

Sonderband „Biodiversität und Klimawandel in Weinbergen“**Analyse der Vegetation und Struktur von Weinbergsmauern
in der Lage „Radebeuler Goldener Wagen“ (Sachsen)****Analysis of vegetation and structure of vineyard stone walls
in the site „Radebeuler Goldener Wagen“ (Saxony)**

Tina Opitz, Christine Dittrich, Elke Richert, Roland Achtziger

Zusammenfassung: Trockenmauern tragen zur strukturellen Vielfalt und damit zur Biodiversität in Weinbergen und Weinbergslandschaften bei. Zielstellung dieser Arbeit war die Analyse der Artenzusammensetzung und -vielfalt der Vegetation der Mauerbereiche in Abhängigkeit von ausgewählten Mauerparametern. Als Untersuchungsgebiet wurde ein Teil der Weinbergslage „Radebeuler Goldener Wagen“ im Weinanbaugebiet Sachsen ausgewählt. Zur Analyse der Vegetationsstruktur und -vielfalt wurde die Vegetation getrennt nach den Mauerbereichen Mauerkopf, Mauerwand und Mauerfuß aufgenommen. Dazu wurden 17 Mauerabschnitte mit unterschiedlicher Exposition und Beschaffenheit ausgewählt. Für die einzelnen Mauerbereiche wurden α -, β - und γ -Diversität, weitere Biodiversitätsparameter sowie die Zusammensetzung der Lebensformen ausgewertet. Um die Standortbedingungen an den Mauerbereichen zu analysieren, wurden mittlere Ellenberg-Zeigerwerte berechnet. An den 17 untersuchten Mauerabschnitten konnten insgesamt 37 Pflanzenarten aufgenommen werden. Dabei waren die süd- und südwestexponierten Mauerabschnitte signifikant artenreicher als die südostexponierten. Auf den Mauerköpfen kamen im Mittel die meisten Arten vor, dicht gefolgt vom Mauerfuß. Auf den Mauerköpfen wurden ausschließlich Pflanzengesellschaften aus der Ordnung Sedo-Scleranthetalia festgestellt, wohingegen sich die Vegetation am Mauerfuß aus Fragmenten der Ordnungen Sedo-Scleranthetalia, Agropyretalia repentis und der Klasse Sisymbrietea officinalis zusammensetzte. Der Anteil der Chamaephyten war im Mittel in der Mauerkopfvegetation signifikant höher als in der Mauerfußvegetation. Letztere wies jedoch einen signifikant höheren Anteil an Hemikryptophyten auf als der Mauerkopf. Die unterschiedliche Verteilung der Pflanzengesellschaften und der Lebensformen lässt sich vor allem auf die unterschiedlichen Standortbedingungen und Störfaktoren in den einzelnen Mauerbereichen zurückführen. So waren die mittleren Zeigerwerte für Feuchte, Temperatur, Bodenreaktion und Stickstoff am Mauerkopf signifikant geringer als am Mauerfuß. Es lässt sich zudem annehmen, dass der Mauerfuß stärker durch die Düngung und Bodenbearbeitung entlang der Rebzeilen beeinflusst wurde als der Mauerkopf. Durch die kleinräumigen Unterschiede im Mikroklima und in den Standortbedingungen an einer Trockenmauer trägt dieses Strukturelement nicht nur zur Biodiversität in den Weinbergen bei, sondern weist selbst eine hohe strukturelle und pflanzliche Biodiversität auf.

Schlüsselwörter/Keywords: Terrassenweinberg, Biodiversität, Trockenmauern, Sedo-Scleranthetalia / terrace vineyard, biodiversity, dry stone walls

1. Einleitung

1.1 Einführung und Aufgabenstellung

Trockenmauern tragen neben Steinriegeln, Säumen, Brachen, Gehölzen und anderen Strukturen zu einer hohen standortökologischen Diversität in Terrassenweinbergen bei (Höchtel 2011; Nigmann & Achtziger 2012). Die Trockenmauern der Terrassenweinberge erfüllen dabei mehrere Funktionen: Zum einen stabilisieren sie den Hang und verringern die Bodenerosion, zum anderen ermöglichen sie den Weinbau in Steillagen, indem sie die Anbaufläche besser bewirtschaftbar machen und ausgleichend auf das Mikroklima wirken (Höchtel et al. 2011; Hardtke & Kuschka 2015).

Im Rahmen der Lehrveranstaltung „Biotop- und Landschaftsmanagement“ im Master-Studiengang Geoökologie (Schwerpunkt Ökosystem- und Landschaftsmanagement) wurden im Zeitraum vom 03.06. bis 07.06.2019 verschiedene Trockenmauern in der Weinbergslage „Goldener Wagen“ bei Radebeul (Sachsen) untersucht. Die Arbeit fand im Zusammenhang mit dem Projekt BIODIVina (DAS: Bildungsmodule zur Rolle der Biodiversität bei der Anpassung des Weinbaus an den Klimawandel, <https://tu-freiberg.de/biodivina>) statt.

Die **Zielstellungen** der vorliegenden Untersuchungen waren:

- die Erfassung wichtiger Parameter wie Ausdehnung (Höhe, Länge, Tiefe etc.), Exposition, Mauerzustand und -färbung für homogene Mauerabschnitte,
- die Analyse der Artenzusammensetzung und -vielfalt der Mauervegetation und -gesellschaften von Mauerkopf, Mauerwand und Mauerfuß in Abhängigkeit ausgewählter Mauerparameter und
- die Analyse der Zusammensetzung der Lebensformen an den Trockenmauern.

1.2 Weinbergsmauern und ihre Vegetation

Trockenmauern werden ohne Mörtel gebaut, wodurch sie wasserdurchlässig und damit weniger anfällig gegenüber Frostschäden sind (Stoll & Sommer 2000). Trockenmauern können allgemein in die drei Mauerbereiche Mauerkopf, Mauerwand und Mauerfuß unterteilt werden (Abb. 1). Diese Bereiche unterscheiden sich in Temperatur, Feuchtigkeit und Nährstoffverfügbarkeit (Stoll & Sommer 2000; Hardtke & Kuschka 2015): Die Mauersteine absorbieren die Sonneneinstrahlung und geben sie als langwellige Strahlung wieder an die Umgebung ab. Dabei heizt sich der Mauerkopf stärker und schneller auf als der Mauerfuß, wohingegen der Mauerfuß abends länger Wärme abstrahlt und der Mauerkopf rascher auskühlt (Weber 1997, unpubl.; Stoll & Sommer 2000). Da Trockenmauern unverfugt sind, kann Feuchtigkeit vom Mauerfuß und vom Hang in die Mauer gelangen. Dadurch ergibt sich ein Feuchtigkeitsgradient, der zur Mauerwand und zum Mauerkopf hin abnimmt (Stoll & Sommer 2000). Durch die geringe Substratauflage auf dem Mauerkopf ist dieser meist sehr nährstoffarm (Stoll & Sommer 2000; Hardtke & Kuschka 2015; Schubert 1974). Das gleiche gilt für die Mauerwand, an der sich nur in den Mauerfugen Substrat akkumulieren kann; der Mauerfuß ist hingegen meist gut nährstoffversorgt (Stoll & Sommer 2000; Hardtke & Kuschka 2015).

Für die Vegetation der Trockenmauern sind Pflanzenarten typisch, die an warm-trockene, flachgründige und oligomesotrophe Standortverhältnisse angepasst sind (Höchtel et al. 2011). Sie finden in den Trockenmauern Ersatzstandorte, da ihre Primärlebensräume wie offene Kiesflächen in Fluss- und Bachauen, unbewachsene Felsen, erosionsbedingte Bodenrisse und natürliche Schutthalden in der genutzten Landschaft kaum mehr vorhanden sind (Höchtel et al. 2011). Welche Arten sich an Mauern ansiedeln, wird auch von den Verwitterungseigenschaften des verwendeten Gesteins mit beeinflusst (Stoll & Sommer 2000; Höchtel et al. 2011). Für den Mauerkopf von Trockenmauern aus sauer verwitterndem Ausgangsgestein sind die Gesellschaften der Klasse Sedo-Scleranthetea (Sand- und Felsrasen und Felsgrusgesellschaften) typisch (Schubert et al. 2001; Weber 1997, unpubl.). Vertreter dieser Gesellschaft sind niederwüchsige, konkurrenzschwache, lichtbedürftige Arten, die wärme- und trockenheitsertagend sind. Neben einjährigen Therophyten kommen auch ausdauernde, wasserspeichernde Sukkulenten und stark Austrocknung ertragende Arten vor (Schubert et al. 2001; Hilbig & Reichhoff 1977).

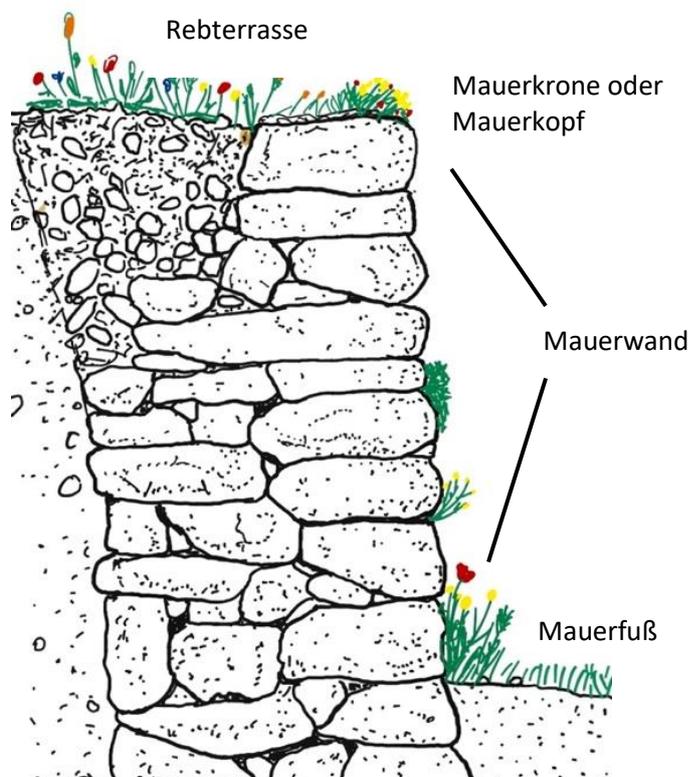


Abb. 1: Schematische Darstellung einer Weinbergstrockenmauer mit den verschiedenen Bereichen (nach Höchtel et al. 2011, S. 92).

Fig. 1: Schematic description of a vineyard dry stone wall with the different wall parts (after Höchtel et al. 2011, p. 92).

Im Gegensatz zu Mauerkopf und Mauerwand ist der Mauerfuß stärker von der vorherrschenden Bewirtschaftung im Weinberg geprägt (Hardtke & Kuschka 2015). Da der Mauerfuß an die Rebzeilen angrenzt (Abb. 1), ist er durch die Düngung nährstoffbeeinflusst und durch die Bodenbearbeitung häufig stark gestört (Hardtke & Kuschka 2015). Typisch für solche Standorte sind die Gesellschaften aus der Klasse der *Sisymbrietea officinalis* (Einjährige Ruderalgesellschaften; s. Schubert et al. 2001). Dabei handelt es sich um einjährige Ruderalgesellschaften, die auf meist sehr nährstoffreichen, gestörten und offenen Standorten vorkommen. Die Gesellschaften aus dem Verband *Sisymbrietea officinalis* (Wegerauken-Gesellschaft) werden häufig durch das Vorkommen von *Bromus*-Arten und anderen Therophyten geprägt (Schubert et al. 2001).

2. Untersuchungsgebiet und Lage der untersuchten Mauern

Das Untersuchungsgebiet war ein Terrassenweinberg in der Lage „Radebeuler Goldener Wagen“ in Radebeul nordwestlich von Dresden im Elbtal (Abb. 2). Der untersuchte Weinberg ist Teil der vom Staatsweingut Schloss Wackerbarth bewirtschafteten Weinbergsfläche, die insgesamt 92 ha umfasst (T. Neumeister, Weinbauleiter Sächsisches Staatsweingut Schloß Wackerbarth, mdl. Mitt.) und befand sich nördlich von Radebeul an einem südexponierten Hang. Das Untersuchungsgebiet erstreckte sich in Höhenlagen von ca. 160 m ü. NN bis 235 m ü. NN. Untersucht wurden ausgewählte Mauern westlich der Spitzhaustreppe (Abb. 3). Die Geologie des Untersuchungsgebietes wird von Meißener Syenodiorit dominiert, kleine Bereiche am oberen Rand des Weinbergs werden von Löss(lehm) beherrscht (GeoSN, Geologische Karte 1:50000). Vorherrschende Bodentypen waren Hortisol über Braunerde aus gekipptem Lehm über gekipptem Grussand (Lockermaterial) im oberen Bereich und Lockersyrosem-Regosol aus gekipptem Sandschutt im unteren Bereich des Weinbergs (LfULG, Digitale Bodenkarte 1:50000). Die Bodenaufgabe war ca. 20 bis 30 cm mächtig (T. Neumeister, SWG Wackerbarth, mdl. Mitt.).

Im Weinanbaugebiet Sachsen zeigen sich deutliche Einflüsse des kontinentalen Klimas mit trockenen, heißen Sommern und kalten Wintern (Mannsfeld & Syrbe 2008). So traten 2012 lt. T. Neumeister (SWG Wackerbarth, mdl. Mitt.) Wintertemperaturen von bis -25 °C auf, was für die Weinreben problematisch ist, die nur bis -20 °C tolerieren. Auch Spätfröste in der Austriebszeit führen im Goldenen Wagen regelmäßig zu Problemen, weshalb Gegenmaßnahmen ergriffen werden. Für die nahegelegene Wetterstation Dresden-Klotzsche wurden für den Zeitraum 1981 bis 2010 durchschnittliche Jahresniederschläge von 665 mm und eine Jahresmitteltemperatur von $9,4\text{ °C}$ ermittelt (Deutscher Wetterdienst, DWD).



Abb. 2: Lage des Untersuchungsgebiets (rot umrandet) innerhalb der Weinbergslage „Goldener Wagen“ in Radebeul (Luftbild: © Google Earth 2019, © 2009 GeoBasis-DE/BKG).

Fig. 2: Location of the investigation area (framed in red) within the vineyard site „Goldener Wagen“ in Radebeul (aerial photo: © Google Earth 2019, © 2009 GeoBasis-DE/BKG).



Abb. 3: Untersuchte Parzellen in der Weinberglage „Goldener Wagen“ (rot umrandet; Luftbild: © Google Earth 2018, © 2009 GeoBasis-DE/BKG).

Fig. 3: Investigated parcels in the vineyard site „Goldener Wagen“ (framed in red; aerial photo: © Google Earth 2018, © 2009 GeoBasis-DE/BKG).

Als potentiell natürliche Vegetation würde sich im Untersuchungsgebiet größtenteils Fingerkraut-Eichen-Trockenwald, in einem kleineren Bereich am oberen Rand auch typischer Hainbuchen-Traubeneichenwald einstellen (Schmidt et al. 2002). Unter den Reben war 2019 Dauerbegrünung als Erosionsschutz vorhanden, die lt. Herrn Neumeister mit dem Freischneider gemäht wurde (mdl. Mitt.). Nach seiner Auskunft wurden seit mehreren Jahren keine Herbizide oder mineralischer Dünger eingesetzt und die Rebstöcke hatten ein Alter zwischen 35 und 70 Jahren.

In Abb. 4 ist die Lage der ausgewählten Mauerabschnitte dargestellt. Die Parzellen waren nach der Hauptexposition des Hanges unterteilt und benannt. Die Bezeichnungen der Mauerabschnitte ergaben sich aus einer Kombination von Parzellenbezeichnung und Nummer der Mauer.

3. Methoden

3.1 Aufnahmemethoden Mauerparameter

Es wurden Mauern mit unterschiedlicher Exposition und Beschaffenheit ausgewählt. Pro Mauer wurden homogene Mauerabschnitte ausgewählt und jeweils die folgenden Parameter erfasst:

- Mauerzustandstyp (n = neu, g = geringe Schäden, m = mittelmäßiger Zustand, e = erhebliche Schäden, z = vollkommen zerstört (Beispiele in Abb. 5))
- Färbung (s = schwarz, sb = schwarzbraun, h = hell)
- Fugentyp (n = nicht verfugt, v = verfugt)
- Exposition der Mauerwand in Grad
- Mauerabschnittslänge in m
- mittlere Mauerhöhe in m
- Tiefe des Mauerkopfs in cm
- Neigung der Mauerwand in Grad
- Neigung der Terrasse oberhalb in Grad
- Entfernung zur ersten Rebzeile oberhalb in m
- Entfernung zur ersten Rebzeile unterhalb in m

Die Neigung und Exposition des Mauerabschnitts und die Neigung der Terrasse oberhalb wurden mithilfe eines Kompasses mit Neigungsmesser ermittelt. Die Tiefe des Mauerkopfs wurde von der Maueroberkante (oberster Stein) bis zum Rand der Rebfläche gemessen, wobei dieser anhand der vorkommenden Vegetation abgeschätzt wurde.

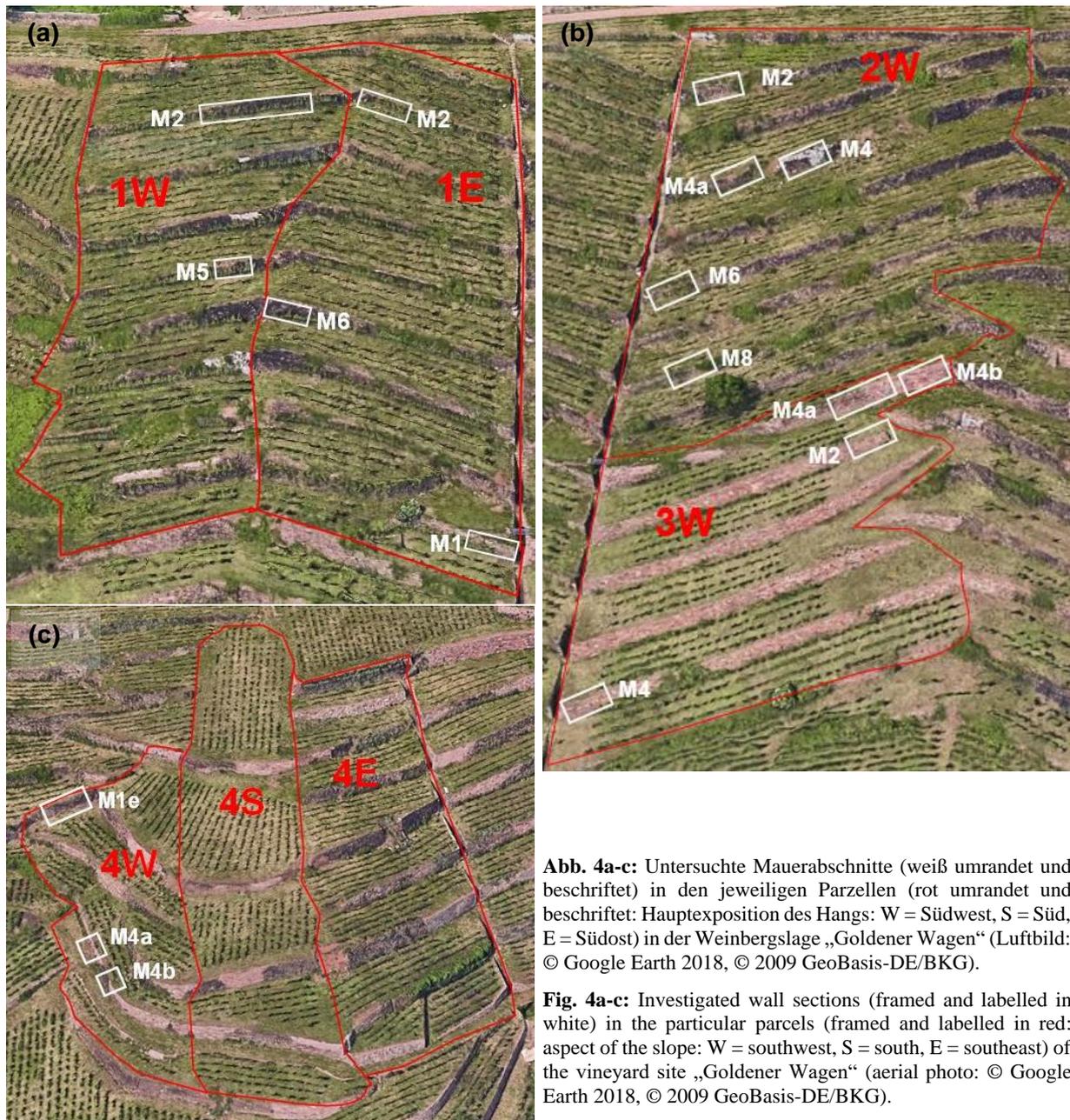


Abb. 4a-c: Untersuchte Mauerabschnitte (weiß umrandet und beschriftet) in den jeweiligen Parzellen (rot umrandet und beschriftet: Hauptexposition des Hangs: W = Südwest, S = Süd, E = Südost) in der Weinbergslage „Goldener Wagen“ (Luftbild: © Google Earth 2018, © 2009 GeoBasis-DE/BKG).

Fig. 4a-c: Investigated wall sections (framed and labelled in white) in the particular parcels (framed and labelled in red: aspect of the slope: W = southwest, S = south, E = southeast) of the vineyard site „Goldener Wagen“ (aerial photo: © Google Earth 2018, © 2009 GeoBasis-DE/BKG).

3.2 Aufnahmefethoden Mauervegetation

Die Vegetation eines Mauerabschnitts wurde getrennt nach den Mauerbereichen Mauerkopf, Mauerwand und Mauerfuß erfasst. Es wurden jeweils die Deckung der Krautschicht, die Deckung der Moose und Flechten und die Gesamtdeckung in Prozent abgeschätzt. Für den Mauerkopf wurde die mittlere Mächtigkeit der Substratauflage in cm approximativ bestimmt. An Mauerfuß und Mauerkopf wurden zudem die Höhe der Krautschicht in cm gemessen und die Fläche des offenen Bodens/Gesteins in Prozent geschätzt. Die Pflanzenarten wurden getrennt nach den Mauerbereichen aufgenommen und die Arthäufigkeit entsprechend Tabelle 1 abgeschätzt. Die Nomenklatur der höheren Arten richtet sich nach Schulz (2013).

Tabelle 1: Verwendete Symbole für die Erfassung der Arthäufigkeiten mit Code replacement-Werten.

Table 1: Used symbols for species abundance and Code replacements.

Symbol	Bedeutung	Code replacement
s	selten (< 3 % Deckung)	1,5
r	regelmäßig (> 3 % < 12,5 %)	7,5
m	mittlere Abundanz (> 12,5 % < 50 %)	31
d	dominant (> 50 %)	75



Abb. 5: Fotos ausgewählter Mauerabschnitte: (a) 1W-M5 (mittelmäßiger Zustand), (b) 2W-M6 (erheblich beschädigt), (c) 3W-M1b (neu gesetzt), (d) 2W-M2 (geringe Schäden) (Fotos: Christine Dittrich).

Fig. 5: Photos of selected wall sections: (a) 1W-M5 (with moderate damages), (b) 2W-M6 (extensive damages), (c) 3W-M1b (newly built/reconstructed), (d) 2W-M2 (small damages) (Photos: Christine Dittrich).

3.2 Auswertungsmethoden

Die Bearbeitung der vegetationskundlichen Aufnahmen und die Berechnung der mittleren gewichteten Zeigerwerte nach Ellenberg et al. (1992), der Abundanzsumme sowie der Diversitätsindices (Artenzahl, Diversitätsindex nach Shannon, Evenness) pro Aufnahme wurden mit dem Programm SORT® (Durka & Ackermann 1993) durchgeführt. Die Gewichtung der Artabundanzen erfolgte mit den Code-replacement-Werten (Tabelle 1). Die Anzahl der Arten pro Lebensform (aus Ellenberg et al. 1992) wurden für den gesamten Mauerabschnitt und getrennt nach Mauerbereichen berechnet. Für die Mauerbereiche und die gesamte Mauer wurden α -, β -, und γ -Diversität berechnet. Dabei wurde für die γ -Diversität die Gesamtartenzahl verwendet, für die α -Diversität die mittlere Artenzahl über die Mauerabschnitte und für die β -Diversität der Quotient aus γ - durch α -Diversität. Zur Identifizierung der Pflanzengesellschaften wurde zuerst für jeden Mauerbereich eine Tabelle erstellt. Anschließend wurden die Arten unter Berücksichtigung der Charakterarten und nach einem Nährstoffgradienten sortiert. Angaben zur Ökologie der Arten wurden Oberdorfer (1994) entnommen. Die Benennung der Pflanzengesellschaften orientiert sich an Schubert et al. (2001). Die statistische Auswertung der Parameter erfolgte mithilfe des Programms STATGRAPHICS Centurion®. Für den Vergleich von Mittelwerten wurden Kruskal-Wallis-Tests (KW-Test) und Mann-Whitney-U-Tests (U-Test) durchgeführt. Unterschiede zwischen den Kategorien wurden mithilfe des Bonferroni-Tests bestimmt. Für Korrelationsanalysen wurden Spearman-Rang-Korrelationen durchgeführt. Für alle statistischen Tests wurde ein Signifikanzniveau von 10 % ($p < 0,1$) festgelegt.

4. Ergebnisse

4.1 Diversität und Zusammensetzung der Mauervegetation

4.1.1 Artenvielfalt

An den 17 untersuchten Mauerabschnitten wurden insgesamt 37 Pflanzenarten nachgewiesen. Für die Mauerabschnitte und die einzelnen Mauerbereiche wurden α -, β - und γ -Diversitäten berechnet (Tabelle 2). Im Mittel am artenreichsten war der Mauerkopf, gefolgt vom Mauerfuß (Tabelle 2, Abb. 6); die Mauerwand war signifikant artenärmer (KW-Test: $p < 0,001$). Die hohe β -Diversität der Mauerwand zeigt, dass die einzelnen Mauerabschnitte in ihrem Artinventar sehr unterschiedlich waren. Die Mauerköpfe und -füße der verschiedenen Abschnitte waren sich jeweils ähnlicher. Je nach Exposition unterschieden sich die Artenzahlen pro Mauerabschnitt signifikant (KW-Test: $p < 0,1$) voneinander. Da die Artenzahl signifikant mit der Mauerlänge korrelierte ($r_s = 0,43$; $p < 0,1$, $n = 17$) und die Mauerabschnitte unterschiedlich lang waren, wurde die Artenzahl für diese Auswertung auf die Mauerlänge normiert. Die süd- und südwestexponierten Mauerabschnitte waren artenreicher als die südostexponierten (siehe Abb. 7).

4.1.2 Pflanzengesellschaften

(a) Mauerkopf-Gesellschaften

Für die Aufnahmen der Mauerköpfe im „Goldenen Wagen“ waren trockenheitsertragende Arten der Ordnung Sedo-Scleranthetea (Mauerpfefferreiche Pionier-Gesellschaften) kennzeichnend (Tabelle A5). Die vorliegenden, lediglich auf einem Aufnahmeterrain basierenden Daten, ließen nur eine Differenzierung auf Ebene der Ordnung zu, wobei drei Gesellschaften unterschieden wurden: *Vulpia myuros*-Sedo-Scleranthetalia-Gesellschaft (VmSS), *Berteroa incana*-Sedo-Scleranthetalia-Gesellschaft (BiSS) und eine verarmte Sedo-Scleranthetalia-Gesellschaft (VSS). Diese sind in Tabelle A5 im Anhang entsprechend eines ansteigenden Nährstoffgradienten angeordnet und werden hier kurz charakterisiert:

- Die ***Vulpia myuros*-Sedo-Scleranthetalia-Gesellschaft** (Spalte 1-7) wurde durch das Vorkommen von *Vulpia myuros* von den anderen Sedo-Scleranthetalia-Gesellschaften abgetrennt. Weitere Arten, die ausschließlich in dieser Gesellschaft vorkamen, waren die Klassen-Charakterarten *Sedum sexangulare* und *Trifolium arvense*, die allerdings nur eine geringe Stetigkeit aufwiesen. Die mittleren Zeigerwerte dieser Aufnahmen weisen auf stickstoffarme bis -ärmste Verhältnisse hin (Abb. 8a).
- Die ***Berteroa incana*-Sedo-Scleranthetalia-Gesellschaft** (Spalte 8-13) wurde durch das Vorkommen von *Berteroa incana* abgetrennt. Diese und die Wurzelkriech-Pionierart *Convolvulus arvensis* weisen nach Oberdorfer (1994) auf etwas stickstoffreichere Verhältnisse hin (vgl. Abb. 8a). Weitere Arten, die ihren Verbreitungsschwerpunkt in dieser Gesellschaft hatten, waren die Magerkeitszeiger *Pilosella officinarum* und *Poa compressa* und die beiden Sisymbrium-Charakterarten *Lactuca serriola* und *Vicia angustifolia*.
- Die **verarmte Sedo-Scleranthetalia-Gesellschaft** (Spalte 14-17) wies zwar die Klassen-Charakterarten *Sedum acre* und *Sedum rupestre* auf, war aber im Vergleich zu den anderen beiden Sedo-Scleranthetalia-Gesellschaften viel artenärmer. Von der Vegetationsstruktur her war die verarmte Sedo-Scleranthetalia-Gesellschaft jedoch nicht lückiger bewachsen als die *Vulpia myuros*-Sedo-Scleranthetalia-Gesellschaft (vgl. Abb. 9).

Tabelle 2: α -, β - und γ -Diversität für alle untersuchten Mauerabschnitte und für den jeweiligen Mauerbereich.

Table 2: α -, β - und γ -diversity per wall section in total all studied and for each wall part (wall top, wall front, wall base).

	alle Mauerabschnitte	Mauerkopf	Mauerwand	Mauerfuß
α -Diversität	9,6	6,4	2,7	5,2
β -Diversität	3,8	4,2	7,0	4,8
γ -Diversität	37	27	19	25

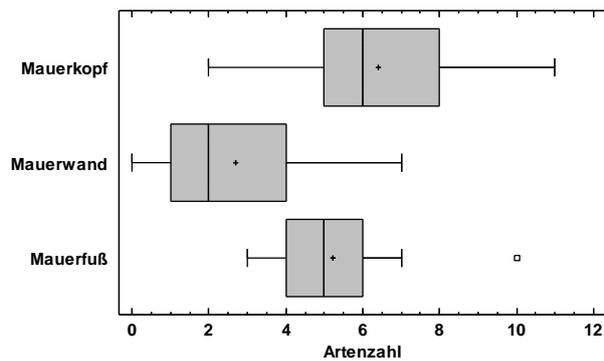


Abb. 6: Vergleich der Artenzahlen (α -Diversität) zwischen den Mauerbereichen (Mauerkopf, -wand und -fuß) an den erfassten Mauerabschnitten ($n = 17$).

Fig. 6: Comparison of the mean species numbers (α -diversity) between the wall parts (wall top, wall front, wall base) of the studied wall sections ($n = 17$).

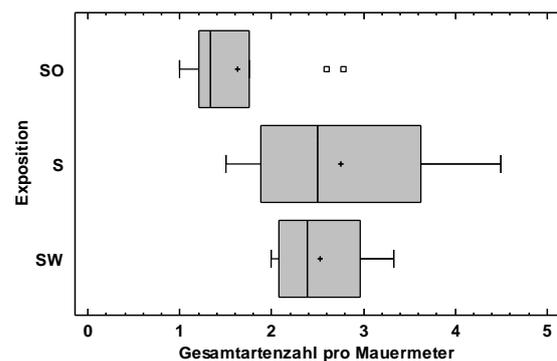


Abb. 7: Vergleich der Artenzahlen pro Mauermeter ($n = 17$) bezüglich der Exposition (SO = Südosten, S = Süden, SW = Südwesten).

Fig. 7: Comparison of the total number of species per meter of the studied wall sections ($n = 17$) between their aspects (SO = southeast, S = south, SW = southwest).

(b) Mauerfuß-Gesellschaften

Für den Mauerfuß konnten neben Vertretern der Klasse Sedo-Scleranthetea auch Arten aus der Klasse der Sisymbrietea officinalis (Einjährige Ruderalgesellschaften) festgestellt werden (Tabelle A2). Die Pflanzengesellschaften am Mauerfuß wurden zuerst über das Vorkommen oder die Abwesenheit von *Sedum rupestre* in Gesellschaften aus den Klassen Koelerio-Corynephoretea (Sedo-Scleranthetea) und Sisymbrietea officinalis unterteilt. Insgesamt konnten am Mauerfuß die folgenden fünf Gesellschaften bzw. Ausbildungen identifiziert werden: *Sedum sexangulare*-Sedo-Scleranthetalia-Gesellschaft (SsSS), *Potentilla argentea*-Sedo-Scleranthetalia-Gesellschaft (PaSS), eine verarmte Sedo-Scleranthetalia-Gesellschaft (VSS), Brometum sterilis in der Ausbildung mit *Clematis vitalba* (BsC) und Brometum sterilis in der Ausbildung mit *Parthenocissus inserta* (BsP). Diese sind in Tabelle A2 im Anhang entsprechend eines Nährstoffgradienten von nährstoffarm nach nährstoffreich geordnet (vgl. Abb. 8a) und werden im Folgenden kurz charakterisiert:

- Die ***Sedum sexangulare*-Sedo-Scleranthetalia-Gesellschaft** (Spalte 1-2) wurde aufgrund des Vorkommens der Klassen-Charakterart *Sedum sexangulare* von den anderen beiden Sedo-Scleranthetalia-Gesellschaften abgetrennt. Neben *Sedum sexangulare* kam an diesen Mauerfüßen auch der Magerkeitszeiger *Pilosella officinarum* vor.
- Die ***Potentilla argentea*-Sedo-Scleranthetalia-Gesellschaft** (Spalte 3-4) wurde aufgrund des Vorkommens der Klassen-Charakterart *Potentilla argentea* agg. von den anderen beiden Sedo-Scleranthetalia-Gesellschaften abgetrennt. *Potentilla argentea* agg. zeigt mäßig nährstoffreiche Verhältnisse an und auch die anderen beiden Arten *Poa compressa* und *Berteroa incana*, die ausschließlich in dieser Gesellschaft vorkamen, zeigten magere bis mäßig nährstoffversorgte Standorte an.
- Die **verarmte Sedo-Scleranthetalia-Gesellschaft** (Spalte 5-9) wurde anhand des Vorkommens von *Sedum rupestre* und *Echium vulgare* sowie des Fehlens weiterer typischer Vertreter der Scleranthetalia von den anderen Gesellschaften abgetrennt. Allgemein waren die Mauerabschnitte mit dieser Gesellschaft mit durchschnittlich fünf vorkommenden Arten sehr artenarm.
- Das **Brometum sterilis in der Ausbildung mit *Clematis vitalba*** (Spalte 10-15) aus der Klasse Sisymbrietea officinalis wurde durch das Vorkommen von *C. vitalba* abgetrennt. Weitere Arten, die ihren Verbreitungsschwerpunkt in dieser Gesellschaft hatten, waren die Verbands-Charakterart *Bromus hordeaceus* agg., die Ordnungs-Charakterart *Bromus tectorum* und *Vicia hirsuta*, die sowohl in Sisymbrietea-Gesellschaften als auch in Sedo-Scleranthetea-Gesellschaften vorkommt.
- Das **Brometum sterilis in der Ausbildung mit *Parthenocissus inserta*** (Spalte 16-17) wurde durch das Vorkommen von *P. inserta* abgetrennt. Die Gesellschaft war mit drei bis vier Arten sehr artenarm. Neben *Parthenocissus inserta* hatte nur die Verbands-Charakterart *Bromus sterilis* höhere Deckungsgrade an diesen Mauerfüßen.

Für die folgenden Auswertungen wurden die Aufnahmen der Scleranthetalia-Gesellschaften und des Brometum sterilis jeweils zusammengefasst (Sedo-Scleranthetalia-Gesellschaften (SS), Sisymbrietea officinalis-Gesellschaften (So)).

(c) Mauerwand-Vegetation

Die Vegetationsaufnahmen an der **Mauerwand** wurden aufgrund der geringen Artvorkommen nicht nach Gesellschaften ausgewertet. Vorkommende Arten waren nach absteigender Häufigkeit: *Sedum rupestre*, *Bromus tectorum*, *Senecio inaequidens*, *Lactuca serriola* und *Bromus sterilis* (Tabelle A3). Weitere Arten kamen nur an einzelnen Mauern vor. Die Deckung der Mauerwandvegetation hing wesentlich vom Zustand der Mauer ab (s. u.).

4.2 Vergleich der Pflanzengesellschaften hinsichtlich Zeigerwerte und Vegetationsstruktur

4.2.1 Zeigerwerte der Pflanzengesellschaften

In Abb. 8 wurden die mittleren Ellenberg-Zeigerwerte für die jeweils vorkommenden Pflanzengesellschaften am Mauerkopf (Abb. 8, links) und am Mauerfuß (Abb. 8, rechts) dargestellt. Die mittleren Zeigerwerte deuten insgesamt auf nährstoffarme, trockene und warme Standorteigenschaften hin. Von den am **Mauerkopf** erfassten Gesellschaften war die *Vulpia myuros*-Gesellschaft (VmSS) tendenziell nährstoffärmer und trockener als die *Berteroa incana*-Gesellschaft (BiSS) und die verarmte Sedo-Scleranthetalia-Gesellschaft (VSS) (Abb. 8a,c); bezüglich der mittleren Temperaturzahl gab es keine signifikanten Unterschiede.

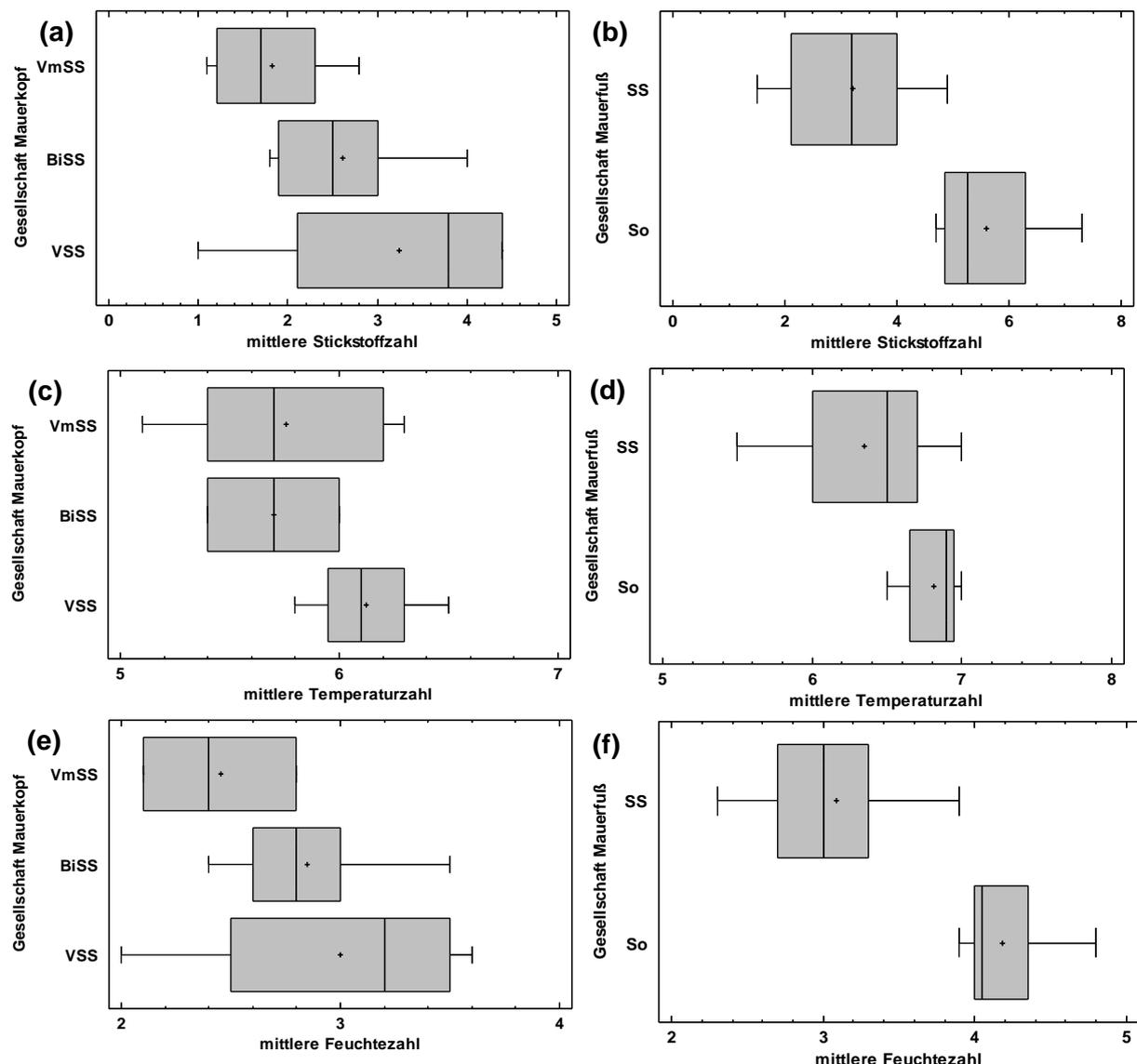


Abb. 8: Vergleich der mittleren Ellenberg-Zeigerwerte der Pflanzengesellschaften des Mauerkopfs (links: a,c,e) (s. Tabelle A6) und des Mauerfußes (rechts: b,d,f) (s. Tabelle A6). VmSS = *Vulpia myuros*-Sedo-Scleranthetalia-Gesellschaft, BiSS = *Berteroa incana*-Sedo-Scleranthetalia-Gesellschaft, VSS = verarmte Sedo-Scleranthetalia-Gesellschaft, SS = Sedo-Scleranthetalia-Gesellschaften, So = Sisymbrietea officinalis-Gesellschaften.

Fig. 8: Comparison of the mean Ellenberg indicator values of the plant communities of the wall top (left: a,c,e) (Table A6) and wall base (right: b,d,f) (Table A6). VmSS = *Vulpia myuros*-Sedo-Scleranthetalia association, BiSS = *Berteroa incana*-Sedo-Scleranthetalia association, VSS = species-poor Sedo-Scleranthetalia association, SS = Sedo-Scleranthetalia associations, So = associations of the class Sisymbrietea officinalis.

Bei den am **Mauerfuß** erfassten Gesellschaften wies die Gruppe der Sisymbrietea-Gesellschaften jeweils signifikant höhere mittlere Stickstoffzahlen (U-Test: $p < 0,01$; Abb. 8b), Temperaturzahlen (U-Test: $p < 0,05$; Abb. 8d) und Feuchtezahlen (U-Test: p -Wert $< 0,001$; Abb. 8f) auf als die Gruppe der Scleranthetalia-Gesellschaften.

4.2.2 Vegetationsstruktur der Pflanzengesellschaften

In Abb. 9 werden die Pflanzengesellschaften des Mauerkopfs (links) und des Mauerfußes (rechts) hinsichtlich ausgewählter Vegetationsstrukturparameter miteinander verglichen: Am Mauerkopf war die mittlere Höhe der Krautschicht der *Berteroa incana*-Gesellschaft (BiSS) signifikant höher als die der *Vulpia myuros*-Gesellschaft (VmSS) (KW-Test: $p < 0,1$; Abb. 9a). Bei der Deckung der Krautschicht gab es keinen signifikanten Unterschied (Abb. 9c). Der Vergleich der Gesellschaften der Mauerfüße zeigte, dass die Wuchshöhe der auf etwas nährstoffreicheren Standorten vorkommenden Sisymbrietea-Gesellschaften im Mittel signifikant höher war als die der Gruppe der Scleranthetalia-Gesellschaften (U-Test: $p < 0,01$; Abb. 9b). Bei der Deckung der Krautschicht gab es keinen signifikanten Unterschied (Abb. 9d).

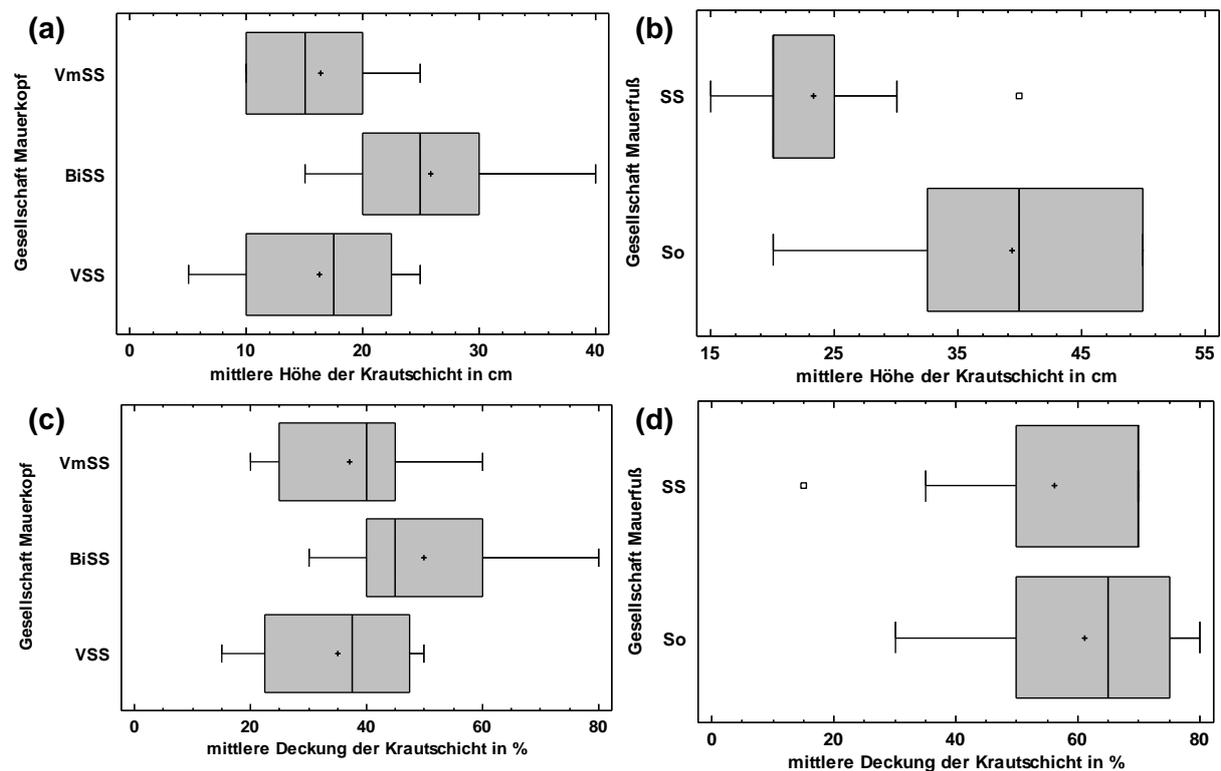


Abb. 9: Vergleich der Vegetationsstruktur der Pflanzengesellschaften des Mauerkopfs (links: a,c) (s. Tabelle A5) und des Mauerfußes (b,d) (s. Tabelle A5) anhand der mittleren Höhe und der mittleren Deckung der Krautschicht; VmSS = *Vulpia myuros*-Sedo-Scleranthetalia-Gesellschaft, BiSS = *Berteroa incana*-Sedo-Scleranthetalia-Gesellschaft, VSS = verarmte Sedo-Scleranthetalia-Gesellschaft, SS = Sedo-Scleranthetalia-Gesellschaften und So = Gesellschaften der Klasse Sisymbrietea officinalis.

Fig. 9: Comparison of the vegetation structure of the plant communities of the wall top (left: a,c) (Table A5) and the wall base (right: b,d) (Table A5) based on the mean height and the mean cover of the herbaceous layer; VmSS = *Vulpia myuros*-Sedo-Scleranthetalia association, BiSS = *Berteroa incana*-Sedo-Scleranthetalia association, VSS = species-poor Sedo-Scleranthetalia association, SS = Sedo-Scleranthetalia associations, So = associations of the class Sisymbrietea officinalis.

4.3 Vergleich der Struktur und Vegetation der Mauerabschnitte und Mauerbereiche

4.3.1 Exposition, Färbung und Zustand der Mauerabschnitte

Es wurden 17 Mauerabschnitte mit einer Gesamtlänge von 87,9 m erfasst (Daten s. Tabelle A4). Diese waren auf fünf verschiedene Parzellen verteilt (Abb. 4). Die Länge der untersuchten Mauerabschnitte betrug zwischen 1,8 m und 10 m. Die mittlere Mauerhöhe lag zwischen 1,3 m und 2,7 m. Vier der untersuchten Mauerabschnitte waren südexponiert, neun südostexponiert und vier südwestexponiert (Abb. 10). Die Verteilung der Mauerabschnitte auf die verschiedenen Färbungen und Mauerzustandstypen ist Abb. 10b und c zu entnehmen. Alle Daten sind in den Tabelle A4 bis A7 im Anhang zusammengestellt.

4.3.2 Vergleich der Mauerbereiche

(a) Mittlere Zeigerwerte

Anhand der aufgenommenen Vegetation wurden für die Mauerbereiche (Kopf, Wand, Fuß) die durchschnittlichen mittleren Zeigerwerte berechnet. Mittlere Feuchtezahl (KW-Test: $p < 0,01$), mittlere Temperaturzahl (KW-Test: $p < 0,001$), mittlere Reaktionszahl (KW-Test: $p < 0,1$) und mittlere Stickstoffzahl (KW-Test: $p < 0,01$) waren im Mittel jeweils am Mauerkopf signifikant geringer als am Mauerfuß (Abb. 11). Die Mauerwand nahm jeweils eine Mittelstellung ein. Das Vorkommen besonders trockenheitstoleranter Arten wie *Sedum*-Arten oder *Berteroa incana* auf dem Mauerkopf spiegelt sich in den, im Vergleich der Mauerbereiche, insgesamt geringsten Feuchtezahlen wieder (siehe Abb. 11a,b). Die im Vergleich zum Mauerkopf deutlich höhere Temperaturzahl der Aufnahmen des Mauerfußes (Abb. 11b) kann durch Wärmerückstrahlung der Mauer bei Nacht erklärt werden, die von wärmeliebenden Arten wie *Lactuca serriola*, *Bromus sterilis*, *Senecio inaequidens* und *Echium vulgare* genutzt wurden. Die Mauerbereiche unterschieden sich in ihrer mittleren Lichtzahl nicht signifikant voneinander.

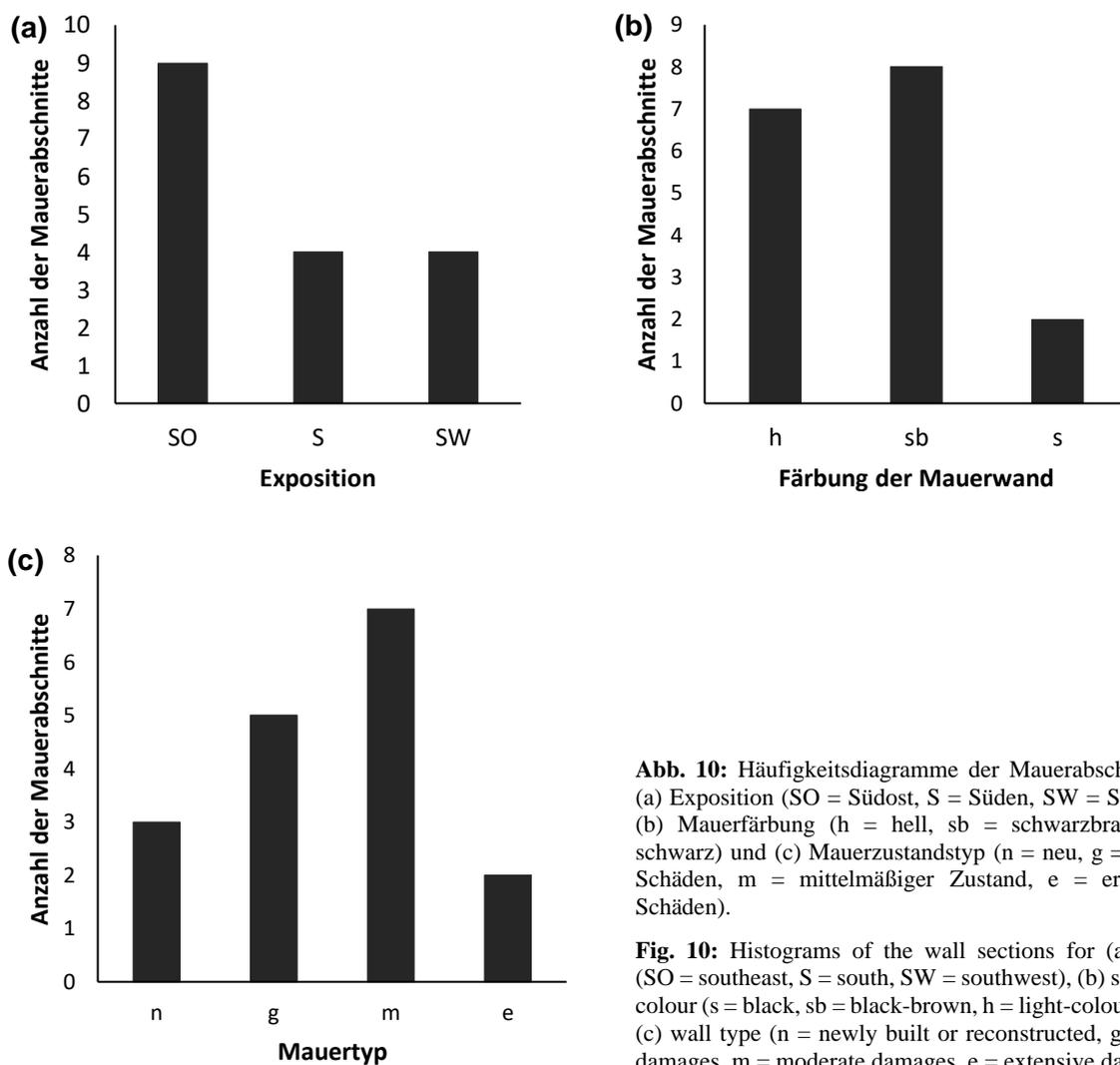


Abb. 10: Häufigkeitsdiagramme der Mauerabschnitte zu (a) Exposition (SO = Südost, S = Süden, SW = Südwest), (b) Mauerfärbung (h = hell, sb = schwarzbraun, s = schwarz) und (c) Mauerzustandstyp (n = neu, g = geringe Schäden, m = mittelmäßiger Zustand, e = erhebliche Schäden).

Fig. 10: Histograms of the wall sections for (a) aspect (SO = southeast, S = south, SW = southwest), (b) stonewall colour (s = black, sb = black-brown, h = light-coloured) and (c) wall type (n = newly built or reconstructed, g = small damages, m = moderate damages, e = extensive damages).

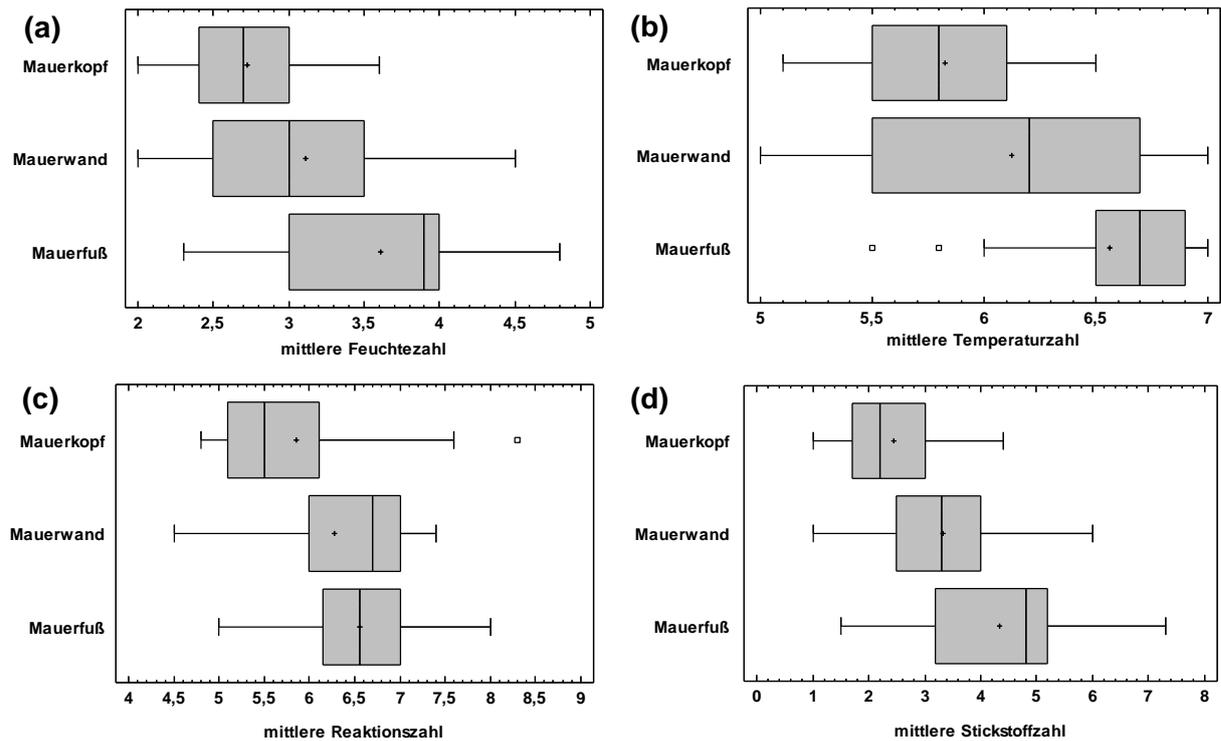


Abb. 11: Vergleich der (a) mittleren Feuchtezahl, (b) mittleren Temperaturzahl, (c) mittleren Reaktionszahl und (d) mittleren Stickstoffzahl zwischen den Mauerbereichen (Mauerkopf, -wand und -fuß) an den erfassten Mauerabschnitten (n = 17).

Fig. 11: Comparison of (a) mean moisture value, (b) mean temperature value, (c) mean reaction of soil value and (d) mean nitrogen value between the wall parts (wall top, wall front, wall base) on the studied wall sections (n = 17).

(b) Zusammensetzung der Lebensformen

Im Folgenden wird die Zusammensetzung der Lebensformen der vorkommenden Pflanzenarten auf dem Mauerkopf und am Mauerfuß miteinander verglichen (Abb. 12).

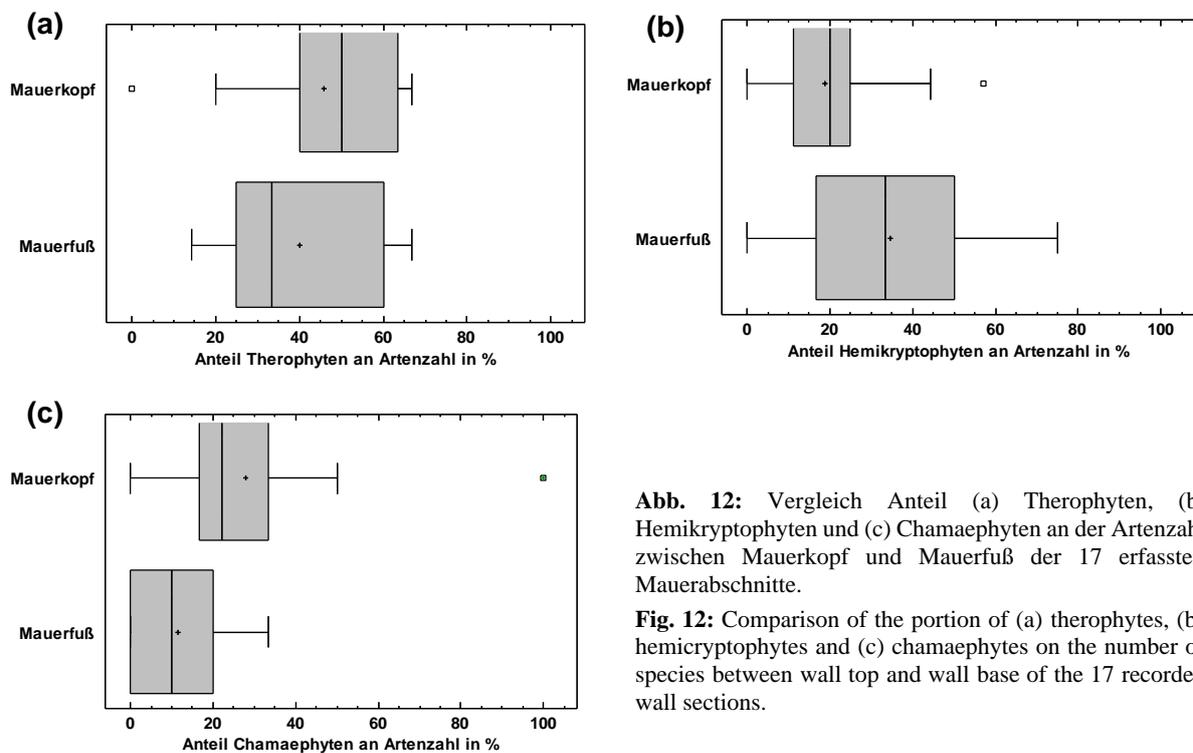


Abb. 12: Vergleich Anteil (a) Therophyten, (b) Hemikryptophyten und (c) Chamaephyten an der Artenzahl zwischen Mauerkopf und Mauerfuß der 17 erfassten Mauerabschnitte.

Fig. 12: Comparison of the portion of (a) therophytes, (b) hemicryptophytes and (c) chamaephytes on the number of species between wall top and wall base of the 17 recorded wall sections.

Die Mauerwand wurde dabei nicht berücksichtigt, da die Mauerwände nur sehr spärlichen und teilweise keinen Bewuchs aufwiesen. Insgesamt war der Anteil an Therophyten mit im Mittel 40,2 % am Mauerfuß und 45,9 % am Mauerkopf hoch und unterschied sich zwischen dem Mauerkopf und dem Mauerfuß nicht signifikant voneinander (Abb. 12a). Der Mauerfuß wies einen signifikant (U-Test: $p < 0,1$) höheren Anteil an Hemikryptophyten auf als der Mauerkopf (Abb. 12b). Am Mauerkopf war der Anteil der Chamaephyten signifikant (U-Test: $p < 0,05$) höher als am Mauerfuß (Abb. 12c).

4.3.3 Vegetationsstruktur der Mauerwände

Der Mauerzustand hatte einen signifikanten Einfluss auf die Deckung der Krautschicht an den Mauerwänden der erfassten Mauerabschnitte (KW-Test: $p < 0,1$). Die Deckung der Krautschicht an den Mauerwänden korrelierte wiederum signifikant positiv mit der Artenzahl an der Mauerwand ($r_s = 0,64$; $p = 0,01$, $n = 17$). Neu gesetzte Mauerabschnitte wiesen keine Deckung an den Wänden auf, gering geschädigte Mauerabschnitte hatten eine mittlere Deckung und Mauerabschnitte mit mittelmäßigem Zustand oder mit erheblichen Schäden hatten die höchsten Deckungen (Abb. 13).

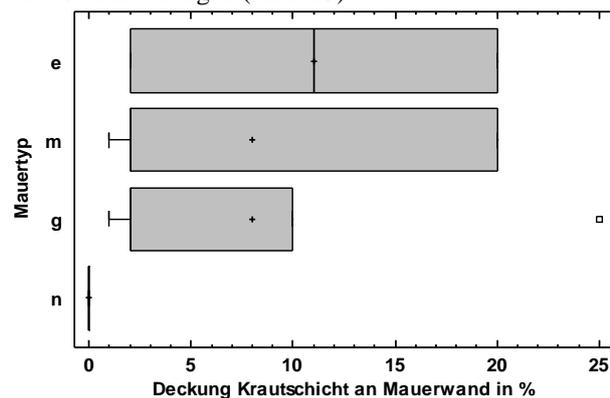


Abb. 13: Vergleich der Deckungen der Krautschicht an den Mauerwänden der erfassten Mauerabschnitte ($n = 17$) zwischen den Mauerzustandstypen (e = erhebliche Schäden, m = mittelmäßiger Zustand, g = geringe Schäden, n = neu gesetzt/repariert).

Fig. 13: Comparison of the cover of the herbaceous layer on the wall fronts of the st wall sections ($n = 17$) between the wall types (e = extensive damages, m = moderate damages, g = small damages, n = newly built or reconstructed).

5. Diskussion

Trockenmauern lassen sich in die drei Lebensbereiche Mauerkopf, Mauerwand und Mauerfuß unterteilen (Weber 1997, unpubl.; Stoll & Sommer 2000; Schegk 2013). Diese weisen unterschiedliche abiotische Verhältnisse auf (Merz 1993; Stoll & Sommer 2000). Für die Mauerbereiche im Untersuchungsgebiet wurden die standortökologischen Bedingungen anhand der Ellenberg-Zeigerwerte (Ellenberg et al. 1992) analysiert. Die Mauerköpfe wiesen im Mittel die geringste Bodenfeuchte- und Temperaturzahl auf (Abb. 11a,b). Durch die geringe Substratauflage am Mauerkopf ist der Standort stark austrocknungsgefährdet. Somit siedelten sich hier trockenheitsangepasste Arten wie die *Sedum*-Arten und Therophyten (Abb. 12a), die trockene Perioden als Samen überdauern können, an. Beispiele für Therophyten des Goldenen Wagens sind *Vulpia myuros*, *Poa compressa* und *Bromus tectorum* (Tabelle A1, Anhang). Da allgemein die Temperaturschwankungen am Mauerkopf höher als am Mauerfuß sind, weist der Mauerkopf zwar höhere Tageshöchsttemperaturen auf, kühlt in der Nacht jedoch stärker aus (Stoll & Sommer 2000; Schegk 2013). Da die Mauerwand die Wärme über Nacht abgibt, werden nach Schegk (2013) am Mauerfuß wärmeliebende Arten begünstigt. An den Mauerfüßen im Untersuchungsgebiet kamen wärmeliebende Arten wie *Senecio inaequidens*, *Lactuca serriola*, *Clematis vitalba*, *Bromus sterilis* und *Bromus tectorum* vor (Tabelle A2). An den Mauerfüßen waren die mittleren Reaktions- und Stickstoffzahlen am höchsten (Abb. 11c,d). Dies ist vermutlich darauf zurückzuführen, dass durch Auswaschung und Erosion Nährstoffe vom Mauerkopf zum Mauerfuß verlagert werden (vgl. Görs 1966; Stoll & Sommer 2000). Zudem wird der Mauerfuß stärker von Düngemaßnahmen der angrenzenden Rebzeilen beeinflusst (Görs 1966; Merz 1993; Hardtke & Kuschka 2015). Durch Auswaschung von beispielsweise Nitrat und Phosphat aus der Substratauflage am Mauerkopf kommt es zu einem Kationenüberschuss (z. B. H^+), was wiederum den pH-Wert senkt (vgl. Marriott et al. 2010). Dies erklärt die niedrigere mittlere Reaktionszahl der Mauerköpfe (Abb. 11c). Die saureren Bedingungen begünstigten das dominante Vorkommen von *Sedum*-Arten (vgl. Schubert 1974).

Die Zusammensetzung der Vegetation am Mauerkopf wird stark von der Art und Mächtigkeit des Substrates beeinflusst (Merz 1993). Nach Brandes (2013) ist dort die Gefahr des Austrocknens für Pflanzen sehr hoch, weshalb hauptsächlich daran angepasste Pflanzenarten und entsprechende Gesellschaften wie die *Bromus tectorum*-Sedo-Scleranthetea-Gesellschaft vorkommen, die für das Obere Elbtal von Zöphel & Mahn (2000) beschrieben wurden. Dabei waren *Sedum acre*, *Sedum rupestre*, *Trifolium arvense*, *Poa bulbosa* und *Erodium cicutarium* auf dem sauer verwitternden Gestein der Mauerköpfe dominant, begleitend kamen *Bromus tectorum*, *Bromus sterilis* und *Poa compressa* vor (vgl. Merz 1993).

Auch auf den Mauerköpfen im Goldenen Wagen waren *Sedum*-Arten häufig (Tabelle A1, Anhang). Die dominanteste Art war *Sedum rupestre*, gefolgt von *Sedum acre* und *Sedum sexangulare*, welche an wenigen Mauern bestandsbildend war. Vergleichbar zu den Aufnahmen von Weber (1997, unpubl.) waren *Bromus sterilis* und *Bromus tectorum* stete Begleiter. Weitere häufige Arten waren *Vulpia myuros*, *Echium vulgare* und *Vicia hirsuta*. Aufgrund der Dominanz der *Sedum*-Arten wurden die Gesellschaften innerhalb der Ordnung Sedo-Scleranthetalia verortet. Die weitere Unterteilung der Pflanzengesellschaften erfolgte anhand der nur an manchen Mauerköpfen vorkommenden Arten *Vulpia myuros* und *Berteroa incana* (vgl. Tabelle A1). *Vulpia myuros* ist an extrem nährstoffarme (Ellenberg et al. 1992), sommerwarme und trockene Standorte (Oberdorfer 1994) angepasst. Damit wurde die *Vulpia myuros*-Sedo-Scleranthetalia-Gesellschaft für die nährstoffärmeren und die *Berteroa incana*-Sedo-Scleranthetalia-Gesellschaft für die diesbezüglich besser versorgten Standorte abgegrenzt. Dies spiegelte sich beim Vergleich der Pflanzengesellschaften wider: So wies die *Vulpia myuros*-Gesellschaft eine geringere mittlere Stickstoffzahl als die *Berteroa incana*-Gesellschaft auf (Abb. 8a). Die geringere Stickstoff- und Nährstoffversorgung zeigte sich auch in der geringeren Wuchshöhe und Deckung der Krautschicht bei der *Vulpia myuros*-Gesellschaft (Abb. 9a,c). Die mittlere Temperaturzahl der beiden Gesellschaften war dagegen ähnlich (Abb. 8c). Zudem war die mittlere Feuchtezahl der *Vulpia myuros*-Gesellschaft geringer (Abb. 8b), was u. a. auf das Vorkommen von *Sedum sexangulare* (Tabelle A1, Anhang) zurückgeführt werden kann, da diese Art eine niedrige Feuchtezahl hat (Ellenberg et al. 1992). Vermutlich ist dies auf die unterschiedliche Mächtigkeit der Substratauflage zurückzuführen, die bei Mauerköpfen mit der *Vulpia myuros*-Gesellschaft im Mittel geringer als bei Mauerköpfen der *Berteroa incana*-Gesellschaft war (Tabelle A5). Ein Zusammenhang zwischen Mächtigkeit der Substratauflage und Artenzusammensetzung wurde auch von Brandes (2013) beschrieben. Die geringe Substratauflage könnte auch die geringe Deckung der Krautschicht bei der *Vulpia myuros*-Gesellschaft (Abb. 9c) erklären, da bei einer geringen Substratauflage die Wurzelkonkurrenz deutlich wichtiger als die oberirdische Konkurrenz ist (Brandes 2013). Dagegen war kein Einfluss der Exposition auf die Ausbildung der Pflanzengesellschaften erkennbar (siehe Tabelle A4).

Der Standort am Mauerfuß ist an südexponierten Mauern deutlich wärmebegünstigt (Brandes 2013). Durch Auswaschung der Terrassen oberhalb werden Mauerfüße mit Nährstoffen angereichert (Görs 1966; Hardtke & Kuschka 2015). Zudem weisen Mauerfüße eine höhere Bodenfeuchte auf (Stoll & Sommer 2000). Am Spitzberg bei Tübingen (Baden-Württemberg) stellte Görs (1966) auf den Erdwällen am Mauerfuß die Gesellschaften Dactylo-Festucetum und Bromo-Hordeetum murini und eine *Potentilla repens*-Gesellschaft fest. Bei vermehrtem Tritteinfluss traten Arten der Trittgemeinschaften wie *Lolium perenne* und *Polygonum aviculare* hinzu (Görs 1966). An stark stickstoffbeeinflussten Mauerfüßen wies die Autorin zudem ein Urtico-Malvetum neglectae nach. Ebenso können an entsprechenden Standorten nach Brandes (2013) Fragmente des nitrophilen Sisymbriion auftreten. Görs (1966) fand dort häufig *Bromus sterilis*, *Chenopodium strictum* und *Lactuca serriola*, begleitend kamen z. B. *Echium vulgare*, *Papaver dubium*, *Convolvulus arvensis*, *Lolium perenne* und *Polygonum aviculare* vor.

Auch im Untersuchungsgebiet der Weinbergslage „Radebeuler Goldener Wagen“ waren Vertreter unterschiedlicher Klassen an den Mauerfüßen vertreten (Tabelle A2). Die identifizierten Gesellschaften wurden zu den Koelerio-Corynephoretea bzw. Sisymbrietea officinalis gestellt (Tabelle A2), wobei eine Ansprache auf Assoziationsebene aufgrund des Fehlens geeigneter Charakterarten Schwierigkeiten bereitete. Eine mehrmalige Kontrolle der Flächen hätte vermutlich weitere Artnachweise ermöglicht, war aber im Rahmen der Lehrveranstaltung nicht zu realisieren. Neben Charakterarten der beiden genannten Klassen kamen Arten aus den Agropyretalia und Convolvuletalia an den Mauerfüßen vor, wie *Senecio inaequidens* und *Poa compressa* bzw. *Convolvulus arvensis* und *Cirsium arvense*, was den Beschreibungen von Brandes (2013) und Görs (1966) entspricht. Damit setzte sich die Vegetation an diesen Mauerfüßen aus Fragmenten der Ordnungen Sedo-Scleranthetalia, Agropyretalia repentis und Sisymbrietea officinalis zusammen (siehe Tabelle A2), was darauf hinweist, dass für das Vorkommen der Arten neben der Häufigkeit an Störungen kleinräumige Standortunterschiede bzgl. der Nährstoffverfügbarkeit und Bodenfeuchte bestimmend sind. Diese kleinräumige Heterogenität und „unübliche“ Artenzusammensetzung (Brandes 2013) unterstreicht die Bedeutung der Weinberge als besonderen Lebensraum.

Allgemein waren die Mauerfüße des Brometum sterilis aus den Sisymbrietea artenärmer als die aus der Ordnung Sedo-Scleranthetalia (siehe Tabelle A2). Ein Vergleich der Zeigerwerte der Gesellschaften der beiden Ordnungen ergab, dass die Mauerfüße der Sisymbrietea eine höhere mittlere Stickstoffzahl (Abb. 8b), eine höhere mittlere Temperaturzahl (Abb. 8d) und eine höhere mittlere Feuchtezahl (Abb. 8f) aufwiesen. Mit der besseren Nährstoffversorgung lässt sich auch die größere Wuchshöhe (Abb. 9b) der Sisymbrietea-Gesellschaften erklären. In der Deckung der Krautschicht unterschieden sich die Gesellschaften aus den beiden Klassen nicht (Abb. 9d). Für das Brometum sterilis wurden aufgrund des Auftretens der beiden Gehölzarten *Parthenocissus inserta* (Gewöhnliche Jungfernebe) und *Clematis vitalba* (Waldrebe) zwei entsprechende Ausbildungen unterschieden (Tabelle A2). Das Auftreten von Gehölzen deutet auf eine über längere Zeit geringe Störung der Standorte und den Beginn einer Entwicklung in Richtung Gehölzbestand hin. Das vergleichsweise häufige Auftreten beider Arten auf den Flächen könnte zudem die geringere Artenzahl des Brometum sterilis erklären (Tabelle A2). Ein Einfluss der Exposition auf die Ausbildung der Mauerfuß-Gesellschaften war nicht erkennbar.

Die Bauweise einer Trockenmauer hat großen Einfluss auf die Feuchtigkeitsverhältnisse in den Mauerfugen und bestimmt somit die Artenzusammensetzung der Mauerwand (Brandes 2013). Bereits eine Neigung von 80° oder weniger führt zu besserer Wasserversorgung, wodurch die Konkurrenzfähigkeit der Blütenpflanzen gegenüber den Kleinfarnen zunimmt (Brandes 2013). Mit abnehmender Neigung wird die Ähnlichkeit zur Felsspaltvegetation geringer (Brandes 2013). Typische Farnarten an Trockenmauern sind *Asplenium ruta-muraria* (Weber 1997, unpubl.), *Cystopteris fragilis* (Brandes 2013), *Asplenium septentrionale* und *Asplenium trichomanes* (Kolbek et al. 2015). Des Weiteren konnte Weber (1997, unpubl.) an Weinbergsmauern im Oberen Elbtal *Alyssum*-Arten, *Corydalis lutea*, *Cymbalaria muralis*, in OSO-Lagen auch *Asplenium septentrionale* finden. An den Mauerwänden im Untersuchungsgebiet der Weinbergslage „Goldener Wagen“ wurden keine Farne nachgewiesen (Tabelle A3). Dies lässt sich zum einen durch die Exposition in südliche Richtungen ohne jegliche Beschattung erklären, sodass die Feuchtigkeit zu gering war. Zum anderen kommen einige Farnarten wie beispielsweise *Asplenium ruta-muraria* und *Cystopteris fragilis* nur auf kalkhaltigen oder basenreichen Mauern vor (Oberdorfer 1994). *Cymbalaria muralis* liebt frische, durchsickerte Standorte und fehlt daher an trockenwarmen Weinbergsmauern, wie z. B. am Spitzberg (Görs 1966) und im Untersuchungsgebiet im „Goldenen Wagen“ (Tabelle A3). Görs (1966) fand in Mauerfugen z. B. *Sedum album*, *Papaver dubium* und *Poa compressa*. Die beiden letztgenannten Arten kamen auch im Untersuchungsgebiet an der Mauerwand vor (Tabelle A3). *Alyssum*-Arten bevorzugen basen- bzw. kalkreiche Standorte (Oberdorfer 1994), welche im Untersuchungsgebiet nicht vorhanden waren. Rankende Arten wie *Clematis vitalba* und *Parthenocissus inserta* nutzten die Mauern im Untersuchungsgebiet als Rankhilfe (Tabelle A3). Neu gesetzte Mauern sind zunächst frei von Diasporen; diese werden erst im Laufe der Zeit in die Mauerfugen eingetragen (Brandes 2013). Die schrittweise Besiedelung der Mauerwände war auch im Untersuchungsgebiet sichtbar: Neu gesetzte Mauern wiesen keine Deckung auf, mit fortschreitender Alterung (Mauerzustandstyp) und damit einhergehendem Zerfall nahm die Deckung an den Mauerwänden (Abb. 13).

An Trockenmauern ist der Artenwandel (species turnover) generell relativ hoch, da sich dort neben etablierten Arten oftmals Individuen zufällig ansiedeln, die nicht ausreichend an die Standortbedingungen angepasst sind, um sich dauerhaft zu etablieren (Brandes 2013). Vor allem in den Mauerfugen siedeln sich Arten durch zufälligen Eintrag der Samen an (Brandes 2013). Deshalb war die β -Diversität an den Mauerwänden im Untersuchungsgebiet am höchsten und die α - und γ -Diversität am niedrigsten, da sich nur wenige Arten in den Mauerfugen dauerhaft etablieren konnten (Tabelle 2). Mauerkopf und Mauerfuß waren dagegen die artenreicheren Bereiche der Mauern (Abb. 6). Diese beiden Mauerbereiche unterschieden sich allerdings in den Anteilen der vorkommenden Lebensformen: Der Mauerkopf wies häufig einen höheren Therophyten-Anteil auf (Abb. 8a), was auch aus der Literatur bekannt ist (z. B. Weber 1997, unpubl.). Auch der Mauerfuß wies im Untersuchungsgebiet einen hohen Anteil an Therophyten auf, was wohl auf die bereits diskutierte Störung des Bodens durch Nutzung zurückzuführen ist, mit der Therophyten besser zurechtkommen als ausdauernde Arten (Brandes 2013). Der Anteil an Hemikryptophyten war am Mauerfuß höher als am Mauerkopf (Abb. 8b), was sich mit der höheren Feuchtigkeit am Mauerfuß (Abb. 11a) begründen lässt. Hemikryptophyten können ihre Erneuerungsknospen zwar durch lebende oder tote Blatt- und Sprossreste gegen Austrocknung oder Kälte schützen (Dierschke 1994; Ellenberg & Leuschner 2010), bei starker Trockenheit sind jedoch die Therophyten im Vorteil, da sie die Trockenzeit als Samen im Boden überdauern können (Stoll & Sommer 2000). Am Mauerkopf war der Anteil der Chamaephyten höher als am Mauerfuß (Abb. 12c). Dies ist durch das Vorkommen der *Sedum*-Arten bedingt, welche als Sukkulente gut an trockene Bedingungen angepasst sind (Oberdorfer 1994) und daher am Mauerkopf stark vertreten waren (s. o.).

Auch die Exposition der Mauern scheint einen Einfluss auf die Gesamtartenzahl gehabt zu haben (Abb. 7). So waren im Untersuchungsgebiet die südostexponierten Mauerabschnitte artenärmer als die süd- und südwestexponierten Mauerabschnitte. An den Mauerfüßen der südexponierten Mauerabschnitte kam vor allem die verarmte Sedo-Scleranthetalia-Gesellschaft und das ebenfalls artenärmere Brometum sterilis in der Ausbildung mit *Clematis vitalba* vor (s. Tabelle A4). Die südostexponierten Mauerköpfe waren hingegen nicht artenärmer als die süd- und südwestexponierten Mauerköpfe. Da die Artenarmut des am Mauerfuß vorkommenden Brometum sterilis in der Ausbildung mit *Clematis vitalba* auf die Nutzung zurückgeführt wurde, scheint die Exposition an diesen Mauerabschnitten nicht der Grund für die geringere Artenzahl gewesen zu sein. Viel wahrscheinlicher ist es, dass die geringe Artenzahl an den südostexponierten Mauerabschnitten auf die gewählte Auswertungsmethode zurückzuführen ist. Da die Mauerabschnitte im Untersuchungsgebiet unterschiedlich lang waren, wurde für die Auswertung der Gesamtartenzahl nach der Exposition die Gesamtartenzahl auf die Länge der Mauerabschnitte normiert. Dabei kann es mit zunehmender Länge zu einer Sättigung der Artenzahl kommen. Unter den südostexponierten Mauerabschnitten kamen zwei Mauerabschnitte vor, die mit zehn Metern wesentlich länger als der Durchschnitt waren (s. Tabelle A4), wodurch sich möglicherweise eine geringere Gesamtartenzahl pro Mauermeter ergab.

6. Summary

Dry stone walls contribute to the structural diversity and therefore to the biodiversity in vineyards. In this study the species composition and diversity of the vegetation in relation to the wall parts and selected wall parameters was analysed. As investigation area the vineyard site “Radebeuler Goldener Wagen” in the vine-growing region of Saxony was chosen. For the analysis of vegetation structure and diversity the vegetation was recorded separately for selected wall sections. Therefore 17 wall sections with different aspects and constitutions were selected. For the particular wall parts (wall top, wall front, wall base) α -, β -, and γ -diversity were calculated. In addition, further biodiversity parameters and the plant life-forms were analyzed. To evaluate the site conditions at the wall parts, mean Ellenberg indicator values were calculated. The plant communities were classified according to their characteristic species. Overall, 37 different species could be recorded on the 17 investigated wall parts. The south and southwest exposed wall sections were significantly richer in species than the south-east exposed sections. The wall top was the richest in species, closely followed by the wall base; the wall front inhabited the lowest species numbers. On the wall top, only plant communities of the Sedo-Scleranthetalia were found, whereas the vegetation at the wall base consisted of fragments of the plant communities Sedo-Scleranthetalia, Agropyretalia repentis and Sisymbrietea officinalis. A significantly higher proportion of chamaephytes was found at the top of the wall than at the wall base. However, the mean proportion of hemicyptophytes was significantly higher at the wall base than at the top of the walls. The different distribution of plant communities and life forms is mainly due to the different site conditions and disturbance factors at the individual wall parts. Thus, mean values for moisture, temperature, soil reaction and nitrogen were significantly lower at the top of the wall than at the base. It can be assumed, that the base of the wall is more strongly influenced by fertilization and tillage along the grapevine rows than the top of the wall. In addition, nutrients and water were flushed down through the wall. Due to the different microclimates and site conditions at the dry stone wall, this structural element not only contributes to the biodiversity in the vineyards, but also has a high structural and plant biodiversity in itself.

Danksagung

Wir danken dem Sächsischen Staatsweingut Schloss Wackerbarth für die Ermöglichung der Geländearbeiten im Weinberg „Goldener Wagen“ und insbesondere dem Weinbauleiter Herrn Till Neumeister für die sehr hilfreichen Informationen zum Weinbau und zur Bewirtschaftung der Rebflächen im Bereich der untersuchten Weinbergslage. Im Rahmen des DAS-Projekts BIODIVina (Bildungsmodule zur Rolle der Biodiversität bei Anpassungen des Weinbaus an den Klimawandel, Förderkennzeichen 67DAS149B) wurden die Arbeiten vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages finanziell gefördert (Zuwendung aus dem EKF - Energie- und Klimafonds).

7. Literatur / References

- Brandes, D. (2013): Mauern als Lebensraum für Pflanzen. In: Siegesmund, S. & Snelage, R. (2013): Naturstein in der Kulturlandschaft. Mitteldeutscher Verlag, Halle (Saale): 96–107.
- Deutscher Wetterdienst (DWD): https://www.dwd.de/DE/wetter/wetterundklima_vorort/sachsen/dresden/_node.html (letzter Zugriff 17.01.2020).
- Dierschke, H. (1994): Pflanzensoziologie. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart, 683 S.
- Durka, W. & Ackermann, W. (1993): SORT – Ein Computerprogramm zur Bearbeitung von floristischen und faunistischen Artentabellen. *Natur und Landschaft* 68: 16–21.
- Ellenberg, H. & Leuschner, C. (2010): *Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen*. Ulmer Verlag, Stuttgart, 1333 S.
- Ellenberg, H., Weber, H.E., Düll, R., Wirth, V., Werner, W. & Paulissen, D. (1992): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. *Scripta Geobotanica* 18: 258 S.
- GeoSN (Staatsbetrieb Geobasisinformation und Vermessung Sachsen): iDa – Umweltportal Sachsen, Digitale Geologische Karte. <https://geoviewer.sachsen.de/mapviewer2/index.html?lang=de> (letzter Zugriff 18.11.2019).
- Görs, S. (1966): Die Pflanzengesellschaften der Rebhänge am Spitzberg. In: Müller, T., Görs, S. & Schmid, G.: *Der Spitzberg bei Tübingen. Die Natur- und Landschaftsschutzgebiete Baden-Württembergs* 3: 476–534.
- Hardtke, H.-J. & Kuschka, V. (2015): Arten und Biotope am Terrassenweinberg – am Beispiel des Terrassenweinbergs am Burgberg Meißen. *Sächsische Landesstiftung Natur und Umwelt, Dresden*, 52 S.
- Hilbig, W. & Reichhoff, L. (1977): Übersicht über die Pflanzengesellschaften des südlichen Teiles der DDR XIII. Die Vegetation der Fels- und Mauerspaltens, des Steinschuttes und der Kalkgesteins-Pionierstandorte. *Hercynia N. F.* 14: 21–46.
- Höchtel, F., Petit, C., Konold, W., Eidloth, V., Schwab, S. & Bieling, C. (2011): Erhaltung historischer Terrassenweinberge – ein Leitfaden. *Culterra* 58: 190 S.
- Kolbek, J., Härtel, H. & Bauer, P. (2015): Mauergesellschaften der Sächsisch-Böhmischen Schweiz. *Hercynia N. F.* 48: 97–136.
- LfULG (Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie): iDa – Umweltportal Sachsen, Digitale Bodenkarte 1:50000. <https://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/46037.htm> (letzter Zugriff 18.11.2019).
- Mannsfeld, K. & Syrbe, R.-U. (2008): *Naturräume in Sachsen*. Deutsche Akademie für Landeskunde, Leipzig, 288 S.
- Marriot, C. A., Fisher, J. M., Hood, K. & Pakeman, R. J. (2010): Impacts of extensive grazing and abandonment

- on grassland soils and productivity. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 139: 476–482.
- Merz, T. (1993): Untersuchungen zur Vegetationsentwicklung auf Weinbergsbrachen am Gangeisberg bei Duchroth/ Landkreis Bad Kreuznach. *Mitteilungen POLLICHTIA* 80: 27–245.
- Nigmann, U. & Achtziger, R. (2012): Wein und biologische Vielfalt: Wechselspiel zwischen Technik und Natur. *Schriftenreihe der Georg-Agricola-Gesellschaft* 35 (2012): 125–145.
- Oberdorfer, E. (1994): *Pflanzensoziologische Exkursionsflora*. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart, 1050 S.
- Schegk, I. (2013): Trockenmauern – Steinerne Linien der Kulturlandschaft mit vielschichtiger Bedeutung. In: Siegesmund, S. & Snetlage, R. (2013): *Naturstein in der Kulturlandschaft*. Mitteldeutscher Verlag, Halle (Saale): 80–95.
- Schmidt, P.A., Hempel, W., Denner, M., Döring, N., Gnüchtel, A., Walter, B. & Wendel, D. (2002): *Potentielle Natürliche Vegetation mit Karte 1:200 000*. Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie (Hrsg.). *Materialien zu Naturschutz und Landschaftspflege*, Dresden, 231 S.. Karte 1:50000 online verfügbar <https://geoviewer.sachsen.de/apviewer2/index.html?lang=de> (letzter Zugriff 18.11.2019).
- Schubert, R. (1974): Übersicht über die Pflanzengesellschaften des südlichen Teiles der DDR IX. Mauerpfefferreiche Pionierfluren. *Hercynia N. F.* 11: 201–214.
- Schubert, R., Hilbig, W. & Klotz, S. (2001): *Bestimmungsbuch der Pflanzengesellschaften Deutschlands*. Spektrum Akademischer Verlag, Ulm, 472 S.
- Schulz, D. (2013): *Rote Liste und Artenliste Sachsens Farn- und Samenpflanzen*. Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Dresden, 310 S.
- Stoll, G. & Sommer, M. (2000): *Stein-Reich, über das Leben an Trockenmauern*. Abschlussarbeit Baubiologie/Bauökologie, 65 S. https://svt-sm.ch/sites/default/files/public/2000_Oekologie_Trockenmauern.pdf (letzter Zugriff 06.07.2020)
- Weber, B. (1997, unpubl.): *Zur Vegetationsentwicklung auf brachgefallenen Weinbergen im Oberen Elbtal*. Diplomarbeit, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, 119 S. (unpubl.).
- Zöphel, B. & Mahn, E.-G. (2000): *Vegetation und Vegetationsentwicklung auf Weinbergsbrachen im Oberen Elbtal (Freistaat Sachsen)*. *Hercynia N. F.* 33: 63–98.

Anschriften der Autor(inn)en:

Opitz, Tina; Dittrich, Christine; Richert, Elke; Achtziger, Roland: TU Bergakademie Freiberg, AG Biologie/Ökologie, Leipziger Straße 29, 09599 Freiberg, E-Mail: tina.opitz@student.tu-freiberg.de; christine.dittrich@student.tu-freiberg.de; elke.richert@ioez.tu-freiberg.de; roland.achtziger@ioez.tu-freiberg.de

Anhang

Tabelle A1: Vegetationstabelle der Mauerkopf-Gesellschaften in der Weinbergslage „Radebeuler Goldener Wagen“.

Table A1: Vegetation table of the plant communities of the wall tops of the vineyard „Radebeuler Goldener Wagen“.

Spalten 1-7: *Vulpia myuros*-Sedo-Scleranthetalia-Gesellschaft (VmSS)

Spalte 8-13: *Berteroa incana*-Sedo-Scleranthetalia-Gesellschaft (BiSS)

Spalte 14-17: Verarmte Sedo-Scleranthetalia-Gesellschaft (VSS)

Abkürzungen/abbreviations:

s = selten/rare, Deckung/cover < 3 %; m = mittlere Abundanz/ average abundance, Deckung /cover 12,5 % – 50 %;

r = regelmäßig/regularly, Deckung /cover 3 % – 12,5 %; d = dominant/dominant, Deckung /cover > 50 %

Spalten-Nummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Abschnittsnummer	1	1	2	1	1	3	3	3	3	4	4	1	4	2	2	2	2
	E	W	W	W	E	W	W	W	W	W	W	E	W	W	W	W	W
	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
Deckung Krautschicht in %	2	2	6	5	6	1b	2	4	1a	4b	1e	10	4a	4a	4b	2	8
	40	30	60	20	45	40	25	30	60	45	40	80	45	45	15	30	50

Vulpia myuros-Sedo-Scleranthetalia-Gesellschaft

<i>Vulpia myuros</i>	m	m	r	r	r	s	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Sedum sexangulare</i>	m	.	.	.	.	m	m	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Trifolium arvense</i>	r	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Berteroa incana-Sedo-Scleranthetalia-Gesellschaft

<i>Berteroa incana</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	r	r	.	r	.	.	.	.	.
<i>Convolvulus arvensis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	s	r	r	.	.	.	.	.
<i>Poa compressa</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	d	.	.	.	.	.
<i>Pilosella officinarum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	s	.	.	.	.	.
<i>Lactuca serriola</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	s	.	.	.	.	.	.
<i>Vicia angustifolia</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	s	.	s	.	.	.	.

O Sedo-Scleranthetalia, K Koelerio-Corynephoretea

<i>Sedum rupestre</i>	.	m	r	m	d	r	m	m	m	m	r	m	r	s	r	.
<i>Bromus sterilis</i>	m	s	s	s	r	.	s	s	r	.	r	s	r	r	.	r
<i>Echium vulgare</i>	.	s	r	.	r	r	s	s	m	.	.	s	.	s	.	r
<i>Sedum acre</i>	.	.	s	.	s	s	.	s	r	.	.	.	.	s	r	.
<i>Bromus tectorum</i>	.	s	r	.	.	r	.	.	r	r	.	.	s	.	.	m
<i>Vicia hirsuta</i>	s	r	r	.	s	r	.	.	r	.	.	.	.	.	.	r
<i>Arenaria serpyllifolia</i> agg.	.	s	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.
<i>Erodium cicutarium</i>	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	s	.	s	.	.	.
<i>Potentilla argentea</i> agg.	.	s	.	.	.	.	.	.	.	s	s	.	.	.	.	.
<i>Polygonum aviculare</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	s	.	r

Sonstige Arten

<i>Bromus hordeaceus</i> agg.	.	s	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Medicago lupulina</i>	.	.	.	.	.	r	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.
<i>Senecio inaequidens</i>	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	s
<i>Tragopogon pratensis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	s
<i>Lolium perenne</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	s
<i>Verbascum lychnitis</i>	s	.	s	.	.	.	.	.	.	.	.	s	.	.	.	.
<i>Papaver dubium</i>	.	s	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Gehölze

<i>Parthenocissus inserta</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	s	.	.	.	.
<i>Sambucus nigra</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	s	.	.	.
<i>Clematis vitalba</i>	.	s	.	.	.	.	.	m	.	.	.	.	.	.	.	r

Tabelle A2: Vegetationstabelle der Mauerfuß-Gesellschaften in der Weinberglage „Radebeuler Goldener Wagen“.**Table A2:** Vegetation table of the plant communities of the wall base of the vineyard „Radebeuler Goldener Wagen“.

Spalte 1-2: *Sedum sexangulare*-Sedo-Scleranthetalia-Gesellschaft (SsSS)
 Spalte 3-4: *Potentilla argentea*-Sedo-Scleranthetalia-Gesellschaft (PaSS)
 Spalte 5-9: Verarmte Sedo-Scleranthetalia-Gesellschaft (VSS)
 Spalte 10-15: Brometum sterilis, Ausbildung mit *Clematis vitalba* (BsCv)
 Spalte 16-17: Brometum sterilis, Ausbildung mit *Parthenocissus inserta* (BsPi)

Abkürzungen:

s = selten/rare, Deckung/cover < 3 %; m = mittlere Abundanz/ average abundance, Deckung /cover 12,5 – 50 %;
 r = regelmäßig/regularly, Deckung /cover 3 % – 12,5 %; d = dominant/dominant, Deckung /cover > 50 %

Spalte	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	3	3	4	4	3	4	1	3	2	1	2	2	2	1	2	1	1
	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	E	W	E	E
	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
Abschnittsnummer	1b	2	4a	4b	1a	1e	5	4	4b	2	4a	6	8	6	2	2	10
Deckung Krautschicht in %	70	55	35	70	70	70	50	15	70	50	80	70	80	60	50	30	70

***Sedum sexangulare*-Sedo-Scleranthetalia-Gesellschaft**

<i>Sedum sexangulare</i>	m	m	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Pilosella officinarum</i>	r	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

***Potentilla argentea*-Sedo-Scleranthetalia-Gesellschaft**

<i>Potentilla argentea</i> agg.	.	.	s	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Poa compressa</i>	.	.	s	s	s	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Berteroa incana</i>	.	.	s	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

O Sedo-Scleranthetalia, K Koelerio-Corynepherea

<i>Sedum rupestre</i>	r	m	r	m	r	r	s	s	.	.	s	.	.	.	.	.	.
<i>Echium vulgare</i>	r	s	.	.	r	r	s	s	m	s	.	.	.	.	.	.	.
<i>Senecio inaequidens</i>	m	m	s	r	r	m	.	.	s	.	.	.	.	r	s	.	.

Brometum sterilis, Ausbildung mit *Clematis vitalba*

<i>Clematis vitalba</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	m	r	r	r	s	.	.
<i>Vicia hirsuta</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	r	s	s	.	.	.	.
<i>Bromus tectorum</i>	.	.	.	s	.	.	.	.	.	s	s	s	.	.	.	.	.
<i>Bromus hordeaceus</i> agg.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	s	.	.	.	.	.	.	.

Brometum sterilis, Ausbildung mit *Parthenocissus inserta*

<i>Parthenocissus inserta</i>	r	s
-------------------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Brometum sterilis, V *Sisymbrium officinalis*, O *Sisymbrietalia officinalis*, K *Sisymbrietea officinalis*

<i>Bromus sterilis</i>	s	r	r	.	r	r	d	m	m	d	r	m	m	s	m	m	r
<i>Lactuca serriola</i>	.	.	s	.	s	s	.	.	.	.	.	s	.	.	.	.	.
<i>Tragopogon pratensis</i>	.	.	s	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	s	.	.	.
<i>Medicago lupulina</i>	.	.	s	.	.	.	.	s	.	.	.	s	.	.	.	.	.
<i>Vicia angustifolia</i>	.	.	s	s	.	.	.	s	.	.	s	.	.	.	.	.	r

Sonstige Arten

<i>Galium aparine</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.
<i>Verbascum lychnitis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	m	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Plantago lanceolata</i>	m	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Convolvulus arvensis</i>	.	.	.	s	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cirsium arvense</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	m
<i>Rubus spec.</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	s	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cirsium spec.</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	s	.	.	.	.	.

Tabelle A3: Vegetationstabelle der Mauerwand-Gesellschaften der Weinbergslage „Radebeuler Goldener Wagen“.**Table A3:** Vegetation table of the wall front of the vineyard site „Radebeuler Goldener Wagen“.

Spalten-Nummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	4	1	1	3	2	2	1	1	1	4	4	2	2	2	3	3	3
	W	E	W	W	W	W	W	E	E	W	W	W	W	W	W	W	W
	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
Abschnittsnummer	4b	6	5	1a	6	8	2	2	10	1e	4a	4a	2	4b	1b	4	2
Deckung Krautschicht in %	2	10	2	2	20	20	2	9	25	1	1	2	2	0	0	0	0
O Sedo-Scleranthetalia																	
<i>Sedum rupestre</i>	r	r	r	r	s	s	s	.	s	s	s	.	.	.	.	.	.
<i>Sedum acre</i>	.	s	.	s	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Trifolium arvense</i>	.	.	s	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Echium vulgare</i>	.	.	.	s	s	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Berteroa incana</i>	.	.	.	.	.	.	.	s	.	.	.	.	.	.	.	.	.
K Sisymbrietea officinalis																	
<i>Bromus tectorum</i>	.	.	.	r	s	s	s	s	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Bromus sterilis</i>	.	.	.	s	.	.	.	s	.	.	.	s	.	.	.	.	.
<i>Sonchus oleraceus</i>	.	.	.	.	s	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Vulpia myuros</i>	.	.	.	.	.	.	.	s	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Vicia hirsuta</i>	.	.	.	.	s	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Vicia angustifolia</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	s	.	.	.	.	.	.	.
<i>Papaver dubium</i>	.	.	.	.	.	.	.	s	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lactuca serriola</i>	.	.	.	s	s	.	.	.	.	.	.	s	.	.	.	.	.
<i>Sisymbrium loeselii</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	s	.	.	.	.
Sonstige Arten																	
<i>Senecio inaequidens</i>	.	.	.	r	.	.	.	.	m	r	.	.	s	.	.	.	.
<i>Senecio vulgaris</i>	.	.	.	.	s	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Poa compressa</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Clematis vitalba</i>	.	r	.	.	r	s	.	.	.	.	.	s	r	.	.	.	.
<i>Parthenocissus inserta</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	s	.	.	.	.	.	.	.	.

Tabelle A4: Aufgenommene Mauerparameter für die erfassten Mauerabschnitte.**Table A4:** Wall parameters of the recorded wall sections.**Abkürzungen:**VmSS = *Vulpia myuros*-Sedo-Scleranthetalia-GesellschaftBiSS = *Berteroa incana*-Sedo-Scleranthetalia-Gesellschaft

VSS = verarmte Sedo-Scleranthetalia-Gesellschaft

SsSS = *Sedum sexangulare*-Sedo-Scleranthetalia-Gesellschaft

Mauertyp = Zustand der Mauer (n = neu, g = geringe Schäden, m = mittelmäßiger Zustand, e = erhebliche Schäden) / wall type (e = extensive damages, m = middle conditions, g = little damages, n = newly build or repaired)

Färbung = Färbung der Mauer (s = schwarz, sb = schwarz-braun, h = hell) / stonewall colour (s = black, sb = black-brown, h = light-coloured)

EntfRebOberh = Entfernung der Mauer zur Rebzeile oberhalb / distance to the vine row above the wall

EntfRebUnterh = Entfernung der Mauer zur Rebzeile unterhalb / distance to the vine row below the wall

Fugentyp = Fugen der Mauer (n = nicht verfügt, v = verfügt) / interstice type (n = not grouted, v = grouted)

Abschnittsnummer	1W-M2	1W-M5	1E-M2	1E-M6	1E-M10	2W-M2	2W-M4a	2W-M4b	2W-M6	2W-M8	3W-M1a	3W-M1b	3W-M2	3W-M4	4W-M1e	4W-M4a	4W-M4b
Pflanzengesellschaft Mauerkopf	VmSS	VmSS	VmSS	VmSS	BiSS	VSS	VSS	VSS	VmSS	VSS	BiSS	VmSS	VmSS	BiSS	BiSS	BiSS	BiSS
Pflanzengesellschaft Mauerfuß	BsCv	VSS	BsPi	BsCv	BsPi	BsCv	BsCv	VSS	BsCv	BsCv	VSS	SsSS	SsSS	VSS	VSS	PaSS	PaSS
Mauertyp	g	m	m	g	g	g	e	m	e	m	m	n	n	n	m	g	m
Länge Mauerabschnitt [m]	8	1,8	3	2	5	6	6	6	5	4	10	10	5	4	4	6	4
Mittlere Höhe des Mauerabschnitts [m]	2,2	1,9	1,3	2,5	2,1	2,3	2	2,7	1,6	1,4	2,4	2,4	1,7	2,5	2,2	2	2,2
Tiefe Mauerkopf [cm]	40	50	40	60	40	40	30	60	30	20	40	70	70	60	60	30	30
Fläche Mauerkopf	3,2	0,9	1,2	1,2	2	2,4	1,8	3,6	1,5	0,8	4	7	3,5	2,4	2,4	1,8	1,2
Fläche Mauerwand	24	12	10,5	13,8	3,9	8,8	8,8	5	12	3,42	16,2	17,6	8,5	8	24	5,6	10
Neigung Mauerwand [°]	75	80	70	75	70	80	85	85	75	80	80	75	80	80	80	85	80
Exposition	S	SO	SW	S	SW	SO	SO	SO	SO	S	SO	SO	SO	SO	SO	S	SW
Exposition Mauerwand [°]	170	160	200	180	200	165	165	160	165	170	160	160	160	160	160	170	240
Färbung	s	sb	sb	sb	h	sb	sb	sb	h	h	sb	h	h	h	sb	h	s
Neigung der Rebfläche Oberhalb der Mauer [°]	0	0	0	0	10	20	45		40	40	10	7	2	5	7	15	5
EntfRebOberh [m]	1	2,3	1	1,2		1,4	1,5	1,7	1,3	0,8	0,8	1,6			1,6	0,6	0,6
EntfRebUnterh [m]	0,1		0,2	3	0,2	1,9	2	4		0,5	2				2,5		
Fugentyp	n	n	n	n	v	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n

Tabelle A5: Aufgenommene Pflanzengesellschaften an den erfassten Mauerabschnitten.**Table A5:** Vegetation associations of the recorded wall sections.**Abkürzungen:**VmSS = *Vulpia myuros*-Sedo-Scleranthetalia-GesellschaftBiSS = *Berteroa incana*-Sedo-Scleranthetalia-Gesellschaft

VSS = verarmte Sedo-Scleranthetalia-Gesellschaft

SsSS = *Sedum sexangulare*-Sedo-Scleranthetalia-GesellschaftPaSS = *Potentilla argentea*-Sedo-Scleranthetalia-Gesellschaft

VSS = verarmte Sedo-Scleranthetalia-Gesellschaft

BsC = Brometum sterilis in der Ausbildung mit *Clematis vitalba*BsP = Brometum sterilis in der Ausbildung mit *Parthenocissus inserta*

MK = Mauerkopf / wall top

MW = Mauerwand / wall front

MF = Mauerfuß / wall base

Abschnittsnummer	1W-M2	1W-M5	1E-M2	1E-M6	1E-M10	2W-M2	2W-M4a	2W-M4b	2W-M6	2W-M8	3W-M1a	3W-M1b	3W-M2	3W-M4	4W-M1e	4W-M4a	4W-M4b
Pflanzengesellschaft Mauerkopf	VmSS	VmSS	VmSS	VmSS	BiSS	VSS	VSS	VSS	VmSS	VSS	BiSS	VmSS	VmSS	BiSS	BiSS	BiSS	BiSS
Pflanzengesellschaft Mauerfuß	BsCv	VSS	BsPi	BsCv	BsPi	BsCv	BsCv	VSS	BsCv	BsCv	VSS	SsSS	SsSS	VSS	VSS	PaSS	PaSS
MK_Substratauflage [cm]	5	1	3	1	10	3	5	2	8	1	3	1	1	1	7	3	3
MK_Deckung gesamt [%]	40	30	50	50	80	30	50	30	60	50	60	40	30	40	45	50	50
MK_Deckung der Krautschicht [%]	30	20	40	45	80	30	45	15	60	50	60	40	25	30	40	45	45
MK_Höhe der Krautschicht [cm]	20	10	15	20	40	20	15	5	25	25	30	15	10	20	15	25	25
MK_Deckung der Moose und Flechten [%]	20	20	5	10	0	5	5	15	5	1	2	1	5	2	7	5	5
MK_Offener Boden/Fels [%]	40	50	50	30	15	20	40	50	50	25	20	45	50	65	50	40	35
MW_Deckung gesamt [%]	5	5	10	10	25	2	2	0	20	20	2	0	0	0	2	2	3
MW_Deckung der Krautschicht [%]	2	2	9	10	25	2	2	0	20	20	2	0	0	0	1	1	2
MW_Deckung der Moose und Flechten [%]	3	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
MF_Deckung gesamt [%]	50	50	30	60	70	50	80	70	70	80	70	70	55	15	70	35	70
MF_Deckung der Krautschicht [%]	50	50	30	60	70	50	80	70	70	80	70	70	55	15	70	35	70
MF_Höhe der Krautschicht [cm]	30	40	50	50	50	20	40	15	40	35	20	20	20	30	25	25	15
MF_Deckung der Moose und Flechten [%]	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	2	0	0	1	0	1
MF_Offener Boden/Fels [%]	30	5	10	5	5	20	10	10	15	0	15	15	15	0	10	60	15
Gesamtartenzahl	12	5	10	9	13	8	9	6	13	11	12	13	6	7	9	13	8
Gesamtartenzahl pro Mauermeter	1,5	2,8	3,3	4,5	2,6	1,3	1,5	1,0	2,6	2,8	1,2	1,3	1,2	1,8	2,3	2,2	2,0
Artenzahl am Mauerkopf	11	3	6	7	9	5	5	2	8	7	9	10	4	5	7	6	5
Artenzahl am Mauerkopf pro Mauermeter	1,4	1,7	2,0	3,5	1,8	0,8	0,8	0,3	1,6	1,8	0,9	1,0	0,8	1,3	1,8	1,0	1,3
Artenzahl an der Mauerwand	2	2	3	3	7	4	2	0	7	4	7	0	0	0	2	2	1
Artenzahl am Mauerfuß	6	3	3	3	4	4	5	4	6	5	6	7	6	5	5	10	7
Artenzahl am Mauerfuß pro Mauermeter	0,8	1,7	1,0	1,5	0,8	0,7	0,8	0,7	1,2	1,3	0,6	0,7	1,2	1,3	1,3	1,7	1,8

Tabelle A6: Berechnete mittlere Zeigerwerte und Diversitätsparameter für die erfassten Mauerabschnitte.**Table A6:** Calculated mean Ellenberg indicator values and diversity parameters of the recorded wall sections.

Abschnittsnummer	1W- M2	1W- M5	1E- M2	1E- M6	1E- M10	2W- M2	2W- M4a	2W- M4b	2W- M6	2W- M8	3W- M1a	3W- M1b	3W- M2	3W- M4	4W- M1e	4W- M4a	4W- M4b
mittlere Lichtzahl	7,3	7,1	7,3	7,2	8,2	7,3	7,1	7,7	7,4	7,3	7,9	7,3	7,2	7	7,5	7,1	7,5
mittlere Lichtzahl am Mauerkopf	7,5	7,2	7,4	7,3	8,6	7,5	7,2	7,8	7,8	7,7	7,9	7,5	7	7,1	7,1	7	7,5
mittlere Lichtzahl an der Mauerwand	7,5	7,2	7,3	7,1	8,0	7,1	8,0		7,5	7,3	7,8			7,8	6	7	
mittlere Lichtzahl am Mauerfuß	7,1	7,0	7,0	7,0	7,3	7,2	7,0	7,7	7	7	7,9	7,1	7,3	7	7,9	7,4	7,5
mittlere Temperaturzahl	6,5	6,4	6,5	5,7	6,4	6,5	6,6	6,6	6,6	6,7	6,1	5,8	5,5	6,3	6,2	5,7	5,4
mittlere Temperaturzahl am Mauerkopf	6,1	5,4	6,3	5,5	5,8	6,1	6,1	5,8	6,2	6,5	6	5,7	5,1	6	5,6	5,4	5,4
mittlere Temperaturzahl an der Mauerwand	5,5	5,2	6,3	6,0	6,7	6,9	7,0		6,6	6	6,2				6,7	5,5	5
mittlere Temperaturzahl am Mauerfuß	6,9	7,0	7,0	6,5	6,5	7,0	6,8	6,7	6,9	6,9	6,5	6	5,8	6,8	6,7	6,1	5,5
mittlere Feuchtezahl	3,2	3,2	3,0	2,6	3,1	3,7	4,1	3,2	3,6	3,9	2,9	2,7	2,4	3,6	2,9	2,8	2,3
mittlere Feuchtezahl am Mauerkopf	2,4	2,1	2,7	2,3	3,0	3,4	3,0	2,0	2,8	3,6	2,9	2,8	2,1	3,5	2,7	2,6	2,4
mittlere Feuchtezahl an der Mauerwand	2,5	2,2	3,0	3,4	3,1	4,5	4,5		4,2	3,5	2,8				2,8	2	2
mittlere Feuchtezahl am Mauerfuß	4,0	3,9	4,0	4,8	4,0	3,9	4,5	3,3	4,1	4,2	3	2,7	2,6	3,9	3	3,1	2,3
mittlere Reaktionszahl	5,2	4,9	5,2	5,1	8,0	7,2	6,6	6,9	6,5	7,3	6,3	6,4	5,8	6	6	5,4	5,4
mittlere Reaktionszahl am Mauerkopf	5,1	5,0	5,2	4,8	8,3	7,3	5,0	5,0	6,1	7,6	6,1	6,5	5,5	6	5,3	5,1	5,6
mittlere Reaktionszahl an der Mauerwand	6,5	4,5	6,0	6,0	7,4	7,0	7,0		7	6,7	6,7				6,7	5	5
mittlere Reaktionszahl am Mauerfuß	8,0	5,0	7,0	6,5		7,0	7,0	7,0	7,2	7,2	6,3	6,3	6	6,5	6,6	5,9	5,3
mittlere Stickstoffzahl	3,3	3,4	2,9	2,5	3,9	4,7	5,2	3,7	4,3	4,8	3	2,1	1,7	4,2	2,6	2,5	1,6
mittlere Stickstoffzahl am Mauerkopf	1,7	1,1	2,3	1,5	3,0	4,4	3,2	1,0	2,8	4,4	2,9	2,2	1,2	4	1,8	2,1	1,9
mittlere Stickstoffzahl an der Mauerwand	2,5	1,0	3,3	3,7	3,8	6,0	5,5		5,8	4	2,8				2,7	1	1
mittlere Stickstoffzahl am Mauerfuß	4,8	4,9	4,9	7,3	6,6	4,7	6,0	4,0	5,2	5,3	3,3	2,1	1,9	4,8	3,2	3,2	1,5
Abundanzsumme	173	127	148	141	204,5	114,5	71,5	103,5	103	83,5	176	203,5	174,5	103,5	116	74,5	108,5
Abundanzsumme für den Mauerkopf	81,5	40	103,5	108	105	61	19,5	9,0	42	34,5	114,5	86,5	65	66,5	52	44,5	49
Abundanzsumme für die Mauerwand	3	9	4,5	16,5	52	12	3	0	16,5	6	28,5	0	0	0	9	3	7,5
Abundanzsumme für den Mauerfuß	88,5	78	40	16,5	47,5	41,5	49	94,5	44,5	43	33	117	109,5	37	55	27	52
Diversitätsindex (Shannon-Index)	1,8	1,2	1,9	1,8	2,1	2,1	1,9	1,4	2,5	2,2	2,7	2,5	1,9	1,5	2,1	2,2	2
Diversitätsindex Mauerkopf	1,5	0,6	1,4	1,1	1,1	1,4	1,3	0,5	1,9	1,7	2	2	0,9	1	1,3	1	1,1
Diversitätsindex Mauerwand	0,7	0,5	1,1	0,9	1,3	1,1	0,7	0	1,7	1,4	1,7	0	0	0	0,5	0,7	0
Diversitätsindex Mauerfuß	0,6	0,2	0,6	0,9	1	0,8	1,1	1,2	1	0,9	1,6	1,6	1,5	0,7	1,2	2	1,3
Evenness	62	58	76	69	72	80	75	78	82	78	89	87	84	66	80	75	78
Evenness Mauerkopf	64	58	78	57	50	85	82	65	91	89	89	87	63	60	66	56	67
Evenness Mauerwand	100	65	100	85	66	77	100	100	86	100	86	100	100	100	65	100	100
Evenness Mauerfuß	35	17	58	85	70	55	67	84	56	55	91	84	84	42	77	87	66

Tabelle A7: Lebensformen an den erfassten Mauerabschnitten.**Table A7:** Plant life-forms on the recorded wall sections.**Abkürzungen:**

nTheroMK% = Anteil Therophyten an Artenzahl am Mauerkopf in % / portion of Therophytes on the number of species on the wall top in %

nTheroMF% = Anteil Therophyten an Artenzahl am Mauerfuß in % / portion of Therophytes on the number of species on the wall base in %

nHemiMK% = Anteil Hemikryptophyten an Artenzahl am Mauerkopf in % / portion of Hemicryptophytes on the number of species on the wall top in %

nHemiMF% = Anteil Hemikryptophyten an Artenzahl am Mauerfuß in % / portion of Hemicryptophytes on the number of species on the wall base in %

nChamMK% = Anteil Chamaephyten an Artenzahl am Mauerkopf in % / portion of Chamaephytes on the number of species on the wall top in %

nChamMF% = Anteil Chamaephyten an Artenzahl am Mauerfuß in % / portion of Chamaephytes on the number of species on the wall base in %

Abschnittsnummer	1W-M2	1W-M5	1E-M2	1E-M6	1E-M10	2W-M2	2W-M4a	2W-M4b	2W-M6	2W-M8	3W-M1a	3W-M1b	3W-M2	3W-M4	4W-M1e	4W-M4a	4W-M4b
Anzahl Therophyten am Mauerkopf	7	2	4	4	2	3	2	0	4	3	6	5	1	1	3	4	2
nTheroMK%	63,6	66,7	66,7	57,1	22,2	60,0	40,0	0,0	50,0	42,9	66,7	50,0	25,0	20,0	42,9	66,7	40,0
Anzahl Therophyten an der Mauerwand	1	1	3	0	3	1	0	0	3	2	2	0	0	0	0	1	0
Anzahl Therophyten am Mauerfuß	4	1	1	2	2	1	3	1	4	3	1	1	1	3	1	4	2
nTheroMF%	66,7	33,3	33,3	66,7	50,0	25,0	60,0	25,0	66,7	60,0	16,7	14,3	16,7	60,0	20,0	40,0	28,6
Anzahl Therophyten gesamt	7	3	6	5	4	3	4	1	7	4	6	6	1	3	3	6	3
Anzahl Hemikryptophyten am Mauerkopf	2	0	1	1	4	0	1	0	2	4	1	2	1	1	2	0	1
nHemiMK%	18,2	0,0	16,7	14,3	44,4	0,0	20,0	0,0	25,0	57,1	11,1	20,0	25,0	20,0	28,6	0,0	20,0
Anzahl Hemikryptophyten an der Mauerwand	0	0	0	0	2	2	1	0	2	0	3	0	0	0	1	0	0
Anzahl Hemikryptophyten am Mauerfuß	2	1	1	0	0	2	0	3	1	0	4	4	3	1	3	5	3
nHemiMF%	33,3	33,3	33,3	0,0	0,0	50,0	0,0	75,0	16,7	0,0	66,7	57,1	50,0	20,0	60,0	50,0	42,9
Anzahl Hemikryptophyten gesamt	3	1	2	1	5	3	2	3	3	4	4	4	3	1	4	5	3
Anzahl Chamaephyten am Mauerkopf	1	1	1	2	1	1	2	2	2	0	2	3	2	2	1	1	1
nChamMK%	9,1	33,3	16,7	28,6	11,1	20,0	40,0	100,0	25,0	0,0	22,2	30,0	50,0	40,0	14,3	16,7	20,0
Anzahl Chamaephyten an der Mauerwand	1	1	0	2	1	0	0	0	1	1	2	0	0	0	1	1	1
Anzahl Chamaephyten am Mauerfuß	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	2	2	1	1	1	1
nChamMF%	0,0	33,3	0,0	0,0	0,0	0,0	20,0	0,0	0,0	0,0	16,7	28,6	33,3	20,0	20,0	10,0	14,3
Anzahl Chamaephyten gesamt	1	1	1	2	1	1	2	2	2	1	2	3	2	2	1	1	1

