Verh. Bot. Ver. Berlin Brandenburg 149: 135-151, Berlin 2016/2017

Die Moos- und Flechtenflora auf Apfel- und Kirschbäumen in Plantagen im Raum Potsdam

Josephin Krause, Jörg Müller, Volker Otte und Thilo Heinken

Zusammenfassung

Bei einer Studie zur Epiphytenflora in Obstplantagen der Potsdamer Umgebung wurden im Winterhalbjahr 2012/13 304 Apfel- und Kirschbäume untersucht. Insgesamt wurden 97 epiphytisch wachsende Moos- und Flechtenarten sicher bestimmt, davon 36 Moos-, 34 Strauch- bzw. Blattflechtenarten und 33 Krustenflechtenarten. Hinzu kommen 6 unbestimmte Sippen. 28 der gefundenen Moosarten traten auf Apfelbäumen auf und 32 auf Kirschbäumen. Bei den Flechtenarten wurden 36 auf Apfelbäumen nachgewiesen und 61 auf Kirschbäumen. Von den Moosarten werden 11 in der aktuellen Roten Liste Brandenburg als gefährdet geführt. Bei den Flechtenarten tragen 5 Arten einen Rote-Liste-Status, 9 weitere werden bislang dort nicht geführt und sind offenbar in den letzten Jahren in Brandenburg eingewandert oder haben sich weiter ausgebreitet. Zum zweiten Mal für Brandenburg sei die Krustenflechtenart *Ochrolechia arborea* genannt.

Die Ergebnisse unterstreichen die Bedeutung von Obstplantagen für epiphytische Moose und Flechten, insbesondere, wenn sie extensiv bewirtschaftet werden oder brach liegen.

Summary

We studied the flora of epiphytes of orchards around Potsdam (Brandenburg, NE Germany) and surveyed in winter 2012/13 304 apple and cherry trees. A total of 97 identified epiphytic bryophyte and lichen species were found (plus 6 unidentified taxa), among them 36 bryophyte, 34 foliose and 33 crustaceous lichen species. Twenty-eight bryophyte species grew on apple trees and 32 on cherry trees. In the group of lichen species 36 species were found on apple trees and 62 on cherry trees. Eleven recorded bryophyte species are listed in the current Red List of Threaten Species of Brandenburg. Five of the lichen species have a Red List status and nine more are not listed so far, they thus recolonized Brandenburg in the last few years or spread forward. A second record for Brandenburg was done for the crustaceous lichen species *Ochrolechia arborea*.

The results underline the importance of orchards for epiphytic bryophytes and lichens, especially the extensively managed or fallow orchards.

1. Einleitung

In unseren gemäßigten Breiten sind Moose und Flechten die häufigsten epiphytisch wachsenden Organismen (FRAHM 2003). Im letzten Jahrhundert unterlagen diese

Epiphyten insbesondere durch die Luftverschmutzung einem gravierenden Rückgang. Viele früher häufige Arten starben sogar aus, nur wenige toxitolerante und acidophytische Arten konnten überleben. In weiten Gebieten gab es keine Epiphyten – die sogenannten Epiphyten-Wüsten (z. B. HAUCK et al. 2013, WIRTH et al. 2013).

Wälder sind als Lebensraum für epiphytische Kryptogamen gut untersucht (z. B. FRIEDEL et al. 2006, BOCH et al. 2013, NASCIMBENE et al. 2013). Über die Bedeutung von Obstplantagen für Moose und Flechten ist dagegen weniger bekannt (z. B. ZARABSKA et al. 2009, WHITELAW & BURTON 2015).

Zwar werden für Deutschland Obstbäume immer wieder als gute Trägerbäume für Moose und Flechten angegeben (z. B. KIRSCHBAUM & WIRTH 2010), doch existieren nach unserem Wissen bisher keine gezielten Untersuchungen zum Naturschutzwert von Obstbaumplantagen für Kryptogamen. Auch für Brandenburg sind bisherige Kenntnisse auf Einzelaufsammlungen beschränkt (z. B. OTTE & RÄTZEL 2004).

Ziel einer Masterarbeit an der Universität Potsdam (KRAUSE 2014) war es, einen Überblick über die epiphytische Flechten- und Moosflora verschiedener Obstplantagen im Raum Potsdam zu bekommen und die Artenzusammensetzung unterschiedlicher Nutzungen zu vergleichen. Hier sollen v. a. die floristischen Ergebnisse dargestellt werden.

Abb. 1: Lage der untersuchten Gebiete (schwarze Punkte). Darstellung auf Kartengrundlage der unteren Forstbehörde des Landes Brandenburg.

2. Material und Methoden

Die untersuchten Obstplantagen mit Apfel- (*Malus domestica*) und Kirschbäumen (*Prunus avium*) lagen in der Umgebung von Potsdam (Deutschland, Brandenburg) (Abb. 1). Die Jahresmitteltemperatur dieser Region beträgt 8,7°C, und der jährliche Niederschlag liegt zwischen 500 und 700 mm mit einem jährlichen Mittel von 592 mm (basierend auf Ergebnissen von 1893-2013) (PIK 2014).

Für die Untersuchung der epiphytischen Moos- und Flechtenflora wurden in den Gebieten insgesamt 304 Bäume (128 Apfel- und 176 Kirschbäume) per Luftbild zufällig und regelmäßig mit einem Abstand von 50 m zwischen den Bäumen ausgewählt.

Alle Probebäume wurden hinsichtlich des Plantagentyps kategorisiert. Dabei wurden die Kirschbäume in drei Kategorien eingeteilt: brachliegend, extensiv bewirtschaftet und intensiv bewirtschaftet. Apfelbäume wurden in brachliegend und intensiv bewirtschaftet eingeteilt. Des Weiteren wurden auch der Stammumfang und der Gesundheitszustand der Bäume festgehalten.

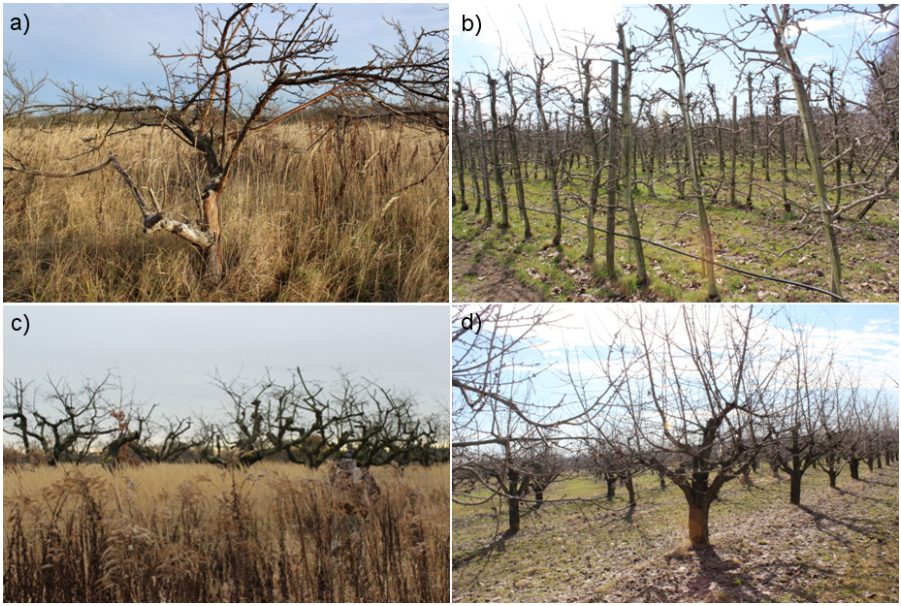

Abb. 2: Apfelbäume auf brachliegenden Plantagen (a) und auf intensiv bewirtschafteten Flächen (b). Kirschbäume auf brachliegenden Plantagen (c) und auf intensiv bewirtschafteten Flächen (d). a) aufgenommen am 27.11.2013 S der Straße Zum Lindentor, 14542 Werder (Havel), b) aufgenommen am 15.4.2013 in Marquardt an der B 273, c) aufgenommen am 27.11.2013 Töplitz, W der Autobahn, d) aufgenommen am 15.4.2013 in Marquardt an der B 273.

Intensiv bewirtschaftete Flächen waren gekennzeichnet durch enge Pflanzung, Baumschnitt, Mahd und den Einsatz von Pestiziden (Abb. 2). Auf extensiv bewirtschafteten Flächen bzw. auf Streuobstwiesen standen die Bäume weiter auseinander, und auf den Einsatz von Pestiziden wurde verzichtet. Brachliegende Flächen waren gekennzeichnet durch eine fehlende Bewirtschaftung seit mindestens zehn Jahren (weitgehend vor Ort anhand des Unterwuchses und des Zustands der Bäume eingeschätzt sowie z. T. durch Information von Besitzern der Flächen, Abb. 2).

Bei der Aufnahme der epiphytischen Moose und Flechten wurde mit Hilfe einer Leiter die gesamte Borkenoberfläche des Baumes einbezogen, mit Ausnahme der äußersten nicht erreichbaren kleinsten Zweigspitzen und der untersten 0,4 m (Kniehöhe), um terrestrische Arten im Stammfußbereich der Bäume für die Studie auszuschließen. Die meisten Arten wurden im Feld identifiziert, unbekannte Arten für die spätere Bestimmung nach FRAHM & FREY (2004) und WIRTH et al. (2013) gesammelt. Die Nomenklatur der Moose richtet sich nach KOPERSKI et al. (2000), die der Flechten nach WIRTH et al. (2013).

3. Ergebnisse

3.1 Überblick über Artenzahlen und -zusammensetzungen

Auf den 304 untersuchten Bäumen wurden insgesamt 97 sicher identifizierte epiphytisch wachsende Moos- und Flechtenarten gefunden (dazu kommen weitere 6 nicht bestimmte Arten), mit 33 Moos- (plus 3 nicht näher bestimmte), 32 Strauch- bzw. Blattflechtenarten (plus je 1 *Cladonia*- und *Usnea*-Sippe) und 32 Krustenflechtenarten (plus nicht näher bestimmbare *Lepraria*-Sippen) (Tab. 1 u. 2).

28 der gefundenen Moosarten kamen auf Apfelbäumen vor, 32 auf Kirschbäumen. Bei den gefundenen Flechtenarten wurden 37 auf Apfelbäumen nachgewiesen und 61 auf Kirschbäumen.

Auf den untersuchten Kirschbäumen wuchsen mehr als doppelt so viele epiphytische Moos- und Flechtenarten wie auf Apfelbäumen. Dabei trugen Kirschbäume durchschnittlich 11,7 ± 0,62 Arten, maximal 29. Im Gegensatz dazu wiesen die Apfelbäume im Schnitt nur 4,5 ± 0,45 Arten und ein Maximum von 19 Arten auf. Auch bei der getrennten Betrachtung von Moosen und Flechten zeigte sich ein ähnliches Muster mit generell höheren Artenzahlen auf Kirschbäumen (Abb. 3).

Von 128 untersuchten Apfelbäumen wiesen 22,6 % (37 Bäume) keine epiphytischen Moos- und Flechtenarten auf (Abb. 3). Im Gegensatz dazu war der Anteil der Epiphyten-freien Kirschbäume mit 4,7 % (13 von 176 Bäumen) deutlich geringer (Abb. 4).

Bei der Auswertung der Artenzusammensetzung zeigte sich, dass wenige Arten sehr häufig und auf beiden Baumarten vorkamen, viele Arten deutlich seltener und

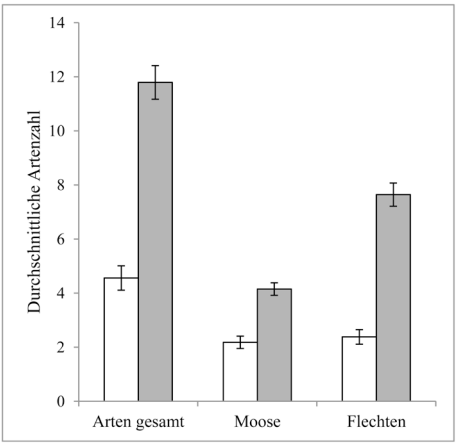

Abb. 3: Durchschnittliche Artenzahl (± SE) auf Apfel- (weiß) und Kirschbäumen (grau).

20 Arten sogar nur einmal zu finden waren (Tab. 1 u. 2). Insgesamt traten nur vier Moosarten und zwei Krustenflechtenarten auf über 20 % der untersuchten Bäume auf (Tab. 1). Bei den größeren Strauch- und Blattflechtenarten wurden immerhin 8 der insgesamt 34 Arten auf über 20 % der Bäume gefunden (Tab. 2).

Die insgesamt häufigsten epiphytisch wachsenden Moosarten waren *Hypnum cupressiforme*, *Orthotrichum diaphanum* und *O. affine*. Die häufigsten Flechtenarten waren in der Gruppe der Strauch- und Blattflechten *Physcia tenella*, *Xanthoria parietina* und *Xanthoria polycarpa* sowie in der Gruppe der Krustenflechten *Candelariella reflexa* und *Amandinea punctata*.

Ebenso wie die durchschnittliche Artenzahl pro Baum unterschied sich auch das Artenspektrum zwischen den Baumarten. So waren ausschließlich auf Kirschbäumen 29 Flechtenarten (43 %), u. a. *Hypogymnia tubulosa* und *Placynthiella icmalea* und acht Moosarten (22 %) zu finden, u. a. *Dicranum scoparium* und *Ulota crispa* (Tab. 1 u. 2). Ausschließlich auf Apfelbäumen traten dagegen nur sechs Flechtenarten (9 %), u. a. *Candelariella aurella* und *Lecanora dispersa*, und drei Moosarten (8 %), u. a. *Brachythecium velutinum* und *Pylaisia polyantha*, auf. Des Weiteren gab es Moos- und Flechtenarten, die im Verhältnis zur aufgenommenen Baumzahl häufiger auf Apfelbäumen auftraten, bei den Moosen z. B. *Amblystegium serpens, Brachythecium salebrosum* und *Orthotrichum anomalum* und bei den Flechten z. B. *Lecania cyrtella* und *Lecanora persimilis*. *A. serpens*, *B. salebrosum* und *L. cyrtella* können als kennzeichnende Arten für brachliegende Apfelplantagen angesehen werden (Tab. 1 u. 2).

Die meisten gefundenen Arten (94,2 %) wuchsen in den brachliegenden Obstplantagen. Kennzeichnend für brachliegende und extensiv bewirtschaftete Plantagen unabhängig von der Baumart waren z. B. *Dicranoweisia cirrata* und *Orthotrichum diaphanum*; bei den Flechten *Physcia adscendens* (Tab. 1 u. 2).

Bei den häufigen Arten (auf > 20 % der Bäume) wird deutlich, dass es für brachliegende bzw. extensiv bewirtschaftete Kirschplantagen 15 differenzierende Flechtenarten, z. B. *Parmelia sulcata* und *Hypogymnia physodes*, sowie zwei Moosarten – *Ulota bruchii* und *Ceratodon purpureus* – gab (Tab. 1 u. 2).

Tab. 1: Moosarten, deren Rote-Liste-Status (RL) von Brandenburg (BB) und Deutschland (DE), Anzahl der Funde (N) und Häufigkeiten über alle Bäume (% ges), Häufigkeiten > 20 % sind kursiv dargestellt. Die Häufigkeiten auf Apfelbäumen (A) und Kirschbäumen (K) mit unterschiedlichen Plantagentypen sind zusätzlich dargestellt. Fett gedruckt sind Häufigkeiten von differenzierenden Arten (D), die in der jeweiligen Spalte mindestens doppelt so häufig wie in benachbarten Spalten sind. Weitere Abkürzungen: brach, ext B – extensive Bewirtschaftung, int B – intensive Bewirtschaftung, ges – insgesamt, RL: 0 – ausgestorben oder verschollen, 1 – vom Aussterben bedroht, 2 – stark gefährdet, 3 – gefährdet, G – Gefährdung anzunehmen, V – Vorwarnliste.

	RL				Apfel %			Kirsche%				
Moosarten	**BB 2002**	**DE 1996**	**N ges**	**% ges**	brach 72	int B 56	ges 128	brach 92	ext B 32	int B 52	ges 176	**D**
Amblystegium serpens			31	10.2	**31**		17	3	13	4	5	A ext/brach
Brachythecium rutabulum			54	17.8	**32**		18	18	**38**	4	18	A ext/brach, K ext
Brachythecium salebrosum			29	9.5	**21**	4	13	11	3	2	7	A ext/brach
Brachythecium velutinum			1	0.3	1		1					
Brachythecium sp.			1	0.3	1		1					
Bryum argenteum			2	0.7					6		1	
Bryum capillare			2	0.7	1		1		3		1	
Ceratodon purpureus			40	13.2	3		2	**29**	**25**	6	**22**	K ext/brach
Dicranoweisia cirrata			119	*39.1*	**26**		15	**85**	**59**	6	**57**	ext/brach
Dicranum scoparium			15	4.9				15	3		9	
Frullania dilatata	2	3	3	1.0	1		1	2			1	
Grimmia pulvinata			22	7.2	3		2	13	22	2	11	
Hedwigia ciliata	3	G	5	1.6	1		1	2	6		2	
Hypnum cupressiforme			180	*59.2*	**78**		**44**	**88**	**88**	**29**	**70**	A ext/brach, K
Orthotrichum affine		V	140	*46.1*	**54**		**30**	**73**	**66**	**25**	**57**	A ext/brach, K
Orthotrichum anomalum			7	2.3	6		3	2	3		2	
Orthotrichum diaphanum			161	*53.0*	**69**	4	41	**79**	**84**	17	62	ext/brach
Orthotrichum lyellii	2	3	19	6.3	4		2	13	13		9	
Orthotrichum pallens	G	2	4	1.3	4		2	1			1	
Orthotrichum pumilum		3	14	4.6	4		2	9		6	6	
Orthotrichum speciosum	2	3	23	7.6	4		2	16	16		11	
Orthotrichum stramineum	3	3	1	0.3				1			1	
Orthotrichum striatum	2	3	7	2.3	3		2	1	9	2	3	
Orthotrichum sp.			42	13.8	14		8	16	16	23	18	
Platygyrium repens	V	V	1	0.3				1			1	
Ptilidium pulcherrimum			2	0.7				2			1	
Pylaisia polyantha	3	3	1	0.3	1		1					
Radula complanata	2	3	2	0.7	1		1	1			1	
Sanionia uncinata	V	V	1	0.3				1			1	
Schistidium apocarpum			1	0.3	1		1					
Tortula papillosa	1	3	1	0.3				1			1	
Tortula ruralis			10	3.3	1		1	5	9	2	5	
Tortula virenscens	V	V	6	2.0	3		2	2	6		2	
Ulota bruchii	3	V	43	14.1	13		7	**33**	13		19	K brach
Ulota crispa	2	3	9	3.0				10			5	
Ulota sp.			13	4.3	1		1	13			7	

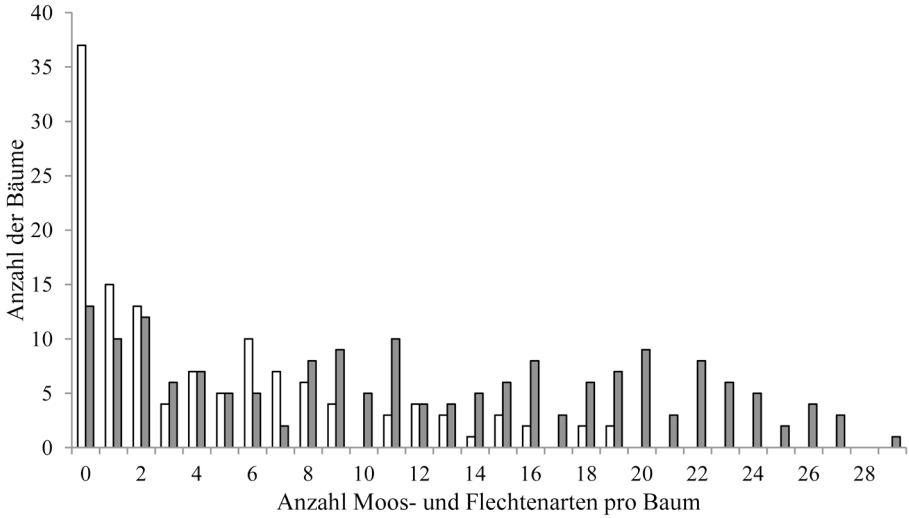

Abb. 4: Anzahl der Apfel- (weiß) und Kirschbäume (grau) mit der unterschiedlichen Anzahl an Moos- und Flechtenarten.

Die seltenen Arten (ein bis fünf Nachweise) kamen hauptsächlich (93%) auf brachliegenden oder extensiv bewirtschafteten Flächen vor. Ausnahmen waren hier die Krustenflechtenarten *Caloplaca holocarpa* und *Candelariella aurella,* die auf intensiv bewirtschafteten Apfelplantagen gefunden wurden (Tab. 2).

Ausschließlich auf intensiv bewirtschafteten Flächen wurde in der Gruppe der Flechten in größerer Häufigkeit *Candelariella vitellina* nachgewiesen (Tab. 2).

In der Gruppe der Moose fällt auf, dass eine große Anzahl an unbestimmbaren *Orthotrichum*-Moosen in intensiv bewirtschafteten Kirschplantagen registriert wurde (Tab. 1). Die gefundenen Exemplare waren dort meist juvenil, sehr klein und nicht fertil, so dass deren sichere Bestimmung nicht möglich war.

Folgende Seiten:

Tab. 2: Flechtenarten, deren Rote-Liste-Status (RL) von Brandenburg (BB) und Deutschland (DE), Anzahl der Funde (N) und Häufigkeiten über alle Bäume (% ges), Häufigkeiten > 20 % sind kursiv dargestellt. Die Häufigkeiten auf Apfelbäumen (A) und Kirschbäumen (K) mit unterschiedlichen Plantagentypen sind zusätzlich dargestellt. Fett gedruckt sind Häufigkeiten von differenzierenden Arten (D), die in der jeweiligen Spalte mindestens doppelt so häufig wie in benachbarten Spalten sind. Weitere Abkürzungen: brach, ext B – extensive Bewirtschaftung, int B – intensive Bewirtschaftung, ges – insgesamt, RL: 0 – ausgestorben oder verschollen, 1 – vom Aussterben bedroht, 2 – stark gefährdet, 3 – gefährdet, G – Gefährdung anzunehmen, V – Vorwarnliste, n. l. (BB) bzw. - (DE) – in Roter Liste nicht aufgeführt.

Flechtenarten	BB 2004	RL DE 1996	DE 2011	N ges	% ges	Apfel % brach 72	Apfel % int B 56	Apfel % ges 128	Kirsche % brach 92	Kirsche % ext B 32	Kirsche % int B 52	Kirsche % ges 176	D
Amandinea punctata				84	*27.6*	18		10	**52**	**38**	**21**	**40**	K
Buellia griseovirens				6	2.0	3		2	4			2	
Caloplaca cerinella	n.l.	2	2	1	0.3	1		1					
Caloplaca holocarpa			V	2	0.7		4	2					
Caloplaca obscurella	n.l.	2		1	0.3				1			1	
Candelariella aurella				1	0.3		2	1					
Candelariella reflexa				92	*30.3*	13	4	9	**54**	**66**	19	**46**	K ext/brach
Candelariella vitellina				9	3.0		11	5			6	2	
Cladonia chlorophaea				27	8.9	1		1	**24**	13		15	K brach
Cladonia coniocraea				41	13.5	1		1	**36**	**22**		**23**	K ext/brach
Cladonia fimbriata				38	12.5	3		2	**30**	**25**		**20**	K ext/brach
Cladonia sp.				3	1.0					9		2	
Coenogonium pineti				1	0.3				1			1	
Evernia prunastri				45	14.8	7		4	**39**	9	2	**23**	K brach
Flavoparmelia caperata	D <	2		16	5.3				14	9		9	
Flavoparmelia soredians	n.l.	-		1	0.3				1			1	
Halecania viridescens	n.l.	-		1	0.3				1			1	
Hypogymnia physodes				101	*33.2*	14		8	**75**	**56**	8	**52**	K ext/brach
Hypogymnia tubulosa				40	13.2				**39**	13		**23**	K brach
Lecania cyrtella		3		35	11.5	**31**		17	12	3	2	7	A brach
Lecanora carpinea	3	3		2	0.7				2			1	
Lecanora chlarotera				1	0.3				1			1	
Lecanora conizaeoides				6	2.0	1		1	4	3		3	
Lecanora dispersa				7	2.3	8	2	5					
Lecanora expallens				4	1.3	1		1	3			2	
Lecanora persimilis	n.l.			18	5.9	13	4	9	4	3	4	4	
Lecanora pulicaris	n.l.			1	0.3	1		1					
Lecanora saligna		k.A.		29	9.5	3		2	**25**	9	2	15	K brach
Lecanora saligna agg.				38	12.5	8		5	**29**	9	4	18	K brach
Lecanora sarcopidioides	n.l.	0	2	1	0.3	1		1					
Lecanora symmicta	3	k.A.		3	1.0				3			2	
Lecidella elaeochroma	3	3		3	1.0	3		2			2	1	
Lepraria incana				39	12.8	3		2	**30**	**28**		**21**	K ext/brach

Lepraria sp.				12	3.9	4		2	5	9	2	5	
Melanelixia glabratula				3	1.0				3			2	
Melanelixia subaurifera		2		68	*22.4*	14		8	**59**	13		**33**	K brach
Melanohalea elegantula				1	0.3				1			1	
Melanohalea exasperatula				3	1.0				3			2	
Micarea denigrata				2	0.7				1	3		1	
Ochrolechia arborea	n.l.	3	3	1	0.3				1			1	
Parmelia saxatilis			D	3	1.0	1		1	1	3		1	
Parmelia sulcata				109	*35.9*	14		8	**82**	**66**	6	**56**	K ext/brach
Parmeliopsis ambigua				3	1.0				3			2	
Parmotrema perlatum	0	2	V	2	0.7				2			1	
Phaeophyscia nigricans				2	0.7					6		1	
Phaeophyscia orbicularis				66	*21.7*	17	5	12	**34**	**53**	6	**29**	K ext/brach
Physcia adscendens				78	*25.7*	**29**		16	**57**	16		**32**	brach
Physcia aipolia	2	2	2	3	1.0	3		2	1			1	
Physcia tenella		k.A.		176	*57.9*	**72**		41	**90**	**94**	**21**	70	A brach , K
Physconia grisea				2	0.7				1	3		1	
Placynthiella dasaea	D	-		6	2.0				5	3		3	
Placynthiella icmalea				29	9.5				**28**	9		16	K brach
Platismatia glauca				7	2.3				5	6		4	
Pseudevernia furfuraceae				11	3.6				12			6	
Punctelia jeckeri		-		2	0.7				2			1	
Punctelia subrudecta	D <	3		2	0.7	1		1	1			1	
Scoliciosporum chlorococcum				2	0.7				2			1	
Strangospora pinicola				19	6.3	1		1	18		2	10	
Trapeliopsis flexuosa				27	8.9	1		1	**28**			15	K brach
Trapeliopsis granulosa				2	0.7				2			1	
Tuckermannopsis chlorophylla				3	1.0				3			2	
Usnea cf. hirta		3		2	0.7				2			1	
Usnea cf. substerilis	n.l.	G	G	1	0.3				1			1	
Usnea sp.				12	3.9	1		1	12			6	
Xanthoria candelaria				5	1.6				5			3	
Xanthoria parietina				152	*50.0*	**49**	16	34	**79**	**66**	**27**	61	A brach , K
Xanthoria polycarpa				136	*44.7*	**40**	5	25	**84**	**47**	**23**	**59**	A brach , K

3.2 Überblick über gefährdete Arten

Insgesamt wurden 16 Arten (5 Flechtenarten, 11 Moosarten) gefunden, die in die Gefährdungskategorien 0 bis 3 der Roten Liste Brandenburgs eingestuft wurden (0 = ausgestorben oder verschollen, 1 = vom Aussterben bedroht, 2 = stark gefährdet, 3 = gefährdet, OTTE & RÄTZEL 2004, KLAWITTER et al. 2002). Hinzu kommen neun Flechtenarten, die bis dahin noch gar nicht in der Gesamtartenliste des Landes und somit auch nicht in der Roten Liste geführt wurden. Der größere Teil der Arten wuchs auf Kirschbäumen und auf brachliegenden bzw. extensiv bewirtschafteten Flächen (Tab. 3).

Tab. 3: Gesamtzahl (N), Anzahl der Roten-Liste-Arten (RL) von Moosen und Flechten und der noch nicht aufgeführten Flechtenarten (n. l.) auf den Baumarten in den Plantagentypen (brach, ext B – extensive Bewirtschaftung, int B – intensive Bewirtschaftung, ges – insgesamt).

		Gesamt	Apfel			Kirsche			
			brach	int B	ges	brach	ext B	int B	ges
Bäume		304			128				176
Moosarten	N ges	33	25	2	25	28	20	12	30
	N RL	11	8	0	8	10	5	1	10
Flechtenarten	N ges	64	32	9	35	55	29	17	58
	N RL	5	2	0	2	4	0	1	5
	N n.l.	9	4	1	4	6	1	1	6

Fünf der insgesamt 64 sicher nachgewiesenen Flechtenarten werden in der Roten Liste von Brandenburg (OTTE & RÄTZEL 2004) mit den Gefährdungskategorien 0-3 geführt, wobei alle auf Kirschbäumen vorkamen und meist auf den brachliegenden Flächen (Tab. 3). Lediglich *Physcia aipolia* und *Lecidella elaeochroma*, die als einzige auch einmal auf einer intensiv bewirtschafteten Fläche gefunden wurde, kamen auch auf Apfelbäumen vor (Tab. 2). Die in Brandenburg als ausgestorben geltende *Parmotrema perlatum* wurde zweimal nachgewiesen (Tab. 2). Von diesen fünf Arten wird in der aktuellen Roten Liste von Deutschland (WIRTH et al. 2011) lediglich *Physcia aipolia* als stark gefährdet geführt (Tab. 2).

Weitere neun Arten waren noch nicht in der Liste von 2004 enthalten (OTTE & RÄTZEL 2004) (Tab. 2). Acht von ihnen wurden während der Studie nur einmal gefunden. Hierzu gehört unter anderem *Ochrolechia arborea* als zweiter Nachweis für Brandenburg. Lediglich *Lecanora persimilis* wurde mehr als zehnmal nachgewiesen (Tab. 2). Drei der noch nicht auf der Brandenburger Roten Liste vertretenen Arten werden deutschlandweit (WIRTH et al. 2011) als stark gefährdet oder gefährdet eingestuft.

Die restlichen 50 Flechtenarten gelten als weniger gefährdet oder nicht gefährdet (Tab. 2).

Der Anteil der Rote-Liste-Arten war bei den Moosen deutlich höher als bei den Flechten (Tab. 3). Etwa ein Drittel der gefundenen epiphytisch wachsenden Moosarten steht auf der aktuellen Roten Liste von Brandenburg (KLAWITTER et al. 2002) mit den Kategorien 0-3 (Tab. 1).

Der Vergleich mit der Roten Liste von Deutschland (LUDWIG et al. 1996) zeigt, dass weitgehend dieselben Arten in den Kategorien 1-3 gelistet sind, wenn sie auch zum Teil anderen Gefährdungskategorien zugewiesen sind (Tab. 1).

Mit Ausnahme von *Orthotrichum striatum*, welches auch einmal auf einer intensiv bewirtschafteten Fläche nachgewiesen wurde, kamen alle anderen Rote-Liste-Arten auf brachliegenden Flächen oder Streuobstwiesen vor. Sieben der elf Arten in den Kategorien 0-3 traten auf beiden Baumarten auf. Nur *Pylaisia polyantha* wurde ausschließlich auf einem Apfelbaum gefunden und drei weitere Arten wuchsen nur auf Kirschbäumen (Tab. 1).

4. Diskussion

4.1 Artenzahlen

Mit fast 100 sicher nachgewiesenen epiphytisch wachsenden Arten auf gut 300 untersuchten Bäumen zeigt sich, dass Obstplantagen bedeutende Moos- und Flechtenhabitate sind. Traditionelle Obstanbauflächen wurden als artenreiche Biotope (COOPER et al. 2007) schon für unterschiedliche taxonomische Gruppen, wie z. B. Insekten, charakterisiert. Der Vergleich mit anderen Studien ist schwer, da es nach unserem Wissen keine gibt, die in diesem Umfang epiphytisch wachsende Moose und Flechten zusammen untersuchen. Untersuchungen der Flechtenarten auf Apfelbäumen zeigen ähnliche Artenzahlen wie in unserer Studie (36 Arten auf Apfelbäumen); so fanden ZARABSKA et al. (2009) in Italien 43 Arten, in Polen 32 Arten und in der Slowakei 52 Arten. Hier wurde jedoch das Arteninventar der Gesamt-Flächen untersucht und nicht zufällig ausgewählter Trägerbäume, was den direkten Vergleich mit unseren Artenzahlen erschwert, da bei unserem Ansatz die Gesamt-Artenzahl somit eher unterschätzt wurde.

In einer aktuellen Studie aus England zu den epiphytischen Moosarten auf Apfelbäumen hat man 23 Arten auf 71 Bäumen nachgewiesen (WHITELAW & BURTON 2015). Die dort angegebene Artenzahl ist zwar geringer als in unserer Studie, die durchschnittliche Artenzahl pro Baum mit 6,7 jedoch deutlich höher als bei uns (2,2 Arten, bzw. 3,5 Arten auf brachliegenden Apfelbäumen). Ein Grund dafür dürfte sein, dass es sich dabei um echte Streuobstwiesen handelte, deren Bäume älter und größer waren als in unseren Plantagen. Darüber hinaus sind klimatisch

feuchte und milde Bedingungen, wie sie für England typisch sind, dem Mooswachstum generell zuträglicher als trocknere Bedingungen in unserer untersuchten Region.

4.2 Einfluss der Habitateigenschaften

In unserer Studie konnte gezeigt werden, dass die Baumart als Trägerbaum eine wichtige Rolle für die Artenzahl und –zusammensetzung spielt. So waren auf Kirschbäumen mehr als doppelt so viele Arten zu finden als auf Apfelbäumen, was zu der Annahme führt, dass die Borke von Kirschbäumen das geeignetere Substrat für epiphytische Kryptogamen ist. Selbst auf den artenreichen brachliegenden Flächen wuchsen auf den Apfelbäumen deutlich weniger Arten. Während der Feldarbeiten wurde beobachtet, dass viele alte Apfelbäume ihre Borke teilweise verloren hatten und damit das Substrat für epiphytische Flechten und Moose fehlte, was ein Grund für die geringere Artenvielfalt auf Apfelbäumen sein könnte.

Während die meisten Arten sowohl auf Apfel- als auch auf Kirschbäumen wuchsen, gab es doch acht Moos- und 29 Flechtenarten, die nur auf Kirschbäumen sowie drei Moos- und sechs Flechtenarten, die nur auf Apfelbäumen wuchsen. Es konnten einige kennzeichnende Arten für die Baumart und den Plantagentyp ausgemacht werden. Gründe für diese kennzeichnenden Arten bzw. das Fehlen der Arten auf der jeweils anderen Baumart können unterschiedliche Habitatansprüche sein, die sich in den Borkeneigenschaften der Baumarten widerspiegeln, hinsichtlich Nährstoffangebot, Wasserspeicherkapazität und pH-Wert. Ebenfalls könnte das Fehlen einiger Arten durch Konkurrenz-Ausschluss erklärt werden, da Moosarten sowohl untereinander als auch gegenüber Flechten oder Algen in Konkurrenz um günstige Wuchsorte stehen.

Bei Moosen und Flechten spielt aber auch die Zeit eine entscheidende Rolle bei der Wieder- bzw. Neubesiedlung von Habitaten, da sie aufgrund ihrer poikilohydrischen Lebensweise oft sehr langsam wachsen. So kann das Fehlen einer Art auch mit der fehlenden Besiedlungszeit erklärt werden. Einige Arten wurden wohl auch wegen ihrer Seltenheit und aufgrund der zufälligen Auswahl der Bäume nicht überall dort nachgewiesen, wo sie potentiell wachsen könnten.

Es zeigte sich außerdem, dass der Plantagentyp eine entscheidende Rolle spielt. So wurden auf den intensiv bewirtschafteten Flächen nur wenige epiphytisch wachsende Arten gefunden. Neben den Baumeigenschaften dürften es vor allem die Pestizide sein, die sich hier negativ auf den Moos- und Flechtenbewuchs auswirken.

4.3 Gefährdete Arten

Der Vergleich der gefundenen Arten hinsichtlich ihres Rote-Liste-Status zeigte, dass Obstbäume gute Trägerbäume und somit Habitate für viele gefährdete Arten – sowohl für Moose als auch für Flechten – sind.

4.3.1 Flechten

Der Vergleich mit der Roten Liste von Deutschland gestaltet sich vor allem bei den Flechten schwierig, da die Regionen hinsichtlich der Flechtenflora nach wie vor unterschiedlich intensiv untersucht sind und es zudem kaum intensiver untersuchte Gebiete gibt, so dass bei der Einstufung der Gefährdungsgrade eine gewisse Unsicherheit herrscht (WIRTH et al. 2011). Hier sollen trotzdem einige Trends eingeordnet werden.

Ein zweiter brandenburgischer Nachweis konnte für *Ochrolechia arborea* getätigt werden. Von dieser weißlichen, sorediösen Krustenflechte ist bekannt, dass sie unter anderem auf Obstbäumen (z. B. auf *Pyrus* und *Prunus*) wächst, stärkere Eutrophierung meidet und meist in Berglagen vorkommt (WIRTH et al. 2013). Diese bis dahin für Brandenburg nicht bekannte Art wurde erstmals 2013 von V. OTTE bei Doberlug gefunden (OTTE et al. 2016/2017), das hiesige Vorkommen ist der zweite Nachweis in diesem Gebiet.

Unter den epiphytischen Flechten waren fünf Arten auf der Roten Liste Brandenburgs in den Kategorien 0-3 eingestuft (OTTE & RÄTZEL 2004). Eine interessante Entwicklung zeigt dabei *Parmotrema perlatum*, die 2004 noch als ausgestorben oder verschollen galt (OTTE & RÄTZEL 2004). Diese Art wurde für Berlin schon 2003 das erste Mal nachgewiesen (RÄTZEL et al. 2003) und seitdem kontinuierlich auch in Brandenburg gefunden, 2008 sogar auf einem Kirschbaum (OTTE & RÄTZEL 2008). Während dieser Studie wurde *P. perlatum* auf zwei Kirschbäumen brachliegender Plantagen festgestellt. Auch im angrenzenden Berlin wurde die Art in den letzten Jahren häufiger nachgewiesen (letzte Beobachtungen KRAUSE & OTTE 2015). Der deutschlandweite Trend zeigt ebenfalls eine Erholung. So steht die Art in der aktuellen Liste noch auf der Vorwarnstufe (WIRTH et al. 2011), während sie 1996 noch als stark gefährdet eingestuft wurde (WIRTH et al. 1996).

Physcia aipolia gilt sowohl in Brandenburg als auch deutschlandweit als stark gefährdet (OTTE & RÄTZEL 2004, WIRTH et al. 2011). Diese Art wurde ebenfalls in jüngster Zeit auch in Berlin häufiger nachgewiesen und scheint sich weiter auszubreiten (Beobachtung KRAUSE & OTTE, 2015).

Bei der Untersuchung fiel auch auf, dass neun Flechtenarten noch nicht in der Gesamtarten-Liste für Brandenburg von OTTE & RÄTZEL (2004) aufgeführt sind. Eine dieser Arten ist *Lecanora persimilis*. Diese nitrophile Art (DIEDERICH & SÉRUSIAUX 2000) wurde in Brandenburg 2004 erstmalig gefunden (RÄTZEL et al. 2004). Während dieser Studie wurde *L. persimilis* bereits auf 6 % der Bäume (n = 18) notiert, sowohl auf Apfel- als auch auf Kirschbäumen und bei allen Plantagen-

typen. Deutschlandweit wurde die Art 1996 noch als stark gefährdet eingestuft (WIRTH et al. 1996). In der aktuellen Roten Liste wird die Datenlage jedoch für eine Einstufung als unzureichend eingeschätzt (WIRTH et al. 2011).

Es zeigt sich, dass einige Arten insbesondere seit wenigen Jahren deutliche Ausbreitungstrends an den Tag legen, und vermutlich kann auch in nächster Zeit mit neuen Überraschungen gerechnet werden.

4.3.2 Moose

Innerhalb der epiphytischen Moose konnten 11 gefährdete Arten nachgewiesen werden. So wurde die sehr seltene *Tortula papillosa* (RL Brandenburg Kategorie 1, KLAWITTER et al. 2002) auf einem Kirschbaum gefunden. Diese Art kommt ebenso auf einer brachliegenden Apfelplantage vor, wurde aber aufgrund ihrer Seltenheit dort nicht auf den ausgewählten Probebäumen gefunden (Beobachtung J. MÜLLER).

Insgesamt wurden neun *Orthotrichum*-Arten nachgewiesen, von denen vier als stark gefährdet oder gefährdet eingestuft wurden. Dabei fallen vor allem *O. lyellii* und *O. speciosum* auf, die beide als stark gefährdet in der aktuellen Roten Liste von Brandenburg geführt werden (KLAWITTER et al. 2002), hier jedoch auf 6,25 % (n = 19) bzw. 7,5 % der Bäume (n = 23) nachgewiesen wurden. Auch deutschlandweit sind beide Arten als gefährdet eingestuft (LUDWIG et al. 1996). Neben häufigen *Orthotrichum*-Arten, wie *O. affine* und *O. diaphanum*, scheinen sich auch diese Arten in starker Ausbreitung zu befinden.

Interessant ist das Auftreten von *Hedwigia ciliata* als Epiphyt. Die in Brandenburg als gefährdet eingestufte Art besiedelt normalerweise Gestein (KLAWITTER et al. 2002). Während der Studie wurde die Art fünfmal gefunden, sowohl auf Apfel- als auch auf Kirschbäumen. Schon 2002 wurde sie in Brandenburg epiphytisch auf Holunder nachgewiesen (OTTE 2002), daneben auch an Ahorn sowie mehrfach an Eichen (Beobachtungen J. MÜLLER 2015, A. SCHÄPE 2015). Ebenso wie bei *Grimmia pulvinata* – einem häufigen Gesteinsmoos – zeigt *H. ciliata*, dass sich die Borkeneigenschaften vermutlich aufgrund der zunehmenden Eutrophierung dahingehend verändern, dass diese für Gesteinsmoose geeignet sind (FRAHM 2008).

Ebenso wie die epiphytischen Flechten haben auch viele Moosarten stark unter der Luftverschmutzung der Vergangenheit gelitten. So war *Ulota crispa* in den stark luftverschmutzten Gebieten in Brandenburg ausgestorben (MEINUNGER 1992) und wird auch in der Roten Listen von Brandenburg als stark gefährdet geführt. In dieser Studie konnte die Art immerhin auf neun Kirschbäumen nachgewiesen werden, wobei aufgrund fehlender Kapseln einige *Ulota*-Polster nicht sicher angesprochen werden konnten und so die tatsächliche Anzahl von *Ulota crispa*-Vorkommen auf den Probebäumen unterschätzt worden sein könnte. Die zweite *Ulota*-Art – *Ulota bruchii* – wird in Brandenburg als gefährdet eingestuft (KLAWITTER et al. 2002) und steht deutschlandweit auf der Vorwarnstufe (LUDWIG et al. 1996). Mit

einer Anzahl von 43 Funden (14 % der Bäume) zählt die Art zu den häufigeren Arten während unserer Studie.

Auch Lebermoose profitieren aktuell von zurückgehender Luftverschmutzung. Auf den Probebäumen wurden mit *Frullania dilata, Radula complanata* und *Metzgeria furcata* drei Arten gefunden, die als anspruchsvolle Luftgüte-Indikatoren zählen (FRAHM et al. 2007).

Nicht auf Probebäumen dieser Studie, aber innerhalb der untersuchten Plantagen, wurden auch andere interessante epiphytische Moose festgestellt, insbesondere in brachliegenden Kirschplantagen. Für das Hängemoos *Antitrichia curtipendula* (RL = 0) gelang dabei sogar ein Wiederfund für das Land Brandenburg (MÜLLER 2013). Auch *Leucodon sciuroides* und *Brachythecium populeum* konnten 2009/10 auf Kirschbäumen gefunden werden (Beobachtung J. MÜLLER). Leider wurde aber das *Leucodon*-Vorkommen durch Abholzung der alten Plantage bereits wieder zerstört.

Eine weitere interessante Art ist *Cryphaea heteromalla*, die in letzter Zeit in der Region immer häufiger wird und in einer alten Kirschplantage fruchtend angetroffen wurde (Beobachtung J. MÜLLER). In Apfelplantagen der Region konnte auch noch *Homalothecium sericeum* gefunden werden (Beobachtung J. MÜLLER 2010). Aufgrund der Zufalls-Auswahl der Probebäume innerhalb dieser Studie sind aber solche Seltenheiten nicht immer mitdokumentiert worden.

Mit zunehmender Verbesserung der Luftqualität in den letzten 30 Jahren aufgrund des erheblich gesunkenen SO_2-Gehalts in der Luft konnten sich viele epiphytisch wachsende Flechten- und Moosarten wiederansiedeln und ausbreiten (FRAHM et al. 2007, OTTE et al. 1997, RÄTZEL et al. 2004). Auch in dieser Studie konnte nachgewiesen werden, dass die Ausbreitung und Wiederansiedlung von epiphytischen Moosen und Flechten weiter voranschreitet.

Heutzutage besteht für die Arten die größte Gefahr in der Habitatzerstörung, in diesem Falle in dem Abholzen alter, brachliegender Obstbäume zur Gewinnung von Ackerflächen, z. B. zum Anbau von Energiepflanzen. Der zweite negative Einflussfaktor ist die Intensivierung des Obstanbaus mit den damit verbundenen Einflüssen, wie Düngung und Pestizidanwendung.

Literatur

BOCH, S., MÜLLER, J., PRATI, D., BLASER, S. & M. FISCHER 2013: Up in the tree – the overlooked richness of bryophytes and lichens in tree crowns. – PloS one, 8 (12), e84913.

COOPER, T., ARBLASTER, K., BALDOCK, D., FARMER, M., BEAUFOY, G., JONES, G. et al. 2007: Final Report for the Study on HNV Indicators for Evaluation. – Institute for European Environmental Policy (IEEP). London.

DIEDERICH, P. & E. SÉRUSIAUX 2000: The Lichens and Lichenicolous Fungi of Belgium and Luxembourg. An Annotated Checklist. – Musée national d'histoire naturelle. Luxembourg.

FRAHM, J.-P. 2003: Climatic habitat differences of epiphytic lichens and bryophytes. – Cryptogamie, Bryologie 24 (1): 3-14.

FRAHM, J.-P. 2008: Überdüngung und Versalzung durch Katalysatoren? Nitrophile Moose und Flechten nehmen zu. – Biologie in unserer Zeit 38 (2): 94-101.

FRAHM, J.-P., STAPPER, N. J. & I. FRANZEN-REUTER 2007: Epiphytische Moose als Umweltgütezeiger – Ein illustrierter Bestimmungsschlüssel. – KRdL-Schriftreihe 40. Düsseldorf.

FRIEDEL, A., OHEIMB, G. V., DENGLER, J. & W. HÄRDTLE 2006: Species diversity and species composition of epiphytic bryophytes and lichens – a comparison of managed and unmanaged beech forests in NE Germany. – Feddes Repert. 117 (1-2): 172-185.

HAUCK, M., DE BRUYN, U. & C. LEUSCHNER 2013: Dramatic diversity losses in epiphytic lichens in temperate broad-leaved forests during the last 150 years. – Biol. Conserv. 157: 136–145.

KLAWITTER, J., RÄTZEL, S. & A. SCHAEPE 2002: Gesamtartenliste und Rote Liste der Moose des Landes Brandenburg. – Natursch. Landschaftspflege Brandenburg 4, Beilage.

KOPERSKI, M., SAUER, M., BRAUN, W., & S. R. GRADSTEIN 2000: Referenzliste der Moose Deutschlands. – Schriftenr. Vegetationskd. 34.

KRAUSE, J. 2014: What determines the distribution of epiphytic bryophytes and lichens in orchards? – Masterarbeit, Univ. Potsdam.

KIRSCHBAUM, U. & V. WIRTH 2010: Flechten erkennen – Umwelt bewerten. – Hessisches Landesamt f. Umwelt u. Geologie.

LUDWIG, G., DÜLL, R., PHILIPPI, G., AHRENS, M., CASPARI, S., KOPERSKI, M., LÜTT, S., SCHULZ, F. & G. SCHWAB 1996: Rote Liste der Moose (*Anthocerophyta* et *Bryophyta*) Deutschlands. – Schriftenr. Vegetationskd. 28: 189-306.

MEINUNGER, L. 1992: Endangered bryophytes in the eastern part of Germany. – Biol. Conserv. 59: 211-214.

MÜLLER, J. 2013: *Antitrichia curtipendula* (HEDW.) BRID. zurück in Brandenburg. – Limprichtia 30 (3): 1-5.

NASCIMBENE, J., THOR, G., & P. L. NIMIS 2013: Effects of forest management on epiphytic lichens in temperate deciduous forests of Europe – A review. – Forest Ecology and Management 298: 27-38.

OTTE, V. 2002: Untersuchungen zur Moos- und Flechtenvegetation der Niederlausitz. Ein Beitrag zur Bioindikation. – Peckiana 2.

OTTE, V. & S. RÄTZEL 2004: Kommentiertes Verzeichnis der Flechten und flechtenbewohnenden Pilze Brandenburgs, Deutschland – zweite Fassung. – Feddes Repert. 115 (1–2): 134–154.

OTTE, V., RÄTZEL, S. & V. KUMMER 1997: Bemerkenswerte Flechtenfunde aus Brandenburg III. – Verh. Bot. Ver. Berlin Brandenburg 130: 259-283.

OTTE, V., WAGNER, H.-G., FÜRSTENOW, J. & S. RÄTZEL 2016/2017: Bemerkenswerte Flechtenfunde aus Brandenburg XIV. – Verh. Bot. Ver. Berlin Brandenburg 149: 153-171.

PIK Potsdam Institute for Climate Impact Research 2014: Klimazeitreihen – Die Messwerte zu den verschiedenen Parametern von 1893 bis heute (1893–2013). – Internetseite (abgerufen am 06.11.2014):
https://www.pik-potsdam.de/services/klima-wetter-potsdam/klimazeitreihen.

RÄTZEL, S., OTTE, V., SIPMANN, H. J. M. & J. FÜRSTENOW 2003: Bemerkenswerte Flechtenfunde aus Brandenburg VIII (incl. lichenicoler und lichenoider Pilze). – Verh. Bot. Ver. Berlin Brandenburg 136: 321-340.

RÄTZEL, S., OTTE, V. & H. J. M. SIPMANN 2004: Bemerkenswerte Flechtenfunde aus Brandenburg (incl. lichenicoler und lichenoider Pilze) IX. – Verh. Bot. Ver. Berlin Brandenburg 137: 515-535.

WHITELAW, M. & M. A. S. BURTON 2015: Diversity and distribution of epiphytic bryophytes on Bramley's Seedling trees in East of England apple orchards. – Glob. Ecol. Conserv. 4: 380–387.

WIRTH, V., HAUCK, M. & M. SCHULTZ 2013: Die Flechten Deutschlands. – Unter Mitarbeit von U. DE BRUYN, H. BÜLTMANN, V. JOHN, B. LITTERSKI und V. OTTE. 2 Bde. Stuttgart (Hohenheim).

WIRTH, V., SCHÖLLER, H., SCHOLZ, P., ERNST, G., FEUERER, T., GNÜCHTEL, A., HAUCK, M., JACOBSEN, P., JOHN, V. & B. LITTERSKI 1996: Rote Liste der Flechten (Lichenes) der Bundesrepublik Deutschland. – Schriftenr. f. Vegetationskde. 28: 307-368.

WIRTH, V., HAUCK, M., BRACKEL, W. VON, CEZANNE, R., DE BRUYN, U., DÜRHAMMER, O., EICHLER, M., GNÜCHTEL, A., JOHN, V., LITTERSKI, B., OTTE, V., SCHIEFELBEIN, U., SCHOLZ, P., SCHULTZ, M., STORDEUR, R., FEUERER, T. & D. HEINRICH 2011: Rote Liste und Artenverzeichnis der Flechten und flechtenbewohnenden Pilze Deutschlands. – Naturschutz Biolog. Vielfalt 70 (6): 7-122.

ZARABSKA, D., GUTTOVÁ, A., CRISTOFOLINI, F., GIORDANI, P. & A. LACKOVIČOVA 2009: Epiphytic lichens of apple orchards in Poland, Slovakia, and Italy. – Acta Mycologica 44 (2): 151-163.

Anschriften der Verfasser:

Josephin Krause
Silbersteinstr. 128
D-12051 Berlin
josi.krause@mail.de

Dr. Volker Otte
Senckenberg Museum f. Naturkunde Görlitz
Am Museum 1
D-02826 Görlitz
volker.otte@senckenberg.de

Dr. Thilo Heinken
Universität Potsdam
Institut für Biochemie und Biologie
Allgemeine Botanik
Maulbeerallee 3
D-14469 Potsdam

Jörg Müller
Universität Potsdam
Institut für Biochemie und Biologie
Biodiversitätsforschung/Spezielle Botanik
Maulbeerallee 1
D-14469 Potsdam

Eingang des Manuskripts am 04.08.2016, endgültig angenommen am 15.01.2017.