

Ber. Nat.-Med. Ver. Innsbruck	Band 58	S. 355–388	Innsbruck, Dezember 1970
-------------------------------	---------	------------	--------------------------

## MÖGLICHKEITEN DER NATÜRLICHEN UND KÜNSTLICHEN REGENERATION EINER WALDBRANDFLÄCHE IN DEN TIROLER KALKALPEN.

von

E. JAHN, H. M. SCHIECHTL und G. SCHIMITSCHEK\*

**Possibilities of Natural and Artificial Regeneration on a  
Forest Fire Area in the Tyrolian Calcareous Alps.**

**Synopsis:** The forest fire area (18.4 hectares of timber forest and 169.6 hectares of dwarf mountains stands) which arose on 1947 on the Southern slopes of the Nockspitze near Innsbruck at altitudes between 1600 and 2100 metres s.m. was studied during the year after the fire 1948 (when at many places a grimy ash-layer had coated the surfaces instead of forest-stand, vegetation-cover and humus) as well as in 1958/59 and 1968/69 as to the subsequent development of biotic and abiotic factors (soils, vegetation-cover and soil-fauna). In 1958, when the ash-layers had been washed off, new soil-formation could be stated. The development of vegetation had passed through a turbulent phase of typical burnt-area vegetation to incipient consolidation. The soil-fauna had further been reduced as to its extent although more animal groups were found than during the study-year following the fire. The results of the studies in 1968/69 show that the unfavourable consequences of the fire-such as scar city of water on the surfaces especially on the upper sites, small quantities of new-formed organic matters in the soils, immediate action of atmospheric factors, the hazard of landslides on steep slopes-appear averted only where wooden plants have come up by either natural or artificial way. However, natural young growth remained insignificant. The soils under groups of trees and shrubs offered, as compared with open areas of equal altitude, the best plant cover and highest species and individual numbers of animals, On the open areas, which still occupy by

\* Veröffentlichung aus der Forstlichen Bundesversuchsanstalt Wien unter Mitarbeit von Frau Prof. Dr. Gertrude SCHIMITSCHEK. Bodenkundlicher Teil: G. SCHIMITSCHEK; bodenzoologischer Teil: E. JAHN; vegetationskundlicher Teil: H. M. SCHIECHTL.

\* Anschriften der Autoren: Prof. Dr. Else JAHN, Fasangartenstraße 5–7, A 1130 Wien, Prof. Dr. Gertrude SCHIMITSCHEK, Wiedner Hauptstr. 45–47, Wien, Ing. Dr. Hugo Meinhard SCHIECHTL, Wurmbachweg 1, A 6020 Innsbruck.

far the largest part of the burnt forest surface, there is a lesser wealth of species among plants and soil animals, especially small arthropods, owing to the above-mentioned unfavourable abiotic conditions; the quantitative reduction of these animals as caused by the fire has remained unaltered.

In conformity with the differentiation of soil formation observed during the study period of 1968/69 (soils of the rendzina development series belonging in the open area of high altitudes to protorendzina, in the timber zone to mull-like rendzina with improved water regime), the wealth of plant and animal species is some – what superior at altitudes about 1700 m.s.m. As compared with the study period of 1958/59, the number of species has increased even in the open areas, especially in animals. The possibility of new soil formation in the open area was doubtlessly due to the dwarf mountain pine skeletons-although more and more decaying since 1958 – which counteracted the eroding forces.

Anti-erosion measures on forest-fire areas were to be started in the second year following the fire. At this time sowing leguminous mixtures of deep – and shallow-rooting species is to be recommended. The most appropriate and effective method of sowing is mulch-sowing. Fertilization is superfluous at this period because of the high nutrient content of ashes. Re-afforestation, too, should be started soon after the fire. The most favourable timing for it is between the 2<sup>nd</sup> and 10<sup>nd</sup> year following the fire; in doing so, previous mulch-sowing considerably facilitates re-afforestation. Pasturage on burnt areas is to be absolutely avoided. As a supplement to afforestation, forest sowing is to be recommended, however only as patch sowing. For afforestation, pioneer species should be chosen to begin with. In the burnt areas studied on dolomites and limestones the principal species involved are larch (*Larix decidua*) and Scots pine (*Pinus silvestris*), on incompletely burnt and somewhat moister spots Norway spruce (*Picea abies*), which later on, as a general principle, should be used for underplanting.

## Einleitung

Am 11. September 1947 war es wie an vielen anderen Stellen Tirols und auch der Schweiz am Südhang der Nockspitze (Saile) in der Gemeinde Telfes im Stubaitale infolge der anhaltenden Trockenheit zu einem Waldbrand gekommen. Der Brand wütete trotz angestrenzter Gegenwehr durch die Feuerwehren vor allem der Gemeinden Telfes und Fulpmes mehr als 14 Tage mit voller Heftigkeit und lebte mehrmals bis zum 5. Oktober wieder auf, bis er endgültig durch Regenfälle gelöscht wurde. Er vernichtete 18.4 ha Hochwald (Fichten, Weißkiefern, Lärchen) und 169.6 ha Legföhrenbestände, also insgesamt 188 ha, umfaßte aber einschließlich der gehölzfreien Flächen annähernd 400 ha (MOSER 1949). Etwa 1300 fm Nutzholz und 30.000 bis 40.000 Raummeter Legföhrenholz fielen dem Brand zum Opfer.

Auf der bestockten Fläche verursachte die Brandintensität den höchsten Wirkungsgrad nach Grabherr, 1936 ("Brandwirkung 4"): vollständige Vernichtung der Vegetation und des Bodens, Abtransport der Asche durch Wasser und Wind in den Folgejahren, viele Brandmarken auf den Felsen erkennbar. Nur an wenigen Stellen blieben in tiefer liegenden Senken Bodenreste und auch Wurzeln erhalten. Auf großen Flächen wurden Fels und Kalkschutt bloßgelegt.

Die Brandfläche liegt in südöstlicher bis südwestlicher Exposition auf Steilhängen zwischen 1600 und 2137 m Seehöhe und reicht von der Höhe der Pfarrachalpe und des IBbodens bis zum darüberliegenden Kamm (Rauher Kopf, Jochkreuz, Nederjoch–Nockspitze). Der größte Teil der Fläche liegt im Hauptdolomit, nur im westlichen Bereich drang der Brand bis in die anschließende Zone des Wettersteindolomits

und eines schmalen Bereichs von Partnachsichten vor. Alle drei Gesteinsarten bedingen unter den gegebenen klimatischen Verhältnissen die Entstehung von Böden, die der Rendzina-Entwicklungsserie angehören.

Vor dem Brand war die Fläche im unteren Bereich auf sonnigen, trockenen Rücken von einem *Erico-Pinetum silvestris*, sonst von einem *Piceetum montanum* bzw. einem *Piceetum subalpinum* bestockt, in welche im westlichen Teil Lärchen und an einigen Stellen mit starker Rohhumusaufgabe vereinzelt auch Zirben beigemischt waren. Die Legföhrenbestände (*Pinetum mugii* mit *Erica carnea*, *Rhododendron hirsutum*, *ferrugineum* und *intermedium*) verdankten ihr unnatürlich ausgedehntes Areal zweifellos der ehemals intensiveren Beweidung. Mit Ausnahme der Lawinenabbruchzonen waren bereits Fichten und Lärchen in die geschlossenen Legföhrenbestände eingewandert. In den gehölzfreien Zonen siedelten Kalk-Felsgesellschaften und Zwergstrauch-Rasen-Mosaik des *Rhododendretum hirsuti* bzw. des *Seslerio-Semperviretum*. Die oberhalb der Legföhrenbestände anschließenden alpinen Grasheiden gehörten dem *Seslerio-Semperviretum* und dem *Caricetum firmae* an.

Die Erosions-, Muren- und Lawinengefahr schien unmittelbar nach dem Brand akut, weshalb auf Ansuchen der Gemeinden eine aus Beamten und Forstbehörde und der Wildbach- und Lawinenverbauung und aus Wissenschaftlern bestehende Kommission im Frühling 1948 die Brandfläche beging, um über Schutzmaßnahmen zu beschließen. Die Böden zeigten sich zu diesem Zeitpunkt total verbrannt, sodaß sie zwar vielfach von feiner, schwarzer, schmieriger Asche bedeckt waren, doch kam an zahlreichen Stellen bereits das nackte Gestein bzw. Schutt zum Vorschein. Die Legföhren waren nur zum Teil verbrannt und die erhalten gebliebenen, verkohlten Latschenäste an einigen Stellen bereits samt dem darunter liegenden Schutt abgerutscht. Einzelne Runsen waren bereits in Bewegung geraten und ließen einen bedeutenden Geschiebeanfall erwarten.

Aus diesem Grunde arbeitete die Gebietsbauleitung Innsbruck der Wildbach- und Lawinenverbauung (Bauleiter: OFR Dipl. Ing. Wilhelm HASSENTEUFEL) ein Projekt zur sofortigen Sanierung aus, das neben der Verbauung der gefährdeten Runsen und Lawinen vor allem eine rasche Wiederbewaldung zum Ziele hatte, zumal etwa zwei Drittel der Brandfläche unterhalb der klimatischen Waldgrenze liegen. Dazu wurde am Isboden in 1650 m Seehöhe ein eigener Forstgarten angelegt und schon in den Jahren 1949 und 1950 einzelne Hänge durch Einbau von Weidenbuschlagen vor weiterer Erosion gesichert. Das Material für den Buschlagenbau wurde im Bereich der Schlickeralpe gewonnen, es kamen folgende Weidenarten zur Verwendung: *Salix purpurea*, *eleagnos*, *glabra*, *appendiculata*, *hegetschweileri*, *nigricans*. Die probeweise an mehreren Stellen direkt in den verbrannten Boden gepflanzten Lärchen zeigten einen erstaunlich guten Zuwachs und erreichten nach vier Jahren eine Höhe von mehr als einem Meter. Leider litten sie in der Folge sehr unter dem Verbiß durch Schafe. Da sich die Gemeinde Telfes trotz wiederholter Vorhalte nicht zu einer Einstellung der Schafweide entschließen konnte und in dem schwierigen Gelände, auf welches die Wildbachverbauung ihre Aufforstungsarbeiten konzentriert hatte, eine Einzäunung nicht finanzierbar war, stellte die Wildbachverbauung die Aufforstung 1951 ein.

Die Bezirksforstinspektion Steinach am Brenner forstete die tieferliegenden ehemaligen Hochwaldbereiche östlich der Pfarrachalpe auf, nachdem vorher die Flächen eingezäunt worden waren. Seit 1950 pflanzte man insgesamt 62.400 Fichten, 71.400

Lärchen und 8.000 Birken aus. Daneben säte man versuchsweise auf einer 3 ha großen Fläche 22 kg Fichten-, 8 kg Lärchen- und 0,5 kg Weißkiefernnsamen. Erst 1956 gelang es, die Schafweide einzustellen, sodaß ab diesem Jahr ein horizontal geführter Zaun unterhalb des Pfarrachsteiges (ges. Länge 4.240 lfm) ausreichte. Zu diesem Zeitpunkt war leider bereits die nährstoffreichere Asche wieder abgeschwemmt und verweht worden, sodaß der günstigste Zeitpunkt für eine großangelegte Wiederbewaldung zweifellos versäumt war.

### Die Entwicklung der Vegetation auf der Brandfläche

Nachdem die verbrannte Fläche etwa ein Jahr lang ohne das geringste Grün in düsterem Dunkelgrau lag, zu dem das zutage tretende helle Gestein kontrastierte, begannen am 11. August 1948 die ersten Brandmoose (*Funaria hygrometrica*) auszukeimen (Beobachtungen siehe MOSER M. 1949). Sie breiteten sich so rasch aus, daß bereits im Oktober desselben Jahres ausgedehnte Teppiche den Boden deckten. Im Jahre 1949 schien vom Tal aus gesehen die ganze Fläche ein geschlossener lichtgrüner Brandmoos-Bestand zu sein, nur unterbrochen von den fast weißen Anrissen im Dolomitschutt.

Diese erste Phase war vor allem auch durch ein Massenvorkommen von Pilzen gekennzeichnet, unter denen verschiedene Pezizales besonders auffielen. Während in den ersten beiden Jahren nach dem Brand Morchelarten und *Geopyxis carbonaria* dominierten, dann aber rasch wieder verschwanden, bildeten sich ab dem 2. Jahr ganze Kolonien von *Antracobia nitida* und *A. melalomma*. M. MOSER 1949 verzeichnete insgesamt 24 Pilzarten, die in den Jahren 1948 und 1949 in größerer Menge auf der Brandfläche fruchteten.

Die Brandmoos-Teppiche bestanden nur im ersten Jahr aus *Funaria hygrometrica*. Denn rasch entwickelten sich dazwischen *Bryum argenteum*, *Marchantia polymorpha* und *Ceratodon purpureus*, die ab 1950 dominierten. Zu dieser Zeit war der ganze Berg von einem rötlichen Schimmer überzogen. Zwar blieben ausgedehnte Moosbestände noch einige Jahre lang erhalten, doch entwickelte sich schon im Herbst 1950 ein Königs-kerzen-Stadium (*Verbascum taphsiforme*), das nun in seiner leuchtendgelben Blüte zwei Jahre lang der Landschaft ihr Gepräge gab.

Die feuchten Runsen, in die auch die Asche von den Seitenhängen vermehrt eingeschwemmt wurde, besiedelten sich rasch mit Schneepsturz-Beständen (*Petasitetum paradoxum*), die ausgesprochene Mastformen entwickelten.

Die Sorge um die gesteigerte Erosionstätigkeit und die Unklarheit über mögliche Gegenmaßnahmen bewogen die Wildbachverbauung zu Untersuchungen über die Schotterbindung durch die spontane Vegetation. Dazu wurden an drei typischen Standorten die spontan aufgekommenen Pflanzen ausgegraben und deren Wurzel- und Triebvolumen ermittelt (Abb. 1–3). Es zeigte sich, daß die vorhandenen Pflanzen zum größten Teil sehr wertvolle Pioniere waren, die durch Ausbildung kräftiger Wurzelsysteme und überdurchschnittlicher Triebe sowohl zur Bodenbindung als auch zur Bodendeckung befähigt waren. Der Samenflug reichte jedoch nicht aus, um das Entstehen von Erosionsherden zu verhindern. Man war damals noch nicht in der Lage, sofort wirksame Maßnahmen auf großen Flächen einzusetzen.

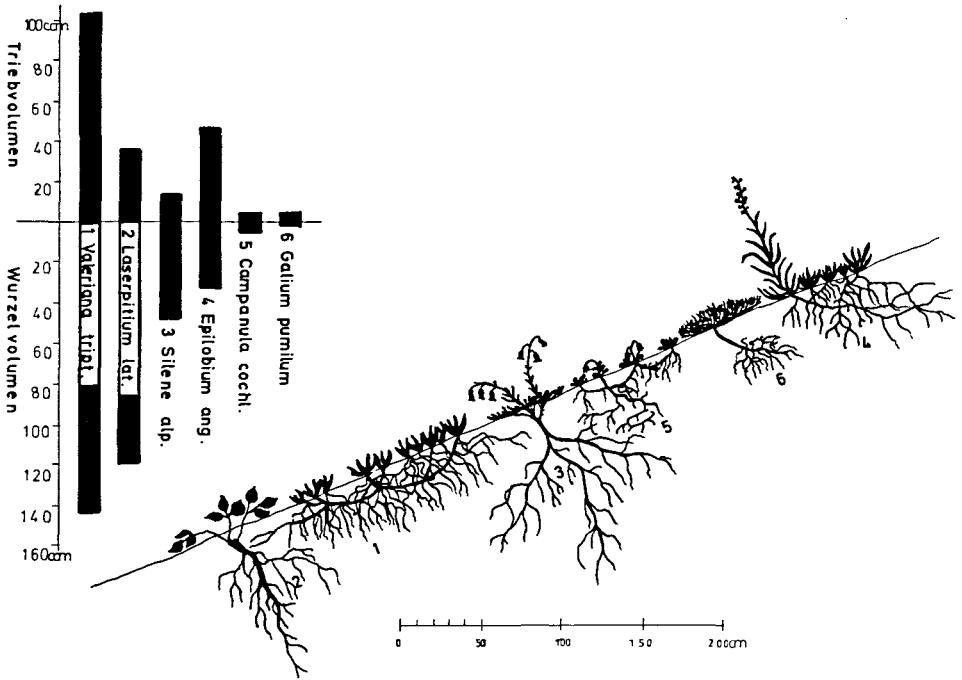


Abb. 1: Schematisches Wurzelprofil der spontanen Vegetation in einem stark erodierten Teil der Waldbrandfläche Niederjoch, 7 Jahre nach dem Brand. 1750 m SH, Hauptdolomitschutt, Südhang.

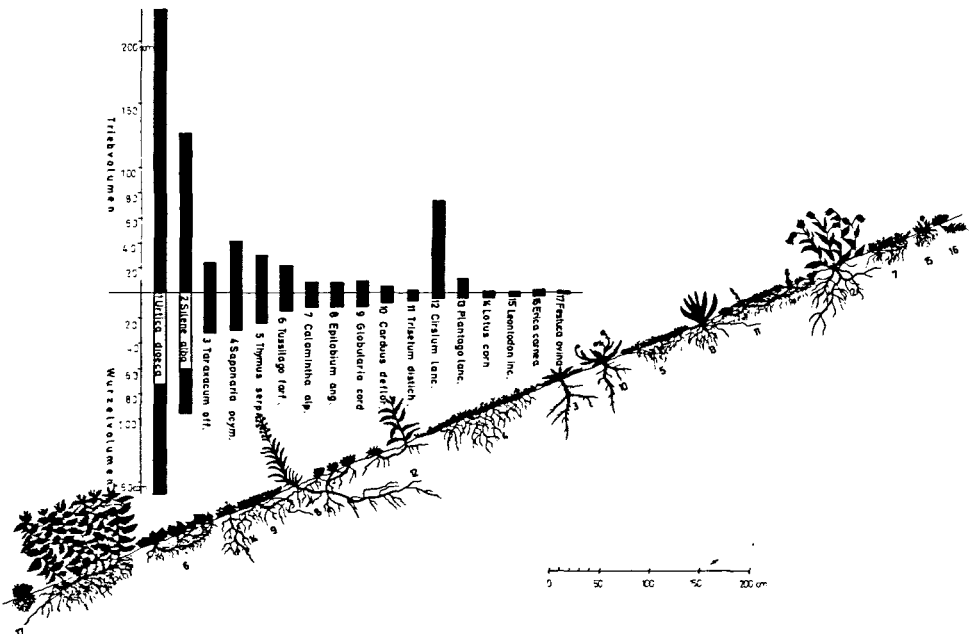


Abb. 2: Wie Abb. 1, 1730 m SH, SW-verlaufender Rücken.

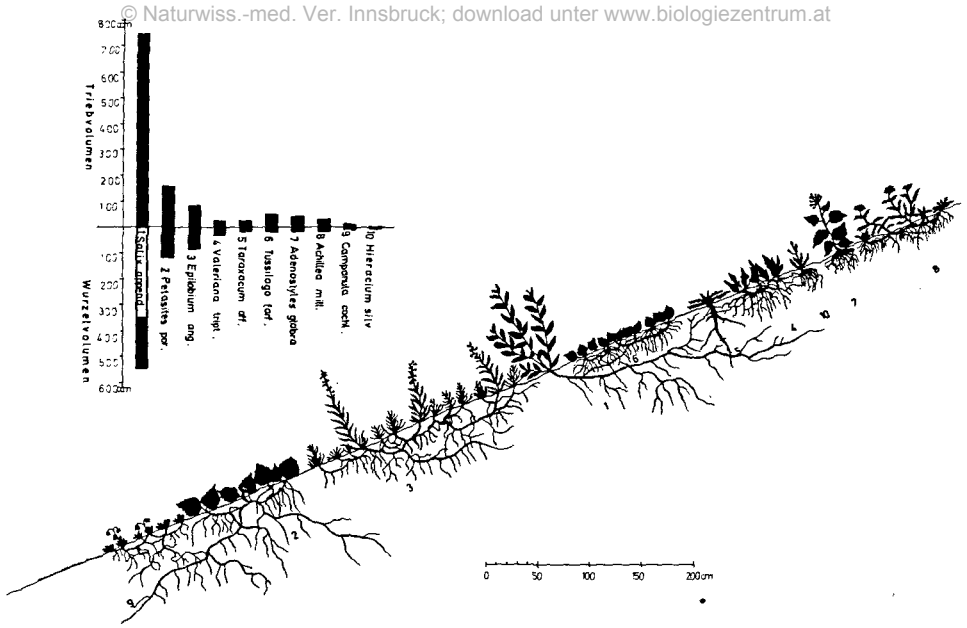


Abb. 3: Wie Abb. 1, nach Osten geneigte Mulde.

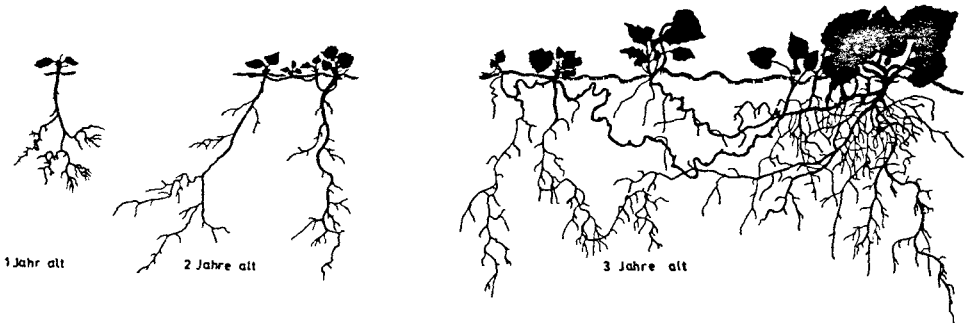


Abb. 4: Saatversuch mit Schneepsturz (*Petasites paradoxus*).

Die Beobachtung des stellenweisen Aufkommens von Schneepestwurz regte mich zu einem Saatversuch an. Ich sammelte in einem natürlichen Bestand auf der Innsbrucker Nordkette (Rumer Mure) ca. 1/4 kg Saatgut und säte es Ende Juni 1949 in einer grobsteinigen Rutschung aus. Etwa 80 % der Samen keimten aus. Die Keimlinge entwickelten im 1. Jahr ca. 15 cm lange Wurzeln, im 2. Jahr erreichten sie eine Tiefe von 32 cm und im 3. Jahr durchwurzelten sie bereits einen zylindrischen Bodenraum von ca. 40 cm Tiefe und 70 cm Durchmesser. Von den Rhizomen breiteten sich unterirdische Sprosse und Wurzeln nach allen Richtungen aus (Abb. 4). Mit diesem kleinen Versuch wurde die Möglichkeit einer raschen künstlichen Wiederbesiedlung von Dolomitschutthalden bewiesen. Heute stehen uns als Ergebnis jahrelanger Forschungsarbeit auf dem Gebiet der Grünverbauung weitaus wirkungsvollere Möglichkeiten zur Verfügung.

Mit dem plötzlichen Verschwinden der Königskerzen im Jahre 1952 und ihre weitgehende Ablösung durch *Epilobium angustifolium* (Weidenröschchen-Stadium nach GRABHERR) war die stürmische Phase der typischen Brand-Nachfolge abgeschlossen. Die weitere Entwicklung ging bedeutend langsamer und unauffälliger vor sich.

Zwölf Jahre nach dem Brand waren noch einige Waldbrand-Anzeiger vorhanden, daneben war die junge Vegetation durch viele Schuttpflanzen gekennzeichnet (siehe Aufnahme von HANDEL—MAZETTI, der 34 Arten verzeichnet, jedoch keine Angaben über Deckungsgrad und Häufigkeit macht, Tab. 1).

Tab. 1:

Vegetationsaufnahme auf der Brandfläche Nederjoch, 12 Jahre nach dem Brand:

<i>Calamagrostis varia</i>	<i>Hutchinsia alpina</i>
<i>Verbascum taphsiforme</i>	<i>Thesium alpinum</i>
<i>Epilobium angustifolium</i>	<i>Alsine cherleri</i>
<i>Tussilago farfara</i>	<i>Minuartia sedoides</i>
<i>Cirsium lanceolatum</i>	<i>Saxifraga caesia</i>
<i>Linum catharticum</i>	<i>Gentiana ciliata</i>
<i>Dryas octopetala</i>	<i>Euphrasia stricta</i>
<i>Festuca rupricaprina</i>	<i>Antennaria dioica</i>
<i>Trisetum distichophyllum</i>	<i>Poterium muricatum</i>
<i>Epilobium alsinifolium</i>	<i>Trifolium pratense</i>
<i>Veronica aphylla</i>	<i>Anthyllis vulneraria</i>
<i>Potentilla erecta</i>	<i>Helianthemum alpestre</i>
<i>Trifolium repens</i>	<i>Galium anisophyllum</i>
<i>Valeriana montana</i>	<i>Carduus defloratus</i>
<i>Campanula cochlearifolia</i>	<i>Hippocrepis comosa</i>
<i>Silene vulgaris ssp. alpina</i>	<i>Phleum alpinum</i>
<i>Satureja alpina</i>	<i>Carex goodenoughii</i>

Dieses Entwicklungsstadium wäre nach GRABHERR als *Calamagrostis varia*-Stadium zu bezeichnen, doch erreichten die Gräser nirgends große Ausbreitung. *Molinia* konnte sich ebenfalls nicht durchsetzen, vermutlich wegen der großen Trockenheit. Zu dieser Zeit hatte also bereits die erste Konsolidierung durch die spontane Vegetation eingesetzt, dies seither ohne besondere Rückschläge, jedoch sehr langsam voranschritt.

Wie die 1968 und 1969 von mir aufgenommenen 6 Probeflächen (Tab. 2, 3) zeigen, ging die Entwicklung der spontanen Vegetation in den 22 Jahren seit dem Brand recht langsam vor sich, was ja auch von anderen Autoren immer wieder betont wird (GRABHERR 1936, WENDELBERGER, HARTL 1969). Lediglich auf jenen Standorten,

die in unmittelbarer Nachbarschaft zum erhalten gebliebenen Wald liegen, oder wo einzelne Lärchen dank ihrer dicken Borke den Brand überstanden, kam es zu einer natürlichen Verjüngung vorwiegend mit Lärchen (Abb. 5). In einem begrenzten Bereich oberhalb des Isbodens (nahe den Probeflächen 1 c) war nicht der ganze Boden verbrannt, sodaß wieder einige Pflanzen aus den Wurzeln austreiben konnten (besonders *Vaccinium myrtillus* und *uliginosus*). In diesem Bereich konnten sich auch wesentlich mehr Birken und Großblattweiden aus den angeflogenen Samen entwickeln als auf den übrigen Flächen, eine Erscheinung, die ja GRABHERR schon als die typische Entwicklung zu einem *Salicetum appendiculatae* hin erwähnte (siehe Abb. 6).

In den anthropogen unbeeinflussten Flächen ist die spontane Vegetation immer noch durch die Anwesenheit mehrerer typischer Brandzeiger (Moosschicht!), Schuttpflanzen und alpiner Elemente gekennzeichnet. Immerhin schrumpften die unbesiedelten Flächenanteile auf 10 bis 30 % zusammen, sodaß fast überall die Rutschgefahr gebannt und die Abflußverhältnisse bedeutend verbessert sind. Der Anflug von Gehölzen und besonders von Bäumen ist unbedeutend und zeigt, daß mit einer natürlichen Wiederbewaldung auf so ausgedehnten Brandflächen in sehr langen Zeiträumen nicht gerechnet werden kann.

Hingegen weisen die Aufforstungsflächen (Aufnahmen 1 und 2 in Tabelle 3) auch im Unterwuchs bereits eine 100 %ige Deckung auf, wogegen die benachbarte Kontrollfläche nur 90 % Deckung besitzt. Die Aufforstung mit Lärche erzielte weitaus bessere Wuchsleistungen und rascheren Kronenschluß als mit Fichte (Abb. 7 u. 8). In beiden Aufforstungsflächen sind bereits viele Arten eingewandert, die außerhalb der Aufforstung noch nicht Fuß fassen konnten. Die charakteristischen Brandmoose sind vollkommen verschwunden, trotzdem ist die Artenzahl (Mittelwert 40,5) bedeutend höher als in den nicht aufgeforsteten Vergleichsflächen (Mittelwert 34).



Abb. 5: Während die Legföhren samt dem Boden vollständig verbrannten, überlebten einige Lärchen dank ihrer dicken Borke. Von diesen Reliktbäumen aus setzt wieder natürliche Verjüngung ein.





Abb. 6: Bereich der Probefläche 1 c. Da hier tiefere Bodenschichten erhalten blieben, kam es bereits zu spontaner Ansiedlung von Birke, großblättriger Weide, Lärche und Fichte.



Abb. 7: Probefläche 2 c in Lärchen-Fichten-Aufforstung. Südhang der Brandfläche Nederjoch in 1730 m Seehöhe.



Abb. 8: Südhang der Brandfläche Nederjoch in 1750 m Seehöhe. Aufforstung mit Fichte und Lärche. Die einzelne Weißkiefer ist trotz eines Altersunterschiedes von nur 5 Jahren bedeutend größer, weil sie noch zum günstigen Zeitpunkt 4 Jahre nach dem Brand verpflanzt wurde.

Tabelle 2:

Vegetationsaufnahmen im nicht aufgeforsteten Bereich der Brandfläche Nederjoch, 22 Jahre nach dem Brand. 26 Grad steile SW-Hänge in Dolomitzbereich, 1910 m Seehöhe. Aufnahmeflächen in unmittelbarer Nachbarschaft der Boden-Probeflächen von E. JAHN u. G. SCHIMITSCHEK (1 a, b, c).

Gesamtdeckung:				Artenzahl		
1	2	3	Aufnahmenummer:	1	2	3
5	-	10	Strauchschicht	4	2	9
80	70	90	Krautschicht	27	20	37
30	50	30	Moosschicht	2	2	1
80	70	90 %	Total	33	24	47 Arten
1	2	3	Aufnahmenummer			
Deckungsgrad						
-	+	+	<i>Larix decidua</i>			
+	-	+	<i>Picea abies</i>			
-	-	+	<i>Pinus silvestris</i>			
-	-	+	<i>Betula verrucosa</i>			
+	-	+	<i>Pinus mugo</i>			
-	-	+	<i>Salix appendiculata</i>			
1	+	+	<i>Erica carnea</i>			

+	-	+	<i>Dryas octopetala</i>
-	-	+	<i>Rosa pendulina</i>
3	2	2	<i>Poa alpina und vivipara</i>
3	3	-	<i>Bryum sp.</i>
+	2	1	<i>Euphrasia stricta</i>
2	1	1	<i>Veronica aphylla</i>
+	-	3	<i>Marchantia polymorpha</i>
+	1	1	<i>Moehringia loricifolia</i>
+	1	1	<i>Thymus serpyllum ssp. praecox</i>
1	1	-	<i>Polygala amarella</i>
1	+	+	<i>Bellidiastrum michelii</i>
+	+	1	<i>Leontodon helveticus</i>
+	+	1	<i>Campanula cochlearifolia</i>
1	+	+	<i>Helianthemum alpestre</i>
1	+	+	<i>Veronica alpina</i>
+	1	+	<i>Calamintha alpina</i>
+	1	+	<i>Sedum atratum</i>
+	+	1	<i>Epilobium angustifolium</i>
+	+	+	<i>Anthyllis alpestris</i>
+	-	2	<i>Calamagrostis varia</i>
+	-	2	<i>Lotus corniculatus</i>
+	-	1	<i>Parnassia palustris</i>
+	-	1	<i>Gentiana solstitialis</i>
-	+	1	<i>Valeriana montana</i>
-	+	+	<i>Cerastium caespitosum</i>
-	+	+	<i>Silene vulgaris ssp. prostrata</i>
-	+	+	<i>Peltigera polydactyla</i>
+	-	+	<i>Ranunculus montanus</i>
+	-	+	<i>Galium anisophyllum</i>
+	-	+	<i>Trifolium pratense</i>
-	2	-	
-	-	-	<i>Polystrichum lonchitis</i>
-	-	1	<i>Carex sempervirens</i>
1	-	-	<i>Carduus defloratus</i>
1	-	-	<i>Cerastium arvense ssp. strictum</i>
-	-	1	<i>Viola biflora</i>
-	-	+	<i>Sesleria varia</i>
-	-	+	<i>Lycopodium annotinum</i>
-	-	+	<i>Hieracium silvaticum</i>
-	-	+	<i>Fragaria vesca</i>
-	-	+	<i>Cladonia gracilis</i>
-	-	+	<i>Homogyne alpina</i>
-	-	+	<i>Tussilago farfara</i>
-	-	+	<i>Rubus saxatilis</i>
-	+	-	<i>Epilobium montanum</i>
+	-	-	<i>Thesium alpinum</i>
+	-	-	<i>Biscutella laevigata</i>
+	-	-	<i>Phyteuma orbiculare</i>

## Tabelle 3:

Vegetationsaufnahme im aufgeforsteten Bereich der Brandfläche Nederjoch, 22 Jahre nach dem Brand.

26–30 Grad steile SSE-Hänge im Dolomitzbereich, 1725 m Seehöhe. Aufnahmeflächen in unmittelbarer Nachbarschaft der Boden-Probeflächen von E. JAHN und G. SCHIMITSCHEK (2 a, b, c).

Aufnahme 1: Fichtenaufforstung

Aufnahme 2: Lärchenaufforstung

Aufnahme 3: nicht aufgeforstete Vergleichsfläche daneben.

Gesamtdeckung:				Artenzahl:		
1	2	3	Aufnahmenummer	1	2	3
40	90	10	Strauchschicht	5	4	4
100	100	100	Krautschicht	34	38	28
-	-	-	Moosschicht	-	-	-
100	100	90 %	Total	39	42	32 Arten
1	2	3				
Deckungsgrad						
-	4	-	<i>Larix decidua</i>			
2	-	-	<i>Picea abies</i>			
+	+	-	<i>Salix appendiculata</i>			
+	-	-	<i>Betula verrucosa</i>			
-	-	+	<i>Sorbus aucuparia</i>			
+	+	2	<i>Erica carnea</i>			
+	-	-	<i>Rosa pendulina</i>			
-	+	-	<i>Vaccinium vitis idaea</i>			
-	-	+	<i>Daphne striata</i>			
-	-	+	<i>Polygala chamaebuxus</i>			
3	1	1	<i>Trifolium repens</i>			
2	1	2	<i>Thymus serpyllum</i> ssp. <i>praecox</i>			
1	1	2	<i>Festuca rupricaprina</i>			
1	2	1	<i>Leontodon helveticus</i>			
1	1	1	<i>Fragaria vesca</i>			
1	1	1	<i>Lotus corniculatus</i>			
3	-	1	<i>Poa alpina</i>			
1	-	2	<i>Nardus stricta</i>			
1	-	1	<i>Hieracium pilosella</i>			
+	1	+	<i>Trifolium pratense</i>			
+	1	1	<i>Hippocrepis comosa</i>			
+	1	+	<i>Carlina acaulis</i>			
+	+	1	<i>Bellidiastrum michelii</i>			
1	+	+	<i>Euphorbia cyparissias</i>			
+	+	1	<i>Linum catharticum</i>			
+	+	+	<i>Epilobium angustifolium</i>			
1	+	-	<i>Galium anisophyllum</i>			
1	+	-	<i>Veronica officinalis</i>			
+	1	-	<i>Hieracium silvaticum</i>			
+	1	-	<i>Potentilla erecta</i>			
+	-	1	<i>Polygala amarella</i>			

-	1	+	<i>Carduus defloratus</i>
-	1	+	<i>Carex flacca</i>
+	+	+	<i>Tussilago farfara</i>
+	+	-	<i>Sesleria varia</i>
+	+	-	<i>Agrostis tenuis</i>
+	+	-	<i>Gentiana verna</i>
+	-	+	<i>Calamintha alpina</i>
+	-	+	<i>Biscutella laevigata</i>
-	+	+	<i>Carex caryophylla</i>
+	-	-	<i>Cirsium lanceolata</i>
+	-	-	<i>Erigeron alpinus</i>
+	-	-	<i>Potentilla micrantha</i>
+	-	-	<i>Campanula scheuchzeri</i>
+	-	-	<i>Ligusticum mutellina</i>
+	-	-	<i>Poterium muricatum</i>
+	-	-	<i>Taraxacum officinale</i>
-	1	-	<i>Valeriana montana</i>
-	1	-	<i>Veronica alpina</i>
-	+	-	<i>Achillea millefolium</i>
-	+	-	<i>Saponaria ocymoides</i>
-	+	-	<i>Rubus saxatilis</i>
-	+	-	<i>Thesium alpinum</i>
-	+	-	<i>Helianthemum nummularium</i>
-	+	-	<i>Medicago lupulina</i>
-	+	-	<i>Alchemilla glaberrima</i>
-	+	-	<i>Plantago lanceolata</i>
-	+	-	<i>Plantago media</i>
-	+	-	<i>Campanula cochlearifolia</i>
-	+	-	<i>Aquilegia vulgaris var. atrata</i>
-	+	-	<i>Botrychium lunaria</i>
-	-	+	<i>Euphrasia stricta</i>
-	-	+	<i>Hippocrepis comosa</i>
-	-	+	<i>Ranunculus montanus</i>
-	-	+	<i>Gentiana solstitialis</i>
-	-	+	<i>Pinguicula alpina</i>

## Die Entwicklung der Böden auf der Brandfläche

von G. SCHIMITSCHEK

Neun Monate nach dem Brand sowie 11 Jahre später wurden gleichzeitig bodenzoologische und bodenkundliche Untersuchungen durchgeführt.

Die Methoden der Untersuchung, die vor 20 Jahren bei den Proben dieser Flächen angewendet wurden, mußten beibehalten werden, um einen Vergleich mit den damaligen Verhältnissen durchführen zu können.

Das Gebiet liegt im Hauptdolomit, nur der westliche Teil im Wettersteindolomit, daher gehören die Böden der Rendzina-Entwicklungsreihe an. Es werden kurz die im Untersuchungsgebiet vorkommenden Böden (nach Definition von Kubiena) charakterisiert.

Protorendzina: "Sehr flachgründige Anfangsbodenbildung, die durchwegs aus losen Gemengteilen u. zwar zerbissenen Pflanzenresten, schwärzlichen, humusreichen, aus Kalkhumaten zusammengesetzten Losungsstücken und aus unverwitterten Mineralteilchen besteht."

Mullartige Rendzina: "Mineralreiche, mullartig aussehende doch tonarme, im Feingefüge moderartige Rendzina, die sich durch die Bildung loser, fast ausschließlich koprogener Aggregate charakterisiert, die wohl eine innige Vermengung von mineralischen und organischen Gemengteilen, aber keine Bildung von Tonhumuskomplexen zeigt."

Die Humusform ist Rendzinamoder, die Humussubstanz ist kalkgesättigt, stark zersetzt, schwärzlich, koprogen.

Bei den 9 Monate nach dem Brand erfolgten Begehungen wurden auf der Brandfläche, und zwar sowohl auf der ehemaligen Hochwaldfläche als auch der ehemaligen Krummholzfläche, im anschließenden unversehrten Bestand und in der Randzone des Brandes Bodenproben entnommen. Die weiteren Untersuchungen, nach 11 und 20 Jahren, erstreckten sich nur mehr auf die Brandfläche selbst.

### Derzeitiger Zustand der Probeflächen, 22 Jahre nach dem Brand.

Für die Untersuchungen wurden 3 Stellen im ehemals von Legföhren bestandenen westlichen Teil der Brandfläche (1 a, b, c) und drei weitere im ehemals vom Hochwald bestockten Südhang nahe der Pfarrachalpe (2 a, b, c) ausgewählt (siehe Abb. 9, 6, und 7, 8, 19).

Die Stellen 1 a–c (1910 m Höhe, SW-Exposition) liegen in jenem Teile der Brandfläche, der ehemals mit Latsche bestockt war. An Stelle 1 a ist dem Dolomitschutt eine Rendzinamoderschicht von 3–4 cm aufgelagert und von diesem scharf abgegrenzt. Die Vegetation ist nach der Aufnahme 1 in Tabelle 2 eine lockere Rasengrassesellschaft.

Stelle 1 b, etwa 25 m von 1 a entfernt, hat eine etwas tiefer reichende Rendzinamo-

\* Herrn Regierungsförstdirektor Hofrat Fritz Dietrich danke ich für die Unterstützung bei meinen Arbeiten und Herrn Prof. Dr. Wilhelm KÜHNELT danke ich für die Erlaubnis, am zoologischen Institut der Universität Wien, arbeiten zu dürfen.

derschicht, bis etwa 5 cm, es ist ein allmählicher Übergang in den Schutt vorhanden. Bei Stelle 1 c, von 1 a und 1 b dadurch unterschieden, daß bereits eine Besiedlung mit mehreren Gehölzen stattgefunden hat, reicht die Rendzinamoderschicht durchschnittlich 7 cm tief, der Schutt ist stark durchwurzelt.

Die Stellen 2 a-c, in 1700 m Höhe, SSW-Exposition, liegen in jenem Teil der Brandfläche, der ehemals mit Hochwald bestockt war. Hier wurde im Jahr 1950 mit Lärche und Fichte aufgeforstet. Die Stellen 2 a und b, die 25 m voneinander entfernt liegen, sind geschlossene Rasenflächen zwischen den aufgeforsteten Lärchen und Fichten. Die Rendzinamoderschicht ist stärker ausgebildet als bei 1 a-c, die Humuswirkung reicht tiefer hinunter, es haben sich kräftige Wurzelsysteme gebildet. Stelle 2 c, 15 m unterhalb 2 a gelegen, befindet sich direkt unter einer 15-jährigen Lärche. Auch hier ist eine starke Rendzinamoderschicht mit tieferer Humuswirkung und starke Durchwurzlung vorhanden.

Tabelle 4 ermöglicht den Vergleich der Werte von Säuregrad, verbrennbarer Substanz und CO<sub>2</sub>-Gehalt sowie Werte physikalischer Eigenschaften der einzelnen Untersuchungsstellen auf der Brandfläche in den aufeinanderfolgenden Zeiträumen nach dem Brand 1948, 1958 und 1968 einerseits und andererseits mit den Verhältnissen in den unversehrten Beständen.

In Tabelle 5 sind die Ergebnisse der mikroskopischen Untersuchung zusammengefaßt.

### Diskussion der Untersuchungsergebnisse 20 Jahre nach dem Brand.

Die in der Brandfläche des ehemaligen Latschenfeldes gelegenen Standorte 1 a-c zeigen in ihren physikalischen Werten deutliche Unterschiede. Der Boden der Probestelle 1 a, eine Protorendzina mit nur 3-4 cm Rendzinamoder auf Dolomitschutt, hat die geringste Wasserkapazität, bei 1 b sind die Verhältnisse etwas besser, Probestelle 1 c hingegen, mit Anflug von Weide und Birke, hat einen bedeutend günstigeren physikalischen Bodenzustand, d.h. eine höhere wasserhaltende Kraft. Nach SCHIECHTL ist an den Stellen, an denen Weide und Birke anfliegen, die Bodendecke nicht zur Gänze verbrannt, wodurch die besseren Bodenverhältnisse erklärt werden können. Der Weide und Birke aufweisende Standort bildet einen Übergang zu der künstlich aufgeforsteten Brandfläche. Auch in diesem aufgeforsteten Brandflächenteil treten unter verschiedenartiger Vegetation unterschiedliche physikalische Werte auf, wobei wieder der Boden unter Lärche, 2 c, eine höhere wasserhaltende Kraft besitzt als der unter Rasenstellen (2 a und 2 b).

Der Einfluß der Art der Pflanzengesellschaft drückt sich vor allem in der Menge der im Boden enthaltenen organischen Substanz aus, wobei unter organischer Substanz die Gesamtmenge aller organischen Bodengemengteile sowie Humus und Humusstoffe, zum Großteil in Form von Losung und Lösungsresten verstanden werden. Als Ausdruck der im Boden enthaltenen organischen Substanz wurde die verbrennliche Substanz (Glühverlust) bestimmt. Aus diesen Werten ist zu erkennen, daß sich in der obersten Bodenschicht zum Teil schon beträchtliche Mengen an organischer Substanz gebildet haben, wobei unter den Baumarten die höchsten Werte auftreten.



**Abb. 9:** Westhang der Waldbrandfläche Nederjoch, Bereich der Probeflächen 1 a und 1 b in ca. 1910 m Seehöhe.



**Abb. 10:** Südhang der Brandfläche Nederjoch in 1750 m Seehöhe, 20 Jahre nach dem Brand. Im Vordergrund Probefläche 2 b.



Die P H - W e r t e sind recht ausgeglichen und stehen stark unter dem Einfluß des Muttergesteins.

### Mikroskopische Untersuchung.

Bei 1 a und auch bei 1 b überwiegen auch in der obersten Bodenschicht die Mineralteilchen verschiedener Größen gegenüber der organischen Substanz, während 1 c einen wesentlich höheren Anteil an organischer Substanz aufweist. Die ganz losen A g g r e g a t e bestehen bei 1 a und 1 b aus viel Mineralteilchen und wenig organischer Substanz, sie zerfallen daher leicht. Bei 1 c hingegen sind sie aus viel organischer Substanz und wenig Mineralteilchen aufgebaut, wodurch ein stärkerer Zusammenhalt gegeben ist. Während bei 1 a schon in 4 cm Tiefe fast nur lose Mineralteilchen auftreten und kaum lose Aggregate vorhanden sind, reicht bei allen anderen Proben der Humus tiefer hinunter und es ist ein allmählicher Übergang zum C<sub>1</sub> Horizont vorhanden. Mancherorts sind die Mineralteilchen durch Humus mehr oder weniger bräunlich gefärbt; diese Färbung hat seit dem Jahr 1958 zugenommen, was auf stärkere Bildung von Kalkhumaten hindeutet. Die mehr oder weniger zerkleinerten P f l a n z e n r e s t e mit erkennbarer Zellstruktur haben meist Anlagerungen von Mineralteilchen und Losung.

Pilzhyphen sind bei 1 a und 1 b wenig, bei 1 c mehr vorhanden; sie treten zum Teil an Pflanzenresten, zum Teil an humusreicheren Aggregaten auf, die sie durchwachsen und umwachsen.

Losung der Bodentiere ist dem Nahrungsangebot und der Bevölkerungsdichte entsprechend vorhanden, vielfach in zerkleinertem Zustand. Sie ist mit den Mineralteilchen an der Aggregatbildung beteiligt und liegt auch frei vor.

K o h l e s t ü c k c h e n wurden in allen Proben gefunden. Bei 1 a und 1 c sind sie auch in Aggregate eingebaut, was die Entstehung dieser Aggregate nach dem Brand erkennen läßt.

Der Untergrund ist bei allen Böden gleich; er besteht aus Dolomitschutt, der nur ganz vereinzelt organische Substanz eingelagert hat.

Von den Proben 1 a–1 c weisen nur 1 c infolge seines höheren Humusgehaltes einen Übergang von Protorendzina zu mullartiger Rendzina auf, während 1 a und 1 b Protorendzinen sind.

Die Stellen 2 a–2 c sind dadurch gekennzeichnet, daß in der obersten Bodenschicht die losen Mineralteilchen gegenüber der organischen Substanz zurücktreten. Dementsprechend bestehen die A g g r e g a t e aus wenig Mineralteilchen und viel organischer Substanz, sie haben einen stärkeren Zusammenhalt. Außerdem sind die Teilchen feinkörniger.

Die P f l a n z e n r e s t e sind auch an den Stellen 2 a–2 c mehr oder weniger stark zerkleinert und haben Anlagerungen von Mineralteilchen und Losung. Bei 2 c sind die Pflanzenreste überdies Anlagerungsstellen für Aggregate.

K o h l e s t ü c k c h e n waren überall vorhanden, bei 2 a und 2 c konnten sie auch in Aggregate eingebaut beobachtet werden.

Der U n t e r g r u n d besteht analog den Stellen 1 a–1 c aus Dolomitschutt und hat nur sporadisch organische Substanz eingelagert.

Die Böden 2 a–2 c sind bereits als mullartige Rendzina zu bezeichnen.

Ein Vergleich der mikroskopischen Untersuchungen läßt die deutlichen Unterschiede

Tabelle 4: Chemische und physikalische Eigenschaften der untersuchten Böden.

Standort	Bodenart	Horizonttiefe in P <sub>H</sub> cm	ver- brenn- liche Subst.	CO <sub>2</sub>	Hohl-Was- raum-serka- kap. Gew.	Luft- Vol- pazi- tät
			% der Fein- erde	in vol. %	in 0-10 cm Tiefe	
unversehrtes Latschenfeld	Rohhumusauf- lage auf Rendzina	A <sub>00</sub>	5,3	90,6	0	63,1
		A <sub>F</sub>	5,5	57,7	0,5	44,1
		C <sub>1</sub>	7,4	10,4	16,3	19,0
Brandfläche des ehemaligen Latschenfeldes						
Brandfläche 1948	vernichtete Rendzina	Aschen schicht	7,9	19,4	10,9	58,7
		C <sub>1</sub>	6,7	23,8	18,7	41,3
			7,3	20,0		17,4
Brandfläche 1958	neugebildete Pro- torendzina, Über- gang zu mullarti- ger Rendzina	A <sub>1</sub>	6,1	32,9	6,5	59,6
		A <sub>2</sub>	6,6	22,5	12,1	38,6
		C <sub>1</sub>	7,0	25,7		21,0
			7,2	32,0		1,144
Brandfläche 1968						
1 a	Protorendzina	A <sub>F</sub>	6,5	12	5,8	46,6
		C <sub>1</sub>	6,5	26,0		24,0
1 b	Protorendzina	A <sub>F</sub>	6,6	27	8,2	50,7
		C <sub>1</sub>	6,6	29	6,6	28,7
			7,1	22		22,0
1 c	Protorendzina mit Übergang zu mullartiger Rendzina	A <sub>F</sub>	6,5	43	2,7	72,7
		C <sub>1</sub>	6,5	0		41,7
			7,2	18		31
unversehrter Hochwald						
Brandfläche 1968	Tangelrendzina	A <sub>F1</sub>	6,5	73,0	3,0	71,2
		A <sub>F2</sub>	7,0	34,4	17,1	46,4
		C <sub>1</sub>	7,2	23,4		24,8
Brandfläche des ehemaligen Hochwaldes						
Brandfläche 1948	vernichtete Rendzina	Aschen schicht	7,9	25,7	6,8	61,0
		C <sub>1</sub>	6,8	5,1	18,8	34,6
			7,3			26,4
Brandfläche 1958	neugebildete Protorendzina mit Übergang zu mullartiger Rendzina	A <sub>F</sub>	6,5	23,2	13,0	58,2
		C <sub>1</sub>	7,0	30,0		37,7
						20,5
Brandfläche 1968						
2a	mullartige Rendzina	A <sub>F</sub>	6,4	28	3,6	65,6
		C <sub>1</sub>	6,9	20		49,1
2b	mullartige Rendzina	A <sub>F</sub>	6,5	32	2,9	68,3
		C <sub>1</sub>	6,6	25	5,5	49,3
			6,8	9,1		19,0
2c	mullartige Rendzina	A <sub>F</sub>	6,8	46	0,6	74,5
		C <sub>1</sub>	6,5	3,2	1,2	55,0
			7,0	15,2		19,5

Tabelle 5: Ergebnisse der mikroskopischen Untersuchung.

Stelle	Tiefe d. Probe in cm	Bodenart	Substanz	Aggregate	Ausfüllung von Kaiknummaten an Mineralteilchen	Pflanzenreste	Hyphen	Losung und Lösungsreste	Kohle
1a	1	Protorendzina	überwiegend lose Dolomitteilchen verschiedener Größe, wenig org. Subst.	wenig, lose, aus viel Dolomitteilchen und wenig org. Subst.	keine	wenig, mit angelagerten Dolomitteilchen und Losung	wenig, an Pflanzenresten	wenig, z.T. zerkleinert	vereinzelte
	4		fast nur Dolomitteilchen versch. Größen, ganz wenig org. Subst.	ganz vereinzelte, lose, viel Dolomitteilchen und wenig org. Subst.	ganz vereinzelte	ganz vereinzelte	ganz wenig	ganz vereinzelte	vereinzelte
	20		lose Dolomitteilchen versch. Größe	ganz vereinzelte Nester, lose	ganz vereinzelte	ganz vereinzelte			
1b	1	Protorendzina	viel lose Dolomitteilchen versch. Größe, wenig org. Subst.	lose, aus viel Dolomitteilchen u. wenig org. Subst., einzelne humusreichere sind stabiler	ganz vereinzelte	viel, mit angelagerten Dolomitteilchen u. Losung	die wenigen humusreichen Aggr. von Hyphen durchzogen	wenig, z.T. zerkleinert	vereinzelte, auch in Aggr. eingebaut
	4		weniger lose Dolomitteilchen, mehr org. Subst. als oben	viel, aus Dolomitteilchen und org. Subst.	mehr als oben	viel, mit Anlagerung von wenig Dolomitteilchen und viel Losung	etwas mehr als oben	mehr als oben	vereinzelte
	20		lose Dolomitteilchen versch. Gr., fast keine org. Subst.	ganz vereinzelte	ganz vereinzelte	ganz vereinzelte	ganz vereinzelte		
1c	1	Übergang v. Protorendzina zu mullartiger Rendzina	wenig Dolomitteilchen, viel org. Subst.	reichlich, aus viel org. Subst. und wenig Dolomitteilchen	vereinzelte	viel, z.T. wenig zerkleinert mit Anlagerung von Losung und Dolomitteilchen	reichlich,	reichlich, z.T. zerkleinert	vereinzelte z.T. in Aggr. eingebaut
	4		wie oben	wie oben	etwas mehr als oben	wie oben	wie oben	wie oben	wie oben
	20		lose Dolomitteilchen versch. Gr., fast keine org. Subst.	ganz vereinzelte, aus viel org. Subst. u. Dolomitteilchen	etwas mehr als oben	ganz vereinzelte	ganz vereinzelte, an Pflanzenresten	ganz vereinzelte	
	4	Mullartige Rendzina	wenig lose Dolomitteilchen versch. Gr., viel org. Subst.	reichlich, stabil, aus viel org. Subst. und wenig Dolomitteilchen	reichlich	viel, stark zerkleinert, mit Anlagerung von org. Subst. und Dolomitteilchen	reichlich,	stark zerkleinert	große Stücke und in Aggr. eingebaut
	4		mehr Dolomitteilchen als oben	wie oben	reichlich	weniger als oben	etwas weniger als oben	stark zerkleinert	vereinzelte
	30		fast nur Dolomitteilchen versch. Gr., ganz wenig org. Subst.	ganz vereinzelte, lose	vereinzelte	wenig	wenig, an Pflanzenresten	ganz vereinzelte	
2b	1	Mullartige Rendzina	wenig lose Dolomitteilchen, viel org. Subst., feinkörnig	reichlich, stabil, aus viel org. Subst. u. wenig Dolomitteilchen, feinkörnig	vereinzelte	viel, mit Anlagerung von Dolomitteilchen und Losung	reichlich	reichlich, z.T. zerkleinert	vereinzelte
	4		mehr lose Dolomitteilchen als oben	wie oben	ganz vereinzelte	weniger als oben	weniger als oben	wenig	vereinzelte
	30		lose, meist kleine Dolomitteilchen, fast keine org. Subst.	ganz vereinzelte, lose, aus wenig org. Subst. und viel Dolomitteil.	vereinzelte	ganz vereinzelte	ganz vereinzelte	ganz vereinzelte	
2c	1	Mullartige Rendzina	wenig lose Dolomitteilchen, viel org. Subst., feinkörnig	reichlich, stabil, aus viel org. Subst. und wenig Dolomitteilchen, feinkörnig	vereinzelte	geringe Nadelnschicht. Viel Pflanzenreste m. Ablagerung v. viel Losungen u. wenig Dolomitteilchen, Anlagerungsstellen für Aggr.	reichlich,	reichlich, z.T. zerkleinert	vereinzelte, z.T. in Aggr. eingebaut
	4		wie oben	wie oben	etwas stärker als oben	viel, mit Anlagerung von viel Losung u. wenig Dolomitteilchen	reichlich	reichlich, z.T. zerkleinert	vereinzelte
	30		lose Dolomitteilchen, fast keine org. Subst.	ganz vereinzelte, aus viel Dolomitteilchen u. wenig org. Subst.	ganz vereinzelte	ganz vereinzelte	ganz vereinzelte	ganz vereinzelte	vereinzelte

zwischen den einzelnen Probestellen erkennen, die mit den Ergebnissen der anderen Untersuchungen übereinstimmen. Während bei 1 a und 1 b die losen Mineralteilchen gegenüber der organischen Substanz bei weitem überwiegen, tritt bei 1 c und 2 a–2 c eine Verschiebung zugunsten der organischen Substanz ein. Dementsprechend sind die Aggregate bei 1 a und 1 b ganz lose, bei 1 c und schließlich bei 2 a–2 c jedoch stabil. Außerdem bestehen letztere aus feinerem Material. Durch das reichliche Auftreten von Pilzhyphen wird der Zusammenhalt noch verstärkt.

Allen Standorten gemeinsam ist das Vorhandensein von Kohlestückchen, während Asche, die noch 10 Jahre nach dem Brand zu identifizieren war, nirgends mehr festgestellt werden konnte.

### Der Bodenzustand in verschiedenen Zeitabständen nach dem Brand.

Die Veränderungen, die im Boden der Brandfläche in den ersten 10 Jahren nach dem Brand vor sich gingen, sind anders geartet als im Zeitabschnitt von 10 bis 20 Jahren nach dem Brand. Gleich nach dem Brand war die Wirkung des Brandes das Beherrschende. Demgegenüber traten zunächst die bodenbildenden Faktoren zurück.

Je mehr Zeit verging, umso mehr wirkten sich wieder die der Örtlichkeit eigenen Faktoren aus, es machte sich in der Entwicklung der Böden, die alle der Rendzina-Entwicklungsserie angehören, eine starke Differenzierung bemerkbar, wie sie diesen Höhenlagen eigen ist. Es trat wieder die Wirkung des Kleinreliefs mit den jeweils herrschenden Faktoren in den Vordergrund.

Die Untersuchungen im Jahr 1948, also 9 Monate nach dem Brand, zeigten, daß auf der Brandfläche an vielen Stellen die Humusschichten zur Gänze verbrannt und eine Aschenschicht sowie angekohlte Pflanzenreste den tieferen Schichten, dem Dolomitschutt, auf und eingelagert waren. Das PH war auf 7,9 gestiegen. Durch die Vernichtung der Humushorizonte wurde der darunter befindliche Dolomitschutt freigelegt, der des inneren Zusammenhaltes entbehrt. Die nicht ganz verbrannten Aschenteile und Pflanzenreste waren Ursache einer verhältnismäßig hohen Menge an verbrennlicher Substanz. Auch die wasserhaltende Kraft war im Latschenfeld infolge des hohen Aschengehaltes verhältnismäßig hoch. Mit Abnahme des Aschengehaltes im Laufe der Jahre trat ein Absinken der wasserhaltenden Kraft ein. Im Jahre 1958 konnten mikroskopisch noch Aschenreste nachgewiesen werden, während 1968 diese ganz fehlten.

Nach dem Zeitabschnitt 1948–58 sind die Werte der physikalischen Eigenschaften sowohl auf der Latschen-Brandfläche als auch auf der Hochwald-Brandfläche fast gleich. Wie erwähnt, tritt der Einfluß der Aschenschicht immer mehr zurück, der Säuregrad normalisiert sich, es erfolgt eine Neubesiedlung, wodurch wieder die Humusproduktion in Gang kommt und sich vorerst Protorendzina entwickeln kann. Stellenweise bahnt sich der Übergang zu mullartiger Rendzina an. Es haben sich Aggregate gebildet, die Kohlestückchen einschließen, was deren Neubildung beweist. Während 1958 neben Protorendzina ein Übergang von dieser zu mullartiger Rendzina festgestellt werden konnte, hat sich bis 1968 an vielen Stellen bereits mullartige Rendzina gebildet. Der Anteil unbesiedelter Rohböden ist nach SCHIECHTL auf 10–30 % zurückgegangen.

Im Zeitabschnitt 1958–68 ist nun als Folge der verschiedenartigen Vegetation mit ihrer unterschiedlichen Humusproduktion und Verarbeitung durch die Bodentiere und Pilze eine stärkere Differenzierung der einzelnen Standorte eingetreten. Auf der Latschenbrandfläche ist auf dem Standort mit Laubholz eine Zunahme aller physikalischen Werte erfolgt. In der Hochwald-Brandfläche hat die Wasserkapazität und damit das Hohlraumvolumen zugenommen. Es bildeten sich mehr und stabilere Aggregate. Da in der kurzen Zeit von 20 Jahren die Bildung von Rohhumusauflagen oder Tangelrendzina nicht möglich ist, konnte der hohe Humusgehalt des unversehrt gebliebenen Latschenstandortes (90,6 %) und des Hochwald-Standortes (73,0 %) natürlich nicht erreicht werden. Immerhin ist in den oberen Bodenschichten eine wesentliche Verbesserung des Bodens eingetreten, reichen doch die Werte der organischen Substanz im  $A_F$ -Horizont bis zu 46 %. Es zeigt sich, daß in relativ kurzer Zeit bei durch Elementarereignisse ungestörter Entwicklung, eine Festigung des Bodens eintreten kann.

### Über die Veränderungen der Kleinarthropodenfauna in der Brandfläche.

Es sollten auch 1968/69 die im Brandjahr 1948 begonnenen und 10–11 Jahre später 1958/59 wiederholten bodenbiologischen Untersuchungen, besonders in Hinsicht auf die Auswirkungen des Brandes auf die Kleinarthropodenfauna und deren weitere Entwicklung, ihre Fortsetzung finden. Für eine Regeneration der Böden sind auch die Bodentiere von Bedeutung, da sie u.a. weitgehend am Kreislauf der organischen Substanzen beteiligt sind. Die Bodenfauna stellt nach MILLER 1965 ein wichtiges Kriterium für die Aktivität eines Bodens dar, da durch kauende und saugende Tätigkeit der Tiere den übrigen Bodenorganismen vielfach erst die Möglichkeit gegeben wird, geeignete Angriffsflächen für deren abbauende Tätigkeit zu finden. Die vorhergehenden Untersuchungen hatten ergeben, daß nach dem Brand im Untersuchungsjahr 1948 die Meso- und Makrofauna der Böden sich artenmäßig und zur Zeit von Trockenheitsperioden auch zahlenmäßig weitgehendst bis zu wenigen Tieren und zur völligen Auslöschung reduziert hatte. 1958/59 hatten sich die Bodentiere im Bereich der vom Brand vernichteten oder weitgehend in Mitleidenschaft gezogenen ehemaligen Legföhren- und Hochwaldbestände artenmäßig etwas angereichert. Die quantitative Reduktion war jedoch mehr oder weniger aufrecht geblieben. Ein weitgehend zahlenmäßiger Anstieg von nur wenigen Bodentierarten, vor allem von *Trombidium* sp., in dem genügend Lufttraum gewährenden Boden der Brandfläche hatte sich nur 1948 zur Zeit einer längeren Feuchtigkeitsperiode ergeben. Dies weist darauf hin, daß einzelne extreme Verhältnisse (in diesem Fall hohe Alkalität) ertragende Organismen bei fehlender Konkurrenz anderer Arten sich bis zu voller Ausnützung des vorhandenen biologischen Fassungsvermögens vermehren können. Wie aus den vorstehenden Texten ersichtlich, war die Entwicklung der Vegetation nach der ersten Konsolidierung um 1958 (*Calamagrostis varia*-Stadium) bis zur Untersuchungsperiode 1968/69 nur langsam fortgeschritten und nur stellenweise war es unter besonderen Bedingungen zur natürlichen Ansiedlung von Laubhölzern und auch Nadelhölzern gekommen. Weite Teile des 1947 vom Brand erfaßten Waldgebietes hatten also mit Ausnahme der inselartigen Verjüngungen den Charakter von Freiflächen weiter beibehalten und nur die tiefer gelegenen Aufforstungen erweckten den Eindruck einer Waldregeneration.

## Material und Methode.

Die ehemalige Waldbrandfläche wurde 1968/69 hinsichtlich der tierischen Besiedlung an Stellen mit denselben Standortbedingungen wie in den Untersuchungsperioden 1948 und 1958/59 im Legföhrenbereich und in dem des Hochwaldes überprüft. Es erfolgte dies an den beschriebenen Entnahmestellen 1 a, 1 b, 1 c und 2 a, 2 b, 2 c), wobei neben den Kleinarthropoden der Flächen a und b auch besonders die des hochgelegenen Standortes 1 c mit Laubholzanflug und jene des Untersuchungsstandortes 2 c im Aufforstungsbereich der unteren Pfarrachalpe überprüft wurden. Es wurde dieselbe Methodik wie bei den vorhergehenden Untersuchungen angewandt. Die Erfassung der tierischen Besiedlung erfolgte durch Bezug der Individuendichte (Abundanz) auf Volumeinheiten. Es wurde – wie für die bodenkundlichen Untersuchungen zur Feststellung von Porenvolumen, Luftkapazität und Wasserkapazität – mit Stahlzylindern je ein Liter Boden bis zu 10 cm Tiefe und die darüber lagernde Streu und entwachsene Pflanzendecke entnommen. Um neben der örtlichen auch die zeitliche Abundanz zu erfassen, erfolgten die Entnahmen zu verschiedenen Zeiten und zwar am 8. August 1968, 27. September 1968, 3. Juni 1969 und 1. Juli 1969.

## Ergebnisse.

In zwei nachstehenden Tabellen seien die Ergebnisse dieser Untersuchungen bezüglich der Individuendichte der gesamten erfaßten Kleinarthropoden, soweit diese als autochthone Besiedler von Boden- oder Auflageschichten auftreten, und der einzelnen Tiergruppen dargestellt. Getrennt dazu sind in Tabelle 7 die in Boden- und Auflagehorizonten in verschiedenen Arten nur gelegentlich oder zur Zeit bestimmter Entwicklungsstadien da befindlichen, meist der Makrofauna angehörenden, Arthropoden angeführt. Auf diese Weise lassen sich die quantitativen Ergebnisse der Besiedlung der einzelnen Standorte besser werten.

### Summen der autochthonen Kleinarthropoden:

Vergleiche des zahlenmäßigen Auftretens der vorwiegend autochthonen Kleinarthropoden (meist der Mesofauna angehörend) im Bereich der ehemaligen Legföhrenfelder als auch in dem der Hochwaldzone ergeben, daß in beiden Lagen die Standorte des aufkommenden Waldes – sowohl der untersuchte Laubholzstandort als auch der Nadelholzstandort der Aufforstungsfläche – die höchsten Abundanzwerte aufweisen. Diese liegen bei Betrachtung des gesamten Wohnraumes (Böden und Auflageschichten) ca. dreimal so hoch als auf den Freiflächen, was in jeweiligen Lagen auch mit den verbesserten chemisch-physikalischen Verhältnissen (Anreicherung an organischen Substanzen, Verbesserung der wasserhaltenden Kraft der Böden) in den Junghölzern übereinstimmt. Die höheren Werte der Wasserkapazität in Volumsprozent an allen untersuchten Standorten in Lagen um 1700 m S. H. zeigen sich nur an etwas verstärkter Besiedlung der Standorte der kleinen Wiesenflächen durch Arten der Makrofauna (vielfach nicht autochthone Arthropoden) und Bevorzugung durch einige weitere Tiergruppen, worauf im nachstehenden Text noch zurückgekommen wird. Im allgemeinen ergeben die Vergleiche der Abundanzwerte sämtlicher Entnahmestellen der Freiflächen 1968/69 zu den erhobenen Werten der Jahre 1948 und 1958/59, daß hier auch bei Heranziehung der bei den einzelnen Entnahmen erhaltenen höchsten Tierzahlen (so

95 Stück für den gesamten Siedlungsraum und 49 für die Böden der oberen und 96 bzw. 54 Exemplare für die der unteren Lagen) sich die Besiedlungsdichten besonders von Kleinarthropoden gegenüber den Zeiträumen ca. zehn und zwanzig Jahre vorher nicht wesentlich verändert haben. Im Vergleich zu den Untersuchungsergebnissen in den Lagen des vorrückenden Waldes am Patscherkofel und bei Obergurgl auf Böden der Podsolserie derselben Höhenlage entsprechen sie denen von winderodierten und schütterten Beeënheiden (s. JAHN 1960, 1967 a), ferner denen von hochgelegenen Bergweiden (JAHN-SCHIMITSCHEK 1953) und Bergmähdern (SCHIMITSCHEK-JAHN 1961 b). Die wesentlich angestiegene Besiedlungsdichte an den Standorten der Junggehölze erreicht wohl bei weitem noch nicht jene, welche an Entnahmestellen der die Brandfläche umgebenden Wälder im Jahre 1948 festgestellt wurde. Sie liegt jedoch 1968/69 schon höher als in den Randzonen des Brandes 1948 und dürfte jenen von Nadelholzkulturen auch sonst im Hochgebirge vergleichbar sein (JAHN-SCHIMITSCHEK 1953). Bei Obergurgl wurden solche Zahlen an Kleintieren auch im Rhododendretum erhalten.

### Summen der Bodentiergruppen.

Bezüglich der festgestellten Tiergruppen fällt gegenüber der Untersuchungsperiode 1958/59 eine größere Mannigfaltigkeit auf. Das Gruppenspektrum wird weiter bereichert. Zu den 1958/59 gegenüber 1948 neu aufgefundenen Myriapoden, Psociden, Fliegenlarven treten weiters Thysanopteren, die besonders für die Freilagen der Hochflächen festgestellt wurden, ferner Heteropteren und Homopteren und Imagines von Coleopteren, Lepidopteren, Hymenopteren (Ameisen, Schlupfwespen) hinzu. Das Auftreten von Arten dieser Tiergruppen ist vermutlich häufiger als in den beiden vorhergehenden Untersuchungsperioden. Unter den Kleinarthropoden sind es wiederum die Milben, die am häufigsten vorhanden sind. Dies gilt für alle untersuchten Standorte. An den Örtlichkeiten der Junggehölze haben sich in den Hochlagen unter Weiden und Birken ihre Zahlen gegenüber den Freiflächen ungefähr verdoppelt, unter den aufgeforsteten Nadelhölzern verdreifacht. Wie aus der artenmäßigen Zusammensetzung hervorgeht, fällt unter den Milben besonders der gesteigerte Anteil an Hornmilben (Oribatiden) auf, der in den Hochlagen ca.  $\frac{2}{3}$ , in 1700 m S. H.  $\frac{1}{3}$  an dieser Tiergruppe beträgt. Diese mag mit einer bevorzugten Annahme weniger reifer Böden der Rendzina-Entwicklungsreihe mit noch geringerer Vermengung von organischen und mineralischen Bestandteilen zusammenhängen oder auch mit einer größeren Widerstandsfähigkeit ungünstigen Witterungsfaktoren gegenüber. Das gehäufte Auftreten von Oribatiden dürfte für die weitere Entwicklung der Böden, sofern diese den abtragenden Kräften standhalten, nicht ungünstig sein. Diese Tiere treten nach verschiedenen Autoren sowohl als Microphyten als auch als Macrophyten in den einzelnen Arten auf und eventuell aufgenommene Pflanzenreste werden von ihnen sehr weitgehend zersetzt (MILLER 1965). Auffällig gegenüber den weiter zurückliegenden Untersuchungsergebnissen ist das zahlenmäßige – und wie im weiteren noch ersichtlich wird – besonders auch artenmäßige Ansteigen der Collembolenbevölkerung, das aber nicht die Menge und Artenzahl der Milben erreicht. Auch diese Tiergruppe findet sich am reichlichsten in den entstehenden Laub- und Nadelwäldungen. Besonders unter den Weiden und Birken ist dies der Fall, hier ist die Abundanz der Collembolen gegenüber jener auf den Freiflächen 4–5 mal so hoch; in den

	1a		1b		1c		2a		2b		2c		
	Σ	Bo Str	Σ	Bo Str	Σ	Bo Str	Σ	Bo Str	Σ	Bo Str	Σ	Bo Str	
a) Autochthone Tiergruppen													
Acarina (davon Oribatiden)	178	65 113 164 71 93 347 193 154 143 64 79 108 60 48 345 276 69 (138) (56) (82)(101) (57) (44)(198) (82)(116) (43) (22) (21) (32) (22) (10)(116) (95) (31)											
Araneae					1		1						
Pseudoscorpiones					1		1						
Myriapoden			2		2 16		7 9 2 1				5 3 2		
Collembolen	40	24 16 30 23 7 164 93 71 48 26 22 44 31 13 72 63 9											
Proturen			3 1 1 19 17 2 2 2										
Thysanopteren	11	8 3 4 3 1 4 4			2 1 1 1 1 1 1 1 1								
Psociden	1	1								1		1 3 3	

## b) Nicht autochthone

	1a		1b		1c		2a		2b		2c	
	Σ	Bo Str	Σ	Bo Str	Σ	Bo Str	Σ	Bo Str	Σ	Bo Str	Σ	Bo Str
Tiergruppen												
Coleopteren-												
Larven	2	1 1 4 1 3 2 2			1 1 1 1 1 1 1 1 1							
Imagines	1	1			6 1 5 3 2 1 3 2 1							
Dipteren-												
Larven	1	1			1 1 1 1 1 1 1 1 1							
Imagines			2 2									
Lepidopteren-												
Raupen		1 1 1 1										
Imagines		1 1 1			1 1 1 1							
Hymenopteren												
Hermiciden	1	1			1 1 1 1 12 10 2 5 4 1 1 1							
Ichneumoniden			1		1							
Rhynchoten												
Homopteren					1 1							
Heteropteren										1 1		

Entnahmezeit:	1a		1b		1c		2a		2b		2c	
	Σ	Bo Str	Σ	Bo Str	Σ	Bo Str	Σ	Bo Str	Σ	Bo Str	Σ	Bo Str
8. 8. 1968	67	49 18	59	39	20 106 83 23 96 54	42 93 54	39 252 217 35	Tiere				
27. 9. 1968	15	11 4	12	9	3 159 147 12 47 11	36 31 23	8 78 70 8					
3. 6. 1969	96	31 65	74	39	35 179 60 119 31 17	14 16 10	6 125 103 22					
1. 7. 1969	52	6 46	57	11	46 107 29 78 24 8 16 15 6 9 112 95 17							
Summen	237	97 33	202	98	104 551 319 232 198 90 108 155 93 62 567 485 82							
Durchschnitt	57	24 33	51	25	26 138 80 58 50 23 27 39 23 16 142 121 21							

Σ= Summen  
Bo= Boden  
Str= Streu



tieferen Lagen am Aufforstungsstandort ist der Besiedlungsunterschied gegenüber jenem der Wiesen geringer (ca. das Doppelte, da diese Örtlichkeiten auch stärker von Collembolen bewohnt werden und der Nadelholzstandort geringer besiedelt ist). Das Anwachsen der Collembolenbevölkerung, die 1958/59 in den unteren Teilen der Brandfläche den Auslesen nach dem Brand gegenüber sich sogar etwas reduziert zeigte, dürfte wohl mit dem zunehmenden Anbot von neugebildeten organischen Substanzen aus der reicheren Pflanzendecke zusammenhängen und eventuell durch Veränderungen der Zusammensetzung der Mikrofauna beeinflußt sein. Mikroorganismen – wie Pilze – dienen verschiedenen Vertretern von Collembolen nicht nur als Nahrung sondern es kann nach TÖRNE 1967 auch der Massenwechsel dieser Urtiere durch mikrobielle Beeinflussung der Ernährung gesteuert werden. Eventuell könnte das bald nach dem Brand aufscheinende Massenvorkommen von Pilzen von Collembolen in Schichten mit normalen pH Werten (nach G. SCHIMITSCHEK reichte 1948 der Einfluß der Aschenschichte nur in geringe Tiefen) ausgenutzt worden sein. Pilzhyphen konnten von G. SCHIMITSCHEK in den neu ausgebildeten oberen Bodenschichten auch 1958 gefunden werden und sind in der letzten Untersuchungsperiode überall und in den unteren Lagen reichlich vertreten. Für die Verteilung der Collembolen im Gelände dürfte jedoch die wasserhaltende Kraft der Böden vor allem maßgebend sein. Nach AGRELL 1941, PALISSA 1962 ist die Feuchtigkeit des Substrates der wichtigste Verteilungsfaktor für viele Collembolen. Dies erklärt in den untersuchten Flächen nicht nur als wichtiger Faktor die bevorzugte Besiedlung der Gehölzstandorte, sondern auch ihre Reduzierung in den stark trockenen Freiflächen der oberen Lagen gegenüber den etwas feuchteren im tieferen Gelände. An Laubholzstandorten wurden übrigens die meisten Vertreter der Myriapoden, die sonst nur sporadisch auftraten, gefunden. Die Proturen, vor allem auch aus den Böden der Jungwaldentnahmestellen erhalten, waren viel häufiger in den Nadelholzaufforstungen festzustellen; ihr Ausmaß konnte hier auch jenes der Collembolen übertreffen. Nach KÜHNELT 1950 findet sich diese Insektengruppe vorwiegend im dauernd feuchten Humus. Es mag vielleicht auch der Hinweis interessant sein, daß 1948 im vergleichend untersuchten Boden eines Fichtenaltholzbestandes in der Nähe des Standortes 2 c auch Proturen zahlreich erhalten wurden.

Die in einem größeren Teil ihrer Arten nicht autochthonen Bodenarthropoden wie Larvenformen und Imagines von Insekten mit vollkommener Verwandlung (Coleopteren), (Dipteren), (Lepidopteren), (Hymenopteren), ferner Vertreter von Homopteren und Heteropteren – meist Makroarthropoden – zeigten keine geregelte Beziehung zu den einzelnen Standorten. Zahlreicher wurden diese Tiergruppen an den Wiesenstandorten der unteren Lagen gefunden, wo nach stichprobeartig vorgenommenen Auszählungen auch Würmer (Nematoden und Enchytraeiden) von den untersuchten Örtlichkeiten am zahlreichsten auftraten.

### B o d e n t i e r a r t e n .

Im Anschluß an die Ausführungen über das massenmäßige Auftreten der Bodentiergruppen sei eine Übersichtsliste über die aufgetretenen Arten, soweit diese bestimmt werden konnten, gebracht. Vor Anführung dieser Liste sei den Herren, die sich der großen Mühe der Determination unterzogen, herzlichst gedankt: Dr. Max SELLNICK, Großhans-

dorf, BRD, Milben; Dr. K. THALER, Zool. Institut der Universität Innsbruck, Pseudoskorpione und Tausendfüßler; Dr. W. HÜTHER, Zoologisches Institut der Universität des Saarlandes, Springschwänze; Prof. Dr. E. TITSCHAK, Hamburg, Blasenfüße; Prof. Dr. B. SCHAERFFENBERG, Zoologisches Institut der Universität Graz, Käfer- und Fliegenlarven; Förster C. HOLZSCHUH der Forstlichen Bundesversuchsanstalt Wien, Käfer; Dr. O. EICHHORN, Commonwealth Institut of Biological Control, Delémont, Schweiz, Ameisen.

### Die aufgetretenen Arten.

Zu den bestimmten Arten der häufiger vertretenen Tiergruppen seien kurz einige Ausführungen gegeben.

Den am zahlreichsten vorhandenen Milben gehörten 43 Arten an, davon 22 Oribatidenarten. 22 Arten (14 Oribatidenarten) waren darunter den auf den Freiflächen aufgefundenen Tieren zuzurechnen, 38 Arten (22 Oribatidenarten) den Junggehölzen. Die Artenzahl ist in den tieferen Lagen reichhaltiger als in den höheren, doch ist da – wie schon ausgeführt wurde – der quantitative Anteil an Oribatiden größer. Verglichen an den Ergebnissen der artenmäßigen Untersuchung 1948 und 1958/59 hat sich der Artenreichtum in den ehemaligen durch den Brand devastierten Flächen wesentlich gesteigert; von 10 Arten 1948 auf 43 Arten 1968/69 (auch in den Freiflächen auf 22). Artenmäßig wird nahezu die Zahl aus den Böden der vergleichend untersuchten Waldbestände von 1948 wieder erreicht, die dort mit 57 Arten, darunter 49 Oribatidenarten, gegeben war. Es finden sich jedoch nur 4 Arten des Jahres 1948 wieder und zwar die Arten: *Tectocephus velatus* (MICH.), *Liebstadia similis* (MICH.), *Oribatula tibialis* (NIC.), *Chamobates voigtsi* (OUDS.) und aus der Untersuchungsperiode 1958/59 *Tegoribates latirostris* (C. L. KOCH) und *Zercon austriacus* SELL. 9 weitere Gattungen waren 1948 und 1958/59 in anderen Arten vertreten. *Tectocephus velatus* (MICH.), *Oribella paoli* (OUDS.), *Scheloribates laevigatus* (C. L. KOCH), *Ceratozetes mediocris* (BERL.) werden von KÜHNELT (1950) als für Wiesenböden typisch angeführt; als trockenresistent gilt *Passalozetes bidactylus* (COGGI). *Trichoribates oxypterus* Berl., für die Hochlagen typisch, hat nach Mitteilung von SELLNICK die Gestalt der "Areae porosae" sehr wechselnd. Die beiden 1958/59 in diesem Gebiet neuentdeckten Arten *Zercon austriacus* SELL. und *Oppia Jahnae* SELL. wurden in der letzten Untersuchungsperiode auf der Brandfläche nicht gefunden, jedoch wurde letztere Art in der Zwischenzeit an weiteren Örtlichkeiten Tirols bei Oberperfuß, Neuleutasch und bei Biberwier im Außerfern entdeckt (JAHN 1967 b).

Die artenmäßige Untersuchung der Collembolen bringt gleiche Ergebnisse wie die qualitativen Untersuchungen. Während die zahlenmäßige und artenmäßige Reduktion der Springschwänze bis 1958/59 in der Brandfläche mehr oder weniger sich erhalten hatte, kommt es 1968/69 nicht nur zur Erhöhung der Individuenzahl, sondern auch zum Aufscheinen zahlreicherer Arten. Der Artenreichtum ist sogar größer als in den 1948 vergleichend untersuchten Nadelholzbeständen. Wie die Besiedlungsdichte, so ist auch die Artenanzahl unter den Laubhölzern die höchste. Der Aufforstung kommen 7 Arten zu, unter Weiden und Birken werden hingegen 15 Arten gefunden. Die Freiflächen der oberen Lagen 2 a und 2 b weisen nur 3 und 4 Arten auf, ebenso finden sich auf den kleinen

Wiesen der unteren Lagen an 2 b nur 4 Arten; am Wiesenstandort 2 a sind sie hingegen in 9 Arten vertreten. Nur auf den Freiflächen wurden *Tullbergia krausbaueri* BÖRNER, *Entomobryoides purpurascens* *Pseudoisotoma sensibilis* und auf allen Freiflächen *Orchesella hungarica*, eine nach STACH für Ungarn bekannte Art gefunden. Letztere Art dürfte vielleicht in den wasserarmen und den wirkenden Atmosphärien stark ausgesetzten Böden der Brandfläche ähnliche Verhältnisse wie im Steppengebiet finden. *Onychiurus pannonicus* wurde nach Mitteilung von G. HAYBACH in einem einzigen Exemplar bei Mödling gefunden.

Von den angeführten Thysanopteren sind nach Mitteilung von Prof. TITSCHAK *Prosothrips veydoskyi*, *Aptinothrips stylifer* und *Sericothrips abnormis* Bodentiere. *Taeniothrips atratus* ist ein Blütenbesucher, der Nelkengewächse anfliegt.

Die angeführten Vertreter von Coleopteren-Imagines und Coleopteren-Larven gehören alle weit und weiter verbreiteten häufigen Arten an.

### Zusammenfassung der bodenzoologischen Ergebnisse.

1) Die vorliegenden Untersuchungsergebnisse weisen darauf hin, daß auf den Freiflächen ohne Waldregeneration, die den weitaus überwiegenden Teil der seinerzeit verbrannten Waldungen einnehmen, die quantitative Reduktion der Bodenfauna in nahezu dem Ausmaße, wie sich dies nach dem Brand ergab, aufrecht geblieben ist, jedoch sich auch hier eine gewisse Bereicherung des Gruppen- und Artenspektrums ergeben hat.

2) Ein deutlicher zahlen- und artenmäßiger Anstieg der Kleinarthropoden und weiterer Tiergruppen der Böden und ihrer Auflagehorizonte ist jedoch überall dort gegeben, wo auf natürlichem oder künstlichem Wege Bäume oder Sträucher angesiedelt worden sind.

3) Die quantitative Reduktion der Besiedlungsdichte auf den Freiflächen deutet bei genügend hohem Luftfassungsvermögen und Ausbildung einer vielfach zusammenhängenden Pflanzendecke wohl vor allem auf noch immer weitgehend ungehemmte Einwirkung der Atmosphärien und der besonders in den oberen Lagen noch weitgehend reduzierten wasserhaltenden Kraft der Böden hin. Es scheint sich eine Art Gleichgewicht der tierischen Besiedlung zu den wirkenden Umweltverhältnissen eingestellt zu haben. Die erhobenen Daten der Abundanzverhältnisse der Bodentiere dürften den festgestellten vegetationskundlichen entsprechen, die seit einer um 1958 eingetretenen gewissen Konsolidierung der vorher stürmisch verlaufenen Vegetationsentwicklung nur mehr ein langsames Fortschreiten mit Ausnahme der Laubholzinselfen und der Nadelholzaufforstungen zeigte.

4) Es stehen in der Wertung der tierischen Besiedlung diese Junggehölze weit an der Spitze; bei Einbeziehung des größeren Artenspektrums und zahlreicherer Vertreter der Macrofauna folgen die beiden Wiesen der unteren Lagen und am Ende liegen die beiden Freiflächen der Hochlagen. Diese Wertung ist auch den Feststellungen der eingetretenen örtlichen Differenzierung der Bodenbildung in den letzten zehn Jahren vergleichbar.

5) Im Vergleich zu anderen in Hochlagen durchgeführten Untersuchungen entsprechen die Besiedlungsdaten der Freifläche der Brandfläche denen von schütterten Beerenheiden, in Lagen von 11700 und 1800 m S. H. auch solchen von Bergweiden und Bergmähdern mit Wiesencharakter.

9) Das, wenn auch langsame Fortschreiten der Vegetationsentwicklung, das zu einer fast geschlosseneren Pflanzendecke führte, hat aber das für die Zeiten nach dem Brand charakteristische fast völlige Verschwinden der Tiere zu Zeiten ungünstigerer Witterungsperioden verhindert und durch ein vielfältigeres Nährstoffanbot auch ein Ansteigen der Artenanzahl ermöglicht.

10) Dort, wo durch Sträucher und Kulturpflanzen und deren anfallender Streu eine Besserung des Wasserhaushaltes eintritt und Schutz gegen das unmittelbare Einwirken der Atmosphärrillen gewährt wird, wird das vorhandene und gegenüber den Freiflächen gesteigerte Nährstoffanbot ausgenützt. Es ist damit ein entsprechender Anstieg des Tierlebens gegeben, was sich unter den Kleinarthropoden besonders an den Milben deutlich zeigt.

11) Artenmäßig weisen manche Bodentiere auf den Wiesencharakter der Freiflächen und deren starke Trockenheit hin.

### Ausblicke für die forstliche Praxis nach Waldbränden

Die Beobachtung und Untersuchung zahlreicher älterer Waldbrandflächen ergab, daß sich nur sehr langsam wieder Bäume spontan ansiedeln konnten und daß gerade auf Kalk- und Dolomitböden der Bestand erst nach einigen Jahrhunderten wieder in Schluß kommt. Darüberhinaus wurde vielfach eine stellenweise Verkarstung und erhöhter Geschiebeanfall festgestellt (GRABHERR 1936).

Das vorliegende Untersuchungsobjekt der ausgedehnten Waldbrandfläche am Niderjoch im Stubaital bot Gelegenheit zur Klärung der Frage, ob diese bedrohlichen Folgen eines Waldbrandes einfach hingenommen werden müssen oder ob es wirtschaftlich tragbare Möglichkeiten gibt, um die Folgen in Grenzen zu halten und die Wiederbewaldung zu beschleunigen. Vergleichsweise wurden auch auf einer 2. Waldbrandfläche, nämlich in der Gemeinde Unterangerberg bei Wörgl durch die Gebietsbauleitung Unterinntal der Wildbach- und Lawinenverbauung (Gebietsbauleiter: Dr. Ing. Robert HAMPEL, Ausführer: Ing. Dr. Hugo M. SCHIECHTL) Maßnahmen zur Eindämmung der Erosion getroffen und zwar in Form von Buschlagenbau, Aufforstung und Saaten. Die Waldbrandfläche Unterangerberg liegt auf einem durchschnittlich über 30 Grad steilen, felsigen Südhang im Hauptdolomit und war vor dem Brand mit einem alten Weißkiefernwald (*Dorycnio-Pinetum silvestris*) bestockt.

Als Ergebnisse aller Untersuchungen dürfen wir festhalten:

1.) In Waldbrandflächen auf Kalk- und Dolomitstandorten steigt nach vollständigem Verbrennen der Bodendecke der pH-Wert sprunghaft an (im vorliegenden Fall von 5.3 auf 7.9). Die Asche ist reich an Nährstoffen, sodaß es in der spontanen Pioniervegetation ähnlich wie nach Kahlschlägen oder auf Viehlägern zu Nitrifikationserscheinungen kommt (Mastwuchs). Die Abschwemmung und Verwehung der Asche ist daher nachteilig und sollte schon aus diesem Grunde verhindert werden.

2.) Der Boden wird durch das Verbrennen seiner organischen Bestandteile labil, weshalb es in schotterigen Bereichen zu Rutschungen, Rillen- und Flächenerosion kommt.

3.) Durch die Entblößung des Bodens werden die Standorte bedeutend trockener und für pflanzliche wie tierische Besiedelung ungünstiger. Dabei ist die Entwicklung des Bodentierlebens von der spontanen Besiedelung durch Pflanzen abhängig, weil nur durch sie die erforderliche Beschattung und Nährstoffzufuhr gegeben sind.

4.) Alle Umstände sprechen also dafür, daß eine rasche Wiederbesiedelung mit einer möglichst bald geschlossenen Pflanzendecke von größter Wichtigkeit ist. Die wirkungsvollste Form der Pflanzendecke wäre geschlossener Wald.

In den ersten zwei Jahren nach einem Waldbrand bietet jedoch vielfach die schmierige Asche gewisse Schwierigkeiten. Aus diesem Grunde wäre als erste Maßnahme eine sofortige Festlegung der abgebrannten Flächen durch großflächige Aussaat einer Leguminosenmischung (mit mindestens der Hälfte perennierender Arten und ca. 1/3 Gräsern) die wirkungsvollste und sicher auch ökonomischste Methode zur Erosionsverhinderung. Wegen der Ungunst der Standorteinflüsse nach einem Brand (besonders wegen der Erhitzungsgefahr der dunklen Asche) empfiehlt sich die Anwendung einer Mulchsaat, wobei durch eine Mulchdecke (z.B. aus Stroh) eine ausreichende Bodenabdeckung und Klimatisierung gegeben ist. Die Leguminosen bilden schnell ein tiefreichendes Wurzelsystem aus und binden dadurch den Boden. Zudem verbessern sie durch ihre Symbiose mit stickstoffbildenden Knöllchenbakterien den Boden und sorgen auch nach Erschöpfung des in der Asche ausreichenden Nährstoffgehaltes nachhaltig für eine Stickstoffversorgung der Forstpflanzen. Die Leguminosen müssen vor der Aussaat mit ihren Bakterien geimpft werden.

Nur auf rutschgefährdeten, lokalen Bereichen mit mächtiger Schotterauflage ist der Einbau von Buschlagen sinnvoll. Das zu verwendende Pflanzenmaterial hängt vom Standort ab, doch sollen die Buschlagen grundsätzlich als Heckenbuschlagen (ausschlagfähiges Astwerk von Weiden mit bewurzelten Laubhölzern gemischt) ausgebildet werden. Gut bewährten sich folgende Weidenarten:

*Salix purpurea*, *alba*, *eleagnos*, *nigricans* und *daphnoides*, sowie als Heister vor allem die Grau-Erle (*Alnus incana*).

Erst nach Festlegung der losen Asche durch die Berasung, die auch in steilstem Gelände mit gutem und raschem Erfolg möglich ist, kann aufgeforstet werden. Hiefür ist der Zeitpunkt zwischen dem 2. und 10. Jahr nach dem Brand der günstigste. Nur in einzelnen Fällen dürfte eine Topfpflanzung (Jiffy-Pots oder gelochte Polyäthylensäcke) notwendig sein und zwar ausschließlich dort, wo die Trockenheit für eine normale Lochpflanzung zu groß ist.

Für die Gehölzwahl muß der Grundsatz gelten, daß in erster Linie Pionierbäume zu verwenden sind. Im vorliegenden Fall der Brandfläche Nederjoch aber auch auf der Brandfläche Unterangerberg kommen dazu Lärchen und Weißkiefen in Frage und nur auf günstigeren Plätzen auch Fichte in Beimischung. Ein Unterbau mit Fichte ist vielfach bald möglich.

Forstsaaten sind zur Ergänzung der Aufforstung zu empfehlen, doch nicht als Vollsaaen, sondern als gezielte Plätzeaat auf nicht stark austrocknenden Stellen.

5.) Die angebrannten Reste von Bäumen und Sträuchern, insbesondere von Legföhren, dürfen auf keinen Fall entfernt werden. Denn sie bleiben lange erhalten und haben als Schutz gegen Austrocknung, Verwehung und Bodenabrutschungen großen Wert.

6.) Jede Beweidung von Waldbrandflächen ist unbedingt auszuschließen.

7.) Wie wichtig es ist, so rasch als möglich nach dem Brand mit den Rekultivierungsmaßnahmen zu beginnen, zeigt augenscheinlich Abb. 8, auf der eine einzelne, zum günstigen Zeitpunkt vier Jahre nach dem Brand gepflanzte Weißkiefer etwa dreimal so hoch ist wie die 5 Jahre später gepflanzte Lärchen-Fichten-Kultur.

### Literaturauswahl

- AGRELL, J., 1941: Zur Ökologie der Collembolen. Untersuchungen in Schwedisch Lappland. *Opuscula Entomologica Suppl.* 3, 236 p.
- GRABHERR, W., 1936: Die Dynamik der Brandflächenvegetation auf Kalk- und Dolomitböden des Karwendels. *Beih. Bot. Centrbl. Abt. B, Bd. 55*, 1–94.
- JAHN, E. u. SCHIMITSCHEK, G. 1950/51: Bodenkundliche und bodenzoologische Untersuchungen über Auswirkungen von Waldbränden im Hochgebirge. *Österr. Vjschr. f. Forstw.* 9, 4, 213–224 und 92, 1, 36–44.
- 1953: Bodenstruktur und Bodenleben auf den beweideten und gerodeten Steilhängen bei St. Sigmund. *Veröff. Mus. Ferdinandeum, Innsbruck* 32, 34–58.
- JAHN, E., 1960: Ergebnisse von Bodentieruntersuchungen an der Wald- und Baumgrenze bei Obergurgl. *Centrbl. Ges. Forstw.* 77, 1, 26–52.
- SCHIMITSCHEK, G. u. JAHN, E. 1961: Bodenkundliche und bodenbiologische Erhebungen über den Zustand einer Brandfläche im Hochgebirge 11 und 12 Jahre nach dem Brand. *Centrbl. Ges. Forstw.* 78, 3, 158–174.
- JAHN, E., 1967: Über den Einfluß von Windstärke, Schneehöhe und Bodenvegetation auf die tierische Besiedlung von Hochgebirgsböden. *Mitt. Forstl. Bundesverant. Mariabrunn* 76, 1–32.
- JAHN, E., 1967: Ergebnisse bodenfaunistischer Untersuchungen an verschiedenen Lärchenstandorten Tirols. *Ber. Nat.-Med. Ver. Innsbruck* 55, 59–79.
- KÜHNELT, W., 1950: *Bodenbiologie*, Verlag Herold-Wien.
- MÜLLER, G., 1965: *Bodenbiologie*. Verlag G. Fischer-Jena.
- MOSER, M., 1949: Untersuchungen über den Einfluß von Waldbränden auf die Pilzvegetation. *Sydowia, Ann. Mycol. Ser. II, Vol. III, Heft 1–6*, 336–381.
- PALISSA, A., 1962: Über den Einfluß abiotischer und biotischer Faktoren auf die Collembolen. In: *Symposium über Fragen der Bodenzoologie. Wiss. Humboldt-Univ. Berlin, Math.-Nat. R. II*, 325–326.
- STACH, J., 1947/1957: The Apterygotan Fauna of Poland in relation to the world fauna of this group of insects. *Acta Mon. Mus. Hist. Nat. Krakow*.
- TÖRNE, v. E., 1967: Beispiele für mikrobiogene Einflüsse von Bodentieren auf die Rotte von Zellulose. *Pedobiologica* 7, 220–227.

Abb. 6, 7, 9: E. JAHN, alle übrigen H. M. SCHIECHTL.

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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte des naturwissenschaftlichen-medizinischen Verein Innsbruck](#)

Jahr/Year: 1970

Band/Volume: [58](#)

Autor(en)/Author(s): Jahn Else, Schiechtl Hugo Meinhard, Schimitschek Gertrude

Artikel/Article: [Möglichkeiten der natürlichen und künstlichen Regeneration einer Waldbrandfläche in den Tiroler Kalkalpen. 355-387](#)