<i>Ramalina dilacerata</i>	<i>Populus tremula</i>	Schweden	(HENDENÅS et al. 2000)
<i>Ramalina farinacea</i>	<i>Populus tremula</i>	Estland, Schweden, Finnland	(JÜRIADO et al. 2003), (GUSTAFSSON et al. 1995), (KUUSINEN 1994b), (HENDENÅS et al. 2000)
<i>Ramalina fastigiata</i>	<i>Populus tremula</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Ramalina fraxinea</i>	<i>Populus tremula</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Ramalina sinensis</i>	<i>Populus tremula</i>	Schweden	(HENDENÅS et al. 2000)
<i>Rinodina pyrina</i>	<i>Populus tremula</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)

Art (wissenschaftlicher Name)	nachgewiesener Wirt	Bemerkungen	Quelle
<i>Ropalospora viridis</i>	<i>Populus tremula</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Strangospora deplanata</i>	<i>Populus tremula</i>	Finnland	(KUUSINEN 1994a)
<i>Telphromela atra</i>	<i>Populus tremula</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Thelotrema lepadinum</i>	<i>Populus tremula</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Tuckermannopsis chlorophylla</i>	<i>Populus tremula</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Usnea filipendula</i>	<i>Populus tremula</i>	Schweden	(HENDENÅS et al. 2000)
<i>Usnea hirta</i>	<i>Populus tremula</i>	Schweden	(HENDENÅS et al. 2000)
<i>Usnea spp.</i>	<i>Populus tremula</i>	Finnland	(KUUSINEN 1994a)
<i>Vulpicida pinastri</i>	<i>Populus tremula</i>	Estland, Schweden, Finnland	(JÜRIADO et al. 2003), (GUSTAFSSON et al. 1995), (KUUSINEN 1994b), (HEN- DENÅS et al. 2000)
<i>Xanthoria parietina</i>	<i>Populus tremula</i>	Estland, Schweden	(JÜRIADO et al. 2003), (HENDENÅS et al. 2000)

Tabelle A 35 Epiphytische Flechten auf der Aspe (Literaturnachweise).

Weide

Art (wissenschaftlicher Name)	nachgewiesener Wirt	Bemerkungen	Quelle
<i>Alectoria sarmentosa</i>	<i>Salix caprea</i>	Finnland	(KUUSINEN 1994a)
<i>Arthonia incarnata</i>	<i>Salix caprea</i>	Finnland; bevorzugt auf alten <i>Salix caprea</i>	(KUUSINEN 1994a)
<i>Arthonia radiata</i>	<i>Salix caprea</i> / <i>Sorbus aucuparia</i> / <i>Sorbus intermedia</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Arthonia vinosa</i>	<i>Salix caprea</i>	Finnland	(KUUSINEN 1994a)
<i>Arthopyrenia</i> spp.	<i>Salix caprea</i> / <i>Sorbus aucuparia</i> / <i>Sorbus intermedia</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Arthothelium ruanum</i>	<i>Salix caprea</i> / <i>Sorbus aucuparia</i> / <i>Sorbus intermedia</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Bacidia beckhausii</i>	<i>Salix caprea</i>	Finnland	(KUUSINEN 1994a)
<i>Bacidia circumspecta</i>	<i>Salix caprea</i>	Finnland; bevorzugt auf alten <i>Salix caprea</i>	(KUUSINEN 1994a)
<i>Bacidia globulosa</i>	<i>Salix caprea</i>	Finnland	(KUUSINEN 1994a)
<i>Bacidia subincompta</i>	<i>Salix caprea</i>	Finnland	(KUUSINEN 1994a)
<i>Biatora carneoalbida</i>	<i>Salix caprea</i>	Finnland	(KUUSINEN 1994a)
<i>Biatora cf. helvola</i>	<i>Salix caprea</i>	Finnland	(KUUSINEN 1994a)
<i>Biatora chrysantha</i>	<i>Salix caprea</i>	Finnland	(KUUSINEN 1994a)
<i>Biatora efflorescens</i>	<i>Salix caprea</i>	Finnland	(KUUSINEN 1994a)
<i>Biatora epixanthoides</i>	<i>Salix caprea</i>	Finnland	(KUUSINEN 1994a)
<i>Biatora ocelliformes</i>	<i>Salix caprea</i>	Finnland	(KUUSINEN 1994a)
<i>Biatora vernalis</i> agg.	<i>Salix caprea</i>	Finnland	(KUUSINEN 1994a)
<i>Bryoria capillaris</i>	<i>Salix caprea</i>	Finnland	(KUUSINEN 1994a)
<i>Bryoria fremontii</i>	<i>Salix caprea</i>	Finnland	(KUUSINEN 1994a)
<i>Bryoria fuscescens</i>	<i>Salix caprea</i>	Finnland	(KUUSINEN 1994a)
<i>Buellia disciformis</i>	<i>Salix caprea</i>	Finnland	(KUUSINEN 1994a)
<i>Buellia griseovirens</i>	<i>Salix caprea</i> / <i>Sorbus aucuparia</i> / <i>Sorbus intermedia</i>	Estland, Finnland	(JÜRIADO et al. 2003), (KUUSINEN 1994a)
<i>Calicium glaucellum</i>	<i>Salix caprea</i>	Finnland	(KUUSINEN 1994a)
<i>Calicium trabinellum</i>	<i>Salix caprea</i>	Finnland	(KUUSINEN 1994a)
<i>Calicium viride</i>	<i>Salix caprea</i>	Finnland	(KUUSINEN 1994a)
<i>Cetraria chlorophylla</i>	<i>Salix caprea</i>	Finnland	(KUUSINEN 1994a)
<i>Cetrelia cetrarioides</i>	<i>Salix caprea</i> / <i>Sorbus aucuparia</i> / <i>Sorbus intermedia</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Chaenotheca brachypoda</i>	<i>Salix caprea</i>	Finnland	(KUUSINEN 1994a)
<i>Chaenotheca brunneola</i>	<i>Salix caprea</i>	Finnland	(KUUSINEN 1994a)
<i>Chaenotheca chrysocephala</i>	<i>Salix caprea</i>	Finnland	(KUUSINEN 1994a)
<i>Chaenotheca furfuracea</i>	<i>Salix caprea</i>	Finnland	(KUUSINEN 1994a)
<i>Chaenotheca gracillima</i>	<i>Salix caprea</i>	Finnland	(KUUSINEN 1994a)
<i>Chaenotheca laevigata</i>	<i>Salix caprea</i>	Finnland	(KUUSINEN 1994a)
<i>Chaenotheca trichialis</i>	<i>Salix caprea</i>	Finnland	(KUUSINEN 1994a)
<i>Cladonia bacilliformis</i>	<i>Salix caprea</i>	Finnland	(KUUSINEN 1994a)
<i>Cladonia botrytes</i>	<i>Salix caprea</i>	Finnland	(KUUSINEN 1994a)
<i>Cladonia cenotea</i>	<i>Salix caprea</i>	Finnland	(KUUSINEN 1994a)
<i>Cladonia coniocraea</i>	<i>Salix caprea</i> / <i>Sorbus aucuparia</i> / <i>Sorbus intermedia</i>	Estland, Finnland	(JÜRIADO et al. 2003), (KUUSINEN 1994a)
<i>Cladonia cornuta</i>	<i>Salix caprea</i>	Finnland	(KUUSINEN 1994a)
<i>Cladonia crispata</i>	<i>Salix caprea</i>	Finnland	(KUUSINEN 1994a)
<i>Cladonia digitata</i>	<i>Salix caprea</i>	Finnland	(KUUSINEN 1994a)

Art (wissenschaftlicher Name)	nachgewiesener Wirt	Bemerkungen	Quelle
<i>Cladonia fimbriata</i>	<i>Salix caprea</i> / <i>Sorbus aucuparia</i> / <i>Sorbus intermedia</i>	Estland, Finnland	(JÜRIADO et al. 2003), (KUUSINEN 1994a)
<i>Cladonia gracilis</i>	<i>Salix caprea</i>	Finnland	(KUUSINEN 1994a)
<i>Dimerella pineti</i>	<i>Salix caprea</i>	Finnland	(KUUSINEN 1994a)
<i>Evernia prunastri</i>	<i>Salix caprea</i> / <i>Sorbus aucuparia</i> / <i>Sorbus intermedia</i>	Estland, Finnland	(JÜRIADO et al. 2003), (KUUSINEN 1994a)
<i>Fuscidea pusilla</i>	<i>Salix caprea</i>	Finnland	(KUUSINEN 1994a)
<i>Graphis scripta</i>	<i>Salix caprea</i> / <i>Sorbus aucuparia</i> / <i>Sorbus intermedia</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Hypocenomyce scalaris</i>	<i>Salix caprea</i>	Finnland	(KUUSINEN 1994a)
<i>Hypogymnia physodes</i>	<i>Salix caprea</i> / <i>Sorbus aucuparia</i> / <i>Sorbus intermedia</i>	Estland, Finnland	(JÜRIADO et al. 2003), (KUUSINEN 1994b)
<i>Hypogymnia tubulosa</i>	<i>Salix caprea</i> / <i>Sorbus aucuparia</i> / <i>Sorbus intermedia</i>	Estland, Finnland	(JÜRIADO et al. 2003), (KUUSINEN 1994a)
<i>Hypogymnia vittata</i>	<i>Salix caprea</i>	Finnland	(KUUSINEN 1994a)
<i>Japewia subaurifera</i>	<i>Salix caprea</i>	Finnland	(KUUSINEN 1994a)
<i>Japewia tornoënsis</i>	<i>Salix caprea</i>	Finnland	(KUUSINEN 1994a)
<i>Lecanora abietina</i>	<i>Salix caprea</i>	Finnland	(KUUSINEN 1994a)
<i>Lecanora allophana</i>	<i>Salix caprea</i>	Finnland	(KUUSINEN 1994a)
<i>Lecanora argentata</i>	<i>Salix caprea</i> / <i>Sorbus aucuparia</i> / <i>Sorbus intermedia</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Lecanora expallens</i>	<i>Salix caprea</i>	Finnland	(KUUSINEN 1994a)
<i>Lecanora pulicaris</i>	<i>Salix caprea</i> / <i>Sorbus aucuparia</i> / <i>Sorbus intermedia</i>	Estland, Finnland	(JÜRIADO et al. 2003), (KUUSINEN 1994a)
<i>Lecanora sp.</i>	<i>Salix caprea</i>	Finnland	(KUUSINEN 1994a)
<i>Lecidea albofuscescens</i>	<i>Salix caprea</i>	Finnland	(KUUSINEN 1994a)
<i>Lecidea atroviridis</i>	<i>Salix caprea</i>	Finnland	(KUUSINEN 1994a)
<i>Lecidea erythrophaea</i>	<i>Salix caprea</i>	Finnland	(KUUSINEN 1994a)
<i>Lecidea pullata</i>	<i>Salix caprea</i>	Finnland	(KUUSINEN 1994a)
<i>Lecidella elaeochroma</i>	<i>Salix caprea</i> / <i>Sorbus aucuparia</i> / <i>Sorbus intermedia</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Lecidella euphorea</i>	<i>Salix caprea</i> / <i>Sorbus aucuparia</i> / <i>Sorbus intermedia</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Lepraria incana</i>	<i>Salix caprea</i> / <i>Sorbus aucuparia</i> / <i>Sorbus intermedia</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Lepraria lobificans</i>	<i>Salix caprea</i> / <i>Sorbus aucuparia</i> / <i>Sorbus intermedia</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Lepraria spp.</i>	<i>Salix caprea</i> / <i>Sorbus aucuparia</i> / <i>Sorbus intermedia</i>	Estland, Finnland	(JÜRIADO et al. 2003), (KUUSINEN 1994a)
<i>Lobaria pulmonaria</i>	<i>Salix caprea</i> / <i>Sorbus aucuparia</i> / <i>Sorbus intermedia</i>	Estland, Finnland; bevorzugt auf alten <i>Salix caprea</i>	(JÜRIADO et al. 2003), (KUUSINEN 1994a)
<i>Lobaria scrobiculata</i>	<i>Salix caprea</i>	Finnland; bevorzugt auf alten <i>Salix caprea</i>	(KUUSINEN 1994a)
<i>Lopadium disciforme</i>	<i>Salix caprea</i>	Finnland; bevorzugt auf alten <i>Salix caprea</i>	(KUUSINEN 1994a)

Art (wissenschaftlicher Name)	nachgewiesener Wirt	Bemerkungen	Quelle
<i>Loxospora elatina</i>	<i>Salix caprea</i> / <i>Sorbus aucuparia</i> / <i>Sorbus intermedia</i>	Estland, Finnland	(JÜRIADO et al. 2003), (KUUSINEN 1994a)
<i>Melanelia exasperatula</i>	<i>Salix caprea</i> / <i>Sorbus aucuparia</i> / <i>Sorbus intermedia</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Melanelia fuliginosa</i>	<i>Salix caprea</i> / <i>Sorbus aucuparia</i> / <i>Sorbus intermedia</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Micarea melaena</i>	<i>Salix caprea</i>	Finnland	(KUUSINEN 1994a)
<i>Micarea melaena</i>	<i>Salix caprea</i>	Finnland	(KUUSINEN 1994a)
<i>Micarea spp.</i>	<i>Salix caprea</i>	Finnland	(KUUSINEN 1994a)
<i>Mycoblastus affinis</i>	<i>Salix caprea</i>	Finnland	(KUUSINEN 1994a)
<i>Mycoblastus alpinus</i>	<i>Salix caprea</i>	Finnland	(KUUSINEN 1994a)
<i>Mycoblastus fucatus</i>	<i>Salix caprea</i> / <i>Sorbus aucuparia</i> / <i>Sorbus intermedia</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Mycoblastus sanguinarius</i>	<i>Salix caprea</i>	Finnland	(KUUSINEN 1994a)
<i>Nephroma bellum</i>	<i>Salix caprea</i>	Finnland; bevorzugt auf alten <i>Salix caprea</i>	(KUUSINEN 1994a)
<i>Nephroma parile</i>	<i>Salix caprea</i>	Finnland; bevorzugt auf alten <i>Salix caprea</i>	(KUUSINEN 1994a)
<i>Nephroma resupinatum</i>	<i>Salix caprea</i>	Finnland; bevorzugt auf alten <i>Salix caprea</i>	(KUUSINEN 1994a)
<i>Ochrolechia androgyna</i>	<i>Salix caprea</i>	Finnland	(KUUSINEN 1994a)
<i>Ochrolechia microstictoides</i>	<i>Salix caprea</i>	Finnland	(KUUSINEN 1994a)
<i>Pachyphiale fagicola</i>	<i>Salix caprea</i>	Finnland	(KUUSINEN 1994a)
<i>Pannaria pezizoides</i>	<i>Salix caprea</i>	Finnland; bevorzugt auf alten <i>Salix caprea</i>	(KUUSINEN 1994a)
<i>Parmelia saxatilis</i>	<i>Salix caprea</i> / <i>Sorbus aucuparia</i> / <i>Sorbus intermedia</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Parmelia sulcata</i>	<i>Salix caprea</i> / <i>Sorbus aucuparia</i> / <i>Sorbus intermedia</i>	Estland, Finnland	(JÜRIADO et al. 2003), (KUUSINEN 1994a)
<i>Parmeliella triptophylla</i>	<i>Salix caprea</i>	Finnland	(KUUSINEN 1994a)
<i>Parmeliopsis ambigua</i>	<i>Salix caprea</i>	Finnland	(KUUSINEN 1994a)
<i>Parmeliopsis hyperopta</i>	<i>Salix caprea</i>	Finnland	(KUUSINEN 1994a)
<i>Peltigera aphthosa</i>	<i>Salix caprea</i>	Finnland	(KUUSINEN 1994a)
<i>Peltigera canina</i>	<i>Salix caprea</i>	Finnland	(KUUSINEN 1994a)
<i>Peltigera degnii</i>	<i>Salix caprea</i>	Finnland	(KUUSINEN 1994a)
<i>Peltigera leucophlebia</i>	<i>Salix caprea</i>	Finnland	(KUUSINEN 1994a)
<i>Peltigera neopolydactyla</i>	<i>Salix caprea</i>	Finnland	(KUUSINEN 1994a)
<i>Peltigera praetextata</i>	<i>Salix caprea</i>	Finnland	(KUUSINEN 1994a)
<i>Pertusaria amara</i>	<i>Salix caprea</i> / <i>Sorbus aucuparia</i> / <i>Sorbus intermedia</i>	Estland, Finnland	(JÜRIADO et al. 2003), (KUUSINEN 1994a)
<i>Pertusaria borealis/ pupillaris</i>	<i>Salix caprea</i>	Finnland	(KUUSINEN 1994a)
<i>Pertusaria coccodes</i>	<i>Salix caprea</i> / <i>Sorbus aucuparia</i> / <i>Sorbus intermedia</i>	Estland, Finnland; bevorzugt auf alten <i>Salix caprea</i>	(JÜRIADO et al. 2003), (KUUSINEN 1994a)
<i>Pertusaria leioplaca</i>	<i>Salix caprea</i> / <i>Sorbus aucuparia</i> / <i>Sorbus intermedia</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Pertusaria ophthalmiza</i>	<i>Salix caprea</i>	Finnland	(KUUSINEN 1994a)
<i>Phlyctis argena</i>	<i>Salix caprea</i> / <i>Sorbus aucuparia</i> / <i>Sorbus intermedia</i>	Estland, Finnland	(JÜRIADO et al. 2003), (KUUSINEN, 1994a)

Art (wissenschaftlicher Name)	nachgewiesener Wirt	Bemerkungen	Quelle
<i>Physcia adscendens</i>	<i>Salix caprea</i> / <i>Sorbus aucuparia</i> / <i>Sorbus intermedia</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Physcia tenella</i>	<i>Salix caprea</i> / <i>Sorbus aucuparia</i> / <i>Sorbus intermedia</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Platismatia glauca</i>	<i>Salix caprea</i> / <i>Sorbus aucuparia</i> / <i>Sorbus intermedia</i>	Estland, Finnland	(JÜRIADO et al. 2003), (KUUSINEN 1994a)
<i>Pseudevernia furfuracea</i>	<i>Salix caprea</i> / <i>Sorbus aucuparia</i> / <i>Sorbus intermedia</i>	Estland, Finnland	(JÜRIADO et al. 2003), (KUUSINEN 1994a)
<i>Pyrrhospora cinnabarina</i>	<i>Salix caprea</i>	Finnland	(KUUSINEN 1994a)
<i>Ramalina dilacerata</i>	<i>Salix caprea</i>	Finnland	(KUUSINEN 1994a)
<i>Ramalina farinacea</i>	<i>Salix caprea</i> / <i>Sorbus aucuparia</i> / <i>Sorbus intermedia</i>	Estland, Finnland	(JÜRIADO et al. 2003), (KUUSINEN 1994a)
<i>Ramalina thrausta</i>	<i>Salix caprea</i>	Finnland; bevorzugt auf alten <i>Salix caprea</i>	(KUUSINEN 1994a)
<i>Rinodina cinereovirens</i>	<i>Salix caprea</i>	Finnland; bevorzugt auf alten <i>Salix caprea</i>	(KUUSINEN 1994a)
<i>Rinodina degeliana</i>	<i>Salix caprea</i>	Finnland; bevorzugt auf alten <i>Salix caprea</i>	(KUUSINEN 1994a)
<i>Ropalospora viridis</i>	<i>Salix caprea</i>	Finnland	(KUUSINEN 1994a)
<i>Thelotrema lepadinum</i>	<i>Salix caprea</i> / <i>Sorbus aucuparia</i> / <i>Sorbus intermedia</i>	Estland	(JÜRIADO et al. 2003)
<i>Usnea filipendula</i>	<i>Salix caprea</i> / <i>Sorbus aucuparia</i> / <i>Sorbus intermedia</i>	Estland, Finnland	(JÜRIADO et al. 2003), (KUUSINEN 1994a)
<i>Usnea glabrescens</i>	<i>Salix caprea</i> / <i>Sorbus aucuparia</i> / <i>Sorbus intermedia</i>	Estland, Finnland	(JÜRIADO et al. 2003), (KUUSINEN 1994a)
<i>Usnea subfloridana</i>	<i>Salix caprea</i> / <i>Sorbus aucuparia</i> / <i>Sorbus intermedia</i>	Estland, Finnland	(JÜRIADO et al. 2003), (KUUSINEN 1994a)
<i>Varicellaria rhodocarpa</i>	<i>Salix caprea</i>	Finnland	(KUUSINEN 1994a)
<i>Vulpicida pinastri</i>	<i>Salix caprea</i> / <i>Sorbus aucuparia</i> / <i>Sorbus intermedia</i>	Estland, Finnland	(JÜRIADO et al. 2003), (KUUSINEN 1994a)

Tabelle A 36 Epiphytische Flechten auf der Weide (Literaturnachweise).

Epiphytische Moose

Birke

Art (wissenschaftlicher Name)	nachgewiesener Wirt	Bemerkungen	Quelle
<i>Barbilophozia attenuata</i>	<i>Betula pendula</i>	Finnland	(KUUSINEN 1996b)
<i>Blepharostoma trichophylla</i>	<i>Betula pendula</i>	Finnland	(KUUSINEN 1996b)
<i>Brachythecium spp.</i>	<i>Betula pendula</i>	Finnland	(KUUSINEN 1996b)
<i>Calypogeia integristipula</i>	<i>Betula pendula</i>	Finnland	(KUUSINEN 1996b)
<i>Cephalozia lunulifolia</i>	<i>Betula pendula</i>	Finnland	(KUUSINEN 1996b)
<i>Dicranum fuscescens</i>	<i>Betula pendula</i>	Finnland	(KUUSINEN 1996b)
<i>Dicranum scoparium</i>	<i>Betula pendula</i>	Finnland	(KUUSINEN 1996b)
<i>Hylocomium splendens</i>	<i>Betula pendula</i>	Finnland	(KUUSINEN 1996b)
<i>Lepidozia reptans</i>	<i>Betula pendula</i>	Finnland	(KUUSINEN 1996b)
<i>Lophocolea heterophylla</i>	<i>Betula pendula</i>	Finnland	(KUUSINEN 1996b)
<i>Lophozia spp.</i>	<i>Betula pendula</i>	Finnland	(KUUSINEN 1996b)
<i>Orthodicranum montanum</i>	<i>Betula pendula</i>	Finnland	(KUUSINEN 1996b)
<i>Plagiothecium laetum</i>	<i>Betula pendula</i>	Finnland	(KUUSINEN 1996b)
<i>Pleurozium schreberi</i>	<i>Betula pendula</i>	Finnland	(KUUSINEN 1996b)
<i>Ptilidium pulcherrimum</i>	<i>Betula pendula</i>	Finnland	(KUUSINEN 1996b)
<i>Sanionia uncinata</i>	<i>Betula pendula</i>	Finnland	(KUUSINEN 1996b)
<i>Tetraphis pellucida</i>	<i>Betula pendula</i>	Finnland	(KUUSINEN 1996b)

Tabelle A 37 Epiphytische Moose auf der Birke (Literaturnachweise).

Aspe

Art (wissenschaftlicher Name)	nachgewiesener Wirt	Bemerkungen	Quelle
<i>Amblystegium serpens</i>	<i>Populus tremula</i>	Finnland	(OJALA et al. 2000)
<i>Barbilophozia barbata</i>	<i>Populus tremula</i>	Finnland	(KUUSINEN 1996b)
<i>Blepharostoma trichophylla</i>	<i>Populus tremula</i>	Finnland	(KUUSINEN 1996b)
<i>Brachytechium salebrosum</i>	<i>Populus tremula</i>	Finnland	(OJALA et al. 2000)
<i>Brachytechium velutinum</i>	<i>Populus tremula</i>	Finnland	(OJALA et al. 2000)
<i>Bryum argenteum</i>	<i>Populus sp.</i>	Ukraine	(DYMYTROVA 2009)
<i>Campylium sommerfeltii</i>	<i>Populus tremula</i>	Finnland	(KUUSINEN 1996b)
<i>Dicranum fuscescens</i>	<i>Populus tremula</i>	Finnland	(OJALA et al. 2000)
<i>Dicranum scoparium</i>	<i>Populus tremula</i>	Schweden, Finnland	(GUSTAFSSON et al. 1995), (OJALA et al. 2000)
<i>Dicranumpolysetum</i>	<i>Populus tremula</i>	Finnland	(KUUSINEN 1996b)
<i>Fissidens adianthoides</i>	<i>Populus tremula</i>	Finnland	(KUUSINEN 1996b)
<i>Hylocomium splendens</i>	<i>Populus tremula</i>	Schweden, Finnland	(GUSTAFSSON et al. 1995), (OJALA et al. 2000)
<i>Hypnum cupressiforme</i>	<i>Populus tremula</i>	Schweden	(GUSTAFSSON et al. 1995)
<i>Leskea polycarpa</i>	<i>Populus sp.</i>	Ukraine	(DYMYTROVA 2009)
<i>Lophocolea heterophylla</i>	<i>Populus tremula</i>	Finnland	(KUUSINEN 1996b)
<i>Lophozia spp.</i>	<i>Populus tremula</i>	Finnland	(KUUSINEN 1996b)
<i>Orthotrichum elegans</i>	<i>Populus tremula</i>	Finnland	(OJALA et al. 2000)
<i>Orthotrichum obtusifolium</i>	<i>Populus tremula</i>	Schweden, Finnland	(GUSTAFSSON et al. 1995), (OJALA et al. 2000)
<i>Orthotrichum pumilum</i>	<i>Populus sp.</i>	Ukraine	(DYMYTROVA 2009)
<i>Orthotrichum speciosum</i>	<i>Populus tremula</i>	Schweden	(GUSTAFSSON et al. 1995)
<i>Plagiomnium cuspidatum</i>	<i>Populus tremula</i>	Finnland	(KUUSINEN 1996b)
<i>Plagiothecium laetum</i>	<i>Populus tremula</i>	Finnland	(KUUSINEN 1996b)
<i>Pleurozium schreberi</i>	<i>Populus tremula</i>	Finnland	(OJALA et al. 2000), (KUUSINEN 1996b)
<i>Pohlia nutans</i>	<i>Populus tremula</i>	Finnland	(KUUSINEN 1996b)
<i>Ptilidium pulcherrimum</i>	<i>Populus tremula</i>	Schweden, Finnland	(GUSTAFSSON et al. 1995), (KUUSINEN 1996b)
<i>Ptilidium spp.</i>	<i>Populus tremula</i>	Finnland	(OJALA et al. 2000)
<i>Ptilium crista-castrensis</i>	<i>Populus tremula</i>	Finnland	(KUUSINEN 1996b)
<i>Pylaisia polyntha</i>	<i>Populus tremula</i>	Ukraine, Schweden, Finnland	(DYMYTROVA 2009), (GUSTAFSSON et al. 1995), (OJALA et al. 2000)
<i>Radula complanata</i>	<i>Populus tremula</i>	Schweden	(GUSTAFSSON et al. 1995) (HAZELL 1999)
<i>Rhytiadelphus triquetrus</i>	<i>Populus tremula</i>	Schweden, Finnland	(GUSTAFSSON et al. 1995), (OJALA et al. 2000)
<i>Sanionia uncinata</i>	<i>Populus tremula</i>	Schweden, Finnland	(GUSTAFSSON et al. 1995), (OJALA et al. 2000)

Tabelle A 38 Epiphytische Moose auf der Aspe (Literaturnachweise).

Weide

Art (wissenschaftlicher Name)	nachgewiesener Wirt	Bemerkungen	Quelle
<i>Barbilophozia barbata</i>	<i>Salix caprea</i>	Finnland	(KUUSINEN 1996b)
<i>Barbilophozia lycopodioides</i>	<i>Salix caprea</i>	Finnland	(KUUSINEN 1996b)
<i>Blepharostoma trichophylla</i>	<i>Salix caprea</i>	Finnland	(KUUSINEN 1996b)
<i>Brachythecium spp.</i>	<i>Salix caprea</i>	Finnland	(KUUSINEN 1996b)
<i>Calypogeia integristipula</i>	<i>Salix caprea</i>	Finnland	(KUUSINEN 1996b)
<i>Dicranum fuscescens</i>	<i>Salix caprea</i>	Finnland	(KUUSINEN 1996b)
<i>Dicranum scoparium</i>	<i>Salix caprea</i>	Finnland	(KUUSINEN 1996b)
<i>Hylocomium splendens</i>	<i>Salix caprea</i>	Finnland	(KUUSINEN 1996b)
<i>Hypnum cupressiforme</i>	<i>Salix caprea</i>	Finnland	(KUUSINEN 1996b)
<i>Lophocolea heterophylla</i>	<i>Salix caprea</i>	Finnland	(KUUSINEN 1996b)
<i>Lophozia spp.</i>	<i>Salix caprea</i>	Finnland	(KUUSINEN 1996b)
<i>Plagiomnium cuspidatum</i>	<i>Salix caprea</i>	Finnland	(KUUSINEN 1996b)
<i>Plagiothecium laetum</i>	<i>Salix caprea</i>	Finnland	(KUUSINEN 1996b)
<i>Pleurozium schreberi</i>	<i>Salix caprea</i>	Finnland	(KUUSINEN 1996b)
<i>Pohlia nutans</i>	<i>Salix caprea</i>	Finnland	(KUUSINEN 1996b)
<i>Ptilidium pulcherrimum</i>	<i>Salix caprea</i>	Finnland	(KUUSINEN 1996b)
<i>Rhytidiadelphus triquetrus</i>	<i>Salix caprea</i>	Finnland	(KUUSINEN 1996b)
<i>Sanionia uncinata</i>	<i>Salix caprea</i>	Finnland	(KUUSINEN 1996b)
<i>Tetraphis pellucida</i>	<i>Salix caprea</i>	Finnland	(KUUSINEN 1996b)

Tabelle A 39 Epiphytische Moose auf der Weide (Literaturnachweise).