

Biodiversität und Habitatstrukturen im Wildnispark Zürich Sihlwald: Einrichtung eines intensiven Naturwald-Untersuchungsstandorts



Schlussbericht für das Bundesamt für Umwelt, BAFU

Elena Haeler¹, Thibault Lachat^{1,3}, Karin Hindenlang²

Mit Kapitelbeiträgen von:

Stefan Blaser³: Pilze

Ariel Bergamini³, Thomas Kiebacher⁴, Moose

Christoph Scheidegger³, Christine Keller³: Flechten

¹ Berner Fachhochschule BFH-HAFL, ² Stiftung Wildnispark Zürich, ³ Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL, ⁴ Universität Zürich

Sihlwald, 30. November 2017



Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	2
1. Zusammenfassung	4
2. Ausgangslage und Projektziele	5
2.1. Übergeordnete Ziele.....	6
2.2. Zugehörige Fragestellungen	6
3. Überblick erbrachte Leistungen.....	7
3.1. Auswahl der Artengruppen und Entwicklung des Monitoringkonzepts	7
3.2. Artenerhebungen	8
3.3. Waldstrukturen	8
3.4. Auswertungen	9
3.5. Fazit und Empfehlungen für weitere Aufnahmen	9
4. Monitoring-Konzept	10
4.1. Artengruppen.....	10
4.2. Waldstrukturen	11
4.3. Selektion der Stichprobenpunkte	12
5. Xylobionte Käfer.....	17
5.1. Einleitung	17
5.2. Methoden	17
5.3. Ergebnisse	19
5.4. Diskussion.....	19
6. Totholzbewohnende Pilze	20
6.1. Einleitung	20
6.2. Methoden	20
6.3. Ergebnisse	22
6.4. Besondere Arten	26
6.5. Diskussion.....	34
7. Moose	36
7.1. Einleitung	36
7.2. Methoden	37



7.3.	Ergebnisse	38
7.4.	Besondere Arten	42
7.5.	Diskussion.....	45
8.	Flechten.....	48
8.1.	Einleitung	49
8.2.	Methoden	49
8.3.	Ergebnisse.....	50
8.4.	Besondere Arten.....	54
8.5.	Diskussion.....	57
9.	Kommunikation und Sensibilisierung.....	61
9.1.	Erfolgte Kommunikationsmassnahmen.....	61
9.2.	Geplante Kommunikationsmassnahmen	61
10.	Ausblick	63
10.1.	Wissenschaftlicher Schlussbericht.....	63
10.2.	Programmperiode 2020-2023, neue Charta 2020-2029.....	63
11.	Artenlisten	65
11.1.	Vollständige Artenliste – Saprophytische Pilze.....	65
11.2.	Vollständige Artenliste – Moose	76
11.3.	Vollständige Artenliste – Flechten.....	83
12.	Literatur	88
12.1.	Allgemein	88
12.2.	Xylobionte Käfer.....	89
12.3.	Saprophytische Pilze.....	90
12.4.	Moose	91
12.5.	Flechten.....	92



1. Zusammenfassung

Im Zuge des Projekts „Biodiversität und Habitatstrukturen im Wildnispark Zürich Sihlwald: Einrichtung eines intensiven Naturwald-Untersuchungsstandorts“ sollen Zusammenhänge zwischen der Biodiversität verschiedener taxonomischer Gruppen und Waldstrukturen untersucht werden. Das Projekt legt den Grundstein für ein Langzeitmonitoring der Biodiversität im Sihlwald. Daher wurden für das Monitoring vier Artengruppen ausgewählt, die an späte Waldentwicklungsstadien und Totholz gebunden sind und oft als Indikatoren für die Naturnähe von Wäldern herangezogen werden: xylobionte Käfer, totholzbewohnende Pilze, Moose und Flechten.

In einem ersten Schritt wurde ein Monitoringkonzept für die vier Artengruppen erarbeitet, das Synergien mit anderen Projekten optimal nutzt. Die Aufnahmen der Artengruppen wurden so geplant, dass sie in Zukunft wiederholbar sind, um die Entwicklung des Sihlwald zu dokumentieren. Des Weiteren wurden die Methoden so konzipiert, dass Vergleiche mit anderen Studien und anderen Wäldern möglich sind. Die Aufnahmen der Artengruppen wurden auf 69 Stichproben der kantonalen Stichprobeninventur durchgeführt, welche dieses Jahr bereits zum dritten Mal wiederholt wird. Dadurch kann der Einfluss der dort erfassten Waldstrukturen, u.a. von Mikrohabitaten und Totholz, auf die Biodiversität untersucht werden. Um den Einfluss der Habitatverfügbarkeit auch auf einer höheren Skala (Landschaftsebene) zu untersuchen, wurde eine flächendeckende Karte des liegenden Totholzes im Sihlwald erstellt.

Insgesamt wurden 407 totholzbewohnende Pilz-, 188 Flechten- und 166 Moos-Arten gefunden. In allen Artengruppen konnten seltene und bedrohte Vertreter nachgewiesen werden. Zum Beispiel die Zitronengelbe Tramete (*Antrodiella citrinella*), ein Pilz der bisher nur sechs Mal in der Schweiz gefunden wurde und als „Urwaldart“ bezeichnet wird. Bei den Käfern dauern die Sortier- und Bestimmungsarbeiten noch an und es können noch keine Ergebnisse aufgezeigt werden.

Die detaillierte Analyse des Zusammenhangs der Biodiversität mit den Waldstrukturen wird im Frühjahr 2018 durchgeführt, wenn die Daten aus der Stichprobeninventur 2017 zur Verfügung stehen. Die Ergebnisse und Schlussfolgerungen werden in einem wissenschaftlichen Schlussbericht Ende 2018 präsentiert. Darauf aufbauend werden verschiedene wissenschaftliche Publikationen durch die beteiligten Forschungsinstitutionen erstellt werden.

Im Rahmen des vorliegenden Projektes konnten bereits vor Abschluss der Arbeiten mehrere bedeutende Kommunikationsleistungen (Medienmitteilung, SRF-Sendung „Einstein“, Reportagen in Zeitschriften) sowie Lehrveranstaltungen und Weiterbildungen (Studierende, Ranger, Führungspersonen) erbracht werden. Weiter wurden die Ergebnisse und Methoden im Rahmen des Pilotprojektes Ökologische Infrastruktur in Parks als auch in anderen Veranstaltungsgefässen präsentiert. Die Stiftung Wildnispark Zürich plant in Zusammenarbeit mit den beteiligten Fachinstitutionen HAFL und WSL weitere Umsetzungs- und Kommunikationsleistungen insbesondere die Verwendung der aufbereiteten Resultate im Rahmen der Bildungs- und Ausstellungsangebote des Wildnispark Zürich.



2. Ausgangslage und Projektziele

Im Gesuch vom 11. Mai 2015 wurden die wichtigsten aktuellen Monitoringprogramme im Schweizer Wald bzw. im Kanton Zürich aufgeführt und ihre Aussagen analysiert. Die verschiedenen Monitoringprogramme, die v.a. durch den Bund ausgeführt und koordiniert werden sind gut aufeinander abgestimmt und erlauben viele wertvolle Aussagen zu Strukturmerkmalen. In Waldreservaten wurden jedoch bisher kaum relevante Arten spezifisch erhoben und in einen Zusammenhang mit der Waldentwicklung gestellt (Liechti et al. 2004). In verschiedenen Monitoringkonzepten sowie in der Vollzugshilfe Waldbiodiversität wird deshalb vorgeschlagen, den Aspekt „Biodiversität“ gesondert zu erheben, um diese Lücke zu schliessen (Brang et al. 2008, Imesch et al. 2015, Liechti et al. 2004). Die Entwicklung einheitlicher und effizienter Methoden zur Wirkungsanalyse bei der Förderung national prioritärer Arten und Lebensräume wird als wichtig eingestuft und die Durchführung von Fallstudien zur Vielfalt und Häufigkeit von auf Alt- und Totholz angewiesenen Arten in Naturwaldreservaten begrüsst.

Der Sihlwald ist als grossflächiges Naturwaldreservat in den Tieflagen der Schweiz einmalig und wird aus verschiedenen Gründen als ideales Untersuchungsobjekt angesehen: 1) Standorte und Bestockung (Hauptbaumart Buche) entsprechen den Verhältnissen vieler Wälder im Mittelland. Damit sind Erkenntnisse, die im Sihlwald gewonnen werden, für den Grossteil der Wälder im Mittelland interessant und relevant. 2) Der Sihlwald ist ein grossflächiges Naturwaldreservat und daher geeignet, Aussagen zu Alt- und Totholz in Verbindung mit Artvorkommen und -verbreitung zu machen. 3) Im Sihlwald liegen bereits umfangreiche Daten zu Waldmerkmalen und Strukturen vor und werden 2017 mit einer im Sihlwald erweiterten kantonalen Stichprobeninventur aktualisiert.

Das Projekt „Biodiversität und Habitatstrukturen im Wildnispark Zürich Sihlwald: Einrichtung eines intensiven Naturwald-Untersuchungsstandorts“ ist der Grundstein für ein Langzeitmonitoring der Biodiversität im Sihlwald. Die Biodiversität wird basierend auf der Aufnahme verschiedener taxonomischer Gruppen - insbesondere Arten, die an späte Waldentwicklungsstadien und Totholz gebunden sind - dargestellt und mit Waldstrukturen in Zusammenhang gebracht. Das Projekt stützt sich auf eine Zusammenarbeit zwischen der Abteilung Wald des ALN Kanton Zürich, der Stiftung Wildnispark Zürich, der Hochschule für Agrar-, Forst und Lebensmittelwissenschaften (HAFL) und der Eidg. Forschungsanstalt für Wald Schnee und Landschaft (WSL).

Eine schweizweite Studie plant ähnliche Untersuchungen in einem nationalen Netzwerk von Naturwaldreservaten in Buchen-, und Tannen-Fichtenwäldern („Monitoring Naturwaldreservate“, 2017 gestartet). In der nationalen Studie werden xylobionte Käfer und saprophytische Pilze untersucht. Die Methoden für die Untersuchung dieser beiden Artengruppen wurden in Haeler *et al.* (2015) entwickelt und im Rahmen von Pilotprojekten getestet (Kantone Aargau und St. Gallen). Da der Sihlwald auch als Untersuchungsobjekt für das nationale Monitoring ausgewählt wurde, ergeben sich Synergien zum vorliegenden Projekt.



2.1. Übergeordnete Ziele

- Erarbeitung eines Monitoringkonzepts für Zielarten (Artengruppen) und Habitatstrukturmerkmale im Buchen-Naturwaldreservat Sihlwald, welches einerseits relevante Aussagen zur Entwicklung des Sihlwaldes, aber auch für andere Naturwaldreservate liefert.
- Ermittlung der Erhebungsmethoden, die für die Bestimmung von Vorkommen und Bestandsentwicklung der ausgewählten Taxa geeignet sowie in einem langfristigen Monitoring einsetzbar sind.
- Einbettung der Studie innerhalb des Systems bereits bestehender Monitoringprogramme und Nutzung von Synergien.

2.2. Zugehörige Fragestellungen

- Welche Arten ausgewählter Taxa (Moose, Flechten, Pilze, Insekten etc.) kommen im Sihlwald wie häufig vor und wie entwickeln sich deren Artenzusammensetzung und Populationsgrößen über die Zeit?
- Wie hängen das Vorkommen, die Ausbreitung und die Bestandsentwicklung der Arten mit den Habitatstrukturen und ihrer natürlichen Entwicklung im Sihlwald zusammen?

3. Überblick erbrachte Leistungen

Das Projekt „Pilotprojekt Ökologische Infrastruktur in Parks“ und seine Finanzierung durch das Bundesamt für Umwelt bot die Gelegenheit, eine erste standardisierte und detaillierte Untersuchung der Biodiversität und Habitatstrukturen im Wildnispark Zürich Sihlwald durchzuführen. Dafür wurde ein intensiver Naturwald-Untersuchungsstandort im Sihlwald eingerichtet. Dieses Projekt verlangte die Zusammenarbeit von fast 20 Fach- und Artenspezialisten aus 7 verschiedenen Organisationen: Wildnispark Zürich, HAFL, WSL, ZHAW und ETH Zürich (Tabelle 3.1).

Tabelle 3.1: Beteiligte Arten- und Fachexperten im Projekt „Pilotprojekt ökologische Infrastruktur in Parks“ für den Wildnispark Zürich Sihlwald

Namen	Organisation	Funktion
Karin Hindenlang	Wildnispark Zürich	Projektleitung
Thibault Lachat	HAFL	Stv. Projektleitung, Projektkoordination, Teilprojekt Insekten
Simon Ammann	ALN, Kanton Zürich	Administrative Leitung
Ronald Schmidt	Wildnispark Zürich	Wiss. Mitarbeiter, GIS
Elena Haeler	HAFL	Wiss. Mitarbeiterin, Teilprojekt Insekten
Alexander Szallies	ZHAW	Teilprojekt Insekten
Stefan Blaser, Beatrice Senn Irlet	WSL	Teilprojekt Pilze
Christoph Scheidegger, Silvia Stofer, Christine Keller	WSL	Teilprojekt Flechten
Ariel Bergamini, Thomas Kiebacher	WSL, Uni Zürich	Teilprojekt Moose
Loïc Pelissier	WSL und ETH Zürich	Wiss. Beratung
Christoph Spuler, Nicole Aebli, Emanuel Uhlmann, Thomas Wäckerle	Wildnispark Zürich	Feldaufnahmen

3.1. Auswahl der Artengruppen und Entwicklung des Monitoringkonzepts

Von Anfang an wurde ein „multiple species approach“ ausgewählt, also ein Ansatz bei dem mehrere Artengruppen untersucht werden, um breit abgestützte Aussagen treffen zu können. Da in diesem Projekt die langfristige Entwicklung des Sihlwald im Zentrum steht, wurden Artengruppen selektioniert, welche eng an Waldeigenschaften und -strukturen gebunden sind, die typisch für späte Waldentwicklungsphasen sind. Die folgenden taxonomischen Gruppen wurden zur Untersuchung der Waldbiodiversität im Sihlwald aufgenommen:

- Xylobionte Käfer
- Saprophytische Pilze
- Moose
- Flechten

Ein Untersuchungskonzept wurde entwickelt, um wissenschaftliche Aussagen zum aktuellen Zustand des Sihlwald zu machen und um Vergleiche mit weiteren Aufnahmen zu einem späteren Zeitpunkt zu ermöglichen.

Im Rahmen eines Workshops für Fach- und Artenexperten wurden die Prinzipien des Untersuchungsdesigns präsentiert und von allen gutgeheissen (Juni 2016). Es wurden 69 Stichproben der kantonalen Stichprobeninventur selektioniert und das Konzept sieht vor, dass jede der vier Artengruppen an diesen gemeinsamen Standorten erhoben wird. Dies liefert nicht nur Erkenntnisse über die einzelnen Artengruppen, sondern ermöglicht auch allgemeine Aussagen.

3.2. Artenerhebungen

Für die Erhebungen der xylobionten Käfer, saprophytischen Pilze, Flechten und Moose wurden in Zusammenarbeit mit den Experten standardisierte und replizierbare Aufnahmemethoden ausgewählt. Die Feldaufnahmen der vier Artengruppen wurden im Jahr 2016 und 2017 durchgeführt (siehe Tabelle 3.2).

Tabelle 3.2: Zeitrahmen der Artenerhebungen.

Artengruppe	Methode	Anfang	Ende
Xylobionte Käfer	Fallen (Polytrap™)	Mai 2017	August 2017
Saprophytische Pilze	Totholzstücke + Stichprobe	Herbst 2016	Frühling 2017
Flechten	Totholzstücke + Stichprobe	Herbst 2016	Sommer 2017
Moose	Totholzstücke + Stichprobe	Frühling 2017	Sommer 2017

3.3. Waldstrukturen

Informationen über die Waldstrukturen im Sihlwald wurden aus schon vorhandenen und neuen Datengrundlagen zusammengetragen und beinhalten sowohl Fernerkundungs- als auch terrestrisch aufgenommene Daten.

Im Zuge dieses Projektes wurde über LiDAR-Daten und Luftbilder eine Karte des liegenden Totholzes im Sihlwald erstellt. Auch die Berechnung des Kronenschlusses und der verfügbaren Lichtmenge wird über LiDAR möglich sein.

Aus mehreren Habitatkartierungen gibt es unter anderem schon flächendeckende Informationen zu Waldentwicklungsphase und Baumartenzusammensetzung, die optimal durch die Daten der kantonalen Stichprobeninventur ergänzt werden: Zusammen mit dem



Projekt „Forschung und Wirkungskontrolle in Schweizer Naturwaldreservaten“ von WSL und ETH Zürich wird auf 491 Punkten eine Waldinventur durchgeführt. Dies ist die 3. Wiederholung der Inventur seit 1981, schliesst auch die 69 Stichproben dieser Studie mit ein und liefert wertvolle Daten zur Interpretation der Artenvorkommen. Die Synergie zwischen diesen zwei Projekten ergibt die einmalige Chance hochqualitative und standardisierte Waldstruktur- und Biodiversitätsdaten zu erhalten, die in direktem Zusammenhang stehen.

3.4. Auswertungen

Die ersten Auswertungen der Artenvorkommen für Flechten, Pilze und Moose sind Bestandteil dieses Schlussberichtes. Bei den Insekten laufen die Bestimmungen und Sortierarbeiten noch, da die Feldsaison bis Mitte August 2017 lief. Das Sortieren der Insekten wird bis Ende Jahr abgeschlossen und die Artenliste der Käfer sollte bis März 2018 verfügbar sein.

Die vollumfassenden Analysen über die Zusammenhänge zwischen den aufgenommenen Arten und den Waldstrukturen werden erst möglich sein, wenn die Daten aus der Stichprobeninventur verfügbar sind (voraussichtlich im Frühling 2018). Diese Auswertungen werden im wissenschaftlichen Schlussbericht erläutert, der bis Ende 2018 erstellt wird.

3.5. Fazit und Empfehlungen für weitere Aufnahmen

Einzelne Empfehlungen aus den gemachten Felderfahrungen der Artenexperten und aus den ersten Analysen für die vorhandenen Artendaten können schon gegeben werden. Diese Auswertungen zeigen, dass der Aufwand für bestimmte Gruppen eventuell reduziert und bei anderen verstärkt werden könnte. Diese wertvollen Informationen werden für Folgeaufnahmen von grosser Bedeutung sein, da auf ihrer Grundlage der Einsatz der Ressourcen optimiert werden kann. Die genauen Schlussfolgerungen für zukünftige Nachfolge-Aufnahmen oder Aufnahmen in anderen Regionen werden im wissenschaftlichen Schlussbericht (2018) diskutiert.

4. Monitoring-Konzept

4.1. Artengruppen

Im Rahmen dieses Projektes wurden verschiedene taxonomische Gruppen untersucht, welche die Entwicklung eines Waldes nach der Aufgabe der Bewirtschaftung nachweisen können. Im Sihlwald (letzte Nutzung zwischen 1990 und 2000) werden in den nächsten Jahrzehnten sowohl die Dichte an Habitatbäumen als auch die Totholzmenge (liegend und stehend) zunehmen. Auch die Lichtverhältnisse werden sich ändern, wobei es nicht klar ist, ob der maximale Kronenschluss schon erreicht wurde.

Um die vorherrschenden Verhältnisse eines Lebensraumes zu untersuchen, werden sogenannte ökologische Indikatoren ausgewählt und verwendet. Diese Gruppen von Arten reagieren empfindlich auf Änderungen ihrer Lebensbedingungen und spiegeln so die Entwicklung eines Habitats wider. In der Schweiz sind mehr als 1'700 Käferarten und 2'700 Pilzarten von Totholz abhängig (Lachat et al. 2014). Diese beiden Taxa sind als gute Indikatoren für späte Waldentwicklungsphasen, Habitatbäume und Totholz bekannt (Lachat et al., 2012; Odor et al., 2006; Bouget et al., 2013). Dadurch gehören xylobionte Käfer und Pilze zu den Artengruppen, die oft im Rahmen von Artenmonitorings in Waldreservaten aufgenommen werden (Vandekerkhove et al., 2011; Schultheis & Engels, 2011; Köhler, 2009). Eine Aufnahmemethodik für diese beiden Artengruppen in Schweizer Naturwaldreservaten liegt bereits vor (Haeler et al., 2015). Für eine spezifische und robuste Aussage über die Vorkommen im Sihlwald wurde das Untersuchungsdesign an die lokalen Verhältnisse angepasst.

Für ein umfassenderes Bild wurden zwei weitere Artengruppen in die Untersuchung aufgenommen: Flechten und Moose. Die Methodik für die Aufnahme dieser beiden Artengruppen wurde im Zuge dieser Studie entwickelt. Die sessilen Arten dieser beiden Gruppen ergänzen zusammen mit den Pilzen die Mobilitätsgilden der Käfer. Die artspezifischen Aufnahmemethoden werden in den einzelnen Artkapiteln genauer beschrieben. Andere Artengruppen wie z.B. Vögel, Fledermäuse oder Blütenpflanzen erhielten vorerst keine Priorität, weil ihre Aussagekraft als Bioindikatoren für späte Waldentwicklungsphasen begrenzt ist. Ergänzende Studien durch andere Institutionen im Rahmen von Semester-, Bachelor- oder Masterarbeiten sind jedoch jederzeit willkommen.

Die xylobionten Käfer und saprophytischen Pilze sind auch Bestandteil des Artenmonitorings in Naturwaldreservaten. Dadurch ist ein Vergleich des Sihlwald mit den anderen Reservaten möglich, vor allem da die Aufnahmemethoden vergleichbar sind. Zusätzlich sind dieselben Fach- und Artenspezialisten in den beiden Projekten involviert. Die Projekte ermöglichen trotz der Ähnlichkeiten und standardisierten Aufnahmemethoden verschiedene Aussagen. Das Artenmonitoring vergleicht die Biodiversität in Naturwaldreservaten mit bewirtschafteten Beständen in der gesamten Schweiz (1. Phase Buchenwälder) und arbeitet mit 8 Stichproben pro Wald. Im Sihlwald hingegen können mit den 69 Stichproben detailliertere Aussagen über den Zusammenhang zwischen Biodiversität und Habitatstrukturen getroffen werden.

4.2. Waldstrukturen

Im Sihlwald ist eine gute Datengrundlage zu Wald- und Habitatstrukturen vorhanden, auf die in diesem Projekt zurückgegriffen werden konnte. Diese Daten (aus Fernerkundungs- und terrestrischen Aufnahmen) wurden in dieser Studie mit neuen Methoden/Aufnahmen ergänzt.

Stichprobeninventur

Seit 1981 wird im Sihlwald die kantonale und seit 1990 die erweiterte kantonale Stichprobeninventur durchgeführt. Sie umfasst insgesamt 491 Stichproben (=Plot) auf einem 100 x 200 m-Raster. Die Stichprobeninventur fand 1981, 1990 und 2003 statt und wird im Winter 2017/18 wiederholt.

Auf den selektierten Plots dieser Studie wird die Aufnahmemethode der Naturwaldreservate verwendet (inklusive einigen Sihlwald-spezifischen Aufnahmen). Auf jeder Stichprobe werden in konzentrischen Kreisen lebende Bäume und stehendes Totholz vermessen: über 7 cm Brusthöhendurchmesser auf 300m² bzw. über 36 cm BHD auf 500 m². Gibt es an Bäumen Mikrohabitate werden diese notiert (siehe Abbildung 4.1). Zusätzlich wird liegendes Totholz aufgenommen: auf 314m² und per Transekt-Methode. Das Zentrum jedes Plots ist mit einem Metallrohr markiert und mit GPS vermessen, wodurch es wiederauffindbar ist. Die Stichprobeninventur liefert wertvolle Daten über das Baumwachstum, die Waldentwicklung und weitere Waldstrukturen (wie dem Totholz) auf jedem Plot. Folglich ist sie eine wichtige Basis für die Untersuchung der Faktoren, welche die Biodiversität beeinflussen. Durch die Artenerhebungen auf den Stichproben der Stichprobeninventur können die Synergien zwischen den Projekten optimal genutzt werden. Ausserdem können dadurch auch allgemeine Aussagen zur Biodiversität in weiteren Buchen-Naturwaldreservaten gemacht werden, in denen es nur vergleichbare Strukturaufnahmen gibt.

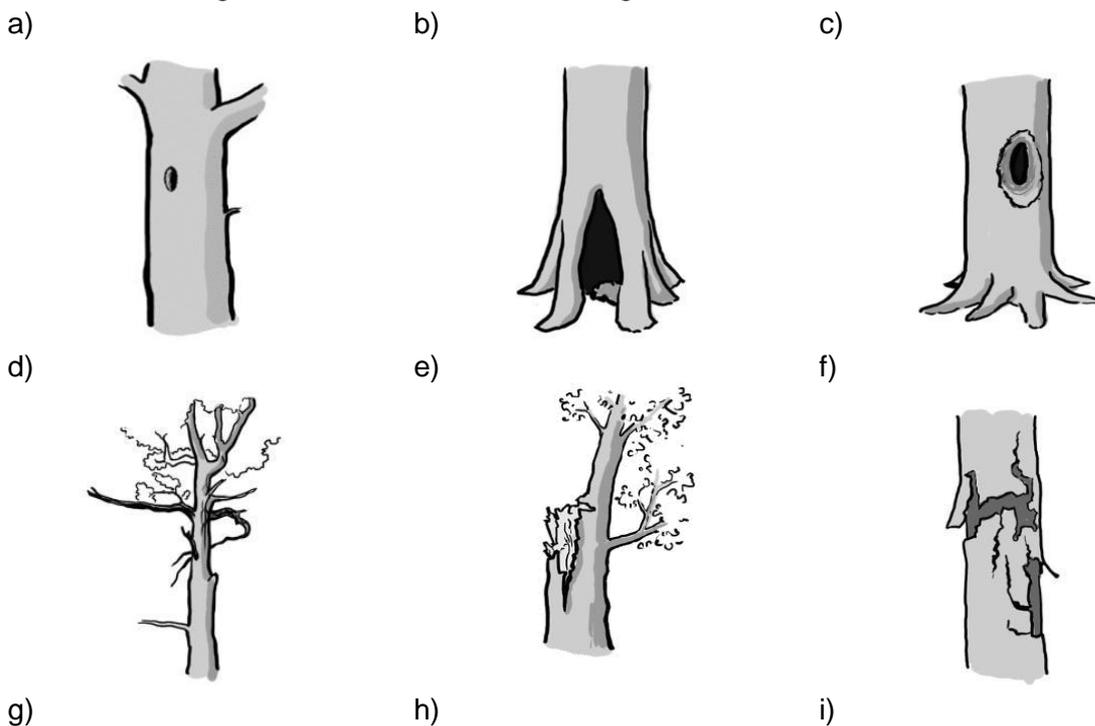




Abbildung 4.1: Verschiedene Baum-Mikrohabitate, welche in der Stichprobeninventur aufgenommen wurden. a: Spechthöhle, b: Mulmhöhle mit Bodenkontakt, c: Mulmhöhle ohne Bodenkontakt, d: Kronentotholz, e: Starkastbruch, f: Rindentasche, g: Harzfluss, h: Mehrjähriger Porling, i: Efeubaum (Quelle: Katalog der Baummikrohabitate 2016, EFI (Kraus et al. 2016)).

Habitatkartierung (2005)

Mittels der Auswertung von Stereo-Luftbildern (vom 2.4.2005) wurden Habitatklassen und Habitattypen im Sihlwald kartiert. Der Interpretationsschlüssel basierte auf dem hierarchischen Ansatz des Luftbildkartierschlüssels des Deutschen Bundesamtes für Naturschutz. Die Kartierung erfolgte flächendeckend (Polygone), flächendeckend (adjazent) und nicht überlappend. Aus dieser Habitatkartierung wurde der Laub- und Nadelwaldanteil bzw. der Baumartenanteil extrahiert und jeder Stichprobe zugeordnet. Da einzelne Baumarten nicht immer korrekt bestimmt werden können, wurde der Fokus auf den Laubwaldanteil gelegt.

Waldbestandsaufnahme (2001)

Die Entwicklungsstufe des Waldes wurde der kantonalen Waldbestandsaufnahme von 2001 entnommen. In dieser Aufnahme wurden Informationen zu Hauptbaumarten, Altersklassen, Deckungsgrad und Struktur über Luftbilder und terrestrische Begehungen kombiniert.

Totholz-Karte

Neben den Daten von jedem Plot sind flächendeckende Informationen zu Totholzmenge und der räumlichen Verteilung wichtig für ein besseres Verständnis des Vorkommens von xylobionten Arten in einer Waldlandschaft.

Basierend auf LiDAR-Daten aus dem Winter 2014 wurde in Zusammenarbeit mit dem geographischen Institut der Universität Zürich eine Karte des liegenden Totholzes erstellt (Leiterer et al., 2013). Da auf diese Weise jedoch nicht alles Totholz erfasst werden konnte, wurde die Totholz-Karte anhand von Stereobildern (2013) ergänzt.

Trotz gewisser Einschränkungen dieser Methode (Sichtbarkeit von kleinen Totholzstücken, Detektierbarkeit von liegendem Totholz unter dichten Baumkronen von Nadelbäumen) stellt die erhaltene Totholzkarte eine wertvolle Grundlage für die Selektion der Stichproben und eine vielversprechende Informationsquelle für die Datenanalyse dar (Abbildung 4.2).

4.3. Selektion der Stichprobenpunkte

Da eine Untersuchung der Biodiversität nicht auf allen Punkten der Stichprobeninventur möglich ist (n=491), wurde ein „subsample“ (=Teilstichprobe) von 60 Stichproben festgelegt.



Stichproben entlang eines Totholzgradienten

Um diese 60 Stichproben auszuwählen, wurden zuerst Stichproben in der Sicherheitszone (entlang der Sihltalstrasse) ausgeschlossen. Des Weiteren gibt es im Sihlwald noch einige Baumbestände, in denen auf Grund von alten Pflanzungen die Fichte dominiert oder die infolge rezenter grossflächiger Abholzungen noch sehr jung sind. Diese Bestände sind stark von der Nutzung durch den Menschen geprägt und entsprechen nicht der natürlichen Entwicklung des Sihlwald. Solche Bestände wurden über die Anwendung folgender Filter aus dieser Untersuchung ausgeschlossen:

- Baumarten: mind. 50% Laubwaldanteil (entspricht meistens 50% Buchenanteil) (Habitatkartierung 2005)
- Entwicklungsstufe: mind. Stufe 4 (=Mittleres Baumholz, d_{dom} 41 - 50 cm) (Waldbestandsaufnahme 2001)

Diesen Kriterien entsprachen 220 Stichproben. Um den Zusammenhang der Biodiversität und Habitatstrukturen bzw. Totholz zu untersuchen wurden die übriggebliebenen Stichproben entlang von zwei Totholzgradienten verteilt. Über die Totholzkarte wurden für jeden Punkt, in einem 40 m Radius um das Stichproben-Zentrum, ein Wert für die Totholz-Menge und einer für die Vernetzung des Totholzes berechnet. Dieser Radius wurde gewählt, da in einer aktuellen Studie innerhalb von 40 m der grösste Einfluss des Totholzes auf xylobionte Käfer gefunden wurde (Seibold et al., 2017). Die Berechnungen basierten auf einem 2 x 2 m Raster, das über die Totholz-Karte gelegt wurde und die Totholzmenge entsprach der Anzahl der „positiven“ Zellen (=Totholz vorhanden). Die Vernetzung wurde über den Median der Distanzen aller Totholz-Zellen im 40 m Radius zum Zentrum beschrieben. Stichproben mit einer Totholzmenge von 0 oder 1 wurden ausgeschlossen (minus 9 weitere nach den ersten Filtern). Nach einer Stratifikation des Mengen- und des Vernetzungs-Gradienten (für eine gleichmässige Verteilung der Stichproben entlang der Gradienten, wurden diese in jeweils 3 Abschnitte unterteilt), wurden die 60 Stichproben randomisiert gezogen. Diese stratifizierte Zufallsstichprobe eignet sich daher bestens für die statistische Analyse.

Ergänzende Stichproben

Seltene Objekte/Strukturen werden mit dem Ansatz der Zufallsstichproben verpasst. Um diese zu erfassen, wurden zusätzlich 9 Stichproben an besonderen Waldstandorten in die Untersuchung aufgenommen. Diese Stichproben enthalten einerseits im Sihlwald seltene Baumarten (z.B. Föhren), welche vor allem für epiphytische Flechten und Moose interessant sind. Andererseits grössere Windwurfflächen mit hohen Totholz mengen, die wichtig für xylobionte Arten sind. Diese Stichproben lieferten wichtige Artenfunde zur Charakterisierung des Sihlwald, können aber nur bedingt in tieferegreifende Analysen miteinbezogen werden.

Dokumentation der Stichproben

Zur Dokumentation wurden für jede Stichprobe auf Grundlage der kantonalen Stichprobeninventur Karten erstellt (siehe Abbildung 4.3). Diese Karten ermöglichen das einfache Wiederfinden der Stichproben, da sie die Bäume auf jeder Stichprobe darstellen und zeigen, wie sie vom Weg aus erreicht werden können.



Später wurden zusätzlich die zwei Totholz-Stücke eingezeichnet, welche auf Moose, Flechten und Totholz-Pilze untersucht wurden, wodurch sichergestellt wurde, dass die einzelnen Arten auf denselben Stücken aufgenommen wurden. Ausserdem können so vor allem grössere Totholz-Stücke in zukünftigen Untersuchungen wiedergefunden werden, was einen Vergleich der gefundenen Arten ermöglicht und Rückschlüsse auf die Entwicklung des Totholzes zulässt. Auch der Standort der zwei Fallen zur Untersuchung der Totholzkäfer wurde genau eingemessen, was eine Positionierung der Fallen an denselben Stellen erlaubt.

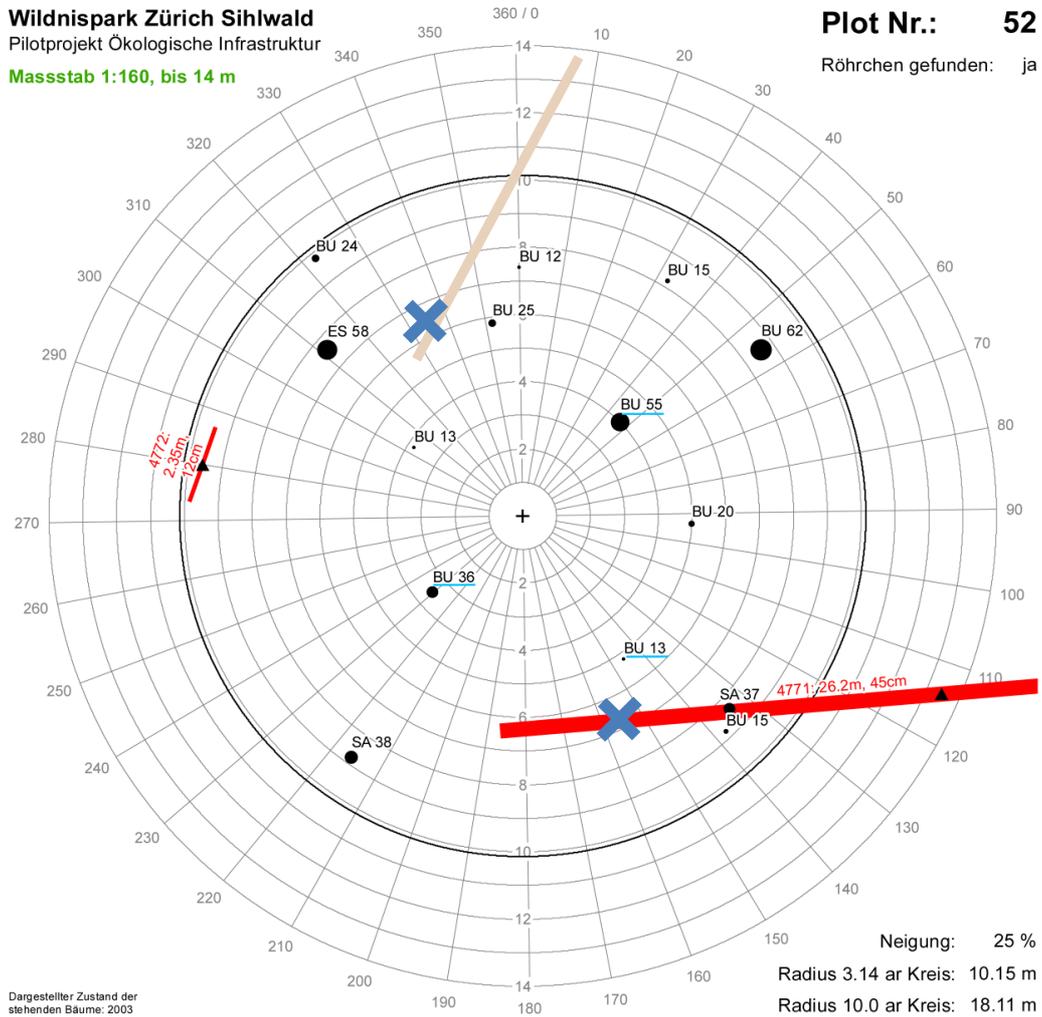


Abbildung 4.2: Totholzkarte des Sihlwaldes, erstellt mit LiDAR-Daten und stereoskopischen Luftbildern. Jede grüne Linie ist ein liegendes Totholz. 69 Plots wurden entlang von zwei Gradienten ausgewählt: 1. Totholzmenge (von wenig (= blau) zu viel (= rot) Totholz) und 2. Vernetzung (von gut (=Dreieck) bis schlecht (=Kreis) vernetzt, zur einfacheren Darstellung ist der Gradient nicht dargestellt) (Quelle: Luftbild: 14.3.2014, Osterwalder, Lehmann – Ingenieure und Geometer AG).

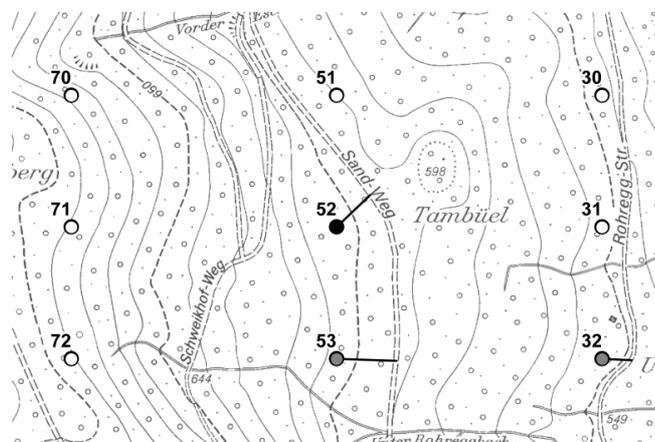
Wildnispark Zürich Sihlwald
Pilotprojekt Ökologische Infrastruktur
Massstab 1:160, bis 14 m

Plot Nr.: 52

Röhrchen gefunden: ja



GIS WPZ 17.11.2016



Quelle: GIS WPZ & ARE Kanton Zürich

Abbildung 4.3: Oben: Karte eines Plots der kantonalen Stichprobeninventur (10 m Radius, 314 m²), eingezeichnet sind alle Bäume (inkl. Art und BHD), die zwei Totholz-Stücke für die Untersuchung der Totholzpilze, Moose und Flechten (rot) und die Position der 2 Kreuzfensterfallen zur Untersuchung der Käfer (blaues x) die bei Totholzstrukturen (hellbraun) aufgehängt wurden. Unten links: Übersichtskarte wo sich der Plot im Sihlwald befindet. Unten rechts: Zugangsweg. (Quelle: GIS Wildnispark Zürich, Ronald Schmidt)

5. Xylobionte Käfer

Elena Haeler¹ & Thibault Lachat²

¹Berner Fachhochschule - HAFL, Länggasse 85, 3052 Zollikofen; elena.haeler@bfh.ch

²Berner Fachhochschule - HAFL, Länggasse 85, 3052 Zollikofen; thibault.lachat@bfh.ch

5.1. Einleitung

In der Schweiz sind über ein Viertel aller waldlebenden Tier- und Pflanzenarten von Totholz abhängig und bei den Käfern sind dies in der Schweiz über 1'700 Arten (Lachat et al., 2014). Zu den xylobionten Käfern zählen einerseits Arten, die sich von Totholz ernähren oder einen Teil ihres Lebens in totem Holz verbringen, andererseits auch Arten, die sich von anderen xylobionten Arten oder Totholzpilzen ernähren (Speight, 1989). Sie nehmen eine wichtige Rolle im Ökosystem Wald ein, da sie wesentlich zum Holzabbau beitragen. Durch die Abhängigkeit von Totholz, werden xylobionte Käfer in vielen Studien als Indikatoren für Waldstrukturen und für die Naturnähe von Wäldern herangezogen (Lachat et al., 2012; Müller et al., 2005). Mit zunehmender Totholzmenge entsteht nicht nur mehr Habitat, sondern auch eine grössere Habitatvielfalt, was zu artenreicheren Käfer-Gemeinschaften führt. Besonders in Artenmonitorings werden xylobionte Käfer daher immer wieder inkludiert, was sowohl einen nationalen (Naturwaldreservate-Monitoring), als auch einen internationalen Vergleich erlaubt (Holzinger et al., 2014; Köhler, 2009). Im Sihlwald gibt es zudem schon zwei Erhebungen von xylobionten Käfern, die - obwohl sie weniger umfangreich waren bzw. einen etwas anderen Focus hatten - eventuell einen ersten Aufschluss über die Entwicklung der letzten Jahre geben können (Lachat & Wermelinger, 2014; Schiegg, 1999).

5.2. Methoden

Kreuzfensterfallen

Die xylobionten Käfer wurden auf jedem Plot mit zwei Kreuzfensterfallen untersucht. Diese Fallen sind eine Standard-Methode zur Untersuchung von xylobionten Käfern und erfassen ein breites Artenspektrum, da die meisten Totholzkäfer flugfähig sind (Jörg Müller, 2005). Wir verwendeten die sogenannte Polytrap™ die von der École d'ingénieurs de Purpan in Toulouse entwickelt wurde und aus zwei im 90 Grad Winkel ineinander gesteckten durchsichtigen Plexiglasscheiben (42 * 70 cm) besteht (Abbildung 5.1). Unterhalb der beiden Scheiben führt ein durchsichtiger Trichter (Durchmesser = 45 cm) zu einem Fangbecher (Inhalt 1 l). Der Becher wird mit ca. 5 dl Fangflüssigkeit befüllt. Diese Fangflüssigkeit ist eine Wasserlösung mit 0.5% Rocima, einem antibakteriellem Mittel, das ein Zersetzen der Probe in der Falle verhindern soll.

Die zwei Fallen wurden zwischen zwei Bäumen oder - wenn die Bäume zu weit auseinander standen - an einem Holz-Galgen aufgehängt und direkt bei Totholz-Strukturen positioniert (bevorzugt Buchenholz). Durch die zwei Fallen konnten verschiedene Strukturen erfasst werden (z.B. stehendes und liegendes Totholz) und es können mehr Arten gefangen werden. Nach Parmain et al. (2013) werden durch eine zweite Falle 50% mehr Arten gefangen und bei seltenen Arten steigt die Artenzahl sogar um 75%. Auch ist es eine Absicherung, falls eine Falle ausfallen sollte.

Mindestens eine der Fallen befand sich innerhalb des 314 m²-Kreises, während die andere auch etwas weiter weg vom Zentrum innerhalb eines 1000 m²-Kreises positioniert werden konnte (siehe Kapitel 6.2). Es wurde darauf geachtet, dass die Fallen nicht zu nahe beieinander hingen.



Abbildung 5.1: Polytrap™ bei liegendem Totholz
(Bild: E. Haeler).

Durch die zwei Fallen auf 69 Plots gab es insgesamt 138 Fallen und 138 Insekten-Proben pro Leerungsrunde. Die Fallen waren von Ende April bis Mitte August im Wald und wurden in dieser Zeit fünf Mal geleert (etwa jede dritte Woche). Auf der rechten Sihlseite wurde eine Zwischenrunde eingelegt (mit verkürztem Intervall), da es im Hochsommer viele Aaskäfer in den Fallen hatte. In Summe ergaben sich daraus 720 Proben. Bei jeder Leerungsrunde wurde die Insekten-Probe der einzelnen Fallen separat in Alkohol aufbewahrt. Die Fallen wurden von grobem Schmutz und Laub befreit und der Becher mit frischer Fangflüssigkeit befüllt. Die alte Fangflüssigkeit wurde gesammelt und zur Entsorgung mitgenommen.

Sortieren + Bestimmen

Im Labor wurden alle Käfer aus den Proben heraus sortiert. Dazu wird zuerst die Probe, die noch alle Insekten enthält, auf einem Sieb mit etwas Wasser abgespült. Anschliessend werden in einer Sortierschale alle Käfer, die mit freiem Auge sichtbar sind, heraus gesammelt und störende grössere Pflanzenteile werden entfernt. Aaskäfer (vor allem *Nicrophorus sp.*) werden nicht in den Käfer-Proben belassen, sondern gezählt und entsorgt. Um kleine Käfer zu finden wird die Probe noch unter dem Binokular kontrolliert. Die Käfer werden in Alkohol (70%) aufbewahrt. Auch der Rest der Probe (alle Nicht-Käfer) wird in Alkohol aufbewahrt und wird aufgehoben, was eine spätere Untersuchung der übrigen Artengruppen ermöglicht.

Die Käfer-Proben werden dann von einem Experten bestimmt. Die Zuteilung, ob eine gefundene Art xylobiont ist oder nicht, erfolgt im Nachhinein über Literaturangaben.

Leistungen

Das Aufhängen, regelmässige Leeren und das Abbauen der Fallen nahm in der Summe ungefähr 38 Arbeitstage in Anspruch. Eine Leerungsrunde konnte innerhalb von 4-5 (langen) Tagen durchgeführt werden. Das Sortieren der 720 Proben wird schätzungsweise 75 Tage in Anspruch nehmen. Die Artenbestimmungen werden im Rahmen einer Zusammenarbeit mit der ZHAW durchgeführt und werden ca. 30 Arbeitstage dauern.

5.3. Ergebnisse

Da die Insektenproben derzeit noch sortiert und bestimmt werden, können hier noch keine Ergebnisse präsentiert werden. Die Resultate werden im wissenschaftlichen Schlussbericht, der bis Ende 2018 erstellt wird, dargelegt.

5.4. Diskussion

Kreuzfensterfallen, wie die hier verwendete Polytrap™, haben sich als Standard in Europa etabliert, haben dadurch eine hohe Vergleichbarkeit (Jörg Müller et al., 2013) und wurden auch in Schweizer Studien erfolgreich angewendet (Huber, 2014; Thibault Lachat & Wermelinger, 2014). Neben der erzielten Vergleichbarkeit mit anderen Studien (unter anderem mit dem Monitoring in Naturwaldreservaten), hat sich die Verwendung der Polytrap™ für die Aufnahmen der Totholzkäfer im Sihlwald auch sonst bewährt. Durch das geringe Gewicht und die einfache Handhabung, konnte sie gut transportiert und aufgebaut werden.

Die Installation von zwei Fallen pro Plot sollte in zukünftigen Studien beibehalten werden. Dadurch können verschiedene Totholzstrukturen abgedeckt werden, und es ist eine Absicherung, falls es auf einem Plot zu einem Verlust einer der Fallen (und daher der Probe) kommt. Da kein neuer Plot begangen werden muss, ist der Aufwand von zwei Fallen nicht sehr viel grösser als bei einer Falle.

Ob für die Untersuchung der xylobionten Käfer vielleicht Stichproben weggelassen werden können oder besser mehr Punkte inkludiert werden sollte, wird sich anhand der noch ausstehenden Analysen abschätzen lassen.

Um eine Erweiterung des Artenspektrums zu erzielen, könnte zusätzlich ein Handfang durchgeführt werden. Beim Handfang handelt sich um eine qualitative Methode, die als Ergänzung zu Fallen zu verstehen ist, da ergänzende Arten gefunden werden können. Einerseits, da zusätzlich zu den flugaktiven Arten, deren Spektrum durch die Flugfallen abgedeckt ist, flugunfähige und kryptische Arten erhoben werden können. Andererseits werden besonders seltene und bedrohte Arten erfasst, die in den Fallen oft unterrepräsentiert sind, da ihr Vorkommen in diesen eher zufällig ist (Martikainen & Kaila, 2004; Martikainen & Kouki, 2003). Die Integration eines Handfangs führt allerdings zu einem nicht unwesentlichen Mehraufwand an Arbeitstagen im Feld, könnte jedoch auf spezielle Strukturen beschränkt werden.

6. Totholzbewohnende Pilze

Stefan Blaser

Eidg. Forschungsanstalt WSL, Zürcherstrasse 111, 8903 Birmensdorf; stefan.blaser@wsl.ch

6.1. Einleitung

Ein sehr zentraler, struktureller Unterschied zwischen genutzten und ungenutzten Wäldern ist die Art (Grösse), Menge (Anzahl Totholzstücke) und die zeitliche Kontinuität von Totholz. Das Totholzangebot in genutzten Wäldern ist zumeist gering und umfasst vor allem kleine Totholzelemente. Ein Nutzungsverzicht, wie er im Sihlwald vollzogen wurde, führt nach und nach zu einem hohen, räumlich und zeitlich kontinuierlichen Totholzangebot. Um langfristige Veränderungen der Waldbiodiversität während dieses Prozesses zu erfassen, sind demnach totholzabhängige Organismengruppen optimal geeignet. Eine sehr wichtige Rolle spielt Totholz für die Pilzdiversität im Wald. So sind in der Schweiz rund 2700 von 8800 nachgewiesenen Pilzarten auf Totholz angewiesen. Mit dem Abbau des Totholzes erfüllen diese Organismen eine zentrale Funktion im natürlichen Stoffkreislauf des Waldes. Einige Totholz-Pilzarten sind besonders auf grobes Totholz (dicke Baumstämme) und natürliche Sterbeprozesse im Wald angewiesen. Diese Arten können daher direkte Hinweise auf die Habitatqualität beziehungsweise die Natürlichkeit des Waldes geben. Die Integration der Totholzpilze in ein Langzeitmonitoring ist somit ein wichtiger Bestandteil für die Beurteilung der Veränderungen im Naturwaldreservat Sihlwald.

6.2. Methoden

Die Erhebungen der saprophytischen Pilze wurden zwei Mal durchgeführt, einmal im Herbst 2016 und einmal im Frühjahr 2017.

Fruchtkörpererfassung auf ausgewählten Totholzstücken

Totholzauswahl

Auf jeder Stichprobenfläche wurden zwei Totholzstücke für eine komplette Fruchtkörperaufnahme ausgewählt:

1. Das grösste Holzstück (nach Volumen), welches wenigstens teilweise auf der 1000 m² Kreisfläche lag. Waren mehrere Stücke vorhanden, unter welchen keine rasche, eindeutige Wahl getroffen werden konnte, wurde das gewählt, welches näher am Stichprobenmittelpunkt lag.
2. Ein Totholzstück mit einem mittleren Durchmesser von mindestens 7 cm und höchstens 12 cm und wenigstens 1 m Länge. Aus allen möglichen Totholzstücken wurde zufällig eines ausgewählt. Dazu wurde eine Zufallszahl zwischen 0 und 360 als Gradzahl für die Himmelsrichtung ermittelt. Das erste Holzstück nach obigen Vorgaben, welches den Transekt in diese Richtung schnitt, wurde gewählt. War in

dieser Richtung kein Holzstück zu finden, wurde nach Zufall entweder im Uhrzeiger oder gegen den Uhrzeigersinn weitergesucht, bis ein Stück gefunden wurde. War auf dem Plot kein den Vorgaben entsprechendes Stück vorhanden, wurde das den Vorgaben am nächsten kommende Stück ausgewählt.

Von den ausgewählten Totholzstücken wurde die Lage bestimmt (Distanz und Himmelsrichtung vom Stichprobenmittelpunkt, sowie die Ausrichtung des Holzstückes), die Dimension gemessen (Länge und mittlerer Durchmesser), die Baumart notiert und der Zerfallsgrad geschätzt. Die Holzstücke wurden im Herbst mit einer Plastikplakette markiert, um eine sichere Identifikation derselben Holzstücke im Frühjahr zu gewährleisten und um die Stücke für die Moos- und Flechtenaufnahmen zu kennzeichnen.

Fruchtkörpererfassung

Die Fruchtkörper wurden auf den beiden ausgewählten Holzstücken einmal im Herbst 2016 und einmal im Frühling 2017 erfasst. Berücksichtigt wurden in der Untersuchung alle Ständerpilzarten (Basidiomycetes) und ein Teil der Schlauchpilzarten (Ascomycetes). Bei den Schlauchpilzen wurden jene berücksichtigt, deren Einzelfruchtkörper oder Sammelfruchtkörper wenigstens 0.5 cm im Durchmesser messen, und die damit ziemlich zuverlässig gefunden werden konnten. Es fallen dadurch viele kleine und kleinste Arten weg, bei denen sowohl das Finden, wie auch das Bestimmen meist schwierig ist. Vor Ort bestimmbare Arten wurden im Feld notiert. Von allen anderen Arten wurde eine Probe entnommen, diese mit einem Trocknungsgerät getrocknet und später mit Hilfe mikroskopischer Merkmale bestimmt.

Fruchtkörpererfassung auf der 1000 m² Stichprobenfläche

Nach der Fruchtkörpererfassung auf dem ausgewählten Totholz, wurde jeweils noch eine Fruchtkörpererfassung von einem reduzierten Artenset auf einer 1000 m² Kreisfläche durchgeführt. Es wurde eine grössere Fläche gewählt als die Fläche der Stichprobeninventur, da Totholz sehr verstreut auftritt und auf manchen Flächen fast fehlte. Die saprophytischen Pilze hätten sonst nicht ausreichend erfasst werden können. Bei der Erfassung wurden folgende Arten berücksichtigt:

- Alle poroiden Arten (Arten mit poroider Ausformung der Fruchtschicht)
- Alle stereoiden Arten (Stereum, Chondrostereum, Laxitextum, Hymenochaete...)
- Die 21 Arten, welche von Christensen et al. 2004 als Indikatorarten von natürlichen Buchenwäldern vorgeschlagen wurden.

Es handelt sich bei den hier einbezogenen Arten um solche, die vorwiegend recht grosse, sehr oft im Feld bestimmbare, sowie oft auch ausdauernde (Wochen bis Jahre) Fruchtkörper bilden. Diese Arten können daher mit einem recht geringen Zusatzaufwand auf der gesamten Fläche ermittelt werden.

Es wurde auf jeder Fläche für maximal 30 Minuten nach den entsprechenden Arten gesucht. War vorher schon alles verfügbare Totholz abgesucht, wurde die Suche beendet. Bei der Suche wurden keine Holzstücke umgedreht, um grosse, nicht drehbare und kleine, drehbare Holzstücke gleichartig abzusuchen. Ein grosser Teil dieser Arten konnte im Feld bestimmt und

notiert werden. Von allen anderen wurden Proben genommen, getrocknet und später mikroskopisch nachbestimmt.

Für die Bestimmung der Arten wurden, nebst einiger weiterer Spezialliteratur, vor allem die Arbeiten von Breitenbach und Kränzlin 1984-2000, Bernicchia & Gorjon 2010, Eriksson & Ryvarden 1973-1984, Melo und Ryvarden 2014 sowie Krieglsteiner & Kaiser 2000 verwendet. Die Nomenklatur richtet sich an den bei SwissFungi im Oktober 2017 verwendeten Namen (Senn-Irlet et al. 2016). Dies erleichtert die Übernahme der Daten in die Datenbank bei SwissFungi, sowie auch das Aufrufen der Informationen zu den Arten (insbesondere Verbreitungskarte) unter www.swissfungi.ch.

Leistungen

Die Feldarbeiten wurden so kompakt wie möglich, erstmals während der optimalen Fruktifikationszeit im Herbst 2016, danach Anfang Juni 2017, vor der üblichen Sommer-trockenperiode, durchgeführt. Die Bestimmungsarbeit wurde in der Folge über längere Zeiträume nach Gelegenheit durchgeführt. Im Herbst dauerte die Feldarbeit 21 Tage, im Frühjahr 9 Tage. Das Nachbestimmen der Proben im Labor kam auf 20 bzw. 7 Arbeitstage.

6.3. Ergebnisse

Artenzahlen

Auf 69 Stichprobenflächen konnten total 407 Arten nachgewiesen werden, wobei bei 11 Arten die Artbestimmung unsicher war (Artenliste siehe Kapitel 11.1). Die Artenzahl pro Stichprobenfläche variierte zwischen 8 und 62 mit einem Mittelwert von 29.4 ± 11.2 ($\pm s$) Arten. Ein Drittel der Stichprobenflächen weist zwischen 21 und 30 Arten auf (Abbildung 6.1). Lediglich eine Stichprobe weist weniger als 11 Arten und 4 Stichproben weisen mehr als 50 Arten auf. Bei der Suche auf der gesamten 1000 m² Fläche wurden im Mittel 4.9 ± 2.8 ($\pm s$) zusätzliche Arten gefunden. Im Durchschnitt wurde die Artenzahl pro Stichprobe dadurch also um knapp 17% erhöht.

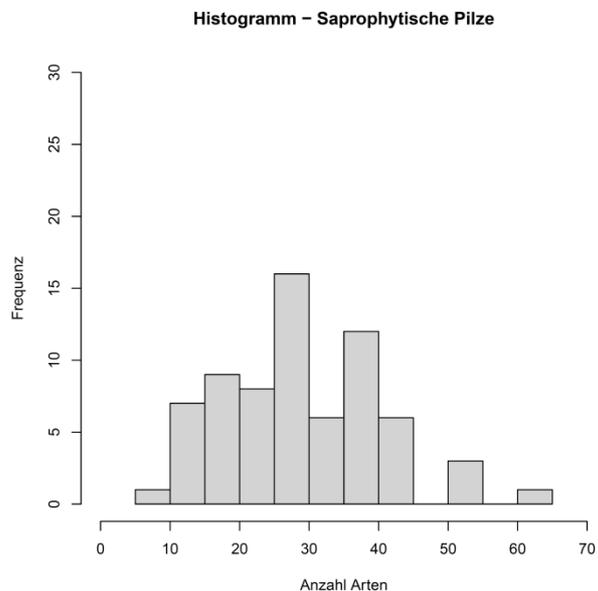


Abbildung 6.1: Anzahl der Stichprobenflächen mit einer bestimmten Anzahl Arten.

Ein Grossteil der Arten wurde nur ein oder wenige Male gefunden. So wurden 154 Arten nur auf einer Stichprobenfläche gefunden, 54 Arten auf zwei. Insgesamt wurden 285 Arten (72%) in weniger als 6 Stichprobenflächen gefunden und 60 Arten (15%) auf mehr als 10 Stichprobenflächen. Dieses Muster mit zahlreichen selten auftretenden und wenig häufig auftretenden Arten ist typisch für die Organismengruppe und wird bei entsprechenden

Untersuchungen konstant gefunden. Die drei stetigsten Arten (Abbildung 6.2) waren *Scopuloides rimosa* (40 Stichprobeflächen), *Ascocoryne cylichnium* (34 Stichprobeflächen) und *Skeletocutis nivea* (34 Stichprobeflächen).



Abbildung 6.2: Die drei stetigsten Arten *Scopuloides rimosa* (40 Stichprobeflächen; Links), *Skeletocutis nivea* (34 Stichprobeflächen; Mitte) und *Ascocoryne cylichnium* (34 Stichprobeflächen; Rechts) (Bilder: S. Blaser).

Übersichtskarte – Artenzahl pro Plot

Betrachtet man den Artenreichtum der einzelnen Stichprobenflächen bezüglich deren geografischer Lokalisierung im Sihlwald, ist kein offensichtliches Muster zu erkennen, welches besonders artenreiche oder artenarme Teilgebiete erkennen liesse (Abbildung 6.3). Anzumerken ist höchstens, dass alle vier Flächen mit über 50 Arten in der Kernzone lokalisiert sind. Die grosse Variabilität der Artenzahl oft innerhalb einer kleinen Waldfläche zeigt aber, dass hier die lokalen, stichprobenbezogenen Faktoren sehr stark wiegen. Wichtige Faktoren sind dabei die Grösse der beprobten Holzstücke (besonders des grössten Holzstücks \approx Lebensraumgrösse), der Zerfallsgrad der Holzstücke (höchste Artenzahl im mittleren Abbaustadium), sowie die Gesamtmenge und Zusammensetzung an Holz auf der ganzen Stichprobenfläche (\rightarrow Anzahl Arten bei der Flächensuche). Interessanter wird hier auf jeden Fall eine später folgende, statistische Auswertung, welche alle 69 Stichprobenflächen einbezieht und damit übergeordnete Effekte aus der starken Streuung isolieren und aufzeigen könnte.

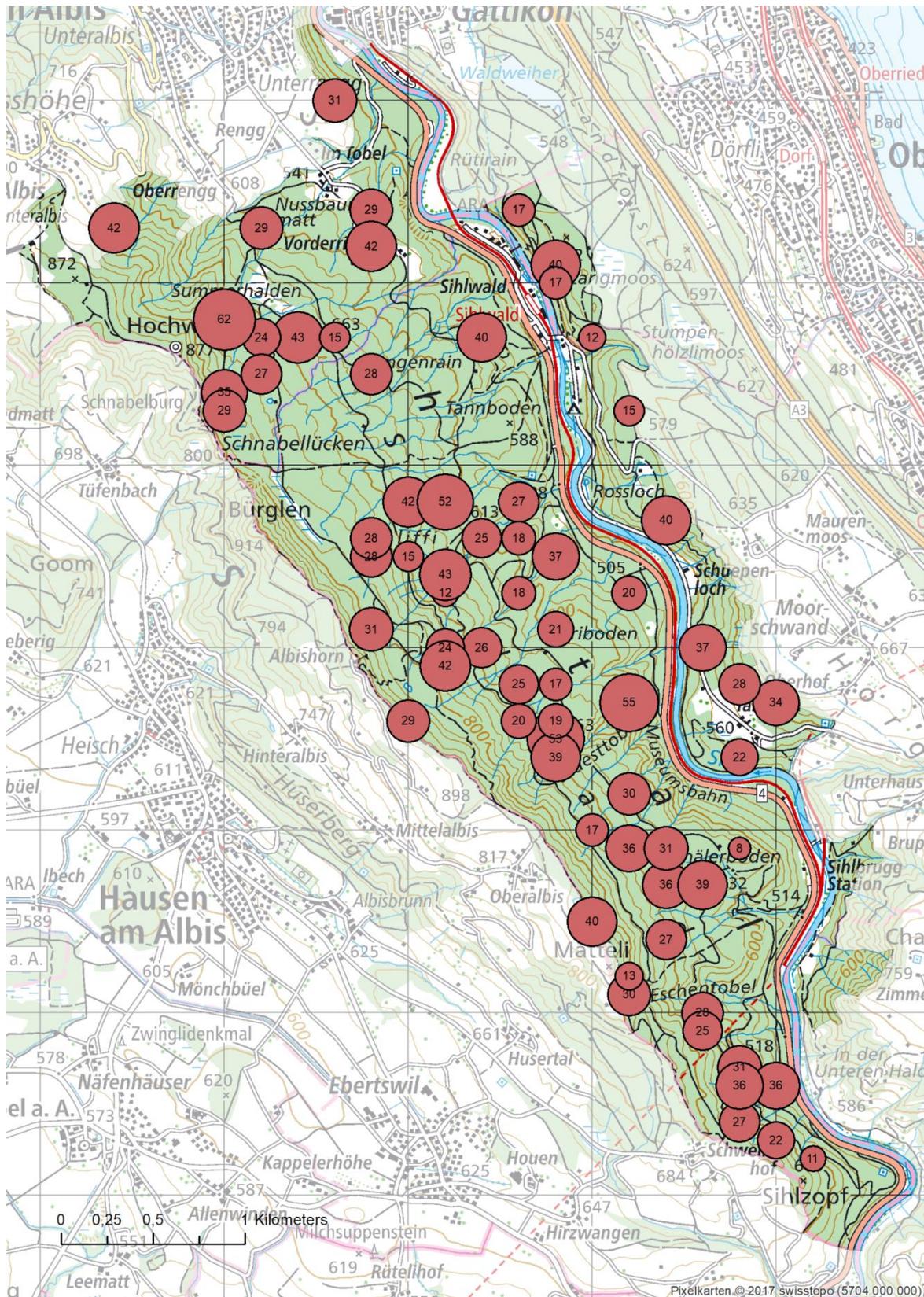


Abbildung 6.3: Räumliche Verteilung der Pilzartenzahlen (Plots plus Totholzstücke) im Sihlwald. (Quelle: Pixelkarten © 2017 swisstopo (5704 000 000))

Arten-Akkumulationskurve

Die Arten-Akkumulationskurve (Abbildung 6.4) zeigt bei 69 Stichproben keine deutliche Sättigung. Die geschätzte Artenzahl (Chao2) liegt daher mit knapp 600 Arten um etwa ein Drittel höher als die gefundene. Dieses Muster lässt sich recht gut mit dem typischen Auftretensmuster der Arten (Stetigkeit) erklären, wobei viele Arten sehr sporadisch auftreten. Dieses sporadische Auftreten wiederum ist zumindest teilweise dadurch zu erklären, dass die Arten über die Baumart, den Zerfallsgrad, die Grösse/Stärke der Holzstücke, das Feuchteangebot und wahrscheinlich noch weitere, physikalische/chemische oder konkurrenzbedingte Prozesse sehr fein eingemischt sind. Es müssen daher zahlreiche Holzstücke mit entsprechender Kombination dieser Eigenschaften abgesucht werden, um die gesamte Artenvielfalt erfassen zu können.

Arten-Akkumulationskurven

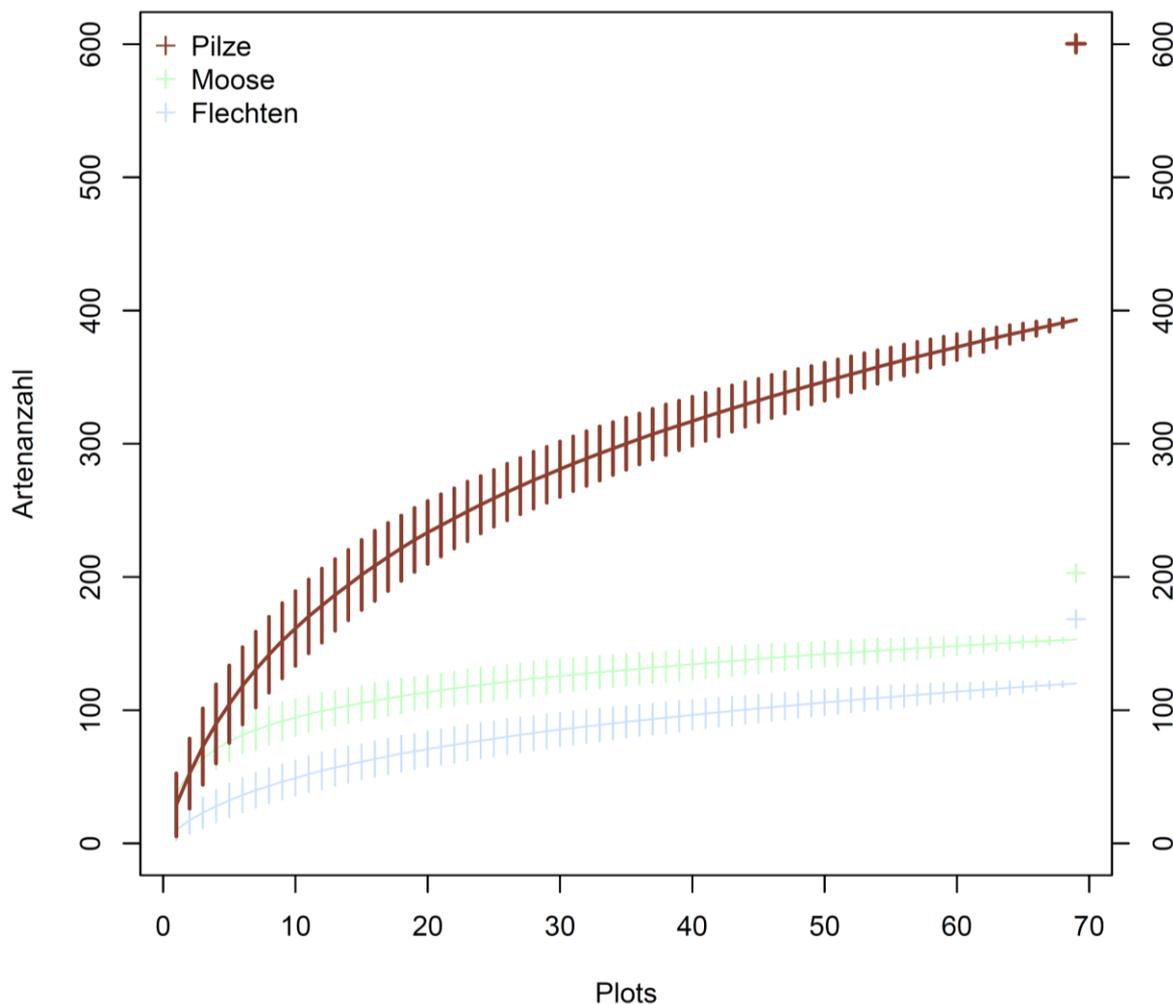


Abbildung 6.4: Arten-Akkumulationskurve über die 69 Stichprobenflächen. Das schwarze Kreuz zeigt die geschätzte Artenzahl im Gebiet (Chao 2). Es wurden nur sicher bestimmte Arten in die Berechnung mit einbezogen.

6.4. Besondere Arten

Rote Liste Arten

Es wurden insgesamt 40 in der Roten Liste aufgeführte Arten gefunden, darunter eine vom Aussterben bedrohte (CR), 8 stark gefährdete und 31 verletzte Arten (Tabelle 6.1). Einige dieser Arten sollen nachfolgend vorgestellt werden.

Lilafarbener Weichporling - *Skeletocutis lilacina*

Bei der vom Aussterben bedrohten Art handelt es sich um einen freudig lila gefärbten Porling mit bisher lediglich elf Nachweisen in der Schweiz. Er besiedelt Stämme und Äste von verschiedenem Nadelholz. Die Gründe für seine Seltenheit sind bisher unklar, da auch seine ökologischen Ansprüche gerade wegen dieser Seltenheit wenig bekannt sind.

Laubholz-Harzporling - *Ischnoderma resinosum*

Bei dieser EN-Art handelt es sich um einen bis zu 15 cm grossen, auffälligen Porling der Laubholz, insbesondere dicke Buchenstämme, besiedelt. Trotz seiner auffälligen Erscheinung liegen schweizweit bisher lediglich 23 Nachweise vor. Die Art wird als Indikatorart für naturnahen Buchenwald genannt (Christensen et al. 2004).

Fleckender Harzporling - *Ceriporiopsis gilvescens*

Wie der Laubholz-Harzporling ist der Fleckende Harzporling (EN) eine Indikatorart für naturnahen Buchenwälder (Christensen et al. 2004) und wächst daher insbesondere auf dicken Buchenstämmen. Er bildet recht dünne, anliegende, poroide, weissliche Fruchtkörper, die sich auf Druck nach einiger Zeit rosa verfärben. Die 44 bisherigen Nachweise in der Schweiz unterstreichen die Seltenheit der Art.

Orangebrauner Flockenschüppling - *Flammulaster limulatus*

Die leuchtend orangefarbenen Fruchtkörper dieser Lamellenpilze erreichen Hutdurchmesser von maximal etwa drei Zentimetern. Von der als verletzlich (VU) eingestuften Art liegen bisher 53 Nachweise in der Schweiz vor. Wie vorige Arten wird auch diese, fast nur auf dickeren Buchenstämmen wachsende, Art als Indikatorart für naturnahen Buchenwald bei Christensen et al. 2004 aufgeführt. Sie wurde im Sihlwald auf sechs Stichprobenflächen gefunden.

Ohrlöffel-Muscheling - *Hohenbuehelia auriscalpium*

Diese seltene Art besiedelt bevorzugt dicke Buchenstämme. Die meist nur bis etwa 2 Zentimeter Durchmesser messenden, spatelförmigen, weissen, seitlich gestielten Hüte tragen auf der Unterseite Lamellen. Die mit 13 Nachweisen in der Schweiz höchst seltene VU-Art wurde bei Christensen et al. 2004 als Indikatorart für naturnahen Buchenwald genannt.

Dorniger Stachelbart - *Creolophus cirrhatus*

Diese grosse, weisse, charakteristische Art erreicht Gesamtdurchmesser von bis zu 25 cm. Die Oberseite trägt locker angeordnete, dornartige Auswüchse, die Unterseite ist sehr dicht mit mehreren Millimeter langen Stacheln besetzt. Die als verletzlich (VU) eingestufte Art wurde in der Schweiz bisher 90 Mal, meist auf Buche nachgewiesen, wobei sie dicke Stämme stark bevorzugt. Die sehr nahe verwandten, ebenfalls auffälligen Arten Ästiger Stachelbart (*Hericium coralloides*; VU) und Igel-Stachelbart (*Hericium erinaceum*; EN), welche Indikatoren

des naturnahen Buchenwaldes sind (Christensen et al. 2004), konnten bisher nicht nachgewiesen werden.



Abbildung 6.5: a: Lilafarbener Weichporling - *Skeletocutis lilacina*, b: Laubholz-Harzporling - *Ischnoderma resinosum*, c: Fleckender Harzporling - *Ceriporiopsis gilvescens*, d: Orangebrauner Flockenschüppling - *Flammulaster limulatus*, e: Ohrlöffel-Muscheling - *Hohenbuehelia auriscalpium*, f: Dorniger Stachelbart - *Creolophus cirrhatius* (Bilder: S. Blaser).

Tabelle 6.1: Übersicht über die Rote-Liste Arten. In der letzten Spalte ist die Anzahl an bisherigen Fundnachweise in der Schweiz angegeben (¹SwissFungi; Senn-Irlet et al. 2016; Stand Oktober 2017).

Art ¹	Plotfrequenz	RL-Status	Priorität CH	# Nachweise CH
<i>Agrocybe firma</i>	1	VU	4	56
<i>Amylostereum laevigatum</i>	1	VU	4	89
<i>Artomyces pyxidatus</i>	1	VU	4	119
<i>Boidinia furfuracea</i>	3	VU	4	102
<i>Ceriporiopsis gilvescens</i>	1	EN	3	44
<i>Clavulicium macounii</i>	2	EN	2	57
<i>Creolophus cirrhatus</i>	1	VU	4	90
<i>Dacryobolus sudans</i>	2	VU	4	108
<i>Flammulaster limulatus</i>	6	VU	4	53
<i>Galzinia incrustans</i>	1	VU	4	14
<i>Gloeocystidiellum lactescens</i>	4	VU	4	52
<i>Hohenbuehelia auriscalpium</i>	1	VU	4	13
<i>Hydropus atramentosus</i>	1	EN	3	48
<i>Hymenochaete cruenta</i>	1	VU	3	205
<i>Hyphodontia abieticola</i>	1	VU	4	60
<i>Hyphodontia spathulata</i>	21	VU	4	126
<i>Hypoxylon serpens</i>	12	EN	3	59
<i>Ischnoderma resinsum</i>	1	EN	3	23
<i>Litschauerella clematidis</i>	2	VU	4	54
<i>Mucronella calva</i>	3	VU	4	46
<i>Oxyporus latemarginatus</i>	2	EN	3	23
<i>Phanerochaete leprosa</i>	1	VU	4	59
<i>Phlebiella vaga</i>	17	VU	4	1131
<i>Pholiota tuberculosa</i>	1	VU	4	71
<i>Pluteus luctuosus</i>	1	VU	4	61
<i>Protodontia piceicola</i>	1	VU	4	40
<i>Sebacina dimitica</i>	4	VU	4	96
<i>Simocybe haustellaris</i>	2	VU	4	58
<i>Simocybe sumptuosa</i>	2	VU	4	38
<i>Sistotremastrum niveocremeum</i>	3	VU	4	77
<i>Skeletocutis lilacina</i>	1	CR	1	11
<i>Steccherinum bourdotii</i>	4	EN	3	73
<i>Trechispora confinis</i>	1	VU	4	23
<i>Trechispora microspora</i>	10	VU	4	150
<i>Trechispora stellulata</i>	1	VU	4	26
<i>Tulasnella eichleriana</i>	12	VU	4	59
<i>Tylospora asterophora</i>	4	VU	4	64
<i>Tyromyces placenta</i>	1	VU	4	70

Xenasma pruinatum	1	EN	3	61
Xenasma pulverulentum	7	VU	4	31

Geschützte Pilzarten

Lediglich 12 Pilzarten stehen in der Schweiz unter Schutz. Davon könnte aus ökologischer Sicht nur der Orangerote Dachpilz (*Pluteus aurantiorugosus*, EN) auf Totholz vorkommen. Die sehr seltene Art mit anhin lediglich 11 Nachweisen in der Schweiz konnte im Sihlwald bisher nicht nachgewiesen werden.

Indikatorarten

Christensen et al. 2004 haben für Buchenwälder eine Liste von 21 Indikatorarten vorgeschlagen, die sich eignen um eine gute Habitatqualität oder Natürlichkeit der Wälder anzuzeigen. Im Sihlwald wurden 7 der 21 Arten nachgewiesen (Tabelle 6.2). Alle Indikatorarten werden entweder bei den Rote-Liste Arten oder bei den übrigen, seltenen Arten im Kurzportrait vorgestellt.

Tabelle 6.2: Die 21 Indikatorarten für Buchenwälder hoher Habitatqualität nach Christensen et al. 2004. Angegeben sind die Anzahl der Nachweise im Sihlwald und in der Schweiz (SwissFungi; Senn-Irlet et al. 2016; Stand Oktober 2017).

Art	# Nachweise Sihlwald	# Nachweise CH
<i>Aurantioporus alborubescens</i>		0
<i>Camarops tubulina</i>	7	6
<i>Ceriporiopsis gilvescens</i>	1	42
<i>Ceriporiopsis pannocincta</i>		10
<i>Climacodon septentrionalis</i>		0
<i>Dentipellis fragilis</i>		36
<i>Flammulaster limulatus</i>	6	39
<i>Flammulaster muricatus</i>		11
<i>Ganoderma pfeifferi</i>		3
<i>Hericium coralloides</i>		28
<i>Hericium erinaceum</i>		18
<i>Hohenbuehelia auriscalpium</i>	1	11
<i>Inonotus cuticularis</i>		21
<i>Ischnoderma resinosum</i>	1	22
<i>Lentinellus ursinus</i>		45
<i>Lentinellus vulpinus</i>		6
<i>Mycoacia nothofagi</i>	1	9
<i>Ossicaulis lignatilis</i>		34
<i>Pholiota squarrosoides</i>		1
<i>Pluteus umbrosus</i>	1	55
<i>Spongipellis delectans</i>		0

Seltene Pilzarten und Erstnachweise für die Schweiz

In der Roten Liste sind nur Arten mit genügender Datenbasis enthalten. In dieser Untersuchung wurden zahlreiche Arten nachgewiesen, welche bisher gar nicht oder nur wenige Male in der Schweiz nachgewiesen wurden (Datenbasis: SwissFungi; Senn-Irlet et al. 2016) und deren Datengrundlage daher für eine Rote Liste-Beurteilung nicht ausreichend ist. Ein Grund für die wenigen Nachweise ist sicher die ungenügende Beachtung und Bearbeitung dieser Arten (viele davon sind äusserst unscheinbare, dünne Überzüge auf dem Holz). Es ist aber sehr wahrscheinlich, dass einige dieser Arten sehr selten und möglicherweise auch gefährdet sind. Für 5 Arten waren bisher keine Nachweise für die Schweiz bekannt (Tabelle 6.3), für weitere 25 Arten weniger als 5 Nachweise. Einige dieser Arten werden nachfolgend vorgestellt.

Tabelle 6.3: Die 5 bisher nicht in der Schweiz nachgewiesenen Arten (Datenbasis: SwissFungi; Senn-Irlet et al. 2016).

Art	# Nachweise Sihlwald	Bemerkungen
<i>Achroomyces vestitus</i>	1	1 Nachweis FL
<i>Ceriporia mellita</i>	1	
<i>Hyphoderma probatum</i>	1	
<i>Phlebia jurassica</i>	1	
<i>Repetobasidium vestitum</i>	1	

Zitronengelbe Tramete - *Antrodiella citrinella*

Der dünne, am Substrat anliegende Porling mit lebhaft gelber Farbe erreicht meist nur Durchmesser von wenigen Zentimetern (Abbildung 6.6). Die Art ist nur dort zu finden, wo der häufige Rotrandige Baumschwamm (*Fomitopsis pinicola*) das Holz besiedelt, oft neben oder auf alten Fruchtkörpern des desselben. Bisher wurde die Art 6 Mal in der Schweiz gefunden. Der früheste Fund stammt aus dem Jahre 2014. Davor scheint die Art gefehlt zu haben, weshalb sie in der Roten Liste nicht evaluiert ist (NE). Die Art wurde von Holec 2003 als «Urwaldart» bezeichnet und ist damit auch als starker Naturnähezeiger zu betrachten. *Antrodiella citrinella* erscheint bevorzugt im Spätherbst auf meist dickeren Nadelholzstämmen (selten Laubholz), welche in fortgeschrittener Braunfäulezersetzung (durch *Fomitopsis pinicola*) sind.



Abbildung 6.6: Die Zitronengelbe Tramete (*Antrodiella citrinella*) Links: Am Standort zusammen mit alten Fruchtkörpern von *Fomitopsis pinicola*. Rechts: Grossaufnahme eines Fruchtkörpers (Bilder: S. Blaser).

Scheinbuchen-Fadenstachelpilz - *Mycoacia nothofagi*

Die Art bildet düster braun gefärbte, flächig ausgebreitete, dünne Fruchtkörper, die mit bis zu 7 mm langen zylindrischen bis abgeplatteten Stacheln besetzt ist. Sie wächst bevorzugt auf dicken Buchenstämmen. Die Art ist bisher lediglich 11 Mal in der Schweiz nachgewiesen worden, was eine ungenügende Datengrundlage für die Rote Liste bildet (DD). Bei Christensen et al. 2004 gehört die Art zu den 21 ausgewählten Indikatorarten für naturnahen Buchenwald.

Schwarzflockiger Dachpilz - *Pluteus umbrosus*

Die Dachpilze (*Pluteus* sp.) sind eine recht artenreiche Gattung von Totholzbesiedlern. Der Schwarzflockige Dachpilz (NT) gehört mit bisher 56 Nachweisen zu den seltenen und durch seine feinflockige, runzelige Hutoberseite auch zu den auffälligen Arten. Er bevorzugt dickes, stärker abgebautes Totholz und findet sich auf der Liste von Indikatorarten für naturnahen Buchenwald nach Christensen et al. 2004.

Camarops tubulina

Die bisher vorgestellten Arten gehören zu den Ständerpilzen. *Camarops tubulina* ist ein Vertreter der Schlauchpilze. Die teils im Holz eingesenkten Fruchtkörper sind oberflächlich als oft glänzend-schleimig überzogene, schwarze, etwas erhabene Krusten auszumachen. Die Art besiedelt generell dickes Stammholz, insbesondere von Fichte und Tanne, seltener auch Buche. Von dieser als Indikatorart für naturnahen Buchenwald gelisteten Art (Christensen et al. 2004) liegen bisher nur 8 Fundnachweise in der Schweiz vor. Dies liegt einerseits an ihrer Seltenheit, andererseits auch an ihrer Unbekanntheit und Unauffälligkeit. Im Sihlwald wurde die Art auf 7 Stichprobenflächen gefunden. Es zeigt sich somit ein markant häufiges Auftreten dieser eigentlich sehr seltenen Art im Sihlwald.

Ceriporia mellita

Diese Art bildet lachsfarbene, dünne, wachsartige, weiche, poroide Fruchtkörper auf Laubholz. Die Verbreitung der Art ist noch unklar, da sie in der gängigen Bestimmungsliteratur (etwa Breitenbach und Kränzlin 1984-2000) nicht aufgeführt ist und daher wahrscheinlich hin und wieder mit ähnlichen, nahe verwandten Arten (z.B. *Ceriporia purpurea*) verwechselt wurde.



Phlebia jurassica

Die dünnen, krustenförmigen, ockerfarbenen, warzigen Fruchtkörper sind mit wenigen Zentimetern Durchmesser recht unscheinbar. Zudem werden Pilzarten mit diesem Fruchtkörpertyp („Rindenpilze“) von vergleichsweise wenigen Experten gesammelt und bestimmt. Dass die Art selten ist steht jedoch fest, auch wenn die Nachweisrate sicher beträchtlich geringer ist, als bei Arten mit auffälligen, grossen Pilzfruchtkörpern.

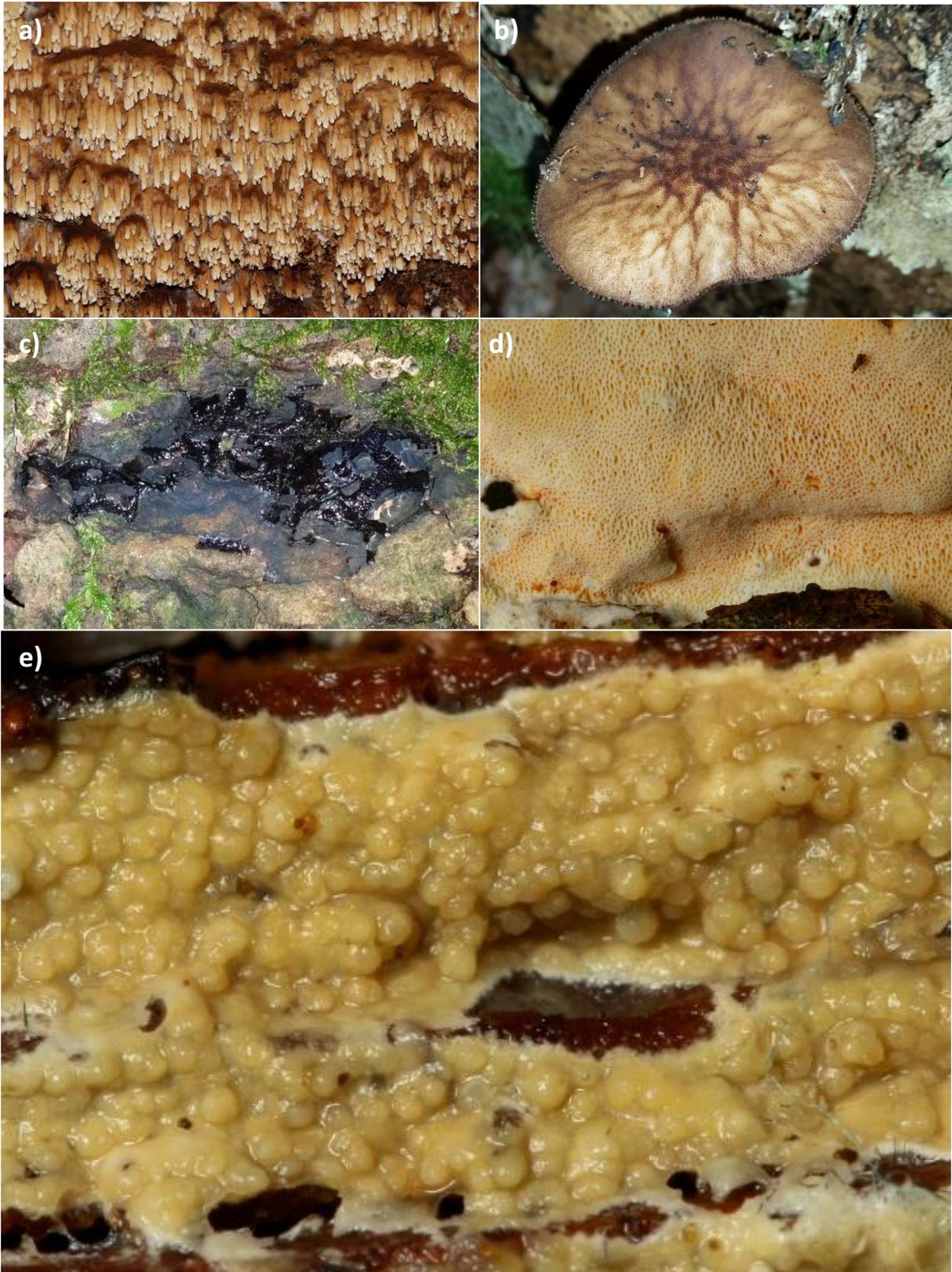


Abbildung 6.7: Scheinbuchen-Fadenstachelpilz - *Mycoacia nothofagi*, b: Schwarzflockiger Dachpilz - *Pluteus umbrosus*, c: *Camarops tubulina*, d: *Ceriporia mellita*, e: *Phlebia jurassica*

6.5. Diskussion

Die Felderfahrungen für die angewendete Methode sind gut. Bei der Flächensuche konnten knapp 17% zusätzliche Arten gefunden werden (siehe 2b), was durch den recht geringen Mehraufwand (kaum Nachbestimmungsarbeit) durchaus gerechtfertigt erscheint. Zudem ist anzumerken, dass zum Beispiel die gefährdeten Arten Lilafarbener Weichporling (*Skeletocutis lilacina*; CR) oder Laubholz-Harzporling (*Ischnoderma resinosum*; EN) lediglich im Rahmen dieser Flächensuche gefunden wurden.

Die Auswahl von lediglich zwei Totholzstücken pro Stichprobenfläche mag die tatsächliche Artenzahl pro Stichprobenfläche sicherlich nicht erfassen, besonders dann, wenn viel Totholz vorhanden ist. Es gibt aber gute Gründe, diese Methode zu unterstützen:

- Vergleiche zwischen den Probeflächen können durch die einheitliche Methode problemlos durchgeführt werden
- Eine Erhöhung der Anzahl untersuchter Holzstücke würde den Gesamtaufwand rasch deutlich erhöhen (doppelt so viele Totholzstücke = doppelter Nachbestimmungsaufwand)
- Auf etlichen Probeflächen umfassten die untersuchten Holzstücke bereits alles oder fast alles Totholz mit einem Durchmesser von wenigstens 7 cm.
- Ein wichtiger Fokus der Untersuchung liegt auf den gefährdeten Arten und auf Indikatorarten für naturnahe Bedingungen. Besonders letztere werden mit der Methode vollständig erfasst.

Im Übrigen zeigte sich bei dieser Untersuchung ein generelles Problem bei Fruchtkörperuntersuchungen. Im Herbst 2016 war es zunächst (September) extrem trocken, was die Fruchtkörperbildung fast verunmöglichte. Als Mitte Oktober die Untersuchung gestartet wurde, war es zwar feuchter, die Temperaturen waren aber besonders gegen Ende der Untersuchung bereits zu tief, so dass die Fruchtkörper sich zersetzten bzw. nicht mehr neu bildeten. Auch im Frühjahr 2017 waren die Bedingungen sehr trocken. Damit konnten insgesamt sicherlich weniger Arten nachgewiesen werden, als in einem witterungsbezogen optimalen Jahr. Für Vergleiche zwischen den Flächen spielt dies aber keine Rolle, da man von einer flächendeckend gleichen Wirkung ausgehen kann. Eine deutliche Auswirkung kann es jedoch beispielsweise auf den Nachweis gefährdeter Arten, namentlich etwa der Stachelbärte, haben. Bleibt man bei fruchtkörperbezogenen Untersuchungen können lediglich wiederholte Begehungen zu einem vollständigeren Nachweis solcher Arten führen.

Der Sihlwald bietet zurzeit Lebensraum für mindestens 407 Pilzarten, welche im Rahmen dieser Untersuchung nachgewiesen wurden. Dieser Artenreichtum lässt sich jedoch schlecht vergleichen, da keine in Methode und Umfang ähnlichen Untersuchungen für andere Waldgebiete vorliegen.

Der Nachweis von 40 Rote Liste-Arten, sowie vielen weiteren, seltenen Arten im Sihlwald weist jedoch auf eine ausgezeichnete Habitatqualität für Totholzpilze hin. Dies wird zusätzlich bekräftigt durch die Nachweise von insgesamt 7 der 21 Indikatorarten nach Christensen et al.



2004. Diese Arten sind zunächst auf das Vorkommen von dickem Totholz, insbesondere Buche, angewiesen. Es wurde aber auch gezeigt, dass gewisse Pilzarten ausbreitungslimitiert sind (Edman et al. 2004). Deshalb ist zusätzlich zum Holzangebot auch eine räumliche und zeitliche Kontinuität geeigneter Substrate wichtig. Von den 21 Indikatorarten wurden drei noch nie in der Schweiz nachgewiesen. Ob es diese Arten dereinst in die Schweiz und in den Sihlwald schaffen ist daher sicher auch von einer gewissen räumlichen Vernetzung geeigneter Habitate zwischen der nächstliegenden Quellenpopulation und geeigneten Schweizer Habitaten abhängig. Von den übrigen 18 Arten gibt es Nachweise in der Schweiz, was die Wahrscheinlichkeit erhöht, dass diese Arten zukünftig im Sihlwald gefunden werden könnten.

Bei dieser Erhebung wurde eine grosse Zahl seltener Arten gefunden, fünf davon sind sogar Erstnachweise für die Schweiz. Die Gründe für die Seltenheit vieler Arten sind weitgehend unklar. Die ökologischen Ansprüche der Arten lassen sich gerade wegen der geringen Zahl an Nachweisen oft nur schwer eingrenzen. Umfangreiche Untersuchungen von Totholzpilzen, wie diese hier tragen viel dazu bei, die Ansprüche der Arten besser zu verstehen, sowie deren Verbreitung und Häufigkeit genauer zu erfassen. Durch die Verbesserung der Datengrundlage etlicher bis anhin als DD („data deficient“) eingestuftarten, wird eine klare Einstufung in kommenden Roten Listen machbar. Versteht man die ökologischen Ansprüche besser, ergeben sich auch Hinweise für die Erhaltung und Förderung der Arten.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass der Sihlwald aktuell ein gutes Habitat für Totholzpilze bietet. In der weiteren Entwicklung wird das Totholzangebot weiter zunehmen, und insbesondere die räumliche und zeitliche Kontinuität von verschiedensten Totholzelementen wird sich optimieren. Welche Auswirkungen diese Entwicklung auf die Totholzpilze hat, muss das Langzeitmonitoring zeigen.

7. Moose

Thomas Kiebacher¹ & Ariel Bergamini²

¹Bio-Kieba, Friesenbergstrasse 88, 8055 Zürich, bio-kieba@gmx.ch

²Eidg. Forschungsanstalt WSL, Zürcherstrasse 111, 8903 Birmensdorf; ariel.bergamini@wsl.ch

7.1. Einleitung

Moose sind eine charakteristische Organismengruppe unserer Wälder. Sie prägen das Erscheinungsbild vieler Waldtypen. Dabei charakterisieren verschiedene Arten unterschiedliche Waldgesellschaften und Entwicklungsstadien (Delarze et al. 2015). Im Wald übersteigt die Artenzahl der Moose die der Gefässpflanzen oft um ein Vielfaches. Während Gefässpflanzen fast ausschliesslich am Waldboden vorkommen, besiedeln Moose nahezu alle zur Verfügung stehenden Substrate: den Boden, Felsen und Steine, Totholz und die Borke von Bäumen und Sträuchern. Oft werden dabei hohe Deckungswerte erreicht (siehe Abbildung 7.1). Da die verschiedenen Arten sehr unterschiedliche Standortansprüche und Lebensstrategien aufweisen, sind Moose sehr gut geeignet um Waldentwicklungen und Strukturveränderungen langfristig zu verfolgen. Während einige Arten unterschiedlichste Substrattypen besiedeln können und unter verschiedensten Standortbedingungen vorkommen können, sind andere Arten hochspezialisiert und reagieren sensibel auf Veränderungen der Umweltbedingungen. Auch Störungen spielen eine grosse Rolle für das Vorkommen von Moosen. So haben sich einige Arten auf lichtreiche Erdflächen spezialisiert. Solche Offenflächen entstehen in einem natürlichen Wald durch das Umstürzen grosser Bäume. Die oft asexuell gebildeten Vermehrungseinheiten der auf diesen Lebensraum spezialisierten Arten können jahrzehntelang im Boden überdauern bis eine Störung eintritt und die Moosdiasporenbank aktiviert. Des Weiteren sind eine Reihe von Moosarten Indikatoren für alte und naturnahe Wälder, so zum Beispiel das Grüne Gabelzahnmoos (*Dicranum viride*) und das Grüne Koboldmoos (*Buxbaumia viridis*). Diese beiden Arten sind durch die Berner Konvention international geschützt. Während das Grüne Gabelzahnmoos dicke und alte Stämme (oft Buchen) besiedelt, ist das Grüne Koboldmoos auf eine hohe Totholzmenge angewiesen (Spitale et al. 2015), die in Wirtschaftswäldern oft fehlt. Das Vorkommen dieser und weiterer solcher Indikatorarten im Sihlwald kann auf die gewünschte Entwicklung hin zu einem naturnahen Urwald hinweisen.



Abbildung 7.1: Moose bilden im Sihlwald auf toten Stämmen und an der Stammbasis lebender Bäume dichte Überzüge aus.

7.2. Methoden

Feldaufnahmen

Eine erste Begehung im Sihlwald fand am 28. Oktober 2016 statt zusammen mit der Flechten- und Pilzgruppe sowie Elena Haeler. Dabei wurden Aufnahmemethoden vor Ort diskutiert und die Plots- und Totholzmarkierungen wurden uns von Elena Haeler und Stefan Blaser gezeigt. Die Feldarbeit startete am 28. März und endete am 13. Juni.

An jedem der 69 Stichprobenpunkte wurden die beiden eingemessenen, markierten und bereits für die Pilze erhobenen Totholzstücke vollständig nach Moosen abgesucht. Für jedes der beiden Totholzstücke wurde eine separate Artenliste erstellt. Pro Totholzstück sollten im Normalfall nicht mehr als 10 Minuten für die Suche nach Moosen eingesetzt werden. Offensichtliche Epiphyten, die aufgrund des geringen Alters des Totholzstücks noch auf der Borke vorkamen (Ansiedlung im lebenden Zustand der Bäume), wurden hier nicht erfasst. Dagegen wurden alle Arten (auch sonst vorwiegend epiphytisch wachsende) erfasst, da sie sich offensichtlich erst auf den am Waldboden liegenden Totholzstücken angesiedelt oder weiter ausgebreitet hatten. Zusätzlich zu den beiden Totholzstücken wurde für einen kreisförmigen, 314 m² grossen Plot eine dritte Artenliste erstellt. Als Zentrum diente die rot besprühte Holzlatte. Der Plot wurde mit einer 10 m

langen Schnur eingemessen und mit Fähnchen abgesteckt. Innerhalb des Plots wurden der Boden, Totholz, Gestein und Sträucher und Bäume bis in eine Höhe von 2 m nach Moosarten abgesucht. Auch bei erst kürzlich umgefallenen Bäumen wurden nur die untersten 2 m des Stammes abgesucht. Von den Bäumen von weiter oben herunter gefallene Moose wurden nicht erhoben, da diese die Vergleichbarkeit zwischen den Plots beeinträchtigen würden. Allerdings wurden ergänzende Arten gegebenenfalls für die Erweiterung der Gesamt-Artenliste notiert. Die beiden untersuchten Totholzstücke lagen teilweise vollständig innerhalb des Plots, teilweise innerhalb oder auch vollständig ausserhalb des Plots. Fall sie nur teilweise im Plot lagen, so wurden für die Artenliste der Plots nur diejenigen Arten der Totholzstücke gezählt, die innerhalb des Plots lagen.

Die Dauer der Erhebungen der Epiphyten und der Bodenmoose variierte je nach Artenreichtum und betrug im Schnitt etwa 60'. Ziel war es möglichst alle auf den Flächen vorkommenden Arten zu erfassen. Dazu wurden alle Substrate und möglichst alle mit Moosen bewachsenen Stellen abgesucht. Solange innerhalb von 5' eine weitere Art gefunden wurde, wurde die Suche nicht abgebrochen.

Die Moose auf den Plots wurden nicht getrennt nach Substraten aufgenommen, da dies den Aufwand massiv erhöht hätte. Arten können allerdings nachträglich nach ihrem Hauptsubstrat klassiert werden. Dies ist möglich aufgrund verschiedener Datenquellen wie z.B. der Flora Indicativa (Landolt et al. 2010), den Angaben in der Datenbank des Datenzentrums Moose Schweiz (www.nism.uzh.ch), der Traits-Sammlung „BryoAtt“ (Hill et al. 2007) oder der einschlägigen Literatur (z.B. Nebel & Philippi 2000-2005).

Da die Untersuchungen auch zum Ziel hatten ein möglichst vollständiges Inventar der Moosarten im Sihlwald zu erstellen, wurden zusätzlich Arten, die z.B. auf dem Weg zu den Stichprobenpunkten gesehen wurden, gesondert notiert. Diese werden nicht für weitere Auswertungen herangezogen, dienen jedoch der Erweiterung der Artenliste. Die Koordinaten der Fundorte der zusätzlichen Arten wurden ebenfalls festgehalten. Zusätzliche Arten wurden allerdings nur erhoben, wenn genügend Zeit vorhanden war.

Leistungen

Die Felderhebungen nahmen in Summe 16 Arbeitstage (à 8h) in Anspruch. Da viele Moosarten im Feld nicht sicher bestimmt werden können, mussten von vielen Arten Belege gesammelt werden. Für die Bestimmung dieser Belege waren 14 Arbeitstage nötig. Die Nomenklatur richtet sich nach Hill et al. 2006 für die Laubmoose und nach Söderström et al. 2002, 2007 für die Lebermoose.

7.3. Ergebnisse

Artenzahlen

Insgesamt wurden bei den Erhebungen 166 Moosarten gefunden, davon 158 auf den Plots inkl. der Totholzstücke (Artenliste siehe Kapitel 0). Acht Arten wurden nebenbei gesammelt.

Die beiden Totholzstücke erwiesen sich als recht artenarm mit 3.35 (± 0.185 SD) bzw. 9.87 (± 6.38) Arten im Durchschnitt. Vier der grossen Totholzstücke und acht der kleinen Stücke

wiesen überhaupt keine Moose auf (5.8% bzw. 11.6%). Einzelne grosse Totholzstücke waren aber mit bis zu 26 Arten auch recht artenreich. Die Plots erwiesen sich als recht artenreich mit im Durchschnitt 36.3 (± 7.59) Arten (siehe Abbildung 7.2). Auf dem artenreichsten Plot konnten 55 Arten gefunden werden. Kombiniert man die Arten der beiden Totholzstücke mit den Arten des Plots, so erreicht die maximale Artenzahl pro Untersuchungsfläche sogar 60 Arten (38.6 ± 7.72).

Histogramm – Moose

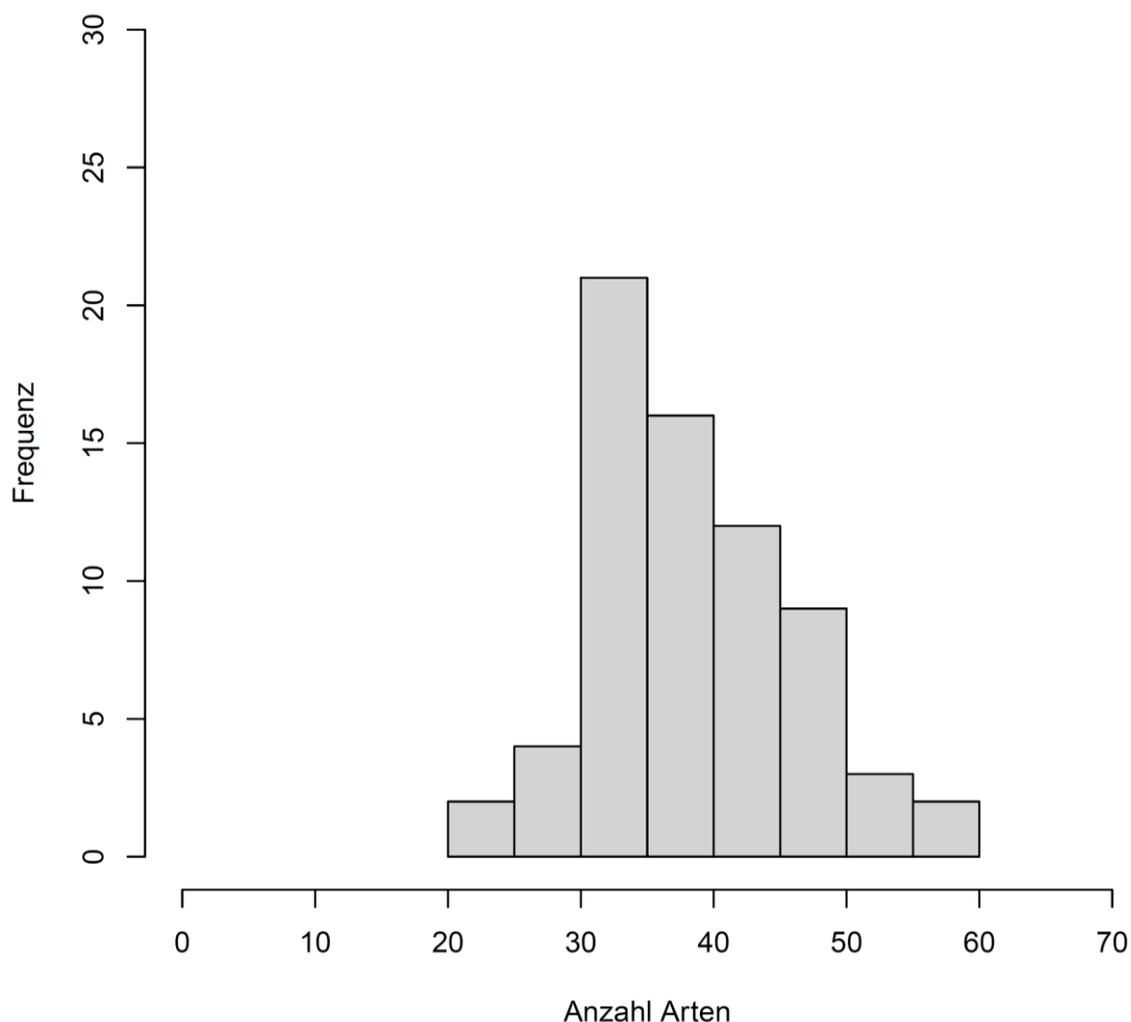


Abbildung 7.2: Das Histogramm zeigt die Anzahl von Plots (y-Achse) mit einer bestimmten Anzahl an Moosen.

Übersichtskarte – Artenzahl pro Plot

Im Gegensatz zu den Flechten und Pilzen zeigt sich bei den Moosen eine einheitlichere Verteilung der Artenzahlen ohne deutliche räumliche Musterbildung (Abbildung 7.3). Die weiteren Analysen werden zeigen, inwiefern die Moosartenzahlen von Waldstrukturen und Totholzmenge beeinflusst werden.

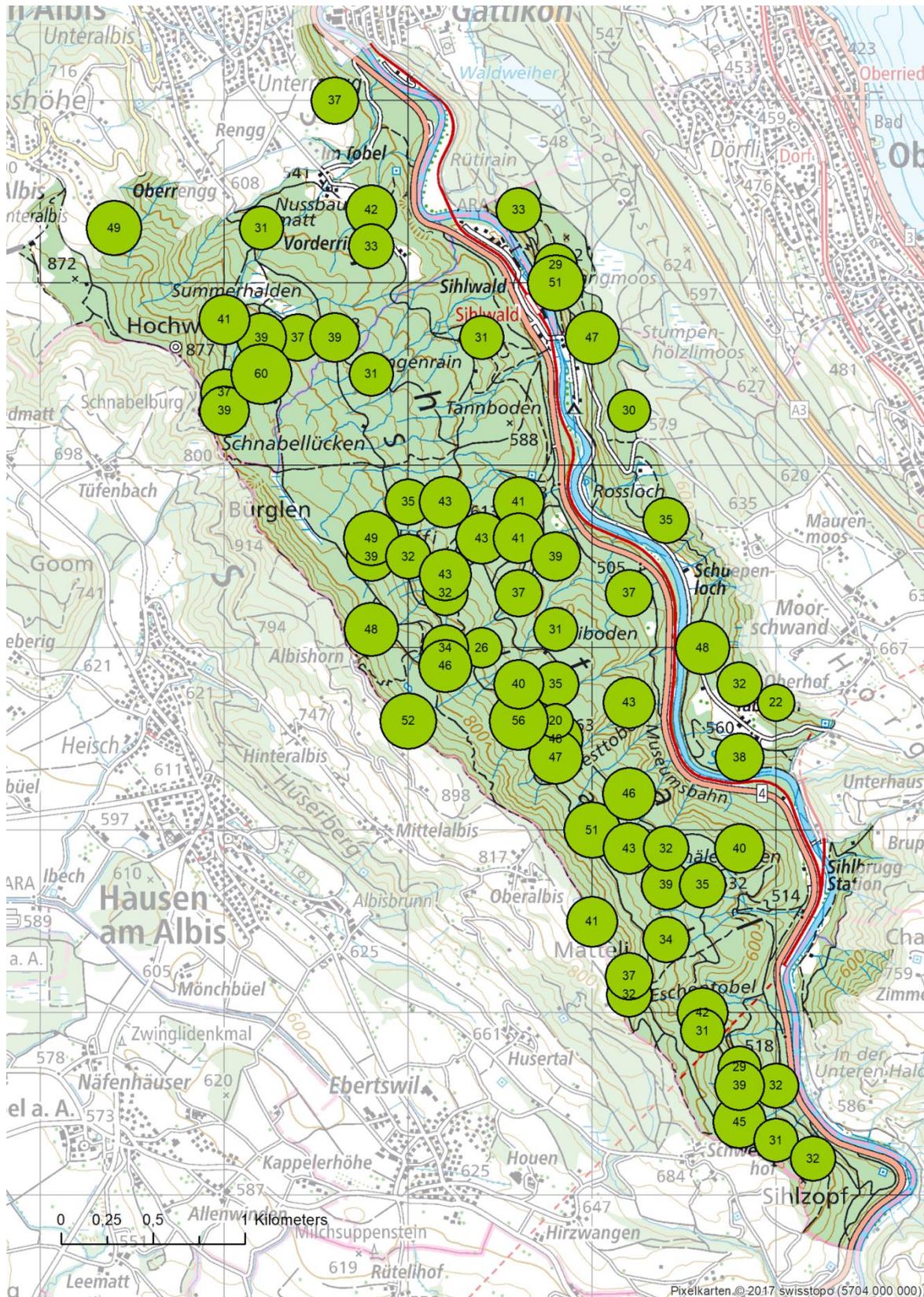


Abbildung 7.3: Räumliche Verteilung der Moosartenzahlen (Plots plus Totholzstücke) im Sihlwald. (Quelle: Pixelkarten © 2017 swisstopo (5704 000 000))

Arten-Akkumulationskurve

Mit den 69 Plots wurde nur ein Bruchteil der Fläche des Sihlwald erfasst. Es stellt sich deshalb die Frage, wie vollständig die Moosflora des Gebiets erfasst wurde. Dazu existieren verschiedene Schätzmethode (Gotelli & Colwell 2011). Mit dem hier verwendeten Schätzer wird die Gesamtartenzahl der Moose auf gut 200 Arten geschätzt (siehe Abbildung 7.4). Gut drei Viertel der Arten wurden in den 69 Plots gefunden. Es gilt allerdings zu beachten, dass der Chao-Schätzer ein sogenannter Minimum-Schätzer ist (Gotelli & Colwell 2011). D.h. die tatsächliche Artenzahl liegt demnach sicher höher als die aufgrund des Chao-Schätzers geschätzte minimale Gesamtartenzahl. Hinzu kommt, dass die Baumkronen und verschiedene weitere, seltene Kleinstandorte nicht erfasst wurden mit den zufälligen Plots. Die tatsächliche Gesamtartenzahl der Moose im Schutzgebiet Sihlwald liegt vermutlich bei mindestens 250 Arten.

Arten-Akkumulationskurven

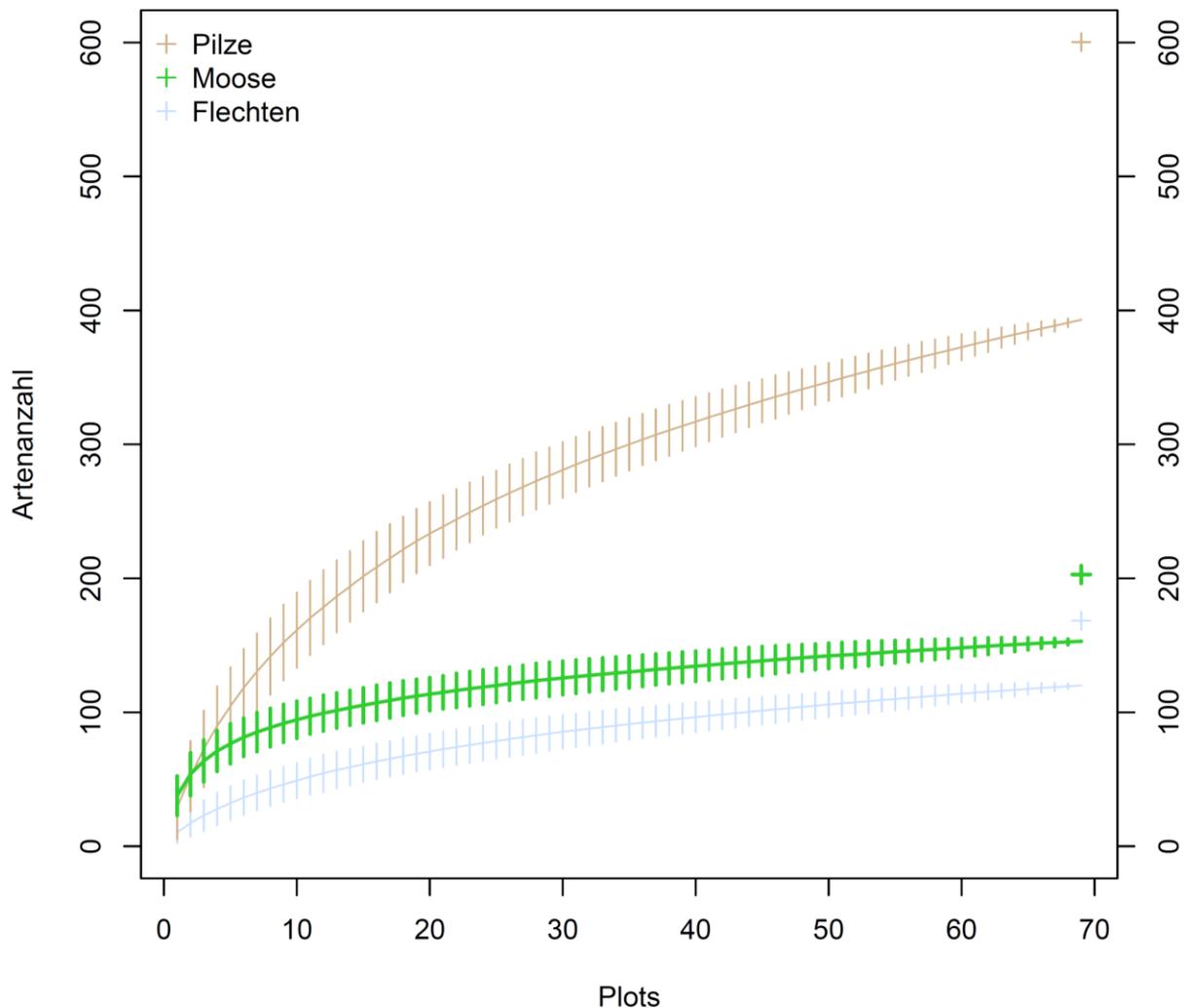


Abbildung 7.4: Zu erwartende Gesamtartenzahl aufgrund einer Hochrechnung mit dem Chao-Schätzer (Gotelli & Colwell 2011). Es wurden nur auf Artniveau oder darunter sicher bestimmte Taxa berücksichtigt.

7.4. Besondere Arten

Im Folgenden werden einige seltene und/oder geschützte Arten aufgeführt und diskutiert. Dabei wird oft auf die frühere Verbreitung der Arten oder auf die letzten Funde der Art im weiteren Gebiet des Sihlwald eingegangen. Diese Angaben stammen, wenn nicht anders vermerkt, aus der Datenbank des „Nationalen Daten- und Informationszentrum der Schweizer Moose“ (www.swissbryophytes.ch). Da die historischen Angaben von Vorkommen von Arten meist nicht genau georeferenziert werden können, ist oft nicht klar, ob alte Nachweise tatsächlich aus dem heute geschützten Gebiet des Sihlwald stammen oder einfach aus angrenzenden Gebieten. Es wird deshalb im Folgenden meist einfach von der „weiteren Umgebung“ des Sihlwald gesprochen.

Anomodon rugelii

A. rugelii ist eine gesamtschweizerisch seltene Art, mit einem Verbreitungsschwerpunkt in den zentralen und östlichen Nordalpen. Im Mittelland sind nur wenige rezente (jünger als 1980) Fundorte bekannt. Der vorliegende Fund ist der erste Nachweis der Art im weiteren Gebiet des Sihlwalds seit über 100 Jahren. Zuletzt wurde sie dort von P. Culmann 1899 nachgewiesen.

Buxbaumia viridis

Das Grüne Koboldmoos ist eine aufgrund der Berner Konvention international geschützte Art. In der Natur- und Heimatschutzverordnung ist sie im Anhang 4 (kantonal zu schützende Arten) aufgeführt. Im weiteren Gebiet des Sihlwald wurde die Art seit 1882 nicht mehr gefunden. Die Art ist im Sihlwald nicht selten, sie wurde aber nie fruchtend gefunden, sondern immer nur mit Brutkörpern und Protonema. Bei den Mooserhebungen im Sihlwald wurde die Art nun auf 14 Flächen nachgewiesen. Die Art wächst fast ausschliesslich auf Totholz und gilt als Indikator für alte und naturnahe Waldbestände.

Campylostelium saxicola

Das Fels-Schwanenhalsmoos bildet kleine Polster an sauren Felsen luftfeuchter Lagen. Ihren Verbreitungsschwerpunkt hat die Art entlang eines schmalen Streifens am Fuss der Nordalpen. Im Mittelland ist die Art sehr selten. Der Fund im Sihlwald ist der erste Nachweis der Art im Kanton Zürich seit über 100 Jahren.

Dicranum viride

Das Grüne Gabelzahnmoos ist eine aufgrund der Berner Konvention international geschützte Art. In der Natur- und Heimatschutzverordnung ist sie zudem im Anhang 4 (kantonal zu schützende Arten) aufgeführt. Im Schweizer Mittelland ist die Art recht verbreitet. Im Sihlwald konnte sie insgesamt vier Mal gefunden werden (3 x epiphytisch, 1 x auf Fels). *Dicranum viride* kommt meist nur an dicken Stämmen vor und ist ein Indikator für alte Wälder.



Abbildung 7.5: oben: Ein einzelner Sporophyt des Grünen Koboldmooses (*Buxbaumia viridis*) auf Totholz zwischen verschiedenen Lebermoosen. Das Grüne Koboldmoos konnte zwar im Sihlwald gefunden werden, doch bislang nur steril, d.h. ohne Sporophyten. unten: Ein Polster von *Dicranum viride* auf der Borke eines Laubbaumes (Bilder: A. Bergamini).

***Heterocladium heteropterum* (var. *Heteropterum*)**

Das Ungleichgefiederte Wechselzweigmoos ist im Tessin verbreitet, in der Nordschweiz hingegen sehr selten. Das Felsmoos kommt auf sauren Felsen ozeanisch geprägter Gebiet vor. Der Fund im Sihlwald ist der erste im Kanton Zürich und möglicherweise auch der Erstfund für das Mittelland.

Orthotrichum pulchellum

Der Fund des Hübschen Goldhaarmooses ist erst der zweite gesicherte Nachweis dieser Art für die Schweiz (Büschlen 2016). Die ozeanische Art ist möglicherweise in Ausbreitung begriffen (Nebel & Philippi 2000-2005).

Orthotrichum rupestre

Das Fels-Goldhaarmoos ist im Alpenraum verbreitet, im Mittelland aber sehr selten (bisher nur zwei Angaben, eine von 1989, die andere von 1897). Der Fund im Sihlwald ist der erste Nachweis im Kanton Zürich seit 1897. Die Art wächst meist auf Silikatgestein, im Sihlwald wurde sie allerdings am Stamm eines Baumes gefunden. In Gebieten mit gemässigtem Klima ist dieses Substrat recht ungewöhnlich. In wärmeren Gegenden, wie etwa im Tessin, kann das Fels-Goldhaarmoos dagegen des Öfteren auf der Borke von Bäumen beobachtet werden.

Orthotrichum scanicum

Das Weisshaubige Goldhaarmoos galt vor 15 Jahren noch als stark bedroht (Schnyder et al. 2004). In der Zwischenzeit zeigte sich, dass die Art viel häufiger ist oder möglicherweise häufiger geworden ist. Sie kommt aber meist nur in geringen Individuenzahlen vor (Kiebacher 2014). Im Sihlwald wurde sie in drei Untersuchungsflächen gefunden.

Racomitrium heterostichium

Das Ungleichhästige Zackenmützenmoos ist im Alpenraum vermutlich weit verbreitet. Da die Abgrenzung zu nahe verwandten Arten aber nicht immer eindeutig ist, ist die Verbreitung nur ungenügend bekannt. Für den Kanton Zürich ist dies der erste sichere Nachweis der Art. Bislang gab es nur eine ungenau lokalisierte Angabe aus dem 19. Jahrhundert, die möglicherweise gar nicht im Kanton liegt („Monte Hohe Rhone", 930 m ü. M., Jakob Fryman, 04.1898). Die Art wächst im Sihlwald auf dem Dach einer Hütte im Wald.

Sciuro-Hypnum flotowianum

Reichenbachs Schönschnabelmoos ist eine in der Schweiz sehr seltene Art mit nur wenigen rezenten Funden im Alpenraum und einem im Jura. Es scheint allerdings auch nicht ganz ausgeschlossen, dass die Art aufgrund ihrer Ähnlichkeit mit *S. populeum* übersehen wurde. In der Schweiz gilt die Art als gefährdet (Schnyder et al. 2004). Die Art ist im Sihlwald nicht selten, sie wurde in 19 der 69 Plots nachgewiesen.

Viele weitere Arten sind neu für das Gebiet Sihlwald oder wurden dort schon lange nicht mehr nachgewiesen.



Abbildung 7.6: oben: *Campylostelium saxicola* (Bild <https://diversionsinnaturalhistory.files.wordpress.com/2015/11/dscn4917.jpg>), unten links: *Anomodon rugelii* ([https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Anomodon_rugelii_\(a,_144919-481531\)_3209.JPG](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Anomodon_rugelii_(a,_144919-481531)_3209.JPG)), *Orthotrichum scanicum* (<http://www.milueth.de/Moose/Aktuell/Greece-2015/05-06%20Orthotrichum%20scanicum.html>)

7.5. Diskussion

Für die Erfassung der Bodenmoose sowie der Moose der Stammfüsse und der unteren Stammbereiche hat sich die Plotgrösse (314 m²; Kreis mit 10 m Radius) als sehr günstig erwiesen. Für diese Moose ist die Flächengrösse gut geeignet um einen Grossteil der an einem Waldstandort vorkommenden Arten zu erfassen. Das Vorkommen von Gestein- und Totholz-besiedelnden Arten ist dagegen stark vom Vorhandensein dieser Substrate in den Flächen abhängig und war demnach von Plot zu Plot sehr unterschiedlich. Beim Totholz ist



ausserdem noch der Zersetzungsgrad entscheidend: unterschiedliche Arten bevorzugen unterschiedliche Zersetzungsgrade. Felsblöcke und grössere Totholzstücke sind z.T. nur in geringen Dichten vorhanden und kamen nicht immer in die 314 m² grossen Plots zu liegen. Andererseits weisen verschiedene Waldtypen schon natürlicherweise unterschiedliche Gesteins- und Totholzanteile auf. Um die Artengarnitur der Gestein- und Totholz-besiedelnden Arten eines Waldstandortes besser zu erfassen, könnten diese Substrate in einem grösseren Radius zusätzlich abgesucht werden.

Als Basiserhebung für ein Monitoring ist eine konstante Plotgrösse sicher zu empfehlen. Falls es die Finanzlage zulässt, sollte die Basiserhebung aber noch durch ergänzende Erhebungen seltener Substrattypen wie Felsen und Totholz komplettiert werden.

Das Absuchen der 314 m² grossen Plots nach Moosen ist in Wäldern gut möglich. Der Zeitaufwand hielt sich mit im Durchschnitt 60 Minuten pro Plot in vertretbaren Grenzen. Beim „Naturräumlichen Inventar der Schweizerischen Moosflora NISM“, das 2006 abgeschlossen wurde, wiesen die Plots eine Fläche von 100 m² auf. Diese Flächengrösse war ein guter Kompromiss zwischen der Erfassung eines möglichst grossen Anteils der Moosflora eines Lebensraums und der nötigen Arbeitszeit im Gelände, die in moosreichen Lebensräumen ausserhalb des Waldes schnell erheblich grösser sein kann als im Sihlwald. Falls in anderen Naturparks ähnliche Monitorings wie im Sihlwald geplant werden sollten, bei denen auch Gebiete ausserhalb des Waldes oder sehr reich strukturierte Wälder (z.B. mit Blockschutt und verzahnt mit offenem Gelände) erhoben werden, müsste die Plotgrösse wahrscheinlich gegen unten angepasst werden.

Die Erfassung der Moosarten könnte zudem durch zusätzliche, willkürlich gelegte Plots in seltenen Habitaten verbessert werden, die in den zufällig gelegten Pots nicht oder untervertreten sind (z.B. Quellfluren, grosse Felsen, Bachläufe etc.). Solche Habitats sind oft kaum via vorhandenem Kartenmaterial zu erkennen, sondern man findet bzw. erkennt ihr Potential für zusätzliche Arten erst bei den Arbeiten im Gebiet. Ein hohes Potential für weitere Arten bieten ausserdem 'waldferne' Lebensräume innerhalb des Parameters des Schutzgebiets, wie zum Beispiel Grünlandflächen und siedlungsnaher Bereiche. In diesen Lebensräumen ist eine Reihe von Arten zu erwarten, die in der vorliegenden Artenliste fehlen.

Der Sihlwald weist einen hohen Artenreichtum an Moosen auf und es kommen viele Besonderheiten vor. Die vorgefundenen Artenzahlen je Erhebungsfläche überstiegen die Erwartungen und so war auch der Bestimmungsaufwand beträchtlich. Die tatsächliche Gesamtartenzahl der im Schutzgebiet Sihlwald vorkommenden Moosarten ist allerdings sicherlich noch um einiges höher als hier festgestellt. Im Wald ist es grundsätzlich schwierig die Vielfalt der Moose (und Flechten) zu erfassen, da die Baumkronen nur schwierig zu erreichen sind. Baumkronen beherbergen einen relevanten Anteil der epiphytisch wachsenden Moose (und Flechten) (Boch et al. 2013, Kiebacher et al. 2016). Werden Baumkronen nicht erhoben, so werden gewisse Arten nicht erfasst, darunter auch seltene und/oder gefährdete Arten bzw. die Häufigkeiten von Arten, die eine Präferenz für die Krone zeigen, wird unterschätzt. Dies ist vor allem bei Flechten ein Problem, da diese viel mehr Arten aufweisen, die eine Präferenz für die Krone zeigen als die Moose (Boch et al. 2013, Kiebacher et al. 2016).

Bei den Moosen dürften vor allem die Goldhaarmoos (*Orthotrichum* spp.) eher schlecht erfasst worden sein, da diese an den schattigen Stammbasen schlecht vertreten sind. Insbesondere wächst das durch die Berner Konvention international geschützte, und in der Schweiz als verletzlich eingestufte (Schnyder et al. 2004) Grosssporige Goldhaarmoos (*O. rogeri*) oft in Baumkronen (Kiebacher et al. 2016). Da Funde aus der weiteren Umgebung des Sihlwald vorliegen, kann angenommen werden, dass diese Art auch im Sihlwald vorkommt aber nicht gefunden wurde, weil Baumkronen nicht untersucht wurden. Es wäre wünschenswert, dass bei künftigen Inventuren wenigstens einige Bäume erklettert werden.

Das Vorfinden des Grünen Gabelzahnmooses (*Dicranum viride*) und insbesondere des Grünen Koboldmooses (*Buxbaumia viridis*), das im Sihlwald an vielen Stellen beobachtet wurde, weist auf eine günstige Waldentwicklung zu naturnahen Beständen hin. Möglicherweise siedeln sich in den folgenden Jahren noch weitere 'Urwaldarten' an, wie etwa das sehr seltene Schirmmoosartige Biegzahnmoos (*Anacamptodon splachnoides*). Diese Art ist auf Astlöcher alter Bäume angewiesen, wo sich Wasser ansammeln kann, welches das Substrat lange feucht hält. Die Art galt in der Schweiz als ausgestorben und wurde erst vor wenigen Jahren im Tessin wiederentdeckt (Schnyder 2011). Da es aus dem Alpennordrand historische Angaben gibt, ist ein Vorkommen im Sihlwald durchaus denkbar.

Das häufige Vorkommen von *Buxbaumia viridis* im Sihlwald ist bemerkenswert, da die Art ihren Verbreitungsschwerpunkt in höheren Lagen zu haben scheint. Die meisten Funde der Art in der Schweiz liegen in einer Höhenlage von 1000-1400 m ü.M. Diese Höhenverbreitung könnte mehr durch die intensivere Nutzung der Wälder in den Tieflagen als durch die ökologischen Ansprüche der Art bedingt sein. Dabei dürften vor allem die geringen Totholz mengen in den Tieflagen problematisch sein für diese fast ausschliesslich auf Totholz vorkommende Art. Es wäre deshalb interessant, die Bestandesentwicklung von *B. viridis* im Sihlwald weiter zu beobachten. Insbesondere sollte dabei auf die Ausbildung von Sporophyten geachtet werden, die in der vorliegenden Erhebung nie gefunden wurden.

Die beiden untersuchten Totholzstücke waren praktisch immer von Moosen besiedelt und auf einem Totholzstück konnten gar 26 Moosarten gefunden werden. Wirkliche Totholzspezialisten, d.h. Arten, die fast ausschliesslich auf Totholz vorkommen, waren aber selten. Insgesamt dürften es nicht mehr als rund ein Dutzend solcher Totholzspezialisten sein, die im Sihlwald gefunden wurden. Seltenheiten wie die Lebermoose *Harpanthus scutatus* oder *Scapania apiculata* kamen nicht zum Vorschein, aber auch häufigere Arten (z.B. die Lebermoose *Calypogeia suecica*, *Lophozia ascendens*, *Scapania umbrosa* oder *Tritomaria exsecta*) fehlen in der Artenliste. Insbesondere Letztere wären aber in Alpennähe durchaus zu erwarten. Möglicherweise wirkt hier noch die intensive Waldbewirtschaftung vergangener Jahrzehnte mit geringen Totholz mengen nach. Es wird sich zeigen, und es sollte weiter beobachtet werden, ob diese Arten mit steigenden Totholz mengen wieder einwandern.

8. Flechten

Christine Keller¹ & Christoph Scheidegger²

¹Eidg. Forschungsanstalt WSL, Zürcherstrasse 111, 8903 Birmensdorf; christine.keller@wsl.ch

²Eidg. Forschungsanstalt WSL, Zürcherstrasse 111, 8903 Birmensdorf;
christoph.scheidegger@wsl.ch



Abbildung 8.1: Holzstatue „Waldmutter Silvana“, bekleidet mit *Bryoria fuscescens*, *Evernia prunastri*, *Pseudevernia furfuracea* und *Usnea cf. subfloridana*.

8.1. Einleitung

In der Schweiz sind 621 Flechtenarten an den Lebensraum Wald gebunden. Davon benötigen 134 prioritäre Waldarten spezielle Massnahmen zur langfristigen Arterhaltung. Fast drei Viertel der Waldarten gelten als Altbaum-Flechten, weil sie an Schlüsselstrukturen gebunden sind, welche als phänologische Altersmerkmale von Bäumen gelten. Verschiedene gefährdete Arten sind wegen ihrer eingeschränkten Ausbreitungsradien zudem an eine hohe ökologische Kontinuität gebunden, was sie als Altwald-Flechten auszeichnet (Scheidegger & Stofer, 2015). Aus diesen Gründen, und weil Flechten ganzjährig beobachtbar sind, gelten baumbewohnende Flechten als wichtige Artengruppe zur Erfassung von autochthonen Waldflächen (Dymytrova *et al.*, 2017) und zur Ausscheidung von Waldflächen als Wald- und Sonderwaldreservate, sowie für die Auswahl von Biotopbäumen und Altholzinseln.

Für die erd- und baumbewohnenden Flechten existiert seit 2002 eine nationale Rote Liste (Scheidegger *et al.*, 2002). Die auf Totholz wachsenden Arten sind systematisch und floristisch ebenfalls gut bekannt – für diese Artengruppe steht eine Rote Liste jedoch noch nicht zur Verfügung.

8.2. Methoden

Feldaufnahmen

Auf den 69 vorgegebenen Plots wurde das Vorkommen von Flechtenarten im Rahmen von 1.5 h Feldarbeit erhoben. Die Flechten wurden separat nach den folgenden Substrattypen gegliedert und innerhalb der Kreisfläche der Stichprobeninventur aufgenommen (314m², mit 10 m Radius neigungskorrigiert):

1. Stämme lebender Bäume
2. Totholz (inkl. der 2 ausgewählten Totholzstücke)
3. am Boden liegende Äste
4. Erde und Gesteine am Boden

Bei der Auswahl der zu untersuchenden Stämme wurde jeweils auf dem Baum mit dem grössten Durchmesser eine vollständige Aufnahme gemacht. Zusätzlich wurde die Artenliste mit Beobachtungen von anderen Baumarten sowie von dünnen Bäumen ergänzt. Die Beobachtungen wurden den in Karten eingezeichneten Objekten (Baum, Totholz) zugeordnet.

Flechten-Arten, die auf heruntergefallenen Ästen gefunden wurden, wurden für die Gesamt-Artenliste notiert.

Feldansprache und Laborbestimmung

Die Arten wurden soweit wie möglich im Feld angesprochen. In vielen Fällen mussten kleine Belege gesammelt und anschliessend im Labor mit Hilfe Bestimmungs- und Fachliteratur (Smith *et al.*, 2009; Wirth *et al.*, 2013) bestimmt werden. Der gegebene Projektrahmen ermöglichte es nicht, sämtliche Belege einer detaillierten Untersuchung zu unterziehen. Auf

chemische Untersuchungen musste in vielen Fällen verzichtet werden. Ausgewählte Belege der Gattungen *Lecanora*, *Lepraria* und *Micarea* wurden dünnschichtchromatographisch untersucht.

8.3. Ergebnisse

Artenzahlen

Insgesamt konnten 188 Flechtenarten nachgewiesen werden (Artenliste siehe Kapitel 11.3). Davon konnten 159 Arten sicher bestimmt werden. Bei den restlichen Arten bleibt die Bestimmung unsicher, weil meist das Material nur sehr schlecht entwickelt war. Nur eine Art gehört zu den lichenisierten Basidiomyceten (*Multiclavula mucida*). Alle anderen Arten gehören zu den lichenisierten Ascomyceten.

Durchschnittlich wurden 13.3 Flechtenarten pro Plot gefunden (zwischen 5 und 27 Arten) und auch die Verteilung der Artenzahlen pro Plot zeigt, dass auf den meisten Stichproben 10-15 Arten gefunden wurden (Abbildung 8.2).

Zu den häufigsten Arten im Sihlwald gehören mit mehr als 15 Beobachtungen *Graphis scripta*, *Bacidina sulphurella*, *Lepraria lobificans*, *Coenogonium pineti*, *Phlyctis argena*, *Micarea micrococca*, *Arthonia ruana*, *Mycobilimbia epixanthoides*, *Lecanora chlarotera*, *Arthonia spadicea*, *Normandina pulchella*, *Porina aenea*, *Porina leptalea*, *Pertusaria leioplaca*, *Parmelia sulcata*, *Lecidella elaeochroma*, *Xanthoria parietina*, *Lecanora subrugosa*, *Anisomeridium polypori* und *Absconditella lignicola*. Mit Ausnahme der beiden Blattflechten *Parmelia sulcata* und *Xanthoria parietina* gehören diese häufigsten Flechten alle zu den Krustenflechten. Alle im Sihlwald gefundenen häufigen Krustenflechten sind schattentolerant. Unter den häufigen Flechten finden sich nur *Xanthoria parietina* und *Parmelia sulcata* als relativ lichtbedürftige Arten – und die sind vor allem an Ästen nachgewiesen worden, welche am Boden gefunden wurden. Von den häufigen Flechtenarten wächst *Absconditella lignicola* ausschliesslich und *Micarea micrococca* häufig auf (liegendem) Totholz. Die anderen Arten wachsen meist als Epiphyten auf lebenden Bäumen. Erdbewohnende Flechten wurden nur selten gefunden – etwas häufiger waren pyrenokarpe Krustenflechten auf kalkfreien und kalkhaltigen Gesteinsbrocken. Auch erd- und gesteinsbewohnende Flechten gehörten fast ausnahmslos zu den schattenertragenden Arten. Lichtliebende Arten waren einzig auf abgebrochenen Ästen auf den Plots zu finden – und die konnten im Rahmen des Projektes nicht systematisch gesammelt und untersucht werden. Für weitere Analysen wurden die auf Ästen wachsenden Flechten nicht berücksichtigt, weil die Vergleichbarkeit zwischen den Plots nicht unbedingt gegeben ist, da das Vorhandensein von frisch abgebrochenen Ästen stark variieren kann (z.B. durch Wetterereignisse).

Auf den ausgewählten Totholzstücken waren oft sehr wenige Flechten vorhanden und auf vielen fehlten Flechten gänzlich (auf 80 von 138 Holzstücken). Einerseits waren viele Holzstücke noch berindet und daher vor allem von epiphytischen Flechten besiedelt. Andererseits gab es viele die schon stark mit Moosen bewachsen oder stark zersetzt waren und daher kein optimales Substrat für Flechten sind.

Histogramm – Flechten

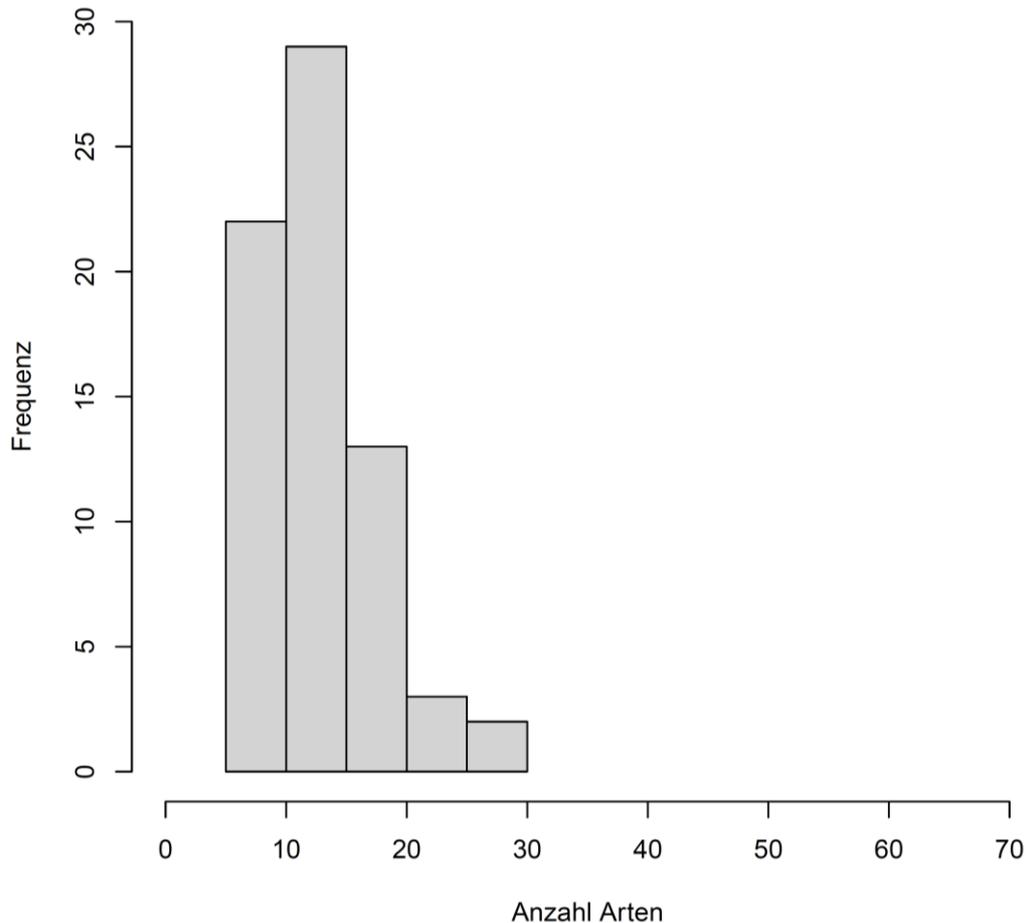


Abbildung 8.2: Das Histogramm zeigt die Anzahl von Plots (y-Achse) mit einer bestimmten Anzahl an Flechten.

Übersichtskarte – Artenzahl pro Plot

Die Karte zeigt, dass die Plots generell artenarm sind. Die besten Stichproben sind solche in steileren Hängen oder an Sonderstandorten, die feuchter oder offener sind. Im Gegensatz zu den Moosen zeigt sich jedoch eine grössere Variabilität zwischen den Stichproben. Auf Plots mit nur Buchen gab es oft nur wenige Flechten und auch andere im Sihlwald häufige Baumarten (wie Esche, Bergahorn oder Nadelbäume) sind flechtenarm.

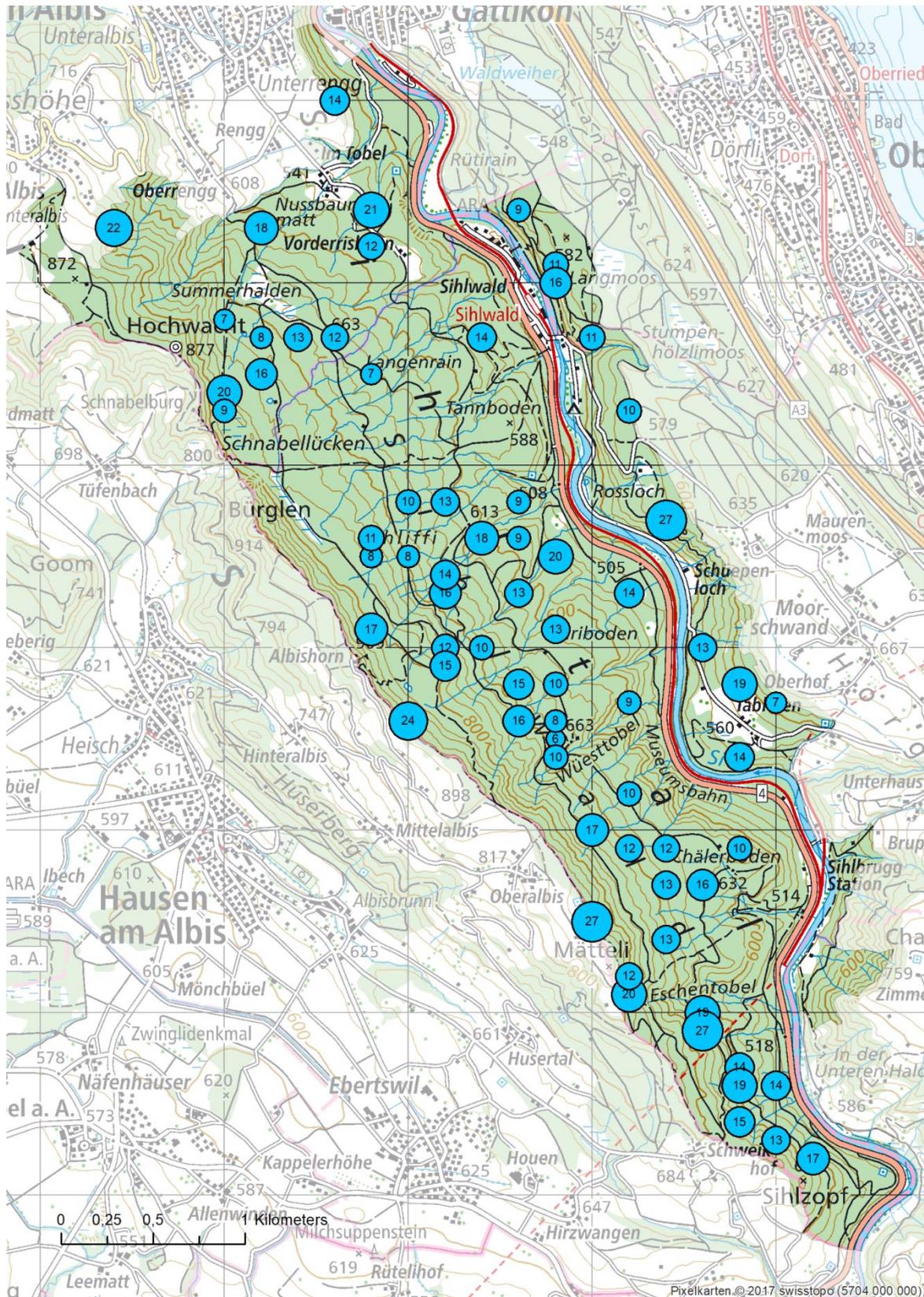


Abbildung 8.3: Räumliche Verteilung der Flechtenartenzahlen (Plots plus Totholzstücke) im Sihlwald. (Quelle: Pixelkarten © 2017 swisstopo (5704 000 000))

Arten-Akkumulationskurve

Die Arten-Akkumulationskurve zeigt, dass der Sihlwald recht arm an Flechten ist (Abbildung 8.4). Auch der geschätzte Artenreichtum liegt nicht sehr viel höher als die gefundenen Arten, was zeigt, dass mit einem höheren Aufwand nicht sehr viel mehr Arten gefunden werden würden.

Arten-Akkumulationskurven

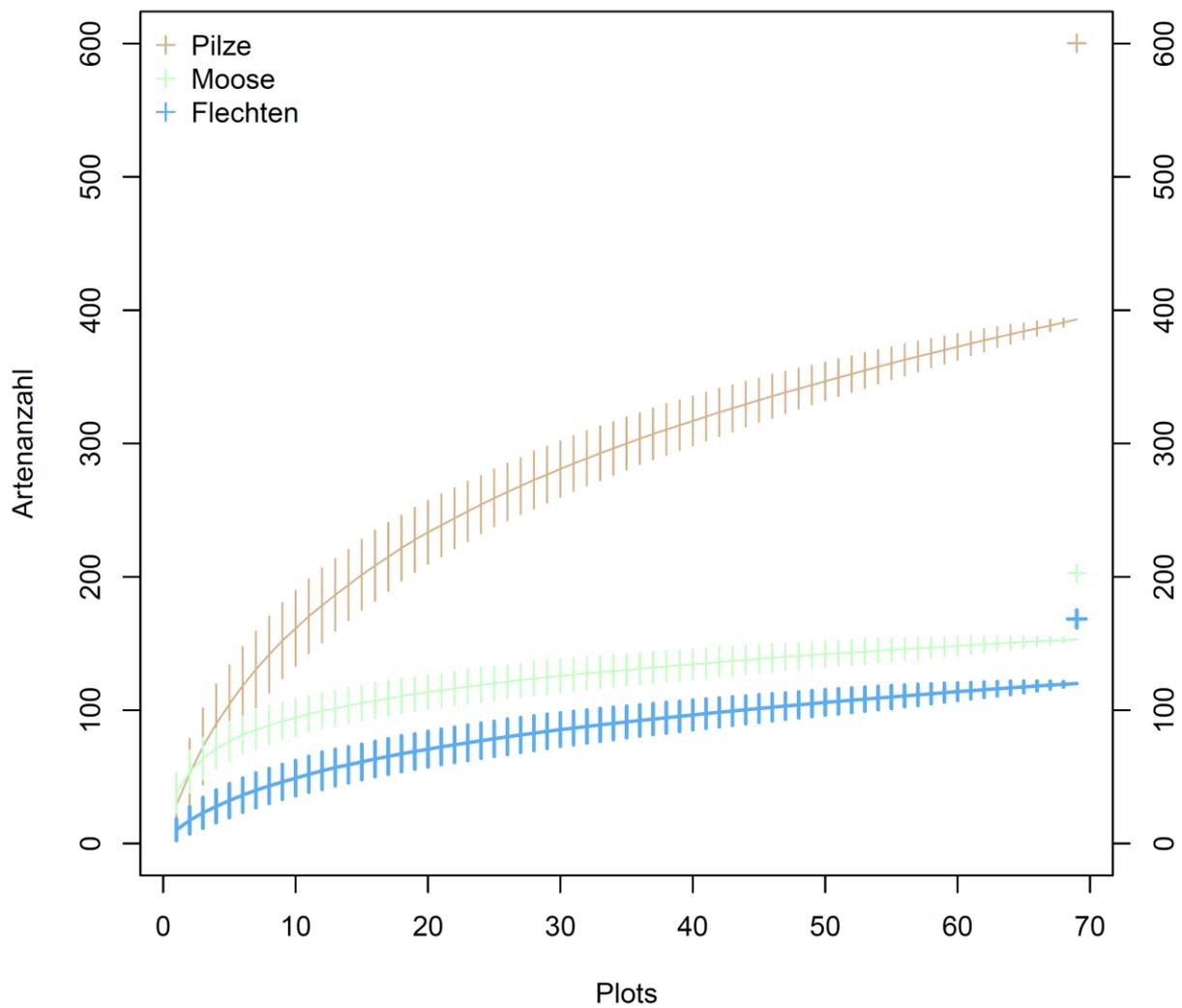


Abbildung 8.4: Arten-Akkumulationskurve inklusive der zu erwartende Gesamtartenzahl (Chao2). Unsicher bestimmte Arten und Arten auf herabgefallenen Ästen wurden ausgeschlossen.

8.4. Besondere Arten

Absconditella lignicola

Die Art wächst meist an dünnen, vom Boden abstehenden, entrindeten Stämmen von Buchen und Fichten. Bei feuchter Witterung ist die Art an schwach grünlicher Verfärbung des Holzes aus Distanz zu erkennen – die Bestätigung erfolgt dann mit der Lupe, wenn die ca. 0.3 mm grossen, fast durchsichtigen und weitgehend im Substrat eingesenkten Fruchtkörper gefunden werden. Die Art kann leicht von den viel grösseren Fruchtkörpern von *Coenogonium pineti* unterschieden werden, welche oft etwas spätere Sukzessionsstadien der Holzverwitterung besiedelt.

***Agonimia*, verschiedene Arten**

Die Arten der Gattung kommen im Untersuchungsgebiet meist an dicken, teilweise bemoosten Stämmen von Buche und Bergahorn vor. Gut entwickelte Lager lassen sich leicht an den meist sehr vereinzelt auftretenden Fruchtkörpern (Perithezien) als zur Gattung gehörig ansprechen. Die Ansprache der Arten ist im Feld aber auch mit guter Leuchtlupe und Erfahrung eigentlich nicht möglich. Meist sind die Lager steril und ziemlich stark von Schnecken und Milben abgefressen – dann ist die Bestimmung auf Artebene auch im Labor oft nicht möglich. Die verschiedenen Arten scheinen aber eine interessante kombinierte Vermehrungsstrategie zu verfolgen: Bei Arten mit kleinstrauchigen Lagern dienen leicht abbrechende Fragmente der vegetativen Vermehrung.

Bacidia subincompta

Diese Krustenflechte mit körnigem Lager kommt an dicken Stämmen von Laubbäumen vor (Abbildung 8.5). Im Mittelland ist die Art recht zerstreut und deshalb sind die Vorkommen auf 9 Plots im Sihlwald bemerkenswert.



Abbildung 8.5: *Bacidia subincompta* (<https://corzonneveld.nl/fungi/lichens/Lecanoromycetes/Lecanorales/Ramalinaceae/Bacidia/Bacidia%20subincompta,%20Metzgeria%20furcata%20691%20med.jpg>)



***Bacidina*, verschiedene Arten**

Gelbliche bis gelbgrüne, oft ausgedehnte, aber meist sterile Lager von körnigen Krustenflechten gehören meist zu *Bacidina sulphurella* und seltener zu *B. arnoldiana*. Die meisten Belege waren steril und wurden deshalb als *Bacidina arnoldii* aggr. bezeichnet. *Bacidina brandii* weicht von den oben genannten Arten ab, der taxonomische Status dieser Belege ist jedoch zu überprüfen. Die Artengruppe ist sehr substratvag und kommt an Stämmen von Buchen, Eschen, Fichten, Holunder und Tannen vor, und ist auch auf Totholz und kalkhaltigem Gestein anzutreffen.

Calopisma asserigenum

Eine in der Schweiz selten gesammelte Flechte auf Ästen. Die Art ist in der Schweiz verletzlich (VU), unsere Kenntnis basiert aber bisher vor allem auf Zufallsfunden. So ist auch der Beleg aus dem Sihlwald zu verstehen: die Art wurde auf einem am Boden liegenden Ast einer Buche gefunden.

Cetrelia cetrarioides

Die Art potenziell bedroht und kommt meist an relativ licht stehenden Stämmen älterer Laubbäume vor. Im Sihlwald wurde die Art einmal an einem abgebrochenen Ast einer grossen Buche gefunden.

Gyalideopsis helvetica

Ähnlich wie die oben genannte *Absoconditella lignicola* wächst diese unauffällige Krustenflechte auf entrindetem Faulholz von Laubbäumen und Fichtenholz. Es ist dies der dritte Fund in der Schweiz, aber da es zur Zeit keine Rote Liste der lignicolen Flechten gibt, ist der Gefährdungsgrad dieser seltenen Art nicht festgelegt.

***Micarea*, verschiedene Arten**

Diese Gruppe bildet meist intensiv grüne, körnige bis etwas verschleimende Krusten auf unterschiedlichen Substraten wie Borke mit hoher Wasserspeicherkapazität, Erde und Faulholz. Auf entrindetem Faulholz sind diese Arten die auffälligsten lignicolen Flechten, sind aber im meist sterilen Zustand ohne chemische Untersuchungen nicht auf Artebene bestimmbar.

Pertusaria pertusa

Diese Art ist eine typische, aber sehr seltene und stark gefährdete (EN) Art auf Buchen. Die Art ist meist gut kenntlich. In den Untersuchungen im Sihlwald ist sie auf einer einzigen Buche gefunden worden – weitere Abklärungen über die Verbreitung dieser Art im Sihlwald und die ihre Populationsstruktur wären sehr wünschenswert.



Abbildung 8.6: links: *Cetrelia cetrarioides* (<https://www.123pilze.de/DreamHC/Download/Cetrelia-cetrarioides2.jpg>), rechts: *Pertusaria pertusa* (http://www.lichens.lastdragon.org/Pertusaria_pertusa.html)

Rinodina polyspora* und *polysporoides

Diese beiden kleinen Arten der Gattung Braunsporflechte wurden auf abgebrochenen Ästen von Eschen gefunden. *Rinodina polyspora* galt bisher als Regional Ausgestorben (RE) in der Schweiz und wurde im Sihlwald seit Jahrzehnten erstmals wieder in der Schweiz gefunden. Die morphologisch ähnliche Art *Rinodina polysporoides* wurde früher oft mit *R. polyspora* verwechselt, ist zwar deutlich häufiger als *R. polyspora*, aber in der Schweiz immer noch als Verletzlich (VU) eingestuft.

Steinia geophana

Diese kleine, unauffällige Art wächst auf offenen Erdf Flächen und oberflächlich stark verwittertem Sandstein. Sie ist in der Schweiz nur von wenigen Fundorten aus dem Mittelland bekannt und wird in der Roten Liste der erdbewohnenden Flechten nicht behandelt. Im Untersuchungsgebiet sind im 19. Jahrhundert weitere erdbewohnende Flechten gefunden worden, welche seither aber in der Schweiz verschollen sind. Dazu gehören *Thelenidia monosporella*, aus der Gegend von Rifferswil von J. Hegetschweiler gesammelt und von Nylander als neue Gattung und neue Art beschrieben. Diese Art ist seither erst einmal wiedergefunden wurde (Grönland). Die zweite, ebenso seltene Art *Thelocarpon imperceptum* wurde ebenfalls von Hegetschweiler gefunden und von Nylander beschrieben und seither nur wenige Male in Mitteleuropa nachgewiesen. Vegetationsfreie, bodenfeuchte und relativ lichtreiche Erdf Flächen, wie sie als Lebensraum für *Steinia geophana* und die beiden anderen erwähnten Arten nötig sind, kommen nur selten als natürliche Lebensräume vor. Häufiger sind sie heute an stark menschlich beeinträchtigten Standorten wie Strassenränder und Kiesgruben zu finden. Die steilen Hänge der Albiskette mit kleinflächigen Rutschungen stellen natürliche Lebensräume für diese heute sehr seltenen Arten dar. Wir regen deshalb eine gezielte Suche nach den beiden regional ausgestorbenen Arten längs der Albiskette an.

***Strigula*, verschiedene Arten**

Strigula ziziphi und *Strigula jamesii* sind zwei unauffällige Krustenflechten, welche nur nach mikroskopischer Untersuchung sicher bestimmt werden können. Es sind dies zwei sehr seltene Arten in einer Artengruppe, in welcher wenige häufige Arten dominieren.

National Prioritäre Arten

Tabelle 8.1: Liste der National Prioritären Arten die im Sihlwald gefunden wurden (inkl. der Plotnummer und des Substrats des Fundes).

Art	Plotnr.	Substrat		RL-Status	Priorität CH
<i>Calloporisma asserigenum</i>	91	Ast	Buche	VU	4
<i>Fellhanera subtilis</i>	479	Ast	Esche	VU	4
<i>Graphis elegans (unsicher)</i>	126	Stamm	Buche	EN	3
<i>Pertusaria pertusa</i>	105	Stamm	Buche	EN	1
<i>Rinodina polyspora</i>	55	Ast	Esche	RE	1
<i>Rinodina polyspora</i>	93	Ast	Esche	RE	1
<i>Rinodina polysporoides</i>	52	Ast	Esche	VU	4
<i>Strigula jamesii</i>	127	Stamm	Buche	VU	4
<i>Strigula ziziphi</i>	300	Stamm	Bergahorn	CR	2

8.5. Diskussion

Die Erhebung auf den 69 ausgewählten Plots ermöglicht die gemeinsame Analyse und den Vergleich mit den anderen Artengruppen.

Durch die hohe Anzahl an Plots konnten verschiedene „Habitatkonfigurationen“ in einem grossen Gebiet untersucht werden. Allerdings musste dafür auf jedem Plot eine vereinfachte Methode angewendet werden, welche eine Aussage über die Artenvielfalt der Flechten vor allem auf Plot-Ebene ermöglicht. Zusätzlich wurden jedoch einzelne Substrate wie das ausgewählte Totholz und der grösste Baum auf den Stichproben eindeutig identifiziert, was eine langzeitliche Beobachtung der substratspezifischen Entwicklung der Flechten ermöglicht.

Eine umfangreichere Methode zur Untersuchung der Flechtendiversität und -zusammensetzung wurde im Rahmen des EU-Projektes BioAssess entwickelt (Scheidegger et al. 2002, Bergamini et al. 2005, Stofer et al. 2006, Watt et al. 2007). Dabei wurden baum-, erd- und gesteinsbewohnende Flechten berücksichtigt und von jedem Substrattyp 12 Objekte pro Plot untersucht. Totholz könnte problemlos als weiterer Substrattyp mit dieser Methode untersucht werden. Diese Daten erlauben eine detailliertere Analyse der Flechten pro Baumart oder Baumdurchmesserklasse.

Der in der BioAssess-Methode höher ausfallende zeitliche Aufwand pro Plot könnte in so homogenen Waldlandschaften wie sie im Sihlwald vorhanden ist, durch eine Reduktion der Anzahl Plots kompensiert werden. Auch die Arten-Akkumulationskurve (siehe Abbildung 8.4) zeigt, dass sich die gefundene Artenzahl nicht mehr extrem mit jedem neuen Plot erhöht, was für intensivere Untersuchung auf weniger Stichproben spricht. In Waldlandschaften mit höherer Baumartendiversität und stärker vertikal strukturiertem Bestandesaufbau weist die



komplexere Aufnahmemethode gegenüber der im Sihlwald zur Anwendung gelangten Methode grosse Vorteile auf.

Im Sihlwald konnten auf den Flächen der 69 vorgegebenen Plots 188 Flechtenarten nachgewiesen werden. Davon konnten wir 159 Arten sicher bestimmen, bei 29 Arten, oft Einzelfunde, sind die Belege nur rudimentär entwickelt, was eine sichere Bestimmung ohne Zuhilfenahme von molekularen Methoden, verunmöglicht. Werden die Flechten, die nur auf Ästen nachgewiesen wurden, nicht berücksichtigt, besteht der Datensatz aus 146 Arten, davon 123 sicher bestimmte Arten.

Der Sihlwald muss generell als ausserordentlich flechtenarme Waldlandschaft bezeichnet werden. Dies betrifft sowohl die Totholz besiedelnden Arten, als auch Arten, welche an lebenden Bäumen wachsen.

Totholz von Buchen, Eschen und Bergahorn wird im Mittelland meist relativ rasch von Moosen überwachsen. Flechten werden deshalb bereits in einem relativ frühen Stadium ausgeschlossen. Am ehesten sind noch tote stehende Stämme mit einigen Vertretern der Stecknadelflechten (*Chaenotheca xyloxena*) und vom Boden abstehende Teil von liegenden Stämmen von speziellen lignicolen Flechten überwachsen. Die beiden unauffälligen Krustenflechten *Absoconditella lignicola* und *Gyalideopsis helvetica*, sowie die oft ausgedehnte, intensiv grüne Flecken bildenden Arten der Gattung *Micarea* konnten im Sihlwald regelmässig beobachtet werden. Nach längeren Niederschlagsperioden konnten zudem ausgedehnte Kolonien von *Multiclavula mucida*, dem einzigen lichenisierten Basidiomyceten, nachgewiesen werden. Es wird interessant sein, die Entwicklung der lignicolen Arten in Zukunft zu verfolgen. Licht stehende Dürrständer, insbesondere von Nadelbäumen, könnten Lebensraum von weiteren Stecknadelflechten, einer grösseren Anzahl von Arten der Gattung *Micarea* und weiterer Krustenflechten werden (s. auch Bemerkungen unten zur Waldmutter Silvana).

Bezüglich der epiphytischen Flechten, welche an Stämmen und Ästen lebender Bäume vorkommen, erscheint die Flechtenvielfalt des Sihlwald ebenfalls als unterdurchschnittlich. Die im Mittelland häufig auf Buche anzutreffenden Krustenflechten kommen allerdings auch im Sihlwald regelmässig vor. Dazu gehören die Schriffflechte *Graphis scripta* und ihre Begleitarten aus den Gattungen *Bacidina*, *Biatora*, *Lepraria* und *Opegrapha*, aber weil die meisten Bestände im mittleren Stammbereich relativ lichtarm sind, kommen an Stämmen nur sehr selten lichtbedürftigere Flechten vor. Weil viele Blatt- und Strauchflechten zu dieser Gruppe der lichtbedürftigen Arten gehören, fehlen diese auffälligen Wuchsformen in grossen Gebieten des Sihlwald. Einzig an Waldrändern oder an Alleebäumen im Sihltal gibt es Stellen, wo diese Arten eine relativ üppige Flechtenvegetation bilden, so beispielsweise beim Parkplatz nahe dem Besucherzentrum Sihlwald. Im Gegensatz zu den Arten an den Alleebäumen, welche im Sihlwald vereinzelt auch an kräftigen Ästen in der Lichtkrone von Eschen und Bergahorn gefunden wurden, ist die Holzstatue Waldmutter Silvana des Künstlers Erwin Schatzmann aus Winterthur beim Besucherzentrum als Trägerin von regionalen Seltenheiten hervorzuheben. Diese Holzstatue steht seit 2001 auf dem Areal des Besucherzentrums (E-mail von Stephanie Platzer vom 5. 10. 2017) und wurde seither von den Bartflechten *Bryoria fuscescens* und *Usnea cf. subfloridana* relativ üppig besiedelt (siehe Abbildung 8.1). Diese

beiden Arten konnten im Sihlwald auf keiner der untersuchten Flächen gefunden werden. Allerdings ist zu vermuten, dass diese Arten in Restvorkommen auf Ästen in der Lichtkrone beispielsweise von Waldföhren im Sihlwald noch vorkommen.

Obschon viele mächtige Bäume auf Plots untersucht wurden, waren wir erstaunt, dass viele typische Flechtenarten alter Bäume im Gebiet fehlten. Lungenflechten wie *Lobaria pulmonaria* und *L. scrobiculata*, welche im Zürcher Unterland noch in Restvorkommen anzutreffen sind, scheinen im Sihlwald gänzlich zu fehlen. Dies mag sicher mit dem geringen Lichtgenuss in den vorratsstarken Wäldern zusammenhängen. Es fehlten aber auch (halb)schattentolerante Spezialisten alter Bäume wie *Arthonia byssacea* und *Bactrospora dryina*, und sogar die relativ substratvagen *Opegrapha vermicellifera* und *Reichlingia leopoldii* waren im Gebiet sehr selten anzutreffen. Wir vermuten, dass die intensive forstliche Nutzung in der Vergangenheit grosse, alte Bäume als Träger dieser Arten weitgehend zum Verschwinden gebracht hat und diese Arten deshalb im Gebiet weitgehend verschwunden sind. Seit der Aufgabe der forstlichen Bewirtschaftung konnten sich zwar wieder relativ viele dicke Bäume entwickeln, die auf dicke Bäume angewiesenen Flechtenarten konnten in den wenigen Jahrzehnten jedoch noch nicht wieder einwandern. Diese Beobachtungen unterstreichen die Bedeutung der ökologischen Kontinuität für die Erhaltung von ökologisch anspruchsvollen Waldflechten, wie kürzlich anhand von Auswertungen von Daten aus dem LFI gezeigt werden konnte (Dymytrava *et al.*, 2017). Der Einfluss von historisch stark erhöhten Konzentrationen von Luftschadstoffen auf die Flechtenvegetation kann nicht ausgeschlossen werden.

Auch wenn also verschiedene ökologische Gruppen von typischen Waldflechten im Sihlwald stark untervertreten sind, konnten oft als Einzelbeobachtungen eine Reihe von bemerkenswerten Arten nachgewiesen werden. An erster Stelle kann hier sicher die bisher als regional ausgestorben geltende Vielsporige Braunsporflechte *Rinodina polyspora*, genannt werden. Die Art wurde zweimal auf Ästen von Eschen nachgewiesen. Äste wurden in dieser Studie nicht systematisch untersucht, sondern es wurden nur frisch abgebrochene, am Boden innerhalb des Plots liegende Äste untersucht. Diese Art konnte im Rahmen von intensiven Untersuchungen im Rahmen des Rote Liste Projektes nie nachgewiesen werden und galt deshalb in den letzten 15 Jahren als in der Schweiz regional ausgestorben (RE). Der Nachweis dieser Art im Sihlwald ist sehr bemerkenswert und lässt hoffen, dass diese Art auch in anderen Wäldern des Mittellandes noch gefunden werden kann. Auch drei weitere National Prioritäre Arten, welche wir im Sihlwald gefunden haben, nämlich *Rinodina polysporoides*, *Fellhanera subtilis* und *Strigula sp.* wurden auf Esche gefunden, sodass diese Nachweise auf Esche die grosse Bedeutung dieser Baumart als exklusiver Träger einer hohen Anzahl Arten baumbewohnender Flechten unterstreichen (Rigling *et al.*, 2016).

Schliesslich soll auch noch ein gutes Wort für die im Sihlwald doch so prägende Buche eingelegt werden. Von Buchen dominierte Wälder scheinen auf den ersten Blick meistens relativ monoton. Dies gilt auch in sehr flechtenreichen Buchenurwäldern in den Karpaten, wo Seltenheiten oft auch auf einzelne Baumindividuen beschränkt sind. Typische Urwaldarten wie *Gyalecta ulmi* sind auch in Urwäldern selten anzutreffen und was in durchschnittlichen Beständen eines Urwaldreservates häufig ist, sind die auch im Sihlwald häufig anzutreffenden Begleitarten der Schriffflechte *Graphis scripta*. So konnte doch immerhin eine typische Art von



Buchen, die in der Schweiz stark gefährdete (EN) *Pertusaria pertusa* an einer Buche nachgewiesen werden. Auch verschiedene potentiell gefährdete Arten konnten auf Buchen gefunden werden, so die Bartflechten *Evernia divaricata* und *Cetrelia cetrarioides* auf einem abgebrochenen Ast, und *Lecanora subcarpineae* auf einem Stamm. Schliesslich sollen die fünf Arten der sehr unauffälligen und schwierig anzusprechenden Arten der Gattung *Agonimia* hervorgehoben werden. In keinem Waldgebiet der Schweiz konnte bisher eine derartige Vielfalt dieser schattentoleranten, regelmässig von Schnecken abgeweideten und sich stets regenerierenden, kleinstrauchigen Flechtenarten gefunden werden. Die hohe Artenvielfalt innerhalb dieser Gattung war für uns die grösste Entdeckung in diesem Projekt.

9. Kommunikation und Sensibilisierung

9.1. Erfolgte Kommunikationsmassnahmen

Im Rahmen des vorliegenden Projektes konnten bereits vor Abschluss der Arbeiten mehrere bedeutende Kommunikationsleistungen erbracht werden:

- 14.03.2017: Medienmitteilung zum Fund der Zitronengelben Tramete, mit verbreitetem Echo in den regionalen und nationalen Medien
- 17.03.2017: Hinweis im elektronischen Newsletter des Wildnispark Zürich auf die Moosexkursion vom 08.04.2017
- Juni 2017: Hinweis zum Fund der Zitronengelben Tramete im Jahresbericht 2016
- 29.06.2017: Beitrag in der SRF Sendung „Einstein“ zum Thema „Sihlwald – ein Schweizer Urwald entsteht“ u.a. mit Bericht zum Projekt
- September 2017: Reportage über die Untersuchungen der Totholz liebenden Insekten in der Zeitschrift „Wildnis“ des Wildnispark Zürich
- November 2017: Bericht über die Untersuchungen der Totholz liebenden Insekten in der Langnauer Dorfzeitung „Wir Langnauer“

Im Frühling 2017 erfolgte eine interne Weiterbildung über die Ziele und Methoden des Projekts unter Beteiligung von Mitarbeitenden und Freiwilligen, die regelmässig Führungen, Exkursionen und Kurse im Sihlwald anbieten durch die wissenschaftliche Projektmitarbeiterin und Doktorandin Elena Haeler.

Durch die regelmässige Mitarbeit im Projekt erhielten die Ranger der Stiftung Wildnispark Zürich einen intensiven Einblick in die Aufnahmemethoden und Datengewinnung.

Verschiedene Lehrveranstaltungen mit Studierenden wurden durch die Projektbeteiligten der Berner Fachhochschule HAFL und der Eidg. Forschungsanstalt WSL auf dem Perimeter des Sihlwald durchgeführt und nahmen Bezug auf das Projekt.

9.2. Geplante Kommunikationsmassnahmen

Die Kommunikation der Ergebnisse des vorliegenden Projektes wurde im Projektbeschrieb vom 31. Oktober 2016 u.a. wie folgt vorgesehen:

- Schlussbericht
- Je eine Umsetzungspublikation pro Artengruppe
- Wissenschaftliche Publikationen in Fachzeitschriften
- Vorstellung im Rahmen der Workshops im Pilotprojekt Ökologische Infrastruktur in Parks
- Vorstellung im Rahmen von Veranstaltungen mit der Thematik von Waldreservaten



Bis Ende 2018 wird der wissenschaftliche Schlussbericht erstellt, welcher die Ergebnisse zu den Artengruppen mit den Waldstrukturen in Beziehung setzt. Im Laufe des Jahres 2018 und 2019 werden darauf aufbauend die wissenschaftlichen Publikationen durch die beteiligten Forschungsinstitutionen publiziert. Die Präsentation der Resultate sowohl im Rahmen des Pilotprojektes Ökologische Infrastruktur in Parks als auch in anderen Veranstaltungsgelassen durch die Projektleitung und die Fachexperten ist laufend vorgesehen. Zusätzlich werden die Resultate im Rahmen von Pressemitteilungen, in den hauseigenen Publikationen (Zeitschrift „Wildnis“, Jahresberichte) und auf der Website des Wildnispark Zürich in geeigneter Weise der Öffentlichkeit zugänglich gemacht.

Die Stiftung Wildnispark Zürich sieht in Zusammenarbeit mit den beteiligten Fachinstitutionen HAFL und WSL weitere Umsetzungs- und Kommunikationsleistungen insbesondere die Verwendung der aufbereiteten Resultate im Rahmen der Bildungsangebote des Wildnispark Zürich vor. Diese Massnahmen wurden dem BAFU im Rahmen eines Nachtragkredits zur Finanzierung unterbreitet und deren Teilfinanzierung Ende Oktober 2017 als Ergänzung zur Programmvereinbarung 2016-2019 bewilligt:

- Populärwissenschaftliche Aufbereitung der Resultate für eine Publikation (Broschüre) sowie für die Verbreitung der Resultate in Fachzeitschriften und regionalen Medien
- Weiterbildung der mit der Besucherinformation betreuten Mitarbeitenden des Wildnispark Zürich (Ranger, Führungspersonen, Besucherzentrumsmitarbeitende) durch die beteiligten Fachpersonen
- Entwicklung und Weiterentwicklung von Kursangeboten zu ausgewählten Organismengruppen (Pilze, Moose, Flechten, Käfer) für Mitarbeitende und Besuchende
- Aufbereitung und Integration der Resultate in die didaktischen Unterlagen für Führungspersonen (Sihlwaldführungen) und für Schulangebote (Pilzsammlung, Vielfalt im Naturwald)
- Aufbereitung und Integration der Resultate in die Dauerausstellung über den Sihlwald und seine Entwicklung im Besucherzentrum in Sihlwald (Module anschauliche Biodiversität, Forschung konkret)

Die Realisierung der genannten Kommunikations- und Sensibilisierungsmassnahmen erfolgt zeitnah im 2018 und teilweise im 2019 (Dauerausstellung Sihlwald), sodass die umgesetzten Massnahmen zum 10-Jahres Jubiläum des Naturerlebnisparks Wildnispark Zürich Sihlwald im Jahre 2020 zur Verfügung stehen.

10. Ausblick

10.1. Wissenschaftlicher Schlussbericht

Detaillierte Auswertungen, welche die Artvorkommen mit den Daten zu den Waldstrukturen in Beziehung setzen, können erst im Frühjahr 2018 durchgeführt werden, dann wenn die Daten aus der erweiterten kantonalen Stichprobeninventur 2017 zur Verfügung stehen. Die Ergebnisse werden in einem wissenschaftlichen Schlussbericht, der bis Ende 2018 erstellt wird, präsentiert. Darin enthalten werden auch die detaillierten Schlussfolgerungen für zukünftige Nachfolge-Aufnahmen oder vergleichbare Aufnahmen in anderen Regionen sowie die Empfehlungen zur Optimierung des Monitoringkonzepts sein.

Inhalt und Struktur der beiden Berichte (vorliegender Schlussbericht, wissenschaftlicher Schlussbericht) wurden an der Sitzung vom 27.10.2017 mit Simone Remund, BAFU und Simon Ammann, ALN Kanton Zürich festgelegt und terminiert.

10.2. Programmperiode 2020-2023, neue Charta 2020-2029

Das vorliegende Monitoringkonzept legt den Grundstein für ein Langzeitmonitoring der Biodiversität im Sihlwald. Dabei werden sowohl totholzgebundene Artengruppen, als auch Daten zu den Waldstrukturen aufgenommen und miteinander in Beziehung gesetzt. Die Resultate werden die Entwicklung des Naturwaldes Sihlwald dokumentieren und Rückschlüsse auf die Erreichung der Schutzziele zulassen.

Die zeitlichen Abstände der Nachfolge-Aufnahmen werden nach Vorliegen der Auswertungen der Waldstrukturdaten im wissenschaftlichen Schlussbericht diskutiert und festgelegt. Die Aufnahmen werden im Minimum alle 10 bis 15 Jahre in Abhängigkeit der Wiederholung der Kantonalen Stichprobeninventur erfolgen. Die Auswertungen der laufenden Inventur werden zeigen, ob die Erhebung von Totholzdaten und anderen für die Naturwaldentwicklung relevanten Daten allenfalls in kürzeren zeitlichen Abständen sinnvoll ist. In den Zwischenjahren können vertiefende Aufnahmen und Auswertungen zu einzelnen Artengruppen die Aussagekraft der Ergebnisse zu deren Vorkommen und zu für Naturwälder speziell interessanten Arten erhöhen. Ergänzend werden Untersuchungen zu weiteren Artengruppen wie Vögeln oder Fledermäusen in der Zusammenarbeit mit Forschungspartnern angeregt. Das im Sihlwald im Aufbau befindliche Naturereignis-Informationssystem (NEIS) wird das Langzeitmonitoring der Biodiversität in geeigneter Weise ergänzen und Hinweise auf Standorte mit grosser Dynamik liefern.

Die Ziele und Massnahmen eines zukünftigen Langzeitmonitorings werden im Managementplan zur Charta 2020-2029 ausformuliert. Den Rahmen bildet das übergeordnete Ziel „Forschung“ (Forschung wird in Zusammenarbeit mit Partnerinstitutionen zur Weiterentwicklung des Naturerlebnispark-Managements und zur Generierung von Grundlagenwissen ermöglicht und betrieben). Die zugehörigen Leistungen und Indikatoren werden in der 4-Jahresplanung 2020-



2023 voraussichtlich im Programmziel „Monitoring der spezifischen Biodiversität im einzigen Buchennaturwaldreservat der Schweiz (Kernzone und Übergangszone)“ beschrieben.

11. Artenlisten

11.1. Vollständige Artenliste – Saprophytische Pilze

Tabelle 11.1: Saprophytische Pilze: Artenliste aller gefundenen Arten in alphabetischer Reihenfolge. Am Ende der Tabelle stehen, grau hinterlegt, die unsicher bestimmten Arten.

Art ¹	Plotfrequenz	RL-Status	Priorität CH
<i>Agrocybe firma</i>	1	VU	4
<i>Amphinema byssoides</i>	10	LC	
<i>Amylostereum areolatum</i>	1	NT	
<i>Amylostereum chailletii</i>	6	LC	
<i>Amylostereum laevigatum</i>	1	VU	4
<i>Antrodia serialis</i>	19	LC	
<i>Antrodiella citrinella</i>	6	NE	
<i>Antrodiella faginea</i>	1	NE	
<i>Antrodiella hoehnelii</i>	1	LC	
<i>Antrodiella onychoides</i>	1	DD	
<i>Armillaria gallica</i>	1	LC	
<i>Armillaria mellea</i>	5	LC	
<i>Armillaria ostoyae</i>	1	LC	
<i>Artomyces pyxidatus</i>	1	VU	4
<i>Ascocoryne cylichnium</i>	34	LC	
<i>Ascocoryne inflata</i>	3	NE	
<i>Ascocoryne sarcoides</i>	15	LC	
<i>Ascocoryne solitaria</i>	1	NE	
<i>Ascotremella faginea</i>	1	LC	
<i>Athelia decipiens</i>	12	LC	
<i>Athelia epiphylla</i>	22	LC	
<i>Athelia fibulata</i>	1	LC	
<i>Athelia teutoburgensis</i>	2	NE	
<i>Athelopsis glaucina</i>	13	DD	
<i>Athelopsis lembospora</i>	2	NE	
<i>Athelopsis subinconspicua</i>	7	DD	
<i>Auricularia mesenterica</i>	7	LC	
<i>Auriporia aurulenta</i>	1	DD	
<i>Baeospora myriadophylla</i>	1	LC	
<i>Basidiodendron caesiocinereum</i>	28	LC	
<i>Basidiodendron eyrei</i>	5	LC	
<i>Biscogniauxia mediterranea</i>	1	DD	
<i>Bjerkandera adusta</i>	12	LC	

Art ¹	Plotfrequenz	RL-Status	Priorität CH
<i>Bjerkandera fumosa</i>	7	LC	
<i>Boidinia furfuracea</i>	3	VU	4
<i>Botryobasidium aureum</i>	30	LC	
<i>Botryobasidium candicans</i>	5	LC	
<i>Botryobasidium conspersum</i>	14	LC	
<i>Botryobasidium laeve</i>	6	LC	
<i>Botryobasidium pruinaum</i>	7	LC	
<i>Botryobasidium subcoronatum</i>	19	LC	
<i>Botryobasidium vagum</i>	1	LC	
<i>Brevicellicium olivascens</i>	3	LC	
<i>Byssocorticium caeruleum</i>	1	NE	
<i>Callistosporium pinicola</i>	2	NE	
<i>Calocera cornea</i>	4	LC	
<i>Calocera viscosa</i>	3	LC	
<i>Camarops tubulina</i>	7	NE	
<i>Ceraceomyces microsporus</i>	1	DD	
<i>Ceriporia aurantiocarnescens</i>	6	NE	
<i>Ceriporia excelsa</i>	12	LC	
<i>Ceriporia mellita</i>	1	NE	
<i>Ceriporia purpurea</i>	5	LC	
<i>Ceriporia reticulata</i>	6	LC	
<i>Ceriporia viridans</i>	7	LC	
<i>Ceriporiopsis gilvescens</i>	1	EN	3
<i>Cerocorticium hiemale</i>	1	DD	
<i>Cerocorticium sulphureoisabellinum</i>	2	NE	
<i>Cerrena unicolor</i>	1	LC	
<i>Chlorociboria aeruginascens</i>	2	LC	
<i>Chondrostereum purpureum</i>	2	LC	
<i>Cinereomyces lindbladii</i>	2	LC	
<i>Clavulicium delectabile</i>	1	NE	
<i>Clavulicium macounii</i>	2	EN	2
<i>Climacocystis borealis</i>	1	LC	
<i>Clitocybula lacerata</i>	2	LC	
<i>Clitopilus hobsonii</i>	7	LC	
<i>Coniophora puteana</i>	3	LC	
<i>Conocybe digitalina</i>	1	LC	
<i>Conocybe digitalina</i>	1	LC	
<i>Conocybe pilosella</i>	1	LC	
<i>Coprinus disseminatus</i>	1	LC	
<i>Coprinus micaceus</i>	2	LC	

Art ¹	Plotfrequenz	RL-Status	Priorität CH
<i>Corioloopsis gallica</i>	18	LC	
<i>Creolophus cirrhatus</i>	1	VU	4
<i>Crepidotus applanatus</i>	11	LC	
<i>Crepidotus casparyi</i>	1	LC	
<i>Crepidotus cesatii</i>	3	LC	
<i>Crepidotus luteolus</i>	1	LC	
<i>Crepidotus mollis</i>	5	LC	
<i>Crepidotus subverrucisporus</i>	2	LC	
<i>Crustomyces subabruptus</i>	1	DD	
<i>Cylindrobasidium laeve</i>	3	LC	
<i>Dacrymyces lacrymalis</i>	1	DD	
<i>Dacrymyces stillatus</i>	4	LC	
<i>Dacrymyces tortus</i>	2	DD	
<i>Dacryobolus sudans</i>	2	VU	4
<i>Daedaleopsis tricolor</i>	1	LC	
<i>Datronia mollis</i>	18	LC	
<i>Diatrype flavovirens</i>	1	DD	
<i>Diatrypella favacea</i>	1	LC	
<i>Diplocarpa bloxamii</i>	2	DD	
<i>Entoloma (Ino.) conferendum</i>	2	LC	
<i>Eutypa lata</i>	1	DD	
<i>Eutypa maura</i>	1	LC	
<i>Eutypa spinosa</i>	17	DD	
<i>Eutypella quaternata</i>	1	NE	
<i>Exidia plana</i>	4	LC	
<i>Exidia thuretiana</i>	1	LC	
<i>Exidiopsis calcea</i>	1	LC	
<i>Exidiopsis effusa</i>	7	LC	
<i>Exidiopsis grisea</i>	1	LC	
<i>Flagelloscypha minutissima</i>	3	LC	
<i>Flammulaster limulatus</i>	6	VU	4
<i>Flammulina velutipes</i>	2	LC	
<i>Fomes fomentarius</i>	14	LC	
<i>Fomitopsis pinicola</i>	30	LC	
<i>Galerina heimansii</i>	1	DD	
<i>Galerina marginata</i>	4	LC	
<i>Galerina sideroides</i>	3	LC	
<i>Galerina triscopa</i>	4	LC	
<i>Galzinia incrustans</i>	1	VU	4
<i>Ganoderma lipsiense</i>	12	LC	

Art ¹	Plotfrequenz	RL-Status	Priorität CH
<i>Gloeocystidiellum clavuligerum</i>	5	LC	
<i>Gloeocystidiellum lactescens</i>	4	VU	4
<i>Gloeophyllum abietinum</i>	3	LC	
<i>Gloeophyllum odoratum</i>	13	LC	
<i>Gloeophyllum sepiarium</i>	1	LC	
<i>Gloeoporus pannocinctus</i>	1	DD	
<i>Gymnopilus bellulus</i>	1	LC	
<i>Gymnopilus penetrans</i>	6	LC	
<i>Hapalopilus rutilans</i>	1	LC	
<i>Helicogloea lagerheimii</i>	7	DD	
<i>Helicogloea vestita</i>	1	NE	
<i>Henningsomyces candidus</i>	17	LC	
<i>Henningsomyces puber</i>	3	DD	
<i>Heterobasidion annosum</i>	14	LC	
<i>Heterochaetella dubia</i>	11	DD	
<i>Hohenbuehelia auriscalpium</i>	1	VU	4
<i>Hydropus atramentosus</i>	1	EN	3
<i>Hymenochaete cruenta</i>	1	VU	3
<i>Hymenochaete rubiginosa</i>	1	LC	
<i>Hyphoderma argillaceum</i>	27	LC	
<i>Hyphoderma incrustatum</i>	8	NE	
<i>Hyphoderma involutum</i>	1	NE	
<i>Hyphoderma mutatum</i>	4	LC	
<i>Hyphoderma obtusifforme</i>	1	NE	
<i>Hyphoderma obtusum</i>	1	DD	
<i>Hyphoderma pallidum</i>	5	LC	
<i>Hyphoderma praetermissum</i>	28	LC	
<i>Hyphoderma probatum</i>	1	NE	
<i>Hyphoderma puberum</i>	4	LC	
<i>Hyphoderma setigerum</i>	2	LC	
<i>Hyphoderma tsugae</i>	1	DD	
<i>Hyphodermella rosae</i>	2	NE	
<i>Hyphodontia abieticola</i>	1	VU	4
<i>Hyphodontia alutacea</i>	1	LC	
<i>Hyphodontia alutaria</i>	12	LC	
<i>Hyphodontia arguta</i>	6	LC	
<i>Hyphodontia aspera</i>	4	LC	
<i>Hyphodontia cineracea</i>	3	NT	
<i>Hyphodontia crustosa</i>	6	LC	
<i>Hyphodontia nespori</i>	7	LC	

Art ¹	Plotfrequenz	RL-Status	Priorität CH
<i>Hyphodontia pallidula</i>	9	LC	
<i>Hyphodontia sambuci</i>	19	LC	
<i>Hyphodontia spathulata</i>	16	VU	4
<i>Hypholoma capnoides</i>	1	LC	
<i>Hypholoma fasciculare</i>	9	LC	
<i>Hypholoma sublateritium</i>	1	LC	
<i>Hypochnicium erikssonii</i>	1	LC	
<i>Hypochnicium geogenium</i>	2	LC	
<i>Hypochnicium polonense</i>	22	LC	
<i>Hypochnicium vellereum</i>	2	NT	
<i>Hypochnus fusisporus</i>	2	NE	
<i>Hypoxylon cercidicolum</i>	2	NE	
<i>Hypoxylon cohaerens</i>	23	NE	
<i>Hypoxylon confluens</i>	2	NE	
<i>Hypoxylon fragiforme</i>	19	LC	
<i>Hypoxylon fuscum</i>	1	LC	
<i>Hypoxylon julianii</i>	1	NE	
<i>Hypoxylon macrocarpum</i>	6	NE	
<i>Hypoxylon perforatum</i>	1	NE	
<i>Hypoxylon petriniae</i>	1	NE	
<i>Hypoxylon rubiginosum</i>	23	LC	
<i>Hypoxylon serpens</i>	11	EN	3
<i>Hypoxylon vogesiacum</i>	4	NE	
<i>Inocybe petiginosa</i>	3	LC	
<i>Inonotus nodulosus</i>	2	LC	
<i>Irpex lacteus</i>	11	LC	
<i>Ischnoderma benzoinum</i>	8	LC	
<i>Ischnoderma resinosum</i>	1	EN	3
<i>Jaapia ochroleuca</i>	1	DD	
<i>Junghuhnia nitida</i>	10	LC	
<i>Kuehneromyces mutabilis</i>	4	LC	
<i>Laccaria amethystina</i>	1	LC	
<i>Lactarius subdulcis</i>	1	LC	
<i>Lasiosphaeria hirsuta</i>	2	NE	
<i>Lasiosphaeria ovina</i>	2	LC	
<i>Lasiosphaeria spermoides</i>	18	LC	
<i>Lasiosphaeria strigosa</i>	1	NE	
<i>Laxitextum bicolor</i>	5	LC	
<i>Lentaria mucida</i>	4	NE	
<i>Lentinus adhaerens</i>	1	LC	

Art ¹	Plotfrequenz	RL-Status	Priorität CH
<i>Lenzites betulina</i>	1	LC	
<i>Leptosporomyces roseus</i>	5	NE	
<i>Litschauerella clematidis</i>	2	VU	4
<i>Lopharia spadicea</i>	4	LC	
<i>Luellia recondita</i>	1	DD	
<i>Lycoperdon pyriforme</i>	2	LC	
<i>Marasmius alliaceus</i>	10	LC	
<i>Megacollybia platyphylla</i>	3	LC	
<i>Melanamphora spinifera</i>	1	NE	
<i>Melanotus horizontalis</i>	1	DD	
<i>Merismodes anomala</i>	3	LC	
<i>Meruliopsis corium</i>	1	LC	
<i>Merulius tremellosus</i>	6	LC	
<i>Mucidula mucida</i>	3	LC	
<i>Mucronella bresadolae</i>	1	LC	
<i>Mucronella calva</i>	2	VU	4
<i>Mucronella flava</i>	1	NE	
<i>Mutinus caninus</i>	1	LC	
<i>Mycena abramsii</i>	1	LC	
<i>Mycena acicula</i>	1	LC	
<i>Mycena algeriensis</i>	1	DD	
<i>Mycena amicta</i>	2	LC	
<i>Mycena crocata</i>	2	LC	
<i>Mycena filopes</i>	1	LC	
<i>Mycena galericulata</i>	9	LC	
<i>Mycena galopus</i>	1	LC	
<i>Mycena haematopus</i>	21	LC	
<i>Mycena hiemalis</i>	6	LC	
<i>Mycena leptocephala</i>	2	LC	
<i>Mycena metata</i>	1	LC	
<i>Mycena mirata</i>	7	LC	
<i>Mycena pseudocorticola</i>	1	LC	
<i>Mycena renati</i>	4	LC	
<i>Mycena rubromarginata</i>	1	LC	
<i>Mycena silvae-nigrae</i>	1	LC	
<i>Mycena speirea</i>	16	LC	
<i>Mycena stipata</i>	3	LC	
<i>Mycena supina</i>	1	DD	
<i>Mycena zephirus</i>	1	LC	
<i>Mycoacia aurea</i>	5	NT	

Art ¹	Plotfrequenz	RL-Status	Priorität CH
<i>Mycoacia nothofagi</i>	1	DD	
<i>Mycoacia uda</i>	1	LC	
<i>Myxarium sphaerosporum</i>	2	DD	
<i>Myxarium subhyalinum</i>	3	DD	
<i>Ombrophila pura</i>	4	LC	
<i>Oxyporus latemarginatus</i>	1	EN	3
<i>Paullicorticium allantosporum</i>	1	DD	
<i>Paullicorticium ansatum</i>	1	NE	
<i>Paullicorticium pearsonii</i>	2	DD	
<i>Paxillus panuoides</i>	1	NT	
<i>Paxillus panuoides</i>	1	NT	
<i>Peniophora cinerea</i>	6	LC	
<i>Peniophora incarnata</i>	5	LC	
<i>Peniophora limitata</i>	1	LC	
<i>Peniophora pithya</i>	3	LC	
<i>Peniophorella martinii</i>	14	NE	
<i>Phanerochaete filamentosa</i>	1	LC	
<i>Phanerochaete laevis</i>	2	LC	
<i>Phanerochaete leprosa</i>	1	VU	4
<i>Phanerochaete sordida</i>	6	LC	
<i>Phellinus ferruginosus</i>	27	LC	
<i>Phellinus hartigii</i>	4	LC	
<i>Phlebia acanthocystis</i>	1	NE	
<i>Phlebia centrifuga</i>	1	DD	
<i>Phlebia jurassica</i>	1	NE	
<i>Phlebia lilascens</i>	3	LC	
<i>Phlebia livida</i>	10	LC	
<i>Phlebia merismoides</i>	7	LC	
<i>Phlebia rufa</i>	3	LC	
<i>Phlebia subcretacea</i>	8	DD	
<i>Phlebiella allantospora</i>	1	LC	
<i>Phlebiella ardosiacae</i>	6	DD	
<i>Phlebiella tulasnellioidea</i>	1	LC	
<i>Phlebiella vaga</i>	11	VU	4
<i>Pholiota adiposa</i>	1	LC	
<i>Pholiota flammans</i>	2	LC	
<i>Pholiota tuberculosa</i>	1	VU	4
<i>Pholiotina brunnea</i>	1	LC	
<i>Physisporinus sanguinolentus</i>	19	LC	
<i>Physisporinus vitreus</i>	25	LC	

Art ¹	Plotfrequenz	RL-Status	Priorität CH
<i>Piloderma lanatum</i>	1	NE	
<i>Pleurotus ostreatus</i>	2	LC	
<i>Plicatura crispa</i>	2	LC	
<i>Pluteus cervinus</i>	5	LC	
<i>Pluteus luctuosus</i>	1	VU	4
<i>Pluteus phlebophorus</i>	1	NT	
<i>Pluteus umbrosus</i>	1	NT	
<i>Polyporus badius</i>	18	LC	
<i>Polyporus brumalis</i>	2	LC	
<i>Polyporus ciliatus</i>	2	LC	
<i>Polyporus leptcephalus</i>	3	LC	
<i>Polyporus mori</i>	1	LC	
<i>Polyporus squamosus</i>	1	LC	
<i>Polyporus tuberaster</i>	5	LC	
<i>Porpomyces mucidus</i>	5	LC	
<i>Protodontia piceicola</i>	1	VU	4
<i>Psathyrella artemisiae</i>	3	LC	
<i>Psathyrella fagetophila</i>	1	NE	
<i>Psathyrella maculata</i>	2	LC	
<i>Psathyrella obtusata</i>	4	LC	
<i>Psathyrella piluliformis</i>	2	LC	
<i>Psathyrella populina</i>	1	NT	
<i>Psathyrella pygmaea</i>	1	LC	
<i>Pseudohydnum gelatinosum</i>	1	LC	
<i>Pseudotomentella mucidula</i>	1	LC	
<i>Pseudotomentella tristis</i>	1	DD	
<i>Pycnoporellus fulgens</i>	2	LC	
<i>Radulomyces confluens</i>	7	LC	
<i>Repetobasidium vestitum</i>	1	NE	
<i>Resinicium bicolor</i>	10	LC	
<i>Resupinatus trichotis</i>	1	LC	
<i>Rickenella fibula</i>	12	LC	
<i>Rimbachia arachnoidea</i>	1	LC	
<i>Sarcomyxa serotina</i>	15	LC	
<i>Schizophyllum commune</i>	1	LC	
<i>Schizopora flavipora</i>	4	LC	
<i>Schizopora paradoxa</i>	6	LC	
<i>Schizopora radula</i>	3	LC	
<i>Scopuloides rimosa</i>	40	LC	
<i>Scopuloides septocystidia</i>	1	DD	

Art ¹	Plotfrequenz	RL-Status	Priorität CH
<i>Scotomyces subviolaceus</i>	1	LC	
<i>Sebacina dimitica</i>	4	VU	4
<i>Sebacina incrustans</i>	1	LC	
<i>Sidera vulgaris</i>	13	NE	
<i>Simocybe haustellaris</i>	2	VU	4
<i>Simocybe sumptuosa</i>	2	VU	4
<i>Sistotrema athelioides</i>	10	NE	
<i>Sistotrema brinkmannii</i>	33	LC	
<i>Sistotrema muscicola</i>	2	DD	
<i>Sistotrema oblongisporum</i>	2	DD	
<i>Sistotrema porulosum</i>	4	DD	
<i>Sistotrema resinicystidium</i>	2	NE	
<i>Sistotrema subtrigonospermum</i>	1	DD	
<i>Sistotremastrum niveocremeum</i>	3	VU	4
<i>Sistotremella perpusilla</i>	2	DD	
<i>Skeletocutis alutacea</i>	1	DD	
<i>Skeletocutis carneogrisea</i>	3	LC	
<i>Skeletocutis lilacina</i>	1	CR	1
<i>Skeletocutis nivea</i>	34	LC	
<i>Sphaerobasidium minutum</i>	7	DD	
<i>Spongiporus caesius</i>	11	LC	
<i>Spongiporus sericeomollis</i>	1	DD	
<i>Spongiporus stipticus</i>	1	LC	
<i>Spongiporus subcaesius</i>	11	LC	
<i>Spongiporus subcaesius</i>	11	LC	
<i>Spongiporus tephroleucus</i>	5	LC	
<i>Spongiporus undosus</i>	1	NE	
<i>Steccherinum bourdotii</i>	3	EN	3
<i>Steccherinum fimbriatum</i>	4	LC	
<i>Steccherinum ochraceum</i>	6	LC	
<i>Stereum hirsutum</i>	5	LC	
<i>Stereum rugosum</i>	1	LC	
<i>Stereum sanguinolentum</i>	3	LC	
<i>Stereum subtomentosum</i>	13	LC	
<i>Stromatoscypha fimbriata</i>	21	LC	
<i>Stypella grillletii</i>	1	DD	
<i>Stypella vermiformis</i>	4	DD	
<i>Subulicystidium longisporum</i>	15	LC	
<i>Subulicystidium perlongisporum</i>	3	NE	
<i>Thanatephorus fuisporus</i>	4	NE	

Art ¹	Plotfrequenz	RL-Status	Priorität CH
<i>Tomentella ellisii</i>	1	LC	
<i>Tomentella galzinii</i>	1	DD	
<i>Tomentella lapida</i>	1	DD	
<i>Tomentella lateritia</i>	3	DD	
<i>Tomentella lilacinogrisea</i>	4	LC	
<i>Tomentella punicea</i>	1	DD	
<i>Tomentella stuposa</i>	2	LC	
<i>Tomentella sublilacina</i>	8	LC	
<i>Tomentella terrestris</i>	3	LC	
<i>Tomentella umbrinospora</i>	1	LC	
<i>Tomentella viridula</i>	3	DD	
<i>Trametes gibbosa</i>	8	LC	
<i>Trametes hirsuta</i>	4	LC	
<i>Trametes multicolor</i>	5	LC	
<i>Trametes pubescens</i>	2	LC	
<i>Trametes versicolor</i>	24	LC	
<i>Trechispora confinis</i>	1	VU	4
<i>Trechispora farinacea</i>	7	LC	
<i>Trechispora laevis</i>	2	NE	
<i>Trechispora microspora</i>	9	VU	4
<i>Trechispora mollusca</i>	13	LC	
<i>Trechispora stellulata</i>	1	VU	4
<i>Trechispora stevensonii</i>	1	DD	
<i>Trichaptum abietinum</i>	5	LC	
<i>Tricholomopsis decora</i>	2	LC	
<i>Tubulicrinis borealis</i>	1	LC	
<i>Tubulicrinis strangulatus</i>	2	DD	
<i>Tubulicrinis subulatus</i>	1	LC	
<i>Tulasnella allantospora</i>	1	DD	
<i>Tulasnella cystidiophora</i>	1	DD	
<i>Tulasnella eichleriana</i>	11	VU	4
<i>Tulasnella violea</i>	8	LC	
<i>Tylospora asterophora</i>	4	VU	4
<i>Tylospora fibrillosa</i>	1	LC	
<i>Tyromyces placenta</i>	1	VU	4
<i>Ustulina deusta</i>	15	LC	
<i>Uthatobasidium ochraceum</i>	9	DD	
<i>Vesiculomyces citrinus</i>	4	LC	
<i>Xenasma pruinsum</i>	1	EN	3
<i>Xenasma pulverulentum</i>	6	VU	4

Art ¹	Plotfrequenz	RL-Status	Priorität CH
<i>Xylaria hypoxylon</i>	22	LC	
<i>Xylaria longipes</i>	7	LC	
<i>Xylaria polymorpha</i>	1	LC	
<i>Antrodiella cf. pallescens</i>	1	NE	
<i>Athelidium cf. hallenbergii</i>	1	NE	
<i>Athelopsis cf. lembospora</i>	6	NE	
<i>Basidiodendron cf. deminutum</i>	1	DD	
<i>Basidiodendron cf. rimosum</i>	1	NE	
<i>Ceriporia cf. alba</i>	1	NE	
<i>cf. Antrodia pseudosinuosa</i>	1	NE	
<i>Dacrymyces cf. enatus</i>	1	DD	
<i>Hyphodontia cf. nudiseta</i>	1	DD	
<i>Paullicorticium cf. delicatissimum</i>	1	NE	
<i>Pluteus cf. podospileus</i>	1	LC	

¹Artnamen nach Swissfungi; Senn-Irlet et al. 2016, Stand Oktober 2017

11.2. Vollständige Artenliste – Moose

Die Arten sind in der

Tabelle 11.2 aufgeführt. Zuvor folgen noch einige taxonomische Bemerkungen und die Definitionen der verwendeten Aggregate.

Taxonomische Bemerkungen

***Oxyrrhynchium hians* aggr.**

Die Unterscheidung zwischen *O. schleicheri* und *O. hians*, die zusammen das Aggregat *O. hians* aggr. bilden, ist nicht immer ganz klar. Im Sihlwald kommen sicher beide Arten vor. Viele Belege konnten aber aufgrund intermediärer Merkmalsausprägungen nicht sicher zugeordnet werden. Einerseits wiesen viele Formen Ausläufer auf, was für *O. schleicheri* spricht, andererseits wies die Zellbreite auf *O. hians* hin. Es wurde immer nur das Aggregat notiert, ausser bei zwei Plots in denen Pflanzen, welche die eindeutig richtige Merkmalskombination aufwiesen, vorkamen.

Jungermannia atrovirens

Fertile Proben von *J. atrovirens* können sicher bestimmt werden, bei sterilen Proben ist die Ansprache oft unsicher. Sterile Proben wurden deshalb als *Jungermannia* cf. *atrovirens* angesprochen. Ökologisch ist allerdings wohl keine andere Art zu erwarten.

***Ulota crispa* aggr.**

Vor kurzem wurde *U. crispa* in drei Kleinarten aufgesplittet (Caparros et al. 2016). Für eine sichere Bestimmung der Kleinarten sind gut ausgebildete Pflanzen mit reifen Sporenkapseln nötig. Bei allen Proben, die sicher bestimmt werden konnten, handelte es sich um *U. crispa* s.str. Es ist nicht ausgeschlossen, dass auch *U. intermedia* und *U. crispula* vorkommen, *U. crispa* s.str. ist wohl aber bei weitem die häufigste. Aus Zeitgründen konnte nicht in jedem Plot *U. crispa* aggr. umfassend gesammelt und anschliessend bestimmt werden. Oft waren im schattigen Unterwuchs auch nur kümmerliche Pflanzen, ohne oder mit schlecht ausgeprägten Sporenkapseln vorhanden. In der Artenliste ist deshalb in den meisten Fällen *U. crispa* aggr. aufgeführt. Möglicherweise könnte eine Untersuchung der lichtreicheren Baumkronen Klarheit über das Vorkommen der beiden Arten *U. intermedia* und *U. crispula* im Sihlwald bringen.

Blepharostoma trichophyllum

Alle genauer bestimmten Proben gehören zur subsp. *trichophyllum*. Ein Vorkommen der anderen Unterart (subsp. *brevirete*) scheint wenig wahrscheinlich, da diese bisher in der Schweiz nur im Alpenraum und nie unter 1000 m ü. M. gefunden wurde.

Definition der verwendeten Aggregate

Fissidens bryoides aggr. (nach Meier et al. 2013):

Fissidens bryoides Hedw.

Fissidens crispus Mont.

Fissidens gracilifolius Brugg.-Nann. & Nyholm

Fissidens gymnandrus Buse

Fissidens pusillus (Wilson) Milde

Fissidens viridulus (Sw. ex anon.) Wahlenb.

Schistidium apocarpum aggr. (nach Meier et al. 2013)

Schistidium apocarpum (Hedw.) Bruch & Schimp.

Schistidium atrofusum (Schimp.) Limpr.

Schistidium brunnescens Limpr. subsp. *brunnescens*

Schistidium brunnescens subsp. *griseum* (Nees & Hornsch.) H.H.Blom
Schistidium confertum (Funck) Bruch & Schimp.
Schistidium confusum H.H.Blom
Schistidium crassipilum H.H.Blom
Schistidium dupretii (Thér.) W.A.Weber
Schistidium elegantulum H.H.Blom subsp. *elegantulum*
Schistidium frigidum H.H.Blom
Schistidium grande Poelt
Schistidium helveticum (Schkuhr) Deguchi
Schistidium papillosum Culm.
Schistidium pruinatum (Schimp.) G.Roth
Schistidium pulchrum H.H.Blom
Schistidium robustum (Nees & Hornsch.) H.H.Blom
Schistidium spinosum H.H.Blom & Lüth
Schistidium strictum (Turner) Mårtensson
Schistidium umbrosum (J.E.Zetterst.) H.H.Blom

***Ulota crispa* aggr.** (= '*Ulota crispa* complex' sensu Caparros et al. 2016):

Ulota crispa (Hedw.) Brid.
Ulota intermedia Schimp.
Ulota crispula Bruch

***Atrichum undulatum* aggr.** (nach Meier et al. 2013):

Atrichum flavisetum Mitt.
Atrichum undulatum (Hedw.) P.Beauv.

***Oxyrrhynchium hians* aggr.** (unpubliziertes Aggregat):

Oxyrrhynchium hians (Hedw.) Loeske
Oxyrrhynchium schleicheri (R.Hedw.) Röhl

Tabelle 11.2: Moose: Vollständige Artenliste (inkl. unsicher oder ungenau bestimmte Arten) zusammen mit den Frequenzen der einzelnen Arten auf den Plots (inklusive der beiden Totholzstücke), dem Rote Liste-Status nach Schnyder et al. (2004), der nationalen Priorität gemäss BAFU (2011) und dem Schutzstatus gemäss NHGV. Am Ende der Tabelle (grau hinterlegt) finden sich die Arten die ausserhalb der Plots gefunden wurden.

Art	Plotfrequenz	RL-Status	Priorität CH	NHG
<i>Amblystegium confervoides</i> (Brid.) Schimp.	12			
<i>Amblystegium serpens</i> (Hedw.) Schimp.	10			
<i>Amblystegium serpens</i> (Hedw.) Schimp. /cf.	1			
<i>Amblystegium subtile</i> (Hedw.) Schimp.	36			
<i>Amblystegium subtile</i> (Hedw.) Schimp. /cf.	1			
<i>Aneura pinguis</i> (L.) Dumort.	1			
<i>Anomodon attenuatus</i> (Hedw.) Huebener	15			
<i>Anomodon rugelii</i> (Müll.Hal.) Keissl.	1			
<i>Anomodon viticulosus</i> (Hedw.) Hook. & Taylor	1			
<i>Antitrichia curtipendula</i> (Hedw.) Brid.	1			

Art	Plotfrequenz	RL-Status	Priorität CH	NHG
<i>Atrichum undulatum</i> (Hedw.) P.Beauv.	14			
<i>Atrichum undulatum</i> aggr.	9			
<i>Barbula unguiculata</i> Hedw.	1			
<i>Blepharostoma trichophyllum</i> (L.) Dumort.	17			
<i>Blepharostoma trichophyllum</i> (L.) Dumort. subsp. <i>trichophyllum</i>	3			
<i>Brachytheciastrum velutinum</i> (Hedw.) Ignatov & Huttunen	42			
<i>Brachythecium capillaceum</i> (F.Weber & D.Mohr) Giacom. /cf.	1			
<i>Brachythecium glareosum</i> (Spruce) Schimp.	1			
<i>Brachythecium rivulare</i> Schimp.	9			
<i>Brachythecium rutabulum</i> (Hedw.) Schimp.	69			
<i>Brachythecium salebrosum</i> (F.Weber & D.Mohr) Schimp., nom. cons.	23			
<i>Brachythecium tommasinii</i> (Boulay) Ignatov & Huttunen	3			
<i>Bryum moravicum</i> Podp.	30			
<i>Bryum pseudotriquetrum</i> (Hedw.) G.Gaertn. & al.	1			
<i>Bryum spec.</i> Hedw.	1			
<i>Buxbaumia viridis</i> (Lam. & DC.) Moug. & Nestl.	13	NT		kant., BC
<i>Calliergonella cuspidata</i> (Hedw.) Loeske	3			
<i>Calyptogeia azurea</i> Stotler & Crotz	1			
<i>Calyptogeia fissa</i> (L.) Raddi	6			
<i>Campyliadelphus chrysophyllus</i> (Brid.) R.S.Chopra	2			
<i>Campylostelium saxicola</i> (F.Weber & D.Mohr) Bruch & Schimp.	1	EN		
<i>Cephalozia bicuspidata</i> (L.) Dumort.	5			
<i>Cephalozia lunulifolia</i> (Dumort.) Dumort.	1			
<i>Ceratodon purpureus</i> (Hedw.) Brid.	1			
<i>Chiloscyphus pallescens</i> (Hoffm.) Dumort.	10			
<i>Cirriphyllum piliferum</i> (Hedw.) Grout	7			
<i>Climacium dendroides</i> (Hedw.) F.Weber & D.Mohr	1			
<i>Conocephalum conicum</i> (L.) Dumort.	4			
<i>Cratoneuron filicinum</i> (Hedw.) Spruce	4			
<i>Ctenidium molluscum</i> (Hedw.) Mitt.	55			
<i>Dicranella heteromalla</i> (Hedw.) Schimp.	10			
<i>Dicranella schreberiana</i> (Hedw.) Dixon	1			
<i>Dicranella varia</i> (Hedw.) Schimp.	1			
<i>Dicranodontium denudatum</i> (Brid.) E.Britton	12			
<i>Dicranum fulvum</i> Hook.	2			

Art	Plotfrequenz	RL-Status	Priorität CH	NHG
<i>Dicranum montanum</i> Hedw.	37			
<i>Dicranum scoparium</i> Hedw.	27			
<i>Dicranum viride</i> (Sull. & Lesq.) Lindb.	4			kant., BC
<i>Didymodon fallax</i> (Hedw.) R.H.Zander	4			
<i>Didymodon fallax</i> (Hedw.) R.H.Zander /cf.	6			
<i>Didymodon rigidulus</i> Hedw.	4			
<i>Didymodon spec.</i> Hedw.	1			
<i>Diphyscium foliosum</i> (Hedw.) D.Mohr	2			
<i>Diplophyllum albicans</i> (L.) Dumort.	1			
<i>Encalypta streptocarpa</i> Hedw.	3			
<i>Eurhynchium angustirete</i> (Broth.) T.J.Kop.	47			
<i>Eurhynchium striatum</i> (Hedw.) Schimp.	51			
<i>Fissidens adianthoides</i> Hedw.	2			
<i>Fissidens bryoides</i> aggr.	16			
<i>Fissidens bryoides</i> Hedw.	1			
<i>Fissidens dubius</i> P.Beauv.	27			
<i>Fissidens exilis</i> Hedw.	2	NT		
<i>Fissidens gracilifolius</i> Brugg.-Nann. & Nyholm	5			
<i>Fissidens taxifolius</i> Hedw.	59			
<i>Fissidens taxifolius</i> Hedw. /cf.	1			
<i>Fissidens viridulus</i> var. <i>incurvus</i> (Röhl.) Waldh.	3			
<i>Frullania dilatata</i> (L.) Dumort.	63			
<i>Grimmia hartmanii</i> Schimp.	1			
<i>Gymnostomum aeruginosum</i> Sm.	1			
<i>Gymnostomum calcareum</i> Nees & Hornsch.	1			
<i>Gyroweisia tenuis</i> (Hedw.) Schimp.	2			
<i>Herzogiella seligeri</i> (Brid.) Z.Iwats.	52			
<i>Heterocladium heteropterum</i> (Brid.) Schimp. var. <i>heteropterum</i>	1			
<i>Homalia trichomanoides</i> (Hedw.) Brid.	51			
<i>Homalothecium sericeum</i> (Hedw.) Schimp.	14			
<i>Homomallium incurvatum</i> (Brid.) Loeske	5			
<i>Hygrohypnum luridum</i> (Hedw.) Jenn.	4			
<i>Hypnum andoi</i> A.J.E.Sm.	24			
<i>Hypnum cupressiforme</i> Hedw.	69			
<i>Isothecium alopecuroides</i> (Dubois) Isov.	67			
<i>Jungermannia atrovirens</i> Dumort.	2			
<i>Jungermannia atrovirens</i> Dumort. /cf.	2			
<i>Kindbergia praelonga</i> (Hedw.) Ochyra	3			
<i>Leiocolea collaris</i> (Nees) Schljakov	3			

Art	Plotfrequenz	RL-Status	Priorität CH	NHG
<i>Lejeunea cavifolia</i> (Ehrh.) Lindb.	16			
<i>Lepidozia reptans</i> (L.) Dumort.	14			
<i>Leucobryum juniperoideum</i> (Brid.) Müll.Hal.	4			CH
<i>Leucobryum juniperoideum</i> (Brid.) Müll.Hal. /cf.	1			CH
<i>Leucodon sciuroides</i> (Hedw.) Schwägr.	25			
<i>Loeskeobryum brevirostre</i> (Brid.) M.Fleisch.	1			
<i>Lophocolea heterophylla</i> (Schrad.) Dumort.	56			
<i>Metzgeria conjugata</i> Lindb.	8			
<i>Metzgeria furcata</i> (L.) Dumort.	68			
<i>Metzgeria temperata</i> Kuwah.	4			
<i>Metzgeria violacea</i> (Ach.) Dumort.	11			
<i>Mnium hornum</i> Hedw.	1			
<i>Mnium marginatum</i> (Dicks.) P.Beauv. var. <i>marginatum</i>	3			
<i>Mnium spinosum</i> (Voit) Schwägr.	1			
<i>Mnium stellare</i> Hedw.	1			
<i>Neckera complanata</i> (Hedw.) Huebener	11			
<i>Neckera complanata</i> (Hedw.) Huebener /cf.	1			
<i>Neckera crispa</i> Hedw.	14			
<i>Nowellia curvifolia</i> (Dicks.) Mitt.	11			
<i>Orthotrichum affine</i> Brid.	50			
<i>Orthotrichum anomalum</i> Hedw.	1			
<i>Orthotrichum lyellii</i> Hook. & Taylor	45			
<i>Orthotrichum obtusifolium</i> Brid.	1			
<i>Orthotrichum pallens</i> Brid.	44			
<i>Orthotrichum patens</i> Brid.	42	NT		
<i>Orthotrichum pulchellum</i> Brunt.	1	VU		
<i>Orthotrichum rupestre</i> Schwägr.	1			
<i>Orthotrichum scanicum</i> Gronvall	3	CR		kant.
<i>Orthotrichum speciosum</i> Nees var. <i>speciosum</i>	31			
<i>Orthotrichum stramineum</i> Brid.	34			
<i>Orthotrichum striatum</i> Hedw.	21			
<i>Oxyrrhynchium hians</i> (Hedw.) Loeske	1			
<i>Oxyrrhynchium hians</i> aggr.	53			
<i>Oxyrrhynchium schleicheri</i> (R.Hedw.) Röll	1			
<i>Oxystegus tenuirostris</i> (Hook. & Taylor) A.J.E.Sm.	15			
<i>Oxystegus tenuirostris</i> (Hook. & Taylor) A.J.E.Sm. /cf.	1			
<i>Palustriella commutata</i> (Hedw.) Ochyra	5			
<i>Palustriella commutata</i> (Hedw.) Ochyra /cf.	1			
<i>Paraleucobryum longifolium</i> (Hedw.) Loeske	1			

Art	Plotfrequenz	RL-Status	Priorität CH	NHG
<i>Pedinophyllum interruptum</i> (Nees) Kaal.	1			
<i>Pellia endiviifolia</i> (Dicks.) Dumort.	10			
<i>Pellia endiviifolia</i> (Dicks.) Dumort. /cf.	1			
<i>Physcomitrium pyriforme</i> (Hedw.) Bruch & Schimp.	1			
<i>Plagiochila asplenioides</i> (L. emend. Taylor) Dumort.	10			
<i>Plagiochila porelloides</i> (Nees) Lindenb.	23			
<i>Plagiomnium affine</i> (Funck) T.J.Kop.	3			
<i>Plagiomnium rostratum</i> (Schrad.) T.J.Kop.	27			
<i>Plagiomnium undulatum</i> (Hedw.) T.J.Kop.	33			
<i>Plagiothecium cavifolium</i> (Brid.) Z.Iwats.	3			
<i>Plagiothecium curvifolium</i> Limpr.	25			
<i>Plagiothecium curvifolium</i> Limpr. /cf.	1			
<i>Plagiothecium denticulatum</i> (Hedw.) Schimp.	7			
<i>Plagiothecium nemorale</i> (Mitt.) A.Jaeger	68			
<i>Platygyrium repens</i> (Brid.) Schimp.	25			
<i>Platyhypnidium riparioides</i> (Hedw.) Dixon	1			
<i>Pogonatum aloides</i> (Hedw.) P.Beauv.	1			
<i>Polytrichastrum formosum</i> (Hedw.) G.L.Sm.	22			
<i>Porella platyphylla</i> (L.) Pfeiff.	25			
<i>Pottiaceae</i> spec. Schimp., nom. cons. /cf.	1			
<i>Pseudoleskeella nervosa</i> (Brid.) Nyholm	13			
<i>Pseudotaxiphyllum elegans</i> (Brid.) Z.Iwats.	2			
<i>Pterigynandrum filiforme</i> Hedw.	41			
<i>Pylaisia polyantha</i> (Hedw.) Schimp.	25			
<i>Radula complanata</i> (L.) Dumort.	68			
<i>Rhizomnium punctatum</i> (Hedw.) T.J.Kop.	60			
<i>Rhynchostegium murale</i> (Hedw.) Schimp.	30			
<i>Rhytiadelphus loreus</i> (Hedw.) Warnst.	4			
<i>Rhytiadelphus triquetrus</i> (Hedw.) Warnst.	1			
<i>Riccardia latifrons</i> (Lindb.) Lindb.	1			
<i>Riccardia multifida</i> (L.) Gray	3			
<i>Riccardia palmata</i> (Hedw.) Carruth.	24			
<i>Riccardia palmata</i> (Hedw.) Carruth. /cf.	1			
<i>Sanionia uncinata</i> (Hedw.) Loeske	2			
<i>Scapania nemorea</i> (L.) Grolle	2			
<i>Schistidium apocarpum</i> (Hedw.) Bruch & Schimp.	8			
<i>Schistidium apocarpum</i> aggr.	2			
<i>Schistidium crassipilum</i> H.H.Blom	6			
<i>Schistidium crassipilum</i> H.H.Blom /cf.	2			

Art	Plotfrequenz	RL-Status	Priorität CH	NHG
<i>Schistidium elegantulum</i> H.H.Blom	2			
<i>Schistidium elegantulum</i> H.H.Blom /cf.	1			
<i>Sciuro-Hypnum flotowianum</i> (Sendtn.) Ignatov & Huttunen	19	VU		
<i>Sciuro-Hypnum populeum</i> (Hedw.) Ignatov & Huttunen	57			
<i>Seligeria donniana</i> (Sm.) Müll.Hal.	10			
<i>Seligeria donniana</i> (Sm.) Müll.Hal. /cf.	1			
<i>Seligeria pusilla</i> (Hedw.) Bruch & Schimp.	2			
<i>Seligeria recurvata</i> (Hedw.) Bruch & Schimp.	1			
<i>Syntrichia papillosa</i> (Wilson) Jur.	4			
<i>Taxiphyllum wissgrillii</i> (Garov.) Wijk & Margad.	14			
<i>Tetraphis pellucida</i> Hedw.	31			
<i>Thamnobryum alopecurum</i> (Hedw.) Gangulee	7			
<i>Thuidium tamariscinum</i> (Hedw.) Schimp.	48			
<i>Tortella tortuosa</i> (Hedw.) Limpr.	33			
<i>Ulota bruchii</i> Brid.	39			
<i>Ulota crispa</i> (Hedw.) Brid.	4			
<i>Ulota crispa</i> aggr.	62			
<i>Weissia controversa</i> Hedw.	1			
<i>Zygodon dentatus</i> (Limpr.) Kartt.	26			
<i>Zygodon rupestris</i> Lorentz	2	VU		
<i>Dicranoweisia cirrata</i> (Hedw.) Lindb.				
<i>Preissia quadrata</i> (Scop.) Nees				
<i>Orthotrichum schimperi</i> Hammar				
<i>Bryum capillare</i> Hedw.				
<i>Cinclidotus riparius</i> (Brid.) Arn.				
<i>Orthotrichum cupulatum</i> var. <i>riparium</i> Huebener				
<i>Fissidens crassipes</i> Bruch & Schimp.				
<i>Racomitrium heterostichum</i> (Hedw.) Brid.				

11.3. Vollständige Artenliste – Flechten

Tabelle 11.3: Flechten: Liste der im Sihlwald gefundenen Arten (inkl. unsicher bestimmte Arten). Arten die nur auf Ästen gefunden wurden sind mit Plotfrequenz = 0 gekennzeichnet.

Art	Plotfrequenz	RL-Status	Priorität CH
<i>Absconditella delutula</i> (Nyl.) Coppins & H. Kilius	1		
<i>Absconditella lignicola</i> Vezda & Pisút	14		
<i>Acrocordia gemmata</i> (Ach.) A. Massal.	0	NT	K
<i>Agonimia allobata</i> (Stizenb.) P. James	4	LC	K
<i>Agonimia borysthenica</i> Dymytrova, Breuss & S.Y. Kondr.	1		
<i>Agonimia flabelliformis</i> J. Halda, Czarnota & Guz.-Krzemiń.	7		
<i>Agonimia repleta</i> Czarnota & Coppins	1		
<i>Agonimia sp.</i>	11		
<i>Agonimia tristicula</i> (Nyl.) Zahlbr.	2	LC	K
<i>Amandinea punctata</i> (Hoffm.) Coppins & Scheid.	3	LC	K
<i>Anisomeridium polypori</i> (Ellis & Everh.) M.E. Barr	16	LC	K
<i>Arthonia atra</i> (Pers.) A. Schneid.	3	LC	K
<i>Arthonia didyma</i> Körb.	7	LC	K
<i>Arthonia muscigena</i> Th. Fr.	0	NT	K
<i>Arthonia radiata</i> (Pers.) Ach.	10	LC	K
<i>Arthonia ruana</i> A. Massal.	35	LC	K
<i>Arthonia sp.</i>	5		
<i>Arthonia spadicea</i> C. Knight	19	LC	K
<i>Bacidia arceutina</i> (Ach.) Arnold	1	LC	K
<i>Bacidia circumspecta</i> (Norrl. & Nyl.) Malme	1	EN	3
<i>Bacidia neosquamulosa</i> Aptroot & Herk	2	LC	K
<i>Bacidia rubella</i> (Hoffm.) A. Massal.	2	LC	K
<i>Bacidia subincompta</i> (Nyl.) Arnold	7	LC	K
<i>Bacidina arnoldiana</i> aggr.	48		
<i>Bacidina cf. brandii</i> (Coppins & van den Boom) M. Hauck & V. Wirth	0		
<i>Bacidina sp.</i>	1		
<i>Bagliettoa parmigerella</i> (Zahlbr.) Vězda & Poelt	1		
<i>Biatora chrysantha</i> (Zahlbr.) Printzen	1	LC	K
<i>Biatora efflorescens</i> (Hedl.) Räsänen	0	LC	K
<i>Biatora globulosa</i> (Flörke) Fr.	0	LC	K
<i>Biatora sp.</i>	4		
<i>Biatora vacciniicola</i> (Tønsberg) Printzen	1	LC	K
<i>Biatoridium monasteriense</i> Körb.	6	LC	K
<i>Bilimbia sabuletorum</i> (Schreb.) Arnold	1	LC	K

Art	Plotfrequenz	RL-Status	Priorität CH
<i>Buellia griseovirens</i> (Turner & Borrer ex Sm.) Almb.	4	LC	K
<i>Calloporisma asserigenum</i> J. Lahm	0	VU	4
<i>Caloplaca cerinella</i> (Nyl.) Flagey	0	LC	K
<i>Caloplaca cerinelloides</i> (Erichsen) Poelt	0	LC	K
<i>Candelaria concolor</i> (Dicks.) Arnold	1	LC	K
<i>Candelariella efflorescens</i> R.C. Harris & W.R. Buck	0	LC	K
<i>Candelariella reflexa</i> (Nyl.) Lettau	3	LC	K
<i>Candelariella</i> sp.	1		
<i>Candelariella xanthostigma</i> (Ach.) Lettau	0	LC	K
<i>Catillaria nigroclavata</i> (Nyl.) J. Steiner	0	LC	K
<i>Cetrelia cetrarioides</i> (Delise) W.L. Culb. & C.F. Culb	0	NT	K
<i>Chaenotheca ferruginea</i> (Sm.) Mig.	8	LC	K
<i>Chaenotheca furfuracea</i> (L.) Tibell	2	LC	K
<i>Chaenotheca stemonea</i> (Ach.) Müll. Arg.	2	LC	K
<i>Chaenotheca trichialis</i> (Ach.) Hellb.	1	LC	K
<i>Chaenotheca xyloxena</i> Nádv.	1		
<i>Chaenothecopsis pusilla</i> (Ach.) A.F.W. Schmidt	1		
<i>Cladonia chlorophaea</i> (Flörke ex Sommerf.) Spreng.	3		
<i>Cladonia coniocraea</i> (Flörke) Spreng.	7	LC	K
<i>Cladonia cornuta</i> (L.) Hoffm.	1	LC	K
<i>Cladonia fimbriata</i> (L.) Fr.	2	LC	K
<i>Cladonia</i> sp.	7		
<i>Coenogonium pineti</i> (Ach.) Lücking & Lumbsch	48	LC	K
<i>Collema auriculatum</i> Hoffm.	1		
<i>Elixia flexella</i> (Ach.) Lumbsch	1		
<i>Endocarpon</i> sp.	0		
<i>Evernia divaricata</i> (L.) Ach.	0	NT	K
<i>Evernia prunastri</i> (L.) Ach.	0	LC	K
<i>Fellhanera bouteillei</i> (Desm.) Vězda	1	NT	K
<i>Fellhanera subtilis</i> (Vězda) Diederich & Sérus.	0	VU	4
<i>Graphis cf. elegans</i> (Borrer ex Sm.) Ach.	0	EN	3
<i>Graphis betulina</i> (Pers.) Gray	65	LC	K
<i>Gyalideopsis helvetica</i> Van den Boom & Vězda	5		
<i>Halecania viridescens</i> Coppins & P. James	0	LC	K
<i>Hypocenomyce scalaris</i> (Ach.) M. Choisy	4	LC	K
<i>Hypogymnia physodes</i> (L.) Nyl.	0	LC	K
<i>Hypogymnia tubulosa</i> (Schaer.) Hav.	2	LC	K
ind_sp	19		
ind_Sp. (<i>Pseudomicarea</i>)	2		
ind_sp (<i>Fellhanera</i>)	1		

Art	Plotfrequenz	RL-Status	Priorität CH
<i>ind_sp (sor_fein)</i>	3		
<i>ind_sp (sor_hgruen)</i>	1		
<i>ind_sp (Typ_Lecanora)</i>	1		
<i>Jamesiella anastomosans</i> (P. James & Vězda) Lücking, Sérus. & Vězda	7	LC	K
<i>Lecania croatica</i> (Zahlbr.) Kotlov,	1		
<i>Lecania cyrtella</i> (Ach.) Th. Fr.	0	LC	K
<i>Lecania naegelii</i> (Hepp) Diederich & Van den Boom	0	LC	K
<i>Lecanora albescens</i> (Hoffm.) Branth & Rostr.	0		
<i>Lecanora argentata</i> (Ach.) Malme	1	LC	K
<i>Lecanora carpinea</i> (L.) Vain.	3	LC	K
<i>Lecanora chlarotera</i> Nyl.	19	LC	K
<i>Lecanora compallens</i> Herk & Aptroot	4		
<i>Lecanora dispersa</i> (Pers.) Sommerf.	0		
<i>Lecanora hagenii</i> (Ach.) Ach.	0		
<i>Lecanora phaeostigma</i> (Körb.) Almb.	1		
<i>Lecanora pulicaris</i> (Pers.) Ach.	1	LC	K
<i>Lecanora rugosella</i> Zahlbr.	6	LC	K
<i>Lecanora sambuci</i> (Pers.) Nyl.	2	NT	K
<i>Lecanora sp.</i>	0		
<i>Lecanora subcarpinea</i> Szatala	1	NT	K
<i>Lecanora subrugosa</i> Nyl.	13	LC	K
<i>Lecanora symmicta</i> (Ach.) Ach.	1	LC	K
<i>Lecidella albida</i> Hafellner	4	LC	K
<i>Lecidella elaeochroma</i> (Ach.) M. Choisy f. <i>elaeochroma</i>	9	LC	K
<i>Lecidella sp.</i>	1		
<i>Lepraria eburnea</i> J. R. Laundon	12	LC	K
<i>Lepraria elobata</i> Tønsberg	6	LC	K
<i>Lepraria incana</i> (L.) Ach.	10	LC	K
<i>Lepraria jackii</i> Tønsberg	3	LC	K
<i>Lepraria lobificans</i> Nyl.	55	LC	K
<i>Lepraria rigidula</i> (B. de Lesd.) Tønsberg	12	LC	K
<i>Lepraria sp.</i>	5		
<i>Lepraria vouauxii</i> (Hue) R.C. Harris	3	LC	K
<i>Leptogium lichenoides</i> (L.) Zahlbr.	2	LC	K
<i>Melanelixia glabratula</i> (Lamy) Sandler & Arup	3	LC	K
<i>Melanelixia sp.</i>	0		
<i>Melanelixia subaurifera</i> (Nyl.) O. Blanco & al.	0	LC	K
<i>Melanohalea exasperatula</i> (Nyl.) O. Blanco & al.	1	LC	K
<i>Micarea sp.</i>	3		
<i>Micarea cinerea</i> (Schaer.) Hedl.	0	NT	K

Art	Plotfrequenz	RL-Status	Priorität CH
<i>Micarea denigrata</i> (Fr.) Hedl.	3	LC	K
<i>Micarea lithinella</i> (Nyl.) Hedl.	1		
<i>Micarea micrococca</i> (Körb.) Coppins	39		
<i>Micarea misella</i> (Nyl.) Hedl.	2		
<i>Micarea peliocarpa</i> (Anzi) Coppins & R. Sant.	1	LC	K
<i>Micarea viridileprosa</i> Coppins & van den Boom	1		
<i>Microcalicium disseminatum</i> (Ach.) Vain.	1		
<i>Multiclavula mucida</i> (Pers.) R.H. Petersen	3		
<i>Mycobilimbia epixanthoides</i> (Nyl.) Vitik., Ahti, Kuusinen, Lommi & T. Ulvinen	22	LC	K
<i>Normandina pulchella</i> (Borrer) Nyl.	22	LC	K
<i>Opegrapha niveoatra</i> (Borrer) J.R. Laundon	4		
<i>Opegrapha rufescens</i> Pers.	7	LC	K
<i>Opegrapha</i> sp.	9		
<i>Opegrapha vermicellifera</i> (J. Kunze) J.R. Laundon	3	LC	K
<i>Opegrapha vulgata</i> (Ach.) Ach.	4	LC	K
<i>Parabagliettoa dufourii</i> (DC.) Gueidan & Cl. Roux	3		
<i>Parmelia ernstiae</i> Feuerer & A. Thell	1		
<i>Parmelia sulcata</i> Taylor	3	LC	K
<i>Parmelina pastillifera</i> (Harm.) Hale	0	NT	K
<i>Parmelina</i> sp.	0		
<i>Parmelina tiliacea</i> (Hoffm.) Hale	0	LC	K
<i>Peltigera praetextata</i> (Sommerf.) Zopf	12	LC	K
<i>Pertusaria leioplaca</i> DC.	15	LC	K
<i>Pertusaria pertusa</i> (L.) Tuck.	1	EN	3
<i>Pertusaria</i> sp.	3		
<i>Phaeophyscia endophoenicea</i> (Harm.) Moberg	3	LC	K
<i>Phaeophyscia orbicularis</i> (Neck.) Moberg	0	LC	K
<i>Phaeophyscia</i> sp.	1		
<i>Phlyctis argena</i> (Spreng.) Flot.	61	LC	K
<i>Physcia adscendens</i> H. Olivier	0	LC	K
<i>Physcia stellaris</i> (L.) Nyl.	1	LC	K
<i>Physcia tenella</i> (Scop.) DC.	2	LC	K
<i>Placynthiella dasaea</i> (Stirt.) Tønsberg	0	LC	K
<i>Placynthiella icmalea</i> (Ach.) Coppins & P. James	1	LC	K
<i>Porina aenea</i> (Körb.) Zahlbr.	16	LC	K
<i>Porina byssophila</i> (Körb. ex Hepp) Zahlbr.	1		
<i>Porina chlorotica</i> (Ach.) Müll. Arg.	1		
<i>Porina leptalea</i> (Durieu & Mont.) A.L. Sm.	19	LC	K
<i>Porina</i> sp.	2		
<i>Porpidia crustulata</i> (Ach.) Hertel & Knoph	2		

Art	Plotfrequenz	RL-Status	Priorität CH
<i>Porpidia soresizodes</i> (Lamy) J.R. Laundon	1		
<i>Pseudevernia furfuracea</i> (L.) Zopf	0	LC	K
<i>Psoroglaena stigonemoides</i> (Orange) Henssen	2	VU	4
<i>Punctelia subrudecta</i> (Nyl.) Krog	0	LC	K
<i>Pyrenula nitida</i> (Weigel) Ach.	3	LC	K
<i>Pyrenula nitida</i> sp.	1		
<i>Reichlingia leopoldii</i> Diederich & Scheid.,	1	LC	K
<i>Rinodina polyspora</i> Th. Fr.	0	RE	1
<i>Rinodina polysporoides</i> Giralt & H. Mayrhofer	0	VU	4
<i>Ropalospora viridis</i> (Tønsberg) Tønsberg	0	NT	K
<i>Scoliciosporum chlorococcum</i> (Stenh.) Vězda	1	LC	K
<i>Scoliciosporum sarothamni</i> (Vain.) Vězda	0	LC	K
<i>Scoliciosporum</i> sp.	1		
<i>Scoliciosporum umbrinum</i> (Ach.) Arnold	0	LC	K
<i>Steinia geophana</i> (Nyl.) Stein	1		
<i>Strigula affinis</i> (A. Massal.) R.C. Harris	2		
<i>Strigula jamesii</i> (Swinscow) R.C. Harris	1	VU	4
<i>Strigula</i> sp.	6		
<i>Strigula stigmatella</i> (Ach.) R.C. Harris	1	LC	K
<i>Strigula ziziphi</i> (A. Massal.) Cl. Roux & Sérus	1	CR	2
<i>Theldium</i> sp. (4 zellig, 21x4)	1		
<i>Theldium olivaceum</i> (Fr.) Körb.	1		
<i>Theldium rehmi</i> Zschacke	1		
<i>Thelidium zwackhii</i> (Hepp) A. Massal.	1		
<i>Trapelia coarctata</i> (Sm.) M. Choisy	3		
<i>Trapeliopsis pseudogranulosa</i> Coppins & P. James	2	LC	K
<i>Verrucaria anceps</i> Kremp.	1		
<i>Verrucaria dolosa</i> Hepp	7		
<i>Verrucaria elaeina</i> Borrer	4		
<i>Verrucaria mortarii</i> Lamy	2		
<i>Verrucaria pinguicula</i> A. Massal.	2		
<i>Verrucaria</i> sp.	0		
<i>Xanthoria parietina</i> (L.) Th. Fr.	2	LC	K
<i>Zwackhia viridis</i> (Ach.) Poetsch & Schied.	6	LC	K

12. Literatur

12.1. Allgemein

- Bouget, C., Larrieu, L., Nusillard, B. & Parmain, G. 2013. In search of the best local habitat drivers for saproxylic beetle diversity in temperate deciduous forests. *Biodiversity and Conservation*, 22, 2111-2130.
- Brang, P., Commarmot, B., Rohrer, L. & Bugmann, H. 2008. Monitoringkonzept für Naturwaldreservate in der Schweiz. Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL; Zürich, ETH Zürich, Professur für Waldökologie. 58 S.
- Haeler, E., Brang, P., Senn-irlet, B., & Lachat, T. (2015). *Artenmonitoring in Naturwaldreservaten der Schweiz - Grundlagen für ein Monitoring der xylobionten Käfer und Pilze*.
- Imesch N.; Stadler B., Bolliger M. & Schneider O. 2015. Biodiversität im Wald: Ziele und Massnahmen. Vollzugshilfe zur Erhaltung und Förderung der biologischen Vielfalt im Schweizer Wald. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Vollzug Nr. 1503: 186 S.
- Köhler, F. 2009. Die Totholzkäfer (Coleoptera) des Naturwaldreservates „Laangmuer“. In: MURAT, D. (ed.) *Naturwaldreservate in Luxemburg: Zoologische und botanische Untersuchungen „Laangmuer“ 2007-2008*. Naturverwaltung Luxemburg.
- Kraus D, Bütler R, Krumm F, Lachat T, Larrieu L, Mergner U, Paillet Y, Rydkvist T, Schuck A, Winter S (2016) Katalog der Baummikrohabitate – Referenzliste für Feldaufnahmen. Integrate+ Technical Paper
- Lachat, T., Wermelinger, B., Gossner, M. M., Bussler, H., Isacsson, G. & Müller, J. 2012. Saproxylic beetles as indicator species for dead-wood amount and temperature in European beech forests. *Ecological Indicators*, 23, 323-331.
- Lachat T, Brang P, Bolliger M, Bollmann K, Brändli U-B, Bütler R, Herrmann S, Schneider O, Wermelinger B (2014) Totholz im Wald. Entstehung, Bedeutung und Förderung. Merkblatt für die Praxis
- Lachat, T. und Wermelinger, B. 2015. Totholz und xylobionte Käfer. In Schlussbericht Projekt „TOXYWA“ - Totholz und xylobionte Käfer in Waldreservaten: Grundlagen für ein nachhaltiges Totholzmanagement. Birmensdorf: Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL.
- Leiterer, R., Mücke, W., Morsdorf, F., Hollaus, M., Pfiefer, N., Schaepmann, M. 2013. Flugzeuggestütztes Laserscanning für ein operationelles Waldstrukturmonitoring. PFG 2013 / 3, 173-184.
- Liechti, T., Burger, T. 2004. Monitoringkonzept für Naturwaldreservate in der Schweiz.



Unveröffentlicht. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), Bern. 58 S.

Müller, J. 2005. *Waldstrukturen als Steuergröße für Artengemeinschaften in kollinen bis submontanen Buchenwäldern* TU München.

Odor, P., Heilmann-Clausen, J., Christensen, M., Aude, E., Van Dort, K. W., Piltaver, A., Siller, I., Veerkamp, M. T., Walley, R., Standovar, T., Van Hees, A. F. M., Kosec, J., Matocec, N., Kraigher, H. & Grebenc, T. 2006. Diversity of dead wood inhabiting fungi and bryophytes in semi-natural beech forests in Europe. *Biological Conservation*, 131, 58-71..

Schultheis, B. & Engels, J. 2011. Die Nichtblätterpilze des Naturwaldreservates „Enneschte Bäsch“. In: MURAT, D. (ed.) *Naturwaldreservate in Luxemburg: Zoologische und botanische Untersuchungen „Enneschte Bäsch“ 2007-2010*. Naturverwaltung Luxemburg.

Vandekerckhove, K., De Keersmaeker, L., Walley, R., Kohler, F., Crevecoeur, L., Govaere, L., Thomaes, A. & Verheyen, K. 2011. Reappearance of old-growth elements in lowland woodlands in Northern Belgium: do the associated species follow? *Silva Fennica*, 45, 909-935.

12.2. Xylobionte Käfer

Holzinger, W. E., Frieß, T., Holzer, E., & Mehlmaier, P. 2014. Xylobionte Käfer (Insecta: Coleoptera part.) in Wäldern des Biosphärenparks Wienerwald (Österreich: Niederösterreich, Wien). *Wissenschaftliche Mitteilungen Niederösterreichisches Landesmuseum*, 25, 29–32.

Huber, B. 2014. *Vielfalt der Totholzkäferfauna im Urwald Scatlè, Breil/Brigels (Surselva, GR)*. Chur.

Köhler, F. 2009. Die Totholzkäfer (Coleoptera) des Naturwaldreservates „Laangmuer“. In D. Murat (Ed.), *Naturwaldreservate in Luxemburg: Zoologische und botanische Untersuchungen „Laangmuer“ 2007-2008* (Vol. 5, p. 227). Naturverwaltung Luxemburg.

Lachat, T., Brang, P., Bolliger, M., Bollmann, K., Brändli, U. B., Bütler, R., ... Wermelinger, B. 2014. Totholz im Wald: Entstehung, Bedeutung und Förderung. *Merkblatt Für Die Praxis, WSL*, 52, 12.

Lachat, T., & Wermelinger, B. 2014. Totholz und xylobionte Käfer in Waldreservaten: Grundlagen für ein nachhaltiges Totholzmanagement. In *Schlussbericht Projekt „TOXYWA“ - Totholz und xylobionte Käfer in Waldreservaten: Grundlagen für ein nachhaltiges Totholzmanagement*. Birmensdorf: Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL.

Lachat, T., Wermelinger, B., Gossner, M. M., Bussler, H., Isacsson, G., & Müller, J. 2012. Saproxyllic beetles as indicator species for dead-wood amount and temperature in European beech forests. *Ecological Indicators*, 23, 323–331.



- Leiterer, R., Mücke, W., Morsdorf, F., Hollaus, M., Pfeifer, N., & Schaepman, M. E. 2013. Flugzeuggestütztes Laserscanning für ein operationelles Waldstrukturmonitoring. *PFG*, 3, 173–184.
- Martikainen, P., & Kaila, L. 2004. Sampling saproxylic beetles: lessons from a 10-year monitoring study. *Biological Conservation*, 120(2), 171–181.
- Martikainen, P., & Kouki, J. 2003. Sampling the rarest: threatened beetles in boreal forest biodiversity inventories. *Biodiversity and Conservation*, 12, 1815–1831.
- Müller, J. 2005. *Waldstrukturen als Steuergröße für Artengemeinschaften in kollinen bis submontanen Buchenwäldern*.
- Müller, J., Brunet, J., Brin, A., Bouget, C., Brustel, H., Bussler, H., ... Gossner, M. M. 2013. Implications from large-scale spatial diversity patterns of saproxylic beetles for the conservation of European Beech forests. *Insect Conservation and Diversity*, 6(2), 162–169.
- Müller, J., Bußler, H., Bense, U., Brustel, H., Flechtner, G., Fowles, A., ... Zabransky, P. 2005. Urwald relict species –Saproxylic beetles indicating structural qualities and habitat tradition. *Waldoekologie Online*, 2, 106–113.
- Parmain, G., Dufrêne, M., Brin, A., & Bouget, C. 2013. Influence of sampling effort on saproxylic beetle diversity assessment: implications for insect monitoring studies in European temperate forests. *Agricultural and Forest Entomology*, 15(2), 135–145.
- Schiegg, K. 1999. *Limiting factors of saproxylic insects: habitat relationships of an endangered ecological group*. ETH.
- Speight, M. C. D. 1989. *Saproxylic invertebrates and their conservation*. Strasbourg: Council of Europe.

12.3. Saprophytische Pilze

- Bernicchia A. & Gorjón S.P. 2010. Corticiaceae s.l. Fungi Europaei no12. Ed. Candusso. Italia.
- Breitenbach J. & Kränzlin F. 1984-2000. Pilze der Schweiz, Band 1-5. Mycologia Luzern
- Christensen et al. 2004. Wood-inhabiting Fungi as Indicators of Nature Value in European Beech Forests. In: Marco Marchetti (ed.) 2004. Monitoring and Indicators of Forest Biodiversity in Europe - From Ideas to operationality. EFI Proceedings No. 51.
- Edman M., Kruys N., Jonsson B.G. 2004. Local dispersal sources strongly affect colonization patterns of wood-decaying fungi on Spruce logs. *Ecological applications* 14(3): 893 -901.
- Eriksson J. & Ryvarden L. 1973-1984. The Corticiaceae of North Europe. Vol. 2-7. Fungiflora, Oslo.
- HOLEC J. 2003: Auf natürliche, vom Menschen nur minimal beeinflusste Vegetation beschränkte Großpilze. *Fritschiana* 42: 25-27.



Krieglsteiner G. & Kaiser A. 2000. Die Großpilze Baden-Württembergs, Band 1. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.

Ryvarden L. & Melo I. 2014. Poroid fungi of Europe. Synopsis Fungorum. 31

Senn-Irlet B.J., Gross A., Blaser S., 2016: SwissFungi: Nationales Daten- und Informationszentrum der Schweizer Pilze [Datenbank]. Version 2. Birmensdorf, Eidg. Forschungsanstalt WSL. Online unter: <http://www.swissfungi.ch>.

12.4. Moose

BAFU 2011: Liste der National Prioritären Arten. Arten mit nationaler Priorität für die Erhaltung und Förderung, Stand 2010. Bundesamt für Umwelt, Bern.

Boch S., Müller J., Prati D., Blaser S., Fischer M. 2013. Up in the Tree – The overlooked richness of bryophytes and lichens in tree crowns. PLoS ONE 8(12): e84913. doi:10.1371/journal.pone.0084913.

Büschlen A. 2016. *Orthotrichum pulchellum* Brunt. für die Schweiz bestätigt. Meylania 57: 23-25.

Caparros R., Lara F., Draper I., Mazimpaka V., Garilleti R. 2016. Integrative taxonomy sheds light on an old problem: The *Ulota crispera* complex (Orthotrichaceae, Musci). Botanical Journal of the Linnean Society 180: 427–451.

Delarze R., Gonseth Y., Eggenberg S., Vust M. 2015. Lebensräume der Schweiz. 3. Aufl. hep Verlag AG, Bern.

Gotelli N.J. & Colwell R.K. 2011. Estimating species richness. In: Magurran A.E, McGill B.J. (eds). Biological diversity: frontiers in measurements and assessment. Oxford University Press, Oxford.

Hill M.O., Bell N., Bruggeman-Nannenga M., Bruges M., Cano M.J., Enroth J., Flatberg K.I., Frahm J.P., Gallego M.T., Garilleti R., Guerra J., Hedenas L., Holyoak D.T., Ignatov M.S., Lara F., Mazimpaka V., Munoz J., Söderström L. 2006. An annotated checklist of the mosses of Europe and Macaronesia. Journal of Bryology 28: 198–267.

Hill M.O., Preston C.D., Bosanquet S.D.S., Roy, D.B. 2007. Bryoatt - Attributes of British and Irish mosses, liverworts and hornworts with information on native status, size, life form, life history, geography and habitat. Centre for Ecology and Hydrology, Huntingdon.

Kiebacher T. 2014. Anmerkungen zum Vorkommen einiger *Orthotrichum*-Arten (Musci) in Südtirol: Neu- und Wiederfunde. Gredleriana 14: 127-136.



- Kiebacher T., Keller C., Scheidegger C., Bergamini A. 2016 Hidden crown jewels: the role of tree crowns for bryophyte and lichen species richness in sycamore maple wooded pastures. *Biodiversity & Conservation* 25: 1605-1624
- Landolt et al. 2010. *Flora Indicativa*. Haupt, Bern.
- Meier M. K., Urmi E, Schnyder N., Bergamini A., Hofmann H. 2013. Checkliste der Schweizer Moose. http://www.nism.uzh.ch/download/checkliste/Checkliste_CH_Moose_2013.pdf.
- Nebel M. & Philippi G. 2000-2005 *Die Moose Baden-Württembergs*. Eugen Ulmer, Stuttgart.
- Schnyder N., Bergamini A., Hofmann H., Müller N., Schubiger-Bossard C., Urmi E. 2004. Rote Liste der gefährdeten Moose der Schweiz. BUWAL, FUB, NISM; Bern, Rapperswil, Zürich.
- Söderström, L., Urmi E., Váňa J. 2002. Distribution of Hepaticae and Anthocerotae in Europe and Macaronesia. *Lindbergia* 27:3–47.
- Söderström, L., Urmi E., Váňa J. 2007. The distribution of Hepaticae and Anthocerotae in Europe and Macaronesia - update 1-427. *Cryptogamie, Bryologie* 28:299–350.
- Spitale D., Petra M., Tratter W. 2015. Nuove segnalazioni di *Buxbaumia viridis* (Bryopsida, Buxbaumiaceae) in Alto Adige e relazione tra presenza e quantità di necromassa. *Gredleriana* 15: 17-24.
- Schnyder N. 2011. Neufund von *Anacamptodon splachnoides* (Froel. ex Brid.) Brid. in der Schweiz. *Meylania* 46: 24-27

12.5. Flechten

- Bergamini, A., C. Scheidegger, S. Stofer, P. Carvalho, S. Davey, M. Dietrich, F. Dubs, E. Farkas, U. Groner, K. Karkkainen, C. Keller, L. Lokos, S. Lommi, C. Maguas, R. Mitchell, P. Pinho, V. J. Rico, G. Aragon, A. M. Truscott, P. Wolseley and A. Watt (2005). "Performance of macrolichens and lichen genera as indicators of lichen species richness and composition." *Conservation Biology* 19(4): 1051-1062.
- Dymytrova L, Brändli U-B, Ginzler C, Scheidegger C. 2017. Forest history and epiphytic lichens: Testing indicators for assessing forest autochthony in Switzerland. *Ecological Indicators*.
- Rigling D, Hilfiker S, Schöbel C, Meier F, Engesser R, Scheidegger C, Stofer S, Beatrice S-I, Valentin Q. 2016. Das Eschentriebsterben. Biologie, Krankheitssymptome und Handlungsempfehlungen *Merkblatt für die Praxis* 58: 1-8.



- Scheidegger, C., U. Groner, C. Keller and S. Stofer (2002). Biodiversity Assessment Tools - Lichens. Lichen Monitoring - Monitoring Lichens. P. L. Nimis, P. Wolseley and C. Scheidegger, Kluwer: 359-365.
- Scheidegger C, Clerc P, Dietrich M, Frei M, Groner U, Keller C, Roth I, Stofer S, Vust M. 2002. *Rote Liste der gefährdeten baum- und erdbewohnenden Flechten der Schweiz*. Bern: WSL, CJB, BUWAL.
- Scheidegger C, Stofer S. 2015. Bedeutung alter Wälder für Flechten: Schlüsselstrukturen, Vernetzung, ökologische Kontinuität. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen* 166(2): 75-82.
- Smith CW, Aptroot A, Coppins BJ, Fletcher A, Gilbert OL, James PW, Wolseley P. 2009. *The lichens of Great Britain and Ireland*. London: British Lichen Society, The Natural History Museum.
- Stofer, S., A. Bergamini, G. Aragon, P. Carvalho, B. J. Coppins, S. Davey, M. Dietrich, E. Farkas, K. Karkkainen, C. Keller, L. Lokos, S. Lommi, C. Maguas, R. Mitchell, P. Pinho, V. J. Rico, A.-M. Truscott, P. A. Wolseley, A. Watt and C. Scheidegger (2006). "Species richness of lichen functional groups in relation to land use intensity." Lichenologist 38: 331-353.
- Watt, A. D., R. H. W. Bradshaw, J. Young, D. Alard, T. Bolger, D. Chamberlain, F. Fernández-González, R. Fuller, P. Gurrea, K. Henle, R. Johnson, Z. Korsós, P. Lavelle, J. Niemelä, P. Nowicki, M. Rebane, C. Scheidegger, J. P. Sousa, C. van Swaay and A. Vanbergen (2007). Trends in biodiversity in Europe and the impact of land use change. Biodiversity under Threat. R. Hester and R. M. Harrison. Cambridge, Royal Society of Chemistry: 135-160.
- Wirth V, Hauck M, Schultz M. 2013. *Die Flechten Deutschlands*. Stuttgart: Eugen Ulmer.