

Sanierung der Museggmauer – Abschnitt Wachturm

Schlussbericht zur ökologischen Baubegleitung

Stefan Herfort
Sebastian Meyer
Ruth Ehrenbold
Dr. Michael Dietrich



Inhaltsverzeichnis

1	Ausgangslage	3
2	Schutz- und Fördermassnahmen im Zuge der ökologischen Baubegleitung	4
2.1	Fledermäuse	4
2.1.1	Ökologische Charakterisierung des Abschnitts aus Sicht des Fledermausschutzes	4
2.1.2	Schutz- und Fördermassnahmen	4
2.1.3	Fazit und Ausblick	5
2.2	Brutvögel	9
2.2.1	Ökologische Charakterisierung des Abschnitts aus ornithologischer Sicht	9
2.2.2	Schutz- und Fördermassnahmen	13
2.2.3	Weitere Schutz- und Fördermassnahmen	16
2.2.4	Fazit und Ausblick	16
2.3	Flechten	17
2.3.1	Charakterisierung des Abschnitts aus lichenologischer Sicht	17
2.3.2	Fazit zur Flechtenvielfalt	22
2.3.3	Schutz- und Fördermassnahmen	23
2.4	Farn- und Blütenpflanzen	30
3	Gesamtbewertung / Ausblick	30
4	Anhänge	31

Anhänge

Anhang 1: Gesamtartenliste der Fledermäuse im Bereich der Museggmauer

Anhang 2: Brutvögel am Wachturm (2010)

Anhang 3: Artenliste der Flechten am Wachturm (2010)

Anhang 4: Gesamtartenliste der Flechten der Museggmauer (2010)

Anhang 5: Brutvogel- und Fledermauskartierung am Wachturm

1 Ausgangslage

Als 6. Etappe der über einem Zeitraum von rund 10 Jahren vorgesehenen Sanierung der Museggmauer wurde zwischen März und November 2010 der Wachturm bearbeitet.

Wie bereits bei den vorangegangenen Etappen war die ökologische Baubegleitung wichtiger und integraler Bestandteil der verschiedenen Arbeiten an der Museggmauer.

Folgende Personen waren daran beteiligt:

- Stefan Herfort, Umweltschutz Stadt Luzern (Leitung, Mitglied Baukommission, Farn- und Blütenpflanzen, Reptilien, Kleintiere)
- Ruth Ehrenbold, kantonale Fledermausschutz-Beauftragte KFB (Fledermäuse)
- Sebastian Meyer, StadtNatur – Büro für Stadtökologie / Umweltschutz Stadt Luzern (Brutvögel)
- Dr. Michael Dietrich, Büro für Flechten (Flechten)

Darüber hinaus fand eine enge Zusammenarbeit und ein reger Austausch mit weiteren Fachpersonen statt. Insbesondere konnten auf die Erfahrungen und das Expertenwissen folgender Personen zurückgegriffen werden:

- Heinrich Wicki, Ornithologische Gesellschaft Luzern OGL (Dohlen)
- Armin Wittmer, Ornithologische Gesellschaft Luzern OGL (Dohlen)
- Ronald Bryant, Ornithologische Gesellschaft Luzern OGL (Gänsesäger)
- Jules Krummenacher, Ornithologische Gesellschaft Luzern OGL (Mauersegler, Alpensegler)
- Dr. Urs Petermann, Ornithologische Gesellschaft Luzern OGL (Mauersegler, Dohlen, Gänsesäger)

Weiterhin wurden die Arbeiten durch die lokale Fledermausschutzgruppe Stadt Luzern unterstützt.

Die ökologische Baubegleitung gliederte sich im wesentlichen in die folgenden Phasen:

- Herbst und Winter 2009/2010: vorbereitende Planungsphase (v.a. Erarbeitung / Definition der Schutzmassnahmen für Brutvögel während der Bauphase)
- Februar 2010: Erstellung Gerüst
- März 2010: Kartierungen / Musterarbeiten
- April bis September 2010: baubegleitende Umsetzung von Schutz- und Fördermassnahmen
- Ende Oktober 2010: Abbau Gerüst
- Dezember 2010 bis Januar 2011: Massnahmenevaluation / Dokumentation

2 Schutz- und Fördermassnahmen im Zuge der ökologischen Baubegleitung

2.1 Fledermäuse

2.1.1 Ökologische Charakterisierung des Abschnitts aus Sicht des Fledermaus-schutzes

Das Vorgehen zur Untersuchung des Wachtturmes war das gleiche wie bei allen bisher sanierten Abschnitten. Die Untersuchung und die Schutzmassnahmen gestalteten sich aber aufwändiger, weil Injektionen allfällige bestehende Fledermausquartiere hätten tangieren können.

Die Untersuchungen vom Gerüst aus brachten weit mehr Fledermausquartiere zum Vorschein, als zuvor angenommen. In gegen 40 Löchern und Spalten konnte mehr oder weniger grossem Umfang Fledermauskot festgestellt werden. Dieser dürfte meist von Rauhaufledermäusen stammen.

Auch diese Quartiere haben wohl vorwiegend die Funktion von Übergangs- bzw. Balzquartieren, d.h. es handelt sich in keinem Fall um Fortpflanzungsquartiere. Es ist anzunehmen, dass es sich teilweise auch um Winterquartiere handelt.

Ausser diesen vielen Quartiernachweisen wiesen die Turmmauern ebenfalls viele potentielle Fledermausquartiere auf.

Im Bereich des Übergangs zum Dach konnten ebenfalls potentielle Quartiere festgestellt werden. Das Dach selber wies erwartungsgemäss viele Versteckmöglichkeiten für Fledermäuse auf. Es konnten jedoch keine konkreten Nachweise erbracht werden, weil die entsprechenden Stellen nicht geöffnet wurden. Grundsätzlich ist der oberste Bereich des Turmestrichs im aktuellen Zustand für Fledermäuse tauglich.

Rund um den Wachturm jagen vom frühen Frühjahr bis zum Winterbeginn verschiedene Fledermausarten sehr intensiv.

2.1.2 Schutz- und Fördermassnahmen

Weil die Injektionen so früh im Jahr erfolgten (Ende der Winterschlafzeit), mussten Massnahmen getroffen werden, um vorgängig die Fledermäuse aus den Spalten und Löchern zu vertreiben, damit sie nicht gefährdet wurden. Diese Vergällungs-Massnahmen mussten mehrmals überprüft und gegebenenfalls neu befestigt werden.

Am ganzen Turm konnten erfreulich viele der nachgewiesenen Quartiere und für Fledermäuse geeignete Höhlen und Spalten erhalten werden. Besonders schön: Es wurden sogar neue Quartierangebote geschaffen.

Am Dach selber wurde auf spezielle Massnahmen verzichtet, weil es genügend geeignete Spalten aufweist, durch die Fledermäuse in Zwischenbereiche gelangen können.

Während der Renovationsarbeiten wurden keine Fledermäuse in der Mauer festgestellt. Die getroffenen Schutzmassnahmen waren also erfolgreich.

2.1.3 Fazit und Ausblick

Auch die Bilanz der Sanierung des Wachtturmes fällt aus Sicht des Fledermausschutzes äußerst positiv und sehr erfreulich aus. Erfolgskontrollen werden ab August 2011 möglich sein.



Abbildung 1: Vor den Injektionsarbeiten wird die Problematik der winterschlafenden Fledermäusen besprochen. Durch flatternde Plastiksäckchen sollen die Fledermäuse daran gehindert werden, nach ersten Ausflügen im Frühjahr wieder in ihre Spalten zurück zu kehren.



Abbildung 2: Einige typische Beispiele von Fledermausquartieren, erkennbar an den Kotspu-
ren.



Abbildung 3: Bei Begehungen mit den ausführenden Handwerkern werden die Fledermaus-
höhlen inspiziert und Wünsche zu deren Erhaltung deponiert.



Abbildung 4: Einige Beispiele der zahlreich erhalten gebliebenen Fledermausverstecke.



Abbildung 5: Die Handwerker bemühten sich vorbildlich und erstellten sogar neue Unterschlüpfen für Fledermäuse und andere Kleintiere.



Abbildung 6: Im Dachbereich blieben zahlreiche Spalten als Einschlüpfte für Fledermäuse bestehen.



Abbildung 7: Der Dachstock ist grundsätzlich tauglich auch für Fledermausarten wie beispielsweise Langohren.

2.2 Brutvögel

2.2.1 Ökologische Charakterisierung des Abschnitts aus ornithologischer Sicht

Im Jahr 2010 wurde mit dem Wachturm erstmals einer der Museggtürme sanft saniert. Der Wachturm ist für Brutvögel einer der interessanteren Türme. Es lagen vor der Sanierung Beobachtungen von Brutplätzen von Mauersegler, Alpensegler, Haussperlingen und Kleiber vor. Dohlen-Beobachtungen fehlen, wohl nicht zuletzt, weil es am Wachturm keine grösseren, offenen Nischen gibt.



Abbildung 8: Mauersegler, Alpensegler, Haussperling, Kleiber. (Fotos: Sebastian Meyer, Bea Ess)

Die vier Fassaden des Turms unterscheiden sich nur wenig in Bezug auf Bewuchs, Verwitterung und Struktur. Einzig die Südseite ist fast vollständig verputzt und weist nur wenige nicht verputzte Stellen oder Nischen für Tiere auf. Alle Seiten sind nicht mit Efeu oder anderen Pflanzen überwachsen. Die Südseite wird jedoch nachts hell erleuchtet, was manche Brutvogelart stören kann.

Der Verputz ist grossflächig noch vorhanden, aber blättert sehr leicht ab. Die Fassadensteine sind oft oberflächlich sehr stark verwittert. Ansonsten sind die Fassaden eher weniger stark verwittert als die Mauerabschnitte, was unter anderem damit zusammenhängen könnte, dass der Wachturm jünger ist als die anderen Museggtürme und als die Museggmauer. Grössere Schäden weist der Wachturm im Bereich der obersten, gemauerten Stockwerke auf, wo deutlich sichtbare Risse in den Fassaden vorhanden sind. Diese wurden vollständig verschlossen. Die untere Turmhälfte hingegen ist mehrheitlich intakt und wenig verwittert. Deshalb fehlen hier Löcher, Spalten und Ritze für Kleintiere. Im Gegensatz zu den Mauerabschnitten und vor allem im Gegensatz zum Zytturm gibt es hier keine Dohlen-Löcher und nur einige wenige Mauersegler-Löcher. Dohlen-Brutplätze bestehen in den Traufkästen des Wachturmdachs, jedoch keine in grösseren Fassadennischen. Hingegen konnten recht viele Gerüstlöcher ausgemacht werden, in denen die alten Gerüsthölzer noch vorhanden sind. Leider bleiben sie wegen der fehlenden Zwischenräume als Brutplatz fast überall unbrauchbar.



Abbildung 9: Ausschnitte aus der Fassade vor (oben) und nach (unten) der sanften Sanierung.
(Fotos: Sebastian Meyer)



Abbildung 10: Ein Loch gefüllt mit einem alten Holz, rechts mit einem Mauersegler-Brutplatz.
(Foto: Sebastian Meyer)

Vor der Sanierung des Wachturms waren dank früherer Kartierungen einige Mauersegler- und drei Alpensegler-Brutplätze bekannt. Abgesehen von den bekannten Brutplätzen weist

der Wachturm weitere, v.a. kleinere Löcher und Spalten auf, die im Zuge der Kartierungen vom Gerüst aus überprüft wurden; nur wenige zusätzliche Löcher, welche für Mauersegler taugen, wurden entdeckt. Diese können aber auch von anderen Höhlen- und Halbhöhlenbrütern wie Kleiber, Star, Kohlmeise, Feldspatz, Hausspatz und Hausrotschwanz benutzt werden.



Abbildung 11: Kleiber-Brutplatz (kombiniert mit potenziellen Fledermaus-Quartier; die montierten „Raschelsäckchen“ sollten allfällige Fledermäuse vertreiben, damit sie nicht versehentlich eingeschlossen werden) vor (links) und nach (rechts) der sanften Sanierung. (Fotos: Sebastian Meyer)



Abbildung 12: Mauersegler-Brutplatz vor (links) und nach (rechts) der sanften Sanierung. (Fotos: Sebastian Meyer)

Erstmals waren Alpensegler-Brutplätze von der Sanierung direkt betroffen. Es muss allerdings gesagt werden, dass nur aus einem einzigen Sommer ein paar wenige Anflugbeobachtungen vorliegen und der Brutnachweis nie erbracht werden konnte. Möglicherweise handelt es sich nur um potenzielle, nicht aber benutzte Brutplätze. So konnten auch vom Gerüst aus keine typischen Alpensegler-Nester oder Reste von Alpensegler-Eiern gefunden werden. Dennoch ist der Erhalt dieser Nischen wichtig, da Alpensegler auf der Roten Liste der Brutvögel der Schweiz aufgelistet sind.



Abbildung 13: Alpengsegler-Brutplatz vor (links) und nach (rechts) der sanften Sanierung. (Fotos: Sebastian Meyer)

Unter dem Dachvorsprung sowie im Traufkasten konnten verlassene Dohlen-Nester gefunden werden, obwohl seit mehreren Jahren keine Nachweise für die Benutzung dieser vorliegen.



Abbildung 14: Dohlen-Nest in einem Traufkasten, nur erkennbar am Nistmaterial (kleine Aststücke). (Foto: Sebastian Meyer)



Abbildung 15: Dohlen-Nester vor (links) und nach (rechts) der sanften Sanierung. (Fotos: Sebastian Meyer)

Für die Schutz- und Fördermassnahmen standen Mauersegler und Alpensegler sowie Dohlen im Zentrum der Aufmerksamkeit. Dies aus hauptsächlich drei Gründen:

- Alpensegler und Turmdohle stehen auf der Roten Liste der gefährdeten Brutvogelarten der Schweiz.
- Mauersegler und Alpensegler brüten am Wachturm.
- Es handelt sich bei der „Museggmauer-Kolonie“ um die einzige, in der Schweiz derzeit wachsende Dohlen-Brutkolonie.

Neben den Alpenseglern und Dohlen galt wie in den bereits sanierten Mauerabschnitten auch hier den europaweit bedrohten und auch in diesem Mauerabschnitt zahlreich brütenden Mauersegler weiterhin grosse Aufmerksamkeit.

Wegen der europaweiten Bedrohung des Mauerseglers ist es wichtig, dass Schutz- und Fördermassnahmen prioritär auf diese Art ausgerichtet werden. Vom Erhalt der Mauersegler-Brutplätze können auch höhlenbrütende Singvögel, Fledermäuse und Kleintiere (Eidechsen, Insekten, Spinnen usw.) profitieren.

2.2.2 Schutz- und Fördermassnahmen

Um den Mauerseglern während der Brutzeit von Ende April bis Mitte Juli den Zugang zu ihren angestammten Brutplätzen zu ermöglichen, wurde beim Gerüstbau besondere Rücksicht genommen. Als erstes wurde auf der West- und Ostseite, im Gegensatz zur Nord- und Südseite, auf ein Gerüstnetz verzichtet. Als zweites wurde auf der Süd- und Ostseite jeweils eine grössere Gerüstlücke eingerichtet, um den hier brütenden Mauerseglern den Anflug zu ihren Nistplätzen trotzdem zu ermöglichen.



Abbildung 16: Gerüstlücke auf der Südseite (in der Luft sind fliegende Mauersegler knapp erkennbar). (Foto: Sebastian Meyer)

Isoliertere Mauersegler-Brutplätze wurden vom Gerüst verdeckt. Diese Brutplätze waren für Mauersegler nur äusserst schwierig zugänglich. Deshalb wurden möglichst genau vor diesen Löchern speziell angefertigte und mit einem auf eine Blache gedruckten Foto eines Museggmauerstücks verpackte Mauersegler-Nistkästen (jeweils Doppelkästen) am Gerüst montiert, um den Mauerseglern einen Ersatz anzubieten.

Die kartierten Alpensegler- und Mauersegler-Löcher konnten bei der Sanierung grösstenteils erhalten, teilweise sogar stabilisiert werden. Ebenso konnten die wenigen grösseren Nischen am Übergang von Fassade zum Dach, genauer gesagt jeweils an den Ecken, welche für Dohlen zum Brüten taugen, erhalten werden. Zusätzlich konnten als Fördermassnahme in der Dachuntersicht auf allen vier Seiten mehrere Einfluglöcher für Alpensegler eingerichtet werden. Hingegen musste die Dachuntersicht neu befestigt werden, wodurch der eine oder andere Eingang zu einem Mauersegler- und Dohlen-Nest verschlossen wurde. Mauersegler können auch die Alpensegler-Löcher benutzen.



Abbildung 17: Neue Alpensegler-Löcher in der Dachuntersicht (Foto: Sebastian Meyer).

Aufgrund der Erhaltungsmassnahmen besteht Grund zur Hoffnung, dass die potenziellen Mauersegler-Brutplätze am Wachturm bereits im nächsten Sommer wieder besetzt sein werden. Es kann angenommen werden, dass einige Brutpaare nach einem Jahr Pause wieder mit dem Brutgeschäft in ihren alten Nischen fortfahren werden – obwohl auch das Gegenteil möglich ist. Diese Erfolgskontrolle muss im Sommer 2011 erfolgen.

Dass die neuen, potenziellen Alpensegler-Brutplätze gleich im ersten Jahr angenommen werden werden, ist eher unwahrscheinlich. Denn Alpensegler werden erst im dritten Lebensjahr geschlechtsreif. Ausserdem suchen sie bevorzugt in der Nähe ihrer Eltern nach geeigneten Brutplätzen. Die Beobachtung aus einem früheren Sommer lässt aber hoffen, dass die Besiedlung innerhalb der nächsten 5–10 Jahre erfolgen wird.

Für die Sanierung der weiteren Türme sollten gegebenenfalls die Mauersegler-Ersatzkästen wieder eingesetzt werden und weiterhin in Halbetappen oder wenigstens mit Gerüstlücken und netzfreien Bereichen gearbeitet werden. Beim Dächli- und Allenwindenturm sollten allenfalls Alpensegler-Ersatzkästen angefertigt und eingesetzt werden. Noch besser wäre ein Verschieben der Sanierungsarbeiten im Bereich der Alpensegler-Brutplätze auf ausserhalb der Alpensegler-Brutzeit (vor April abschliessen oder erst im September beginnen).

2.2.3 Weitere Schutz- und Fördermassnahmen

Besonders erwähnenswert ist die Tatsache, dass die ausführenden Handwerker ein sehr grosses Flair im Umgang mit den Brutvögeln und ihren Ansprüchen an Brutplätze entwickelt haben – und glücklicherweise seit mehreren Jahren zum Einsatz kommen.

2.2.4 Fazit und Ausblick

Grundsätzlich fällt das Fazit im Hinblick auf die Brutvögel weiterhin sehr positiv aus. Der erfolgreiche Erhalt der Brutplätze ist als Erfolg zu bewerten.

Es besteht berechtigter Grund zur Hoffnung, dass die Brutvögel auch durch die weitere Sanierungen von Museggtürmen wenig oder gar nicht negativ beeinflusst werden wird und dass sich auch Alpensegler in Zukunft am Wachturm ansiedeln werden.

Im Hinblick auf die weiteren Sanierungsetappen stehen folgende Massnahmen im Vordergrund:

- Weiterhin sollte jährlich eine umfassende Erfolgskontrolle im Hinblick auf die Wiederbesiedlung (v. a. Dohlen, Alpensegler und Mauersegler) der sanierten Mauerabschnitte, des sanierten Wachturms und insbesondere zwischen Nöllli- und Schirmerturm durchgeführt werden.

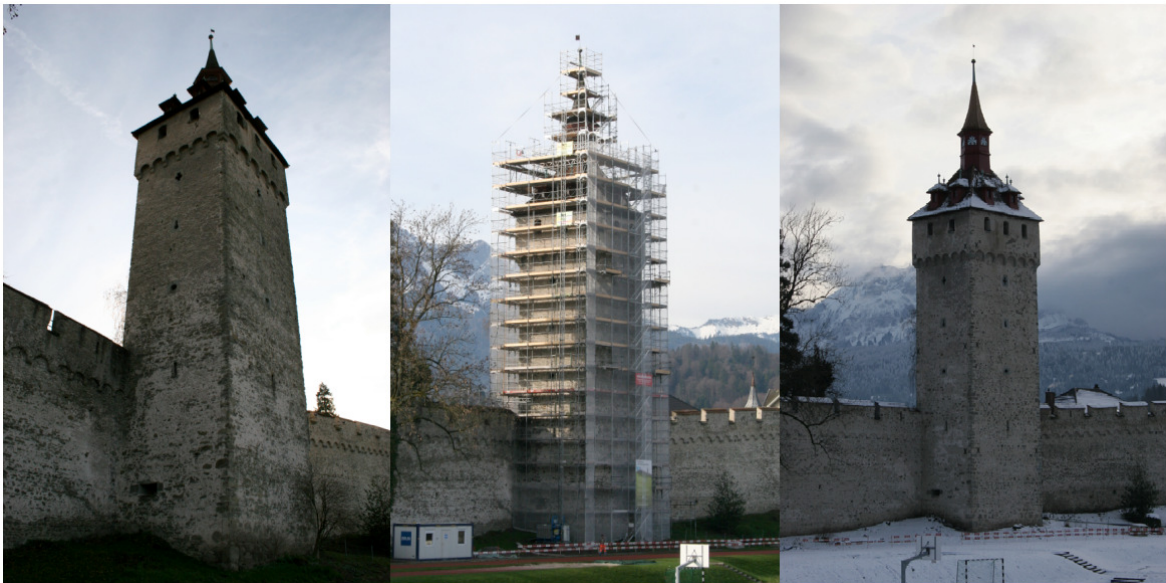


Abbildung 18: Wachturm vor (links), während (Mitte) und nach (rechts) der sanften Sanierung. (Fotos: Sebastian Meyer)

2.3 Flechten

2.3.1 Charakterisierung des Abschnitts aus lichenologischer Sicht

Mauern

Die Vielfalt und die Deckung der Mauern des Wachtturms kann im Vergleich zu den Abschnitten der Nordseite der Museggmauer als durchschnittlich bezeichnet werden. Insgesamt konnten an den vier Expositionen 29 Flechten beobachtet werden. Sowohl auf den reichlich vorhandenen offenen Sandsteinflächen, als auch auf Putz/Mörtel wachsen jeweils 21 verschiedene Arten. Alle treten mehr oder weniger oft auch an der eigentlichen Museggmauer auf. Der Witterung am meisten ausgesetzt ist die Westseite des Turms. Somit ist auch deren Oberfläche am stärksten beeinträchtigt. Entsprechend besiedeln nur wenige Flechten die vorhandenen, vielerorts stark erodierten Sandsteinflächen und den nur noch spärlich vorhandenen Putz. Oberflächlich etwas weniger beeinträchtigt ist die Nordseite, was eine grössere Flechtendeckung und Artenvielfalt, v.a. auf dem offenem Sandstein, ermöglicht. Die Ost- und die Südseite weisen noch zu grossen Teilen flächigen Putz auf, wo nur relativ wenig Sandstein zu Tage tritt. Das Auftreten von gesteinsbewohnenden Flechten ist in diesen Expositionen aufgrund der vergleichsweise spärlichen Sandsteinflächen bescheiden und artenarm.

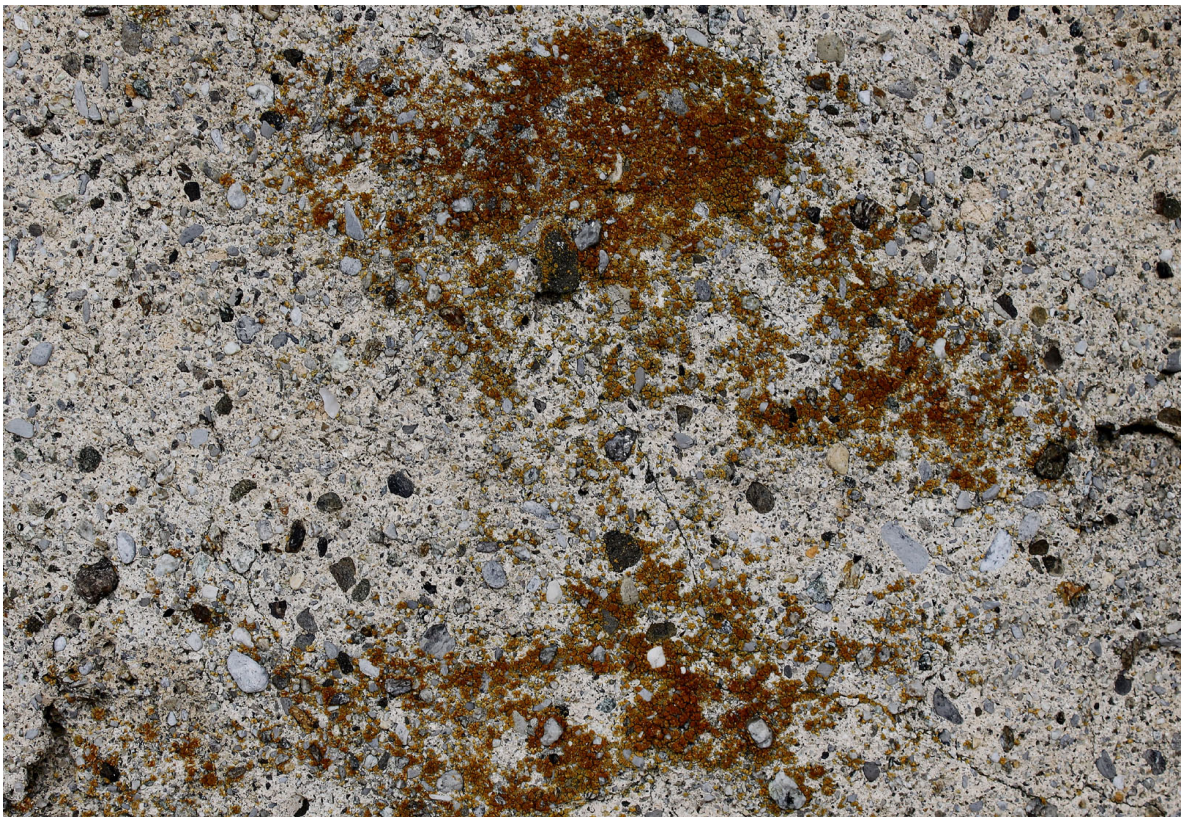


Abbildung 19: *Caloplaca saxicola* s.l. ist eine der Arten, die am Wachturm regelmässig auf dem intakten Putz zu beobachten ist.

Dachziegel des Aufbaus

Die Ziegel des Dachaufbaus sind sowohl bezüglich der Deckung als auch der Artenvielfalt äusserst üppig mit Flechten bewachsen. Die Dachflächen der verschiedenen Expositionen werden insgesamt von 39, z.T. speziellen Flechtenarten besiedelt. So ist es für 14 Arten der erste Nachweis an der Museggmauer, wovon *Lecanora rupicola* und *Trapelia glebulosa* auch auf den Ziegeln der Zinnen des diesjährig untersuchten Mauerabschnitt registriert wurden. Für *Acarospora umbilicata* und *Caloplaca grimmiae* ist es gar der erste Nachweis aus dem Kanton Luzern. Die auffällige, intensiv gelbe Landkartenflechte (*Rhizocarpon geographicum* s.l.) und die ähnliche *Rhizocarpon lecanorinum*, welche bisher nur ganz vereinzelt an der Museggmauer beobachtet wurden, wachsen auf dem Wachturm mit zahlreichen ausgedehnten Lagern.

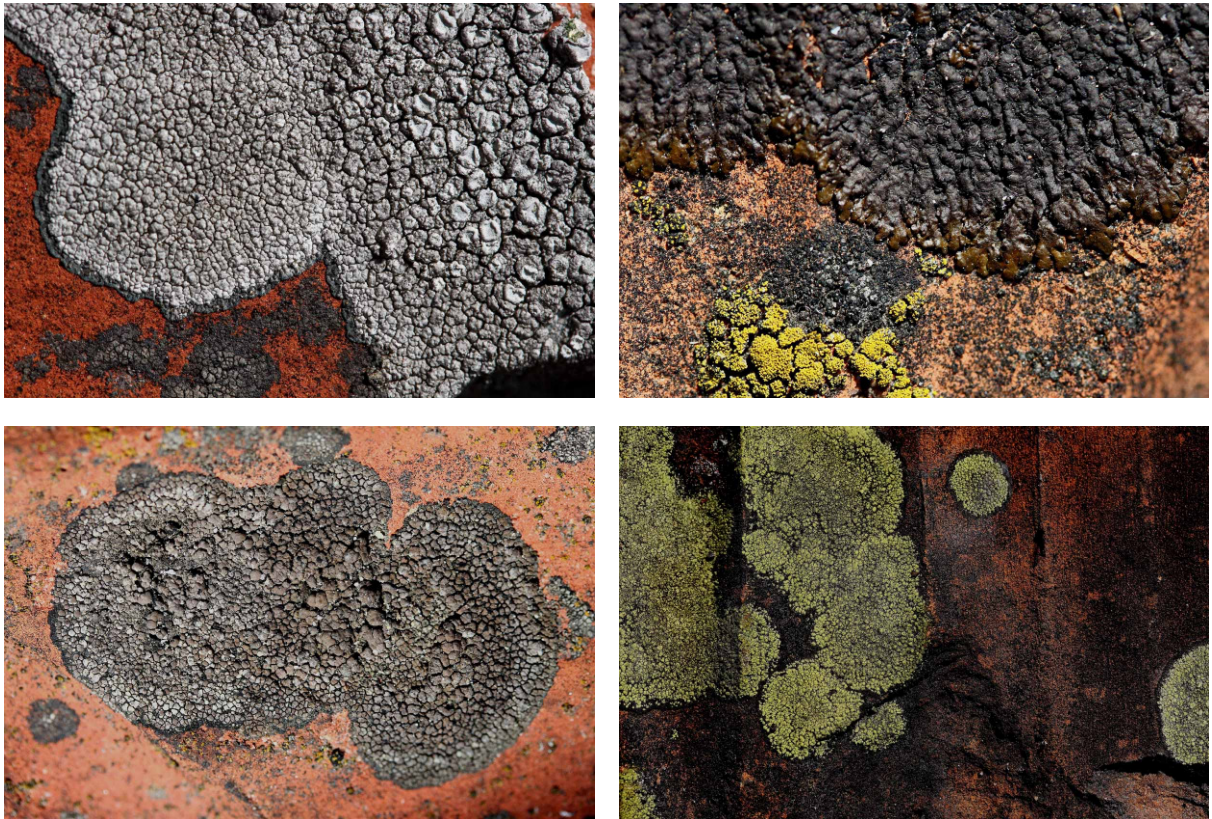


Abbildung 20: Die alten Ziegel des Dachaufbaus beherbergen eine sehr grosse Vielfalt an Flechten, darunter *Lecanora rupicola* (oben links), *Xanthoparmelia pulla* und *Candelariella vitellina* (oben rechts), *Rhizocarpon geminatum* (unten links) und *Rhizocarpon lecanorinum* (unten rechts).

Die hohe Deckung und die grosse Vielfalt der Flechten ist im Wesentlichen durch die lange Expositionszeit der Dachziegel bedingt. Wohl der grösste Teil der Ziegel liegt seit mehr als 300 Jahren, seit dem Wiederaufbau des Turmes nach der Explosion von 1701, vor Ort. Diese

lange Dauer, verbunden mit der Ungestörtheit in luftiger Höhe garantierte eine lange ökologische Kontinuität, welche für das Auftreten einer reichen Flechtenflora von grossem Vorteil ist. Zudem sind die ökologischen Bedingungen aufgrund der verschiedenen Expositionen und Neigungen im Vergleich zu den Zinnen der Museggmauer äusserst vielfältig. Dies alles erlaubte gesteinsbewohnenden Flechten mit unterschiedlichsten ökologischen Ansprüchen ein Aufkommen auf den Dachflächen. Düngungstolerante Arten sind im Gegensatz zu den Ziegeln der Zinnen jedoch nur ganz vereinzelt vorhanden, zu wenig attraktiv sind die Dachflächen für den regelmässigen Aufenthalt von Vögeln.

Schindeln, Türmchen

Oberhalb des Dachaufbaus waren die Schindeln des Türmchens ursprünglich vollständig mit Farbe bestrichen und somit für lange Zeit ein ungeeignetes Substrat. Die Anzahl jener Flechtenarten, welche sich über die Jahre trotzdem etablieren konnten, ist wie ihre Deckung entsprechend bescheiden. Der Bewuchs mit Flechten ist dort am ausgeprägtesten, wo die Witterung am stärksten auf die Schindeln einwirkte und die ursprüngliche Farbe weitgehend fehlt. Das wieder freie Holz der teilweise sehr schadhafte Schindeln bietet holzbewohnenden Flechten durchaus ein gutes Substrat. 10 Arten gelang es im Verlaufe der Zeit die vertikalen Flächen dauerhaft zu besiedeln. Von diesen kommen, mit Ausnahme von *Melanohalea exasperatula* und *Xanthoparmelia verruculifera*, alle auch auf den unbehandelten Schindeln des darüber gelegenen Spitzdachs vor. Die beiden Ausnahmen finden sich hingegen auch auf den Dachziegeln des Aufbaus.

Schindeln, Spitzdach

Äusserst interessant und vielfältig sind die Flechten auf dem unbehandelten Holz der Lärchenschindeln des Spitzdachs. Insgesamt 39 verschiedene Flechten besiedeln die Dachflächen. Je nach Exposition sind dabei sowohl die Vielfalt der Flechten als auch deren Deckung sehr unterschiedlich ausgeprägt. Mit 27 Arten wachsen am meisten Flechten auf den südexponierten Schindeln. Etwas eingeschränkter sind Artenzahl und Deckung auf den benachbarten südwest- (24) und ostsüdost-exponierten (25) Flächen. Im Gegensatz dazu weist die Nordfläche nur gerade sechs Flechtarten auf. Sie ist hingegen flächig mit Algen bedeckt, welche dort aufgrund der feuchteren Verhältnisse einen wesentlichen Konkurrenzvorteil besitzen. Auf der Nordostseite kommen immerhin 18 Flechten und auf der Westnordwestseite deren 16 vor.



Abbildung 21: Die artenreich ausgebildete Flechtenflora auf den Lärchenschindeln des Spitzdachs.

Von den holzbewohnenden Flechten auf den Schindeln stellen 33 Arten einen Ersthinweis für die Museggmauer dar. Herausragend ist dabei das Auftreten der Wolfsflechte (*Letharia vulpina*) auf der südwest-exponierten Fläche. Die auffällige Strauchflechte kommt ansonsten nirgends im Schweizer Mittelland vor. Sie wächst in der Regel bevorzugt auf Lärchen in den Zentralalpen der Kantone Wallis, Graubünden und Tessin. Aber auch die relativ zahlreichen Lager der gelbgrünen Bartflechte *Usnea substerilis* sowie ein Individuum der braunen Bartflechte *Bryoria fuscescens* sind für den Lebensraum in städtischer Umgebung sehr erfreulich. Es handelt sich dabei um sehr empfindliche Flechten, welche für ihre Entwicklung eine gute Luftqualität benötigen, was auf der Spitze des Wachturms entsprechend in ausgeprägtem Masse der Fall sein muss. Neben *Letharia vulpina* konnte auch die Krustenflechte *Strangospora pinicola* erstmals im Kanton Luzern nachgewiesen und typische, holzbewohnende Vertreter der Becherflechten (*Cladonia*) beobachtet werden.



Abbildung 22: Das Vorkommen der Wolfsflechte (*Letharia vulpina*) auf den Schindeln kann geradezu als sensationell bezeichnet werden (links). Erfreulich sind auch die verschiedenen Lager der empfindlichen, gelblich-grünen *Usnea substerilis* (rechts).

Wie die ausserordentliche Flechtenflora auf dem Spitzdach zustande gekommen ist, kann nicht abschliessend geklärt werden. Ihre Zusammensetzung entspricht als Ganzes weitgehend jener, welche einerseits auf der sauren Rinde von in naturnaher Umgebung wachsenden Nadelbäumen vorkommt. Andererseits ist die Flora auch typisch für das Totholz der entsprechenden Baumarten, sei es stehend oder auch in den verschiedensten Formen bereits verbaut. Eine spontane Besiedlung der Dachflächen durch die acidophilen Flechten ist somit nicht auszuschliessen. Es ist aber auch gut möglich, dass die erst vor 15 Jahren aufgebrachten Lärchenschindeln, aus dem Kanton Wallis oder Graubünden stammend, bereits durch kleinste Verbreitungseinheiten der verschiedenen Arten „infiziert“ waren. Nichtsdestotrotz mussten die ökologischen Bedingungen, vorab die Luftqualität, derart günstig gewesen sein, dass sich die Verbreitungseinheiten der teilweise sehr empfindlichen Arten im Laufe der Jahre zu ausgewachsenen Flechten entwickeln konnten.



Abbildung 23: Neben diversen Krustenflechten besiedeln insbesondere verschiedene Strauch- und Blattflechten die Lärchenschindeln: *Evernia prunastri* (links), *Parmelia caperata* (Mitte) und *Pseudevernia furfuracea* (rechts).

2.3.2 Fazit zur Flechtenvielfalt

Artenvielfalt Wachturm

Die Flora der Flechten auf dem Wachturm ist, u.a. aufgrund der verschiedenen Substrattypen, ausgesprochen artenreich. Insgesamt konnten 95 Flechtenarten nachgewiesen werden (Anhang 1). Das sind fast zwei Drittel aller Flechten, die auf der Museggmauer und ihren Türmen bisher registriert wurden. 21 Arten fanden sich auf dem Sandstein der Turmmauern, ebenso 21 auf deren Putz/Mörtel. Auf den Dachziegeln des Aufbaus wachsen 39 Flechten und auf den Schindeln des Türmchens und dessen Spitzdach fanden sich insgesamt 41 Arten. Neben *Lecanora rupicola* und *Trapelia glebulosa*, welche sich dieses Jahr auch am restaurierten Mauerabschnitt fanden, ist es für 46 weitere Arten der erste Nachweis für die Museggmauer. Vor allem durch den zusätzlichen Substrattyp in Form des Schindelholzes erfährt die Flechtenflora der Museggmauer eine wesentliche Erweiterung, nämlich 33 Arten. Davon wachsen *Lecanora polytropa* und *Melanohalea exasperatula* auch auf den äusserst reich bewachsenen Dachziegeln. Diese tragen (neben *Lecanora rupicola* und *Trapelia glebulosa*) ihrerseits noch 12 weitere, bisher nicht registrierte Flechtenarten bei. Schliesslich stellt noch die auf den hölzernen Fenstersimsen des Türmchens wachsende *Lecanora hagenii* eine Ergänzung dar.



Abbildung 24: Die erstmals für die Museggmauer registrierte Krustenflechte *Lecanora polytropa* wächst sowohl auf den Schindeln als auch auf den Dachziegeln des Wachturm. Die auffällige Türkisfärbung der Fruchtkörper beruht auf dem speziellen Wuchsort der Flechte, jeweils direkt unter dem kupfernen Blitzableiter. Die Flechte ist fähig, das anfallende Kupfer aufzunehmen und farbgebend in ihrem Gewebe einzulagern.

Artenvielfalt der Museggmauer

Die Gesamtzahl der bisher auf der Museggmauer festgestellten Flechten beläuft sich aktuell, einschliesslich des Abschnitts vom Wacht- zum Zitturm, auf 146 Arten (Anhang 2). Das sind fast 20% aller aus dem Kanton Luzern bekannten Flechten. 69 Arten fanden sich auf dem Sandstein, 68 auf den Dachziegeln, 50 Flechten auf Putz oder Mörtel und deren 42 auf den Holzschindeln, respektive anderem verbauten Holz. Die gesteinbewohnende Flechtenflora der Museggmauer umfasst mit 113 Arten 35% aller im Kanton Luzern je auf Gestein beobachteten Flechtenarten. Bei den holzbewohnenden Flechten stellen die 42 Arten entsprechend 28% dar.

2.3.3 Schutz- und Fördermassnahmen

Für den Erhalt der Vielfalt an Flechten auf dem Wachturm standen v.a. Massnahmen bezüglich dem Dachziegeln des Aufbaus und den Schindeln des Spitzdachs im Vordergrund. Für die Flechten der Turmmauern galten die gleichen Vorkehrungen wie jeweils für die Nordseite der Museggmauer.

2.3.3.1 Ergriffene Schutz- und Fördermassnahmen

Mauern

Die Restaurierungsarbeiten sollen wie bei den bisher restaurierten Mauerabschnitten, respektive dem 2010 bearbeiteten Abschnitt zwischen Wacht- und Zitturm erfolgen: Die offenen Sandsteinflächen sollen, wo nötig, möglichst nur kleinflächig verputzt werden. Ein konsequentes Verschliessen der Fugen soll möglichst vermieden werden, um spezielle Nischen, auf die einzelne Flechtenarten angewiesen sind als Lebensraum zu erhalten. Die ursprünglichen Baumaterialien dürfen nicht intensiv gereinigt werden. Auch nach den Restaurierungsarbeiten sollte keine intensive Reinigung der Oberflächen durchgeführt werden.

Dachziegel des Aufbaus

Die Dachflächen und ihre Ziegel sollten möglichst komplett in ihrem ursprünglichen Zustand belassen werden. Wo aufgrund ihrer Schadhaftheit trotzdem einzelne Ziegel, insbesondere Firstziegel, zu ersetzen sind, sollten für den Erhalt der sehr artenreichen Flechtenflora wo immer möglich ganze Dachziegel von der Museggmauer verwendet werden. Wo das nicht möglich ist, sollten alte Dachziegel mit vergleichbaren chemischen und physischen Eigenschaften eingesetzt werden.

Schindeln, Türmchen

Die Schindeln des Türmchens werden entsprechend ihrem z.T. sehr schadhaften Zustand komplett ersetzt und wiederum vollständig mit Farbe bestrichen. Entsprechend wurden keine Massnahmen zum Erhalt der relativ wenigen Flechtenvorkommen getroffen.

Schindeln, Spitzdach

Auch wenn die erst vor fünfzehn Jahren montierten Schindeln, mit Ausnahme der Westfläche, noch in einem guten Zustand waren, wurde beschlossen die Gelegenheit des eingerüsteten Spitzdachs zu nutzen und auch diese Schindeln komplett zu ersetzen. Um möglichst vielen Flechtenarten einen Fortbestand an dem speziellen Standort zu ermöglichen wurde folgendes Vorgehen beschlossen und durchgeführt:

Vor ihrer definitiven Entfernung wurden anfangs Mai diverse Schindeln mit zahlreichen Flechtenarten und -Individuen wo immer möglich ganz aus dem Dachgefüge entfernt. Dabei wurde für jede der entfernten Schindeln anhand der Gerüstläufe und der Dachflächenexposition die genaue Lage festgehalten.

Die entfernten Schindeln mit den darauf wachsenden Flechten wurden bis zur Neueindeckung des Schindeldaches zwischenzeitlich lufttrocken eingelagert.

Nach der Neueindeckung des Spitzdachs, wiederum mit Lärchenschindeln, wurden die Schindeln Mitte Oktober, unter Anleitung von Walti Würsch, fest zwischen die neuen eingeschoben. Dabei konnten alle ausgewählten Schindeln wiederum in der ursprünglichen Höhe und Exposition angebracht werden.

2.3.3.2 Auswirkungen der Restaurierungsarbeiten auf die Flechten

Mauern

Die Restaurierung der Mauerbereiche am Wachturm war aus Sicht der Flechten von diversen unerwünschten Beeinträchtigungen begleitet. Diese waren u.a. durch die neuen, ungewohnten Umstände bei der Restaurierung des Turmes bedingt. So mussten auch Arbeiten ausgeführt werden, die sich an den Mauerabschnitten bisher nicht aufdrängten und den Einbezug verschiedenster Spezialisten erforderte. Im Rahmen der Arbeiten musste insbesondere mancherorts gebohrt und Material injiziert werden. Aber auch „die regulären Restaurierungsarbeiten“, analog zur Nordseite der Mauerabschnitte, mussten durchgeführt werden. Oft war es schwierig, die Übersicht zu behalten und den Ursachen für die diversen Beeinträchtigungen auf den Grund zu gehen. Klar ist, dass aus der Flechtenperspektive zahlreiche, mehr oder weniger grossflächige, verheerende Beeinträchtigungen der Mauersubstrate statt fanden. So wurden aufgrund der Bohrungen an diversen Stellen die Gesteinsflächen und damit die vorhandenen Flechten über mehrere Gerüstetagen vollständig mit Sedimentwasser übertüncht. Dies führte durch den auch ästhetisch störenden weissen Belag zu grösseren Verlusten bei den gesteinsbewohnenden Flechten. Davon wurde auf der Ostseite unerfreulicherweise auch der an den Wachturm angrenzende Mauerabschnitt in Mitleidenschaft gezogen.



Abbildung 25: Die grossflächig deckenden Verunreinigungen mit Sedimentwasser im Bereich der Bohrungen sind für vorhandene Flechtenlager in diesem Ausmass zerstörerisch, links auf der Westseite des Wachturms, rechts auf der Ostseite mit Beeinträchtigung des benachbarten Mauerabschnitts.

Im Weiteren ist die durchgeführte, massive mechanische „Säuberung“ der zahlreichen, offen liegenden Sandsteinflächen sehr bedenklich. Dabei wurden die Sandsteinblöcke regelmässig mit dem Meissel bearbeitet, was einerseits zum totalen Verlust der vorhandenen Flechtenlager führte, andererseits restaurationstechnisch weitgehend überflüssig erscheint. Ebenso unerwünscht ist die stellenweise durchgeführte, mechanische Reinigung der Gesteinsoberflächen mit der Stahlbürste.



Abbildung 26: Die offen liegenden Sandsteinblöcke der Wachturm-mauern wurden vielerorts intensiv mit dem Meissel bearbeitet, für die vorhandenen Flechten mit verheerenden Folgen.

Trotz der massiven, flächigen Zerstörungen des vorhandenen Bewuchs blieben einzelne Partien mit Flechtenvorkommen verschont. Dies auch deshalb, weil die eigentlichen Verputzarbeiten wie vorgesehen durchgeführt wurden. Die Restaurierung im Bereich der kleinen, im Mauerwerk eingelassenen Fenster war aus der Flechtenperspektive erfreulich, wurden doch die einfassen, mit Krustenflechten bewachsenen Sandsteinplatten teilweise unbeeinträchtigt an Ort und Stelle belassen.



Abbildung 27: Die eigentlichen Verputzarbeiten wurden wie üblich gut ausgeführt, so dass einzelne Sandsteinblöcke mit ihrem Flechtenbewuchs intakt erhalten blieben (links). Auch der Erhalt der Sandsteinplatten im Bereich der Fenster ist aus Sicht der Flechten erfreulich (rechts).

Nach Abschluss der Arbeiten muss insgesamt festgestellt werden, dass die Restaurierung der Wachturmmauern nicht optimal verlaufen ist. Zwar sind nach wie vor Stellen mit unbeeinträchtigtem Flechtenbewuchs vorhanden, ihre Anzahl und Ausdehnung könnte jedoch wesentlich grösser sein.

Dachziegel des Aufbaus

Da nur vereinzelt Restaurationsarbeiten am Dachaufbau erforderlich waren, blieben die meisten Dachziegel unversehrt an Ort und Stelle. Am stärksten waren die Firstziegel von den Eingriffen betroffen, dies aufgrund der diversen schadhaften, mit Mörtel gefestigten Stellen. Es kann davon ausgegangen werden, dass auch nach den Restaurationsarbeiten sämtliche bisher vorhandenen Flechtenarten noch auf dem Dach des Wachturms vorkommen und somit keine Verluste bei der Vielfalt zu beklagen sind.

Schindeln, Türmchen

Mit dem kompletten Ersatz und dem Neuanstrich der Schindeln verschwanden auch die zehn ursprünglich darauf wachsenden, ansonsten häufigen Flechtenarten.

Schindeln, Spitzdach

Mit dem Wiederanbringen von insgesamt 43 älteren Schindeln auf das neueingedeckte Spitzdach wurde der Fortbestand zahlreicher Flechtenarten an ihrem ursprünglichen Wuchsort ermöglicht. Auf den 43 vor der Einlagerung untersuchten Schindeln konnten insgesamt 103 Flechtenindividuen registriert werden. Diese umfassen 26 Arten, darunter das jeweils einzige Vorkommen der Wolfsflechte (*Letharia vulpina*), der braunen Bartflechte *Bryoria fuscescens* und der gelbgrünen Blattflechte *Parmeliopsis ambigua*. Zudem tragen die Schindeln diverse Individuen der gelblich-grünen Bartflechte *Usnea substerilis*, der Strauchflechten *Evernia prunastri* und *Pseudevernia furfuracea*, der Blattflechten *Hypogymnia physodes*, *Parmelia sulcata* und *Parmelina tiliacea* sowie der Krustenflechten *Hypocenomyce scalaris*, *Lecanora varia*, *Micarea denigrata*, *Placynthiella icmalea*, *Strangospora pinicola*, *Thelocarpon laureri* und *Trapeliopsis flexuosa*.

Die 43 angebrachten Schindeln verteilen sich über alle drei Gerüstetagen. Bezüglich der sechs Expositionen wurden einzig auf der schon vorgängig praktisch flechtenlosen Nordfläche des Daches keine Schindeln entnommen, respektive angebracht.

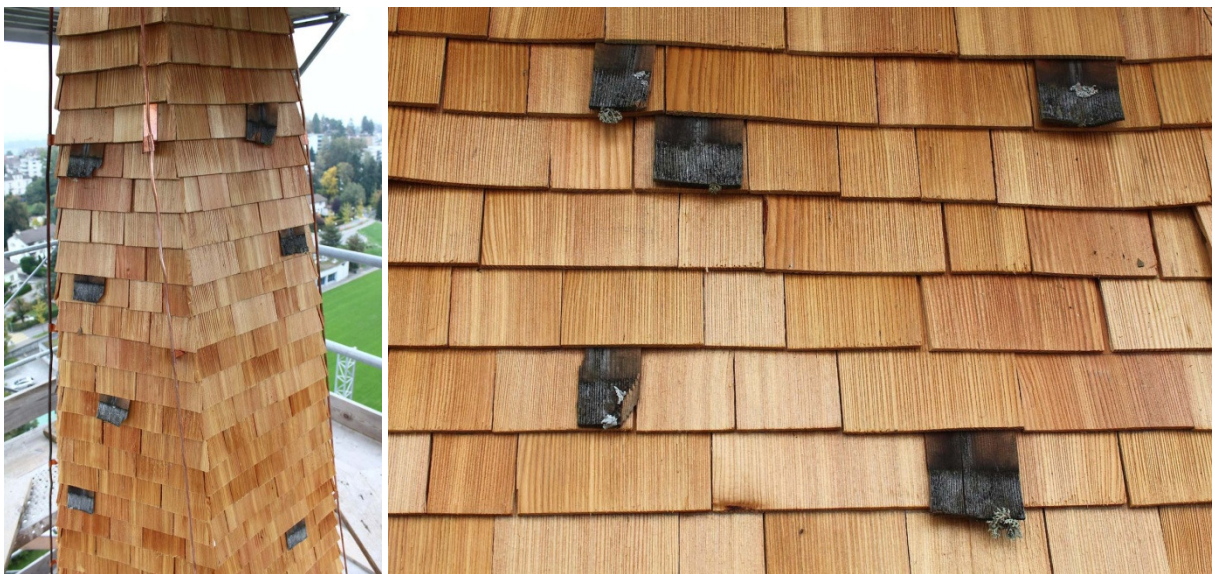


Abbildung 28: Der oberste und der mittlere Bereich des neu eingedeckten Spitzdachs mit den eingefügten, flechtenreichen, alten Schindeln.

Es kann davon ausgegangen werden, dass die allermeisten Flechtenindividuen die Entnahme, Zwischenlagerung und Wiedermontage der Schindeln überlebt haben. Bei genügender Feuchtigkeit werden die Flechten ihre Stoffwechselaktivitäten wieder aufgenommen haben und kaum geschädigt an ihrem ursprünglichen Standort weiter leben. Damit wurden die Vorkommen der verschiedenen Flechtenarten auf dem Wachturm gesichert. Es bleibt zu hoffen, dass die erfolgte Reduktion der Individuen in naher Zukunft mittels vegetativer und generativer Vermehrung der verbleibenden Flechten bald wieder wett gemacht werden kann. Mit den wiederum aus Lärchenholz bestehenden Schindeln ist dafür ein gutes Substrat vorhan-

den, spätestens, wenn dieses einige Zeit der Witterung ausgesetzt war. Es wird spannend sein, bei nächster Gelegenheit wieder einen Blick auf das Spitzdach des Wachtturms zu werfen.

2.3.3.3 Folgerungen bezüglich der Schutz- und Fördermassnahmen im Rahmen der Restaurierung weiterer Türme und Mauerabschnitte

Für die Restaurierung von weiteren Türmen und Mauerabschnitten haben die hier für die Flechten genannten Schutz- und Fördermassnahmen weiterhin Gültigkeit. Im Übrigen scheinen aufgrund der Erfahrungen am Wachturm zukünftig folgende Vorgehensweisen angebracht:

Eine Bearbeitung des offen liegenden Sandsteins mit Hammer und Meissel sollte nur in besonderen Ausnahmefällen durchgeführt werden.

Bei erforderlichen Bohrungen sollte das anfallende Sedimentwasser möglichst aufgefangen und fern der Mauerbereiche abgeleitet werden.

Die Notwendigkeit des Ersatzes von Schindeln sollte anhand des Zustandes der Schindeln und damit der noch zu erwartenden Dauer der einwandfreien Schutzwirkung abgeklärt werden.

2.4 Farn- und Blütenpflanzen

Im Zuge der vom Gerüst aus durchgeführten Kartierungen am Wachturm konnten nur ganz vereinzelt Arten der für alte Mauern typischen Mauerfugen- und Felsspaltengesellschaften (z. B. *Aspenium ruta-muararia*) nachgewiesen werden, weshalb diese für die Durchführung der Sanierungsarbeiten keine besondere Relevanz hatten.

3 Gesamtbewertung / Ausblick

Insgesamt kann die Sanierung des Wachturm unter ökologischen Gesichtspunkten als erfolgreich bezeichnet werden. Kritischer als bei den bereits realisierten Etappen fällt die Bilanz aus Sicht des Flechtenschutzes aus (vgl. 2.3.3.2). Die ergriffenen Schutzmassnahmen für Mauersegler (v.a. Erstellung des Gerüst mit Lücken) haben sich sehr bewährt. Zusätzlich positiv zu erwähnen sind die Fördermassnahmen für Alpensegler und Fledermäuse.

Die weiteren wichtigen Erfolgsfaktoren der guten ökologischen Bilanz sind:

- Die ökologische Baubegleitung ist integraler fachlicher und organisatorischer Bestandteil der Museggmauersanierung. Sie ist in der Baukommission verankert, wo die wichtigsten Entscheidungen mit ökologischer Tragweite gefällt werden.
- Im Sanierungsprojekt wird Interdisziplinarität gross geschrieben, d.h. es findet eine sehr enge Zusammenarbeit zwischen allen Fachdisziplinen statt. Als besonders wertvoll hat sich die gute Zusammenarbeit zwischen den Handwerkern und der ökologischen Begleitgruppe herausgestellt, wodurch immer wieder flexible und angepasste Lösungen gefunden werden konnten.
- Die ökologische Baubegleitung ist fachlich breit abgestützt und verfügt über ausreichende Ressourcen.
- Nicht zuletzt kommt allen Beteiligten die hervorragende Datengrundlage zu Gute, die vor allem im Zuge langjähriger ehrenamtlicher Aktivitäten (Ornithologische Gesellschaft Luzern, Naturschutznetz, lokaler und regionaler Fledermausschutz) erarbeitet wurde.

Abschliessend ein herzliches Dankeschön an alle, die dazu beigetragen haben, dass die Sanierung dieses Museggmauer-Abschnitts auch unter ökologischen Gesichtspunkten als Erfolgsgeschichte bezeichnet werden kann!

Luzern, 3. September 2011

Stefan Herfort, Umweltschutz Stadt Luzern

4 Anhänge

Anhang 1: Gesamtartenliste der Fledermäuse im Bereich der Museggmauer (Jagdrevier)

Braunes Langohr (*Plecotus auritus*)

Zwergfledermaus (*Pipistrellus pipistrellus*)

Rauhautfledermaus (*Pipistrellus nathusii*)

Mückenfledermaus (*Pipistrellus pygmaeus*)

Weissrandfledermaus (*Pipistrellus kuhlii*)

Grosser Abendsegler (*Nyctalus noctula*)

Quartiernachweise am Wachturm (2010): Rauhautfledermaus (*Pipistrellus nathusii*), N.N.

Anhang 2: Brutvögel am Wachturm (2010)

Deutscher Name	Wissenschaftlicher Name	Status in der Schweiz	Bestand / Häufigkeit in der Schweiz	Rote Liste gefährdeter Brutvogelarten der Schweiz	Berner Konvention ¹	Bonner Konvention ²	Prioritätsart ³
Dohle	<i>Corvus monedula</i>	Spärlicher Brutvogel und regelmässiger, spärlicher Durchzügler und Wintergast	1'100 – 1'200 Paare	Verletzlich	-	-	Prioritätsart
Mauersegler	<i>Apus apus</i>	Regelmässiger, häufiger Brutvogel und Durchzügler	50'000 – 75'000 Paare	Nicht gefährdet	Anhang III	-	Prioritätsart
Alpensegler	<i>Apus melba</i>	Regelmässiger, spärlicher Brutvogel und Durchzügler	1'200 – 1'300 Paare	Potenziell gefährdet	Anhang II	-	Prioritätsart
Hausrotschwanz	<i>Phoenicurus ochruros</i>	Regelmässiger, häufiger Brutvogel und Durchzügler, spärlicher Wintergast	250'000 – 500'000 Paare	Nicht gefährdet	Anhang III	Anhang II	-
Hausperling	<i>Passer domesticus</i>	Häufiger Brutvogel	400'000 – 500'000 Paare	Nicht gefährdet	-	-	-
Feldperling	<i>Passer montanus</i>	Häufiger Brutvogel	70'000 – 100'000 Paare	Nicht gefährdet	Anhang III	-	
Kleiber	<i>Sitta europaea</i>	Häufiger Brutvogel	70'000 – 120'000 Paare	Nicht gefährdet	Anhang II	-	-

¹ Berner Konvention: „Übereinkommen über die Erhaltung der europäischen wild lebenden Pflanzen und Tiere und ihrer natürlichen Lebensräume“

² Bonner Konvention: „Übereinkommen zur Erhaltung der wandernden wild lebenden Tierarten“

³ Prioritätsarten sind jene 50 Vogelarten, welche gemäss Schweizer Vogelschutz und Schweizerischer Vogelwarte Artenförderungsprogramme am dringendsten nötig haben. Dies aufgrund folgender Kriterien: Gefährdungsgrad, Seltenheit, Bedeutung des Bestands im internationalen Vergleich, Zweckmässigkeit der Naturschutzinstrumente.

Anhang 3: Artenliste der Flechten des Wachtturms (2010)

Flechtenarten, Stand 30.11. 2020	Sandstein	Mörtel/Putz	Dachziegel	Schindeln	Fenstersims Holz	Abschnitt	neu für Museggmauer
Acarospora fuscata (Schrad.) Th. Fr.			1			1	
Acarospora glaucocarpa (Ach.) Körb.		1				1	
Acarospora umbilicata Bagl.			1			1	X
Aspicilia contorta (Hoffm.) Kremp.		1				1	
Bryoria fuscescens (Gyeln.) Brodo & D. Hawksw.				1		1	X
Buellia aethalea (Ach.) Th. Fr.			1			1	X
Buellia griseovirens (Sm.) Almb.				1		1	X
Buellia punctata (Hoffm.) A. Massal.			1	1		1	
Caloplaca arcis (Poelt & Vězda) Arup	1					1	
Caloplaca arnoldii (Wedd.) Zahlbr.	1					1	
Caloplaca chrysoleta (Räsänen) Domb.	1	1				1	
Caloplaca citrina (Hoffm.) Th. Fr.	1	1				1	
Caloplaca decipiens (Arnold) Blomb. & Forss.	1	1				1	
Caloplaca grimmiae (Nyl.) H. Oliver			1			1	X
Caloplaca holocarpa (Ach.) A. E. Wade	1	1				1	
Caloplaca pusilla (A. Massal.) Zahlbr.		1				1	
Caloplaca teicholyta (Ach.) J. Steiner		1				1	
Caloplaca velana (A. Massal.) Du Rietz	1					1	
Candelariella aurella (Hoffm.) Zahlbr.	1	1				1	
Candelariella reflexa (Nyl.) Lettau				1		1	
Candelariella vitellina (Hoffm.) Müll. Arg.			1	1		1	
Catillaria atomarioides (Müll. Arg.) H. Kilius			1			1	
Catillaria chalybeia (Borrer) A. Massal.			1			1	
Catillaria lenticularis (Ach.) Th. Fr.	1	1				1	
Cladonia chlorophaea (Sommerf.) Spreng.				1		1	X
Cladonia coniocraea (Flörke) Spreng.				1		1	X
Diploschistes scruposus (Schreb.) Norman			1			1	
Diplotomma alboatrum (Hoff.) Flot.	1		1			1	
Diplotomma hedinii (H. Magn.) P. Clerc & Cl. Roux	1	1				1	
Dirina massiliensis Durieu & Mont.	1					1	
Evernia prunastri (L.) Ach.				1		1	X
Flavoparmelia caperata (L.) Hale				1		1	X
Hypocenomyce scalaris (Ach.) M. Choisy				1		1	X
Hypogymnia physodes (L.) Nyl.				1		1	X
Hypogymnia tubulosa (Schaer.) Hav.				1		1	X
Imshaugia aleurites (Ach.) S.L.F.Meyer				1		1	X
Lecanora albescens (Hoffm.) Branth & Rostr.	1	1				1	
Lecanora campestris (Schaer.) Hue		1	1			1	
Lecanora compallens Herk & Aptroot				1		1	X
Lecanora conizaeoides Crombie				1		1	X
Lecanora crenulata Hook.	1					1	

Flechtenarten, Stand 30.11. 2020	Sandstein	Mörtel/Putz	Dachziegel	Schindeln	Fenstersims Holz	Abschnitt	neu für Museggmauer
<i>Lecanora dispersa</i> (Pers.) Sommerf.	1	1	1			1	
<i>Lecanora hagenii</i> (Ach.) Ach.					1	1	X
<i>Lecanora muralis</i> (Schreb.) Rabenh.		1	1	1		1	
<i>Lecanora polytropa</i> (Ehrh. ex Hoffm.) Rabenh.			1	1		1	X
<i>Lecanora pulicaris</i> (Pers.) Ach.				1		1	X
<i>Lecanora rupicola</i> (L.) Zahlbr.			1			1	X, auch Abschnitt 2010
<i>Lecanora saligna</i> (Schrad.) Zahlbr.				1		1	X
<i>Lecanora semipallida</i> H. Magn.		1	1			1	
<i>Lecanora varia</i> (Hoffm.) Ach.				1		1	X
<i>Lecidea fuscoatra</i> (L.) Ach.			1			1	X
<i>Lecidella carpathica</i> Körb.			1			1	
<i>Lecidella scabra</i> (Taylor) Hertel & Leuckert			1			1	
<i>Lecidella stigmatea</i> (Ach.) Hertel & Leuckert		1				1	
<i>Lepraria membranacea</i> (Dicks.) Vain.			1			1	X
<i>Letharia vulpina</i> (L.) Hue				1		1	X
<i>Melanohalea elegantula</i> (Zahlbr.) O. Blanco & al.				1		1	X
<i>Melanohalea exasperatula</i> (Nyl.) O. Blanco & al.			1	1		1	X
<i>Micarea denigrata</i> (Fr.) Hedl.				1		1	X
<i>Mycoblastus fucatus</i> (Stirt.) Zahlbr.				1		1	X
<i>Ochrolechia arborea</i> (Kreyer) Almb.				1		1	X
<i>Parmelia sulcata</i> Taylor			1	1		1	
<i>Parmelina tiliacea</i> (Hoffm.) Hale			1	1		1	
<i>Parmeliopsis ambigua</i> (Wulfen) Nyl.				1		1	X
<i>Phaeophyscia nigricans</i> (Flörke) Moberg			1			1	
<i>Phaeophyscia sciastra</i> (Ach.) Moberg			1			1	X
<i>Physcia caesia</i> (Hoffm.) Fűrnr.			1	1		1	
<i>Physcia dubia</i> (Hoffm.) Lettau			1	1		1	
<i>Placynthiella dasaea</i> (Stirt.) Tønsberg				1		1	X
<i>Placynthiella icmalea</i> (Ach.) Coppins & P. James				1		1	X
<i>Platismatia glauca</i> (L.) W. L. Culb. & C. F. Culb.				1		1	X
<i>Porpidia soledizodes</i> (Lamy) J. R. Laundon			1			1	
<i>Protoblastenia rupestris</i> (Scop.) J. Steiner	1	1				1	
<i>Protoparmelia hypotremella</i> Herk, Spier & Wirth				1		1	X
<i>Pseudevernia furfuracea</i> (L.) Zopf				1		1	X
<i>Psilolechia lucida</i> (Ach.)			1			1	X
<i>Rhizocarpon geminatum</i> Körb.			1			1	X
<i>Rhizocarpon geographicum</i> (L.) DC.			1			1	
<i>Rhizocarpon lecanorinum</i> Anders			1			1	
<i>Rhizocarpon obscuratum</i> (Ach.) A. Massal.			1			1	
<i>Sarcogyne regularis</i> Körb.	1	1				1	
<i>Stereocaulon nanodes</i> Tuck.			1			1	X
<i>Strangospora pinicola</i> (A. Massal.) Körb.				1		1	X

Flechtenarten, Stand 30.11. 2020	Sandstein	Mörtel/Putz	Dachziegel	Schindeln	Fenstersims Holz	Abschnitt	neu für Museggmauer
<i>Thelocarpon laureri</i> (Flot.) Nyl.				1		1	X
<i>Trapelia glebulosa</i> (Sm.) J. R. Laundon			1			1	X, auch Abschnitt 2010
<i>Trapeliopsis flexuosa</i> (Fr.) Coppins & P. James				1		1	X
<i>Usnea substerilis</i> Motyka				1		1	X
<i>Verrucaria baldensis</i> A. Massal.	1					1	
<i>Verrucaria macrostoma</i> DC.	1	1				1	
<i>Verrucaria nigrescens</i> Pers.	1	1				1	
<i>Verrucaria ochrostoma</i> (Leight.) Trevis.	1					1	
<i>Xanthoparmelia pulla</i> (Ach.) O. Blanco & al.			1			1	X
<i>Xanthoparmelia verruculifera</i> (Nyl.) O. Blan. & al.			1	1		1	X
<i>Xanthoria elegans</i> (Link) Th. Fr.			1			1	X
<i>Xanthoria parietina</i> (L.) Th. Fr.			1			1	
Anzahl Flechtenarten je Substrat	21	21	39	41	1	95	47

Anhang 4: Gesamtartenliste der Flechten der Museggmauer (bis 2010)

Flechtenarten, Stand 30.11. 2020	Museggmauer	Sandstein	Putz/Mörtel	Dachziegel	Schindeln
Acarospora fuscata (Schrad.) Th. Fr.	1			1	
Acarospora glaucocarpa (Ach.) Körb.	1	1	1		
Acarospora nitrophila H. Magn.	1			1	
Acarospora umbilicata Bagl.	1			1	
Agonimia gelatinosa (Ach.) A. M. Brand & Diederich	1		1		
Arthonia fusca (A. Massal.) Hepp	1	1			
Aspicilia calcarea (L.) Mudd	1	1			
Aspicilia contorta (Hoffm.) Kremp.	1	1	1		
Aspicilia radiosa (Hoffm.) Poelt & Leuckert	1	1			
Bacidia arnoldiana Körb.	1	1	1		
Bacidia fuscoviridis (Anzi) Lettau	1	1		1	
Bacidia viridescens (A. Massal.) Norman	1	1			
Bilimbia sabuletorum (Schreb.) Arnold	1	1			
Botryolepraria lesdainii (Hue) Canals & al.	1	1			
Bryoria fuscescens (Gyeln.) Brodo & D. Hawksw.	1				1
Buellia aethalea (Ach.) Th. Fr.	1			1	
Buellia griseovirens (Sm.) Almb.	1				1
Buellia punctata (Hoffm.) A. Massal.	1			1	1
Caloplaca arcis (Poelt & Vězda) Arup	1	1	1		
Caloplaca arnoldii (Wedd.) Zahlbr.	1	1			
Caloplaca chlorina (Flot.) H. Oliver	1	1	1	1	
Caloplaca chrysodeta (Räsänen) Dombr.	1	1	1		
Caloplaca citrina (Hoffm.) Th. Fr.	1	1	1	1	
Caloplaca crenulatella (Nyl.) H. Oliver	1	1	1		
Caloplaca decipiens (Arnold) Blomb. & Forss.	1	1	1	1	
Caloplaca flavocitrina (Nyl.) H. Oliver	1	1	1	1	
Caloplaca flavovirescens (Wulfen) Della Torre & Sarrnth.	1	1	1		
Caloplaca grimmiae (Nyl.) H. Oliver	1			1	
Caloplaca holocarpa (Ach.) A. E. Wade	1	1	1	1	
Caloplaca inconnexa (Nyl.) Zahlbr.	1	1			
Caloplaca pusilla (A. Massal.) Zahlbr.	1	1	1		
Caloplaca subsoluta (Wedd.) Zahlbr.	1	1		1	
Caloplaca teicholyta (Ach.) J. Steiner	1	1	1	1	
Caloplaca velana (A. Massal.) Du Rietz	1	1	1	1	
Candelaria concolor (Dicks.) Stein	1			1	
Candelariella aurella (Hoffm.) Zahlbr.	1	1	1	1	
Candelariella reflexa (Nyl.) Lettau	1			1	1
Candelariella vitellina (Hoffm.) Müll. Arg.	1	1	1	1	1
Catillaria atomarioides (Müll. Arg.) H. Kilius	1			1	
Catillaria chalybeia (Borrer) A. Massal.	1	1		1	
Catillaria lenticularis (Ach.) Th. Fr.	1	1	1		
Cladonia chlorophaea (Sommerf.) Spreng.	1				1
Cladonia coniocraea (Flörke) Spreng.	1				1

Flechtenarten, Stand 30.11. 2020 (Fortsetzung)	Museggmauer	Sandstein	Putz/Mörtel	Dachziegel	Schindeln
Clauzadea chondrodes (A. Massal.) Hafellner & Türk	1	1			
Clauzadea immersa (Hoffm.) Hafellner & Bellem.	1	1			
Clauzadea monticola (Schaer.) Hafellner & Bellem.	1	1			
Collema auriforme (With.) Coppins & J. R. Laundon	1	1	1		
Diploschistes gypsaceus (Ach.) Zahlbr.	1		1		
Diploschistes scruposus (Schreb.) Norman	1			1	
Diplotomma alboatrum (Hoff.) Flot.	1	1		1	
Diplotomma hedinii (H. Magn.) P. Clerc & Cl. Roux	1	1	1		
Dirina massiliensis Durieu & Mont. f. soreliata (Müll. Arg.) Tehler	1	1	1		
Endocarpon latzelianum Servit	1	1			
Evernia prunastri (L.) Ach.	1				1
Flavoparmelia caperata (L.) Hale	1				1
Gyalecta jenensis (Batsch.) Zahlbr.	1	1	1		
Hypocenomyce scalaris (Ach.) M. Choisy	1				1
Hypogymnia physodes (L.) Nyl.	1				1
Hypogymnia tubulosa (Schaer.) Hav.	1				1
Imshaugia aleurites (Ach.) S.L.F.Meyer	1				1
Lecania erysibe (Ach.) Mudd	1	1			
Lecania inundata (Körb.) M. Mayrhofer	1		1		
Lecania turicensis (Hepp) Müll. Arg.	1		1		
Lecanora albescens (Hoffm.) Branth & Rostr.	1	1	1	1	
Lecanora campestris (Schaer.) Hue	1	1	1	1	
Lecanora compallens Herk & Aptroot	1				1
Lecanora conizaeoides Crombie	1				1
Lecanora crenulata Hook.	1	1	1		
Lecanora dispersa (Pers.) Sommerf.	1	1	1	1	
Lecanora muralis (Schreb.) Rabenh.	1	1	1	1	1
Lecanora persimilis (Th. Fr.) Nyl.	1			1	
Lecanora polytropa (Ehrh. ex Hoffm.) Rabenh.	1			1	1
Lecanora pulicaris (Pers.) Ach.	1				1
Lecanora rupicola (L.) Zahlbr.	1			1	
Lecanora saligna (Schrad.) Zahlbr.	1				1
Lecanora semipallida H. Magn.	1	1	1	1	
Lecanora varia (Hoffm.) Ach.	1				1
Lecidea fuscoatra (L.) Ach.	1			1	
Lecidella carpathica Körb.	1	1		1	
Lecidella scabra (Taylor) Hertel & Leuckert	1	1		1	
Lecidella stigmata (Ach.) Hertel & Leuckert	1	1	1	1	
Lepraria crassissima (Hue) Lettau	1	1	1		
Lepraria lobificans Nyl.	1	1	1	1	
Lepraria membranacea (Dicks.) Vain.	1			1	
Lepraria nivalis J. R. Laundon	1	1			
Leptogium plicatile (Ach.) Leight.	1		1		
Letharia vulpina (L.) Hue	1				1
Melanohalea elegantula (Zahlbr.) O. Blanco & al.	1				1

Flechtenarten, Stand 30.11. 2020 (Fortsetzung)	Museggmauer	Sandstein	Putz/Mörtel	Dachziegel	Schindeln
Melanohalea exasperatula (Nyl.) O. Blanco & al.	1			1	1
Micarea denigrata (Fr.) Hedl.	1				1
Mycoblastus fucatus (Stirt.) Zahlbr.	1				1
Ochrolechia arborea (Kreyer) Almb.	1				1
Opegrapha mougeotii A. Massal.	1	1	1		
Parmelia sulcata Taylor	1			1	1
Parmelina pastillifera (Harm.) Hale	1			1	
Parmelina tiliacea (Hoffm.) Hale	1	1		1	1
Parmeliopsis ambigua (Wulfen) Nyl.	1				1
Phaeophyscia nigricans (Flörke) Moberg	1		1	1	
Phaeophyscia orbicularis (Neck.) Moberg	1	1	1	1	
Phaeophyscia sciastra (Ach.) Moberg	1			1	
Physcia adscendens (Fr.) H. Oliver	1			1	
Physcia caesia (Hoffm.) Fűrnr.	1	1		1	1
Physcia dubia (Hoffm.) Lettau	1			1	1
Physcia tenella (Scop.) DC.	1		1	1	
Placopyrenium fuscillum (Turner) Gueidan & Cl. Roux	1	1	1		
Placynthiella dasaea (Stirt.) Tønsberg	1				1
Placynthiella icmalea (Ach.) Coppins & P. James	1				1
Platismatia glauca (L.) W. L. Culb. & C. F. Culb.	1				1
Porpidia soledizodes (Lamy) J. R. Laundon	1			1	
Protoblastenia rupestris (Scop.) J. Steiner	1	1	1	1	
Protoparmelia hypotremella Herk, Spier & V. Wirth	1				1
Pseudevernia furfuracea (L.) Zopf	1				1
Psilolechia lucida (Ach.)	1			1	
Rhizocarpon geminatum Körb.	1			1	
Rhizocarpon geographicum (L.) DC.	1			1	
Rhizocarpon lecanorinum Anders	1			1	
Rhizocarpon obscuratum (Ach.) A. Massal.	1			1	
Rinodina gennarii Bagl.	1	1		1	
Rinodina teichophila (Nyl.) Arnold	1	1			
Sarcogyne regularis Körb.	1	1	1		
Scoliciosporum umbrinum (Ach.) Arnold	1			1	
Staurothele rugulosa (A. Massal.) Arnold	1	1	1		
Stereocaulon nanodes Tuck.	1			1	
Strangospora pinicola (A. Massal.) Körb.	1				1
Thelocarpon laureri (Flot.) Nyl.	1				1
Toninia aromatica (Sm.) A. Massal.	1	1			
Trapelia coarctata (Sm.) M. Choisy	1			1	
Trapelia glebulosa (Sm.) J. R. Laundon	1			1	
Trapelia placodioides Coppins & P. James	1			1	
Trapeliopsis flexuosa (Fr.) Coppins & P. James	1				1
Usnea substerilis Motyka	1				1
Verrucaria baldensis A. Massal.	1	1			
Verrucaria macrostoma DC.	1	1	1		

Flechtenarten, Stand 30.11. 2020 (Fortsetzung)	Museggmauer	Sandstein	Putz/Mörtel	Dachziegel	Schindeln
Verrucaria muralis Ach.	1	1	1		
Verrucaria nigrescens Pers.	1	1	1	1	
Verrucaria ochrostoma (Leight.) Trevis.	1	1			
Verrucaria tectorum (A. Massal.) Körb.	1	1	1	1	
Xanthoparmelia conspersa (Ach.) Hale	1			1	
Xanthoparmelia pulla (Ach.) O. Blanco & al.	1			1	
Xanthoparmelia verruculifera (Nyl.) O. Blanco & al.	1			1	1
Xanthoria elegans (Link) Th. Fr.	1			1	
Xanthoria parietina (L.) Th. Fr.	1	1	1	1	
Xanthoria polycarpa (Hoffm.) Rieber	1		1		
Anzahl Flechtenarten je Substrat	143	69	50	68	41
andere Substrate	3				
Flechtenarten Museggmauer und Türme	146				

Andere Substrate:

Endocarpon pallidulum (Nyl.) Nyl. wuchs auf der Südseite auf altem Rhizom und Feinerde an sehr schadhafter Stelle in kleiner Höhlung unterhalb Wegplatte (Wuchsort entspricht Felsspalte mit Feinerde).
Cladonia pocillum (Ach.) Grognot wächst an Basis über Feinerde, Mauer Nord zw. Luegisland und Wacht
Lecanora hagenii (Ach.) Ach. auf Holz-Fenstersims Wachturm

Anhang 5: Brutvogel- und Fledermauskartierung im Bereich Wachturm

