

Die Buckelwiesen: nicht Eiszeitalter, sondern Gegenwart

Von EDITH EBERS, München

Mit 2 Abbildungen im Text

Zusammenfassung. In den Bayrischen Kalkalpen bis ins Vorland hinaus und nach Österreich hinüber finden sich ausgedehnte Gebiete mit sog. „Buckelwiesen“, ein mit 1-1½ m hohen Buckeln und entsprechenden Mulden bedecktes Gelände. Sie tragen eine ebenso reizvolle wie artenreiche und differenzierte Flora.

Diese Buckelwiesen waren mehr als 20 Jahre lang ein Gegenstand wissenschaftlicher Diskussion. Man fragte sich, ob sie als alte Waldböden oder als Bildungen der Eiszeit anzusehen seien. Eine Anzahl von Geographen, Geologen und Bodenkundlern hielt sie für eine Sedimentationsform oder für Periglazialbildungen der letzten Vereisung. Aber nirgendwo wurden Buckelwiesen im Verbreitungsgebiet der nordeuropäischen Vereisung bekannt.

Sie scheinen auf kalkhaltige Sedimente, besonders Moränen, Schotterterrassen, Schuttkegel und Ähnliches, beschränkt zu sein. Seit 1939 deutet die Verfasserin sie als durch rezente Verkarstung entstanden. Dieser Auffassung stimmte A. PENCK 1940 zu. Im Jahre 1958 fand S. MÜLLER bei einer Untersuchung des Buckelwiesengeländes der Pokljuka in den Julischen Alpen bei Bled in Jugoslawien schlüssige Beweise für diese Auffassung.

Summary. In the Bavarian Alps (built from limestone) in Western Germany stretching out to the foreland and into Austria there are to be found considerable areas occupied by so called „hummocky meadows“. Their lovely flora represents a very interesting differentiated and complicated biocenosis.

These hummocky meadows have been a subject for scientific discussion for more than 20 years. Did they originate from forest soils or as a consequence of the Great Ice Age? Since that time a number of specialists on quaternary geology believed them to be morainic or periglacial features following as a result of permafrost during the last alpine glaciation. But as a matter of fact nowhere are hummocky meadows known in the range of the continental glaciation of Northern Europe.

They seem to be restricted to lime holding sediments especially moraines, gravel terraces, alluvial fans and comparable other. Since 1939 the author was considering an origin by recent karstification. To this opinion A. PENCK agreed in 1940. In 1958 S. MÜLLER doing research work in the area of hummocky meadows called Pokljuka near Bled in Yugoslavia could definitely prove this origin.

Es gibt wohl wenige geologische Oberflächenbildungen, die so gegensätzliche Auffassungen von ihrer Entstehung hervorgerufen haben, wie die eigenartige Geländeform der Buckelwiesen. Sie kommen an vielen Stellen im Alpenbereich vor. Ganz besonders sind sie in den bayerischen Kalkalpen verbreitet, aber gelegentlich auch im Alpenvorland zu sehen. So findet man sie u. a. bei Berchtesgaden (Königsee, Bischofswiesen), bei Mittenwald (Krün, Elmau, Leutasch), im Bayrischzeller Tal, bei Pfronten und am Oberjoch im Allgäu; im Tannheimer Tal, am Achensee und im Gschnitztal. H. SPREITZER kennt sie bei Bruck a. d. Mur am Hochschwab; J. STINI am Schneeberg. Ganz besonders ist auch die Mitterndorfer Senke im Salzkammergut ein großes Buckelwiesengelände. In den Südlichen Kalkalpen erwähnte sie A. PENCK vom Karrerpaß am Fuße des Rosengarten; ich selbst sah sie — im Vorbeifahren zum Inquakongreß in Rom 1953 — auf jungen Schuttmassen im Canale-Tal unfern Pontebba. Sicherlich gibt es noch viele andere Vorkommen in den Ost- und Südalpen.

Buckelwiesengelände ist durch eine außerordentlich unruhige Oberfläche gekennzeichnet. Die Niveau-Unterschiede zwischen den trockenen Buckeln und den anschließenden feuchten Mulden betragen 1—1½ m; die Buckel erreichen einen Durchmesser von 2—3 m. Auch kleiner-dimensionierte Formen sind für einzelne Felder bezeichnend.

Bisher kennt man die Buckelwiesen nur auf kalk- und dolomithaltigen Gesteinen etwas näher: Moränen, kalkschlammhaltige Schotter, Dolomit mit Moränen (nach A. PENCK) sind der bevorzugte Untergrund. In den kristallinen Zentralalpen und in der Grauwacken-

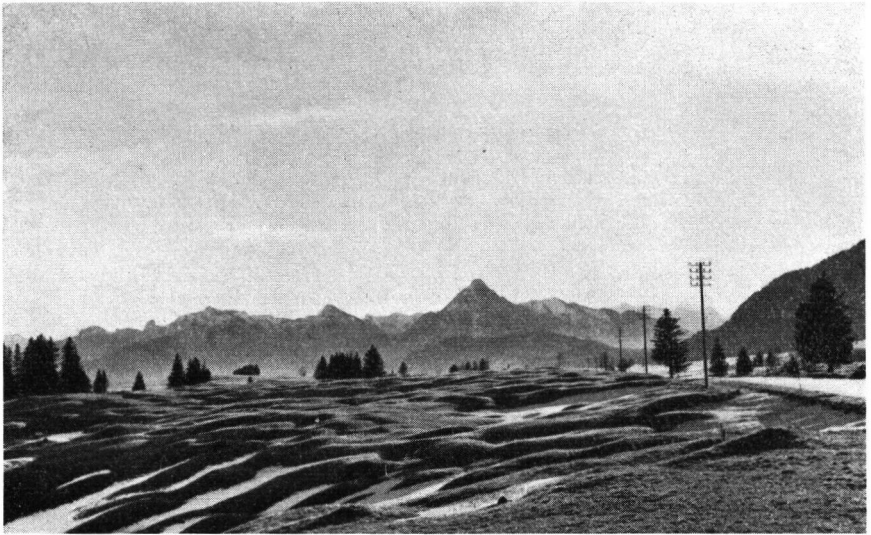


Abb. 1. Buckelwiesen bei Pfronten.

F. HEILER.

zone scheinen sie zu fehlen. Der Umstand, daß es auch Pseudo-Buckelwiesen gibt, z. B. alte Windbrüche, Rutschungen, Murgänge usw., und daß ihre gesamte geographische Verbreitung noch nicht feststeht — im Alpenraum und überhaupt — ist vorläufig noch ein Hindernis für ihre detaillierte Erklärung. Es wäre also vor allem einmal ihre Verbreitung genau festzustellen. Buckel und Mulden unterscheiden sich auch durch die teils kalkholde, teils kalkfremde Flora, die sie tragen. Eine eingehende pflanzengeographische Untersuchung von H. PAUL & J. L. LUTZ liegt bis jetzt nur für die sog. „Mittenwalder Mähder“ vor, ein Hochgebiet (1000 m ü. d. M.) zwischen Mittenwald, Klais und Krün und zwischen dem Isartal, der Schmalsee- und Kranzbachfurche gelegen. Eine entsprechende floristische Analyse wäre auch für die anderen Buckelwiesengelände durchzuführen. Die Mittenwalder Buckelwiesen sind im Naturzustand durch eine üppige Blütenflora ausgezeichnet. Alpin-arktische, südeuropäisch-montane und mediterrane Arten leben zusammen auf diesen mageren Heidewiesen, die Vertreter einer Steppenflora neben Sumpfpflanzen tragen. Der tiefblaue stengellose Enzian (*Gentiana acaulis clusii*), die rosa blühende Mehlprimel (*Primula farinosa*) und das — etwas später — gelbblühende Brillenschötchen (*Biscutella laevigata*) beherrschen im Frühsommer geradezu das Landschaftsbild. Die Flora wird noch durch manche kostbare Arzneipflanze (z. B. *Arnica*) und Reliktpflanzen (z. B. *Dryas octopetala*) vervollständigt. Man sieht dieser Pflanzengesellschaft auf den einmähdigen Wiesen an, daß sie eine auf vielfältige Art entstandene, kampferprobte Biozönose darstellt, die an ihr differenziertes Biotop, eben den Standort auf den Buckeln und in den Mulden gebunden ist. Die alljährliche Mahd hält sie intakt.

Als in den 30er Jahren die Mittelwalder Buckelwiesen durch den Arbeitsdienst eingeebnet werden sollten, wobei man auf 1000 ha neu zu gewinnenden Kulturlandes 15 Erbbauernhöfe zu errichten gedachte, forderte die Verfasserin eine vorausgehende, eingehende geographische, geologische, hydrologische, klimatologische, bodenkundliche und pflanzensoziologische Untersuchung des Gesamtphänomens. Es sollten dabei vor allem die Entstehungsbedingungen der Buckelwiesen geklärt werden. Es wurden aber keine derartigen Untersuchungen unternommen, sondern auf einem, deutliche Anzeichen von Verkarstung zeigenden Gelände (Dolinen!) auch noch Entwässerungen durchgeführt. Das Trink- und Brauchwasser für die neuen Höfe mußte gleichzeitig mehrere Kilometer weit hergeleitet werden.

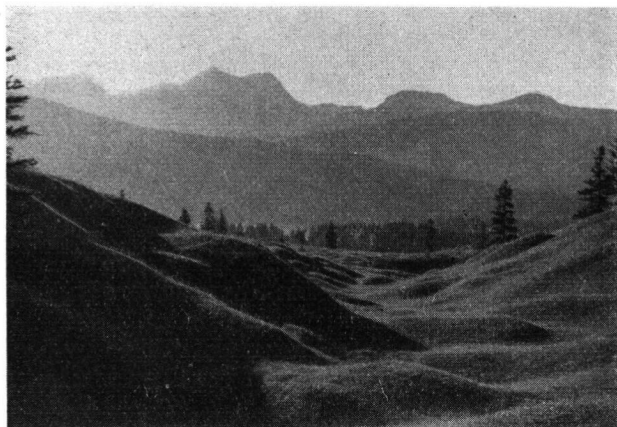


Abb. 2. Auf den „Mittenwalder Mähdern“

Diese Vorgänge ergaben damals, vor mehr als 20 Jahren, eine lebhafte Diskussion in naturwissenschaftlichen Kreisen, die erst jetzt zu einem gewissen Abschluß gekommen ist. Im dazwischen liegenden Zeitraum entstanden eine Reihe von interessanten Erklärungsversuchen für die Entstehung der Buckelwiesen. Sie unterschieden sich vor allem dadurch, daß sie in zwei völlig getrennte Gruppen zerfielen. Der eine Teil der sich für das Problem interessierenden Geologen, Geographen, Bodenkundler und Pflanzensoziologen sah die Buckelwiesen als eine fossile, vom großen Eiszeitalter zurückgebliebene Bildung an. Der andere Teil erklärte sie für rezente Erscheinungen, die mit dem Eiszeitalter nichts mehr zu tun hätten. Diese letztere Auffassung führte schon 1939 zu der einfachen Schlußfolgerung, daß sie nach der Einebnung mit der Zeit wieder entstehen und dabei möglicherweise unerwartete, unvorteilhafte Begleiterscheinungen eintreten würden. Eine vom Menschen herbeigeführte Veränderung an der Oberfläche könnte den in der Tiefe fortschreitenden Prozeß nur vorübergehend aufhalten.

Eine kurze Zusammenfassung der verschiedenen, bisher zur Entstehung der Buckelwiesen vorgetragenen Theorien dürfte interessieren.

Die Theorien gliedern sich in drei Gruppen:

1. Entstehung der Buckelwiesen durch Waldrodung oder Windwurf. Früher von A. PENCK, J. STINI und auch J. DOPOSCHEG angenommen.
2. Buckelwiesen als fossile Bildungen aus dem Eiszeitalter
 - a) als Ablagerungsformen aufgefaßt von J. KNAUER (1943) und B. EBERL (private Mitteilung);
 - b) als Ausschmelzformen von G. PRIEHÄUSER (1957) und J. L. LUTZ (1957);
 - c) als Spätformen des periglazialen Klimas von H. FISCHER (Manuskript, vor 1939), J. L. LUTZ (1947), C. RATHJENS (1954), E. SCHÖNHALS (1957);
3. Buckelwiesen als Folge von Verwitterung und Verkarstung kalkhaltiger Sedimente erst nach dem Eiszeitalter entstanden und weiter in Entstehung begriffen; angenommen von E. EBERS (1939, 1940, 1950, 1957), A. PENCK (1940/41), S. MÜLLER (1959).

Es sollen hier nur kurz einige der ausführlicher dargelegten Auffassungen der Gruppe 2 referiert werden. Die Anschauungen der Gruppe 1 wurden, jedenfalls von A. PENCK, als zur Erklärung unzureichend, wieder aufgegeben. Wären die Buckelwiesen nur durch Anhäufung von Wurzelschutt bei Windwurf und Rodung entstanden, dann wäre ihre Beschränkung auf bestimmte Zonen unverständlich. Über die Anschauungen der Gruppe 3 handelt der letzte Teil dieses Aufsatzes.

Nach den Veröffentlichungen von E. EBERS (1939 und 1940) und dem Erscheinen der Schrift von A. PENCK (1940/41) entgegnete J. KNAUER im Jahre 1943 mit folgenden Argumenten: Die Buckelwiesen finden sich an Gehängen, Hügelrücken und auf Talgründen usw. im ganzen südbayerischen Alpen- und Voralpenraum. Größe und Ausdehnung der Buckel sind ziemlich gleichartig. Die Mulden entstehen nicht durch Verwitterung, weil diese keinen Massen- und Volumenverlust ergibt. Die Buckel sind dem Gelände aufgesetzt, nicht aber die Vertiefungen zwischen den Buckeln eingesunken. Die Buckelwiesen sind nicht durch Verwitterung (Substanzverlust), sondern durch Aufschüttung entstanden. Echte Buckelwiesen gibt es nur auf Moränen oder in vom Gletscher bearbeiteten Gelände. Es handelt sich dabei um eine besondere Art der Ablagerung von Grundmoränenmaterial. Die Leutascher Buckelwiesen sind deshalb nicht echt, weil sie auf Schottern liegen. Die Buckelwiesen sind also fossil und im Eiszeitalter entstanden. J. KNAUER fordert eine sedimentpetrographische Untersuchung über den materialmäßigen Aufbau der Buckel und Mulden in den verschiedenen Verbreitungsgebieten vor deren Einebnung.

Die im Jahre 1947 von J. L. LUTZ ausführlich dargelegte Auffassung, daß es sich bei den Buckelwiesen von Mittenwald um periglaziale Texturen handle, wurde später vom Verf. selbst wieder aufgegeben, so daß es sich jetzt erübrigt, näher darauf einzugehen. Als letzte eingehende Betrachtung vom bodenkundlichen Standpunkt aus veröffentlichte 1957 E. SCHÖNHALS, Wiesbaden, seine Theorie, die die Buckelwiesen ebenfalls als eine frostdynamische Erscheinung (d. h. ihr Relief) mit einer äolischen Deckschicht, heute zu Braunerde und Podsol geworden, ansah. Er führte 1957 in der Umgebung von Seefeld, Buchen, Neu- und Unterleutasch, Mittenwald, Kaltenbrunn, Lermoos und Pfronten Untersuchungen an den Buckelwiesen durch. Seine Darlegungen behandeln die „braune Verwitterungsschicht“ und die Entstehung des „fossilen buckligen Kleinreliefs“. In der Seefelder Senke sind Braunerden und Podsole verbreitet, die man im dortigen feucht-kühlen Klima auf Kalk und Dolomit nicht erwartet. Dieser braune feinsandige Lehm ist nicht durch Verwitterung des Untergrund-Sedimentes entstanden. Im Gebiet der Buckelwiesen greift diese bis zu 1 m mächtige Deckschicht zapfenförmig in den Untergrund ein. Ihr Mineralbestand ergab bei Seefeld neben Quarz größere Mengen von Glimmer (Biotit und Muskovit), einzelne grüne Hornblenden und Schwermineralien. Dazu einen auffallend hohen Gehalt an Eisenhydroxyd (6%). Alle Mineralien sind von dünnen Eisenhydroxyd-Häutchen eingehüllt und das braune Gel in Form feinkrümeliger Aggregate geflockt. Der Boden hat ein großes Porenvolumen und ist locker. Eine ähnliche Zusammensetzung hatten Proben aus dem Gebiet von Seefeld und Mittenwald. Der Mineralbestand der Deckschicht ist — immer laut Verf. — ein vollkommen anderer als der des Untergrundes (Kalk und Dolomit). Ob der Untergrund ebenfalls mineralogisch analysiert wurde, geht nicht hervor. Der Verf. schließt, daß die Deckschicht nicht autochthon sein kann, zumal auch deshalb nicht, weil Biotit und Hornblende nur wenig zersetzt sind. Auch die Korngrößen der Deckschicht (28—46% Staubsand von 0,06—0,02 mm Korndurchmesser, 30% Schluff von 0,02—0,002 mm und 10—20% Ton <0,002 mm) bestimmt ihn dazu, die Deckschicht nicht für das Verwitterungsprodukt, sondern für eine Windablagerung zu halten. Diese habe die Glimmer und Schwermineralien aus den kristallinen Zentralalpen mit herbeigebracht. Diese äolische Ablagerung erfolgte nach seiner Vorstellung auf einem schon buckligen Primärrelief, das auf Frostdynamik im periglazialen Dauerfrostboden zurückzuführen ist und nicht auf Aufschüttung oder Abschmelzung. Als Entstehungszeit der Buckelwiesen im Sinne des Verfassers kommt nur die Jüngere Tundrenzeit in Frage. Die heutige Landoberfläche ist ein Relikt aus dieser Zeit. Ähnlich ist auch die Meinung von C. RATHJENS (1954).

Die zuletzt geäußerte Auffassung über die Entstehung der Buckelwiesen ist die von G. PRIEHÄUSSER (1957). Ihr schließt sich auch, für Buckelwiesen über 800 m, J. L. LUTZ an. Die beiden Autoren nehmen an, daß man es mit Ausschmelzungserscheinungen aus der

löchrigen Firndecke der Späteiszeit zu tun habe, die mit Kalksteinsplitt durchsetzt ist. Es handelt sich dabei um Bildungen der Schlußeiszeit. Die Bodenbildung ist nacheiszeitlich, eine aus einer Rendzina hervorgegangene Braunerde.

Im Gegensatz zu all diesen Auffassungen wies die Verfasserin schon 1939 in einer Veröffentlichung darauf hin, daß es sich bei den Buckelwiesen um Verkarstungserscheinungen handeln könne. Bei einer gemeinsamen Exkursion auf den Mittenwalder Mähdern (1940) stimmte A. PENCK dieser Deutung zu. Anschließend veröffentlichte er seine eigenen, in derselben Richtung gehenden Beobachtungen (1940/41).

Es sind nun folgende Einwände gegen die, die Buckelwiesen als fossile Bildungen des Eiszeitalters ansehenden Auffassungen geltend zu machen. Gegen eine eiszeitliche Entstehung sprechen vor allem zwei Gründe. Einmal treten Buckelwiesen nicht nur auf Moränen (wie J. KNAUER annimmt) und auf kalkreichen Eiszeitschottern auf, sondern auch auf spät- und nacheiszeitlichen Bildungen wie Schuttkegeln (siehe auch J. KNAUER!), Gehängeschutt und dergl.; zweitens fehlen sie, soweit es die nordeuropäischen Quartärforscher bis jetzt überblicken können, im Bereich des nordeuropäischen Inlandaises vollkommen. Sie scheinen auf feinkörnige, kalk- oder dolomithaltige Lockersedimente und Gesteine beschränkt zu sein. Die Deutung der Buckelwiesen als Folge von Verkarstung beruht auf dieser Voraussetzung.

Zu der von E. SCHÖNHALS aufgestellten Theorie der äolischen Deckschicht ist zu bemerken, daß es sehr schwer fallen dürfte, im bayrischen Verbreitungsgebiet alpiner Quartär- und Alluvialablagerungen eine Stelle zu finden, wo eine sedimentpetrographische Untersuchung keine kristallinen Bestandteile fände. Auf eine äolische Zufuhr solcher wäre man wohl nirgends angewiesen. Schon die tertiäre Molasse und auch der Flyschsandstein enthalten solches Material. Bei äolischem Transport kann es auch nicht auf die Buckelwiesen beschränkt bleiben. Dazu kommt das vielfach umgelagerte Kristallin führende Erratikum von mindestens zwei Eiszeiten, Riß und Würm, während derer der zentrale Kern der Alpen von den Gletschern bis ins Innerste erschlossen war. Eis und Schmelzwässer verbreiteten es in den Kalkalpen und im Vorland. Außerdem enthalten die Verwitterungsschichten der Moränen und diluvialen Schotter im bayrischen Glazialgebiet, auch wenn sie schon so gut wie völlig entkalkt sind, häufig noch relativ wenig verwitterte kristalline Geschiebe und Gerölle, während umgekehrt manchmal vollkommen zermürbte Kristallingerölle in frischen diluvialen Kalkschottern liegen. Was die auf äolische Ablagerungen hinweisenden kleinen Korngrößen betrifft, so wäre nachzuprüfen, welche Korngrößen im Ausgangsmaterial des Untergrundes vorliegen. Meist handelt es sich gerade um ein sehr feinkörniges, geradezu schlammiges Zwischenmittel in den von Buckelwiesen bedeckten Moränen und Schottern. Ein echtes Problem liegt hingegen immer noch vor in der Frage der Verbreitung der Buckelwiesen. Stimmt es, daß sie auch auf Flysch, Liasfleckenmergel und eventuelle andere Gesteine übergreifen können, wie manchmal in der Literatur erwähnt wird? Oder liegt dort vielleicht noch Überlagerung mit kalkhaltigen Moränen vor? Genaue Ortsangaben sind mir nicht bekannt außer bei einem mir selbst aufgefallenen, in diesem Sinnzusammenhang problematischen Vorkommen am Steilgehänge des Grimming bei Mitterndorf.

Es wird öfters der Einwand erhoben, warum nur gewisse kalkalpine diluviale Sedimente Buckelwiesen tragen und nicht auch die Niederterrassenschotter u. a. Hierzu ist eine freundliche mündliche Aussage von J. HÖRWICK, München, mitzuteilen. Als langjähriger Beobachter konnte er feststellen, daß man, bei einem bestimmten, schrägen Einfall der Sonnenstrahlen, auch auf den Niederterrassen in der Umgebung der Stadt den ersten Beginn der Buckelwiesenbildung sehen könne. Daß die Erscheinung hier nur in minimalem Grade auftritt, ist wohl auf den wesentlich geringeren Kalkgehalt der Niederterrassenschotter und die Auswaschung des Feinkornes zurückzuführen. (E. KRAUS kennt, ebenfalls nach mündlicher Mitteilung, deutliche Buckelwiesen auf Niederterrassen.

Wenn es sich also bei den Buckelwiesen um Eiszeitbildungen kaum handeln kann, so ist die letzte der bisher vorgebrachten Möglichkeiten die einer rezenten Entstehung. Nach dieser Auffassung geht die Bildung der Buckelwiesen von den Mulden aus, die als „Lösungsherde“ - in Art der Dolinen im Karstgebirge funktionieren. Wie in den Dolinen (oder auch den Geologischen Orgeln im Deckenschotter) leitet hier der bikarbonathaltige Wasserzug die gelösten Kalkschlamm-Teile nach unten ab. An den zurückbleibenden Buckeln tritt Abspülung und Abschwemmung ein und rundet sie ab. Der erste Anlaß der Muldenbildung kann von chemischen Reaktionen ausgehen, die ursprüngliche Bewaldung mit ihrer Rohhumusbildung (Huminsäuren) hervorrief. Hier schließen auch die Beobachtungen von S. MÜLLER (1959) an, der in Jugoslawien auf den Buckeln immer wieder Einzelbäume mit einem „Rohhumuskissen“ fand. Diese ergeben, dem Beobachter zufolge, ein „Netz von Sperrzonen“, um das das reichlich anfallende Sickerwasser herumfließen muß und dabei besonders lösekräftig ist.

Auf besonders feinkörnigen, kalkreichen und lösefreudigen Sedimenten können aber auch schon kleine Unebenheiten der Oberfläche denselben Dienst getan haben, um — erinnernd an rhythmische Phänomene — die Bildung der Mulden da und dort einzuleiten. Besonders scheinen auch klimatische Verhältnisse mitzuwirken. Sehr oft liegen Buckelwiesengelände auf den Föhnbahnen, wo im Verlaufe eines Winters durch wiederholtes Auftauen des Schnees eine anhaltende Durchfeuchtung stattfindet. An allen denjenigen Stellen, an denen längere Zeit und immer wieder Regen- oder Schneeschmelzwasser einwirkt und mit Hilfe von Kohlensäure und Humussäuren lösend tätig ist, werden die Mulden sich entwickeln. Das feinkörnige Material, das von den Buckeln herunter ausgewaschen und in die Mulden eingeschwemmt wird, verstärkt vielleicht den Eindruck einer äolischen Ablagerung. Mit der Zeit werden die lehmigen Verwitterungsrückstände die Mulden nach unten etwas abdichten und wasserrückhaltend wirken. Dieser Vorteil für das Lokalklima, der auch den Verkarstungsvorgang verlangsamt, geht bei der Einebnung vermutlich verloren. Auf neu umgebrochenen Buckelwiesen sind die an der Oberfläche liegenden Kalkgerölle so gut wie alle korrodiert.

Diese Verwitterungsvorgänge, die nach S. MÜLLER eine „Sonderform der Verkarstung“ darstellen, werden auf geeigneten eiszeitlichen, nur dürrig mit Tundra bedeckten Sedimenten bald nach dem Abschmelzen der Gletscher schon eingesetzt haben. Das Ende der Würmeiszeit, das etwa 10 000 Jahre zurückliegt, gibt dafür einen Anhaltspunkt, daß diese Verkarstung schon seit Jahrtausenden im Gange ist. Es ist aber anzunehmen, daß sie sich heute auf von Natur aus dauernd begrüntem Gelände nur langsamer fortsetzt. Entfernt man die Gründedecke, wie bei der Einebnung, und hält sie fern, wie auf Getreideland, so werden sich diese Vorgänge vermutlich wieder beschleunigen, da die chemischen Reaktionen am Gestein dann wieder direkter verlaufen.

Der von der Verfasserin in dieser Weise vermutete und weiterhin mehrfach (1950, 1957) skizzierte Verlauf der Buckelwiesen-Entstehung, der von vielen lokalen Einzel-faktoren abhängig ist, fand eine entscheidende Bestätigung durch eine Untersuchung von S. MÜLLER, Stuttgart. Er untersuchte das Buckelwiesenfeld der Pokljuka (1200—1500 m ü. d. M.) in den Julischen Alpen. Hier, wo die großen Karstphänomene des slowenischen Karstes schon nahe sind, lassen sich die Buckelwiesen noch viel besser und deutlicher als Verkarstungserscheinungen erkennen als im bayrischen Alpenraum. Sie gehen dort in Dolinen unmittelbar über, und die Mulden entstehen gewissermaßen vor den Augen des Beobachters. Am Rande der Muldensohle sieht man Risse und Spalten in der Grasnarbe, was nur durch weiteres Absinken des Muldengrundes erklärt werden kann. Die von S. MÜLLER dargebotenen Bilder sind überzeugend. S. MÜLLER macht darauf aufmerksam, daß vor allem ein freier Wasserabzug im Untergrund gewährleistet sein muß. Im Untergrund der Mittenwalder Mähder, der mindestens stellenweise durch Schotter oder auch undurchlässige Seetone gebildet wird („Am Horn“!) werden unterirdische Auswaschungen

auf den Seetonen Wasserabzugsbahnen ergeben haben. Solche Fragen wären eben durch eine hydrologische Untersuchung zu klären. Wo die Buckelwiesen auf verkarsteten älteren Gesteinen mit Dolinen, wie den gipsführenden Raibler Schichten liegen, ist der Wasserabzug ohnedies gesichert.

Alle weiteren Einzelheiten aus den bisher zum Buckelwiesen-Phänomen dargelegten Vorstellungen sind den im beifolgenden Schriftenverzeichnis zusammengestellten Einzelarbeiten zu entnehmen.

Hier nur noch kurz einige Gedanken zur Frage der Zweckmäßigkeit von Einebnungen. Eine solche Zweckmäßigkeit kann, bei einer dynamischen Auffassung der Buckelwiesen als fortschreitende Verkarstung, im Gegensatz zu der statischen als Eiszeitphänomen, nur von relativ kurzer Dauer sein. Die in den Mulden zusammengefaßten lokalisierten Wasserabzüge nach unten, die sich in Jahrtausenden eingespielt haben, bleiben in jedem Fall erhalten, auch wenn man die Oberfläche einebnet. Man schüttet dabei gewissermaßen Muttererde (oder auch nur Rohboden?) auf ein grobes Sieb. Dies Bild ist vielleicht zu drastisch, aber vermag doch ungefähr die richtige Vorstellung zu erwecken. Zuerst wird auf dem verfüllten Sieb einiges grünen können. Mit der Zeit aber fällt die Muttererde durch die Löcher des Siebes durch; Austrocknung und Abspülung kommt dazu. Die Frage ist nur, um was für Zeiträume es sich dabei handelt. Nicht nur in der Pokljuka, wo Risse und Spalten in den Dellen auftreten, sondern auch bei Mittenwald waren früher schon Setzungserscheinungen in den Mulden zu beobachten. Der Verlauf der Neubildung wird von verschiedenen, nicht zu beherrschenden Faktoren abhängen; abgesehen von den lokalen Umständen, ganz besonders von den Niederschlagsmengen; im „Schneewaldklima“ der Pokljuka sind es 3000 mm, bei Mittenwald 1300 mm im Jahr. Auch die Lösungsfreudigkeit und Temperatur der atmosphärischen Wässer, d. h. alle Zustände, die die chemischen Reaktionen begünstigen, werden mit eine Rolle spielen.

Daß auch die eingebrachten Kulturpflanzenbestände mit der Zeit auf diese merkwürdigen, verschiedenartigen und unregelmäßig sich gebenden Bodenverhältnisse reagieren werden — ähnlich wie es auch die wilde Flora in langen Zeiträumen tat — dürfte kaum zu bezweifeln sein. Vorteile für den landwirtschaftlichen Ertrag wird man dabei wahrscheinlich nicht registrieren können. Aber Naturschönheit herrscht und ein außerordentlicher Reichtum für die Wissenschaft; besonders für Pflanzengeographie und -soziologie in Verbindung mit fortschreitender Verkarstung, stellen die unberührten Buckelwiesen einen neuen naturwissenschaftlichen Problembereich dar. So fühlt man sich genötigt, den dringenden Wunsch nach Errichtung eines ausgedehnten Schutzgebietes auszusprechen, wo typische Buckelwiesen, vielleicht sogar auch einmal ohne den alljährlichen Schnitt gerade zur Hauptvegetationszeit, beobachtet und studiert werden können.

Schriftenverzeichnis

- EBERS, E.: Die Kultivierung der Buckelwiesen bei Mittenwald. - Grüne Blätter für Naturschutz 22, S. 104-110, 1939. - - Versteppungserscheinungen auf den Kalkschuttböden des deutschen Alpen- und Voralpengebietes. - Deutsche Wasserwirtschaft 35, S. 98-100, 1940. - - Quartärgeologische Exkursion in das alpine Isargletschergebiet zwischen Bad Tölz und Mittenwald. - Geologica Bavarica 6, S. 127-128, 1951. - - Das Problem der Buckelwiesen. - Natur und Volk 87, S. 113-120, 8 Abb., 1957.
- KNAUER, J.: Die Entstehung der Buckelwiesen. - Mitt. geogr. Ges. München 34, S. 204-220, 1943.
- LUTZ, J. L. & PAUL, H.: Die Buckelwiesen bei Mittenwald. - Arbeit. botan. Abt. Bayer. Landesanstalt für Moorwirtschaft. Bayer. botan. Ges. 27, S. 1-41, 1947.
- LUTZ, J. L.: Quartärgeologie und Landeskultur. - Mitt. Landkultur, Moor- und Torfwirtschaft 5, S. 1-7, 1957.
- MICHELER, A.: Die Buckelwiesen zwischen Mittenwald und Krün — ein Problem des oberbayrischen Naturschutzes. - Verh. deutscher Beauftragter f. Naturschutz u. Landschaftspflege 10, Bad Godesberg 1954.
- MÜLLER, S.: Buckelwiesen. - Kosmos 55, S. 40-44, 1959.

- PENCK, A.: Die Buckelwiesen von Mittenwald am Karwendel. - Mitt. geogr. Ges. München 33, S. 3-8, 1940/41.
- PRIEHÄUSSER, G.: Über die Entstehung der Buckelwiesen bei Mittenwald. - Bayer. landwirtschaftl. Jahrbuch 34, München 1957.
- RATHJENS, C.: Das Schlernstadium und der Klimaablauf der Späteiszeit im nördlichen Alpenraum. - Eiszeitalter und Gegenwart 4/5, S. 181-188, 1954.
- SCHÖNHALS, E.: Späteiszeitliche Windablagerungen in den Nördlichen Kalkalpen und die Entstehung der Buckelwiesen. - Natur und Volk 87, 10, S. 317-328, 1957.
- STINI, J.: Zur Frage der Entstehung der Buckelwiesen. - Geologie und Bauwesen 12, S. 90-91, Wien 1940.

Manusk. eingeg. 4. 5. 1959.

Anschrift der Verfasserin: Dr. Edith Ebers, Haunshofen, Kr. Weilheim (Oberbayern).