

Handlungsanleitung zur Schadbildanalyse und -bewertung an Bäumen,
sowie Beurteilung ihres Gefährdungspotentials im Hinblick auf die
Verkehrssicherungspflicht im Zuständigkeitsbereich des Forstamtes
Bad Driburg



Diplomarbeit Christian Ruthe

FH Lippe & Höxter, FB Landschaftsarchitektur und Umweltplanung



**Erstellung einer Handlungsanleitung zur Schadbildanalyse
und –bewertung an Bäumen, sowie Beurteilung ihres
Gefährdungspotentials im Hinblick auf die
Verkehrssicherungspflicht im Zuständigkeitsbereich des
Forstamtes Bad Driburg**

Diplomarbeit

Zur Erlangung des Grades eines Diplomingenieurs im Fachbereich
Landschaftsarchitektur und Umweltplanung an der Fachhochschule
Lippe & Höxter

Vorgelegt von

Christian Ruthe

Geboren am 18.09.1981

Matr. Nr.: 16175095

Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Jörn Pabst

2. Prüfer: Oberforstrat Dr. Heinz A. Gockel

Vorwort

In der Vergangenheit wurde das Thema Verkehrssicherungspflicht im Forst häufig relativ stiefmütterlich behandelt. Erst im Frühjahr 2006 rückte das Thema durch ein extremes Urteil des Arnsberger Landgerichtes in den Blickpunkt. Hierin bekam eine Klägerin Recht, die auf Schadensersatz geklagt hatte, weil ein Druckzwiesel aus einer Buche beim Radfahren auf einem Waldweg auf sie stürzte und sie schwer verletzte (vgl. LG Arnsberg, Urteil vom 07.04.2006). Viele Forstämter und private Waldbesitzer stehen seit dem vor dem Problem, nicht genau zu wissen, wie sie der vom Gesetzgeber verlangten Verkehrssicherungspflicht in ihrem Zuständigkeitsbereich genüge tun.

Aus diesem Anlass soll die vorliegende Diplomarbeit die Forstbeamten und privaten Waldbesitzer dabei unterstützen, ihrer Verkehrssicherungspflicht ordnungsgemäß nachzukommen. Im ersten Teil beschreibt die Diplomarbeit die verschiedenen Kontrollarten und Kontrollintervalle und zeigt einen Weg auf, wie die Verkehrssicherungspflicht im Zuständigkeitsbereich des Forstes unter Berücksichtigung einer ordnungsgemäßen Forstwirtschaft durchgeführt werden kann. Ferner werden die verschiedenen Untersuchungsmethoden und Untersuchungsgeräte beschrieben, sowie deren Eignung für den praktischen Forstbetrieb kritisch diskutiert. Im zweiten Teil der Diplomarbeit werden die verschiedenen Schadsymptome, nach Baumarten gegliedert, ausführlich vorgestellt. Außerdem werden die weiteren Maßnahmen bei der folgenden eingehenden Untersuchung dargestellt. Im dritten Teil der Diplomarbeit wird dann eine eingehende Baumuntersuchung an vier ausgewählten Fallbeispielen durchgeführt und die Verkehrssicherheit der untersuchten Bäume bestimmt.

Danksagung

Ich bedanke mich bei all denjenigen, die direkt oder indirekt zu meinem bisherigen Werdegang, sowie der Entstehung dieser Arbeit beigetragen haben:

Für die Betreuung meiner Diplomarbeit bei Herrn Prof. Dr.-Ing. Jörn Pabst von der Fachhochschule Lippe & Höxter, sowie Herrn Oberforstrat Dr. Heinz A. Gockel vom Staatlichen Forstamt Bad Driburg.

Meinen Kommilitonen, sowie Dipl.-Ing. Kai Mielke und Marcus Schwenke.

Ganz besondere Dankesworte richte ich an meine Familie für ihre stets zuverlässige Unterstützung.

Christian Ruthe, Lage im September 2006

Inhaltsangabe

1.	Eidesstattliche Erklärung	1
2.	Einleitung	2
	2.1 <i>Einführung in die Themenstellung</i>	2
	2.2 <i>Zielsetzung</i>	2
	2.3 <i>Literaturüberblick</i>	3
3.	Durchführung der Verkehrssicherungspflicht	6
	3.1 <i>Allgemeine rechtliche Grundlagen der Verkehrssicherungspflicht</i>	6
	3.2 <i>Allgemeine Grundlagen zu den Kontrollarten</i>	7
	3.2.1 Regelkontrolle in der Reife- und Alterungsphase	7
	3.2.2 Eingehende Untersuchungen	8
	3.2.3 Zusatzkontrolle	9
	3.3 <i>Allgemeine Grundlagen zu den Kontrollintervallen</i>	9
	3.4 <i>Anwendbarkeit der Kontrollarten und Kontrollintensität im Zuständigkeitsbereich des Forstes unter Berücksichtigung einer ordnungsgemäßen Forstwirtschaft</i>	10
	3.4.1 Verkehrssicherungspflicht im Bestand	12
	3.4.2 Verkehrssicherungspflicht an Waldwegen	13
	3.4.3 Verkehrssicherungspflicht an öffentlichen Straßen	14
	3.4.4 Verkehrssicherungspflicht bei Bebauung in Waldrandnähe	15
	3.5 <i>Dokumentation der Untersuchungsergebnisse</i>	15
	3.6 <i>Beschreibung der verschiedenen Untersuchungsmethoden sowie der verschiedenen Messgeräte zur Beurteilung der Stand- und Bruchsicherheit</i>	15
	3.6.1 VTA- (Visual Tree Assesment-) Methode	16
	3.6.1.1 Symptomerkenung	16
	3.6.1.2 Defektbestätigung	17
	3.6.1.3 Defektvermessung	17
	3.6.1.4 Defektbewertung	17
	3.6.2 Bei der VTA-Methode eingesetzte Untersuchungsgeräte	20
	3.6.2.1 Der Schonhammer	20
	3.6.2.2 Der Spiralbohrer	20
	3.6.2.3 Der Schallimpulshammer	21
	3.6.2.4 Der Resistograph	23
	3.6.2.5 Der Zuwachsbohrer	26
	3.6.2.6 Das Fractometer 1	26

3.6.3	SIA- (Static Integratet Assesment) Methode	29
3.6.3.1	Messung von Kronengröße und Stammdurchmesser	29
3.6.3.2	Ermittlung der prozentualen Bruchsicherheit bei Windstärke 12	31
3.6.3.3	Wirkung des Stammquerschnittes auf die Grundsicherheit	32
3.6.4	Die Zugmethode zur Messung der Stand- und Bruchsicherheit	33
3.6.4.1	Ermittlung der exakten Bruchsicherheit (Elastomethode)	34
3.6.4.2	Ermittlung der exakten Standsicherheit (Inclinomethode)	35
3.7	<i>Zusammenfassung der verschiedenen Untersuchungsmethoden und Messgeräte sowie kritische Diskussion ihrer Eignung für den praktischen Forstbetrieb</i>	36
3.7.1	Die VTA-Methode	36
3.7.2	Die verschiedenen Messgeräte	38
3.7.3	Die SIA-Methode	39
3.7.4	Die Zugversuche	40
3.8	<i>Fazit zur Durchführung der Verkehrssicherungspflicht</i>	41
4.	Darstellung der Schadsymptome sowie Beschreibung der weiteren Maßnahmen bei der Eingehenden Untersuchung, nach Baumarten gegliedert	44
4.1	<i>Einleitung</i>	44
4.2	<i>Wichtige Einflussfaktoren bei der Beurteilung der Verkehrssicherheit</i>	44
4.2.1	Schadsymptome allgemein	44
4.2.2	Wert des Baumes	44
4.2.3	Bestimmung der Vitalität	45
4.2.4	Windexposition und –dynamik	47
4.3	<i>Übersicht der verschiedenen Schadsymptome nach Baumarten gegliedert</i>	49
4.4	<i>Ahorn (Acer)</i>	54
4.4.1	Baumbiologie	54
4.4.2	Schadsymptome und Auffälligkeiten am Stammfuß und an Wurzeln	54
4.4.3	Schadsymptome und Auffälligkeiten an Ästen und Stamm	58
4.5	<i>Birke (Betula)</i>	66
4.5.1	Baumbiologie	66

4.5.2	Schadsymptome und Auffälligkeiten am Stammfuß und an Wurzeln	66
4.5.3	Schadsymptome und Auffälligkeiten an Ästen und Stamm	67
4.6	<i>Buche (Fagus)</i>	71
4.6.1	Baumbiologie	71
4.6.2	Schadsymptome und Auffälligkeiten am Stammfuß und an Wurzeln	71
4.6.3	Schadsymptome und Auffälligkeiten an Ästen und Stamm	81
4.7	<i>Eiche (Quercus)</i>	89
4.7.1	Baumbiologie	89
4.7.2	Schadsymptome und Auffälligkeiten am Stammfuß und an Wurzeln	89
4.7.3	Schadsymptome und Auffälligkeiten an Ästen und Stamm	97
4.8	<i>Esche (Fraxinus)</i>	110
4.8.1	Baumbiologie	110
4.8.2	Schadsymptome und Auffälligkeiten am Stammfuß und an Wurzeln	110
4.8.3	Schadsymptome und Auffälligkeiten an Ästen und Stamm	111
4.9	<i>Fichte (Picea)</i>	121
4.9.1	Baumbiologie	121
4.9.2	Schadsymptome und Auffälligkeiten am Stammfuß und an Wurzeln	121
4.9.3	Schadsymptome und Auffälligkeiten an Ästen und Stamm	131
4.10	<i>Hainbuche (Carpinus)</i>	132
4.10.1	Baumbiologie	132
4.10.2	Schadsymptome und Auffälligkeiten am Stammfuß und an Wurzeln	132
4.10.3	Schadsymptome und Auffälligkeiten an Ästen und Stamm	133
4.11	<i>Kiefer (Pinus)</i>	135
4.11.1	Baumbiologie	135
4.11.2	Schadsymptome und Auffälligkeiten am Stammfuß und an Wurzeln	135
4.11.3	Schadsymptome und Auffälligkeiten an Ästen und Stamm	142
4.12	<i>Kirsche (Prunus)</i>	143
4.12.1	Baumbiologie	143

4.12.2	Schadsymptome und Auffälligkeiten am Stammfuß und an Wurzeln	142
4.12.3	Schadsymptome und Auffälligkeiten an Ästen und Stamm	144
4.13	<i>Lärche (Larix)</i>	145
4.13.1	Baumbiologie	145
4.13.2	Schadsymptome und Auffälligkeiten am Stammfuß und an Wurzeln	145
4.13.3	Schadsymptome und Auffälligkeiten an Ästen und Stamm	146
4.14	<i>Linde (Tilia)</i>	147
4.14.1	Baumbiologie	147
4.14.2	Schadsymptome und Auffälligkeiten am Stammfuß und an Wurzeln	147
4.14.3	Schadsymptome und Auffälligkeiten an Ästen und Stamm	149
4.15	<i>Roskastanie (Aesculus)</i>	155
4.15.1	Baumbiologie	155
4.15.2	Schadsymptome und Auffälligkeiten am Stammfuß und an Wurzeln	155
4.15.3	Schadsymptome und Auffälligkeiten an Ästen und Stamm	156
5	Bestimmung der Verkehrssicherheit an Fallbeispielen	162
5.1	<i>Fallbeispiel Buche mit Brandkrustenpilz (Ustularia deusta)</i>	162
5.1.1	Baumbeschreibung	162
5.1.2	Baumfunktion	162
5.1.3	Schadensbild	163
5.1.4	Untersuchungsmethode	163
5.1.5	Untersuchungsergebnis	164
5.1.6	Bewertung der Stand- und Bruchsicherheit	164
5.1.7	Maßnahmen	164
5.2	<i>Fallbeispiel Lärche mit Blitzschaden</i>	166
5.2.1	Baumbeschreibung	166
5.2.2	Baumfunktion	166
5.2.3	Schadensbild	167
5.2.4	Untersuchungsmethode	167
5.2.5	Untersuchungsergebnis	168
5.2.6	Bewertung der Stand- und Bruchsicherheit	168
5.2.7	Maßnahmen	168

5.3	<i>Fallbeispiel Esche mit Eschenkrebs</i>	170
5.3.1	Baumbeschreibung	170
5.3.2	Baumfunktion	170
5.3.3	Schadensbild	171
5.3.4	Untersuchungsmethode	171
5.3.5	Untersuchungsergebnis	172
5.3.6	Bewertung der Stand- und Bruchsicherheit	172
5.3.7	Maßnahmen	172
5.4	<i>Fallbeispiel Hainbuche mit Buckeltramete (Trametes gibbosa)</i>	174
5.4.1	Baumbeschreibung	174
5.4.2	Baumfunktion	174
5.4.3	Schadensbild	175
5.4.4	Untersuchungsmethode	175
5.4.5	Untersuchungsergebnis	175
5.4.6	Bewertung der Stand- und Bruchsicherheit	176
5.4.7	Maßnahmen	176
6	Möglichkeiten zur zukünftigen Reduzierung von Schadsymptomen an der Verkehrssicherungspflicht unterliegenden Bäumen	178
7	Diskussion	180
8	Zusammenfassung	183
	<i>8.1 Deutsch</i>	183
	<i>8.2 Englisch</i>	185
9	Sachwörterverzeichnis	186
10	Literaturverzeichnis	199
11	Abbildungsverzeichnis	203
12	Anhang	204
	<i>12.1 Grundlagen der Baumbiologie</i>	204
	12.1.1 Chemischer Aufbau	204
	12.1.2 Anatomie des Stammes	205
	12.1.3 Kernholzbildung	205
	12.1.3.1 Echtes Kernholz	205
	12.1.3.2 Falsches Kernholz	205
	12.1.4 Anordnung der Gefäße	205
	12.1.5 Abschottungsverhalten	206
	12.1.6 Anatomie der verholzten Zelle	208
	12.1.6.1 Mittellamelle	210
	12.1.6.2 Primärwand	210
	12.1.6.3 Sekundärwand	210

12.2 Grundlagen holzersetzender Pilze	211
12.2.1 Allgemein	211
12.2.2 Bestandteile	211
12.2.3 Erscheinungsformen	212
12.2.4 Lebenszyklus	215
12.2.5 Lebensweise	217
12.2.6 Besiedlungsstrategien holzersetzender Pilze an Bäumen	217
12.2.7 Fäulen	218
12.2.7.1 Allgemein	218
12.2.7.2 Braunfäule	218
12.2.7.3 Weißfäule	220
12.2.7.4 Moderfäule	222

1. Eidesstattliche Erklärung

Ich versichere an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst und keine weiteren als die angegebenen Hilfsmittel verwendet habe. Sämtliche Textstellen die wörtlich oder sinngemäß aus Veröffentlichungen entnommen wurden, sind als solche gekennzeichnet.

Lage, den 10. September 2006

2. Einleitung

2.1 *Einführung in die Themenstellung*

Da jeder, der einen Verkehr eröffnet, also Gefahrenquellen schafft oder für sie verantwortlich ist, notwendige Schutzvorkehrungen gegen die daraus für Dritte resultierenden Risiken zu treffen hat, obliegt den Eigentümern von Wäldern und Einzelbäumen nach § 823 BGB die Verkehrssicherungspflicht für diese. Das bedeutet, dass der Baumeigentümer für den verkehrssicheren Zustand der Bäume verantwortlich gemacht wird.

Gerade für Bereiche außerhalb von öffentlichen Straßen herrscht durch zum Teil widersprüchliche Gerichtsurteile unter den Betroffenen große Unsicherheit über die Intensität bei der Durchführung der Verkehrssicherungspflicht sowie die zu erkennenden Schadsymptome.

2006 bekam das Thema Verkehrssicherungspflicht im Zuständigkeitsbereich des Forstes durch ein Urteil vom Landgericht Arnsberg eine neue Dimension. Hierin bekam eine Klägerin Recht, die auf Schadensersatz geklagt hatte, weil ein Druckzwiesel aus einer Buche beim Radfahren auf einem Waldweg auf sie stürzte und sie schwer verletzte (vgl. LG Arnsberg, Urteil vom 07.04.2006). Aus diesem Urteil resultiert eine weitaus größere Verkehrssicherungspflicht als sie bis jetzt in den meisten Forstämtern durchgeführt wird.

Die Diplomarbeit beschäftigt sich im Folgenden mit der Umsetzung der Verkehrssicherungspflicht in Bezug auf die praktische Forstwirtschaft.

Hierbei wird im Gegensatz zu vielen bereits erschienenen Werken, welche hauptsächlich für den innerstädtischen Bereich verfasst wurden (z. B. DUJESIEFKEN et al. 2005, WOHLERS et al. 2001), auf die besondere Sachlage im Forst eingegangen. Im Unterschied zu Straßen- und Parkbäumen, die gepflanzt wurden, um Funktionen wie Prägung und Bereicherung des Stadtbildes, Luftreinhaltung, Erholung und Schattenspendung etc. zu übernehmen, dient der Wirtschaftswald neben dem Ziel der Erhaltung eines naturnahen Lebensraumes in erster Linie der Holzgewinnung. Aus diesem Ziel resultiert eine differenziertere Betrachtung bei der Erhaltung geschädigter Bäume, welche die Verkehrssicherheit beeinträchtigen könnten, da der Großteil der Bäume für den Forst ein rein wirtschaftliches Interesse hat. Werden bei diesen Bäumen, die im zweiten Teil der Diplomarbeit noch eingehend beschriebenen Schadsymptome festgestellt, so werden die Bäume dem Bestand entnommen. Andererseits sollte meines Erachtens bei Bäumen, die in besonderer Art das Landschaftsbild prägen, insbesondere bei Naturdenkmälern oder geschützten Landschaftsbestandteilen, wenn sie die Verkehrssicherheit gefährdende Schadsymptome aufweisen, genau geprüft werden, wie lange der betreffende Baum auch unter Einbeziehung baumpflegerischer Maßnahmen erhalten werden kann.

2.2 *Zielsetzung*

Ziel der Diplomarbeit ist es, die Bediensteten des Forstes bei der Durchführung der Verkehrssicherungspflicht zu unterstützen. Auf der einen Seite soll

dadurch die Gefährdung von Personen und Sachgütern durch Bäume verringert werden, auf der anderen Seite sollen aber auch Bäume mit besonderer Bedeutung für das Landschaftsbild sowie Naturdenkmäler oder geschützte Landschaftsbestandteile vor einer zu frühen Fällung aufgrund einer falschen Interpretation der Schadbilder oder der Rechtslage bewahrt werden.

Nach einer kurzen rechtlichen Einführung werden sowohl die Kontrollintervalle und -arten als auch verschiedene Untersuchungsmethoden sowie dafür notwendige Untersuchungsgeräte vorgestellt und deren Eignung für den praktischen Forstbetrieb kritisch diskutiert.

Besonderes Augenmerk wird der Erstellung einer Handlungsanleitung zur Schadsymptomerkennung und -bewertung für die Bediensteten der Forstämter zugeordnet. Sie soll im laufenden Forstbetrieb die schnelle und zuverlässige Beurteilung des Gefährdungspotentials durch die Bediensteten ermöglichen, gleichzeitig aber auch die Besonderheiten des Forstes sowie seiner Betriebsabläufe berücksichtigen.

Darauf aufbauend wird an ausgewählten Fallbeispielen das aus den Schadbildern resultierende Gefährdungspotential festgestellt und unter Berücksichtigung einer ordnungsgemäßen Forstwirtschaft beurteilt.

2.3 *Literaturüberblick*

Nachfolgend wird ein kurzer Überblick über die für die Erstellung dieser Diplomarbeit wichtigste aktuelle Fachliteratur gegeben.

Für die umfassende Beschreibung der verschiedenen Pilzarten wurde folgende Literatur verwendet:

„Pilze“ von RYMAN & HOLMÅSEN (1992), „1200 Farbpilze in Farbfotos“ von DÄHNCKE (1993) und „Die Großpilze Baden-Württembergs, Band 1“ von KRIEGLSTEINER (2000) sind typische Bestimmungsbücher und beschreiben das Aussehen und Vorkommen der jeweiligen Pilze. Sie sind mit Farbfotos versehen.

Das Buch „Pilze an Bäumen“ von JAHN (2005) nimmt eine Zwischenstellung zwischen den typischen Bestimmungsbüchern und der folgenden Literatur, die sich genauer mit den Zersetzungsmustern und den Schadbildern der holzzeretzenden Pilze befasst, ein. In ihm werden einerseits parasitisch lebende Pilze beschrieben, andererseits nimmt JAHN auch zur Zersetzungsart und den Schäden Stellung. Ähnliches gilt für das Werk „Krankheiten der Wald- und Parkbäume“ von Heinz BUTIN (1989). Hier werden neben den holzzeretzenden Pilzen auch die Schäden durch Bakterien, Viren oder Wuchsanomalien beschrieben und deren Bekämpfung erläutert. Butin bezieht sich nicht nur auf die für die Verkehrssicherheit relevanten Schäden, sondern gibt einen breiten Überblick. Auch das Werk „Holz- und Baumpilze. Biologie, Schäden, Schutz, Nutzen“ von SCHMIDT gibt nach einem allgemeinen Teil einen guten Überblick über die holzverfärbenden und holzzerstörenden Pilze sowie Viren und Bakterien in Bäumen und Holz.

In dem Buch „Pilze bei der Baumkontrolle“ von WOHLERS et al. (2001) wird neben dem Aussehen der Pilze auch detailliert ihr Holzabbau und die damit verbundenen Gefahren für die Verkehrssicherheit erläutert.

„Baumkontrolle unter Berücksichtigung der Baumart“ von DUJESIEFKEN et al. (2005) beschreibt die holzersetzenen Pilze ähnlich wie WOHLERS et al. (2001), geht aber von der Baumart aus und beschreibt außerdem noch ihre phänologischen Merkmale sowie andere Besonderheiten.

Die CD „Fit for Fungi“ von DENGLER (2002) beschreibt, neben allgemeinen Kapiteln über die Biologie der Pilze und den Holzabbau, auch das Aussehen und Wirkungsweise der 15 wichtigsten holzersetzenen Pilze sehr ausführlich und reich bebildert. Außerdem wird für jeden Pilz auch ein Fallbeispiel zur Beurteilung der Verkehrssicherheit aufgeführt. Somit bietet die CD sowohl für die Bestimmung von holzersetzenen Pilzen, als auch für die Beurteilung ihrer Holzersetzung eine gute Hilfe.

Ein weiteres wichtiges Werk ist in diesem Zusammenhang „Kommunale Baumkontrolle zur Verkehrssicherheit“ von BAUMGARTEN et al. (2004). Hier werden die Pilze und phänologischen Merkmale, welche die Verkehrssicherheit gefährden könnten ähnlich wie bei DUJESIEFKEN et al. (2005) beschrieben. Darüber hinaus werden wichtige Aussagen zur Baumkontrolle in den Städten und Kommunen getroffen und die „Hamburger Baumkontrolle“, welche in der Fachwelt seit Jahren als vorbildlich gilt, ausführlich beschrieben.

Das Buch „Holzersetzenen Pilze in Bäumen. Strategien der Holzersetzung“ von SCHWARZE et al. (1999) unterrichtet anhand eigener wissenschaftlicher Erkenntnisse ausführlich über Ansprache und Auswirkung der wichtigsten holzersetzenen Pilze, die die Verkehrssicherheit beeinträchtigen können. Darüber hinaus werden neue Ansätze vorgestellt, mit deren Hilfe das Vorschreiten einer Holzersetzung im Baum prognostiziert werden kann.

Ähnlich ist das Werk „Holz- und Baumpilze. Biologie, Schäden, Schutz, Nutzen“ von SCHMIDT aufgebaut. Es gibt nach einem allgemeinen Teil einen guten Überblick über die Holzverfärbenden und Holzzerstörenden Pilze sowie Viren und Bakterien in Bäumen und Holz.

Für Schäden speziell an Nadelholz sei das Werk „Die Fichte. Band 2 Krankheiten. Schäden. Fichtensterben“ von SCHMIDT-VOIGT (1989) empfohlen, welches die Thematik unter forstlichen Gesichtspunkten bearbeitet.

Um die Verkehrssicherheit der Bäume beurteilen zu können, ist die Baumstatik von entscheidender Bedeutung. Hier wurde folgende Literatur verwendet:

Das Werk „Baumstatik“ von SINN (2003) beschäftigt sich mit den biologischen Aspekten der Stand- und Bruchsicherheit von Bäumen. Es beschreibt außerdem Neigungs- und Dehnungsmessverfahren mit deren Hilfe die Verkehrssicherheit ermittelt werden kann.

Ähnlich ist das Werk „Handbuch der Baumstatik + Baumkontrolle“ von WESSOLY & ERB (1998). Hier werden nach einem allgemeinen Teil, der sich mit dem Aufbau und der Evolution der Bäume sowie der Baumstatik beschäftigt, in einem zweiten Teil die verschiedenen Diagnosearten und daraus resultierenden Konsequenzen aufgezeigt.

Das Buch „Handbuch der Schadenskunde von Bäumen. Der Baumbruch in Mechanik und Rechtsprechung“ von MATTHECK & BRELOER (1994) ist in zwei Teile gegliedert. Im ersten Teil werden nach einer Beschreibung der Baumgestalt als Idealkonstruktion verschiedene Erscheinungsformen

des Baumbruchs beschrieben. Anschließend werden diese in vorhersehbare und nicht vorhersehbare Baumbrüche unterteilt. Anhand der vorhersehbaren Baumbrüche werden die verschiedenen Diagnoseverfahren vorgestellt und diskutiert. Der zweite Teil des Buches beschäftigt sich ausführlich mit den rechtlichen Konsequenzen aus der Schadenskunde für die Verkehrssicherungspflicht.

Ähnliches gilt auch für das Werk „Baumkontrolle mit VTA“ von MATTHECK & HÖTZEL (1997). In diesem Buch wird die von MATTHECK entwickelte VTA- Methode zur Beurteilung der Verkehrssicherheit von Bäumen vorgestellt und die Akzeptanz der VTA- Methode anhand aktueller Gerichtsurteile dargelegt.

Die in den eben beschriebenen Werken schon mitbehandelte rechtliche Seite der Verkehrssicherungspflicht wird in folgender Literatur näher erläutert:

Das Buch „Verkehrssicherungspflicht bei Bäumen aus rechtlicher und fachlicher Sicht“ von BRELOER (1996) beschreibt den Fachleuten die rechtliche Sichtweise der Verkehrssicherungspflicht und zeigt die Vielzahl der ergangenen Urteile auf. Außerdem beschreibt dieses Buch die fachlichen Hintergründe der Rechtsprechung.

Von großer Bedeutung ist auch die neue „Richtlinie zur Überprüfung der Verkehrssicherheit von Bäumen- Baumkontrollrichtlinie“ der FORSCHUNGSGESELLSCHAFT LANDSCHAFTSENTWICKLUNG LANDSCHAFTSBAU E. V. (2004). In ihr wird von einer Vielzahl von Experten (Baumkontrolleure, Sachverständige, Richter und Vertreter von Kommunen sowie Kommunalversicherer) der derzeitige Stand der Technik in Bezug auf die Baumkontrolle dargelegt. Somit wird sich meines Erachtens die zukünftige Rechtsprechung an den Ergebnissen dieser Richtlinie orientieren.

In dem Aufsatz „Hinweise zur Verkehrssicherungspflicht der Waldbesitzer“ interpretiert GEBHARD (2005) die Verkehrssicherungspflicht für Waldbesitzer und bezieht sich dabei sowohl auf die geltende Rechtsprechung als auch auf die neue FLL_Baumkontrollrichtlinie.

Wegweisende Urteile des BGH in Bezug auf die Verkehrssicherungspflicht sind im Literaturverzeichnis aufgeführt.

Für baumpflegerische Maßnahmen zur Wiedererlangung der Verkehrssicherheit von geschädigten Bäumen sei auf die ZTV Baumpflege der FLL hingewiesen.

3. Durchführung der Verkehrssicherungspflicht

3.1 *Allgemeine rechtliche Grundlagen der Verkehrssicherungspflicht*

Wie bereits erwähnt, obliegt den Eigentümern von Wäldern und Einzelbäumen nach § 823 BGB die Verkehrssicherungspflicht.

Da die Rechtsprechung in diesem Zusammenhang uneinheitlich und zum Teil widersprüchlich ausfällt und die rechtlichen Aspekte der Verkehrssicherungspflicht nicht den Kern der Diplomarbeit ausmachen, werden nachfolgend nur allgemeine gesetzliche Grundsätze aufgeführt. Für eine Vertiefung der rechtlichen Aspekte sei ausdrücklich auf weiterführende Literatur, wie z. B. BRELOER (1996), MATTHECK & BRELOER (1994) oder GEBHARD (2005) verwiesen.

Der Begriff der Verkehrssicherungspflicht ist weder allgemeiner Haftungsbestand, noch gesetzlich genau definiert. Er ist von der Rechtsprechung als Teilaspekt der allgemeinen Deliktshaftung gemäß § 823 BGB entwickelt worden. In Fällen, in denen die Verkehrssicherungspflicht hoheitlich wahrzunehmen ist, gilt auch die Amtshaftung nach § 839 BGB. Danach hat jeder, „der einen Verkehr eröffnet, also Gefahrenquellen schafft oder für sie verantwortlich ist, notwendige Schutzvorkehrungen gegen die daraus für Dritte resultierenden Risiken zu treffen (BGH, Urteil vom 21.05.1985).“

Hieraus resultiert, dass der Baumeigentümer sowie der auf andere Weise für Bäume Verantwortliche für den verkehrssicheren Zustand der Bäume verantwortlich gemacht wird. Demnach ist er grundsätzlich verpflichtet, Schäden durch Bäume an Personen oder Sachen zu verhindern.

In einem Urteil aus dem Jahre 1965 hat der BGH ausgeführt, dass der Verkehrssicherungspflicht genügt sei, wenn die „nach dem jeweiligen Stand der Erfahrung und Technik“ als geeignet und genügend erscheinenden Sicherungen getroffen würden. Es muss also „den Gefahren vorbeugend Rechnung getragen werden, die nach Einsicht eines besonnenen, verständigen und gewissenhaften Menschen erkennbar sind“. Dann sind „diejenigen Maßnahmen zu ergreifen, die zur Gefahrenbeseitigung objektiv erforderlich und nach objektiven Maßstäben zumutbar sind“ (vgl. BGH, Urteil vom 21.01.1965, jüngst bestätigt durch BGH, Urteil vom 04.03.2004). Die Zumutbarkeit der Verkehrssicherungspflicht des bis heute gültigen Urteils stellt eine ganz wesentliche Einschränkung dar. Je größer also der zu befürchtende Schaden und je geringer die finanzielle Belastung für den Baumeigentümer oder den auf andere Weise für den Baum Verantwortlichen ist, desto eher müssen Maßnahmen zur Gefahrenbeseitigung durchgeführt werden.

Nach dem oben bereits zitierten Urteil des BGH ist meines Erachtens zunächst eine sorgfältige Sichtkontrolle ausreichend aber auch erforderlich. Das Gericht sagt ausdrücklich, dass es sich dabei nicht um eine „laufende Überwachung der Straßenbäume durch Forstbeamte mit Spezialerfahrung“ handeln solle. Auch, dass „gesunde Bäume jährlich durch Fachleute bestiegen werden, die alle Teile des Baumes abklopfen oder mit Stangen oder Bohrern das Innere des Baumes untersuchen“ könne nicht verlangt werden. „Eine eingehende fachliche Untersuchung“ muss danach erst „bei Feststellung verdächtiger Umstände“ veranlasst werden. Diese können sich aus „trockenem Laub, dünnen Ästen oder verdorrten Teilen, aus äußeren Verletzungen oder Beschädi-

gungen, dem hohen Alter des Baumes, dem Erhaltungszustand, der Eigenart seiner Stellung, dem statischen Aufbau usw.“ ergeben (vgl. BGH, Urteil vom 21.01.1965, jüngst bestätigt durch BGH, Urteil vom 04.03.2004).

Der BGH stellt zu den zu ergreifenden Maßnahmen fest, dass „der Pflichtige Bäume oder Teile von ihnen entfernen (muss), die den Verkehr gefährden, insbesondere, wenn sie nicht mehr standsicher sind oder herabzustürzen drohen.“ Er weist aber auch ausdrücklich darauf hin, dass „zwar jeder Baum an einer Straße eine mögliche Gefahrenquelle dar(stellt), weil durch Naturereignisse sogar gesunde Bäume entwurzelt oder geknickt oder Teile von ihnen abgebrochen werden können. Andererseits ist die Erkrankung oder Vermorschung eines Baumes von außen aber nicht immer erkennbar.... Das rechtfertigt aber nicht die Entfernung aller Bäume aus der Nähe von Straßen, denn der Verkehr muss gewisse Gefahren, die nicht durch menschliches Handeln entstehen, sondern auf Gegebenheiten oder Gewalten der Natur beruhen, als unvermeidbar hinnehmen. Eine schuldhafte Verletzung der Verkehrssicherungspflicht liegt in solchen Fällen nur vor, wenn Anzeichen verkannt oder übersehen worden sind, die nach der Erfahrung auf eine weitere Gefahr durch den Baum hinweisen (BGH, Urteil vom 21.01.1965, jüngst bestätigt durch BGH, Urteil vom 04.03.2004).“

Die innerhalb dieser Diplomarbeit herausgearbeiteten Schadsymptome und Auffälligkeiten an Bäumen, die der Verkehrssicherungspflicht unterliegen, stellen die im oben zitierten Urteil des BGH genannten „verdächtiger Umstände“ dar, welche dann eine „eingehende fachliche Untersuchung“ nach sich ziehen. Auf die verschiedenen Untersuchungsmethoden wird in den folgenden Kapiteln näher eingegangen.

3.2 Allgemeine Grundlagen zu den Kontrollarten

Seit November 2004 muss meines Erachtens die von der Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e. V. herausgegebene Richtlinie zur Überprüfung der Verkehrssicherheit von Bäumen- Baumkontrollrichtlinie als „anerkannte Regel der Technik“ von den Gerichten anerkannt werden, da an deren Erstellung eine Vielzahl von Experten wie Baumkontrolleure, Sachverständige, Richter und Vertreter von Kommunen sowie Kommunalversicherer beteiligt waren.

Nach dieser Richtlinie werden verschiedene Kontrollarten unterschieden. Die Regelkontrolle wird nach festgelegten Kontrollintervallen durchgeführt die unter 3.3 noch eingehend beschrieben werden, die Zusatzkontrolle hat nach extremen Witterungseinflüssen (z. B. Orkan, Eisregen) zu erfolgen und die eingehende Untersuchung folgt bei Zweifeln über die Verkehrssicherheit des Baumes auf die Regelkontrolle.

3.2.1. Regelkontrolle in der Reife- und Alterungsphase

„Die Regelkontrolle erfolgt als Sichtkontrolle in Form der „fachlich qualifizierten Inaugenscheinnahme“ vom Boden aus. Dabei ist jeder Baum einzeln und von allen Seiten im Kronen-, Stamm- und Wurzelbereich visuell zu kon-

trollieren (FORSCHUNGSGESELLSCHAFT LANDSCHAFTSENTWICKLUNG LANDSCHAFTSBAU E. V.¹ 2004).“

Hierbei sind baumbiologische sowie baumspezifische Eigenschaften, z. B. unterschiedliche Reaktion der Baumarten auf Verletzungen, in die Gesamtbeurteilung des Baumes zu integrieren. Erforderlichenfalls dürfen laut FLL Richtlinie bei der Regelkontrolle auch einfache Werkzeuge, wie z. B. Schonhammer, Splintmesser oder Sondierstab verwendet werden. Die Verwendung darüber hinausgehender spezieller Geräte und/oder Verfahren stellt aber laut FLL Richtlinie schon eine eingehende Untersuchung dar.

Bei der Regelkontrolle ist an den Bäumen insbesondere auf das Vorhandensein der anschließend im zweiten Teil der Arbeit ausführlich beschriebenen Schadsymptome zu achten.

Die Ergebnisse der Regelkontrolle sind zu dokumentieren (siehe Dokumentation, S. ???).

Nach der fachlich qualifizierten Inaugenscheinnahme ist festzulegen, ob Bedarf für weitere Maßnahmen besteht (vgl. FORSCHUNGSGESELLSCHAFT LANDSCHAFTSENTWICKLUNG LANDSCHAFTSBAU E. V.¹ 2004):

- Besteht kein Handlungsbedarf, so ist die nächste Regelkontrolle nach dem festgelegten Kontrollintervall durchzuführen
- Besteht Unklarheit über Schadsymptome in höher gelegenen Baum bereichen, so muss eine weitere Inaugenscheinnahme mittels Hubarbeitsbühne oder Seilklettertechnik veranlasst werden.
- Besteht Klarheit über die Auswirkung der Schadsymptome, können zur Wiederherstellung der Verkehrssicherheit baumpflegerische Maßnahmen veranlasst werden.
- Kann die Verkehrssicherheit nach der Regelkontrolle schon ausgeschlossen werden, so ist die sofortige Fällung des Baumes zu veranlassen.
- Bestehen nach der Regelkontrolle Zweifel an der Verkehrssicherheit des betreffenden Baumes, so muss eine eingehende Untersuchung folgen.

3.2.2. Eingehende Untersuchungen

Eingehende Untersuchungen sind laut FLL-Baumkontrollrichtlinie durchzuführen, wenn nach der Regelkontrolle Zweifel an der Verkehrssicherheit und/oder den zu treffenden Maßnahmen bleiben.

Eingehende Untersuchungen erfordern „Fachkräfte mit spezieller Aus- bzw. Weiterbildung sowie langjähriger Übung und Erfahrung. Dies gilt sowohl für spezielle biologische als auch für technische Untersuchungsverfahren.“

Diese Fachkräfte haben im Einzelfall zu entscheiden, „welche Untersuchungsmethode angewendet wird und ob erforderlichenfalls erst mehrere oder mehrere aufeinander aufbauende bzw. aufeinander abgestimmte Untersuchungen zu einer verwertbaren Diagnose führen.“

Auch hierbei müssen Methode und Ergebnis dokumentiert werden.

Die FLL-Baumkontrollrichtlinie sagt außerdem, dass derjenige, der nicht „über entsprechende Fachkunde oder sachkundiges Personal für eine einge-

hende Untersuchung verfügt“, solche Fachkräfte hinzuzuziehen hat.

3.2.3 Zusatzkontrolle

„Nach extremen Witterungseinflüssen (Orkanen, Eisregen etc.), Schadensfällen, erheblichen Veränderungen im Baumumfeld (z. B. größere Baumaßnahmen, Aufgrabungen im Wurzelbereich) oder erheblichen Eingriffen in den Baum“ muss laut FLL-Baumkontrollrichtlinie „in den betroffenen Bereichen eine Zusatzkontrolle auf offensichtliche Schäden, z. B. abgebrochenen/lose Äste oder Umsturzgefahr, erfolgen.“

Nach der Zusatzkontrolle ist wie bei der Regelkontrolle beschrieben das weitere Vorgehen festzulegen.

3.3 Allgemeine Grundlagen zu den Kontrollintervallen

Der BGH fordert regelmäßige Kontrollen in „angemessenen Zeitabständen“ legt sich aber zur Frage der Häufigkeit von Baumkontrollen ausdrücklich nicht fest (vgl. BGH, Urteil vom 04.03.2004). Die Oberlandesgerichte urteilten in dieser Frage uneinheitlich und forderten Teilweise 2-mal jährliche Baumkontrollen (vgl. BRELOER 1996).

Da sie dem derzeitigen Stand der Technik entspricht, dient meines Erachtens seit dem November 2004 die FLL-Baumkontrollrichtlinie als Grundlage für die Festsetzung der Kontrollintervalle. Diese äußert sich wie folgt zu den Zeitintervallen der Regelkontrollen:

Nr.	Zustand ¹⁾ des Baumes	Reifephase		Alterungsphase		Jugendphase
		Berechtigte Sicherheitserwartung des Verkehrs				
		geringer ³⁾	höher ²⁾	geringer ³⁾	höher ²⁾	
		1	2	3	4	5
1	gesund, leicht geschädigt	alle 3 Jahre	alle 2 Jahre	alle 2 Jahre	1 x jährlich	keine speziellen Kontrollen, sondern Überprüfung im Rahmen der Pflege gemäß Abschnitt 4.3.1
2	stärker geschädigt	1 x jährlich				

(FORSCHUNGSGESELLSCHAFT LANDSCHAFTSENTWICKLUNG LANDSCHAFTSBAU E. V. 2004)

- 1) leicht geschädigt: Schäden, die sich voraussichtlich bis zur nächsten Regelkontrolle nicht auf die Verkehrssicherheit auswirken.
Stärker geschädigt: Schäden, die sich voraussichtlich innerhalb eines Jahres (bzw. der nächsten 15 Monate) nicht auf die Verkehrssicherheit auswirken.
- 2) Bäume, z. B. auf normal und stärker frequentierten Straßen, Wegen, Plätzen und belebten Grünanlagen sowie Spielplätzen, Kindergärten, Kindertagesstätten, Schulen, Sportanlagen.
- 3) Bäume, z. B. auf schwächer frequentierten Wegen, weniger besuchten Grünflächen.

Die Baumkontrollrichtlinie gibt für die Kontrollintervalle weiterhin vor, dass die Kontrollen abwechselnd im belaubten und im unbelaubten Zustand durchgeführt werden sollten, die Regelkontrollintervalle dabei aber nicht um mehr als 3 Monate überschritten werden dürften. Weiterhin dürfen für Bäume einer

Anlage in unterschiedlichen Entwicklungsphasen, jedoch ohne Besonderheiten, einheitliche Kontrollintervalle festgelegt werden (vgl. FORSCHUNGSGESELLSCHAFT LANDSCHAFTSENTWICKLUNG LANDSCHAFTSBAU E. V. 2004).

Hieraus ergibt sich die Möglichkeit, die Kontrollen um jeweils drei Monate zu verschieben. Somit wird der Kontrolleur auch der Maßgabe gerecht, die Laubgehölze abwechselnd im belaubten und unbelaubten Zustand zu untersuchen.

So werden die Bäume z. B. bei einem Prüfungsrhythmus von 15 Monaten, welcher bei einem stärker geschädigten Bestand in der Alterungsphase ohne besondere Merkmale an einer normal bis stark frequentierten Straße angemessen ist, innerhalb von fünf Jahren in allen vier Jahreszeiten kontrolliert. Die neue FLL Baumkontrollrichtlinie stellt somit deutlich geringere Anforderungen an die Kontrollintervalle, als die frühere Rechtsprechung.

Stark geschädigte und dennoch erhaltenswerte Bäume sollten meines Erachtens aber auch weiterhin abweichend von den oben genannten Intervallen halbjährlich kontrolliert werden, da von ihnen eine erhöhte Gefahr ausgeht. Hiermit wird auch überzogenen Gerichtsurteilen Rechnung getragen. Naturdenkmäler, auf die dies in besonderem Maße zutrifft, werden aufgrund ihres Schutzstatus von der unteren Naturschutzbehörde untersucht.

3.4. Anwendbarkeit der Kontrollarten und Kontrollintensität im Zuständigkeitsbereich des Forstes unter Berücksichtigung eines ordnungsgemäßen Forstbetriebes

Das Bundeswaldgesetz, und ihm folgend die Landesforstgesetze, gestatten grundsätzlich das Betreten des Waldes auf eigene Gefahr. Hieraus folgt jedoch nicht, dass der Waldbesucher jede Gefahr im Wald selber zu verantworten hat und den Waldbesitzer keine Verkehrssicherungspflicht trifft. Für die Verkehrssicherungspflicht im Wald gelten im Prinzip die gleichen Grundsätze, wie sie von der Rechtsprechung ganz allgemein für die Verkehrssicherungspflicht von Bäumen aufgestellt wurden.

Wie bereits bei den rechtlichen Grundlagen zitiert, ist aber die Zumutbarkeit eine wichtige Einschränkung zur Ergreifung der Maßnahmen, die zur Sicherung der Verkehrssicherheit objektiv erforderlich sind (vgl. BGH, Urteil vom 21.01.1965, jüngst bestätigt durch BGH, Urteil vom 04.03.2004).

Eine weitere Einschränkung der Verkehrssicherungspflicht beruht auf einem Urteil des Oberlandesgerichts Köln vom 11.05.1987, in dem es unter anderem heißt: „Der Waldbesitzer hat zwar keine besonderen Vorkehrungen gegen die typischen Gefahren des Waldes wie Fahrspuren in Wegen, herabhängende Äste o. ä. zu treffen, er muss die Gäste aufgrund seiner „normalen“ Verkehrssicherungspflicht soweit wie möglich vor atypischen Gefahren schützen (AGRARRECHT 1988).“ Hieraus ergibt sich laut BRELOER (1996) die Schlussfolgerung, dass derjenige, der den Wald betritt, grundsätzlich auch mit den Gefahren des Waldes zu rechnen hat. Dieser Meinung schließe ich mich an. Der Waldbesucher muss sich also umsichtig verhalten und erkennbare Gefahren meiden.

Somit muss meines Erachtens bei der Bestimmung sowohl des Geltungsbereiches als auch der jeweiligen Kontrollintensität und dem zeitlichen Rahmen der Kontrollintervalle auf die besonderen Gegebenheiten im Zuständigkeitsbereich des Forstes eingegangen werden.

Hieraus leitet sich eine Unterscheidung verschiedener Bereiche des Forstes hinsichtlich der Intensität ihrer Verkehrssicherungspflicht ab, die nachfolgend genau beschrieben werden.

Es besteht ein großer Unterschied bei der Durchführung der Verkehrssicherungspflicht zwischen den Städten und Kommunen und dem Forst, welcher auf die unterschiedliche Wertigkeit der Bäume zurück zu führen ist. Im städtischen oder dörflichen Bereich werden Bäume gepflanzt, um Funktionen wie Prägung und Bereicherung des Stadtbildes, Luftreinhaltung, Erholung und Schattenspendung etc. zu übernehmen. Im Gegensatz dazu dient der Wirtschaftswald neben dem Ziel der Erhaltung eines naturnahen Lebensraumes in erster Linie der Holzgewinnung. Hieraus resultiert eine differenzierte Betrachtung bei der Erhaltung geschädigter Bäume, welche die Verkehrssicherheit beeinträchtigen könnten, da der Großteil der Bäume für den Forst ein rein wirtschaftliches Interesse besitzt. Werden bei diesen Bäumen die im Kapitel vier noch eingehend beschriebenen Schadsymptome festgestellt, so werden die Bäume dem Bestand entnommen, da ihr wirtschaftlicher Wert durch die Schadsymptome in fast allen Fällen ohnehin schon stark gesunken ist.

Hierbei ist meines Erachtens die Gefährdung zu klassifizieren, um auf der einen Seite möglichst wirtschaftlich zu arbeiten, auf der anderen Seite aber Unfälle durch mangelnde Verkehrssicherheit möglichst auszuschließen. Besteht eine akute Gefährdung, so ist der Baum unverzüglich zu entfernen. Ist die Gefährdung nicht akuter Natur, sollte der betreffende Baum innerhalb des nächsten Monats entfernt werden und wenn nur eine langfristige Gefahr von ihm ausgeht, so reicht der die Entfernung im nächsten Wirtschaftsjahr aus. Bei Bäumen, die in besonderer Art das Landschaftsbild prägen, insbesondere bei Naturdenkmälern oder geschützten Landschaftsbestandteilen, muss genau geprüft werden, wie lange der betreffende Baum auch unter Einbeziehung baumpflegerischer Maßnahmen erhalten werden kann, wenn er eben genannte Schadsymptome aufweist. Dies geschieht durch eine eingehende Untersuchung nach der FLL Baumkontrollrichtlinie.

Diese Bäume sollten außerdem in ein Baumkataster eingetragen werden.

Bei der eingehenden Untersuchung ist zu bestimmen, inwieweit das Schadsymptom Einfluss auf die Verkehrssicherheit hat und welche Maßnahmen zu ergreifen sind. Die zu treffenden Maßnahmen sind nachfolgend im Kapitel vier der Diplomarbeit bei der genauen Beschreibung der einzelnen Schadsymptome detailliert aufgelistet.

Geht von dem Schadsymptom keine Gefährdung aus, so ist der betreffende Baum bei der nächsten turnusgemäßen Kontrolluntersuchung erneut zu untersuchen. Besteht aber Anlass zu der Vermutung, dass der Baum vor der nächsten Kontrolluntersuchung die Verkehrssicherheit beeinträchtigen könnte, so ist er von jetzt an halbjährlich eingehend zu untersuchen.

Ist die Verkehrssicherheit durch das bestätigte Schadsymptom beeinträchtigt, so ist zunächst zu prüfen, ob die Verkehrssicherheit des Baumes durch baumpflegerische Maßnahmen wiederhergestellt werden kann. gemäß der ZTV-

Baumpflegerische Maßnahmen sind dabei folgende Möglichkeiten abzuwägen:

- Erziehungs- und Aufbauschnitt
- Lichttraumprofilschnitt
- Totholzeseitigung
- Kronenpflege
- Kronenauslichtung
- Entfernen von Stamm- und Stockaustrieben
- Kroneneinkürzung
- Kronensicherungsschnitt
- Nachbehandlung stark eingekürzter Bäume mit Ständerbildung
- Kronensicherung
- Stabilisierung von aufgerissenen Stämmen und Ästen

Sind baumpflegerische Maßnahmen zur Herstellung der Verkehrssicherheit nicht mehr durchführbar oder in Anbetracht des nicht so hoch eingeschätzten Wertes des Baumes nicht sinnvoll, so sollte der Baum gefällt werden.

Diese Entscheidungen sind einzelfallabhängig und müssen von fachlich qualifizierten Experten vor Ort entschieden werden.

Bei der Entscheidung über den Wert des Baumes sind die folgenden Faktoren zu berücksichtigen:

- Baumart
- Bedeutung des Baumes
- Größe des Baumes
- Erhaltungsfähigkeit
- Erhaltungswürdigkeit
- Vitalität/Regenerationsvermögen
- Standort und Exposition des Baumes
- Gestalterische Aspekte
- Ökologische Aspekte

Bei Naturdenkmälern ist zu berücksichtigen, dass hier nach mündlicher Aussage von Herrn Westfahl (2006), von der unteren Landschaftsbehörde des Kreises Lippe, die eingehende Untersuchung durch eine Verfügung der Bezirksregierung von der Unteren Naturschutzbehörde durchgeführt wird, die den Baum unter Schutz gestellt hat. Da sie für alle weiteren Schritte, wie nächsten Kontrolltermin, baumpflegerische Maßnahmen oder Fällung zuständig ist, besteht hier für den Besitzer kein Handlungsbedarf mehr. Diese Kompetenzabtretung stellt eine große Erleichterung für die Forstämter dar, da Naturdenkmäler auf der einen Seite i. d. R. viele Schadsymptome aufweisen, auf der anderen Seite aber durch ihre Schönheit und Eigenart möglichst lange erhalten werden sollen. Deswegen muss die Beurteilung der Verkehrssicherheit bei Naturdenkmälern besonders sorgfältig geschehen.

3.4.1 Verkehrssicherungspflicht im Bestand

Da der Waldbesitzer, wie bereits aus dem Urteil des Oberlandesgerichts Köln vom 11.05.1987 zitiert, keine besonderen Vorkehrungen gegen die typischen Gefahren des Waldes zu treffen hat, besteht für ihn keine Verkehrssicherungs-

pflcht und damit auch keine Haftung für die Schäden durch Bäume im Bestand. Somit muss der Waldbesitzer oder der vom Waldbesitzer mit der Verkehrssicherungspflicht beauftragte laut GEBHARD (2005), dessen Meinung ich in diesem Punkt teile, die Bestände abseits der Wege weder auf konkrete Gefahrenlagen untersuchen, noch erkannte Gefahrenlagen beseitigen.

In Bezug auf atypische Gefahren, die sich aus baulichen Anlagen wie Sitzbänken, Schutzhütten oder Forstschränken etc. ergeben, bleibt der Waldbesitzer aber trotzdem verkehrssicherungspflichtig.

3.4.2 Verkehrssicherungspflicht an Waldwegen

Bei der Entscheidung über die Intensität der Verkehrssicherungspflicht an Waldwegen ist die Rechtslage durch gegensätzliche Urteile und Meinungen von Fachleuten relativ unübersichtlich. Im Gesamttenor ist die Stärke ihrer Frequentierung von entscheidender Bedeutung, da hierdurch die Anforderungen an den Verkehrssicherungspflichtigen wachsen.

Bei schwach frequentierten Wirtschaftswegen kann sich der Waldbesitzer bzw. der mit der Verkehrssicherungspflicht Beauftragte an der bereits zitierten Rechtsprechung orientieren. Das Oberlandesgericht Düsseldorf sagt hierzu in einem Urteil vom 24.09.1992 in einem seiner Leitsätze: „Bei einem Wirtschaftsweg sind an die Verkehrssicherungspflicht nur relativ geringe Anforderungen zu stellen. Deshalb tritt die Vorsorge durch den Verkehrsteilnehmer, sich selbst vor Schaden zu bewahren, in den Vordergrund (VERSICHERUNGSRECHT (1994).“

Trotzdem sollte meines Erachtens auch an schwach frequentierten Wirtschaftswegen in Anlehnung an die FLL-Baumkontrollrichtlinie mindestens ab der Reifephase des Bestandes spätestens alle 27 Monate eine Regelkontrolle durchgeführt werden. Die Frage, mit welcher Intensität diese durchgeführt werden sollte, wird kontrovers diskutiert. So schreibt GEBHARD (2005), dass auch bei Waldwegen, die von vielen Waldbesuchern benutzt werden, nur geprüft werden muss, „ob konkrete, aktuelle und lebensgefährliche Waldgefahren singulärer Art (z. B. angeschobene Bäume) bestehen.“ Er hält es ferner auch nicht erforderlich, Trockenäste zu beseitigen, da der Waldbesucher keine berechtigte Erwartungshaltung haben könne, Waldwege gefahrenfrei zu begehen bzw. mit dem Fahrrad oder dem Fahrstuhl zu befahren. Diese Meinung vertritt auch BRELOER (1996).

Im Gegensatz hierzu halten viele Fachleute, deren Meinung ich mich anschließe, eine intensivere Verkehrssicherungspflicht vor allem an stark frequentierten Waldwegen für notwendig und berufen sich auf ein besonders strenges Urteil des Landgerichts Arnberg vom 07.04.2006. Hierin bekam die Klägerin Recht, die auf Schadensersatz geklagt hatte, weil ein Druckzwiesel einer Buche beim Radfahren auf einem Waldweg auf sie stürzte und sie schwer verletzte. Hier heißt es „für die Entscheidung des Rechtstreits unerheblich ist zudem, ob es sich bei dem Weg, auf dem sich der Unfall ereignete, um einen öffentlichen Weg oder um einen privaten Wirtschaftsweg handelte (LG Arnberg, Urteil vom 07.04.2006).“ Dadurch fordert das Gericht faktisch die gleiche Intensität der Verkehrssicherungspflicht auf allen Wegen, egal ob öffentlicher Wanderweg oder privater Wirtschaftsweg. In der Urteilsbegrün-

„dung heißt es, dass der Beklagte bzw. seine Mitarbeiter „im Rahmen des Zumutbaren und Möglichen hätten erkennen können und müssen, dass von der Buche eine Gefahr ausgeht und diese Pflichtverletzung ursächlich für den Astabbruch war. Im Rahmen der von dem Beklagten durchgeführten Kontrolle des Baumbestandes hätten dem Mitarbeiter des Beklagten... Defektsymptome auffallen müssen, die ein deutliches Warnsignal in der Körpersprache der Bäume darstellen... Bei der gebotenen Sichtprüfung nach den Grundsätzen der VTA (Visual Tree Assessment)-Methode, die in der Regel von der Rechtsprechung als Maßstab angesehen wird... war erkennbar, dass der Stämmling bruchgefährdet war (LG Arnsberg, Urteil vom 07.04.2006).“

Aus diesem aktuellen Urteil lässt sich eine deutlich höhere Verkehrssicherungspflicht, als von GEBHARD (2005) gefordert, ableiten, denn ein Druckzwiesel stellt keine „konkrete, aktuelle und lebensgefährliche Waldgefahr singulärer Art“ dar.

Deswegen sollten meines Erachtens gerade die klassifizierten Wander- und Reitwege, durch die der Besucherstrom gelenkt wird, in den durch die FLL-Baumkontrollrichtlinie vorgegebenen Intervallen untersucht werden. Als Kontrollart sollte hier die Regelkontrolle nach der im Urteil geforderten und im nächsten Kapitel noch eingehend beschriebenen VTA-Methode durchgeführt werden. Laut GEBHARD (2005) ist, anders als bei Straßenbäumen, bei Waldbäumen eine nähere Kontrolle des Stammes und des Stammfußes oder gar des Wurzelwerkes nicht erforderlich, sondern eine Sichtkontrolle des Kronenbereiches ausreichend. Auch diese Meinung ist nach dem Arnsberger Urteil kritisch zu sehen, so dass nach meiner Interpretation der Sachlage für stärker frequentierte Wege auf jeden Fall die visuelle Kontrolle des gesamten Baumes gefordert werden muss. Auch wenn Totholz an Waldwegen nur in Sonderfällen entfernt werden sollte, so sind doch zumindest ausbruchgefährdete Kronenteile in jedem Fall zu entnehmen.

Eine abschließende Klärung dieser Frage ist leider nicht möglich, da die diesbezüglichen Gerichtsurteile immer wieder beweisen, wie unklar die Rechtslage in dieser Frage ist.

3.4.3 Verkehrssicherungspflicht an öffentlichen Straßen

Im Bereich der Straßen muss die Kontrolle der Verkehrssicherheit von Bäumen meines Erachtens nach auf der Grundlage der oben beschriebenen FLL-Baumkontrollrichtlinie durchgeführt werden. Wichtig in diesem Zusammenhang ist die Frage, wer für welche Bäume verkehrssicherungspflichtig ist. Der Straßenbaulastträger ist laut BGH nur dann verantwortlich, wenn der Baum dem Straßenbereich zugeordnet werden kann, welches sich nach der Verkehrsauffassung entscheidet. Er verneint eine Straßenverkehrssicherungspflicht bei solchen Bäumen, die unauffällig im Wald stehen, d. h. ihren Standort zwar am Rande eines an die Straße angrenzenden Waldstücks haben, dort aber in keinster Weise hervortreten, weil sie keine Eigentümlichkeiten aufweisen, die sie vom Waldsaum abheben und äußerlich der Straße zuzuordnen sind (vgl. BGH).

3.4.4 Verkehrssicherungspflicht bei Bebauung in Waldrandnähe

Laut GEBHARD (2005), dessen Meinung ich in diesem Punkt teile, ist die Verkehrssicherungspflicht bei einer Bebauung in Waldrandnähe mit derjenigen an verkehrsreichen öffentlichen Straßen vergleichbar. Hieraus resultiert nach der FLL-Baumkontrollrichtlinie je nach Entwicklungsphase der Waldbäume eine Kontrolle des Waldrandes zwischen 15 und 39 Monaten.

3.5 *Dokumentation der Untersuchungsergebnisse*

Um im Schadensfall vor Gericht die Durchführung der Verkehrssicherungspflicht im nachhinein nachweisen zu können, ist die Dokumentation der Untersuchungsergebnisse von entscheidender Bedeutung. Die Dokumentation kann entweder digital oder handschriftlich erfolgen. Wird sie handschriftlich durchgeführt, so sind in jedem Fall gebundene Seiten zu verwenden, da Einzelblätter manipulierbar sind und somit vor Gericht wenig Bestand haben. Liegen keine Anzeichen für eine mangelnde Verkehrssicherheit vor, so reicht laut BAUMGARTEN (2004) das Festhalten des Begehungstermins sowie des Baumes oder die Bezeichnung des kontrollierten Gebietes. Darüber hinaus muss erkennbar sein, wer die Kontrolle durchgeführt hat. In Anbetracht der besonderen Verhältnisse im Forst, sollte die Dokumentation der Untersuchungsergebnisse meines Erachtens lediglich für Bäume, die möglichst lange erhalten werden sollen, da ihr Wert über den rein forstwirtschaftlichen Wert hinausgeht, durchgeführt werden. Bei den übrigen Bäumen reicht beim Auftreten von Schadsymptomen die Markierung sowie die anschließende Entnahme aus. Je nach Dringlichkeit sind, wie bereits beschrieben, verschiedene Zeitintervalle bis zur Entnahme zu vereinbaren und die Anzahl sowie der Standort der betreffenden Bäume dem Forstpersonal mitzuteilen. Hierzu sind für jeden kontrollierten Sektor die Anzahl der zur Entnahme markierten Bäume sowie ihre Dringlichkeit aufzulisten.

Erhaltenswerte Bäume sind beim Auftreten von Schadsymptomen mit einer laufenden Nummer zu versehen und neben den baumspezifischen Daten wie Baumart, Höhe, Stammumfang, Kronendurchmesser und Einschätzung der Vitalität sind hier auch die vorgefundenen Schadsymptome sowie die Ergebnisse der eingehenden Untersuchung ebenso wie eventuell vorgenommene Baumpflegemaßnahmen zu dokumentieren. Außerdem sind Aussagen zu zukünftigen Kontrollen, wie z. B. Kontrolle im Herbst - um vermutete Pilzfruchtkörper zu bestätigen - zu treffen.

3.6 *Beschreibung der verschiedenen Untersuchungsmethoden sowie der verschiedenen Messgeräte zur Beurteilung der Stand- und Bruchsicherheit*

Bei den verschiedenen Untersuchungsmethoden ist grundsätzlich zwischen zwei Lösungsansätzen zu unterscheiden:

Prof. Dr. Claus Mattheck hat die VTA- (Visual Tree Assessment-) Methode erarbeitet, die in 3.6.1 noch eingehend beschrieben wird. Bei ihr werden

Bäume, die Defektsymptome aufweisen oder bei denen die Verkehrssicherheit aus anderen Gründen nicht sicher erscheint, mit verschiedenen Geräten eingehend untersucht. Ziel der Untersuchung ist es, die genaue Dicke der Restwandstärke an der Stelle, an der die geringste gesunde Restwandstärke vermutet wird, zu ermitteln. Bei den beiden gebräuchlichsten Messgeräten, nämlich dem Resistographen und dem Fractometer muss der Baum hierfür angebohrt, also verletzt werden.

Im Gegensatz zu dieser nicht verletzungsreifen Methode hat Lothar Wessoly, die in 3.6.3 noch detailliert beschriebene SIA- (Static Integrated Assessment) Methode entwickelt, bei der rechnerisch anhand von Diagrammen ermittelt wird, ob das Verhältnis von Kronengröße und –form zur lastabtragenden Stammdicke beim Winddruck der Windstärke 12 ausreichend ist, oder ob die Verkehrssicherheit gefährdet ist. Hierbei werden Sicherheiten des Stammdurchmessers zur Kronengröße ermittelt, so dass abgeschätzt werden kann, ob der Substanzverlust durch Fäulen sich auf die Verkehrssicherheit auswirkt.

Bestehen nach dieser Untersuchung weiterhin Zweifel an der Stand- oder Bruchsicherheit des Baumes, so wird diese mittels eines verletzungsreifen Zugversuches exakt bestimmt.

Wichtig in diesem Zusammenhang ist, dass sich bei der Entwicklung von Untersuchungsmethoden und –geräten die oben beschriebenen zwei Lager gebildet haben, die daran interessiert sind, ihre Methoden und Messgeräte zu protegieren. Aus diesem Grund zweifeln sie an der Richtigkeit der anderen Untersuchungsmethoden und –geräte, so dass die Fachliteratur oft recht einseitig ausfällt.

3.6.1 VTA- (Visual Tree Assessment-) Methode

Die VTA- Methode ist eine gestaffelte Kontrolle zur Beurteilung der Verkehrssicherheit von Bäumen. Sie ist in vier Schritte untergliedert:

3.6.1.1 Symptomerkenkung:

Laut (MATTHECK & HÖTZEL 1997) entsprechen alle Bäume dem „Axiom konstanter Spannung“. Hiernach streben alle Bäume eine gleichmäßige Verteilung der mechanischen Spannungen auf der Baumoberfläche an. Wird diese gestört, so bildet der Baum lokal verdickte Jahresringe, bis die Belastung wieder gleichmäßig verteilt ist. Jedes von außen betrachtet scheinbar überflüssige Material ist somit zunächst als Reparaturanbaute anzusehen und als ein Warnsignal in der Körpersprache der Bäume zu verstehen.

Dieses Warnsignal sollte allerdings keinesfalls ohne weitere Untersuchung Anlass zu einer Fällung sein, denn Bäume, die noch versuchen sich zu reparieren, besitzen noch eine gewisse Vitalität. Es muss jedoch durch eine eingehende Untersuchung geprüft werden, ob die Selbstreparatur des Baumes erfolgreich war oder ob die Defektvergrößerung überwiegt (vgl. MATTHECK & HÖTZEL 1997).

Wie bei der Beschreibung der einzelnen Fäuletypen im Anhang dargelegt, zeigt der betroffene Baum nur beim vorzugsweisen Ligninabbau, also bei den Weißfäulen ausgeprägte Defektsymptome. Liegt aber eine Braun- oder Moderfäule vor, so bildet der Baum keine Defektsymptome aus, da diese Fäu-

letypen ein zwar noch steifes, aber sprödes Ligningerüst zurücklassen. „Eben weil das Holz nicht sehr viel weicher wird, kommt es zu keiner Kraftflussumlenkung um die Faulstelle. Das Kambium kann keine Spannungsüberhöhung feststellen und sieht daher auch lange keinen Grund, lokal verdickte Jahresringe zu bilden, die in ihrer Summe dann ein Warnsignal, ein Defektsymptom gebildet hätten. Findet man daher eine spröde keramikartige Bruchfläche und keine sonstigen Warnsignale wie Pilzfruchtkörper, alte Wunden, Trockenäste etc., so war dieses Baumversagen nicht vorhersehbar (MATTHECK & HÖTZEL 1997).“

3.6.1.2 Defektbestätigung:

Da auch kleine Defekte zu ausgeprägten Reparaturanbauten führen können, wenn sie randnah genug platziert sind, ist der Defekt laut MATTHECK & HÖTZEL (1997) zunächst als signifikant zu bestätigen. Dazu kommen zunächst Klopfproben oder Stocherstangen aber auch Schallgeschwindigkeitsmessungen und die Bohrwiderstandsmessung mit dem Resistographen in Betracht.

3.6.1.3 Defektvermessung:

Ist der Defekt als signifikant bestätigt, so ist er zu vermessen und die Festigkeit des Restholzes sowie die Qualität der Abschottung - wenn der Defekt eine holzersetzennde Fäule ist - zu bestimmen. Für die genaue Vermessung des Defektes eignen sich der Resistograph oder die Kombination aus Zuwachsbohrer und Fractometer sowie der Schreibzuwachsbohrer (vgl. MATTHECK & HÖTZEL 1997).

3.6.1.4 Defektbewertung:

Sind die Ausmaße des Defektes und die Qualität des Restholzes bestimmt, so kann der Defekt mit Hilfe von Versagenskriterien bewertet und geeignete Maßnahmen (z. B. Belassen, Einkürzen, Kronensicherung, Gewindestangen, Fällung...) festgelegt werden.

Auch der so untersuchte und behandelte Baum kann noch versagen, wenn er von Überlast (Orkan oder Resonanzanregung...) betroffen wird. Die VTA-Methode macht eine Aussage darüber, wie sicher der defektbelastete Baum im Vergleich mit demselben Baum im defektfreien Zustand ist (vgl. MATTHECK & HÖTZEL 1997).

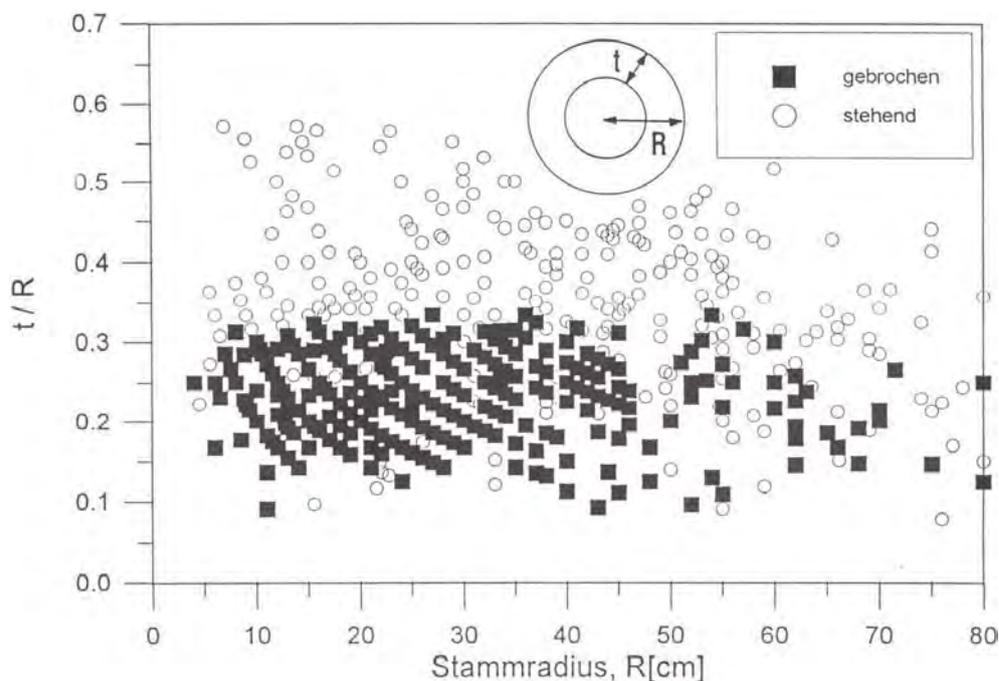
MATTHECK & BRELOER (1994) führen verschiedene Versagenskriterien für Bäume auf, die auf den Ergebnissen von weltweiten Feldstudien beruhen. Diese werden im Folgenden in Auszügen aufgeführt:

1. Beurteilung der Bruchsicherheit durch Berechnung des Verhältnisses der Restwandstärke zum Außenradius (t/R) des hohlen Baumstammes

Bestehen Zweifel an der Bruchsicherheit des Baumes, so muss die gesunde Restwandstärke festgestellt sowie beurteilt werden, ob sie ausreichend ist.

MATTHECK & BRELOER (1994) haben über 900 gebrochene und stehende

Bäume untersucht bzw. untersuchen lassen. Das verblüffende Ergebnis ist in der folgenden Grafik aufgeführt. Egal, welche Baumart und welcher Stammdurchmesser, „das Verhältnis t/R lag bei den gebrochenen Bäumen meist zwischen $t/R = 0,2 \dots 0,3$. Kein Baum wurde gefunden, der weit oberhalb von $t/R = 0,3$ gebrochen wäre.“



(MATTHECK & BRELOER 1994)

Die Restwandstärke t ist dividiert durch den Außenradius R als Verhältnis (t/R) aufgetragen über dem Baumaußenradius R
 schwarze Punkte: Baumbrüche
 helle Punkte: hohle, aber noch ungebrochene Bäume

Hieraus formuliert MATTHECK die Versagensgrenze hohler Bäume beim Wert $t/R = 0.3$. Entscheidend hierbei ist, dass diese Versagensgrenze laut MATTHECK & BRELOER (1994) für alle Brucharten gilt, gleich ob der Baum durch Biegebruch, Querschnittsverflachung, Schalenbeulen oder Schlauchknicken versagt.

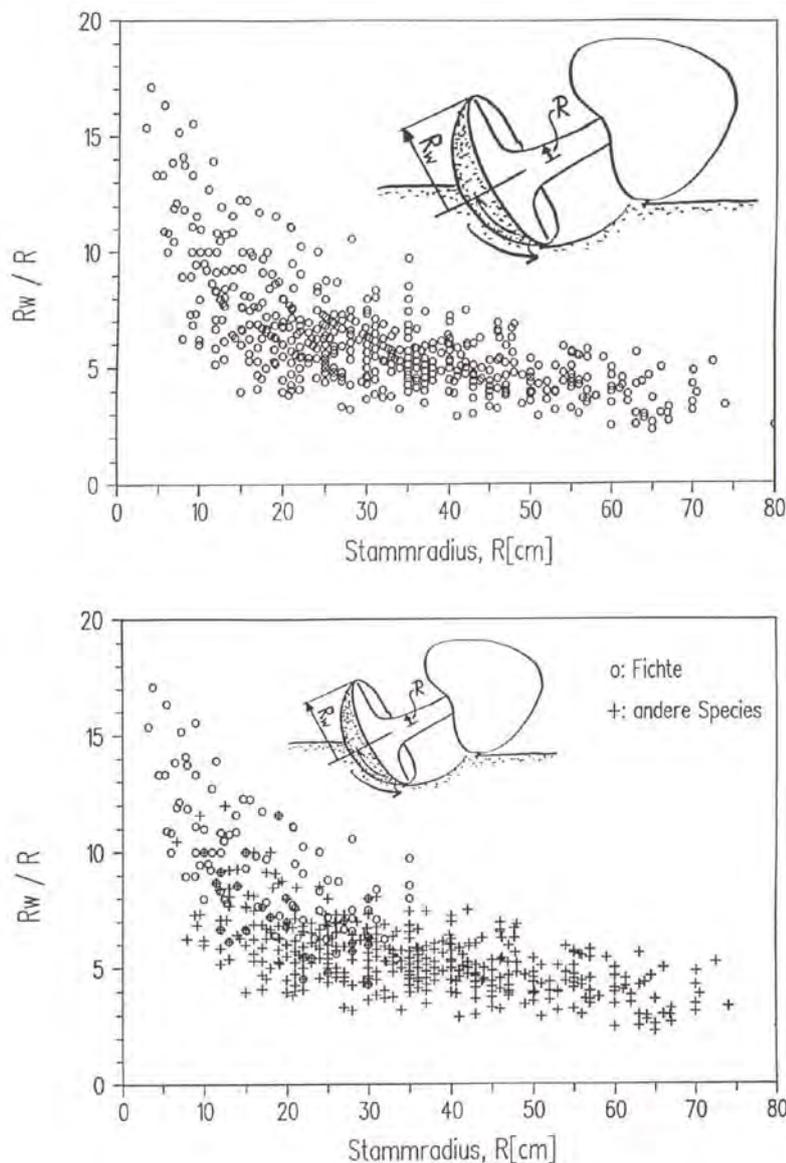
Bei unsymmetrischen Faulstellen (siehe *Tilia*, Beule S. 151) wird die Wandstärke laut MATTHECK & BRELOER (1994) immer im Bereich der geringsten Wandstärke gemessen. Der Radius ist dann der Abstand von der Faulhöhlenmitte zur nächsten Baumoberfläche.

Wichtig für die Beurteilung der „Bruchsicherheitsreserven“ des Baumes ist der von MATTHECK & BRELOER (1994) formulierte Sicherheitsfaktor der Bäume $> 4,5$. Dieser Sicherheitsfaktor, der sich aus der Bruchspannung des Materials geteilt durch die Betriebsspannung errechnen lässt, wird laut MATTHECK & BRELOER (1994) nach Versuchen im Kernforschungszentrum Karlsruhe mit $> 4,5$ festgelegt.

Er ist das Maß für jenes Material, das als Sicherheitsreserve für besondere Belastungen aufgewendet wird.

2. Beurteilung der Standsicherheit durch Untersuchung der für die Standsicherheit relevanten Wurzeln des Baumes

Bestehen Zweifel an der Standfestigkeit des Baumes z. B. durch Risse im Boden oder das Vorhandensein von wurzelbürtigen Schadpilzen, so müssen die für die Standsicherheit relevanten Wurzeln freigelegt und auf ihre Tragfähigkeit hin untersucht werden. Hierfür muss zu erst einmal festgelegt werden, welcher gesunde Wurzelradius (R_w) für die Standsicherheit notwendig ist. Um den statisch wirksamen Wurzeltellerradius zu bestimmen, wurden laut MATTHECK & BRELOER (1994) 2300 geworfene Laub- und Nadelbäume aller morphologischen Wurzeltypen vermessen. Das Ergebnis dieser weltweiten Feldstudie ist ein Diagramm, indem das Verhältnis des Wurzelradius R_w zum Radius des Stammes R ausgedrückt wird.



(MATTHECK & BRELOER 1994)

Verhältnis R_w/R (Wurzelteller/Stammradius) aufgetragen über dem Stammradius aus Feldstudien geworfener Bäume.

Nachdem der statisch wirksame Wurzeltellerradius des Baumes mit Hilfe der Grafik bestimmt wurde, wird der Boden im Abstand R_w von der Stammmitte geöffnet. Finden sich dort keine gesunden Wurzeln so ist laut (MATTHECK & BRELOER 1994) der Boden erneut in einem Suchabstand W von der Stammmitte aus zu öffnen. Der W Wert muss der biologisch-empirisch begründeten Forderung nach mindestens 60 % gesunden Restwurzelwerks nach entsprechen. Da dieses Verfahren laut MATTHECK & BRELOER (1994) nur für Park- und Gartenbäume unmodifiziert einsetzbar ist, muss seine Gültigkeit allerdings für Bäume im Forst noch geprüft werden. Das gerade beschriebene Verfahren wurde für Wurzelschäden im peripheren Wurzelbereich entwickelt.

Dagegen wird der Baum bei einer Fäule im Starkwurzelbereich oder Stammfuß mit Messgeräten wie z. B. dem Resistographen untersucht. Hierbei gilt bei einer Kernfäule die bei der Bruchsicherheit bereits beschriebene $t/R > 0.3$ Regel. Ist die Bruchsicherheit gewährleistet, muss nach MATHNEY & CLARK (1994) nachgewiesen werden, dass 50 bis 70 % aller Wurzelanläufe gesund sind. Laut MATTHECK & BRELOER (1994) gelten Windseitig oder auf der Oberseite schiefer Bäume noch strengere Werte, die individuell festzulegen sind.

3.6.2 Bei der VTA-Methode eingesetzte Untersuchungsgeräte

3.6.2.1 Der Schonhammer

Ein Hammer aus Gummi, Plastik oder Holz ist ein einfaches und weitverbreitetes Mittel zur Baumkontrolle. Durch Klopfen auf die vermutete Schadstelle kann anhand der unterschiedlichen Töne auf die Dichte und damit den Zustand des Holzes geschlossen werden. Je dumpfer der Ton ist, desto größer ist vermutlich die Schadstelle. Allerdings müssen Bäume, die bei der Klopfprobe akustisch einwandfrei klingen, dies nicht wirklich sein. Ebenso können Bäume, welche einen dumpfen Klang aufweisen, nur einen Nasskern oder eine Ringfäule aufweisen, so dass ihre Standsicherheit nicht gefährdet ist. Der Schonhammer ist nicht als alleiniges Instrument für Sicherheitsdiagnosen geeignet, mit ihm sollte lediglich bei vermuteten Fäulen der Ort der geringsten Wandstärke für die Messung mit weiterführenden Geräten ermittelt werden (vgl. MATTHECK & HÖTZEL 1997).

3.6.2.2 Der Spiralbohrer

Für diese Untersuchungsmethode wird lediglich eine Akkubohrmaschine mit einem 20-30 cm langen und im Durchmesser 3-4 mm messenden Spiralbohrer benötigt. Hierbei wird an der Stelle des vermuteten Defektes jeweils ca. 2 cm tief in den Stamm gebohrt und mit immer noch rechts drehender Bohrmaschine der Bohrspan herausgezogen. „Zerbröseln diese sofort und lassen sich braun verfärbt wie Staub zerreiben, so spricht dies für Celluloseabbau, also

Baumversprödung. Verschmieren die Bohrspäne die Bohrspirale oder geben sie weiche, knetfähige Holzspäne, so ist entweder Ligninabbau oder Nasskern die Ursache. Letzteren erkennt man an seinem typischen Geruch, der nicht unangenehm ist, aber um so einprägsamer (MATTHECK & HÖTZEL 1997).“ Dringt der Bohrer in stark zersetztes Holz ein, so braucht kein Druck mehr auf die Bohrmaschine ausgeübt werden, sondern der Bohrer zieht sich selber ins Holz.

Nachteile dieser Methode sind die geringe Eindringtiefe des Spiralbohrers, gerade bei dickwandigen Bäumen und die Unmöglichkeit, das Ergebnis der Untersuchung zu dokumentieren (vgl. MATTHECK & HÖTZEL 1997).

3.6.2.3 Der Schallimpulshammer

Der Schallimpulshammer basiert auf der physikalischen Eigenschaft, dass defektfreie Materialien eine charakteristische Ausbreitungsgeschwindigkeit für den Schall aufweisen, welche sich bei Anwesenheit von signifikanten Defekten drastisch ändert.

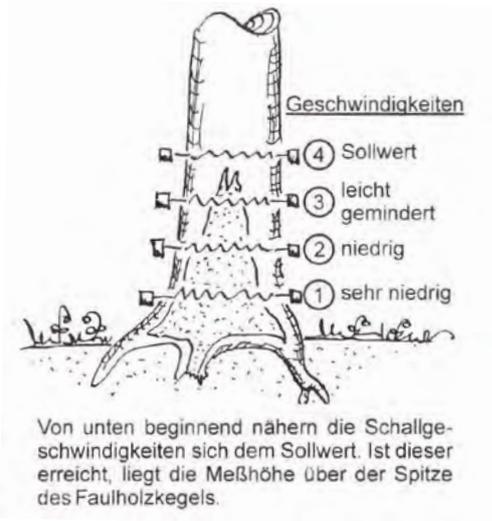
„Der Schallimpulshammer nutzt diese Technik, um innere Defekte wie z. B. Fäule, Risse, eingeschlossene Rinde, Nasskerne und Höhlungen in Bäumen durch einen Vergleich der gemessenen radialen Schallgeschwindigkeit im defektbeladenen Baum mit der charakteristischen radialen Schallgeschwindigkeit des defektfreien Baumes zu detektieren. Im defektfreien Zustand weisen Weichhölzer eine radiale Schallgeschwindigkeit von ca. 1000-1200 m/s und Harthölzer eine Geschwindigkeit von 1400-1600 m/s auf. Ausgeprägte Defekte reduzieren die Schallgeschwindigkeit auf weniger als 70 % der charakteristischen Werte (K. Bethge, C. Mattheck, G. Thun: Ein Katalog der Ausbreitungsgeschwindigkeiten von Stoßwellen in defektbeladenen Holzquerschnitten, Baum-Zeitung 28 (1), 12-15,1994).

Der Schallimpulshammer besteht aus folgenden Hauptkomponenten:

- Ein Schraubenset, mit welchem die Baumrinde durchdrungen wird und welches fest im Splintholz verankert wird,
- ein Hammer mit eingebautem Beschleunigungsaufnehmer,
- ein zweiter Beschleunigungsaufnehmer, welcher auf einer der beiden Schrauben befestigt wird,
- eine Elektronikeinheit, die die Laufzeit des Signals zwischen den beiden Schrauben misst und anschließend die zugehörige Schallgeschwindigkeit errechnet (MATTHECK & HÖTZEL 1997).“

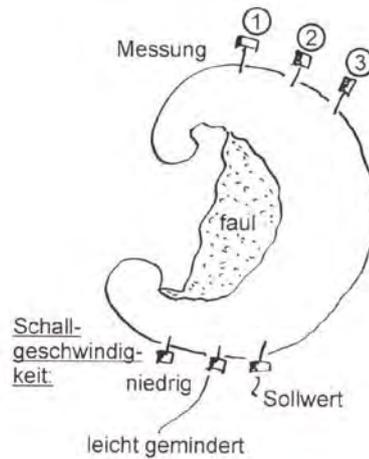
Nachfolgend werden Beispiele für Untersuchungen verschiedener Defektsymptome mit dem Schallimpulshammer gezeigt:

Bestimmung der vertikalen Ausdehnung einer Stockfäule mit Schallmessung:



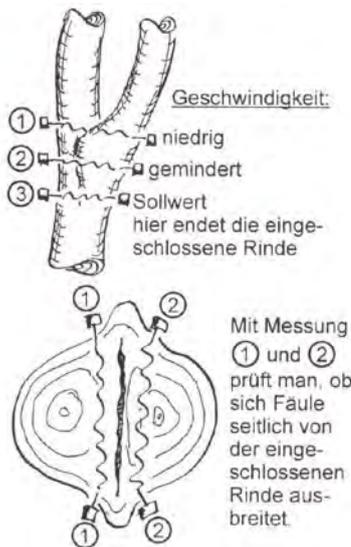
(MATTHECK & HÖTZEL 1997)

Ungefähre Ausmessung der seitlichen Ausdehnung einer Faulhöhle mit Schallmessung:



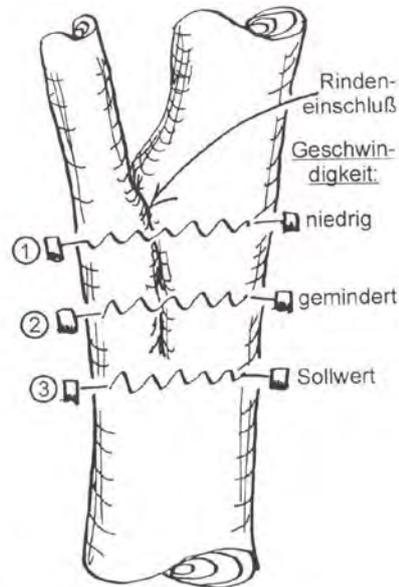
(MATTHECK & HÖTZEL 1997)

Schallmessung an Druckzwieseln mit eingeschlossener Rinde:



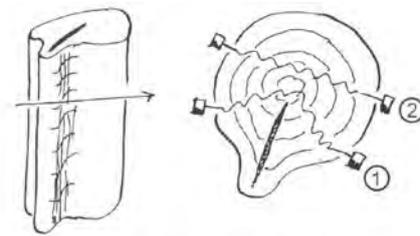
(MATTHECK & HÖTZEL 1997)

Nachweis eingeschlossener Rinde hinter Steilästen mit Schallmessung:



(MATTHECK & HÖTZEL 1997)

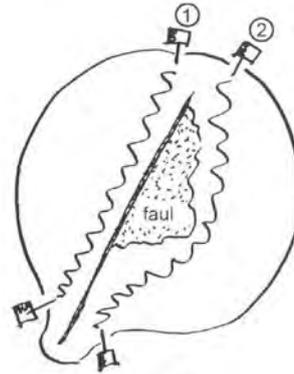
Bestätigung und ungefähre Vermessung von Rissen hinter Rippen mit Schallmessung:



- ① niedrige Schallgeschwindigkeit
- ② Sollwert, wenn der Riß die Messung ② nicht kreuzt.
Minderung der Schallgeschwindigkeit, wenn der Riß die Messung ② kreuzt.

(MATTHECK & HÖTZEL 1997)

Prüfung, ob Fäule sich seitlich vom Riss ausbreitet:



Geschwindigkeiten:

- ① Sollwert, da keine Fäule in dieser Seite
- ② reduziert, da hier einseitig Fäule vom Riß ausgeht

(MATTHECK & HÖTZEL 1997)

Messungen mit dem Schallimpulshammer sind nicht in der Lage, alle Defekte an Bäumen zu erfassen. So kann laut F. SCHWARZE (1995) der Brandkrustenpilz (*Ustulina deusta*) nicht mit dem Schallimpulshammer detektiert werden, da dieser Pilz gleichzeitig die Dichte und den Elastizitätsmodul, also den Verhältniswert zwischen Spannung und Dehnung verändert und damit keine Änderung der Schallgeschwindigkeit bewirkt. Der Brandkrustenpilz kann allerdings visuell entdeckt werden, da er charakteristische mehrjährige Fruchtkörper bildet (siehe *Acer*, S. 84)

Nasskernigkeit liefert extrem niedrige Schallwerte, auch wenn das Holz zwar biegeweich, aber noch fest ist. Es ist auch nicht möglich, mit dem Schallimpulshammer die exakte Geometrie des Defektes zu bestimmen. Die exakte Lokalisierung und Größenbestimmung des festgestellten Defektes erfolgt besser mit einem Resistographen oder durch Verwendung eines Zuwachsbohrers und des Fractometers. Deshalb sollte ein Baum niemals nur aufgrund einer Schallmessung gefällt werden (vgl. MATTHECK & HÖTZEL 1997).

3.6.2.4 Der Resistograph

Der Resistographen ist eine rein mechanische Bohrmaschine, die den Bohrwiderstand entlang eines Bohrkanals misst, während eine rotierende Bohrnadel in den Baum getrieben wird. Da der Bohrwiderstand laut MATTHECK & HÖTZEL (1997) mit der Bruchenergie des Holzes korreliert, ist diese Technik ein einfaches Hilfsmittel zum Auffinden und bewerten lokaler Defektzonen, die sich in Bäumen ausgebildet haben. Besonders Diskontinuitäten wie offene Risse, Fäulezonen, Morschungen, Jahrringsstrukturen (in Nadelbäumen gut zu erkennen, weniger gut in Ringporigen Laubhölzern und gar nicht in diffusporigen Hölzern) ebenso wie verbleibende Restwandstärken hohler Bäume können mit diesem Messgerät detektiert und ihre Ausdehnung entlang des Nadelweges bis zu einer Maximaltiefe von 300 mm bzw. 500 mm be-

stimmt werden. Verfärbtes Holz kann allerdings nicht gefunden werden und Braunfäulen können laut MATTHECK & HÖTZEL (1997) in einem früheren Stadium als Weißfäulen erkannt werden.

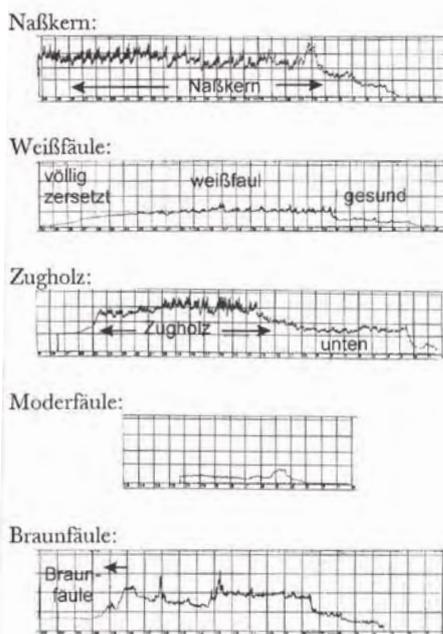
Der Bohrkopf der Bohrnadel ist speziell geformt, um Abweichungen der Bohrnadel von der geraden Bohrrichtung auf ein Minimum zu reduzieren. Er wird mit konstantem Vorschub in den Baum eingetrieben, wobei der Vorschub entweder durch ein Schwungrad mit Kurbel oder einem Akkuantrieb gewährleistet wird. Die verschiedenen Vorschubgeschwindigkeiten von 200, 400 und 600 mm/min werden über Wechselgetriebe realisiert. Der Resistograph zeichnet die Messergebnisse auf einen regenfesten Wachspapierstreifen auf der Oberseite des Gerätes auf.

Neuere Untersuchungen am Forschungszentrum Karlsruhe haben laut MATTHECK & HÖTZEL (1997) ergeben, dass der Resistograph wohl am ehesten eine physikalische Größe misst, die der radialen Biegebruchenergie proportional ist. Dies erklärt auch, warum sich der Resistographschrieb beim Übergang vom grünen zum trockenen Holz ebenso wie die Brucharbeit kaum ändert, während sich die Festigkeit und Steifigkeit sehr ändern.

Wichtig für die Auswertung der Resistographschriebe ist, dass die Nadel mit zunehmender Eindringtiefe mehr und mehr seitlich durch das im Bohrkanal an der Nadel anliegende Holz gebremst wird. Deswegen wird bei gesundem Holz der Ausschlag der Nadel mit zunehmender Eindringtiefe immer größer. Durch diesen Effekt sinkt leider die Genauigkeit der Nadelausschläge. Sind im ersten Drittel des Resistographschriebes bei ringporigen Hölzern die einzelnen Jahresringe noch gut zu erkennen, so wird deren Bestimmung mit zunehmender Eindringtiefe immer schwieriger.

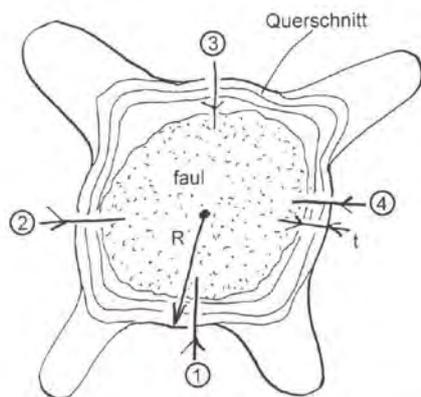
Nachfolgend werden Beispiele für Untersuchungen verschiedener Defektsymptome mit dem Resistographen gezeigt:

Nasskern, Weißfäule mit Ligninabbau und Zugholz zeigen ähnlich zittrige Resistographschriebe. Braun- oder Moderfäule mit Celluloseabbau zeigen keine Oszillationen:



(MATTHECK & HÖTZEL 1997)

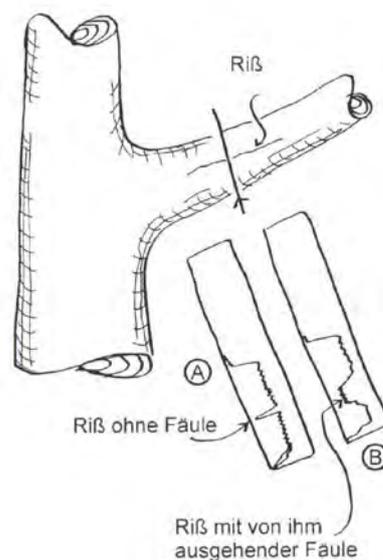
Wandstärkevermessung am Stammfuß mit Resistograph:



Um $t/R \geq 0,3$ abzufragen, bohre man zwischen die Wurzelanläufe, wo in der Regel die Wandstärke am dünnsten ist. Mit $t/R=0,3$ bewerten wir das Stammbruchrisiko des voll bekronen Baumes.

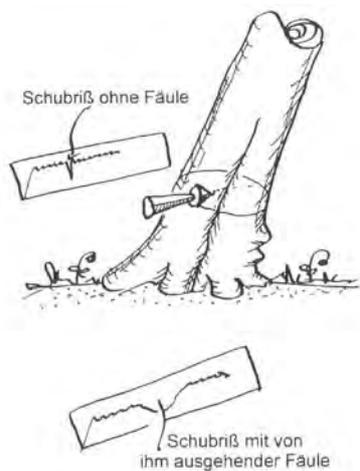
(MATTHECK & HÖTZEL 1997)

Nachweis von Schubrisen oder Unglücksbal-
ken mit Resistograph:



(MATTHECK & HÖTZEL 1997)

Nachweis von Schubrisen in schie-
fen Bäumen mit Resistograph:



(MATTHECK & HÖTZEL 1997)

3.6.2.5 Der Zuwachsbohrer

Der Zuwachsbohrer zieht einen 5 mm im Durchmesser messenden Bohrkern, der visuell auf Holzverfärbungen untersucht, berochen (Nasskern!) und mechanisch geprüft werden kann. Der einfachste mechanische Test ist der „Wackeltest“. Dabei fasst man den Bohrkern an einem Ende und schwingt das andere Ende hin und her. Bricht der Bohrkern gleich ab, so ist die Bruchstelle aus eher sprödem Holz. Schwingt dagegen der Bohrkern elastisch hin und her, so ist das Holz eher bruchzäh.

Dieser Test hat allerdings zwei große Nachteile: Erstens ist der „Wackeltest“ eine subjektive Angelegenheit, denn jeder Tester wird anders wackeln und zweitens lassen sich auch bei diesem einfachen Test die Testergebnisse nicht dokumentieren. Deswegen sollte der Zuwachsbohrer eher in Verbindung mit dem nachfolgend noch beschriebenen Fractometer I eingesetzt werden (vgl. MATTHECK & HÖTZEL 1997).

3.6.2.6 Das Fractometer I

Um die Holzfestigkeit direkt am stehenden Baum messen zu können, wurde das Fractometer im Taschenformat für den Feldgebrauch entwickelt.

Für die Fractometermessung wird ein Bohrkern von 5 mm Durchmesser mittels eines Zuwachsbohrers aus dem fraglichen Baumbereich entnommen und in den entlasteten Fractometer so eingelegt, dass die Fasern sowie die Längsachse der Holzstrahlen parallel zum Fractometergesicht angeordnet sind. Dadurch wird laut MATTHECK & HÖTZEL (1997) die reale Faserbelastung bei Einwirkung von Wind bzw. anderen Biegelasten simuliert. Dann dreht man den beweglichen Boden gegen das feststehende Oberteil, um die auf den Probekörper einwirkende Last zu erhöhen. Dabei muss man den Biegewinkel auf der 90°-Winkelanzeige während des Versuchs beobachten, da dieser Messwert nur bis zum Probenbruch sichtbar bleibt. Das Ergebnis der radialen Biegefestigkeit muss nicht während des Tests beobachtet werden, da diese Anzeige auch über den Probenbruch hinaus sichtbar bleibt. Das Testergebnis kann als Kombination zweier Anzeigen abgelesen werden. Die Dekadenanzeige befindet sich am Zylindermantel des Fractometers und reicht von 0 bis 15, entsprechend 0 bis 150 Fractometereinheiten (FE) in Schritten von 10 FE. Die zweite Anzeige reicht von 0 bis 10 in Schritten von 1 FE und befindet sich am drehbaren Boden des Fractometers. Das Testergebnis ist die Summe der beiden Anzeigen in Fractometereinheiten, welche mittels einer Kalibrierkurve leicht in MPa, also N/mm² umgewandelt werden kann. Z. B. entsprechen 100 Fractometereinheiten 26 MPa.

Dieser Vorgang wird entlang des Bohrkerns wiederholt, so dass die radiale Verteilung der Festigkeit am interessierenden Messort, die z. B. zur Fäuleprognose verwendet werden kann, für den kompletten Bohrkern ermittelt wird. Der Bohrkern sollte direkt nach der Entnahme mit dem Fractometer untersucht werden, da die Festigkeit und Steifheit von Holz mit zunehmendem Austrocknungsgrad ansteigen.

Der Fractometer I ermöglicht laut MATTHECK & HÖTZEL (1997) die Bestimmung folgender mechanischer Eigenschaften: aus welchen sich der radi-

ale E-Modul und die radiale Bruchenergie ableiten lassen.

Die Bestimmung der radialen Biegefestigkeit erlaubt laut Mattheck die Bewertung, ausgewählter Baumteile hinsichtlich ihrer Widerstandsfestigkeit gegenüber äußeren Kräften, die durch eingeleitete Längsspaltung zum Bruch führen können. Dazu werden die individuell bestimmten Festigkeitswerte mit den Werten gesunder Bäume gleicher Art verglichen.

Tabelle der Fractometerwerte grüner Bäume:

Baumart	Bruchmoment in Fractometereinheiten (FE)			
		Grün	Gelb	Rot
Ahorn (<i>Acer</i>)	120-89	88-58	57-27	
Birke (<i>Betula</i>)	40-30	29-20	19-Okt	
Buche (<i>Fagus</i>)	120-89	88-58	57-27	
Eiche (<i>Quercus</i>)	120-89	88-58	57-27	
Esche (<i>Fraxinus</i>)	80-59	58-38	37-18	
Fichte (<i>Picea</i>)	20-15	14-Okt	9-Mai	
Hainbuche (<i>Carpinus</i>)	120-89	88-58	57-27	
Kiefer (<i>Pinus</i>)	15-Dez	11-Aug	7-Apr	
Lärche (<i>Larix</i>)	15-Dez	11-Aug	7-Apr	
Linde (<i>Tilia</i>)	60-46	45-30	29-14	
Roßkastanie (<i>Aesculus</i>)	70-52	51-34	33-16	

(MATTHECK & HÖTZEL 1997)

Laut MATTHECK & HÖTZEL (1997) sollten gesundes Restholz neben Faulstellen oder anderen Defekten sowie schiefe Bäume im grünen Bereich liegen. Stark zurückgeschnittene Bäume dürften im gelben Bereich liegen. Holzwerte im roten Bereich seien bedenklich und erforderten drastisch reduzierte Kronen oder Fällung.

Die Ergebnisse werden aber laut MATTHECK & HÖTZEL (1997) zu starr angewendet. Zu bedenken ist hierbei, dass die Werte für freistehende stark windexponierte Bäume gelten. Windgeschützte Bäume dürfen deshalb niedrigere Werte haben. Wie niedrig zeigt uns laut MATTHECK & HÖTZEL (1997) der Baum selbst: „Man kann oberhalb der Faulhöhle im gesunden Holz einen Bohrkern ziehen. Dieser liefert jenen Fractometerwert, mit dem der Baum Jahrzehnte hat leben können. Neben dem Defekt, also der Reparaturanbaute, sollten sich bei gutem Lebenswillen des Baumes mindestens ebenso hohe Fractometerwerte finden.“

Die Messung des radialen Biege­winkels in Kombination mit der radialen Biege­festigkeit ermöglicht laut MATTHECK & HÖTZEL (1997) die Bestimmung und Bewertung des Fäuleinflusses auf die mechanischen Eigenschaften des Holzes.

Fäuleklassifizierung auf der Basis der Fractometermessung (MATTHECK et al. 1994):

Fractometerbruchmoment	Fractometerbruchwinkel	Fäulewirkung	Holzeigenschaft
groß	klein	gering	steif und fest
groß	groß	Ligninabbau	nicht steif aber fest
klein	klein	Zelluloseabbau	steif aber nicht fest
klein	groß	Lignin- und Zelluloseabbau	weder steif noch fest

(MATTHECK & HÖTZEL 1997)

Ein Braunfäule erzeugender Pilz wird z. B. vornehmlich die Cellulose abbauen und das Lignin zurücklassen. Als Ergebnis des Pilzbefalls erhält man ein noch steifes, aber sprödes Holz. Ein Weißfäule erzeugender Pilz wird vornehmlich Lignin abbauen und die Cellulose zurücklassen; hier erhält man als Ergebnis des Pilzbefalls ein weiches, aber dennoch festes Holz.

Da die Biegebruchwinkel in einem sehr großen Bereich streuen können, kann man sich laut MATTHECK & HÖTZEL (1997) als eine Art Faustregel folgendes merken: „Ein Biegebruchwinkel von 15°, wie man ihn in Buche findet, ist ein kleiner Biegebruchwinkel, ein Winkel von 25°, wie in Platane, ist ein großer Biegebruchwinkel. Weißfäule mit Ligninabbau führt jedoch zu Biegebruchwinkeln um 30-45°. Eine Braunfäule führt dagegen zu sehr kleinen Biegebruchwinkeln von weniger als 15°.“

Skizze des Fractometer I:



(MATTHECK & HÖTZEL 1997)

3.6.3 SIA- (Static Integrated Assessment) Methode

Die von WESSOLY & ERB (1998) entwickelte SIA Methode stellt eine weitere Möglichkeit dar, die Verkehrssicherheit von Bäumen zu bestimmen.

Auch bei dieser Methode sind „sichtbare Sicherheitsbeeinträchtigungen“, welche bei MATTHECK & Breloer (1994) als „Defektsymptome“ in ihrer VTA-Methode beschrieben werden und in der neuen Baumkontrollrichtlinie Anlass zur „Eingehenden Untersuchung“ geben, der Anlass zur Durchführung der SIA Methode. Diese bei den verschiedenen Methoden gleichen „Schadsymptome in Bezug auf die Verkehrssicherungspflicht“ werden im zweiten Teil der Diplomarbeit bei der Schadbildanalyse detailliert besprochen.

Die SIA-Methode basiert auf dem Vergleich von Kronengröße und -form mit der lastabtragenden Stammdicke über eine spezielle Kurve, in der cw- Wert, Winddruck und Materialeigenschaften des grünen Holzes der bestimmten Baumart unter Kurzzeitbelastungen, wie sie im Orkan vorkommen, berücksichtigt werden. Die Belastung eines Baumes ist laut WESSOLY & ERB (1998) abhängig von seiner Größe, seiner Kronenform und der eventuellen Kronendurchlässigkeit. Der SIA-Methode geht von einer Sturmbelastung der belaubten Krone bei Windstärke 12 aus. Die Methode teilt die Kronenformen der Bäume in vier verschiedene Grundformen ein.: Eine schlanke Walze auf Stütze, eine Kugel auf Stütze, ein Ellipsoid auf Stütze und eine Herzform. Des weiteren wurden für die spätere Berechnung auch verschiedene Baumarten zu Gruppen zusammengefasst, da sich ihre Festigkeitsunterschiede und der Widerstandsbeiwert laut WESSOLY & ERB (1998) ausgleichen. Grundlage für die Windbelastung des zu untersuchenden Baumes am jeweiligen Standort sind die Gleichungen von DAVENPORT (1965). Die Lastanalyse folgt bei dieser Methode den Regeln der DIN 1055, Teil 4 sowie der DIN 1056, die von WESSOLY & ERB (1998) speziell auf Bäume angepasst wurden. Sowohl die Druckfestigkeiten, als auch die unterschiedliche Winddurchlässigkeit der Kronen (Cw Wert) sind aus dem Stuttgarter Festigkeitskatalog (siehe S. 34) entnommen.

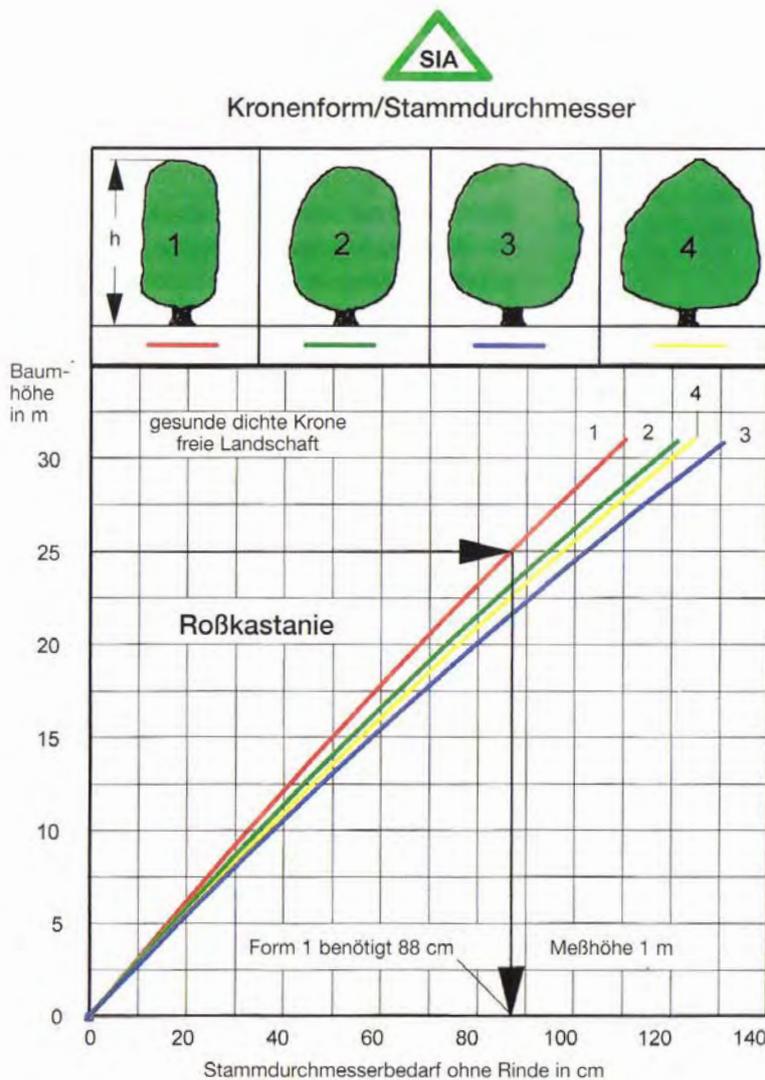
Im Folgenden werden die einzelnen Schritte der SIA-Methode anhand von Diagrammen kurz erläutert:

3.6.3.1 Messung von Kronengröße und Stammdurchmesser

Mit einem präzisen Höhenmessgerät wird die Baumhöhe ermittelt und anschließend wie oben beschrieben die Kronenform bestimmt. Als letztes wird mit einer Kluppe der Stammdurchmesser ermittelt. Der lastabtragende Nettostammdurchmesser ist der Stammdurchmesser minus doppelte Rindenstärke. Dieser Abzug ist notwendig, weil die Rinde an der Lastabtragung nicht beteiligt ist. Die Messung der Baumhöhe muss bei jeder Sicherheitsdiagnose sehr exakt sein. Jeder Fehler wirkt sich hier weit überproportional aus. Deshalb ist eine rein visuelle Einschätzung der Krone völlig unzureichend.

Die Grundfrage lautet: Welchen Stammdurchmesser benötigt ein Baum einer bestimmten Größe an seinem Standort, damit er einem Orkan mit Sicherheit widerstehen kann? Hat er einen größeren Durchmesser als benötigt, besitzt er dementsprechend genügend Substanz, einen Schaden auszuhalten. Ist

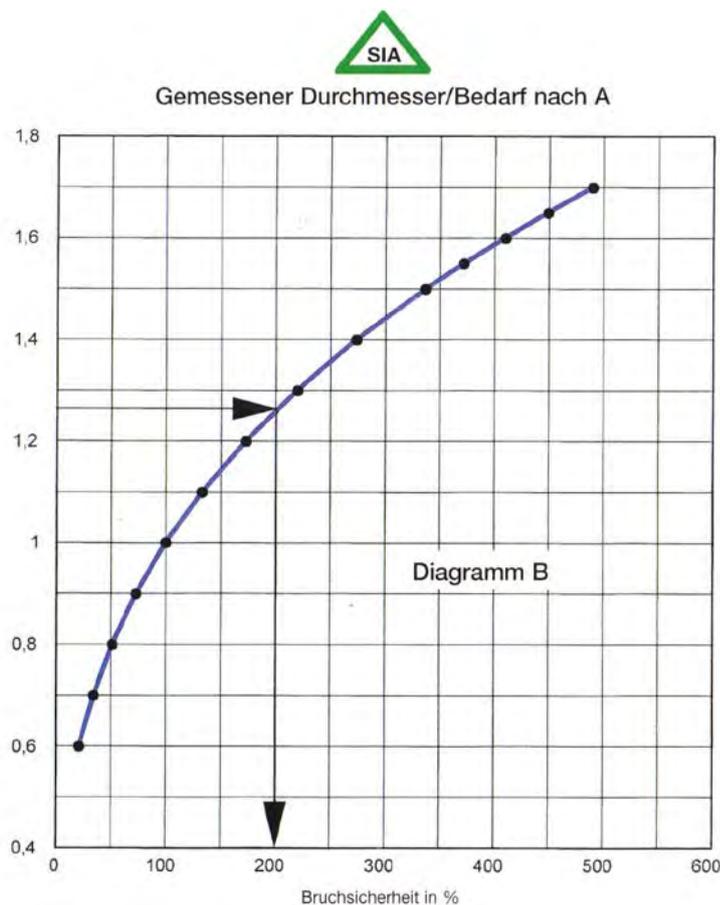
er durch Konkurrenzwachstum und Freistellung so schlank, dass er gerade ausreichend sicher ist, kann ihm keine Schadstelle und auch keine größere Höhlung zugebilligt werden. Anhand der Baumhöhe und der Kronenform kann auf dem SIA-Diagramm A, welches für jede Baumart erstellt wurde, der Stammdurchmesserbedarf abgelesen werden, um Windstärke 12 ohne Versagen, aber auch ohne Sicherheitsreserven zu überstehen (vgl. WESSOLY & ERB 1998).



(WESSOLY & ERB 1998)

Diagramm A

„Erstaunliches Ergebnis bei der Aufstellung der A-Diagramme: Obwohl der bodennahe Wind stark nicht linear über die Höhe verteilt ist, ergeben sich nahezu lineare Verhältnisse zwischen Baumhöhe und Stammdurchmesser. Welchen Stammdurchmesser benötigt der Baum bei einer bestimmten Größe und Kronenform an seinem Standort? Man messe exakt den Stammdurchmesser in Brusthöhe und die Baumhöhe. Auf der entsprechenden Senkrechten suche man die entsprechende Höhe und ziehe von dort eine Verbindung zur zugehörigen Kurve. Von dort senkrecht nach unten liest man den Stammdurchmesserbereich ohne Rinde ab. Jetzt vergleicht man den gemessenen mit dem erforderlichen Stammdurchmesser und bildet das Verhältnis beider Werte. Mit diesem Wert geht man ins Diagramm B (WESSOLY & ERB 1998).“



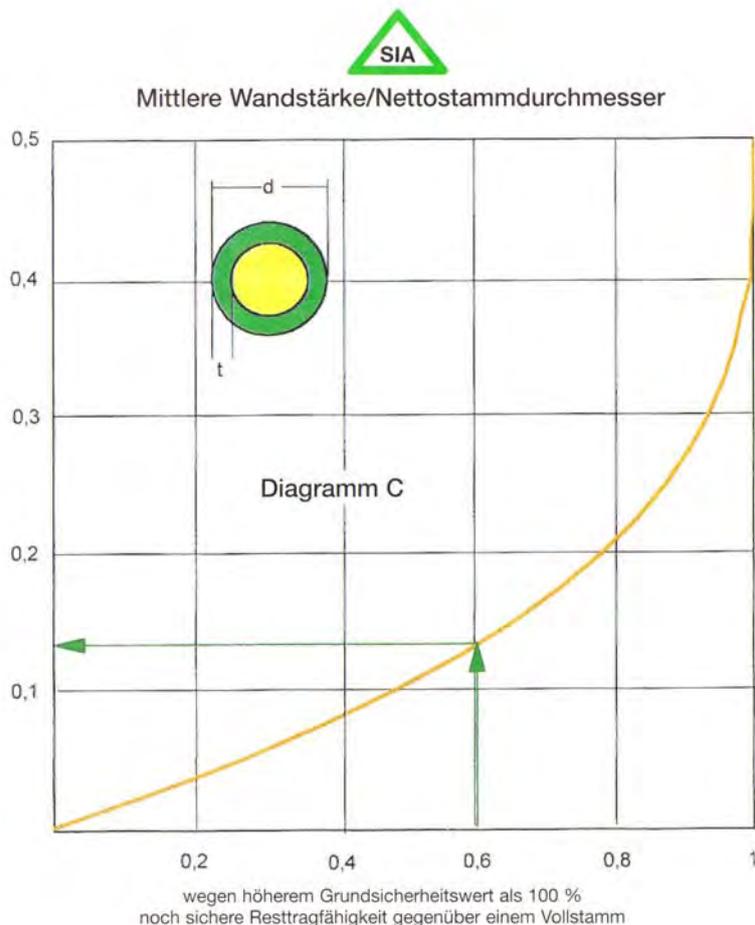
(WESSOLY & ERB 1998)

Diagramm B

„Hier kann der Grundsicherheitswert des vollholzigen Stammes abgelesen werden. Ist der Wert größer als 150 %, genügt die Sicherheit. Ist er sehr weit darüber, kann der Baum Substanz dem Pilz überlassen. Wie viel lässt sich im nächsten Diagramm ablesen (WESSOLY & ERB 1998).“

3.6.3.2 Ermittlung der prozentualen Bruchsicherheit bei Windstärke 12

Wenn der zu untersuchende Baum Höhlungen aufweist, muss der Frage nachgegangen werden, wie groß diese Höhlungen im Verhältnis zum gesunden Holz sein dürfen. Hierbei ist nach den oben beschriebenen Untersuchungen nicht der Höhlungsgrad selber, sondern seine Grundsicherheit (als Vollstamm betrachtet) von Bedeutung. Ist das in Diagramm B ermittelte Sicherheitspolster groß, kann die Restwandstärke gering sein. Hierzu haben WESSOLY & ERB (1998) ein weiteres Diagramm entwickelt, um den Verlauf der geometrischen Tragfähigkeit bei zunehmender Höhlung zu ermitteln.-



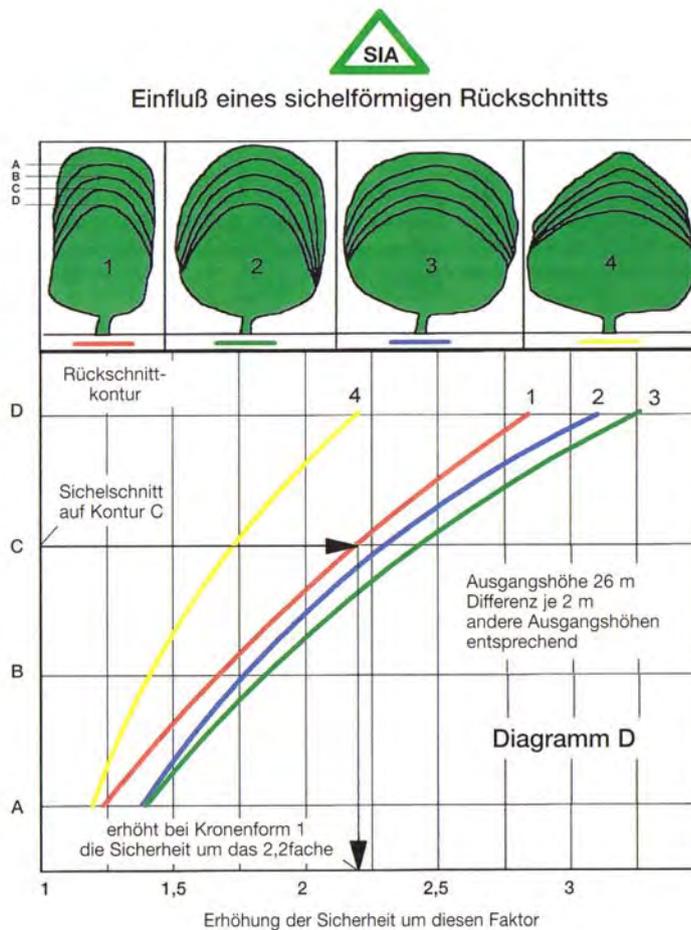
(WESSOLY & ERB 1998)

Diagramm C

„Der Verlauf der geometrischen Tragfähigkeit bei zunehmender Höhlung. Hier kann man ablesen, wie groß die erforderliche Restwandstärke sein muss, damit der Baum noch sicher gegen Bruch ist. Man teile 100 durch den in B abgelesenen Sicherheitswert. Diesen Wert suche man auf der horizontalen Achse, gehe davon senkrecht bis zur Kurve, knicke dort in die Horizontale nach links ab und lese auf der Scala den Wert ab. Den multipliziert man mit dem Stammdurchmesser ohne Rinde und erhält die erforderliche mittlere Mindestwandstärke, die der Baum benötigt, um einem Orkan mit einfacher Sicherheit widerstehen zu können (WESSOLY & ERB 1998).“

3.6.3.3 Wirkung des Stammquerschnittes auf die Grundsicherheit

Beträgt die ermittelte Sicherheit des Baumes weniger als 150%, so muss die Krone reduziert werden, um die Verkehrssicherheit wieder zu gewährleisten. Im Diagramm D geben WESSOLY & ERB (1998) einen groben Hinweis auf die Wirkung eines Rückschnitts. Dieser hängt natürlich sehr stark von den Gegebenheiten vor Ort ab und kann deswegen nur überschlägig angegeben werden.



(WESSOLY & ERB 1998)

Diagramm D

„Hier findet sich ein grober Hinweis auf die Wirkung eines Rückschnitts. Wenn die Projektionsfläche eines Baumes reduziert werden soll, muss der Schnitt so weit oben wie möglich erfolgen. Hier ist der Effekt am größten, weil der Hebelarm zum Boden am größten ist und der Sturm in größerer Höhe mehr Kraft hat (WESSOLY & ERB 1998).“

3.6.4 Die Zugmethode zur Messung der Stand- und Bruchsicherheit

WESSOLY & ERB (1998) haben die Methode der Zugversuche entwickelt, um die Stand- und Bruchsicherheit von Bäumen verletzungsfrei feststellen zu können. Hierbei wird mittels kontrollierten Windersatzkräften die Baumreaktion gemessen. Resultat sind laut WESSOLY & ERB (1998) die in Zahlen beschriebenen Kräfte, unter denen der Baum versagen würde. Da sie alle Regeln, die für die Lösung der statischen Gleichungen notwendig sind, beachten, sind die Zugversuche laut WESSOLY & ERB (1998) eindeutig nachvollziehbar.

Die Methode zur Überprüfung der Bruchsicherheit mittels Zug heißt Elasmethode, die Methode zur Überprüfung der Standsicherheit Inclinomethode.

3.6.4.1 Ermittlung der exakten Bruchsicherheit (Elastomethode)

Um die Statik des zu untersuchenden Baumes zu konstruieren, wird laut WESSOLY & ERB (1998) zuerst die im Orkan auftretende Windlast mit Hilfe eines Computerprogramms und digitaler Bildverarbeitung durch Abtasten des Kronenbildes unter Berücksichtigung des Standortes ermittelt. Hierzu wurde die Aerodynamik für Bauwerke nach DIN 1055 Teil 4 modifiziert und für die Bäume präzisiert. Dabei erfolgt die Wichtung der Flächen und Abstände wie in DIN 1056 empfohlen. Gleichzeitig werden die Luftwiderstandsbeiwerte der verschiedenen Baumarten bei Windstärke 12 und die durch die Eigenschwingung verstärkte Belastung berücksichtigt. Die Baumart bestimmt die Kurzzeitbelastung ihres grünen Holzes. Im Stuttgarter Festigkeitskatalog sind diese Werte festgehalten (vgl. WESSOLY & ERB 1998).

	Elastizitätsmodul kN/cm ²	Elastizitätsgrenze %	Druckfestigkeit längs z. Faser kN/cm ²	Druckfestigkeit radial z. Faser kN/cm ²	Druckfestigkeit tangential z. Faser kN/cm ²	c ₀ -Vorschlag im Orkan belaubt
Ahorne: Bergahorn	850	0,29	2,5			0,25
Eschenahorn	560	0,36	2			0,25
Feldahorn	600	0,43	2,55	1,1	0,87	0,25
Silberahorn	600	0,33	2			0,25
Zuckerahorn	545	0,36	2			0,25
Birnbaum	580	0,29	1,7			0,3
Birke	705	0,31	2,2	0,3	0,35	0,12
Buchen: Hainbuche	880	0,18	1,6			0,25
Rotbuche	850	0,26	2,25	0,8	0,53	0,25-0,3
Douglasie	1000	0,2	2	0,4	0,4	0,2
Eiche: Stieleiche	690	0,41	2,8	0,75	0,53	0,25
Roteiche	720	0,28	2			0,25
Erle	800	0,25	2			0,25
Esche	625	0,42	2,6	0,55	0,48	0,2
Fichte	900	0,23	2,1	0,2	0,2	0,2
Se-Fichte	900	0,18	1,6			0,2
Götterbaum	640	0,25	1,6			0,15
Kastanien: EBkastanie	600	0,42	2,5			0,25
Roßkastanie	525	0,27	1,4	0,45	0,31	0,35
Kiefer	580	0,29	1,7	0,5	0,35	0,15
Lärche	535	0,32	1,7			0,15
Linden: Holländische Linde	450		1,7			0,25
Krimlinde	700	0,25	1,75	0,4	0,33	0,25
Silberlinde	835	0,24	2			0,25-0,3
Sommerlinde	800	0,25	2			0,25
Winterlinde	830	0,24	2			0,25
Mammutbaum	455	0,40	1,8	0,3	0,35	0,2
Mehlbeere	600	0,27	1,6	0,8	0,6	0,25
Pappeln: Hy-Pappel	605	0,33	2			0,2-0,25
S-Pappel	730	0,22	1,6	0,27	0,34	0,3
Schw.-Pappel	720	0,28	2	0,3	0,35	0,2
Spätpappel	640	0,31	2			0,2
Platane	625	0,43	2,7	0,8	0,51	0,25
Pinie	850	0,21	1,8			0,2
Robinien: Robinie ps	705	0,28	2	1,05	1,05	0,15
Robinie mon.	520	0,38	2			0,15-0,2
Scheinzypresse	735	0,27	2	0,5	0,33	0,2
Schnurbaum	645	0,31	2			0,15
Tulpenbaum	500	0,34	1,7			0,25
Weißtanne	950	0,16	1,5			0,2
Ulme	570	0,35	2	0,9	0,49	0,25
Weiden: Silberweide	775	0,21	1,6	0,3	0,26	0,2
Trauerweide	700	0,23	1,6			0,2
Zeder	765	0,20	1,5			0,2
Mittelwert	680	0,29	1,91			
Standardabweichungen	135	0,07	0,35			
Mittelwert ± Standardabw.	815	0,22				

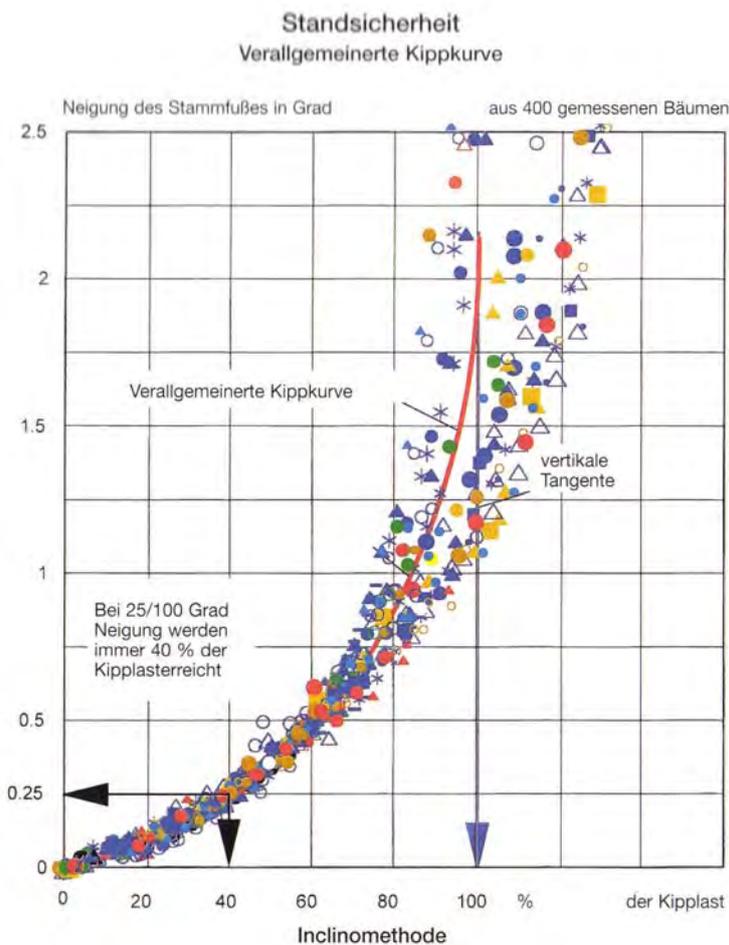
(WESSOLY & ERB 1998)

„Die Elastizitätsgrenze zeigt, wie viel das Holz prozentual gedehnt werden kann, bis es zu versagen beginnt. Sie ist die Bemessungsgrenze zur Sicherheitsermittlung mit dem Elastometer. Die Druckfestigkeit ist hier definiert als Spannung im Material beim Erreichen der Elastizitätsgrenze = Primärversagenspunkt (WESSOLY & ERB 1998).“

Anschließend muss die geometrische Tragfähigkeit des Stammes berechnet werden. Der Baum wird sowohl vom Sturm als auch beim Zugversuch über ein Seil in der Krone mit einem Greifzug o. ä. auf Biegung belastet. Somit werden auf der windzugewandten Seite die Fasern gestreckt und auf der windabgewandten Seite gestaucht. In Lastrichtung wird die äußerste Faser unter der Rinde am stärksten gedehnt oder gestaucht. Wie stark, hängt von den übrigen mittragenden Fasern und der Schwere der Last ab. Die äußerste Faser ist in ihrer Reaktion laut WESSOLY & ERB (1998) absolut repräsentativ für alle Fasern eines Querschnitts. „Wenn man ihre Reaktion auf die Biegebelastung erfasst, indem man die Größe der Stauchung oder Dehnung misst, liegt die Tragfähigkeit des Querschnitts mathematisch nachvollziehbar offen. Man weiß dann, bei welcher Last der Querschnitt zu versagen beginnt. Das ist unabhängig von der Form des Querschnitts. Auch für Hohlquerschnitte wurde die Gültigkeit dieses Ansatzes von SPATZ (1994) nachgewiesen. Bruchversuche an hohlen Bäumen haben das ebenfalls bestätigt. Mit dem Elastometer lässt sich die Bruchkraft verletzungsfrei vorherbestimmen. Der Abbau durch Pilze verringert die Anzahl der mittragenden Fasern. Je weiter außen die abgebauten Fasern liegen, desto bedeutsamer für das Tragvermögen des Querschnitts ist deren Verlust. Setzt man nun einen oder mehrere Dehnungsmesser (Elastometer mit einer Auflösung von einem tausendstel Millimeter) übereinander auf die Rinde und zieht in der Baumkrone, kennt man die Dehnung unter einer bestimmten Last. Jetzt vergleicht man die bekannte Belastung mit der Belastung in einem Orkan, wie dies vorher in der Lastanalyse ermittelt worden ist. In gleichem Maß würde auch die Dehnung der Faser zunehmen. Ist diese Dehnung kleiner als die Elastizitätsgrenze, ist der Baum bruchsicher. Wenn nicht, sind weitere Maßnahmen, zum Beispiel Kronenreduktion im oberen Teil notwendig. Im schlimmsten Fall muss der Baum gefällt werden (WESSOLY & ERB 1998).“

3.6.4.2 Ermittlung der exakten Standsicherheit (Inclinomethode)

Beim Zugversuch zur Ermittlung der exakten Standsicherheit wird durch Zug in der Baumkrone ermittelt, ob der betreffende Baum ausreichend tragende, starke Wurzeln hat, oder ob diese fehlen bzw. von Pilzen zersetzt wurden. Hierzu wird die Neigung des Wurzelhalses unter Zug mit einem Neigungssensor (einem Inclinometer mit einer Auflösung von einem hundertstel Grad) gemessen. „Beim Kippvorgang ist als Gesetzmäßigkeit die „Verallgemeinerte Kippkurve“ gültig: Ab einer Neigung des Stammfußes von 2,5 Grad ist die maximale Belastbarkeit des Baumes erreicht. Bis dorthin neigen sich alle Bäume in einem nahezu identischen Bogen. Der Bogen ist durch zwei Punkte bestimmbar, den Nullpunkt und einen zweiten beliebigen Punkt. Zieht man in der Baumkrone mit einer gemessenen Kraft und ermittelt die Neigung, ist die Last berechenbar, die zu 2,5 Grad Neigung führen würde. Beschränkt man sich auf geringe Neigungen von einigen hundertstel Grad bis zu 0,5 Grad, ist dies Methode absolut verletzungsfrei (WESSOLY & ERB 1998).“



(WESSOLY & ERB 1998)

3.7 Zusammenfassung der verschiedenen Untersuchungsmethoden und Messgeräte sowie kritische Diskussion ihrer Eignung für den praktischen Forstbetrieb

3.7.1 Die VTA-Methode

Die VTA-Methode ist wie bereits beschrieben in vier Schritte unterteilt. Die von Mattheck beschriebene Symptomerkenntnis ist Stand der Technik und wird auch von Wessoly verwendet. Auch in der FLL-Baumkontrollrichtlinie werden die Schadsymptome aufgeführt, die in Kapitel 4 noch ausführlich beschrieben werden. Anschließend wird der Defekt durch Schonhammer oder Resistograph bestätigt.

Bei der Defektvermessung beginnen die Schwierigkeiten, denn hier muss das genaue Ausmaß der Fäule ermittelt werden. Die meisten Fäulen sind aber nicht kreisförmig in der Stammmitte, sondern asymmetrisch im Stamm verteilt. Die Untersuchung mit Resistograph, Fractometer etc. liefert aber immer nur ein Ergebnis für eine Bohrung. Um im Zweifelsfall ein genaues Bild über das Ausmaß der Fäule zu erhalten, müssen sehr viele Bohrungen, am besten noch in unterschiedlichen Ebenen durchgeführt werden. Da der untersuchte

Baumteil durch jede Bohrung verletzt wird, entstehen durch jede Bohrung auch neue Eintrittspforten für holzzeretzende Pilze. Somit muss bei der Defektvermessung versucht werden, die Balance zwischen einem möglichst genauen Ergebnis und der Vermeidung überflüssiger Bohrungen zu wahren.

Der problematische Teil der VTA-Methode besteht aber in der genauen Defektbewertung. Mattheck versucht hier, wie bereits beschrieben, durch Ergebnisse aus Feldstudien allgemeingültige Regeln aufzustellen, um die Stand- und Bruchsicherheit des untersuchten Baumes zu beurteilen. Obwohl diese Regeln laut BRELOER (1996) seit 1994 Stand der Technik sind, bereits vielfach Eingang in die Rechtsprechung gefunden haben und zur Zeit die meisten Baumgutachten auf dieser Grundlage erstellt werden, muss deren absolute Gültigkeit aus fachlicher Sicht bezweifelt werden.

So wird von mehreren Fachleuten auf dem Gebiet der Baumkontrolle, wie z. B. von SINN (2003) sowohl das von Mattheck geprägte „Axiom konstanter Spannung“ wie auch der mit $> 4,5$ definierte Sicherheitsfaktor angezweifelt, da hier die wissenschaftliche Bestätigung fehlt. Der oben genannte Sicherheitsfaktor wurde laut SINN (2003) durch Kerbschnitte an Stämmen von Waldbäumen ermittelt. Somit erscheint es sehr unwahrscheinlich, dass dieser Faktor auch auf freigewachsene Bäume anwendbar ist, da diese ohne Konkurrenz gewachsen sind und somit einen vergleichsweise dickeren Stamm ausgebildet haben. Hieraus müsste also auch ein größerer Sicherheitsfaktor, als der von Mattheck an Waldbäumen ermittelte, resultieren.

Auch die allgemeine Gültigkeit der Bruchsicherheitsregel, welche besagt, dass alle voll bekronen Bäume, die mehr als ein Drittel gesunde Restwandstärke aufweisen bruchsicher sind, wird von Fachleuten wie z. B. SINN (2003) oder GRUBER (mündl. 2006) kritisch gesehen. Da Mattheck bis heute die genauen Daten seiner Feldstudie der Fachwelt nicht zugänglich gemacht hat, ist meines Erachtens fraglich, ob die von ihm und seinen Freunden untersuchten Bäume wirklich repräsentativ sind. Laut SINN (2003) ist es ein großer Unterschied, ob in der Mehrzahl gebrochene Waldbäume nach einem Orkan als Maßstab dienen, oder ob es frei gewachsene Bäume waren, die je nach Größe und Dicke ein anderes Bruchverhalten zeigen und wie eben angedeutet auch größere Sicherheitsreserven besitzen. Gerade bei der Beurteilung von asymmetrischen Faulstellen werfen Kritiker Mattheck vor, dass nach seiner Methode viele Bäume gefällt werden, deren Bruchsicherheit noch gegeben ist.

Ähnlich kritisch werden auch seine Feldstudien zum Windwurf gesehen, aus der er für jeden Stammradius den statisch wirksamen Wurzeltellerradius ableitet. Auch hier sind bis heute keine genauen Daten seiner Feldstudien veröffentlicht. Die Beurteilung der einzelnen Wurzeln des statisch wirksamen Wurzeltellers durch Aufgraben ist sehr zeitaufwändig und birgt außerdem die Gefahr der Verletzung von Wurzeln.

Die von Mattheck mit dem „Axiom konstanter Spannung“ beschriebene Gestaltoptimierung der Bäume, durch die sämtliche Unterschiede bezüglich Holzfestigkeit und Habitus der einzelnen Baumarten wettgemacht werden sollen, erscheint im Detail fraglich.

Auch wenn Matthecks Regeln im Detail Ungenauigkeiten bergen, so kann mit Hilfe der VTA-Methode die Bruch- und Standsicherheit der Bäume doch relativ schnell und genau und mit einfachen Mitteln (also ohne Rechnersimu-

lation und aufwendige Zugversuche) bestimmt werden. Aus diesem Grund hat sie sich in den letzten Jahren durchgesetzt, so dass zur Zeit ein Großteil der Baumgutachten mit ihrer Hilfe erstellt wird. Somit eignet sich diese Methode gut zur Beurteilung der Verkehrssicherheit von Bäumen im Forst, da bei dieser Beurteilung eher zu viele, als zu wenig Bäume gefällt werden, der Gutachter also eher auf der sicheren Seite ist. Im Einzelfall sollte der Gutachter sich aber nicht zu starr auf Matthecks Regeln beziehen, sondern seine forstliche Erfahrung in der Beurteilung der Verkehrssicherheit in das Urteil einfließen lassen.

3.7.2 Die verschiedenen Messgeräte

Der Schonhammer stellt zwar eine verletzungsfreie Untersuchungsmethode dar, aufgrund der unzuverlässigen Ergebnisse sollte der Schonhammer aber nur zur Ermittlung des Ortes der geringsten Wandstärke für den Einsatz genauerer Untersuchungsmethoden genutzt werden.

Der Spiralbohrer liefert genauere Ergebnisse als der Schonhammer, für die richtige Beurteilung der Späne ist jedoch ein gewisses Maß an Erfahrung notwendig. Auch bei dieser Untersuchungsmethode ist die Beurteilung der Ergebnisse subjektiv und nicht zu dokumentieren. Außerdem verletzt der Spiralbohrer durch die Entnahme des 5 mm starken Bohrkerns den zu untersuchenden Baum von allen Messgeräten am stärksten.

Die Ergebnisse des Schallimpulshammers lassen sich dokumentieren und somit im Schadensfall auch vor Gericht belegen. Der Brandkrustenpilz (*Ustularia deusta*) lässt sich allerdings nicht mit dem Schallimpulshammer nachweisen und die Nasskernigkeit, die das Holz zwar biegeweich macht, die Standfestigkeit aber nicht weiter gefährdet, liefert extrem niedrige Schallwerte wie bei Fäulen. Auch ist es nicht möglich, die genaue Geometrie des Defektes zu bestimmen. Deswegen sollte kein Baum nur aufgrund der Schallimpulsmessung gefällt werden, sondern bei nachgewiesenen Defekten genauer untersucht werden. Dies ist z. B. mit dem Resistographen möglich.

Mit dem Resistographen können die Bäume vergleichsweise genau und gleichzeitig relativ baumschonend untersucht werden. Mit ihm können Defekte, wie offene Risse, Fäulezonen und Morschungen ebenso wie verbleibende Restwandstärken detektiert und ihre Ausdehnung entlang des Nadelweges bis zu einer Tiefe von 300 mm bzw. 500 mm bestimmt werden. Problematisch ist daher die Untersuchung von sehr dicken Bäumen.

Auch wenn das Fractometer schon seit vielen Jahren bei der Untersuchung der Bruchsicherheit von Bäumen eingesetzt wird, so bestehen doch Zweifel an der Aussagekraft der Messergebnisse. Diese Zweifel könnten evtl. vor Gericht von Bedeutung sein, wenn es durch mittels Fractometer auf Bruchsicherheit untersuchte Bäume zum Schadensfall kommt.

In diesem Zusammenhang haben GRUBER & HAGEMANN (2000) die Biegefestigkeiten von verschiedenen Hölzern mit dem Fractometer 1 sowie dem Prüfverfahren nach DIN 52186 untersucht und die Ergebnisse verglichen. Sie kommen zu dem Schluss, dass zwischen den DIN-Biegefestigkeiten und den Fractometer-Delaminationswerten kein statisch signifikanter Zusammenhang besteht. Dieses Ergebnis begründen GRUBER & HAGEMANN (2000) da-

mit, dass im Gegensatz zur Prüfung der Biegefestigkeit nach DIN 52186, bei der die Belastung senkrecht zum natürlichen Faserverlauf bzw. senkrecht zur Stammachse geprüft wird, bei der Fractometrie nur punktuell die Verbundfestigkeit der Längsstrukturen geprüft werden kann. Der Delaminationswert des nur ca. 5 mm dicken Bohrkerns ist laut GRUBER & HAGEMANN (2000) von Faktoren, wie Beschaffenheit und Zustand der Primärwände und Mittellamellen, Beschaffenheit der Jahresringe, Anteil der Längsparenchymzellen, Beschaffenheit und Ausrichtung der Holzstrahlen sowie der Qualität der Bohrkernoberfläche abhängig. Bei der Biegefestigkeit sind aber eher Faktoren wie Beschaffenheit und Zustand der Mittellamellen, Beschaffenheit, Zustand, Dicke und Länge der Zellwände sowie der Zusammensetzung an Zelltypen von Bedeutung. Somit führen die beiden Untersuchungsmethoden zwangsläufig nicht immer zu ähnlichen Resultaten.

Sowohl aus diesem Grund, als auch aufgrund der Tatsache, dass der zu untersuchende Baum durch die Entnahme des Bohrkerns von allen Untersuchungsmethoden am stärksten verletzt wird, muss von der Verwendung des Fractometers 1 zur Bestimmung der Bruchsicherheit von Bäumen abgeraten werden.

3.7.3 Die SIA-Methode

Die von Wessoly & Erb entwickelte SIA-Methode erfolgt ebenfalls im Anschluss an eine visuelle Kontrolle, bei der Schadsymptome festgestellt wurden. Sie basiert auf dem Vergleich von Kronengröße und -form mit der lasttragenden Stammdicke über eine spezielle Kurve, in der cw- Wert, Winddruck und Materialeigenschaften des grünen Holzes der bestimmten Baumart unter Kurzzeitbelastungen, wie sie im Orkan vorkommen, berücksichtigt werden. Auch diese Methode entspricht dem Stand der Technik, wird also im Schadensfall vor Gericht akzeptiert.

Sie besteht aus vier Diagrammen. In Diagramm A kann für jede Baumart entsprechend der Höhe der für die Bruchsicherheit benötigte Stammdurchmesser abgelesen werden. Aus dem Verhältnis zwischen dem realem und dem geforderten Stammdurchmesser lässt sich in Diagramm B der Grundsicherheitsbeiwert des vollholzigen Stammes ablesen. Beträgt der Grundsicherheitsbeiwert mehr als 150 %, so darf der Stamm Höhlungen aufweisen. Die erforderliche Restwandstärke lässt sich in Diagramm C, dem Verlauf der geometrischen Tragfähigkeit bei zunehmender Höhlung ablesen. Ist ein Rückschnitt zur Wiederherstellung der Verkehrssicherheit erforderlich, so wird dessen Wirkung in Diagramm D simuliert.

Die SIA-Methode scheint genauer als die VTA-Methode mit ihren sehr allgemein gehaltenen Regeln zu sein, da hier für jede Baumart eine eigenes Diagramm für das Verhältnis Baumhöhe/Kronenform zum Stammdurchmesser erstellt wurde. Somit wird auf die Unterschiede bezüglich Holzfestigkeiten und Kronenaufbau der einzelnen Baumarten eingegangen. Wie präzise die Bruchsicherheit des einzelnen Baumes mit dieser Methode in der Praxis bestimmt werden kann, müsste durch unabhängige Feldversuche geklärt werden, da auch hier nicht klar ist, aufgrund welcher Daten und Berechnungen die Diagramme erstellt wurden. Durch die relativ einfache Durchführung

scheint diese Methode durchaus für den Einsatz im Forst geeignet zu sein. Nachteil dieser Methode ist, dass die Höhlungen, die ja den größten Teil der Bruchsicherheitsuntersuchungen ausmachen, auch bei dieser Methode mit invasiven Messgeräten, wie z. B. Resistographen ermittelt werden müssen. Hierdurch wird der Baum ebenso wie bei der VTA-Methode verletzt. Gerade Bäume mit sehr großem Stammdurchmesser benötigen nach der SIA-Methode nur sehr geringe Restwandstärken um die von Wessoly und Erb geforderte Grundsicherheit zu erlangen. Der Gutachter bewegt sich deutlich näher an der tatsächlichen Versagensgrenze als bei der VTA-Methode, so dass meines Erachtens die Ergebnisse im Einzelfall auch kritisch gesehen werden können. Hieraus resultiert eine höhere Gefahr durch Fehlentscheidungen für den zuständigen Forstbeamten.

3.7.4 Die Zugversuche

Die von WESSOLY & ERB (1998) beschriebenen Zugversuche zur Bestimmung der Bruch- und Standsicherheit entsprechen dem Stand der Technik, sind aber in der Fachwelt ebenfalls nicht unumstritten. Die Autoren schreiben, dass „die beiden Meßmethoden... ausschließlich von speziell ausgebildeten öffentlich bestellten und vereidigten (öbv) Baumstatiksachverständigen und Forschungsinstituten durchgeführt“ werden können. Trotzdem erscheinen folgende Punkte auch nach einer speziellen Ausbildung durch Herrn Wessoly nicht eindeutig definierbar:

1. Die effektive Kronenfläche des zu untersuchenden Baumes ist auch durch das Abrastern von Fotos nicht genau bestimmbar, denn die Bäume neigen bei Wind ihre Krone in Windrichtung und verkleinern außerdem durch das „Anlegen“ der Blätter ihre Kronenfläche. Diese Faktoren in einer Formel pauschal beurteilen zu wollen, birgt Ungenauigkeiten, die sich in der Rechnung potenzieren.
2. Auch die Bestimmung des C_w Wertes des betreffenden Baumes kann nicht exakt genug erfolgen. Der C_w Wert variiert von Art zu Art, von Baum zu Baum innerhalb einer Art und ist selbst beim gleichen Baum noch abhängig von der Richtung und der Jahreszeit. Auch durch die Windgeschwindigkeit wird der C_w Wert beeinflusst. Somit dürfte auch dieser Faktor der Formel zu ungenau bestimmbar sein, um ihn bei der Berechnung zu berücksichtigen.
3. Das wichtigste Argument ist laut MATTHECK & BRELOER (1994), dass die Hochrechnung kleiner Zugbelastungen nicht aussagefähig ist, da hierbei nicht berücksichtigt wird, dass die Bäume nicht homogen aufgebaut sind. Sie brechen fast immer an Defekten oder Aststellen, die bei dieser Methode nicht berücksichtigt werden.

Die Durchführung der Zugversuche ist relativ aufwendig, da die Gutachter von Wessoly speziell ausgebildet werden müssen und die Auswertung der Messergebnisse ausschließlich durch Wessoly persönlich erfolgt. Da die Anschaffungskosten für die Geräte mehrere tausend Euro betragen und die Genauigkeit aus den oben beschriebenen Gründen angezweifelt werden kann,

erscheint sie mir für den praktischen Forstbetrieb nicht geeignet zu sein. Eine Ausnahme bildet die Inclinomethode zur Untersuchung von stammfernen Wurzeln des statisch wirksamen Wurzeltellers z. B. bei einem Befall des Baumes durch den Tropfenden Schillerporling (*Inonotus dryadeus*). In diesem Fall sollte der betreffende Baum von einem Gutachter untersucht werden, wenn der Wert des Baumes dies rechtfertigt.

3.8 Fazit zur Durchführung der Verkehrssicherungspflicht

Wie bereits beschrieben ist die Rechtslage in Bezug auf die Durchführung der Verkehrssicherungspflicht im Forst uneinheitlich. Durch die Klassifizierung der verschiedenen Flächen hinsichtlich ihrer Frequentierung kann die Intensität der Verkehrssicherung den rechtlichen Erfordernissen angepasst werden. Die Anlehnung der Kontrollarten und –intervalle an die FLL-Baumkontrollrichtlinie entspricht dem derzeitigen Stand der Technik und ist deswegen auch vor Gericht standhaft.

Bei den verschiedenen Untersuchungsmethoden gleicht sich die visuelle Kontrolle der Bäume hinsichtlich ihrer Verkehrssicherheit. Hierbei werden die Bäume auf das Vorhandensein von Schadsymptomen untersucht, die in Kapitel 4 noch ausführlich beschrieben werden.

Bei der anschließenden eingehenden Untersuchung der Schadsymptome, die der Beurteilung der Stand- oder Bruchsicherheit des Baumes dient, beschreiten die verschiedenen Methoden unterschiedliche Wege. Da wie bereits beschrieben alle Methoden dem Stand der Technik entsprechen, ist die Beurteilung der Verkehrssicherheit eines Baumes mit jeder der Methoden legitim und im Schadensfall auch vor Gericht zulässig.

Alle beschriebenen Methoden zeigen Schwächen, so dass die hundertprozentige Bestimmung der Verkehrssicherheit mit keiner Methode möglich erscheint. Da jeder Baum ein Unikat und die Fülle der auf die Verkehrssicherheit einwirkenden Faktoren sehr komplex ist, verwundert dies bei eingehender Beschäftigung mit der Thematik nicht. Somit ist jede Beurteilung der Verkehrssicherheit für einen Baum mit ausgeprägten Schadsymptomen eine Gradwanderung. Auf der einen Seite dürfen nicht aus reinem Sicherheitsdenken alle gefährdeten Bäume gefällt werden, auf der anderen Seite muss die Gefährdung für den Verkehr auf ein möglichst geringes Maß reduziert werden.

Aus den oben genannten Gründen scheint die VTA-Methode für die Kontrolle der Verkehrssicherheit im Zuständigkeitsbereich des Forstes am sinnvollsten. Für die eingehende Untersuchung zur Beurteilung von vorgefundenen Schadsymptomen sollten der Schonhammer sowie der Resistograph benutzt werden. Der Schonhammer wird in diesem Zusammenhang zur Ortung der vermuteten geringsten Restwandstärke eingesetzt. In diesem Bereich wird anschließend mittels Resistograph die genaue Dicke der Restwandstärke sowie die Qualität der Abschottungszonen ermittelt. Anhand der Resistographenschriebe kann nun die Beurteilung der Verkehrssicherheit nach den Regeln der VTA-Methode erfolgen. Problematisch kann allerdings die Untersuchung von sehr starken Bäumen sein, da mit dem Resistographen maximal die äußersten 50 cm des Stammes untersucht werden können. Deswegen bietet sich

hier der zusätzliche Einsatz des Schallimpulshammers an. Da durch die von Mattheck aufgestellten Regeln, wie bereits beschrieben, eine hundertprozentige Bewertung aufgrund ihrer im Detail ungenauen Regeln sowie fehlender Daten nicht gewährleistet werden kann, sollten sie im Zweifelsfall nicht allzu unreflektiert befolgt werden. Botanische und dendrologische Kenntnisse sowie das Wissen über das mechanische Verhalten von Bäumen der Forstbeamten sollten in das Urteil zur Beurteilung der Verkehrssicherheit einfließen.

Alternativ zur VTA-Methode kann aber auch die SIA-Methode eingesetzt werden. Die Messgeräte zur Beurteilung der verbliebenen gesunden Restwandstärke sind dabei identisch mit denen der VTA-Methode.

Die ebenfalls beschriebenen Zugversuche erscheinen aufgrund ihrer Aufwendigkeit und der hohen Kosten nur bedingt für den praktischen Forstbetrieb geeignet zu sein. Eine Ausnahme bildet die Inclinomethode zur Untersuchung von stammfernen Wurzeln des statisch wirksamen Wurzeltellers z. B. bei einem Befall durch den Tropfenden Schillerporling (*Inonotus dryadeus*). Hier wäre nach der VTA-Methode eine Freilegung der Wurzeln am Rande des statisch wirksamen Wurzeltellers erforderlich. Dies birgt auf der einen Seite einen enormen Aufwand, auf der anderen Seite ist es nicht vermeidbar, Wurzeln zu verletzen und somit Eintrittspforten für holzersetzende Pilze zu schaffen. Aufgrund der hohen Kosten für eine Qualifizierung zur Durchführung von Zugversuchen sollte sie, bei Bäumen, deren Wert diese Untersuchung rechtfertigt, extern an einen von Wessoly qualifizierten Gutachter vergeben werden.

4. Darstellung der Schadsymptome sowie Beschreibung der weiteren Maßnahmen bei der eingehenden Untersuchung, nach Baumarten gegliedert

4.1 Einleitung

In diesem Kapitel werden kurz verschiedene Einflussfaktoren für die Beurteilung der Verkehrssicherheit dargestellt. Anschließend werden die unterschiedlichen Schadsymptome, welche zu einer Beeinträchtigung der Verkehrssicherheit führen können, ausführlich nach Baumarten gegliedert beschrieben. Hierbei wird besonderer Wert auf die eindeutige Bestimmung der Schadsymptome, gerade im Bereich der holzzeretzenden Pilze gelegt. Für jedes Schadsymptom werden die bei der eingehenden Baumuntersuchung zu ergreifenden Maßnahmen zur Beurteilung der Verkehrssicherheit festgelegt. Die Schadsymptome werden jeweils bei einer Baumart ausführlich beschrieben, bei den weiteren Baumarten folgt nur eine Kurzbeschreibung ggf. mit Hinweisen zu Besonderheiten bei einem Befall an dieser Baumart, sowie der Verweis auf die ausführliche Beschreibung. In der Übersicht 4.3 werden die ausführlich beschriebenen Schadsymptome fett gedruckt.

4.2 Wichtige Einflussfaktoren bei der Beurteilung der Verkehrssicherheit

4.2.1 Schadsymptome allgemein

Die zur eingehenden Untersuchung bzw. zur Fällung des betroffenen Baumes führenden Schadsymptome werden nachfolgend ausführlich nach Baumarten untergliedert beschrieben. Sie sind in parasitisch lebende holzzeretzende Pilze (Erläuterungen zur Biologie der Pilze sowie Wirkungsweise der einzelnen Fäulearten im Anhang), sowie phänologische Merkmale der Bäume zu unterteilen.

Viele der phänologischen Merkmale wie z. B. „Unglücksbalken“ oder „Druckzwiesel“ wurden erstmals von Mattheck im Rahmen seiner bereits beschriebenen VTA-Methode als Deutung der Körpersprache der Bäume aufgeführt. Da diese von Mattheck beschriebenen phänologischen Schadsymptome in Gerichtsurteilen, wie z. B. dem Arnsberger Urteil (vgl. LG Arnsberg, Urteil vom 07.04.2006, AZ 2 O 233/04) als Stand der Technik angesehen werden und auch andere Autoren wie z. B. BAUMGARTEN et al. (2004) oder DUJESIEFKEN et al. (2005) diese in ihren Werken übernommen haben, werden sie auch hier im zweiten Teil aufgeführt und erläutert.

4.2.2 Wert des Baumes

Es besteht ein großer Unterschied bei der Durchführung der Verkehrssicherungspflicht zwischen den Städten und Kommunen und den Forstämtern in

Bezug auf die Wertigkeit der Bäume. Im städtischen oder dörflichen Bereich werden Bäume gepflanzt, um Funktionen wie Prägung und Bereicherung des Stadtbildes, Luftreinhaltung, Erholung und Schattenspendung etc. zu übernehmen. Hieraus resultierend wird bei fast jedem ausgewachsenen Baum ein großer Aufwand betrieben, um diesen möglichst lange zu erhalten. Im Gegensatz dazu dient der Forst neben dem Ziel der Erhaltung eines naturnahen Lebensraumes in erster Linie der Holzgewinnung. Daraus resultiert eine differenziertere Betrachtung bei der Erhaltung geschädigter Bäume, welche die Verkehrssicherheit beeinträchtigen könnten. Der Großteil der Bäume hat für das Forstamt ein rein wirtschaftliches Interesse. Werden bei diesen Bäumen die nachfolgend noch eingehend beschriebenen Schadsymptome festgestellt, so werden die Bäume dem Bestand entnommen. Andererseits muss bei Bäumen, die in besonderer Art das Landschaftsbild prägen, insbesondere bei Naturdenkmälern oder geschützten Landschaftsbestandteilen, wenn sie eben genannte Schadsymptome aufweisen, genau geprüft werden, wie lange der betreffende Baum auch unter Einbeziehung baumpflegerischer Maßnahmen erhalten werden kann.

Bei der Entscheidung über den Wert des Baumes sind die folgenden Faktoren zu berücksichtigen:

- Baumart
- Bedeutung des Baumes
- Größe des Baumes
- Erhaltungsfähigkeit
- Erhaltungswürdigkeit
- Vitalität/Regenerationsvermögen
- Standort und Exposition des Baumes
- Gestalterische Aspekte
- Ökologische Aspekte

4.2.3 Bestimmung der Vitalität

Die Vitalität, also der Gesundheitszustand allgemein, darf nicht mit der Verkehrssicherheit gleichgesetzt werden. Viele Bäume mit Vitalitätsmängeln sind noch verkehrssicher, dagegen können vital erscheinende Bäume nicht mehr verkehrssicher sein.

Die Vitalität wird von der FLL-Baumkontrollrichtlinie folgendermaßen definiert:

„Lebenstüchtigkeit eines Organismus. Sie wird von seiner genetischen Ausstattung und den Umweltbedingungen beeinflusst. Die Vitalität äußert sich im Gesundheitszustand, insbesondere in

- Wachstum, Kronenstruktur und Zustand der Belaubung
- Der Anpassungsfähigkeit an die Umwelt
- Der Widerstandsfähigkeit gegen Krankheiten und Schädlinge
- Der Regenerationsfähigkeit (FORSCHUNGSGERSELLSCHAFT LANDSCHAFTSENTWICKLUNG LANDSCHAFTSBAU E. V. 2004)“

Dennoch ist die Beurteilung der Vitalität ein wichtiges Kriterium bei der Be-

urteilung der Verkehrssicherheit sowie der Festlegung weiterer baumpflegerischer Maßnahmen. Sie ist neben dem ästhetischen Eindruck des Baumes von großer Wichtigkeit für die Beurteilung seines Regenerationsvermögens. Ist durch die stark verminderte Vitalität z. B. nicht mehr mit einem Neuaustrieb nach einer Kroneneinkürzung zu rechnen, so ist es nicht sinnvoll diese Maßnahme zur Wiederherstellung der Verkehrssicherheit durchzuführen. Der betreffende Baum sollte gefällt werden. Die Vitalität gibt also Aufschluss darüber, ob eine finanzielle Investition in die Erhaltung eines Baumes noch sinnvoll ist.

Für die Beurteilung der Vitalität gibt es mehrere Möglichkeiten. Eine Möglichkeit ist die Einschätzung der Belaubungs- bzw. Benadelungsdichte, wie sie bei der Waldschadenserhebung im Sommer europaweit durchgeführt wird. Hierbei werden die Bäume in folgende Schadstufen eingeteilt:

Schadstufe 0: ohne Schadmerkmale

Bäume ohne erkennbare oder nur mit geringen Schäden (bis 10 % Nadel-/Blattverlust)

Schadstufe 1: schwach geschädigt

Bäume mit beginnender Kronenverlichtung (11-25 % Nadel-/Blattverlust)

Schadstufe 2: mittelstark geschädigt

Bäume mit stärkerer bis starker Kronenverlichtung (26-60 % Nadel-/Blattverlust)

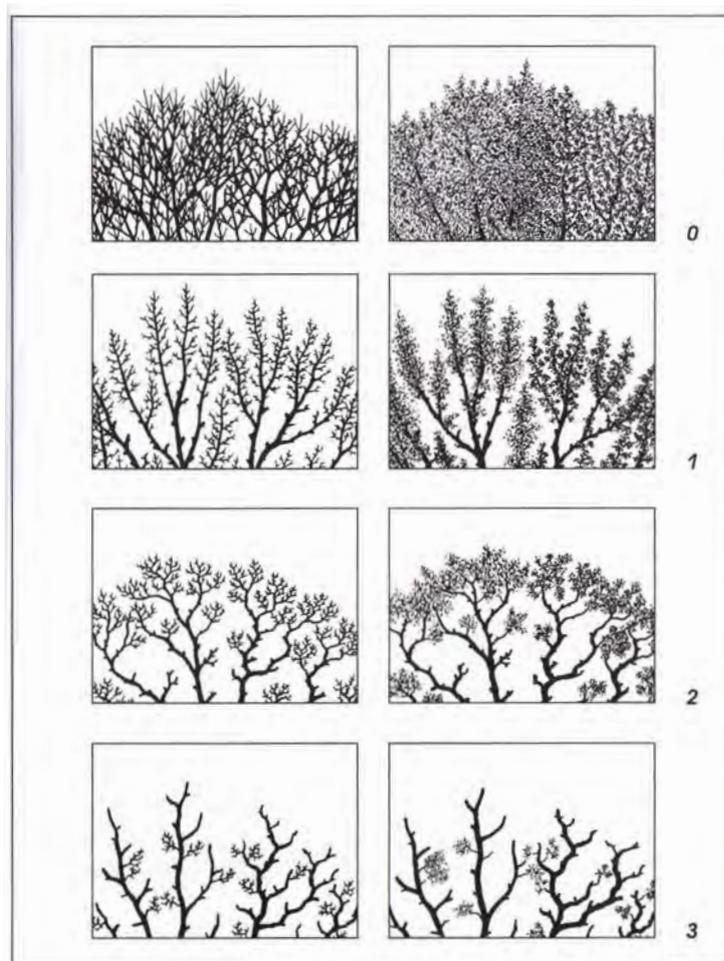
Schadstufe 3: stark geschädigt

Absterbende Bäume mit sehr starker Verlichtung der gesamten Krone, starker Dürrastbildung und abgestorbenen Kronenpartien (über 60 % Nadel-/Blattverlust) (BAUMGARTEN et al. 2004)

Da die Belaubungs- bzw. die Benadelungsdichte aber nicht nur von der Vitalität, sondern auch von der Witterung und dem Fruchtbesatz abhängig sind, birgt diese Methode gewisse Ungenauigkeiten. Außerdem lässt sich so die Vitalität nur in den Sommermonaten beurteilen.

Eine weitere Möglichkeit, die Vitalität von Bäumen zu bestimmen, ist die Beurteilung der Verzweigung nach ROLOFF (2001). Grundlage dieser Methode ist, dass sich die Vitalität eines Baumes in seiner Kronenstruktur widerspiegelt. Das Triebblängenwachstum nimmt hierbei mit abnehmender Vitalität ebenfalls ab. Somit werden anstatt von Langtrieben, die sich durch Seitenknospen weiter verzweigen können, nur noch Kurztriebe gebildet, denen diese Fähigkeit fehlt. Hieraus resultiert bei abnehmender Vitalität ein anderes Verzweigungsmuster in der Krone.

ROLOFF (2001) hat hieraus einen Vitalitätsstufenschlüssel entwickelt:



(ROLOFF 2001)

„Vitalitätsstufen der mitteleuropäischen Eiche; links Winter-, rechts Sommerzustand (von oben nach unten abnehmende Vitalität, Stufe 0-3) (ROLOFF 2001)“

Vorteil dieser Methode ist, dass die Verzweigungsstruktur ganzjährig beurteilt werden kann und kurzfristige Einzelereignisse wie Trockenheit oder Spätfröste sich auf die Verzweigungsstruktur nicht auswirken. Aus diesem Grund ist dieser Methode meines Erachtens der Vorzug zu geben.

4.2.4 Windexposition und –dynamik

Die Stand- und Bruchsicherheit des Baumes wird horizontal durch den Wind beeinträchtigt. Die Größe der Windbelastung hängt wie bereits bei der SIA-Methode beschrieben von der Kronenoberfläche, ihrem Erscheinungsbild, dem Luftwiderstand und ganz wesentlich vom Winddruck ab. Laut WESSOLY & ERB (1998) bewirkt die doppelte Windgeschwindigkeit den vierfachen Winddruck, somit ist die Windexposition ein deutlicher Einflussfaktor für die Beurteilung der Verkehrssicherheit eines Baumes. Dieser Faktor sollte meines Erachtens bei Bäumen, deren Erhaltung auch nach eventuellen baumpflegerischen Maßnahmen nach der VTA-Regel kritisch gesehen wird, den Ausschlag für das weitere Vorgehen geben.

Einflussfaktoren für die Windgeschwindigkeit sind sowohl die Windexposition als auch die Bodenrauigkeit. Deshalb muss bei der Beurteilung der Verkehrssicherheit die Exposition des betreffenden Baumes in den Hauptwindrichtungen bestimmt und die Bodenrauigkeit beurteilt werden. Der Wind wird von den oberflächennahen Luftteilchen gebremst. Je rauer die Bodenoberfläche ist, desto dicker wird die von ihr beeinflusste Luftschicht. Also ist die bodennahe Windgeschwindigkeit von der Rauigkeit der Bodenoberfläche abhängig.

Da der Wind durch die Hindernisse auf der Bodenoberfläche umgelenkt wird, werden die Luftströmungen zu Drehungen gezwungen und beschleunigt oder abgebremst. Hierdurch entstehen Turbulenzen und Böen, die ebenfalls gefährlich für den Baum werden können. Die Windgeschwindigkeiten innerhalb der Böen sind laut WESSOLY & ERB (1998) deutlich höher als die Grundgeschwindigkeit des Windes. Gerade hohe und schlanke Bäume, wie z. B. Fichten (*Picea*) werden durch Böen leicht in eine Pendelbewegung versetzt, welche die Sicherheitsreserven des Baumes überschreiten. Hier wird die Gesamtbelastung des Baumes noch durch die dynamische Belastung der Pendelbewegung verstärkt. Somit ist die Bodenrauigkeit, die zwar die Windgeschwindigkeit herabsetzt, gerade für hohe und schlanke Bäume kritisch zu sehen, da diese, im Gegensatz zu dicken Bäumen, deren Eigenfrequenz zu hoch ist um durch eine Böe angeregt zu werden, leicht durch Böen in Pendelbewegungen versetzt werden.

Aber auch baumspezifische Faktoren sind in diesem Zusammenhang von großer Bedeutung. Je höher der Lastschwerpunkt, also der Bereich des Baumes, an der die Summe aller Windkräfte auf den Baum einwirkt, liegt, umso bruch- oder kipppgefährdeter ist der Baum. Auch die Schräglage vergrößert die Belastung des Baumes. Laut WESSOLY & ERB (1998) erhöht sich die Belastung bei 15 % Neigung um ca. 6 %, bei 45 % Neigung dagegen schon um ca. 20 %. Die asymmetrische Ausformung der Krone erhöht ebenfalls die Belastung, da der Stamm wegen des nicht zentralen Lastschwerpunktes im Wind eine zusätzliche Drehbewegung erfährt. Gerade bei offenen Stammquerschnitten wirkt sich dies sehr problematisch aus (vgl. WESSOLY & ERB 1998).

4.3 Übersicht der verschiedenen Schadsymptome nach Baumarten gegliedert	
4.4 Ahorn (<i>Acer</i>)	54
Schadsymptome und Auffälligkeiten am Stammfuß und an Wurzeln:	54
Brandkrustenpilz (<i>Ustulina deusta</i>)	54
Hallimasch (<i>Armillaria spp.</i>)	57
Sparriger Schüppling (<i>Pholiota squarrosa</i>)	58
Stammfußverdickungen/Flaschenhals	58
Stockfäule ohne vorhandene Pilzfruchtkörper	58
Schadsymptome und Auffälligkeiten an Ästen und am Stamm:	58
Austernseitling (<i>Pleurotus ostreatus</i>)	58
Heller Ausfluss	58
Rippenbildung	59
Risse an Stämmen und Ästen	60
Schuppiger Porling (<i>Polyporus squamosus</i>)	60
Schwarze Leckstellen	61
Unglücksbalken	62
Vergabelungen mit eingewachsener Rinde/Zwiesel	63
Wulst (Konvexität)	65
4.5 Birke (<i>Betula</i>)	66
Schadsymptome und Auffälligkeiten am Stammfuß und an Wurzeln:	66
Brandkrustenpilz (<i>Ustulina deusta</i>)	66
Hallimasch (<i>Armillaria spp.</i>)	66
Rotrandiger Baumschwamm (<i>Fomitopsis pinicola</i>)	66
Stockfäule ohne vorhandene Fruchtkörper	67
Schadsymptome und Auffälligkeiten an Ästen und am Stamm:	67
Birkenporling (<i>Piptoporus betulinus</i>)	67
Schwarze Leckstellen	69
Wucherungen	69
Wulst (Konvexität)	70
Zunderschwamm (<i>Fomes fomentarius</i>)	70
4.6 Buche (<i>Fagus</i>)	71
Schadsymptome und Auffälligkeiten am Stammfuß und an Wurzeln:	71
Adventivwurzeln	71
Brandkrustenpilz (<i>Ustulina deusta</i>)	72
Flacher Lackporling (<i>Ganoderma applanatum</i>)	72
Wulstiger Lackporling (<i>Ganoderma adspersum</i>)	75
Hallimasch (<i>Armillaria spp.</i>)	77

Riesenporling (<i>Meripilus giganteus</i>)	77
Rotrandiger Baumschwamm (<i>Fomitopsis pinicola</i>)	80
Stammfußverdickungen/Flaschenhals	80
Stockfäule ohne vorhandene Pilzfruchtkörper	81
Schadsymptome und Auffälligkeiten an Ästen und am Stamm:	81
Ausbruchswunden	81
Buckeltramete (<i>Trametes gibbosa</i>)	82
Einbuchtungen und Einwallungen	84
Schmetterlingstramete (<i>Trametes versicolor</i>)	85
Schwarze Leckstellen	87
Sonnenbrand (Rindenschäden)	87
Vergabelungen mit eingewachsener Rinde/Zwiesel	88
Wulst (Konvexität)	88
Zunderschwamm (<i>Fomes fomentarius</i>)	88
4.7 Eiche (<i>Quercus</i>)	88
Schadsymptome und Auffälligkeiten am Stammfuß und an Wurzeln:	89
Hallimasch (<i>Armillaria ssp.</i>)	89
Lackporling (<i>Ganoderma ssp.</i>)	90
Ochsenzunge/Leberpilz (<i>Fistulina hepatica</i>)	90
Stammfußverdickungen/Flaschenhals	92
Stockfäule ohne vorhandene Pilzfruchtkörper	93
Tropfender Schillerporling (<i>Inonotus dryadeus</i>)	93
Schadsymptome und Auffälligkeiten an Ästen und am Stamm:	97
Blitzschaden	97
Braunes Bohrmehl	98
Buckeltramete (<i>Trametes gibbosa</i>)	99
Eichenfeuerschwamm (<i>Phellinius robustus</i>)	99
Eichenwirrling (<i>Daedalea quercina</i>)	102
Rippenbildung	104
Schmetterlingstramete (<i>Trametes versicolor</i>)	104
Schwefelporling (<i>Laetiporus sulphureus</i>)	105
Spechtlöcher/Nisthöhlen	107
Stammrisse	108
Totholz	108
Wulst (Konvexität)	108
Wunden/Höhlungen	109
4.8 Esche (<i>Fraxinus</i>)	110
Schadsymptome und Auffälligkeiten am Stammfuß und an Wurzeln:	110
Hallimasch (<i>Armillaria ssp.</i>)	110
Lackporling (<i>Ganoderma ssp.</i>)	110

Stammfußverdickungen/Flaschenhals	110
Stockfäule ohne vorhandene Pilzfruchtkörper	110
<i>Schadsymptome und Auffälligkeiten an Ästen und am Stamm:</i>	111
Ausbruchswunden	111
Eschenkrebs	111
Rippenbildung	113
Schuppiger Porling (<i>Polyporus squamosus</i>)	113
Spechtlöcher/Nisthöhlen	116
Stammrisse	116
Unglücksbalken	116
Vergabelungen mit eingewachsener Rinde/Zwiesel	116
Wulst (Konvexität)	117
Zottiger Schillerporling (<i>Inonotus hispidus</i>)	117
4.9 Fichte (<i>Picea</i>)	121
<i>Schadsymptome und Auffälligkeiten am Stammfuß und an Wurzeln:</i>	121
Hallimasch (<i>Armillaria</i> ssp.)	121
Kiefern-Braunporling (<i>Phaeolus schweinitzii</i>)	125
Krause Glucke (<i>Sparassis crispa</i>)	125
Rotrandiger Baumschwamm (<i>Fomitopsis pinicola</i>)	125
Sparriger Schüppling (<i>Pholiota squarrosa</i>)	127
Stammfußverdickungen/Flaschenhals	130
Stockfäule ohne vorhandene Pilzfruchtkörper	130
Wurzelschwamm (<i>Heterobasidion annosum</i>)	131
<i>Schadsymptome und Auffälligkeiten an Ästen und am Stamm:</i>	131
Blitzschaden	131
Wulst (Konvexität)	131
4.10 Hainbuche (<i>Carpinus</i>)	132
<i>Schadsymptome und Auffälligkeiten am Stammfuß und an Wurzeln:</i>	132
Brandkrustenpilz (<i>Ustulina deusta</i>)	132
Hallimasch (<i>Armillaria</i> ssp.)	132
Stammfußverdickungen/Flaschenhals	132
Stockfäule ohne vorhandene Pilzfruchtkörper	132
<i>Schadsymptome und Auffälligkeiten an Ästen und am Stamm:</i>	133
Buckeltramete (<i>Trametes gibbosa</i>)	133
Einbuchtungen und Einwallungen	133
Schmetterlingstramete (<i>Trametes versicolor</i>)	133
Totstreifen	133
Vergabelungen mit eingewachsener Rinde/Zwiesel	134
Wulst (Konvexität)	134

4.11 Kiefer (<i>Pinus</i>)	135
<i>Schadsymptome und Auffälligkeiten am Stammfuß und an Wurzeln:</i>	135
Hallimasch (<i>Armillaria ssp.</i>)	135
Kiefern Braunporling (<i>Phaeolus schweinitzii</i>)	138
Krause Glucke (<i>Sparassis crispa</i>)	138
Rotrandiger Baumschwamm (<i>Fomitopsis pinicola</i>)	140
Stammfußverdickungen/Flaschenhals	140
Stockfäule ohne vorhandene Pilzfruchtkörper	140
Wurzelschwamm (<i>Heterobasidion annosum</i>)	140
<i>Schadsymptome und Auffälligkeiten an Ästen und am Stamm:</i>	142
Blizschaden	142
Wulst (Konvexität)	142
4.12 Kirsche (<i>Prunus</i>)	143
<i>Schadsymptome und Auffälligkeiten am Stammfuß und an Wurzeln:</i>	143
Lackporling (<i>Ganoderma ssp.</i>)	143
Stammfußverdickungen/Flaschenhals	143
Stockfäule ohne vorhandene Pilzfruchtkörper	144
<i>Schadsymptome und Auffälligkeiten an Ästen und am Stamm:</i>	144
Gummifluss	144
Schwefelporling (<i>Laetiporus sulphureus</i>)	145
Vergabelungen mit eingewachsener Rinde/Zwiesel	145
Wulst (Konvexität)	145
4.13 Lärche (<i>Larix</i>)	145
<i>Schadsymptome und Auffälligkeiten am Stammfuß und an Wurzeln:</i>	145
Hallimasch (<i>Armillaria ssp.</i>)	145
Kiefern-Braunporling (<i>Phaeolus schweinitzii</i>)	146
Stammfußverdickungen/Flaschenhals	146
Stockfäule ohne vorhandene Pilzfruchtkörper	146
Wurzelschwamm (<i>Heterobasidion annosum</i>)	146
<i>Schadsymptome und Auffälligkeiten an Ästen und am Stamm:</i>	146
Blitzschaden	146
Wulst (Konvexität)	147
4.14 Linde (<i>Tilia</i>)	147
<i>Schadsymptome und Auffälligkeiten am Stammfuß und an Wurzeln:</i>	147
Brandkrustenpilz (<i>Ustulina deusta</i>)	147

Lackporling (<i>Ganoderma ssp.</i>)	147
Sparriger Schüppling (<i>Pholiota squarrosa</i>)	147
Stammfußverdickungen/Flaschenhals	147
Stockfäule ohne vorhandene Pilzfruchtkörper	148
<i>Schadsymptome und Auffälligkeiten an Ästen und am Stamm:</i>	149
Austernseitling (<i>Pleurotus ostreatus</i>)	149
Rippenbildung	149
Schuppiger Porling (<i>Polyporus squamosus</i>)	149
Schwarze Leckstellen	149
Stammrisse	149
Totholz	149
Vergabelungen mit eingewachsener Rinde/Zwiesel	150
Wulst (Konvexität)	150
Zunderschwamm (<i>Fomes fomentarius</i>)	152
4.15 Rosskastanie (<i>Aesculus</i>)	155
<i>Schadsymptome und Auffälligkeiten am Stammfuß und an Wurzeln:</i>	155
Bradkrustenpilz (<i>Ustulina deusta</i>)	155
Lackporling (<i>Ganoderma ssp.</i>)	155
Stockfäule ohne vorhandene Pilzfruchtkörper	156
<i>Schadsymptome und Auffälligkeiten an Ästen und am Stamm:</i>	156
Ausfluss und Leckstellen	156
Austernseitling (<i>Pleurotus ostreatus</i>)	156
Einbuchtungen/Einwallungen	158
Eingefaltete Astungswunden	158
Rippenbildung	159
Stammrisse	159
Unglücksbalken	159
Vergabelungen mit eingewachsener Rinde/Zwiesel	159
Wulst (Konvexität)	160

4.4 Ahorn (*Acer*)

4.4.1 Baumbiologie

Die Lebenserwartung variiert aufgrund der unterschiedlichen Wuchseigenschaften bei den einzelnen Ahornarten erheblich. Feldahorn (*Acer campestre*) und Spitzahorn (*Acer platanoides*) werden laut DUJESIEFKEN et al. (2005) ca. 150 Jahre alt, Bergahorn dagegen bis etwa 400 Jahre.

Die Ahornarten haben ein hartes, weißes bis gelblichweißes Holz und bilden kein echtes Kernholz. Das Ahornholz ist sehr feinporig, so dass die Gefäße mit bloßem Auge nicht zu erkennen sind. Die Gefäße sind zerstreut angeordnet, d. h. sie sind mehr oder weniger gleichmäßig über den Jahrring verteilt. Während die Jahrringgrenzen nur schwach erkennbar sind, treten die Holzstrahlen deutlich hervor.

Hinsichtlich der Abschottung von Verletzungen muss innerhalb der Gattung Ahorn differenziert werden: So schotten Berg- und Feldahorn sehr effektiv ab, wogegen der Silberahorn deutlich schwächer reagiert. Eine Besonderheit stellt die bei allen Ahornarten grünlich gefärbte Abschottungsgrenze im Holzkörper dar (vgl. DUJESIEFKEN et al. 2005).

Der Ahorn zeigt nach Verletzungen oder Astentnahmen im Spätwinter bzw. kurz vor der Vegetationsperiode für mehrere Tage bis Woche einen starken Saftaustritt an der Wunde, welcher als sogenanntes „Bluten“ bezeichnet wird. Laut DUJESIEFKEN et al. (2005) haben holzbiologische Untersuchungen ergeben, dass derartige Wunden ebenso gut, z. T. sogar besser abgeschottet werden, als Verletzungen aus anderen Jahreszeiten.

4.4.2 Schadsymptome und Auffälligkeiten am Stammfuß und an Wurzeln

Brandkrustenpilz (*Ustulina deusta*)

Perfekte und imperfekte Fruchtkörper des Brandkrustenpilzes (*Ustulina deusta*)



(JAHN 2005)

Aussehen:

Bei den „Fruchtkörpern“ der Brandkrustenpilze handelt es sich um sehr unscheinbare, flächige Gebilde. Hierbei wird zwischen der Nebenfruchtform und der Hauptfruchtform unterschieden. Es handelt sich hierbei allerdings nicht um Fruchtkörper, sondern um einen Mycelkorpus (Stroma), der die eigentlichen Fruchtkörper umhüllt. Als Nebenfruchtform werden die jungen Fruchtkörper, die das imperfekte Stadium darstellen, bezeichnet. Sie sind anfangs weißlich, später erscheinen sie durch den gebildeten Sporenstaub grau, wobei ein weißer Rand bleibt. Die Nebenfruchtform ist kissenartig flach und besitzt eine unregelmäßige Oberfläche. Die Hauptfruchtform (perfektes Stadium) geht aus der Nebenfruchtform hervor und ist mehrjährig. Jetzt ist die ehemals graue Oberfläche glatt und schwarz und unregelmäßig pockig. Im Alter schrumpft das Innere des Stromas, so dass eine brüchige Kruste (Name!) verbleibt. Diese kann leicht eingedrückt werden, wobei laut WOHLERS et al. (2001) ein typisches krachendes Geräusch entsteht (vgl. DENGLER 2002). Die Größe der Hauptfruchtform schwankt nach DENGLER (2002) zwischen wenigen cm² und mehreren dm².

Die eigentlichen Fruchtkörper (Perithechien) besitzen einen Durchmesser von ca. 1 mm. Ihre Mündungen treten an der Oberfläche des Stromas als leicht überhöhte Öffnungen punktartig hervor. Die Sporen (Konidien) sind eiförmig, einzellig und farblos und besitzen eine Größe von ca. 5-7 x 2-3 µm. Die Ascosporen sind ebenfalls einzellig, elliptisch bis spindelförmig und einseitig abgeflacht. Sie sind dunkelbraun bis schwarz (vgl. DENGLER 2002).

alter Fruchtkörper:



(RUTHE 2006)

junger (imperfekter) Fruchtkörper:



(RUTHE 2006)

Auftreten:

Die Nebenfruchtform tritt laut JAHN (2005) von April bis Juni auf, die Hauptfruchtform ist ganzjährig zu finden.

Die Fruchtform des Brandkrustenpilzes wächst am Stammfuß, oftmals auch versteckt in der Erde an der Oberseite von Starkwurzeln oder in Einbuchtungen und Rindeneinfaltungen. Oft wachsen sie auch an der Innenwand von offenen Höhlungen und kleiden diese zum Teil vollständig aus (vgl. DENGLER 2002).

Schadensbild:

Der Brandkrustenpilz verursacht eine Moderfäule. Am Wirt selbst sind oft keine äußeren Schadenssymptome erkennbar und selbst die im Stammfuß vorliegende Fäule zeigt laut DENGLER (2002) nur die „Spitze des Eisbergs“ an, da das Hauptausmaß der Holzzerstörung in den Starkwurzeln liegt. Höhlungen im Innern des Baumes, die dann Reaktionsholzbildungen, z. B. den so genannten Flaschenhals möglich machen, entstehen nach DENGLER (2002) nur in Ausnahmefällen.

Lebensweise:

Der Brandkrustenpilz wächst als Parasit an der Oberseite von Starkwurzeln, am Stammfuß, im unteren Stammbereich und steigt zuweilen am Stamm auf. Außerdem ist er auch saprophytisch lebend an bereits deutlich zersetztem Holz wie z. B. alten Holzstümpfen zu finden. Er besiedelt nur Laubhölzer (vgl. DENGLER 2002).

Infektion:

Der Brandkrustenpilz besiedelt Laubhölzer mittels Sporen (Kondidien) an Verletzungen von Starkwurzeln oder am Stammfuß. Möglicherweise werden Bäume auch über Wurzelverschweißungen mit benachbart stehenden, infizierten Bäumen besiedelt. Es wird ferner vermutet, dass der Brandkrustenpilz Bäume über Mycelausbreitungen im Boden infiziert. Dies ist allerdings nach DENGLER (2002) wissenschaftlich noch nicht nachgewiesen.

Fäuleart:

„Der Brandkrustenpilz bewirkt eine Moderfäule, die eine Perforation der sich im Holz befindlichen „Zugelemente“ (Cellulose) auslöst, die bis zu deren weitgehenden Auflösung führt. In zahlreichen älteren Fachbüchern (vgl. JAHN 2005) ist der Brandkrustenpilz fälschlicherweise als Weißfäuleerreger bezeichnet.

Der Holzabbau erfolgt von innen nach außen, ohne dass dabei die Versorgungszonen, einschließlich Kambium angegriffen werden. Dadurch können entsprechend befallene Bäume eine normal begrünte Krone aufweisen. Der Brandkrustenpilz kann zusammen mit anderen holzzerstörenden Pilzen, die z. B. eine Weißfäule auslösen, an einem Baum auf gleicher Höhe Holz abbauen (DENGLER 2002)“.

Wirtsspektrum:

Der Brandkrustenpilz besiedelt laut WOHLERS et al. (2001) viele Laubbau-

marten wie Buche (*Fagus*), Ahorn (*Acer*), Linde (*Tilia*), Esche (*Fraxinus*), Rosskastanie (*Aesculus*) und Platane (*Platanus*). Selten werden auch Nadelbäume besiedelt.

Verwechslungsmöglichkeiten:

Es bestehen nach WOHLERS et al. (2001) keine naheliegenden Verwechslungsmöglichkeiten mit anderen Pilzfruchtkörpern.

Maßnahmen:

Werden an einem Baum die Fruchtformen des Brandkrustenpilzes festgestellt, so bedarf der Baum auf jeden Fall einer eingehenden Untersuchung, da durch die Moderfäule in den Wurzeln sowie im Stammfuß seine Verkehrssicherheit stark beeinträchtigt sein kann. Die Menge der vorhandenen Fruchtkörper lässt nach DENGLER (2002) keinen Rückschluss auf das Ausmaß des Befalls oder der Holzzersetzung zu. Die genaue Bestimmung des Schadensausmaßes ist auch mit den Messgeräten nicht einfach. So kann der Brandkrustenpilz oft aufgrund fehlender oder unzureichender Innenhöhlung (Resonanzraum) durch Abklopfen mit dem Schonhammer nicht festgestellt werden. Auch mit dem Schallimpulshammer wird häufig kein signifikantes Resultat erzielt. Mit dem Resistographen lässt sich der Brandkrustenpilz zwar feststellen, die genaue Bestimmung der Restwandstärke ist aber auch hier mangels Eindeutigkeit oft schwierig. Eine weitere Möglichkeit nach DENGLER (2002) ist die Beurteilung durch Bohrkernentnahme und anschließender Prüfung mit dem Fractometer, wobei die Ergebnisse der Fractometermessung, wie schon in 3.6.2.6 beschrieben, kritisch zu sehen sind.

Nach SCHWARZE, F. (1995) lassen sich die Bohrkern mit vom Brandkrustenpilz zersetzten Holz leicht erkennen, da sie leicht, trocken und oft strohgelblich sind, sowie häufig dünne schwarze Linien aufweisen.

Nach der Bestimmung der gesunden Restwandstärke sollte die Bruch- und Standsicherheit nach der VTA-Methode bestimmt werden. Beträgt diese weniger als das geforderte Drittel des Stammes, so muss der Baum gefällt werden. Ist die gesunde Restwandstärke nach der VTA-Regel stark genug, so kann der Baum belassen werden. In Grenzfällen besteht die Möglichkeit, durch baumpflegerische Maßnahmen die Bruchsicherheit wieder herzustellen. Befallene Bäume sind von nun an halbjährlich eingehend zu untersuchen.

Bäume mit rein forstwirtschaftlichem Wert sollten bei begründetem Verdacht auf eine ausgedehnte Fäule dem Bestand entnommen werden, da der Aufwand einer eingehenden Untersuchung in keinem wirtschaftlichen Verhältnis zu seinem Erhalt steht.

An Bergahorn ist die Fäule laut DUJESIEFKEN et al. (2005) oftmals über lange Zeit begrenzt, während die Ausbreitung an Spitzahorn meist schneller vorangeht.

Hallimasch (*Armillaria spp.*)

Der Hallimasch besitzt je nach Unterart und Wirt verschiedene Zersetzungsstrategien.

Wenn der Hallimasch das Kambium der Bäume befällt, bildet er dort ein Flächenmycel aus. Der so infizierte Baum weist erst deutliche Vitalitätsmängel auf und stirbt dann innerhalb weniger Wochen ab.

Außerdem kann der Hallimasch neben einer Wurzel- und Stockfäule auch eine Kernfäule hervorrufen. Hierbei treten typische Schadbilder entweder verzögert oder gar nicht auf (siehe *Picea*, S. 121).

Sparriger Schüppling (*Pholiota squarrosa*)

Der Sparrige Schüppling verursacht zwar eine Weißfäule im Wurzelstock oder Stammfuß, diese ist aber laut WOHLERS et al. (2001) in der Regel lokal begrenzt und breitet sich langsam aus, so dass geschädigte Holzbereiche oft nur schwer zu lokalisieren sind. Die Verkehrssicherheit wird nach bisherigen Erfahrungen von WOHLERS et al (2001) alleine durch den Sparrigen Schüppling nicht beeinträchtigt. Da der Sparrige Schüppling aber laut DENGLER (2002) häufig zusammen mit anderen, aggressiveren Pilzen, wie z. B. dem Hallimasch (*Armillaria ssp.*, siehe *Picea*, S. 121) oder dem Brandkrustenpilz (*Ustularia deusta*, siehe S. 54) vorkommt, sollte trotzdem geprüft werden, ob möglicherweise eine umfangreichere Fäule vorliegt.

(Siehe *Picea*, S. 121)

Stammfußverdickungen/Flaschenhals

Stammfußverdickungen stellen Reparaturanbauten dar, die auf eine Stockfäule im Stamminneren hindeuten (siehe *Picea*, Stockfäule ohne vorhandene Pilzfruchtkörper, S. 130).

Stockfäule ohne vorhandene Pilzfruchtkörper

Ältere Ahörner weisen laut DUJESIEFKEN et al. (2005) häufig eine Fäule im Stammfuß und Wurzelstock auf, ohne dass sich Fruchtkörper des verursachenden holzzersetzenden Pilzes zeigen (siehe *Fraxinus*, S. 110). Die Verursacher könne z. B. der Brandkrustenpilz (*Ustularia deusta*, siehe *Acer*, S. 54) oder der Hallimasch (*Armillaria ssp.*, siehe *Picea*, S. 121) sein.

4.4.3 Schadsymptome und Auffälligkeiten an Ästen und am Stamm

Austernseitling (*Pleurotus ostreatus*)

Der Austernseitling ist ein Wund- und Schwächeparasit, der über Astungs- und Stammwunden in den Baum eindringt und eine Weißfäule verursacht (siehe *Aesculus*, S. 155).

Heller Ausfluss

Ahorn zeigt im Bereich von Wunden oder Stammrissen häufig einen hellen

Ausfluss. Die Ursache dieses Phänomens, welches nicht mit dem im Frühjahr an frischen Wunden auftretenden „Bluten“ verwechselt werden darf, ist aber laut DUJESIEFKEN et al (2005) noch nicht geklärt.

Maßnahmen:

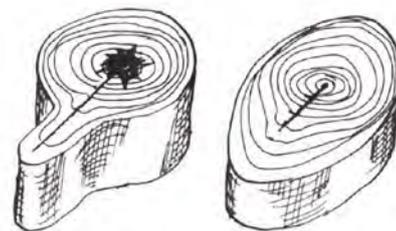
Nässende Verletzungen werden oftmals kritischer eingeschätzt als „trockene“ Wunden. Der Ausfluss an sich stellt jedoch laut DUJESIEFKEN et al (2005) kein Indiz für einen umfangreicheren Schaden dar, sondern macht die Verletzung nur auffälliger. An nässenden Wunden oder Rissen ist daher, wenn ein Verdacht auf einen gravierenden Schaden besteht, ebenso eine Baumuntersuchung erforderlich, wie an nicht nässenden Wunden.

Rippenbildung

Stammquerschnitt mit Riss und Rippenbildung:



(PFLISTERER 1997)



Spitznasige Rippen deuten auf schlecht verschlossene Rißspitzen, stumpfnasige Rippen deuten auf bereits mehrere erfolgreich den Riß verschließende Jahresringe

(MATTHECK & HÖTZEL 1997)

Rippen sind fast ausschließlich die Folge von radial verlaufenden Längsrissen. Sie geben keinen Aufschluss darüber, wie der Riss entstanden ist, sondern stellen eine Reparaturanbaute nach MATTHECK & BRELOER (1994) dar.

Maßnahmen:

Da die Rippen die gleichen Ursachen wie die Risse haben, sind hier auch die gleichen Maßnahmen zu veranlassen.

Risse an Stämmen und Ästen

An Ahorn zeigen sich oftmals in Längsrichtung verlaufende Risse im Stamm. Aus ihnen tritt bei der Gattung *Acer* häufig ein heller Ausfluss (siehe heller Ausfluss, S. 58) aus. Im Gegensatz zu anderen Baumarten treten Stammrisse an Ahorn laut DUJESIEFKEN et al. (2005) häufig schon an jüngeren Bäumen auf, die offensichtlich noch keine Vorschäden haben.

Längsrisse werden sonst häufiger an älteren Bäumen mit eingefaulten Astungswunden oder Kappstellen vorgefunden. „Ursächlich für Stammrisse sind i. d. R. Schwachstellen im Holzkörper (z. B. alte Wunden), die im Winter aufgrund der thermischen Kontraktion ein Aufreißen bzw. Weiterreißen des Stammes von innen nach außen bewirken - sie werden daher häufig auch als „Frostrisse“ bezeichnet. Erst dann, wenn ein Riss das Kambium und die Rinde erreicht, wird er von außen als Stammriss erkennbar. Dabei ist der Riss im Inneren stets länger als er äußerlich erkennbar ist. An den Wundrändern des Risses entstehen Überwallungswülste, durch die der Riss verschlossen werden kann. Durch Frosteinwirkung platzen überwallte Risse jedoch häufig wieder auf. Durch mehrmaliges Aufplatzen entstehen rippenartige Gebilde, die als „Frostleisten“ bezeichnet werden (DUJESIEFKEN et al. 2005).“

Zusätzlich zu den Stammrissen treten an Ahorn laut DUJESIEFKEN et al. (2005) auch Risse in Ästen auf. Im Gegensatz zum Unglücksbalken weisen diese Äste keine Krümmung auf. Die Bruchsicherheit kann jedoch in gleicher Weise beeinträchtigt sein.

Maßnahmen:

Der Stammriss allein stellt nach MATTHECK & HÖTZEL (1997) kein Risiko für die Verkehrssicherheit dar, wenn er nicht länger als zwei Meter ist. Deswegen ist bei erhaltenswerten Bäumen zu prüfen, ob ein zusätzlicher Defekt wie, z. B. eine umfangreiche Fäule im Stamminneren oder ein Schrägstand vorliegt. Hierdurch ist beispielsweise die Gefahr eines Torsionsbruchs, d. h. ein Abdrehen des Stammes im Bereich der Schäden, erhöht. Um eine eventuell vorhandene Fäule festzustellen bietet sich eine schräg zur Rissebene geführte Resistographenbohrung an.

Da mehrere Meter lange Risse laut MATTHECK & HÖTZEL (1997) auch in geraden Bäumen zu gelegentlichem Versagen führen, sollte bei erhaltenswerten Bäumen je nach Baumart die Verkehrssicherheit durch Gewindestangen oder Schnittmaßnahmen hergestellt werden. Die auf diese Weise gesicherten Bäume bedürfen einer halbjährlichen Kontrolle.

Im praktischen Forstbetrieb sollten Bäume mit rein forstwirtschaftlichem Wert i. d. R. auch bei Rissen unter zwei Meter Länge dem Bestand entnommen werden, da ihr Wert durch den Riss ohnehin stark gesunken ist und so die eingehende Untersuchung auf eventuelle Fäule nicht mehr durchgeführt werden muss.

Schuppiger Porling (*Polyporus squamosus*)

Der Schuppige Porling verursacht eine Weißfäule (siehe *Fraxinus*, S. 113), die zur Beeinträchtigung der Bruchsicherheit führen kann.

Schwarze Leckstellen



(DUJESIEFKEN et al. 2005)



(DUJESIEFKEN et al. 2005)

Vor allem im unteren Bereich des Stammes können sich schwarze Leckstellen auf der Borke zeigen. Diese dunklen Schleimflussflecken sind normalerweise unspezifischer Natur und deuten allgemein auf Rinden- und Kambialschäden hin. Die Ursache liegt laut DUJESIEFKEN et al. (2005) häufig im Wurzelbereich. So können derartige Flecken z. B. nach einem Wurzelverlust infolge von Bautätigkeiten oder durch einen Befall mit dem Brandkrustenzpilz (siehe S. 54) auftreten.

Maßnahmen:

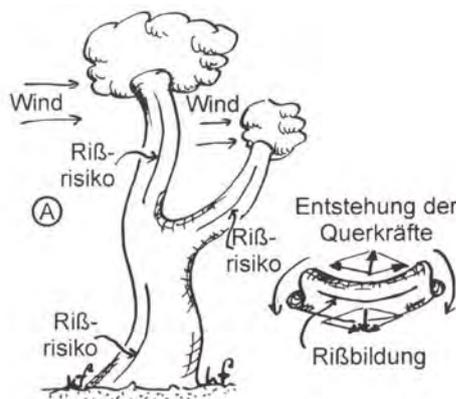
„Durch eine Untersuchung der Flecken und des dahinterliegenden Holzkörpers kann der Umfang der Schäden ermittelt werden. Hierzu reicht häufig schon der Einsatz einer Hippe, mit der die Rinde im Bereich der Flecken entfernt wird. Bei einem Wassermangel, auch infolge von kürzlich eingetretenen Wurzelverletzungen, ist normalerweise nur die Rinde verfärbt, das dahinter liegende Holz aber noch intakt. Bei einem Befall z. B. durch den Brandkrustenzpilz ist der Holzkörper hinter den Flecken i. d. R. bereits angegriffen bzw. es können meist auch angegriffenen Partien an oder zwischen den Wurzelanläufen festgestellt werden.

Wenn der Holzkörper noch intakt ist und die schwarzen Leckstellen lediglich auf kleinräumige Rindenverletzungen bzw. Kambialschäden zurückzuführen sind, ist das alleinige Auftreten der Flecken kein Indiz für einen verkehrssicherheitsgefährdenden Schaden. Bei Verdacht auf umfangreichere, mechanisch bedingte Wurzelverluste oder einen Pilzbefall besteht jedoch Handlungsbedarf (DUJESIEFKEN et al. 2005).“

Bei erhaltenswerten Bäumen kann durch eine eingehende Baumuntersuchung mittels Resistograph festgestellt werden, ob die Verkehrssicherheit noch gewährleistet ist (siehe auch Brandkrustenpilz (*Ustularia deusta*), S. 54). Bäume mit rein forstwirtschaftlichem Wert sollten bei begründetem Verdacht auf Pilzbefall oder umfangreiche Wurzelschäden dem Bestand entnommen werden.

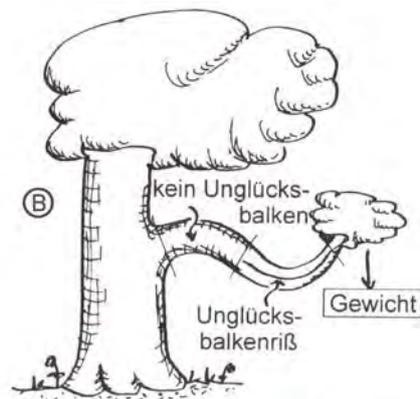
Unglücksbalken

Gerade in unteren Kronenbereichen entwickeln sich häufig weit ausladende Hauptkronenäste, die zunächst mehr oder weniger waagrecht vom Stamm abzweigen und sich anschließend nach oben krümmen. Durch die statisch ungünstige Wuchsform wirkt auf den gebogenen Astbereich eine große Last ein, so dass sich im Bereich der Biegung ein Längsriss bilden kann. Hierdurch kann es nach DUJESIEFKEN et al. (2005) zu einem Auseinanderbrechen bzw. Abdrehen des Astes kommen. Diese Äste werden nach MATTHECK, C. & BRELOER (1994) als Unglücksbalken bezeichnet. Bei den Unglücksbalken wird laut MATTHECK & HÖTZEL (1997) zwischen verschiedenen Varianten unterschieden: Bei der ersten Variante wird die Spaltung des Holzes durch die Windlast bewirkt, bei der zweiten Variante durch die Schwerkraft.



Bei Umkehr der Windrichtung sind alle drei Unglücksbalken ohne Risiko, weil sie nicht mehr gerade gebogen werden!

(MATTHECK & HÖTZEL 1997)



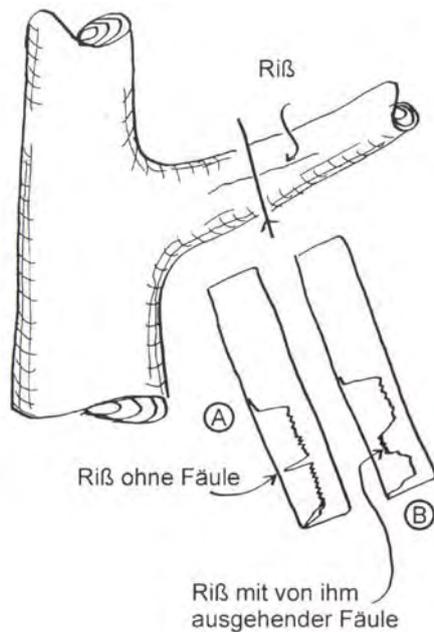
Der stammnahe Astbereich wird durch Schwerkraft nicht gerade gebogen - kein Rißrisiko!

(MATTHECK & HÖTZEL 1997)

Maßnahmen:

Bei Bäumen mit rein forstwirtschaftlichem Wert soll ein Unglücksbalken auch ohne beginnende Rissbildung vorsorglich entfernt werden.

Hat sich bei erhaltenswerten Bäumen ein Riss gebildet, auch wenn dieser nur einseitig oder kurz ist, besteht Handlungsbedarf, da die Bruchsicherheit beeinträchtigt ist. Sinnvoll kann in diesem Fall laut DUJESIEFKEN et al. (2005) der Einbau einer Kronensicherung oder die Entlastung des betreffenden Kronenteils durch Schnittmaßnahmen sein. Hier muss auf jeden Fall geprüft werden, ob sich bereits Fäule vom Riss ausbreitet. Dies kann durch eine Resistographenbohrung geschehen.



(MATTHECK & HÖTZEL 1997)

Wenn sich bereits eine Fäule ausgebreitet hat, ist der betroffene Baumteil auf jeden Fall zu entfernen. Der Einbau einer Kronensicherung sowie Schnittmaßnahmen zur Gewichtsminderung der betroffenen Baumteile zum weitgehenden Erhalt der Unglücksbalken müssen unter Wahrung der guten fachlichen Praxis durchgeführt werden.

Wenn sich am Unglücksbalken noch kein Riss gebildet hat, so ist der betreffende Baum im Halbjahresintervall auf Rissbildung zu überprüfen. Falls ein Unglücksbalken mit Rissbildung durch Kronensicherung oder Schnittmaßnahmen erhalten worden ist, so ist dieser Unglücksbalken ebenfalls im Halbjahresintervall zu überprüfen. Breitet sich im betroffenen Riss eine Fäule aus, oder vergrößert sich der

Riss, so dass trotz der erhaltenden Maßnahmen die Verkehrssicherheit nicht mehr gewährleistet ist, so ist der Unglücksbalken ebenfalls zu entfernen.

Vergabelungen mit eingewachsener Rinde/Zwiesel



(RUTHE 2006)



(RUTHE 2006)

Bei sympodialer Entwicklung der Höhentriebe kann es vorkommen, dass dicht beieinander stehende Achselknospen gleichzeitig die Funktion des Gipfeltriebes übernehmen und Zwillingstämme bilden, die als Zwiesel bezeichnet werden. Diese Zwiesel können U-förmig oder V-förmig ausgebildet sein. „Bei U-förmigen Vergabelungen zwischen Stämmlingen (sog. Zug-Zwiesel)

oder auch zwischen Ast und Stamm ist in der Vergabelung jeweils noch der Rindengrat als aufgewölbte Struktur erkennbar. Diese Vergabelungen sind statisch sehr stabil, da die Holzkörper der Stämmlinge bzw. von Ast und Stamm vollflächig miteinander verbunden sind. Daran ändert auch das weitere Wachstum des Baumes nichts, d. h. eine U-förmige Vergabelung bleibt i. d. R. als U-förmige Gabel erhalten und es kommt nicht zum Einwachsen von Rinde.

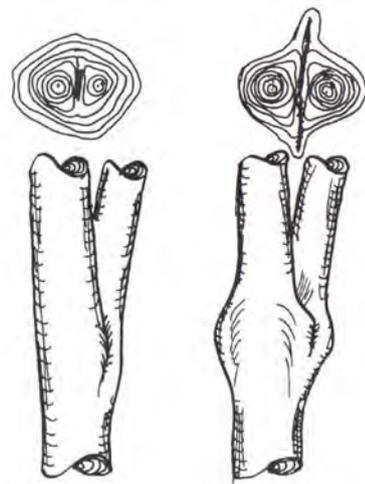
Demgegenüber befindet sich in V-förmigen Vergabelungen zwischen Stämmlingen (sog. Druck-Zwiesel) oder zwischen Ast und Stamm häufig eingewachsene Rinde...Bei diesen Vergabelungen werden die Holzkörper der beiden Stämmlinge bzw. das Gewebe von Stamm und Ast durch die eingewachsenen Rindenschichten voneinander getrennt, so dass eine statisch schwächere Verbindung besteht. Aus diesem Grund neigen diese Vergabelungen bei stärkerer Belastung (z. B. Sturm, Eisregen) zum Einreißen und ggf. auch zum nachfolgenden Auseinanderbrechen.

Eingewachsene Rinde zeigt sich anhand folgender Symptome:

1. Zwischen den beiden Stämmlingen bzw. zwischen Stamm und Ast ist kein leicht aufgeworfener Rindengrat erkennbar, sondern es wölben sich die Rindenschichten nach innen, wodurch eine Art Kerbe entsteht. Im Falle eines Einreißen der Vergabelung wird der Riss innerhalb bzw. auch in der Verlängerung dieser Kerbe sichtbar. Teilweise kann die Kerbe wie ein Riss aussehen, obwohl keiner vorliegt. Dann kann der untere Bereich der eingewallten Rinde mit einer Hippe vorsichtig angeschnitten werden. Liegt tatsächlich ein Riss vor, kann er bis zum Holzkörper verfolgt werden.
2. Infolge von eingewachsener Rinde können in einer Vergabelung ungünstige Spannungsverhältnisse entstehen, die der Baum durch einen verstärkten seitlichen Holzzuwachs auszugleichen versucht, um die Verbindungsfläche zwischen den beiden Holzkörpern zu vergrößern. Hierdurch entwickeln sich im Laufe der Zeit im Bereich der o. g. Kerbe zwei Wülste, die immer stärker abstehen und später ein „ohrenartiges“ Aussehen annehmen.
3. Stämmlinge und Äste, in deren Vergabelung sich eingewachsene Rinde befindet, weisen in dem oberhalb der Gabel liegenden Bereich meist eine Hohlkehle auf (DUJESIEFKEN 2005).“

Nach mehreren Jahren kann es aber auch passieren, dass sich die Jahresringe der beiden Stämmlinge doch zu einem einzigen Jahrring, der die darrunterliegende eingeschlossene Rinde überwallt, verbinden.

Für die Beurteilung des Versagensrisikos ist also die Menge der eingeschlossenen Rinde, sowie die Anzahl der die eingeschlossene Rinde umwallenden Jahrringe von Bedeutung: „Wenn zwischen den sich berührenden Stämmlingen sich spitznasige Rippen bilden, die wie Ohren... beidseitig abstehen, so ist mit viel eingeschlossener Rinde und nur wenigen allumfassenden Jahresringen zu rechnen. Stehen die Ohren des Zwiesels jedoch kaum hervor, bilden sie also bulldognasige beidseitige Rippen, so sind wenig umschlossene Rinde und viele allumfassende Jahresringe zu erwarten. In letzterem Falle ist das Versagensrisiko auch bei Querschnitt wesentlich geringer (MATTHECK & HÖTZEL 1997).“



kleine Ohren:
wenig eingeschlossene
Rinde

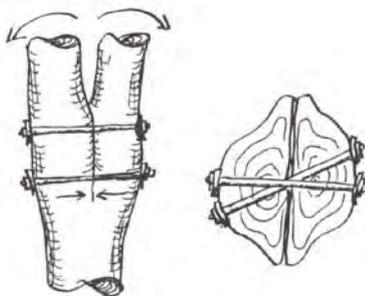
große Ohren:
viel eingeschlossene
Rinde

(MATTHECK & HÖTZEL 1997)

Maßnahmen:

Befindet sich in einer V-förmigen Vergabelung lediglich eingewachsene Rinde, ohne dass ein Riss vorliegt, sind aus Gründen der Verkehrssicherheit keine baumpflegerischen Maßnahmen nötig. Aus prophylaktischen Gründen kann jedoch bei besonders erhaltenswerten Bäumen, bei denen eine Rissbildung absehbar ist, z. B. der Einbau einer Kronensicherung sinnvoll sein. Zeigt sich aber in der Vergabelung ein Riss, besteht auf jeden Fall Handlungsbedarf, auch wenn die Riss lediglich einseitig oder nur kurz ist. Bäume mit rein forstwirtschaftlichem Wert sollten gefällt werden. Wenn der Baum aufgrund seiner Besonderheit erhalten werden soll, so geschieht dies am sinnvollsten durch den Einbau von Gewindestangen. Die Gewindestangen sollten höhenversetzt und leicht gekreuzt montiert werden, damit kein Riss entlang der Holzfasern von Unterlegscheibe zu Unterlegscheibe springen kann. Dabei sollte die untere Gewindestange laut MATTHECK & HÖTZEL (1997) etwa eine Handbreite über der Risspitze befinden. Sie wirkt dann wie der Drehpunkt einer Wippe und setzt die Risspitze unter Querdruck, somit wird der Riss gestoppt. Durch gleichzeitige Einkürzung der Krone oder eine zusätzliche Kronensicherung kann diese Maßnahme unterstützt werden.

Vorraussetzung hierfür ist allerdings, dass Stämmlinge und/oder Äste keine Faulstellen aufweisen. Dies sollte durch eine Resistographenbohrung überprüft werden. Weist der betreffende Baum einen Druck-Zwiesel mit Riss und einer Faulstelle im Bereich des Risses auf, so ist er in jedem Fall zu Fällen.



(MATTHECK & HÖTZEL 1997)

Wulst (Konvexität)

Wülste am Stamm zeugen von einer erhöhten Materialanlagerung des Baumes in diesem Bereich und deuten somit auf einen Defekt hin, der kompensiert werden soll. Hierbei wird zwischen drei verschiedenen Wulstarten unterschieden:

1. Ringwulst aufgrund einer symmetrisch zur Stammachse verlaufenden Fäule,
2. Beule aufgrund einer einseitigen, randnahen Faulhöhle und
3. Wulst als Reparaturwuchs bei Faserknicken (siehe *Tilia*, S. 150).

4.5 Birke (*Betula*)

4.5.1 Baumbiologie

Birken haben als typische Pioniergehölze laut DUJESIEFKEN et al. (2005) eine vergleichsweise geringe Lebenserwartung von nur ca. 80-100 Jahren. Sie besitzen ein weiches, gelblich- bis rötlich-weißes Holz und bilden keinen echten Kern aus. An älteren Exemplaren tritt gelegentlich ein Falschkern auf (siehe *Acer*). Das Holz der Birke ist zerstreutporig, wobei die kleinen Gefäße sehr gleichmäßig über den Jahrring verteilt sind. Die Jahrringgrenzen sind nur schwach erkennbar. Birken reagieren selbst auf kleine Verletzungen meist mit weiträumigen Verfärbungen. Deshalb werden sie zu den schwach abschottenden Baumarten gezählt. Die Birke zeigt nach Verletzungen oder Astentnahmen im Spätwinter bzw. kurz vor der Vegetationsperiode für mehrere Tage bis Woche einen starken Saftaustritt an der Wunde, welcher als sogenanntes „Bluten“ bezeichnet wird. Holzbiologische Untersuchungen haben laut DUJESIEFKEN et al. (2005) ergeben, dass derartige Wunden ebenso gut, z. T. sogar besser abgeschottet werden als Verletzungen aus anderen Jahreszeiten.

4.5.2 Schadsymptome und Auffälligkeiten am Stammfuß und an Wurzeln

Brandkrustenpilz (*Ustulina deusta*)

Die Fruchtkörper des Brandkrustenpilzes treten an Birke laut WOHLERS et al. (2001) selten in Erscheinung. Gegebenfalls deuten abgestorbene Rindenpartien oder auch schwarze Leckstellen (siehe *Acer*, S. 61) auf einen Befall hin. Die durch den Brandkrustenpilz verursachte Moderfäule breitet sich bei Birke durch ihre geringe Abschottungskraft rasch aus.

Hallimasch (*Armillaria spp.*)

Der Hallimasch besitzt je nach Unterart und Wirt verschiedene Zersetzungsstrategien. Wenn der Hallimasch das Kambium der Bäume befällt, bildet er dort ein Flächenmycel aus. Der so infizierte Baum weist erst deutliche Vitalitätsmängel auf und stirbt dann innerhalb weniger Wochen ab.

Außerdem kann der Hallimasch neben einer Wurzel- und Stockfäule auch eine Kernfäule hervorrufen. Hierbei treten typische Schadbilder entweder verzögert oder gar nicht auf (siehe *Picea*, S. 121).

Rotrandiger Baumschwamm (*Fomitopsis pinicola*)

Der Rotrandige Baumschwamm besiedelt als Wundparasit laut JAHN (2005) gelegentlich auch Birken und verursacht hier eine Braunfäule (siehe *Picea*, S. 125).

Stockfäule ohne vorhandene Fruchtkörper

An älteren Birken tritt häufig eine Fäule am Stammfuß oder Wurzelstock auf, ohne dass sich Pilzfruchtkörper zeigen (siehe auch *Fraxinus*, S. 110). An Birke kommen als typische wurzelbürtige Fäuleerreger Brandkrustenpilz (*Ustularia deusta*, siehe *Acer*, S. 54) und Hallimasch (*Armillaria ssp.*, siehe *Picea*, S. 121) vor.

4.5.3 Schadsymptome und Auffälligkeiten an Ästen und am Stamm

Birkenporling (*Piptoporus betulinus*)



(RYMAN & HOLMARSEN 1992)

Aussehen:

Die Jungen Fruchtkörper des Birkenporlings sind kugelig bis knollenartig und haben etwa die Größe einer Wallnuss. Die ausgewachsenen Fruchtkörper besitzen einen halbkreis- bis nierenförmigen Hut, welcher mit einem kurzen stielartigen Ansatz am Holz ansitzt. Die glatte, später oft rissige Hutoberseite ist ungezont und kissenförmig ausgebildet. Sie ist mit einer dünnen, kahlen und abziehbaren Haut bedeckt, die zunächst cremeweiß, später ockerfarben bis graubraun ist oder durch Algen grün erscheint. Der Hutrand ist meist regelmäßig nach unten gewölbt, zum Teil auch wellig gebogen. Die feinporige Hutunterseite ist weiß bis cremeweiß gefärbt und besitzt rundliche bis leicht eckige Poren (3-4 Stück /mm). Die Röhren sind 2-10 mm lang. Die Hutunterseite färbt sich auf Druck dunkel. Das Fleisch (Trama) hat anfangs eine zarte, saftige Konsistenz, später wird es deutlich korkiger. Der Geruch des Birkenporlings ist unangenehm (vgl. DENGLER 2002).

Die Fruchtkörper werden bis 30 cm breit und bis zu 8 cm dick (vgl. WOHLERS et al. 2001).

Seine Basidiosporen sind zylindrisch gekrümmt, einzellig und farblos sowie ca. 4-6 x 1-2 µm groß (vgl. DENGLER 2002).

Unterseite:



(DENGLER 2002)

alter veralgter Fruchtkörper:



(DENGLER 2002)

Auftreten:

Die Fruchtkörper des Birkenporlings sind einjährig und erscheinen im Frühjahr. Sie wachsen einzeln oder in Gruppen sowohl am Stamm als auch an den Starkästen von Birken (vgl. DENGLER 2002). Die Fruchtkörper erscheinen laut JAHN (2005) erst nach dem Absterben der befallenen Stämme oder Stammteile.

Schadensbild:

Der Birkenporling gilt nach DENGLER (2002) als Erreger einer intensiven Braunfäule, die sich stammabwärts ausbreitet. An feuchten Standorten kommt es häufig zu einem epidemischen Auftreten.

Lebensweise:

Der Birkenporling lebt als Parasit an stehenden Stämmen und Starkästen älterer oder vitalitätsschwacher Birken. Außerdem lebt er als Saprophyt an liegenden Stämmen (vgl. DENGLER 2002).

Infektion:

Die Basidiosporen des Birkenporlings dringen laut DENGLER (2002) durch Stummel abgestorbener oder abgebrochener Äste in den Stamm ein.

Fäuleart:

Der Birkenporling ist ein Erreger einer intensiven Braunfäule. Es kommt zum Sprödebruch mit einer keramikartigen Bruchfläche. Stürzt die befallene Birke um, so setzt der Pilz den Holzabbau an den zersplitterten Teilstücken des Stammes/ Astes fort (vgl. DENGLER 2002).

Wirtsspektrum:

Der Birkenporling gilt laut JAHN (2005) als völlig wirtsstet, er wurde bisher noch an keiner anderen Baumart entdeckt.

Verwechslungsmöglichkeiten:

Es bestehen keine naheliegenden Verwechslungsmöglichkeiten, er kann nach WOHLERS et al. (2001) höchstens im Anfangsstadium mit dem Echten Zunderschwamm (*Fomes fomentarius*, siehe Tilia, S. 152) verwechselt werden.

Maßnahmen:

Der Birkenporling verursacht eine Braunfäule, durch welche die Bruchsicherheit des Baumes gefährdet wird. Da die Fruchtkörper erst nach dem Absterben der befallenen Stämme oder Stammteile erscheinen, ist die Fäule dann meistens schon sehr weit fortgeschritten.

Erscheinen die Fruchtkörper ausschließlich an Ästen, kann der Umfang der Fäule bei erhaltenswerten Bäumen durch eine Baumuntersuchung festgestellt und der Baum durch die Entfernung der befallenen Äste eventuell noch erhalten werden. Erscheinen die Fruchtkörper dagegen am Stamm, muss der Baum in jedem Fall gefällt werden.

Bäume mit rein forstwirtschaftlichem Wert sind beim Auftreten des Birkenporlings in jedem Fall zu fällen, da der Aufwand der eingehenden Untersuchung in keinem wirtschaftlichem Verhältnis zum ohnehin durch die Fäule stark vermindertem Wert des Baumes steht.

Schwarze Leckstellen

Am unteren Stamm treten häufig schwarze, z. T. auch nässende Flecken auf (siehe *Acer*, S. 61). Durch eine eingehende Baumuntersuchung kann der Umfang des Schadens, der unterschiedliche Ursachen haben kann, ermittelt werden.

Wucherungen



(DUJESIEFKEN et al. 2005)



(DUJESIEFKEN et al. 2005)

An Ästen und Stämmen der Birke entstehen häufiger auffallende Verdickungen, die Durchmesser von mehr als 50 cm erreichen können. Die Deformationen sind unregelmäßig ausgebildet und haben im Vergleich zu normalen Ast- oder Stammpartien eine gröbere Borkenstruktur. Sie können sowohl einseitig ausgebildet sein, als auch den Ast oder Stamm vollständig umfassen. Verursacht werden diese Wucherungen laut DUJESIEFKEN et al. (2005) durch eine lokal verstärkte Wachstumstätigkeit des Kambiums. Im Inneren der Wucherungen ist der Faserverlauf des Holzes auffallend verwirbelt (sog. Maserholz). Als Auslöser für die erhöhte Aktivität des Kambiums wird nach DUJESIEFKEN et al. (2005) eine Infektion mit dem Bakterium *Agrobacterium tumefaciens* vermutet, wahrscheinlich in Verbindung mit alten Wunden, die als Eintrittspforten dienen.

Maßnahmen:

Die Wucherungen selbst beeinträchtigen die Verkehrssicherheit nicht. Beeinträchtigungen können allerdings entstehen, wenn die von den Wucherungen betroffenen Partien absterben und sich in diesem Bereich eine Fäule entwickelt.

Deswegen sollten Wucherungen bei der routinemäßigen Baumuntersuchung auf Fäule überprüft werden. Wird eine Fäule festgestellt, so muss deren Ausmaß z. B. durch den Resistographen eingehend untersucht werden. Ist die Fäule nach der VTA-Regel zu großflächig, so muss der betroffene Ast entfernt, oder bei Wucherungen am Stamm der Baum gefällt werden.

Bäume mit rein forstwirtschaftlichem Wert sollten bei begründetem Verdacht auf eine ausgedehnte Fäule dem Bestand entnommen werden, da der Aufwand einer eingehenden Untersuchung in keinem wirtschaftlichen Verhältnis zu seinem Erhalt steht.

Wulst (Konvexität)

Wülste am Stamm zeugen von einer erhöhten Materialanlagerung des Baumes in diesem Bereich und deuten somit auf einen Defekt hin, der kompensiert werden soll. Hierbei wird zwischen drei verschiedenen Wulstarten unterschieden:

1. Ringwulst aufgrund einer symmetrisch zur Stammachse verlaufenden Fäule,
2. Beule aufgrund einer einseitigen, randnahen Faulhöhle und
3. Wulst als Reparaturwuchs bei Faserknicken (siehe *Tilia*, S. 150).

Zunderschwamm (*Fomes fomentarius*)

Der Echte Zunderschwamm verursacht eine intensive Weißfäule, durch welche die Bruchsicherheit beeinträchtigt sein kann. Durch eine Baumuntersuchung mittels Resistograph kann der Umfang der Fäule ermittelt werden. Treten die Fruchtkörper des Echten Zunderschwamms am Stamm der Birken auf, so müssen diese in den meisten Fällen gefällt werden (siehe *Tilia*, S. 152).

4.6 *Buche (Fagus)*

4.6.1 Baumbiologie

Die Lebenserwartung von Rotbuchen kann laut DUJESIEFKEN et al. (2005) 250-300 Jahre betragen, Blutbuchen werden dagegen meist nur bis ca. 150 Jahre alt.

Buchen besitzen ein sehr hartes, rötlichweiß gefärbtes Holz und zählen nach DUJESIEFKEN et al. (2005) zu den effektiv abschottenden Baumarten. Es wird kein echtes Kernholz ausgebildet, jedoch kommt es in älteren Stämmen (meist ab 80 Jahren) im Inneren häufig zum sogenannten Buchenrotkern. Hierbei handelt es sich um eine besondere Art des Falschkerns (siehe Acer). Das Buchenholz ist zerstreutporig mit einer allmählichen Abnahme der Anzahl und Größe der Gefäße zum Spätholz hin. Die Jahrringgrenzen sind deutlich erkennbar.

4.6.2 Schadsymptome und Auffälligkeiten am Stammfuß und an Wurzeln

Adventivwurzeln

„Bei Adventivwurzeln handelt es sich um nachträglich gebildete Wurzeln. Im Gegensatz zu den ursprünglich gebildeten Wurzeln sind sie auffällig dünn und weisen eine glattere Rinde auf. Sie entspringen dem Stammfuß meist unvermittelt, so dass ihnen der typische Wurzelanlauf fehlt.



(BAUMGARTEN et al. 2004)

Die Bildung von Adventivwurzeln kann auf einen Verlust des ursprünglichen Wurzelwerkes bzw. eines Teils davon hindeuten, z. B. durch Abgrabungen bei Baumaßnahmen oder durch eine Fäule im Wurzelstock. Adventivwurzeln tragen zur Versorgung des Baumes mit Wasser und Nährstoffen bei und haben damit eine positive Wirkung auf die Vitalität. Sie sind jedoch - zumindest über viele Jahre – kein Ersatz für geschädigte oder abgetrennte Haltewurzeln. Aus diesem Grund kann bei Bäumen mit umfangreichen Wurzelschäden eine mangelnde Standsicherheit vorliegen, die Krone aber noch gut versorgt sein (DUJESIEFKEN et al. 2005).“

Maßnahmen:

Wie beschrieben haben Adventivwurzeln zwar eine positive Wirkung auf die Vitalität, deuten aber auf Wurzelschäden und damit auf eine verminderte Standsicherheit hin. Bei auffallend starkem Auftreten von Adventivwurzeln besteht daher Handlungsbedarf. Deswegen müssen erhaltenswerte Bäume eingehend untersucht werden. Hierfür sind die Wurzeln freizulegen und auf

Fäule zu untersuchen. Im Zweifelsfall ist ein Resistograph einzusetzen, um das Ausmaß der Fäule und damit die Gefährdung der Standsicherheit genau zu bestimmen. Ist die gesunde Restwandstärke nach der VTA-Regel stark genug, so kann der Baum belassen werden. In Grenzfällen ist es möglich, durch baumpflegerische Maßnahmen die Standsicherheit wieder herzustellen. Befallene Bäume sind von nun an halbjährlich eingehend zu untersuchen. Oft sind auffallend viele Adventivwurzeln auch ein Hinweis auf einen Befall des Baumes mit dem Riesenporling (*Meripilus giganteus*, siehe S. 75).

Bäume mit rein forstwirtschaftlichem Wert sollten bei begründetem Verdacht auf eine verminderte Standsicherheit dem Bestand entnommen werden, da der Aufwand einer eingehenden Untersuchung in keinem wirtschaftlichen Verhältnis zu seinem Erhalt steht.

Brandkrustenpilz (*Ustulina deusta*)

Die Fruchtkörper des Brandkrustenpilzes treten an Buchen laut DUJESIEF-KEN et al. (2005) zuerst in Einbuchtungen bzw. Einwallungen oder an den Seiten eines Wurzelanlaufes auf. Der Pilz erzeugt eine Fäule im Wurzelstock und Stammfuß, die an Buchen lange Zeit lokal begrenzt sein kann. Später breitet sich die Fäule dann häufig sternförmig am Stammfuß aus, so dass zwischen mehreren Wurzelanläufen abgestorbene Bereiche erkennbar werden (siehe *Acer*, Seite 54).

Flacher Lackporling (*Ganoderma applanatum*)



(RUTHE 2006)

Aussehen:

Die jungen Fruchtkörper des Flachen Lackporlings sind meist unregelmäßig

polsterförmig ausgebildet. Die alten Fruchtkörper werden flach halbkreisförmig. Ihre Oberfläche ist meist konzentrisch wellig oder ungleichmäßig höckerig. Die Oberseite der flach vom Holz abstehenden Fruchtkörper besitzt eine ca. 1 mm dicke, feste aber brüchige Kruste. Sie ist anfänglich hell weißlich und wird später matt graubräunlich bis dunkel zimtfarben. Zuweilen ist sie sogar schwarz gefärbt. Im Sommer ist der gesamte Fruchtkörper oft mit dem kakaofarbenen Sporenpulver überzogen. Am Rand ist meistens die weiße Zuwachszone des mehrjährigen Fruchtkörpers sichtbar. Die Unterseite des Fruchtkörpers ist flach, feinporig und weiß. Bei ausgewachsenen Exemplaren kann man auf ihr schreiben. Oft ist die Unterseite auch mit zapfen- bis kegelförmigen Gallen (Länge 5-12 mm) der Zitzengallenfliege (*Agathomyia wankowiczi*) befallen. Das Fleisch ist dunkel rötlichbraun und im Alter oft von weißen Streifen durchzogen. Seine Konsistenz ist weich-faserig bis korkig (vgl. DENGLER 2002).

Die ausgewachsenen Fruchtkörper sind 7-40 cm breit und werden bis maximal 8 cm dick.

Die Basidiosporen sind eiförmig elliptisch, einzellig und doppelwandig. Sie sind hellbraun und messen 6-9 x 5-6 µm (vgl. DENGLER 2002).

Rand:



(DENGLER 2002)

Unterseite:



(RUTHE 2006)

Auftreten:

Die Fruchtkörper des Flachen Lackporlings sind mehrjährig. Sie wachsen einzeln oder in kleinen Gruppen dachziegelartig übereinander oder einreihig und sind z. T. miteinander verwachsen. Meistens sind sie am Stammfuß oder zwischen den Wurzelanläufen zu finden, gelegentlich wachsen sie aber auch am Stamm, hier dann vor allem in Höhlungen (vgl. DENGLER 2002).

Schadensbild:

Das Schadensbild des Flachen Lackporlings gleicht dem des Wulstigen Lackporlings (*Ganoderma adsuipersum*):

„Der Befall durch den Lackporling erstreckt sich bei der Wurzelbürtigkeit auf den Wurzelstock, die Wurzelanläufe und den Stammfuß. Von dort aus steigt die Holzzersetzung kegelförmig nach oben, wobei ein bis zwei Meter Höhe kaum überschritten werden. Das Ausmaß der Stammzersetzung im Stammfuß ist oftmals sehr intensiv. Die intakte Restwandung zwischen und oberhalb der Wurzelanläufe beträgt oftmals nur noch wenige Zentimeter. Die Bäume zeigen als Reaktion auf die innere Schwächung oft eine flaschenartige Verbreiterung des unteren Stammes mit hoch ansetzender Taillierung.

Mehrfähriger Baumkrebs gilt als weiteres äußeres Symptom. Das Holz der intakten Restwandung verfügt meist über gute Materialeigenschaften. Spaltet dieses jedoch in Längsrichtung auf, z. B. innerhalb der Schubspannungszone, bedeutet dies die Einleitung des Versagensvorgangs (DENGLER 2002).“

Lebensweise:

Der Flache Lackporling wächst als Parasit nach Verletzungen vor allem an Starkwurzeln vitalitätsgeschwächter Bäume. Nach deren Beschädigung besiedelt er aber auch den Stammfuß oder den unteren Stammbereich, hier ist er dann hauptsächlich in alten Höhlen zu finden. Außerdem besiedelt er als Saprophyt zumeist schon stark zersetzte Holzpartien (vgl. DENGLER 2002).

Infektion:

Die Infektion vollzieht sich nach DENGLER (2002) über Verletzungen im Bereich der Starkwurzeln oder des Stammfußes meist schon vitalitätsgeschwächter Bäume.

Fäuleart:

Wie auch der Wulstige Lackporling (*Ganoderma adsuspensum*) verursacht der Flache Lackporling laut DENGLER (2002) eine nicht sonderlich rasch voranschreitende Weißfäule mit einer überwiegend selektiven Delignifizierung.

Wirtsspektrum:

Der Flache Lackporling parasitiert bevorzugt Laubhölzer, wie Buche (*Fagus*), Linde (*Tilia*), Pappel (*Populus*), Eiche (*Quercus*), Rosskastanie (*Aesculus*), Birke (*Betula*), Esche (*Fraxinus*), Erle (*Alnus*) oder Weide (*Salix*). Vereinzelt werden auch Nadelhölzer besiedelt (vgl. DENGLER 2002).

Verwechslungsmöglichkeiten:

Der Flache Lackporling kann mit dem Wulstigen Lackporling (*Ganoderma adsuspensum*) verwechselt werden. Dieser besitzt aber eine andere Form und die Hutoberfläche lässt sich nach WOHLERS et al. (2001) beim Flachen Lackporling mit dem Fingernagel eindrücken, während dies beim Wulstigen Lackporling nicht möglich ist.

Im praktischen Forstbetrieb ist die Verwechslung der beiden Porlinge nicht weiter tragisch, da sie die gleiche Fäule im Wirt verursachen.

Maßnahmen:

Die Lackporlinge sind typische Schwächeparasiten, die im Stammfuß und Wurzelbereich eine intensive Weißfäule verursachen. Auch wenn diese nicht sonderlich rasch voranschreitet, so kann doch sowohl die Stand- als auch die Bruchfestigkeit der befallenen Bäume erheblich beeinträchtigt sein, ohne dass sich vorher in der Krone deutliche Vitalitätsmängel zeigen müssen. Gefährlich ist weiterhin, dass laut WOHLERS et al. (2001) auch nicht alle mit Lackporlingen befallenen Bäume mit einem Kompensationswachstum im Bereich des Stammfußes reagieren. Somit müssen alle erhaltenswerten Bäume beim Auftreten von Lackporlingen eingehend untersucht werden, um das Ausmaß

der Fäule zu bestimmen und festzustellen, ob die Stand- und Bruchsicherheit weiterhin gegeben ist. Dies geschieht z. B. mit dem Resistographen. Da die Lackporlinge auch die Starkwurzeln befallen, müssen diese bei einem Befall ebenfalls untersucht werden. Es reicht also nicht, nur den Stammfuß auf seine Restwandstärke hin zu untersuchen!

Ist die gesunde Restwandstärke nach der VTA-Regel stark genug, so kann der Baum belassen werden. In Grenzfällen ist es möglich, durch baumpflegerische Maßnahmen die Bruch- bzw. Standsicherheit wieder herzustellen. Befallene Bäume sind von nun an halbjährlich eingehend zu untersuchen. Bäume mit rein forstwirtschaftlichem Wert sollten bei einem Befall durch den Lackporling dem Bestand entnommen werden, da der Aufwand einer eingehenden Untersuchung in keinem wirtschaftlichen Verhältnis zu seinem Erhalt steht.

Wulstiger Lackporling (*Ganoderma adpersum*)



(JAHN 2005)

Aussehen:

Die Jungen Fruchtkörper des Wulstigen Lackporlings sind meist unregelmäßig polsterförmig geformt. Die alten Fruchtkörper sind konsolenförmig, oft massig und stark höckerig. Im Alter wird die Oberfläche oft rissig und ist meist undeutlich gezont. Die Oberfläche ist der des Flachen Lackporlings sehr ähnlich, sie ist jedoch dicker und wulstiger. Der Wulstige Lackporling hat eine unregelmäßig konsolenförmige Oberfläche mit einer bis zu 3 mm dicken, im Alter sehr harten Kruste (Unterscheidungsmerkmal zum Flachen Lackporling!). Sie ist anfangs hell, wird später dunkel rötlichbraun und ist im Sommer oft mit kakaofarbenem Sporenpulver überzogen. Der Rand weist helle, im Gegensatz zum Flachen Lackporling relativ breite und gerundete Zuwachszonen auf. Seine Unterseite ist feinporig und weiß, später hell bis gelb. Bei ausgewachsenen Exemplaren kann auf ihr geschrieben werden (vgl. DENGLER 2002).

Die faserige, korkige Trama ist laut WOHLERS et al. (2001) dunkelrotbraun gefärbt und besitzt im Gegensatz zum Flachen Lackporling keine weißlichen Streifen.

Die Fruchtkörper des Wulstigen Lackporlings werden nach WOHLERS et al. (2001) 10-30 cm breit und mehr als 10 cm dick.

Die Basidiosporen sind eiförmig elliptisch, einzellig und doppelwandig. Sie sind rotbraun und messen laut DENGLER (2002) 6-9 x 5-6 µm.

Fruchtkörper mit Sporenpulver:



(DENGLER 2002)

Unterseite:



(DENGLER 2002)

Auftreten:

Die Fruchtkörper des Wulstigen Lackporlings sind mehrjährig und treten einzeln oder zu mehreren, auf nahezu einer Höhe nebeneinander am Wirt auf. Meistens sind sie am Stammfuß oder zwischen den Wurzelanläufen zu finden, gelegentlich wachsen sie aber auch am Stamm, hier dann vor allem in Höhlungen (vgl. DENGLER 2002).

Schadensbild:

Siehe Flacher Lackporling (*Ganoderma applanatum*)

Lebensweise:

Siehe Flacher Lackporling (*Ganoderma applanatum*)

Infektion:

Siehe Flacher Lackporling (*Ganoderma applanatum*)

Fäuleart:

Siehe Flacher Lackporling (*Ganoderma applanatum*)

Wirtsspektrum:

Siehe Flacher Lackporling (*Ganoderma applanatum*)

Verwechslungsmöglichkeiten:

Siehe Flacher Lackporling (*Ganoderma applanatum*)

Außerdem kann der Wulstige Lackporling nach WOHLERS et al. (2001) evtl. auch mit dem Zunderschwamm (*Fomes fomentarius*) verwechselt werden.

Maßnahmen:

Siehe Flacher Lackporling (*Ganoderma applanatum*)

Hallimasch (*Armillaria spp.*)

Der Hallimasch besitzt je nach Unterart und Wirt verschiedene Zersetzungsstrategien. Wenn der Hallimasch das Kambium der Bäume befällt, bildet er dort ein Flächenmycel aus. Der so infizierte Baum weist erst deutliche Vitalitätsmängel auf und stirbt dann innerhalb weniger Wochen ab.

Außerdem kann der Hallimasch neben einer Wurzel- und Stockfäule auch eine Kernfäule hervorrufen. Hierbei treten typische Schadbilder entweder verzögert oder gar nicht auf (siehe *Picea*, S. 121).

Riesenporling (*Meripilus giganteus*)

Der Hallimasch besitzt je nach Unterart und Wirt verschiedene Zersetzungsstrategien. Wenn der Hallimasch das Kambium der Bäume befällt, bildet er dort ein Flächenmycel aus. Der so infizierte Baum weist erst deutliche Vitalitätsmängel auf und stirbt dann innerhalb weniger Wochen ab.

Außerdem kann der Hallimasch neben einer Wurzel- und Stockfäule auch eine Kernfäule hervorrufen. Hierbei treten typische Schadbilder entweder verzögert oder gar nicht auf (siehe *Picea*, S. 121).



(RYMAN & HOLMARSEN 1992)

Aussehen:

Die jungen Fruchtkörper des Riesenporlings ähneln in ihrer Form schon den ausgewachsenen Fruchtkörpern, sie sind nur kleiner. Die ausgewachsenen Fruchtkörper sind zungen- bis fächerförmig mit einem stielartigen Ansatz. Sie sind leicht wellig und teilweise gelappt sowie radial gefurcht. Die Oberseite ist anfangs ockergelb bis hellgelblichbraun und wird dann gelblichbraun bis braun. Nach dem ersten Frost im Herbst sterben die Fruchtkörper ab und wer-

den schwarz. Ihr Rand ist zunächst weiß, wird später aber dunkel bis schwarz. Die Unterseite des Riesenporlings ist weiß, wird aber an Druckstellen dunkel. Das Fleisch ist anfangs weiß, verfärbt sich aber bei Luftzutritt. Später wird es rötlich und letztendlich schwarz. Im Jugendstadium ist es weich und saftig, später wird es bei Trockenheit zäh-lederartig und bei feuchter Witterung sowie nach den ersten Frösten schleimig weich (vgl. DENGLER 2002).

Die Einzelfruchtkörper des Riesenporlings werden 5 bis 30 cm breit und bis zu 2 cm dick. Seine Sammelfruchtkörper werden bis 100 cm breit und bis zu 50 cm hoch. Sie besitzen dann ein Gewicht von bis zu 70 kg.

Die Basidiosporen sind rund bis kugelig oder kurzelliptisch. Sie sind einzellig, farblos und messen 5-8 x 4-7 μm (vgl. DENGLER 2002).

vergehender Fruchtkörper:



(DENGLER 2002)

Unterseite:



(DENGLER 2002)

Auftreten:

Die einjährigen Fruchtkörper des Riesenporlings erscheinen von Juli bis November, wobei sie laut DENGLER (2002) nicht unbedingt in jedem Jahr auftreten müssen. Sie wachsen meist direkt am Stammfuß, können aber nach DUJESIEFKEN et al. (2005) durchaus auch mehrere Meter vom Stamm entfernt sein. Sie sind sehr schnellwüchsig und wachsen vielhütig in großen Sammelfruchtkörpern mit dachziegelartiger Anordnung.

Nach DENGLER (2002) werden die Fruchtkörper meist nur wenige Monate alt und sterben bei kühlem Herbstwetter schnell ab.

Schadensbild:

Der Riesenporling ist ein Schwächeparasit, der in den Wurzeln und im Wurzelstock eine Weiß- und Moderfäule verursacht, welche sich bis in den Stamm ausdehnen kann. Hierdurch wird in erster Linie die Standsicherheit beeinträchtigt. „Da die Wurzeln normalerweise von der Unterseite befallen werden, bleiben die Oberseiten zunächst intakt, so dass die Versorgung der Krone mit Wasser und Nährsalzen noch über Jahre gewährleistet sein kann. Deutliche Vitalitätseinbußen, die über die normalen, altersbedingten Kronenschäden hinausgehen, treten daher nicht oder erst in einem sehr späten Stadium des Befalls auf. Liegen allerdings deutliche Vitalitätsmängel und zahlreiche Fruchtkörper vor, deutet dies auf einen fortgeschrittenen Holzabbau hin (DUJESIEFKEN et al. 2005).“

Auf Wurzelverluste reagieren Bäume häufig mit der Bildung von Adventiv-

wurzeln (siehe Adventivwurzeln S. 71) Derartige Wurzeln können somit nach WOHLERS et al. (2001), auch wenn keine Fruchtkörper zu sehen sind, auf einen Befall im Wurzelbereich hinweisen.

Lebensweise:

Der Riesenporling besiedelt laut DENGLER (2002) als Parasit meist vitalitätsgeschwächte Bäume an deren Starkwurzeln, zwischen und an den Wurzelanläufen sowie selten am Stammfuß. An Buche tritt der Riesenporling laut DUJESIEFKEN et al. (2005) meist erst an älteren Exemplaren auf. Außerdem lebt er nach DENGLER (2002) als Saprophyt an unterschiedlich stark zersetztem Totholz und kann auch an den Stubben umgestürzter oder gefällter Wirte weiter existieren.

Infektion:

Die Basidiosporen des Riesenporlings besiedeln ihre Wirte über verletzte oder abgestorbene Wurzeln. Sein Auftreten ist daher ein Zeichen für zerstörte Wurzeln und deutet somit auf eine Beeinträchtigung der Standsicherheit hin (vgl. DUJESIEFKEN et al. 2005).

Fäuleart:

Der Riesenporling wurde bislang in der Fachliteratur als Weißfäuleerreger beschrieben. Neuere Untersuchungen von SCHWARZE et al. (1999) zeigten jedoch, dass der Pilz auch eine Moderfäule erzeugen kann. Hierauf lässt auch das Spröbruchverhalten mit der keramikartigen Bruchstellenoberfläche schließen. Seine Fähigkeit zum Abbau von Kernholz ist hierbei beschränkt. Somit konzentriert sich seine Zersetzung auf die überwiegend aus Splintholz bestehenden Wurzeln. Hierbei werden sowohl das Xylem (Verlust der Versorgungsbahnen) als auch das Phloem (Vitalitätsverlust) zerstört (vgl. DENGLER 2002). Im Versagensfall brechen laut DENGLER (2002) die Wurzeln nahe der Stammbasis sowie auf der Unterseite des Wurzelstellers.

Wirtsspektrum:

Der Riesenporling kommt vorwiegend an Laubhölzern, wie Buche (*Fagus*) und Eiche (*Quercus*) aber auch an Rosskastanie (*Aesculus*), Pappel (*Populus*), Weide (*Salix*), Esche (*Fraxinus*) Eberesche (*Sorbus*), Linde (*Tilia*) und Ulme (*Ulmus*) vor.

In seltenen Fällen besiedelt er aber auch Nadelhölzer wie z. B. Tanne (*Abies*) (vgl. DENGLER 2002).

Verwechslungsmöglichkeiten:

Der Riesenporling kann mit dem Bergporling (*Bondarzewia montana*) verwechselt werden. Im Gegensatz zum Riesenporling verfärbt sich dessen Unterseite nach DENGLER (2002) jedoch nicht bei Berührung.

Außerdem ist eine Verwechslung mit dem Klapperschwamm (*Grifolia frondosa*) möglich. Die Hüte des Klapperschwamms unterscheiden sich laut WOHLERS et al. (2001) von denen des Riesenporlings dadurch, dass die graubraun gefärbten Oberseiten radial gestreift sind, dass bei Druck auf die helle, porige Unterseite keine Verfärbung entsteht und dass die Fruchtkörper

ausgesprochen unangenehm riechen.

Maßnahmen:

Der Riesenporling ist ein Schwächeparasit und besiedelt den Baum über verletzte oder abgestorbene Wurzeln. Sein Auftreten ist daher ein Anzeichen dafür, dass die Standsicherheit des Baumes gefährdet ist. Er verursacht in den Wurzeln sowie im Wurzelstock eine intensive Weißfäule, die bis in den Stamm reichen kann. Es muss bei der Kontrolle beachtet werden, dass die Wurzeln in der Regel zunächst auf der Unterseite befallen werden und somit die Oberseiten augenscheinlich noch gesund erscheinen. Hierdurch kann die Krone noch mit Wasser und Nährsalzen versorgt werden und zeigt erst sehr spät Vitalitätseinbußen. Bei der Kontrolle muss ferner beachtet werden, dass oftmals erst die tiefer gelegenen Wurzeln abgebaut werden, während die oberflächennah verlaufenden Wurzeln noch völlig intakt sind. Eine übermäßige Bildung von Adventivwurzeln deutet nach WOHLERS et al. (2001) ebenfalls auf einen Befall im Wurzelbereich hin.

Beim Auftreten eines Befalls mit dem Riesenporling müssen erhaltenswerte Bäume auf jeden Fall eingehend sowohl auf ihre Standsicherheit als auch auf ihre Bruchsicherheit untersucht werden. Bei der Beurteilung der Standsicherheit reicht es nicht aus, denn Stammfuß zu begutachten, sondern es müssen die einzelnen Wurzeln untersucht werden. Für eine fachgerechte Beurteilung der Wurzelschäden müssen die Wurzeln nach der VTA-Methode freigelegt werden, damit auch die Unterseiten der Wurzeln begutachtet werden können. Im Zweifelsfall sind die Wurzeln mit einem Resistographen zu untersuchen, um das genaue Ausmaß der Fäule zu bestimmen. Ist die gesunde Restwandstärke nach der VTA-Regel stark genug, so kann der Baum belassen werden. In Grenzfällen ist es möglich, durch baumpflegerische Maßnahmen die Standsicherheit wieder herzustellen. Befallene Bäume sind von nun an halbjährlich eingehend zu untersuchen.

Da die VTA-Methode zur Beurteilung der stammfernen Starkwurzeln sowie der Wurzelunterseiten sehr aufwändig ist und die Wurzeln durch die Freilegung verletzt werden können, erscheint es bei Bäumen, deren Wert dies rechtfertigt, durchaus angebracht, die eingehende Untersuchung durch einen qualifizierten Baumgutachter mittels Zugversuch durchführen zu lassen.

Bäume mit rein forstwirtschaftlichem Wert sollten bei einem Befall mit dem Riesenporling dem Bestand entnommen werden, da der Aufwand einer eingehenden Untersuchung in keinem wirtschaftlichen Verhältnis zu seinem Erhalt steht.

Rotrandiger Baumschwamm (*Fomitopsis pinicola*)

Der Rotrandige Baumschwamm besiedelt Buchen als Wundparasit und verursacht hier eine Braunfäule (siehe *Picea*, S. 125).

Stammfußverdickungen/Flaschenhals

Stammfußverdickungen stellen Reparaturanbauten dar, welche auf eine Stockfäule im Stamminneren hindeuten (siehe *Picea*, Stockfäule ohne vor-

handene Pilzfruchtkörper, S. 130).

Stockfäule ohne vorhandene Pilzfruchtkörper

Buchen neigen in höherem Alter zu Fäulen im Stammfuß und Wurzelstock. Dabei wird das Erkennen einer Stockfäule dadurch erschwert, dass sich oftmals keine Fruchtkörper des verursachenden Pilzes zeigen. Ein Hinweis auf eine Fäule kann z. B. eine Stammfußverdickung sein, auch Flaschenhals oder Fußglocke genannt (siehe *Picea*, S. 130).

4.6.3 Schadsymptome und Auffälligkeiten an Ästen und am Stamm

Ausbruchswunden

An älteren, großkronigen Buchen sind oft große Ausbruchswunden vorhanden. Diese entstehen durch das Herausbrechen eines Stämmelings oder Starkastes aus einer Vergabelung mit eingewachsener Rinde, die zusätzlich eingerissen ist. Typischerweise zeigen diese Verletzungen einen meist herzförmig ausgebildeten Wundrand sowie schwärzliche Bereiche im oberen Teil der Wunde. Hierbei handelt es sich laut DUJESIEFKEN et al. (2005) jedoch nicht um eine Fäule, sondern um freigelegte, eingewachsene Rinde.



(DUJESIEFKEN et al. 2005)

Maßnahmen:

Da von frischen Ausbruchswunden keinerlei Gefahr ausgeht, müssen diese auch nicht weiter untersucht werden. Ältere Ausbruchswunden, die bereits eine Fäule aufweisen, müssen bei erhaltenswerten Bäumen eingehend untersucht werden. Häufig treten an den alten Astungswunden auch schon die Fruchtkörper von holzzersetzenden Pilzen, wie z. B. dem Echten Zunderschwamm (*Fomes fomentarius*) auf. Die eingehende Untersuchung sollte z. B. mit dem Resistographen geschehen, um das genaue Ausmaß der Fäule und die damit einhergehende Gefährdung der Bruchsicherheit zu bestimmen. Ist die gesunde Restwandstärke nach der VTA-Regel stark genug, so kann der Baum belassen werden. In Grenzfällen ist es möglich, durch baumpflegerische Maßnahmen die Bruchsicherheit wieder herzustellen. Befallene Bäume sind von nun an halbjährlich eingehend zu untersuchen.

Bäume mit rein forstwirtschaftlichem Wert sollten bei begründetem Verdacht auf eine ausgedehnte Fäule dem Bestand entnommen werden, da der Aufwand einer eingehenden Untersuchung in keinem wirtschaftlichen Verhältnis zu seinem Erhalt steht.

Buckeltramete (*Trametes gibbosa*)



(JAHN 2005)

Aussehen:

Die Fruchtkörper der Buckeltramete bestehen aus konsolen- bis halbkreisförmigen Hüten, die meist zu mehreren dachziegelartig übereinander wachsen. Die Hutoberseite ist wellig höckerig und besitzt im Bereich der Anwachsstelle einen deutlichen Buckel. Die Hüte sind auf der Oberseite weißlich, färben sich aber meist durch Algenablagerungen grünlich. Der scharfkantige Rand der Buckeltramete ist wellig und oftmals eingekerbt. Das Fleisch (Trama) ist weißlich und auf der Unterseite befinden sich längliche Poren (vgl. DUJESIEFKEN et al 2005).

Die einzelnen Fruchtkörper werden nach DUJESIEFKEN et al (2005) bis zu 15 cm breit und erreichen eine Höhe von bis zu 4 cm.

Die Basidiosporen sind zylindrisch und messen laut RYMAN & HOLMÅSEN (1992) 4-5 x 2-2,5 µm.

Unterseite mit länglichen Sporen:



(DUJESIEFKEN et al. 2005)

Die meist einjährigen Fruchtkörper der Buckeltramete werden das ganze Jahr über gebildet, so dass sie ganzjährig erkennbar sind. Sie wachsen meist zu mehreren dachziegelartig übereinander und treten laut DUJESIEFKEN et al (2005) in geschädigten Bereichen wie größeren Astungswunden, Ausbruchswunden oder an Sonnenbrand auf.

Laut JAHN (2005) wächst die Bu-

ckeltramete auch auf Stümpfen, liegenden Stämmen oder Ästen.

Schadensbild:

WOHLERS et al. (2001) beschreibt die Buckeltramete ist ein typischen Wun-

desiedler der z. B. an Kappstellen, Astungswunden oder Stammschäden auftritt. Hier verursacht sie eine intensive Weißfäule. An den Wunden sind die Fruchtkörper meist ganzjährig zu erkennen. Außerdem ist bei längerem Befall meist das zersetzte Holz an der Wundoberfläche zu sehen.

Lebensweise:

Die Buckeltramete lebt laut WOHLERS et al. (2001) als typischer Wundparasit. JAHN (2005) beschreibt außerdem die saprophytische Lebensweise an Stümpfen und liegendem Holz.

Infektion:

Die Basidiosporen der Buckeltramete dringen über Wunden und Verletzungen in den Stamm ein.

Fäuleart:

Die Buckeltramete verursacht eine intensive Weißfäule. Im Gegensatz zu der Schmetterlingstramete (*Trametes versicolor*, siehe S. 85) kann der Holzabbau durch die Buckeltramete deutlich weiträumiger erfolgen, als der stets engräumige und stark begrenzte Holzabbau durch die Schmetterlingstramete (vgl. WOHLERS et al. 2001).

Wirtsspektrum:

Die Buckeltramete besiedelt laut WOHLERS et al. (2001) hauptsächlich Buche (*Fagus*), aber auch Eiche (*Quercus*) und andere Laubhölzer. Nadelhölzer werden nur sehr selten besiedelt.

Verwechslungsmöglichkeiten:

Die Buckeltramete kann mit anderen Trametenarten verwechselt werden. Laut JAHN (2005) ist die Unterseite zur Unterscheidung besonders wichtig: Im Gegensatz zu anderen Trameten sind die Poren der Buckeltramete nie rundlich, sondern in radialer Richtung mehr oder weniger weit verlängert. In extremen Fällen kann das die Sporen bildende Häutchen (Hymenophor) fast lamellig aussehen.

Außerdem sieht die Buckeltramete dem Eichenwirrling (*Daedalea quercinea*, siehe *Quercus*, S. 102) ähnlich. Laut WOHLERS et al (2001) ist auch hier die Unterseite ein wichtiges Unterscheidungsmerkmal: Die Poren des Eichenwirrlings sind beige, z. T. auch leicht rosafarben und labyrinthisch-lamellig ausgezogen. Außerdem ist sein Fleisch (Trama) hell- bis kaffeebraun.

Maßnahmen:

Da die intensive Weißfäule deutlich weiträumiger ausgebreitet sein kann, als bei der Schmetterlingstramete (*Trametes versicolor*, siehe S. 85), muss bei stärkerem Befall an erhaltenswerten Bäumen auf jeden Fall eine eingehende Baumuntersuchung erfolgen, um die Bruchsicherheit zu beurteilen. Diese kann z. B. mittels Resistographen erfolgen. Ist die gesunde Restwandstärke nach der VTA-Regel stark genug, so kann der Baum belassen werden. In Grenzfällen ist es möglich, durch baumpflegerische Maßnahmen die Bruchsicherheit wieder herzustellen. Befallene Bäume sind von nun an halbjährlich

eingehend zu Untersuchen.

Bäume mit rein forstwirtschaftlichem Wert sollten bei begründetem Verdacht auf eine ausgedehnte Fäule durch die Buckeltramete dem Bestand entnommen werden, da der Aufwand einer eingehenden Untersuchung in keinem wirtschaftlichen Verhältnis zu seinem Erhalt steht.

Einbuchtungen und Einwallungen



(DUJESIEFKEN et al. 2005)



(DUJESIEFKEN et al. 2005)

„Ältere Bäume zeigen meist einen auffallend gebuchteten Stamm. Ursächlich hierfür ist ein ungleichmäßiges Dickenwachstum, infolge dessen einzelne Stammpartien im Wachstum zurückbleiben, während sich andere Bereiche deutlich nach außen wölben. Hierdurch entstehen Einbuchtungen oder sogar Einwallungen, bei denen es zum Einwachsen von Rinde kommt.

Der buchtenartige Wuchs wird häufig fälschlicherweise als ein Anzeichen für eine Fäule im Stamminnern gehalten, da bei einer von innen nach außen vorschreitenden Fäule meist zuerst in den Einbuchtungen und Einwallungen abgestorbene Rindenbereiche und Pilzfruchtkörper auftreten. Bei der gebuchteten Wuchsform des Stammes handelt es sich jedoch um einen art- bzw. altersbedingten Habitus, der unabhängig vom Vorhandensein einer Fäule entsteht... An Buche treten Einbuchtungen meist ab einem Alter von 80-100 Jahren auf (DUJESIEFKEN et al. 2005).“

Maßnahmen:

Einbuchtungen und Einwallungen der Rinde sind kein Anzeichen einer Fäule im Inneren des Stammes, somit müssen sie auch nicht weiter untersucht werden. Da in diesen Bereichen aber Bäume, die von holzzeretzenden Pilzen befallen sind, häufig als erstes Rindenschäden oder Pilzfruchtkörper zeigen, sollten diese Bereiche stets aufmerksam kontrolliert werden.

Schmetterlingstramete (*Trametes versicolor*)



(KRIEGLSTEINER 2000)

Aussehen:

Die Fruchtkörper der Schmetterlingstramete bestehen aus relativ dünnen (1-5 mm), halbkreis- bis rosettenförmigen Hüten. Sie sitzen oft mit einem stielartigen Auswuchs am Holz an. Der Rand der Fruchtkörper ist flutterig und unregelmäßig. Die samtige, radial gewellte Oberseite ist in konzentrisch angelegten Zonen unterschiedlich gefärbt. Hierbei reichen die oft etwas schimmernden Farben von bräunlich, gelblich und rötlich bis zu grauschwarzen und bräunlichen Tönen. Der Rand und die porige Unterseite sind weißlich bis cremefarben. Die Poren der Schmetterlingstramete sind rund bis eckig und 2-4 von ihnen bedecken einen mm² (vgl. WOHLERS et al. 2001).

Die Hüte der Schmetterlingstramete werden laut WOHLERS et al. (2001) 2 bis 7 cm breit.

Die Sporen sind nach RYMAN & HOLMÅSEN (1992) zylindrisch und messen 5-6 x 1,5-2,5 µm.

Auftreten:

Die großteils einjährigen Fruchtkörper der Schmetterlingstramete werden hauptsächlich im Winter gebildet, so dass sie meist ganzjährig erkennbar sind. Sie wachsen vorwiegend massenhaft dachziegelartig übereinander und treten nach DUJESIEFKEN et al (2005) in geschädigten Bereichen wie größeren Astungswunden, Ausbruchswunden oder an Sonnenbrand auf.

Laut JAHN (2005) wächst die Schmetterlingstramete auch auf Stümpfen, liegenden Stämmen oder Ästen.

Schadensbild:

Die Schmetterlingstramete ist ein typischer Wundparasit. Da sie meist massenhaft auftritt, sieht der Schaden aber häufig dramatischer aus, als er eigent-

lich ist.

Die Fruchtkörper treten z. B. an Kappstellen, Astungswunden oder Stamm-schäden auf. Hier verursachen sie nach WOHLERS et al. (2001) eine intensive, aber engräumig abgegrenzte Weißfäule. An den Wunden sind die Fruchtkörper meist ganzjährig zu erkennen. Außerdem ist bei längerem Befall erfahrungsgemäß das zersetzte Holz an der Wundoberfläche zu sehen.

Lebensweise:

Die Schmetterlingstramete lebt laut WOHLERS et al. (2001) als typischer Wundparasit. JAHN (2005) beschreibt außerdem die saprophytische Lebensweise an Stümpfen und liegendem Holz.

Infektion:

Die Basidiosporen der Schmetterlingstramete dringen nach WOHLERS et al. (2001) über Wunden und Verletzungen in den Stamm ein.

Fäuleart:

Die Schmetterlingstramete verursacht eine intensive Weißfäule. Im Gegensatz zu der Buckeltramete (*Trametes gibbosa*, siehe S. 82) ist der Holzabbau durch die Schmetterlingstramete nach WOHLERS et al. (2001) stets engräumig und stark begrenzt.

Wirtsspektrum:

Die Schmetterlingstramete besiedelt laut WOHLERS et al. (2001) hauptsächlich Buche (*Fagus*), aber auch Eiche (*Quercus*) und andere Laubhölzer. Nadelhölzer werden nur sehr selten besiedelt.

Verwechslungsmöglichkeiten:

Die Schmetterlingstramete kann aufgrund ihrer wechselnden Farbgebung mit mehreren Pilzen verwechselt werden. Die Buckeltramete (*Trametes gibbosa*, siehe S. 82) kann durch die unterschiedliche Porenform unterschieden werden. Bei der Schmetterlingstramete sind die Poren rund bis eckig, bei der Buckeltramete hingegen länglich ausgezogen. Auch fehlt der Schmetterlingstramete der für die Buckeltramete typische Buckel.

Die ebenfalls sehr ähnliche Zonen-Tramete (*Trametes multicolor*) weist im Gegensatz zu der Schmetterlingsdtramete nie schwarze Farben im Hut auf. Außerdem wird ihr Hutfleisch zur Mitte immer dicker (vgl. JAHN 2005).

Maßnahmen:

Da die durch die Schmetterlingstramete verursachte Weißfäule meist lokal auf den Wundbereich begrenzt und sowohl zu den Seiten, als auch in Richtung Stammmitte engräumig abgeschottet wird, ist laut DUJESIEFKEN et al. (2005) auch bei mehrjährigem Befall keine Beeinträchtigung der Bruchsicherheit zu erwarten.

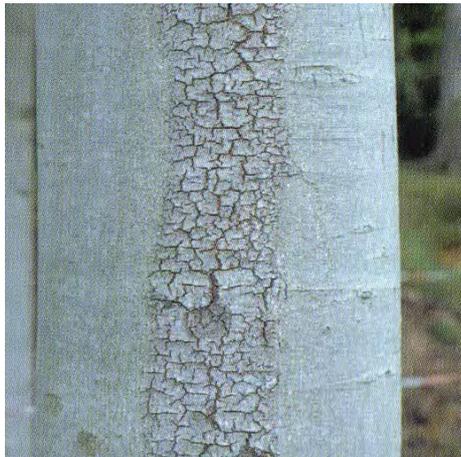
Falls dennoch Zweifel bestehen, sollte der betreffende Baum eingehend untersucht werden. Hierbei kann mittels Resistograph das Ausmaß der Fäule sowie die verbleibende gesunde Restwandstärke ermittelt werden, um die Bruchsicherheit nach der VTA-Methode zu gewährleisten.

Bäume mit rein forstwirtschaftlichem Wert sollten bei begründetem Verdacht auf eine ausgedehnte Fäule dem Bestand entnommen werden, da der Aufwand einer eingehenden Untersuchung in keinem wirtschaftlichen Verhältnis zu seinem Erhalt steht.

Schwarze Leckstellen

An Buchen finden sich relativ häufig am unteren Stammbereich bzw. am Stammfuß schwarze Leckstellen, deren Entstehung unterschiedliche Ursachen haben kann (siehe *Acer*, S. 61).

Sonnenbrand (Rindenschäden)



(DUJESIEFKEN et al. 2005)



(DUJESIEFKEN et al. 2005)

Da Buchen eine sehr dünne Rinde haben, kann es an Ast- oder Stammteilen, die plötzlich der direkten Sonneneinstrahlung ausgesetzt werden, zu einem partiellen Absterben, Aufplatzen und Abblättern der Rinde kommen. Häufig geschieht dies nach Freistellung oder einem Ausbruch von Kronenteilen.

„Verursacht werden die Schäden durch eine intensive Sonneneinstrahlung und die damit verbundene starke Erhitzung der Rinde und des darunter liegenden Kambiums. Sind lediglich die äußeren Rindenzellen betroffen, ohne Schädigung des Kambiums, kommt es nur zur Ausbildung einer rauerer und rissigeren Rindenstruktur. Werden dagegen auch tiefer liegende Rindenzellen und das Kambium geschädigt, entstehen dort Rindennekrosen, durch die der Holzkörper freigelegt wird. Kleinere Schäden werden meist engräumig überwältigt. Bei großflächigeren Schäden besteht jedoch die Gefahr, dass holzzeretzende Pilze in die Wunde eindringen und hier eine Fäule verursachen (DUJESIEFKEN et al. 2005).“

Maßnahmen:

Der eigentliche Schaden durch Sonnenbrand stellt keine Gefahr für die Verkehrssicherheit dar. Bei großflächigen Schäden durch Sonnenbrand sollte die betroffene Ast- oder Stammartie allerdings auf Fäule untersucht werden. Wird eine Fäule festgestellt, so muss deren Ausmaß bei erhaltenswerten Bäumen ermittelt werden. Dies kann z. B. mit dem Resistographen geschehen.

Wird die erforderliche Restwandstärke des gesunden Holzes nach der VTA-Methode unterschritten, so muss der betroffene Ast entfernt, oder bei Fäule im Stamm, der betroffene Baum gefällt werden.

Da durch die Entfernung von starken Ästen bei Buche wieder andere Rindenpartien freigestellt und somit der direkten Sonneneinstrahlung ausgesetzt werden, verbleibt meist nur die Fällung des Baumes.

Bäume mit rein forstwirtschaftlichem Wert sollten bei begründetem Verdacht auf eine ausgedehnte Fäule dem Bestand entnommen werden, da der Aufwand einer eingehenden Untersuchung in keinem wirtschaftlichen Verhältnis zu seinem Erhalt steht.

Vergabelungen mit eingewachsener Rinde/Zwiesel



(RUTHE 2006)

An Buche ist das Erkennen von eingewachsener Rinde in einer Vergabelung meist schon vom Boden aus gut möglich, da die Rinde sehr glatt ist. Bei bruchgefährdeten Vergabelungen an Buchen ist laut DUJESIEF-KEN et al. (2005) von einer Einkürzung wie es bei anderen Baumarten durchaus praktikabel sein kann, aufgrund der Gefahr von Sonnenbrand (siehe Sonnenbrand S. 87) abzuraten. Somit verbleibt bei Buchen, die einen Druckzwiesel mit einem Riss aufweisen, nur noch die Fällung (siehe *Acer* S. 63).

Wulst (Konvexität)

Wülste am Stamm zeugen von einer erhöhten Materialanlagerung des Baumes in diesem Bereich und deuten somit auf einen Defekt hin, der kompensiert werden soll. Hierbei wird zwischen drei verschiedenen Wulstarten unterschieden:

1. Ringwulst aufgrund einer symmetrisch zur Stammachse verlaufenden Fäule,
2. Beule aufgrund einer einseitigen, randnahen Faulhöhle und
3. Wulst als Reparaturwuchs bei Faserknicken (siehe *Tilia*, S. 150).

Zunderschwamm (*Fomes fomentarius*)

Durch die vom Pilz verursachte Weißfäule kann es an Buche zum Bruch von Starkästen oder Stämmlingen kommen. Aus diesem Grund müssen erhaltenswerte Bäume eingehend untersucht werden. Bei einem ausschließlichen Auftreten von Fruchtkörpern an Stämmlingen kann eine Buche laut DUJE-

SIEFLEN et al. (2005) meist noch längere Zeit erhalten werden, ggf. nach Durchführung einer baumpflegerischen Maßnahme (z. B. Einbau einer Kronensicherung).

Das Auftreten von Fruchtkörpern am Stamm, vor allem in größerer Zahl, deutet dagegen auf eine weiträumigere Fäule hin, so dass bei großkronigen und exponiert stehenden Buchen oftmals nur die Fällung verbleibt (siehe *Tilia*, S. 152).

4.7 *Eiche (Quercus)*

4.7.1 Baumbiologie

Bei der Stieleiche (*Quercus robur*) und der Traubeneiche (*Quercus petraea*) handelt es sich um sehr langlebige Gehölze, die laut DUJESIEFKEN et al (2005) durchaus ein Alter von 300-500 Jahren erreichen können. Die Amerikanische Roteiche (*Quercus rubra*) ist deutlich schnellwüchsiger und weniger langlebig als die einheimischen Eichearten. Sie erreicht laut DUJESIEFKEN et al (2005) meistens nur ein Alter von etwa 100-150 Jahren.

Eichen gehören zu den Baumarten, die im Inneren des Holzkörpers ein echtes Kernholz ausbilden. Dieses Holz ist bräunlich gefärbt und hebt sich damit deutlich vom außen liegenden, gelblichweißen Splint ab. Eichen gehören zu den ringporigen Baumarten, d. h. die im Frühjahr gebildeten Gefäße sind wesentlich größer als die später im Jahr gebildeten. Hierdurch sind die Jahrringzonen bereits mit bloßem Auge erkennbar. Der Wassertransport erfolgt nahezu ausschließlich im äußeren zuletzt gebildeten Jahrring. Aus diesem Grund treiben Eichen sehr spät aus, denn der wasserleitende Jahrring muss im Frühjahr erst gebildet werden. Selbst bei einer umfangreichen Fäule im Kernholz kann die Krone über das Splintholz noch ausreichend mit Wasser und Nährstoffen versorgt werden. Daher sind trotz erheblicher Schäden im Stamm oftmals keine Vitalitätsmängel erkennbar.

Stiel- und Traubeneichen sind sehr schnittverträglich und regenerationsfreudig. Hierbei kommt ihnen besonders die Fähigkeit zur Bildung von Johannistrieben zugute. Sie zählen hinsichtlich ihres Abschottungsvermögens im Splintholz nach DUJESIEFKEN et al (2005) zu den effektiv abschottenden Baumarten. Das Splintholz der Roteiche ist zwar breiter als bei den heimischen Eichenarten, dafür aber in der Abschottung von Wunden deutlich weniger effektiv. Zudem bilden sich am unteren Wundrand von Astungswunden häufig größere Nekrosen. Laut DUJESIEFKEN et al (2005) ist das Kernholz der Roteiche weniger dauerhaft, als das der Stiel- und Traubeneiche und auch ihr Regenerationsvermögen ist geringer.

4.7.2 Schadsymptome und Auffälligkeiten am Stammfuß und an Wurzeln

Hallimasch (*Armillaria ssp.*)

Der Hallimasch besitzt verschiedene Besiedlungsstrategien (siehe *Picea*, S.

121).

Da die Eiche laut JAHN (2005) zu den gut abschottenden Baumarten gehört, dehnen sich Holzfäulen in der Regel nur wenig aus. Die Verkehrssicherheit wird hier meist nicht wesentlich gemindert. Trotzdem ist eine eingehende Untersuchung zur genauen Bestimmung des Ausmaßes der Fäule notwendig. Beeinflusst die Fäule nach der VTA-Regel die Verkehrssicherheit nicht, so reicht von nun an eine eingehende Untersuchung im normalen Untersuchungsstadium, da die durch Hallimasch hervorgerufene Fäule bei Eichen relativ langsam voranschreitet.

Lackporling (*Ganoderma* ssp.)

Lackporlinge verursachen eine Weißfäule im Splint- und Kernholz des unteren Stammes, des Stammfußes und der Wurzeln. Die Fäule ist bei Eiche laut DUJESIEFKEN et al. (2005) meist über lange Zeit lokal begrenzt. Trotzdem kann die Verkehrssicherheit beeinträchtigt sein, so dass bei erhaltenswerten Bäumen eine eingehende Untersuchung zu erfolgen hat.

(Siehe Flacher Lackporling (*Ganoderma applanatum*), *Fagus*, S. 72).

Ochsenzunge/Leberpilz (*Fistulina hepatica*)



(JAHN 2005)

Aussehen:

Die jungen Fruchtkörper der Ochsenzunge sind knollig, polster- oder hutförmig und scheiden einen rötlichen Saft aus. Die ausgewachsenen Fruchtkörper sind zungen- (Name!) bis konsolenförmig. Ihre Oberseite ist anfangs orange, verfärbt sich jedoch bald blut- bis fleischrot und wird später braunrot bis dunkelbraun. Die Oberfläche ist körnig rau. Beim jungen Fruchtkörper ist sie feucht und schleimig, beim ausgewachsenen Fruchtkörper dagegen trocken und leicht klebrig. Der Rand ist im Jugendstadium leicht wulstig und

wird im Alter mehr oder weniger scharf. Die Unterseite der Ochsenzunge ist blass gelblich bis rötlich. Die Röhren stehen einzeln und sind nicht miteinander verwachsen. Sie verfärben sich auf Druck und im Alter rötlichbraun. Der Fruchtkörper besitzt meistens keinen Stiel, wenn dieser doch vorhanden ist, so ist er kurz, kräftig und fest mit dem Substrat verbunden. Das Fleisch ist weißlich bis rötlich fleischfarben und längsfaserig. Es ist zart und besonders unter der Oberfläche schwammig weich. Wird der Fruchtkörper angeschnitten, so tritt ein wässriger rötlicher Saft aus. Das Fleisch erinnert in Aussehen und Konsistenz an tierisches Fleisch (vgl. DENGLER 2002).

Der ausgewachsene Fruchtkörper wird 7 bis 20 cm breit und bis zu 6 cm dick.

Die Basidiosporen sind eiförmig bis elliptisch und einzellig. Sie sind farblos bis hellbraun und messen 4-6 x 3-4 6-9 x 5-6 μm (vgl. DENGLER 2002).

alter Fruchtkörper:



(DENGLER 2002)

Unterseite:



(DENGLER 2002)

Auftreten:

Die einjährigen Fruchtkörper der Ochsenzunge treten von Juli/August bis Oktober/November einzeln oder in Gruppen auf. Sie besiedeln ihre Wirte meistens an der Basis der Stämme, zuweilen aber auch in höheren Stammbe-reichen (vgl. DENGLER 2002).

Schadensbild:

Der Holzabbau der Ochsenzunge vollzieht sich vor allem im Stockbereich gerbsäurehaltiger Wirte. DENGLER (2002) beschreibt, dass sich die Ochsenzunge im Gegensatz zu vielen anderen Pilzen mit der Holzersetzung viel Zeit lässt. Wenn sie in den Baum eingedrungen ist, baut sie zunächst die in den Holzstrahlen eingelagerten Reservestoffe ab. Hierdurch wird der Wirt geschwächt und somit anfälliger für Krankheiten. Anschließend werden die im Kernholz (hauptsächlich von Eichen) befindlichen Tannine (Gerbstoffe) abgebaut. Dies ist erstaunlich, weil Tannine eigentlich antiseptisch wirken. Der Abbau der Tannine zieht sich über mehrere Jahre bis Jahrzehnte hin. In dieser Phase kommt es zu keiner Veränderung der Holzstruktur, obwohl sich das Mycel des Pilzes weiterentwickelt. DENGLER (2002) vermutet, dass die Ochsenzunge so die Besiedelung durch andere Pilze vorbereitet. So wird die Ochsenzunge nicht selten zusammen mit dem Klapperschwamm (*Grifolia frondosa*) an einem gemeinsamen Wirt gefunden (vgl. DENGLER 2002).

Lebensweise:

Die Ochsenzunge kommt laut DENGLER (2002) als Wundparasit an Stämmen alter oder geschwächter Bäume vor. Weiterhin besiedelt sie als Saprophyt gering bis mittelstark zersetzte Substratpartien.

Infektion:

Laut DENGLER (2002) dringen die Basidiosporen der Ochsenzunge über Stammwunden oder Astabschnittsflächen in den Wirt ein.

Fäuleart:

Der Leberpilz ist nach DENGLER (2002) ein Erreger einer langsam voranschreitenden Moderfäule. In der älteren Fachliteratur (vgl. JAHN 2005) wird dieser fälschlicherweise als Braunfäuleerreger bezeichnet, obwohl bereits Studien des Mykologen V. AUFSESS (1973) belegen, dass der Leberpilz weder eine Braun-, noch eine Weißfäule verursacht. Im Versagensfall kommt es zu Spröbruch und das Holz zerfällt würfelartig, jedoch nicht pulverartig wie z. B. beim Schwefelporling (*Laetiporus sulphureus*).

Wirtsspektrum:

Die Ochsenzunge bevorzugt Eiche (*Quercus*), kommt aber auch an Buche (*Fagus*), Hainbuche (*Carpinus*), Esche (*Fraxinus*), Linde (*Tilia*), Kirsche (*Prunus*) und Ulme (*Ulmus*) vor (vgl. DENGLER 2002).

Verwechslungsmöglichkeiten:

Laut (Jahn (2005) bestehen keine naheliegenden Verwechslungsmöglichkeiten mit anderen Pilzfruchtkörpern.

Maßnahmen:

Die Ochsenzunge verursacht eine Moderfäule, durch die es im Versagensfall zum Spröbruch des Holzes kommt. Da die Zersetzung erst nach vielen Jahren einsetzt und dann auch nur langsam voranschreitet, bleiben befallene Bäume noch viele Jahre verkehrssicher. Trotzdem muss bei mit der Ochsenzunge befallenen Bäumen eine eingehende Untersuchung stattfinden, um den Grad der Stammzersetzung festzustellen. Dies kann z. B. mittels Resistograph geschehen. Ist die gesunde Restwandstärke nach der VTA-Regel stark genug, so kann der Baum belassen werden. In Grenzfällen ist es möglich, durch baumpflegerische Maßnahmen die Bruchsicherheit wieder herzustellen. Durch die nur sehr langsam voranschreitende Fäule ist eine anschließende eingehende Untersuchung von befallenen Bäumen im Turnus der normalen Untersuchungsperioden ausreichend.

Bäume mit rein forstwirtschaftlichem Wert sollten bei begründetem Verdacht auf eine ausgedehnte Fäule dem Bestand entnommen werden, da der Aufwand einer eingehenden Untersuchung in keinem wirtschaftlichen Verhältnis zu seinem Erhalt steht.

Stammfußverdickungen/Flaschenhals

Stammfußverdickungen stellen Reparaturanbauten dar, welche auf eine

Stockfäule im Stamminneren hindeuten (siehe *Picea*, Stockfäule ohne vorhandene Pilzfruchtkörper, S. 130).

Stockfäule ohne vorhandene Pilzfruchtkörper

Eichen neigen in höherem Alter zu Fäulen im Stammfuß und Wurzelstock. Dabei wird das Erkennen einer Stockfäule dadurch erschwert, dass sich oftmals keine Fruchtkörper des verursachenden Pilzes zeigen.

Ein Hinweis auf eine Fäule kann z. B. eine Stammfußverdickung sein, auch Flaschenhals oder Fußglocke genannt (siehe *Picea*, S. 130).

Tropfender Schillerporling (*Inonotus dryadeus*)



(KRIEGLSTEINER 2000)

Aussehen:

Die jungen Fruchtkörper des Tropfenden Schillerporlings sind rundlich bis knollig, z. T. auch unregelmäßig polsterförmig. Sie sind oberseitig mit einem feinen, filzigen Flaum überzogen aber nicht behaart. Im Hutbereich treten saftartige gelbbraune bis rostbraune Guttationstropfen aus, welche nach ihrem Abtrocknen dunkle Flecken hinterlassen. Die alten Fruchtkörper sind rundlich bis polsterförmig, zuweilen aber auch huf- oder konsolenförmig. Sie besitzen meist eine breite Basis und sind fest mit dem Substrat verwachsen. Die ausgewachsenen Fruchtkörper sind kahl und trocken, da die Guttationstropfen getrocknet sind. Die Oberfläche des Tropfenden Schillerporlings ist höckerig und die Hutoberseite bestäubt und mit einer dünnen und brüchigen Kruste überzogen. Sie ist anfangs weißlichgelb bis gelblichbraun und später orangebräunlich. Nach dem Absterben werden die Fruchtkörper schwarz. Der Rand

des Fruchtkörpers ist nach unten abgerundet, leicht gefurcht, rötlichbraun und teilweise mit dunklen Flecken durchsetzt. Seine Unterseite ist anfangs weißlich bis gelblichbraun. Bei Fingerdruck werden dunkelbraune Flecken sichtbar. Bei den älteren Fruchtkörpern wird die Unterseite rostgelblich bis braun. Das Fleisch des Tropfenden Schillerporlings ist leicht bogig gezont und rostbraun. Es ist bei den jungen Fruchtkörpern zunächst schwammig weich und saftig, wird aber mit zunehmendem Alter der Fruchtkörper faserig und korkig und schließlich sehr hart. Es riecht unangenehm und verfärbt sich bei Zugabe von Kalilauge schwarz. Die Röhren sind dunkelbraun und bilden sich erst in der späten Entwicklungsphase des Fruchtkörpers mit anfangs runden, später dann vieleckigen Mündungen. Sie sind erst weißlich mit silbrigem Schimmer und werden später rostgelb (vgl. DENGLER 2002).

Die ausgewachsenen Fruchtkörper erreichen eine Breite von 10 bis 50 cm und werden mehrere Zentimeter dick.

Die Basidiosporen sind kugelartig bis leicht elliptisch und einzellig. Sie sind farblos bis gelblich und messen 6-9 x 6-8 µm (vgl. DENGLER 2002).

Rand:



(DENGLER 2002)

Unterseite (druckempfindlich):



(DENGLER 2002)

Auftreten:

Die Fruchtkörper sind einjährig und wachsen von Mai bis August. Sie erscheinen in unregelmäßigen Zeitabständen einzeln oder in kleinen Gruppen und wachsen am Stammfuß bzw. am Wurzelhals sowie an oberflächennahen Stammwurzeln (vgl. DENGLER 2002).

Schadensbild:

Obwohl sich die Infektion des Tropfenden Schillerporlings auf das Wurzelwerk erstreckt, zeigen die Wirte laut DENGLER (2002) oftmals längere Zeit keine Anzeichen von Vitalitätsschwund am Kronenbild. Somit unterliegen diese einer besonders hohen Windbruchgefahr. Die vollbelaubte Krone bietet dem Wind viel Widerstand, die Wurzeln sind aber schon morsch. Mit zunehmender Wurzelzerstörung vergilbt jedoch das Blattwerk, die Belaubung wird lichter und der Totholzanteil nimmt zu. Hierbei zieht die Krone von oben nach unten ein. Die befallenen Wurzeln zeigen häufig einen weißen Mycelbesatz (vgl. DENGLER 2002).

Lebensweise:

Der Tropfende Schillerporling lebt als Parasit zumeist an durch Bodenver-

dichtung und/oder Wurzelschäden vorgeschädigten Wirten.

Außerdem lebt er saprophytisch an frisch abgestorbenem Holz (vgl. DENGLER 2002).

Infektion:

Der tropfende Schillerporling besiedelt die Bäume vermutlich mittels seiner Sporen über Wurzelverletzungen. Genauere Angaben sind in der Fachliteratur nicht zu finden.

Fäuleart:

Der Tropfende Schillerporling gilt als Erreger einer sich im Wurzelwerk weit ausbreitenden Weißfäule. Er befällt nach DENGLER (2002) oberflächennah verlaufende Starkwurzeln im inneren Traufbereich, vor allem jedoch in 30 bis 80 cm Entfernung von der Stammbasis. DENGLER (2002) beschreibt eine besondere Art der simultanen Weißfäule, die dem zersetzten Holz ein charakteristisches Erscheinungsbild verleiht. Der Wurzelhals der infizierten Bäume zerbricht im fortgeschrittenem Abbaustadium bei Torsion in halbschalenartige und länglich faserige Strukturen. Abgebautes und trockenes Holz erscheint auffallend leicht und besitzt ein markähnliches Aussehen (vgl. DENGLER 2002).

Wirtsspektrum:

Der Tropfende Schillerporling ist eine der wenigen Pilzarten, die sowohl Laub- als auch Nadelhölzer befallen. Der Hauptwirt des Tropfenden Schillerporlings ist die Eiche (*Quercus*). Daneben werden aber auch Rosskastanie (*Aesculus*), Buche (*Fagus*), und Ulme (*Ulmus*) regelmäßig befallen (vgl. DENGLER 2002).

Verwechslungsmöglichkeiten:

Der Tropfende Schillerporling kann mit dem Eichen-Schillerporling (*Inonotus dryophilus*) verwechselt werden. Dieser ebenfalls an Eichen (*Quercus*) zu findende Pilz ist aber nicht wurzelbürtig, sondern am Stamm sowie im Kronenbereich zu finden. Darüber hinaus bestehen auch einige morphologische Unterschiede zwischen den beiden Schillerporlingen (vgl. DENGLER 2002).

Maßnahmen:

Der tropfende Schillerporling verursacht eine besondere Art der simultanen Weißfäule im Splintholz, die ihren Schwerpunkt nach DUJESIEFKEN et al. (2005) im Wurzelstock hat. Dabei bleiben die Wurzelanläufe sowie der Stammfuß/Wurzelhals meist von nennenswertem Befall verschont. Somit können diese Bereiche bei eingehender Untersuchung, z. B. durch den Resistographen, als weitgehend intakt erscheinen, obwohl die Peripherie des statisch wirksamen Wurzelfundamentes erheblich zerstört ist.

Deswegen ist unbedingt eine Freilegung der Stammfußumgebung durchzuführen, um eine eventuelle Fäule dort zu lokalisieren.

SCHWARZE et al. 2005 machten in Feldstudien interessante Beobachtungen, woraus sich ein Zusammenhang zwischen den Austrittsstelen der Fruchtkör-

per, der Oberflächennähe der Starkwurzeln und der Reichweite/Intensität der Holzersetzung ergibt:

- „1. Die infizierten Wurzeln treten erst unmittelbar am Stamm aus dem Boden. Die Wurzeln sind weitgehend vom Boden bedeckt, die Holzersetzung endet abrupt oder breitet sich nur geringfügig im Stamm aus. Die Fruchtkörperbildung erfolgt an der Stammbasis.
2. Die infizierten Wurzeln treten nur teilweise und in einiger Entfernung vom Stamm aus dem Boden. Die Wurzelersetzung verlagert sich auf die Unterseite. Die Fruchtkörper bilden sich am Stamm und in etwas weitere Entfernung von diesem.
3. Die infizierten Wurzeln treten in einigen Metern Entfernung aus dem Boden. Die Holzersetzung endet abrupt, die Fruchtkörper erscheinen unmittelbar in diesen Bereichen, seltener an der Stammbasis (SCHWARZE et al. 1999).“

Besonders gefährlich ist die Holzersetzung also, wenn wie im ersten Beispiel angegeben, die Wurzeln infizierter Bäume in unmittelbarer Nähe aus dem Boden heraustreten. Unter diesen Bedingungen werden alle statisch wirksamen Wurzeln vom Pilz besonders schnell und intensiv zersetzt. In den beiden anderen Fällen breitet sich die Holzersetzung nur langsam und bevorzugt auf der Unterseite der Wurzeln aus.

Beim Auftreten eines Befalls mit dem Tropfenden Schillerporling müssen erhaltenswerte Bäume auf jeden Fall eingehend auf ihre Standsicherheit untersucht werden. Bei der Beurteilung der Standsicherheit reicht es nicht aus, denn Stammfuß zu begutachten, sondern es müssen die einzelnen Wurzeln untersucht werden. Für eine fachgerechte Beurteilung der Wurzelschäden müssen die Wurzeln nach der VTA-Methode freigelegt werden, damit auch die Unterseiten der Wurzeln begutachtet werden können. Im Zweifelsfall sind die Wurzeln mit einem Resistographen zu untersuchen, um das genaue Ausmaß der Fäule zu bestimmen. Ist die gesunde Restwandstärke nach der VTA-Regel stark genug, so kann der Baum belassen werden. In Grenzfällen ist es möglich, durch baumpflegerische Maßnahmen die Standsicherheit wieder herzustellen. Befallene Bäume sind von nun an halbjährlich eingehend zu untersuchen.

Da die VTA-Methode zur Beurteilung der stammfernen Starkwurzeln sowie der Wurzelunterseiten sehr aufwändig ist und häufig Wurzeln beschädigt, erscheint es bei Bäumen, deren Wert dies rechtfertigt, durchaus angebracht, die eingehende Untersuchung durch einen qualifizierten Baumgutachter mittels Zugversuch durchführen zu lassen.

Bäume mit rein forstwirtschaftlichem Wert sollten bei einem Befall mit dem Tropfenden Schillerporling dem Bestand entnommen werden, da der Aufwand einer eingehenden Untersuchung in keinem wirtschaftlichen Verhältnis zu seinem Erhalt steht.

4.7.3 Schadsymptome und Auffälligkeiten an Ästen und am Stamm

Blitzschaden



(DUJESIEFKEN et al. 2005)



(DUJESIEFKEN et al. 2005)

„An größeren, exponiert stehenden Eichen kommt es häufiger zu Blitzschäden. Durch den Blitzeinschlag werden die lebende Rinde (Bast) und das Kambium geschädigt, wodurch ein abgestorbener Rindenstreifen entsteht, hinter dem das Splintholz abstirbt. Darüber hinaus kann es auch zu Absplitterungen des Splintholzes oder sogar zum Aufreißen des Stammes kommen.

Der Blitzschaden beginnt in der Krone und reicht meist bis zu den Wurzeln herunter. Im Laufe der Zeit entstehen an den Seiten dieser die sog. Blitzleiste Überwallungswulste. Der abgestorbene Split wird häufig von der Schmetterlingstramete (*Trametes versicolor*, siehe *Fagus*, S. 85) besiedelt, deren Fruchtkörper dann sehr zahlreich entlang der Blitzleiste erscheinen können. An Eiche sind diese Pilze nur in der Lage, das Splintholz abzubauen (DUJESIEFKEN et al. 2005).“

Maßnahmen:

Der Blitzschaden an sich beeinträchtigt die Bruchsicherheit des Baumes in der Regel nicht. Auch die Fäule des Splintholzes durch die Schmetterlingstramete (*Trametes versicolor*, siehe *Fagus*, S. 85) wirkt sich nicht negativ auf die Verkehrssicherheit der Eiche aus, da diese Pilzart nur in der Lage ist, das Splintholz abzubauen. Kritisch für die Bruchsicherheit kann es werden, wenn durch Absplitterungen oder den vollständigen Abbau des Splintholzes

das Kernholz freigelegt wird. In diesem Fall kann der Schwefelporling (*Laetiporus sulphureus*, siehe S. 105) das Kernholz befallen und zu einer umfangreichen Fäule im Kernholz führen, welche die Bruchsicherheit erheblich gefährden kann. Durch Blitzschlag in ihrer Vitalität beeinträchtigte Eichen können außerdem leichter vom Hallimasch (*Armillaria ssp.*, siehe *Picea*, S. 121) besiedelt werden. Deswegen sollten Eichen mit Blitzschaden regelmäßig auf Fruchtkörper von holzzeretzenden Pilzen untersucht werden (vgl. DUJESIEFKEN et al. 2005).

Braunes Bohrmehl



(RUTHE 2006)

Das Vorhandensein von Bohrmehl in Spinnennetzen oder auf der Borke des Stammes bzw. am Stammfuß kann auf eine Fäule im Holzkörper hindeuten. Häufig wird das Bohrmehl von Tieren wie z. B. Ameisen aus den Fäulebereichen heraus transportiert.

Maßnahmen:

Da das Vorhandensein von Bohrmehl auf eine Fäule im Holzkörper hindeutet, muss der betreffende Baum eingehend untersucht werden. Wird eine Fäule festgestellt, so ist bei erhaltenswerten Bäumen deren genaue Ausdehnung zu ermitteln, um festzustellen, ob die Verkehrssicherheit gefährdet ist. Ist die gesunde Restwandstärke nach der VTA-Regel stark genug, so kann der Baum belassen werden. In Grenzfällen ist es möglich, durch baumpflegerische Maßnahmen die Bruchsicherheit wieder herzustellen. Befallene Bäume sind von nun an halbjährlich eingehend zu untersuchen.

Bäume mit rein forstwirtschaftlichem Wert sollten bei begründetem Verdacht auf eine ausgedehnte Fäule dem Bestand entnommen werden, da der Auf-

wand einer eingehenden Untersuchung in keinem wirtschaftlichen Verhältnis zu seinem Erhalt steht.

Buckeltramete (*Trametes gibbosa*)

Die Buckeltramete verursacht eine intensive Weißfäule (siehe *Fagus*, S. 82). Im Gegensatz zu der Buche (*Fagus*) erfolgt an Eichen der Holzabbau nur im Splintholz, nicht im Kernholz. Da hierdurch die Bruchsicherheit bei den Eichen nicht gefährdet wird, ist bei befallenen Eichen keine weiterführende Untersuchung notwendig.

Eichenfeuerschwamm (*Phellinius robustus*)



(KRIEGLSTEINER 2000)

Aussehen:

Die jungen Fruchtkörper des Eichenfeuerschwamms sind knollen- bis kissenförmig. Alte Fruchtkörper werden huf- oder konsolenförmig und besitzen oft eine stark bauchig gewölbte Unterseite. Gelegentlich laufen sie krustenartig an der Rinde herab (vgl. DENGLER 2002).

„Die Oberseite ist bei jüngeren Exemplaren rost- bis graubraun, im Alter eher schwarzbraun gefärbt und oftmals auch mit Algen besetzt, so dass die Fruchtkörper grünlich erscheinen. Die krustige Oberfläche ist mehr oder weniger glatt, z. T. auch etwas rissig und besitzt in konzentrischen Kreisen verlaufende Wülste. Die feinporige Unterseite (5-6 rundliche Poren/mm) ist anfangs gelbbraun gefärbt. Am Ende der Vegetationsperiode werden die Poren durch braune Hyphen überwachsen, so dass sie kaum noch zu erkennen sind. Die gelbbraun gefärbte Trama, das Hyphengeflecht im Inneren des Fruchtkör-

pers, ist gezont und besitzt eine zähe, holzige Konsistenz (WOHLERS et al. 2001).“

Der Fruchtkörper erreicht nach DENGLER (2002) eine Breite von 5-30 (-50) cm und wird bis zu 20 cm dick.

Die Basidiosporen sind nahezu kugelig, einzellig und farblos und besitzen eine Größe von ca. 6-9 x 5-8 μm (vgl. DENGLER 2002).

alter Fruchtkörper:



(DENGLER 2002)

stark aufgewölbter Fruchtkörper:



(DENGLER 2002)

Schnitt:



(DENGLER 2002)

Auftreten:

Die mehrjährigen Fruchtkörper des Eichenfeuerschwamms werden laut DENGLER (2002) 15 bis 20 Jahre und wachsen ab Anfang Mai. Sie erscheinen einzeln oder in Gruppen in mehreren Metern Höhe am Stämming bzw. Stamm, jedoch Ausnahmsweise auch am Stammfuß und Wurzelstock.

Schadensbild:

Das Mycel des Eichenfeuerschwamms zerstört nach DENGLER (2002) das Kambium. Somit setzt an den geschädigten Stellen das Dickenwachstum aus. An diesen Befallsstellen bilden sich nekrotische Zonen, an denen die Rinde stirbt und sich vom Holz löst. Häufig zimmern Spechte ihre Nisthöhlen an solchen Stellen, wo das Holz von den Pilzen teilweise zersetzt ist. Oft liegen die Eingangslöcher direkt unter einem Fruchtkörper.

Lebensweise:

Der Eichenfeuerschwamm lebt als Parasit an Stämmlingen und Stämmen, ausnahmsweise auch am Stammfuß und am Wurzelstock. Außerdem besiedelt er als Saprophyt noch nicht lange abgestorbenes Holz (vgl. DENGLER 2002).

Infektion:

Die Basidiosporen besiedeln ihre Wirte meist über größere Astungswunden mit freigelegtem Kernholz (vgl. DUJESIEFKEN et al. 2005).

Fäuleart:

Der Eichenfeuerschwamm ist ein Erreger einer simultanen Weißfäule. Dennoch sind Eichen in der Lage, diesem Pilz relativ lange zu widerstehen.

„Bei vitalen Bäumen ist die vom Pilz verursachte Weißfäule im Stammquerschnitt meist begrenzt und exzentrisch angeordnet. Das Kambium wird hierbei nur einseitig, partiell angegriffen und zerstört. Im Laufe von Jahren bildet sich an einer solchen Befallsstelle eine eingetiefte „nekrotische Zone“, auf der die Fruchtkörper des Pilzes erscheinen. Eine fäulebedingte Minderung der Bruchsicherheit kann häufig über Jahre vom Baum dadurch kompensiert werden, dass das Umfeld des Schadbereiches durch Zuwachs deutlich verstärkt wird (JAHN 2005).“

Sitzt der Eichenfeuerschwamm dagegen direkt in der Basis einer Vergabelung, kann er sich laut DENGLER (2002) auf die Statik des Baumes gefährlich auswirken. Hierbei können nämlich die Stege, welche die äußere gemeinsame Verbindung der Stämmlinge darstellen, angegriffen werden.

Wirtsspektrum:

Der Eichenfeuerschwamm besiedelt vor allem alte geschwächte Eichen, er ist aber auch an Esskastanie (*Castanea*), Robinie (*Robinia*) und Ahorn (*Acer*) zu finden. Selten besiedelt er auch andere Laubhölzer (vgl. WOHLERS et al. 2001).

Verwechslungsmöglichkeiten:

Der Eichenfeuerschwamm kann nach DENGLER (2002) mit mehreren holzzersetzenden Pilzen verwechselt werden. Dies sind im wesentlichen:

Tannenfeuerschwamm (*Phellinus hartigii*)

Sanddornfeuerschwamm (*Phellinus hippophaecola*)

Echter Zunderschwamm (*Fomes fomentarius*)

Falscher Zunderschwamm (*Phellinus igniarius*)

Espenfeuerschwamm (*Phellinus tremulae*)

Pflaumenfeuerschwamm (*Phellinus pomaceus*)

Maßnahmen:

Wie bereits beschrieben, sind Eichen in der Lage, den Pilz zu den Seiten engräumig abzuschotten, so dass die Holzzerstörung nur sehr langsam voranschreitet. Auch durch die Anregung des Dickenwachstums wird die Bruchsicherheit weiter verbessert. So dauert es laut WOHLERS et al. (2001) meist viele Jahre bis Jahrzehnte, bis die Bruchsicherheit beeinträchtigt wird.

Trotzdem muss bei mit dem Eichenfeuerschwamm befallenen, erhaltenswerten Bäumen eine eingehende Untersuchung stattfinden, um das Ausmaß der Fäule festzustellen. Ist die gesunde Restwandstärke nach der VTA-Regel stark genug, so kann der Baum belassen werden. In Grenzfällen ist es möglich, durch baumpflegerische Maßnahmen die Bruchsicherheit wieder herzustellen. Durch die nur sehr langsam voranschreitende Fäule ist eine anschließende eingehende Untersuchung von befallenen Bäumen im Turnus der normalen Untersuchungsperioden ausreichend.

Bäume mit rein forstwirtschaftlichem Wert sollten bei begründetem Verdacht auf eine ausgedehnte Fäule dem Bestand entnommen werden, da der Aufwand einer eingehenden Untersuchung in keinem wirtschaftlichen Verhältnis zu seinem Erhalt steht.

Eichenwirrling (*Daedalea quercina*)



(JAHN 2005)

Aussehen:

Die jungen Fruchtkörper des Eichenwirrlings sind unregelmäßig knollen- bis polsterförmig, zuweilen auch senkrecht oval. Der alte Fruchtkörper ist konsolenförmig, kann aber auch zuweilen senkrecht oval ausfallen. Die Oberseite ist anfangs grauweißlich oder graubraun bis holzfarben. Später wird sie meist dunkelbraun. Sie ist etwas wellig, uneben und undeutlich gezont. Auf der Unterseite des Fruchtkörpers sind Poren und Lamellen gleichzeitig vorhanden, wobei sich die Poren hauptsächlich an den Randzonen befinden. Aus den Poren entstehen labyrinthartige Lamellen, welche die innere Fläche der Unterseite bedecken. Im Alter sind dann fast nur noch labyrinthähnliche Lamellen vorhanden. Der Fruchtkörper ist ohne Siel fest mit dem Substrat vorhanden. Das Fleisch ist trocken und korkig bis zäh ledrig (vgl. DENGLER 2002).

Die Fruchtkörper haben eine Breite von 5 bis 30 cm und werden bis 10 cm hoch.

Die Basidiosporen des Eichenwirrling sind elliptisch bis zylindrisch, einzellig, farblos und messen 5-9 x 2-4 µm (vgl. DENGLER 2002).

Unterseite:



(DENGLER 2002)

Unterseite:



Auftreten:

Die Fruchtkörper sind laut DUJESIEFKEN et al. (2005) ein- bis zweijährig. Der abgestorbene Korpus verbleibt aber bis zu zehn Jahren am Stamm.

Nach DENGLER (2002) sitzen sie einzeln oder in Gruppen zumeist hoch am Stamm, an Stämmlingen oder an Starkästen.

Schadensbild:

Der Eichenwirrling zählt zwar zu den Trameten, verursacht jedoch im Gegensatz zu den bekannten Vertretern der Trameten wie z. B. Schmetterlings- (*Trametes versicolor*, siehe *Fagus*, S. 85) oder Buckeltramete (*Trametes gibbosa*, siehe *Fagus*, S. 82) eine Braunfäule. Er befällt laut DENGLER (2002) das Kernholz, welches er bis zur vollständigen Auflösung zerstören kann. Somit kommt es bei Bruchversagen zu Sprödbbruch.

Die Braunfäule breitet sich aber nach DUJESIEFKEN et al. (2005) nur relativ langsam aus und bleibt lange lokal begrenzt. Das Splintholz bleibt intakt, so dass die Versorgung der Krone mit Wasser und Nährsalzen auch bei einer umfangreicheren Fäule noch gewährleistet ist.

Lebensweise:

Der Eichenwirrling lebt als Schwächeparasit an beschädigten Stämmen und Starkästen mit bloßliegendem Kernholz. Außerdem lebt er als Saprophyt sowohl an bereits verbautem Holz (z. B. Fenster, Bahnschwellen etc.) als auch an wenig bis stark zersetztem Holz oder an Stubben (vgl. DENGLER 2002).

Infektion:

Laut DUJESIEFKEN et al. (2005) besiedeln Eichenwirrlinge ihre Wirte mittels Basidiosporen meist über größere Astungswunden mit freigelegtem Kernholz.

Fäuleart:

Der Eichenwirrling ist ein Erreger einer Braunfäule. Sie schreitet nach DENGLER (2002) meist mit mittlerer Geschwindigkeit voran. Dabei baut der Eichenwirrling den Celluloseanteil des Kernholzes vollständig ab, während das

Splintholz intakt bleibt.

Wirtsspektrum:

Der Eichenwirrling kommt fast ausschließlich an Eichen vor, an anderen Laubbaumarten oder sogar Nadelhölzern ist er laut DENGLER (2002) sehr selten.

Verwechslungsmöglichkeiten:

Aufgrund der Dicke der Fruchtkörper und der besonderen Form der Lamellen ist eine Verwechslung eigentlich kaum möglich. Am ehesten kann die Rötende Tramete (*Daedaleopsis confragosa*) dem Aussehen des Eichenwirrlings entsprechen.

Maßnahmen:

Die vom Eichenwirrling verursachte Fäule schreitet zwar nicht allzu rasch voran, da sie nur das Kernholz betrifft, ist sie aber trotzdem tückisch. Der Baum kann von außen gesehen noch sehr vital wirken, da das die Krone mit Wasser und Nährsalzen versorgende Splintholz noch intakt ist und trotzdem kann der Kern vollkommen hohl sein. Deswegen müssen erhaltenswerte Bäume bei der Feststellung von Fruchtkörpern des Eichenwirrlings auf jeden Fall eingehend auf ihre Bruchsicherheit untersucht werden. Dies geschieht am besten mittels Resistographen. Ist die gesunde Restwandstärke nach der VTA-Regel stark genug, so kann der Baum belassen werden. In Grenzfällen ist es möglich, durch baumpflegerische Maßnahmen die Bruchsicherheit wieder herzustellen. Befallene Bäume sind von jetzt an halbjährlich eingehend zu untersuchen.

Bäume mit rein forstwirtschaftlichem Wert sollten bei begründetem Verdacht auf eine ausgedehnte Fäule dem Bestand entnommen werden, da der Aufwand einer eingehenden Untersuchung in keinem wirtschaftlichen Verhältnis zu seinem Erhalt steht.

Rippenbildung

Rippen sind fast ausschließlich die Folge von radial verlaufenden Längsrissen. Sie geben keinen Aufschluss darüber, wie der Riss entstanden ist, sondern stellen eine Reparaturanbaute dar (siehe *Acer*, S. 59).

Schmetterlingstramete (*Trametes versicolor*)

Die Schmetterlingstramete ist ein typischer Wundparasit (siehe *Fagus*, S. 85). Sie tritt z. B. an Kappstellen, Astungswunden oder Stammschäden auf. Hier verursacht sie eine intensive, aber engräumig abgegrenzte Weißfäule, die bei Eichen die Bruchsicherheit nicht gefährden kann. Somit ist bei befallenen Eichen keine weiterführende Untersuchung notwendig.

Schwefelporling (*Laetiporus sulphureus*)



(JAHN 2005)

Aussehen:

Die jungen Fruchtkörper des Schwefelporlings erscheinen unregelmäßig knollig, aber auch polster- oder keulenförmig. Die älteren Fruchtkörper sind flach und fächer- bis konsolenförmig. Sie sind unterschiedlich gewellt oder gelappt. Vielfach sind mehrere Hüte kompakt oder offen übereinander angeordnet. Die Oberseite ist flach, anfänglich orange gelb bis rötlich gelb und vollfleischig. Später sind die Fruchtkörper schwefel-weißlich ausgebleicht und zerbröckeln käseartig. Der Rand des Fruchtkörpers ist nach unten gebogen und zoniert. Die Unterseite ist anfänglich schwefelgelb, später gelbbraunlich oder weißlich verblasst und engporig. Das Fleisch ist anfangs frisch und saftig und sondert im Frühstadium gelbliche Tröpfchen ab. Später wird es zäh und trocken. Den Schwefelporling zeichnet auch ein unangenehm beißender Geruch aus. Die Fruchtkörper werden 10 bis 50 cm breit und die Einzelhüte bis 5 cm dick. Sie wachsen in bis zu einem Meter hohen Verbänden, welche bis zu 20 kg schwer werden (vgl. DENGLER 2002).

Relativ selten wird laut DENGLER (2002) die Nebenfruchtform *Sporotrichum versisporum* gefunden. Sie wird 3 bis 7 cm breit, ist rötlich-gelb, weich und zerfällt später gänzlich zu braunem Staub, den Chlamydosporen.

Die Basidiosporen sind elliptisch, einzellig und farblos. Sie messen 4-7 x 3-5 µm. Die Konidien sind eiförmig bis elliptisch, einzellig und braun. Sie sind dickwandig und messen 8-20 x 6-15 µm (vgl. DENGLER 2002).

Unterseite:



(DENGLER 2002)

Nebenfruchtform:



(DENGLER 2002)

Detail Unterseite:



(DENGLER 2002)

Auftreten:

Die Fruchtkörper sind einjährig und wachsen vom Mai bis in den Herbst. Sie kommen selten einzeln vor, sondern wachsen normalerweise übereinander in bis zu einem Meter hohen Kolonien. Diese Kolonien sitzen überwiegend am Stamm bis in mehrere Meter Höhe, zuweilen auch an Starkästen. Selten kommen sie am Stammfuß und ausnahmsweise sogar in Höhlungen vor (vgl. DENGLER 2002).

Schadensbild:

Der Schwefelporling verursacht eine intensive Braunfäule im Kernholz. Da er bevorzugt das Kernholz abgebaut, bleiben die versorgungsrelevanten Gefäße im Splintholz erhalten. Somit können entsprechend infizierte Bäume laut DENGLER (2002) eine volle und satte Belaubung aufweisen, obwohl ihre tragfähige Restwand nur noch sehr dünn ist. Da das aus Lignin bestehende Zellgerüst des Kernholzes lange Zeit bestehen und das Splintholz verschont bleibt, gehen nach DENGLER (2002) auf das Kambium keine Reize zur Bildung von Reparaturanbauten über. Deshalb werden Defektsymptome, mit Ausnahme des durch Ritzen herausrieselnden Mulms nur bei Bäumen, die bereits längere Zeit hohl und dünnwandig sind, gefunden.

Lebensweise:

Der Schwefelporling lebt laut JAHN (2005) sowohl als Parasit im Kernholz von Starkästen, Stämmchen, Stämmen und Wurzeln als auch als Saprophyt an toten Stubben oder im verbauten Holz.

Infektion:

Eintrittspforten für die Basidiosporen oder, wenn die Nebenfruchtform vorkommt, für die Konidien des Schwefelporlings sind Rindenverletzungen z. B. aufgrund von Astbrüchen, Ästungen oder Wurzelkappungen, bei denen Kernholz freigelegt wird (vgl. DENGLER 2002).

Fäuleart:

Der Schwefelporling gilt laut DENGLER (2002) als Braunfäuleerreger und

verursacht eine intensive Würfelbruchfäule im Kernholz. Der durch ihn verursachte Holzabbau schreitet relativ langsam voran. Selbst geringe Gewichtsverluste führen jedoch zu einer maßgeblichen Festigkeitsminderung des Holzes. Bei fortgeschrittenem Abbau kommt es nach DENGLER (2002) zu einem plötzlichen Versagen durch Spröbruch.

Wirtsspektrum:

Der Schwefelporling befällt hauptsächlich Eiche (*Quercus*) und Robinie (*Robinia*). Er besiedelt aber auch andere Laubhölzer, wie Weide (*Salix*), Ahorn (*Acer*), Erle (*Alnus*), Buche (*Fagus*), Linde (*Tilia*) und Pappel (*Populus*). Ebenso kommt er an Nadelbaumarten, wie Lärche (*Larix*), Fichte (*Picea*) und sogar Eibe (*Taxus*) vor (vgl. DENGLER 2002).

Verwechslungsmöglichkeiten:

Beim Auftreten der Fruchtkörper an Eiche (*Quercus*) kann der Schwefelporling laut WOHLERS et al. (2001) eventuell mit dem Riesenporling (*Meriphius giganteus*, siehe *Fagus*, S. 77) im Anfangsstadium, bei anderen Baumarten mit dem Schuppigen Porling (*Polyporus squamosus*, siehe *Fraxinus*, S. 113), ebenfalls nur im Anfangsstadium verwechselt werden.

Maßnahmen:

Der Schwefelporling verursacht eine intensive Braunfäule, durch welche die Bruchsicherheit erheblich beeinträchtigt werden kann. Da die Fäule nur das Kernholz betrifft und das Splintholz erst in einem sehr späten Stadium angreift, wirkt der Baum äußerlich noch vital, obwohl der Kern weitgehend faul sein kann. Darüber hinaus muss bei einer Fäule nach WOHLERS et al. (2001) beachtet werden, dass sie sich im Kernholz bis weit in die Hauptkronenäste ausdehnen kann. Hierdurch besteht insbesondere bei Eichen mit weitausladenden Starkästen die Gefahr von Astabbrüchen bzw. –ausbrüchen.

Deswegen müssen durch den Schwefelporling befallene erhaltenswerte Bäume eingehend auf ihre vorhandene Restwandstärke geprüft werden. Ist die gesunde Restwandstärke nach der VTA-Regel stark genug, so kann der Baum belassen werden. In Grenzfällen ist es möglich, durch baumpflegerische Maßnahmen die Bruchsicherheit wieder herzustellen. Befallene Bäume sind von nun an halbjährlich eingehend zu untersuchen.

Bäume mit rein forstwirtschaftlichem Wert sollten bei begründetem Verdacht auf eine ausgedehnte Fäule dem Bestand entnommen werden, da der Aufwand einer eingehenden Untersuchung in keinem wirtschaftlichen Verhältnis zu seinem Erhalt steht.

Spechtlöcher/Nisthöhlen

In Stämmen, Stämmlingen oder stärkeren Ästen können Öffnungen von Spechtlöchern oder anderen Nisthöhlen vorhanden sein.



(DUJESIEFKEN et al. 2005)

Maßnahmen:

Ob sich hinter der Öffnung tatsächlich eine Höhlung befindet oder ob es sich lediglich um ein kleines Loch handelt, kann i. d. R. nicht vom Boden aus beurteilt werden. Liegt eine Höhlung vor, ist dies stets ein Anzeichen für eine Fäule, da Spechte ihre Höhlen normalerweise nur in weiches, von holzzerstörenden Pilzen zersetztes Holz bauen. Da die Nisthöhlen oftmals annähernd den gleichen Durchmesser haben, sind Spechthöhlen in dünneren Stämmen bzw. Stämmlingen grundsätzlich kritischer einzustufen als in Stämmen mit großen Durchmessern.

An Eichen ist bei Vorhandensein von Nisthöhlen nach DUJESIEFKEN et al. (2005) typischerweise von einer Braunfäule im Kernholz auszugehen.

Das genaue Ausmaß der Fäule sollte bei erhaltenswerten Bäumen mittels Resistographen untersucht werden. Ist die verbleibende Restwandstärke nach der VTA-Regel zu gering, so muss der Ast/Stämmling entfernt, oder wenn die Höhle im Stamm liegt, der Baum gefällt werden. Ist die gesunde Restwandstärke stark genug, so kann der Baum/Ast belassen werden. In Grenzfällen ist es möglich, durch baumpflegerische Maßnahmen die Bruchsicherheit wieder herzustellen. Befallene Bäume sind von jetzt an halbjährlich eingehend zu untersuchen.

Bäume mit rein forstwirtschaftlichem Wert sollten bei begründetem Verdacht auf eine ausgedehnte Fäule dem Bestand entnommen werden, da der Aufwand einer eingehenden Untersuchung in keinem wirtschaftlichen Verhältnis zu seinem Erhalt steht.

Stammrisse

An Eichen zeigen sich im Stamm oftmals in Längsrichtung verlaufende Risse. Ursächlich für Stammrisse sind nach DUJESIEFKEN et al. (2005) i. d. R. Schwachstellen im Holzkörper (z. B. alte Wunden), die im Winter aufgrund der thermischen Kontraktion ein Aufreißen bzw. Weiterreißen des Stammes von innen nach außen bewirken – sie werden daher häufig auch als „Frostrisse“ bezeichnet. Erst dann, wenn ein Riss das Kambium und die Rinde erreicht, wird er von außen als Stammriss erkennbar (siehe *Acer*, S. 60).

Totholz

Eichen bilden unabhängig von der Vitalität sowohl im Inneren als auch im unteren Kronenbereich infolge von Lichtmangel häufig Totholz aus.

Maßnahmen:

Zur Herstellung der Bruchsicherheit müssen laut DUJESIEFKEN et al. (2005) alle Totäste, die an der Astbasis dicker als 5 cm sind, entfernt werden. Dies gilt jedoch nicht für alle Bereiche (siehe Kapitel 3.4).

Wulst (Konvexität)

Wülste am Stamm zeugen von einer erhöhten Materialanlagerung des Bau-

mes in diesem Bereich und deuten somit auf einen Defekt hin, der kompensiert werden soll. Hierbei wird zwischen drei verschiedenen Wulstarten unterschieden:

1. Ringwulst aufgrund einer symmetrisch zur Stammachse verlaufenden Fäule,
2. Beule aufgrund einer einseitigen, randnahen Faulhöhle und
3. Wulst als Reparaturwuchs bei Faserknicken (siehe *Tilia*, S. 150).

Wunden/Höhlungen

Alte Eichen weisen oftmals große Wunden, z. B. durch Astausrisse auf. In vielen Fällen entwickelt sich ausgehend von den Wunden eine Kernfäule im Stamm oder in stärkeren Ästen, wodurch im Laufe der Zeit auch größere Höhlungen entstehen können. Häufig weisen diese keine Öffnungen auf und sind somit durch eine Sichtkontrolle nicht feststellbar. Es können aber andere Anzeichen auf eine Kernfäule hindeuten, wie z. B. Spechtlöcher (siehe *Quercus*, S. 107), auffällige Stammverdickungen (siehe *Picea*, S. 130) oder auch braunes Bohrmehl (siehe *Quercus*, S. 98) am Stamm oder auf dem Boden (vgl. DUJESIEFKEN et al. 2005).

Maßnahmen:

Wenn oben beschriebene Hinweise auf eine Höhlung des Stammes vorgefunden werden, kann deren Vorhandensein mithilfe der Klangprobe ermittelt werden. Bestätigt sich der Verdacht auf eine Höhlung im Stamm, so muss deren Ausmaß z. B. mit dem Resistographen bestimmt werden. Beim Vorhandensein einer Höhlung im Stamminneren ohne Öffnung nach außen kann laut DUJESIEFKEN et al. (2005) davon ausgegangen werden, dass das Splintholz noch über längere Zeit intakt bleibt, da es von den typischen Kernholzzerstörern der Eiche (Schwefelporling (*Laetiporus sulphureus*), siehe S. 105, Eichenwirrling (*Daedalea quercinea*), siehe S. 102 oder Ochsenzunge (*Fistulina hepatica*), siehe S. 90) nicht, bzw. erst im Spätstadium eines Befalls angegriffen wird. Ist die gesunde Restwandstärke nach der VTA-Regel stark genug, so können erhaltenswerte Bäume belassen werden. In Grenzfällen ist es möglich, durch baumpflegerische Maßnahmen die Bruchsicherheit wieder herzustellen. Bäume mit ausgeprägten Höhlungen sind von nun an halbjährlich eingehend zu untersuchen.

Bäume mit rein forstwirtschaftlichem Wert sollten bei begründetem Verdacht auf eine ausgedehnte Höhlung dem Bestand entnommen werden, da der Aufwand einer eingehenden Untersuchung in keinem wirtschaftlichen Verhältnis zu seinem Erhalt steht.

4.8 *Esche (Fraxinus)*

4.8.1 Baumbiologie

Die Lebenserwartung der Esche beträgt laut DUJESIEFKEN et al (2005) nicht mehr als 200 Jahre. Eschen bilden im Alter häufig einen Falschkern aus (siehe *Acer*). Die Verfärbung ist bräunlich bis olivefarben und unregelmäßig ausgebildet. Der Falschkern hebt sich deutlich vom außen liegenden weißlichen Holz ab, wobei der Übergang nicht immer scharf abgegrenzt ist. Eschen besitzen ein ringporiges Holz (siehe *Quercus*). Sowohl die Frühholzgefäße als auch die Jahrringgrenzen sind mit bloßem Auge erkennbar.

Hinsichtlich der Wundreaktion zählen Eschen nach DUJESIEFKEN et al (2005) zu den schwach abschottenden Baumarten. Während kleine Wunden meist noch engräumig abgeschottet werden, nimmt die Effektivität der Abschottung mit zunehmender Wundgröße deutlich ab. Dies ist vor allem dann der Fall, wenn Wunden bis in den Falschkern reichen.

4.8.2 Schadsymptome und Auffälligkeiten am Stammfuß und an Wurzeln

Hallimasch (*Armillaria ssp.*)

Der Hallimasch besitzt verschiedene Besiedelungsstrategien (siehe *Picea*, S. 121).

Da die Esche laut DUJESIEFKEN et al. (2005) zu den schwach abschottenden Baumarten gehört, kann der Hallimasch hier zu einer erheblichen Beeinträchtigung der Verkehrssicherheit führen.

Lackporling (*Ganoderma ssp.*)

Lackporlinge verursachen als Wund- oder Schwächeparasiten eine Weißfäule im Wurzelstock und Stammfuß (siehe *Fagus*, S. 72).

Stammfußverdickungen/Flaschenhals

Stammfußverdickungen stellen Reparaturanbauten dar, welche auf eine Stockfäule im Stamminneren hindeuten (siehe Stockfäule ohne vorhandene Pilzfruchtkörper).

Stockfäule ohne vorhandene Pilzfruchtkörper

Eschen neigen in höherem Alter zu Fäulen im Stammfuß und Wurzelstock. Dabei wird das Erkennen einer Stockfäule dadurch erschwert, dass sich oftmals keine Fruchtkörper des verursachenden Pilzes zeigen.

Ein Hinweis auf eine Fäule kann z. B. eine Stammfußverdickung sein, auch Flaschenhals genannt. Eine solche Verdickung ist nach DUJESIEFKEN et al. (2005) jedoch typisch für ältere Eschen und stellt allen kein Anzeichen

für einen Schaden dar. Starke Verdickungen können jedoch darauf hindeuten, dass im Wurzelstock bzw. im unteren Stamm eine Fäule vorliegt. Der Baum versucht durch einen verstärkten Holzzuwachs den im Innern stattfindenden Holzabbau auszugleichen (sog. Kompensationswachstum). Weitere Anzeichen für eine Fäule können laut DUJESIEFKEN et al. (2005) abgestorbene Rindenpartien oder auch Höhlungsöffnungen sein...

An Esche können als Fäuleerreger z. B. Lackporling (*Ganoderma ssp.*, siehe *Fagus*, S. 72) oder Hallimasch (*Armillaria ssp.*, siehe *Picea*, S. 121) in Frage kommen.

Maßnahmen:

Wenn der Baum dem Holzabbau im Innern nicht mehr durch neu gebildetes Holz ausgleichen kann, ist seine Stand- bzw. Bruchsicherheit gefährdet. Deswegen muss bei erhaltenswerten Bäumen mit Verdacht auf eine Fäule die Dicke ihrer gesunden Restwandstärke ermittelt werden. Beträgt diese weniger als das von der VTA-Methode geforderte Drittel des Stammes, so muss der Baum gefällt werden. Ist die gesunde Restwandstärke nach der VTA-Regel stark genug, so kann der Baum belassen werden. In Grenzfällen kann durch baumpflegerische Maßnahmen die Bruchsicherheit wiederhergestellt werden. Befallene Bäume sind von nun an halbjährlich eingehend zu untersuchen. Bäume mit rein forstwirtschaftlichem Wert sollten bei begründetem Verdacht auf eine ausgedehnte Fäule dem Bestand entnommen werden, da der Aufwand einer eingehenden Untersuchung in keinem wirtschaftlichen Verhältnis zu seinem Erhalt steht.

4.8.3 Schadsymptome und Auffälligkeiten an Ästen und am Stamm

Ausbruchswunden

An Eschen können relativ lange Ausbruchswunden vorhanden sein. Dies ist darauf zurückzuführen, dass V-förmige Vergabelungen mit eingewachsener Rinde über mehrere Meter einreißen können, bevor es zum Ausbruch kommt (siehe *Fagus*, S. 81).

An Eschen ist die Größe dieser Wunden in Verbindung mit dem schwachen Abschottung laut DUJESIEFKEN et al (2005) besonders kritisch einzustufen.

Eschenkrebs

Bei Eschen können am Stamm und an den Ästen bis zu mehrere Dezimeter breite Rindenaufplatzungen und Rindennekrosen auftreten. Hierbei handelt es sich um eine Krebserkrankung der Esche. Diese kann nach DUJESIEFKEN et al. (2005) entweder durch einen Pilz, oder durch einen bakteriellen Erreger verursacht werden.

„Der durch den pilzlichen Erreger *Nectria galligena* verursachte Nectria-



(RUTHE 2006)

Krebs beginnt i. d. R. im Bereich eines ehemaligen Astansatzes. Hier kommt es zur Ausbildung von oval geformten Rinden- und Kambialnekrosen. Abwehrreaktion des Baumes ist es, diese Stellen von den Seiten zu überwallen. Im Laufe der Zeit entstehen bis zu 30 cm breite und mehrere cm tiefe Wunden. Die roten, stecknadelkopfgroßen Fruchtkörper des Pilzes sind meist auf den abgetöteten Wundrändern erkennbar. Durch die Krebserkrankung tritt zwar keine direkte Beeinträchtigung des Baumes ein, doch werden durch die Wunden Eintrittspforten für holzzerstörende Pilze geschaffen... Bei der durch das Bakterium *Pseudomonas syringae ssp. savastanoi pv. fraxini* verursachten Befallsstellen des Bakterien-Krebses handelt es sich um ungleichmäßige, nach außen ausgebildete Wucherungen mit einer korkartigen Konsistenz. Eintrittspforten für die Bakterien sind sowohl Wunden als auch Lentizellen und Blattnarben. Das ungleichmäßige Erscheinungsbild entsteht dadurch, dass die Überwallung der Wunden immer wieder durch die Bakterientätigkeit in der Rinde gestört wird (DUJESIEFKEN et al. 2005).“

Maßnahmen:

Von den mit Bakterien-Krebs infizierten Eschen geht keine direkte Gefahr für die Verkehrssicherheit aus. Die mit dem Nectria-Krebs befallenen erhaltenswerten Eschen sollten wegen der Gefahr eines Befalls durch holzzerstörende Pilze über die Krebswunden regelmäßig auf Pilzbefall und damit einhergehende Faulstellen kontrolliert werden. Die Faulstellen sind, wie bei den betreffenden Pilzarten beschrieben, zu untersuchen.

Bäume mit rein forstwirtschaftlichem Wert sollten bei einem Befall mit Eschenkrebs dem Bestand entnommen werden, da es keine Möglichkeit gibt, den Krebs zu bekämpfen und somit der Befallsdruck im Bestand laut DUJESIEFKEN et al. (2005) wenigstens reduziert werden kann. Außerdem steht der Aufwand einer eingehenden Untersuchung bei einer möglichen Fäule in keinem wirtschaftlichen Verhältnis zu seinem Erhalt.

Rippenbildung

Rippen sind fast ausschließlich die Folge von radial verlaufenden Längsrissen. Sie geben keinen Aufschluss darüber, wie der Riss entstanden ist, sondern stellen eine Reparaturanbaute dar (siehe *Acer*, S. 59).

Schuppiger Porling (*Polyporus squamosus*)



(KRIEGLSTEINER 2000)

Aussehen:

Die jungen Fruchtkörper des Schuppigen Porlings sind erst rundlich bis knollig und breiten sich dann seitlich aus. Die ausgewachsenen Fruchtkörper sind fächer- bis flachtrichterförmig, bisweilen auch nieren-, muschel- oder zungenförmig. Sie sind unregelmäßig hutförmig gestielt. Im Alter werden sie oft von Maden angefressen und sehen dann sehr unansehnlich aus. Ihre Oberseite ist anfangs gelb bis ockergelb und später blass-bräunlich mit dunkelbraunen Schuppen. Die Schuppen sind konzentrisch angeordnet, flach anliegend und haften nur schwach an der Oberfläche an (ablösbar). Der Rand ist meist durchgehend ausgebildet, bisweilen jedoch stellenweise gelappt und oftmals umgebogen. Die Unterseite ist anfangs ebenfalls gelb bis hell-ockergelb, verblasst später jedoch weißbräunlich. Die Poren sind zunächst fein, werden aber zunehmend weitmaschiger und sind dann mit dem bloßen Auge gut zu erkennen. Das Fleisch ist anfangs weich und saftig und richt frisch nach Mehl oder Gurken. Später wird es korkig und fest. Die Stiele sind kurz und kräftig

und haften fest am Substrat an. Sie sind im oberen Abschnitt weißlich gelb, schwach schuppig und an der Basis dunkel berindet (vgl. DENGLER 2002). Die Fruchtkörper des Schuppigen Porlings werden nach JAHN (2005) 10 bis 30cm breit und bis zu 15 cm dick. Sie erreichen dann ein Gewicht bis zu 2 kg.

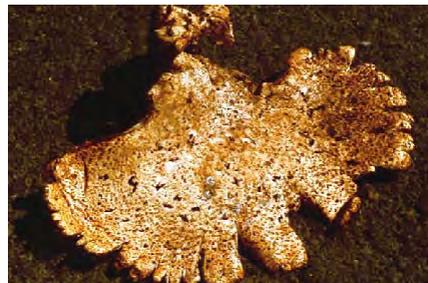
Die Basidiosporen sind laut DENGLER (2002) länglich-elliptisch bis zylindrisch und einzellig. Sie sind farblos und messen 10-16 x 4-6 µm.

Unterseite:



(DENGLER 2002)

Oberseite:



(DENGLER 2002)

Unterseite:



(DENGLER 2002)

Auftreten:

Die einjährigen schnellwüchsigen Fruchtkörper wachsen von April bis Oktober/November. Sie sitzen einzeln oder in übereinander angeordneten Gruppen überwiegend am Stamm oder an Stämmlingen, aber auch an Starkästen in größerer Kronenhöhe. Selten wachsen sie auch am Stammfuß (vgl. DENGLER 2002).

Schadensbild:

„Der Schuppige Porling gilt als Erreger einer intensiven Weißfäule. Da bevorzugt Kernholz abgebaut wird, bleiben die versorgungsrelevanten Gefäße im Splintholz erhalten. Somit können infizierte Bäume trotzdem eine volle und satte Krone aufweisen, obwohl ihre tragfähige Restwandung nicht mehr den statischen Anforderungen genügt. Da der Schuppige Porling bevorzugt diejenigen Bestandteile abbaut, welche die Querfestigkeit im Holz bewirken (Holzstrahlen, Längsparenchym), kommt es bereits im frühen Befallsstadium zu einer deutlichen Zunahme der Torsionsanfälligkeit (Sprödbbruch). Aus diesem Grund versagen befallene Stämmlinge oder Starkäste, bevor der Baum auf seine innere Schwächung hin wirksame Gegenmaßnahmen ergreifen kann. Da die Weißfäule zudem vielfach rasch voranschreitet, kommen die betroffenen Bäume meist nicht über das erste Stadium der Reaktionsholz-

bildung (helle Zuwachsstreifen im Rindengewebe unter den Borkenplatten) hinaus (DENGLER 2002).“

Lebensweise:

Der Schuppige Porling besiedelt als Parasit das Kernholz von Starkästen, Stämmlingen und Stämmen. Selten wächst er saprophytisch an wenig bis stark zersetztem Totholz wie z. B. Stubben (vgl. DENGLER 2002).

Infektion:

Der Schuppige Porling besiedelt laut DENGLER (2002) mit seinen Basidiosporen das Kernholz von Starkästen, Stämmlingen und Stämmen über Austauschbrüche und Astungsschnitte.

Fäuleart:

Der Schuppige Porling gilt als ein Erreger einer intensiven Weißfäule, welche im Zentralzylinder des Holzkörpers (Kernholz, Reifholz, Falschkern) laut DENGLER (2002) eine intensive Holzzerstörung verursacht. Im späten Abbaustadium verfügt das Holz dann über eine faserig-weiche Konsistenz.

Wirtsspektrum:

Der Schuppige Porling kommt laut WOHLER et al. (2001) an zahlreichen Laubhölzern, bevorzugt an Esche (*Fraxinus*), Ahorn (*Acer*), Linde (*Tilia*) Rosskastanie (*Aesculus*), Buche (*Fagus*), Weide (*Salix*), Pappel (*Populus*) und Ulme (*Ulmus*) vor.

Verwechslungsmöglichkeiten:

Der Schuppige Porling kann nach DENGLER (2002) mit dem Klumpigen Porling (*Polyporus tuberaster*) verwechselt werden. Dessen Fruchtkörper sind jedoch maximal 7 cm breit, cremefarben und am Hutrand gewimpert. Außerdem ist ihre Hutoberseite mit faserig abstehenden, dunklen Schuppen überzogen.

Im Anfangsstadium kann er laut WOHLERS et al. (2001) außerdem mit dem Schwefelporling (*Laetiporus sulphureus*, siehe *Quercus*, S. 105) verwechselt werden.

Maßnahmen:

Der Schuppige Porling ist ein typischer Wundparasit, der im Stamm sowie in den stärkeren Ästen eine intensive Weißfäule im Kernholz verursacht. Da wie bereits beim Schadbild beschrieben, hauptsächlich die Holzstrahlen und das Längsparenchym abgebaut werden, welche die Querfestigkeit im Stamm bewirken, ist diese Fäule besonders gefährlich für die Bruchsicherheit. So können die Stämme, Stämmlinge oder Starkäste optisch noch vitaler Bäume plötzlich durch Sprödbbruch versagen, da die Krone durch das noch intakte Splintholz bis zum Versagensfall weiterhin mit Wasser und Nährstoffen versorgt wird. Aufgrund dieser Tatsache müssen erhaltenswerte Bäume bei einem Befall mit dem Schuppigen Porling eingehend auf ihre Bruchsicherheit untersucht werden. Dies geschieht am zweckmäßigsten mit dem Resistographen. Ist die gesunde Restwandstärke nach der VTA-Regel stark genug, so kann der Baum belassen werden. In Grenzfällen ist es möglich, durch baum-

pflegerische Maßnahmen die Bruchsicherheit wieder herzustellen. Mit dem Schuppigen Porling befallene Bäume sind von nun an halbjährlich eingehend zu untersuchen.

Bäume mit rein forstwirtschaftlichem Wert sollten bei begründetem Verdacht auf eine ausgedehnte Fäule dem Bestand entnommen werden, da der Aufwand einer eingehenden Untersuchung in keinem wirtschaftlichen Verhältnis zu seinem Erhalt steht.

Spechtlöcher/Nisthöhlen

Befinden sich an Eschen im Stamm oder in Stämmlingen Spechtlöcher oder andere Öffnungen von Nisthöhlen, deutet dies auf eine Fäule im Holzkörper hin (siehe *Quercus*, S. 107).

Bei Eschen handelt es sich dann laut DUJESIEFKEN et al. (2005) meist um sehr umfangreiche Fäulen.

Stammrisse

Ältere Bäume, vor allem solche mit größeren, eingefaulten Astungswunden oder Kappstellen, zeigen am Stamm oft in Längsrichtung verlaufende Risse. Ursächlich für Stammrisse sind nach DUJESIEFKEN et al. (2005) i. d. R. Schwachstellen im Holzkörper (z. B. alte Wunden), die im Winter aufgrund der thermischen Kontraktion ein Aufreißen bzw. Weiterreißen des Stammes von innen nach außen bewirken – sie werden daher häufig auch als „Frostrisse“ bezeichnet. Erst dann, wenn ein Riss das Kambium und die Rinde erreicht, wird er von außen als Stammriss erkennbar (siehe *Acer*, S. 60).

Typisch für Esche sind laut DUJESIEFKEN et al. (2005) mehrere, leicht versetzt stehende Risse. Häufig zeigen die Stammrisse auch einen nässenden Ausfluss.

Unglücksbalken

Gerade in unteren Kronenbereichen entwickeln sich häufig weit ausladende Hauptkronenäste, die zunächst mehr oder weniger waagrecht vom Stamm abzweigen und sich anschließend nach oben krümmen. Durch die statisch ungünstige Wuchsform wirkt auf den gebogenen Astbereich eine große Last ein, so dass sich im Bereich der Biegung ein Längsriss bilden kann. Hierdurch kann es nach DUJESIEFKEN et al. (2005) zu einem Auseinanderbrechen bzw. Abdrehen des Astes kommen. Diese Äste werden nach MATTHECK, C. & BRELOER (1994) als Unglücksbalken bezeichnet.

An Esche ragen die Unglücksbalken laut DUJESIEFKEN et al (2005) häufig aus dem Kronenmantel heraus, wodurch eine Asymmetrie der Krone entsteht. Dies kann eine verstärkte Windbruchgefahr zur Folge haben (siehe *Acer* S. 62).

Vergabelungen mit eingewachsener Rinde/Zwiesel

Bei Eschen kommen relativ häufig Druckzwiesel mit eingewachsener Rinde

vor. Dies ist laut DUJESIEFKEN et al (2005) meist zwischen zwei gleichberechtigten Stämmlingen der Fall. Zwischen Stamm und Ast kommen die Druckzwiesel bei Esche selten vor. Die Vergabelungen reißen bei Eschen oft über mehrere Meter ein (siehe *Acer*, S. 63).

Wulst (Konvexität)

Wülste am Stamm zeugen von einer erhöhten Materialanlagerung des Baumes in diesem Bereich und deuten somit auf einen Defekt hin, der kompensiert werden soll. Hierbei wird zwischen drei verschiedenen Wulstarten unterschieden:

1. Ringwulst aufgrund einer symmetrisch zur Stammachse verlaufenden Fäule,
2. Beule aufgrund einer einseitigen, randnahen Faulhöhle und
3. Wulst als Reparaturwuchs bei Faserknicken (siehe *Tilia*, S. 150).

Zottiger Schillerporling (*Inonotus hispidus*)



(KRIEGLSTEINER 2000)

Aussehen:

Die jungen Fruchtkörper des Zottigen Schillerporlings sind polster- bis knollenförmig und raschwüchsig. Die alten Fruchtkörper werden konsolen-, zuweilen aber auch hufförmig. Ihre Oberseite ist anfangs gelblich bis rostrot, später wird sie auffallend rostorange gelb bis braun. Erst nach dem Absterben wird der Fruchtkörper schwarz und holzkohleartig. Er ist zunächst mit einem wolligen Filz überzogen, dieser wird später zottig und stellenweise verkahlt die Oberfläche auch, bis sie im Alter fast gänzlich kahl ist. Insgesamt ist die Oberfläche des Zottigen Schillerporlings schwach wellig bis höckerig. Der Rand schließt den Hut relativ flach nach außen ab und seine ursprüngliche Färbung bleibt selbst im reifen Zustand erhalten. Seine Unterseite ist gelblich

braun und bei Berührung färben sich die Druckstellen dunkel. Das Fleisch des Zottigen Schillerporlings ist rostgelb bis rostbraun und von gelblichen bis braunen, unterschiedlich dicken Hyphen mit Querwänden durchzogen. Zunächst ist das Fleisch weich und schwammig, da drei Viertel seines Volumens aus Wasser bestehen, welches dem umliegenden Holzgewebe entzogen wurde. Deswegen lässt sich der Fruchtkörper im jungen Zustand auch wie ein nasser Schwamm ausdrücken. Im Alter wird er dann aber korkig, saftlos und brüchig (vgl. DENGLER 2002). Das Fleisch sowie die Röhren des Zottigen Schillerporlings verfärben sich laut DENGLER (2002) bei Berührung mit Kalilauge schwarz.

Die Fruchtkörper werden 10 bis 40 cm breit und bis zu 15 cm dick.

Seine Basidiosporen sind kurzelliptisch, einzellig und dickwandig. Sie sind gelblich-braun und messen 8-12 x 6-9 µm (vgl. DENGLER 2002).

Oberseite alter Fruchtkörper:



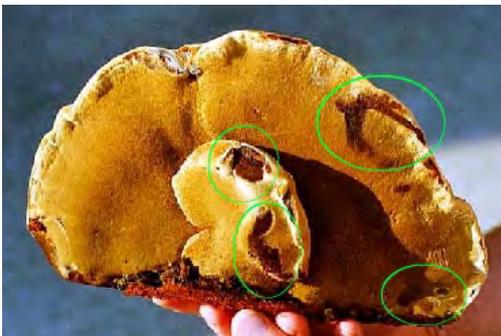
(DENGLER 2002)

Oberseite Fruchtkörper:



(DENGLER 2002)

Unterseite (druckempfindlich):



(DENGLER 2002)

Unterseite Detail:



(DENGLER 2002)

Auftreten:

Die Fruchtkörper des Zottigen Schillerporlings sind einjährig, verbleiben aber im abgestorbenen Zustand häufig noch bis zu einem weiteren Jahr am Baum. Sie wachsen von Juli bis Oktober und stehen einzeln oder in Gruppen. Meist sind sie in der Krone an Starkästen oder Stämmlingen zu finden, seltener wachsen sie auch am Stamm (vgl. DENGLER 2002).

Da sie wärmeliebend sind, fruktifiziert der Zottige Schillerporling nach WOHLERS et al. (2001) in Süddeutschland häufiger als in Norddeutschland.

Schadensbild:

Der Zottige Schillerporling greift das Splintholz und das Kambium an. Als Reaktion auf den Abbau des Kambiums können an infizierten Ästen oder Stammteilen bis zu 10 Meter lange Rindennekrosen auftreten.

„Das durch den stammbürtigen Pilz befallene Holz wird weich und schwammig. In diesem entstehen vielfach feine, aus weißlichen Längs- und Querstreifen bestehende Muster auf dunklem Grund. In Abhängigkeit vom Wirt zeigen dünne schwarze oder dunkle, lilarote Reaktionszonen mit gummiartigen Einlagerungen das radiale Befallsausmaß an. Vielfach treten diese Reaktionszonen im Splitholz mehrfach hintereinander auf. Dazwischen findet allerdings Holzabbau statt, so dass diese Mehrfachbarrieren nicht besonders widerstandsfähig sein müssen.

Am Beispiel des Zottigen Schillerporlings wird besonders deutlich, dass das Holzabbaumuster auch vom jeweiligen Wirt abhängt. Während der Pilz bei Esche die Holzstrahlen abbaut, lässt er diese bei Platane weitgehend unverehrt. Ursache hierfür ist sehr wahrscheinlich die unterschiedliche Beschaffenheit der Holzstrahlen in Abhängigkeit von der jeweiligen Baumart. Somit lässt die Querfestigkeit bei befallenem Eschenholz deutlich nach..., während Platanenholz bei gleicher Befallsintensität eine sehr viel höhere Querfestigkeit aufweist und auch keine circumferentiellen Rissbildungen zulässt (DENGLER 2002).“

Lebensweise:

Der Zottige Schillerporling lebt als Wundparasit im Kernholz von Starkästen und Stämmlingen, selten auch am Stamm. Außerdem lebt er saprophytisch an frisch abgestorbenem Holz (vgl. DENGLER 2002).

Infektion:

Die Basidiosporen des Zottigen Schillerporlings besiedeln ihre Wirte über frische Wunden, wie z. B. Astabschnittsflächen. Diese können laut DENGLER (2002) sogar von relativ kleinem Durchmesser sein, so dass schon die Astabschnittsflächen von Schwach- bis Grobästen für eine Besiedelung ausreichen.

Fäuleart:

Der Zottige Schillerporling erzeugt gewöhnlich eine simultane Weißfäule. Stellt der Wirt aber der Hyphenausbreitung chemische und physische Barrieren wie z. B. Einlagerung von Polyphenolen und Gefäßvertyllung entgegen, schaltet der Pilz laut SCHWARZE et al. (1999) auf Moderfäule um. Hierbei dringt er in die Sekundärwand ein und setzt in diesem ungeschützten Bereich sein Wachstum fort. Hat er auf diese Weise die Abschottungszone des Baumes umwachsen, stößt er wieder in das Lumen vor und setzt dort seinen Holzabbau durch simultane Weißfäule fort. Der Pilz wechselt sein Abbaumuster nach der Umwachsung der Abschottungszone wieder, da er durch die simultane Weißfäule das Holz rascher und umfassender abbauen kann, als es ihm durch die Moderfäule möglich ist. Die Möglichkeit des Umschaltens von einer auf eine andere Fäuleart wird als duale Holzersetzungstrategie bezeichnet.

Wirtsspektrum:

Der Zottige Schillerporling kommt an Laubbaumarten, insbesondere an Obstgehölzen vor. Er besiedelt häufig Apfelbaum (*Malus*), Esche (*Fraxinus*) und Platane (*Platanus*), befällt aber seltener auch Ulme (*Ulmus*), Bergahorn (*Acer*) und Linde (*Tilia*) (vgl. DENGLER 2002).

Verwechslungsmöglichkeiten:

Laut WOHLERS et al. (2001) bestehen keine naheliegenden Verwechslungsmöglichkeiten mit anderen Pilzen.

Maßnahmen:

Wie bereits beim Schadensbild erläutert, ist der Zottige Schillerporling gerade an Esche als sehr gefährlich einzustufen, da er die Holzstrahlen im Eschenholz abbaut und damit die Querfestigkeit des Holzes stark vermindert. Laut WOHLERS et al. (2001) sterben die Bereiche hinter dem geschädigten Kambium ab, sofern diese nicht schon durch die Fäule geschädigt wurden, so dass es neben dem Holzabbau auch zu großflächigen Nekrosen kommen kann.

Da die Nekrosen oft auf der Oberseite von Ästen zu finden sind, sollte die Baumuntersuchung kritischer Bäume am besten im unbelaubten Zustand und ggf. aus weiterer Entfernung mit dem Fernglas durchgeführt werden.

So müssen neben den durch gesichtete Pilzfruchtkörper definitiv befallenen erhaltenswerten Bäumen auch Bäume mit größeren Nekrosen auf Fäule und ggf. deren Umfang untersucht werden. Ist die gesunde Restwandstärke nach der VTA-Regel stark genug, so kann der Baum belassen werden. In Grenzfällen ist es möglich, durch baumpflegerische Maßnahmen die Bruchsicherheit wieder herzustellen. Mit dem Zottigen Schillerporling befallene Bäume sind von nun an halbjährlich eingehend zu untersuchen.

Bäume mit rein forstwirtschaftlichem Wert sollten bei einem Befall mit dem Zottigen Schillerporling dem Bestand entnommen werden, da der Aufwand einer eingehenden Untersuchung in keinem wirtschaftlichen Verhältnis zu seinem Erhalt steht.

4.9 Fichte (*Picea*)

4.9.1 Baumbiologie

Die Fichte hat nach ERLEBECK et al. (1998) eine Umtriebszeit von 80 bis 140 Jahren, kann aber bis zu 600 Jahre alt werden.

Das Holz der Fichte besitzt keinen Kern (sog. Reifholz). Es ist sehr hell, weißlich, gelblich bis hell bräunlich und harzreich. Die einzelnen Jahresringe sind mit bloßem Auge zu erkennen und das Spätholz ist deutlich dunkler und auch härter als das Frühholz. Laut WESSOLY & ERB (1998) schottet die Fichte Verletzungen mäßig bis schlecht ab.

4.9.2 Schadsymptome und Auffälligkeiten am Stammfuß und an Wurzeln

Hallimasch (*Armillaria ssp.*)

Armillaria mellea:



(JAHN 2005)

Früher wurde der Hallimasch in der Fachliteratur als eine Gattung geführt. Heute werden laut SCHWARZE et al. (2005) in Europa sieben verschiedene Gattungen differenziert, welche sich durch ihre:

- geographische Verbreitung,
- ökologische Position,
- mikroskopischen Merkmale,
- äußeren Erscheinungsmerkmale und ihre
- unterschiedliche Aggressivität gegenüber ihren Wirten unterscheiden.

„Der Honiggelbe Hallimasch (*Armillaria mellea*) besitzt ein breites Wirtsspektrum und befällt bevorzugt Laubbäume. An diesen tritt er gelegentlich als sehr aggressiver Primärparasit auf. Häufiger besiedelt er jedoch geschwächte Bäume. Dagegen besiedelt der Dunkle Hallimasch (*Armillaria obscura*) neben Laubbäumen sehr stark Nadelbäume. Hier kann er als aggressiver Primärparasit vor allem junge Nadelbäume (6-8 Jahre) binnen weniger Wochen abtöten. Der Gelbschuppige Hallimasch (*Armillaria gallica*), der Keulige Hallimasch (*Armillaria cepistipes*) und der Nördliche Hallimasch (*Armillaria borealis*) treten entweder saprophytisch an abgestorbenen oder an geschwächten Bäumen auf (SCHWARZE et al. 1999).“

Aufgrund der Gattungsvielfalt beschränkt sich die nachfolgende Beschreibung weitgehend auf die allgemeinen Merkmale des Hallimasch.

Die jungen Fruchtkörper des Hallimasch besitzen einen halbkugeligen Hut mit nach innen gebogenem Rand. Seine Lamellen sind von einem weißlichen bis gelblichen Häutchen vom Hutrand bis zum Stiel überspannt. Dieses reißt beim Wachstum des Hutes auf und lässt am Stiel einen Hautring zurück. Die alten Fruchtkörper besitzen einen flach gewölbten, im Alter zunehmend ausgebreiteten Hut, der meist leicht stumpf gebuckelt ist. Beim Dunklen Hallimasch (*Armillaria obscura*) ist der Hut in der Mitte mit zahlreichen dunklen zottigen Schuppen besetzt. Die Oberseite des Hutes ist gelblichbraun bis braun, zuweilen aber auch weißlich, olivefarben, rötlich oder grauschwärzlich. Sie ist feinschuppig bis faserig. Der Rand des Hallimasch ist anfangs eingerollt und vor allem im Alter vielfach gerieft bis gewellt. Seine Unterseite ist zunächst weißlich, später gelblich, bräunlich oder rötlich und oft mit Sporen bestäubt. Die weitstehenden Lamellen laufen am Stiel kurz herab. Die Stiele sind eng mit benachbarten Stielen verwachsen und oft gekrümmt. Oberhalb des Häutchens sind sie vielfach weißlich und gerieft, unterhalb des Häutchens sind sie gelblich bis braun oder dunkel oliv. Beim Dunklen Hallimasch (*Armillaria obscura*) ist der Stiel braun getigert. Sein Fleisch ist weißlich bis hellbräunlich und fest (vgl. DENGLER 2002).

Die Fruchtkörper werden 3 bis 12 cm breit und erreichen eine Höhe von bis zu 15 cm.

Seine Basidiosporen sind elliptisch, einzellig und farblos. Sie messen 7-11 x 5-7 µm (vgl. DENGLER 2002).

Stiel:



(DENGLER 2002)

Unterseite:



(DENGLER 2002)

Auftreten:

Die einjährigen Fruchtkörper des Hallimasch erscheinen von Mitte September

bis Ende Oktober in großen Büscheln am Stammfuß und Wurzelhals. Nach den ersten Frösten zerfallen sie rasch (vgl. DENGLER 2002).

Schadensbild:

Der Hallimasch besitzt je nach Unterart und Wirt verschiedene Zersetzungsstrategien. Wenn der Hallimasch das Kambium der Bäume befällt, bildet er dort ein Flächenmycel aus. Der so infizierte Baum weist erst deutliche Vitalitätsmängel auf und stirbt dann innerhalb weniger Wochen ab.

Außerdem kann der Hallimasch neben einer Wurzel- und Stockfäule auch eine Kernfäule hervorrufen. Hierbei treten typische Schadbilder entweder verzögert oder gar nicht auf.

Infizierte Nadelbäume reagieren oft mit starkem Harzaustritt (vgl. DENGLER 2002).

Lebensweise:

Der Hallimasch lebt laut JAHN (2005) sowohl als Schwächeparasit an lebenden Bäumen, als auch als Saprophyt auf Baumstubben oder Pfählen. Der Honiggelbe Hallimasch (*Armillaria mellea*) und der Dunkle Hallimasch (*Armillaria obscura*) treten aber laut SCHWARZE et al. (1999) auch als sehr aggressive Primärparasiten an gesunden Bäumen auf.

Infektion:

Der Hallimasch verfügt über drei verschiedene Infektionswege:

Erstens besiedelt er Bäume mittels seiner Basidiosporen über Wunden am Stamm und an den Wurzeln.

Die Hauptausbreitung des Hallimasch geschieht über Rhizomorphen (wurzelähnliche Hyphenstränge). Diese entwickeln sich entweder im Boden oder in der Kambialzone von Bäumen.

Hierbei werden drei verschiedene Arten von Rhizomorphen unterschieden:

1. *Rhizomorpha subterranea*
Die Rhizomorpha subterranea sehen wie dünner schwarzer Draht aus und durchwachsen den Boden z. T. über große Distanzen. Sie befallen das Wurzelholz von Bäumen, welches durch andere Pilze schon zersetzt wurde.
2. *Rhizomorpha fragilis*
Die Rhizomorpha fragilis haben die Funktion von Infektionsnadeln, da sie die intakte Rinde von Wurzeln zu durchdringen vermögen und somit auch Bäume durch intakte Wurzeln hindurch infizieren können.
3. *Rhizomorpha subcorticalis*
Die Rhizomorpha subcorticalis sind platt und flächig und entwickeln sich innerhalb der Kambialzone der Bäume. Sie töten das befallene Kambium ab und wirken so als „Kambial Killer“. Bei einem Befall in Umfangsrichtung stirbt der Baum daher meist innerhalb kurzer Zeit ab. Vielfach breitet sich der Pilz aber auch vom Stammfuß über die Kambialzone nach oben aus. In einigen Fällen beschränkt sich der Befall jedoch auf das Wurzelwerk, so dass es zu einer Stockfäule kommt (vgl. DENGLER 2002).

Außerdem verbreitet er sich auch über Wurzelkontakt von Nachbarbäumen.

Fäuleart:

Der Hallimasch ist laut DENGLER (2002) ein Erreger einer überwiegend selektiven Weißfäule von mittlerer Zerstörungskraft. DENGLER (2002) beschreibt, dass sein Abbauverhalten anfänglich eher einer Braunfäule ähnelt, weil er zunächst nur die Hemicellulose und Cellulose abbaut. Erst später wird dann auch das Lignin abgebaut.

Wirtsspektrum:

Die verschiedenen Hallimasch-Arten besiedeln laut JAHN (2005) nahezu alle Laub- und Nadelgehölze. Während der Honiggelbe Hallimasch (*Armillaria mellea*) hauptsächlich Laubhölzer befällt, besiedelt der Dunkle Hallimasch (*Armillaria obscura*) vorwiegend Nadelhölzer.

Verwechslungsmöglichkeiten:

Der Hallimasch kann mit dem Sparrigen Schüppling (*Pholiota squarrosa*, siehe *Picea*, S. 127) verwechselt werden. Ein gutes Unterscheidungsmerkmal sind laut DENGLER (2002) die Hutschuppen, welche sich beim Hallimasch leicht abwischen lassen, beim Sparrigen Schüppling jedoch fest mit dem Hut verbunden sind und sich nicht abwischen lassen.

Maßnahmen:

Aus den oben beschriebenen Besiedlungsstrategien des Hallimasch ergeben sich für die Verkehrssicherheit unterschiedliche Gefährdungen. Wenn der Hallimasch durch die Rhizomorpha subcorticali das Kambium der Bäume befällt, so stirbt der Baum zwar relativ schnell ab, da das Mycel aber nur das Kambium abgetötet und keine Fäule im Stamm hervorgerufen hat, ist die Verkehrssicherheit mittelfristig nicht gefährdet.

Anders sieht es aus, wenn der Pilz eine Fäule im Holzkörper verursacht. Die durch den Hallimasch hervorgerufene intensive Weißfäule beschränkt sich meist auf die Wurzeln und den unteren Stammbereich. Diese Holzfäulen dehnen sich laut JAHN (2005) in gut abschottenden Baumarten wie Eiche (*Quercus*) oder Buche (*Fagus*) in der Regel nur wenig aus, so dass die Verkehrssicherheit meist nicht wesentlich gemindert wird. Bei weniger widerstandsfähigen Baumarten wie Pappeln (*Populus*) oder Fichten (*Picea*) können hingegen laut JAHN (2005) im Laufe der Zeit größere Holzfäulen entstehen, welche die Verkehrssicherheit erheblich beeinträchtigen können.

Trotzdem muss bei erhaltenswerten Bäumen mit Verdacht auf eine Fäule die Dicke ihrer gesunden Restwandstärke ermittelt werden, auch wenn diese zu den gut Fäule abschottenden Arten zählen. Beträgt die gesunde Restwandstärke weniger als das von der VTA-Regel geforderte Drittel des Stammes, so muss der Baum gefällt werden. Ist die gesunde Restwandstärke nach der VTA-Regel stark genug, so kann der Baum belassen werden. In Grenzfällen ist es möglich, durch baumpflegerische Maßnahmen die Standsicherheit wieder herzustellen. Der nächste Untersuchungstermin befallener Bäume richtet sich nach deren Abschottungskraft. So sind schwach abschottende Baumarten von nun an halbjährlich eingehend zu untersuchen, bei gut abschottenden

Baumarten ist hingegen eine eingehende Untersuchung im normalen Turnus ausreichend.

Bäume mit rein forstwirtschaftlichem Wert sollten bei begründetem Verdacht auf eine ausgedehnte Fäule dem Bestand entnommen werden, da der Aufwand einer eingehenden Untersuchung in keinem wirtschaftlichen Verhältnis zu seinem Erhalt steht.

Kiefern-Braunporling (*Phaeolus schweinitzii*)

Der Kiefern-Braunporling ist ein wurzelbürtiger, gefährlicher Braunfäuleerreger, der sich sowohl über Sporen, als auch durch sein Mycel von den Wurzeln bereits infizierter Bäume auf benachbarte, gesunde Wurzeln verbreitet (siehe *Pinus*, S. 135).

Krause Glucke (*Sparassis crispa*)

Die Krause Glucke ist ein Braunfäuleerreger, der den Baum über die Wurzeln besiedelt und bis zu drei Meter hoch im Kernholz des Stammes aufsteigt (siehe *Pinus*, S. 138).

Rotrandiger Baumschwamm (*Fomitopsis pinicola*)



(JAHN 2005)

Aussehen:

Die Fruchtkörper des Rotrandigen Baumschwamms sind huf- bis konsolenförmig, mitunter auch unförmig verwachsen. Ihre Oberseite ist mit einer harzartigen, oft rissigen Kruste bedeckt. Die Zuwachszone am Rand des Fruchtkörpers ist weißlich bis blassgelb und im jungen Zustand oft mit wässrigen Guttationstropfen bedeckt. Innerhalb des Randes folgt eine gelborange, klebrige Zone und anschließend eine lackrote bis rostrote Zone, die sich bei jungen Exemplaren bis zur Basis des Fruchtkörpers erstrecken kann. Bei älteren

ren Fruchtkörpern ist die Basis dagegen oft grau bis grauschwarz. Die Poren sind blassocker bis hell-zitronengelb und rund. Sie sind relativ klein, so dass 3 bis 4 von ihnen einen Millimeter bedecken. Das Fleisch (Trama) ist blass, anfangs korkig und später hart und wird bis zu 3 cm dick (vgl. RYMAN; HOLMÅSEN 1992).

Die Fruchtkörper werden 5 bis 40 cm dick und bis zu 10 cm hoch.

Die Basidiosporen sind zylindrisch bis schmal ellipsoid und messen 6-8 x 3,5-4 µm (vgl. RYMAN; HOLMÅSEN 1992).

Auftreten:

Die mehrjährigen Fruchtkörper des Rotrandigen Baumschwamms sitzen im unteren Stammbereich der befallenen Bäume, sowie an Wurzelstubben.

Laut JAHN (2005) ist der Rotrandige Baumschwamm in niederen bis subalpinen Gebirgslagen überall anzutreffen, im norddeutschen Tiefland und in Holland aber selten.

Schadensbild:

Der Rotrandige Baumschwamm besiedelt als Wundparasit laut SCHWARZE et al. (1999) bei der Fichte hauptsächlich das Kernholz und verursacht hier eine Braunfäule. Das befallene Holz verfügt über eine geringe, sich drastisch vermindernde Festigkeit, behält jedoch relativ lange eine verhältnismäßig hohe Steifigkeit bei (siehe Braunfäule im Anhang). Dadurch bemerkt der Baum seine Schwächung nicht und ist deshalb auch nicht in der Lage, durch Reparaturanbauten dieser entgegenzuwirken. Somit sind außer den Fruchtkörpern meist keine äußere Anzeichen zu erkennen.

Lebensweise:

Der Rotrandige Baumschwamm lebt laut JAHN (2005) sowohl als Wundparasit als auch als Saprophyt.

Infektion:

Die Infektion geschieht laut SCHWARZE et al. (1999) hauptsächlich über Wunden, wie Rindenverletzungen oder Aststummel.

Fäuleart:

Der Rotrandige Baumschwamm besiedelt bei der Fichte hauptsächlich das Kernholz und verursacht hier eine Braunfäule. „Die vom Rotrandigen Baumschwamm verursachte Braunfäule ist makroskopisch nur schwer von der des Schwefelpolrings (*Laetiporus sulphureus*, siehe *Quercus*, S. 150), der vereinzelt an den gleichen Wirten auftritt, zu unterscheiden... Durch den großen Substanzverlust (siehe Braunfäule im Anhang) wird das Holz beim Trocknen quer- und längsrisbig, so dass im Endstadium eine typische Würfelbruchfäule mit dazwischen liegenden, weißem Mycel vorliegt. Im Gegensatz zum Schwefelporling ist das Mycel nicht ledrig-zäh, sondern flockig-weich (SCHWARZE et al. 1999).“

Wirtsspektrum:

Der Rotrandige Baumschwamm besiedelt laut BUTIN (1996) vorwiegend

Fichte (*Picea*), Buche (*Fagus*) und Tanne (*Abies*). JAHN (2005) beschreibt auch die Besiedelung von Birke (*Betula*).

Verwechslungsmöglichkeiten:

Der Rotrandige Baumschwamm kann mit dem Zunderschwamm (*Fomes fomentarius*, siehe Tilia, S. 152) verwechselt werden, mit dem er auch häufig zusammen an Buchen (*Fagus*) oder Birken (*Betula*) zu finden ist. Ein gutes Unterscheidungsmerkmal besteht laut RYMAN & HOLMÅSEN (1992) darin, ein brennendes Streichholz an die Kruste zu halten: Beim Rotrandigen Baumschwamm wird die Kruste klebrig und schmilzt, beim Zunderschwamm verkohlt sie.

Maßnahmen:

Da, wie bereits beschrieben, durch die Braunfäule keine äußeren Anzeichen auf einen Befall mit dem Rotrandigen Baumschwamm hindeuten, müssen Nadelbäume sehr genau auf dessen Fruchtkörper untersucht werden. Werden bei der Inaugenscheinnahme Fruchtkörper des Rotrandigen Baumschwamms gefunden, so muss bei erhaltenswerten Bäumen das Ausmaß der Fäule im unteren Stamm durch eine eingehende Untersuchung bestimmt werden. Beträgt die gesunde Restwandstärke weniger als das von der VTA-Regel geforderte Drittel des Stammes, so muss der Baum gefällt werden. Ist die gesunde Restwandstärke nach der VTA-Regel stark genug, so kann der Baum belassen werden. In Grenzfällen ist es möglich, durch baumpflegerische Maßnahmen die Bruch- bzw. Standsicherheit wieder herzustellen. Befallene Bäume sind von nun an halbjährlich eingehend zu untersuchen.

Bäume mit rein forstwirtschaftlichem Wert sollten bei begründetem Verdacht auf eine ausgedehnte Fäule dem Bestand entnommen werden, da der Aufwand einer eingehenden Untersuchung in keinem wirtschaftlichen Verhältnis zu seinem Erhalt steht.

Sparriger Schüppling (*Pholiota squarrosa*)



(JAHN 2005)

Aussehen:

Die jungen Fruchtkörper des Sparrigen Schüpplings sind halbkugelig bis leicht glockenförmig. Die Lamellen sind von einer dünnen, gelblichen und mit Schuppen besetzten Schutzhaut überspannt, die sich vom Hutrand bis zum oberen Ende des Stiels erstreckt. Die ausgewachsenen Hüte der Fruchtkörper sind flach ausgebreitet bis leicht gewölbt und besitzen einen dichten Schuppenbesatz mit ringartiger Anordnung, der in der Mitte des Hutes am dichtesten ist. Die absterbenden Fruchtkörper werden zunehmend schwärzlich. Die Oberseite des Hutes ist strohfarben bis gelbolivebräunlich, zuweilen aber auch orangebräunlich. Selbst bei feuchter Witterung wird die Oberfläche nie schmierig. Der am jungen Fruchtkörper nach unten gebogene Rand wird später gerade und ist mit Resten des Lamellenhäutchens versehen. Die Unterseite des Sparrigen Schüpplings ist anfangs hell bis gelblich, färbt sich aber später durch das Sporenpulver olive- bis rotbräunlich. Die Lamellen stehen dicht und sind am Stiel gebuchtet angewachsen oder leicht herablaufend. Der Stiel ist kräftig, fest und oft lang und gekrümmt. Oberhalb des hautartigen zerrissenen Rings ist er blassgelb und hat eine glatte Oberfläche ohne Schuppenbesatz. Unterhalb des Rings ist der Stiel gelblichbraun und weist meistens einen Schuppenbesatz auf. Das Fleisch des Sparrigen Schüpplings ist weiß bis gelblich, z. T. auch blassbräunlich und von fester und zäher Konsistenz (vgl. DENGLER 2002).

Die Fruchtkörper des Sparrigen Schüpplings werden bis zu 15 cm breit.

Seine Basidiosporen sind elliptisch, einzellig und rotbraun. Sie messen 6-9 x 4-5 μm (vgl. DENGLER 2002).

Oberseite:



(DENGLER 2002)

Unterseite:



(DENGLER 2002)

Auftreten:

Die einjährigen Fruchtkörper des Sparrigen Schüpplings treten von Juli bis September auf. Sie wachsen selten einzeln sondern meistens in dichten Büscheln am Stammfuß bzw. Wurzelhals, oft auch zwischen den Wurzelanläufen oder an oberflächennahen Starkwurzeln (vgl. DENGLER 2002).

Schadensbild:

Der durch den Sparrigen Schüppling verursachte Holzabbau schreitet laut DENGLER (2002) relativ langsam voran. Da sich die Holzersetzung hauptsächlich im Wurzelstock vollzieht, sind Schadsymptome eher selten. Manchmal bilden die befallenen Bäume einen Flaschenhals aus oder es ist auf-

grund der Wurzelzerstörung eingewisser Vitalitätsschwund zu erkennen (vgl. DENGLER 2002).

Lebensweise:

Der Sparrige Schüppling lebt nach JAHN (2005) als Parasit im Kernholz von Wurzeln sowie im Stammfuß oder Stamm. Außerdem besiedelt er saprophytisch noch nicht sonderlich stark zersetztes Holz.

Infektion:

Der Sparrige Schüppling besiedelt laut DENGLER (2002) mittels seiner Basidiosporen als typischer Wundparasit die Wurzeln, den Stammfuß sowie den Stamm von Bäumen nach deren Verletzung.

Fäuleart:

Der Sparrige Schüppling gilt als Erreger einer Weißfäule mittlerer Zerstörungskraft. Durch sie werden in befallenem Holz vor allem Lignin und Hemicellulose abgebaut (vgl. DENGLER 2002).

Wirtsspektrum:

Laut WOHLERS et al. (2001) besiedelt der Sparrige Schüppling vor allem Laubhölzer wie Ahorn (*Acer*), Linde (*Tilia*), Weide (*Salix*) und Apfel (*Malus*). Seltener ist er auch an Nadelhölzern wie Fichte (*Picea*) zu finden.

Verwechslungsmöglichkeiten:

Der Sparrige Schüppling kann mit Hallimasch verwechselt werden. Im Gegensatz zum Hallimasch, dessen Hutschuppen leicht ablösbar sind, sind die Hutschuppen des Sparrigen Schüplings laut DENGLER (2002) fest mit der Hutoberfläche verbunden

Maßnahmen:

Der Sparrige Schüppling verursacht zwar eine Weißfäule im Wurzelstock oder Stammfuß, diese ist aber laut WOHLERS et al. (2001) in der Regel lokal begrenzt und breitet sich langsam aus, so dass geschädigte Holzbereiche oft nur schwer zu lokalisieren sind. Die Verkehrssicherheit wird nach bisherigen Erfahrungen von WOHLERS et al (2001) alleine durch den Sparrigen Schüppling nicht beeinträchtigt. Da der Sparrige Schüppling aber laut DENGLER (2002) häufig zusammen mit anderen, aggressiveren Pilzen, wie z. B. dem Hallimasch (*Armillaria ssp.*, siehe S. 121) oder dem Brandkrustenpilz (*Ustularia deusta*, siehe *Fagus*, S. 72) vorkommt, sollte bei erhaltenswerten Bäumen trotzdem geprüft werden, ob möglicherweise eine umfangreichere Fäule vorliegt. Dies geschieht z. B. mit einem Resistographen. Beträgt die verbleibende gesunde Restwandstärke weniger als das von der VTA-Regel geforderte Drittel des Stammes, so muss der Baum gefällt werden. Ist die gesunde Restwandstärke nach der VTA-Regel stark genug, so kann der Baum belassen werden. In Grenzfällen ist es möglich, durch baumpflegerische Maßnahmen die Bruch- bzw. Standsicherheit wieder herzustellen. Da die durch den Sparrigen Schüppling verursachte Weißfäule nur langsam voranschreitet, sind die anschließenden eingehenden Untersuchungen im normalen Untersuchungs-

turnus ausreichend.

Bäume mit rein forstwirtschaftlichem Wert sollten bei begründetem Verdacht auf eine ausgedehnte Fäule dem Bestand entnommen werden, da der Aufwand einer eingehenden Untersuchung in keinem wirtschaftlichen Verhältnis zu seinem Erhalt steht.

Stammfußverdickungen/Flaschenhals

Siehe Stockfäule ohne vorhandene Pilzfruchtkörper.

Stockfäule ohne vorhandene Pilzfruchtkörper



(ROLOFF 2004)

Fichten neigen in höherem Alter zu Fäulen im Stammfuß und Wurzelstock. Dabei wird das Erkennen einer Stockfäule dadurch erschwert, dass sich oftmals keine Fruchtkörper des verursachenden Pilzes zeigen. Ein Hinweis auf eine Fäule kann z. B. eine Stammfußverdickung sein, auch Flaschenhals oder Fußglocke genannt. Der Baum versucht durch einen verstärkten Holzzuwachs im äußeren Bereich den im Innern stattfindenden Holzabbau auszugleichen (sog Kompensationswachstum). Erschwerend kommt hinzu, dass die nadelholzerstörenden Pilze meist eine Braunfäule verursachen. Das befallene Holz verfügt über eine geringe, sich drastisch vermindernde Festigkeit, behält jedoch relativ lange eine verhältnismäßig hohe Steifigkeit bei (siehe Braunfäule im Anhang). Deswegen bemerkt der Baum den Defekt meist zu spät und entwickelt keine von außen sichtbaren Reparaturanbauten. Weiter Anzeichen für eine Fäule können abgestorbene Rindenpartien oder auch Höhlungsöffnungen sowie Harzausfluss sein.

Maßnahmen:

Wenn der Baum dem Holzabbau im Innern nicht mehr durch neu gebildetes Holz ausgleichen kann, ist seine Stand- bzw. Bruchsicherheit gefährdet. Deswegen muss bei erhaltenswerten Bäumen mit Verdacht auf eine Fäule die Dicke ihrer gesunde Restwandstärke ermittelt werden. Beträgt diese weniger als das von der VTA-Regel geforderte Drittel des Stammes, so muss der Baum gefällt werden. Ist die gesunde Restwandstärke nach der VTA-Regel stark genug, so kann der Baum belassen werden. In Grenzfällen ist es möglich, durch baumpflegerische Maßnahmen die Bruchsicherheit wieder herzustellen. Befallene Bäume sind von nun an halbjährlich eingehend zu untersuchen. Bäume mit rein forstwirtschaftlichem Wert sollten bei begründetem Verdacht auf eine ausgedehnte Fäule dem Bestand entnommen werden, da der Aufwand einer eingehenden Untersuchung in keinem wirtschaftlichen Verhältnis zu seinem Erhalt steht.

Wurzelschwamm (*Heterobasidion annosum*)

Der Wurzelschwamm ist ein wurzelbürtiger, gefährlicher Braunfäuleerreger, der sich sowohl über Sporen, als auch durch sein Mycel von den Wurzeln bereits infizierter Bäume auf benachbarte, gesunde Wurzeln verbreitet (siehe *Pinus*, S. 140).

4.9.3 Schadsymptome und Auffälligkeiten an Ästen und am Stamm

Blitzschaden

An größeren, exponiert stehenden Fichten kommt es häufiger zu Blitzschäden. Durch den Blitzeinschlag werden die lebende Rinde (Bast) und das Kambium geschädigt, wodurch ein abgestorbener Rindenstreifen entsteht, hinter dem das Splintholz abstirbt (siehe *Quercus*, S. 97).

Wulst (Konvexität)

Wülste am Stamm zeugen von einer erhöhten Materialanlagerung des Baumes in diesem Bereich und deuten somit auf einen Defekt hin, der kompensiert werden soll. Hierbei wird zwischen drei verschiedenen Wulstarten unterschieden:

1. Ringwulst aufgrund einer symmetrisch zur Stammachse verlaufenden Fäule,
2. Beule aufgrund einer einseitigen, randnahen Faulhöhle und
3. Wulst als Reparaturwuchs bei Faserknicken (siehe *Tilia*, S. 150).

4.10 Hainbuche (*Carpinus*)

4.10.1 Baumbiologie

Hainbuchen können laut DUJESIEFKEN et al. (2005) etwa 150 Jahre alt werden. Sie haben ein sehr hartes, gelblich- bis grauweißes Holz. Es wird weder ein echtes Kernholz, noch ein Falschkern ausgebildet, d. h. ein Querschnitt durch den Stamm zeigt ausschließlich helles Holz. Die Gefäße sind sehr klein und erst mit einer Lupe erkennbar. Ihre Anordnung ist zerstreutporig. Die Jahrringgrenzen sind meist wellig und nur undeutlich ausgeprägt. Hainbuchen zählen nach DUJESIEFKEN et al. (2005) zu den effektiv abschottenden Baumarten. Nach Verletzungen im Spätwinter bzw. kurz vor der Vegetationsperiode zeigt sich für mehrere Tage bis Wochen ein Saftaustritt.

4.10.2 Schadsymptome und Auffälligkeiten am Stammfuß und an Wurzeln

Brandkrustenpilz (*Ustulina deusta*)

Die Fruchtkörper des Brandkrustenpilzes treten an Hainbuche laut WOHLERS et al. (2001) selten in Erscheinung. Gegebenfalls deuten abgestorbene Rindenpartien oder auch schwarze Leckstellen (siehe *Acer*, S. 54) auf einen Befall hin. Die durch den Brandkrustenpilz verursachte Moderfäule breitet sich bei Hainbuche durch ihre gute Abschottungskraft relativ langsam aus.

Hallimasch (*Armillaria spp.*)

Der Hallimasch besitzt je nach Unterart und Wirt verschiedene Zersetzungsstrategien. Wenn der Hallimasch das Kambium der Bäume befällt, bildet er dort ein Flächenmycel aus. Der so infizierte Baum weist erst deutliche Vitalitätsmängel auf und stirbt dann innerhalb weniger Wochen ab.

Außerdem kann der Hallimasch neben einer Wurzel- und Stockfäule auch eine Kernfäule hervorrufen. Hierbei treten typische Schadbilder entweder verzögert oder gar nicht auf (siehe *Picea*, S. 121).

Stammfußverdickungen/Flaschenhals

Stammfußverdickungen stellen Reparaturanbauten dar, welche auf eine Stockfäule im Stamminneren hindeuten (siehe *Picea*, Stockfäule ohne vorhandene Pilzfruchtkörper, S. 130).

Stockfäule ohne vorhandene Pilzfruchtkörper

An alten Hainbuchen kann eine Fäule im Stammfuß und Wurzelstock auftreten, wobei sich meist keine Fruchtkörper der verursachenden Pilzart zeigen (siehe *Fraxinus*, S. 110). Laut DUJESIEFKEN et al. (2005) treten derartige Schäden vor allem an Hainbuchen mit ungünstigen Standortbedingungen auf.

Dies können z. B. sehr feuchte Standorte sein. Hervorgerufen werden die Fäule häufig durch den Brandkrustenpilz (*Ustularia deusta*, siehe *Acer*, S. 54) oder den Hallimasch (*Armillaria ssp.*, siehe *Picea*, S. 121).

4.10.3 Schadsymptome und Auffälligkeiten an Ästen und am Stamm

Buckeltramete (*Trametes gibbosa*)

Die Buckeltramete verursacht eine intensive Weißfäule (siehe *Fagus*, S. 82). Im Gegensatz zu der Buche (*Fagus*) schotten Hainbuchen die Fäule zumeist gut ab. Trotzdem sollte das Ausmaß der Fäule durch eine eingehende Untersuchung bestimmt werden.

Einbuchtungen und Einwallungen

Hainbuchen besitzen meist einen auffallend gebuchteten Stamm. Dieser Wuchs wird auch als Spannrückigkeit bezeichnet (siehe *Fagus* S. 84). An Hainbuchen treten Einbuchtungen und Einwallungen im Gegensatz zu anderen Baumarten schon an vergleichsweise jungen Bäumen auf.

Schmetterlingstramete (*Trametes versicolor*)

Die Schmetterlingstramete ist ein typischer Wundparasit (siehe *Fagus*, S. 85). Sie tritt z. B. an Kappstellen, Astungswunden oder Stammschäden auf. Hier verursacht sie eine intensive, aber engräumig abgegrenzte Weißfäule, die bei Hainbuchen die Bruchsicherheit nicht gefährden kann. Deswegen ist bei befallenen Hainbuchen auch keine eingehende Untersuchung notwendig.

Totstreifen



(DUJESIEFKEN et al. 2005)

„Am Stamm können abgestorbene Rindenstreifen auftreten, die bis etwa 20 cm breit und bis zu mehrere Meter lang sein können. Meist befinden sie sich in Stammportionen mit geringerem Dickenwachstum (siehe Einbuchtungen und Einwallungen, *Fagus* S. 84) und reichen bis in den Wurzelbereich hinein. Ausgangspunkt für derartige Schäden sind i. d. R. Verletzungen in darüber liegenden Stammportionen, z. B. Astungswunden. Im Bereich der Totstreifen entwickelt sich im Laufe der Zeit eine Fäule, die an Hainbuchen normalerweise sowohl in

Richtung Stammmitte als auch zu den Seiten engräumig abgeschottet wird. Manchmal sind Fruchtkörper von Wundparasiten vorhanden, wie z. B. von der Schmetterlingstramete (siehe *Fagus*, S. 85) oder von dem Runzeligen Schichtpilz, die beide eine Weißfäule hervorrufen. Reichen die Wunden bis in den Wurzelbereich hinein, ist auch eine Besiedelung beispielsweise durch den Hallimasch (siehe *Picea*, S. 121) möglich, der mit Hilfe seiner im Boden wachsenden Rhizomorphen in die Wunde eindringt (DUJESIEFKEN et al 2005).“

Maßnahmen:

Da die Hainbuchen die Fäule meist gut abschotten ist, dauert es i. d. R. sehr lange, bis sie in ihrer Bruchsicherheit gefährdet sind. Trotzdem sollten die Faulstellen mit dem Schonhammer abgeklopft werden. Wird hierbei eine umfangreiche Fäule vermutet, muss der Baum, wenn er erhalten werden soll, mithilfe des Resistographen auf das Ausmaß der Fäule hin untersucht werden. Erstreckt sich die Fäule bis in den Wurzelbereich, ist mit einem Befall durch Hallimasch (*Armarilla ssp.*, siehe *Picea*, S. 121) zu rechnen. Da dieser Pilz sowohl den Stammfuß, als auch den Wurzelstock befällt, kann hier sowohl die Stand- als auch die Bruchsicherheit gefährdet sein. In diesem Fall ist der betroffene Baum in jeden Fall eingehend zu untersuchen. Ist die gesunde Restwandstärke nach der VTA-Regel stark genug, so kann der Baum belassen werden. In Grenzfällen besteht die Möglichkeit, durch baumpflegerische Maßnahmen die Bruchsicherheit wieder herzustellen. Befallene Bäume sind von nun an halbjährlich eingehend zu untersuchen.

Bäume mit rein forstwirtschaftlichem Wert sollten bei begründetem Verdacht auf eine ausgedehnte Fäule dem Bestand entnommen werden, da der Aufwand einer eingehenden Untersuchung in keinem wirtschaftlichen Verhältnis zu seinem Erhalt steht.

Vergabelungen mit eingewachsener Rinde/Zwiesel

Hainbuchen verzweigen sich häufig schon in geringer Höhe in zwei oder mehrere Stämmlinge. Oftmals handelt es sich dabei um V-förmige Vergabelungen mit eingewachsener Rinde. Für Hainbuche ist typisch, dass diese Vergabelungen im Gegensatz zu anderen Baumarten (z. B. *Fagus*) nur sehr selten einreißen und/oder auseinanderbrechen. Gründe hierfür sind laut DUJESIEFKEN et al (2005) vor allem die geringere Kronenausdehnung sowie der weniger waagerechte, sondern mehr nach oben strebende Wuchs (siehe *Acer*, S. 63)

Wulst (Konvexität)

Wülste am Stamm zeugen von einer erhöhten Materialanlagerung des Baumes in diesem Bereich und deuten somit auf einen Defekt hin, der kompensiert werden soll. Hierbei wird zwischen drei verschiedenen Wulstarten unterschieden:

1. Ringwulst aufgrund einer symmetrisch zur Stammachse verlaufenden Fäule,
2. Beule aufgrund einer einseitigen, randnahen Faulhöhle und
3. Wulst als Reparaturwuchs bei Faserknicken (siehe *Tilia*, S. 150).

4.11 Kiefer (*Pinus*)

4.11.1 Baumbiologie

Kiefern können laut ERLEBECK et al. (1998) bis zu 600 Jahre alt werden. Das Holz der Kiefern besitzt einen rötlichweißen bis gelblichen Splint und einen braunroten echten Kern. Es ist sehr harzreich. Die einzelnen Jahresringe sind deutlich zu erkennen und das Spätholz ist deutlich dunkler und härter als das Frühholz. Die Kiefer schottet laut JAHN (2005) Verletzungen nur schwach ab.

4.11.2 Schadsymptome und Auffälligkeiten am Stammfuß und an Wurzeln

Hallimasch (*Armillaria* ssp.)

Der Hallimasch besitzt verschiedene Besiedlungsstrategien (siehe *Picea*, S. 121). Da die Kiefer laut JAHN (2005) zu den schwach abschottenden Baumarten gehört, kann der Hallimasch hier zu einer erheblichen Beeinträchtigung der Verkehrssicherheit führen.

Kiefern Braunporling (*Phaeolus schweinitzii*)



(JAHN 2005)

Aussehen:

Die jungen Fruchtkörper des Kiefern Braunporlings sind kreiselförmig und wachsen auf einem dicken Stiel. Später entwickeln sie sich zu seitlich dachziegelig verbundenen, saftig-weichfleischigen Hüten. Die Oberseite

der Fruchtkörper ist anfangs schwefel- bis orangegelb und später mit einem rostroten, wolligen Filz bedeckt. Nach dem Absterben wird der Fruchtkörper dunkelbraun. Seine Unterseite besteht aus unregelmäßigen, gelblich-olivlich-grünlichen Poren, die bei Berührung dunkelbraun werden. Später werden die Poren braun und länglich labyrinthisch (vgl. JAHN 2005). Das Fleisch (Trama) ist bis zu einem cm dick, jung safrangelb und später rostbraun. Mit KOH beträufelt, verfärbt es sich laut KRIEGLSTEINER (2000) schwarz.

Die Fruchtkörper werden bis zu 30 cm breit.

Laut JAHN (1979) sind die farblosen bis schwach gelblichen Sporen des Kiefern Braunporlings elliptisch und messen 5-8 x 3,5-4,5 µm.

Auftreten:

Die einjährigen Fruchtkörper des Kiefern Braunporlings wachsen von Mai bis Oktober sowohl am Stammgrund als auch am Boden der infizierten Bäume. Selten wachsen sie auch höher am Stamm. An Stümpfen von gefälltten Fichten kann der Pilz noch mehrere Jahre wachsen (vgl. JAHN 2005).

Schadensbild:

Der Kiefern Braunporling ist laut BUTIN (1989) neben der Krausen Glucke (*Sparassis crispa*, siehe S. 138) der wichtigste Stammholzerstörer von Kiefer und Douglasie. Er befällt die Wurzeln und breitet sich laut SCHMIDT-VOIGT (1989) von diesen ausgehend im Kernholz des Stammes aus. Hier verursacht der Kiefern Braunporling im Kernholz des untersten Stammteils eine Braunfäule. Das befallene Holz verfügt über eine geringe, sich drastisch verminderte Festigkeit, behält jedoch relativ lange eine verhältnismäßig hohe Steifigkeit bei (siehe Braunfäule im Anhang). Dadurch bemerkt der Baum seine Schwächung nicht und ist deshalb auch nicht in der Lage, durch Reparaturanbauten der Schwächung entgegenzuwirken. Somit sind äußere Anzeichen, außer den Fruchtkörpern, meist nicht zu erkennen.

Laut SCHMIDT-VOIGT (1989) verfärbt sich das befallene Holz dunkelbraun, zerfällt in unregelmäßige, kubische Stücke und weist einen terpentinartigen Geruch auf. Charakteristisch für die durch den Kiefern Braunporling hervorgerufene Braunfäule sind laut BUTIN (1989) an den Wänden der Schwundrisse abgelagerte, weiße, kreidig-flockige Mycelreste.

Lebensweise:

Der Kiefern Braunporling lebt laut JAHN (2005) sowohl parasitisch als Stammfäuleerreger, als auch saprophytisch an den Stubben von gefälltten Bäumen. SCHMIDT-VOIGT (1989) vermutet, dass der Kiefern Braunporling nicht als Primärparasit auftritt, sondern sich erst nach einer Erstbesiedelung durch den Honiggelben Hallimasch (*Armillaria mellea*, siehe *Picea*, S. 121) einstellt.

Infektion:

Die Infektion des Kiefern-Braunporlings erfolgt über die Wurzel. Laut SCHMIDT-VOIGT (1989) wurden im Boden keimfähige Sporen gefunden, die offenbar eine ständige Infektionsquelle darstellen. JAHN (2005) beschreibt, dass sich der Pilz jahrelang saprophytisch an Stubben halten kann

und von dort aus vermutlich wie der Wurzelschwamm (*Heterobasidion annosum*, siehe S. 140) gesunde Wurzeln infiziert.

Fäuleart:

Der Kiefern-Braunporling verursacht nach SCHMIDT-VOIGT (1989) eine Braunfäule, die sich von den Wurzeln über das Kernholz bis in den Stamm erstreckt. Er beschreibt, dass das zersetzte Holz sich dunkelbraun verfärbt, in unregelmäßige, kubische Stücke zerfällt und einen terpenartigen Geruch aufweist.

Wirtsspektrum:

Der Kiefern-Braunporling besiedelt laut JAHN (2005) vor allem Kiefer (*Pinus*), aber auch Fichte (*Picea*), Douglasie (*Pseudotsuga*), Tanne (*Abies*) und Lärche (*Larix*). Selten ist er auch an Laubhölzern zu finden, hier besonders an Kirsche (*Prunus*).

Verwechslungsmöglichkeiten:

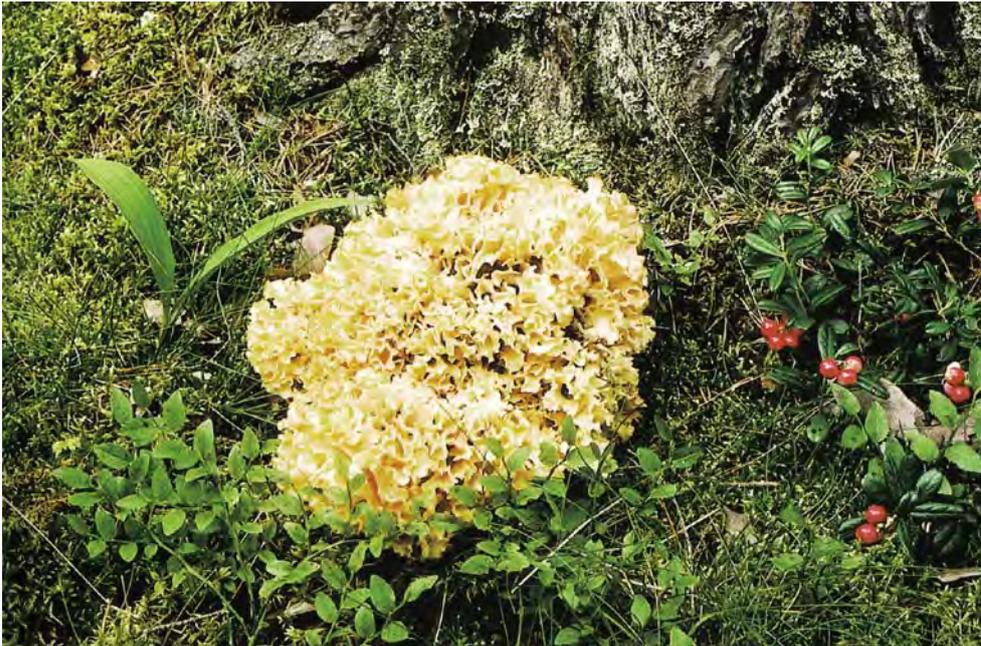
Es bestehen laut Jahn (2005) keine naheliegenden Verwechslungsmöglichkeiten mit anderen Pilzfruchtkörpern an Nadelhölzern.

Maßnahmen:

Da durch die Braunfäule meist keine äußeren Anzeichen auf einen Befall mit dem Kiefern Braunporling hindeuten, müssen Nadelbäume sehr genau auf dessen Fruchtkörper untersucht werden. Werden bei der Baumuntersuchung die Fruchtkörper des Kiefern Braunporlings gefunden, so müssen erhaltenswerte Bäume eingehend auf das Ausmaß der Fäule untersucht werden. Dies hat sowohl am unteren Stamm, als auch an den Wurzeln zu geschehen. Ist die gesunde Restwandstärke nach der VTA-Regel stark genug, so kann der Baum belassen werden. In Grenzfällen ist es möglich, durch baumpflegerische Maßnahmen die Standsicherheit wieder herzustellen. Befallene Bäume sind von nun an halbjährlich eingehend zu untersuchen.

Bäume mit rein forstwirtschaftlichem Wert sollten bei begründetem Verdacht auf eine ausgedehnte Fäule dem Bestand entnommen werden, da der Aufwand einer eingehenden Untersuchung in keinem wirtschaftlichen Verhältnis zu seinem Erhalt steht.

Krause Glucke (*Sparassis crispa*)



(JAHN 2005)

Aussehen:

Die mächtigen Fruchtkörper der Krausen Glucke „entspringen aus einem dicken, mehr oder weniger tief wurzelnden, fleischigen Stiel. Dieser teilt sich in mehrere flachgedrückte Äste mit blattartig verbreiterten, verdreht-zurückgekrümmten, krausen, untereinander verflochtenen Enden mit stumpfem, glattem, gekerbtem oder buchtig gelapptem Rand. Die Fruchtkörper sind anfangs creme-weißlich, dann ockergelb, zuletzt mehr oder weniger bräunlich (JAHN 2005).“ Das Fleisch der Fruchtkörper ist weiß und wachsartig.

Sie werden 20 bis 30 cm breit, bis zu 20 cm hoch und 2 bis 5 kg schwer.

Die Sporen sind kurz elliptisch und messen 6-7 x 4-5 µm (vgl. JAHN 2005).

Auftreten:

Die einjährigen Fruchtkörper der Krausen Glucke wachsen nach BUTIN (1989) von Juli bis November und erscheinen einzeln im Wurzelbereich von lebenden Kiefern, aber auch an morschen Stubben oder seitlich an den Hirnflächen gefällter Stämme.

Schadensbild:

Die Krause Glucke ist laut BUTIN (1989) neben der Kiefern Braunporling (*Phaeolus schweinitzii*, siehe S. 135) der wichtigste Stammholzerstörer von Kiefer und Douglasie. Sie ist ein Braunfäuleerreger, der nach JAHN (2005) den Baum über die Wurzeln besiedelt und bis zu drei Meter hoch im Kernholz des Stammes aufsteigt.

Das befallene Holz verfügt über eine geringe, sich drastisch vermindernde Festigkeit, behält jedoch relativ lange eine verhältnismäßig hohe Steifigkeit bei (siehe Braunfäule im Anhang). Dadurch registriert der Baum seine Schwächung nicht und ist deshalb auch nicht in der Lage, durch Reparatur-

ranbauten dieser entgegenzuwirken. Somit sind äußere Anzeichen, außer den Fruchtkörpern, meistens nicht zu erkennen. Das zerstörte Kernholz verfärbt sich laut BUTIN (1989) gelbbraun bis dunkel-rötlichbraun und zerfällt würfelförmig.

Lebensweise:

Die Krause Glucke lebt nach JAHN (2005) sowohl parasitisch an lebenden Bäumen, als auch saprophytisch an Stubben oder Hirnflächen gefällter Stämme.

Infektion:

Die Infektion der Krausen Glucke geschieht laut BUTIN (1989) über Sporen, die in Wurzelverletzungen eindringen.

Fäuleart:

Die Krause Glucke verursacht eine meist auf den Kernbereich des Holzes beschränkte Braunfäule. Der Pilz befällt die Bäume laut BUTIN (1989) über die Wurzeln und kann bis zu drei Meter hoch im Stamm aufsteigen. BUTIN (1989) beschreibt, dass das angegriffene Holz sich gelbbraun bis dunkel-rötlichbraun verfärbt und wie für die Braunfäule typisch (siehe Anhang) würfelförmig zerfällt.

Verwechslungsmöglichkeiten:

Die Krause Glucke kann aufgrund ihres bizarren Äußeren nur mit der nahe Verwandten Breitblättrigen Glucke (*Sparassis laminosa*) verwechselt werden. Ein gutes Unterscheidungsmerkmal sind die bei der Breitblättrigen Glucke charakteristisch von Anfang an aufwärts gerichteten Äste. Außerdem ist die Breitblättrige Glucke laut JAHN (2005) bisher in Deutschland nur im Süden gefunden worden.

Wirtsspektrum:

Die Krause Glucke befällt laut BUTIN (1989) Nadelhölzer, vor allem Kiefer (*Pinus*), aber auch Fichte (*Picea*), Douglasie (*Pseudotsuga*) und Tanne (*Abies*).

Maßnahmen:

Da durch die Braunfäule keine äußeren Anzeichen auf einen Befall mit der Krausen Glucke hindeuten, müssen Nadelbäume sehr genau auf deren Fruchtkörper untersucht werden. Werden bei der Inaugenscheinnahme Fruchtkörper der Krausen Glucke gefunden, so muss der betroffene Baum eingehend auf das Ausmaß der Fäule untersucht werden. Dies hat sowohl am unteren Stamm, als auch an den Wurzeln zu geschehen. Ist die gesunde Restwandstärke nach der VTA-Regel stark genug, so kann der Baum belassen werden. In Grenzfällen ist es möglich, durch baumpflegerische Maßnahmen die Standsicherheit wieder herzustellen. Befallene Bäume sind von nun an halbjährlich eingehend zu untersuchen.

Bäume mit rein forstwirtschaftlichem Wert sollten bei begründetem Verdacht auf eine ausgedehnte Fäule dem Bestand entnommen werden, da der Auf-

wand einer eingehenden Untersuchung in keinem wirtschaftlichen Verhältnis zu seinem Erhalt steht.

Rotrandiger Baumschwamm (*Fomitopsis pinicola*)

Der Rotrandige Baumschwamm besiedelt als Wundparasit laut SCHWARZE et al. (1999) bei der Kiefer hauptsächlich das Splintholz und verursacht hier eine Braunfäule (siehe *Picea*, S. 125).

Stammfußverdickungen/Flaschenhals

Stammfußverdickungen stellen Reparaturanbauten dar, welche auf eine Stockfäule im Stamminneren hindeuten (siehe *Picea*, Stockfäule ohne vorhandene Pilzfruchtkörper, S. 130).

Stockfäule ohne vorhandene Pilzfruchtkörper

Kiefern neigen in höherem Alter zu Fäulen im Stammfuß und Wurzelstock. Dabei wird das Erkennen einer Stockfäule dadurch erschwert, dass sich oftmals keine Fruchtkörper des verursachenden Pilzes zeigen. Ein Hinweis auf eine Fäule kann z. B. eine Stammfußverdickung sein, auch Flaschenhals oder Fußglocke genannt (siehe *Picea*, S. 130).

Wurzelschwamm (*Heterobasidion annosum*)



(JAHN 2005)

Aussehen:

Die konsolen- bis krustenförmigen Fruchtkörper des Wurzelschwamms besitzen eine dunkelbraune, höckerige und unregelmäßig wülstig zonierte Oberfläche. Der Rand des Fruchtkörpers besteht aus einer hellbraunen Zuwachszone mit weißem Rand (vgl. SCHWARZE et al. 1999). Das Fleisch ist zäh,

trocken, fast holzig und besitzt eine weißliche Farbe. Die Unterseite besteht aus creme-weißlichen bis gelblichen runden Poren (vgl. JAHN 2005). Laut SCHWARZE et al. (1999) sind die Poren sehr klein, so dass drei bis vier von Ihnen gerade einen mm² bedecken.

Die Breite der einzelnen Fruchtkörper beträgt laut SCHWARZE et al. (1999) zwischen 4 und 15 cm.

Die Basidiosporen des Wurzelschwamms sind laut JAHN (1979) farblos, eiförmig und messen 4-6 x 3,5-4,5 µm

Auftreten:

Die mehrjährigen Fruchtkörper des Wurzelschwamms wachsen einzeln oder dachziegelartig über- oder nebeneinander. Sie sind sowohl an der Stammbasis, als auch an flachstreichenden Wurzeln zu finden und manchmal von Nadelstreu bedeckt (vgl. BUTIN 1996).

Schadensbild:

In älteren Bäumen verursacht der Wurzelschwamm eine von den Wurzeln in den Stamm aufsteigende Weißfäule. Symptome wie starker Harzfluss am Stammfuß, das flaschenförmige Auftreiben der Fichtenstämme an der Basis sowie lokales Faserknicken deuten laut SCHWARZE et al. (1999) auf einen Befall mit dem Wurzelschwamm hin. Im fortgeschrittenen Stadium des Befalls beschreibt SCHWARZE et al. (1999) häufig eine Nadelschütte, die den baldigen Tod des Baumes zur Folge hat.

Lebensweise:

Der Wurzelschwamm lebt laut Jahn (2005) parasitisch und befällt gesunde Bäume, die er schwer schädigen oder sogar abtöten kann.

Außerdem lebt er laut SCHWARZE et al. (1999) saprophytisch an oder in ausgehöhlten Stubben.

Infektion:

„Die Infektion des Baumes erfolgt fast ausschließlich im Wurzelbereich, entweder durch Sporen, die mit dem Regen in die obere Bodenschicht eingewaschen werden und auf der Wurzel auskeimen, oder durch Wurzelkontakte mit einem erkrankten Baum. Infektionen am Stamm sind selten und beschränken sich auf die Zone des Wurzelanlaufes. Die Infektion wird offensichtlich durch Wunden an den Wurzeln oder am Wurzelanlauf begünstigt, obwohl dünnrindige Wurzeln auch ohne Verletzungen vom Pilz unmittelbar infiziert werden können (BUTIN 1996).“

Fäuleart:

Der Wurzelschwamm verursacht laut SCHWARZE et al. (1999) eine selektive Weißfäule, die aufgrund der Holzverfärbung auch als „Rotfäule“ bezeichnet wird. Diese Rotfärbung wird auf rötliche Zellinhaltsstoffe zurückgeführt, die bei Abwehrreaktionen auf die Holzzersetzung entstehen. Laut BUTIN (1996) ist das infizierte Holz zunächst grau bis violett gestreift, später wird dann die rotbraune, ringförmige Fäulniszone von kleinen weißen Nestern mit schwarzem Kern durchsetzt. In diesen weißen Bereichen ist das Lignin bereits weit-

gehend abgebaut, die Cellulose aber noch vorhanden.

Im weiteren Zersetzungsprozess zerfällt das Holz laut SCHWARZE et al. (1999) in Schalen und nimmt eine faserige Konsistenz an, welche Ähnlichkeit mit Kokosfasern aufweist.

Wirtsspektrum:

Der Wurzelschwamm besiedelt laut SCHWARZE et al. (1999) bevorzugt Nadelbäume wie Fichte (*Picea*), Kiefer (*Pinus*), Lärche (*Larix*), Tanne (*Abies*) und Wacholder (*Juniperus*). An Standorten mit hohem Befallsdruck kommt er gelegentlich auch an Laubbölzern vor.

Verwechslungsmöglichkeiten:

Die Fruchtkörper des Wurzelschwamms können mit dem Rotrandigen Baumschwamm (*Fomitopsis pinicola*) oder der Reihigen Tramete (*Antrodia serialis*) zu verwechselt werden. Laut SCHWARZE et al. (1999) sind jedoch seine kleinen Poren sowie die lose Befestigung am Substrat sichere Unterscheidungsmerkmale.

Maßnahmen:

Da der Wurzelschwamm an Fichte sowohl eine intensive Wurzelfäule verursacht, als auch einige Meter im Stamm aufsteigt und das Kernholz zersetzt, kann er sowohl die Stand- als auch die Bruchsicherheit der befallenen Bäume beeinträchtigen. Somit müssen an befallenen Bäumen sowohl die Wurzeln, als auch der Stammfuß auf Fäule untersucht werden. Wird eine Fäule festgestellt, so muss deren Ausmaß ermittelt werden, um die Beeinträchtigung der Stand- oder Bruchsicherheit zu beurteilen. Dies kann z. B. mittels eines Resistographen geschehen. Ist die gesunde Restwandstärke nach der VTA-Regel stark genug, so kann der Baum belassen werden. In Grenzfällen ist es möglich, durch baumpflegerische Maßnahmen die Stand- bzw. Bruchsicherheit wieder herzustellen. Befallene Bäume sind von nun an halbjährlich eingehend zu untersuchen.

Bäume mit rein forstwirtschaftlichem Wert sollten bei begründetem Verdacht auf einen Befall mit dem Wurzelschwamm dem Bestand entnommen werden, da der Aufwand einer eingehenden Untersuchung in keinem wirtschaftlichen Verhältnis zu seinem Erhalt steht.

4.11.3 Schadsymptome und Auffälligkeiten an Ästen und am Stamm

Blitzschaden

An größeren, exponiert stehenden Kiefern kommt es gelegentlich zu Blitzschäden. Durch den Blitzeinschlag werden die lebende Rinde (Bast) und das Kambium geschädigt, wodurch ein abgestorbener Rindenstreifen entsteht, hinter dem das Splintholz abstirbt (siehe *Quercus*, S. 97).

Wulst (Konvexität)

Wülste am Stamm zeugen von einer erhöhten Materialanlagerung des Bau-

mes in diesem Bereich und deuten somit auf einen Defekt hin, der kompensiert werden soll. Hierbei wird zwischen drei verschiedenen Wulstarten unterschieden:

1. Ringwulst aufgrund einer symmetrisch zur Stammachse verlaufenden Fäule,
2. Beule aufgrund einer einseitigen, randnahen Faulhöhle und
3. Wulst als Reparaturwuchs bei Faserknicken
(siehe *Tilia*, S. 150)

4.12 *Kirsche (Prunus)*

4.12.1 Baumbiologie

Die Vogel-Kirsche (*Prunus avium*) kann laut DUJESIEFKEN et al. (2005) ein Alter von 80-90 Jahren erreichen, die Trauben-Kirsche (*Prunus padus*) hingegen wird nur ca. 60 Jahre alt. Kirschen besitzen im äußeren Teil des Holzkörpers ein schmales, hellgelbes Splintholz und im Inneren ein gelb- bis rötlichbraunes echtes Kernholz. Die feinen Gefäße sind halbringporig angeordnet, d. h. im Frühholz sind sie zahlreich und liegen nah beieinander, im Spätholz sind sie deutlich weniger zahlreich und auch lockerer verteilt. Hierdurch sind die Jahrringgrenzen erkennbar.

Kirschen gelten nach DUJESIEFKEN et al. (2005) als schwach abschottende Baumart, bei denen auch vergleichsweise kleine Wunden bereits weitreichende Verfärbungen hervorrufen können.

4.12.2 Schadsymptome und Auffälligkeiten am Stammfuß und an Wurzeln

Lackporling (*Ganoderma* ssp.)

Lackporlinge verursachen eine Weißfäule im Stammfuß und Wurzelstock. Die Fruchtkörper treten an Kirsche meist einzeln am Stammfuß auf und dort oftmals direkt oberhalb der Bodenoberfläche (siehe Flacher Lackporling (*Ganoderma applanatum*) und Wulstiger Lackporling (*Ganoderma adspersum*), *Fagus*, S. 75). Im Gegensatz zu anderen Baumarten wie z. B. Eiche und Linde sind am Stammfuß von Kirschen normalerweise keine ausgeprägten Wurzelanläufe vorhanden. Die Fruchtkörper erscheinen daher laut DUJESIEFKEN et al 2005) direkt am Stammfuß.

Stammfußverdickungen/Flaschenhals

Stammfußverdickungen stellen reparaturanbauten dar, welche auf eine Stockfäule im Stamminneren hindeuten (siehe *Picea*, Stockfäule ohne vorhandene Pilzfruchtkörper, S. 130).

Stockfäule ohne vorhandene Pilzfruchtkörper

Kirschen neigen in höherem Alter zu Fäulen im Stammfuß und Wurzelstock. Dabei wird das Erkennen einer Stockfäule dadurch erschwert, dass sich oftmals keine Fruchtkörper des verursachenden Pilzes zeigen. Ein Hinweis auf eine Fäule kann z. B. eine Stammfußverdickung sein, auch Flaschenhals oder Fußglocke genannt (siehe *Picea*, S. 130).

4.12.3 Schadsymptome und Auffälligkeiten an Ästen und am Stamm

Gummifluss



(DUJESIEFKEN et al. 2005)

An Kirschen kann es zum Austritt einer gummiartigen Substanz aus der Rinde kommen. Dieses auch als Gummosis bezeichnete Phänomen steht laut DUJESIEFKEN et al. (2005) oftmals im Zusammenhang mit einer Viren-, Bakterien- oder Pilzinfektion. Doch auch mechanische Einwirkungen (z. B. Astungen, Anfahrschäden) können einen Gummiausfluss bewirken, denn hierbei handelt es sich um eine Wundreaktion des Baumes, vergleichbar mit dem Harzfluss an Nadelbäumen.

Maßnahmen:

Da es sich beim Gummifluss um eine Wundreaktion des Baumes handelt, stellt er nicht in jedem Fall ein Anzeichen für eine Erkrankung dar. Tritt der Gummifluss aber an augenscheinlich intakten Rindenbereichen auf, muss der Baum auf jeden Fall eingehend untersucht werden. Oft reicht hier schon der Einsatz einer Hippe, um festzustellen, ob sich unter der Rinde eine Fäule befindet. Wird eine Fäule festgestellt, so muss deren Ausmaß bei erhaltenswerten Bäumen bestimmt werden. Beträgt die verbleibende gesunde Restwandstärke weniger als ein Drittel, so muss nach der VTA-Regel der Stämmling entnommen, bzw. wenn sich die Astungswunde am Stamm befindet, der Baum gefällt werden. Ist die gesunde Restwandstärke nach der VTA-Regel stark genug, so kann der Baum belassen werden. In Grenzfällen ist es möglich, durch baumpflegerische Maßnahmen die Bruchsicherheit wieder herzustellen. Befallene Bäume sind von nun an halbjährlich eingehend zu untersuchen.

Bäume mit rein forstwirtschaftlichem Wert sollten bei begründetem Verdacht auf eine ausgedehnte Fäule dem Bestand entnommen werden, da der Aufwand einer eingehenden Untersuchung in keinem wirtschaftlichen Verhältnis zu seinem Erhalt steht.

Schwefelporling (*Laetiporus sulphureus*)

An Kirschen treten die Fruchtkörper des Schwefelporlings vor allem am Stamm und nur selten an stärkeren Ästen auf und verursachen eine intensive Braunfäule (siehe *Quercus*, S. 105).

Vergabelungen mit eingewachsener Rinde/Zwiesel

Kirschen gehören zu den Baumarten, die in verstärktem Maße Druckzwiesel mit eingewachsener Rinde aufweisen (siehe *Acer*, S. 63). Diese sind sowohl zwischen mehreren Stämmlingen, als auch bei der Astanbindung am Stamm zu finden. Da die Äste aber im Gegensatz zu anderen Baumarten weniger ausladend sind, ist nach DUJESIEFKEN et al. (2005) auch das Risiko des Einreißens bzw. Auseinanderbrechens geringer.

Wulst (Konvexität)

Wülste am Stamm zeugen von einer erhöhten Materialanlagerung des Baumes in diesem Bereich und deuten somit auf einen Defekt hin, der kompensiert werden soll. Hierbei wird zwischen drei verschiedenen Wulstarten unterschieden:

1. Ringwulst aufgrund einer symmetrisch zur Stammachse verlaufenden Fäule,
2. Beule aufgrund einer einseitigen, randnahen Faulhöhle und
3. Wulst als Reparaturwuchs bei Faserknicken (siehe *Tilia*, S. 150).

4.13 Lärche (*Larix*)

4.13.1 Baumbiologie

Die Umtriebszeit der Lärche beträgt nach ERLEBECK et al. (1998) 100 bis 140 Jahre, sie können aber 400 bis 600 Jahre alt werden.

Das Holz der Lärche besitzt einen dünnen, bis zu 3 cm dicken gelblich bis weißrötlich gefärbten Splint. Der echte Kern ist braunrot. Die einzelnen Jahresringe sind deutlich zu erkennen und das Spätholz ist deutlich dunkler und härter als das Frühholz.

Die Lärche schottet laut WESSOLY & ERB (1998) Verletzungen mäßig ab.

4.13.2 Schadsymptome und Auffälligkeiten am Stammfuß und an Wurzeln

Hallimasch (*Armillaria ssp.*)

Der Hallimasch verfügt über verschiedenen Besiedlungsstrategien deren

Auswirkungen auf die Verkehrssicherheit ganz verschieden sind (siehe *Picea*, S. 121)

Wenn der Hallimasch durch die *Rhizomorpha subcorticali* das Kambium der Bäume befällt, so stirbt der Baum zwar relativ schnell ab, da das Mycel aber nur das Kambium abgetötet und keine Fäule im Stamm hervorgerufen hat, ist die Verkehrssicherheit nicht gefährdet.

Anders sieht es aus, wenn der Pilz eine Fäule im Holzkörper verursacht. Die durch den Hallimasch hervorgerufene intensive Weißfäule beschränkt sich meist auf die Wurzeln und den unteren Stammbereich.

Kiefern Braunporling (*Phaeolus schweinitzii*)

Der Kiefern Braunporling ist ein wurzelbürtiger, gefährlicher Braunfäuleerreger, der sich sowohl über Sporen, als auch durch sein Mycel von den Wurzeln bereits infizierter Bäume auf benachbarte, gesunde Wurzeln verbreitet (siehe *Pinus*, S. 135).

Stammfußverdickungen/Flaschenhals

Stammfußverdickungen stellen Reparaturanbauten dar, welche auf eine Stockfäule im Stamminneren hindeuten (siehe *Picea*, Stockfäule ohne vorhandene Pilzfruchtkörper, S. 130).

Stockfäule ohne vorhandene Pilzfruchtkörper

Kiefern neigen in höherem Alter zu Fäulen im Stammfuß und Wurzelstock. Dabei wird das Erkennen einer Stockfäule dadurch erschwert, dass sich oftmals keine Fruchtkörper des verursachenden Pilzes zeigen. Ein Hinweis auf eine Fäule kann z. B. eine Stammfußverdickung sein, auch Flaschenhals oder Fußglocke genannt (siehe *Picea*, S. 130).

Wurzelschwamm (*Heterobasidion annosum*)

Der Wurzelschwamm ist ein wurzelbürtiger, gefährlicher Braunfäuleerreger, der sich sowohl über Sporen, als auch durch sein Mycel von den Wurzeln bereits infizierter Bäume auf benachbarte, gesunde Wurzeln verbreitet (siehe *Pinus*, S. 140).

4.13.3 Schadsymptome und Auffälligkeiten an Ästen und am Stamm

Blitzschaden

Durch den Blitzeinschlag werden die lebende Rinde (Bast) und das Kambium geschädigt, wodurch ein abgestorbener Rindenstreifen entsteht, hinter dem das Splintholz abstirbt. Darüber hinaus kann es auch zu Absplitterungen des Splintholzes oder sogar zum Aufreißen des Stammes kommen.

Der Blitzschaden beginnt in der Krone und reicht meist bis zu den Wurzeln herunter. Im Laufe der Zeit entstehen an den Seiten dieser die sog. Blitzleiste Überwallungswulste (siehe *Quercus*, S. 97).

Wulst (Konvexität)

Wülste am Stamm zeugen von einer erhöhten Materialanlagerung des Baumes in diesem Bereich und deuten somit auf einen Defekt hin, der kompensiert werden soll. Hierbei wird zwischen drei verschiedenen Wulstarten unterschieden:

1. Ringwulst aufgrund einer symmetrisch zur Stammachse verlaufenden Fäule,
2. Beule aufgrund einer einseitigen, randnahen Faulhöhle und
3. Wulst als Reparaturwuchs bei Faserknicken (siehe *Tilia*, S. 150).

4.14 Linde (*Tilia*)

4.14.1 Baumbiologie

Linden können laut DUJESIFKEN et al. (2005) ein Alter von ca. 200-300 Jahren erreichen, einzelne Exemplare werden aber deutlich älter.

Linden besitzen ein weiches, elastisches Holz, das normalerweise gleichmäßig weißlich bis gelb gefärbt ist. Es wird kein echtes Kernholz ausgebildet, doch kommt es im Stamminneren älterer Bäume gelegentlich zu bräunlichen Verfärbungen. Hierbei handelt es sich um einen Falschkern (siehe *Acer*). Das Holz der Linde ist feinporig und sie gehört zu den zerstreutporigen Baumarten. Die Jahrringgrenzen sind mit bloßem Auge kaum erkennbar.

Linden zählen nach DUJESIEFKEN et al. (2005) zu den effektiv abschottenden Baumarten, die in der Regel auch größere Astungswunden engräumig abzuschotten vermögen.

4.14.2 Schadsymptome und Auffälligkeiten am Stammfuß und an Wurzeln

Brandkrustenpilz (*Ustulina deusta*)

Die Fruchtkörper des Brandkrustenpilzes erscheinen am Stammfuß (siehe *Fagus*, S. 72).

Laut WOHLERS et al. (2001) ist ein Befall an Linde deutlich kritischer einzustufen als z. B. an Buche. Während sich die Fäule bei Linde häufig rasch über den gesamten Stammquerschnitt ausbreitet, bleibt der Holzabbau bei

Buche (*Fagus*) oftmals über längere Zeit auf ein Stammsegment zwischen zwei Wurzelanläufen beschränkt und zu den Seiten hin gut eingegrenzt.

Lackporling (*Ganoderma ssp.*)

Die Fruchtkörper des Lackporlings erscheinen am Stammfuß (siehe auch *Fagus*, S. 72). Befallene Linden weisen laut DUJESIEFKEN et al (2005) oftmals eine Verdickung des Stammfußes auf, die durch ein sog. Kompensationswachstum entsteht.

Sparriger Schüppling (*Pholiota squarrosa*)

Der Sparrige Schüppling verursacht zwar eine Weißfäule im Wurzelstock oder Stammfuß, diese ist aber laut WOHLERS et al. (2001) in der Regel lokal begrenzt und breitet sich langsam aus, so dass geschädigte Holzbereiche oft nur schwer zu lokalisieren sind (siehe *Picea*, S. 127). Die Verkehrssicherheit wird nach bisherigen Erfahrungen von WOHLERS et al (2001) alleine durch den Sparrigen Schüppling nicht beeinträchtigt. Da der Sparrige Schüppling aber laut DENGLER (2002) häufig zusammen mit anderen, aggressiveren Pilzen, wie z. B. dem Hallimasch (*Armillaria ssp.*, siehe *Picea*, S. 121) oder dem Brandkrustenpilz (*Ustularia deusta*, siehe *Fagus*, S. 72) vorkommt, sollte trotzdem geprüft werden, ob möglicherweise eine umfangreichere Fäule vorliegt.

Stammfußverdickungen/Flaschenhals

Stammfußverdickungen stellen Reparaturanbauten dar, welche auf eine Stockfäule im Stamminneren hindeuten (siehe *Picea*, Stockfäule ohne vorhandene Pilzfruchtkörper, S. 130).

Stockfäule ohne vorhandene Pilzfruchtkörper Linden neigen in höherem Alter zu Fäulen im Stammfuß und Wurzelstock. Dabei wird das Erkennen einer Stockfäule dadurch erschwert, dass sich oftmals keine Fruchtkörper des verursachenden Pilzes zeigen. Ein Hinweis auf eine Fäule kann z. B. eine Stammfußverdickung sein, auch Flaschenhals oder Fußglocke genannt (siehe *Picea*, S. 130).

Stockfäule ohne vorhandene Pilzfruchtkörper

Linden neigen in höherem Alter zu Fäulen im Stammfuß und Wurzelstock. Dabei wird das Erkennen einer Stockfäule dadurch erschwert, dass sich oftmals keine Fruchtkörper des verursachenden Pilzes zeigen. Ein Hinweis auf eine Fäule kann z. B. eine Stammfußverdickung sein, auch Flaschenhals oder Fußglocke genannt (siehe *Picea*, S. 130).

4.14.3 Schadsymptome und Auffälligkeiten an Ästen und am Stamm

Austernseitling (*Pleurotus ostreatus*)

Die Fruchtkörper des Austernseitlings können sowohl am Stamm, als auch an Stämmlingen erscheinen (siehe *Aesculus*, S. 156). Meist sind sie im Bereich von Wunden wie Astungswunden oder Stammverletzungen zu finden. Der Pilz verursacht eine Weißfäule, die laut DUJESIEFKEN et al. (2005) an Linde meist lange Zeit auf den eigentlichen Wundbereich beschränkt bleibt.

Rippenbildung

Rippen sind fast ausschließlich die Folge von radial verlaufenden Längsrissen. Sie geben keinen Aufschluss darüber, wie der Riss entstanden ist, sondern stellen eine Reparaturanbaute dar (siehe *Acer*, S. 59).

Schuppiger Porling (*Polyporus squamosus*)

Die Fruchtkörper des Schuppigen Porlings treten an Linde meist im Bereich großer Wunden am Stamm oder an Stämmlingen auf, wo der Pilz eine Weißfäule verursacht (siehe *Fraxinus*, S. 110). An Linde ist die Fäule laut DUJESIEFKEN et al. (2005) zwar oft über längere Zeit auf den ehemaligen Wundbereich beschränkt, doch kann sie sich auch über größere Bereiche des Holzkörpers ausbreiten.

Schwarze Leckstellen

Am unteren Stamm von Linden können schwarze, z. T. auch nässende Flecken erscheinen (siehe *Acer*, S. 61). Laut DUJESIEFKEN et al. (2005) treten diese Flecken an Linde häufig im Zusammenhang mit einem Befall durch den Brandkrustenpilz (*Ustularia deusta*, siehe *Acer*, S. 54) auf.

Stammrisse

Ältere Linden, vor allem Exemplare mit größeren, eingefaulten Astungswunden oder Kappstellen zeigen im Stamm häufig in Längsrichtung verlaufende Risse (siehe auch *Acer*, S. 60). Ursächlich für Stammrisse sind i. d. R. Schwachstellen im Holzkörper (z. B. alte Wunden), die im Winter aufgrund der thermischen Kontraktion ein Aufreißen bzw. Weiterreißen des Stammes von innen nach außen bewirken – sie werden daher häufig auch als „Frostrisse“ bezeichnet. Erst dann, wenn ein Riss das Kambium und die Rinde erreicht, wird er von außen als Stammriss erkennbar.

Totholz

Ältere Linden mit noch dicht belaubten Kronen bilden im Innern und in den unteren Kronenbereichen häufig Totäste aus. Hierbei handelt es sich um abgestorbene Schattenäste, die aufgrund von Lichtmangel entstanden sind. Sie

sind daher nicht als Anzeichen einer Vitalitätsverschlechterung zu bewerten. Im Gegensatz dazu deutet laut DUJESIEFKEN et al. (2005) in der Oberkronen vorhandenes Totholz stets auf eine abnehmende Vitalität des Baumes hin (siehe *Quercus*, S. 108).

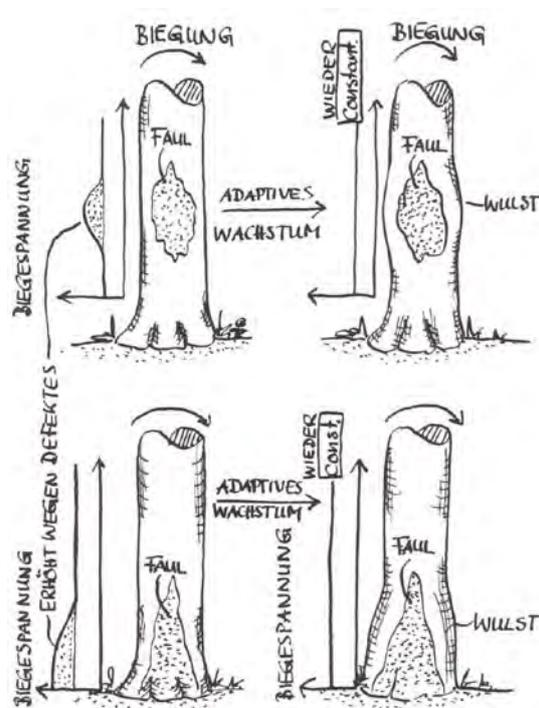
Vergabelungen mit eingewachsener Rinde/Zwiesel

Linden weisen häufiger Vergabelungen und Zwiesel mit eingewachsener Rinde auf, welche die Bruchsicherheit stark beeinträchtigen können (siehe *Acer*, S. 63).

Wulst (Konvexität)

Wülste am Stamm zeugen von einer erhöhten Materialanlagerung des Baumes in diesem Bereich und deuten somit auf einen Defekt hin, der kompensiert werden soll. Hierbei wird laut MATTHECK & BRELOER (1994) zwischen drei verschiedenen Wulstarten unterschieden:

1. Ringwulst (am Wurzelhals auch Flaschenhals genannt)



(MATTHECK & BRELOER 1994)

Der sogenannte Ringwulst wird laut (MATTHECK & BRELOER 1994) durch ein Reparaturwachstum des Baumes aufgrund einer symmetrisch zur Stammachse verlaufenden Faulhöhle ausgebildet. Hierbei hat der Wulst im Gegensatz zum anschließend beschriebenen Wulst aufgrund lokalen Faserknickens eine merkliche Ausdehnung in Längsrichtung des Stammes.

Maßnahmen:

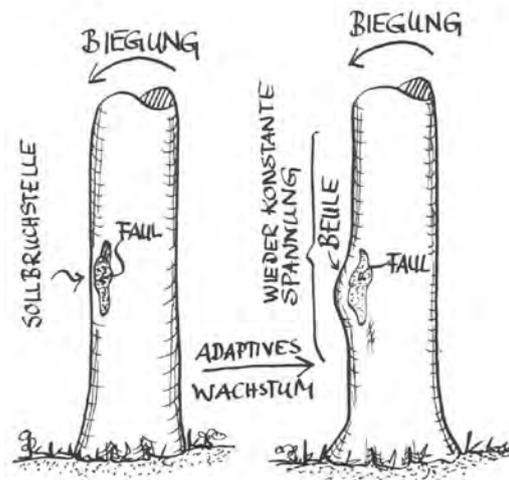
Da der Ringwulst auf eine Fäule im Stamminneren hindeutet, muss der betreffende Baum auf jeden Fall eingehend untersucht werden, um das genaue Ausmaß der Fäule und somit eine eventuelle Gefährdung der Bruchsicherheit festzustellen. Hierzu bietet sich noch vorheriger Bestimmung der genauen Messstelle mittels Schonhammer die Bohrung mit dem Resistographen an, um die verbleibende gesunde Restwandstärke zu messen. Ist die gesunde Restwandstärke nach der VTA-Regel stark genug, so kann der Baum belassen werden. In Grenzfällen ist es möglich, durch baumpflegerische Maßnahmen die Bruchsicherheit wieder herzustellen. Befallene Bäume sind von nun an halbjährlich eingehend zu untersuchen.

Bäume mit rein forstwirtschaftlichem Wert sollten bei begründetem Verdacht auf eine ausgedehnte Fäule dem Bestand entnommen werden, da der Aufwand einer eingehenden Untersuchung in keinem wirtschaftlichen Verhältnis zu seinem Erhalt steht.

Bäume mit rein forstwirtschaftlichem Wert sollten bei begründetem Verdacht auf eine ausgedehnte Fäule dem Bestand entnommen werden, da der Aufwand einer eingehenden Untersuchung in keinem wirtschaftlichen Verhältnis zu seinem Erhalt steht.

2. Beule

Die Ausbildung einer Beule deutet auf eine einseitige, randnahe Fäule hin. Sie stellt laut MATTHECK & BRELOER (1994) ebenfalls eine Reparaturanbaute zur Wiederherstellung der konstanten Spannung dar.



(MATTHECK & BRELOER 1994)

Maßnahme:

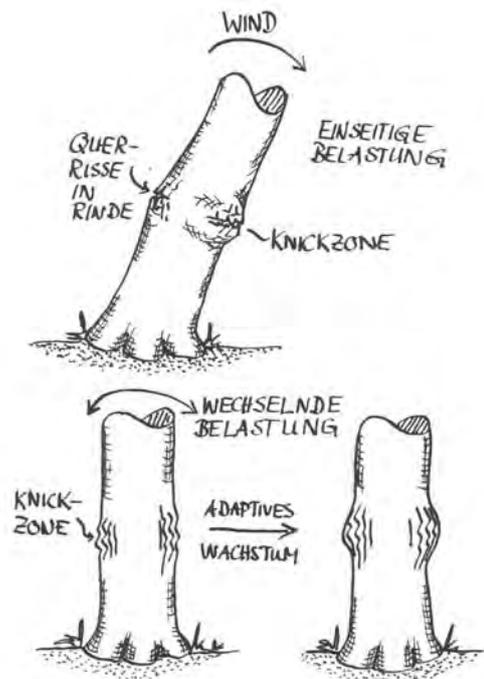
Da die Beule auf eine randnahe Fäule im Stamm hinweist, muss der betreffende Baum auf jeden Fall eingehend untersucht werden,

um das genaue Ausmaß der Fäule und somit eine eventuelle Gefährdung der Bruchsicherheit festzustellen. Hierzu bietet sich nach vorheriger Bestimmung der genauen Messstelle mittels Schonhammer die Bohrung mit dem Resistographen an, um die verbleibende gesunde Restwandstärke zu messen. Die Restwandstärke wird hier laut MATTHECK & BRELOER (1994) immer im Bereich der geringsten Wandstärke gemessen. Der Radius ist dann der Abstand von der Faulhöhlenmitte zur nächsten Baumoberfläche. Ist die gesunde Restwandstärke nach der VTA-Regel stark genug, so kann der Baum belassen werden. In Grenzfällen ist es möglich, durch baumpflegerische Maßnahmen die Bruchsicherheit wieder herzustellen. Befallene Bäume sind von nun an halbjährlich eingehend zu untersuchen.

Bäume mit rein forstwirtschaftlichem Wert sollten bei begründetem Verdacht auf eine ausgedehnte Fäule dem Bestand entnommen werden, da der Aufwand einer eingehenden Untersuchung in keinem wirtschaftlichen Verhältnis zu seinem Erhalt steht.

3. Schärfer begrenzte Wulst als Reparaturzuwachs bei Faserknicken

Laut KÖNIG (1958) und MATTHECK & BRELOER (1994) führt auch lokales Faserknicken zur Wulstbildung. Ein Holzbereich mit teilweise geknickten Fasern ist offenbar weicher und wirkt somit mechanisch ähnlich wie durch Fäule weniger tragfähig gewordenes Holz. Der daraufhin als Reparaturanbaute gebildete Wulst ist aber im Gegensatz zum Ringwulst schärfer konturiert und in Stammrichtung weniger weich, sondern eher abrupt auslaufend.



(MATTHECK & BRELOER 1994)

Maßnahmen:

Zuerst sollte der Wulst mit dem Schonhammer abgeklopft werden. Wird dabei kein Unterschied zum restlichen Holz festgestellt, so handelt es sich definitiv um einen Wulst, der vom Baum aufgrund von Faserknicken als Reparaturanbaute gebildet wurde. Das Schadenspotential solcher Knickzonen, die man sich nach MATTHECK & BRELOER (1994) anfänglich als querliegende streifenartige Knickbereiche vorstellen kann und von denen sich dann wellenartige Jahresringverläufe, also eben jene von außen sichtbaren Wulste bilden, ist laut MATTHECK & BRELOER (1994) eher gering.

Gefährlich werden solche Knickzonen, wenn sie sich vergrößern und eine zunehmende Neigung des Baumes die Folge ist. Die Vergrößerung der Knickzone ist, wie in der Abbildung zu sehen, an Querrissen in den Borkenplatten auf der gegenüberliegenden Baumseite zu erkennen. Ist dies der Fall, so ist die Bruchsicherheit des Baumes nicht mehr gewährleistet. Hier muss im Einzelfall entschieden werden, ob die Bruchsicherheit Baumes durch baumpflegerische Maßnahmen, wie z. B. Abstützung und einen Kronensicherungsschnitt (siehe auch ZTV-Baumpflegerische Maßnahmen, wie z. B. Abstützung und einen Kronensicherungsschnitt (siehe auch ZTV-Baumpflegerische Maßnahmen) wieder hergestellt werden kann, oder ob der betreffende Baum gefällt werden muss. Wird der Baum belassen, so ist er von nun an halbjährlich eingehend zu untersuchen.

Bäume mit rein forstwirtschaftlichem Wert sollten bei Faserknicken dem Bestand entnommen werden, da der Aufwand einer eingehenden Untersuchung in keinem wirtschaftlichen Verhältnis zu seinem Erhalt steht.

Zunderschwamm (*Fomes fomentarius*)

(RUTHE 2006)

Aussehen:

Die ganz jungen Fruchtkörper des Echten Zunderschwamms sehen wie halbkugelige Polster aus und sind schon im ganz jungen Alter kaum vom Subst-

rat lösbar. Die alten Fruchtkörper werden huf- bis konsolenförmig und sind sehr hart und ausdauernd. Die Farben des Fruchtkörpers können sehr variabel sein. Sie sind meistens hellgrau bis bräunlich, können aber durchaus auch rotbraun sein. Grünliche Verfärbungen gehen auf Algen zurück. Der absterbende Fruchtkörper ist schließlich fast ganz schwarz. Die Oberseite ist konzentrisch gefurcht und die Kruste der Oberseite sehr hart und glanzlos. Der Rand des Echten Zunderschwamms ist weiß und weist gelegentlich eine rötlichbraune Zone auf. Seine Unterseite ist ebenfalls sehr hart und besitzt enge, anfangs weißlichgrau bereifte, später auch rostbräunliche Röhrenmündungen. Die Röhren bestehen aus mehreren übereinander liegenden Schichten, deren gesamte Dicke bis zu 10 cm betragen kann. Ihr Wachstum erfolgt in z. T. mehrmaligen Schüben pro Jahr, so dass sich das Alter des Fruchtkörpers nur schätzen lässt. Das Fleisch (Trama) ist gelbgrau bis braun und von locker wergartiger Konsistenz (vgl. DERING 2002).

Die Fruchtkörper können eine Breite von 10 bis 50 cm erreichen und werden bis zu 30 cm dick. Die Basidiosporen des Echten Zunderschwamms sind länglich elliptisch bis zylindrisch und einzellig. Sie sind farblos und messen 14-20 x 5-7 µm (vgl. DERING 2002).

Rand mit Zuwachszonen:



(DENGLER 2002)

Unterseite:



(DENGLER 2002)

Auftreten:

Die mehrjährigen Fruchtkörper des Echten Zunderschwamms werden nach DERING (2002) bis zu 20 Jahre alt. Sie sitzen entweder einzeln oder zu mehreren dachziegelartig übereinander am Stamm oder an Ästen. Nach DERING (2002) tritt in der Regel der erste Fruchtkörper in unmittelbarer Nähe der zukünftigen Bruchstelle auf. Die später hervortretenden Fruchtkörper werden dann immer kleiner.

Schadensbild:

Der Echte Zunderschwamm verursacht laut DERING (2002) eine intensive Weißfäule, welche auch das Kambium lokal zerstört. In den Bereichen, in denen das Kambium zerstört ist, bleibt das sekundäre Dickenwachstum aus. So entstehen an diesen Stellen vertikale, rinnenartige Einbuchtungen auf der Stammoberfläche, die als Schwammrinnigkeit bezeichnet werden. An den erhobenen Rändern treten z. T. Kalluswülste hervor. Das Vorhandensein und das Ausmaß besagter Einbuchtungen ist nach DERING (2002) aber unabhängig von der Holzzersetzung im Stamm. Befallene Bäume versagen durch Spröbruch nicht nur bei Sturm, sondern können auch bei völliger Windstille in sich zusammenfallen.

Lebensweise:

Der Echte Zunderschwamm wächst als Parasit an geschwächten oder bereits im Niedergang befindlichen Bäumen. Er besiedelt außerdem als Saprophyt abgestorbene stehende oder liegende Stämme (vgl. DERING 2002).

Infektion:

Die Basidiosporen des Echten Zunderschwamms dringen nach WOHLERS et al. (2001) über Rindenverletzungen, Astungswunden oder Astabbrüche in ältere oder geschwächte Bäume ein.

Fäuleart:

Der Echte Zunderschwamm ist abgesehen vom Frühstadium der Holzersetzung ein Erreger einer simultanen Weißfäule

Verwechslungsmöglichkeiten:

Der Echte Zunderschwamm kann mit mehreren holzersetzenen Pilzen verwechselt werden:

- Eichenfeuerschwamm (*Phellinus robustus*)
- Flacher Lackporling (*Ganoderma applanatum*)
- Falscher Zunderschwamm (*Phellinus igniarius*)

Ein gutes Unterscheidungsmerkmal zum Echten Zunderschwamm liegt laut WOHLERS et al. (2001) in der harten und spröden dunkelbraunen Trama des Falschen Zunderschwamms.

- Rotrandiger Baumschwamm (*Fomotopsis pinicola*)

Der Rotrandige Baumschwamm und der Echte Zunderschwamm treten nicht selten gemeinsam an einem Wirt auf, sie bewirken aber unterschiedliche Fäulearten. Während der Echte Zunderschwamm eine simultane Weißfäule bewirkt, ruft der Rotrandige Baumschwamm eine Braunfäule hervor (vgl. DERING 2002). Das Fleisch (Trama) des Rotrandigen Baumschwamms ist nach WOHLERS et al. (2001) außerdem cremefarben und seine harzige Kruste schmilzt beim Erwärmen mit einem Streichholz. Eine weitere Methode, um den Echten Zunderschwamm nachzuweisen, besteht nach DERING (2002) darin, ein Stück der Kruste in eine Tropfen Kalilauge (KOH Lösung) zu legen. Verfärbt sich die Lösung dunkel oder blutrot, so gilt dies als Nachweis für den echten Zunderschwamm.

Maßnahmen:

Der Echte Zunderschwamm verursacht als Schwäche- oder Wundparasit eine intensive Weißfäule, welche die Bruchsicherheit erheblich beeinträchtigen kann. So beschreibt WOHLERS et al. (2001) bei fortgeschrittenem Holzabbau durch den Echten Zunderschwamm in großkronigen Bäumen häufig Astausbrüche.

Laut MATTHECK lässt sich anhand der Dicke der Zuwachszonen abschätzen, ob der Pilz noch genügend Nahrung besitzt, sprich ob der Holzkörper noch relativ dickwandig ist (Körpersprache der Pilzfruchtkörper).

Trotzdem ist eine eingehende Untersuchung des Baumes auch bei noch dicken Zuwachsraten der Fruchtkörper des echten Zunderschwamms meines

Erachtens unbedingt notwendig. Dies kann z. B. mit dem Resistographen geschehen. Ist die gesunde Restwandstärke nach der VTA-Regel stark genug, so kann der Baum belassen werden. In Grenzfällen ist es möglich, durch baumpflegerische Maßnahmen die Bruchsicherheit wieder herzustellen. Befallene Bäume sind von nun an halbjährlich eingehend zu untersuchen.

Bäume mit rein forstwirtschaftlichem Wert sollten bei begründetem Verdacht auf eine ausgedehnte Fäule dem Bestand entnommen werden, da der Aufwand einer eingehenden Untersuchung in keinem wirtschaftlichen Verhältnis zu seinem Erhalt steht.

4.15 Rosskastanie (*Aesculus*)

4.15.1 Baumbiologie

Rosskastanien können laut DUJESIEFKEN et al (2005) bis etwa 200 Jahre alt werden.

Sie besitzen ein gelblich-weißes Holz, ältere Stämme weisen oft eine unregelmäßig rötlich-braune Verfärbung auf. Hierbei handelt es sich um einen sog. Falschkern (siehe *Acer*). Ursache für diese Verfärbungen können z. B. Astabbrüche in der Krone sein, durch die es zu einem Lufteintritt im Stamminneren kommt. Rosskastanien weisen ein zerstreutporiges Holz auf, in dem die Jahrringgrenzen mit dem bloßen Auge kaum erkennbar sind.

Sie gehören nach DUJESIEFKEN et al. (2005) zu den schwach abschottenden Baumarten, bei denen bereits kleinere Astungswunden zu umfangreichen Verfärbungen mit nachfolgender Fäulnis im Stamm führen können.

4.15.2 Schadsymptome und Auffälligkeiten am Stammfuß und an Wurzeln

Brandkrustenpilz (*Ustulina deusta*)

Der Brandkrustenpilz verursacht eine Moderfäule im Stammfuß und in den Starkwurzeln, welche eine Perforation der im Holz befindlichen Cellulose auslöst, die bis zu deren weitgehenden Auflösung führt (siehe auch *Acer*, S. 54).

Die Fäule ist laut DUJESIEFKEN et al. (2005) an Rosskastanie häufig zentral ausgebildet. Über einen langen Zeitraum zeigen sich jedoch äußerlich keine Symptome.

Lackporling (*Ganoderma* ssp.)

Lackporlinge verursachen als Wund- oder Schwächeparasiten eine Weißfäule im Wurzelstock und Stammfuß (siehe *Fagus*, S. 72).

Stockfäule ohne vorhandene Pilzfruchtkörper

Roskastanien neigen in höherem Alter zu Fäulen im Stammfuß und Wurzelstock. Dabei wird das Erkennen einer Stockfäule dadurch erschwert, dass sich oftmals keine Fruchtkörper des verursachenden Pilzes zeigen.

Ein Hinweis auf eine Fäule kann z. B. eine Stammfußverdickung sein, auch Flaschenhals oder Fußglocke genannt (siehe *Picea*, S. 130).

4.15.3 Schadsymptome und Auffälligkeiten an Ästen und am Stamm

Ausfluss und Leckstellen

Roskastanien zeigen laut DUJESIEFKJEN et al. (2005) an Wunden und Rissen oftmals Ausfluss, der bräunlich-schwarz, aber auch weißlich sein kann (siehe *Acer*, S. 60).

Austernseitling (*Pleurotus ostreatus*)



(JAHN 2005)

Aussehen:

Die jungen Fruchtkörper des Austernseitlings haben einen gewölbten Hut, dessen Rand nach unten eingerollt oder umgebogen ist. Die ausgewachsenen Fruchtkörper besitzen kurz gestielte, nieren- bis muschel-, bzw. austernförmige Hüte. Die Hutoberseite der jungen Fruchtkörper ist glatt, etwas schmierig und cremefarben bis grau gefärbt. Bei den älteren Fruchtkörpern ist sie trockener und ihre Farbe reicht von unterschiedlichen Graufärbungen über bräunliche Farben bis zu bläulichen Tönen. Bei ihnen vertieft sich der Hut zum Stielansatz und der Rand ist jetzt mehr oder weniger ausgebreitet und wellig-gebogen. Der kurze und oft nicht zu erkennende Stiel setzt seitlich am Hut an. Sein weißes Fleisch ist etwas faserig und wird bei alten Fruchtkörpern gummiartig zäh. Die Unterseite des Austernseitlings besteht aus dünnen,

dicht beieinander stehenden, bogig zum Stiel herablaufenden Lamellen. Sie sind zunächst weißlich bis cremefarben und werden später bräunlich (vgl. WOHLERS et al. 2001).

Die Fruchtkörper des Austernseitlings werden laut WOHLERS et al. (2001) bis zu 15 cm breit.

Auftreten:

Die einjährigen Fruchtkörper des Austernseitlings treten in der Zeit von Oktober bis Januar auf. Sie erscheinen aber nicht in jedem Jahr. Sie wachsen in mehr oder weniger großen Büscheln am Stamm und an stärkeren Ästen (vgl. DUJESIEFKEN et al. 2005).

Schadensbild:

Der Austernseitling verursacht eine Weißfäule, die vor allem bei vitalen und gut kompartimentierenden Bäumen laut JAHN (2005) lange auf eng eingrenzbar Bereiche im Stamm beschränkt ist. Diese liegen oft exzentrisch am Stammband, so dass es zu einer Fruktifikation kommen kann, ohne dass die Verkehrssicherheit gefährdet ist. Sind die Bäume allerdings bereits stark geschädigt oder sterben bereits ab, so muss mit größeren Faulstellen gerechnet werden. Als Schadsymptom findet man in der Endphase des Befalls meist großflächig abgestorbene Rindenpartien, auf denen eine massive Fruchtkörperbildung auftreten kann (vgl. JAHN 2005).

Lebensweise:

Der Austernseitling lebt laut JAHN (2005) sowohl parasitär an lebenden Bäumen, als auch saprophytisch an Stubben.

Infektion:

Als typischer Wund- und Schwächeparasit besiedelt der Austernseitling nach WOHLERS et al. (2001) mit seinen Basidiosporen die Bäume über Astungswunden und Stammverletzungen.

Fäuleart:

Der Austernseitling verursacht eine Weißfäule, welche einen raschen Holzabbau verursacht. Während die Fäule bei vitalen Bäumen meist lokal begrenzt ist, breitet sie sich laut WOHLERS et al. (2001) bei alten oder geschwächten Exemplaren von der Infektionsquelle häufig über den gesamten Stammquerschnitt sowie Stammaufwärts und Stammabwärts aus.

Wirtsspektrum:

Der Austernseitling kommt an zahlreichen Laubhölzern, wie Rosskastanie (*Aesculus*), Ahorn (*Acer*) und Linde (*Tilia*) vor. Selten besiedelt er auch Nadelhölzer (vgl. WOHLERS et al. 2001).

Verwechslungsmöglichkeiten:

Aufgrund seines späten Erscheinungszeitpunktes bestehen laut WOHLERS et al. (2001) keine naheliegenden Verwechslungsmöglichkeiten des Austernseitlings mit Fruchtkörpern anderer Pilze.

Maßnahmen:

Durch die Weißfäule, die der Austernseitling hervorruft, kann die Bruch-sicherheit des Stammes stark beeinträchtigt werden. Da vitale Bäume aber, wie beim Schadensbild beschrieben, die Fäule meist gut abschotten, geht eine Gefährdung der Verkehrssicherheit hauptsächlich von bereits stark geschädigten, bzw. im Absterben befindlichen Bäumen aus. Das alleinige Vorfinden von Fruchtkörpern muss also keine Beeinträchtigung der Bruch-sicherheit des Baumes bedeuten. Trotzdem sollte auch an vital erscheinenden Bäumen das genaue Ausmaß der entstandenen Fäule festgestellt werden.

Wirkt der befallene Baum aber geschwächt, so muss auf jeden Fall das Ausmaß der durch den Austernseitling hervorgerufenen Fäule bestimmt werden. Dies geschieht am zweckmäßigsten mit dem Resistographen. Beträgt die gesunde Restwandstärke weniger als ein Drittel des Baumes, so muss der betreffende Baum nach der VTA-Methode gefällt werden. Ist die gesunde Restwandstärke nach der VTA-Regel stark genug, so kann der Baum belassen werden. In Grenzfällen besteht die Möglichkeit, durch baumpflegerische Maßnahmen die Bruch-sicherheit wieder herzustellen. Befallene Bäume sind halbjährlich eingehend zu untersuchen.

Bäume mit rein forstwirtschaftlichem Wert sollten bei einem Befall durch den Austernseitling dem Bestand entnommen werden, da der Aufwand einer eingehenden Untersuchung in keinem wirtschaftlichen Verhältnis zu seinem Erhalt steht.

Einbuchtungen/Einwallungen

An Rosskastanien treten häufig Einbuchtungen und Einwallungen am Stamm und Stammfuß auf, die aber keine Beeinträchtigung der Verkehrssicherheit darstellen (siehe *Fagus*, S. 84).

Eingefaulte Astungswunden

(DUJESIEFKEN et al. 2005)

Grosse Astungswunden, die vor allem bei der Entnahme von Stämmlingen und Starkästen entstehen, führen laut DUJESIEFKEN et al. (2005) bei der schwach abschottenden Rosskastanie häufig zu umfangreichen Verfärbungen mit nachfolgender Fäule im Stamm.

Maßnahmen:

Durch eine Klangprobe mit dem Schonhammer können erste Hinweise gewonnen werden, ob bereits eine größere Fäule vorliegt, oder ob sich der Holzabbau auf das unmittelbare Wundgewebe beschränkt.

Erhärtet sich bei der Klangprobe der Verdacht auf eine größere Fäule, so muss de-

ren Ausmaß bei erhaltenswerten Bäumen genau festgestellt werden, um zu bestimmen, ob der Baum noch bruchstabil ist. Dies geschieht am zweckmäßigsten mit dem Resistographen. Beträgt die verbleibende gesunde Restwandstärke weniger als ein Drittel, so muss nach der VTA-Methode der Stämmeling entnommen, bzw. wenn sich die Astungswunde am Stamm befindet, der Baum gefällt werden. Ist die gesunde Restwandstärke nach der VTA-Regel stark genug, so kann der Baum belassen werden. In Grenzfällen kann durch baupflegerische Maßnahmen die Bruchstabilität wiederhergestellt werden. Befallene Bäume sind von nun an halbjährlich eingehend zu untersuchen. Bäume mit rein forstwirtschaftlichem Wert sollten bei begründetem Verdacht auf eine ausgedehnte Fäule dem Bestand entnommen werden, da der Aufwand einer eingehenden Untersuchung in keinem wirtschaftlichen Verhältnis zu seinem Erhalt steht.

Rippenbildung

Rippen sind fast ausschließlich die Folge von radial verlaufenden Längsrissen. Sie geben keinen Aufschluss darüber, wie der Riss entstanden ist, sondern stellen eine Reparaturanbaute dar (siehe *Acer*, S. 59).

Stammrisse

An Rosskastanie zeigen sich häufig in Längsrichtung verlaufende Stammrisse, die unterschiedlich ausgeprägt sein können (siehe *Acer*, S. 60). Verwechselt werden können die Stammrisse laut DUJESIEFKEN et al. (2005) mit Wachstumsrissen, die sich ausschließlich in der Borke befinden und keine Anzeichen für eine mangelnde Bruchstabilität sind.

Unglücksbalken

Laut DUJESIEFKEN et al. (2005) bilden Rosskastanien relativ häufig Unglücksbalken aus, wobei sich die Krümmung, im Gegensatz zu *Acer*, meist in größerer Entfernung vom Stamm befindet (siehe *Acer*, S. 62). Darüber hinaus neigen Rosskastanien auch zur Ausbildung nach unten gebogener Äste, die ebenfalls im Bereich der Biegung einreißen können.

Das Erkennen eingerissener Unglücksbalken ist bei der Rosskastanie schwieriger als bei glattborkigen Bäumen, da die Risse mit Wachstumsrissen in der Borke verwechselt werden können.

Vergabelungen mit eingewachsener Rinde/Zwiesel

Bei Rosskastanien sind häufig Druckzwiesel mit eingewachsener Rinde vorhanden (siehe *Acer*, S. 63). Diese treten oft zwischen zwei gleichberechtigten Stämmlingen auf. An alten Rosskastanien ist laut DUJESIEFKEN et al. (2005) aufgrund der gröberen Rindenstruktur das Erkennen sowohl von eingewachsener Rinde als auch von Rissen in der Vergabelung schwierig. Aus diesem Grund muss an Rosskastanien die eingehende Untersuchung der Vergabelung besonders gründlich erfolgen.

Wulst (Konvexität)

Wülste am Stamm zeugen von einer erhöhten Materialanlagerung des Baumes in diesem Bereich und deuten somit auf einen Defekt hin, der kompensiert werden soll. Hierbei wird zwischen drei verschiedenen Wulstarten unterschieden:

1. Ringwulst aufgrund einer symmetrisch zur Stammachse verlaufenden Fäule,
2. Beule aufgrund einer einseitigen, randnahen Faulhöhle und
3. Wulst als Reparaturwuchs bei Faserknicken (siehe *Tilia*, S. 150).

5. Bestimmung der Verkehrssicherheit an Fallbeispielen

5.1 Fallbeispiel Buche (*Fagus sylvatica*) mit Brandkrustenpilz (*Ustularia deusta*)

Ansicht Südwest:



(RUTHE 2006)

Ansicht Südwest:



(RUTHE 2006)

5.1.1 Baumbeschreibung

Bei der untersuchten Buche handelt es sich um einen ca. 150 Jahre alten, weitgehend solitär stehenden Baum. Die Buche steht ca. 6 Meter nördlich von der Straße „Am Hayersberg“ an einem ehemals mit Fichten bestockten Hang, der jedoch vor wenigen Jahren gerodet wurde. Hierdurch ist auch die Auskahlung der im Durchmesser 21 Meter breiten unteren Krone im Bereich des Hanges zu erklären. Somit hat die sonst relativ symmetrisch aufgebaute Krone ein leichtes Übergewicht nach Süden Richtung Straße. Die Buche ist ca. 28 Meter hoch und der Stammdurchmesser des gerade gewachsenen Stammes beträgt 1,49 m.

Der Baum wirkt bis auf wenige Totäste im unteren Kronenbereich, die aber für das Alter als völlig normal eingestuft werden können, völlig vital. Bei der Vitalitätsbewertung nach ROLOFF (2001) resultiert hieraus die Einteilung in die Vitalitätsstufe 0. Bei näherer Betrachtung des Stammfußes wird allerdings eine Faulstelle im südlichen Stammbereich sowie ein Befall mit dem Brandkrustenpilz (*Ustularia deusta*) am gesamten Stammfuß sichtbar.

5.1.2 Baumfunktion

Die untersuchte Buche erfüllt durch ihre Nähe zur Straße sowohl eine gestalterische als auch eine leitende Funktion. Durch ihre Größe und die arttypisch ausgeprägte, volle Krone gehört sie zu den bedeutendsten Bäumen an dieser,

gerade am Wochenende durch die Nähe zum Kloster, stark von Fußgängern und Radfahrern frequentierten Straße. Die ökologische Funktion des Baumes besteht hauptsächlich in der Bereitstellung von Nistplätzen für Vögel sowie von Lebensraum für Kleintiere.

Der besondere Wert der Buche, welcher die eingehende Untersuchung der Verkehrssicherheit rechtfertigt, resultiert hier zum Einen aus der Größe, dem Habitus und der Vitalität des Baumes, zum Anderen aus den gestalterischen Aspekten, welche der Baum aufgrund seines Standortes und seiner Exposition erfüllt. Aus diesen Gründen muss der Baum als erhaltungswürdig eingestuft werden.

5.1.3 Schadensbild

Brandkrustenpilz
(*Ustularia deusta*):



(RUTHE 2006)

Faulstelle im südlichen Stammfuß:



(RUTHE 2006)

Bei der fachlich qualifizierten Inaugenscheinnahme wurde im südlichen Bereich des Stammfußes eine ca. 55 cm breite Faulstelle festgestellt. Außerdem weist die Buche einen starken Befall mit dem Brandkrustenpilz (*Ustularia deusta*) auf, welcher in mindestens sieben Einwallungen auftritt und sich um dem gesamten Stammfuß erstreckt. Aus diesem Grund bestehen erhebliche Zweifel an der Verkehrssicherheit des Baumes, so dass eine eingehende Untersuchung zur Bestimmung der Verkehrssicherheit durchgeführt werden muss.

5.1.4 Untersuchungsmethode

Die beschriebene Buche wurde nach der VTA-Methode untersucht und zuerst mit dem Schonhammer abgeklopft, um die Bereiche mit der vermutlich größten Höhlung zu lokalisieren. Anschließend wurden die Starkwurzelanläufe des Stammfußes in ca. 50 cm Höhe an fünf Stellen, wie im Plan ersichtlich,

mit dem Resistographen Resi F 400 angebohrt. Die Ergebnisse der Resistographenmessungen wurden nach den Regeln der VTA-Methode ausgewertet, um die Bruchsicherheit der Buche zu bestimmen .

5.1.5 Untersuchungsergebnis

Wie aus den Resistographenschrieben ersichtlich wird, beträgt die gesunde Restwandstärke des Stammfußes nur noch zwischen 13 und 21 % des Stammes.

5.1.6 Bewertung der Stand- und Bruchsicherheit

Die dieser Untersuchung zu Grunde gelegte VTA-Methode fordert in der t/R Regel mindestens ein Drittel gesunde Restwandstärke, um die Bruchsicherheit eines Baumes zu gewährleisten. Die gesunde Restwandstärke liegt somit deutlich unter der von der VTA-Methode geforderten Restwandstärke. Somit ist die Bruchsicherheit der untersuchten Buche nicht mehr gegeben. Der Baum steht nur ca. 6 Meter neben einer stark durch Fußgänger und Radfahrer frequentierten Straße. Erschwerend kommt außerdem noch hinzu, dass der Baum durch seine zur Straße stärker ausgeformte Krone und seine Windexposition bei östlichen und westlichen Winden, welche durch den gerodeten Hang noch unterstützt werden, vermutlich auf die Straße stürzen wird.

5.1.7 Maßnahmen

Durch die untersuchte Buche besteht für die Verkehrssicherheit der Straße eine akute Gefahr, somit ist die Buche so schnell wie möglich zu fällen.

5.2 Fallbeispiel Lärche (*Larix decidua*) mit Blitzschaden

Ansicht von Westen:



(RUTHE 2006)

Ansicht von Westen:



(RUTHE 2006)

5.2.1 Baumbeschreibung

Bei der untersuchten Lärche handelt es sich um eine von zwei ca. 150 Jahre alten, weitgehend solitär stehenden Lärchen, welche eine Zweiergruppe bilden. Da die beiden Lärchen nur ca. 2 Meter auseinander stehen, wirken die Kronen beider Bäume aus der Entfernung gesehen wie eine Krone. Die untersuchte Lärche steht ca. 7 Meter nördlich von der von der Straße „Am Hayersberg“ an einem ehemals mit Fichten bestockten Hang, der jedoch vor wenigen Jahren gerodet wurde. Hierdurch ist auch die Auskahlung der im Durchmesser 17 Meter breiten Krone im Bereich des Hanges zu erklären. Somit hat die Krone ein leichtes Übergewicht nach Süden Richtung Straße. Die Lärche ist ca. 26 Meter hoch und der Stammdurchmesser des gerade gewachsenen Stammes beträgt 1,10 m.

Die Vitalität der untersuchten Lärche ist, wie aus dem vielen Totholz und der geringen Benadelungsdichte ersichtlich wird, stark geschwächt. Bei der Vitalitätsbewertung nach ROLOFF (2001) resultiert hieraus eine Einteilung in die Vitalitätsstufe 2.

5.2.2 Baumfunktion

Die untersuchte Lärche erfüllt durch ihre Nähe zur Straße sowohl eine gestalterische als auch eine leitende Funktion. Durch ihre Größe und die interessante Kronenbildung dieser Zweiergruppe gehört sie zu den bedeutendsten Bäumen an dieser, gerade am Wochenende durch die Nähe zum Kloster, stark von Fußgängern und Radfahrern frequentierten Straße. Die ökologische Funktion des Baumes besteht hauptsächlich in der Bereitstellung von Nistplätzen für Vögel sowie von Lebensraum für Kleintiere.

Der besondere Wert der Lärchengruppe, welcher die eingehende Untersuchung der Verkehrssicherheit rechtfertigt, resultiert hier zum Einen aus der

Größe und dem besonderen Habitus des Baumes, zum Anderen aus den gestalterischen Aspekten, welche die Zweiergruppe aufgrund ihres Standortes und ihrer Exposition erfüllt. Aus diesen Gründen müssen die beiden Lärchen als erhaltungswürdig eingestuft werden.

5.2.3 Schadensbild

Blitzschaden in nordwestlicher Richtung:



(RUTHE 2006)

Blitzschaden mit oberflächlicher Fäule an der Haltewurzel:



(RUTHE 2006)

Bei der fachlich qualifizierten Inaugenscheinnahme wurde im nordwestlichen Bereich des Stammes ein Blitzschaden festgestellt. Dieser erstreckt sich vom Wipfel der Lärche bis in die große Haltewurzel (siehe Foto). Der Bereich des Blitzschadens weist eine zumindest oberflächliche Fäule auf, Pilzfruchtkörper waren aber zum Zeitpunkt der Untersuchung nicht auszumachen. Aus diesem Grund bestehen Zweifel an der Verkehrssicherheit des Baumes, so dass eine eingehende Untersuchung zur Bestimmung der Bruchssicherheit durchgeführt werden muss.

5.2.4 Untersuchungsmethode

Die beschriebene Lärche wurde nach der VTA-Methode untersucht und zuerst mit dem Schonhammer abgeklopft, um die Bereiche mit der vermutlich größten Höhlung zu lokalisieren. Anschließend wurde der Stammfuß in ca. 50 cm Höhe an vier Stellen, wie im Plan ersichtlich, mit dem Resistographen Resi F 400 angebohrt. Außerdem wurde die oberflächlich faule Haltewurzel in 2,5 Metern Entfernung vom Stamm, also am Rand des statisch wirksamen Wurzeltellers, angebohrt. Dieser Untersuchungspunkt wurde ausgewählt, da mittels Schonhammer an keiner stammnäheren Stelle eine tiefere Fäule lokalisiert werden konnte. Die Ergebnisse der Resistographenmessungen wurden

nach den Regeln der VTA-Methode ausgewertet, um die Bruchsicherheit der Lärche zu bestimmen .

5.2.5 Untersuchungsergebnis

Wie aus den Resistographenschrieben ersichtlich wird, beträgt die gesunde Restwandstärke des Stammfußes bei der Messung 2 noch 38 % und bei der Messung 4 sogar 61 % des Stammes. Bei der Messung 1 und der Messung 3 konnte anhand des Resistographenschriebes keine Fäule nachgewiesen werden. Auch die Bohrung an der Haltewurzel ergab keine nachweisbare Fäule.

5.2.6 Bewertung der Stand- und Bruchsicherheit

Die dieser Untersuchung zu Grunde gelegte VTA-Methode fordert in der t/R Regel mindestens ein Drittel gesunde Restwandstärke, um die Bruchsicherheit eines Baumes zu gewährleisten. Die gesunde Restwandstärke der untersuchten Lärche liegt somit deutlich oberhalb der von der VTA-Methode geforderten Restwandstärke.

5.2.7 Maßnahmen

Durch die untersuchte Lärche besteht für die Verkehrssicherheit der Straße keine akute Gefahr, da die gesunde Restwandstärke deutlich oberhalb der von der VTA-Methode geforderten Restwandstärke liegt. Aufgrund der geringen Vitalität der Lärche sowie der Windexposition bei östlichen und westlichen Winden, welche durch den gerodeten Hang noch unterstützt werden, wäre hier trotz der relativ starken Restwandstärke eine Einkürzung der Krone um 20 % sinnvoll, um den Baum langfristig zu erhalten.

5.3 Fallbeispiel Esche (*Fraxinus excelsior*) mit bakteriellem Eschenkrebs

Ansicht von Süden:



(RUTHE 2006)

Ansicht von Süden:



(RUTHE 2006)

5.3.1 Baumbeschreibung

Die untersuchte Esche ist ca. 150 Jahre alt und steht in einer dreireihigen Allee aus ca. 250 Jahre alten Hainbuchen östlich des Klosters Dahlheim, in die einzelne Eschen eingesprengt sind. In dieser Allee verlaufen zwei von Fußgängern stark frequentierte Wanderwege zu beiden Seiten der untersuchten Esche. Durch die Konkurrenz der Hainbuchen wirkt die 13 Meter breite Krone der Esche sehr lückig und unsymmetrisch. Die Esche ist ca. 21 Meter hoch und der Stammdurchmesser des gerade gewachsenen Stammes beträgt 0,75 m. Die Esche weist einen starken Befall mit Eschenkrebs, verursacht durch das Bakterium *Pseudomonas syringae* ssp. *savastanoi* pv. *Fraxini*, am Stamm sowie an allen stärkeren Ästen auf.

Die Vitalität des Baumes wirkt durch die lückige und unsymmetrische Krone und den Eschenkrebs stark vermindert. Bei der Vitalitätsbewertung nach ROLOFF (2001) resultiert hieraus eine Einteilung in die Vitalitätsstufe 2.

5.3.2 Baumfunktion

Die untersuchte Esche erfüllt durch ihren Stand in der mittleren Reihe der dreireihigen Allee eine gestalterische Funktion. Da die Allee aber hauptsächlich aus ca. 250 Jahre alten Hainbuchen besteht, die vor 150 Jahren mit einzelnen Eschen aufgestockt wurde und der Habitus der Esche nicht sehr ansehnlich ist, übernimmt sie keine leitende Funktion. Die ökologische Funktion des Baumes besteht hauptsächlich in der Bereitstellung von Nistplätzen für Vögel sowie von Lebensraum für Kleintiere.

Ob der Esche somit überhaupt ein besonderer Wert zugesprochen werden kann, welcher eine Eingehende Untersuchung rechtfertigt, ist fraglich.

5.3.3 Schadensbild

bakterieller Eschenkrebs:



(RUTHE 2006)

ausgehöhlte Faulstelle:



(RUTHE 2006)

Bei der fachlich qualifizierten Inaugenscheinnahme wurde an der Esche ein starker Befall mit Eschenkrebs, verursacht durch das Bakterium *Pseudomonas syringae* ssp. *savastanoi* pv. *fraxini* am Stamm sowie an allen stärkeren Ästen vorgefunden. Am westlichen Stamm befindet sich in 2,2 Metern Höhe eine große ausgehöhlte Faulstelle, die durch holzzeretzende Pilze, welche vermutlich durch die Wunden des Eschenkrebses in den Baum eingedrungen sind, verursacht wurde. Zum Untersuchungszeitpunkt im Juni 2006 waren keine Pilzfruchtkörper am Stamm der Esche zu finden. Aufgrund der großen ausgehöhlten Faulstelle bestehen erhebliche Zweifel an der Bruchsicherheit des Baumes, so dass eine eingehende Untersuchung zur Bestimmung der Bruchsicherheit durchgeführt werden muss.

5.3.4 Untersuchungsmethode

Die beschriebene Esche wurde nach der VTA-Methode untersucht und zuerst mit dem Schonhammer abgeklopft, um den Bereich mit der vermutlich größten Höhlung zu lokalisieren. Anschließend wurde dieser Bereich, der sich ca. 70 cm unterhalb der Höhlung befindet, wie im Plan ersichtlich, mit dem Resistographen Resi F 400 angebohrt. Die Ergebnisse der Resistographenmessungen wurden nach den Regeln der VTA-Methode ausgewertet, um die Bruchsicherheit der Esche zu bestimmen .

5.3.5 Untersuchungsergebnis

Wie aus den Resistographenschrieben ersichtlich wird, beträgt die gesunde Restwandstärke im Bereich der vermuteten größten Fäule an drei Seiten noch 59 bis 70 %.

5.3.6 Bewertung der Stand- und Bruchsicherheit

Die Dicke der gesunden Restwandstärke liegt an drei Seiten des Baumes deutlich über dem von der t/R-Regel geforderten Wert, trotzdem wird die Bruchsicherheit der Esche durch die große Öffnung des Stammes in westlicher Richtung in naher Zukunft gefährdet. Durch die Nord- Süd Ausdehnung der Allee wird die Bruchsicherheit der Esche außerdem durch Westwinde beeinträchtigt. Dies wird durch den westlich sich anschließenden, zum Kloster stark abfallenden, frisch gerodeten Hang noch verstärkt.

Die untersuchte Esche ist momentan noch als bruchsicher einzustufen. Da Eschen aber zu den schwach abschottenden Baumarten zählen, wird die Bruchsicherheit in den nächsten Jahren durch die voranschreitende Fäule nicht mehr gegeben sein.

5.3.7 Maßnahmen

Durch die untersuchte Esche besteht für die Verkehrssicherheit des Wanderweges keine akute Gefahr, da die gesunde Restwandstärke an drei Seiten deutlich oberhalb der von der VTA-Methode geforderten Restwandstärke liegt. Aufgrund des geringen Wertes der Esche für die alte Hainbuchenallee, sowie ihrer geringen Vitalität und der Windexposition bei westlichen Winden wäre meines Erachtens aber trotzdem eine Fällung des Baumes sinnvoll. Durch die Entnahme der stark befallenen Esche würde auch der Befallsdruck durch den Eschenkrebs innerhalb der Allee gesenkt. Die benachbarten Hainbuchen könnten die durch die lückige und unregelmäßige Krone der Esche entstandene Lücke in der Allee relativ schnell schließen. Außerdem würde so in den nächsten Jahren Geld für aufwendige eingehende Untersuchungen gespart.

5.4 Fallbeispiel Hainbuche (*Carpinus betulus*) mit Buckeltramete (*Trametes gibbosa*)

Ansicht von Süden:



(RUTHE 2006)

Ansicht von Norden:



(RUTHE 2006)

5.4.1 Baumbeschreibung

Die untersuchte Hainbuche ist ca. 250 Jahre alt und steht am südlichen Rand einer dreireihigen Allee aus ca. 250 Jahre alten Hainbuchen östlich des Klosters Dahlheim, in die einzelne Eschen eingesprengt sind. In dieser Allee verlaufen zwei von Fußgängern stark frequentierte Wanderwege östlich der untersuchten Hainbuche. Durch die Konkurrenz der nördlich und östlich stehenden Hainbuchen erstreckt sich die 11 Meter breite Krone der Hainbuche hauptsächlich in westlicher und südlicher Richtung. Die Hainbuche ist ca. 16 Meter hoch und der Stammdurchmesser des gerade gewachsenen Stammes beträgt 0,62 m. Die Hainbuche weist in westlicher Richtung in ca. 1,8 Metern Höhe einen gekappten Stämmeling auf, an dem sich Buckeltrameten (*Trametes gibbosa*) befinden.

Der Baum wirkt bis auf wenig Totholz im unteren Kronenbereich, welches aber für das Alter als völlig normal eingestuft werden können, vital. Bei der Vitalitätsbewertung nach ROLOFF (2001) resultiert hieraus eine Einteilung in die Vitalitätsstufe 1.

5.4.2 Baumfunktion

Die untersuchte Hainbuche erfüllt durch ihren Stand am südlichen Rand der dreireihigen Allee sowohl eine gestalterische als auch eine leitende Funktion. Die ökologische Funktion des Baumes besteht hauptsächlich in der Bereitstellung von Nistplätzen für Vögel sowie von Lebensraum für Kleintiere.

Der besondere Wert der Hainbuche, welcher die eingehende Untersuchung der Verkehrssicherheit rechtfertigt, resultiert hier zum Einen aus der Größe, dem Habitus und der Vitalität des Baumes, zum Anderen aus den gestalteri-

sehen Aspekten, welche der Baum aufgrund seines Standortes in der Allee erfüllt. Aus diesen Gründen muss der Baum als erhaltungswürdig eingestuft werden.

5.4.3 Schadensbild

gekappter Stämmeling in westlicher Richtung:



(RUTHE 2006)

Befall mit Buckeltramete (*Trametes gibbosa*):



(RUTHE 2006)

Bei der fachlich qualifizierten Inaugenscheinnahme wurde an der Hainbuche in westlicher Richtung in ca. 1,8 Metern Höhe ein mit Buckeltrameten (*Trametes gibbosa*) befallener gekappter Stämmeling vorgefunden. Der Stämmelingsstummel ist abgestorben und unterhalb des Stummels befindet sich ein Versorgungsschatten. Aus diesem Grund bestehen Zweifel an der Verkehrssicherheit des Baumes, so dass eine eingehende Untersuchung durchgeführt werden muss, um das Ausmaß der Fäule im Stamm zu bestimmen.

5.4.4 Untersuchungsmethode

Die beschriebene Hainbuche wurde nach der VTA-Methode untersucht und zuerst mit dem Schonhammer abgeklopft, um den Bereich mit der vermutlich größten Höhlung zu lokalisieren. Anschließend wurde dieser Bereich, der sich ca. 50 cm unterhalb des Stummels befindet, wie im Plan ersichtlich, mit dem Resistographen Resi F 400 angebohrt. Die Ergebnisse der Resistographenmessungen wurden nach den Regeln der VTA-Methode ausgewertet, um die Bruchsicherheit der Hainbuche zu bestimmen.

5.4.5 Untersuchungsergebnis

Wie aus den Resistographenschrieb der ersten Bohrung ersichtlich wird, erstreckt sich die Fäule 50 cm unterhalb des Stummels, vom Versorgungsschatten im Westen des Stammes ausgehend, ca. 20 cm tief in den Stamm hinein. Durch die zweite Bohrung von Norden ausgehend zeigt sich allerdings, dass

die Fäule hier nur noch eine Breite von ca. 9 cm aufweist. Durch die hohe Schaftklemmung der Resistographennadel im harten Holz der Hainbuche sind die Ausschläge der Nadel durch die mittige Fäule nicht so gut zu erkennen, wie bei den anderen Bohrungen. Die vom Stämmelstummel ausgehende Fäule erstreckt sich keilförmig in den Stamm hinein und wird durch das effektiv abschottende Holz der Hainbuche gut abgeschottet.

5.4.6 Bewertung der Stand- und Bruchsicherheit

Da die von der Buckeltramete (*Trametes gibbosa*) hervorgerufene Weißfäule bei Hainbuchen zumeist gut abgeschottet wird und dies bei der untersuchten Hainbuche der Fall zu sein scheint, ist mit einer Beeinträchtigung der Bruchsicherheit auch in den nächsten Jahren nicht zu rechnen.

5.4.7 Maßnahmen

Da mit einer Beeinträchtigung der Bruchsicherheit der untersuchten Hainbuche durch die gut abgeschottete Fäule auch in den nächsten Jahren nicht zu rechnen ist, sind keine weiteren Maßnahmen notwendig.

6. Möglichkeiten zur zukünftigen Reduzierung von Schadsymptomen an der Verkehrssicherungspflicht unterliegenden Bäumen

Die Durchführung der Verkehrssicherungspflicht und gerade die eingehende Untersuchung von bei der Inaugenscheinnahme festgestellten Schadsymptomen ist für die Forstämter sowohl sehr kosten-, als auch sehr arbeitsintensiv. Somit muss es das Ziel jedes Forstamtes sein, durch eine vorausschauende Bewirtschaftung der für die Verkehrssicherungspflicht relevanten Bereiche des Waldes, das zukünftige Auftreten von Schadsymptomen so gering wie möglich zu halten. Nachfolgend werden verschiedene Punkte beschrieben, durch deren Einhaltung die Entstehung von Schadsymptomen stark vermindert werden kann:

In der heutigen Zeit wird der Großteil der Waldränder bei der Waldbewirtschaftung stark vernachlässigt, denn die betreffenden Bäume produzieren durch ihre Beastung kein Wertholz. Da diese Bereiche durch eine fehlende Durchforstung sehr dicht bestockt sind und durch das einseitige Lichtangebot einen starken Überhang aufweisen, sind sie aus Sicht der Verkehrssicherungspflicht als kritisch einzustufen. Durch die dichte Bestockung und oft viel zu spät durchgeführte Schnittmaßnahmen zur Herstellung des Lichtraumprofils an Straßen und Wegen, werden den Bäumen viele und oft unnötig große Wunden zugefügt, die zu einer schnellen Besiedelung mit holzersetzenden Pilzen führen. Aus diesem Grund fordert GOCKEL (2006) eine Umgestaltung der bis heute relativ unproduktiven Waldränder zu intakten, sprich lichtdurchlässigen und mehrschichtigen Waldsäumen. Durch die Entnahme der Randbäume bis auf wenige „vollkronige“ und vitale Einzelexemplare sowie eine Reduktion des Bestockungsgrades auf ca. ein Drittel des 15 bis 20 Meter breiten Saumes, werden laut GOCKEL die Risiken für die Verkehrssicherheit durch die geringere Konkurrenz der Bäume, sowie verminderte Schnittmaßnahmen deutlich verringert. Auch die zukünftige Nutzung der Waldsäume in der historischen Betriebsform des Mittelwaldes mit einzelnen vitalen Überhältern für die Wertholzproduktion, in Kombination mit auf den Stock zu setzendem Unterstand, reduziert die Risiken für die Verkehrssicherheit in gleicher Weise. Durch die veränderte Nutzung der Waldränder werden aber neben den positiven Effekten für die Verkehrssicherheit auch extrem artenreiche Biotop geschaffen, die vielen licht- und wärmeliebenden Tier- und Pflanzenarten als Lebensraum dienen. Außerdem wird durch die ästhetische Vielfalt der intakten Waldsäume auch die Erholungsfunktion des Waldes für Besucher gesteigert. Durch die veränderte Situation auf dem Brennstoffmarkt bieten die früher nicht kostenneutral zu pflegenden Waldränder laut GOCKEL (2006) heute außerdem ein großes Potential zur Mobilisierung von Holzmassen für die Energie- und Industrieholzvermarktung. Somit werden durch die Umgestaltung der Waldränder zu intakten Waldsäumen, neben den beschriebenen positiven Effekten, nicht nur Gelder bei der anschließenden Verkehrssicherungspflicht gespart, sondern es wird durch die Mobilisierung von Holzreserven auch noch Profit erwirtschaftet.

Ein weiterer wichtiger Punkt zur Vermeidung unnötiger Schadsymptome ist der frühzeitig durchgeführte Lichtraumprofilschnitt unter Wahrung der guten fachlichen Praxis nach der ZTV-Baumpflege. Hiermit werden bei den unum-

gänglichen Schnittmaßnahmen die Wunden so klein wie möglich gehalten, sowie durch korrekte Schnitttechniken eine schnelle Überwallung gewährleistet. Somit wird die Besiedelung der beschnittenen Bäume durch holzersetzen Pilze über die entstandenen Wunden als Eintrittspforten erschwert. Aber auch Bodenverdichtungen im Wurzelbereich sowie Wurzelkappungen durch Baumaßnahmen z. B. beim Bau oder Ausbau von Straßen schädigen die betroffenen Bäume schwer und nachhaltig und führen neben einer verminderten Vitalität zu Eintrittspforten für holzersetzen Pilze. Daher sollte stets bei Baumaßnahmen in Baumnähe bedacht werden, dass die betroffenen Bäume langfristig erheblich in ihrer Standsicherheit gefährdet werden. Letztendlich führt aber auch die Verwendung von standortgerechten Gehölzen zur Verminderung von Schadsymptomen, da die standortgerechten Pflanzen durch ihre optimale Anpassung an den Standort eine höhere Vitalität aufweisen und somit resistenter als nicht standortgerechte Gehölze sind.

7. Diskussion

Wie bereits im ersten Teil der Arbeit dargelegt, ist die genaue Durchführung der Verkehrssicherungspflicht im Zuständigkeitsbereich des Forstes rechtlich nicht genau definiert. Der Grund hierfür liegt darin, dass der Begriff der Verkehrssicherungspflicht weder allgemeiner Haftungstatbestand, noch gesetzlich genau definiert ist. Er ist vielmehr von der Rechtsprechung als Teilaspekt der allgemeinen Deliktshaftung gemäß § 823 BGB entwickelt worden. Durch diese fehlende Definition des genauen Umfangs der Verkehrssicherungspflicht, um dem Gesetzgeber genüge zu tun, herrscht Unsicherheit unter den Betroffenen. Die vorliegende Arbeit skizziert unter Berücksichtigung der aktuellen Literatur einen Weg, wie die Verkehrssicherungspflicht in Bezug auf die Stand- und Bruchsicherheit von Bäumen im Zuständigkeitsbereich des Forstes ordnungsgemäß durchgeführt werden kann. Wichtig in diesem Zusammenhang ist vor allem die Einteilung der Flächen in verschiedene Bereiche hinsichtlich ihrer Frequentierung, um die Intensität der Untersuchungen staffeln zu können. Eine Intensität der Verkehrssicherung wie im besiedelten Raum ist für die gesamten Flächen der Forstämter bzw. privaten Waldbesitzer wirtschaftlich nicht zumutbar. Diesem Umstand trägt auch das Grundsatzurteil des BGH mit seiner Zumutbarkeitsklausel Rechnung (vgl. BGH, Urteil vom 21.01.1965, jüngst bestätigt durch BGH, Urteil vom 04.03.2004). Eine weitere Reduzierung der Arbeitsintensität wird durch die Einteilung der betreffenden Bäume in erhaltenswert und nicht erhaltenswert erreicht. Hierbei werden im Zuständigkeitsbereich des Forstes nur die erhaltenswerten Bäume, welche in besonderer Art das Landschaftsbild prägen, insbesondere geschützte Landschaftsbestandteile bei vorgefundenen Schadsymptomen eingehend untersucht. Bäume, die nur einen rein forstwirtschaftlichen Wert besitzen, werden beim Auffinden von Schadsymptomen dem Bestand entnommen, ohne vorher eingehend das Ausmaß des Schadens zu bestimmen. Somit wird die Zahl der zeitaufwendigen und teuren eingehenden Untersuchungen drastisch reduziert.

Durch die Anlehnung der Kontrollarten und -intervalle an die neue FLL Baumkontrollrichtlinie wird dem aktuellen Stand der Technik entsprochen, dem die Gerichte in ihrer Urteilsfindung folgen werden.

Der kritische Vergleich der verschiedenen Untersuchungsmethoden hat gezeigt, dass alle von den Gerichten anerkannten Methoden ihre Schwächen besitzen, so dass mit keiner der beschriebenen Methoden eine hundertprozentige Bestimmung der Verkehrssicherheit möglich ist. Da jeder Baum ein Unikat und die Fülle der auf die Verkehrssicherheit einwirkenden Faktoren sehr komplex ist, verwundert dies bei eingehender Beschäftigung mit der Thematik nicht. Somit ist jede Beurteilung der Verkehrssicherheit für einen Baum mit ausgeprägten Schadsymptomen eine Gradwanderung. Auf der einen Seite dürfen nicht aus reinem Sicherheitsdenken alle gefährdeten Bäume gefällt werden, auf der anderen Seite muss die Gefährdung für den Verkehr auf ein möglichst geringes Maß reduziert werden.

Die von Mattheck entwickelte VTA- (Visual Tree Assessment-) Methode erscheint hierbei trotz einiger Ungenauigkeiten bei ihren Regeln durch ihre leichte Handhabung am praktikabelsten zu sein. Ein Vorteil dieser Methode ist, dass durch die Ungenauigkeiten der Regeln die betreffenden Bäume eher

zu früh gefällt werden. Im Gegensatz hierzu werden bei der SIA-Methode gerade bei sehr starken Bäumen noch sehr geringe Restwandstärken toleriert, so dass die Gefahr für den Gutachter, ein falsches Urteil zu treffen, hier höher einzustufen ist. In Anbetracht der Tatsache, dass die Naturdenkmäler, sprich die schützenswertesten Bäume im Zuständigkeitsbereich des Forstes, nicht durch Forstbeamte sondern durch die untere Naturschutzbehörde kontrolliert werden, ist meines Erachtens die zu frühe Fällung eines untersuchten Baumes, der nicht den Schutzstatus Naturdenkmal genießt, als weniger gravierend einzustufen, als ein Unfall durch einen nicht gefällten Baum. Trotzdem sollten die Ergebnisse der VTA-Methode nicht unreflektiert übernommen werden, sondern botanische und dendrologische Kenntnisse sowie das Wissen über das mechanische Verhalten von Bäumen der Forstbeamten in das Urteil zur Beurteilung der Verkehrssicherheit einfließen.

Bei der eingehenden Untersuchung von Schäden an stammfernen Wurzeln zeigt die VTA-Methode allerdings Schwächen. So ist die Freilegung der stammfernen Wurzeln zum Einen sehr aufwändig, zum Anderen werden diese auch leicht verletzt und somit Eingangspforten für weitere holzzeretzende Pilze geschaffen. Hier wäre meines Erachtens, wenn der Wert des Baumes dies rechtfertigt, eine Untersuchung mittels Zugversuch durch einen qualifizierten Gutachter die bessere Lösung.

Auch beim kritischen Vergleich der verschiedenen Untersuchungsgeräte wird deutlich, dass alle Geräte Schwächen aufweisen. Gerade das von Mattheck häufig propagierte Fractometer weist bei kritischer Betrachtung deutliche Ungenauigkeiten auf, so dass von dessen Einsatz abgeraten werden sollte. GRUBER & HAGEMANN (2000) haben die Biegefestigkeiten von verschiedenen Hölzern mit dem Fractometer 1 sowie dem Prüfverfahren nach DIN 52186 untersucht und die Ergebnisse verglichen. Sie kommen zu dem Schluss, dass zwischen den DIN-Biegefestigkeiten und den Fractometer-Delaminationswerten kein statisch signifikanter Zusammenhang besteht. Somit erscheint das Abklopfen der vermuteten Schädigung mittels Schonhammer, um den Bereich der geringsten Restwandstärke zu lokalisieren, sowie die anschließende Untersuchung durch den Resistographen die genaueste Möglichkeit zu sein, um das Ausmaß der Schädigung zu bestimmen.

Bei der ausführlichen Beschreibung der Schadsymptome im zweiten Teil der Arbeit werden abschließend die zu treffenden Maßnahmen aufgeführt, welche notwendig sind, um eine eventuelle Beeinträchtigung der Verkehrssicherheit zu bestimmen. Diese basieren auf der aus oben beschriebenen Gründen für den Forst favorisierten VTA-Methode. Da sowohl Bäume als auch holzzeretzende Pilze lebendige Organismen sind, muss bei jeder eingehenden Untersuchung bedacht werden, dass in dieser Arbeit für die zeitliche und räumliche Entwicklung der Schadsymptome nur Anhaltswerte geliefert werden können. Somit können Einzelfälle z. T. deutlich von den geschilderten Werten abweichen. Deswegen sind die botanischen und dendrologischen Kenntnisse der Forstbeamten für die Urteilsfindung von großer Wichtigkeit.

Ausblick

Die zur Zeit gebräuchlichen und vor Gericht anerkannten Methoden zur Untersuchung der Verkehrssicherheit von Bäumen haben, wie bei der kritischen Diskussion in Kapitel 3.7 ausführlich beschrieben, allesamt ihre Schwächen.

Somit erscheint eine hundertprozentige Bestimmung der Verkehrssicherheit eines untersuchten Baumes zur Zeit nicht möglich. Auch die beschriebenen Untersuchungsgeräte weisen Schwächen auf, welche die Ungenauigkeiten der Untersuchung verstärken.

Es ist für die Zukunft zu hoffen, dass durch die Entwicklung von genaueren und leichter durchzuführenden Untersuchungsmethoden sowie verbesserten Untersuchungsgeräten die Bestimmung der Verkehrssicherheit von Bäumen leichter und vor allem genauer wird. Nur so können stark geschädigte, aber aufgrund ihrer Einzigartigkeit und ihres ökologischen Potentials erhaltenswerte Bäume so lange wie eben möglich für Mensch und Natur erhalten werden.

In Bezug auf die Rechtsprechung bleibt zu hoffen, dass die Richter in der Zukunft ihre Urteile mit mehr Augenmaß und fachlichem Hintergrundwissen fällen, damit extreme Urteile ausbleiben und somit den mit der Verkehrssicherungspflicht Beauftragten mehr Rechtssicherheit geboten wird.

8.1 Zusammenfassung deutsch

Die vorliegende Arbeit richtet sich sowohl an Forstämter als auch an private Waldbesitzer und soll ihnen als Leitfaden bei der ordnungsgemäßen Durchführung der Verkehrssicherungspflicht in Bezug auf die Stand- und Bruchsi-cherheit von Bäumen dienen.

Im ersten Teil gibt die Diplomarbeit einen Überblick über die rechtlichen Grundlagen der Verkehrssicherungspflicht. Es werden mehrere, zum Teil ge-gensätzlich ausfallende Grundsatzurteile auszugsweise zitiert, um dem Leser einen Überblick über die Grundsätze der oft widersprüchlichen deutschen Rechtsprechung zu vermitteln.

Anschließend werden die Grundlagen der verschiedenen Kontrollarten und Kontrollintervalle beschrieben und ein Weg aufgezeigt, wie diese bei der Durchführung der Verkehrssicherungspflicht im Zuständigkeitsbereich des Forstes unter Berücksichtigung einer ordnungsgemäßen Forstwirtschaft an-gewendet werden können.

Bei der Untersuchung von Bäumen auf ihre Verkehrssicherheit existieren ver-schiedene Lösungsansätze, deren Ergebnisse vor Gericht Bestand haben und die somit für die Durchführung der Verkehrssicherungspflicht zulässig sind. Deswegen werden in der vorliegenden Arbeit sowohl die von Mattheck ent-wickelte VTA- (Visual Assesment) Methode als auch die von Wessoly & Erb entwickelte SIA- (Static Integratet Assesment) Methode sowie deren Zugver-suche beschrieben und ihre Eignung für den praktischen Forstbetrieb kritisch diskutiert.

Im zweiten Teil der Diplomarbeit werden die verschiedenen Schadsymptome, welche zu einer Gefährdung der Verkehrssicherheit führen können, nach Bau-marten gegliedert, ausführlich vorgestellt. Die Schadsymptome lassen sich in parasitisch lebende, d. h. das Holz lebender Bäume zersetzende Pilze und phänologische Wuchsauffälligkeiten wie z. B. Wülste und Beulen, welche auf eine Fäule im Stamminneren hindeuten, unterteilen. Bei der Beschreibung der verschiedenen holzzersetzenden Pilze wird großer Wert auf die genaue Bestimmung der Fruchtkörper sowie mögliche Verwechslungsmöglichkei-ten mit anderen Pilzen gelegt. Aber auch Wirtsspektrum, Infektionswege und die bewirkte Fäuleart sowie deren artspezifische Besonderheiten werden de-tailliert beschrieben. Bei den phänologischen Schadsymptomen werden so-wohl die Ursachen und Hintergründe ihrer Entstehung aufgeführt als auch die Ausgeprägtheit der Symptome und daraus resultierend das Ausmaß der Gefährdung für die Verkehrssicherheit festgelegt. Anschließend werden bei allen Schadsymptomen die weiteren Maßnahmen, welche bei der folgenden eingehenden Untersuchung durchzuführen sind, um das genaue Ausmaß des Schadsymptoms festzustellen und somit die Verkehrssicherheit des betreffen-den Baumes zu bestimmen, dargestellt.

Im dritten Teil der Diplomarbeit wird dann eine eingehende Baumuntersu-chung an vier ausgewählten Fallbeispielen mittels VTA-Methode durchge-führt und anschließend die Verkehrssicherheit der untersuchten Bäume be-stimmt.

Im Anhang der Arbeit werden Grundlagen der Baumbiologie sowie holzeretzender Pilze aufgeführt, um dem Leser erforderlichenfalls Hintergrundwissen in diesen Bereichen zu liefern, welches über die Beschreibungen im Sachwörterverzeichnis hinausführt.

8.2 *Summary*

This paper has been written for both forestry offices and private forest-owners and is to serve them as a guide in complying with legal demands concerning the legal duty to maintain safety with reference to the stability and the security against fracture of trees.

The first part will give a review of the legal requirements of the legal duty to maintain safety. Several - and sometimes contrary - landmark decisions taken by courts will be quoted in parts so as to provide information about the principles and workings of German jurisdiction.

After that, the basics of various modes and intervals of control will be described, showing how they can be applied in complying with the demands of the legal duty to maintain safety in woods with proper forestry.

For determining the safety of trees, there are different solutions the findings of which are acknowledged by courts and are therefore permitted in meeting the demands of the legal duty to maintain safety. This is why this paper will describe both the VTA (Visual Assessment) method, developed by Mattheck, and the SIA (Static Integrated Assessment) method, developed by Wessoly & Erb, including their pulling-tests and will also critically discuss their suitability for practical forestry.

The second part of this paper will in detail describe the various symptoms of damage in different kinds of trees which may affect legal duty to maintain safety. Those symptoms can be divided into parasitical fungi, decomposing the wood of living trees, and phenologically abnormal growths such as swellings which indicate a rot inside the trunk. The description of the different wood-decomposing fungi will focus on the exact ascertaining of fruiting bodies and the possible risks of mistaking them for other fungi. The description will include the spectrum of hosts, the paths of infection and the respective rot, but also their peculiarities depending on the species infected. In dealing with the phenological symptoms of damage, the possible causes and the background of its origin will be shown. The same will be done concerning the extent of the symptoms and the ensuing extent of danger for human safety. The following part, considering all symptoms of damage, will present the measures which are to be taken in examining and ascertaining the exact extent of the respective symptom of damage and in defining to what degree the respective tree influences the legal duty to maintain safety.

The third part of this paper will deal with four case studies of trees carried out with the VTA method. This will also include an analysis of how much the trees meet the legal requirements to maintain safety.

The appendix will present the foundations of the biology of trees and wood-decomposing fungi, thus providing background information which will go beyond the descriptions given in the index.

9 Sachwörterverzeichnis

Abschottung*

Reaktion des Holzgewebes in lebenden, reaktionsfähigen Teilen des Baumes, ausgelöst durch Verletzungen und/oder Fäule, um den Schadbereich gegenüber dem gesunden Gewebe abzugrenzen. Die Wirksamkeit ist von vielen Faktoren abhängig.

Ascomycetes*

Schlauchpilze- Klasse der Fungi.

Ascosporen**

Sporen, die zu je acht (selten auch weniger oder bis zu 32) im Sporenbhälter der Schlauchpilze gebildet werden.

Basidien**

„Kleine Säulen“ gewisser Pilze, an denen nach Sprossung oder an Sterigmen meist vier kurzgestielte Sporen sitzen.

Basidiomycetes**

Ständerpilze, höchst entwickelte Klasse der Fungi.

Basidiosporen**

In den Basidien meist in bestimmter Anordnung und in Vielzahl gebildete, dünnwandige Sporen.

Baumkontrolle*

Überprüfung des Baumes auf Verkehrssicherheit.

Baumpflege*

Maßnahme an Baum und Baumumfeld zur Vermeidung von Fehlentwicklungen und zur Erhaltung, Verbesserung oder Wiederherstellung der Vitalität und Verkehrssicherheit des Baumes.

Baumstatik*

Beinhaltet die Stand- und Bruchsicherheit von Bäumen.

Beule***

Kompensatorische Verdickung im Bereich von Faserknicken.

Blitzschaden*

Aufreißen und Ablösen der Rinde und/oder Aufspaltung des Holzes durch Blitzeinwirkung.

Braunfäule

Braunfäule wird durch Basidiomyceten hervorgerufen, welche die Kohlenhydrate Cellulose und Hemicellulosen der verholzten Zellwand abbauen und das Lignin nahezu unverändert zurücklassen, wodurch die Braunfärbung entsteht. Wegen des Celluloseabbaus nimmt die Dimensionsstabilität besonders

axial stark ab, und durch Schwinden beim Trocknen entstehen Quer- und Längsrisse mit dem charakteristischen würfelförmigen Zerfall. Dieser hat zu der früher gebräuchlichen Bezeichnung Destruktionsfäule geführt. Die meisten Braunfäulepilze greifen Nadelholz an (ca. 80 %), während Weißfäulepilze häufiger auf Laubholz vorkommen. Die Braunfäule kommt am stehenden und geschlagenem Holz, sowie im Splint und im Kern vor. Sie ist meistens gleichmäßig über das Substrat verteilt und tritt nur selten unregelmäßig verteilt und von „gesundem“ Holz umgeben aus Braunlochfäule auf (vgl. DENGLER 2000).

Bruch***

Vollständiges Versagen der Tragfähigkeit der Holzstruktur.

Bruchlast*

Bezeichnung für die Last, die ein Material höchstens aufnehmen kann.

Bruchsicherheit

Die ausreichende Fähigkeit und Beschaffenheit des Baumes, dem Bruch von Stamm und Kronenteilen zu widerstehen (BAUMGARTEN et al. 2004).

Cellulose**

Organische Verbindung, hochmolekulares Kohlenhydrat, das aus zwischen den Kohlenstoffatomen 1 und 4 β -glykosidisch verknüpften Glucoseresten besteht. Die Cellulose ist Bestandteil zahlreicher Gewebefasern, z. B. bei Baumwolle, Leinen, Jute u. a..

Chlamydosporen**

Durch Zerfall oder in der Kontinuität einer Hyphe entstehende Dauersporen mit dicker oder doppelter Zellwand. Sie helfen über schlechte Ernährungsbedingungen hinweg und keimen unter günstigen Bedingungen mit einem oder mehreren Keimschläuchen aus. Sie kommen bei der Mehrzahl der Pilze vor, sind funktionell identisch mit den Gemmen, nicht aber morphologisch, da die Gemmen mehrzellige Übergangsformen darstellen.

Cw-Wert (Luftwiderstandsbeiwert)

$$W/A \times 0,5 \times p \times v^2$$

W0 Windlast

A0 Kronenfläche

p= Luftdichte in kg/m³

v= Windgeschwindigkeit

Delamination***

Versagen einer faserartigen Struktur im Bereich der Verklebung.

Druckholz***

Kompensationsholz der Nadelbäume mit speziellem Holzaufbau.

Druckzwiesel

Siehe Zwiesel.

Elastizitätsgrenze***

Bis zu diesem Dehnbetrag ist die Verformung linearrealistisch, geht also nach der Beanspruchung wieder in den Ausgangszustand zurück. Darüber hinaus verformt sich das Holz plastisch, ein Teil der Verformung bleibt. Das Überschreiten der E-Grenze ist das Primärversagen. Der Baum steht danach noch. Gebiete plastischer Verformung versucht der Baum zu kompensieren. Bei erfolgreicher Kompensation entsteht eine Beule. Die Elastizitätsgrenze dient der Bemessung bei der Elastomethode.

Elastometer***

Speziell für die Bruchsicherheitsermittlung von Bäumen entwickeltes Dehnungsmessgerät. Wird mit zwei Spitzen in der Rinde fixiert und liefert beim Zugversuch verletzungsfrei die Dehnung der am stärksten beanspruchten repräsentativen Randfaser. Auflösung 1/1000 mm. Damit wird die statische Gleichung gelöst, die Versagenslast (Primärversagen) eines Querschnitts ist dann bei Kenntnis der Elastizitätsgrenze bekannt.

Elastomethode***

Statisch integrierte verletzungsfreie Diagnosemethode der Bruchsicherheit über Elastometermessung beim Zugversuch.

Elastizitätsmodul***

Verhältniswert zwischen Spannung und Dehnung. Maß für die Steifigkeit.

Eingehende Untersuchung*

Untersuchung, die durchgeführt werden muss, wenn bei der Regelkontrolle bzw. der Zusatzkontrolle in Form der fachlich qualifizierten Inaugenscheinnahme Schäden und/oder Schadsymptome festgestellt wurden, die hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf die Verkehrssicherheit nicht abschließend beurteilt werden konnten. Eingehende Untersuchungen sind durch Fachkräfte mit spezieller Aus- und/oder Weiterbildung, ggf. unter Verwendung von besonderen Geräten und/oder Untersuchungsmethoden, durchzuführen.

Einkürzung von Kronenteilen*

Schnittmaßnahme an Kronen, die aus statischen oder Baumumfeld bedingten Gründen in Teilbereichen eingekürzt werden müssen, bei Bedarf auch im Grob- und im Starkastbereich. Zum Erhalt der artgerechten Kronenstruktur macht diese Maßnahme oft eine Korrektur der gesamten Krone erforderlich.

Einwallung

Siehe Versorgungsschatten/Wachstumsdefizit.

Entwicklungsphasen*

Im Sinne der FLL Baumkontrollrichtlinie ist die Zuordnung der Bäume zu drei Entwicklungsphasen lediglich ein Hilfsmittel für die Festlegung der Kontrollintervalle. Hierbei werden je nach Standzeit des Baumes folgende

Phasen unterschieden:

Jugendphase: Phase des Anwachsens am neuen Standort sowie des Erziehungs- und Aufbauschnittes und der Erziehung des Lichtraumprofils.

Die Jugendphase erstreckt sich i. d. R. über 15 Jahre Standzeit

Reifephase: Phase nach der Jugendphase bis zur Erzielung des vollfunktionsfähigen Zustandes eines Baumes.

Die Reifephase erstreckt sich je nach Baumart und Standortverhältnissen i. d. R. von 15 bis ca. 50 bzw. bis ca. 80 Jahre Standzeit.

Alterungsphase: Phase nach der Reifephase. Es erfolgt i. d. R. ein geringerer Zuwachs. Mit zunehmendem Alter treten auch bei ungeschädigten Bäumen immer häufiger biologisch bedingte Schäden auf, welche die Verkehrssicherheit beeinträchtigen können.

Die Alterungsphase beginnt je nach Baumart und Standortverhältnissen ab ca. 50 bzw. ab ca. 80 Jahren.

Fachlich qualifizierte Inaugenscheinnahme*

Visuelle Kontrolle des Baumes auf Verkehrssicherheit durch Personen mit ausreichenden Fachkenntnissen vom Boden aus.

Fäule, Holzfäule*

Zersetzung oder Abbau des Holzes, durch Pilze verursacht. Die Entwicklung ist wesentlich von der Art des Erregers sowie der Art und dem Gesamtzustand des Baumes abhängig.

Falschkernholz

Siehe Kernholz.

Fractometer

Gerät zur Messung der Holzfestigkeit durch Bestimmung der radialen Biegefestigkeit und des radialen Bruchwinkels anhand eines Bohrkerns.

Frostriss***

Durch Wechsellastspannung zwischen Temperatur und Vorspannungen entstandener Längsriss im Baum.

Gabelung*

Aufteilungsbereich in zwei oder mehrere Äste oder Stämmlinge.

Greifzug***

Gerät zum Rücken oder zur Erzeugung der Windersatzlast beim Zugversuch.

Grundsicherheit***

Bei der Abschätzung der statischen Grundsubstanz bei der SIA-Methode für das vollholzige Exemplar ermittelbarer Wert. Mit ihm wird ein möglicher Schaden verglichen.

Gummifluss*

Zähflüssige Absonderung, vor allem bei Prunus, insbesondere hervorgerufen durch Wunden oder Pilzbefall.

Guttation**

Wasserabgabe durch Tropfen an Tagen mit feuchtigkeitsgesättigter Luft.

Harzfluss*

Zähflüssige Absonderung bei Koniferen, i. d. R. hervorgerufen durch Verletzungen oder Standortmängel.

Hemicellulose**

Polysaccharid, bestehend aus Aldosen und Uronsäuren, die β -1,4-glykosidisch verknüpft sind. Sie treten in verholzten Pflanzenzellen neben der Cellulose auf.

Holz*

Sekundäres Dauergewebe, das durch die nach innen gerichteten Zellteilungen des Kambiums erzeugt wird. Siehe auch Kernholz, Splintholz, Reaktionsholz, Wundholz.

Hyphe**

Einzelzellfaden als Grundelement der Pilze, aus dem sämtliche Hyphengeflechte (Mycelium) aufgebaut sind.

Inclinometer***

Speziell für die Standsicherheitsermittlung von Bäumen entwickeltes Neigungsmessgerät. Wird mit zwei Spitzen in der Rinde fixiert und misst beim Zugversuch die Neigung des Wurzelanlaufs. Auflösung 1/1000 Grad. Niedrige, verletzungsfreie Neigungswerte führen mit der verallgemeinerten Kippkurve für Bäume zur zielgenauen Vorhersage der Kipplast. Über die Lastanalyse wird dann die Standsicherheit ermittelt.

Inclinomethode***

Statisch integrierte verletzungsfreie Diagnosemethode der Standsicherheit über Inclinometermessung beim Zugversuch.

Kallus*

Wulstartige Neubildung von Zellen am Wundrand. Es handelt sich um regelmäßig geformte, dünnwandige Zellen, aus denen sich in den Folgejahren ein Überwallungswulst, auch Wundholz genannt, entwickelt.

Eine besondere Form des Kallus ist der Flächenkallus. Auf flächigen Wunden mit Rindenablösung (z. B. Anfahr-/Rückeschäden) können Kalluszellen auf der Wundoberfläche entstehen, aus denen sich ein funktionsfähiges Gewebe aus Holz, Kambium und Rinde bildet. Unterhalb des Flächenkallus bleibt das Holz intakt, Verfärbungen und Fäulen entstehen nicht.

Kambium*

Teilungsfähige Zellschicht zwischen Splintholz und Bast.

Kernfäule (Fäule im zentralen Bereich)*

Fäule, die i. d. R. über Astwunden oder Wurzelverletzungen zunächst in zentrale Bereiche von Ast, Stamm bzw. Stock vordringt und den Holzkörper von innen nach außen abbaut. Sie entwickelt sich über viele Jahre, oft Jahrzehnte, und kann in der Endphase zum Verlust der Stand- und/oder Bruchsicherheit führen.

Kernholz*

Holzkörper aus inaktiven Zellen mit statischer Bedeutung. Je nach Baumart bilden Bäume Reifholz, echtes Kernholz oder Falschkernholz aus.

Reifholz zeigt keine Farbänderungen zum Splintholz. Echtes Kernholz ist farblich verändert und enthält durch die Einlagerung spezieller Stoffe gegen Fäulnis eine erhöhte natürliche Dauerhaftigkeit. Falschkernholz ist ebenfalls farblich verändert, jedoch ohne erhöhte natürliche Dauerhaftigkeit.

Kompensationswachstum*

Fähigkeit der Bäume, statische Schwachstellen (z. B. aufgrund von Fäulen) durch verstärkten Dickenzuwachs auszugleichen. Baumart und Gegebenheiten des Einzelfalls beeinflussen den Umfang des Kompensationswachstums.

Konidien**

Alle Sporen (Außen-, Ekto- oder Exosporen), die am Mycel exogen durch Abschnürung, Abtrennung oder Knospung entstehen.

Kontrollintervall*

Festzulegender zeitlicher Abstand zwischen zwei Kontrollen.

Kronenauslichtung*

Ausdünnen der Krone durch Entnahme gesunder Äste, insbesondere im Feinast- und Schwachastanteil (z. B. zum Verringern der Beschattung, zum Ausgleich von Wurzelverlusten), sowie überzähliger Wasserreiser.

Kronensicherung*

Stabilisieren der Krone durch gegenseitiges Verbinden von Kronenteilen zur Verminderung der Bruchgefahr.

Kronensicherungsschnitt*

Extremer Rückschnitt der Krone ohne Rücksicht auf den Habitus, als Notmaßnahme an Bäumen mit begrenzter Lebenserwartung, zur Herstellung der Verkehrssicherheit.

Lastanalyse***

Ermittlung der auf den Baum hauptsächlich wirkenden Windkräfte. Sie ist Grundlage für die Sicherheitsaussage. Zugrunde liegt DIN 1055 Teil 4, erweitert um die Dynamik. Windlastverteilung, wie bei DIN 1056 vorgeschlagen.

Lichtraumprofil*

Umgrenzung des lichten Raumes an Straßen und sonstigen Verkehrsflächen, der für ungehindertes Passieren freizuhalten ist. Das Lichtraumprofil kann je

nach der Verkehrsbedeutung der Straße unterschiedlich bemessen sein.

Lignin**

Holzstoff, in der Pflanzenzellwand als Inkrustationsmaterial vorhanden. Lignin führt zur Verkittung der Cellulosefasern im Holz. Chemisch ist Lignin aus Phenylpropankörpern aufgebaut, die durch Ether- und C-C-Verbindungen vernetzt sind.

Moderfäule

Die Moderfäule wird im Gegensatz zur Braunfäule und Weißfäule nicht durch Basidomyceten, sondern durch Ascomyceten und Deuteromyceten hervorgerufen. Sie tritt vor allem in wassergesättigten Holzkörpern auf und stellt somit vermutlich eine Anpassung an die dort herrschenden sauerstoffarmen Bedingungen dar. Am lebenden Baum kommt die Moderfäule im Bereich der „Wassertaschen“ vor. Der Prozess der Moderfäule schreitet relativ langsam fort, indem die Pilzhyphen in die Holzzellwände, bevorzugt in die Sekundärwand eindringen und dort Cellulose und Hemicellulose abbauen. Sie ist aber nicht so leicht zu erkennen, wie die Braun- oder Weißfäule. Da die Tertiär- und Mittellamelle/Primärwand aufgrund starker Lignifizierung über längere Zeit gegen den Pilzangriff resistent sind, wird Holz mit Moderfäule häufig mit bloßem Auge zunächst nicht als verfault erkannt. Auch bei der Hammerprobe ergibt es nicht den hohlen Klang von zerstörtem Holz (vgl. LIESE 1964).

Mycel**

Gesamtheit der Hyphen eines Pilzes.

Nasskern*

Vernässung des Kern-/Reifholzes in Verbindung mit Bakterienbefall, die z. B. Salix, Populus und Abies auftreten kann, sich aber nicht auf die Holzstruktur auswirkt. Sie führt insbesondere dann zu Fäulnis, wenn der Nasskern austrocknet (z. B. nach Verletzungen).

Nekrose**

Absterben von Pflanzengewebe, das noch im räumlichen Zusammenhang mit dem lebenden Organismus steht.

Parasiten**

Organismen, die in oder auf anderen Organismen (Wirtsorganismen) vorkommen und ihnen organische Stoffe entziehen, ohne dem Wirtsorganismus einen Nutzen zu bieten.

Parenchym**

Grundgewebe, bildet die Hauptmasse der Pflanzenkörper krautiger Pflanzen und kommt in funktioneller Differenzierung vor. Die (zumeist) lebenden Parenchymzellen besitzen eine (i. d. R.) schwach verdickte, aus elastischen Celluloseschichten bestehende Wand (die selten verholzt ist).

Pektine**

Gemische von hochmolekularen Kohlenhydraten, chemisch Poly-D-Galaktu-

ronsäure, in der die Monomeren α -1,4-glykosidisch verknüpft sind. Pektine sind Zellwandbausteine, quellbare Substanzen, die die Mittellamelle aufbauen und somit benachbarte Zellen miteinander verkitten. Durch Auflösen der Pektine kann man Zellen voneinander trennen.

Perithezien**

Kugeliger bis birnenförmiger, nur mit einem Porus sich öffnender Fruchtkörper der Ascomycetes. Das aus Ascis und Paraphysen bestehende Hymenium bleibt ständig eingeschlossen.

Pilz*

Im Zusammenhang mit der Verkehrssicherheit sind holzabbauende Pilze und solche, welche die Funktion der Leitgewebe beeinträchtigen, von Bedeutung. Zeitweise sichtbares Bestimmungsmerkmal der meisten Arten sind ihre Fruchtkörper.

Reaktionsholz*

Zusätzliches Dickenwachstum (meist Zug- und/oder Druckholz), als Reaktion auf statische oder dynamische Belastungen. Siehe auch Reaktionsholz.

Regelkontrolle*

Kontrolle des Baumes auf Verkehrssicherheit in festgelegten Intervallen in Form der fachlich qualifizierten Inaugenscheinnahme zum Erkennen von vorhersehbaren konkreten Gefahren.

Reparaturanbaute

Zusätzliche, scheinbar überflüssige Materialanlagerung an Bäumen, um eine mechanische Schwächung des Querschnitts durch Faulhöhlen, Risse usw. auszugleichen und somit die gestörte Spannungskonstanz wiederherzustellen (vgl. MATTHECK & BRELOER 1994).

Rindenbrand/Rindenkrebs*

Infektiös verursachte Schädigung im Rindenbereich (z. B. durch Pilze, Bakterien), die zu Wuchsanomalien und/oder zum Absterben von Rinde und Kambium führen kann.

Rindenleiste/Rindengrat*

Mehr oder weniger erkennbare Nahtstelle zwischen Stamm- und Astrinde.

Rindenschaden/Wunde*

Mechanisch oder biologisch verursachte, oberflächige Verletzung (z. B. Anfahrtschaden), die bis ins äußere Splintholz reicht und von Pilzen besiedelt werden kann.

Ringporigkeit***

Werden weitlumige Gefäße vor allem im Frühjahr gebildet, sind sie auf dem Querschnitt ringförmig angeordnet, z. B. Eiche, Esche.

Riss*

Aufreißen von Rinde und/oder Holzkörper (z. B. durch mechanische Überlastung, Frost oder als Folge von überwachsener/eingeschlossener Fäule).

Saprophyten**

Heterotrophe Pflanzen, die im Gegensatz zu den Parasiten auf totem organischem Substrat leben. Sie bewirken einen fermentativen Abbau des Substrats und nehmen organische Zersetzungsprodukte auf.

Schaden*

Biologisch und/oder mechanisch verursachte Veränderungen, die sich nachteilig auf die Verkehrssicherheit und/oder Vitalität und Gesundheit des Baumes auswirken können.

Schadsymptom*

Visuell erkennbare Veränderung des Erscheinungsbildes von Bäumen und des Baumumfeldes, das Hinweise auf Schäden gibt.

Schattenast*

Ast, der durch zunehmenden Lichtmangel allmählich abstirbt.

Schleimfluss*

Flüssige Absonderung des Baumes, die meist von Bakterien oder Pilzen besiedelt wird.

Sekundärversagen***

Folgt dem Primärversagen, steht am Ende der plastischen Verformung und bestimmt das Bruchbild.

SIA***

Statisch integrierte Baumbeurteilung mit Berücksichtigung der Windlast analog DIN 1055, Teil 4 und DIN 1056. Ermittelt ohne besondere Messgeräte die statische Grundsubstanz eines Baumes und erlaubt den Vergleich mit einem Schaden zur Sicherheitsaussage.

Sicherheitswert***

Zahlenmäßig erfasste Sicherheit gegen Bruch oder Kippen in belaubtem Zustand im Orkan. Ein Baum sollte nach Wessoly & Erb einen Wert von 150 % nicht unterschreiten.

Sichtkontrolle

Siehe fachlich qualifizierte Inaugenscheinnahme, Regelkontrolle, Zusatzkontrolle.

Sommerbruch (Grünastbruch)*

Abbrechen einzelner gesunder und vollbelaubter Äste- auch bei Windstille- nach Perioden längerer Trockenheit und/oder starker Hitze durch plötzliches Nachlassen der Gewebespannung (Turgor-Druck) in den Ästen.

Sonnenbrand/Brandschaden*

Durch Hitze verursachte Schädigung (z. B. nach Freistellung empfindlicher Baumarten, durch offenes Feuer), die zum Absterben des Kambiums und zum Auf- oder Abplatzen der darüber liegenden Rinde und zu Holzschäden führen kann.

Splintfäule*

Von einer oberflächigen Infektion ausgehende Fäule, die sich im Splintholz ausdehnt.

Splintholz*

Unmittelbar an das Kambium nach innen anschließendes Holz mit Leitgewebe für wasser- und Nährstofftransport sowie Speicherfunktion für Reservestoffe. Je nach Baumart verlieren die inneren älteren Splintholzringe unterschiedlich schnell ihre Leit- und Speicherfunktionen.

Sporen**

Ungeschlechtliche Keim- oder Fortpflanzungszellen. Dauerformen, gegen Hitze, Austrocknung und Desinfektionsmittel sehr widerstandsfähig.

Stämmling*

Aus dem Stammkopf heraus überwiegend aufrecht wachsender kronenbildender Teil eines Baumes.

Stamm*

Baumteil zwischen Stammfuß und Kronenansatz oder Stammkopf.

Stammfuß*

Bereich zwischen Wurzeln und Stamm.

Standsicherheit*

Ausreichende Verankerung des Baumes im Boden.

Stand der Technik***

In hochzivilisierten Länder durchlaufen technische Verfahren erst einmal ein Gremium von Sonderfachleuten, ehe sie allgemein anerkannt sind. Damit werden Fehler und Fehlentwicklungen möglichst ausgeschaltet.

Statisch wirksamer Wurzelraum (Wurzeltellerradius)

Der Bereich des Wurzelraumes, der für die effektive Verankerung des Baumes im Boden verantwortlich ist. Ist er beschädigt, so ist die Standsicherheit nicht mehr gewährleistet. Nach Mattheck durch ein Diagramm zum Windwurf von Garten- und Parkbäumen berechenbar.

Stuttgarter Feistigkeitskatalog***

Zusammenfassung der Materialuntersuchungen an grünem Holz im Sonderforschungsbereich Natürliche Konstruktionen der Universität Stuttgart.

Thyllen**

Bei Hölzern eine sackartige Ausstülpung einer Parenchymzelle in den Hohlraum einer Trachee. Dieser Vorgang kann zur vollständigen Verstopfung der Wasserbahnen führen. Die Ausstülpung kann durch Bildung einer neuen Zellwand zu einer selbstständigen Zelle werden. In diesen Fällen können sie Speicherzellen für Stärke sein.

Torsionsbruch*

Bruch in Folge Überschreitens der Festigkeit des Holzes von Stämmen oder Stämmlingen, die unter Last axial gedreht werden.

Totholzbeseitigung*

Ausschneiden von toten und gebrochenen Ästen aus Gründen der Verkehrssicherheit.

Tracheen**

Gefäße, relativ weite Röhren, die aus Längsreihen vieler unterschiedlich gestreckter, tonnenförmiger Zellen durch mehr oder weniger vollständige Auflösung der Endwände entstanden sind. Die T. sind im funktionsfähigen Zustand tot und dienen der Leitung von Wasser und Nährsalzen. T. zeigen typische Zellwandverstärkungen, wonach man Ring-, Schrauben-, Treppen- und Netzgefäße unterscheidet. T. finden sich neben Tracheiden bei allen Angiospermen, fehlen aber den Gymnospermen weitgehend.

Tracheiden**

Röhrenförmige, relativ enge Einzelzellen, die mit meist steilen, besonders reich behöft getüpfelten, aber nicht durchbrochenen Endwänden aneinandergrenzen. Die T. dienen wie die Tracheen, im toten Zustand der Leitung von Wasser und Nährsalzen und kommen bei allen Samenpflanzen vor; bei den Gymnospermen sind sie fast stets die einzigen wasserleitenden Elemente.

Trama**

Das „Fleisch“ oder Grundgeflecht der Fruchtkörper der Pilze, z. B. das Hut-, Lamellen- oder Stieltrama.

Verallgemeinerte Kippkurve***

Der Kippvorgang aller Bäume mit Ausnahme der im Fels verankerten ist ähnlich. Die Kipplast kann bis zu etwa 2,5 Grad Neigung des Wurzellaufs gesteigert werden. Darüber hinaus ist keine Laststeigerung mehr möglich. Das Finden dieser Kurve erlaubt die verletzungsfreie zahlenmäßige Ermittlung der Kipplast mittels eines Inclinometers.

Verkehrssicherheit*

Zustand des Baumes (insbesondere Stand- und Bruchssicherheit), in dem er weder in seiner Gesamtheit noch in seinen Teilen eine vorhersehbare konkrete Gefahr darstellt.

Verkehrssicherungspflicht*

Der allgemeinen Verkehrssicherungspflicht folgend hat jeder, der einen Ver-

kehr eröffnet oder den öffentlichen Verkehr auf dem seiner Verfügung unterstehenden Grundstück duldet, die allgemeine Rechtspflicht, die notwendigen Vorkehrungen zum Schutze Dritter zu schaffen, das heißt, für einen verkehrssicheren Zustand zu sorgen. Dies schließt den verkehrssicheren Zustand der Bäume ein.

Versorgungsschatten/Wachstumsdefizit*

Unterversorgtes Gewebe, insbesondere im Bereich von Hindernissen wie Abzweigungen, Wülsten, Schadstellen, verursacht durch Behinderung oder Unterbrechung des Saftstromes, die auf die Dauer zu lokal geringerem Dickenwachstum führen.

Vitalität*

Lebenstüchtigkeit eines Organismus. Sie wird von seiner genetischen Ausstattung und den Umweltbedingungen beeinflusst. Die Vitalität von Bäumen äußert sich im Gesundheitszustand, insbesondere in

- Wachstum, Kronenstruktur und Zustand der Belaubung;
- Der Anpassungsfähigkeit an die Umwelt
- Der Widerstandsfähigkeit gegen Krankheiten und Schädlinge
- Der Regenerationsfähigkeit

Da vitale Bäume nicht unbedingt verkehrssicher sind – und umgekehrt –, muss zwischen Vitalität und Stand-/Bruchsicherheit unterschieden werden.

VTA- (Visual Assessment-) Methode

Die VTA- Methode ist eine gestaffelte Kontrolle zur Beurteilung der Verkehrssicherheit von Bäumen. Sie wurde von Prof. Dr. Claus Mattheck entwickelt.

Weißfäule

Weißfäule wird meist durch Basidomyceten, vereinzelt aber auch durch Ascomyceten hervorgerufen. Hierbei werden Cellulose, Hemicellulosen und Lignin abgebaut. Weißfäulepilze greifen im Gegensatz zu den Braunfäulepilzen überwiegend Laubbäume an. Bei der Weißfäule wird zwischen der selektiven Weißfäule und der Simultanfäule unterschieden. Bei allen Weißfäuletypen verringern sich die Holzfestigkeiten weniger stark als bei der Braunfäule, da bei gleichem Masseverlust weniger Cellulose abgebaut wird. Ebenso ist hier die Dimensionsstabilität weniger stark herabgesetzt und es kommt nicht zu Rissbildung und Würfelbruch. Bei fortgeschrittenem Befall ist das Holz sehr leicht, weich und faserig oder schwammig.

Windlast*

Kräfte, die durch Wind auf den Baum einwirken.

Wipfeldürre*

Plötzliches oder allmähliches Absterben von Wipfeltrieben. Es kann eine Ursache z. B. in einer Schädigung des Gehölzes und/oder Veränderungen seines Umfeldes haben und/oder alterbedingt sein.

Wunde

Siehe Rindenschaden.

Wurzel*

Unterirdischer Teil des Baumes, der das Wasser mit den darin gelösten Nährstoffen dem Boden entnimmt, Nährstoffe speichert und den Baum im Boden verankert.

Wurzelanlauf*

Verdickter Übergang einer Wurzel in den Stamm.

Wurzelhals

Siehe Stammfuß.

Wurzelschaden*

Mechanisch, chemisch oder durch Pilze und andere Schaderreger verursachter Schaden an Wurzeln, welcher die Standsicherheit und/oder die Versorgung des Baumes beeinträchtigen und/oder gefährden kann. Bei Schäden an Starkwurzeln ist die Gefährdung der Standsicherheit besonders groß.

Zerstreutporigkeit***

Werden weitlumige Gefäße die ganze Vegetationsperiode über erzeugt, so sind sie mehr oder weniger gleichmäßig über den Querschnitt verteilt, z. B. Birke, Buche.

Zugzwiesel

Siehe Zwiesel.

Zusatzkontrolle*

Zusätzliche fachlich qualifizierte Inaugenscheinnahme, z. B. nach extremem Wetter (Orkanen, Eisregen), Schadensfällen, erheblichen Veränderungen im Baumumfeld oder anderen Ereignissen, die sich auf die Verkehrssicherheit des Baumes auswirken können.

Zwiesel*

Gabelung in zwei etwa gleich starke Säumlinge/Äste, die U-förmig (Zugzwiesel) oder V-förmig (Druckzwiesel), häufig auch als Mischform, ausgebildet ist. Besonders V-förmige Zwiesel, zwischen deren Säumlingen/ Ästen Rinde eingewachsen ist, können bruchgefährdet sein.

* Formulierung gemäß bzw. in Anlehnung an die FLL Baumkontrollrichtlinie

** Formulierung gemäß SCHUBERT/WAGNER (2000)

*** Formulierung gemäß WESSOLY & ERB (1998)

10. Literaturverzeichnis

BAUMGARTEN, H. et al. (2004); Kommunale Baumkontrolle zur Verkehrssicherheit. Der Leitfaden für den Baumkontrolleur auf der Basis der Hamburger Baumkontrolle. Thalacker Medien, Braunschweig

Bürgerliches Gesetzbuch (BGB) in der Fassung der Bekanntmachung vom 02.01.2002 (BGBl. I S 42, ber. S. 2909, 2003 S. 738), zuletzt geändert durch Gesetz vom 23.04.2004 (BGBl. S. 598) m. W. v. 30.04.2004

BGH, NZV 1989,346,347

BGH, Urteil vom 21.01.1965 – III ZR 217/63 NJW 1965, 815,

BGH, Urteil vom 21.05.1985 – VI ZR 235/83 - , VersR 1985,839

BGH, Urteil vom 04.03.2004- III ZR 225/03- NJW 2004

BOOKER, R. E. (1996); The reasons for the microfibril orientations in the tracheid cell walls of trees. Recent Advances in Wood Anatomy 273-282

BRAUN, H. J. (1982); Lehrbuch der Forstbotanik. Fischer, Stuttgart

BRELOER, H. (1996); Verkehrssicherungspflicht bei Bäumen aus rechtlicher und fachlicher Sicht. Thalacker Verlag, Braunschweig

BUTIN, H. (1989); Krankheiten der Wald- und Parkbäume. Diagnose- Biologie- Bekämpfung, 2. Auflage. Georg Thieme verlag, Stuttgart

DAVENPORT, A. G. (1965); The Relationship of Wind Structure to Wind loading- Wind effects of building and structures. HMSO, London

DENGLER, R. (2002); Fit for Fungi. Derritec, Lauf an der Peg

DUJESIEFKEN, D. ; KOWOHL, T. ; LIESE, W. (1988); Vergleich der Schnittführung bei der Astung von Linde und Rosskastanie. Allgemeine Forstzeitschrift 43 (13) 331-332

DUJESIEFKEN, D. ; JASKULA, P. ; KOWOHL, T. ; WOHLERS, A. (2005); Baumkontrolle unter Berücksichtigung der Baumart. Bildatlas der typischen Schadsymptome und Auffälligkeiten. Thalacker Medien, Braunschweig

ERLEBECK, R. ; HASEDER, I. E. ; STINGLWAGNER, G. F. K. (1998); Das Kosmos Wald und Forst Lexikon, 2. Auflage. Franckh-Kosmos Verlag, Stuttgart

FORSCHUNGSGESELLSCHAFT LANDSCHAFTSENTWICKLUNG LANDSCHAFTSBAU E. V. (2004); Richtlinie zur Überprüfung der Verkehrssicherheit von Bäumen- Baumkontrollrichtlinie. Bonn

- GOCKEL, H. A. (2006); Waldränder als stille Reserve nutzen. Der Waldbauer, Landwirtschaftliches Wochenblatt 31/06
- GROSSER, D. (1977); Die Hölzer Mitteleuropas. Springer, Berlin
- GRUBER, F. & HAGEMANN, H. (2000); Vergleich der Biegefestigkeit an Buche, Pappel, Fichte und Douglasie mit dem Fractometer 1 und nach DIN 52186 Prüfverfahren. Allgemeine Forst und Jagdzeitung 171 (8) 137-144.
- HÖSTER, H. R. (1993); Baumpflege und Baumschutz. Grundlagen, Diagnosen, Methoden. Ulmer, Stuttgart
- HÜBSCH, P. (1991); Abteilung Ständerpilze, Basidiomycota. In: Benedix EH et al (Hrsg.) Die große farbige Enzyklopädie Urania- Pflanzenreich: Viren, Bakterien, Algen, Pilze. Urania, Leipzig, 469-568
- JAHN, H. (1979); Pilze die an Holz wachsen. Herford
- JAHN, H. (2005); Pilze an Bäumen. Lebensweise, Schadwirkung und Bestimmungsmerkmale der häufigsten Pilzarten in toten und lebenden Bäumen. Überarbeitet von Hermann Reinhartz und Michael Schlag. Patzer Verlag, Berlin- Hannover
- KERR, T. & BAILEY, I. W. (1934); The cambium and its derivative tissues. X. Structure, optical properties and chemical composition of the so-called middle lamella. Journ. Arnold Arboretum 15, 327-349
- KÖNIG, E. (1958); Fehler des Holzes. Holzzentralblatt Verlagsgesellschaft, Stuttgart
- KRIEGLSTEINER, G. J. (Hrsg.) (2000); Die Großpilze Baden-Württembergs Band 1. Ulmer, Stuttgart
- LG Arnsberg, Urteil vom 07.04.2006 AZ 2 o 233/04
- LIESE, W. (1964); Über den Abbau verholzter Zellwände durch Moderfäulepilze. Holz-Roh-Werkstoff
- LIESE, W. (1981); Feinstruktur und mikrobieller Aufbau des Holzes. Der Wald als Rohstoff 69, 140-149.
- MATTHECK, C. ; BRELOER, H. (1994); Handbuch der Schadenskunde von Bäumen. Der Baumbruch in Mechanik und Rechtsprechung. Rombach Verlag, Freiburg im Breisgau
- MATTHECK, C. ; HÖTZEL, H. J. (1997) Baumkontrolle mit der VTA. Fachliche Anleitung und rechtliche Absicherung. Rombach, Freiburg im Breisgau

- RAVEN, P. H. ; EVERT, R. F. ; EICHHORN, S. E. (2000); *Biologie der Pflanzen*. 3. Auflage, Walter de Gruyter, Berlin New York
- RISHBETH, J. (1951); Observations on the biology of *Fomes annosus*, with particular reference to East Anglian pine plantations. II. Spore production, stump infection, and saprophytic activity in stumps. *Ann. Bot. Lond. NS*, 15, 1-21
- ROLOFF, A. (2001); *Baumkronen. Verständnis und praktische Bedeutung eines komplexen Naturphänomens*. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart
- RYMAN, S. & HOLMÅSEN, I. (1992); *Pilze. Über 1500 Pilzarten ausführlich beschrieben und in natürlicher Umgebung fotografiert*. Thalacker, Braunschweig
- SINN, G. (2003); *Baumstatik. Stand- und Bruchsicherheit von Bäumen an Straßen, in Parks und der Freien Landschaft*. Thalacker Medien, Braunschweig
- SCHLEGEL, H. G. (1992); *Allgemeine Mikrobiologie*. Thieme, Stuttgart
- SCHMID, O. (1994); *Holz- und Baumpilze. Biologie, Schäden, Schutz, Nutzen*. Springer Verlag, Berlin Heidelberg
- SCHMIDT-VOIGT (1989); *Die Fichte, Band 2: Krankheiten. Schäden. Fichtensterben*. Parey Verlag, Hamburg; Berlin
- SCHUBERT & WAGNER (2000); *Botanisches Wörterbuch*, 12. Auflage. Ulmer Verlag, Stuttgart
- SCHWARZE, F. (1995); *Entwicklung und biomechanische Auswirkungen von holzersetzenden Pilzen in lebenden Bäumen und in vitro*. SVK-Verlag, Erndtebrück
- SCHWARZE, F. W. M. R. ; ENGELS, J. ; MATTHECK, C. (1999); *Holzer-setzende Pilze in Bäumen. Strategien der Holzzersetzung*. Rombach, Freiburg im Breisgau
- SPATZ, H. C. (1994); Ein Kommentar zur mechanischen Stabilität hohler Bäume, *Das Gartenamt* 2/1994, S. 92
- SCHWEINGRUBER, F. H. (1978); *Mikroskopische Holzanatomie*. Eidg. Anst. forstl. Vers. Wes. Ber. (Hrsg.) Züricher AG, Zug
- WESSOLY, L. & ERB, M. (1998); *Handbuch der Baumstatik + Baumkontrolle*. Patzer Verlag, Berlin- Hannover
- WESTFAHL, J. (2006); mündliche Mitteilung

WOHLERS, A. ; KOWOHL, T. ; DUJESIEFKEN, D. (2001); Pilze bei der Baumkontrolle. Erkennen wichtiger Arten an Straßen- und Parkbäumen. Thalacker Medien, Braunschweig

WOODWARD, S. ; STENLID, J. ; KARJALAINEN, R. ; HÜTTERMANN, A. (1998); *Heterobasidion annosum*: Biology, Ecology, Impact and Control. CABI

11. Abbildungsverzeichnis

DÄHNECKE, R. M. (1993); 1200 Pilze in Farbfotos. AT Verlag Aarau/Schweiz

DROLSHAGEN, V. & HOFFMANN, K. (1997); Die Sprache der Bäume. Was Wuchs und Rinde über Bäume verraten. Neue Erkenntnisse in der Baumpflege Praxis. Mosaik Verlag GmbH, München

DUJESIEFKEN, D. ; JASKULA, P. ; KOWOHL, T. ; WOHLERS, A. (2005); Baumkontrolle unter Berücksichtigung der Baumart. Bildatlas der typischen Schadsymptome und Auffälligkeiten. Thalacker Medien, Braunschweig

JAHN, H. (2005); Pilze an Bäumen. Lebensweise, Schadwirkung und Bestimmungsmerkmale der häufigsten Pilzarten in toten und lebenden Bäumen. Überarbeitet von Hermann Reinhartz und Michael Schlag. Patzer Verlag, Berlin- Hannover

KRIEGLSTEINER, G. J. (Hrsg.) (2000); Die Großpilze Baden-Württembergs Band 1. Ulmer, Stuttgart

MATTHECK, C. ; HÖTZEL, H. J. (1997) Baumkontrolle mit der VTA. Fachliche Anleitung und rechtliche Absicherung. Rombach, Freiburg im Breisgau

RAVEN, P. H. ; EVERT, R. F. ; EICHHORN, S. E. (2000); Biologie der Pflanzen. 3. Auflage, Walter de Gruyter, Berlin New York

ROLOFF, A. (2001); Baumkronen. Verständnis und praktische Bedeutung eines komplexen Naturphänomens. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart

ROLOFF, A. (2004); Bäume. Phänomene der Anpassung und Optimierung. Ecomed Landsberg am Lech

RYMAN, S. & HOLMÅSEN, I. (1992); Pilze. Über 1500 Pilzarten ausführlich beschrieben und in natürlicher Umgebung fotografiert. Thalacker, Braunschweig

SCHWARZE, F. W. M. R. ; ENGELS, J. ; MATTHECK, C. (1999); Holzzer-setzende Pilze in Bäumen. Strategien der Holzzersetzung. Rombach, Freiburg im Breisgau

12. Anhang

12.1 Grundlagen der Baumbiologie

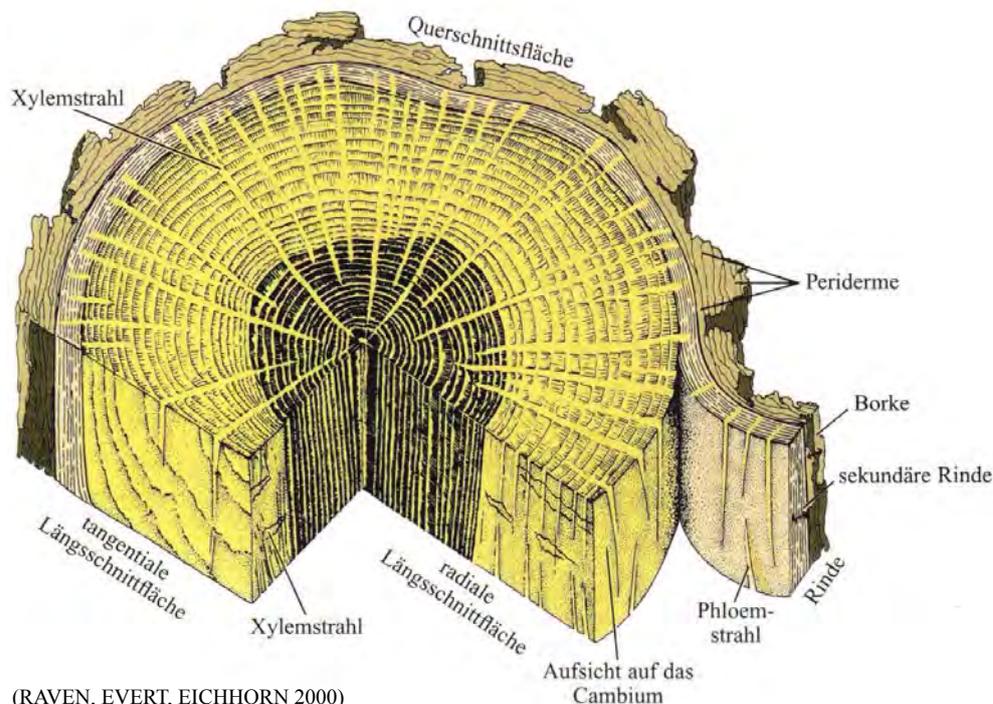
12.1.1 Chemischer Aufbau

Das Holz besteht aus den drei elementaren Baustoffen Kohlenstoff (50 %), Sauerstoff (44 %) und Wasserstoff (6 %). Hieraus werden die Grundsubstanzen Hemicellulose, dies sind langkettige, uneinheitliche Zuckermoleküle, sowie die Pektine gebildet. Bei den Pektinen handelt es sich um Konglomerate von Verbindungen mit völlig uneinheitlicher Molekülstruktur. Auch die Gerüststoffe Cellulose, eine ähnliche Substanz wie die Hemicellulose, jedoch mit einer Gitterstruktur, sowie Lignin bestehen aus den drei Elementen. Lignin besteht aus langkettigen Molekülen, die eine starke Bindung zu den Cellulosemolekülen aufweisen (vgl. DENGLER 2002).

Da Holz kein homogener Werkstoff ist, schwanken die Massenanteile der Gerüststoffe. Das Verhältnis von Lignin und Cellulose hängt zum Einen von der Lage im Holzkörper ab, zum Anderen ist es aber auch von der Häufigkeit der Beanspruchung z. B. durch Wind oder andere äußere Einflüsse abhängig.

12.1.2 Anatomie des Stammes

Der Aufbau des Stammes wird nachfolgend anhand eines Blockdiagramms skizziert, da eine detaillierte Beschreibung den Rahmen des Anhangs sprengen würde. Hier sei auf weiterführende Literatur wie z. B. (RAVEN, EVERT, EICHHORN 2000) verwiesen



(RAVEN, EVERT, EICHHORN 2000)

„Blockdiagramm vom Stamm einer Roteiche (*Quercus rubra*) mit Blick auf Querschnitt, Tangentialschnitt und Radialschnitt. Die dunkle Zone im Zentrum des Stammes ist das Kernholz, das hellere Holz ist das Splintholz (RAVEN, EVERT, EICHHORN 2000).“

12.1.3 Kernholzbildung

Beim Kernholz wird zwischen dem echten, genetisch gebildeten, und dem falschen Kern, welcher durch Luftintritt in das Stamminnere durch Verletzungen entsteht, unterschieden.

12.1.3.1 Echtes Kernholz

Im echten Kernholz, dessen Bildung im Gegensatz zum sogenannten Falschkern genetisch vorbestimmt ist, sind alle wasserleitenden und speichernden Zellen außer Funktion gesetzt, bzw. abgestorben. Aus diesem Grund kann der Baum hier auf Verletzungen nicht mehr reagieren. Das Holz ist durch Kernstoffe „imprägniert“, wodurch es eine höhere natürliche Resistenz erhält. Trotzdem sind verschiedene holzerstörende Pilzarten wie z. B. der Schwefelporling oder der Eichenwirrling in der Lage, das Kernholz abzubauen. Das Kernholz durchzieht den gesamten Stamm sowie die stärkeren Äste (vgl. DUJESIEFKEN et al 2005). Beispiele für Bäume, die einen echten Kernausbilden sind z. B. die verschiedenen Eichenarten (*Quercus*) sowie Kirschen (*Prunus*).

12.1.3.2 Falsches Kernholz

Viele Baumarten, wie z. B. Buchen (*Fagus*) oder Ahorn (*Acer*) bilden keinen echten, genetisch veranlagten Kern aus. Gelegentlich kommt bei älteren Stämmen eine unregelmäßige bräunliche Verfärbung vor. Hierbei handelt es sich jedoch um einen Falschkern, der im Gegensatz zum echten Kern keine erhöhte natürliche Resistenz aufweist. Seine Bildung ist nicht genetisch veranlagt, sondern wird durch Umwelteinflüsse, wie z. B. Astabbrüche in der Krone, durch die es zu einem Luftintritt im Stamminneren kommt, ausgelöst.

Im Falschkern sind meist dunkle Linien erkennbar, welche die Verfärbung in verschiedenfarbige Zonen unterteilen. Hierbei handelt es sich um eine baumeigene Reaktion und nicht um Demarkationslinien, wie sie von holzerstörenden Pilzen zur Abgrenzung einzelner Befallszonen gebildet werden. Der Falschkern allein stellt somit nur eine Verfärbung und keine Festigkeitsminderung oder Fäule dar.

12.1.4 Anordnung der Gefäße

Die Anordnung der Gefäße innerhalb der Jahrringe ist bei den einzelnen Baumarten unterschiedlich ausgebildet. So wird zwischen ringporigen und zerstreutporigen Hölzern unterschieden.

Bei den ringporigen Hölzern ist der Unterschied in der Weite der Gefäße oder Poren zwischen dem Früh- und Spätholz sehr deutlich. Die Poren (Lumen) des Frühholzes sind dann deutlich größer als die des Spätholzes und geben dem Holz durch ihre ringförmige Anordnung seinen Namen. Der Wassertransport erfolgt bei diesen Bäumen nahezu ausschließlich im äußeren, zuletzt gebildeten Jahrring. Aus diesem Grund treiben z. B. *Quercus* sehr spät aus, denn der wasserleitende Jahrring muss im Frühjahr erst gebildet werden. Selbst bei

einer umfangreichen Fäule im Kernholz kann die Krone über das Splintholz noch ausreichend mit Wasser und Nährstoffen versorgt werden. Daher sind trotz erheblicher Schäden im Stamm oftmals keine Vitalitätsmängel erkennbar. Beispiele sind neben der bereits erwähnten *Quercus* noch *Fraxinus* und *Robinia*.

Bei den zerstreutporigen Hölzern ist der Durchmesser aller Poren ungefähr gleich und sie sind ziemlich gleichmäßig über den ganzen Jahrring verteilt. Beispiele hierfür sind *Acer*, *Tilia* und *Betula*.

Ringporer (*Robinia pseudoacacia*):



(ROLOFF 2001)

Zerstreutporer (*Betula pendula*):



(ROLOFF 2001)

12.1.5 Abschottungsverhalten

Wird an einem Baum eine fortgeschrittene Fäule festgestellt, deren räumliche Ausdehnung sich dem kritischen Versagenskriterium nach MATTHECK & BRELOER (1994) nähert, so ist die Beurteilung des weiteren Voranschreitens der Fäule für die Beurteilung von großer Bedeutung.

Studien von SCHWARZE et al. (1999) zeigen, dass Pilzarten wie der Brandkrustenpilz (*Ustularia deusta*) oder der Riesenporling (*Meripilus ganteus*) mindestens 20 bis 30 Jahre brauchen, bis die Stand- oder Bruchsicherheit gefährdet ist. Trotzdem sollten diese Aussagen nicht als allgemeiner Richtwert betrachtet werden, denn es gibt bei der Ausbreitung der Fäule je nach Baumart, Vitalität des Baumes und Aggressivität des Pilzes große Unterschiede.

Das Abschottungsverhalten der jeweiligen Baumart, also der Versuch des Baumes eine Wunde vom gesunden Holz abzuschotten, gibt daher nur einen groben Richtwert an.

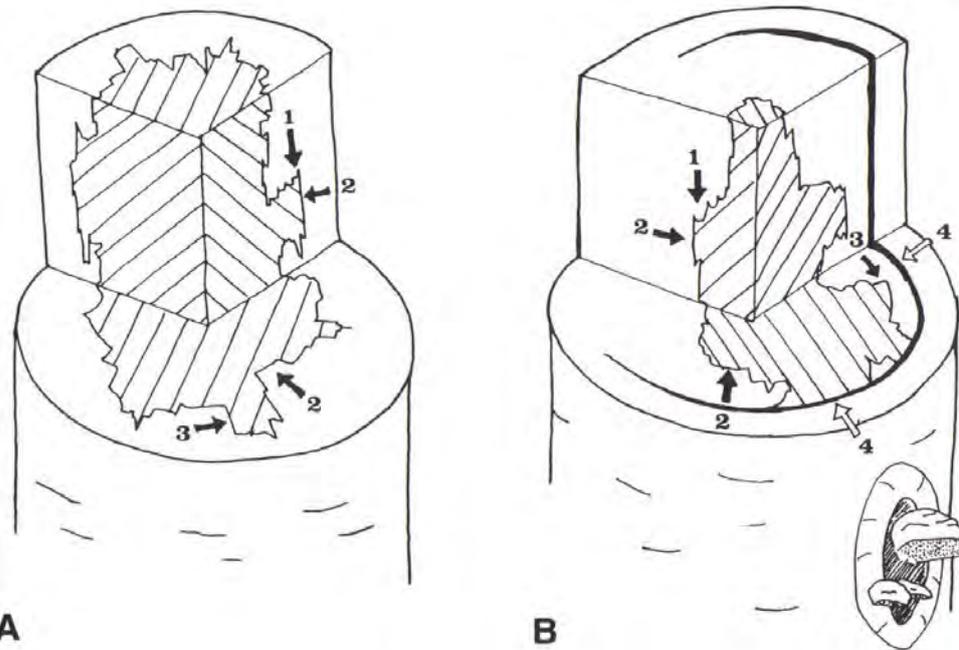
Die verschiedenen Abschottungsmuster der unterschiedlichen Baumarten im Detail zu besprechen, würde den Rahmen der Diplomarbeit sprengen. Deswegen sei hier auf weiterführende Literatur, wie z. B. SCHWARZE et al. (1999) verwiesen.

Im Folgenden soll kurz das von SHIGO & MARX (1977) entwickelte CODIT (Compartmentalization of Decay in Trees) Modell, welches anhand der typischen Ausbreitungsmuster von Holzverfärbungen bzw. Holzersetzung und der damit verbundenen Abgrenzungsmechanismen im Splintholz entwickelt wurde, vorgestellt werden.

Bei den im folgenden besprochenen Wänden handelt es sich um anatomi-

sche Strukturen, die teilweise bereits zum Zeitpunkt der Verletzung vorliegen bzw. nach einer Verletzung gebildet werden und Pilze an ihrer Ausbreitung hindern. Es wird zwischen vier Wänden unterschieden, deren Effizienz gegenüber einer Ausbreitung holzzeretzender Pilze im Baum von Wand 1 bis Wand 4 zunimmt.

- „-Wand 1: Sie begrenzt die Ausbreitung in axialer Richtung durch Verschluss der Gefäße und des axial ausgerichteten Grundgewebes. Dies erfolgt durch Thyllenbildung, Einlagerung von pilzwidrigen Substanzen und vor allem in Nadelbäumen durch den Verschluss der Hoftüpfel.
- Wand 2: Das Spätholz begrenzt die Ausbreitung in axialer Richtung. Die Zellelemente im Spätholz sind vielfach dickwandig und stärker lignifiziert und verlangsamen so eine Ausbreitung in radialer Richtung. In manchen Baumarten können lebende Parenchymzellen, die bandartig an der Jahrringgrenze (*apotracheal terminal*) angeordnet sind, sich aktiv an Abwehrreaktionen beteiligen.
- Wand 3: Die lebenden Parenchymzellen der Holzstrahlen können zumindest im Splintholz mit der Produktion von Abwehrstoffen auf eine tangentiale Ausbreitung reagieren. Die Holzstrahlen sind jedoch keine durchgehenden Hindernisse, sondern stellen viele kurze, bandförmige Wände dar, die im Holz radial angeordnet sind.
- Wand 4: Die Barrierezone ist ein mit pilzwidrigen Substanzen angereichertes Gewebe, das vom Kambium im Jahrring nach der Verletzung gebildet wird. Im Gegensatz zu den Wänden 1-3 ist sie nicht nur chemisch modifiziert sondern auch anatomisch... Die Barrierezone weist einen geringeren Gefäßanteil und einen höheren Anteil parenchymatischer Zellen auf. Die Barrierezone grenzt das zum Zeitpunkt der Verletzung bereits gebildete Holz gegen das nach der Verletzung gebildete Holz ab. Im Gegensatz zu den Wänden 1-3 ist die Barrierezone sehr wirksam und grenzt häufig völlig zersetztes Holz abrupt von gesundem ab (SCHWARZE et a. 1999).“



(SCHWARZE et al. 1999)

- „A: Holzersetzung, aus dem Inneren eines Baumes nach außen voranschreitend. Da keine Stammverletzung vorliegt, werden nur die Wände 1-3 wirksam.
- B: Voranschreitende Holzersetzung nach einer Stammverletzung. Die Barrierezone (Wand 4) trennt das verletzte Gewebe von dem neugebildeten, gesunden Gewebe abrupt ab (SCHWARZE et al. 1999).“

Zu Bedenken ist an dieser Stelle aber, dass die häufig in der Fachliteratur getroffene Einteilung der verschiedenen Baumarten in gute und schlechte Kompartimentierer (z. B. DUJESIEFKEN et al. 1988), sich auf Astungsschnitte und Stammverletzungen bezieht. Die betroffenen Bäume reagieren in diesem Fall aber in erster Linie auf dem Lufteintritt und versuchen diesem entgegenzuwirken. Somit kann nicht generell von der guten Abschottung von Wunden auf eine gute Abschottung von Fäulen geschlossen werden (vgl. SCHWARZE et al. 1999).

12.1.6 Anatomie der verholzten Zellen

Die Anatomie der verholzten Zellen ist vor allem für das Verständnis der Wirkungsweise von holzersetzenden Pilzen von großer Bedeutung. Entscheidend für die Besiedelung der einzelnen Baumarten mit unterschiedlichen holzersetzenden Pilzen sind neben dem unterschiedlichen holzanatomischen Aufbau auch strukturelle Unterschiede in den einzelnen Zellwandschichten. Hieraus resultiert eine ungleiche Attraktivität für den Abbau durch die mit jeweils unterschiedlichen Enzymen ausgestatteten Pilze. Somit entstehen vielfältige Zersetzungsmuster, welche weitreichende Konsequenzen für die mechanischen Eigenschaften des pilzinfizierten Holzes, wie z. B. seine Steifigkeit oder seine Festigkeit nach sich ziehen. Diese Zusammenhänge werden in 11.2.7 vertieft dargestellt.

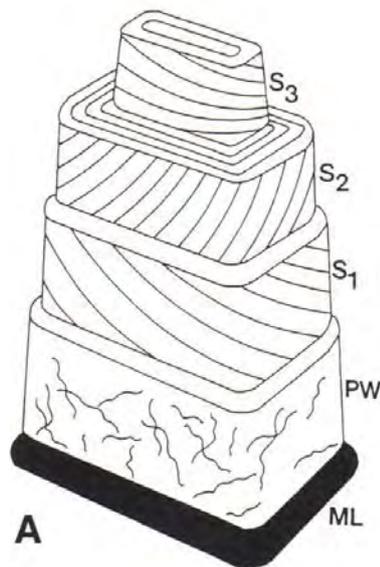
Nachfolgend soll der Aufbau der verholzten Zellen beschrieben werden, wobei auf detaillierte Ausführungen über den Aufbau der einzelnen Baumarten verzichtet wird, da dies den Rahmen des Anhangs sprengen würde. Hier sei

der interessierte Leser auf dementsprechende Fachliteratur, wie z. B. GROSSER (1977) oder SCHWEINGRUBER (1978) verwiesen. Einige grundlegenden Unterschiede zwischen Nadel- und Laubbäumen sollen trotzdem kurz beschrieben werden.

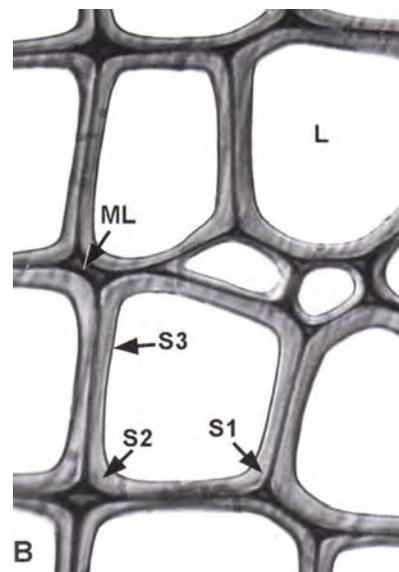
Der Holzaufbau der meisten Nadelbäume ist relativ homogen. So besteht ihr Holz zum größten Teil aus Tracheiden, dies sind langgestreckte tote Zellen, welche sowohl der Wasserleitung, als auch der Festigkeit dienen und in geringem Umfang aus parenchymatischen Zellen bestehen. Diese sind in der Regel als radial verlaufende einreihige Holzstrahlen im Holz angeordnet. Bei einigen Nadelhölzern treten außerdem axial ausgerichtete parenchymatische Zellen und mit Epithelzellen umkleidete Harzkanäle auf.

Das Holz der höherentwickelten Laubhölzer ist dagegen weitaus heterogener aufgebaut. Hierbei zeigt sich laut SCHWARZE et al. (1999) eine funktionelle Arbeitsteilung spezieller Zelltypen: So sind die Tracheen (Gefäße) für die Wasserleitung zuständig und spezielle Fasern tragen zur Festigkeit bei. Die Parenchymzellen gewährleisten die Speicherung, Umwandlung und den Transport von Nährstoffen. Diese unterschiedlichen Zelltypen lassen sich häufig schon mit bloßem Auge unterscheiden. Dies gilt insbesondere für jene Laubhölzer, die mächtige, vielreihige Holzstrahlen und/oder eine charakteristische Anordnung und Konzentration der Gefäße oder des Längsparenchyms aufweisen.

Als Ausgangsbasis für die Struktur der verholzten Zellwand sei hier das von KERR & BAILEY (1934) erstellte Schema, welches fünf verschiedene Zellwandschichten unterscheidet, aufgeführt. Es unterscheidet die Mittellamelle, die Primärwand und eine dreischichtige Sekundärwand.



(SCHWARZE et al. 1999)



(SCHWARZE et al. 1999)

- A: Konventionelles Zellwandmodell, das fünf Zellwandschichten unterscheidet. Dies sind die Mittellamelle (ML), die Primärwand (PW) und die dreischichtige Sekundärwand mit den drei Schichten äußere (S1), mittlere (S2) und innere Sekundärwandschicht (S3).
- B: Querschnitt durch Fichtenholz (Frühholztracheide). Durch die Normfärbung hebt sich die dunkle Mittellamelle (ML) deutlich von der hellen Sekundärwand (S1-S3) ab. Das Zelllumen wird nicht angefärbt, da es ein Hohlraum ist, in dem im leitenden Splintholz das Wasser und die darin gelösten Nährstoffe transportiert werden.

Die nachfolgend einzeln beschriebenen Zellwandschichten unterscheiden sich im wesentlichen durch ihren Feinbau bzw. durch die Orientierung der Mikrofibrillen und in ihrer chemischen Zusammensetzung.

12.1.6.1 Mittellamelle

Wie bei allen Pflanzengeweben werden auch bei den verholzten Zellen benachbarte Zellelemente durch eine Mittellamelle voneinander getrennt. Sie besteht vorwiegend aus amorphen Substanzen wie Pektin und Lignin (Matrix). Das Pektin ist hochpolymer und hat als Kittsubstanz die wichtige Aufgabe, benachbarte Zellen miteinander zu verbinden (vgl. LIESE 1881). Die Dicke der Mittellamelle schwankt zwischen wenigen Zehnteln. Die Mittellamelle wird auch gemeinsam mit der Primärwand als Mittelschicht bezeichnet.

Die mechanischen Eigenschaften der Mittellamelle bestehen laut BOOKER (1996) darin, der Zellwand Druckfestigkeit und Steifigkeit zu verleihen. Die höhere Druckfestigkeit ergibt sich aus dem geringeren Anteil der in die Matrix eingelagerten Mikrofibrillen und dem damit verbundenen, erhöhten Lignifizierungsgrad (Verholzung) der Mittelschicht.

12.1.6.2 Primärwand

Die Primärwand ist mikroskopisch nur schwer von der angrenzenden Mittellamelle zu unterscheiden. Sie weist jedoch, wie die noch zu beschreibende Sekundärwand, neben der Matrix eine Gerüstsubstanz aus Cellulosefibrillen auf. Charakteristisch für die Primärwand ist, dass ihr Celluloseanteil bei nur ca. 2,5 % liegt. Die einzelnen Fibrillen verlaufen dabei verstreut überwiegend quer zur Zellachse (vgl. BRAUN 1982).

12.1.6.3 Sekundärwand

Die Sekundärwand grenzt unmittelbar an die Primärwand und schließt die Zellwand in Richtung Zelllumen ab. Sie nimmt den größten Anteil an der Zellwand ein. Im Gegensatz zu der aus der Mittellamelle und der Primärwand bestehenden Mittelschicht, ist in der Sekundärwand die Cellulose mit einem Anteil von bis zu 94 % die prägende chemische Substanz (vgl. SCHWARZE 1999). Ihre biomechanische Funktion liegt somit vorwiegend darin, die Zugfestigkeit der Zelle zu erhöhen.

Wie bereits erwähnt, zeigt sie einen ausgeprägten Schichtaufbau, welcher sich in eine äußere (S1), eine mittlere (S2) und eine innere Sekundärwand (S3) unterteilen lässt. Nachfolgend wird aufgeführt, wie sich die jeweiligen Schichten hinsichtlich ihrer Schichtstärke und in der Anordnung der Cellulosefibrillen unterscheiden:

- Die äußere Sekundärwand weist laut MEIER (1955) bei Fichtentracheiden und Birkenfasern eine Dicke von ca. 2 μm auf. Ihre Cellulosefibrillen weisen dabei eine schwache Paralleltextrur auf und orientieren sich annähernd parallel zur Längsachse der Zelle.
- Die mittlere Sekundärschicht ist mit mehreren Millimetern Dicke die stärkste Wandschicht und bildet den Hauptteil der Zellwand. Die Fibrillen verlaufen parallel zueinander in einer flachen Spirale (parallele Schraubentextrur) nahezu in Richtung der Längsachse. Dabei wird davon ausgegangen, dass einzelne Lamellen, die aus

Cellulose, Lignin und Hemicellulose bestehen, aufeinander folgen und in ihrer Gesamtheit die S2- Schicht bilden. Die Zellwand besteht also aus konzentrisch angeordneten Lamellen (vgl. LIESE 1970).

Durch den erhöhten Anteil an Cellulose ist die S2- Schicht hauptsächlich für die Zugfestigkeit des Holzes verantwortlich.

- Die innere Sekundärwand ist verhältnismäßig dünn und besteht nach Ansicht der meisten Zellwandforscher nur aus einer einzigen Lamelle. Die Mikrofibrillen sind als Paralleltexur bzw. als schwache Streuungstexur angeordnet und ähneln der Primärwand. Sie ist wesentlich ärmer an Cellulose als die mittlere Sekundärwand und weist offenbar bei Nadelgehölzen eine höheren Verholungsgrad auf (vgl. SCHWARZE et al. 1999).

12.2 Grundlagen holzersetzender Pilze

12.2.1 Allgemein

Pilze sind eine der vielfältigsten Lebensformen und kommen praktisch überall auf der Erde vor. Ihre Vielfalt reicht vom Speisepilz über den Hausschwamm und den Schimmel auf Nahrungsmitteln bis zum Erreger von Hautkrankheiten. Deswegen bilden sie bei der Klassifizierung der Organismen ein eigenes Reich- das Reich der Pilze (Fungi). In Deutschland gibt es laut DENGLER (2002) schätzungsweise ca. 100.000 verschiedene Pilze, von denen ca. 1000 Holz zersetzen.

Sie absorbieren die von ihnen benötigten Nährstoffe, indem sie spaltende Enzyme an ihre unmittelbare Umgebung abgeben. Diese Enzyme katalysieren die Spaltung von größeren Nährstoffmolekülen in Moleküle, die klein genug sind, um von den pilzlichen Zellen aufgenommen zu werden. Diese holzsetzenden Pilze sind aber keinesfalls „Baummörder“, sondern ihre absorbtive Ernährung ist von elementarer Wichtigkeit für den Fortbestand unseres Ökosystems. Sie dienen der Biosphäre neben den Bakterien als Destruenten und sind somit genau so wichtig wie die Produzenten, deren Endprodukte sie zersetzen und somit wieder dem natürlichen Stoffkreislauf zuführen. Bei der Photosynthese werden aus CO₂ und H₂O mittels Lichtenergie Holz und O₂ gebildet. Das Holz wird von Pilzen und anderen Organismen wieder in seine Bestandteile CO₂ und H₂O sowie in Energie für ihren Stoffwechsel zerlegt (vgl. SCHLEGEL 1992). In den Wäldern der Erde sind etwa 400 Mrd. Tonnen CO₂ gebunden. Ohne den mikrobiellen Abbau der Biomasse (bzw. ihre Verbrennung) wäre der für die Photosynthese nötige CO₂- Vorrat der Atmosphäre nach SCHLEGEL (1992) in 20 bis 30 Jahren verbraucht, die Photosynthese würde zum Erliegen kommen und die Erde wäre mit nicht verrotteter Biomasse überfüllt.

12.2.2 Bestandteile

Der Pilzkörper lässt sich in die Hyphen, watteartige Geflechte die das sogenannte Mycel bilden und den Fruchtkörper, der sich aus verschiedenen Hyphentypen zusammensetzt und der Sporenbildung dient, untergliedern.

Die Hyphen sind langgestreckte dünne Zellen, die an ihren Enden verwach-

sen sind und so einen langen Pilzfaden bilden. Die Zelle besitzt einen Protoplasten und kann vakuolisiert sein. Der Protoplast enthält als Organelle ein bis mehrere, relativ kleine, echte Zellkerne mit meist einem Nucleolus, Mitochondrien, Ribosomen, Endoplasmatisches Retikulum, wenig Dictyosomen und weitere „Körperchen“. Plastiden fehlen. Reservestoffe sind Lipide, Volutin und Glykogen (vgl. SCHMID 1994). Die Hyphen wachsen nur an ihren Spitzen. Deswegen finden sich dort vermehrt verschiedene Vesikeln und Membranstrukturen zur Zellwandsynthese und für Transportvorgänge sowie Enzyme zur Nährstoffumsetzung. Proteine werden im gesamten Mycel gebildet und durch Cytoplasmaströmung zu den Hyphenspitzen transportiert. Die Cytoplasmaströmung ist bei Pilzen sehr ausgeprägt. Innerhalb von 24 Stunden kann eine Pilzkolonie laut RAVEN, EVERT, EICHHORN (2000) mehr als 1 km neues Mycel bilden. Bei den meisten Pilzen sind die Hyphen durch Querwände, die sogenannten Septen gegliedert, sie dienen der Stabilisierung.

Das aus mehreren Hyphen bestehende Mycel bildet den Grundkörper des Pilzes. Es kann unkonstruiert erscheinen (büschel- bis watteartig), aber auch richtungsorientiert sein (strang- oder lappenartig) oder durch Verfestigung der Außenwände ein wurzelartiges Aussehen (Rhizomorphen) annehmen (vgl. DENGLER, R. 2002). Hyphen und Mycel wachsen bei den holzzersetzenden Pilzen im Holz und sind so von außen meistens nicht sichtbar. An der Holzoberfläche werden zu bestimmten Jahreszeiten Fruchtkörper gebildet. Sie bestehen aus Mycel, welches sich aus verschiedenen Hyphentypen zusammensetzt. Der Fruchtkörper dient der Produktion, dem Schutz und der Verbreitung der Sporen. Sie dienen der Verbreitung des Pilzes durch Wind, Wasser und Tiere und sind selbst nach langer Ruhezeit noch lebensfähig. Die von den Ständerpilzen (Basidiomyceten) auf keulenförmigen Hyphenteilen (Basidien) geschlechtlich gebildeten Sporen werden Basidiosporen genannt. Eine weitere Sporenart stellen die ungeschlechtlich gebildeten Chlamydosporen dar. Dies sind dickwandige Dauersporen, welche durch Abschnürung oder Zerfall der Hyphen entstehen. Die Schlauchpilze (Ascomyceten) bilden ihre Sporen generativ in meist schlauchförmigen Sporenbehältern. Sie werden als Ascosporen bezeichnet.

12.2.3 Erscheinungsformen

Das Reich der Pilze umfasst vier verwandtschaftliche Abteilungen: Chytridiomycota, Zygomycota, Ascomycota und Basidiomycota sowie eine künstliche Gruppe, die Deuteromyceten.

Ascomyceten

Nur wenige holzzersetzende Pilze gehören zur Abteilung der Schlauchpilze (Ascomyceten), die insgesamt mehr als 32.300 bekannte Arten umfasst. Sie besitzen im Gegensatz zu den Basidiomyceten weder einen Hut noch einen Stiel. Die charakteristische Struktur, an der Ascomyceten erkannt werden können, ist der Ascus, eine sackförmige Struktur in der die für die Ascomyceten typischen Meiosporen, die Ascosporen, heranreifen. Während des asexuellen Lebenszyklus verschmelzen die männlichen und weiblichen Gametangien und die weiblichen Gametangien produzieren spezielle dikaryontische Hyphen; jedes Kompartiment enthält ein Paar von haploiden Kernen. Am ä-

ßeren Ende der dikaryotischen Hyphen bilden sich die Asci. Ascosporen werden generell aktiv ausgestoßen. Die Asci sind meist in komplexe, der Sporenbildung dienende Strukturen, die Ascorapien, eingebettet. Typischerweise findet die asexuelle Vermehrung durch vielkernige Sporen, die Kondidien statt (vgl. RAVEN, EVERT, EICHHORN 2000). Ein typischer holzzersetzender Ascomycet ist der Brandkrustenpilz (*Ustulina deusta*).

Basidomyceten

Fast alle holzzersetzenden Pilze zählen zur Abteilung der Ständerpilze (Basidomyceten). Die Abteilung Basidiomycota schließt die meisten großen und bekanntesten Pilze mit ein. Das entscheidende Charakteristikum dieser Abteilung ist die Bildung von Basidien. Analog den Asci werden auch die Basidien an den Spitzen von dikaryotischen Hyphen gebildet; hier findet die Meiose statt. Typischerweise produziert jede Basidie vier Basidiosporen. Sie sind das wichtigste Reproduktionsmittel der Basidiomycota. Ist ihr Aufbau kann konsolenartig oder fächerartig mit Röhren an der Unterseite (Porlinge) oder schirmartig mit Lamellen an der Unterseite (Lamellenpilze) sein (vgl. RAVEN, EVERT, EICHHORN 2000).

Aufbau der Porlinge:

Einige Porlinge bilden auch mehrjährige Fruchtkörper, wie z. B. der Eichenfeuerschwamm (*Phellinus robustus*). Bei den mehrjährigen Fruchtkörpern ist das Fleisch (Trama) schichtartig aufgebaut. Pro Jahr wächst mindestens eine neue Wachstumsschicht. Somit ist es möglich, am Querschnitt des mehrjährigen Fruchtkörpers dessen Alter abzuschätzen. Anhand der Dicke der Wachstumsschichten kann abgeschätzt werden, inwieweit das Holz des befallenen Baumes bereits abgebaut ist: Je dünner die Zuwachsraten, desto fortgeschrittener ist der Holzabbau durch den Pilz (vgl. DENGLER, R. 2002).

Unterseite mit Röhren:



(DENGLER 2002)

rissige Oberseite:



(DENGLER 2002)

schichtartiges Trama:



(DENGLER 2002)

Aufbau der Lamellenpilze:

Unterseite mit Lamellen:



(DENGLER 2002)

Längsschnitt:



(DENGLER 2002)

Perfekte und imperfekte Fruchtkörper

Bei den Fruchtkörpern der Pilze wird außerdem zwischen perfekten und imperfekten Fruchtkörpern unterschieden. Die perfekten Fruchtkörper enthalten generativ entstandene Sporen, wohingegen die imperfekten Fruchtkörper asexuell gebildete Konidien enthalten. Konidien sind Sporen, die vegetativ durch Abschnürung kleiner Teilchen am Ende der Hyphen entstanden sind. Die Ascomyceten entwickeln grundsätzlich sowohl Hauptfruchtkörper (perfektes Stadium) als auch Nebenfruchtkörper (imperfektes Stadium). Hier die Haupt- und Nebenfruchtkörper des Brandkrustenpilzes (*Ustulina deusta*):

Hauptfruchtkörper (*Ustulina deusta*):



(DENGLER 2002)

Nebenfruchtkörper (*Ustulina deusta*):



(DENGLER 2002)

Zur Bildung beider Fruchtkörperformen sind auch einige Basidomyceten, wie z. B. der Schwefelporling (*Laetiporus sulphureus*) in der Lage:

Hauptfruchtkörper
(*Laetiporus sulphureus*):



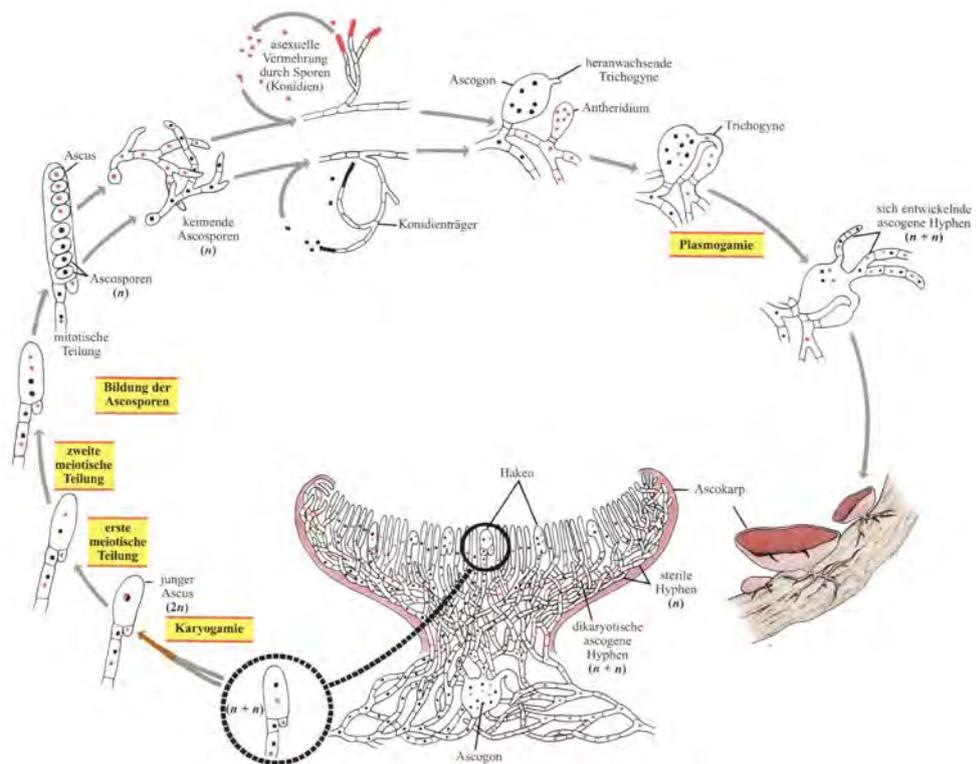
(DENGLER 2002)

Nebenfruchtkörper
(*Laetiporus sulphureus*):



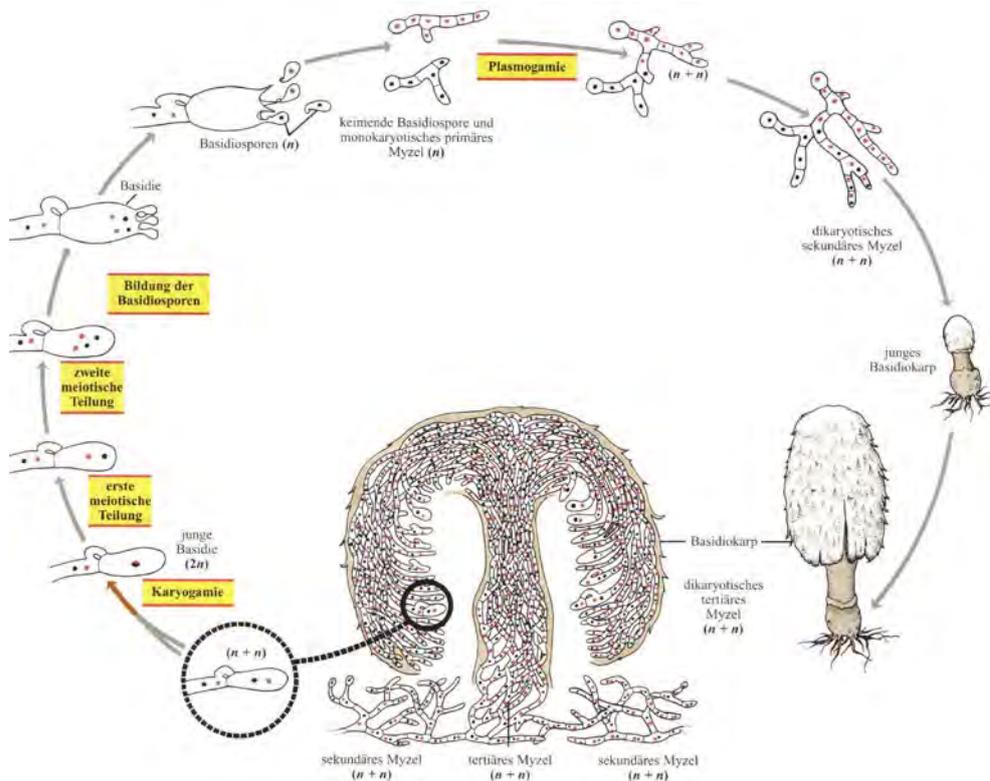
(DENGLER 2002)

12.2.4 Lebenszyklus



(RAVEN, EVERT, EICHHORN 2000)

„Typischer Entwicklungszyklus eines Ascomyceten. Die ungeschlechtliche Vermehrung erfolgt durch spezielle Sporen, die Konidiosporen. Sie sind meist einkernig. Die geschlechtliche Fortpflanzung vollzieht sich über die Bildung von Ascis und Ascosporen. Protoplasten mit noch nicht verschmolzenen Kernen, die durch die Plasmogamie entstehen, werden mit $n + n$ gekennzeichnet. Im Ascus folgt die Meiose unmittelbar auf die Karyogamie. Dies führt zu der Bildung von Ascosporen (RAVEN, EVERT, EICHHORN 2000).“



(RAVEN, EVERT, EICHHORN 2000)

„Ein für Homobasidiomyceten charakteristischer Entwicklungszyklus (Abteilung Basidiomycota, Hymenomycetes). Die monokaryotischen oder primären Myzelien entstehen aus Basidiosporen. Aus ihnen entstehen sekundäre, dikaryotische Myzelien. Oft entstehen diese sekundären Myzelien durch Verschmelzung von Hyphen zweier Stämme verschiedener sexueller Kreuzungstypen, in diesem Fall ist das Myzel heterokaryotisch. Das ebenfalls dikaryotische tertiäre Myzel bildet das Basidiokarp, den Fruchtkörper. Die in Form von Lamellen zusammengelagerten Basidien entlassen schließlich Millionen von Basidiosporen (RAVEN, EVERT, EICHHORN 2000).“

12.2.5 Lebensweise

Bei den Pilzen wird je nach ihrer Ernährungsweise zwischen drei verschiedenen Gruppen unterschieden.

Parasit

Holzzersetzende Pilze, die als Parasiten leben, befallen lebende Wirte. In der Regel führen sie zur Schwächung des befallenen Baumes. Obligate Parasiten kommen laut JAHN (2005) unter den Holz zersetzenden Pilzen überhaupt nicht vor. Beispiel für obligate Parasiten, die sich nur von lebenden Zellen ernähren können sind z. B. Rostpilze oder Mehлтаupilze.

Saprophyt

Saprophyten leben ausschließlich von toten organische Substanzen. Ihre Sporen keimen auf dem totem Holz und sie zersetzen es bis zu seiner Humifizierung. Als die wesentlichen Holzzerstörer besiedeln sie alles tote Holz, vom Stamm über Stubben bis hin zu Ästen und kleinen Zweigen. Zu ihnen gehören nicht nur Pilze mit großen Fruchtkörpern wie Porlinge und Blätterpilze, sondern auch zahllose Ascomyceten, deren Fruchtkörper nur unter der Lupe oder mit dem Mikroskop zu erkennen sind. Des weiteren leben auch viele Hypomyceten auf totem Holz. Da sie keine Fruchtkörper bilden, sind sie mit bloßem Auge nicht zu erkennen. Sie sind besonders bei den Moderfäulen tätig.

Saproparasit

Die meisten holzzersetzenden Pilze sind Saproparasiten. Dies bedeutet, dass sie sowohl lebendes, als auch schon abgestorbenes Holz befallen. Viele Saproparasiten leben zu Beginn ihrer Entwicklung parasitisch und können in den von ihnen bewohnten, schließlich abgestorbenen Bäumen oder infizierten Stümpfen noch mehr oder weniger lange Zeit saprotroph weiterwachsen und Fruchtkörper bilden. Oft setzt die Fruchtkörperbildung sogar nach dem Absterben oder Umbrechen eines Stammes besonders intensiv ein, weil dann plötzlich durch Absterben der schwer angreifbaren lebenden Zellen neue große Totholzbereiche erschlossen werden. Dies kann z. B. beim Zunderschwamm (*Fomes fomentarius*) beobachtet werden, der abgestorbenes Holz in langen Reihen üppiger Fruchtkörper bedeckt (vgl. JAHN 2005).

12.2.6 Besiedlungsstrategien holzzerstörender Pilze an Bäumen

Pilze bilden riesige Mengen an Sporen. So streut ein Fruchtkörper des Riesenbovistes laut HÜBSCH (1991) insgesamt bis zu 8 Billionen Sporen aus. Wie bereits beschrieben, werden die Sporen durch Wind, Wasser und Tiere verbreitet.

Die Infektion der lebenden Bäume erfolgt in der Regel über Wunden am Stamm, an den Ästen sowie im Wurzelbereich, bei denen Kern- oder Reifholz freigelegt wurde. Mit der Größe der Wunde steigt des Risiko der Infektion an. Typische Stammverletzungen entstehen bei Fäll- und Rückearbeiten oder

durch Autos bei Verkehrsunfällen an Straßenrändern. Bevorzugte, aber selten bemerkte Eintrittspforten sind auch Astabbruchstellen und infolge falscher Schnittmaßnahmen stehen gebliebene Aststummel. Beim Bau von Straßen werden häufig die Wurzeln der am Rand stehenden Bäume verletzt, auch hierdurch haben die Sporen die Möglichkeit, in den Baum zu gelangen. Besonders anfällig sind geschwächte Bäume, da diese wegen des verminderten Zuwachses nicht in der Lage sind, die Wunde abzuschotten und schnell zu überwallen.

Gesunde Bäume mit einer intakten Borke können von stammbürtigen holzzerstörenden Pilzen in der Regel nicht besiedelt werden. In der Borke sind die Zellwände der Korkzellen (Phellem) reich an Korkstoff (Suberin) und arm an Cellulose. Suberin ist einerseits eine pilzwidrige Substanz, andererseits ein excellenter Schutz gegen Verdunstung und mechanische Beschädigung des darunter liegenden lebenden Gewebes (Phloem und Kambium).

Anders ist es bei den einigen wurzelbürtigen holzzerstehenden Pilzen. Diese haben neben dem Sporenflug auf verletzte Stammteile noch andere Besiedelungsstrategien: So breitet sich der Wurzelschwamm (*Heterobasidion annosum*) nach WOODWARD et al. (1998) aus, indem er geschwächte Wurzeln durch in den Boden eingewaschene Sporen direkt besiedeln kann, beziehungsweise laut RISHBETH (1951) alternativ sein Mycel auch über Wurzelkontakte verbreitet. Als weiteres Beispiel sei der Hallimasch (*Armillaria ssp.*) genannt, der sich laut SCHWARZE et al. (1999) durch melanisierte und damit von anderen Organismen nur schwer zersetzbare Rhizomorphe (vegetative Ausbreitungsorgane) unterirdisch von Baum zu Baum ausbreitet.

12.2.7 Fäulen

12.2.7.1 Allgemein

Wie bereits beschrieben, zersetzen verschiedene Pilze das Holz der Bäume. Die Aufspaltung des Holzes durch Enzyme, welche von den Pilzhyphen ausgeschieden werden, wird als Fäule bezeichnet. Hierbei werden je nach Wirkungsweise der Enzyme die drei Fäuletypen Braunfäule, Weißfäule und Moderfäule unterschieden. Eine Pilzart kann bis auf wenige Ausnahmen nur einen Fäuletyp bewirken.

12.2.7.2 Braunfäule

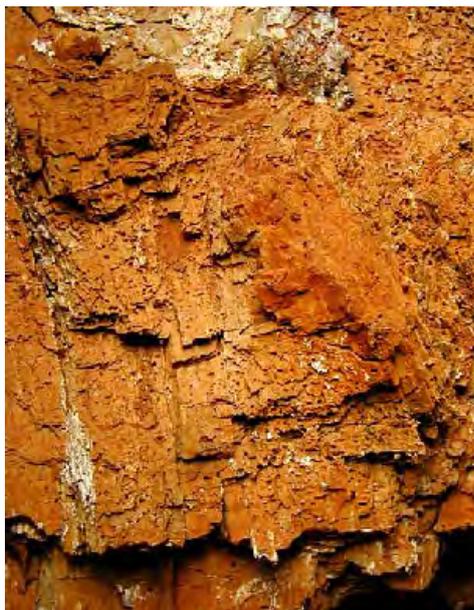
Braunfäule wird durch Basidiomyceten hervorgerufen, welche die Kohlenhydrate Cellulose und Hemicellulosen der verholzten Zellwand abbauen und das Lignin nahezu unverändert zurücklassen, wodurch die Braunfärbung entsteht. Wegen des Celluloseabbaus nimmt die Dimensionsstabilität besonders axial stark ab, und durch Schwinden beim Trocknen entstehen Quer- und Längsrisse mit dem charakteristischen würfelförmigen Zerfall. Dieser hat zu der früher gebräuchlichen Bezeichnung Destruktionsfäule geführt. Die meisten Braunfäulepilze greifen Nadelholz an (ca. 80 %), während Weißfäulepilze häufiger auf Laubholz vorkommen. Die Braunfäule kommt sowohl am stehenden, als auch am geschlagenem Holz, und befällt den Splint und den

Kern. Sie ist meistens gleichmäßig über das Substrat verteilt und tritt nur selten unregelmäßig verteilt und von „gesundem“ Holz umgeben als Braunlochfäule auf.

Der Zerfall des Holzes durch Braunfäule lässt sich in drei Stadien gliedern:

1. „Die Pilze besiedeln das Holz zunächst über die Holzstrahlen und verbreiten sich im Längsgewebe durch die Tüpfel sowie mittels Mikrohyphen. „Am Anfang diffundieren von den Pilzhyphen ausgeschiedene Enzyme in die Zellwand. Durch sie wird zunächst in der S2- und in der S3- Schicht die Hemicellulose, welche die Cellulose überzieht, abgebaut.“
2. Daraufhin setzt an zahlreichen Stellen die Zerstörung der Cellulose ein (die Kohlenstoffketten werden in zahlreiche kleinere Teilstücke zerlegt). Innerhalb der S2- Schicht werden jetzt die radialen Strukturen abgebaut. Dadurch entstehen feine Spalten und Risse, die sich von der S1- bis in die S3- Schicht erstrecken. Infolgedessen vermindert sich die Biegefestigkeit des Holzes bereits im Frühstadium erheblich.
3. Das Lignin bleibt in leicht modifizierter (zellulosefreier) Form erhalten, wobei es durch Schrumpfungsprozesse zunächst in Würfelform, später bis hin zu Pulverstaub zerfällt. Von Braunfäule befallenes Holz versagt durch Sprödebruch (muschelartige Bruchfläche). Das befallene Holz verfügt über eine geringe, sich drastisch verminderte Festigkeit, behält jedoch relativ lange eine verhältnismäßig hohe Steifigkeit bei. Da erst im Spätstadium im Holzkörper Höhlungen entstehen, treten -wenn überhaupt- erst dann an den Wirten entsprechende Defektsymptome auf. Die Bäume haben kaum Reaktionsmöglichkeiten, da sie ihre innere Schwächung (verminderte Holzfestigkeit) aufgrund der relativ lang anhaltenden Steifigkeit des befallenen Holzes meist zu spät bemerken (DENGLER 2002).“

Braunfäule an Eiche:



(DENGLER 2002)

Braunfäule an Birke:



(DENGLER 2002)

Einige für die Verkehrssicherungspflicht wichtige Braunfäulepilze:

Deutscher Name	botanischer Name	hauptsächliches Vorkommen	
		Nadelholz	Laubholz
Schwefelporling	<i>Laetiporus sulphureus</i>		x
Kiefern Braunporling	<i>Phaeolus spadicus</i>	x	
Birkenporling	<i>Piptoporus betulinus</i>		x
Krause Glucke	<i>Sparassis crispa</i>	x	

12.2.7.3 Weißfäule

Weißfäule wird meist durch Basidomyceten, vereinzelt aber auch durch Ascomyceten hervorgerufen. Hierbei werden Cellulose, Hemicellulosen und Lignin abgebaut. Weißfäulepilze greifen im Gegensatz zu den Braunfäulepilzen überwiegend Laubbäume an. Bei der Weißfäule wird zwischen der selektiven Weißfäule und der Simultanfäule unterschieden. Bei allen Weißfäuletypen verringern sich die Holzfestigkeiten weniger stark als bei der Braunfäule, da bei gleichem Masseverlust weniger Cellulose abgebaut wird. Ebenso ist hier die Dimensionsstabilität weniger stark herabgesetzt und es kommt nicht zu Rissbildung und Würfelbruch. Bei fortgeschrittenem Befall ist das Holz sehr leicht, weich und faserig oder schwammig. So maßen SCHMID und LIESE (1964) im Labor an Buchenholz durch die Schmetterlings-Tramete (*Trametes versicolor*) einen Masseverlust von 87 %.

Selektive Weißfäule (Selektive Delignifizierung)

Das Kennzeichen der selektiven Weißfäule ist der insbesondere anfänglich deutlich stärkere Abbau von Lignin als von Hemicellulose und Cellulose.

Auch der Holzabbauprozess durch die selektive Weißfäule lässt sich in drei verschiedene Stadien gliedern:

1. „Die von den Pilzhyphen ausgeschiedenen Enzyme diffundieren weiträumig in die Zellwand. Dies führt bereits im Frühstadium innerhalb der S2- Schicht zu erheblichem Ligninabbau (lamellarem Zerfall unter teilweiser Entstehung radialer Strukturen).
2. Im Spätstadium kommt es zum vollständigen Verlust der Mittellamelle, wodurch sich der Zellverbund teilweise auflöst und das Holz faserig wird. Im Vergleich zur Braun- oder Moderfäule ist der Celluloseabbau in dieser Phase noch sehr gering. Die Holzfestigkeit vermindert sich dadurch nur langsam. Das befallene Holz wird dadurch zäh- elastisch (geringe Steifigkeit, jedoch relativ hohe Festigkeit), wodurch das Kambium vielfach zur Produktion dickerer Jahresringe angeregt wird (Reparaturanbauten).
3. Nennenswerter Celluloseabbau findet erst im finalen Stadium statt. Dann verliert das Holz auch seine Zugfestigkeit (DENGLER, R. 2002).“

Es gibt verschiedene Formen der selektiven Delignifizierung wie z. B. Weißlochfäule: hierbei führt lokal erhöhter Ligninabbau zu weißen Flächen im Holz, dort verbleibt dann reine Cellulose. Diese Form der selektiven Delignifizierung wird beispielsweise durch Kiefernfeuerschwamm (*Phellinus pini*) und Klapperschwamm (*Grifola fondosa*) hervorgerufen.

selektive Weißfäule nass:



(DENGLER 2002)

selektive Weißfäule trocken:



(DENGLER 2002)

Simultane Weißfäule (Korrosionsfäule)

Kennzeichnend für die simultane Weißfäule ist, dass Lignin, Hemicellulose und Cellulose gleichzeitig und zu gleichen Teilen abgebaut werden.

Auch der Holzabbauprozess durch die simultanen Weißfäule lässt sich in drei verschiedene Stadien gliedern:

1. „Die in den Lumen auf der S3- Schicht wachsenden Hyphen scheiden in eine sie überziehende Benetzungshülle Enzyme aus. Kommen diese mit der Zellwand in Kontakt, entstehen bei einer Verätzung grabenartige Vertiefungen, in die die Hyphe einsinkt (chemische Erosion). Der Holzabbau erfolgt somit in unmittelbarer Umgebung der Hyphen.
2. Radial zur Längsachse der Zellen bilden sich Seitenhyphen und dringen in die Zellwand ein. Dadurch schreitet die Zerstörung innerhalb der Zellwand weiter fort. Allmählich fließen die entstandenen Kanäle und Travernen zusammen. Die Sekundärwand wird porös und von innen (Lumen) nach außen (Mittellamelle) zunehmend dünner.
3. Schließlich durchlöchern weitere Hyphen die stets dünner werdenden Zellwände, wodurch zwischen benachbarten Zellen Hohlräume entstehen. Diese vergrößern sich im Spätstadium soweit, dass von der Mittelschicht nur noch Eckzwickel verbleiben (DENGLER, R. 2002).“

Von simultaner Weißfäule befallenes Holz versagt durch Spröbruch (muschelartige Bruchoberfläche). Die Wirte besitzen kaum Reaktionsmöglichkeiten. Sie bemerken ihre innere Schwächung (verminderte Holzfestigkeit) meist zu spät, da die Steifigkeit des befallenen Holzes relativ lange anhält.

simultane Weißfäule:



(DENGLER 2002)

Einige für die Verkehrssicherungspflicht wichtige Weißfäulepilze:

Deutscher Name	botanischer Name	hauptsächliches Vorkommen	
		Nadelholz	Laubholz
Honiggelber hallimasch	<i>Armillaria mellea</i>	x	x
Zunderschwamm	<i>Fomes fomentarius</i>		x
Wurzelschwamm	<i>Heterobasidion annosum</i>	x	
Riesenporling	<i>Meripilus giganteus</i>		x
Kiefernfeuerschwamm	<i>Phellinus pini</i>	x	
Schuppiger Porling	<i>Polyporus squamosus</i>		x

12.2.7.4 Moderfäule

Die Moderfäule wird im Gegensatz zur Braunfäule und Weißfäule nicht durch Basidiomyceten, sondern durch Ascomyceten und Deuteromyceten hervorgerufen. Sie tritt vor allem in wassergesättigten Holzkörpern auf und stellt somit vermutlich eine Anpassung an die dort herrschenden sauerstoffarmen Bedingungen dar. Am lebenden Baum kommt die Moderfäule im Bereich der „Wassertaschen“ vor. Der Prozess der Moderfäule schreitet relativ langsam fort, indem die Pilzhyphen in die Holzzellwände, bevorzugt in die Sekundärwand eindringen und dort Cellulose und Hemicellulose abbauen. Sie ist aber nicht so leicht zu erkennen, wie die Braun- oder Weißfäule. Da die Tertiär- und Mittellamelle/Primärwand aufgrund starker Lignifizierung über längere Zeit gegen den Pilzangriff resistent sind, wird Holz mit Moderfäule häufig mit bloßem Auge zunächst nicht als verfault erkannt. Auch bei der Hammerprobe ergibt es nicht den hohlen Klang von zerstörtem Holz (vgl. LIESE 1964).

Es werden zwei verschiedene Typen von Moderfäule unterschieden:

Typ 1

Der Typ 1 der Moderfäule zersetzt das Holz, indem von den Haupthyphen, die sich im Lumen auf der S3- Schicht befinden, zahlreiche Seitenhyphen in die S2- Schicht eindringen. „Dort bilden sie T-förmige Verzweigungen, die sich durch Enzymausscheidungen an ihrer Oberfläche in Richtung der Cellulosemikrofibrillen ausbreiten. Dabei entstehen schlauchförmige Höhlungen mit rundem bis ovalem Durchmesser und spitz zulaufenden Enden. Von dort aus entwickeln sich sekundär sogenannte Tochterhyphen. Diese bilden neue, hintereinander angeordnete Hohlräume, die allmählich zu großen Kavernen zusammenlaufen. Die Sekundärwand wird auf diese Weise vollständig abgebaut. Zurück bleibt lediglich die Mittellamelle (DENGLER, R. 2002).“

Typ 2

Der Typ 2 der Moderfäule wirkt ähnlich wie eine simultane Weißfäule, indem die Zellwände vom Lumen her durch V-förmige Furchen geschwächt werden.

Manche Pilze sind in der Lage, sowohl gemäß dem Abbaumuster von Typ 1 als auch von Typ 2 das Holz zu zersetzen. Wichtigster Vertreter der Moderfäule ist der Brandkrustenpilz (*Ustulina deusta*). Entsprechend befallenes Holz versagt durch Sprödbruch meist ohne vorherige Ausbildung von Defektsymptomen (vgl. DENGLER, R. 2002).

Moderfäule:



(DENGLER 2002)

Moderfäule:



(DENGLER 2002)

