Zeitschrift: Bericht über das Geobotanische Forschungsinstitut Rübel in Zürich

Herausgeber: Geobotanisches Forschungsinstitut Zürich

Band: - (1944)

Artikel: Besiedlung und Vegetationsentwicklung auf den jungen Seitenmoränen des grossen Aletschgletschers

Autor: Lüdi, Werner

Kapitel: 1: Beschreibung der Dauerflächen

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-377495

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 13.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Beschreibung der Dauerflächen

Dauerfläche 1 (vgl. Taf. 1, Abb. 1). Sie liegt unmittelbar über dem heutigen Gletscher, in einer Höhe von ± 1875 m und mißt etwa 50 m in der Längsrichtung des Gletschers, 16 bis 17 m in der Breite, also rund 800 m² in der Fläche. Der Boden ist eine Mischung von Schutt aller Größen. Feinere Bodenteilchen (Ton, Schluff) fehlen beinahe, dagegen ist Sand reichlich zwischen den Steinen vorhanden und da und dort auch bodenbildend, wobei der Grobsand meist ausgesprochen vorherrscht (vgl. Tab. 4, Nr. 1–4). Die Reaktion dieses Sandbodens ist neutral oder leicht alkalisch (vgl. Tab. 2, Nr. 1–4). Auffallend ist die geringe Pufferung, namentlich gegen die Säuren (Tab. 3, Nr. 1–2, Abb. 2).

Die Vegetation ist noch sparsam entwickelt; beim ersten Anblick erscheint die Fläche beinahe pflanzenleer. Die genauere Untersuchung lehrt aber etwas anderes. Zahlreiche, kleine Pflänzchen sind über den Schuttboden vertreut und besitzen eine Deckung, die im Mittel etwa 1 bis 2% betragen mag, gelegentlich sich bis auf 5 bis 8% anreichert. Daneben sind allerdings kleinere Stücke noch ganz vom Pflanzenwuchs entblößt. Die Artenzahl ist beträchtlich: 37 Arten von Gefäßpflanzen wurden in dem Raume von 800 m² festgestellt. Sie zeigen in der Mehrzahl eine gute Vitalität, blühen und fruchten reichlich. Doch ist der Wuchs niedrig und eher mager. Die Flora setzt sich zur Hauptsache aus Silikatpflanzen zusammen. Einzelne Kalkpflanzen sind eingestreut: *Saxifraga aizoides* (reichlich), *Sedum atratum*, *Campanula cochleariifolia*. Der neutrale Boden ermöglicht ihnen gutes Gedeihen, obgleich Kalkschutt hier kaum beobachtet wurde. Bereits finden sich mehrere Holzpflanzen unter den Erstansiedlern. *Salix helvetica*, *Salix hastata* und vor allem *Alnus viridis* zeigen ein normales vegetatives Gedeihen der Jungpflanzen. Eine Grünerle, die am gletscherseitigen Rande hinter einem Felsblock aufwächst, hat bereits 60 cm Höhe erlangt (Taf. 1, Abb. 2). Die etwas sandigen Teile der Mulde, besonders gegen den Südrand hin, sind wesentlich stärker besiedelt, als die Grobschutt-Teile. Eine gegenseitige Beeinflussung der Ansiedler fehlt jedenfalls noch.

Stellenweise ist der sonst noch völlig lockere Schuttboden etwas verfestigt. Man kann ganze Oberflächenschichten abheben. Kleine, beinahe ganz im Boden versteckte Moosrasen haben als Festiger gewirkt. Wir fanden *Polytrichum piliferum*, *P. juniperinum*, *Ceratodon*

Tabelle 1

Übersicht über die floristische Zusammensetzung der Moränendauerflächen 1–5.

(AD=Abundanz+Dominanz kombiniert, V=Vitalität, vergl. Seite 36)

Gefäßpflanzen	D1		D2		D3		D4		D5	
	AD	V	AD	V	AD	V	AD	V	AD	V
Cystopteris fragilis	+	2	+	3	+	3	+	1		
Picea excelsa	+	1	1	2	1	3	+	2	–1	2–3
Agrostis rupestris	1	3	+–1	3	+	1–3	+	3	+	–3
Poa alpina	+	3	1	3	+	3	1	3	2	3
laxa	+	3								
nemoralis	+	2–3	+	2–3	1	3	1	3	2	3
Luzula spadicea	+–	3	+	3						
spicata	+	3	+	3	+	3	+	3		
Salix appendiculata	(+)	1	+	2	+	2	+	2		
helvetica	1	2	2–3	3	4	3	2–3	3	3	3
hastata	+	2	1	3	+	3	1	3	2	3
nigricans	+	1	+	3	+	3				
Betula pendula	(+)	2	1	3	2	3	1	3	1	3
Alnus viridis	1	2	+	3	+	3	+	3		
Rumex scutatus	+	3								
Oxyria digyna	2	3	+	3	+	2–3				
Silene rupestris	+–	3			+	3	+	3		
Cerastium uniflorum	+	3								
pedunculatum	–1	3								
strictum	+	2–3								
Sagina saginoides	2	3								
Cardamine resedifolia	+	3			+	3				
Arabis alpina	2	3	(+)	3						
Sedum atratum	+	3			+	–3	+	3		
Saxifraga bryoides	1	3	+	2–3	+	2–3	+	2		
aizoides	2	3	1	3	1	3				
moschata	+	3			+	–3	+	3		
Alchemilla alpina	+	2	+	3						
glaberrima	+	3	+	3						
Trifolium pallescens	+	2	1	3	1	3	1	3	+	2
Epilobium angustifolium	+	2	+	2	1	3				
Fleischeri	2	–3	1–2	3	2	3	1	3	–1	2
Vaccinium uliginosum	+	+–	+	2–3	+	–3	2	2–3	1	2–3
Linaria alpina	1	3	+	3			+	2–3		
Veronica fruticans	+	3					+	–3		
Campanula cochleariifolia	+	3								
Chrysanthemum alpinum	1	3	+	2–3	+	2–3	+	2–3		
Tussilago farfara	2	3	1	3	1	3	+	2–3	+	–2
Doronicum Clusii	+	2								
Dryopteris Linnaeana			+	3	+–1	3				
Asplenium trichomanes			+	2						

Gefäßpflanzen	D1		D2		D3		D4		D5	
	AD	V	AD	V	AD	V	AD	V	AD	V
Equisetum variegatum			1	–3						
Larix decidua			1	2	1	3	2	3	3	3
Phleum alpinum			(+)	2–3						
Festuca rubra ssp. *comm.*..			+	3					+	2–3
Carex sempervirens			+	3						
Juncus Jacquini			+	3						
trifidus			+	3	+	3	+	3	+	2–3
Tofieldia calyculata			(+)	3						
Orchis maculata			+	3						
Platanthera bifolia			+	3						
Salix herbacea			+	2	+	2				
retusa			1	3	+	3	2	3	3	3
serpyllifolia			1	3	+	3	2	3	2	3
reticulata			+–1	3	+	2–3	+	–3	+–1	2
purpurea			+–1	2–3	–1	3	+	2	1	2–3
caprea			+	2–3	+	2	+	2	1	–3
arbuscula ssp. *foetida*			+	3	+	3	+	3	+	2–3
Populus tremula			+	2	+	2	+	2	+	2
Silene exscapa			+	3			+	3		
Cardamine alpina			(+)	3	+	3				
Sempervivum montanum ..			+	3	2	3	2	3	2	3
Saxifraga oppositifolia			+	–3	+	3	+	–3		
aizoon			+	3	1	3	+	3	+	3
stellaris			+	3						
Dryas octopetala			+	3			+	3	+	3
Trifolium badium			(+)	2–3	+	3				
Anthyllis vulneraria			+	2–3						
Empetrum nigrum			+	2	+	2–	–3	3	2	3
Viola biflora			+	2						
Epilobium alsinifolium ...			+	3						
Rhododendron ferrugineum			+	2	–1	3	2–3	3	4	3
Vaccinium vitis idaea			+	2			+	2–3	–1	2–3
myrtillus			+	2	+	3	1	2	1	2–3
Calluna vulgaris			+	2			1–2	3	2	3
Primula hirsuta			+	2						
Veronica alpina			+	2–3						
Pinguicula leptoceras			2–3	3						
alpina			(+)	3						
Campanula Scheuchzeri ...			+	2–3			+	2–3	+	3
Bellidiastrum Michelii			+	2–3	+	3				
Erigeron alpinus			(+)	2–3	+	2–3	+	2–3		
polymorphus			+	2–3						
Antennaria dioeca			+	3	+	–3	+	2–3	2	2–3
carpathica			+	2	+	2				
Artemisia laxa			+	3						
Homogyne alpina			+	2	+	2			+	2
Arnica montana			+	2						

Gefäßpflanzen	D1		D2		D3		D4		D5	
	AD	V	AD	V	AD	V	AD	V	AD	V
Senecio incanus			(+)	2–3						
Cirsium spinosissimum			+	1–2	+	2				
Leontodon helveticus			+	3	+	3				
Taraxacum alpinum			+	3						
Crepis aurea			+	2						
Hieracium pilosella			1	3	1	3	1	3		
auricula			+	2						
cf. ***bifidum***			+	3	1	3	+–	2–3	1	2–3
alpinum			+	2	+	2–3	+	–3		
staticifolium			1	3	–1	3	1	3	2	3
Dryopteris filix mas					+	3				
austriaca					+	2				
lonchitis					+	3				
Asplenium viride					+–	3				
Lycopodium selago					+	2	+	2		
Pinus cembra					+	2	+	2	+–	1–2
Juniperus nana					+	2			+	2–3
Agrostis tenella					+	2	+	2	+–	2
Calamagrostis villosa					+–1	2			1	2
Salix daphnoides					+	3	+	2	+	2–3
Sempervivum arachnoideum					+	2–3				
Saxifraga cuneifolia					+	2–3				
Sieversia montana					+	3				
Lotus corniculatus					+	2				
Pyrola secunda					1	3	+	3		
minor					–1	3	+	3		
Thymus serpyllum					+	2–3				
Valeriana tripteris					+	3	+	3	+	2
Adenostyles alliariae					+	2				
Artemisia genipi					+	3				
Taraxacum officinale					+	3				
Hieracium intybaceum					+	2				
Anthoxanthum odoratum							+	3	+	3
Deschampsia flexuosa							+1	2–3	–1	2–3
Festuca Halleri							+	3		
Luzula silvatica							+	2	1	2–3
Gymnadenia conopea							+	3		
Trifolium pratense							+	–2	+	2
Loiseleuria procumbens							+	3		
Euphrasia minima							+	–3		
Galium pumilum							+	2–3		
Phyteuma hemisphaericum							+	3		
Erigeron uniflorus							+	2–3		
Aster alpinus							+	–3		
Carduus defloratus							+	2		
Festuca ovina									+	2
Carex ericetorum									+	3

Gefäßpflanzen	D1		D2		D3		D4		D5	
	AD	V	AD	V	AD	V	AD	V	AD	V
Luzula lutea									+–	3
multiflora									+	2–3
Salix cf. *phylicifolia*									+	2–3
Melampyrum silvaticum									1	3
Phyteuma betonicifolium									+	2–3
Solidago virga aurea									+	2–3
Achillea moschata									+	2–3
Moose und Flechten										
Ceratodon purpureus	1									
Rhacomitrium canescens										
v. *tortuloides*	1									
aciculare	1									
Bryum caespititium	1									
Polytrichum juniperinum	1		1		1		1		1	
piliferum	1		1		1		1		1	
Oncophorus virens			1							
Rhacomitrium canescens			2		4		4		4–5	
Pohlia Ludwigii			1							
Bryum pallens			1							
pallescens			1		+					
Philonotis tomentella			2–3							
Climacium dendroides			1							
Cratoneuron commutatum										
v. *falcatum*			2							
Cladonia fimbriata										
v. *simplex*			+							
pyxidata v. pocillum			+		1		1		1	
Dicranoweisia crispula					+		+			
Encalypta streptocarpa					1					
Aulacomnium palustre					+					
Drepanocladus uncinatus					1					
Brachythecium glareosum					1					
Polytrichum formosum					+				+	
Cladonia fimbriata v. *radiata*					+					
Stereocaulon alpinum					1		2–		3	
Peltigera rufescens					+					
Ditrichum flexicaule							+			
Grimmia elatior										
Brachythecium collinum							+			
Cladonia macrophyllodes							1		+	
silvatica							+		+–	
Psoroma hypnoides							+			
Peltigera polydactyla							1			
Cetrarix islandica							+		+	
crispata									+	

purpureus, *Bryum caespititium*, *Rhacomitrium aciculare*, *R. canescens* var. *tortuloides*, insgesamt 6 Arten. Die Rhizoiden dieser Moose durchspinnen den Boden und halten ihn auch nach ihrem Absterben noch zusammen. Da und dort sind die Moospölsterchen bereits im Absterben begriffen, und erste Anflüge von Flechten, die aber noch unbestimmbar sind, haben sich auf ihnen angesiedelt. Auch der Boden verändert sich

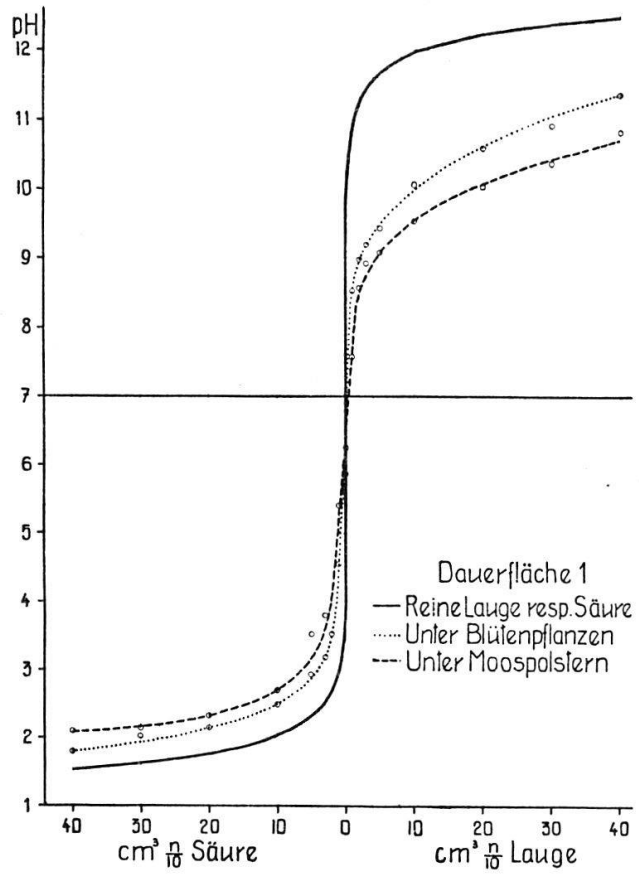

Abb. 2. Pufferungskurven zweier Böden der Moränendauerfläche 1.

unter diesen Moospolstern innerhalb kurzer Zeit. Er ist schon in leichter Versauerung begriffen und weist etwas Humus und deutlichen Gehalt an kolloid ungesättigten Humusstoffen auf (Tab. 2, Nr. 3, 4). Auch ist seine Pufferung gegen Lauge und Säure deutlich größer geworden (Tab. 3, Nr. 3 und 4, s. auch Abb. 2).

Der Außenrand dieser Dauerfläche ist 15 m vom heutigen Eisrand des Gletschers entfernt, der etwa 6 m tiefer liegt. Doch steigt der Gletscher vom Rand weg rasch an, bis mindestens 10 m höher als die Untersuchungsfläche. Die pflanzlichen Ansiedler rücken noch beträcht-

lich über den Rand der Untersuchungsfläche hinaus gegen das Eis vor. Als äußerste fanden sich 2 m über der Eissohle und 3,5 bis 4 m in horizontaler Entfernung vom Eis *Oxyria digyna*, *Epilobium Fleischeri* und *Arabis alpina*, die letztere blühend. Dann 2,5 m über der Eissohle und etwa 5 m vom Gletscherrand *Saxifraga aizoides* (blühend), *Cerastium* cf. *pedunculatum* und je eine *Betula* ~~*pubescens*~~ **pendula** und *Salix* cf. *appendiculata*, beide 10 bis 15 cm hoch und etwa 4 Jahre alt.

Gegen Norden hin schließt in rund 30 m Entfernung ein kleiner Seitenlappen des Gletschers die Dauerflächenmulde ab. Vor diesem Lappen ist der Schutt auf etwa 20 m Entfernung hin pflanzenfrei. Dann treten miteinander an einer flacheren Stelle auf: *Oxyria digyna*, *Saxifraga aizoides*, *Sagina saginoides*, *Arabis alpina* sowie die kleinen, schuttverfestigenden Moosrasen.

Oberhalb der Dauerfläche folgt ein steiler, rutschender und nur wenig besiedelter Hang, der ungefähr in der Mitte gegen die Dauerfläche 2 hin einen kleinen Boden von etwa 3×4 m Größe einschließt. Hier fanden sich neben den Krautpflanzen auch mehrere Holzpflanzen: 2 *Betula* ~~*pubescens*~~ **pendula** von 80 und 100 cm Höhe, 1 buschige *Larix* (40 cm), 2 dichtbuschige *Picea* (etwa 35 cm) und mehrere *Salices*. Polster von *Rhacomitrium canescens* waren schon kräftig entwickelt, und es zeigten sich die ersten Anflüge von *Stereocaulon alpinum*. In Rhacomitriumpolstern wuchs hier vereinzelt *Pyrola minor*.

Dauerfläche 2 (vgl. Taf. 2, Abb. 1). Sie liegt ebenfalls auf einem größeren Boden des Moränenhanges in 1900 m Meereshöhe, etwa 25 m oberhalb der Fläche 1 und besitzt eine Größe von 50×15 m, also eine Fläche von etwa 750 m². Auf der Südseite fließt in geringer Entfernung ein Bächlein vorbei, das bis in den Sommer hinein Wasser führt und von Grünerlengebüsch und einer Quellflur gesäumt wird. Die Grünerlen am Bach erreichen schon gut 2 m Höhe. Auch der südlichere Teil der Dauerfläche ist wasserzügig.

Die Überwachsung ist bereits ziemlich fortgeschritten, so daß der nackte Boden nur noch etwa 40% ausmacht. Unsere Bestandesliste weist 77 Arten von Gefäßpflanzen auf, bei Einbezug der unmittelbaren Randgebiete sogar 85 Arten. Dazu kommen 10 Moos- und 2 Flechtenarten. Auch hier weisen die meisten Gefäßpflanzen ein gutes Gedeihen auf, blühen und fruchten reichlich. Ihre Individuenzahl ist in der Regel gering; nur wenige kommen reichlich vor, vor allem *Pinguicula leptoceras*, die im Juni im feuchten Teil der Fläche mit ihren blauen Blüten

Tabelle 2

Untersuchung von Bodenproben aus den Seitenmoränen des Aletschgletschers

Nr.	Herkunft der Probe	Allgemeine Beschaffenheit des trockenen Bodens	pH	Glühverlust %	Färbung des Glüh-rückstandes	Koll. Humus	
						Skalen-teile	Ein-heiten
1	Dauerfläche 1 (ca.1938), unter Saxifraga aizoida	sandig, viel Grobsand, grau	7.03	1	graul.-braun	0	<1
2	flacher Boden mit Tussilago u. Epilob. Fleisch.	grobsandig,grau	7.13	1	graul.-braun	0	<1
3	Boden durch Moose etw. verfestigt, 0–5 cm	sandig-staubig, grau	6.78	1	kräftig rot-braun	0–1	1,5
4	ebenso, stärker verfestigt, 0–5 cm	wie Nr. 3	6.21	3	kräftig rot-braun	0–1	2
5	Dauerfläche 2 (ca.1920), unter Salix serpyllifolia	sandig, etwas staubig, grau	8.01	2	braun	0	<1
6	unt. Philonotis-Polstern	wie Nr. 5	8.10	2	braun	0	<1
7	an Felsblock mit Vaccinium ulig. u. Rhodod.ferr.	sandig, viel Grobsand,grau	7.59	2	braun	0	<1
8	unter dichtem Vaccinium ulig., 1–2 cm	sandig-humos, schwärzlich	5.55	12	graul.-braun	1	10
9	3–5 cm	sandig, graubr.	5.97	2	braun	–1	7
10	Dauerfläche 3 (ca.1900), unter Rhacomitrium-polster, 0–3 cm	grobsandig, etw. humos, dunkel-grau	6.49	3	braun	0–1	2
11	unter Vaccinium ulig.	wie Nr 10	6.44	2	braun	0–1	2
12	Dauerfläche 4 (ca.1875), unter Calluna u. Empetrum, 1–3 cm	sandig, grau	6.74	3	braun	0–1	1
13	unter Vaccinium ulig., 0,5–1 cm	sandig-humos, dunkel-graul.	5.76	7	braun	1	5
14	1–5 cm	sandig, etwas staubig, graubr.	5.69	2	braun	0–1	4
15	unter Vaccinium ulig. u. Empetrum, 0–3 cm	sandig, etwas humos, graubr.	5.65	5	braun	–1	5
16	± 5 cm	sandig-staubig, hellgrau	5.81	3	braun	0–	1
17	unter Dryas, 0–3 cm . . .	wie Nr. 14	5.86	4	braun	0–1	3
18	Dauerfläche 5 (ca.1860), unt.Empetrum, Vaccin., Rhod., 0–1 cm	sandig-humos, schwärzlich (Humusfilz)	5.49	14	graubraun	3	40

Nr.	Herkunft der Probe	Allgemeine Beschaffenheit des trockenen Bodens	pH	Glühverlust %	Färbung des Glüh-rückstandes	Koll. Humus Skalen-teile	Koll. Humus Ein-heiten
19	1–2 cm	sandig, grau	5.85	2	braun	1	6
20	2–4 cm	feinsandig-staubig, graubr.	5.62	2	braun	–1	4
21	5–10 cm	sandig, hellgrau	6.18	1	graubraun	0–1	2
22	unt.Rhod.,Empetrum, Vaccin.,Calluna, 0–1 cm	feinsandig-humos, dunkel	5.11	8	braun	2	15
23	4–8 cm	sandig, graubr.	5.69	2	braun	0–1	2
24	unter Rhacomitrium, 0–3 cm	sandig, grau	6.36	1	rotbraun	0–1	2
25	ebenso, andere Stelle, 0–3 cm	grobsandig, graubraun	6.38	2	rotbraun	0–1	3
26	Larix-Streueschicht unt. Lärchen, 0–3 cm	zieml. trockene, dicht gelagerte Nadelstreue, wenig zersetzt	5.98	94	graueAsche	2–	20*
27	3–6 cm	ebenso, etwas feuchter	5.43	92	graueAsche	3–	70*
28	Mineralboden, unt.Streue ± 10 cm	sandig, etwas humos, grau	6.01	3	rotbraun	–1	4
29	Dauerfläche 8 (ca.1860), Larix-Streue unter Lärchen, 0–2 cm	wie Nr. 26	5.68	92	graueAsche	2–3	40*
30	2–5 cm	wie Nr. 27	6.04	85	graueAsche	3	50*
31	Mineralboden unter Streue, 6–12 cm	sandig-staubig, etw. hum., grau	6.67	3	kr. rotbraun	0–1	3
32	Altes Rhodoreto-Vaccinietum, oberh. Silbersand, 2–10 cm, A_{1a}	Rohhumus, stark zersetzt, dunkelbraun	3.93	48	graueAsche	5	400
33	± 15 cm, A_{1b}	sandig-humos, dunkel	3.98	10	hellgrau	5	280
34	± 25 cm, A_2	sandig, hellgrau	4.84	5	grau-rötlich	4–5	100
35	28 cm, B_1	sandig-humos, dunkel	4.73	10	bräunlich	5	400
36	ca. 40 cm, B_2	sandig-staubig, rotbraun	5.60	6	kräftig ziegelrot	4	100
37	ca. 120 cm, B_2	wie Nr. 36	5.44	6	wie Nr. 36	4	100

* Zur Bestimmung des kolloidalen Humus konnte nur 1 g der Streueschicht verwendet werden. Der Vergleichswert liegt also ungefähr doppelt so hoch.

das Bild beherrschte. Bemerkenswert ist, daß unter den im Vergleich mit Dauerfläche 1 neu hinzukommenden Arten sich mehrere finden, die charakteristisch sind für die subalpin-alpinen, azidophilen Rasen und Zwergstrauchgesellschaften. Wir nennen: *Dryopteris Linnaeana, Agrostis rupestris, Carex sempervirens, Juncus Jacquini, Juncus trifidus, Sempervivum montanum, Empetrum nigrum, Rhododendron ferrugineum, Vaccinium uliginosum, myrtillus, vitis idaea, Calluna vulgaris, Antennaria carpathica* und *dioeca, Homogyne alpina, Arnica montana, Leontodon helveticus, Hieracium pilosella, auricula, alpinum.* Anderseits haben sich auch kalkholde Arten angesiedelt: *Salix reticulata, Saxifraga aizoides, Dryas octopetala, Anthyllis vulneraria, Bellidiastrum Michelii,* die von dem in der Moräne vorhandenen Kalkschutt und der meist noch neutralen oder alkalischen Bodenreaktion ihren Vorteil ziehen. Charakteristische Pioniere wie *Poa laxa, Rumex scutatus, Cerastium uniflorum* und *pendunculatum, Campanula cochleariifolia, Doronicum Clusii* sind verschwunden.

Eine starke Zunahme haben die Holzpflanzen erfahren. Die Deckung des Zwerggesträuches wurde auf 15% geschätzt. Der Hauptanteil davon kommt den Zwergweiden zu, namentlich der *Salix helvetica.* Ein Exemplar von *Alnus viridis* erreicht bereits die Höhe von 170 cm. Die azidophilen Ericaceen sind eingewandert, vorerst aber nur in wenigen Individuen vorhanden. In bedeutender Zahl sind die Baumpflanzen vorhanden, *Birken, Lärchen* und *Fichten.* Wir zählen zusammen 63 Stück (vgl. Tab. 9). Die Fichten sind alle niedrig und zeigen sehr mäßiges Gedeihen. Der Wuchs ist grotzenhaft, dicht- und kurzästig; die Nadeln sind oft von gelbgrüner Farbe. Etwas besser gedeihen die Lärchen, deren eine die Höhe von 1 m überschritten hat. Noch besser wachsen die Birken, von denen eine bald 2 m Höhe erreicht.

Eine deutliche Ausscheidung der Arten nach Standorten hat eingesetzt, indem insbesondere die wasserzügigen oder zeitweilig überrieselten Böden Anfänge der Quellflurbildung zeigen. Schöne Polster von *Philonotis tomentella, Cratoneuron commutatum* var. *falcatum* und andern hygrophilen Moosen breiten sich aus, und in ihnen finden wir *Epilobium alsinifolium, Tofieldia calyculata, Pinguicula leptoclados* und *alpina, Bellidiastrum Michelii, Saxifraga stellaris* und *aizoides.* Auf feuchtem Sand wächst reichlich *Equisetum variegatum;* auffallend blüht verschiedentlich *Orchis maculata.* Mittlere Böden tragen Spaliere von *Salix retusa, serpyllifolia, reticulata.* Auf trockenem Sand fängt *Rha-*

Tabelle 3

Pufferung von Bodenproben aus den Seitenmoränen des Aletschgletschers und einiger Proben vom Oberen Grindelwaldgletscher. Darstellung der Pufferflächen (siehe Seite 38).

Nr.	Herkunft der Probe	Pufferfläche in cm²	
		geg. Lauge	geg. Säure
1+2	Dauerfläche 1, loser Sand	173,6	46,6
3+4	Jb., unter Moospolstern	227,0	75,0
5+6	Dauerfläche 2, unter Spalierweide respektive Moospolstern	193,6	69,9
8+9	Jb., unter Vaccinium uliginosum-Busch	255,7	61,2
10+11	Dauerfläche 3, unter Vaccinium uliginosum und Rhacomitrium	188,5	46,8
13+15	Dauerfläche 4, unter Vaccinium uliginosum und Empetrum, oberflächlicher Humus	221,0	52,1
14+16	Jb., Sand unter der Humusschicht	146,6	44,2
18	Dauerfläche 5, unter Empetrum, Rhododendron ferrugineum, Vaccinium, Humusfilz	349,4	113,1
19	Jb., graulicher Sand, 1–2 cm	170,7	49,2
20	Jb., bräunlicher Sand, 2–4 cm	219,5	44,3
21	Jb., heller Sand, 5–10 cm	158,6	55,5
22	Jb., wie 18, Humusfilz	290,5	63,9
23	Jb., heller Sand, 4–8 cm	189,5	68,0
26,27, 29,30	Dauerfläche 5+8: Larix-Streue	491,4	254,5
28	Dauerfläche 5, Sand unter der Larix-Streue	189,5	68,0
32	Arvenwald unter Rhododendron ferrugineum-Vaccinien-Zwerggesträuch (Podsolprofil), 2–10 cm (A_1)	581,2	71,8
33	Jb., ± 15 cm (A_1 b)	382,3	63,5
34	Jb., ± 25 cm (A_2)	282,6	97,4
36+37	Jb., 40+120 cm (B)	315,8	145,7
G1	Oberer Grindelwaldgletscher, junge Moräne	171,2	543,4
G2	Jb.	118,6	554,4

comitrium canescens an, sich auszubreiten und mit ihm zusammen *Hieracium staticifolium*, *pilosella*, *auricula*, *Antennaria dioeca* und andere Arten. Da und dort haben sich erste Anfänge eines azidophilen Ericaceenzwerggebüsches gebildet. Aber die primitiven Stadien einer regellosen, zufälligen Ansiedlung herrschen noch vor.

Die Feinerde ist grobsandig; doch erreicht der Feinsand hohe Werte und überwiegt gelegentlich (Tab. 4, Nr. 5–9). Die Differenzierungen des Bodens können in den Extremen bereits sehr bemerkbar werden.

Wir fanden unter *Philonotis*-Polstern und unter *Salix serpyllifolia*-Spalieren noch alkalische Böden ohne kolloidalen Humus aber mit verhältnismäßig hohem Gehalt an Schluff, der wohl durch Einschwemmung angereichert war (Tab. 2 und 4, Nr. 5–6). Nicht viel anders war der Boden unter einer jungen Ansiedlung von *Vaccinium uliginosum* und *Rhododendron ferrugineum* (Tab. 2 und 4, Nr. 7). Ein etwas älterer und dichter Busch von *Vaccinium uliginosum* dagegen zeigte schon eine dünne Oberflächenschicht von saurem Humus, und auch der unterliegende Sand in 3 bis 5 cmTiefe war noch deutlich sauer (siehe Tab. 2 und 4, Nr. 8–9). Auch die Pufferung gegen Lauge war bedeutend erhöht (Tab. 3, Nr. 8–9).

Dauerfläche 3 (vgl. Taf. 2, Abb. 2). Sie liegt in einer durch deutlichen Moränenwall abgeschlossenen Mulde in 1925 m Höhe und besitzt in Anpassung an die Gestalt der Mulde eine Größe von 43 × 10 m = 430 m². Durch Aussickerung aus dem Moränenhang entsteht in ihrem südlichen Teile ein kleines Bächlein, das während unseres Aufenthaltes um den 20. Juni 1944 gerade austrocknete.

Die Überwachsung bietet ein ganz anderes Bild, als bei den Flächen 1 und 2, weil bereits dichtes Zwerggesträuch einen großen Teil der Fläche deckt und gegen das südliche Ende hin sich kräftiger Baumwuchs entwickelt hat. Die Zahl der Baumpflanzen ist zwar geringer als in der Fläche 2; aber zum erstenmal erscheint die *Arve* mit 6 kleinen Individuen, die dicht nebeneinander stehen, und die Baumgruppe der *Lärchen*, *Birken* und *Fichten* zeigt gutes und rasches Wachstum. Die Bäume fruchten und erreichen Höhen zwischen 3 und 5 m (vgl. Tab. 9). Dieses üppige Wachstum ist wohl auf die besondere Begünstigung durch das Wasser zurückzuführen. Wahrscheinlich hängt auch die starke Entwicklung des Gebüsches, das rund 40% der Fläche deckt, mit der guten Durchfeuchtung des Bodens zusammen. Es ist im wesentlichen ein Weidengebüsch, in dem 8 verschiedene Weidenarten gezählt wurden, aber *Salix helvetica* bei weitem vorherrschte. *Salix nigricans* erreichte 1,65 m, *Salix daphnoides* 2,2 m Höhe. Neu aufgetreten ist der Zwergwacholder, *Juniperus nana*.

Die Bodendeckung der krautartigen Vegetation hat sich gegenüber der Fläche 2 nicht vergrößert; die Artenzahl ist annähernd gleich geblieben (Gesamtzahl von Gefäßpflanzen-Arten = 77); die Individuenzahl ist immer noch klein, und gut ausgeprägte Gesellschaften haben sich nicht ausgebildet. Dagegen ist die Vitalität der Arten im allge-

Tabelle 4

Korngrößenverteilung in Bodenproben aus den Seitenmoränen des Aletschgletschers und einiger Proben vom Vorfeld des Rhonegletschers und des Ob. Grindelwaldgletschers

Wegen der Herkunft der einzelnen Proben vergl. Tab. 2 (Aletsch), Tab. 11 (Rhonegletscher), Tab. 13 (Oberer Grindelwaldgletscher)

G = Grobsand (2–0,2 mm); F = Feinsand (0,2–0,02 mm); S = Schluff (0,02 bis 0,002 mm); T = Ton (<0,002 mm).

Nr.	Herkunft	G. %	F. %	S. %	T. %
1	Dauerfläche 1 . .	46	46	5	3
2	Jb.	86	11	0	3
3	Jb.	58	29	10	3
4	Jb.	57	30	10	3
5	Dauerfläche 2 . .	45	37	15	3
6	Jb.	51	36	10	3
7	Jb.	72	23	3	2
8	Jb.	46	49	5	<1
9	Jb.	26	66	5	3
10	Dauerfläche 3 . .	80	15	3	2
11	Jb.	86	9	3	2
12	Dauerfläche 4 . .	50	40	7	3
13	Jb.	49	46	5	<1
14	Jb.	46	44	7	3
15	Jb.	41	51	5	3
16	Jb.	41	44	12	3
17	Jb.	44	43	10	3
18	Dauerfl.5	35	55	10	<1
19	Jb.	33	54	3	10
20	Jb.	9	78	10	3
21	Jb.	18	77	3	2
22	Jb.	17	63	15	5
23	Jb.	46	46	3	5
24	Jb.	38	47	10	5
25	Jb.	61	29	7	3

Nr.	Herkunft	G. %	F. %	S. %	T. %
28	Jb.	38	42	17	3
31	Moränenfläche 8	45	18	30	7
32	Silbersand, Podsolprof., A_1 . .	18	43	29	10
34	Jb., A_2	24	41	27	8
36	Jb., B	37	43	15	5
37	Jb., B	44	36	17	3
R1	*Rhonegletscher*,	81	16	3	<1
R2	Jb.	94	4	2	<1
R3	Jb.	61	34	5	<1
R4	Jb.	48	44	5	3
R5	Jb.	40	47	8	5
R12	Jb.	58	32	7	3
R13	Jb.	26	51	20	3
R14	Jb.	32	50	15	3
G1	*Grindelwaldgl.*,	65	17	15	3
G2	Jb.	62	30	5	3
G4	Jb.	3	77	17	3
G9	Jb.	57	33	7	3
G10	Jb.	44	34	15	7

meinen sehr gut. Bemerkenswert ist die verhältnismäßig starke Vertretung der Farne, von denen 6 Arten gezählt werden, nur in einzelnen oder wenigen Individuen aber mit gutem Gedeihen. Neu in Erscheinung treten die im Gebiete bestandbildenden Gräser *Agrostis tenella* und *Calamagrostis villosa*, sowie von azidophilen Begleitern der Rasen und des Zwerggesträuchs *Sieversia montana*, *Pyrola minor* und *secunda*.

Moose und Flechten nehmen, wie in der Fläche 2, etwa 30% des Bodens ein; aber dieses Mal sind es trockene Böden, und herrschend ist absolut *Rhacomitrium canescens*. Während die Zahl der Moosarten gleich geblieben ist, hat die der Flechten sich verdoppelt, und *Stereocaulon alpinum* fängt an, sich auf den alten Rhacomitrium-Polstern auszubreiten. Die Bedeutung der Flechten ist also größer geworden. Frei von Vegetation sind noch etwa 30% des Bodens.

Wir haben aus dieser Fläche nur zwei Bodenproben untersucht (Tab. 2, 3, 4, Nr. 10–11). Die eine wurde unter Rhacomitrium-Polstern von der Bodenoberfläche bis in 3 cm Tiefe entnommen. Sie bestand aus graugelblichem Sand unter dem direkt der Fels kam. Die andere entnahmen wir unter einem Vaccinium uliginosum-Gebüsch, wo der Boden oben etwa 1 cm humosen Sand, dann einige Zentimeter reinen Sand, dann gröbere Steine zeigte. Beide Proben sind außergewöhnlich grobsandig und stimmen auch darin überein, daß sie eine leichte Ansäuerung und einen merklichen Gehalt an kolloidal ungesättigtem Humus aufweisen. Die Pufferung ist schwach. Der größere Teil der Untersuchungsfläche hat offensichtlich noch kaum veränderten, mineralischen Rohboden.

Dauerfläche 4 (vg. Taf. 3, Abb. 1). Wie Dauerfläche 3 liegt sie in einer durch einen kleinen Moränenwall abgeschlossenen Mulde, 1955 m ü. M. und ist in Anpassung an das Gelände 60 × 10 m groß (= 600 m² Fläche). Der Boden ist gleichmäßig trocken. Die Zahl der gefundenen Gefäßpflanzen hat gegenüber den Dauerflächen 2 und 3 merklich abgenommen (68). Dagegen zeigt die Überwachsung Fortschritte. Allerdings ist die Deckung durch Baumschicht und Strauchschicht etwas zurückgegangen; aber zugenommen hat die Überwachsung durch Zwerggesträuch, Kräuter, Flechten und Moose (s. Tab. 8). In der Krautschicht hat sich vor allem die Zahl der Farne vermindert, ferner die der feuchtigkeitsliebenden Arten. So ist *Saxifraga aizoides* verschwunden, *Tussilago farfara* spärlich geworden. Als neu sind zu erwähnen *Deschampsia flexuosa*, *Anthoxanthum odoratum*, *Luzula silvatica*, *Phyteuma hemisphaericum*. Immer noch finden wir einzelne Kalkpflanzen, wie *Salix reticulata*, *Dryas octopetala* und *Aster alpinus*. *Lotus corniculatus*, der in der Fläche 3 zum erstenmal und spärlich auftrat, ist zur häufigsten Blütenpflanze geworden, die ausgezeichnet gedeiht. Reichlich sind auch die Spalierweiden *Salix retusa* und *serpyllifolia*.

Die Zahl der Baumpflanzen hat sich zwar gegenüber der Fläche 3

verdoppelt; doch ist die Individuengröße viel geringer: es ist ein reichlicher Aufwuchs vorhanden, der aber in langsamem Wachstum begriffen ist. Dies ist vor allem für die *Fichte* auffallend. Kein einziges Individuum erreicht die Höhe von 1 m, während einzelne *Lärchen* und *Birken* immerhin die Höhe von 3 m überschreiten. Die begünstigende Wirkung des Faktors Bodenwasser in der Fläche 3 wird durch den Vergleich augenscheinlich. Einen deutlichen Fortschritt dagegen haben die *Arven* gemacht (s. Tab. 9): 11 Stück verteilen sich auf 5 Gruppen, und das höchste Bäumchen überschreitet 1 m.

Starke Veränderungen gegenüber der Fläche 3 zeigt der Aufbau des Gesträuchs. Die Strauchschicht hat in der Deckung abgenommen und erreicht noch knapp 10%. Dieser Rückgang kommt von der Abnahme der Weiden, namentlich der *Salix helvetica*. Anderseits hat aber das azidophile Zwerggesträuch stark zugenommen, insbesondere *Rhododendron ferrugineum*, *Vaccinium uliginosum* und *Empetrum nigrum*. *Loiseleuria procumbens*, die zwar nicht nach ihrem Wuchs aber doch nach ihrer soziologischen Bedeutung hierher gehört, ist neu eingewandert.

In der Bodenschicht herrscht noch immer *Rhacomitrium canescens*, die gut ein Drittel des Bodens bedeckt. Neben diesem Moos treten die andern Moose völlig zurück. Die Flechten sind etwas reichlicher geworden, vor allem *Stereocaulon alpinum*. Drei verschiedene Cladonien wurden festgestellt.

Der Boden in den mit Zwerggesträuch oder Spaliergesträuch bedeckten Teilen besitzt eine verhältnismäßig große Homogenität. Er ist ein ausgesprochener Sandboden, in dem Grobsand und Feinsand annähernd gleiche Anteile aufweisen (Tab. 4, Nr. 12–17). Unter einem schwach aber deutlich entwickelten, obersten humosen Horizont liegt gewöhnlich eine dünne Schicht von Sand, dem schon in wenigen Zentimetern Tiefe eine Mischung von Sand und Steinen oder auch größere Felsstücke folgen. Einige unter Zwerggesträuch in verschiedener Bodentiefe entnommene Bodenproben (Tab. 2, Nr. 12–17) zeigten übereinstimmend eine leichte Azidität und einen schwachen Gehalt an kolloidalem Humus .Interessanter Weise war die Bodenprobe unter *Dryas* ebenso sauer, wie die unter den Vaccinien, während eine unter *Empetrum* und *Calluna* entnommene Probe beinahe neutral reagierte. Die humose Oberflächenschicht weist eine bedeutend größere Pufferung auf, als der darunter liegende, reine Sand (Tab. 3, Nr. 13–16).

Dauerfläche 5 (vgl. Taf. 3, Abb. 2). Diese Dauerfläche lag unmittelbar über der Fläche 4 in 1975 m Höhe auf dem breit ausgeweiteten Scheitel der jungen Moräne. Eine kleine Mulde trennte sie von dem alten Wald. Ihre Fläche betrug 30×13 m = 390 m². Wiederum hat die Zahl der gefundenen Gefäßpflanzen bedeutend abgenommen (53), was kaum in der relativen Kleinheit der Fläche, sondern in der stärkeren Einheitlichkeit der Bodenbeschaffenheit und in der damit parallel gehenden Artenkonkurrenz begründet sein dürfte. Die Überwachsung ist gegenüber den bis jetzt besprochenen Flächen sehr viel bedeutender geworden; alle Vegetationsschichten haben zugenommen; die Moos- und Flechtenschicht steckt aber zum Teil unter dem Gesträuch oder den Krautpflanzen. Der nackte Boden beschränkt sich im wesentlichen auf das grobe Gestein.

Unter den Baumpflanzen dominiert ausgesprochen die *Lärche* mit 50 Individuen, von denen 18 über 200 cm Höhe messen und 8 zwischen 400 und 450 cm erreichen. In zweiter Linie kommt die *Birke* mit 5 Individuen über 200 cm Höhe. Die *Fichte* bleibt weit zurück. Kein einziges der 7 Individuen erreicht 200 cm. Mit 44 Individuen ist auch die *Arve* reichlich vertreten. Aber es sind Kleinpflanzen, keine über 50 cm hoch, und sie verteilen sich auf wenige Gruppen, die aus verschleppten Arvenzapfen hervorgingen. Die meisten werden in der gegenseitigen Konkurrenz innerhalb der nächsten Jahre absterben, und eine Anzahl sind bereits tot (nicht gezählt). Einige junge Arven, in der Größe um 100 cm herum, stehen in der Nähe dieser Dauerfläche, aber außerhalb ihrer Grenzen. Die Gesamtzahl der Baumpflanzen beläuft sich auf 114 und hält damit im Vergleich zu den andern Dauerflächen weitaus die Spitze; in der mittleren Höhe der Bäumchen bleibt die Dauerfläche 5 aber noch hinter der Dauerfläche 3 zurück, wo die kleinen Baumpflanzen spärlich sind und die Fichten einen beinahe dreimal höheren Mittelwert erreichen. Die Bäume stehen aber in größeren Teilen der Fläche 5 so dicht, daß sie bereits den Eindruck eines aufwachsenden Waldes erwecken.

Das Gesträuch hat mit etwa 65% Deckung weitaus die größte Verbreitung unter den 5 Dauerflächen. Einerseits hat sich die meist aus Weiden bestehende höhere Strauchschicht ungefähr auf dem Niveau der Fläche 3 gehalten und ihren Anteil gegenüber der Fläche 4 etwas verbessert. Anderseits hat aber das Ericaceen-Zwerggesträuch sehr stark zugenommen und bedeckt beinahe die Hälfte der Fläche (40%).

Besonders auffallend ist die Zunahme von *Rhododendron ferrugineum*, das vielerorts beginnt, zu geschlossenem Bestande zusammenzuwachsen, in Verbindung mit *Calluna*, den *Vaccinien* und *Empetrum*. Gewöhnlich enthalten diese Rhododendronbestände noch Reste von *Salix helvetica;* die charakteristischen Begleiter der azidophilen Zwergstrauchheide unter den Krautpflanzen, Moosen und Flechten sind noch spärlich. Immerhin können wir als solche nennen: *Deschampsia flexuosa*, *Agrostis tenella*, *Calamagrostis villosa*, *Luzula silvatica*, *Luzula multiflora*, *Melampyrum silvaticum*, *Phyteuma betonicifolium*, das Moos *Polytrichum formosum* und die Flechten *Cladonia silvatica* und *pyxidata*, *Cetraria islandica* und *erispata*.

In der Feldschicht erlangen die Spaliere von *Salix retusa* und *serpyllifolia* erst in dieser Fläche eine starke Verbreitung. *Dryas* hat sich in einzelnen kleinen Teppichen gehalten. Ein leichtes Ansteigen des Anteils der Gräser ist festzustellen, das vor allem auf *Poa alpina* und *nemoralis* entfällt. Häufig sind, wie in Fläche 4, *Sempervivum montanum*, *Lotus corniculatus* und *Hieracium staticifolium*. Auch *Antennaria dioeca* ist reichlich geworden. Neu hinzugekommen und sehr verbreitet ist *Melampyrum silvaticum*. Die Farne dagegen fehlen.

Die Bodenschicht hat eine Deckung von etwa 50%, ist aber zum Teil von Zwerggesträuch und Kräutern überwachsen. Reine Moos- und Flechtenrasen mit vereinzelten Individuen von Gefäßpflanzen überziehen vor allem vorstehende Rücken und Höcker, die der Austrocknung stark ausgesetzt sind. Absolut dominant ist immer noch *Rhacomitrium canescens*, neben dem von Moosen nur noch *Polytrichum juniperium* und *piliferum* reichlich, aber meist in unauffälligen Räschen vorhanden sind. Dagegen ist der Anteil der Flechten weiter gewachsen. In der Artenzahl stehen sie hier über den Moosen, und *Stereocaulon alpinum* hat eine bedeutende Deckung in den offenen Teilen der Untersuchungsfläche erlangt. Sie wächst in der Regel auf alten, abgestorbenen Moosrasen.

Ein besonderes Interesse erweckt die Bodenbildung in dieser Dauerfläche. Im großen ganzen ist der Boden ähnlich beschaffen, wie in der Dauerfläche 4, aber doch weiter entwickelt. Wir finden zwar immer noch Rohböden auf dem offenen oder erst kürzlich überwachsenen Schutt. Daneben sind aber bereits ausgesprochene Reifungsstadien vorhanden, am ausgeprägtesten in den kleinen Mulden, in denen sandige Feinerde von einiger Mächtigkeit aufgehäuft wurde. Hier haben sich dichte Be-

stände von azidophilem Zwerggesträuch gebildet. Für solche Stellen sind *Vaccinium uliginosum*, *Calluna*, *Empetrum* charakteristischer, als das im ganzen viel häufigere *Rhododendron ferrugineum*, das oft in Spalten zwischen den Blöcken oder großen Steinen wurzelt, wo die Feinerde in schwer erreichbarer Tiefe liegt und eine Stratifikation des Bodens nicht in Erscheinung treten kann. Wir finden in den flachen Muldenböden, dem reinen Sand aufliegend, eine etwa 1 cm dicke, mehr oder weniger verfilzte, humose Oberflächenschicht. An mehreren Stellen zeigte der darunterliegende Sand bereits die ersten Anfänge der Podsolierung. So ergab sich unter *Rhododendron ferrugineum*, *Vaccinien*, *Empetrum* folgendes Profil:

0– 1 cm Bodentiefe = Humusfilz
1 –2 cm Bodentiefe = grauer Sand (0,5–1 cm mächtig)
2– 4 cm Bodentiefe = bräunlicher Sand (1–3 cm mächtig)
4–10 cm Bodentiefe = grauer, heller Sand.

Die zugehörigen Bodenproben sind in den Nummern 18 bis 21 der Tabellen 2, 3, 4 enthalten. Der Boden ist immer noch von sandiger Beschaffenheit; aber der Feinsand tritt in der Regel gegenüber dem Grobsand entschieden in den Vordergrund. Staub und Ton sind etwas reichlicher vorhanden, und in dem oben aufgeführten Profil erscheint der Ton aus der obersten Schicht ausgeschwemmt und etwas in die Tiefe verlagert (Nr. 19). Die humose Schicht ist bereits kräftig versauert, stark gepuffert, besonders gegen Lauge (Tab. 3 und Abb. 3) und enthält eine beträchtliche Menge von kolloidalem Humus. Noch der helle Sand in 5 bis 10 cm Tiefe läßt die Einwirkung der Auslaugung erkennen. Ähnliche Verhältnisse geben die an anderer Stelle mit übereinstimmenden Bedingungen entnommenen Proben Nr. 22 bis 23. Auf den mit *Rhacomitrium* bewachsenen Rücken dagegen ist der Rohboden nur wenig verändert (Nr. 24–25). Besondere Bedingungen zeigen sich unter den größeren Lärchen, wo in der Regel *Rhododendron ferrugineum* angesiedelt ist, manchmal im geschlossenen Bestand. Die Lärchennadeln zersetzen sich in dem trockenen Klima nur langsam, und so häuften sich unter den Bäumen mächtige Schichten von Lärchennadeln, gelegentlich bis gegen 10 cm dick. Die trockenen Nadeln sind dicht ineinandergeballt und bilden eine abschließende Decke, ganz wie in dem humideren Klima die Nadeln der Föhre oder der Fichte. Proben ergaben in diesen Streueschichten beträchtliche Versauerung und starke Anhäufung von kolloidalem Humus (Tab. 2, Nr. 26–27). Die Pufferung

ist außerordentlich hoch, sowohl gegen Laugen als auch gegen Säuren (Tab. 3, Nr. 26, 27, 29, 30; Abb. 3). Auch der unter der Streue liegende Sand ist noch saurer, als unter den Rhacomitrium-Polstern (Tab. 2, Nr. 28).

Ähnliche Verhältnisse, wie wir sie für die Dauerflächen 4 und 5 geschildert haben, sind allgemein verbreitet auf dem unregelmäßig ab-

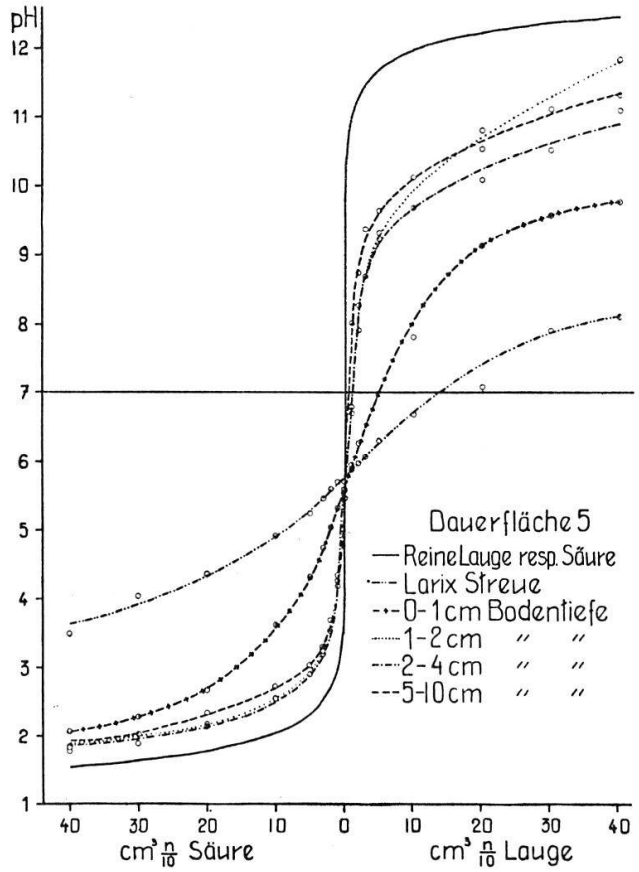

Abb. 3. Pufferungskurven der verschiedenen Horizonte eines Bodens der Moränendauerfläche 5 und der Streuedecke aus Lärchennadeln.

geflachten Moränenrücken, der sich, leicht abfallend, von unseren Dauerflächen gegen Süden hinzieht, nach Silbersand und darüber hinaus. Günstigere Stellen sind mehr oder weniger dicht mit jungaufwachsendem Lärchenwald besetzt (vgl. Taf. 4, Abb. 1).

Die *Lärchen* zeigen meist gutes Gedeihen aber einen sehr ungleichen Zuwachs. Dieser liegt vorwiegend zwischen 10 bis 15 cm im Jahr, kann jedoch gelegentlich bedeutend größer werden und 30 bis 35 cm erreichen. Anderseits beträgt er in vielen Fällen nur um die 5 cm herum. Das hat

zur Folge, daß auch in jüngeren Moränenteilen, wenn die Wachstumsbedingungen sehr günstig sind, bereits kräftige und verhältnismäßig hohe Bäume stehen, wie wir dies in der Fläche 3 gefunden haben. Die letzten hochwüchsigen Lärchen stehen sogar noch etwas unterhalb der Dauerfläche 3. Die *Birke* verhält sich ähnlich wie die Lärche. Ihr Zuwachs ist eher größer. Man findet oft Triebe, die vom Wild abgefressen worden sind, was während der winterlichen Schneedecke bis in mehr als 2 m Höhe erfolgen kann. Als Ganzes steht die Birke im Bilde des jungen Baumbestandes stark hinter der Lärche zurück. Noch viel weniger tritt die *Fichte* hervor. Dies ist einmal bedingt durch ihre kleinere Zahl, mehr aber durch die geringe Größe der Bäumchen. Wir haben gesehen, daß die Fichte auf dem Moränenschutt bereits sehr früh auftritt. Aber das Wachstum ist schwach. Für eine Anzahl Fichten auf den älteren Moränenteilen stellten wir einen mittleren Zuwachs fest, der unter 5 cm im Jahr bleibt. Die meisten Fichten der älteren Moränenteile erreichen kaum die Größe eines Meters und machen den Eindruck von Grotzen. Größen von 3 m, wie in den Dauerflächen 3 und 8 sind seltene Ausnahmen. Wieder anders verhält sich die *Arve*. Sie kommt erst spät auf und meist in Gruppen, die aus den Samen eines vom Nußhäher oder Eichhörnchen verschleppten Zapfens hervorgehen. Der Zuwachs ist noch kleiner als bei der Fichte, im Jahr einige Zentimeter, kaum je 1 dm. Im ganzen sind die Jungpflanzen der Arve auf den älteren Teilen der Moräne reichlich verstreut, doch meist nur einige Dezimeter hoch und wenig auffällig. Vereinzelt erreichen sie aber an Stellen mit besonders günstigen Lebensverhältnissen auch schon die Höhe von 1 m oder etwas mehr. Schließlich spielen in dem jungen Aufwuchs auch die hochwüchsigen Weiden eine gewisse Rolle, *Salix purpurea*, *daphnoides*, *nigricans* und *appendiculata*, da sie rasch wachsen und stellenweise häufig sind.

Um noch ein weiteres Bild des in Entwicklung begriffenen Waldes zu geben, bringen wir die Aufnahme der Dauerfläche 8 vom höchsten Teil der Moräne (1960 m). Sie mißt 5 × 6 m und stößt direkt und ziemlich flach an den alten Boden an. Die floristische Zusammensetzung ergibt sich aus Tabelle 5. Der Baumbestand besteht aus 9 Lärchen von 1,2 bis 6 m Höhe und einer Fichte von 3 m Höhe, deren Kronen dicht ineinander verzahnt sind (vgl. Abb. 4), so daß in absehbarer Zeit ein Ausscheiden der schwächeren erfolgen muß. Außerhalb der Fläche, schon ± auf dem alten Waldboden, stehen auf der Ost-

Tabelle 5

Floristische Zusammensetzung der Moränendauerfläche 8

(D = Dominanz, A = Abundanz, V = Vitalität, s. S. 36).

1960 m, Expos. ± 10° NW. Größe 5×6 m.	D %	A	V
Baumschicht. Gesamtdeckung: 75 %			
Larix decidua	60	1	3
Picea excelsa	15	+	3
Pinus cembra		(+)	2
Strauchschicht. Gesamtdeckung: 27 %			
Salix helvetica	5	–1	2
hastata	5	–1	2
cf. *phylicifolia*	–1	+	2–3
Rhododendron ferrugineum	15	1	3
Vaccinium myrtillus	–1	+	2
uliginosum	–1	+	2
Empetrum nigrum	1	–1	2
Krautschicht. Gesamtdeckung: ca. 5 %			
Agrostis rupestris	–1	+	2–3
cf. *Calamagrostis villosa*	–1	+	2
Deschampsia flexuosa	1	1	2
Anthoxanthum odoratum	–1	+	2
Poa alpina	–1	+	2
nemoralis	–1	+	2
Salix retusa	1	–1	2
Sempervivum montanum	–1	+	2
Epilobium Fleischeri	–1	+	2
Pyrola secunda	1	1	3
Veronica fruticans	–1	+	2
Euphrasia minima	–1	+	2
Valeriana tripteris	–1	+	1
Erigeron polymorphus	–1	+	2–3
Antennaria dioeca	–1	+	2–3
Chrysanthemum alpinum	–1	+	1
Tussilago farfara	–1	+–	1
Hieracium pilosella	–1	1	1
cf. *bifidum*	–1	+	2
staticifolium	–1	–1	1
Moos- und Flechtenschicht. Gesamtd.: ca. 3 %			
Rhacomitrium canescens	2		1–2
Polytrichum juniperinum	–1		
piliferum	–1		
Brachythecium glaciale	–1		
Drepanocladus uncinatus	–1		
Peltigera rufescens	–1		
Cladonia coccifera	–1		
pyxidata v. pocillum	–1		

seite zwei Arven; die eine, 0,7 m von der Grenze, ist 2,1 m hoch, die andere, 2 m von der Grenze, mißt 1,7 m. Der größte Teil des Bodens unter den Bäumen ist nackt mit kümmerlich gedeihenden, meist sterilen Krautpflanzen und Resten von Rhacomitrium-Polstern, wird aber von einer dicken Streueschicht bedeckt. Zwerggesträuch von Rhodo-

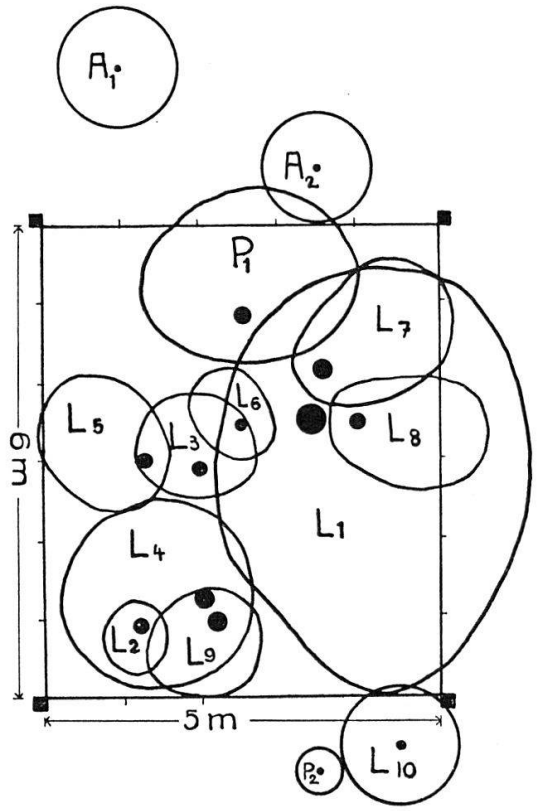

Abb. 4. Die Verteilung der Bäume auf der Dauerfläche 8 (vgl. Tab. 5). L = Larix europaea, P = Picea excelsa, A = Pinus cembra. Der schwarze Fleck deutet die Lage des Stammes, die dünne Linie den Kronensaum an. Höhe der Bäume: L_1 = 6 m (in 1 m Höhe = 20 cm Durchmesser), L_2 = 1,2 m, L_3 = 5 m, L_4 = 5 m, L_5 = 2,4 m, L_6 = 3 m, L_7 = 2 m, L_8 = 2 m, L_9 = 4 m, L_{10} = 2,5 m, P_1 = 3 m, P_2 = 0,8 m, A_1 = 2,1 m, A_2 = 1,7 m.

dendron ferrugineum sowie etwas Vaccinien und Salices deckt namentlich die randlichen Teile der Lärchengruppe. Die Streueschicht zeigt die gleichen Erscheinungen, wie bei den Proben der Dauerfläche 5: beträchtliche Versauerung und Anhäufung von kolloidalem Humus und starke Pufferung. Doch reagiert der unterliegende Mineralboden noch beinahe neutral (Tab. 2, Nr. 29–31).

Große Flächen der ältesten Teile der jungen Moräne, auf dem Niveau der Dauerfläche 5, tragen aber immer noch offenen Schutt oder

Tabelle 6

Floristische Zusammensetzung der Moränendauerflächen 9–11

(D = Dominanz; A = Abundanz, V = Vitalität, s. S. 36).

Dfl. 9: 1940 m, ca. 5° NW, 1×1 m Dfl. 10: 1940 m, ca. 5° NE, 1×1 m Dfl. 11: 1940 m, ca. 10° W, 1×1 m	Dauerfläche 9			Dauerfläche 10			Dauerfläche 11		
	D%	A	V	D%	A	V	D%	A	V
Strauchschicht. Gesamtdeckung ca.	2			3			21		
Larix decidua				–1	+	1			
Salix helvetica							2	+	–2
hastata				3	+	2–3			
Populus tremula							4	+	2
Rhododendron ferrugineum							10	+	3
Vaccinium uliginosum	2	+	–2				3	+	2
Calluna vulgaris							2	+	2
Krautschicht. Gesamtdeckung ca.	4			19			2		
Festuca rubra ssp. *comm.*				–1	+	2			
Salix herbacea							1	+	2
serpyllifolia				–1	+	–2			
Sempervivum montanum	–1	–1	–2	–1	+	1–2			
Trifolium badium							1	1	2–3
Lotus corniculatus	–1	+	1	18	2	3			
Saxifraga bryoides	–1	+	1						
Epilobium Fleischeri	3	3	2–3						
Tussilago farfara	–1	+	1				–1	+	1–2
Hieracium cf. *bifidum*	–1	–1	2–3						
staticifolium				–1	1	1–2			
Moos- und Flechtenschicht Gesamtdeckung ca.	100			80			98		
Rhacomitrium canescens	20		3	45		3	90		3
Polytrichum juniperinum	3		3	1		2			
piliferum	–1		2				–1		2
Stereocaulon alpinum	76		3	35		3	8		3
Cladonia pyxidata v. *pocillum*	–1								

Pioniervegetation, namentlich sehr ausgedehnte Rasen von *Rhacomitrium canescens*, die mehr oder weniger durchwachsen werden von *Stereocaulon alpinum*. Um die Veränderungen solcher Flächen genauer zu verfolgen, haben wir in ihnen drei Dauerflächen in der Größe von 1 m² angelegt (D 9, 10, 11). Ihre floristische Zusammensetzung ergibt sich aus der Tabelle 6. Der Anteil von Gefäßpflanzen ist oft gering. Wir haben die Flächen so ausgewählt, daß sie einzelne Holzpflanzen

Tabelle 7

Floristische Zusammensetzung der Moränen-Dauerflächen 6 (Festuca rubra commutata-Agrostis tenella-Rasen) und 7 (Festuca rubra commutata-Rasen)

(D = Dominanz; A = Abundanz; V = Vitalität, s. S. 36).

D 6: 1945 m, flach, 4×4 m D 7: 1940 m, flach, 1×1 m	Dauerfläche 6			Dauerfläche 7		
	D %	A	V	D %	A	V
Agrostis tenella	20	5	3	1	3	3
Avena versicolor				–1	+	3
Anthoxanthum odoratum	1	1–2	3			
Poa alpina				–1	+	2–3
Festuca rubra ssp. *commutata*	60	5	3	62	5	3
Nardus stricta	2	1	3			
Carex cf. *fusca*	–1	+	1			
Salix herbacea	–1	+	2			
purpurea	3	(+)	3			
helvetica	25	1	3			
hastata	10	–1	3			
nigricans	1	+	3			
Alnus viridis, Keimling	–1	+				
Polygonum viviparum	–1	1	3			
Silene exscapa	–1	+	2–3			
rupestris	–1	+	2–3			
Ranunculus montanus	–1	+	–3			
Potentilla aurea	–1	+	2–3	1	–1	3
erecta	–1	+	2–3			
Sibbaldia procumbens	–1	+	2	–1	+	2
Alchemilla alpina	–1	+	2			
glaberrima				–1	+	3
vulgaris s. l.	4	1	3	3	–1	3
Trifolium pallescens	–1	+	2–3	+–1	1	2
Lotus corniculatus	–1	+	2–3	–1	+	1–2
Empetrum nigrum	–1	+	2			
Viola biflora	–1	+	2			
calcarata	–1	+	3	–1	+	3
Epilobium angustifolium				8	2	2–3
Fleischeri				3	2	3
Ligusticum mutellina	–1	+	2			
Vaccinium uliginosum	2	–1	2			
Soldanella alpina	–1	+	2			
Gentiana nivalis				–1	+	3
Melampyrum silvaticum	–1	+	3			
Galium pumilum	–1	2	3	–1	1	3
Valeriana tripteris	–1	+	3			

	Dauerfläche 6			Dauerfläche 7		
	D %	A	V	D %	A	V
Campanula barbata	–1	1	2–3			
Scheuchzeri	–1	+	2			
Solidago virga aurea	–1	+	3	1	–1	3
Erigeron alpinus	–1	+	2			
polymorphus				–1	+	3
Tussilago farfara	–1	+	2	–1	+	1–2
Homogyne alpina	–1	+	1			
Carduus defloratus	–1	+	2			
Cirsium spinosissimum	1	+	2–3	–1	+	2
Leontodon helveticus				1	1–2	2
hispidus	1	1	2–3	5	2	3
Taraxacum alpinum	1	1	3			
Crepis aurea				2	1	2
Hieracium pilosella				10	3	2–3
auricula				–1	–1	2–3
staticifolium	–1	+	2			

enthalten, Salices oder azidophile Ericaceen; eine ist reich an *Lotus corniculatus*, der sich zwischen diesen Moos- und Flechtenteppichen oft massenhaft findet und reich blüht. Häufig finden sich tote oder im Absterben begriffene *Rhacomitrium canescens* Rasen. Meist dienen sie auch der *Stereocaulon*-Flechte als Unterlage.

An einzelnen Stellen des Moränenrückens wachsen in flachen Vertiefungen auch Rasen, die ihre Ausbildung wohl der verhältnismäßig großen Bodenfeuchtigkeit, ihre Erhaltung vielleicht teilweise dem Weidgang durch das Wild verdanken. Wir haben in ihnen zwei Dauerflächen angelegt. Die Dauerfläche 7 (s. Tab. 7), in der Größe von 1 m², bietet das Bild einer mageren, artenarmen (24 Arten) aber homogenen Festuca rubra commutata-Wiese, die später in einen Nardusbestand übergehen dürfte, wenn es ihr gelingt, sich als Wiese zu behaupten. Als Erinnerung an das Pionierstadium der Besiedlung sind in ihr noch *Epilobium Fleischeri* und *angustifolium* sowie Spuren von *Tussilago farfara* erhalten. Ähnliche Vegetationsflecke, stets von kleiner Ausdehnung, sind auch in den altbesiedelten Teilen der Aletschwaldreservation zu finden. Die Dauerfläche 6 dagegen (Größe 4×4 m, siehe Tab. 7 und Taf. 4, Abb. 2) ist ganz unhomogen. Ein schmales, nacktes Gräblein zieht sich mitten durch, das im Frühling etwas Wasser führt, zur Zeit des längsten Tages 1944 aber bereits trocken lag. Die größere

Hälfte der Fläche wird von einem üppigen Rasen von *Festuca rubra* ssp. *commutata* beherrscht, der mächtige Bülten bildet, während im südlichen und östlichen Teil sich ein dichter, hochwüchsiger Bestand von *Agrostis tenella* ausbreitet. Etwa 40% der Fläche trägt noch einen lockeren Weidenoberwuchs. Die Gesamtzahl der Arten ist zwar ziemlich bedeutend (42); aber die meisten von ihnen sind spärlich vorhanden. Etwas reichlicher ist nur noch *Alchemilla vulgaris* s. l. entwickelt, die gut in das Bild der frischen Festuca rubra commutata-Wiese hineinpaßt. Auf eine mögliche Vermagerung deuten *Nardus stricta* und *Vaccinium uliginosum*, beide aber noch mit wenigen Prozent Deckung. Rings um diese kleine Wiese ist Gebüsch entwickelt, vor allem ein üppiger und hochwüchsiger Bestand von *Alnus viridis*, dessen Unterwuchs von *Agrostis tenella* gebildet wird. Aber auch Baumwuchs geht in der Nähe auf: am Ostrand, 1 m entfernt, eine Lärche, 230 m hoch, am NW-Rand, 3 m entfernt, eine Lärchengruppe, etwa 4 m hoch, auf der NE-Seite, 4 m entfernt, eine Betula-Gruppe, 4 bis 4,5 m hoch. Es ist anzunehmen, daß in absehbarer Zeit Bäume und Gebüsche diesen Rasenfleck auch überdecken werden, und die Anlage der Dauerfläche soll es ermöglichen, den Vorgang genauer zu verfolgen.

Wie bereits erwähnt, ist der Übergang von diesen jungen Moränen zum alten Wald ein sehr schroffer. Von einem Meter zum andern tritt ein offener Arven-Lärchenwald auf, dessen Unterwuchs aus einem artenarmen, meist Hylocomien-reichen Rhodoreto-Vaccinietum besteht. Dieser Vegetationsunterschied entspricht einem Wechsel der Bodenbeschaffenheit. Der Boden im alten Wald ist ein gereifter Eisen-Podsol, was schon E. Heß [1] durch Untersuchung verschiedener Bodenprofile feststellte. Wir haben bei Silbersand, nur etwa 10 m oberhalb der Jungmoränengrenze (etwa 1950 m; die junge Moräne fällt talabwärts ziemlich rasch ab), am neuen Belalpweg einen tiefgehenden Bodenaufschluß in Nordostlage untersucht, der folgendes Profil ergab:

0– 10 cm: brauner Rohhumus, Ericaceenhumus, Horizont A_{1a}
10– 20 cm: schwarzer, stark zersetzter Humus, Horizont A_{1b}
20– 30 cm: grausandiger Mineralboden, Horizont A_2
30– 32 cm: schwarzes Humusband, koll. Ausfällung, Horizont B_1
32–120 cm: rotbrauner Mineralboden, Anreicherungshorizont B_2

Die Mächtigkeit der A-Horizonte war schon auf kleinem Raume schwankend, und wir haben in der obenstehenden Aufstellung Mittel-

[1] loc. cit. (1934, S. 82).

werte eingesetzt. Das schwarze Humusband (B_1) war unregelmäßig und nur stellenweise entwickelt. Aus allen Horizonten wurden Bodenproben entnommen, und die Ergebnisse der Untersuchung finden sich in den Tabellen 2, 3, 4, Nrn. 32 bis 37 dargestellt. Wir haben hier ein ausgereiftes Podsolprofil von großer Mächtigkeit vor uns. Der B-Horizont, dessen Ausbildung durch die große Wasserdurchlässigkeit des sandigen

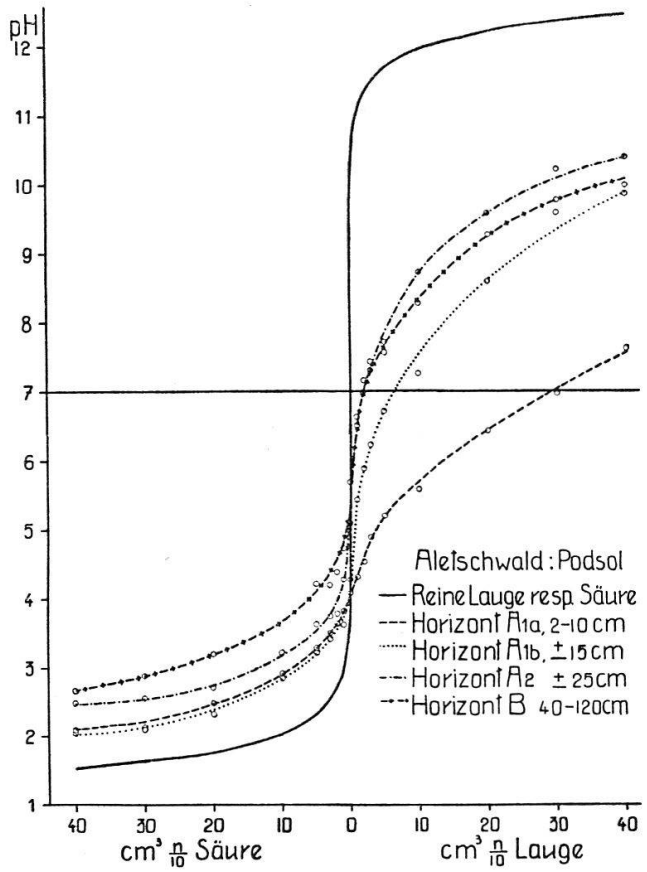

Abb. 5. Pufferungskurven der verschiedenen Horizonte eines Podsolbodens im Altwald.

Bodens sehr begünstigt wird, ist mindestens 1 m mächtig, und wir konnten sein unteres Ende nicht ergraben. Die Azidität des A-Horizontes bleibt unter pH 4 und ist somit sehr hoch. Auch der Gehalt an kolloidalem Humus ist sehr groß, auffallend namentlich im Horizont B_1 der wohl durch die Ausfällung von kolloidalem, von dem Sickerwasser mitgebrachten Humus entstanden ist (s. auch Abb. 1). Der ganz außergewöhnlich hohe Gehalt der Rohhumusschichten (A_1) an Mineralstoffen (vgl. Glühverlust) ist jedenfalls auf die bedeutende Zufuhr von Staub durch Ausblasung aus den ausgedehnten Moränen-Gebieten im

Laufe langer Zeiträume zurückzuführen. Die Einblasung durch den Wind kann auch das starke Vorherrschen der feinen Bodenteilchen im A_1-Horizont erklären. Zum Teil wird dies aber die Folge fortgeschrittener Verwitterung sein; denn auch der A_2-Horizont zeigt eine ganz ähnliche Korngrößenstruktur, wie der oberste Rohhumushorizont. Der B-Horizont dagegen ist viel grobkörniger. Die Pufferung gegen Laugen ist sehr hoch (Tab. 3, Nrn. 32–37 und Abb. 5), am höchsten im braunen Rohhumushorizont, am kleinsten in der Bleicherde A_2, während die Pufferung gegen Säure in dem A-Horizont klein ist, besonders in den Humusschichten, im B-Horizont dagegen stark ansteigt und den höchsten in unseren Aletschböden gemessenen Wert erreicht (ausgenommen die Larix-Streueschicht).

Besprechung der Untersuchungsbefunde

Der Vergleich der verschiedenen Dauerflächen D_1 bis D_5 ergibt ein schönes Bild von den gesetzmäßig verlaufenden Besiedlungsvorgängen auf der jungen, vom Gletscher abgesetzten Moräne. In Tabelle 8 und Abbildung 6 finden sich die Überwachsungsvorgänge und in Tabelle 9 der Zuwachs an Bäumen übersichtlich zusammengestellt. Für die Bodenentwicklung verweisen wir auf die Tabellen 2 bis 4 und in bezug auf die Feinerdebildung (Kornzerfall) auf Tabelle 10 und Abbildung 7.

D 1: Der Boden ist mineralischer Rohboden, grobkörnig, chemisch noch völlig unverwittert, neutral oder alkalisch reagierend, auch wenn kein Kalk sichtbar ist, beinahe frei von Humus. Die ersten Blütenpflanzen siedeln sich bald nach dem Rückgange des Eises an, wobei sich *Oxyria digyna*, *Saxifraga aizoides*, *Epilobium Fleischeri*, *Cerastium uniflorum*, *Tussilago farfara* und *Arabis alpina* als besonders besiedelungstüchtig erzeigen, aber auch viele andere Arten mit guter Vitalität auftreten. Die Ansiedlung erfolgt zerstreut, nach dem Zufall des Samentransportes, basiphile, neutrophile und azidophile Arten gemischt. Vereinzelt erscheinen erste Holzpflanzen, unter denen *Alnus viridis* besonders gut gedeiht. Auch Moose treten reichlich auf, festigen mit ihren Rhizoiden den lockeren Boden, bereichern ihn an Humus und leiten dadurch die ersten Vorgänge der Bodenbildung ein. = Jüngste Pionierstadien.