

## Die Buckelwiesen bei Mittenwald.

Von J. L. Lütz und H. Paul.

Aus den Arbeiten der botanischen Abteilung an der Bayer. Landesanstalt für Moorwirtschaft München.

### Einleitung.

Die Quartärgeologie, die sich in den beiden letzten Jahrzehnten zu einem selbständigen Wissenschaftszweig aufgeschwungen hat, ging wie andere Forschungsrichtungen in der Analyse der Erscheinungen den Weg vom Komplexen zum Detail. So ist es verständlich, daß das Phänomen der Buckelwiesen früher zwar verschiedentlich registriert, aber nicht gedeutet wurde; erst in jüngerer Zeit finden sich Ansätze hierzu (Penck, Ebers, Knauer). Den Stein ins Rollen brachte damals die Inangriffnahme von Kultivierungen größeren Ausmaßes der Buckelwiesen bei Mittenwald durch die Bayer. Landesanstalt für Moorwirtschaft. Diese Maßnahme entsprach im Hinblick auf die allgemeine wirtschaftliche Lage der dortigen Gegend einem durchaus begründeten Bedürfnis der Bergbauern. Gleichwohl löste sie eine Reihe von Bedenken und Forderungen des Naturschutzes aus, die Ebers in einer kurzen programmatischen Abhandlung darlegte.

Unter diesen Umständen machten wir uns seit Sommer 1941, soweit sich uns Zeit und Möglichkeit bot, an die geobotanische Bearbeitung der Buckelwiesenfrage. Es sollte sowohl ihre geologische Entstehung wie auch die Vegetationsentwicklung zu klären versucht werden. Das Ergebnis unserer



Abb. 1. Übersichtsbild: Landschaftsausschnitt bei Klais. Blick vom Gaischädel gegen die Tennen; im Hintergrund Karwendelgebirge. Im Bilde rechts Anschnitt an der Bahnlinie Klais—Mittenwald mit der in Fig. 2 und Abb. 7 dargestellten Verwitterungstasche.

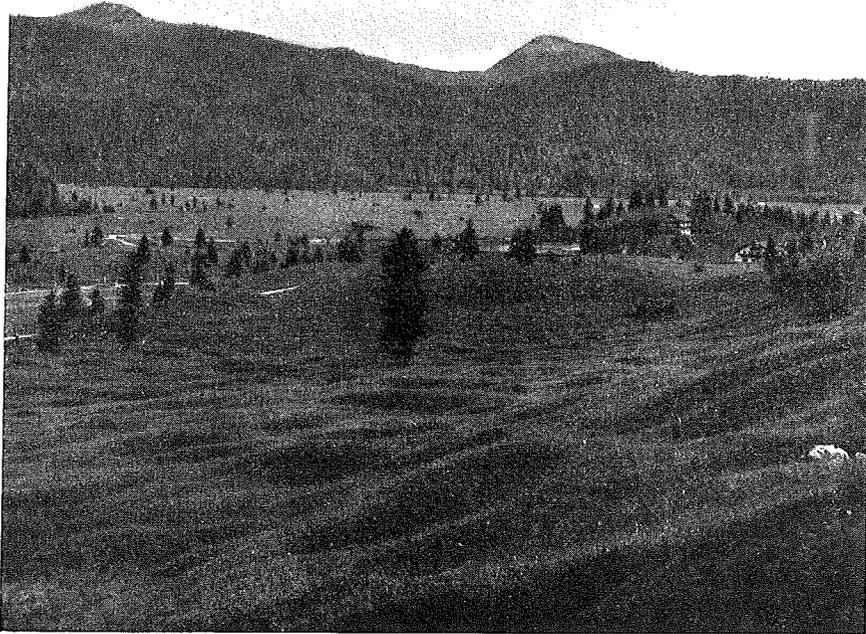


Abb. 2. Übersichtsbild: Landschaftsausschnitt der Buckelwiesen bei Krünn, von der Hochstraße aus nach N.

gemeinsamen Arbeit teilen wir nunmehr im folgenden mit. Die Ausarbeitung des meist auf gemeinsamen Exkursionen gewonnenen Beobachtungsmaterials geschah in der Weise, daß H. Paul die Darstellung der floristisch-pflanzengeographischen Verhältnisse des Gebietes, J. L. Lutz die der geologisch-bodenkundlichen Fragen und die soziologische Bearbeitung übernahm.

Das Nivellement der Bodenaufschlüsse im Brunntental hat Dipl.-Jng. Walzer vom Wasserwirtschaftsamt Weilheim ausgeführt; für seine Mitarbeit danken wir ihm herzlichst.

Mannigfache Unterstützung und Förderung erfuhren wir durch die Herren Ministerialrat Lang, Prof. Suessenguth und die Regierungsräte Spengler, Hartel und Hilpoltsteiner. Prof. Gully überließ uns chemische Bodenanalysen zum Abdruck. Die Bestimmung der Pilze nahmen Fräulein R. Waas und die Herren Beinroth und Lorenz vom Münchener Pilzverein vor. Finanzielle Beihilfe gewährte uns die Deutsche Forschungsgemeinschaft, Fachgliederung Forst- und Holzforschung. Ihnen allen gilt unser verbindlichster Dank.

## 1. Die Bodenbildungen der Buckelwiesen.

(J. L. Lutz.)

Buckelwiesen sind im nördlichen Alpenrandsaum eine verbreitete Erscheinung. Ihren Namen haben sie von den „Buckeln“, kleinen flachen Hügeln von durchschnittlich 0,5(—1) m Höhe und 3—4 (2—5) m Durchmesser; in besonderen Fällen bilden sich abweichende Formen aus. Für das Auftreten dieser Buckelbildungen ist nun typisch, daß sie sich nicht einzeln auf sonst mehr oder minder ebener Unterlage erheben, sondern die Gelände-Oberfläche in dichtem, lückenlosem Mosaik überziehen. Demgemäß haben die zwischen den Buckeln liegenden seichten Vertiefungen im gesamten gesehen eine ausgesprochen netzartige Anordnung. Das Substrat, auf dem dieses Buckel-Mulden-System entwickelt ist, ist aufbereitetes Gesteinsmaterial im weitesten Sinn (Schotter, Kies, Lehm usw.). Von seinem Vorkommen ist auch ihre vertikale Verbreitung abhängig.



Abb. 3. Übersichtsbild: Typischer Landschaftsausschnitt aus dem Buckelwiesengelände längs der Hochstraße. Mittelgrund Hoher Kranzberg, Hintergrund links Arnspitzen, rechts Wettersteingebrige.

Von Bedeutung ist, daß die Buckel ausnahmslos, soweit aufbereitetes Material vorhanden ist, die gesamte Geländeoberfläche bedecken, gleichgültig, von welchen oberflächenmorphologischen Elementen nun die Geländeausformung bestimmt wird: Moränenrücken und -flanken, Böschungen und Sohle von Erosionsrinnen, Schuttkegel, Dolinenwände, Terrassen und Talsohlen, Abriß-Stellen usw. Sie fallen selbstverständlich auf kurzgeschorenen Rasenflächen besonders auf, fehlen aber auch nicht im Wald, nur sind sie hier von Wurzelwerk, Humus und Bodenvegetation größtenteils verdeckt. Auch das Substrat, auf dem sie sich ausgebildet haben, kann verschiedener Art und Herkunft sein. In unserem Gebiet um Mittenwald ist es größtenteils Moränenschutt oder auch Gehängeschutt; dagegen konnten wir echte Buckelvorkommen beispielsweise auch auf Flysch im Kleinen Walsertal oder auf Liaslehm bei Lermoos und Lahn beobachten. Selbst auf ziemlich flachgründigem Schutt, so an den Dolomitköpfen des Brendten nördlich Mittenwald, sind sie noch ausgeprägt.

Diese beiden Beobachtungen des Vorkommens auf verschiedenen Gelände-Oberflächenformen wie auf verschiedenem Substrat sprechen gegen zwei bisher oft geäußerte Ansichten über die Entstehung der Buckel. Das Vorkommen auf allen nur denkbaren Geländeausformungen spricht gegen die Annahme des Ausschmelzens aus dem Eise der Gletscher (Knauer u. a.). Besonders drastisch ist in diesem Fall das Vorkommen von typischen Buckelwiesen in einem Toteisgebiet, wie in den „Frontner Buckelwiesen“, in welchem in Anbetracht der mit dem Abbrechen der Toteisblöcke verbundenen Verstärkungen und Verschüttungen von einem allmählichen Ausschmelzen und Liegenbleiben so kleiner Schuttmassen, wie es die Buckel sind, keine Rede mehr sein kann.

Andererseits steht das Vorkommen von echten Buckeln auch auf kalkarmen Liaslehnen, sowie auf Flysch, gegen die Annahme einer rhythmischen Selbstdifferenzierung des Bodens (Ebers) auf chemischem Wege durch Auflösung von Kalk und dessen Abtransport mit darauffolgender Verstärkung der ausgelaugten Partien. Daß übrigens für die von Ebers angenommene Selbstdifferenzierung weder chemische noch physikalische Vorgänge in Frage kommen, hat kürzlich Knauer überzeugend auseinandergesetzt, so daß wir auf diese Arbeit verweisen können.

Nach diesen beiden Annahmen der Buckelentstehung sei gleich des Zusammenhangs halber auch auf die übrigen Meinungen hingewiesen. Die eine (Penck) sieht die Buckelwiesen als Überreste

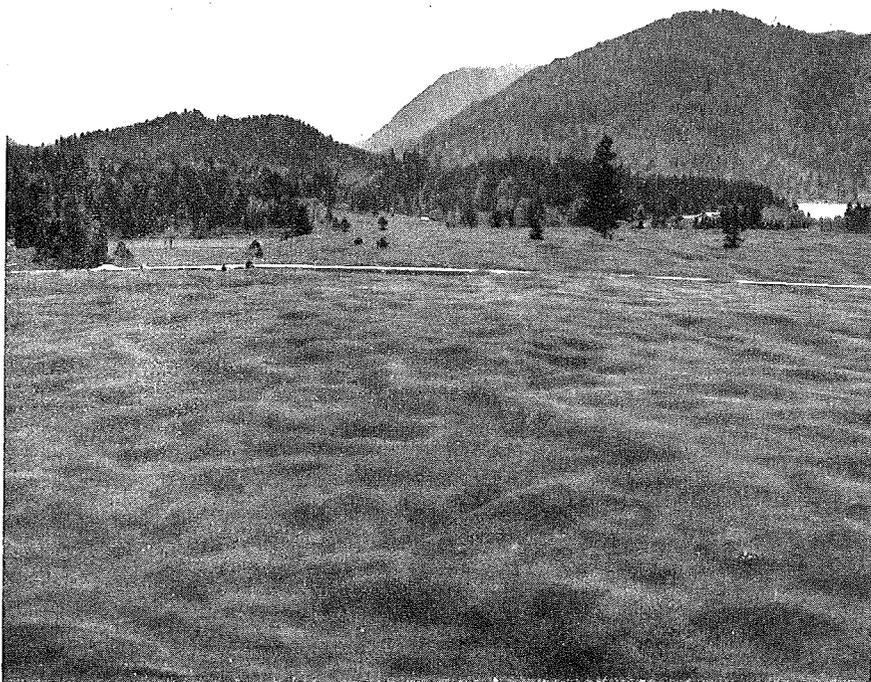


Abb. 4. Gleichmäßig ausgebildete Buckelwiesenfläche südlich des Barmsees, von der Straße Klais—Krünn durchschnitten. Grundmoräne des Krünnstadiums.

der Rodungszeit bzw. als Windwurfsreste an. Sie hat wenig Wahrscheinlichkeit zu beanspruchen. Fischer endlich hält die Buckelwiesen für fossile frostgeformte Böden und kommt damit zu einem Erklärungsversuch, mit dem auch wir grundsätzlich übereinstimmen. Allerdings schließt er auf fossile Strukturböden, während wir Texturböden annehmen; ferner ist ihm, wie allen übrigen Beobachtern, die Überlagerung einer rezenten Bodenbildung über eine fossile entgangen.

Weder die Entstehung der Buckel durch Ausschmelzen aus Gletschereis noch die Annahme einer „rhythmischen Selbstdifferenzierung“ durch Auflösung und Auslaugung des Kalkes aus dem Boden können die Buckelwiesen als regionale Erscheinung erklären, ganz zu schweigen von der Windwurfhypothese; sie lassen höchstens lokale Deutungen zu. Einer regional so verbreiteten und überfaziellen Erscheinung, wie es die Buckelwiesen nun einmal sind, kann vielmehr nur eine ebensolche überfazielle, regionale Ursache zugrunde liegen. So drängt sich einem der Gedanke auf, sie als klimatisch bedingt anzusehen und, da das gegenwärtige Klima dies nicht zuläßt, dafür das Klima der Eiszeit bzw. eines Abschnittes derselben verantwortlich zu machen.

Nehmen wir einige Kleinformen der Mittenwalder Gegend genauer in Augenschein, z. B. flache, die Moränenwälle herabziehende Erosionsrinnen von V-förmigem Querschnitt oder die Wälle begleitende U-förmige Rinnen, so fällt uns auf, daß sie alle an den Böschungen und auf der Sohle vergleichsweise einheitliche Buckelbildungen aufweisen. Von besonderem Gewicht ist hierbei die Feststellung des Vorkommens der Buckel auf der Sohle U-förmiger Rinnen. U-Erosion findet nur bei größerer Wassermenge statt; sie ist daher nur durch größere Schmelzwassermengen zu erklären und verweist uns auf die Zeit des Abschmelzens der Gletscher des Krünn-Stadiums. Denn im vorangegangenen Bühlstadium waren die großen Täler noch durchwegs hauptsächlich von zentralalpinem Eis vergletschert. Eisfrei war nach Levy der Kesselberg und ein kleines Talstück der Eschenlaine. Eine Entstehung der Buckel unter dem Gletschereis ist nicht denkbar. Im Krünnstadium war die Talweitung von Wallgau und Krünn vom Eis erfüllt. Das Gletschereis greift von Osten her in das Kankerbachtal hinein und lagert dort die mächtigen Wallmoränen ab, deren nördlicher die Abdämmung des Wagenbrüchsees zugeschrieben wird\*).

\*) Daß ein zugehöriges Zungeneude in der Gegend des nunmehr verlandeten Weigmannsees nicht mehr nachweisbar ist, ist aus nachträglicher Abtragung durch Schmelzwasser erklärbar, wie ja vielfach Stirn- und Seitenmoränen kleiner Gletscherzungen durch Schmelzwasser durchbrochen wurden. Als Beispiel hierfür führen wir eine Reihe paralleler Moränenquerwälle in einem V-Tal bei Lermoos an, die alle in der Mitte durchgefressen sind. Aus denselben Gründen ist wohl auch die im Längstale zwischen Partenkirchen und Mittenwald erfolgte Trennung zwischen Loisach- und Isargletscher im Krünnstadium nur undeutlich nachweisbar.



Abb. 5. Glaziale Erosionsrinnen, in eine große V-förmige Rinne einmündend. Links schräg hinter der Moräne das heutige tiefeingeschnittene Jsartal. Der Gletscher reichte über die Höhe der Moräne herauf; vom Eiskörper herkommendes Schmelzwasser erodierte die Rinnen. Das so ausgebildete Oberflächenrelief der Moräne wurde dann von den Buckeln überzogen. — Hintergrund: Mitte die Seefelder Berge (Reiter Spitze; rechts Arnspitzen).

Die Buckel in der Talweitung um den Barmsee können also erst bei oder nach dem Abschmelzen des Krünnstadiums entstanden sein, die Buckel auf der Sohle der U-Täler sicherlich erst nach Aufhören der diese Rinnen erodierenden stärkeren Schmelzwässer, also nachdem die nähere Umgebung bereits eisfrei war.

Markante Erosionsrinnen ziehen von der Steilkante des Jsartales über die angrenzenden Moränenschotterfelder. In spitzem bis rechtem Winkel an der Kante als seichte Tälichen beginnend, münden sie in größere Rinnen zusammen, die teils dem Kessel an den Barmsee zustreben, teils im Bogen wieder flußabwärts unmittelbar in das diluviale Jsarbett einmünden. Böschungen und Sohle, letztere besonders eindrucksvoll in einer vom Brendten herabkommenden Rinne seitlich der Straße Mittenwald—Klais, sind gleichmäßig von Buckeln bedeckt, die auch nur nach Aufhören der Erosion der Rinnen entstanden sein können.

Auch die isarwärts liegenden Steilhänge sind von Buckeln bedeckt; so deutlich zu sehen auf den vegetationsbedeckten Partien des Abbruchs gegenüber dem „Horn“. Auch hier können sie erst nach dem Abschmelzen des im Jsartal liegenden Eiskörpers entstanden sein. Am beweiskräftigsten ist das Buckelvorkommen auf der obersten alten diluvialen Flußterrasse der Jsar unmittelbar nördlich und südlich Krünn, die ebenfalls erst nach dem Abschmelzen des Krünn-Stadiums fluvial entstanden ist, während die tiefer liegenden, also jüngeren Terrassen keine Buckelbildung mehr aufweisen.

Aus den hier mitgeteilten Beobachtungen können wir folgern, daß diese Buckel auf eisfreiem Gelände entstanden sind. Es besteht kein Bedenken, diese Folgerung auch auf die übrigen Buckelvorkommen auszudehnen. Terminus post quem ist also für unser Gebiet das Aufhören des Krünn-Stadiums. Da aber aus schon dargelegten Gründen eine Entstehung der Buckel in der Nacheizeit höchst unwahrscheinlich ist (vgl. das Fehlen von Buckeln auf den jüngeren Jsarterrassen!), kommt als

Terminus ante quem nur noch das Abklingen der letzten inneralpinen Stadien der Würmeiszeit in Betracht. Nach dieser Auffassung ist für die Buckelentstehung folgende Situation maßgebend: Eisfreiwerden des Geländes im Verlauf der würmeiszeitlichen Rückzugsstadien, Andauer eiszeitlichen Klimas unter dem Einfluß der noch ablaufenden jüngeren, vorwiegend inneralpinen Rückzugsstadien. Die Buckelbildung ist somit als klimatisch bedingte Bodenbildung unter dem Einfluß periglazialen Klimas während der letzten Rückzugsstadien aufzufassen.

Mit der Annahme klimatischer Bedingtheit stellen wir die Buckelwiesen zu den fossilen „frostgeformten Böden“, wozu uns eine Fülle von Vergleichsmaterial aus der Arktis wie aus den Hoch-

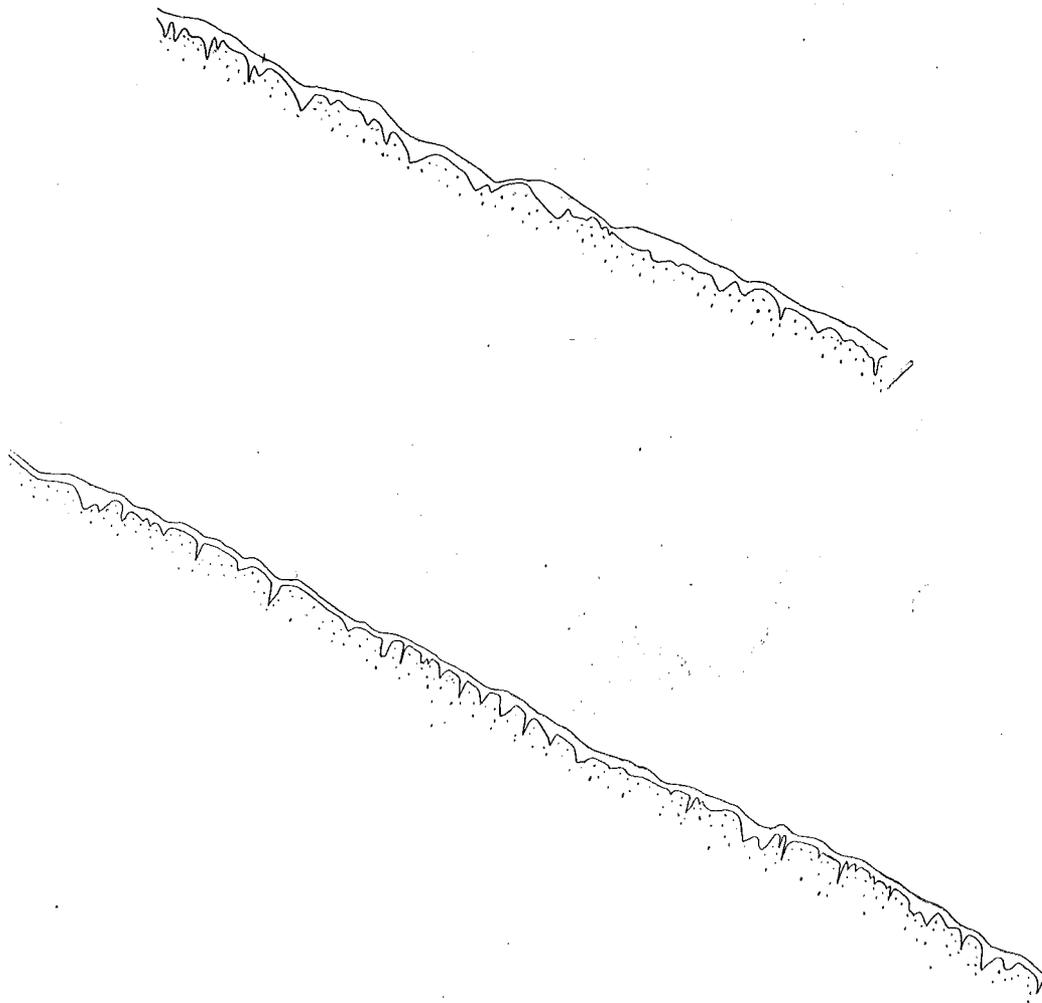


Fig. 1. Zwei Längenschnitte durch die Buckelbildungen im Brunental. 950 bzw. 930 m ü. N.N. Maßstab der Längen: oberes Profil 1:400, unteres Profil 1:500; der Höhen: oberes Profil 1:200, unteres Profil 1:250. Nivellement durch Dipl.-Jng. Walzer, Wasserwirtschaftsamt Weilheim. Die Schnitte wurden an einem zum Seiler-Hof führenden Wasserleitungsaufschluß von 1,2—1,5 m Tiefe aufgenommen. Sie zeigen die Unabhängigkeit der postglazialen Bodenbildung (kalkarme Lehmschicht, in Taschen und Zapfen in den Untergrund vorspringend) vom späteiszeitlichen Buckelprofil.

gebirgen zur Verfügung steht. Bevor wir uns aber auf eine diesbezügliche Diskussion einlassen, sei noch ein wesentlicher bodenkundlicher Befund aus unserem Gebiet besprochen:

Mit dem Bau einer Wasserleitung für einen neu zu errichtenden Erbhof im Brunental wurden mehrere hundert Meter lange Aufschlüsse für das Studium der Bodenbildung geschaffen. Vor allem ließ sich zunächst an diesem Profil, dessen Nivellement wir Dipl.-Jng. Walzer verdanken, die von Ebers und Penck gemachte Angabe nachprüfen, nach welcher die Anhäufung kalkfreien braunen Verwitterungslehms in den die Buckel umgebenden Vertiefungen stattfinden soll, während die Buckel nur eine geringmächtige Lehmschicht und darunter größeres Gerölle aufweisen sollen. Der 110 m

lange Bodenschnitt ergibt jedoch ein völlig anderes Bild. Die kalkarme, braune lehmige Verwitterungsschicht (im folgenden kurz als „Lehmschicht“ bezeichnet) springt unregelmäßig taschen- und zapfenförmig nach unten vor. Die Stellen größter Lehmächtigkeit, also besagte Taschen und Zapfen, liegen teils auf den Buckeln, teils in den Mulden dazwischen. Irgendeine Abhängigkeit der Lehmanhäufung von den Mulden bzw. Buckeln läßt sich nicht erkennen. Die Lehmschicht einerseits, das Buckelmuldenrelief andererseits stellen vielmehr zwei voneinander unabhängige, jedoch einander räumlich überlagerte Systeme dar. Sie sind ursächlich verschieden bedingt.

Die Lehmschicht stellt eine Bodenbildung im humiden Klima der Nacheiszeit dar unter stärkerer Beteiligung von Humussäuren. Der Grobbodenanteil (Steine und Blöcke) der Lehmschicht ist im Vergleich zum Untergrund gering, das Gesteinsmaterial ist durch die Verwitterungsvorgänge weitgehend zersetzt, vor allem gilt dies von dem hier im Schotter vorherrschenden Kalkgestein. Der Verwitterungsvorgang läßt sich an der Grenze der Lehmschicht gegen den unverwitterten Schotter im Liegenden beobachten. Dort liegende Kalksteine sind oberflächlich, etwa einige Millimeter tief, ihres Bindemittels beraubt und zu einer mehligem, durch die Bodenfeuchtigkeit nur schwach verklebten Haut verwandelt. In der Lehmschicht selbst sind die Kalkgesteine, abgesehen von einzelnen größeren Blöcken, ziemlich restlos zersetzt. Hingegen sind die widerstandsfähigeren Beimengungen von zentralalpiner Gesteinstücken erhalten. Der Anteil der Lehmschicht an Geröllen bzw. Geschieben besteht fast nur mehr aus solchen. Unter dem Einfluß des niederschlagsreichen Klimas zeigen sich in der Lehmschicht stellenweise Vergrauungs(Podsolierungs-)zonen\*). Diese eben geschilderten Verhältnisse zeigt sehr schön der Aufschluß einer Verwitterungstasche an dem Bahneinschnitt dicht bei Klais gegen Mittenwald.

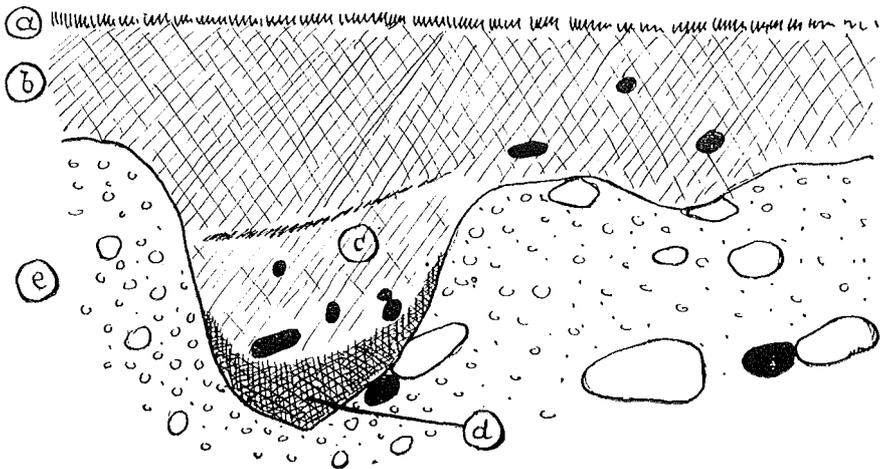


Fig. 2. Schematische Darstellung der Tasche von Abb. 7. Einschnitt an einem lehmigen O-Hang-Fuß mit ausgeprägter Buckelbildung: a Vegetationsdecke; b dunkelbrauner, humoser Lehm, steinarm, enthält im wesentlichen nur zentralalpine Gerölle; c Vergrauungszone (Podsolierung) mit leichter Vergleitung, fahlbraun mit schwärzlichen Flecken; d schwärzlich-braunes Band. Größere Kalkgerölle weiß, zentralalpine schwarz gezeichnet; e anstehender, unverwitterter Moränenschutt, reich an Kalksteinen verschiedener Größe.

Das zapfen- und taschenartige Vorspringen der Lehmschicht in den Untergrund ist offenbar von einer früheren Durchwurzelung bestimmt und dann kann es sich den Ausmaßen nach nur um ehemalige Waldvegetation handeln. In der oben beschriebenen Tasche ist der Verwitterungsvorgang mehr oder minder abgeschlossen, nur an ihren vergleichsweise scharf begrenzten Rändern geht er weiter. Hiergegen finden wir im Gelände andere Stellen, an denen die Verwitterung nur erst eine seichte Schicht erfaßt hat. Die Braunfärbung ist dann nicht so intensiv oder, insbesondere längs alter Wurzelkanäle und Spalten nur fleckenweise entwickelt und unscharf begrenzt, so z. B. im Aufschluß am Bahnhof Klais. An solchen Stellen ist auch der Grobbodenanteil noch mehr oder minder erhalten. Ein Abplaggen der Rasendecke zeigt dann an solchen Stellen reichlich Kies und Geschiebe inselartig

\*) Als Beispiel für die verschiedenartigen Nährstoffverhältnisse dieser Taschen und des darunter liegenden unverwitterten Untergrundes diene folgende chemische Bodenanalyse (Prof. Dr. E. Gully):

	a	b	c	d	e	f	g	h
Lehmschicht . . . . .	14.94	85.06	3.12	0.092	1.35	0.334	4.70	14.0
Untergrund . . . . .	2.87	97.13	1.68	21.41	0.12	0.068	7.15	0.10

a—f: in 100 Teilen wasserfreiem Boden sind enthalten a) verbrennliche Stoffe, b) unverbrennliche Stoffe, c—e in Salzsäure löslich: c) Kali nach Neubauer, d) Kalk, e) Phosphorsäure nach Neubauer, f) Stickstoff, g) pH, h) Titrationsazidität.



Abb. 6. Große Schmelzwasserrinne mit breiterer Sohle am Fuß des Brendten, längs der Straße Klais—Mittenwald. Die Buckel nehmen lückenlos Sohle und Böschungen ein. Bezüglich der etwas schwächeren Herausformung der Buckel auf der Sohle vgl. S. 113. Im Hintergrund Karwendel, davor das Jsartal.

an der Oberfläche liegend. Die Tiefe der Verwitterung und damit die Mächtigkeit der Lehmschicht ist neben der vorhanden gewesenen Durchwurzelung und Auflockerung in erster Linie abhängig von der örtlichen Rohhumusanhäufung und der aus ihr durch die Niederschläge in den Untergrund gelangenden Humussäuren. Beide Umstände wirken zusammen im Bereich des Wurzel Tellers der Bäume, vor allem Nadelbäume, wo es dann zur Ausbildung der erwähnten Zapfen und Taschen kommt. Auch nach Entfernung des Baumbestandes lassen sich solche Stellen noch längere Zeit an der azidiphileren Vegetation (*Calluna* und *Nardus*) erkennen, so lange, bis der Rohhumus abgebaut ist. Weitere Einzelheiten folgen später bei Besprechung der Vegetationsentwicklung. Zusammenfassend können wir sagen, daß es sich bei der Lehmschicht um eine Bodenbildung der Nacheiszeit unter humiden Klimaeinflüssen handelt, die gegenwärtig noch andauert, allerdings unter etwas veränderten Bedingungen seit der Entwaldung des Buckelwiesengebietes. Vor dem Einsetzen dieser Bodenbildung und vor dem Aufkommen einer Bewaldung waren die Buckel bereits vorhanden. Wir haben nunmehr ihre Entstehungsbedingungen und -vorgänge zu untersuchen.

Nach dem Rückzug der Gletscher — es kann sich hier um verschiedene Zeitabschnitte handeln: für das unmittelbare Alpenvorland des Bühlgletschers, für die Mittenwalder Gegend des Krünn-Gletschers usw. — herrschte in den vom zurückgehenden Eis soeben verlassenen Gebieten subnavales oder, wie Keßler es nennt, periglaziales Klima. In den nunmehr unbedeckten glazialen Schuttablagerungen, gleich welcher Entstehung im einzelnen, kam es zur Ausbildung einer „ewigen Gefornis“ (perenne Tjäle). Die obersten Schichten bis zu einer gewissen Tiefe, die in erster Linie von der Wärmeleitfähigkeit des Bodens abhängt, tauen periodisch auf (jahreszeitliche Periode in der Arktis, tägliche Periode in den Hochgebirgen). Auch in der alpinen Eiszeit ist wohl hauptsächlich mit jahreszeitlichen Perioden zu rechnen. In Gebieten nun, die wohl unter periglazialer Klimaeinwirkung standen, aber während des ganzen langen Zeitraumes der diluvialen Vereisung vom Eis gänzlich unberührt blieben, haben sich über der ewigen Gefornis typische periglaziale Bodenbildungen entwickelt, vor allem Frostböden und Fließerden, so beispielsweise auf weiten Flächen der Albüberdeckung (Lutz). Die Voraussetzung einer vergleichsweise langen Zeitdauer für die Entstehung solcher typischer periglazialer Bildungen war im Fall der Buckelwiesen nicht erfüllt. Es stand vielmehr nur der letzte, vergleichs-

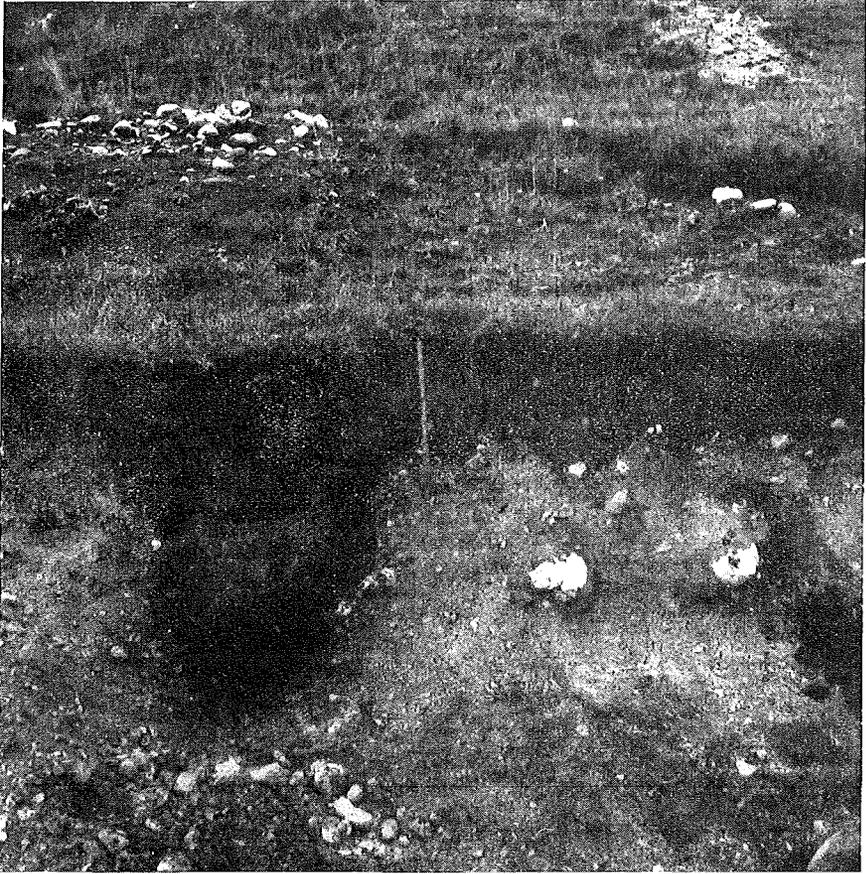


Abb. 7. Verwitterungstasche der „Lehmschicht“ an einem Bahneinschnitt unweit Klais gegen Mittenwald.  
S. Fig. 2 und Abb. 1.

weise kurze Teilabschnitt der abklingenden Würmvereisung zur Verfügung. Demgemäß finden wir nirgends in unserem Beobachtungsgebiet Fließerden mit ihren typischen Merkmalen (blättriges Aufmachen, Ausrichtung der mitgeführten Geschiebe nach der Oberfläche und typische Fließerde-Körnung). Lediglich Abrutschen oder Abgleiten von Schuttmassen kann festgestellt werden.

Unter welchen Umständen und Begleiterscheinungen erfolgte nun in unserem Gebiet das periodische Auftauen der gefrorenen Schuttmassen über der vergleichsweise kurzdauernden perennen Tjäle?

Als wesentliche Eigenschaften des periglazialen Klimas sind nach Keßler anzuführen: Eine ungefähre mittlere Jahrestemperatur unter  $-2^{\circ}$  als Bedingung für die Bildung der perennen Tjäle. Geringe jährliche Niederschlagsmengen, aber wenn, dann sehr heftige Niederschläge. Desgleichen, nach der Seitenerosion der Flüsse zu urteilen, starker Wechsel in der Wasserführung, also plötzlich eintretende Schneeschmelzen oder wolkenbruchartige Regen. Für das Alpengebiet speziell weist Keßler darauf hin, daß die abeisigen Winde, wie in der Jetztzeit, Föhnatur besaßen, hauptsächlich im Frühjahr. Dieser Umstand ist für uns besonders beachtenswert im Hinblick darauf, daß das „Tor von Mittenwald“ auch heute den Charakter eines Föhnkanals besitzt. Wegen des steileren Einfallens der Strahlen mußten sich im alpin-diluvial-periglazialen Gebiet auch ebene Gelände unter dem Einfluß der Strahlung stärker erhitzen. Es ist daher mit größeren täglichen und jährlichen Temperaturmaxima als im polaren Gebiet zu rechnen. Im allgemeinen wehten überwiegend kalte, trockene NO-Winde; das Jahresmittel lag weit unter 0.

Wenn also frostgeformte Böden vorliegen, dann kommen nach unseren Befunden zunächst Texturböden in Betracht. Denn Anhaltspunkte für das Vorliegen von Strukturböden, der anderen Gruppe frostgeformter Böden, sind kaum gegeben. Vor allem fehlt das wichtigste Merkmal der Strukturböden, die Sortierung des Materials. Zwar ist das Schuttmaterial, auf dem die Mittenwalder Buckel-



Abb. 8. Längs von Wurzelkanälen und Spalten beginnende Verwitterung, fleckenförmig, im unverwitterten Schotter. Aufschluß am Bahnhof Klais, Wallmoräne.

wiesen entwickelt sind, nicht gleichmäßig feinkörnig. So wäre immerhin auf Grund der Korngrößenzusammensetzung die Möglichkeit gegeben, daß auch Brodelerscheinungen, wie sie Fischer annimmt, mit hereinspielen; sie bleiben aber sicher von untergeordneter Bedeutung. Wenn Brodelerscheinungen wirklich stattgefunden haben, dann können sie sekundär, analog den isländischen Rasenhügeln, unter der mit dem Abklingen der Eiszeit sich bildenden Vegetationsdecke, aufgetreten sein. Im übrigen sind die von Thoroddsen behandelten Polygonböden, die mit den Thufur in enger genetischer Beziehung stehen sollen, Steinnetzböden, so daß wir nicht darauf einzugehen brauchen.

Außerdem können Frosthörungen von größeren Gesteinsanteilen auch auf den Feldern von Texturböden auftreten, wie Beobachtungen von Poser an einem Zellenboden im westlichen Teil des Vorlandes an der Südküste der Königsbucht nahelegen. Poser berichtet darüber: „Eine Sortierung in steiniges und erdiges Material fand sich im allgemeinen nicht. Jedoch wiesen in dem auf Abb. 17 dargestellten Felde 3 von 24 untersuchten Polygonformen eine derartige Sortierung auf. In diesen drei Fällen sind die lehmigen Felder von Steinrahmen umfaßt, deren Material faust- bis kopfgroß ist und bis zu 25-cm Tiefe vordringt. Die Steine sind vorwiegend kantengestellt. Die Steinrahmen sind mit Vegetation überzogen und ihre Oberfläche liegt beträchtlich tiefer als die der angrenzenden Felder. Alles erweckte den Anschein, als seien die Steine später in bereits vorhandene Spalten hineingelangt, besonders auch die Tatsache, daß die Steinrahmen in ihrer Form den Spaltenpolygonen gleichen.“

Die primäre Ursache der Buckelbildung ist nach unserer Ansicht die Bildung von Netzrissen, die an verschiedenen Stellen auftretend, sich zu Polygonen schließen, wie das von verschiedenen Autoren beobachtet worden ist. Penck erklärt diese Art der Polygonbildung folgendermaßen: „Wenn ein stark durchfeuchteter, gefrorener Boden im Sommer auftaut, so muß eine Kontraktion eintreten,



Abb. 9. Wie Abb. 7.

weil das Wasser bekanntlich weniger Volumen einnimmt, als die gleiche Masse Eis\*). Diese Kontraktion ist ein Seitenstück zu derjenigen, welche beim Austrocknen des feuchten Bodens eintritt, nur daß dabei in der Regel kleinere Polygone entstehen.“

In der Größenordnung unseren Buckeln nahestehend, trotzdem deutlich kleiner\*\*) sind die von Poser aus der Königsbucht beschriebenen Lehmbeulen, deren Spaltenbildung er der Kontraktion des Lehmes infolge Auftauens und Abtrocknens, möglicherweise auch der Kontraktion der Erdmasse bei sehr niedrigen Temperaturen im Winter zuschreibt. Eine Erweiterung mögen die Spalten nach Poser durch Auswaschen des Schmelzwassers oder durch Gefrieren von Wasser in den Spalten erfahren haben. Dieses Wiedergefrieren des Wassers in den Spalten muß auch (vgl. Mattick) als Ursache für die Entstehung der Buckel angesehen werden, da sich infolge des Druckes bei der Volumenvermehrung durch Regelation der Schuttmassen die Felder zwischen den nun ebenfalls von Eisrahmen erfüllten Netzfalten emporwölben.

In beiden Fällen (Penck, Poser) wird eine Entstehung der Risse durch Austrocknungsvorgänge angenommen. Für die Erörterung der Entstehung unserer Netzrißböden ist noch eine von Leffingwell aus Alaska bekanntgemachte Erscheinung wichtig, die sog. Eiskeile. Salomon gibt darüber folgende Zusammenfassung: „Leffingwell hat in zwei wichtigen Abhandlungen Bodenformen von Alaska geschildert, zuerst 1915 in Bd. 23 des *Journal of Geology*, S. 635—654 unter dem Titel „Ground-Ice-Wedges, the dominant form of ground-ice on the northcoast of Alaska“, und 1919 im *Professional Paper 109* der *United States Geological Survey* unter dem Titel „The Canning River region, northern Alaska“ (bes. S. 205—214). Die Angaben und Bilder sind in beiden im wesentlichen übereinstimmend.

\*) Ausdehnung um etwa 9%. Ausdehnung durch nachgesaugtes Wasser bei feinkörnigen Lehm-, Löß- und Tonböden nach Mattick bis zu 40—60%.

\*\*) 20—150 cm Durchmesser.

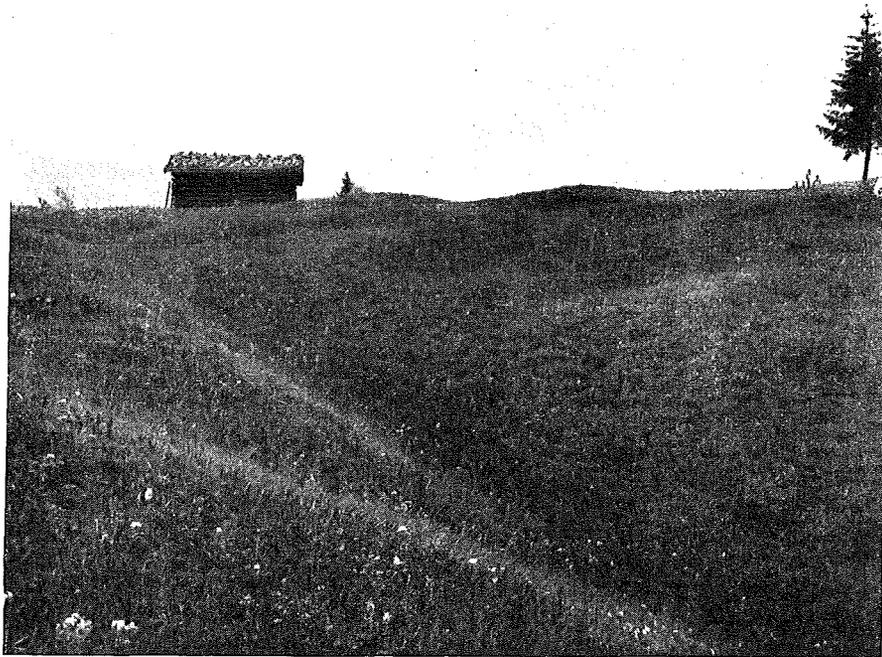


Abb. 10. V-förmige, kleinere Erosionsrinne, von den vom Plateau beim Auftauen der Gefromis abfließenden Schmelzwässern herrührend (s. S. 111).

Doch enthält der zweite Aufsatz mehr ältere Literatur. L. hat festgestellt, daß in Alaska in Frostrissen des Bodens Eis entsteht, das nach und nach die Form von Keilen annimmt und den Boden auseinanderpreßt. Die Keile sind oben breit und spitzen sich nach unten bis zu der maximalen beobachteten Tiefe von 10 Fuß zu. Sie sind dort aber noch so breit, daß sie bis zu der doppelten oder dreifachen Tiefe reichen mögen. Die Frostrisse zerschneiden den Tundrenboden in polygonale Blöcke, die den Blöcken zwischen Trockeninseln ähneln, aber größere Ausmaße besitzen. Sie haben im Durchschnitt Durchmesser von 16 Yards (Ellen) und haben eine Neigung, Hexagone zu bilden, obwohl auch Vier- und Fünfecke häufig vorkommen. Eine in beiden Aufsätzen wiedergegebene Karte (J. o. G. 653; = P. P. 210) zeigt aber sehr viel unregelmäßigere Formen als die Zellenböden Spitzbergens. Auch die Durchmesser scheinen in Spitzbergen viel kleiner zu bleiben. Leffingwell gibt als durchschnittlichen Durchmesser von 11 Polygonen seiner Karte 36 Fuß an; das größte mißt 36 zu 49 Fuß, das kleinste 16 zu 26. Die Eiskeile erreichen oben bis zu 8 Fuß Breite. Etwa 20% der gesamten Tundrafläche dürfte nach Leffingwell von solchen Eiskeilen unterlagert sein.“

Die Entstehung der Eiskeile erfolgt nach Leffingwell (vgl. auch Soergel, Selzer) in Frostrissen. Nun sind Frostrisse und Trockenrisse mechanisch entgegengesetzt bedingt: Erstere beruhen auf der Ausdehnung des Bodens durch Gefrieren. Die Oberfläche des Bodens wird dabei, wie dies auch bei den Feldern der Brodelböden beobachtet werden kann, an verschiedenen Stellen stärker emporgehoben. Auf den so entstehenden flachen Kuppen bilden sich Radialrisse, die sich dann wie die Trockenrisse, auch zu Polygonen zusammenschließen können. Die Trockenrisse hingegen beruhen auf einer Zusammenziehung des Bodens infolge Wasserentzug; sie ordnen sich regelmäßig zu Polygonen an. Die Korngrößenzusammensetzung der Mittenwalder Schuttmassen bietet keine günstigen Voraussetzungen für stärkere Kontraktion. So kann auch an rezenten Aufschlüssen selbst bei starker Besonnung und Austrocknung nur geringfügige Trockenrißbildung festgestellt werden. Es ist daher in erster Linie an eine Entstehung von Netzriszen infolge Frosteinwirkung zu denken\*).

\*) Nach den in jüngerer Zeit im Schrifttum mitgeteilten Beobachtungen (vgl. Leffingwell, Selzer, Soergel und die dort mitgeteilte Literatur) sind Eiskeile im periglazial-diluvialen Gebiet eine häufigere Erscheinung, wie sie auch im heutigen periarktischen Gebiet verbreitet sind. Aus dem Diluvium kennen wir sie als Spaltenausfüllungen, Pseudomorphosen nach Eiskeilen; die Buckelwiesen stellen eine Oberflächenbildung unter Einwirkung der Eiskeile dar, ohne daß letztere im Boden ihr Abbild hinterließen.



Abb. 11. Erosionsrinne mit stark hervortretenden Buckeln an Böschung und Oberkante, eine Folge der stärkeren Frostrißbildung dieser dem Angriff des Frostes stärker ausgesetzten Oberflächenformen. — Hintergrund links Krottenkopf.

Das nach dem Eisfreierwerden des Gebietes erstmalige Durchgefrieren der Schuttmassen war für die Entstehung der Buckelwiesen bestimmend, indem es zur Anlage eines Frostrißnetzes führte. Die Tiefe der Frostrisse und damit die Intensität der Zerklüftung der Schuttmassen ist stärker in der Umgebung der Oberkanten der Steilhänge (besonders der Böschungen von Erosionsrinnen) als etwa auf der nur sanftgewölbten Oberfläche von Wallmoränenrücken usw. Hier sind oberflächenmorphologisch schon konvexe Formen vorgebildet. Beim Durchfrieren der Schotter muß an solchen Stellen notgedrungen eine stärkere Rißbildung eintreten (Fig. 3). (Die Schuttmassen heben sich in Richtung der schwach ausgezogenen Pfeile. Dementsprechend erfolgt ein Ausweichen an der Oberfläche in Richtung der stärkeren Pfeile.) Mit dem jahreszeitlich bedingten Auftauen der oberen Schicht — eine Verstärkung des Auftauens kann durch die im Gebiet vorhandenen Föhninflüsse als sicher gelten — füllten sich die Frostrisse mit Schmelzwasser. Beim Wiedergefrieren entstanden, dem idealen Querschnitt der Risse entsprechend, Eiskeile. Die seitliche Ausdehnung derselben beim Gefrieren übt auf die Schuttmassen einen Druck aus. Dadurch werden die zwischen den ursprünglichen Frostrissen liegenden Schuttfelder emporgewölbt, sie stellen die späteren Buckel dar\*). Auf eine abweichende Ausbildungsform derselben an Steilhängen, die im übrigen für die Annahme von Eiskeilen eine wichtige Stütze ist, komme ich in anderem Zusammenhang zu sprechen.

Das periodische Auftauen der oberen Schicht und damit auch der oberen Partien der Eiskeile führt zu einer sukzessiven Erweiterung der Spalten und verstärkt so die Aufwölbung der Buckel. Andererseits stürzen von den Buckeln und von den Spaltenkanten Schuttmassen in die Spalten und überdecken dort zum Teil die noch nicht aufgetauten tieferen Teile der Eiskeile, die damit vor unmittel-

\*) Dieser Vorgang ist nach Selzer langsam erfolgt: „Unmöglich kann das Eis die Spalte in einem kurzen Akt zu einem breiten Keil erweitert haben. Das lockere Nebengestein kann nur durch im Laufe langer Zeiten wirkende Druckkräfte zu dieser stetigen Deformation reagieren. Fortlaufend und langsam müssen sich die zuerst dünnen Keile erweitert haben.“

Eine Emporwölbung der Felder ist auf alle Fälle erfolgt, da sonst die Gipfel der Buckel in einer ideellen Fläche liegen müßten („Gipfelfläche“), was nach Knauer nicht der Fall ist. Welchen Anteil an dieser Aufwölbung die von den Eiskeilena usgeübten Druckkräfte einerseits, die Einsackung der Mulden beim Ausschmelzen der Eiskeile andererseits, sowie Erosionskräfte haben, läßt sich heute nicht mehr feststellen.



Abb. 12. Buckelbildung am Steilhang einer V-förmigen Rinne. Die Eiskeile drücken beim Gefrieren die Schuttmassen vom Hang weg; dadurch entstehen später beim Ausschmelzen der Eiskeile oberseits tiefe Mulden.

barer Einwirkung der erwärmten Luft (Föhn) und der Jnsolation geschützt sind, ein Analogon im Kleinen zu Toteisverschüttungen, das auch noch in anderer Hinsicht beachtenswert ist. Im übrigen darf dem periglazialen Klimacharakter des Alpengebietes entsprechend (Föhn, stärkere Aus- und Einstrahlungsgegensätze) mit einem raschen Auftauen und Wiedergefrieren gerechnet werden, ein Umstand, der für Frosthebungen und dadurch ausgelöste Brodelerscheinungen nicht günstig ist. Die Frage nach oberflächlich stattfindenden Frosthebungen größeren Materials lasse ich offen, da im Hinblick auf die nacheiszeitliche Bodenentwicklung (s. S. 101 ff.) und die von ihr bewirkte selektive Zersetzung des Kalkgesteins in den Verwitterungstaschen kein deutliches Bild mehr zu gewinnen ist. Auf alle Fälle waren sie, wie schon erwähnt, im Hinblick auf das Fehlen einer Sortierung des Materials in größerer Tiefe (d. h. unter der rezenten Verwitterungsdecke) von untergeordneter Bedeutung.

Die abschließende Ausformung der Oberfläche erfuhren die Buckelwiesen beim Aufhören des periglazialen Klimas mit dem völligen Auftauen der Gefornis. Die für uns wichtigste Tatsache ist hierbei das Ausschmelzen der Eiskeile; die unmittelbare Umgebung sackt in die dadurch entstandenen Hohlformen nach, das heutige Buckel-Mulden-Relief bildend. Die sich in den Mulden sammelnden Schmelzwässer, soweit sie oberflächlich aus den Buckelböschungen austreten und nicht verdunsten, fließen von Mulde zu Mulde ab und helfen die Formen abrunden. Auch Niederschlagswässer können in dem nun einsetzenden postglazialen Klima mitwirken. Es handelt sich aber offenbar nur um geringe Mengen, die nur stellenweise zu linearer Erosion führten: Hauptsächlich an Teilen der zwischen den Buckeln liegenden Mulden. An einer Stelle des Geisschädel-Rückens am linken Ufer des Kranzbaches kann eine etwas umfangreichere Erosionswirkung festgestellt werden.

Auf einem fast waagrechten Moränenrücken liegt eine große, sehr seichte Mulde, völlig erfüllt von Buckeln. Von der Mulde ausgehend, ihren südlichen Rand durchbrechend und den Steilhang der Moräne zum Kranzbach herabziehend findet sich eine V-förmige Erosionsrinne, in den Ausmaßen weit hinter denen glazialer Entstehung zurücktretend. Wir erblicken in ihr die Abfluß-Stelle des in der großen Mulde sich sammelnden Schmelzwassers\*).

\*) Auch nischenartig endende, kurze Auszweigungen eines mäanderartigen ausgetrockneten Bachlaufes etwa parallel dem Kranzbach könnten von Schmelzwasseraustritten über der perennen Tjäle herrühren. Doch bedarf diese Erscheinung noch gesonderter Untersuchung. Eine gewisse Ähnlichkeit mit Schlammausbrüchen über der Tjäle, wie sie im Algebiet vorkommen (Lutz), ist jedoch unverkennbar.



Abb. 13. Buckelbildung an der Böschung einer Rinne, ähnlich der auf Abb. 12. Die Mulden oberhalb der Buckel können durch Schmelzwässer noch weiter ausgekollt werden. Das Wasser läuft um den Buckel herum seitwärts ab, die Formen abrundend.

Hier ist nun noch ein Wort zu sagen über die abweichende Formenausbildung an Steilhängen. Vor allem an den Böschungen größerer Erosionsrinnen (glazialer Entstehung) sind die Buckel stärker herausmodelliert. Die hangaufwärts schauende Flanke der Buckel ist meist ziemlich steil, während die abwärts schauende Flanke allmählich ausläuft. Im senkrechten Ausschnitt ergibt sich das Bild von Treppen-

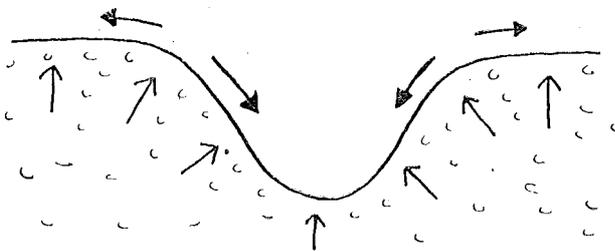


Fig. 3.

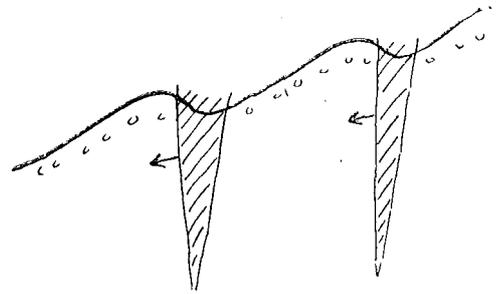


Fig. 4.

stufen. Ihre Entstehung ist bei Annahme von Eiskeilen ohne weiteres verständlich: Die beim Gefrieren sich ausdehnenden Eiskeile üben, wie schon dargelegt, auf die anlagernden Schuttmassen nach beiden Seiten einen Druck aus und zwingen sie zum Ausweichen. Sie finden dabei hangabwärts geringeren Widerstand und drängen den Schutt vorwiegend nach dieser Richtung ab (s. Fig. 4). Die oberhalb der Buckel liegenden Mulden füllten sich beim Ausschmelzen des Eises, das um die dar-



Abb. 14. Auffallend tiefe, kesselförmige Mulden an der Oberseite eines Buckels am Steilhang einer Rinne. Derartige Vertiefungen können durch Ausschmelzen größerer Eiskeile bzw. Eissäulen, die an der Knotenstelle von radialen Frostrissen gefrieren, entstehen. Sie stellen ein Seitenstück im kleinen zu Toteiskesseln dar.

unter liegenden Buckel herum nach beiden Seiten abfloß, wobei es die Mulden unterhalb vielleicht schwach auskolkte\*).

Ferner finden sich einzelne abweichend hohe Buckel (z. B. auf der Hochreut) und vereinzelt tiefe, fast trichterartige Mulden zwischen den Buckeln, so besonders an den eben behandelten Steilhängen. In letzterem Fall ist die auskolkende Wirkung von Schmelzwässern schon berührt worden. Allgemein muß jedoch bei solchen Extremformen an abweichende Eisaneicherungen im Boden gedacht werden, nach deren Ausschmelzen analog den Toteis-Kesselfeldern im großen, die Verstärkungen besonders stark waren. Insbesondere kann sich an Knotenpunkten von radialen Frostrissen eine Art Eissäule bilden, deren Ausschmelzen kesselförmige Mulden hinterläßt. Abweichende lokale Verdickungen der Eiskeile sind durch Nachsaugen von Wasser aus dem Schutt erklärbar, eine Erscheinung, die bei der Ausbildung frostgeformter Böden, vor allem der Frostböden, wiederholt beobachtet werden kann.

Zur Vervollständigung der vorausgehenden Darstellung seien hier noch einige ergänzende Beobachtungen besprochen. Auf der Sohle einer etwa in der Verbindungslinie Karwendelkreuz—Krottenkopf laufenden U-Rinne sind die Buckel zwar vorhanden, aber nur schwach ausgebildet. Diese Tatsache ist am ehesten mit der Ablagerung aus der Trübe von Schmelzwässern zu erklären, indem diese Ablagerungen die Mulden zum Teil auffüllten. Auch an Denudation und Verschleifung der Kuppen durch spätere Niederschläge kann gedacht werden. Ein Nachweis ist infolge der rezenten Bodenbildung kaum mehr zu führen.

Andererseits ist die Buckelbildung dort nicht mehr möglich, wo der Schutt zu flachgründig wird und deshalb keine nennenswerten Frostrisse mehr auftreten. Dies ist z. B. sehr schön am Brendten zu verfolgen, indem sich an der Oberfläche mehr und mehr die Umrisse der darunter liegenden, vom Schutt nur mehr schwach verhüllten Formen der anstehenden Dolomitzköpfe abzeichnen.

Wohl schon während der letzten inneralpiner Rückzugsstadien setzte eine Besiedlung der Buckelwiesenflächen durch die Vegetation ein. Flechten und Spaliersträucher, die auch heute noch im Gebiet

\*) Ähnliches gilt für die im periglazialen Klima anzunehmenden zwar geringen, aber heftigen Niederschläge. Insbesondere wird dadurch die abwärtsige Flanke der Hügel in die Länge gezogen.



Abb. 15. An der Sohle U-förmiger Schmelzwasserrinnen sind regelmäßig Buckel ausgebildet, deren Zwischenräume jedoch zum Teil von Schmelzwässern beim Auftauen der Gefornis eingeglichen werden, so daß nur mehr ein schwaches Relief übrigbleibt.

zu den Erstbesiedlern von Schottern zählen, dürften daran hauptsächlich beteiligt gewesen sein (vgl. Mattick). Die sich schließende erste Vegetationsdecke schützte die in der dargelegten Weise entstandenen kleinen Oberflächenausformungen vor Abtragung durch die im Postglazial stärker werdenden Niederschläge; sie hat die fossilen frostgeformten Bodenbildungen gewissermaßen fixiert, wobei sie allerdings auch gleichzeitig zu einer rezenten — eingangs geschilderten — Bodenbildung Anlaß gab.

Von E. Ebers wurde als Stütze für die Annahme einer rhythmischen Selbstdifferenzierung auf chemischem Wege auf das Vorkommen von anderen Karsterscheinungen hingewiesen, in diesem Fall von Dolinen. Ob Hohlformen in der Nähe des Brunnetales als solche anzusprechen sind, lasse ich dahingestellt. Um reihenweise angeordnete Dolinen kann es sich dagegen bei mehrere Meter tiefen Einstürzen entlang einer zum Tenn-See führenden Senke handeln. Ein unterirdischer Wasserzug könnte hier die Ursache sein; ebenso finden sich einzelne größere Trichter in der Umgebung eines Moores nördlich des Seitzhofes und beim Moor auf der Anhöhe südlich des Wagenbrüchsees. In beiden Fällen münden Abflüsse der betreffenden Moore in die Trichter und versickern dort. Ein ähnlicher Fall ist von Paul am Rand eines Moores auf der Winkelmoosalp bei Reit i. W. beobachtet worden. Für uns ist besonders beachtenswert, daß die Buckelbildungen teilweise auch auf die Wände der Dolinen übergreifen, besonders deutlich in der „Doline“ nördlich des Seitzhofes, woraus hervorgeht, daß auch die „Dolinen“ zur Zeit der Buckelentstehung, wie alle Oberflächenformen, auf denen solche liegen, bereits vorgebildet waren.

Hier ist ein allgemeiner Hinweis auf den quartärgeologisch-diagnostischen Wert der Buckelbildungen anzufügen. Wenn es sich um fossile, frostgeformte Böden handelt — und nach den obigen Darlegungen ist dies am wahrscheinlichsten von allen Erklärungsversuchen —, dann besitzen wir in dem Vorkommen von Buckelwiesen einen Indikator sowohl für das Alter der Oberflächenformen, auf denen sie auftreten, als auch für das Klima, dem das Gelände in dem betreffenden Zeitabschnitte der Buckelbildung ausgesetzt war. Hinsichtlich des Alters bestimmen sie den Zeitpunkt, vor dem ihre Unterlage als abgeschlossene Oberflächenbildung vorlag. Für die Beurteilung des allgemeinen Klimacharakters haben wir in den Voraussetzungen für die mechanische Differenzierung der geschilderten Oberflächenkleinformen, die in arktischen Gebieten heute in ähnlicher Ausbildung studiert werden können, einen wichtigen Bezugspunkt.

## Literatur zu Teil 1.

- Ebers, E., Die Kultivierung der Buckelwiesen bei Mittenwald. Blätter f. Naturschutz, 22. Jahrg., Heft 4, 1939.
- Fischer, H., Manuskript im Besitz des Geolog. Instituts der Universität München.
- Keßler, P., Das eiszeitliche Klima und seine geologischen Wirkungen im eisnahen Gebiet. Stuttgart 1925.
- Knauer, J., Die Entstehung der Buckelwiesen. Mitt. Geogr. Ges. München, 34. München 1943.
- Leffingwell, Ground-Ice-Wedges, the dominant form of ground-ice on the northcoast of Alaska. Journ. of Geology 23, 1915, S. 635—654.
- The Canning River region, northern Alaska. Professional Paper 109, Unit. States Geol. Survey, 1919.
- Levy, Fr., Ostalpine Formenstudien. Berlin 1920.
- Lutz, J. L., Oberpfälzische Kiefernbestände im Spiegel ökologisch-historischer Landschaftsforschung. — Noch unveröffentlicht.
- Mattick, Fr., Die Vegetation frostgeformter Böden der Arktis, der Alpen und des Riesengebirges. Repert. Fedde, Beiheft 124, 1941, S. 128—184.
- Penck, Die Buckelwiesen von Mittenwald am Karwendel. Mitt. Geogr. Ges. München, 33. München 1941.
- Poser, H., Beiträge zur Kenntnis der arktischen Bodenformen. Geolog. Rundschau 22, 1931, S. 220 bis 231.
- Salomon, W., Arktische Bodenformen in den Alpen. Sitzgsber. d. Heidelberger Akad. d. Wiss., Math.-Naturw. Kl., 1929, 5. Abh.
- Selzer, G., Diluviale Lößkeile und Lößkeilnetze aus der Umgebung Göttingens. Geolog. Rundschau, 27, 3, 1936, S. 275—293.
- Soergel, W., Diluviale Frostspalten im Deckschichtenprofil von Ehringsdorf. — Fortschr. d. Geol. und Paläont. 11, (Deecke-Festschrift), Berlin 1932.
- Diluviale Eiskeile. Zeitschr. d. Dtsch. Geol. Ges. 88.
- Thorrodsen, Th., Polygonboden und „Thufur“ auf Jsland. Peterm. Mitt. 59, II, 1913, S. 253—255.

## 2. Die Vegetation der Buckelwiesen.

## Floristisch-pflanzengeographische Charakteristik der Buckelwiesen bei Mittenwald.

(H. Paul.)

Um zu einer einigermaßen sicheren floristisch-pflanzengeographischen Bewertung der Buckelwiesen zu gelangen, darf nicht außeracht gelassen werden, daß sie in Zusammensetzung des Pflanzenbestandes sowohl als auch, was ihre Ausdehnung betrifft, den wohl jahrhundertalten Einfluß der Bewirtschaftung durch die in den umliegenden Orten ansässigen Grundbesitzer verraten. Wie wir später noch zu besprechen haben werden, stehen sie auf ehemaligem Waldboden, welchen Wald wir uns aber nicht allenthalben dicht geschlossen vorzustellen haben; vielmehr zeigte er sehr wahrscheinlich viele Lücken, die eine Vegetation getragen haben, deren Vertreter den Grundstock der heutigen Buckelwiesenflora gebildet haben. Zeugen dieses Waldes sehen wir ja überall zerstreut auf den Buckelwiesen und aus ihnen können wir mit einiger Sicherheit das frühere Bild rekonstruieren.

Rein äußerlich betrachtet machen die ausgedehnten Flächen der Buckelwiesen den Eindruck magerer Heidewiesen\*) mit dürtigem Graswuchs und eingestreuten zahllosen buntblühenden Gewächsen. Der Aspekt wechselt vom ersten Frühjahr bis in den Spätherbst außerordentlich. Den Reigen eröffnen Vertreter der alpinen Flora wie *Primula auricula* und *farinosa* und besonders *Gentiana clusii*, auch *Crocus albiflorus* war früher gegen Krünn an einigen Stellen vorhanden. Schon diese verraten die Ähnlichkeit der Rasen mit den Alpenmatten über der Waldgrenze des benachbarten Hochgebirges. Aber noch eine ganze Anzahl weiterer alpiner und arktisch-alpiner Arten durchsetzt mit zahlreichen Individuen den mageren Grasrasen. Aus unserer Liste sind hier zu nennen: *Selaginella selaginoides*, *Polygonum viviparum*, *Dryas octopetala* (an besonders steinigem und flachgründigen Orten), *Ranunculus montanus*, *Gentiana verna*, *Globularia nudicaulis*, *Satureja alpina*, *Homogyne alpina*, *Pinguicula alpina*, *Campanula scheuchzeri*, *Euphrasia picta* und *salisburgensis*, *Hieracium hoppeanum*. Die meisten von ihnen gehen weit ins Vorland hinaus und sind hier teils in Heiden, teils in Mooren oder Sümpfen zu finden, die einen häufiger, die anderen seltener. Sie sind an diesen Orten wohl zum größten Teil als ursprüngliche Glazialrelikte anzusehen. Manche werden in den Stromtälern immer wieder von neuem vom

\*) Vollmann, F. Skizze der Vegetationsverhältnisse der Umgebung von Mittenwald. Mitt. Bayer. Bot. Ges. II. 20. S. 358 (1911) nennt sie auch geradezu „Heidewiesen“.



Abb. 16. Die Buckelbildung ist an das Vorhandensein von aufbereitetem Material (Schotter, Gehängeschutt usw.) gebunden. Wird der Schutt flachgründig, dann zeichnen sich die darunter liegenden Gesteinsformen ab, so im vorliegenden Bild Dolomitköpfe am Brenden.

Gebirge her durch das Wasser gebracht. Aber die abseits davon gelegenen Heiden und Moore sind doch wohl als ursprüngliche alte Siedlungsreste zu betrachten.

Von unseren Buckelwiesenpflanzen sind nur wenige, die außerhalb der Flußtäler nicht gefunden wurden. Das ist zunächst *Dryas octopetala*. Die Silberwurz ist als Neuansiedler auf den frischen Flußschottern der oberen Hochebene ungemein häufig und hält sich nach dem Zusammenschluß der Holzbestände an geeigneten Stellen lange, wenn diese genügend Licht hereinlassen, also in schütterten Föhrengeländen. Sie verschwindet erst mit Ausbildung der Klimaxfichtenwälder. Aber in den Heiden der unteren Hochebene fehlt sie schon. Auf den Buckelwiesen ist sie stellenweise auf sehr flachgründigen und schotterreichen Stellen zusammen mit *Teucrium montanum* und *Globularia cordifolia* reichlich. Auch *Globularia nudicaulis* fehlt außerhalb der Stromtäler. Nicht aus den Alpen heraus geht *Campanula Scheuchzeri*, obwohl sie innerhalb derselben in den Talwiesen eine allgemeine Erscheinung ist. Eine gesonderte Stellung nimmt das *Hieracium Hoppeanum* der Buckelwiesen ein. Die hier zahlreich vorhandene Form ist etwas ganz anderes als die der Heidewiesen auf der Hochebene. Hier ist es die Unterart *testimoniale* N. P. der Gruppe *macranthum* N. P., die mehr südosteuropäisch ist, während die Form der Buckelwiesen eine echt alpine Unterart darstellt, nämlich *poliolepium* N. P., die zur Gruppe *Hoppeanum* N. P. selbst gehört. Von *Euphrasia picta* ist nicht sicher, ob unsere Form, die nach Vollmann zur Unterart *alpigena* Vollm. gehört, mit der auf unseren Heiden häufigen identisch ist, die von manchen zu *E. Kernerii* gestellt wird.

So sind also doch einige alpine Vertreter der Buckelwiesen mehr auf die Alpen beschränkt, so daß demnach diese etwas den alpinen Matten näher Stehendes darstellen als die Heidewiesen der Hochebene. Das wird noch deutlicher durch den Anteil der häufigsten und die Bestände der Buckelwiesen besonders bezeichnenden Seggenart, der Horstsegge *Carex sempervirens* an der Zusammensetzung der Rasen. In unseren Bestandsaufnahmen beweist sie eine hundertprozentige Stetigkeit. Sie gehört auf den alpinen Matten zu den Charakterpflanzen der Pflanzengesellschaft der Horstseggenrasen, die — worauf ausdrücklich hingewiesen werden muß — ihre starke Ausdehnung über der Waldgrenze dem Almbetrieb und der Wildheugewinnung und der dadurch bewirkten Fernhaltung der



Abb. 17. Wie Abb. 16, jedoch sind die Buckel nur mehr stellenweise ausgeprägt.

Holzgewächse, besonders der Latschen und Alpenrosen verdankt. *Carex sempervirens* geht weit ins Alpenvorland hinaus, überschreitet aber die Donau nicht\*). Nach Vollmann steigt sie in den Alpen bis 2370 m und ist in der oberen Hochebene auf Heiden und kurzrasigen Wiesen verbreitet; von der unteren Hochebene führt er noch 12 Stellen des Vorkommens auf Heidewiesen an. Ihre Herkunft liegt in den Alpen, sie wird deshalb als endemisch-alpin bezeichnet. Wegen ihrer starken Verbreitung im Alpenvorland gibt ihr Meusel\*\*) ebenso wie *Globularia cordifolia* und *Gypsophila repens* die Signatur „alpin — dealpin“. Diese Arten stellen demnach einen Übergang zu der durch eine ganze Anzahl charakteristischer und bemerkenswerter Gewächse auf unseren Buckelwiesen vertretenen dealpinen Gruppe dar. Meusel\*\*\*), dem wir eingehende Studien darüber verdanken, verwendet das von böhmischen Botanikern an Stelle von „präalpin“ geprägte Wort „dealpin“ für „Pflanzen, die ihre Hauptverbreitung zwar auch im Bereich der Alpenländer haben, die aber das ausgesprochene Hochgebirge mehr oder weniger meiden und so vor allem Bewohner der Täler und des Alpenrandes darstellen“.

Als Hauptvertreter der dealpinen Gruppe nennt Meusel für unser Gebiet das Blaugras, *Sesleria coerulea*. In 91% unserer Aufnahmen vertreten, muß dieses Gras nächst der Horstsegge als wichtigster Bestandteil des Rasens an den Buckelwiesen bezeichnet werden. Im Gegensatz zu letzterer geht sie viel weiter nach Norden, greift über die Donau hinüber auf den Jura und ist noch in Kalkgebieten Mitteldeutschlands vertreten. Auch im südlichen Skandinavien wird sie noch gefunden und geht nach Süden über die Alpen hinaus (siehe Karte bei Meusel). Als Angehörige eines südlich verbreiteten Sippenkreises kann sie wie viele andere Dealpine auch als südeuropäisch-montan-mittel-europäisch bezeichnet werden. In den bayerischen Kalkalpen ist *Sesleria coerulea* auf Felsbändern und an sonstigen steinigten Stellen bis 2480 m verbreitet. Auf den Heiden der Hochebene fällt sie in der typischen Unterart *calcaria* (Opiz) Čel. weniger auf, dagegen ist die von dieser nicht streng geschiedene Unterart *uliginosa* (Opiz) Čel. auf Mooren häufig.

\*) Mansfeld, R. führt zwar im Verzeichnis der Farn- und Blütenpflanzen des Deutschen Reiches, 1940, Verl. Fischer-Jena, die Art auch aus der Fränk. Alb an, was wohl auf Ascherson-Graebner, Synopsis zurückgeht. Die Pflanze ist hier bisher nicht gefunden worden.

\*\*) Meusel, H., Die Grasheiden Mitteleuropas. Bot. Arch. 41, 1940. II. Teil, p. 484.

\*\*\*) Meusel, H., Die Vegetationsverhältnisse der Gipsberge im Kyffhäuser und im südlichen Harzvorland. Hercynia II, 1939, S. 95. Vgl. auch Meusel, H., l. c. 1940. I. Teil Bot. Arch. 41, 1940.



Abb. 18. Reihenförmig angeordnete Einstürze von Dolinencharakter am Tenn-See.

Mit dem Blaugras kommt noch ein weiteres, recht bezeichnendes Gras vor, der Amethystschwingel, *Festuca amethystina*, ein Bestandteil der *Erica carnea* — *Pinus silvestris* — Kiefernheide unserer Alpen und des Alpenvorlandes, was auf eine ehemalige wenigstens teilweise Bedeckung der Buckelwiesen mit lockeren Waldföhrenbeständen, vielleicht in Mischung mit Spirken schließen läßt. Der Amethystschwingel ist noch in 13 von den 21 notierten Beständen vertreten, während die gleichfalls zu den dealpinen Gewächsen zu zählende Schneeheide *Erica carnea* nur noch in zweien gefunden wurde. Sie scheint gegen die Mahd sehr empfindlich zu sein. In den Spirkenwäldern des benachbarten Jsartales ist sie dagegen in Menge vorhanden.

Die übrigen dealpinen Arten seien noch kurz aufgezählt. Es sind *Crepis alpestris*, *Aquilegia atrata*, *Rhinanthus angustifolius subalpinus*, *Bupthalmum salicifolium*, *Polygala Chamaebuxus*, *Carduus defloratus*, *Tofieldia calyculata*, *Biscutella laevigata*, *Thesium rostratum*, *Aster Bellidiastrum* und *Coronilla vaginalis*. Auch *Globularia cordifolia* gehört hierher, ferner *Gypsophila repens* und *Selaginella helvetica*, doch sind sie wie *Carex sempervirens* wegen der starken Verbreitung in den Alpen besser als alpin-dealpin zu bezeichnen, bilden also wie die Horstegge einen Übergang zu den eigentlich alpinen Arten. Als dealpine Waldpflanze möchte ich den Stinklattich *Aposeris foetida* bezeichnen. Er ist für unsere Betrachtung als Relikt früherer Waldbedeckung wichtig. Dealpin wird auch *Leontodon incanus* zu nennen sein, Meusel bezeichnet ihn wegen starker mediterraner Beziehungen als „submediterran — dealpin“.

In all den bisher genannten Pflanzen dokumentiert sich der Einfluß der nahen Kalkberge, was bei der Lage innerhalb der Alpen und der doch immerhin ziemlich hohen Erhebung des Buckelwiesengeländes nicht verwunderlich ist; ihr starker Anteil wird dadurch verständlich. Die folgende Gruppe deutet nun auf Herkunft aus dem mediterranen Florenbereich. Schon bei den Dealpinen zeigten sich Beziehungen dazu. Meusel nennt dieses Element deshalb auch „nur eine besondere Ausbildungsform des südeuropäisch-montan-mitteuropäischen Arealtypus“ und bezeichnet als Übergang dazu die submediterran-dealpinen Gewächse wie den schon genannten *Leontodon incanus* und *Coronilla vaginalis*.

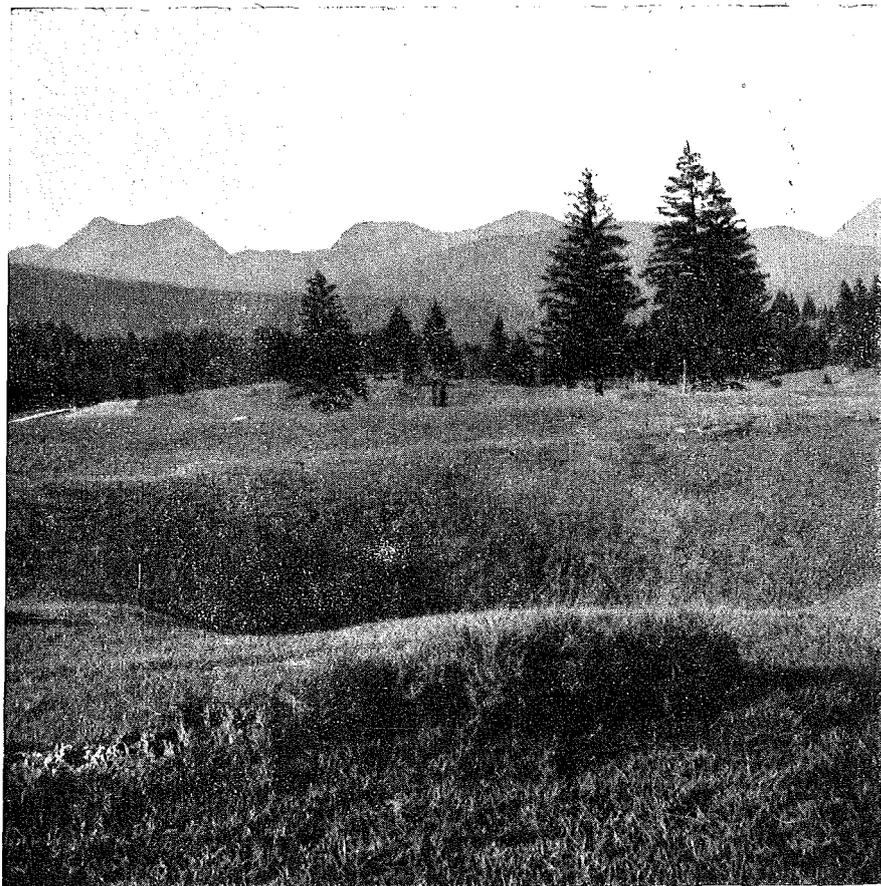


Abb. 19. Einzeler dolinenähnlicher Trichter aus der Reihe in Abb. 18. Man erkennt undeutlich das Übergreifen der Buckelbildung auf die Wände des Trichters.

Die südeuropäisch-montan-mitteuropäische Gruppe ist nur durch wenige Arten auf den Buckelwiesen vertreten, einige aber in großer Individuenzahl wie der Wundklee *Anthyllis Vulneraria* und der Hufeisenklee *Hippocrepis comosa*, welche beiden Leguminosen zur Blütezeit aspektbedingend sind; dann sieht das ganze Gelände gelb aus. Weniger auffallend, aber in jeder unserer Aufnahmen vorhanden, ist *Carex montana*. Die übrigen Arten treten dagegen mehr zurück, es sind *Helianthemum nummularium*, *Phyteuma orbiculare*, *Prunella grandiflora*, *Polygala amara*, *Astrantia major*, *Koeleria pyramidata* und *Laserpitium latifolium*, letzteres mehr an buschigen Stellen, die vor dem Abmähen geschützt bleiben.

Süd- und mitteleuropäisch ohne eigentlich montanen Charakter sind von den Buckelwiesepflanzen *Asperula cynanchica* (zahlreich, aber nicht hervortretend), *Scabiosa Columbaria*, *Primula veris*, *Euphorbia verrucosa*, *Thesium pyrenaicum* und *Peucedanum Oreoselinum*, letzteres im bayerischen Alpengebiet nur von zwei Stellen bisher bekannt und auf den Buckelwiesen mit 950 m seine obere Verbreitungsgrenze in Bayern erreichend.

Noch eine Pflanze ist hier zu erwähnen, die von unseren Aufnahmen nicht erfaßt und nur in ganz wenigen Exemplaren am Taleingang zu den Buckelwiesen bei Klais an der Straße gegen den Tennsee und bei Hochreut gesehen wurde. Es ist der sonst in Trockenrasen recht häufige Wiesensalbei, *Salvia pratensis*, der schon um Garmisch-Partenkirchen viel vorkommt, besonders an der Bahnstrecke gegen Grainau. Nach Vollmann „Flora von Bayern“ steigt er nur bis 800 m in den Alpen auf; er erreicht demnach im Buckelwiesengebiet bei Klais seine Höhengrenze, die hier bei etwa 930 m liegt. Vielleicht ist der Wiesensalbei im Vordringen in das Gebirge begriffen.

Noch stärkere mediterrane Verbreitung zeigen *Ophrys insectifera* (immer einzeln), *Anthericum ramosum* (auffallend wenig vertreten), *Globularia elongata*, *Orobanche gracilis* (beide vereinzelt), ferner

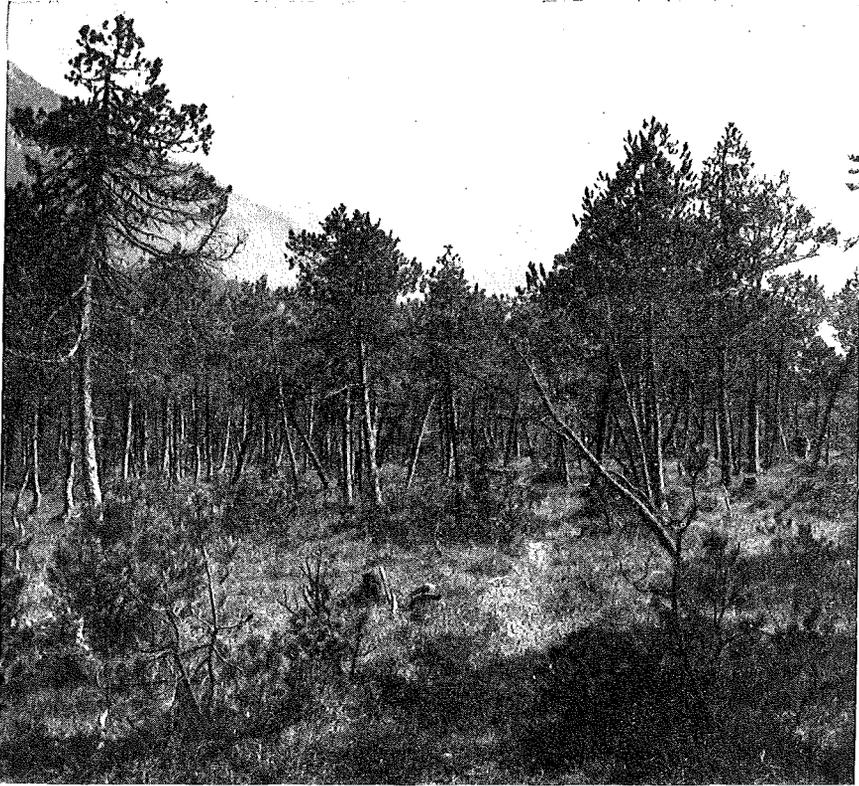


Abb. 20. Spirkenbestand auf der untersten Schotterterrasse des Jsartales südlich Krümm „Krümm Viehweide“. Südlichster Standort des Altreichs von *Dicranum spurium*. Im Hintergrund Arnspitzen.

*Teucrium montanum*, stellenweise, besonders an sehr flachgründigen, kiesigen Stellen auf den Buckeln selber mit *Dryas* und *Globularia cordifolia* in größerer Zahl, und endlich *Bromus erectus* in recht wenigen Aufnahmen und in geringer Individuenzahl vertreten. Diese Gruppe ist als submediterran zu bezeichnen. Das auffallend schwache Vorkommen der aufrechten Trespe ist bemerkenswert. Diese wichtige Trockenrasenpflanze tritt erst auf den Heidewiesen gegen die Donau zahlreicher auf, um im Jura zu dominieren, hier besonders charakteristisch für die Schafweiden der Plateaus. In unseren Alpen tritt sie sehr zurück und wird oft durch *Molinia arundinacea* ersetzt; sie steigt auch nur bis 1350 m auf.

Das ebenfalls zu den Submediterranen gehörige Steinrösel, *Daphne Cneorum* fehlt den eigentlichen Buckelwiesen, dürfte aber früher ebenso wie *Erica carnea* vorhanden gewesen sein, denn es ist in den Schneeheide-Spirkenwäldern der unteren Stufen des Jsartales bei Krümm recht reichlich zu sehen.

Verhältnismäßig wenig sind im Rasen der Buckelwiesen die Vertreter des eurosibirisch-kontinentalen Florenelementes vorhanden. Sie sind dafür aber um so bemerkenswerter. Als Bestandteile der nördlichen Wald- und Wiesensteppenzone möchten sie wohl eigentlich in unserem Alpental etwas fremdartig erscheinen, doch sind darunter einige von ausgedehnter Verbreitung in den Bayerischen Alpen. Unter diesen ist nur *Trifolium montanum* ganz allgemein auf den Buckelwiesen, auch manchmal in größerer Individuenzahl, aber schon das sonst häufige *Galium boreale* tritt sehr dagegen zurück. Das im Vorlande auf Heiden ganz verbreitete kalkliebende Trockenrasengras *Brachypodium pinnatum* ist von uns nur in einer Aufnahme erfaßt worden, ganz wenig auch *Filipendula hexapetala*, *Epipactis atrorubens* und *Campanula glomerata*. Dagegen ist sehr eindrucksvoll das über das ganze Gebiet verstreute Auftreten von *Hypochoeris maculata*, ein sehr bezeichnendes Steppenelement und zugleich eine schöne, stattliche, mit ihren großen hellgelben Blüten recht auffällige Pflanze. Darüber hinaus können wir die Auffindung zweier weiterer hierher gehöriger Pflanzen mitteilen, nämlich *Crepis praemorsa*, die wir an Abhängen in der Umgebung des Gaisschädels bei Klais und am Eingang der Hochstraße nächst Krümm in einigen Exemplaren festgestellt haben. Diese Pflanze war bisher aus den Bayerischen Alpen nur von Füssen und Reichenhall bekannt. Noch bemerkenswerter ist *Helictotrichon pratense* (*Avena pratensis*), welches Gras bisher aus den Bayerischen Alpen überhaupt nicht angegeben war.



Abb. 21. *Galium pumilum* in dichten Horsten Neuananschüttung an einer Wegböschung besiedelnd.

Es ist auch Vollmann\*) entgangen, denn in seiner Schilderung der Heidewiesen von Mittenwald führt er es nicht an. Wir haben es in sieben Aufnahmen erfaßt und auch sonst noch beobachtet, am höchsten bei + 1100 m am Brendten gegen den Kranzberg. Auch *Polygonatum odoratum* schließt sich als euroasiatisches Waldsteppenelement hier an, nicht im Rasen der Buckelwiesen selber, sondern am Rande der Waldreste.

Eurosibirisch ohne besondere kontinentale Prägung sind folgende gewöhnlichen Wiesenpflanzen: *Carex panicea*, *Trifolium pratense*, *Pimpinella major*, *Galium verum*, *Succisa pratensis*, *Arnica montana*, *Centaurea Jacea*, *C. Scabiosa*, *Tragopogon pratensis orientalis* (?).

Das europäische Florenelement finden wir zahlenmäßig am meisten in Rasen der Buckelwiesen vertreten; dazu gehören die folgenden weit verbreiteten und häufigen Wiesenpflanzen wie *Colchicum autumnale*, *Leontodon hispidus* mit der Unterart *danubialis*, *Hypochaeris radicata*, *Scorzonera humilis*, *Carex flacca*, *Linum catharticum* (Ubiquist), *Plantago media*, *Knautia arvensis*, *Lotus corniculatus*, *Stachys officinalis*, *Polygala vulgaris*; im Trockenrasen häufig sind *Hieracium Pilosella* und *piloselloides*, *Sanguisorba minor*, *Galium pumilum*, *Orchis ustulatus* und *Allium carinatum*. *Gentiana germanica* beherrscht im Herbst in großer Zahl das Gelände und mit seinen zahlreichen violetten Blüten den Aspekt dieser Jahreszeit; dieser Enzian hat eine beschränktere mitteleuropäische Verbreitung mit westlicher Ausbreitungstendenz (Meusel). Gleichzeitig montanen Charakter haben *Leucorchis albida*, *Trollius europaeus* (auch im arktischen Nordamerika) und *Gentiana utriculosa*. Als Relikt des montanen Fichten- oder gemischten Bergwaldes sind *Melampyrum silvaticum* und *Knautia silvatica* anzusehen. Ein wichtiger, ganz allgemeiner Bestandteil der Buckelwiesen ist dann noch *Carlina acaulis*, bodenvag, doch Kalk bevorzugend, häufig im Trockenrasen an steinigen Berghängen. Im Gegensatz dazu sucht *Calluna vulgaris* die kalkarmen lehmigen Stellen auf, hier oft in Gesellschaft von *Nardus stricta*; die Verlehmung dieser Orte ist wohl auf den Einfluß stärkerer Ablagerung von Rohhumus ehemaliger Waldbestände zurückzuführen.

\*) Vollmann, l. c. Zum ersten Male [habe ich das Gras schon vor Jahren beobachtet (siehe H. Paul, Wiesenbauversuche auf den Buckelwiesen zwischen Klais und Krümm bei Mittenwald, Prakt. Blätter f. Pflanzenbau und Pflanzenschutz 17, Heft 9/10 1939/40), aber seine weitere Verbreitung auf den Buckelwiesen wurde erst jetzt ermittelt.



Abb. 22. Aufgelöste Horste von *Gaium pumilum* im alten Rasen der Buckelwiesen.

Weit verbreitete euroasiatische Wiesen- bzw. Halbtrockenrasenpflanzen sind ebenfalls und oft mengenmäßig stark auf den Buckelwiesen vertreten, dazu gehören *Festuca ovina*, *Briza media*, die schon erwähnte *Nardus stricta*, *Carex caryophylla*, *Gymnadenia conopsea*, *Platanthera bifolia*, *Viola montana*, *Polygala comosa*, *Potentilla erecta*, *Parnassia palustris*, *Plantago lanceolata* und *Valeriana dioica*. Ihnen schließen sich an die zirkumpolar verbreiteten Wiesen- und Waldpflanzen *Agrostis tenuis*, *Molinia caerulea*, *Anthoxanthum odoratum*, *Anemone nemorosa*, *Sanguisorba officinalis*, *Vaccinium Myrtillus*, *V. Vitis-idaea*, *Pinguicula vulgaris* und *Antennaria dioica*.

Die Bodenmoose und Flechten der Buckelwiesen sind überwiegend zirkumpolar weit verbreitete, zum Teil sogar kosmopolitische Arten, nur einige sind pflanzengeographisch bemerkenswert und sollen daher besonders besprochen werden. *Cladonia rangiferina*, *silvatica* und *uncialis* sind wie *Cetraria islandica* häufige Rohhumusbewohner besonders in Wäldern und auf trockenen Moor- und Sandboden. Auf den Buckelwiesen treten sie nur stellenweise besonders in Gesellschaft von *Calluna* etwas mehr hervor. *Cladonia furcata* und *chlorophaea* sind hauptsächlich Waldbewohner, meist ziemlich versteckt im Grasrasen. Die sonst beobachteten beiden *Peltigera*-Arten *canina* und *rufescens* sind sehr vereinzelt gefunden worden, beides Kosmopoliten und an verschiedensten Örtlichkeiten wachsend.

Von den Moosen sind die zirkumpolar verbreiteten *Pleurozium Schreberi*, *Hylocomium splendens*, *Rhytidiadelphus triquetrus*, *Dicranum undulatum* und *scoparium* sowie *Leucobryum glaucum* Rohhumusbewohner der Wälder und als Relikte aus solchen an oberflächlich versäuerten Stellen zu werten. Unter dem Schutz der Wiesenpflanzen halten sie sich nach dem Abtrieb der Bäume oft noch lange, besonders in Nordlagen, zeigen aber meist geringere Vitalität. Ihnen schließt sich *Pseudoscleropodium purum* an, süd-mitteuropäisch bis in Skandinavien, hier mit deutlich ozeanischem Charakter. *Polytrichum perigoniale* ist eine Ausbildungsform trockener, offener Orte von *P. commune*. *Racomitrium canescens*, ein zirkumpolares Moos der trockenen Böden verschiedenster Art sogar auf Kalk, an offenen Stellen meist größere Rasen bildend. Auf den Buckelwiesen nur wenig, an der angegebenen Stelle aber in großen Decken in Gesellschaft seines Gattungsgenossen *Rh. lanuginosum*. Im Gegensatz zu jenem ist dieses ein Gebirgsmoos, meist auf kalkärmerem Gestein oder über Humus auf Kalkfelsen, im Alpenvorlande auch auf Torf. Seiner Verbreitung nach ist es ein kosmopolitischer Oreophyt, der etwas ozeanische Ansprüche hat und im Norden bis an die Meeresküsten herabsteigt, auch in den Moostundren häufig. Sein Auftreten auf den Buckelwiesen im Anschluß an *Nardus* und *Calluna* deutet darauf hin, daß diese

Abb. 23. Flachgründige Kiesbuckel mit *Globularia cordifolia*-Fazies.

nicht als reines Trockengebiet zu werten sind; wenigstens zeitweise muß eine seinen Ansprüchen genügende Luftfeuchtigkeit herrschen.

Kalkmoose sind *Tortella tortuosa* und *Ditrichum flexicaule*, ersteres sonst auf Blöcken im Walde in bester Ausbildung, aber auch an Bäumen. Wo es ohne Schatten wächst, ist seine Vitalität gewöhnlich herabgesetzt, so auch auf den Buckelwiesen. *Ditrichum* ist häufig an offenen Stellen auf Kalkböden. *Hypnum lacinosum* ist eine Unterart des weit verbreiteten *H. cupressiforme*, für trockene Heiden charakteristisch; seine Verbreitung scheint noch nicht erschöpfend festgestellt zu sein; bisher nur aus Europa angegeben.

*Dicranum Mühlenbeckii* ist wohl das bemerkenswerteste Moos der Buckelwiesen. Es ist eine arktisch-alpine Art, in den Matten über der Baumgrenze in unseren Alpen oft häufig. Das Vorkommen in den Heiden des Alpenvorlandes bringt es in Beziehung zu den dealpinen Gefäßpflanzen, doch ist es in Skandinavien stark verbreitet. In unserem Gebiet an zahlreichen Stellen und bisweilen in großen und tiefen Rasen in ausgezeichneter Entwicklung; in mehr als der Hälfte unserer Aufnahmen vertreten.

Von den vier gewöhnlich an trocknen grasigen Orten besonders an Abhängen miteinander vergesellschafteten Moosen auf Kalkboden im Alpenvorlande und in den Tälern unserer Kalkalpen *Rhytidium rugosum*, *Abietinella abietina*, *Entodon orthocarpus* und *Camptothecium lutescens* haben wir auf den Buckelwiesen nur die beiden ersten gesehen, davon das zweite auch nur wenig, dagegen das erste in jeder von uns gemachten Aufnahme. *Rhytidium* ist ein sehr charakteristischer Xerophyt von panborealer Verbreitung mit Vorliebe für die Steppenformation und Trockengehölze mittlerer Breite, wo es zuweilen Massenvegetation bildet. In der Arktis wird es schon selten. Bezeichnend ist auch sein Verhalten im Mediterrangebiet, wo es nur in den kontinentalsten Teilen der Jberischen Halbinsel auftritt, aber Italien und Griechenland meidet\*). In Skandinavien gilt *Rhytidium* als boreales Element, das aber schon dem alpinen nahesteht\*\*). In der Tat steigt es in den Alpen sehr hoch auf und wird an seinen Standorten oft von *Abietinella* begleitet, die in der norddeutschen Tiefebene sehr verbreitet ist, während *Rhytidium* hier fast fehlt. Letzteres ist daher als zirkumpolar-borealer Oreophyt zu be-

\*) Herzog, Th., Geographie der Moose. Jena 1926. p. 175.

\*\*\*) Kotilainen, M. J., Über das boreale Laubmooselement in Ladoga-Karelien. Ann. Soc. Zool. Bot. Fennicae Vananno. Tom. 11, Nr. 1. 1920.

zeichnen, der bis in die kontinentale Steppenzone Asiens und in die europäischen Trockenrasengebiete reicht.

Wie läßt sich nun ein Pflanzenbestand wie der unserer Buckelwiesen in eine Formel bringen? Die allgemein verbreiteten zirkumpolaren, curasiatischen und europäischen Wiesen- und Waldpflanzen sind nicht kennzeichnend, sie können — soweit sie nicht extreme xerophytische Standortansprüche stellen — höchstens darauf hindeuten, daß die Buckelwiesen keine reinen Trockenrasen sind, sondern zahl eiche mesophile Pflanzen in sich bergen. Viel wichtiger zur Charakterisierung sind Bestandteile von ausgesprochen geographischer Prägung und danach müssen wir wohl die Buckelwiesen als dealpine Grasflur bezeichnen, deren Ausdehnung aber durch die menschliche Wirtschaft bedingt ist. Neben den dealpinen Arten ist die große Zahl von alpinen und arktisch-alpinen sehr bemerkenswert und diese Eigenschaft bringt die Buckelwiesen in Beziehung zu den eigentlichen alpinen Matten der benachbarten Kalkberge. Ist *Sesleria coerulea* die bezeichnende Art der dealpinen Grasflur, so ist *Carex sempervirens* die der alpinen Grasmatten. Diese beiden Arten treten auch mengenmäßig stärker hervor, dazu gesellen sich außerdem noch manche submediterrane, mediterran-mittel-europäische und süd-europäisch-montan-mittleuropäische Arten, während das kontinentale Element mehr zurücktritt.

Die Frage nach der Herkunft der die Buckelwiesen bedeckenden Pflanzenbestände ist unschwer zu beantworten, wenn wir uns vergegenwärtigen, daß vor menschlicher Einwirkung das ganze Gelände mit Wald bedeckt gewesen ist. Diesen dürfen wir uns aber nicht überall dicht und geschlossen vorstellen, sondern es werden vielfach lockere und mit einzelnen Waldblößen durchsetzte Bestände gewesen sein. Dichter Wald besiedelte vor allem die Talgründe mit nahem Grundwasser. Einen solchen gemischten Bergwald sahen wir nördlich vom Barmsee (Tab. I); er ist so dicht, daß in seiner Feldschicht nur

Tabelle I. Gemischter Bergwald. (*Abieto-Fagetum*.)

B.: <i>Picea excelsa</i> . . . . .	3·5	Kr.: <i>Hieracium murorum</i> . . . . .	1·2
<i>Fagus sylvatica</i> . . . . .	1·1	<i>Sanicula europaea</i> . . . . .	1·2
<i>Abies alba</i> . . . . .	1·1	<i>Phyteuma spicatum</i> . . . . .	1·2
<i>Acer pseudo-Platanus</i> . . . . .	1·1	<i>Senecio nemorensis Fuchsii</i> . . . . .	1·1—2
		<i>Astrantia major</i> . . . . .	1·1
Kr.: <i>Fagus sylvatica</i> . . . . .	+·1	<i>Chaerophyllum Cicutaria</i> . . . . .	1·1
<i>Acer pseudo-Platanus</i> . . . . .	1·1—2	<i>Galium pumilum</i> . . . . .	+·2
<i>Abies alba</i> -Keimlinge . . . . .	+·1	<i>Lycopodium annotinum</i> . . . . .	+·2
<i>Picea excelsa</i> . . . . .	1·1	<i>Prunella vulgaris</i> . . . . .	+·2
<i>Lonicera alpigena</i> . . . . .	+·2	<i>Petasites albus</i> . . . . .	+·2
„ <i>nigra</i> . . . . .	+·1	<i>Majanthemum bifolium</i> . . . . .	+·1
<i>Rosa pendulina</i> . . . . .	+·1	<i>Melampyrum silvaticum</i> . . . . .	+·1
<i>Daphne Mezereum</i> . . . . .	+·1	<i>Aconitum Lycoctonum</i> . . . . .	+·1
<i>Vaccinium Myrtillus</i> . . . . .	+·2	<i>Knautia silvatica</i> . . . . .	+·1
		<i>Euphorbia dulcis</i> . . . . .	+·1
<i>Brachypodium silvaticum</i> . . . . .	1·2—3	<i>Ranunculus montanus</i> . . . . .	+·1
<i>Melica nutans</i> . . . . .	1·2	<i>Polygonatum verticillatum</i> . . . . .	+·1
<i>Deschampsia caespitosa</i> . . . . .	+·2	<i>Viola silvatica</i> . . . . .	+·1
<i>Calamagrostis varia</i> . . . . .	+·2	<i>Paris quadrifolia</i> . . . . .	+·1
<i>Elymus europaeus</i> . . . . .	1·2	<i>Lamium Galeobdolon</i> . . . . .	+·1
<i>Bromus ramosus Benckeni</i> . . . . .	+·1		
<i>Carex alba</i> . . . . .	2·3	Bo.: <i>Plagiochila asplenioides</i> . . . . .	2·2
<i>Luzula nivea</i> . . . . .	1·1	<i>Dicranum scoparium</i> . . . . .	1·2—3
		<i>Mnium affine</i> . . . . .	1·2
<i>Mercurialis perennis</i> . . . . .	3·4	<i>Pleurozium Schreberi</i> . . . . .	2·3
<i>Oxalis Acetosella</i> . . . . .	3·3	<i>Hylacomium splendens</i> . . . . .	2·3
<i>Aposeris foetida</i> . . . . .	2·2—3	<i>Rhytidiadelphus triquetrus</i> . . . . .	2·3
<i>Fragaria vesca</i> . . . . .	1·2	<i>Eurhynchium striatum</i> . . . . .	1·2

Waldparzelle, anstoßend an das große flache Buckelfeld nördlich des Barmsees.

Gemischter Bergwald mit gutem Wuchs. Strauchschicht nur niedrige *Sorbus aucuparia*.

reine Waldpflanzen siedeln. Solche Wälder können abgesehen von einigen Moosen nur die spärlichen und vereinzelt Waldrelikte an die Buckelwiesen abgegeben haben wie *Anemone nemorosa* und *Vaccinium Myrtillus*, die aber kein wesentlicher Bestandteil derselben sind. Auch die unteren Teile der Abhänge in den Teileinschnitten und gegen das Jsartal sind von dichten Waldbeständen bedeckt, für die dasselbe gilt. Anders die Ränder der Steilhänge, die infolge stärkerer Entwässerung wesentlich ungünstiger für die Ausbildung von Waldbeständen sind. Hier kommt lediglich die Waldkiefer als

vorherrschender Baum in Betracht, aber auch sie bildet nur lichte und krüppelige Bestände, die die Ausbildung einer Feldschicht mit vielen Pflanzen gestatten, denen wir auf den Buckelwiesen begegnet sind. Ein solches *Pinus silvestris-Erica*-Heidegehölz ist das an der Oberkante des Jsartales beim Seitzhof auf sehr steilem Hang (siehe Tab. II). Von den 35 Pflanzen der Feldschicht kommen 24 (= 68%)

Tabelle II. *Pinus silvestris-Erica-Heidewald.*

B.:	<i>Pinus silvestris</i> . . . . .	3·2	Kr.:	<i>Buphthalmum salicifolium</i> . . . . .	2·1—2
	<i>Picea excelsa</i> . . . . .	1·2		<i>Potentilla erecta</i> . . . . .	1·1
	<i>Sorbus Aria</i> . . . . .	+·1		<i>Galium boreale</i> . . . . .	1·2
				„ <i>verum</i> . . . . .	+·2
St.:	<i>Picea excelsa</i> . . . . .	+·2		<i>Aster Bellidiastrum</i> . . . . .	1·2
	<i>Amelanchie ovalis</i> . . . . .	1·1—2		<i>Prunella grandiflora</i> . . . . .	1·2
	<i>Sorbus Aria</i> . . . . .	+·1		<i>Scabiosa Columbaria</i> . . . . .	+·1
				<i>Hieracium bifidum</i> . . . . .	+·1
Kr.:	<i>Erica carnea</i> . . . . .	2·1—2		<i>Convallaria majalis</i> . . . . .	1·2
	<i>Picea excelsa</i> . . . . .	1·1		<i>Polygonatum odoratum</i> . . . . .	1·1
	<i>Amelanchier ovalis</i> . . . . .	+·1		<i>Lathyrus pratensis</i> . . . . .	1·1
	<i>Polygala Chamaebuxus</i> . . . . .	1·2		<i>Pimpinella major</i> . . . . .	+·1
	<i>Vaccinium Vitis-idaea</i> . . . . .	+·2		<i>Epipactis Helleborine</i> . . . . .	+·1
	<i>Sorbus aucuparia</i> . . . . .	+·1		<i>Laserpitium latifolium</i> . . . . .	+·1
	<i>Calluna vulgaris</i> . . . . .	+·2		<i>Cypripedium Calceolus</i> . . . . .	+·1
				<i>Peucedanum Oreoselinum</i> . . . . .	1·1—2
	<i>Carex sempervirens</i> . . . . .	1·2		<i>Valeriana tripteris</i> . . . . .	+·1
	<i>Festuca amethystina</i> . . . . .	+·2		<i>Succisa pratensis</i> . . . . .	+·1
	<i>Calamagrostis varia</i> . . . . .	2·3		<i>Laserpitium Siler</i> . . . . .	+·1
	<i>Molinia arundinacea</i> . . . . .	3·4			
	<i>Carex montana</i> . . . . .	1·2		<i>Dicranum scoparium</i> . . . . .	1·3
	<i>Brachypodium pinnatum</i> . . . . .	+·1		<i>Tortella tortuosa</i> . . . . .	+·2
	<i>Helictotrichon pratense</i> . . . . .	+·1		<i>Pleurozium Schreberi</i> . . . . .	2·3
				<i>Hylocomium splendens</i> . . . . .	1·2
	<i>Thesium rostratum</i> . . . . .	1·1		<i>Rhytidiadelphus triquetrus</i> . . . . .	1·2
	<i>Lotus corniculatus</i> . . . . .	+·2		<i>Rhytidium rugosum</i> . . . . .	1·2

Oberkante des Jsartales beim Seitzhof, etwas südlich der Aufnahme 26. Sehr steiler Hang.

auch auf den Buckelwiesen vor sowie sämtliche 6 Moose der Bodenschicht. Darunter befinden sich viele wichtige und wesentliche Arten, so *Carex sempervirens*, *C. montana*, *Festuca amethystina*, *Helictotrichon pratense*, *Lotus corniculatus*, *Buphthalmum*, *Galium boreale*, *Laserpitium latifolium*, *L. Siler* u. a. Solche Föhrenbestände hat es sicher an geeigneten Stellen auf den Buckelwiesen öfter gegeben. Wir sehen ja heute noch oberhalb Mittenwald gegen den Kranzberg vielfach schütterere Kiefernwälder mit Heideflora. Aber auch die Spirke wird nicht unbeteiligt gewesen sein. Ich habe noch ein großes Exemplar gekannt, das inzwischen der Kultur zum Opfer gefallen ist. Solche Spirkenbestände haben große Ähnlichkeit mit den Waldföhrenwäldern des Gebietes, sie sind heute auf die unteren Terrassen des Jsartales beschränkt, also auf die jüngeren Schotter. Tab. III gibt eine Vorstellung von der Zusammensetzung solcher *Pinus Mugo-arborea-Erica*-Heidewälder, die eine deutliche Mittelstellung zwischen der

Tabelle III. *Pinus Mugo-arborea-Erica-Heidewald.*

Nr. d. Aufn.:	Artenzahl:			Nr. d. Aufn.:	Artenzahl:		
	1	2	3		1	2	3
	46	31	34		46	31	34
<i>Brometalia</i> -Arten:							
<i>Polygala Chamaebuxus</i> . . . . .	1·2	1·1	1·1/2	<i>Biscutella laevigata</i> . . . . .	+·1	+·1	—
<i>Sesleria coerulea</i> . . . . .	1·1	1·1	1·1	<i>Tofieldia calyculata</i> . . . . .	+·1	+·1/2	—
<i>Carex sempervirens</i> . . . . .	+·1	+·1	+·2	<i>Plantago media</i> . . . . .	+·2	—	+·2
<i>Gentiana Clusii</i> . . . . .	+·1	+·1	+·1	<i>Galium pumilum</i> . . . . .	—	+·2	+·2
<i>Hippocrepis comosa</i> . . . . .	1·2	1·2	1·2	<i>Thesium rostratum</i> . . . . .	1·1	—	—
<i>Scabiosa Columbaria</i> . . . . .	+·1	+·1	+·1	<i>Gentiana verna</i> . . . . .	+·1	—	—
<i>Festuca amethystina</i> . . . . .	1/2·2	1·2	+·2	<i>Cetraria islandica</i> . . . . .	1·2/3	—	—
<i>Prunella grandiflora</i> . . . . .	1·2	1·2	1·2	<i>Anthericum ramosum</i> . . . . .	+·1	—	—
<i>Coronilla vaginalis</i> . . . . .	1·1/2	+·1/2	—	<i>Carex caryophylla</i> . . . . .	—	—	+·1

Nr. d. Aufn.:	Artenzahl:			Nr. d. Aufn.:	Artenzahl:		
	1	2	3		1	2	3
	46	31	34		46	31	34
<i>Vaccinio-Piceetalia</i> -							
Arten:							
<i>Daphne Cneorum</i> . . .	+·1	+·1	+·2	<i>Thymus polytrichus</i> . . .	+·2	+·2	—
<i>Pinus Mugo</i> Str. 2 . . .	3·5	3·5	3·5	<i>Cladonia rangiferina</i> . . .	—	1·3	1·3
„ „ Str. 2 . . .	2·2	2·2	1·2	<i>Primula farinosa</i> . . .	1·2	+·1	—
<i>Erica carnea</i> . . .	3·3	2· $\frac{2}{3}$	2·2	<i>Galium boreale</i> . . .	1·1	1·1	—
<i>Dicranum spurium</i> . . .	—	2· $\frac{2}{3}$	1·3	<i>Cladonia silvatica</i> . . .	1· $\frac{2}{3}$	1·3	—
<i>Pleurozium Schreberi</i> . . .	1·2	—	1·3	<i>Sorbus aucuparia</i> K. . .	+·1	—	+·1
<i>Picea excelsa</i> Kr. . . .	+·1	+·1	—	<i>Tortella tortuosa</i> . . .	+·2	—	+·2
<i>Hylocomium splendens</i> . . .	1·3	—	—	<i>Festuca ovina</i> . . . .	+·2	—	1·2
<i>Vaccinium Vitis-idaea</i> . . .	+·1	—	—	<i>Amelanchier ovalis</i> Kr. . .	+·2	—	+·2
<i>Dicranum scoparium</i> . . .	+·2	—	—	<i>Ranunculus Breyinuis</i> . . .	+·1	—	—
<i>Dicranum undulatum</i> . . .	—	+·3	—	<i>Viola hirta</i> . . . . .	+·1	—	—
Begleiter:							
<i>Carex humilis</i> . . . . .	+·2	+·2	+·2	<i>Cladonia chlorophaea</i> . . .	+·2	—	—
<i>Aster Bellidiastrum</i> . . .	+·2	+·2	1·1	<i>Buphthalmum salicifolium</i> . .	1·1	—	—
<i>Lotus corniculatus</i> . . .	+·1	1·1	+· $\frac{1}{2}$	<i>Fragaria vesca</i> . . . . .	+·1	—	—
<i>Potentilla erecta</i> . . . .	1·1	1·1	1·1	<i>Calamagrostis varia</i> . . . .	—	—	1·2
<i>Antennaria dioica</i> . . . .	2·2	1·2	1·2	<i>Leontodon incanus</i> . . . . .	—	—	+·2
<i>Polygala amara</i> . . . . .	+·1	+·1	+·1	<i>Plantago lanceolata</i> . . . .	—	—	+·2
<i>Globularia cordifolia</i> . . .	1· $\frac{2}{3}$	2·3	—	<i>Trifolium pratense</i> . . . . .	—	—	+·1
<i>Dryas octopetala</i> . . . . .	+·2	+·2	—	<i>Hieracium bifidum</i> . . . . .	—	—	+·1
				<i>Platanthera bifolia</i> . . . . .	—	—	+·1
				<i>Linum catharticum</i> . . . . .	—	—	+·1
				<i>Ditrichum flexicaule</i> . . . .	+·2	—	—

- 1: *Pinus Mugo-arborea*-(Spirken-)Bestand im Jsartal bei Krünn auf einer der untersten Flußschotterterrassen.
- 2: Jsartal südlich Krünn, wie 1. Jn der Umgebung noch *Rhytidium rugosum*, *Platanthera bifolia*, *Juniperus communis*.
- 3: Jsartal südlich Krünn, dicht am Zaun der Krünner Weide, nur schwache Hümpel.

*Carlina acaulis*-*Carex sempervirens*-Ass. und dem *Mugeto-Ericetum* einnehmen. Jn der Bodenschicht der 4 notierten Bestände, von denen wir hier drei bringen, sind 37, 26, 29 und 41 Arten festgestellt worden, davon sind 31, 23, 24 und 34 Pflanzen der Buckelwiesen (= 84, 88, 83 und 83 %) und die Moose und Flechten des Bodens sind es fast alle\*). Auch hier sind wieder alle wichtigsten Arten vertreten, in erster Linie natürlich *Sesleria* und *Carex sempervirens* sowie *Festuca amethystina*. Besonders das reichliche Vorkommen des Amethytschwingels in den Buckelwiesen scheint uns beweiskräftig, daß diese Charakterpflanze der *Pinus-Erica*-Heidewälder (sog. Reliktföhrenwälder) als Überbleibsel solcher Waldbestände zu werten ist.

Jndessen brauchen es nicht immer solche Föhrengelölze gewesen sein, deren Krautschicht die Bestandteile des Buckelwiesenrasens enthalten hat. Wenn wir die übrigen Waldreste (Fichtengruppen und Mischwaldreste) einer genauen Betrachtung unterziehen, wird uns die gleiche Erscheinung entgegenreten. Als Beispiele seien die in Tab. IV angeführten beiden Fichtenwaldreste angeführt. Hier sind von 39 bzw. 38 festgestellten Pflanzen der Krautschicht 29 bzw. 25 auch auf den Buckelwiesen vorhanden, das sind 74 bzw. 66 % und sämtliche Moose und Flechten der Bodenschicht. Und wieder sind die wichtigsten Arten darunter, besonders die grasartigen, von denen schon vorher die Rede war.

Am Ostabhang des Kranzberges „Am Brendten“ stießen wir in ungefähr 1000 m Höhe auf einen Mischwaldrest mit Buche und Fichte, locker bestanden und mit *Pinus silvestris*, *P. Mugo* und Birken durchsetzt. Auch hier zeigte sich wieder, daß lückige Baumbestände in unserem Gebiet, welcher Art sie auch zusammengesetzt sind, den Heidepflanzen Asylrecht gewähren. Die Bedeckung an dieser Stelle mit Holzgewächsen betrug 40 %. Der Boden war stellenweise sehr humos und lag wahrscheinlich über Dolomit, wie ein Aufschluß in der Nachbarschaft gezeigt hat. Jnsofern ist vielleicht das Heranziehen dieser Stelle nicht ganz beweiskräftig, da die Bodenverhältnisse anders als auf den Schottern der Buckelwiesen waren. Doch zeigt sich, daß auch in diesem Falle dasselbe gilt, wie bei den vorher angeführten Waldresten, denn von den 53 notierten Arten der Krautschicht sind wieder 33 oder 62 % auch auf den Buckelwiesen vertreten und wieder sind darunter die wichtigsten Gräser

\*) Die einzige Ausnahme bildet *Dicranum spurium*. Das Moos ist insofern bemerkenswert als dieses Vorkommen das erste in den Bayerischen Alpen ist. Es ist sonst Waldkiefernbegleiter und besonders in den Sandgebieten Nordbayerns zu Hause, südlich der Donau nur sehr vereinzelt. Auf dem Nadelhumus der Spirke haben wir es bisher nicht gesehen. (Vgl. H. Paul, Nachträge und Bemerkungen zur Moosflora Bayerns. Ber. Bayer. Bot. Ges. XXVI, 1943.)

Tabelle IV. Fichtenwaldreste.

		1	2			1	2
B.:	<i>Picea excelsa</i>	3·2—3	+·2	Kr.:	<i>Carlina acaulis</i>	1·1	+·1
	<i>Sorbus aucuparia</i>	+·1	—		<i>Buphthalmum salicifolium</i>	+·2	+·1
	„ <i>Aria</i>	+·1	—		<i>Biscutella laevigata</i>	+·1	+·1
St.:	<i>Corylus Avellana</i>	1·1	+·1		<i>Prunella grandiflora</i>	+·1	—
	<i>Berberis vulgaris</i>	+·1	+·1		<i>Mercurialis perennis</i>	1·2	1·2—3
	<i>Sorbus aucuparia</i>	+·1	+·2		<i>Aquilegia atrata</i>	+·1	—
	„ <i>Aria</i>	+·1	+·1		<i>Anemone nemorosa</i>	1·2	—
	<i>Betula pubescens</i>	+·1	—		<i>Carduus defloratus</i>	+·1	+·1
	<i>Populus tremula</i>	—	+·1		<i>Luzula nivea</i>	1·2	1·1
	<i>Rhamnus saxatilis</i>	+·1	—		<i>Platanthera bifolia</i>	+·1	—
	„ <i>Frangula</i>	—	+·2		<i>Fragaria vesca</i>	+·1	—
	<i>Rosa pendulina</i>	+·1	+·1		<i>Polygala amara</i>	+·1	—
	<i>Lonicera coerulea</i>	1·1—2	+·1		<i>Scabiosa Columbaria</i>	+·1	—
	<i>Picea excelsa</i>	+·1	+·1		<i>Solidago Virgaurea</i>	1·2	2·2
Kr.:	<i>Vaccinium uliginosum</i>	—	1·3		<i>Valeriana tripteris</i>	+·1	—
	„ <i>Vitis-idaea</i>	1·2	1·2		„ <i>montana</i>	—	+·1
	„ <i>Myrtillus</i>	1·2	2·3		<i>Homogyne alpina</i>	+·2	—
	<i>Rhamnus Frangula</i>	+·1	—		<i>Hieracium Pilosella</i>	+·2	+·2
	<i>Sorbus aucuparia</i>	—	1·2		„ <i>bifidum psam-</i>	—	1·2
	„ <i>Aria</i>	—	+·1		<i>mogenes</i>	—	1·2
	<i>Calluna vulgaris</i>	—	1·3		<i>Digitalis grandiflora</i>	+·1	—
	<i>Thymus polytrichus</i>	+·2	—		<i>Lathyrus pratensis</i>	+·1	—
	<i>Rosa pendulina</i>	—	+·1		<i>Pimpinella major</i>	+·1	—
	<i>Polygala Chamaebuxus</i>	1·1—2	—		<i>Majanthemum bifolium</i>	1·2	1·1
	<i>Sesleria coerulea</i>	1·2	1·1		<i>Polygonatum verticillatum</i>	—	+·1
	<i>Carex sempervirens</i>	+·2	+·1		<i>Phyteuma orbiculare</i>	+·1	—
	„ <i>montana</i>	2·2	2·3		<i>Astrantia major</i>	—	1·2
	„ <i>flacca</i>	1·1	+·1		<i>Ranunculus Breyneinus</i>	—	1·1—2
	„ <i>ornithopoda</i>	+·1	+·1		<i>Antennaria dioica</i>	—	+·2
	<i>Briza media</i>	+·1	—		<i>Primula veris</i>	—	+·1
	<i>Festuca amethystina</i>	1·2	1·2		<i>Angelica silvestris</i>	—	+·1
	„ <i>ovina</i>	+·2	1·2		<i>Veronica latifolia</i>	—	+·2
	<i>Anthoxanthum odoratum</i>	—	+·1	Bo.:	<i>Ajuga reptans</i>	—	+·1
	<i>Melampyrum silvaticum</i>	3·4	1·2		<i>Dicranum scoparium</i>	1·3	—
	<i>Rubus saxatilis</i>	2·2	1·2		„ <i>undulatum</i>	2·3—4	1·2
	<i>Galium boreale</i>	2·3	—		<i>Pleurozium Schreberi</i>	2·3	2·4
	„ <i>pumilum</i>	+·2	1·1—2		<i>Hylocomium splendens</i>	2·4	1·3
	„ <i>verum</i>	—	1·2		<i>Rhytidiadelphus triquetrus</i>	1·3	1·3
					<i>Cladonia silvatica</i>	1·2	—
					„ <i>rangiferina</i>	1·3	—

1: Fichtengruppe am Steilhang an der Hochreut gegen die Straße Klais—Krünn. Steiler Hang mit Buckeln.

2: Hangrücken unter Fichten in der Nähe der Hochreut (nördlich davon), ca. 100 m<sup>2</sup>, lockere Baumgruppe, Hangkante, wellig-buckelig.

und Seggen. Von den 5 Zellpflanzen des Bodens sind 4 Arten der Buckelwiesen zu verzeichnen (Tab. V). Zur Auflockerung der Wälder mag auch der das Tal von Mittenwald oft durchwehende Föhn beigetragen und damit das Eindringen namentlich submediterraner, wärmeliebender Pflanzen in diese begünstigt haben.

Es kann daher keinem Zweifel mehr unterliegen, daß die Pflanzen der Buckelwiesen schon vor ihrer durch den Menschen begünstigten Ausbreitung in manchen Waldbeständen, die vordem dies Gebiet bedeckten, vorhanden waren, soweit diese entweder schon Heidewälder selbst waren oder soviel Blößen und Lücken enthielten, daß die lichtbedürftigen Heidepflanzen in einer den Buckelwiesen ähnlichen Gesellschaft gedeihen konnten.

Die Bodenverhältnisse sind verschieden genug, daß sie lichtere und geschlossenere Wälder getragen haben konnten. Und wo letztere, besonders Rohhumusdecken erzeugende Fichten- oder auch

Tabelle V. Mischwaldrest.

Nied. B. u. St.:		Kr.: <i>Ranunculus Breyminis</i> . . . . .	1·1
<i>Fagus sylvatica</i> . . . . .	1·2	<i>Biscutella laevigata</i> . . . . .	+·2
<i>Pinus Mugo</i> . . . . .	1·1	<i>Anthyllis Vulneraria</i> . . . . .	1·1
„ <i>silvestris</i> . . . . .	1·1	<i>Hippocrepis comosa</i> . . . . .	1·1
<i>Picea excelsa</i> . . . . .	+·1	<i>Carlina acaulis</i> . . . . .	+·1
<i>Betula pubescens</i> . . . . .	+·1	<i>Carduus defloratus</i> . . . . .	+·1
„ <i>pendula</i> . . . . .	+·1	<i>Aster Bellidiastrum</i> . . . . .	1·1
<i>Salix grandifolia</i> . . . . .	+·1	<i>Orchis maculatus</i> . . . . .	+·1
<i>Sorbus Aria</i> . . . . .	1·1	<i>Hieracium bifidum</i> . . . . .	1·1
<i>Amelanchier ovalis</i> . . . . .	+·1	<i>Fragaria vesca</i> . . . . .	+·1—2
<i>Rhamnus Frangula</i> . . . . .	+·1	<i>Antennaria dioica</i> . . . . .	1·2
Kr.: <i>Erica carnea</i> . . . . .	4·4	<i>Polygonum viviparum</i> . . . . .	+·1
<i>Vaccinium Vitis-idaea</i> . . . . .	2·2—3	<i>Prunella grandiflora</i> . . . . .	1·1—2
„ <i>uliginosum</i> . . . . .	1·2—3	<i>Galium verum</i> . . . . .	+·1
„ <i>Myrtillus</i> . . . . .	1·2—3	„ <i>pumillum</i> . . . . .	+·2
<i>Calluna vulgaris</i> . . . . .	2·2—3	<i>Homogyne alpina</i> . . . . .	1·2—3
<i>Salix grandifolia</i> . . . . .	+·1	<i>Astrantia major</i> . . . . .	+·2
„ <i>glabra</i> . . . . .	1·2	<i>Platanthera bifolia</i> . . . . .	+·1
<i>Pinus Mugo</i> . . . . .	+·1	<i>Dryopteris Linnæana</i> . . . . .	1·3
<i>Sorbus Aria</i> . . . . .	+·1	<i>Buphthalmum salicifolium</i> . . . . .	1·1
„ <i>aucuparia</i> . . . . .	+·1	<i>Phyteuma spicatum</i> . . . . .	+·1
<i>Amelanchier ovalis</i> . . . . .	+·1	<i>Polygonatum verticillatum</i> . . . . .	+·2
<i>Rosa pendulina</i> . . . . .	+·1	<i>Prenanthes purpurea</i> . . . . .	+·1
<i>Polygala Chamaebuxus</i> . . . . .	1·2—3	<i>Sanguisorba officinalis</i> . . . . .	+·1
<i>Pyrola rotundifolia</i> . . . . .	+·2	<i>Potentilla erecta</i> . . . . .	1·1
<i>Dryas octopetala</i> . . . . .	1·3	<i>Tofieldia calyculata</i> . . . . .	+·1
<i>Sesleria coerulea</i> . . . . .	1·1	<i>Majanthemum bifolium</i> . . . . .	+·2
<i>Carex sempervirens</i> . . . . .	+·1	<i>Hypericum maculatum</i> . . . . .	+·2
<i>Festuca amethystina</i> . . . . .	+·1	<i>Gentiana asclepiadea</i> . . . . .	+·1
„ <i>ovina</i> . . . . .	1·2	<i>Laserpitium Siler</i> . . . . .	+·1
<i>Calamagrostis varia</i> . . . . .	1·2—3	<i>Tortella tortuosa</i> . . . . .	1·3
<i>Melica nutans</i> . . . . .	1·2	<i>Mnium undulatum</i> . . . . .	+·2
<i>Anthoxanthum odoratum</i> . . . . .	1·2	<i>Pleurozium Schreberi</i> . . . . .	2·2
<i>Luzula nivea</i> . . . . .	1·1	<i>Rhytidiadelphus triquetrus</i> . . . . .	+·2
		<i>Cladonia rangiferina</i> . . . . .	2·3

„Am Brendten.“ Kopf an Steilhang, ost-exponiert, bucklig. Wahrscheinlich Dolomit, da in der Nähe ein Aufschluß: Wasserrinne mit Schotter, von Dolomitklötzen durchstoßen. Bedeckung der Holzgewächse 40%.

Mischwälder, vorhanden waren, wurde der Boden oberflächlich stärker entkalkt und verlehmt, so daß sich nach dem Abtrieb *Calluna*, *Nardus*, *Vaccinien* und Waldmoose bis heute halten konnten. Im Gegensatz dazu waren manche Flächen so stark kiesig, daß besonders auf den Kuppen und Südseiten kräftiger ausgebildeter Buckel sich keine tiefe Verwitterungsschicht ausbilden konnte. Hier sind die Orte, wo die trockenliebenden Zwergsträucher *Teucrium montanum*, *Globularia cordifolia* und besonders *Dryas* von Anfang an wuchsen und heute noch vorherrschen.

Wir haben schon früher darauf hingewiesen, daß die Rasen der Buckelwiesen keineswegs nur aus trockenliebenden Pflanzen zusammengesetzt sind, sondern daß viele mesophile Wiesen- und Waldpflanzen, ja sogar Sumpfbewohner darunter sich befinden. Man kann deshalb auch nicht von reinen Trockenrasen sprechen, dazu wechseln die Bodenverhältnisse auch zu stark. Wir haben neben ganz durchlässigen Stellen, die nur xerophile Arten fragen können, lehmige Stellen mit den entsprechenden Mesophyten. Im ganzen herrscht aber Dürftigkeit im Aussehen sämtlicher Pflanzen vor, so daß dies den Anschein erwecken könnte, als habe man es mit Zwergwuchs infolge mehr oder weniger trockner Bodenverhältnisse zu tun. Das ist indessen durchaus nicht der Fall; dagegen spricht schon die verhältnismäßig hohe Niederschlagsmenge des Gebietes, die im 25jährigen Durchschnitt 1300 mm im Jahre beträgt. Man kann daher keinen Vergleich ziehen mit dem echten Zwergwuchs reiner Trockengebiete wie etwa auf dem Wellenkalk der Würzburger Gegend, wo nur 5—600 mm Jahresniederschlag fällt und noch dazu wesentlich ungünstigere Bodenverhältnisse herrschen\*). Die Kümmerlich-

\*) K r a u s, G., Über den Nanismus unserer Wellenkalkpflanzen. Verh. Phys. Med.-Ges. Würzburg. XXXVIII. 1906.

keit der Buckelwiesenpflanzen hat vielmehr eine andere Ursache. Die Flächen werden in der Hauptvegetationszeit der Pflanzen jahraus, jahrein scharf abgemäht, das Wachstum der Pflanzen also unterbrochen. Sie sind daher genötigt, die verlorengegangenen assimilierenden Teile wieder zu ersetzen, um sich am Leben zu erhalten und können keine Reserven speichern. Die Folge muß notgedrungen ein Rückgang in der Vitalität sein, zumal keinerlei Dünger auf die Flächen gebracht wird\*). Um diesen Rückgang zahlenmäßig festzustellen, haben wir von 18 der wichtigsten Pflanzen je 10 Exemplare einmal im gemähten Buckelwiesenrasen und dann auf frisch umgebrochenen Bodenverwundungen gemessen und miteinander verglichen. Meist wurde die Gesamtlänge der Blütenstange, zum Teil auch die Länge und einmal die Breite der Blätter gemessen. Tabelle VI gibt ein Bild von den

Tabelle VI. Vergleich der Wuchseleistungen verschiedener Arten:

a) im gemähten Rasen der Buckelwiesen mit denen

b) auf frisch umgebrochenen Bodenverwundungen (Wegrand).

Durchschnitte aus je 10 Einzelmessungen in cm vom 10. Juni 1942.

	Schaftlänge			Blattlänge			Blattbreite			Bemerkungen
	a	b	%	a	b	%	a	b	%	
<i>Sesleria coerulea</i> . .	23,2	41,1	77,1	—	—	—	—	—	—	in a gewöhnlich nur 1 blühender Halm
<i>Helictotrichon pratense</i>	25,3	50,4	99,2	7,9	15,9	101,3	—	—	—	in a einer bis wenige, in b meist sehr viele Halme wie vor
<i>Festuca ovina</i> . . .	23,2	37,9	63,4	—	—	—	—	—	—	
„ <i>amethystina</i> .	30,9	45,5	47,2	7,9	14,9	88,4	—	—	—	Anzahl der Halme eines Horstes in a durchschn. 1, in b 19,3
<i>Carex sempervirens</i> .	15,3	34,8	127,4	—	—	—	—	—	—	
„ <i>montana</i> . . .	—	—	—	8,1	17,0	109,9	—	—	—	Pflanzen auf b vielstengelig.
<i>Tofieldia calyculata</i> .	13,5	27,5	103,7	—	—	—	—	—	—	
<i>Polygonum viviparum</i> .	12,5	22,5	80,0	—	—	—	—	—	—	auf a 1—2 stengelig, b vielstengelig
<i>Ranunculus Breyminis</i>	16,2	33,4	106,2	—	—	—	—	—	—	
<i>Alchemilla hybrida</i> .	7,0	15,6	122,9	—	—	—	2,8	4,6	64,3	Zahl der blühenden Sprosse eines Stockes in a 1,8, in b 15,4
<i>Trifolium montanum</i> .	13,7	19,9	45,3	—	—	—	—	—	—	in b dicht geschlossene Horste, in a aufgelöst. Wuchs bis kümmerliche Einzelpflanzen verhält sich ähnlich wie vorige Art
<i>Lotus corniculatus</i> .	12,8	19,9	55,5	—	—	—	—	—	—	
<i>Anthyllis Vulneraria</i> .	11,9	17,4	46,2	2,5	3,2	28,0	—	—	—	
<i>Plantago media</i> . .	16,9	32,8	94,1	4,1	8,7	112,2	—	—	—	
<i>Galium pumilum</i> . .	6,6	19,0	187,8	—	—	—	—	—	—	
<i>Asperula cynanchica</i> .	5,2	10,5	101,9	—	—	—	—	—	—	
<i>Phyteuma orbiculare</i> .	14,6	24,4	67,1	—	—	—	—	—	—	
<i>Carduus defloratus</i> .	18,7	37,8	102,1	4,9	11,0	124,5	—	—	—	

Unterschieden der Organe dieser 18 Arten. Wie beträchtlich sie in einzelnen Fällen sein können, zeigen *Carex sempervirens*, *Tofieldia*, *Alchemilla hybrida* und *Carduus defloratus*, wo die Sprosse der normalen die Kümmerpflanzen um mehr als 100% an Länge übertreffen. Das Extrem haben wir bei *Galium pumilum* gefunden, bei welchem die gut ernährten Pflanzen die Buckelwiesen-Exemplare gar um 187,8% übertrafen. Am geringsten war der Unterschied bei den drei Leguminosen. Diese Tiefwurzler können sich leichter Ersatz an Mineralstoffen aus den nicht ausgelaugten Bodenschichten verschaffen, aber trotz-

\*) Dettweiler, D. spricht in seiner kleinen Broschüre „Hebung der Milcherzeugung“, die vom Kalisyndikat herausgegeben ist (ohne Jahreszahl) und die Buckelwiesen behandelt, davon, daß die Flächen seit Jahrhunderten nicht gedüngt worden sind. Sie scheinen also recht lange so genutzt worden zu sein. Es wäre interessant, genaueres über den Beginn der Wirtschaftsart zu erfahren.



Abb. 24. Stark aufgelichteter Buchen-Mischwaldrest des „Straß-Waldes“ an der Hochstraße. Mit der Kurzhaltung der Vegetation durch Beweidung treten die Buckel deutlich hervor.

dem leiden sie durch den fortwährenden Verlust der assimilierenden Organe Schaden. Auch die beiden Trockengräser *Festuca ovina* und *amethystina* sind wohl durch ihre an Magerböden angepaßte Organisation weniger gegen Störungen in ihrer Vegetationsperiode empfindlich, aber auch sie leiden noch deutlich Einbuße in ihrer Vitalität. Der Kümmerwuchs der Pflanzen auf den Buckelwiesen ist also nicht oder nur zum geringen Teil an wenigen Stellen, wo die Bodenverhältnisse ganz besonders extrem sind, durch Trockenheit bedingt, sondern durch die schweren Eingriffe des Menschen, die zur Erzeugung von Hungerformen geführt haben. Bloßes Freilegen mineralstoffreicherer Schichten und ungestörtes Wachstum der Pflanzen auf solchen Stellen bringt sofort normalen, ja üppigen Wuchs hervor. Daher sind Befürchtungen, es könnten die auf den Buckelwiesen angelegten Kulturwiesen und -weiden infolge der ungünstigen Bodenverhältnisse nicht von Dauer sein, gänzlich unbegründet. Wie stark die Bodenverhältnisse im übrigen schwanken und wie rasch sie wechseln müssen, zeigt sehr schön das Beispiel des den Herbstaspekt beherrschenden deutschen Enzians. Im Rasen kann man die winzigsten Exemplare von 1 cm Höhe zahlreich beobachten, in nächster Nähe aber auch beträchtlich höhere, ja sogar ganz kräftige. Die stärksten Exemplare sahen wir indessen auf den vom Rasen entblößten Wegstreifen.

Außer diesem Enzian sind noch einige Euphrasien besonders *E. salisburgensis* an der Beherrschung des Herbstaspektes beteiligt. Bei unserem Besuche im September 1942 fanden wir ferner noch folgende Pflanzen blühend vor: *Primula farinosa*, *Gentiana Clusii*, *G. verna*, *Ranunculus montanus*, *R. Brey-ninus*, *Euphrasia picta*, *E. Rostkoviana*, *Polygala Chamaebuxus*, *P. vulgaris*, *Polygonum viviparum*, *Alchemilla hybrida*, *Campanula Scheuchzeri*, *Anthyllis*, *Hippocrepis*, *Lotus corniculatus*, *Coronilla vaginalis*, *Bupphthalmum*, *Galium verum*, *G. boreale* (an besonders günstiger Stelle), *Dryas*, *Carlina acaulis*, *Tofieldia*, *Parnassia*, *Scor-zonera humilis* (schmalblättrige Form), *Gypsophila repens*, *Euphorbia verrucosa*, *Trollius*, *Carduus defloratus*, *Knautia arvensis*, *Succisa*, *Pimpinella major*, *Thesium pyrenaicum*, *Potentilla erecta*, *Trifolium pratense*, *T. repens*, *Helianthemum*, *Thymus*, *Tragopogon orientalis*, *Leontodon hastilis*, *Centaurea Scabiosa*.

Ferner waren zahlreiche Pilze zu sehen. Wir konnten folgende Arten feststellen: *Lepiota amian-thina* Scop., *Tricholoma vaccinum* Pers., *T. portentosum* Fr., *T. cnista* Fr., *Clitocybe infundibuliformis* Schff.,

*Phlegmacium orichalceum* Batsch, *Phl. triumphans* Fr., zwei weitere *Phl.*-Arten (nicht bestimmbar), *Dermocybe decumbens* Pers., *Leptonia chalybaea* Pers., *L. Turci* Bres., *Psathyra torpens* Fr., *Psathyrella gracilis* Fr., *Panaeolus campanulatus* L., *Russula Queletii* Fr., *R. exalbicans* Secr. (beide sensu Schäffer), *Lactarius deliciosus* (L.), *Hygrocybe punicea* Fr., *H. conica* Scop., *H. obrussea* Fr., *H. psittacina* Schff., *Camarophyllus niveus* Scop., *C. pratensis* Pers., *Gomphidius viscidus* L., *Cantharellus lutescens* Pers., *Boletus luridus* Schff., *B. scaber* Bull., *B. rufus* Schff., *Lycoperdon fuscum* Bon., *L. cinereum* Bon., *L. granulatum* Wallr. Manche wie *Hygrocybe punicea* waren in großer Zahl vertreten und in der Umgebung von Gehölzresten mit Zitterpappeln suchte man selten vergeblich nach *Boletus rufus*, deren rote Hüte in der Herbstsonne weithin leuchteten.

Um das floristische Bild der Buckelwiesen vollständiger zu gestalten, sollen noch einige Einzelfunde, die wir neben den soziologischen Aufnahmen notierten, hier angeführt werden. An der Eimmündung der Hochstraße südwestlich Krünn wachsen am Wegrand *Bromus erectus* und *Helictotrichon pratense* und in der Nähe *Polygonatum odoratum*, ferner auf angedüngter Wiese zwischen Weg und Waldrand *Crepis praemorsa*, an letzterem selbst *Cirsium heterophyllum*.

In der Nähe von Aufnahme 10 in einem Waldrest *Coralliorrhiza trifida*, *Paris quadrifolia*, *Salix grandifolia*, *Aconitum Lycoctonum*, in der Umgebung auch *Silene nutans* an einer Wegböschung und das Moos *Ctenidium molluscum* in Gesellschaft von *Ditrichum flexicaule*. In der Nähe von Aufnahme 12 *Melica nutans* auf künstlicher Erdbewegung und *Carex umbrosa* unter Fichte. In der Hochreut an etwas feuchter Stelle *Orchis latifolius* in Gesellschaft von *Scorzonera humilis*. Im lockeren Buchenwald am Gaischädel bei Klais *Traunsteinera globosa*, an der Kante des Jsartales *Neottia Nidus-avis* in Gesellschaft von *Cypripedium*. Im Brunntal ist mit der Kultur *Anthemis arvensis* eingewandert, Kulturbegleiter ist auch *Cerastium arvense* am Bahnhof Klais sowie an der Luttenseestraße oberhalb Mittenwald, in den Bayerischen Alpen merkwürdig wenig angegeben. An der Straße beim Barmsee wächst in etwas angedüngter Wiese zahlreich die schöne *Anemone narcissiflora* in Gesellschaft von *Filipendula hexapetala*, die meisten Exemplare stehen aber innerhalb des Zaunes gegen den Barmsee hin. Am Straßenrand bei Klais stehen einige Exemplare von *Centaurea pseudophrygia*. Sonst ist noch ein Strauch von *Sorbus Chamaemespilus* dicht nördlich der Neureut erwähnenswert.

Endlich befinden sich im Bereich der Buckelwiesen auch Sümpfe teils an Seeufern, teils an Hängen oder in Mulden, wo das Tagwasser austritt oder sich sammelt, und eine Anzahl kleiner Hochmoore mit Latschen. Wir haben alle diese Örtlichkeiten nur flüchtig angesehen und erwähnen sie hier nur zur Abrundung des Gesamtbildes; ein näheres Eingehen darauf hätte umfangreichere Vorarbeiten nötig gemacht. Die Sümpfe und niedermoorartigen Stellen tragen eine aus Sumpf-Hypneen, besonders *Drepanocladus intermedium* und *Camptothecium nitens* bestehende Moosdecke mit vielen *Carex*-Arten wie *C. Davalliana*, *C. lepidocarpa* und *C. Hostiana*, auch *Eriophorum latifolium* und *angustifolium* mit vielen begleitenden Kräutern, besonders *Scorzonera humilis*. Hier blühen im Frühjahr auch *Gentiana Clusii*, *Primula farinosa*, *Ranunculus montanus* und *Bartschia alpina* in Menge. Die Verlandungen an den Seen seien am Beispiel des Tennees kurz geschildert. Den inneren Uferstrand im Wasser bilden *Phragmites communis*, *Scirpus lacustris*, *Carex lasiocarpa*, *Phalaris arundinacea* und *Equisetum fluviatile*, letztere beide nur stellenweise, nach außen schließt sich ein *Magnocaricetum*-Gürtel aus *Carex reticulosa*-Bülten an, zwischen denen *Scorpidium scorpioides*, *Calliergon turgescens* und *Drepanocladus lycopodioides* Decken bilden. An den Bülten selbst die Moose *Fissidens adiantoides* und *Camphylium helodes*, letzteres hier zum ersten Male in den Bayerischen Alpen beobachtet. Sonst sind im Ufergebiet noch zahlreich *Juncus alpinus* var. *fusciater* und stellenweise *Iris sibirica* neben vielen anderen Sumpfgewächsen. *Calliergon turgescens* wurde früher im Gebiet von Brunntal auch in schönen großen Rasen beobachtet; es ist ein arktisch-alpines Moos kalkhaltiger Sümpfe. Bemerkenswert ist noch ein anderes, endemisch-alpines Moos, das auf den Buckelwiesen an zahlreichen Sumpfstellen wächst, die *Geheebia gigantea*, die ihre eigentlichen Standorte besonders an feuchten Felsen in Nordlagen der Kalkalpen in Gesellschaft von *Carex firma* besitzt und weit ins Vorland geht.

Leider sind von den Hochmooren des Gebietes einige schon zerstört. Ein sehr schön erhaltenes liegt am Südufer des Barmsees; auch auf dem Westufer zieht sich ein solcher Hochmoorstreifen entlang, zwischen beiden große Braunmoossümpfe mit *Cinclidium stygium* und *Drepanocladus vermicosus* mit Zwischenmoorpflanzen. Hier ist *Carex limosa* häufig. Im Hochmoor herrscht zwischen Latschen die gewöhnlich an solchen Stellen zu beobachtende *Eriophorum vaginatum*-*Calluna-Sphagnum magellanicum*-Gesellschaft vor, dazwischen schöne große Bülten von *Sphagnum fuscum*, sonst *Sph. papillosum*, *molluscum* und *rubellum*, in Schlenken *S. cuspidatum*. Mehr am Rande (Lagg) in Schlenken prachtvoll *Calliergon trifarium*. Im *Sphagnum*-Rasen die Kleinlebermoose *Lepidozia setacea*, *Cephalozia macrostachya* und an etwas feuchteren Stellen auch *Cladopodiella fluitans*. Zwischen Latschen am Rande bemerkten wir auch einige Sträucher von *Lonicera coerulea*. Eine genauere Untersuchung der Sümpfe und Moore des Gebietes dürfte sicher bemerkenswerte Ergebnisse zeitigen, wir hatten indessen leider nicht die Zeit dazu und müssen uns daher mit einigen flüchtigen Angaben begnügen\*).

\*) Vgl. auch Vollmann 1. c.

Tabelle VII. *Carlina acaulis*-*Carex sempervirens*-Assoziation.

Nr. der Aufnahme:	22	30	29	21	24	31	25	6	7	8	11	13	14	17	19	20	23	26	
Exposition:	NNW	NW	N	W	W	N	e	W	O	O	O	e	e	SO	SO	(S)	O	O	
Neigung:	l	l	l	l	st	s/l	e	s	s/l	s	l/st	e	e	s	s <sup>+</sup>	e	st	s.st	
Buckelrelief:	st	f	l	st	st	st	st	f	m	f	l/st	m	f	s	f	f	st	i	
Artenzahl:	58	56	57	57	60	61	50	59	58	56	49	53	58	71	55	53	57	51	
Charakterarten:																			
<i>Carlina acaulis</i>	1·1	1·2	+·2	1·2	1·½	1·1	1·1	+·1	1·1	1·1	1·1	+·1	1·2	+·1	1·½	+·1	1·1	1·1	
<i>Orchis ustulatus</i>	—	—	—	—	—	—	+·1	+·1	+·1	—	+·1	—	+·1	+·1	+·1	—	+·2	—	
<i>Ophrys insectifera</i>	—	—	+·1	—	—	—	—	+·1	—	+·1	+·1	—	—	+·1	—	—	—	—	
<i>Gentiana germanica solstitialis</i>	—	+·1	—	—	—	+·2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
<i>Koeleria pyramidata</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+·1	
Assoziations-Diff.-Arten:																			
<i>Carex sempervirens</i>	1·1	+·1	+·2	1·1	2·2	1·2	1·1	1·2	1·1	1·1	1·1	1·1	1·2	1·2	1·2	1·2	1·1	1·1	
<i>Gentiana Clusii</i>	+·2	+·2	1·1	1·¾	1·1	1·1	1·1	1·1	1·1	1·1	1·2	1·1	1·½	1·2	1·2	1·½	1·½	—	
<i>Sesleria coerulea</i>	1·1	1·1	1·1	+·2	1·1	—	1·1	1·1	1·1	1·1	1·1	1·1	1·3	+·2	—	1·1	—	1·1	
<i>Phyteuma orbiculare</i>	+·1	—	—	1·1	1·1	+·1	1·1	1·1	+·1	—	+·2	+·1	+·1	+·1	1·1	1·1	1·1	1·1	
<i>Biscutella laevigata</i>	—	1·2	1·1	1·1	—	—	—	+·1	+·1	1·1	1·1	+·1	—	+·1	—	1·1	—	—	
<i>Gentiana verna</i>	—	—	—	+·2	+·2	—	—	—	—	1·1	—	+·1	—	+·1	—	—	+·1	+·1	
Subass.- u. Varianten-Diff.-Arten:																			
<i>Tofieldia calyculata</i>	+·2	—	1·1	+·1	1·1	+·1	+·2	1·1	1·1	1·1	+·1	+·2	+·1	+·1	+·2	—	—	—	
<i>Aquilegia atrata</i>	+·1	+·1	—	1·½	+·1	+·1	—	+·1	+·1	—	+·1	+·1	+·1	+·1	—	—	—	—	
<i>Pinguicula vulgaris</i>	1·1	+·2	+·2	+·2	—	+·2	+·2	—	—	+·1	—	+·1	+·2	—	—	—	—	—	
<i>Alchemilla hybrida</i>	—	1·1	+·1	—	+·1	—	—	—	+·1	+·1	—	+·1	+·1	+·1	+·2	—	—	—	
<i>Cetraria islandica</i>	—	1·2	1·2	—	1·2	—	—	1·2	2·2	—	+·2	+·1	+·2	—	—	—	—	—	
<i>Carduus defloratus</i>	—	1·2	—	+·2	—	—	—	1·1	+·1	—	+·1	+·1	+·1	+·2	—	—	—	—	
<i>Helictotrichon pratense</i>	+·1	—	—	—	+·1	+·1	+·1	—	—	—	+·1	—	+·1	—	—	—	—	—	
<i>Bromus erectus</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+·½	1·1	+·2	+·½	2·½	
<i>Globularia elongata</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1·2	1·1	—	+·1	
<i>Orobanchae gracilis</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+·1	—	+·1	+·1	
<i>Dryas octopetala</i>	+·2	+·2	+·¾	+·2	+·¾	—	—	+·2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
<i>Leucobryum glaucum</i>	1·3	1·2	—	+·1	—	1·3	1·3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
<i>Cladonia rangiferina</i>	1·3	1·2	+·2	—	1·2	—	—	—	—	—	—	—	—	1·2	—	—	—	—	
<i>Arnica montana</i>	1·2	1·2	+·2	—	—	2·½	—	—	—	—	—	—	—	—	+·2	—	+·2	—	
<i>Teucrium montanum</i>	—	—	—	—	—	—	—	1·2	1·3	+·2	1·3	2·¾	—	—	—	+·2	—	—	

Verbandscharakter-  
arten:

<i>Hippocrepis comosa</i> . . .	2·3	1·2	1· $\frac{1}{2}$	2·3	2·3	1·1
<i>Galium pumilum</i> . . .	1·1	1·1	1·1	1·2	1·2	1·2
<i>Polygala Chamaebuxus</i> . . .	2·2	2·2	2·3	—	1·2	1·2
<i>Centaurea Scabiosa</i> . . .	—	+·1	+·1	+·1	1·1	—
<i>Festuca amethystina</i> . . .	—	—	1·1	+·2	1·2	—
<i>Scabiosa Columbaria</i> . . .	—	—	+·1	—	—	—

Ordnungscharakter-  
arten:

<i>Anthyllis Vulneraria</i> . . .	1·2	2· $\frac{1}{3}$	1· $\frac{1}{2}$	2·3	1·2	1·1
<i>Plantago media</i> . . .	1·1	+·2	1·2	1·2	—	1·1
<i>Asperula cynanchica</i> . . .	—	—	—	+·2	+·2	—
<i>Prunella grandiflora</i> . . .	1· $\frac{1}{2}$	1·2	—	—	1· $\frac{1}{2}$	1·2
<i>Helianthemum nummularium ovatum</i> . . .	+· $\frac{1}{2}$	+·2	+·2	—	+·2	—

## Begleiter:

<i>Carex montana</i> . . .	2·2	2·3	1·2	1·2	2· $\frac{2}{3}$	2·2
<i>Ranunculus Breyinicus</i> . . .	1·1	1·1	·11	1·1	1·1	1·2
<i>Trifolium montanum</i> . . .	1·1	1·2	·11	1·1	1· $\frac{1}{2}$	1· $\frac{1}{2}$
<i>Linum catharticum</i> . . .	1·1	—	1·1	1·1	1·1	1·1
<i>Thymus polytrichus</i> . . .	1·2	1·2	1·2	1·2	1·2	—
<i>Cladonia silvatica</i> . . .	1·2	1·2	1·3	1·2	1· $\frac{2}{3}$	1·2
<i>Rhytidium rugosum</i> . . .	1·2	1·2	—	1·2	1·2	1·2
<i>Antennaria dioica</i> . . .	1·2	2· $\frac{2}{3}$	1·2	1· $\frac{1}{2}$	1·2	1·2
<i>Selaginella selaginoides</i> . . .	1·1	1·1	1·1	1·1	1·1	1·1
<i>Anthoxanthum odoratum</i> . . .	+·2	+·2	+·2	1·1	1·1	1·1
<i>Buphthalmum salicifolium</i> . . . . .	1·1	1· $\frac{1}{2}$	1· $\frac{1}{2}$	1·1	1·2	1·1
<i>Potentilla erecta</i> . . .	1·1	—	2·1	1·1	1·1	—
<i>Crepis alpestris</i> . . .	+·1	1·1	+·1	+·2	1·1	—
<i>Calluna vulgaris</i> . . .	1· $\frac{2}{3}$	1· $\frac{2}{3}$	2·3	1· $\frac{2}{3}$	+·2	1· $\frac{2}{3}$
<i>Hieracium Pilosella</i> . . .	+·2	—	—	1·2	1·1	+·1
<i>Lotus corniculatus</i> . . .	+·2	1·2	—	+·2	1· $\frac{1}{2}$	1·1
<i>Rhinanthus angustifolius subalpinus</i> . . . . .	1·1	+·1	1·1	2·3	—	1·1
<i>Hypochoeris maculata</i> . . .	1·2	1·1	—	1·1	1· $\frac{1}{2}$	1·1
<i>Hieracium Hoppeanum</i> . . .	1·2	2·2	1·2	—	1·2	1·2
<i>Polygonum viviparum</i> . . .	+·2	—	+·1	+·2	—	+·1
<i>Galium verum</i> . . .	+·1	+·1	+·1	+·2	—	—

2·½	2·2	2·3	2·3	2·¾	3·4	2·¾	2·¾	2·¾	2·2	2·¾	2·3
I·I	I·2	I·2	I·2	I·2	I·I	I·2	+·2	I·½	I·I	I·2	I·I
I·2	2·3	2·2	2·2	2·3	2·3	2·2	I·2	2·¾	I·2	I·2	I·2
+·I	I·I	+·I	+·I	+·I	+·I	+·I	+·I	—	½·I	+·I	I·I
—	+·2	I·2	2·2	—	I·2	+·2	+·2	—	+·I	+·I	—
—	—	+·I	I·I	+·I	—	—	—	—	+·I	—	—
I·I	I·I	I·2	I·2	I·½	I·I	I·½	I·I	I·2	I·2	I·I	I·½
I·2	I·I	I·I	I·I	I·I	I·2	I·2	I·2	I·2	2·2	I·I	I·½
+·2	I·2	I·2	I·2	I·2	I·2	I·2	+·2	+·I	I·2	I·½	I·2
I·2	I·I	I·2	I·½	I·2	I·2	—	I·2	I·2	—	+·2	I·2
I·I	+·I	+·2	+·I	+·I	+·I	—	—	I·I	—	+·2	+·I
2·2	I·2	2·3	I·2	I·2	I·2	I·3	I·2	3·4	2·2	I·2	2·3
I·I	2·2	I·½	I·I	I·I	I·2	I·I	I·I	I·I	I·I	I·I	2·2
I·I	+·2	2·½	I·2	I·½	+·I	—	I·I	2·2	I·2	I·I	2·½
I·I	I·I	I·I	I·I	I·½	I·I	I·I	I·I	I·½	+·I	I·I	I·I
I·2	I·2	I·2	+·2	I·2	I·¾	I·2	I·2	I·2	I·2	I·2	I·2
—	2·¾	2·2	2·2	I·2	2·2	2·3	I·2	+·2	I·2	I·2	—
—	I·2	2·2	2·2	I·2	I·2	I·2	2·2	+·2	2·3	+·2	+·2
I·2	—	+·2	—								
+·I	+·2	I·I	I·I	+·2	I·2	I·2	I·2	+·2	—	I·I	—
I·I	+·I	+·I	+·I	+·I	+·I	I·½	I·½	—	I·2	I·I	—
I·2	I·I	I·I	I·I	—	I·2	—	I·2	I·2	—	I·I	½·2
I·I	—										
I·I	+·I	I·I	+·I	I·I	+·I	—	I·2	+·2	+·I	+·I	—
I·¾	+·2	+·2	I·2	—	I·2	I·2	+·2	I·2	—	+·2	—
—	2·4	2·2	I·2	I·2	I·2	I·2	I·2	I·2	+·2	+·2	—
I·I	—	+·I	+·I	—	+·I	—	I·I	I·½	+·I	I·I	I·2
I·½	I·½	+·I	—	I·2	I·I	+·2	I·½	—	—	+·2	I·I
—	+·I	+·I	+·I	—	—	I·½	I·½	I·I	—	2·I	I·I
I·2	—	I·2	—	—	—	+·2	+·2	I·2	+·2	I·2	I·2
+·I	+·I	+·I	+·I	—	+·I	+·I	I·I	—	+·I	—	+·I
+·I	—	—	—	I·2	+·2	+·I	+·2	+·2	+·2	+·I	—

## Fortsetzung der Tabelle VII.

Nr. der Aufnahme:	22	30	29	21	24	31	25	6	7	8	11	13	14	17	19	20	23	26
Exposition:	NNW	NW	N	W	W	N	e	W	O	O	O	e	e	SO	SO	(S)	O	O
Neigung:	l	l	l	l	st	s/l	e	s	s/l	s	l/st	e	e	s	st	e	st	s.st
Buckelrelief:	st	f		st	st		st	f	m	f		m	f		f	f	st	f
Artenzahl:	58	56	57	57	60	61	50	59	58	56	49	53	58	71	55	53	57	51
<i>Primula farinosa</i>	1·2	1·2	+·1	+·1	—	+·2	—	1·2	1·2	1·2	—	1·2	1·1/2	—	2·1/2	1·2	—	—
<i>Plantago lanceolata</i>	1·2	—	—	1·1	+·2	—	+·2	+·2	—	—	+·2	—	+·2	1·2	+·2	1·2	+·1	—
<i>Gymnadenia conopsea</i>	—	—	—	—	+·1	+·1	—	1·1	+·1	+·1	+·1	—	—	+·1	1·1	+·1	+·1	+·1
<i>Tortella tortuosa</i>	2·3	—	1·2/3	—	1·2	—	1·2	1·3	1·3	+·2	—	1·2	+·2	—	3·3	—	+·2	—
<i>Festuca ovina</i>	—	—	1·1	1·2	1·2	—	—	+·2	1·2	2·2	—	1·2	+·2	+·2	—	+·1	+·1	—
<i>Hypnum lacunosum</i>	2·2	—	1·2	1·3	1·2	+·2	—	3·3	2·3	2·2	—	—	2·3	1·2	—	—	1·2	—
<i>Leontodon hispidus</i>	1·1	—	—	1·1	1·1	+·2	—	+·1	—	+·1	—	—	1·1/2	+·2	+·2	—	1·1	1·1
<i>Trifolium pratense</i>	—	+·1	—	+·2	+·1	+·1	+·1	—	+·2	—	+·2	+·1	—	+·1	—	+·1	+·1	—
<i>Globularia cordifolia</i>	2·2	2·3	1·2	—	2·2/3	2·2	2·2	1·2	+·2	—	3·3	—	—	—	—	—	1·2	2·3
<i>Polygala vulgaris</i>	+·1	+·1	—	+·1	+·2	+·1	+·1	—	—	—	—	—	+·1	+·1	—	+·1	+·1	—
<i>Polygala amara</i>	—	+·1	+·1	+·1	—	+·1	—	—	—	+·1	+·1	—	—	+·1	+·1	1·1	—	+·1
<i>Pimpinella major</i>	+·1	+·1	—	+·1	+·1	+·1	+·1	—	—	—	—	—	—	+·1	+·1	—	+·1	+·1
<i>Briza media</i>	—	—	+·1	—	+·1	—	+·2	+·1	+·1	—	—	—	—	+·1	—	+·1	+·1	1·1
<i>Selaginella helvetica</i>	+·2	+·1	—	—	+·2	+·1	+·2	—	—	+·2	+·1	—	—	—	—	—	+·2	—
<i>Gladonia chlorophaea</i>	—	—	1·1	—	+·2	—	—	+·1	+·1	—	+·1	+·2	—	—	1·2	—	+·2	—
<i>Leontodon incanus</i>	—	—	—	+·2	+·2	—	1·1	—	—	+·1	1·1	—	+·2	—	—	—	+·1	2·3
<i>Carex flacca</i>	—	+·1	—	—	—	+·1	—	+·2	—	—	—	+·1	—	+·2	+·2	—	+·1	—
<i>Entodon Schreberi</i>	—	—	1·2	—	—	1·2	—	—	—	—	—	2·2	1·3	—	—	+·2	—	+·2
<i>Nardus stricta</i>	—	—	1·2/3	—	+·2	+·2	+·2	—	—	—	—	1·2	2·3	—	—	—	—	—
<i>Gentiana utriculosa</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+·1	—	—	—	+·1	—	+·1	+·1	1·1
<i>Laserpitium Siler</i>	+·1	—	+·1	—	—	—	+·1	—	+·2	—	—	—	—	—	—	2·1/2	—	—
<i>Gladonia furcata</i>	—	—	+·2	—	—	—	—	1·2	—	—	+·2	—	—	+·1	—	+·1	—	—
<i>Aster Bellidiastrum</i>	1·2	—	—	—	1·2	—	1·2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1·2	+·1
<i>Hylocomium splendens</i>	—	—	—	1·2	—	1·2	—	—	—	—	—	1·2	—	1·2	—	—	—	—
<i>Knautia arvensis</i>	—	—	—	—	—	—	—	+·1	—	—	—	—	+·1	+·1	—	—	—	+·1
<i>Campanula Scheuchzeri</i>	—	—	—	—	—	—	—	+·1	+·1	—	1·1	—	—	—	—	—	—	+·1
<i>Primula veris</i>	—	—	—	—	—	+·1	—	—	—	+·1	—	—	—	—	+·1	+·1	—	—
<i>Sanguisorba officinalis</i>	+·1	—	+·1	—	—	1·1	—	—	—	—	—	—	—	—	+·2	—	—	—
<i>Thesium pyren aicum</i>	+·1	—	—	+·2	—	—	—	—	—	—	—	—	+·1	+·1	—	—	—	—
<i>Peucedanum Ore oselinum</i>	—	—	—	+·1	+·2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2·1/2	—	1·1
<i>Colchicum autumnale</i>	—	—	—	—	—	+·1	—	—	—	—	—	—	+·1	+·2	—	2·4	—	—
<i>Knautia silvatica</i>	—	—	—	—	—	—	—	+·1	+·1	—	—	+·1	+·1	—	—	—	—	—
<i>Stachys officinalis</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+·1	—	—	+·1	+·1	+·1	—	—	—

Abkürzungen: Bei „Neigung“ bedeuten: e = eben, s = sanft, l = lehn, st = steil, s.st = sehr steil; bei „Buckelrelief“: f = flach, m = mäßig, st = stark.

## Erläuterungen zur Tabelle VII.

- Aufn. 22: Im Brunnenal. Lehner NNW-Hang mit einigen Urgesteinsblöcken an der Oberfläche. Buckel ziemlich stark ausgeformt. 8. 6. 42. — *Rhacomitrium canescens* 3·4, *Scorzonera humilis* +·2, *Ranunculus montanus* 1·1, *Rhytidiadelphus triquetrus* +·1.
- Aufn. 30: „Auf dem Tennsee.“ Lehner NW-Hang mit einigen tieferen Gruben, Buckel flach. 9. 6. 42. — *Platanthera bifolia* +·1, *Leucorchis albidus* 1·1, *Succisa pratensis* +·1, *Melampyrum silvaticum* +·2, *Picea excelsa* +·1, *Homogyne alpina* +·2, *Anemone nemorosa* 1·½, *Astrantia major* +·2.
- Aufn. 29: Am Brendten. Lehner N-Hang (ca. 1000 m). 9. 6. 42. — *Molinia spec.* +·2, *Satureja alpina* +·2, *Globalaria nudicaulis* 2·3, *Betula pubescens* +·1, *Salix grandifolia* +·1.
- Aufn. 21: s o. des Tennsees an der Straße zum Brunnenal. Lehner W-Hang. Buckel mäßig bis stark ausgeformt. 7. 6. 42. — *Platanthera bifolia* +·1, *Centaurea Jacea* +·1, *Rhytidiadelphus triquetrus* +·2, *Thuidium abietinum* +·2.
- Aufn. 24: Steiler W-Hang schräg gegenüber 23. Mäßig bis stark ausgeformte Buckel. 8. 6. 42. — *Gypsophila repens* 1·1, *Ranunculus montanus* +·1, *Erica carnea* +·1.
- Aufn. 31: „Auf dem Tennsee.“ Sanfter bis lehner N-Hang. 9. 6. 42. — *Centaurea Jacea* +·2, *Scorzonera humilis* 3·⅓, *Tragopogon pratensis orientalis* +·1, *Valeriana dioica* +·1, *Trollius europaeus* +·2, *Melampyrum silvaticum* +·2, *Astrantia major* +·2, *Picea excelsa* +·1, *Aposeria foetida* +·2, *Rhytidiadelphus triquetrus* +·1.
- Aufn. 25: Kuppe beim Brunnenal (1006,7 m). Buckel stark ausgeformt. 8. 6. 42. — *Gypsophila repens* +·1, *Primula Auricula* 1·½.
- Aufn. 6: Buckelwiesengelände sw. Krünn, ö. Barmsee, w. der Hochstraße, sanfter W-Hang, flache Buckel. 6. 6. 42. — *Cladonia uncialis* +·2, *Carex panicea* +·2.
- Aufn. 7: Ebendort, etwas weiter w., sanfter bis lehner O-Hang, Buckel etwas stärker differenziert. 6. 6. 42. — *Galium boreale* +·2, *Astrantia major* +·1.
- Aufn. 8: An vorige anschließend, sanfter O-Hang, flache Buckel. 6. 6. 42. — *Anthericum ramosum* +·1, *Allium carinatum* +·1, *Galium boreale* +·1, *Scleropodium purum* +·2.
- Aufn. 11: s. der die Hochstraße berührenden Spitze des Straßwaldes. Lehner bis steiler O-Hang. 6. 6. 42.
- Aufn. 13: Ebene Kuppe an der Hochstraße. Buckel stärker ausgeformt. 6. 6. 42.
- Aufn. 14: Plateau w. der Hochstraße und ö. des Tenn-Sees. Flache Buckel. 6. 6. 42. — *Euphorbia verrucosa* +·1, *Polygala comosa* +·1, *Ditrichum flexicaule* +·2, *Polytrichum perigoniale* +·1, *Betula pubescens* +·1.
- Aufn. 17: Kuppe der Hochreit (952,2 m). Sanfter O-Hang. 7. 6. 42. — *Euphorbia verrucosa* +·2, *Campanula glomerata* +·1, *Platanthera bifolia* +·1, *Allium carinatum* +·2, *Tragopogon pratensis orientalis* +·1, *Vaccinium Myrtilus* +·2, *Dicranum undulatum* +·2, *Dicranum scoparium* +·2.
- Aufn. 19: SO-Hang des Geisschädels an der Straße Klais—Krünn. Steilhang, schwach wellig bis bucklig. 7. 6. 42. — *Epipactis atrorubens* 1·2, *Molinia spec.* +·1, *Centaurea Jacea* +·1, *Scorzonera humilis* +·2, *Hypochoeris radicata* +·2, *Thesium rostratum* +·1.
- Aufn. 20: Ausbuchtung des Kranzbachtales gegen den Grubsee. Eben, flachbuckelig. 7. 6. 42. — *Euphorbia verrucosa* +·2, *Anthericum ramosum* 2·⅓, *Galium boreale* +·2, *Abietinella abietina* 1·2, *Filipendula hexapetala* 1·⅓.
- Aufn. 23: Brunnenal, steiler O-Hang, stark buckelig. 8. 6. 42. — *Ranunculus montanus* +·1.
- Aufn. 26: Oberkante des Jsartales ö. vom Seitzhof. Sehr steiler O-Hang. Schwach ausgeformte Buckel. 8. 6. 42. — *Polygonatum odoratum* +·1, *Carex caryophyllea* 1·1, *Coronilla vaginalis* +·2, *Molinia spec.* 1·2, *Hieracium piloselloides* +·1, *Laserpitium latifolium* +·1, *Thesium rostratum* +·1, *Erica carnea* +·2.

## 3. Die pflanzensoziologische Stellung des Mähder-Rasens der Buckelwiesen.

(J. L. Lutz.)

Im Artenbestand unserer Tabelle VII überwiegen die Arten der *Brometalia* gegen eine zweite Gruppe von Arten, die aber für unsere Verhältnisse äußerst bezeichnend sind. Es sind dies, wie schon Paul darlegte, die Arten, die aus den Matten der höher gelegenen Alpenumrahmung herabkommen und eine wesentliche Komponente im Aufbau des Mähderasens bilden. Soziologisch gehören sie zur Ordnung der *Seslerietalia coeruleae* Br.-Blgt. 1926. Sie bilden für unsere Assoziation die Differentialarten gegenüber anderen Assoziationen des *Mesobromion*. Außer dem in der Tabelle zusammengefaßten



Abb. 25. Beispiele aus dem „Straßwald“ für die Unterdrückung des Waldwuchses durch Verbiß und für die Ausbildung des Hungerrasens durch Beweidung.

Artenblock zählen noch hierzu *Tofieldia calyculata* und die wegen ihrer geringen Stetigkeit nicht mit in die Differentialarten einbezogenen Arten *Bellidiastrum*, *Gypsophila repens*, *Satureja alpina* und *Primula Auricula*. Unsere Gesellschaft veranschaulicht so treffend das Ausklingen der *Bromion*-Gesellschaften im Alpenbereich.

An Charakterarten steht an erster Stelle *Carlina acaulis*. Als örtliche Charakterart ließe sich wohl auch noch *Trifolium montanum* ansprechen. *Orchis ustulatus* kommt noch in etwa der Hälfte der Bestände vor, während die übrigen nur einzeln eingesprengt sind.

Zu den in der Tabelle aufgeführten Verbandscharakterarten kommt noch *Campanula glomerata* sowie die unter den Differentialarten aufgeführten *Bromus erectus* und *Teucrium montanum*.

Die *Carlina acaulis*-*Carex sempervirens*-Assoziation zerfällt in zwei Subassoziationen mit *Tofieldia calyculata* bzw. *Bromus erectus*. Erstere ist wiederum deutlich in zwei Varianten gegliedert. Alle diese Untereinheiten sind ökologisch gut charakterisiert. Gehen wir vom Extremfall aus, so ist die Subassoziation von *Bromus erectus* an die vergleichsweise wärmsten Standorte gebunden, entsprechend dem Wärmebedürfnis ihrer submediterranen Differentialarten *Bromus* und *Orobanche gracilis*, sowie mit Rücksicht auf den Umstand, daß die *Bromion*gesellschaften hier an der vertikalen Verbreitungsgrenze stehen. Es handelt sich durchweg um Standorte mit Süd- bis Ost-Exposition von steiler Lage, also stark besonnte Standorte. Lediglich Aufnahme 20 scheint eine Ausnahme zu machen; sie liegt an einem nach Süden gerichteten Hangfuß, sehr geschützt im Kranzbachtal und empfängt reichlich Wärme, so daß auch sie nicht aus dem allgemeinen Rahmen der Subassoziation fällt.

Die Subassoziation von *Tofieldia* hat einen größeren ökologischen Spielraum. Ihre Variante von *Dryas octopetala* beschränkt sich auf die Himmelsrichtungen W bis N. Sie dürfte, wie auch das Vorkommen von *Leucobryum glaucum* in dieser Variante nahelegt, eine Aushagerungsvariante darstellen, da diese Expositionen der vorherrschenden Windrichtung ausgesetzt sind. *Dryas* selbst ist nur jeweils mit geringem Deckungsgrad fleckenweise vorhanden und zeigt die flachgründigen Stellen. Solche sind hier häufiger anzutreffen, da das Buckelrelief dieser Variante im allgemeinen stark herausmodelliert ist. Auch *Nardus* begegnet uns hier zusammen mit *Arnica* häufiger, doch hat dies auch noch andere

Gründe, auf die wir später zu sprechen kommen. Von den Differentialarten der *Dryas*-Variante kehren einige in der Subassoziation vom *Bromus* wieder, entsprechend der dortigen starken Hangneigung und der dadurch ebenfalls etwas geförderten Aushagerung. Geringere Neigung und flacheres Buckelrelief bevorzugt die *Teucrium montanum*-Variante der Subassoziation von *Tofieldia*.

Für eine Abwägung des ökologischen Zeigerwertes der Variante ist kurz auf die Eigentümlichkeiten der beiden wichtigsten Arten *Dryas* einerseits und *Teucrium* andererseits einzugehen. Beide stellen gewisse Ansprüche an den Kalkgehalt des Bodens, besonders ausgeprägt *Dryas*, weniger *Teucrium*. Der Befriedigung des Kalkbedürfnisses kommt bei den Pflanzen eine starke Pfahlwurzel zugute, die es ermöglicht, entkalkte Oberflächenschichten („Lehmschicht“), wenn sie nicht zu mächtig sind, zu durchdringen und den kalkreichen Moränenschutt im Liegenden zu erreichen. So erklärt sich auch das gleichzeitige Vorkommen von *Leucobryum*, das nur oberflächlich auflagert und zweifellos einer wenn auch nur geringmächtigen Rohhumusschicht bzw. entkalkten Lehmlage bedarf. Im übrigen wird es hinsichtlich seines Reaktionsbereichs als oxy-neutrophil angegeben\*). *Teucrium montanum*, das nach Hegi auch auf kalkärmeren Substraten (so Flysch, Bündnerschiefer, Serpentin und Porphyry) vorkommt\*\*\*), kann auch noch Stellen mit stärkerer „Lehmschicht“ besiedeln. Das kommt darin zum Ausdruck, daß es in ebeneren Partien mit Bevorzugung leichter Ost-Exposition und geringerem Buckelrelief sein Optimum im Buckelrasengebiet findet. Mit *Teucrium montanum* geht übrigens auch *Scabiosa Columbaria* mehr oder minder zusammen.

Da die schärfere systematische Differenzierung der Gesellschaftseinheiten des Buckelwiesenrasens erst bei Ausarbeitung der Tabelle erfaßt werden konnte, war eine genauere Nachprüfung über das Mosaik der Anordnung der Varianten im Gelände nicht mehr möglich. Fest steht lediglich, daß sich eine Abhängigkeit vom Buckel-Mulden-Relief, also Bevorzugung von Buckeln bzw. Mulden seitens einer bestimmten Variante nicht erkennen läßt. Vielmehr dürfte die vom Buckel-Mulden-Relief ebenfalls unabhängige Mächtigkeit der Lehmschicht eine größere Rolle spielen. In erster Linie ist, was auch aus den Tabellen hervorgeht, der Wärmefaktor maßgebend, was bei *Bromion*-Gesellschaften an der Höhengrenze ihrer Verbreitung — die Buckelwiesen gehen über 1000 m hinaus — verständlich ist.

Weniger ökologischen als entwicklungsgeschichtlichen Zeigerwert besitzen die gelegentlich etwas stärker auftretenden Arten *Nardus stricta*, *Calluna vulgaris*, *Entodon Schreberi*, des weiteren Arten der *Vaccinio-Piceetea* wie *Vaccinium Myrtillus* und sonstige Waldrelikte und zeigen Stellen, an denen noch leichte, im Abbau begriffene Rohhumusansammlungen liegen. Sie verschwinden mehr und mehr, je weiter die Entwaldung der betreffenden Stelle zurückliegt. In jüngerer Zeit handelt es sich dabei nur mehr um die Beseitigung kleiner Horste oder Einzelbäume, meist Fichte.

Ebers spricht von einem „außerordentlich häufigen Wechsel kalkholder und kalkfreier Pflanzengesellschaften“, was durch die Ausscheidung unserer Varianten und unsere genetischen Betrachtungen belegt ist.

Dagegen besteht nicht der von Ebers hervorgehobene große Unterschied zwischen feuchteren Mulden und trockeneren Buckeln. Feuchtigkeitsunterschiede machen sich meist nur im Frühjahr geltend, stellenweise ergrünen dann die Mulden früher. Ähnlich kommt an südseitigen Flanken der Buckel der Hufeisenklee etwas früher zur Blüte, was sich aber nach kurzer Zeit ausgleicht. Aus dem Rahmen der *Carlina acutis-Carex sempervirens*-Assoziation fallen nur einzelne, sehr flachgründige Kiesbuckel heraus, welche Teppiche (Reinbestände) von *Globularia cordifolia* (s. Abb. 23) oder *Dryas* tragen.

Die Aspektfolge hat bereits Paul gestreift. Im Frühjahr leuchten weithin stengelloser Enzian und Mehlprimel, bald folgt die massenhafte Entfaltung des Hufeisenklee. Nach dem Schnitt beherrscht das Weiß der Euphrasien und das Blau des deutschen Enzians das Feld im Verein mit vielen Pilzen, die jedoch nicht in der Tabelle enthalten sind.

Im vorausgehenden Teil hat Paul alles Wesentliche über die floristisch-pflanzengeographischen Verhältnisse der Mittenwalder Buckelwiesen dargelegt und zugleich an Hand der floristischen Eigentümlichkeiten nachgewiesen, daß es sich um eine Folge-Vegetation nach vorausgegangener schrittweiser Entwaldung des Gebietes handelt. In diesem Zusammenhang ist die Bemerkung von Ebers von Interesse, daß sich auf den Buckelwiesen Reste von Dammwegen finden. Es handelt sich hier zweifellos um Überbleibsel von alten Waldwegen, wie sie in Bergwäldern allgemein üblich sind.

Wir haben also in der gegenwärtigen Vegetation der Buckelwiesen Ersatzgesellschaften im Sinne Tüxens\*\*) vor uns, die unter den Einwirkungen des Menschen in Vergangenheit und Gegenwart (Waldweide mit folgender Entwaldung, dann einmalige Mahd im Sommer), die Stelle des dort naturgegebenen Waldes vertreten. Welcher Art die Wälder ehemals waren, lassen die noch bestehenden Reste ungefähr erkennen, wie Paul zeigte.

In der Nomenklatur der Gefäßpflanzen folgen wir in der Hauptsache Mansfeld, R., Ver-

\*) Herzog, Th., Geographie der Moose, Jena 1926, S. 68.

\*\*) Tüxen, R., Aus der Arbeitsstelle für theoretische und angewandte Pflanzensoziologie der Tierärztl. Hochschule Hannover, 92. u. 93. Jahresber. d. Naturhist. Ges. Hannover, 1942, S. 69.

\*\*\*) Hegi, Illustrierte Flora von Mitteleuropa.

zeichnis der Farn- und Blütenpflanzen des Deutschen Reiches (Jena 1940), trotz verschiedener von mehreren Seiten geäußerter und auch begründeter Bedenken, da dieses Werk unseres Erachtens zur Zeit die einzige für das Reichsgebiet diskutierbare Grundlage darstellt.

## Schlußwort.

Geologisch sind die Buckelwiesen als fossile Bodenbildung der Eiszeit aufzufassen und stellen so zweifellos ein einzigartiges Bodendenkmal dar. Von der „Urlandschaft“ ist allerdings nur die Oberflächenmorphologie unverändert erhalten. Eine „Naturlandschaft“ müßte noch wenigstens annähernd ursprüngliche Vegetation, also Wald, tragen. Die Vegetation der Buckelwiesen ist jedoch eine ausgesprochene Ersatzgesellschaft, hervorgerufen durch Entwaldung, Mahd und Weide. Wir sprechen daher mit mehr Recht von einer Kulturlandschaft, in der punktwise noch Anklänge an die Naturlandschaft, vorwiegend in den Waldresten und Mooren, bestehen. Sie ist schrittweise im Wandel der Jahrhunderte geworden. Wie bei den meisten Kulturlandschaften dieser Art — man vergleiche damit etwa eine typische mitteldeutsche Landschaft — ist eine gewisse Ausgeglichenheit und Harmonie der Landschaftselemente gewahrt. Eine Kultivierung der Buckelwiesen wird hierin einigen Wandel schaffen. Um so mehr ist darauf zu sehen, den in der überkommenen Landschaft ausgebildeten Gestaltungsgesetzen nach Möglichkeit zu folgen.

Zur Pflege des Landschaftsbildes sind zunächst zwei Voraussetzungen unbedingt erforderlich:

1. Extensive Nutzung kultivierter Flächen ist ein Unding. Sie führt vor allem zu einer entsetzlichen Entstellung der Vegetationsdecke. Im Hinblick auf die Rentabilität wie auf die Erhaltung optimalen Zustandes der geplanten Grünlandsflächen soll einer Kultivierung nur stattgegeben werden, wenn intensive Bewirtschaftung der Flächen unbedingt garantiert ist; dies ist einzig der Fall bei Errichtung von Höfen, wofür der Seitz-Hof Anfang und Beispiel ist.

2. Die planmäßige Durchführung der Landschaftsgestaltung und der erforderlichen, zum Teil großzügigen Naturschutzmaßnahmen muß in einer Hand vereinigt sein. Die betreffende Stelle muß weitestgehende Vollmachten besitzen und bestens beraten sein. Man könnte an die Ernennung eines dem Reichslandschaftsanwalt unterstellten Landschaftsbeauftragten für die Buckelwiesen denken.

An Forderungen des Natur- und Landschaftsschutzes sind außer der genannten Vereinigung aller diesbezüglichen Angelegenheiten in einer Hand im einzelnen hervorzuheben:

1. Unberührte Erhaltung der für den Nachweis der Buckelwiesenentstehung wichtigen Teile der Landschaft.

Da zunächst nur eine Kultivierung der mehr oder minder ebenen Lagen vorgesehen ist, Hanglagen aber im ursprünglichen Zustand belassen bleiben, ist diese Forderung unschwer erfüllbar. Als Beleg sind aber auch Ausschnitte der ebenen Lagen wichtig. Trotz aller durch Flurbereinigung gemachten Aufteilungen des Geländes ist, wo vom wissenschaftlichen Standpunkt aus erforderlich, nachdrücklich auf der Erhaltung solcher Partien zu bestehen!

2. Nachdem das durch extensiven Mäherbetrieb bestimmte Landschaftsbild nur teilweise von intensivem Grünlandsbetrieb abgeändert werden wird, ist besonders auf Vermeidung von Härten in der Linienführung bei Abgrenzung der Flächen zu sehen. Gleiches gilt für die Errichtung von Siedlungen und das Wegnetz. Insbesondere sind Bepflanzungen (Baumgruppen, Hecken) dem Landschaftsbild des extensiven Mäherbetriebes mit einzelnen Bäumen und Horsten und den dort standorteigenen Arten anzupassen.

3. Andere als die geplanten Hofsiedlungen sollen unterbleiben.

4. Die Erhaltung der kleinen Moore des Gebietes ist unbedingt zu sichern.

5. Trotz aller Anteilnahme der Stellen des Naturschutzes an der Buckelwiesenfrage wurde die Anlage großer, das Gebiet rücksichtslos überquerender Überlandleitungen nicht verhindert. Einer derartigen Schändung des Landschaftsbildes ist mit allen zu Gebote stehenden Mitteln zu begegnen.

6. Zur Erleichterung der Durchführung dieser Forderungen ist das ganze Gebiet unter Landschafts-, besonders wichtige Teile unter Naturschutz zu stellen.

Buckelwiesen gibt es im Alpengebiet mehrfach. Ihre Eingliederung in eine großartige Gebirgs- umrahmung, der Reichtum an geologischen Einzelbildungen, Groß- und Kleinformen des Diluviums, die imponierende Weite und Ausgeglichenheit der Mäherlandschaft und die Eigenart der Pflanzendecke im Mittenwalder Gebiet sind für das Reichsgebiet etwas Einmaliges und Einzigartiges. Sie verdienen größte Aufmerksamkeit.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Bayerischen Botanischen Gesellschaft zur Erforschung der Flora](#)

Jahr/Year: 1943

Band/Volume: [27](#)

Autor(en)/Author(s): Lutz Josef L., Paul Hermann (Karl Gustav)

Artikel/Article: [Die Buckelwiesen bei Mittenwald 98-138](#)