

***Nectria*-Arten an Buchenrinde mit Phloemnekrosen**

Grüner, J. und Metzler, B.

Zusammenfassung

Im Zusammenhang mit der Buchenkomplexkrankheit werden neben den „klassischen“ streifenförmigen Rindennekrosen (mit *Nectria coccinea*) seit einigen Jahren kleinflächige Phloem-(= Weichbast-)nekrosen und teilweise eine ungewöhnliche Grobborkigkeit beobachtet. Die Ätiologie ist insofern von Bedeutung, als diese Phloemnekrosen möglicherweise prädisponierend für „primären“ Käferbefall an stehenden Buchen wirken.

Von insgesamt fast 2.000 Einzelproben wurden 1.602 Pilzmycelien aus 47 Taxa isoliert. Am häufigsten waren davon *N. coccinea* und *N. ditissima*, welche mit einer Frequenz von 13,8 % bzw. 10,0 % der Einzelproben vorkamen. Die Analyse der Pilzpopulationen ergab, dass *N. coccinea*, Erreger des Buchenrindensterbens, sowie *N. ditissima*, Erreger von Buchenkrebs, mit deutlich höherer Frequenz in den grobborkigen Bereichen vorhanden waren. Dies legt eine Rolle dieser Pilze bei der Entstehung der Grobborkigkeit nahe. Hinweise auf einen Befall durch *Phytophthora*-Arten wurden nicht gefunden.

39 der 142 gewonnenen Proben (Rindenschwarten) wiesen Bohrlöcher von holzbrütenden Borkenkäfern auf, fast ausschließlich durch *Trypodendron domesticum*. Die Grobborkigkeit geht mit einem häufigeren Befall mit *N. ditissima* einher. Es wurde auch ein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Vorkommen von Bohrlöchern dieses Käfers und dem Befall durch *N. ditissima*, nicht jedoch mit *N. coccinea* festgestellt. Je häufiger Kambiumnekrosen an den untersuchten Rindenschwarten vorhanden waren, desto grobborkiger war die Rinde. Je grobborkiger die Rinde war, desto häufiger waren Bohrlöcher und Brutsysteme von *T. domesticum* an den untersuchten Proben vorhanden. Es ist anzunehmen, dass pilzlich bedingte Kambiumnekrosen den Stehendbefall durch *T. domesticum* begünstigen.

Schlüsselwörter: **Buche, *Fagus sylvatica*, *Nectria ditissima*, *Nectria coccinea*, Buchenrinde, *Trypodendron domesticum*, Pilze, Kambiumnekrosen, Buchenrindennekrose, *Phytophthora***

***Nectria* species associated with rough bark in beech (*Fagus sylvatica* L.)**

Summary

Cambial necroses caused by fungi and rough bark might be a predisposing factor for a “primary” infestation by *Trypodendron domesticum* in living beech stems. Therefore, nearly 2.000 bark samples with different stages of roughness were taken from beech trees. 1.602 fungal isolates out of 47 taxa were obtained from these samples. Most frequent isolates were *Nectria* spp. The main species were *N. coccinea* and *N. ditissima*, occurring with frequencies of 13,8 % resp. 10,0 % in the samples. *Nectria* spp. are present in a higher frequency in the necrotic, rougher parts of bark slabs as compared to healthy, smooth bark samples. Increasing numbers of bark necroses, which developed into cambial necroses, were found on bark samples with advanced roughness of bark. This suggests an important involvement of *Nectria* spp. in the origin of the rough bark of beech. Statistical tests showed a strong correlation for *N. ditissima* and a low correlation for *N. coccinea* with the roughness beech bark. A high density of boreholes from *T. domesticum* on rougher bark could be observed. There was no evidence for an infestation by *Phytophthora* spp. in the bark samples.

Keywords: European beech, *Fagus sylvatica*, *Nectria ditissima*, *N. coccinea*, beech bark, *Trypodendron domesticum*, fungi, cambium necroses, beech bark disease, *Phytophthora*

Einleitung

Vorstudien von METZLER (2002) und PETERCORD (2003) ergaben Hinweise, dass Phloemnekrosen und verstärkte Verborckung der Buchenrinde, sowie der damit verbundene Befall mit *Nectria spp.* den Stehendbefall durch *Trypodendron domesticum* begünstigen könnte. Diese vorläufigen Befunde sollten durch zusätzliches Datenmaterial erhärtet werden. Das Phänomen der ungewöhnlich schrundigen Grobborkigkeit bei Buche ist in der Literatur kaum beschrieben. Lokal in den Karpaten auftretende Grobborkigkeit der Rinde von Buchen, sind von NECESANÝ (1969) in anderem Zusammenhang erwähnt worden, ohne jedoch auf Ursachen einzugehen.

Es stellt sich somit die Frage, wie diese Phloemnekrosen entstehen. Wenn man Kenntnis hat, welche Pilze mit diesen assoziiert sind, ließe sich ableiten, ob sie als Vorstufen der „klassischen“ Buchenrindennekrose oder als eigenes Phänomen zu betrachten sind. Die Ätiologie ist insofern auch von Bedeutung, als diese Phloemnekrosen möglicherweise prädisponierend für „primären“ Käferbefall an stehenden Buchen wirken.

Oomyceten, insbesondere Arten der Gattung *Phytophthora* werden in jüngster Zeit für umfangreiche Schäden an Buchen verantwortlich gemacht (JUNG, 2004). Daher wurde an Erdproben und an Rindenschnitten der Probestämme ein spezielles Screening durchgeführt.

Material und Methoden

Die Untersuchungen konzentrierten sich auf fünf Bestände in Rheinland-Pfalz: Drei Bestände (Gemeindewald Brandscheid a³ und a⁶, sowie Gemeindewald Rommersheim) liegen im Forstbezirk Prüm (Eifel). Die anderen beiden Bestände Gemeindewald Klink (Abt. 147 a¹) und Gemeindewald Zerf (Abt. 4) gehören zum Forstbezirk Saarburg (Hunsrück).

Aus diesen Beständen waren sowohl die Symptome der Grobborkigkeit als auch der Stehendbefall

durch *T. domesticum* bekannt. Der Bestand Rommersheim weist basenreiche Bodenverhältnisse auf und unterscheidet sich somit gegenüber den anderen bodensauren Beständen. Dies ist insbesondere im Hinblick auf die vorgesehenen Untersuchungen auf *Phytophthora*-Arten von Bedeutung. In diesem Bestand war kein Befall durch den Buchennutzholzborkenkäfer festgestellt worden.

Insgesamt wurden 20 Rotbuchen (*Fagus sylvatica* L.) unterschiedlichen Alters sowie aus verschiedenen sozialen Klassen gefällt, so dass aus verschiedenen Baumhöhen mit der Motorsäge Rindenproben in Form von ca. 20 x 30 cm großen Schwarten entnommen werden konnten. Dies geschah zu drei verschiedenen Jahreszeiten (Winter, Frühjahr und Spätsommer) zwischen Dezember 2003 und September 2004. Die Schwarten wurden unmittelbar nach der Entnahme einzeln in Plastiktüten verpackt und zur FVA in Freiburg transportiert. Dort wurden sie bis zur Entnahme der Teilproben für die *Phytophthora*-Untersuchung wenige Tage bei +6°C im Kühlraum gelagert. Bis zur Isolierung der sonstigen Pilze wurden sie für meist mehrere Wochen bei ca. –8°C eingefroren. Dieses Verfahren schadet den Echten Pilzen nicht (METZLER et al., 1993).

Die Schwarten wurden zunächst mit einer Bandsäge quer zur Faserrichtung aufgesägt. Nach der Entnahme der Teilproben für die Pilzanalysen wurden Fotos von Querschnitten jeder Schwarte zur Dokumentation von Kambiumnekrosen angefertigt (Abb.1). In Tab. 1 sind die 142 Rindenschwarten aufgelistet mit den jeweiligen Daten bezüglich der Borkigkeit der Schwarten (Abb. 2), ihrer Exposition, ihrer Entnahmehöhe am Stamm und dem Vorhandensein von Bohrlöchern von *T. domesticum*.

Pilzanalysen

Im Labor wurde der äußerste Bereich der Rinde mittels eines mit Alkohol abgeflammteten Stechbeitels abgetragen. Vom Rand dieser nun sichtbaren kleinflächigen Nekrosen wurden unter sterilem

Tab. 1: Liste der entnommenen Rindenschwarten (RS)

Tab. 1: List of sampled bark slabs (RS)

Probenahme 11.12.2003						Probenahme 20.04.2004						Probenahme 09.09.2004					
RS	Borke	HR	Höhe	KN	Käfer	RS	Borke	HR	Höhe	KN	Käfer	RS	Borke	HR	Höhe	KN	Käfer
1	0	N	9		-	46	3	S	0,5		-	95	3	N	1		-
2	0	O	9		-	47	3	N	0,5		+	96	3	S	1		-
3	1	S	9		-	48	2	S	4,6	+	-	97	3	N	5,5	+	-
4	0	W	9		-	49	1	S	11		-	98	2	S	5,5		-
5	3	N	1,6	+	+	50	1	N	11		-	99	1	N	13	+	+
6	3	N	1,2	+	+	51	0	N	4,6		-	100	1	S	13		+
7	2	O	1,2		-	52	2	S	0,7		-	101	3	N	1	+	+
8	1	S	1,2		+	53	3	N	0,7		-	102	3	S	1	+	-
9	3	W	1,2	+	+	54	0	S	10		-	103	3	N	7	+	-
10	1	N	11,5		-	55	0	N	10		-	104	2	S	7		-
11	1	O	11,5		-	56	0	S	5		-	105	1	N	13		-
12	1	S	11,5		-	57	0	N	5		-	106	1	S	13		-
13	1	W	11,5		-	58	0	N	13		-	107	1	N	0,8	+	-
14	2	N	7		-	59	2	N	1,2		-	108	2	S	0,8		-
15	2	O	7		+	60	1	S	1,2		-	109	1	N	4		-
16	1	S	7		-	61	1	N	3,5		-	110	1	S	4		-
17	1	W	7		-	62	1	S	3,5		-	111	1	N	5,5		-
18	3	N	1,2		-	63	0	N	5		-	112	1	S	5,5		-
19	3	O	1,2		-	64	0	S	5		-	113	2	N	0,8		+
20	1	S	1,2		-	65	2	N	0,2	+	-	114	2	S	0,8		-
21	2	W	1,2		-	66	0	S	0,2	+	-	115	2	N	3,5		+
22	1	N	4,5		-	67	1	N	2	+	+	116	1	S	3,5		-
23	2	O	4,5		-	68	2	S	2	+	-	117	1	N	6,5	+	+
24	2	S	4,5		-	69	1	N	8,5		-	118	1	S	6,5	+	+
25	1	W	4,5		-	70	1	S	8,5		-	119	2	N	0,8		-
26	2	N	1,8		+	71	3	N	1	+	+	120	2	S	0,8		-
27	2	O	1,8	+	+	72	3	S	1		+	121	1	N	6,5		-
28	2	S	1,8	+	-	73	3	N	8	+	+	122	1	S	6,5		-
29	2	W	1,8		+	74	3	S	8		-	123	0	N	15		-
30	2	N	0,8	+	+	75	1	N	14		-	124	0	S	15		-
31	2	O	0,8	+	+	76	1	S	14		-	125	3	N	1	+	-
32	3	S	0,8	+	+	77	3	N	0,6		-	126	3	S	1		-
33	2	W	0,8	+	+	78	3	S	0,6		-	127	2	N	7		-
34	0	N	4		-	79	1	O	10	+	+	128	2	S	7		-
35	0	O	4		-	80	1	N	13	+	+	129	2	N	12,5	+	-
36	0	S	4		-	81	0	S	13		-	130	2	S	12,5	+	-
37	0	W	4		-	82	1	O	2	+	+	131	1	N	1		-
38	1	N	2,5		-	83	1	N	9,5	+	+	132	2	S	1		-
39	1	O	2,5		-	84	1	S	9,5	+	+	133	2	N	4		-
40	1	S	2,5		-	85	1	N	1,5	+	-	134	1	S	4		-
41	1	W	2,5		-	86	0	S	1,5		-	135	1	N	7		-
42	2	N	1,2		+	87	1	O	2,5	+	+	136	2	S	7		-
43	2	O	1,2		-	88	1	W	2,5	+	+	137	1	N	1		-
44	2	S	1,2	+	+	89	3	N	0,5		-	138	2	S	1	+	-
45	2	W	1,2	+	+	90	3	S	0,5	+	+	139	1	N	4		-
						91	2	N	4		+	140	1	S	4		-
RS = Rindenschwarte						92	2	S	4	+	+	141	0	N	7		-
HR = Exposition						93	2	N	7,5		+	142	1	S	7		-
KN = Kambiumnekrose						94	3	S	7,5	+	+						



Abb. 1: Rindenschwarte mit Kambiumnekrose (KN) und Rindennekrose (RN)

Fig. 1: Bark slab with bark necroses (RN) and cambial necroses (KN)

Luftstrom 10 (erste Probenahme) bzw. 5 (weitere Probenahmen) Rondellen mit einem stets erneut abgeflammten Korkbohrer der Stärke 4 mm ausgestanzt. Diese wurden in tangentialer Ebene halbiert, so dass je eine Rondelle der Innen- und der Außenrinde gewonnen wurde. Diese wurden paarweise in Petrischalen mit SNA-Nähragar (NIRENBERG, 1981; METZLER et al., 1993) ausgelegt und für eine Woche bei Raumtemperatur, in der zweiten Woche bei 19°C zur Anregung der Konidienbildung unter UVA-Licht inkubiert.

Anschließend erfolgte möglichst zeitnah die lichtmikroskopische Auswertung der angewachsenen Pilzmycelien. Auch Bakterien, Nematoden und ggf. Myxomycetes wurden als solche bonitiert. Von potentiell pathogenen Pilzen insbesondere aus der Gattung *Nectria* und deren Formgattungen *Fusarium* und *Cylindrocarpon* wurden Stammkulturen zur dauerhaften Aufbewahrung hinterlegt.

Screening auf Oomyceten

Bei den Probenahmen 2 und 3 wurde pro Baum von vier Einschlägen etwa 1 m vom jeweiligen Stammfuß entfernt und aus bis 20 cm Bodentiefe ca. 1 kg Erde entnommen und in einer Tüte gemischt. Zur weiteren Beschreibung der Standortverhältnisse wurde jeweils der pH-Wert (in H₂O und in 1m KCl), gemessen. Je 200 g einer Erdprobe wurden in Plastikschalen (14x10 cm) gefüllt und mit 500 ml destilliertem Wasser befüllt. Anschließend wurden frische, wenige Tage alte Eichenblätter als Köder für die Zoosporen auf die Wasseroberfläche gelegt. Die Inkubationszeit betrug maximal 4 Tage

bei Raumtemperatur. Analog wurde mit abgesägten Stücken von jeder Rindenschwarte (ca. 14x4 cm) verfahren. Die nekrotischen Bereiche an den Eichenblättern wurden ggf. ausgeschnitten und auf Selektivagar (JUNG et al., 1996) aufgebracht. Nach 1 bis 2 Tagen sollte eine Trennung von schnell wachsenden *Pythium*-Arten und langsamer wachsenden *Phytophthora*-Arten erfolgen.

Ergebnisse

Borkigkeit der Rindenschwarten

Tab. 1 gibt einen Überblick über die Menge an Rindenschwarten, die ausgewertet wurden. Die meisten Rindenschwarten entsprachen mit einem Gesamtanteil von 38,0 % dem Typ der Borkigkeitsstufe 1, gefolgt von Stufe 2 mit einem Anteil von 28,9 %. Stufe 0 und Stufe 3 sind weniger häufig vertreten.

Bei den ersten Probenahmen zeigte es sich, dass die Verteilung der Borkigkeitsstufe in der Stammhöhe einem Muster folgt. Stufe 3 war fast ausschließlich am Stammfuß zu finden. Bis in 2 – 3 m Stammhöhe war auch Stufe 2 anzutreffen. Die Exposition nach Himmelsrichtung zeigte nur einen kleineren Einfluss.

An 41 Rindenschwarten (29 %) konnte festgestellt werden, dass nicht nur Weichbastnekrosen, sondern auch bereits Kambiumnekrosen entstanden sind. Mit zunehmender Verborkung der Rinde steigt der Anteil an Schwarten mit Kambiumnekrosen. Die Auswertung der aufgesägten Rindenschwarten ergab, dass die Hälfte der Schwarten mit der Borkigkeitsstufe 3 Kambiumnekrosen hatte, bei Stufe 0 waren es lediglich 5 %.

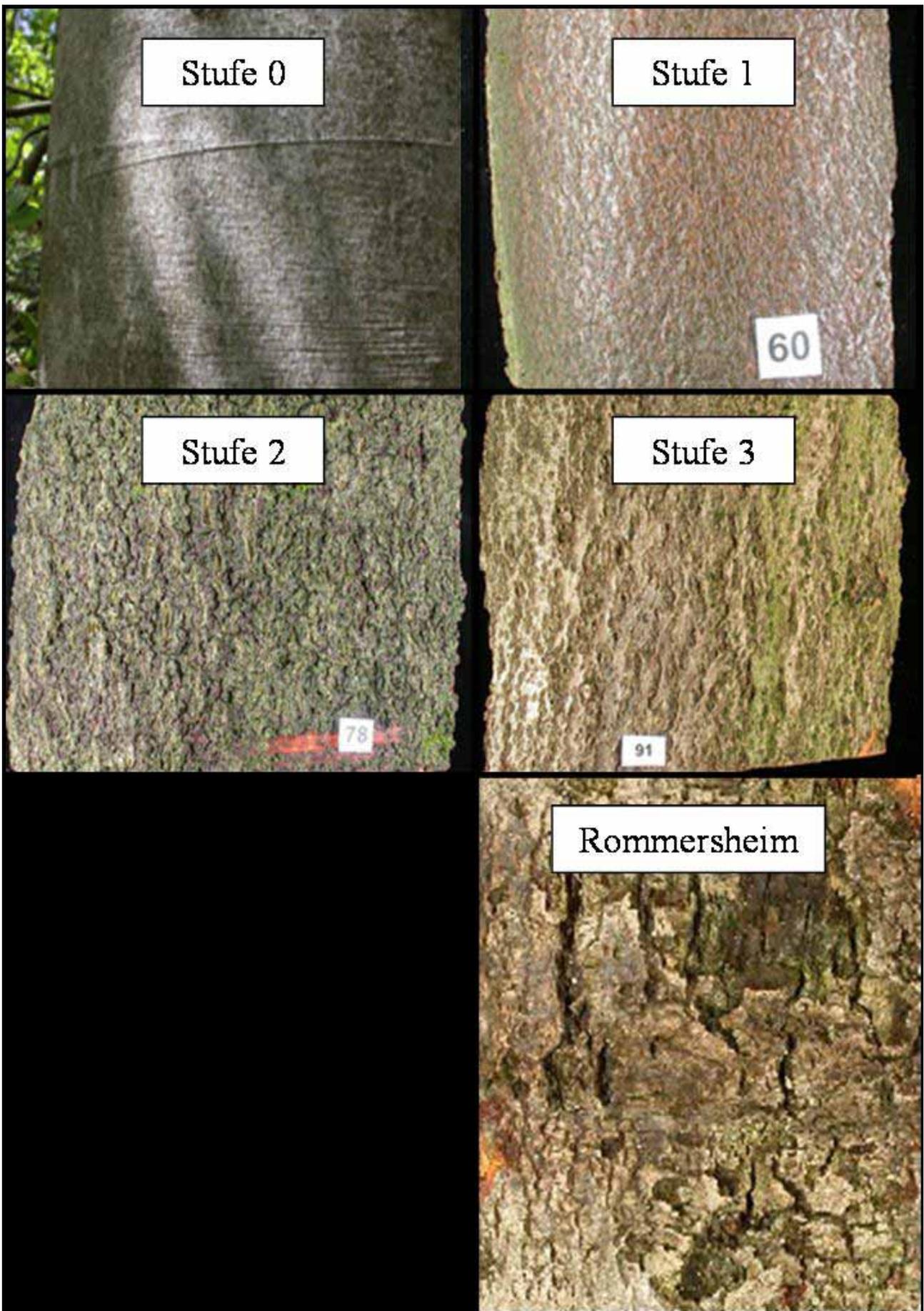


Abb. 2: Typische Beispiele für die vorgenommene Abstufung der Borkigkeit
Fig. 2: Typical stages of the roughness of the bark surface

Die verborkten Rindenpartien vieler Bäume erschienen im Bestand Rommersheim eher pustelig-blasig (vgl. Abb. 2) als schrundig grobborkig. Sie unterschieden sich damit oft deutlich von dem Bild in den Beständen Klink und Brandscheid.

Zusammensetzung der Pilzpopulationen

Insgesamt wurden 1963 Rondellen ausgewertet (Abb. 3). Die Belegung mit Organismen schwankte pro Rondelle zwischen 0 bis maximal 6. Die Proben aus der Innenrinde waren zu 51 % steril, die der Außenrinde nur zu 8 %. Insgesamt konnten 47 pilzliche Taxa unterschieden werden. Die häufigste Pilzart ist *N. coccinea* mit einem Anteil von 13,8 % an der Gesamtauswertung, gefolgt von *N. ditissima* mit einem Anteil von 10,0 %. Wesentliche jahreszeitlich bedingte Schwankungen in der Isolierungsrate der einzelnen Pilzarten wurden nicht festgestellt.

Pilzanalysen in Abhängigkeit von der Borkigkeit

Gruppirt man die Ergebnisse nach dem Zustand der Rindenschwarten, so zeigen sich die verschieden Optima der einzelnen Gruppen (Abb. 4, 5). Die Arten der Formklasse der Hyphomycetes haben ihr Optimum an Rindenschwarten der Stufe 3. Insgesamt liegt das Optimum für *N. ditissima* bei Rindenschwarten der Stufe 2. Bei *N. coccinea* ist das Optimum für Stufe 1 zu verzeichnen. Von Schwarten der Stufe 0 konnte *N. ditissima* nie isoliert werden. Das Auftreten von *Nectria*-Arten ist weit weniger in Abhängigkeit von der Höhe oder der Exposition am Stamm zu suchen, sondern es zeichnet sich ein Zusammenhang mit der Borkigkeit der Rinde ab. Das Maximum für *N. coccinea* liegt bei Stufe 1 bzw. bei Stufe 2 für *N. ditissima*. Mit zunehmender Borkigkeit nimmt auch in der Innenrinde die Zahl der sterilen, d.h. gesunden Proben ab. Auch an

Gesamtauswertung der Befunde an allen Rondellen (n=1963) in %

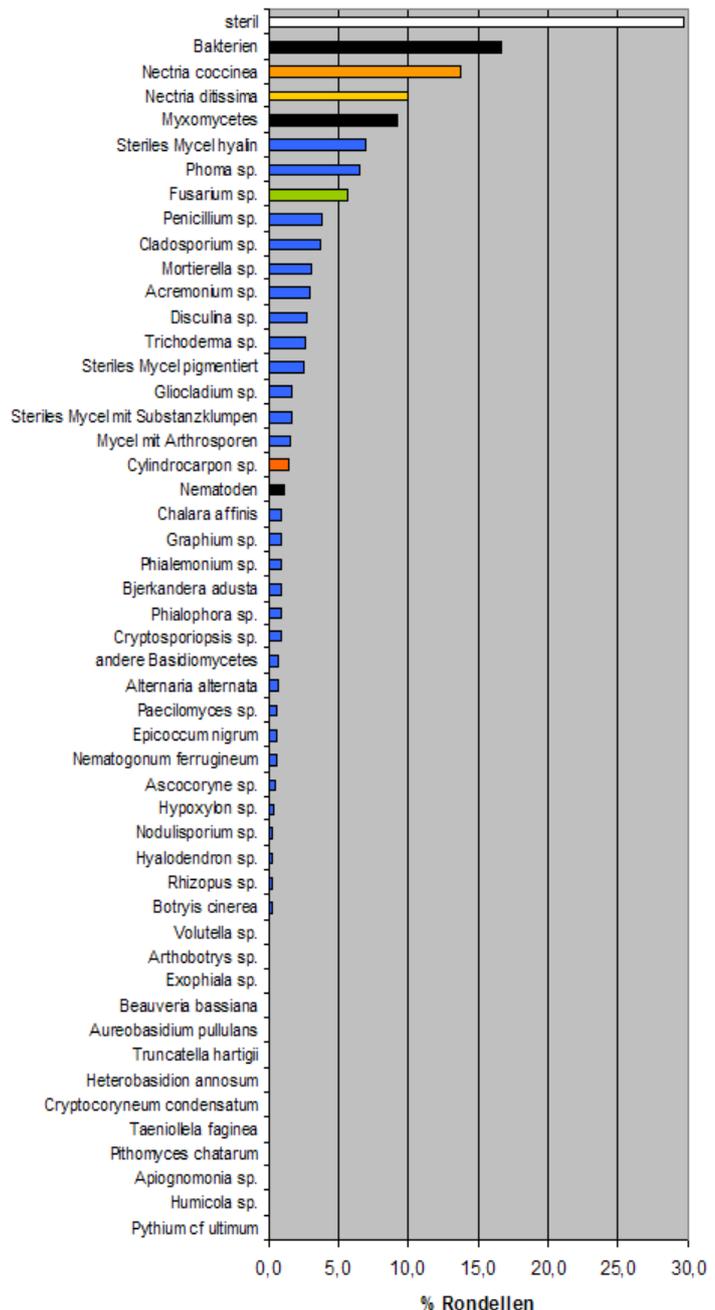


Abb. 3: Gesamtauswertung der Pilzbesiedelung an den Rindenrondellen (n = 1963)

Fig. 3: Bulk results of fungal colonization of samples (n = 1963)

den Rondellen der Innenrinde konnten beide oben genannte *Nectria*-Arten gefunden werden.

Für die statistischen Auswertungen wurde der Anteil an *N. coccinea* und *N. ditissima* an Rindenrondellen aus verschiedenen Borkigkeitsstufen untersucht. Mit „SPSS für windows“ wurde eine ANOVA-Varianzanalyse ($p < 0,05$) durchgeführt. Der Post-Hoc-Test (Tukey-HSD) zeigt für *N. coccinea*

einen signifikanten Unterschied zwischen den Borkigkeitsstufen 0 und 1. Bei *N. ditissima* besteht ein signifikanter Unterschied sowohl zwischen Stufe 0 als auch zwischen Stufe 2 gegenüber allen anderen Stufen.

Pilzanalysen an Rindenschwarten mit Käferbefall

An 39 Rindenschwarten (27 %) ist der Befall durch *T. domesticum* dokumentiert. In diesem Kollektiv liegt das Optimum für *N. coccinea* ebenfalls an Stufe 1 und für *N. ditissima* an Stufe 2. An den Rindenschwarten mit der Stufe 0 war kein Befall durch *T. domesticum* feststellbar (Abb. 6).

Der Anteil an Rindenschwarten mit *T. domesticum*, die auch einen Befall durch *Nectria*-Arten aufwiesen, liegt bei 87 %. 100 % der Schwarten mit Rauigkeitsstufe 2 waren mit mindestens einer *Nectria*-Art besetzt, und zwar schwerpunktmäßig mit *N. ditissima* (Abb. 7).

Bei der statistischen Auswertung mit dem Chi-Quadrat-Test zeigte sich, dass für das Vorkommen von *N. ditissima* und einem Käferbefall an Rindenschwarten ein signifikanter Zusammenhang besteht. Zwischen dem Befall der Schwarten durch *T. domesticum* und *N. coccinea* konnte kein signifikanter Zusammenhang festgestellt werden.

Für den Käferbefall selbst, zeigt eine ANOVA-Varianzanalyse ($p < 0,05$) einen signifikanten Un-

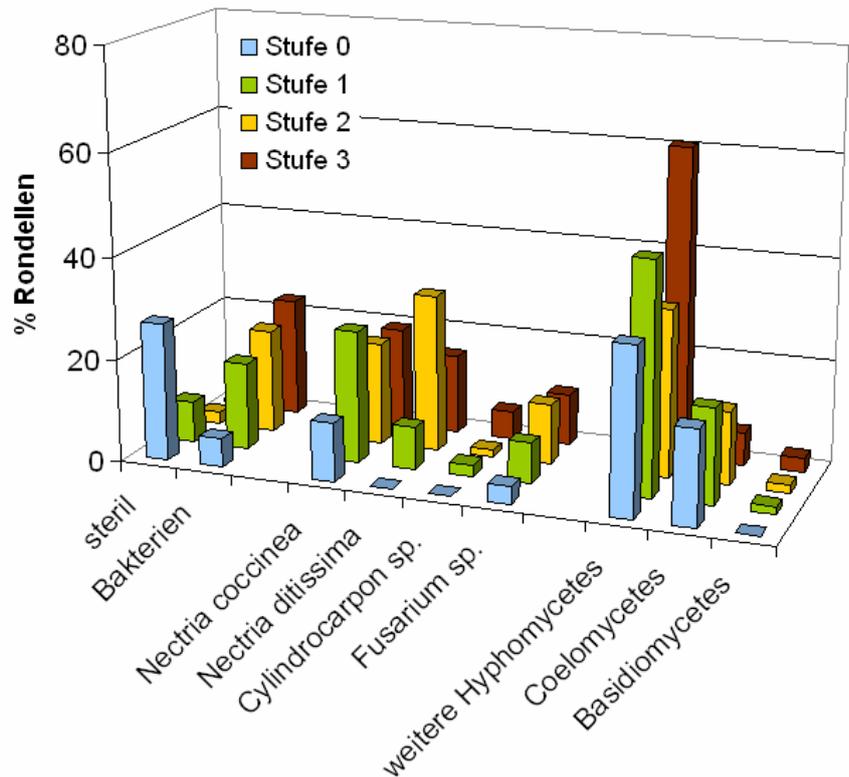


Abb. 4: Befunde an Rondellen der Außenrinde nach Stufung der Borkigkeit

Fig. 4: Fungal results on external bark discs dependant to stage roughness of bark

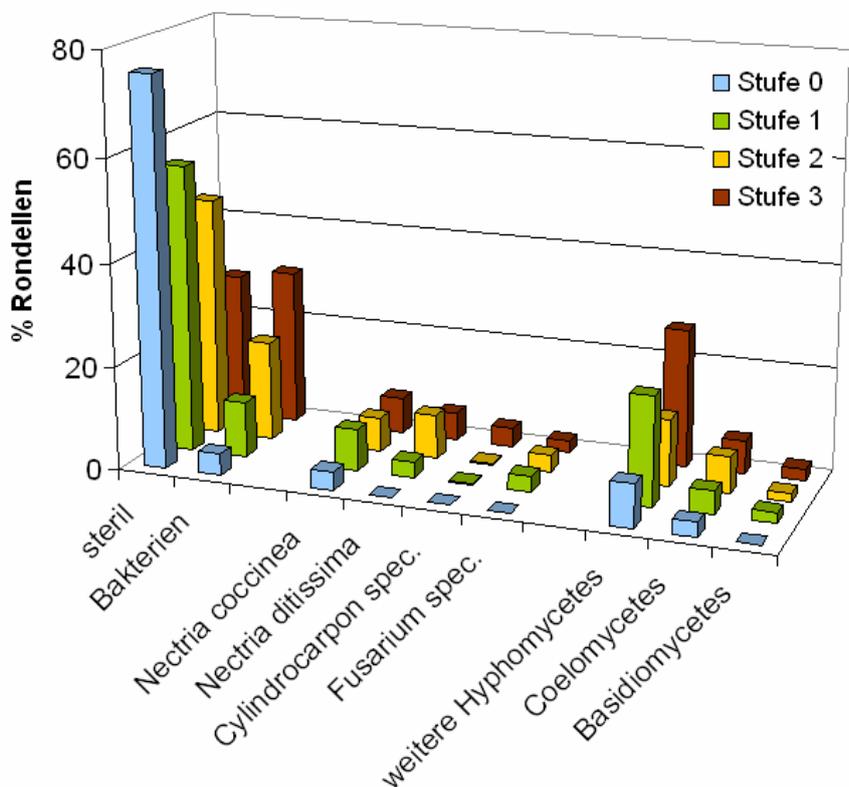


Abb. 5: Befunde an Rondellen der Innenrinde nach Stufung der Borkigkeit

Fig. 5: Fungal results on internal bark discs dependant to stage of roughness of bark

terschied zwischen Borkigkeitsstufe 0 gegenüber 2 und 3.

Vergleich der Standorte

Der Bestand „Klink“ als ältester Bestand weist eine relative Gleichverteilung von *N. coccinea* auf, *N. ditissima* kommt nur an Stufe 1 und 3 vor, mit geringerem Anteil insgesamt. Im jüngsten Bestand der Untersuchungen, „Zerf“, fiel ein Großteil der Auswertungen auf *N. ditissima* mit einem Schwerpunkt in Stufe 2. Der Anteil von *N. coccinea* ist höher als bei Klink. Im ältesten untersuchten Bestand Brandscheid I liegt der Schwerpunkt von *N. coccinea*-

Isolaten. Anders im jüngeren Bestand Brandscheid II, in dem der Großteil der Rindenschwarten der Stufe 1 *Nectria*-Isolate zum Ergebnis hat. Bei Bestand Rommersheim konnten keine Isolate von *N. ditissima* festgestellt werden.

Isolate aus Screening auf Oomyceten

In zwei Fällen konnte von Rindenproben von Baum 7 (Schwarte 61 und 62) Mycel eines Oomyceten isoliert werden. Es handelte sich hierbei um eine Art der Gattung *Pythium*. Auch bei den Erdproben wurde zweimal eine *Pythium*-Art isoliert (Bäume Nr. 9 und 10). Ferner wurde von Erdproben der Bäume 5 und 8 der Oomycet *Achyla cf. colorata* isoliert. Alle übrigen Mycelien, die im Laufe des Baitings nachgewiesen wurden, waren keine Oomyceten.

Als wichtigstes Ergebnis des Screenings kann festgehalten werden, dass aus keiner Probe eine *Phytophthora*-Art isoliert werden konnte.

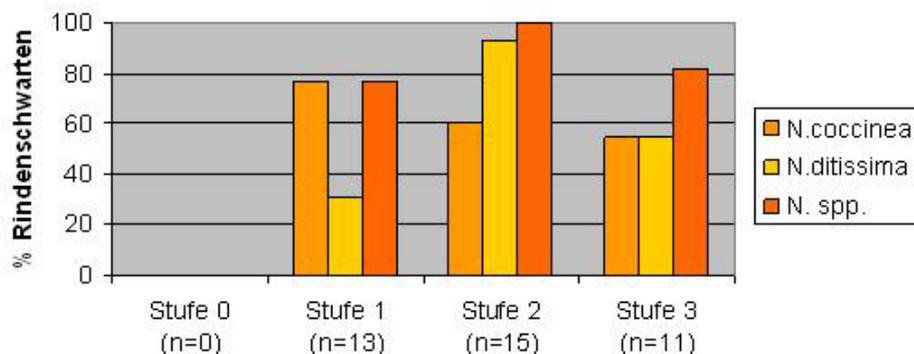


Abb. 6: Häufigkeiten der *Nectria*-Arten an Schwarten mit Käferbefall
Fig. 6: Frequency of *Nectria* spp. on bark slabs with bark beetle infestation

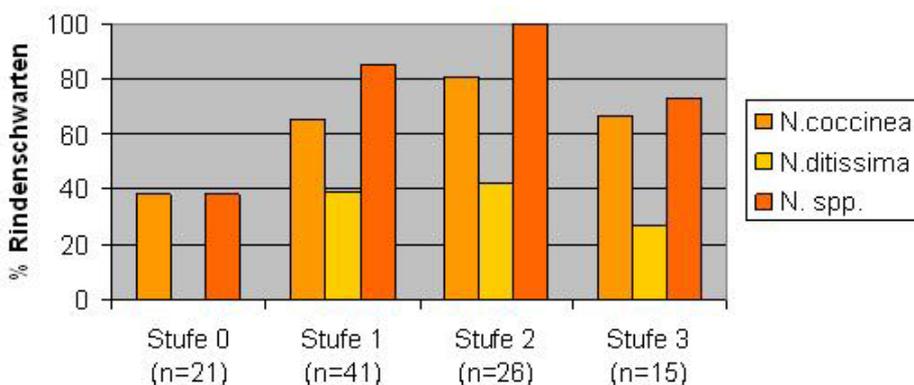


Abb. 7: Häufigkeiten der *Nectria*-Arten an Schwarten ohne Käferbefall
Fig. 7: Frequency of *Nectria* spp. on bark slabs with bark beetle infestation

Diskussion

Borkigkeit der Buchenrinde

Bei der Typisierung der Borkigkeit nach Stufen betritt unsere Untersuchung Neuland. Hinweise zur Borkigkeit von Buchenrinde gibt es in der Literatur fast ausschließlich im Zusammenhang mit einem starken Befall durch die Buchenwollschilddlaus (*Cryptococcus fagisuga*), sowie in der unkommentierten Abbildung von NECESANY (1969). Eine auffällige Häufung von Wollausbefall war jedoch aus den untersuchten Beständen nicht bekannt. Somit ist unklar, ob ein derartiger Befall ursprüngliche Voraussetzung für die vorgefundene Rindenstruktur und somit für eine Prädisposition für den Käferbefall anzusehen ist.

Der besondere Typ der Verborkung auf dem Standort Rommersheim könnte mit den dort besonders häufig vorkommenden Fusarien und dem Fehlen von *N. ditissima* zu tun haben.

Die Häufigkeit von *N. coccinea* im Bestand Brandscheid I liegt vermutlich daran, dass hier das Bild des „klassischen“ Rindensterbens vorherrschte.

Nectria-Arten im Zusammenhang mit der Borkigkeit

N. coccinea und *N. ditissima*, bekannte Erreger der streifenförmigen Rindennekrose bzw. von Buchenkrebs sind die häufigsten Arten der von den Weichbastnekrosen isolierten Pilzarten. Dies überrascht insofern als deren typische Symptome nur an einzelnen Bäumen zu erkennen waren und die beobachtete Borkigkeit nicht als bekanntes Symptom für eine der beiden Pilzarten gilt. Insofern sollten die isolierten *Nectria*-Stämme dringend auf ihre genetische Einheitlichkeit mit „klassischen“ Stämmen untersucht werden. Dies gilt auch für die *Cylindrocarpon*-Isolate, die bisher keiner der beiden genannten *Nectria*-Arten zugeordnet werden konnten.

Infektionsvoraussetzungen für *N. coccinea* sind entweder vorausgegangener Wollschilddlausbefall (BRAUN, 1977) oder Wasserstress (LYR, 1967). Es ist anzunehmen, dass die *Nectria*-Arten, insbesondere *N. coccinea*, aufgrund eines primären Schadens Fuß fassen können. Infektionswege für *N. ditissima* werden in METZLER und VON ERFFA (2000) aufgelistet. Neben mechanischen Verletzungen kommen nach PERRIN (1981) auch Bodenfaktoren in Frage, sowie die lange Überschirmung mit bereits erkrankten Buchen, was ggf. einen hohen Infektionsdruck verursacht (METZLER et al., 2002).

Es ist zu diesem Zeitpunkt nicht möglich *Nectria* spp. als Ursache für die Weichbastnekrosen allein verantwortlich zu nennen. Die Regelmäßigkeit, mit der jedoch die beiden *Nectria*-Arten dominieren, lässt Rückschlüsse auf eine gewichtige Beteiligung der *Nectria*-Arten am Gesamtgeschehen zu.

Borkigkeit und Kambiumnekrosen als Voraussetzung für Käferbefall

27 % der untersuchten Schwarten wiesen Einbohrungen von Käfern auf. Der Käferbefall ist vermehrt auf grobborkigere Schwarten (niemals in Stufe 0) und damit vorwiegend auf die Stammhöhe 1 bis 2 m beschränkt. Es gibt einen linearen Zusammenhang zwischen dem Grad der Borkigkeit und der Häufigkeit von Kambiumnekrosen. Es zeigte

sich ein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Vorkommen von *N. ditissima* auf den Rindenschwarten und dem Käferbefall. Die Schwarten mit Käferbefall sind zu 87 % mit einer oder beiden *Nectria*-Arten besetzt. Dies kann als Hinweis darauf verstanden werden, dass *T. domesticum* Buchen, die solchermaßen besiedelte Rindenpartien aufzuweisen haben, als bruttauglich auszuwählt. Somit ist anzunehmen, dass pilzlich bedingte Kambiumnekrosen, insbesondere durch *N. ditissima*, den Stehendbefall durch *T. domesticum* begünstigen. Diese Sicht wird unterstützt durch die Beobachtung am Standort Rommersheim, wo sowohl *N. ditissima* als auch Käferbefall vollständig fehlen.

Funktionen weiterer Pilze in der Buchenrinde

Neben den beiden *Nectria*-Arten sind unter den isolierten Pflanzen noch *Cylindrocarpon*- und *Fusarium*-Arten potentiell in der Lage Rindennekrosen hervorzurufen. Alle anderen Arten werden als Sekundärbesiedler der Nekrosen angesehen. Die größte Vielfaltigkeit an pilzlichen Organismen enthielten Rindenschwarten mit der Borkigkeitsstufe 3, wo die Frequenz der *Nectria*-Arten zurück geht. Ökologisch bemerkenswert sind hier die relativ häufigen *Trichoderma*-Isolate, die sonst häufig aus morschem Holz zu isolieren sind, wo sie sich von den Primärbesiedlern ernähren. Dies trifft auch für die gefundenen *Gliocladium*-Isolate zu. *Nematogonium ferrugineum* gilt als spezifischer Hyperparasit auf *Nectria*-Fruchtkörpern.

Die 31 Isolate von Basidiomyceten, an erster Stelle *Bjerkandera adusta* sind als Holzzerstörer bekannt. Sie waren schwerpunktmäßig an Proben zu finden, deren Holzkörper bereits Spuren von Fäulnis aufwies. Das bedeutet, dass diese Pilze die Rinde überwiegend von innen besiedelt haben.

Bei den nicht ganz seltenen unbestimmbaren Mycelien wird angenommen, dass es sich überwiegend um Kommensalen handelt, die mit der Entstehung der Rindennekrosen in keinem direkten Zusammenhang stehen. Jedenfalls kann man aufgrund der Art der Septierung der Hyphen und wegen des Fehlens der Konidienbildung mit hinreichender Sicherheit ausschließen, dass es sich um *Nectria*-Arten, Basi-

diomyceten oder *Phytophthora*-Arten handelt.

Untersuchungen auf Oomyceten

Da keine *Phytophthora*-Arten weder aus den Rindenrindellen noch während des für Oomyceten optimierten Köderverfahrens isoliert werden konnten, scheiden sie hier als mögliche Verursacher von Rindennekrosen aus. Ohnehin unterscheidet sich das Schadbild der Borkigkeit und die sehr kleinen Nekrosen an den hier beprobten Rotbuchen von den eher großflächigen Nekrosen mit Schleimfluss, wie sie im Zusammenhang mit *Phytophthora*-Infektionen beschrieben werden (HARTMANN und BLANK, 1998; JUNG, 2004).

Literatur

- BRAUN, H.J. (1977): Das Rindensterben der Buche, *Fagus sylvatica* L., verursacht durch die Buchenwollschildlaus *Cryptococcus fagi* BÄR., II. Ablauf der Krankheit. Eur. J. For. Path. 7: 76 – 93.
- FINK, S. und BRAUN, H.J. (1980): Die Bedeutung anatomischer Veränderungen bei der Buchenrindennekrose. Ann. Sci. Forest. 37: 333 – 343.
- HARTMANN, G. und BLANK, R. (1998): Buchensterben auf zeitweise nassen Standorten unter Beteiligung von *Phytophthora*-Wurzelfäule. Forst und Holz 53: 187-193.
- JUNG, T. (2004): *Phytophthora* schädigt Buchenbestände in ganz Bayern; LWF aktuell (43): 36-38.
- JUNG, T.; BLASCHKE, H. und NEUMANN, P. (1996): Isolation, identification and pathogenicity of *Phytophthora* species from declining oak stands; Eur J Forest Path 26: 253-272.
- LYR, H. (1967): Über die Ursache der Buchenrindennekrose (Beech bark disease). Archiv für Forstwesen 16:803-807.
- METZLER, B. Interner Bericht an die FAWF vom 7.2.2002.
- METZLER, B. und VON ERFFA, R. (2000): Zur Verbreitung von Buchenkrebs in Naturverjüngungen in Baden-Württemberg - Einfluß von Überschirmung und Standortfaktoren. Forstwiss Cbl. 119: 297-309.
- METZLER, B.; GROß, M. und MAHLER, G. (1993): Pilzentwicklung in Fichtenholz unter Schutzgasatmosphäre. Eur. J. Forest Pathol. 23: 281-289.
- METZLER, B.; MEIERJOHANN, E.; KUBLIN E. und VON WÜHLISCH, G. (2002): Spatial dispersal of *Nectria* canker of beech in an international provenance trial. Forest Pathology 32: 137-144.
- NECESANY, V. (1969): Forstliche Aspekte bei der Entstehung des Falschkerns der Rotbuche. Holzzentralblatt, Stuttgart 37: 563-564.
- PERRIN, R. (1981): De quoi souffre l'écorce du hêtre?. Schweiz. Z. Forstwesen 132: 1-16.
- PETERCORD, R. (2003): Schadtypenbeschreibung zur Buchenerkrankung in Rheinland Pfalz und Luxemburg, Interner Bericht

Autorenanschriften:

Jörg Grüner
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg
Professur für Forstbotanik
Bertholdstr. 17, 79085 Freiburg
Tel. 0761-203-3659
Email: joerg.gruener@fobot.uni-freiburg.de

Dr. Berthold Metzler
Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg
Abt. Waldschutz
Wonnhaldestr. 4, D-79100 Freiburg i. Brsg.
Tel. 0761-4018-162
Email: berthold.metzler@forst.bwl.de