Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz	Bd.23	2021	DOI: 10.6094/BLNN/Mitt/23.01	Seiten 5-39	Freiburg/Breisgau 20. März 2021

Vegetation der Lawinenbahn am „Seebuck“ (Feldberg) im Schwarzwald, Baden-Württemberg

Albert Reif, Barbara Friedrich, Winfried Meier

Zusammenfassung

Im Bereich des Feldbergs im Schwarzwald erhalten Schneelawinen bis heute natürliche Offenlandflächen in der ansonsten bewaldeten hochmontanen Stufe. Dort finden sich Primärstandorte für lichtbedürftige, konkurrenzschwache Arten der Hochlagen („Eiszeitrelikte“). Im Entstehungsbereich der Lawine herrschen sehr steile, felsige, feinerdearme Standorte mit kleinflächig wechselnden Mikrostandorten vor. Die Vegetation ist dort geprägt durch artenarme, initiale, bodensaure Magerrasen und Zwergstrauchheiden (Nardo-Callunetea). Unterhalb prägen sehr artenreiche hochmontane Hochgrasfluren den mittleren Bereich der Lawinenbahn (Sorbo-Calamagrostietum). Diese gehen über in den Auslaufbereich der Lawine. Dort kommt die Lawine zum Stillstand, dort werden mitgebrachte erodierte Erd- und Gesteinsmassen sowie Pflanzenteile abgelagert und führen zu relativ tiefgründigen, nährstoffreichen Standorten. Dies ermöglicht die Ausbildung des buschwaldartigen Schluchtweiden-Gebüsches (Salicetum appendiculatae), das von extrem biegsamen, stockausschlagfähigen Gehölzen geprägt wird, insbesondere der Weidenart *Salix appendiculata*, daneben Zwerg-Mehlbeere (*Sorbus chamaemespilus*), Mehlbeere (*Sorbus aria*), Vogelbeere (*Sorbus aucuparia*) und Berg-Ahorn (*Acer pseudoplatanus*). Die unterschiedliche Anpassung dieser Gehölze an Lawinenereignisse spiegelt sich in der spezifischen Wuchsform der Gehölze wider. Der üppige, artenreiche Unterwuchs ist geprägt von subalpinen Hochstauden. Aufgrund der Klimaänderung ist zu erwarten, dass die Lawinenhäufigkeit in den kommenden Jahren abnehmen wird. Dies wird eine Sukzession hin zum Wald zur Folge haben. Angedeutet wird dies bereits heute durch die teilweise hohen Deckungsgrade des Berg-Ahorn in der Baumschicht.

Schlüsselwörter

Nardo-Callunetea, Hochgrasflur, Calamagrostion arundinaceae, Schluchtweiden-Gebüsch, Salicetum appendiculatae.

Prof. Dr. Dr. h.c. Albert Reif, B.Sc. Barbara Friedrich, Dr. Winfried Meier, Universität Freiburg, Fakultät für Umwelt und natürliche Ressourcen, Professur für Standorts- und Vegetationskunde, Tennenbacher Str. 4, D-79106 Freiburg. E-Mail: albert.reif@waldbau.uni-freiburg.de, winfried.meier@waldbau.uni-freiburg.de

Abstract

Vegetation of the avelanche scree on „Feldberg“ Mountain, Black Forest, Baden-Württemberg

Vegetation of the avalanche scree at „Seebuck“ (Feldberg), Black Forest, Baden-Württemberg In the area around the Feldberg, a mountain in the Black Forest of Germany, snow avalanches (snow slides) continue to naturally maintain open areas in the high montane zone that would otherwise be forested. In these unforested openings primary habitat is available for shade intolerant, uncompetitive pioneer species (many ice age relics) typically found at high elevations. The avalanches start at the steep upslope. The shallow, skeleton-rich and nutrient poor soils are heterogeneous with small diverse microsites. They are vegetated with acidic grasslands and dwarf shrub heaths (Nardo-Callunetea). Below this zone, the avalanche track section is found, bearing a species rich, high montane natural grassland (Sorbo-Calamagrostietum). Into this zone snow slides transport soil, rocks, and plant parts. This intermediate zone transitions into the runout zone where the snow comes to a stop. Here soil, rocks, and plant parts are deposited. This deposition results an area of relatively deep soil rich in nutrients which enable the formation of „Krummholz“-like willow thickets (Salicetum appendiculatae). Due to their extreme flexibility and ability to resprout *Salix appendiculata*, dwarf whitebeam (*Sorbus chamaemespilus*), whitebeam (*Sorbus aria*), rowan or mountain ash (*Sorbus aucuparia)*, and sycamore maple (*Acer pseudoplatanus*) are the main species. The different adaptation strategies of these shrubby growing tree species to avalanche events is reflected in their growth traits. The abundant, species-rich understory is characterized by tall subalpine forbs. Due to climate change, it is expected, in coming years, that the avalanche frequency will decline allowing natural succession and forests to develop. This is exemplified today by the presence of mountain maple, in patches, with high cover values in the tree layer.

Key words

Nardo-Callunetea, heathland, Calamagrostion arundinaceae, tall grassland, Salicetum appendiculatae.

1. Einleitung

Mitteleuropa wäre von Natur aus zu über 95 % von Wald bedeckt, mit der Rot-Buche (*Fagus sylvatica*; im folgenden „Buche“ genannt) als dominierender Baumart der Wälder. In der Montanstufe ist Buche mit Weiß-Tanne (*Abies alba*; im folgenden „Tanne“ genannt), in der hochmontanen Stufe sowie unter stärker kontinentalen Klimabedingungen zusätzlich mit Fichte (*Picea abies*) vergesellschaftet. Auf basenreichen Böden treten Edellaubholzarten hinzu, in der Montanstufe beispielsweise Berg-Ahorn (*Acer pseudoplatanus*) und Berg-Ulme (*Ulmus glabra*). Lichtliebende Arten werden in diesen „zonalen“ Wäldern ausgedunkelt. Ihre Wuchsorte in der Naturlandschaft wären Extremstandorte mit reduzierter Deckung der Baumschicht oder natürlich waldfreie Standorte; weiterhin dynamische Standorte, auf denen immer wieder Störungen den sich entwickelnden Wald vernichten (vgl. Pickett & White 1985). Im gemäßigten Waldklima kommen als natürliche auslösende Störereignisse vor allem Starkregen mit Hochwasser, Erdrutschen und Murgängen, Bergsturz, in den Gebirgen Schneelawinen in Betracht. Da diese Störungen für bestimmte Standorte charakteristisch

sind, schaffen sie jeweils sehr spezifische Lebensräume mit einer spezifischen Ausstattung spezialisierter, oftmals seltener Arten. In einer derartigen „Ungleichgewichtslandschaft" („non-equilibrium landscape") stehen Pionier- und Übergangsstadien der Vegetationsentwicklung dauerhaft als Lebensraum zur Verfügung. Bleiben diese Störungen mittelfristig aus, so verändert sich der Lebensraum hin zur klimatischen Schlussgesellschaft, beispielsweise dem Buchen- oder Buchen-Tannen-Wald.

Ein spezifischer Ungleichgewichtslebensraum in schneereichen Gebirgen sind Lawinenbahnen, so in den Alpen (Grabherr & Mucina 1993) und an sehr seltenen Orten auch in Mittelgebirgen. Lawinen als prägende Faktoren ermöglichen ein Überleben von lichtliebenden Arten, oftmals Relikten der Eiszeit, in der klimatischen Waldstufe.

Aufgrund der Klimaänderung ist zu erwarten, dass die Häufigkeit und Stärke von Lawinen künftig abnimmt. Dies würde bedeuten, dass die Lawinenbahnen mit der Zeit tendenziell zuwachsen und zu Wald werden. Dies würde den Verlust der natürlichen Wuchsorte von Arten bedeuten, die seit der Eiszeit reliktisch überleben konnten. Um diesen Prozess im Schwarzwald in Form eines Monitoring quantifizieren zu können, ist es sinnvoll den aktuellen Zustand der Vegetation der Lawinenbahn am Seebuck zu erfassen. Diese wird im Unterschied zu den Lawinenbahnen von Osterrain/Zastler Loch nicht durch Aushieb von Gehölzen gepflegt. Ziel der Arbeit ist daher die Dokumentation der Vegetation sowie der Gehölzstruktur dieser Lebensräume. Aufbauend auf den Ergebnissen dieser Untersuchung kann das Gefährdungspotential der glazialreliktischen Pflanzenarten im Schwarzwald eingeschätzt werden, also der Arten mit Schwerpunkt in der subalpinen und alpinen Zone der Alpen. Im Detail wurden folgende Fragen untersucht: Welche Gefäßpflanzenarten und Pflanzengesellschaften kommen in den verschiedenen Lawinenzonen vor? Wie passt sich die Gehölzvegetation an Lawinen an?

2. Standortsbedingungen am Feldberg

Das Untersuchungsgebiet liegt auf dem Feldberg, der mit 1493 m der höchste Berg des Schwarzwalds ist (Metz & Saurer 2012), dort unterhalb des Bismarck-Denkmals auf dem Seebuck in Richtung Feldsee (Nordosthang). Das Untersuchungsgebiet liegt im Naturschutzgebiet Feldberg und ist Teil des Waldbiotops „Schluchtweidengebüsch nordöstlich Bismarck-Denkmal". Geomorphologisch gesehen ist es der obere Bereich der Karrückwand, an deren tiefster Stelle der Feldsee liegt (Metz & Saurer 2012).

Die Gesteine sind relativ basenreiche Gneise (Wimmenauer 2012). Dies beeinflusst auch die Böden und damit die Flora. Im Entstehungsbereich der Lawine (Abrissbereich) ist kaum Bodenbildung möglich (Rohboden bis Syrosem). Über den mittleren Bereich bis zum unteren Auslaufbereich werden die Böden zunehmend tiefgründiger, dies bei hohem Steingehalt. Hinzu kommt Hangwasserablauf aus der Karmulde bis hin zu Quellaustritten im Auslaufbereich.

Das Klima ist subatlantisch geprägt. Für die Periode zwischen 1961 und 1990 liegt die Jahresdurchschnittstemperatur bei 3,3° C. Das Temperaturmaximum liegt in den Monaten Juli und August und das Temperaturminimum im Januar und Februar.

Der durchschnittliche Jahresniederschlag beträgt 1911 mm, der zu einem großen Teil als Schnee fällt (Matzarakis 2012). Der höchste monatliche Niederschlag fällt im Dezember,

während es im September ein Niederschlagsminimum gibt. Auf dem Feldberg kann es fast ganzjährig schneien, nur im Monat August wurde noch kein Schneefall beobachtet (Matzarakis 2012). Die durchschnittliche Schneebedeckung liegt bei 157 Tagen (Matzarakis 2012).

Die Klimaänderung ist auch auf dem Feldberg wirksam. So liegen die durchschnittlichen Lufttemperaturen der Zeitperiode 2010-2018 bei 4,6 °C und damit 1,3 °C über dem zuvor langjährigen Mittel (Abb. 1). Auffallend ist, dass seit Ende der 1980er Jahre ausgesprochen schneearme Winter auftreten (Abb. 2). Winter mit dem Fall großer Schneemengen sind Schlüsseljahre für die Bildung von Lawinen. Die Hauptwindrichtung auf dem Feldberg ist West und Südwest. Aufgrund der exponierten Lage wehen Winterstürme den Schnee vom Gipfelplateau Richtung Nordosten. Dadurch werden die Nord- und Osthänge zu Schneefängern und -speichern, dort werden große Schneemengen abgelagert (Matzarakis 2012) und führen zu Lawinenabgängen (Abb. 3, 4, 5).

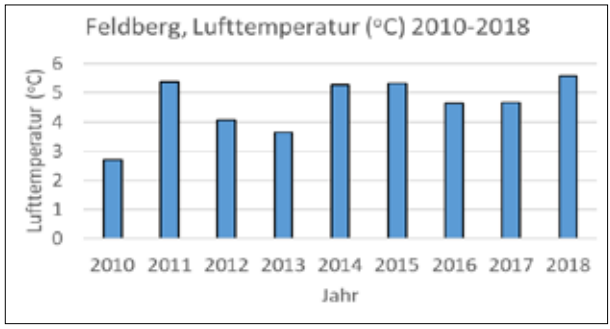


Abb. 1: Mittlere jährliche Lufttemperatur auf dem Feldberg/ Schwarzwald, Wetterstation auf 1490 m NN. Quelle: Deutscher Wetterdienst (https://cdc.dwd.de/portal/).

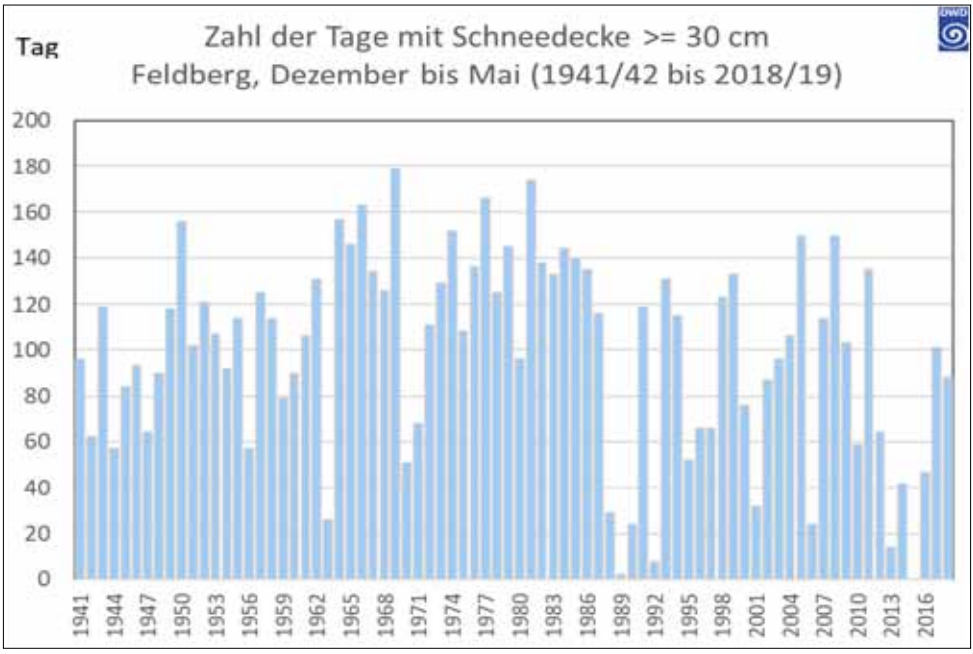


Abb. 2: Zahl der Tage mit einer Schneedecke >30 cm am Feldberg, Dezember bis Mai (1941/42 bis 2018/2019). Quelle: Deutscher Wetterdienst.

Abb. 3: Überhängende Wechte als Entstehungszentrum von Lawinen durch Abbruch der Schneemassen. Seebuck, 8.4.2018. Foto © Achim Mende (Überlingen).

Abb. 4: Lawine am Osterrain oberhalb der „Zastler Hütte", 6.1.2018. Foto © Achim Mende (Überlingen).

Abb. 5: Lawine am Osterrain oberhalb der „Zastler Hütte“, 6.1.2018. Foto © Achim Mende (Überlingen).

3. Eigenschaften der Lawinenbahn am Seebuck

Winterliche starke Westwinde sind ein zentral wichtiger Faktor bei der Lawinenbildung (Gabl & Lackinger 1988), so auch im Schwarzwald (Abb. 6, 7). Fallender Schnee wird bereits bei Windgeschwindigkeiten von 4 m/s (15 km/h) verfrachtet. Durch das Schleifen des verfrachteten Schnees wird dessen Dichte um das zwei- bis vierfache erhöht. Die Schneemassen lagern sich auf der windabgewandten Seite (Lee) durch Bildung einer spröden, schneebrettartigen Schneedecke an der Oberkante von Steilhängen ab und bleiben dort verdichtet liegen.

In der hochmontanen Zone der Mittelgebirge sind glazial gebildete Karmulden in der Leelage von waldfreien Gebirgskämmen und Plateaulagen prädestiniert für massive Schneeakkumulation. Oftmals entstehen überhängende Wechten als Entstehungszone von Lawinen (Metz & Saurer 2012). Berühmt sind oftmals mächtige, die Geländekante meterweit überragende instabile Wechtenbildungen, wie sie beispielsweise der Maler Hermann Dischler in seinem Ölgemälde „Schneewechten“ am Feldberg im Jahre 1905 festgehalten hatte.

Die sich ansammelnden Schneemassen sind die Ursache für Lawinenabgänge selbst in den Mittelgebirgen, so in den Vogesen oder dem Schwarzwald. Mit Zunahme der Schneemassen steigt die Gefahr eines Abbruchs der Wechte und der Bildung einer Lawine.

Abb. 6: Blick auf den Seebuck mit dem Bismarck-Denkmal und der darunter liegenden Lawinenbahn. Diese sogenannte „Tauernrinne" reicht bis zum Feldsee hinunter. 2.2.2018. Foto © Achim Mende (Überlingen).

Abb. 7: Abschmelzende Lawine vom 14.12.2019. Im Auslaufbereich wurden die oberen Bereiche des Schluchtweidengebüsches (Salicetum appendiculatae) überschüttet. Seebuck, Blick vom Bismarckdenkmal über die „Tauernrinne" hinunter zum Feldsee, 17.4.2020. Foto © A. Reif.

Lawinen kommen an Hängen ab einer Neigung von 30° vor (Eberhart 2010, Mair & Nairz, 2011). Sie sind charakterisiert durch ein Entstehungsgebiet, beispielsweise der Abrissbereich an Wechtenkanten, einen mittleren Bereich sowie einen Auslaufbereich. Dieser beginnt ab einer Hangneigung von ca. 20°, hier verlangsamt sich die Lawine, und der Schnee und das mitgeführte erodierte Material (Steine, Erde, mitgerissene Vegetation) lagern sich ab (Auer 2002). Lawinen treten häufiger und stärker in der Mitte und im oberen Bereich der Lawinenbahn auf. Kleinere, häufigere Lawinen betreffen nur den oberen Teil der Lawinenbahn mit wenig entwickelter Vegetation. Sehr große Lawinen mit seltener Wiederkehrdauer wirken sich tendenziell „katastrophaler" aus, da jeweils ältere Sukzessionsstadien zerstört werden.

Systematische Aufzeichnungen über Lawinenabgänge im Schwarzwald und deren genauen Verläufe existieren nicht, jedoch ist eine Reihe von starken Lawinenabgängen dokumentiert.

Große Lawinenabgänge waren früher gefürchtet. So drückte im Februar 1942 eine Lawine die Zastler Viehhütte teilweise ein. An der Zastlerwand unter dem (damaligen) Turmhotel löste sich eine „... Staublawine von einer Mächtigkeit und Ausdehnung, wie sie in der Geschichte des Feldbergs bisher nicht bekannt war. Die Lawinenbahn beträgt etwa 600-700 m" (Müller 1942). Die Hütte verfiel in den folgenden Jahren, bis sie in den ersten Nachkriegsjahren neu hergerichtet wurde (Vetter 1996). Extrem ungewöhnlich war eine weit ins obere Wiesental hinabreichende Lawine aus den 1950er Jahren, denn zuvor war der oberhalb liegende Schutzwald durch Kahlschlag („Franzosenhiebe" als Reparationsleistung an Frankreich) abgeholzt worden (Abb. 8).

Lawinenunfälle im Südschwarzwald

Der Ehrenlandesvorsitzende der Bergwacht Schwarzwald, Frank Kühnel, hat die seit 1729 im Schwarzwald abgegangenen Lawinen dokumentiert, dort vor allem am Feldberg (Quelle, wenn nicht anders angegeben: Badische Zeitung 4.3.2016; http://www.badische-zeitung.de/oberried/noteinsatz-am-feldberg-lawine-erfasst-skitourengaenger--119223009.html).

1. Februar 1902, Seebuck: Schneebruch reißt drei Angehörige eines Infanterieregiments mit, einen über den Felsen hinab zum Feldsee.

1. Januar 1939, Seebuck: Ein Mitglied einer Gruppe, die im Wechtenkessel aufsteigt, wird von einer Lawine erfasst, an Felsen geschleudert und stirbt an Schädelverletzungen.

1940, Stübenwasen-Nordhang: Ein Freiburger stirbt in einer Lawine.

23. Februar 1941, Zastler Loch: Drei Skifahrer werden verschüttet, drei Bergretter graben nach ihnen, ein Retter stirbt dabei.

1. Januar 1951, Baldenweger Buck: Der Hüttenwirt des Naturfreundehauses sucht mit zwei Begleitern und Hund eine Tourengruppe. Eine Lawine erfasst die Suchenden. Sein Hund findet den Wirt, seine Begleiter graben ihn unversehrt aus.

2. Februar 1953: Im Zastler Loch wird ein Mensch von der abbrechenden Wechte verschüttet.

1. März 1956: Der Leiter einer französischen Militär-Patrouille wird bei der Suche nach einem Soldaten unter der Zastler Wechte getötet.

18. (20.) Januar 1959: Ein Mann und eine Frau steigen von der Zastler Hütte zum Osterrain auf, eine Lawine verschüttet die Frau, sie stirbt.

9. Januar 1966: Ein Bergwacht-Mitglied wird von einer Lawine am Zastler Loch verschüttet und stirbt.

9. März 1980: Vier Bergwacht-Mitglieder sind mit einem Lawinenhund am Zastler Loch zum Üben unterwegs. Der Hundeführer wird von einer Lawine verschüttet und stirbt.

24. Februar 2002: Eine Gruppe wird am Zastler Loch von einer Lawine erfasst, ein Mensch verschüttet. Nach 80 Minuten bergen ihn Bergretter – eine Atemhöhle rettet ihn.

29.1.2010: Schneebrett-Lawine oberhalb der Baldenweger Hütte verletzt zwei Skitourengeher schwer (Quelle: Badische Zeitung, 30.1.2010).

27. Dezember 2013: Ein Mann und eine Frau steigen von der Baldenweger Hütte auf, werden von einer Lawine erfasst und in die Bäume gerissen. Die Frau wird schwer verletzt.

30. Januar 2015: Zwei Tourengeher werden im Zastler Loch von einer Lawine erfasst, einer getötet. Am Herzogenhorn werden Mitglieder einer Tourengruppe von einer Lawine erfasst, eine Verschüttete stirbt.

4.3.2016: Ein 35-jähriger Mann wird oberhalb der Zastler Hütte von einer Lawine erfasst und schwer verletzt (Quelle: Schwarzwälder Bote, 4.3.2016)

14.12.2019: Feldberg-Seebuck: Eine Lawine, bei der ein Mann verletzt wurde, erreicht den unterhalb gelegenen „Felsenweg“ und drückt alle Gehölze nieder (Quelle: BZ 15.12.2019).

4. Vegetation der Lawinenbahn

4.1. Überblick

Das Untersuchungsgebiet orientiert sich am Einzugsbereich der Lawinenereignisse am Seebuck. Die Lawinen im Untersuchungsgebiet haben ihr Abbruchgebiet an der Hangkante nahe des Bismarck-Denkmals. Unterhalb (nordöstlich) des Untersuchungsgebietes schließt sich ein Bestand mit höheren Bäumen an (v.a. Berg-Ahorn). Dieser geht in den früher ebenfalls offenen, heute bereits stark in Sukzession zum Wald befindlichen Steilhang zum Feldsee über („Tauernrinne“). Südöstlich des Gebietes liegt auf der begrenzenden Felsrippe ein geschlossener Fichtenwald. Nördlich wird die Lawinenbahn begrenzt durch einen Bergahorn-Bestand, der vermutlich ebenfalls das Ergebnis einer episodischen „Jahrhundertlawine“ ist.

Abb. 8: Arbeitseinsatz beim Lawinenabgang in Fahl (oberes Wiesental) im Winter 1952/53: In tagelanger Arbeit wurden die Schneemassen auf dem Parkplatz neben der damaligen Pension beseitigt. Diese wurde daher später in „Gasthaus Lawine" umbenannt. Quelle: Blaufuß (1988).

In den 1920er Jahren wurden Latschen (*Pinus mugo*) zur Meliorierung angepflanzt (Liehl 1966), von denen heute nur mehr wenige Reste existieren (Abb. 9). Das Gebiet am Seebuck wurde ausgewählt, da zumindest seit Jahrzehnten keine Pflegeeingriffe stattfinden. Nach einem Lawinenereignis regeneriert sich die Vegetation durch Sukzession, bis sie durch eine erneute Lawine wieder zurückgeworfen wird und die Entwicklung von Neuem beginnt. Die Vegetation der Lawinenbahn spiegelt graduell den Verlauf der Lawinen wider, beginnend vom Abrissbereich bis hin zum unteren Auslaufbereich. Das Vegetationsmuster resultiert zum einen aus den graduellen Effekten einzelner Lawinen, zum anderen jedoch aus der unterschiedlichen Stärke und Frequenz der Lawinen.

Im oberen Bereich sind auf steinig-flachgründigen Böden frühe Initialstadien der Entwicklung mit lückiger Vegetation anzutreffen. In einem mittleren Bereich auf bereits feinerdereicheren Böden können sich artenreiche Rasen („Hochgrasflur") entwickeln, da durchziehende Lawinen immer wieder die Gehölze zurückdrängen. Im Auslaufbereich entwickeln sich üppige, artenreiche Hochstaudenfluren im Unterwuchs lichter Gebüsche und vorwaldartige Bestände. Untersucht wurde Veränderung der Artenzusammensetzung der Vegetation innerhalb der Lawinenbahn sowie die Gehölzstruktur im Auslaufbereich.

4.2. Methodik

Im Sommer 2019 wurde die Vegetation (Gefäßpflanzen) dieser Lawinenbahn unterhalb des Seebucks auf insgesamt 70 Probeflächen in einer Meereshöhe von 1310 bis 1450 m NN erfasst (Abb. 10, 11). Die Probeflächenwahl orientierte sich an folgenden Kriterien:

- Systematischer Ansatz zur Erfassung der Lawinenzonen durch Vegetationstransekte, gelegen zwischen der oberen, sehr steilen und felsigen Entstehungszone über die grasreiche Mittelzone bis zum gehölzgeprägten unteren Ende der Auslaufzone besonders großer Lawinen. Erfassung in Form von der Hangrichtung folgenden Längstransekten und hangparallelen Quertransekten, jeweils von den Randbereichen der Lawinenbahn mit ihren Pionierwäldern über die Transektmitte zum gegenüberliegenden Rand.

Abb. 9: Schluchtweiden-Gebüsch im Auslaufbereich der Lawine, mit reliktischer Latsche (Pinus mugo ssp. mugo). Fluchtstäbe markieren eine Probefläche der Strukturuntersuchungen. Seebuck, 9.5.2017. Foto © A. Reif.

- Die Probefläche musste kleinstandörtlich und strukturell möglichst homogen sein. Um dies zu gewährleisten, war die Form der Probefläche quadratisch, bei Vorliegen starker lokalstandörtlicher Gradienten rechteckig, mit der Längsachse im rechten Winkel zum Hauptgradienten.

- Bei heterogenen Bedingungen am Probepunkt wurde die nächstgelegene homogene Probefläche ersatzweise aufgenommen. Dies betrifft vor allem die obere Lawinenzone mit ihrem kleinstandörtlichen Wechsel von Felsrippen, felsigen Steilhängen und Rinnenlagen in unmittelbarer Nachbarschaft.
- Zugänglichkeit.
- Zusätzlich wurden einige wenige Probeflächen aufgenommen, die besondere Struktur- oder Vegetationseigenschaften aufweisen.

Zur Erfassung der Vegetation wurden die Bestände in maximal drei Schichten eingeteilt (Krautschicht bis maximal 1 m Höhe; Strauchschicht 1 – 5 m; Baumschicht > 5 m). Auf jeder Probefläche wurden alle Gefäßpflanzenarten in allen Schichten erfasst und unter Anwendung der Deckungsgrade für jede Schicht separat geschätzt. Hierzu wurde die modifizierte Braun-Blanquet-Skala verwendet (Dierschke 1994).

Die Vegetationsaufnahmen und wichtige Standorts- und Strukturparameter wurden in einer Vegetationstabelle zusammengestellt. Die Aufnahme- und die Artengruppen wurden manuell durch traditionelle Tabellenarbeit ermittelt. Hieraus ergaben sich drei Vegetationstypen, die durch sechs Gruppen von diagnostischen Pflanzenarten differenziert wurden (Tab. I).

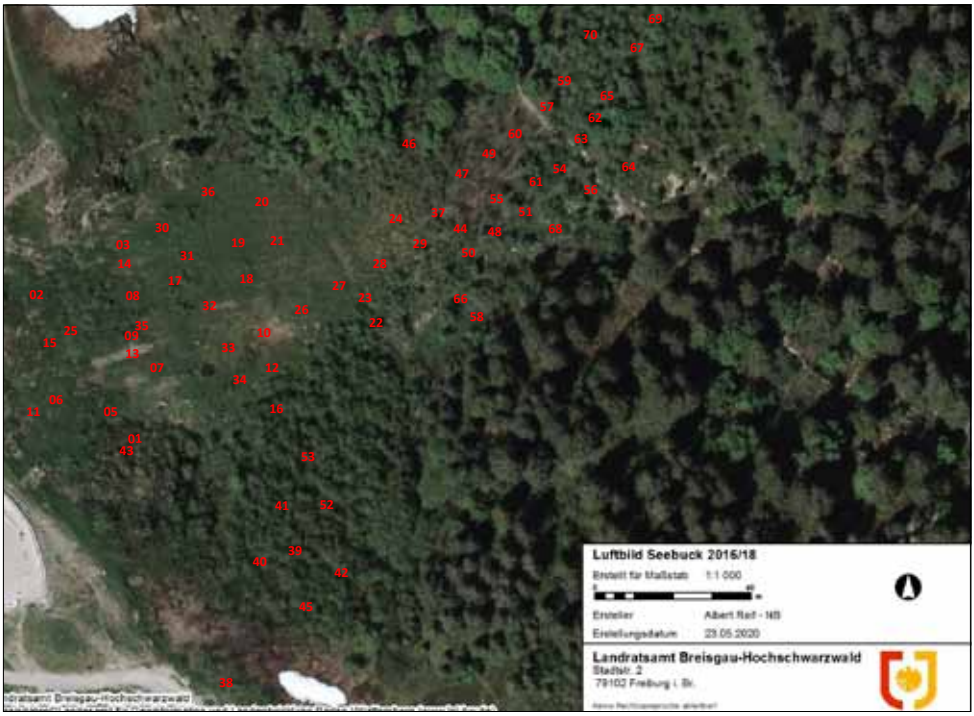


Abb. 10: Lage der Probeflächen mit den Vegetationsaufnahmen am Seebuck, östlich des Bismarck-Denkmals. Foto © Landratsamt Breisgau-Hochschwarzwald, verändert.

Abb. 11: Aufnahme der Vegetation im steilen Abrissbereich der Lawine am Oberhang. Seebuck, 18.7.2019. Foto © A. Reif.

4.3. Die Pflanzengesellschaften der Lawinenbahn

Die Vegetation am Feldberg kann prinzipiell in drei Typen untergliedert werden, die letztlich die Dynamik dieser Lawinenereignisse widerspiegeln, nämlich den Abrissbereich, einen mittleren Bereich durchziehender Schneemassen, und einen Auslaufbereich. Entsprechend dieser extrem unterschiedlichen Standortbedingungen ist auch die Vegetation grundverschieden und ohne gemeinsame Arten über alle Bereiche hinweg. Vor allem die oberen Probeflächen sind von Lawinen betroffen, die Häufigkeit und Wirkung nimmt im unteren Bereich ab.

4.3.1. Vegetation des Abrissbereichs: Initiale hochmontane Zwergstrauch-Gesellschaft (Veg.-Tab. I/1-9)

Im teilweise extrem steilen Abrissbereich der Lawinen sind die Böden regelmäßig gestört, durch Abtrag des Feinbodens wird ständig eine neue Primärsukzession eingeleitet. Die Topographie ist sehr feinskalig differenziert, mit kleinen Felsrippen im Wechsel mit feinerdearmen Rinnen. Sehr lokal gewähren Felsen Schutz vor der erodierenden Kraft der Lawinen. Dort deuten sich initiale Verbuschungen durch Pioniersträucher an. Aufgrund des sehr kleinflächigen Standortsmosaiks sind Vegetationsaufnahmen entweder floristisch artenarm wenn die Probefläche homogen sein soll; oder sie sind standörtlich heterogen, spiegeln also die Einnischung von Arten verschiedener Standortsbedingungen wider. Die gewählte Probeflächengröße (25 m²) stellt einen Kompromiss dar.

Die Vegetation bedeckt den Boden nur zu etwa 35 % (Abb. 12, 13). Dominierende Arten sind die Zwergsträucher Heidekraut (*Calluna vulgaris*) und lokal Heidelbeere (*Vaccinium myrtillus*). Weitere lokale diagnostische Arten sind Drahtschmiele (*Deschampsia flexuosa*), Harzer Labkraut (*Galium harcynicum*), Gewöhnliches Habichtskraut (*Hieracium lachenalii*), Felsen-Leimkraut (*Silene rupestris*), Alpen-Heckenrose (*Rosa pendulina*), Norwegisches Ruhrkraut (*Gnaphalium norvegicum*), Borstgras (*Nardus stricta*). Jungpflanzen von Schluchtweide (*Salix appendiculata*) sind nicht selten; kleinstandörtlich entwickeln sie sich zu niederen Gebüschen. Auf einigen Probeflächen fanden sich die Eiszeitrelikte Eis-Segge (*Carex frigida*), Schweizer Löwenzahn (*Leontodon helveticus*) und Gold-Fingerkraut (*Potentilla aurea*).

4.3.2. Vegetation des mittleren Bereichs: Hochgrasflur (Sorbo-Camalagrostietum arundinaceae) (Veg.-Tab. I/10-35)

Im mittleren Bereich der Lawinenbahn ist die erodierende Kraft der Schneemassen bereits reduziert. Dieser Abschnitt ist geprägt durch die zerstörerische Wirkung der durchziehen-

Abb. 12: Unterhalb der winterlichen Wechtenkante (im Bild oben) ist das Relief sehr heterogen. An vielen Stellen kommen Initialstadien eines heidelbeerreichen Borstgrasrasens vor. Seebuck, 26.8.2019. Foto © A. Reif

Abb. 13: Initialer Borstgrasrasen. Deutlich zu erkennen sind Jungpflanzen der Schluchtweide, deren Entwicklung jedoch immer wieder unterbrochen wird. Seebuck, 18.7.2019. Foto © A. Reif.

den Schneemassen, die jedes über die Bodenoberfläche hinausragende Hindernis mitreißen. Die Böden sind mittelgründig und skelettreich.

Die Vegetation ist sehr artenreich, der Deckungsgrad hoch (Abb. 14 – 16). Dominierend, oftmals faziesbildend sind das hochwüchsige Wald-Reitgras (*Calamagrostis arundinacea*) und der Zwergstrauch Heidelbeere. Zerstreut finden sich strauchförmige Individuen von Mehlbeere (*Sorbus aria*) und Zwerg-Mehlbeere (*Sorbus chamaemespilus*), vor allem im Übergang zum Auslaufbereich mit seinen Gebüsch- und Vorwaldstadien. Hoch- bis mittelstet sind Hemikryptophyten wie Bärwurz (*Meum athamanticum*), Goldrute (*Solidago virgaurea*), Blutwurz (*Potentilla erecta*), Wald-Witwenblume (*Knautia dipsacifolia*), Gelber Enzian (*Gentiana lutea*), Schlangen-Knöterich (*Polygonum bistorta*). Weiterhin häufig sind Weiße Hainsimse (*Luzula luzuloides*), Wiesen-Wucherblume (*Leucanthemum ircutsianum*), Scheuchzer´s Glockenblume, teilweise relativ kleinblütig (*Campanula scheuchzeri, cf. C. rotundifolia*), Rotes Straussgras (*Agrostis capillaris*), Rotschwingel (*Festuca rubra s.l.*), Geflecktes Johanniskraut (*Hypericum maculatum*), Schmalblättriges Weiden-Röschen (*Epilobium angustifolium*), Arnika (*Arnica montana*) und Großblütiger Fingerhut (*Digitalis grandiflora*). Den Schwerpunkt ihres Vorkommens haben Wald-Hainsimse (*Luzula sylvatica*), Wald-Storchschnabel (*Geranium sylvaticum*), Wurzelnder Hahnenfuß (*Ranunculus serpens*), Ährige Teufelskralle (*Phyteuma spicatum*) und Chaix´sches Rispengras (*Poa chaixii*). Der Pyrenäen-Pippau (*Crepis pyrenaica*), ein in Baden-Württemberg extrem seltenes Eiszeitrelikt, hat hier seinen Naturstandort.

Abb. 14: Mehlbeeren-Reitgras-Hochgrasflur. Deutlich zu erkennen sind Wald-Reitgras (Calamagrostis arundinacea) als dominierende Art. Daneben die Blütenpflanzen Türkenbund-Lilie (Lilium martagon), Großer Fingerhut (Digitalis grandiflora) und Gewöhnliche Goldrute (Solidago virgaurea). Seebuck, 18.7.2019. Foto © A. Reif.

Abb. 15: Türkenbund-Lilie (Lilium martagon) als beliebte Nektarquelle und Treffpunkt des Baum-Weißlings (Aporia crataegi). Die Larve lebt in den Hochlagen an der Vogelbeere. Hochgrasflur am Seebuck, 18.7.2019. Foto © A. Reif.

Abb. 16: Der Pyrenäen-Pippau (Crepis pyrenaica) hat im Übergang zwischen Hochgrasflur und initialem Schluchtweiden-Gebüsch vereinzelte Vorkommen. Seebuck, 5.8.2012. Foto © A. Reif.

Zu erwähnen sind offene Bereiche am Fuß randlicher Felsen, in denen eine nicht weiter bestimmbare Drüsenreiche Brombeere (*Rubus glandulosus* agg.) vorherrscht, zusammen mit Arten der angrenzenden Bereiche (Veg.-Tab. I/36).

4.3.3. Vegetation des Auslaufbereichs (Veg.-Tab. I/37-70)

Hochstaudenreiches Schluchtweiden-Gebüsch (Salicetum appendiculatae) (Veg.-Tab. I/46-70)

Im Auslaufbereich der Lawine kommen die Schneemassen zur Ruhe und werden zusammen mit mitgebrachtem Boden- und Pflanzenmaterial abgelagert. Die Böden sind nährstoffreich als Folge von eingetragener Feinerde, vermischt mit Steinen und mitgerissenen Pflanzenteilen. Der bodenbedingte Wasserhaushalt kann als optimal bezeichnet werden, geprägt durch Tiefgründigkeit, Hangzugwasser bis hin zu quelligen Austritten, dabei ohne stagnierende Nässe.

Im Übergangsbereich zwischen der Hochgrasflur und dem Schluchtweiden-Gebüsch kommen auf Blockstandorten Schwarze Heckenkirsche (*Lonicera nigra*) und Felsen-Traubenkirsche (*Prunus padus* ssp. *petraea*) (Abb. 17) vor (Veg.-Tab. I/46-50). Im Unterwuchs strahlen von oben her Arten der Hochgrasflur ein.

In den nach unten anschließenden Bereichen konnte sich ein dichtes Schluchtweiden-Gebüsch entwickeln, geprägt durch die mehr oder weniger stockausschlagfähigen Gehölze Berg-Ahorn, Schlucht-Weide und Vogelbeere (Abb. 18– 22). Geringstet und wenig vital versucht die Fichte (*Picea abies*) Fuß zu fassen.

Die üppige, hochwüchsige Bodenvegetation ist geprägt durch hochmontan-subalpin verbreitete Hochstauden wie Grauer Alpendost (*Adenostyles alliariae*), Alpen-Milchlattich (*Cicerbita alpina*), Fuchs-Greiskraut (*Senecio ovatus*), Frauenfarn (*Athyrium filix-femina*), Berg-Sauer-Ampfer (*Rumex alpestris*), Platanenblättriger Hahnenfuß (*Ranunculus platanifolius*), Buschwindröschen (*Anemone nemorosa*), Hain-Sternmiere (*Stellaria nemorum*), Türkenbund-Lilie, Himbeere (*Rubus idaeus*), Hasenlattich (*Prenanthes purpurea*), Hain-Greiskraut (*Senecio hercynicus*), Bärenklau (*Heracleum sphondylium ssp. elegans*), Quirlblättrige Weißwurz (*Polygonatum verticillatum*), Breitblättriger Dornfarn (*Dryopteris dilatata*), Wurmfarn (*Dryopteris filix-mas*), Alpen-Frauenfarn (*Athyrium distentifolium*) und Goldnessel (*Lamium galeobdolon*). Unmittelbar neben

Abb. 17: Vor allem an blockreichen Randbereichen gedeiht die Felsen-Traubenkirsche (Prunus padus ssp. petraea). Die mehr abstehenden bis leicht aufrechten Blütenstände sowie die starke Nervatur der Blätter sind Merkmale dieser Unterart. Seebuck, 19.5.2020. Foto © A. Reif.

den Probeflächen im Auslaufbereich kommen Seidelbast (*Daphne mezereum*) und Wald-Geißbart (*Aruncus dioicus*) vor.

An hangwasserzügigen Standorten im Übergang zu Sickerquellen treten Nässezeiger wie Behaarter Kälberkropf (*Chaerophyllum hirsutum*), Mädesüß (*Filipendula ulmaria*), Wald-Schaumkraut (*Cardamine pratensis ssp. nemorosa*), Bach-Nelkenwurz (*Geum rivale*) und Gegenblättriges Milzkraut (*Chrysosplenium oppositifolium*) auf (Veg.-Tab. I/66-70). Entlang der

Abb. 18: Schluchtweiden-Gebüsch im Auslaufbereich der abschmelzenden Lawine vom 14.12.2019, wenige Meter oberhalb des „Felsenwegs". Seebuck, 2.4.2020. Foto © A. Reif.

Abb. 19: Älteres Stadium des Schluchtweiden-Gebüschs. Die teilweise entwurzelten Schluchtweiden liegen bis zu 10 m unterhalb ihres Wurzeltellers. Durch Seitensprosse regeneriert sich das Kronendach. Jungpflanzen aus Samen entwickeln sich hier aufgrund der Konkurrenz nicht mehr. Seebuck – „Tauernrinne", 16.5.2017. Foto © A. Reif.

Abb. 20: Jungfichte im Schluchtweiden-Gebüsch. Der Stamm ist extrem säbelwüchsig, der Gipfel abgebrochen. Seebuck – „Tauernrinne", 19.5.2020. Foto © A. Reif.

Abb. 21: Männliche Blüte der zweihäusigen Schluchtweide. Seebuck, 17.4.2020. Foto © A. Reif.

Abb. 22: Weibliche Blüte der zweihäusigen Schluchtweide. Seebuck, 17.4.2020. Foto © A. Reif.

kleinen Rinnsale, die zum Feldsee hin entwässern, gedeihen Sumpf-Pippau (*Crepis paludosa*), Sumpf-Dotterblume (*Caltha palustris*), Trollblume (*Trollius europaeus*), Großer Wiesenknopf (*Sanguisorba officinalis*), Mutterwurz (*Ligusticum mutellina*), Blauer Eisenhut (*Aconitum napellus*), Frauenmantel (*Alchemilla vulgaris* agg.) und Eisenhutblättriger Hahnenfuß (*Ranunculus aconitifolius*) (Veg.-Tab. I/70).

Abb. 23: Säbelwüchsiger Pionierwald als Reinbestand der Vogelbeere (Sorbus aucuparia) an seitlichen Oberhängen der Lawinenbahn. Dort werden ebenfalls mächtige Schneemassen angesammelt, führen aber nicht zu Lawinenbildung. 17.4.2020. Foto: © A. Reif.

Vogelbeer-Pionierwald (Veg.-Tab. I/37-45)

An den seitlichen Oberhängen werden ebenfalls mächtige Schneemassen angesammelt, führen dort aber nicht zu Lawinenbildung. Dort widerstehen floristisch und strukturell ähnliche Reinbestände der Vogelbeere (*Sorbus aucuparia*) dem starken winterlichen Schneeschub. Dies äußert sich in einer ausgeprägten „Säbelwüchsigkeit" (Abb. 23). Ähnliche Bestände finden sich auch in den schneereichen Südalpen (Burga et al. 2019). Am Feldberg verzahnen sich im Unterwuchs Arten der Hochgrasflur mit den Hochstauden, die im Auslaufbereich zur Dominanz gelangen.

5. Gehölzstruktur im Auslaufbereich der Lawinen

Mit beginnendem Auslaufbereich vermögen sich Gehölze zu etablieren. Ihre Morphologie ist geprägt durch die Lawinenereignisse, also Schneedruck und Schneeschub, an den die Gehölze durch Biegsamkeit und vegetative Regenerationsfähigkeit angepasst sein müssen.

5.1. Methodik zur Erfassung der Gehölzstrukturen

Die Gehölzstruktur der Lawinenbahn am Seebuck wurde auf der Basis von 15 Probeflächen im Mai 2017 entlang von drei hangabwärts orientierten Transsekten beschrieben (Friedrich 2017) (Abb. 24). Folgende Fragen wurden bearbeitet:

- Wie sind die Gehölztaxa in der Auslaufzone verteilt? In welcher Dichte kommen sie vor?
- Welche Dimensionen können die Gehölze erreichen, welche Durchmesser am Wurzelhals haben die Stämme?
- Welche Form haben die Stämme, um der Überschüttung und dem Druck des Schnees zu widerstehen? Welche Ausrichtung haben die Stämme in Relation zum Verlauf der Lawinenbahn?
- Welche Form (Biegung) haben die Stämme?

Zur Beantwortung dieser Fragen wurden drei Strukturtranssekte in der Auslaufzone angelegt, die hangabwärts verlaufen. Die Startpunkte wurden so gewählt, dass sie in dem oberen Bereich mit lockerem Gebüsch liegen (beginnender Auslaufbereich). Sie liegen auf einer Höhenlinie mit der Ausrichtung 340° N. Die Strukturtranssekte verlaufen parallel in Richtung 70° N und sind jeweils 80 m lang. Sie enden innerhalb des unteren Auslaufbereichs wenige Meter unterhalb des Wanderwegs („Felsenweg"), der durch das Untersuchungsgebiet führt (Abbildung 24).

Auf jedem Strukturtranssekt wurden mit gleichen Abständen 5 Probeflächen angelegt. Der Abstand zwischen den Mittelpunkten beträgt 16 m (ohne Hangkorrektur), der oberste bzw. unterste Mittelpunkt hat zum Transsektstart bzw. -ende einen Abstand von 8 m. Der Mittelpunkt jeder Probefläche wurde per GPS-Gerät eingemessen. Die Probeflächen haben in Anlehnung an Bohner et al. (2009) eine Größe von 25 m^2 und eine quadratische Form mit einer Seitenlänge von 5 m (Abbildung 24).

Für jede Probefläche wurde die Hangneigung (in Grad) gemessen. Im gehölzbestandenen Bereich der Lawinenbahn liegt die Hangneigung zwischen 5° und 35°. Dabei liegt die Hang-

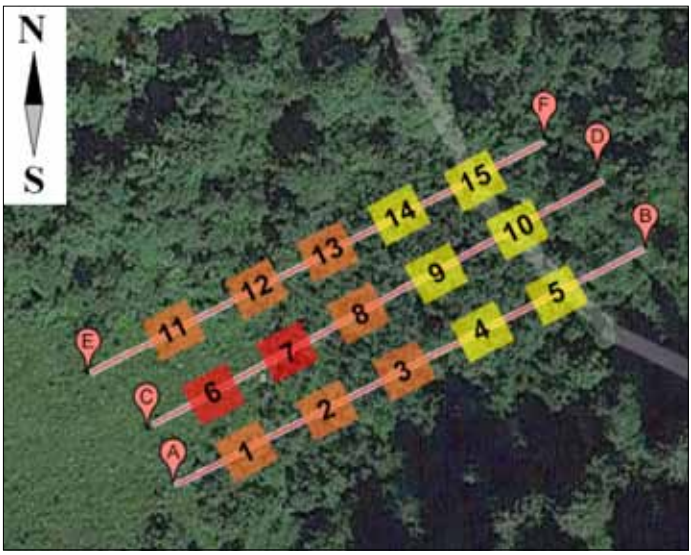


Abb. 24: Lage der Probeflächen auf den drei Strukturtranssekten in der Auslaufzone der Lawinenbahn. Im Strukturtyp I (rot) wirken Lawinen am häufigsten und am stärksten. Im mittleren Strukturtyp II (orange) kommt es noch regelmäßig zu Lawinen. Im Strukturtyp III (gelb) gibt es nur selten Lawinen. Kartenquelle: Google Earth, bearbeitet. 03.07.17

neigung der oberen zwei Probeflächen eines jeden Strukturtranssekts bei 28° bis 35°, die jeweils zwei unteren Probeflächen bei 5° bis 23°.

Die Probeflächen wurden aufgrund ihrer Lage und Struktur drei Strukturtypen zugeordnet. Die Hangneigung nimmt von Strukturtyp I zu Strukturtyp III ab. In Bereich I kommt es noch häufig zu Lawinen, die hier auch am stärksten wirken. Im Strukturtyp II wirken die Lawinen seltener und schwächer als im Strukturtyp I. Im Strukturtyp III kommt es am seltensten zu Lawinen (Abb. 24).

Bezüglich der Gehölzstruktur wurden die Individuen der Gattung *Sorbus* (am häufigsten: Vogelbeere, *Sorbus aucuparia*; im oberen Randbereich auch Mehlbeere, *S. aria* agg. und Zwerg-Mehlbeere, *S. chamaemespilus*), der Schluchtweide (*Salix appendiculata*), von Bergahorn (*Acer pseudoplatanus*) und die vereinzelten Jungwüchse von Fichte (*Picea abies*) aufgenommen. Zur Beschreibung der Bestockungsdichte wurde für jede Probefläche die Anzahl der Individuen an Gehölzen erfasst (Basis für die Hochrechnung von Probeflächen auf hektarbezogene Werte).

Durch den gewaltigen Druck von Lawinen müssen überlebende Gehölze angepasst sein. Daher wurde die Morphologie der Gehölze charakterisiert. Hierzu wurde jeweils das Individuum eines jeden der 4 Taxa ausgewählt, welches zum Mittelpunkt der Probefläche am nächsten stand. Wenn das Individuum aufgrund von Stockausschlägen mehrstämmig war, wurde der Stamm mit dem größten Durchmesser vermessen. Insgesamt wurden 37 Individuen dokumentiert, davon 11 Individuen von Berg-Ahorn, 13 der Schluchtweide, 10 der Gattung *Sorbus* (v.a. Vogelbeeren) und 3 Fichten. Folgende Parameter wurden erfasst:

- Durchmesser des Haupttriebs am Wurzelhals (bei Individuen mit Stockausschlägen wurde jeweils der Stamm mit dem größten Durchmesser aufgenommen) als Indikator für Resilienz und Vitalität des Individuums;

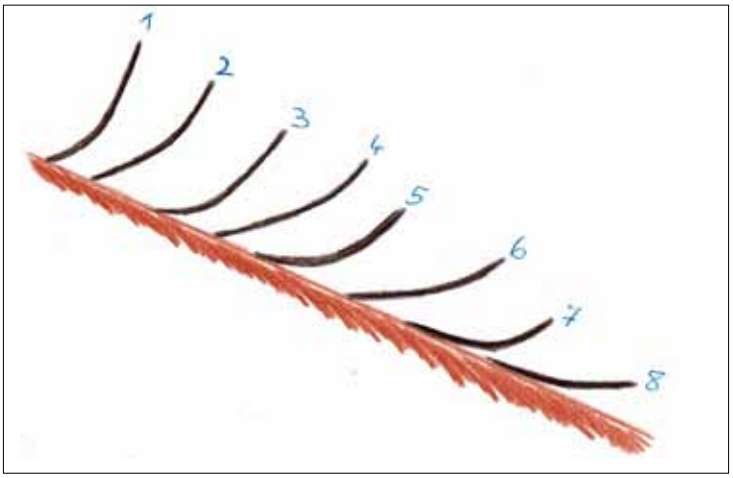


Abb. 25: Biegungsschablone mit 8 möglichen Biegungsformen.

- Himmelsrichtung von der Stammbasis zur Spitze (Indikator für die Einregelung des Stammes in Relation zur Laufrichtung der Lawine, damit die Flexibilität);
- Biegungsform zwischen der Basis und der Spitze eines Stammes, gebogen gewachsene Stämme wurden anhand einer Biegungsschablone einer Biegungsform zugeordnet (Abb. 25) (Indikator für Flexibilität und damit Resistenz gegenüber Schädigung durch Lawinen).

5.2. Gehölzstrukturen im Auslaufbereich

Am oberen Beginn des Auslaufbereichs können Jungpflanzen von Gehölzen überleben, dort setzt die Verbuschung ein. Sie nimmt zu den seitlichen Bereichen und zum unteren Ende des Auslaufbereichs hin zu und ist ein Hinweis auf (abnehmende) Häufigkeit und Intensität von Lawinenereignissen.

Das Niederdrücken durch Lawinen erfordert Biegsamkeit und Zugfestigkeit, die Konkurrenz um Licht erfordert Höhenwachstum. Realisiert wird dies durch teilweises Wiederaufrichten der niedergedrückten Stämme nach der Schneeschmelze sowie Tendenzen eines vertikal orientierten Wachstums im Gipfelbereich.

Insgesamt wurden 172 Individuen der stockausschlagfähigen Gehölztaxa Berg-Ahorn, Schluchtweide, Sorbus-Arten sowie 4 Jungpflanzen der nicht stockausschlagfähigen Fichte auf den insgesamt 15 Probeflächen erfasst (Tab. 1). Das ergibt eine rechnerische Dichte von 4600 Gehölzindividuen/ha. 51 Individuen waren Berg-Ahorn, 53 waren Schluchtweiden, 64 waren *Sorbus*-Arten, meistens Vogelbeeren,und 4 waren Jungfichten.

Art	Transekt 1	Transekt 2	Transekt 3
A. pseudoplatanus	28	9	14
S. appendiculata	15	14	24
S. aucuparia	8	49	7
P. abies	0	1	3
gesamt	51	73	48

Tab. 1: Häufigkeiten der Gehölzindividuen in den 3 Strukturtransekten.

Die Anteile von Berg-Ahorn waren höher in den mehr peripher gelegenen Strukturtranssekten 1 und 3; die Vorkommen der Schluchtweide waren in etwas gleich verteilt; die *Sorbus*-Arten (am häufigsten Vogelbeere, im Kontaktbereich zu den Hochgrasfluren auch Mehlbeere und Zwerg-Mehlbeere) weisen eine klare Dominanz im Strukturtranssekt 2 auf, der auch den oberen Bereich der Auslaufzone enthält. Sehr selten finden sich Jugendstadien der Fichte mit noch biegsamen Stämmen.

Innerhalb des Auslaufbereichs nimmt die Individuenzahl an Gehölzen nach unten hin ab (Tab. 2), die Größe der Individuen zu. Indikator hierfür ist der Stammdurchmesser am Wurzelhals, dessen Median nimmt vom oberen zum unteren Strukturtyp zu (Tab. 2, Abb. 25).

Die Ausrichtung der Stämme (Mittelwert 65° + 20°) entspricht weitgehend dem Verlauf der Lawinenbahn (70° ONO) (Abb. 27). Diese Ausrichtung

Tab. 2: Gehölze in den 3 Strukturtypen der Auslaufzone der Lawinen.

	Strukturtyp I (oben)	**Strukturtyp II (mittel)**	**Strukturtyp III (unten)**
Gehölzindividuen (absolut)	51 (2 Probeflächen)	72 (7 Probeflächen)	49 (6 Probeflächen)
Gehölzindividuen (n/ha)	10.200	4.120	3.280
Acer pseudoplatanus, Anteil in % (n = 51)	-	35	54
Sorbus sp., Anteil in % (n = 64)	86	15	18
Salix appendiculata, Anteil in % (n = 53)	14	46	27
Picea abies, Anteil in % (n = 4)	-	4	2
Median Stammdurchmesser (Wurzelhals), in cm	0,9	3,3	6

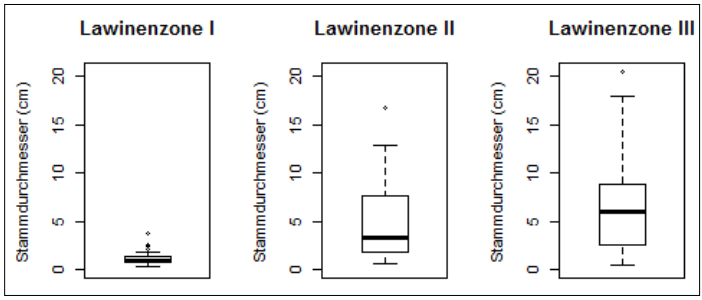


Abb. 26: Wurzelhalsdurchmesser (alle Individuen) für die Strukturtypen I bis III der Auslaufzone.

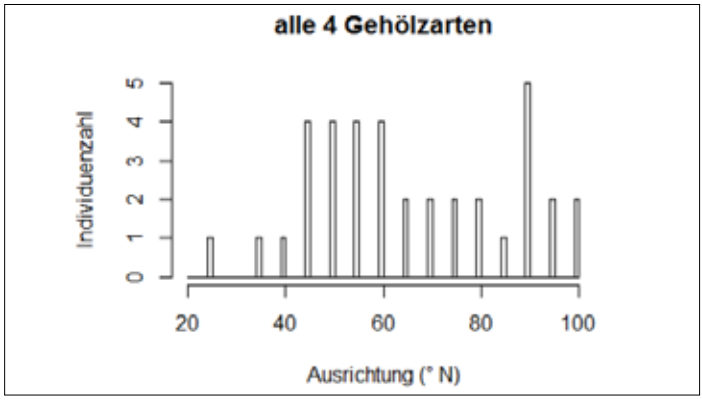


Abb. 27: Absolute Häufigkeiten der Ausrichtung der Stämme (alle Arten) in Relation zum Verlauf der Lawinenbahn (70° ONO).

der Stämme ist ein Hinweis auf die winterliche Deformation durch den Schnee. Die Gehölzarten unterscheiden sich in der Orientierung ihrer Stämme kaum.

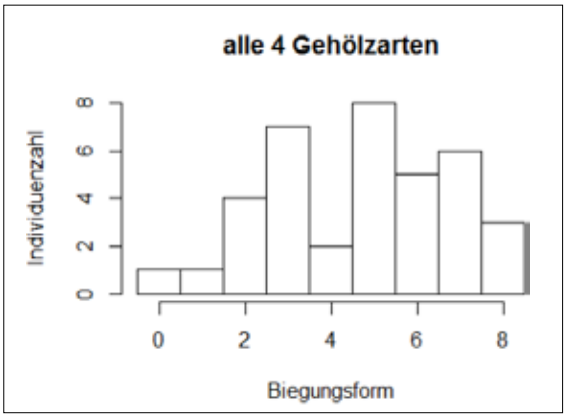


Abb. 28: Absolute Häufigkeiten der Biegungsformen (alle Arten).

36 von 37 untersuchten Individuen hatten einen gebogenen, „säbelwüchsigen“ Stamm (Abb. 28). Alle Biegungsformen waren vertreten. Säbelwuchs entsteht durch das regelmäßige Umdrücken des Stammes durch den Druck von Schnee und Lawinen. Die Pflanzen können sich während der Vegetationsperiode zumindest teilweise wieder aufrichten (Wasem 2005). Zum Vergleich: Auf einer Lawinenbahn bei Davos (CH) wurde bei 70% des Bestandes Säbelwuchs an Bäumen nachgewiesen (Eberhart 2010).

6. Diskussion

Die Lawinenbahn am Seebuck ist bis heute durch rezente Lawinen geprägt, zuletzt im Dezember 2019. Ähnlich wie in Flussauen das Hochwasser sind auch in Lawinenbahnen mehr oder regelmäßig wiederkehrende, plötzliche, kurzzeitige Standortsveränderungen eine Grundvoraussetzung für die entsprechenden Artenzusammensetzungen. Naturgemäß unterliegen diese in den Perioden zwischen den Störungsereignissen sukzessionalen Entwicklungen, die allerdings nicht von Dauer sind. So bilden sich dynamische Ungleichgewichtslandschaften heraus, für deren prägenden Einflußfaktor der Begriff „Störung“ inadäquat ist, hier wäre der wertneutrale englische Begriff „disturbance“ treffender.

Da die „disturbance“-Effekte in einem Gradienten entlang des Verlaufs der Lawinen unterschiedlich ausgeprägt sind, finden sich dort sehr unterschiedlichen Boden- und Vegetationszustände. Im felsigen Abrissbereich ist die Vegetation lückig, Arten mit Pioniereigenschaften und Stresstoleranz herrschen vor. Der mittlere Bereich wird von der Lawine „überfahren“, hemikryptophytische Gräser und Stauden sowie der Zwergstrauch Heidelbeere dominieren. Mit beginnendem Auslaufbereich können sich Gehölze mit Pioniereigenschaften etablieren. Diese müssen gegen Schneedruck und Schneeschub durch ausgeprägte vegetative Regenerationsfähigkeit (Stockausschläge), schnelles Wachstum, Biegsamkeit und Zugfestigkeit angepasst sein.

Insgesamt ähnelt die Vegetation der Lawinenbahn am Seebuck derjenigen in den Hochlagen der Vogesen und der Alpen, ist jedoch floristisch ärmer (Bogenrieder 2001, 2013; Hügin 2006). Dies hat klimatische und topographische Ursachen. Im Vergleich zu den Vogesen finden sich im hochmontanen Schwarzwald nur wenige ostexponierte Steilhänge, in welche von den darüber befindlichen Plateaulagen der Schnee hineingeweht wird, zudem sind

die Niederschläge etwas weniger hoch. Daher konnten sich Hochgrasfluren, hochstaudenreiche Pioniergebüsche und Hochstaudenbestände auf wesentlich größeren Flächen herausbilden, in denen Alpenpflanzen als Eiszeitrelikte auftreten (vgl. Issler 1925/26, 1942; Bogenrieder 2001, 2013; Bogenrieder & Wilmanns 1968; Hügin 2006).

Die Vegetation der Lawinenbahn wird in ihrer Entwicklung durch Lawinenabgänge immer wieder zurückgeworfen. Die resultierenden Pflanzengesellschaften sind daher dynamisch fluktuierende Phasen einer Dauergesellschaft, die als topographische waldfreie Klimaxvegetation interpretiert werden kann (vg. Oberdorfer 1982). Demzufolge werden beispielsweise die artenreichen Hochgrasfluren von einigen Autoren als „Urwiesen" eingestuft (Carbiener 1969, Oberdorfer 1978). Als von Natur aus waldfreie Standorte ermöglichen sie lichtliebenden Arten ein Überleben in einer Landschaft, in welcher Wälder Schattentoleranz des Unterwuchses „erzwingen". Dies ist umso bedeutender, als diese Habitatkonstanz eiszeitlichen Reliktarten bis heute Nischen bietet.

Von diesen Naturstandorten aus vermochten einige Arten wie Gelber Enzian, Gold-Fingerkraut, Scheuchzer´s Glockenblume und Schweizer Löwenzahn als „progressive Glazialrelik-

Abb. 29: Jungpflanze der Douglasie, umgeben von Jungpflanzen der Schluchtweide und fruktifizierender Gewöhnlicher Goldrute. Oberhang im steilen Abrissbereich der Lawine am Seebuck. 1440 m NN, 26.8.2019. Foto: © A. Reif.

te“ sekundär auch von Menschen geschaffene Lebensräume besiedeln, insbesondere Borstgrasrasen, Heiden und Wirtschaftswiesen der Montanstufe der Mittelgebirge.

Andere Arten sind bis heute nur sehr lokal verbreitet und selten. Der Schaben-Pippau (*Crepis pyrenaica*) besitzt am Seebuck seine einzigen Vorkommen in Baden-Württemberg. Ebenfalls lokal vorkommend und selten sind Hasenlattich-Habichtskraut (*Hieracium prenanthoides*). Die Felsen-Traubenkirsche ist eine europäisch-westsibirische Art mit Schwerpunkt der Verbreitung in der subborealen und borealen Zone (Meusel et al. 1965). Am Feldberg befindet sich ihr einziges Vorkommen in Baden-Württemberg. Die Eis-Segge ist ein Spezialist kaltstenothermer Quellbereiche, kann jedoch vereinzelt wie am Seebuck auch als Pionier auf Rohboden auftreten. Etwas häufigere Hochlagenarten sind Felsen-Leimkraut und Norwegisches Ruhrkraut.

Es ist zu erwarten, dass durch den Klimawandel alle hochmontanen Lebensräume sich stark verändern und viele ihrer Arten aussterben werden. Bereits heute finden sich einzelne Jungpflanzen der Douglasie (*Pseudotsuga menziesii*) und der Hainbuche (*Carpinus betulus*) in der Lawinenbahn unterhalb des Bismarck-Denkmals (Abb. 29, 30).

Abb. 30: Jungpflanze der Hainbuche am Oberhang im steilen Abrissbereich am Seebuck. 1440 m NN, 18.7.2019. Foto: © A. Reif.

Danksagung

Vielen Dank an Prof. Dr. Arno Bogenrieder für hilfreiche Kommentare; Dr. Günther Gottschlich (Bestimmung von *Hieracium lachenalii*); Dr. Stefan Kaufmann (Bestimmung der Moose); Prof. Dr. Andreas Matzarakis (DWD, Klima); Achim Mende (Überlingen) für die Überlassung seiner Fotos; Bernhard Thiel für die Übersetzung der Zusammenfassung ins Englische; Gerd Süssbier für das sorgfältige Korrekturlesen.

Literatur

Auer, M. (2002): Lawinengefahr und Lawinenschutz. – Alpines Sicherheits- und Informationszentrum, Stanz bei Landeck. https://alpinesicherheit.com/2002/lawinengefahr-und-lawinenschutz-di-martin-auer/

Blaufuß, I. (1988): Das Fahler Wirtshaus. Geschichte und Geschichten um Fahl und das Gasthaus zum Adler. 339 S., Ski-Club Frankenthal e.v., Frankenthal.

Bogenrieder, A. (2001): Schwarzwald und Vogesen – ein vegetationskundlicher Vergleich. – Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz N.F. 17: 745-792.

Bogenrieder, A. (2013): Der Feldberg im Schwarzwald. S. 7-28 in Reif A. (Hrsg): Tuexenia Beiheft Nr. 6, Jahrestagung der Floristisch-soziologischen Arbeitsgemeinschaft (FlorSoz) in Freiburg im Breisgau 2013.

Bogenrieder, A. & Wilmanns, O. (1968): Zur Floristik und Ökologie einiger Pflanzen schneegeprägter Standorte im Naturschutzgebiet Feldberg (Schwarzwald). – Veröff. Landesst. f. Naturschutz u. Landschaftspfl. Bad.-Württ. 36: 9-26.

Burga, C.A., Bührer, S. & Klötzli, F. (2019): Mountain ash (*Sorbus aucuparia*) forests of the Central and Southern Alps (Grisons and Ticino, Switzerland – Prov. Verbano-Cusio-Ossola, N-Italy): Plant ecological and phytosociological aspects. Tuexenia 39: 121-138. doi: 10.14471/2019.39.016

Bohner, A., Habeler, H. Starlinger F. & Suanjak, M. (2009): Wirken Lawinen nur zerstörend? S. 1-8 in Online-Fachzeitschrift des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (Hrsg: Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft Österreich). https://www.bmlrt.gv.at/land/laendl_entwicklung/Online-Fachzeitschrift-Laendlicher-Raum/archiv/2009/bohner.html

Carbiener, R. (1969): Subalpine primäre Hochgrasprärien im herzynischen Gebirgsraum Europas, mit besonderer Berücksichtigung der Vogesen und des Massif Central. – Mitt. Flor.-Soz. Arbeitsgem. N.F. 14: 322-345.

Dierschke, H. (1994): Pflanzensoziologie. Grundlagen und Methoden. Ulmer, Stuttgart.

Eberhart, J. (2010): Schnee: drückt, kriecht, gleitet. – Zeitschrift „Specht" der Stiftung Bergwaldprojekt 01/2010: 2-4.

Friedrich, B. (2017): Auswirkungen von Schnee und Lawinen auf Gehölze im Bereich einer Lawinenbahn am Feldberg, Schwarzwald. Bachelorarbeit, 54 S., Universität Freiburg, Professur für Standorts- und Vegetationskunde.

Gabl, K. & Lackinger, B. (Hrsg.) (1988): Lawinenhandbuch. 224 S. Tyrolia Verlag, Innsbruck, Wien.

Grabherr, G. & Mucina, L. (1993): Die Pflanzengesellschaften Österreichs. Teil II – Natürliche waldfreie Vegetation. 523 S., Gustav Fischer, Jena, Stuttgart, New York.

Hügin, G. (2006): Die Hochlagenflora des Schwarzwalds und seiner Nachbargebirge. Liste der in Schwarzwald, Vogesen, Nord-Jura und Schwäbischer Alb oberhalb 1000 m nachgewiesenen Farn- und Samenpflanzen. – Kochia 1: 49-104.

Issler, E. (1942): Vegetationskunde der Vogesen, Pflanzensoziologie 5: 189 S. Gustav Fischer, Jena.

Issler, E. (1925/26): Les associations végétales des Vosges méridionales et de la plaine rhénane avoisinante – Bulletin de la Société Historique Nationale de Colmar Tome XVII-XXVII. 426 p.

Liehl, E. (1966): Das Zastler Loch, der Kern des subalpinen Naturschutzgebiets Feldberg. – Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz 9: 1-10.

Ludemann, T. (2012): Die Waldlebensräume und ihre Vegetation – Standorte, Charakterisierung und Verbreitung. S. 180-278 in: Regierungspräsidium Freiburg (Hrsg.): Der Feldberg. Subalpine Insel im Schwarzwald. Jan Thorbecke Verlag, Ostfildern.

Matzarakis, A. (2012): Klima. – S. 95-106 in: Regierungspräsidium Freiburg (Hrsg.): Der Feldberg. Subalpine Insel im Schwarzwald. Jan Thorbecke Verlag, Ostfildern.

Metz, B. & Saurer, H. (2012): Geomorphologie und Landschaftsentwicklung. – S. 18-62 in: Regierungspräsidium Freiburg (Hrsg.): Der Feldberg. Subalpine Insel im Schwarzwald. Jan Thorbecke Verlag, Ostfildern.

Meusel, H., Jäger, E. & Weinert, E. (1965): Vergleichende Chorologie der zentraleuropäischen Flora. G. Fischer, Jena.

Müller, K. (1942): Lawine am Feldberg zerstört Zastler Viehhütte. – Mitt. Bad. Landesver. f. Naturk. u. Natursch. N.F. 4: 377-378.

Oberdorfer, E. (1978): Klasse Betulo-Adenostyletea Br.-Bl. et Tx. 43. – S. 329-355 in: Oberdorfer, E. (Hrsg): Süddeutsche Pflanzengesellschaften Teil II. 2. Aufl., 355 S., Gustav Fischer, Jena.

Oberdorfer, E. (1982): Erläuterungen zur vegetationskundlichen Karte Feldberg 1: 25.000. – Beih. Veröff. f. Natursch u. Landschaftspfl. in Baden-Württemberg 28: 1-83.

Pickett, S.T.A. & White, P.S. (Hrsg.) (1985): The Ecology of Natural Disturbance and Patch Dynamics. 472 S., Academic Press Inc., Orlando, Florida.

Regierungspräsidium Freiburg (Hrsg.) (2012): Der Feldberg. Subalpine Insel im Schwarzwald. 488 S., Jan Thorbecke Verlag, Ostfildern.

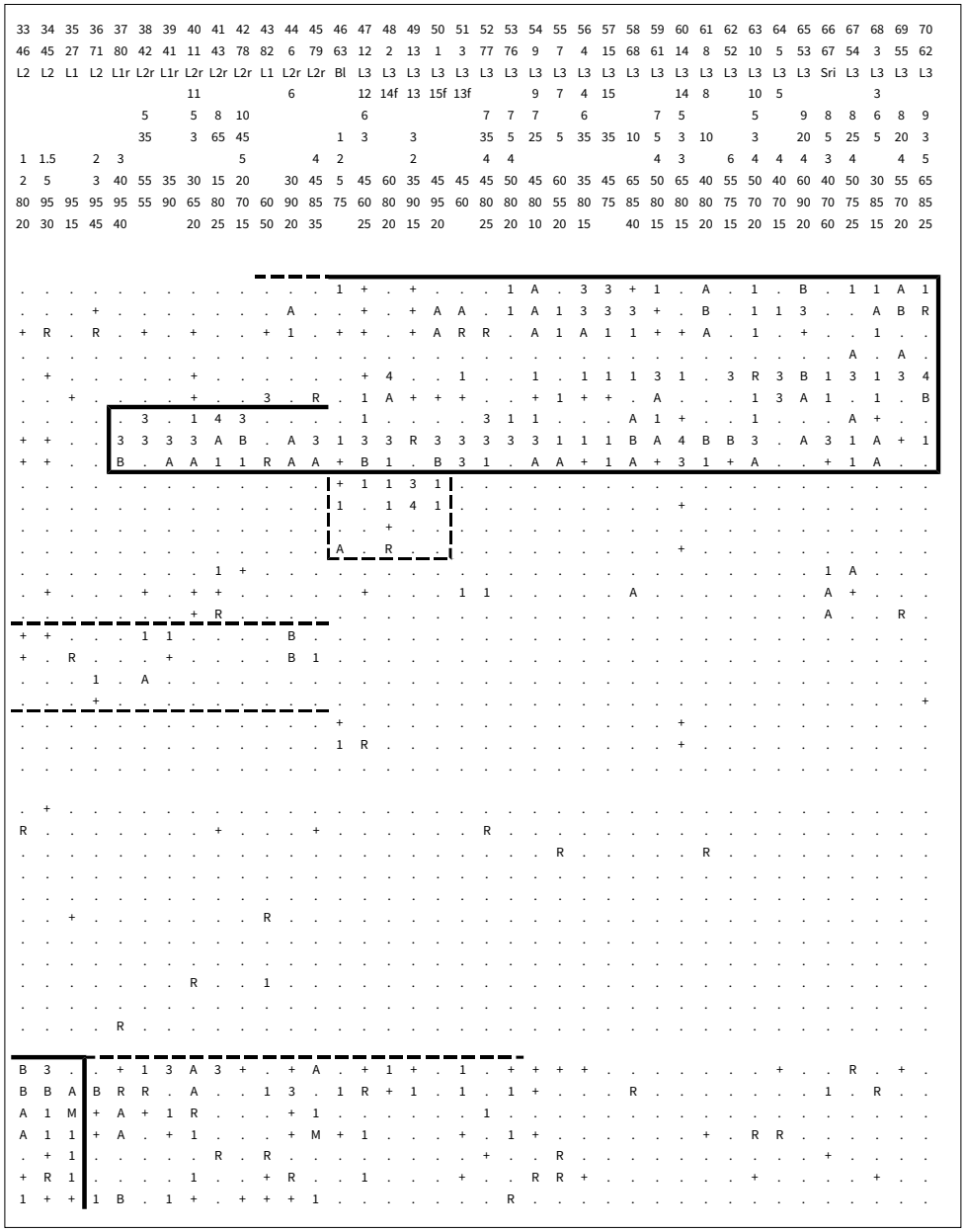
Vetter, A. (1996): Feldberg im Schwarzwald. Selbstverlag der Gemeinde Feldberg.

WASEM, U. (2005): Auswirkungen von Schnee und Lawinen auf junge Bäume. – http://www.waldwissen.net/wald/schutzfunktion/schnee/wsl_schnee_baeume/index_DE, Stand: 10.02.2005, Zugriff am 01.07.2017.

Wimmenauer, W. (2012): Das Grundgebirge im Feldberggebiet. – S. 63-94 in: Regierungspräsidium Freiburg (Hrsg.): Der Feldberg. Subalpine Insel im Schwarzwald. Jan Thorbecke Verlag, Ostfildern.

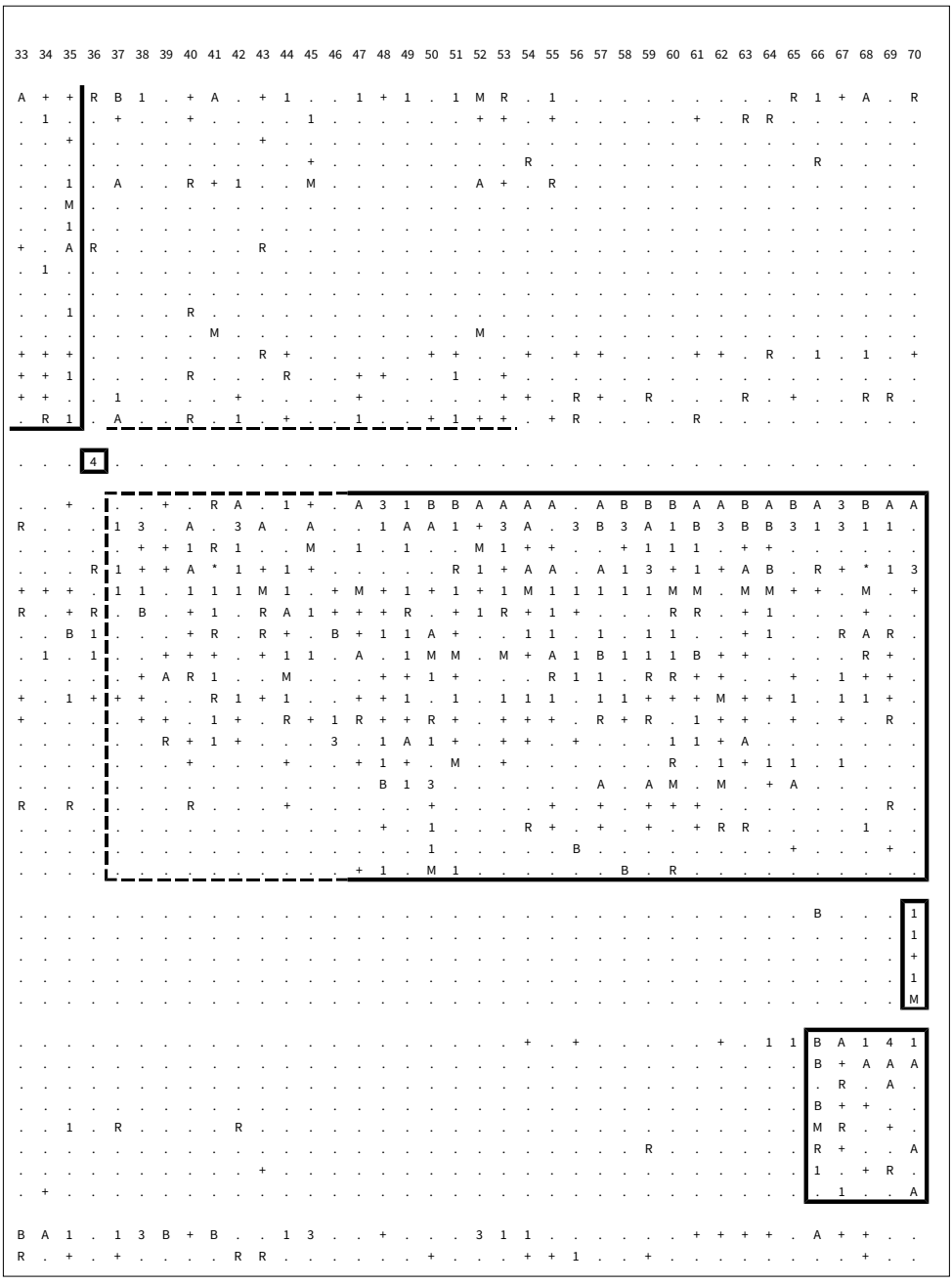
Tab. I: Vegetation der Lawinenbahn am Seebuck, Feldberg, Schwarzwald:
1-9: Zwergstrauch-Gesellschaft (Nardo-Callunetea); 10-35: Hochgrasflur (Sorbo-Camalagrostietum arundinaceae); 36: Brombeer-Bestand; 37- 45 Vogelbeer-Gebüsch; 46-70: Schluchtweiden-Gebüsch (Salicetum appendiculatae). – Abkürzungen: L1 Lawinenzone, Abrissbereich; L1r Lawinenzone, Abrissbereich, randlich; L21 Lawinenzone, Übergang Abrissbereich – mittlerer Bereich; L2 Lawinenzone, mittlerer Bereich; L2r Lawinenzone, mittlerer Bereich, randlich; L23 Lawinenzone, Übergang mittlerer Bereich – Auslaufbereich; L3 Lawinenzone, Auslaufbereich; Bl Blockig, Randbereich; Sri Steilhang in Tauernrinne.

Laufende Nummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
Technische AufnNr	83	90	89	84	81	29	26	87	86	25	30	74	85	88	91	75	31	73	72	70	69	66	65	64	28	24	23	22	21	49	48	47
Lawinenzone	L1	L1	L1	L1	L1	L1	L21	L1	L1	L2	L1	L2	L1	L1	L1	L2	L2	L2	L2	L2	L2	L23	L23	L23	L1	L2	L2	L2	L2	L2	L2	L2
ID Strukturaufnahme																																
Höhe B (m)																																
Deckung B (%)																																
Höhe S (m)													1		2					4			2	1	1							
Deckung S (%)													3		10		1			20			3	1	1					5		3
Deckung K (%)	30	55	40	70	20	20	25	45	75	95	95	85	90	85	85	95	90	95	90	90	95	95	90	90	15	95	95	95	95	90	25	90
Hangneigung (Grad)	45	45	50	40	50	60	35	35	45	35	50	35	35	45	50	30	30	30		45	35	30			55	30	25		15	20	30	20
Gehölze																																
Acer pseudoplatanus B	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Acer pseudoplatanus S	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1	.	R	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Acer pseudoplatanus	.	.	.	+	.	R	.	.	.	R	.	.	1	R	1	.	R	.	.	.	R	.	+	.	.	R	.	.	.	.	R	R
Salix appendiculata B	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Salix appendiculata S	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	A	.	.	.	.	+	.	.	.	.	A	.	1
Salix appendiculata	1	.	.	+	1	+	1	+	.	+	R	R	1	+	B	.	.	.	+	.	.	R	.	.	B	+	R	.	R	.	R	+
Sorbus aucuparia B	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Sorbus aucuparia S	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.
Sorbus aucuparia	.	R	.	R	R	.	.	.	.	.	.	+	+	R	.	+	R	.	+	+	+	+	+	.	.	.	+	R	+	.	.	+
Prunus padus petraea S	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Prunus padus petraea	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Lonicera nigra S	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Lonicera nigra	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Picea abies B	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Picea abies S	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Picea abies	+	.	.	R	R	.	R	+	.	.	.	R	.	R	.	R	.	.	R	.	.	.	.	.	R	.	.	.	R	.	R	.
Sorbus chamaemespilus S	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Sorbus chamaemespilus	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	1	.	+	A	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1
Sorbus aria agg S	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	A	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
Sorbus aria agg	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	+	+	R	.	.	.	.
Sambucus racemosa S	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Sambucus racemosa	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Salix x multinervis	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	A	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
D Initiale hochmontane Zwergstrauch-Gesellschaft (Nardo-Callunetea) (Abrißbereich der Lawine)																																
Calluna vulgaris	B	B	A	1	A	1	B	B	A	1	.	A	.	R	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.
Deschampsia flexuosa	R	+	+	+	1	M	1	.	+	1	.	M	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	1	M	.	.	.	.
Galium harcynicum	+	1	+	+	+	+	R	.	.	R	R	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Hieracium lachenalii	+	.	.	+	+	+	M	1	1	R	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Silene rupestris	.	+	1	+	R	.	R	R	R	R	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Rosa pendulina	.	R	.	1	.	.	.	+	+	.	+	.	1	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.
Gnaphalium norvegicum	.	R	R	+	R	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Nardus stricta	.	+	R	.	.	.	+	B	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Rubus saxatilis	.	.	.	+	R	.	.	.	.	.	1	.	R	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Hieracium prenanthoides	.	1	.	R	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
Hieracium laevigatum	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
D2 Hochgrasflur (Sorbo-Camalagrostietum arundinaceae) im mittleren Bereich der Lawinenbahn																																
Vaccinium myrtillus	.	3	3	A	R	.	+	+	3	3	+	4	+	.	A	4	1	3	3	3	3	3	4	B	B	.	3	4	4	5	1	3	B
Calamagrostis arundinacea	.	M	1	3	1	.	+	1	A	B	3	B	B	4	3	+	4	3	3	3	3	B	B	4	3	1	A	A	M	4	3	4
Meum athamanticum	R	+	.	1	+	+	+	1	.	M	+	.	+	.	.	B	M	B	B	1	1	B	A	1	.	B	A	B	M	1	M	M
Solidago virgaurea	.	1	.	A	1	M	+	.	M	A	A	M	+	M	M	A	1	1	A	A	A	A	A	M	.	A	A	A	1	M	M	.
Potentilla erecta	+	1	.	.	R	+	1	+	1	A	A	M	+	A	1	M	1	.	M	A	M	A	.	.	M	B	A	A	1	+	1	1
Knautia dipsacifolia	.	+	.	+	+	1	.	.	.	1	1	+	+	1	M	1	1	1	1	1	+	1	R	+	1	M	1	1	1	R	.	+
Gentiana lutea	.	A	R	R	1	1	M	.	1	+	A	A	+	R	+	+	.	1	+	1	+	1	1	1	.	1	1	A	A	+	1	.



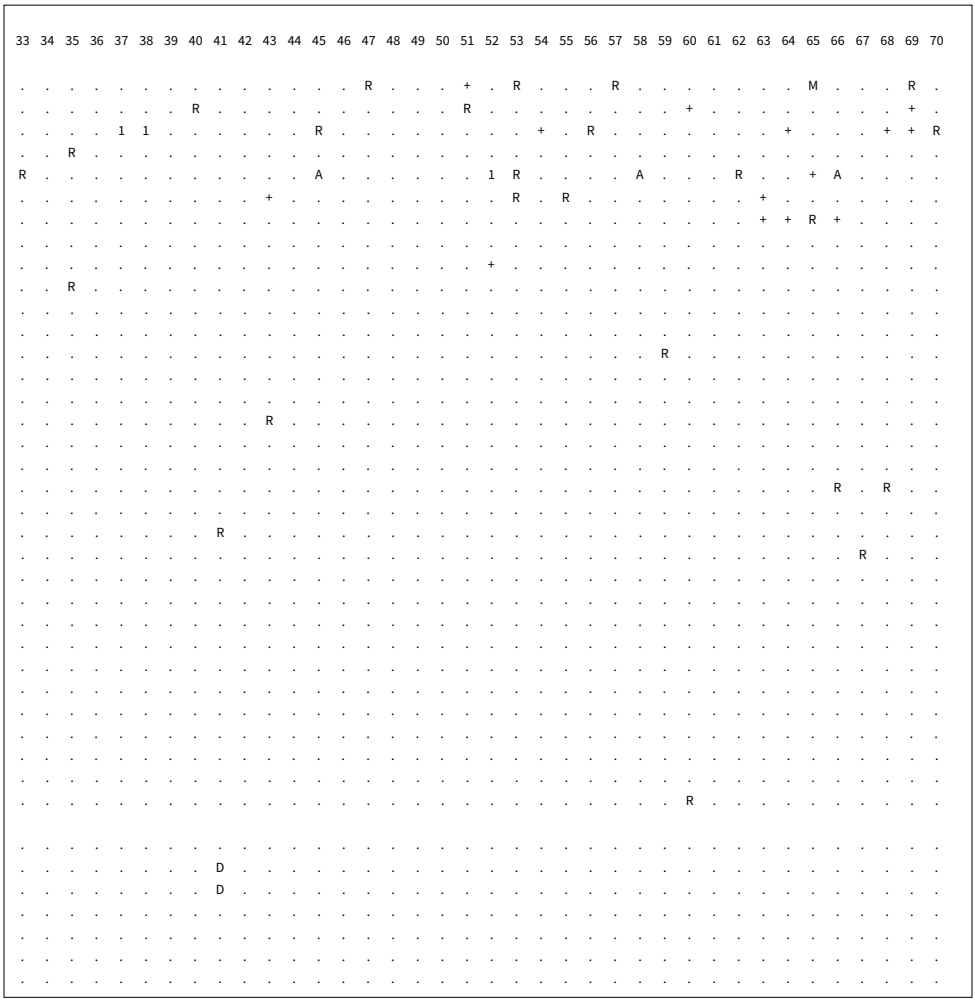
Fortsetzung von Tab I

Laufende Nummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
Polygonum bistorta	.	.	.	R	.	.	.	R	.	1	1	.	M	1	1	1	+	1	.	1	1	1	1	M	A	.	M	1	+	.	.	1
Luzula luzuloides	R	.	+	+	.	.	1	.	.	M	.	1	.	.	+	1	+	1	1	+	.	+	+	.	.	M	M	M	1	.	1	M
Leucanthemum ircutsianum	.	+	.	.	1	+	+	M	1	1	1	1	+	.	.	+	+	1	+	1	1	+	1	1	.	1	.	1	1	.	1	+
Campanula rotundifolia/sch	.	.	.	R	.	+	+	.	.	+	.	+	.	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+	R	R	+	+	+	R	.	.	.
Agrostis capillaris	1	+	.	+	+	1	+	M	+	1	+	+	+	1	1	M	1	+	.	1	1	+	1	+	1	1	1	.	+	.	.	.
Festuca rubra s.l.	R	+	.	+	+	M	+	+	R	+	.	1	.	.	.	+	.	M	+	.	.	M	+	R	+	M	1	1	+	.	.	.
Hypericum maculatum	.	.	.	.	.	.	R	R	.	.	+	.	.	.	.	.	+	.	1	1	M	.	R	.	1	+	R	R	.	.	.	.
Epilobium angustifolium	.	+	.	+	R	R	.	.	.	.	1	.	B	.	.	.	1	.	.	1	.	R	.	.	1	.	.	.	.	1	1	.
Arnica montana	.	.	.	.	.	.	R	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	R	+	.	.	1	.	.	.	+	.	1	+	.	.	.
Digitalis grandiflora	.	1	.	.	.	.	.	1	1	.	.	.	1	.	M	.	1	+	.	+	.	.	.	.	.	.	+	+	.	+	+	.
Crepis pyrenaica	.	.	.	.	.	.	.	R	.	.	.	.	R	R	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
Melampyrum sylvaticum	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	M	1	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.
Geranium sylvaticum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1	+	+	R	+	+	1	+	.	.	R	+	R	R	.	.	+	+	R
Ranunculus nemorosus serp	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	R	.	.	.	R	.	.	.	.	.	R	R	+	1
Phyteuma spicatum	.	.	.	.	.	.	R	.	.	.	.	+	.	R	.	+	R	+	+	+	+	+	.	+	.	R	R	.	+	1	+	
Poa chaixii	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1	.	.	.	1	.	1	1	1	.	1	+	+	+	1	1	1	R	R	.	R
D Brombeer-Pionierstadium (randlich, Mitte)																																
Rubus glandulosus agg.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
D Schluchtweiden-Gebüsch (Salicetum appendiculatae) im Auslaufbereich																																
Adenostyles alliariae	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cicerbita alpina	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	R	.	.	R	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
Senecio ovatus	.	.	.	.	R	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	R	.	.	.	.	.
Athyrium filix-femina	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	R	.	.	.	.	.	.	.	.	.	R	.	R	.	.	.	.	R	.	.
Rumex alpestris	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	R	.	1	.	.	R	.	R	.	.
Ranunculus platanifolius	.	.	.	R	.	.	.	.	.	1	.	.	+	.	1	.	.	1	.	.	R	+	+	.	.	+	+	+	R	+	R	+
Rubus idaeus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	M	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	A	.	.
Prenanthes purpurea	R	.	.	M	1	.	R	.	R	.	+	.	.	1	1	.	+	.	.	.	.	+	.	.	1	.	.	.	.	1	+	.
Senecio hercynicus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Polygonatum verticillatum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	R	.	.
Dryopteris dilatata	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Dryopteris filix-mas	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	R	.	.	.	.	.	.	.	R	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Anemone nemorosa	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	R	.	.
Stellaria nemorum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Lilium martagon	.	.	.	.	.	.	.	R	.	.	.	.	.	.	.	.	R	+	.	.	.	.	.	R	.	R	R	.	.	1	R	
Heracleum sphondylium ele	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Athyrium distentifolium	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Lamium galeobdolon	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
D Auslaufbereich, quellig																																
Chaerophyllum hirsutum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Filipendula ulmaria	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cardamine pratensis nemor	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Geum rivale	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Chrysosplenium oppositifol	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
D Auslaufbereich, nass																																
Crepis paludosa	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	R	.	.
Caltha palustris	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Trollius europaeus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Sanguisorba officinalis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Ligusticum mutellina	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Aconitum napellus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Alchemilla vulgaris agg.	.	.	.	.	.	.	.	R	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	R	.	.	.	.
Ranunculus aconitifolius	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Sonstige																																
Luzula sylvatica	R	.	.	+	1	1	.	+	R	1	1	A	.	.	.	A	+	1	.	.	A	3	B	.	M	1	R	1	1	+	A	.
Silene dioica	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	R	+	R



Fortsetzung von Tab I

Laufende Nummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
Daphne mezereum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	R	.	.	.	.	.	.
Oxalis acetosella	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Deschampsia cespitosa	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Ajuga reptans	.	.	.	.	.	.	.	R	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Thelypteris limbosperma	.	.	.	R	.	.	.	.	.	.	.	+	R	+	.	.	.	.	R	+	.	.	+	.	.	+	.	.	.	R	.	.
Epilobium montanum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
Aconitum vulparia	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Anthoxanthum odoratum s.l	.	.	.	.	R	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	R	.	.	.
Leontodon helveticus	+	.	.	.	.	.	R	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Trifolium pratense	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	R	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Carex frigida	R	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	R	.	.	.	.	.	.	.
Carex leporina	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	R	.	.	.	.	.	.	.	.
Fraxinus excelsior juv.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Potentilla aurea	.	.	.	.	.	.	.	R	.	.	.	.	.	.	.	+	R	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Centaurea montana	.	.	.	R	R	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Galeopsis tetrahit	.	.	.	R	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Convallaria majalis	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Betul pendula juv.	.	.	.	R	.	.	.	.	.	.	.	.	.	R	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Dactylorrhiza fuchsii	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Lysimachia nemorum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	R	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.
Blechnum spicant	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Streptopus amplexifolius	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Polygala vulgaris	.	.	.	.	.	.	R	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Viola spec.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	R	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Leontodon hispidus	.	.	.	.	.	.	.	M	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Danthonia decumbens	.	.	.	.	.	.	.	R	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Euphrasia rostkoviana	.	.	.	.	.	.	.	R	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Juncus squarrosus	.	.	.	.	.	.	.	R	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Juncus effusus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	R	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Carex pallescens	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Vaccinium vitis-idaea	.	.	R	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Euphrasia rostkoviana	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Paris quadrifolia	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Moose																																
Polytrichum juniperinum	A	1	.	1	A	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Hylocomium splendens	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Rhytidiadelphus triquetrus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Polytrichum piliferum	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Sphagnum spec.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Pogonatum urnigerum	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Rhacomitrium fasciculare	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Rhacomitrium lanuginosum	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.


33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Mitteilungen des Badischen Landesvereins für Naturkunde und Naturschutz e.V. Freiburg i. Br.

Jahr/Year: 2021

Band/Volume: NF_23

Autor(en)/Author(s): Reif Albert, Friedrich Barbara, Meier Winfried

Artikel/Article: Vegetation der Lawinenbahn am „Seebuck“ (Feldberg) im Schwarzwald, Baden-Württemberg 5-39