

# Abschliessender Ausblick

Objektyp: **Chapter**

Zeitschrift: **Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes Rübel in Zürich**

Band (Jahr): **19 (1942)**

PDF erstellt am: **05.08.2024**

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

### III. Abschließender Ausblick.

#### **29. Der Beitrag der Pollenanalyse zur Kenntnis der Gletscherbewegung.**

Mit der pollenanalytischen Charakterisierung des untersten Zungenteils der Gletscher ist unsere Untersuchung der Gletscherbewegung zu einem vorläufigen Abschluß gekommen. Wir fassen die Ergebnisse noch einmal kurz zusammen:

1. In der Pollenanalyse von Gletschereis wurde eine Methode gewonnen, die es ermöglicht, unbehelligt von den zahlreichen Gletscherbewegungstheorien, auf empirischer Grundlage zu einwandfreien Resultaten zu kommen. Dabei beziehen sich diese Resultate nicht auf die Ursachen, sondern nur auf die Art und Weise der Gletscherbewegung. Aufgabe der Gletscherforschung ist es nun, die Erklärung zu finden, warum sich der Gletscher gerade so bewegt, wie es pollenanalytisch erschlossen wurde.

2. Die beiden großen Gletschertheorien von Finsterwälder und Philipp, die Stromlinien- und die Scherungstheorie, die heute im großen und ganzen die vorhandenen Lehrmeinungen über das «Wie» der Gletscherbewegung zusammenfassen und die sich scheinbar aufs äußerste widersprechen, gaben der Pollenanalyse ihre Hauptaufgabe. Dabei zeigte sich, daß die Hauptursache dafür, daß sich für beide Theorien gleichmäßig Belege in der Natur auffinden ließen, in der Tatsache besteht, daß sich die Bewegung des Eises in verschiedenen Teilen grundsätzlich verschieden abspielt. An der Gletscheroberfläche des Firngebietes und des oberen Teils der Zunge konnte ein Fließen nach Stromlinien nachgewiesen werden; mit Ausnahme des Gebietes in der Nähe der Moränen, wo ebenso wie im Zungenendgebiet Differentialbewegungen nachgewiesen wurden, die den Voraussetzungen Philipps entsprechen. Der Ort, wo sich diese Scherungen abspielen, kann jedoch nicht die Gletscheroberfläche sein, wo ja auch alle Ablesungen der Steinreihen, die im Laufe ihrer Ausbiegung nirgends sprunghafte Geschwindigkeitsänderungen erkennen lassen, dagegen sprechen, sondern muß in der Gletschertiefe gesucht werden. Was wir auf der Gletscheroberfläche als bereits erfolgte Vermischung aller ursprünglichen Schichtungen feststellen, ist die Folge von Differentialbewegungen, die sich in

der Gletschertiefe bereits vor dem Auftauchen der Eismassen im Ablationsgebiet vollzogen haben.

Ich bin überzeugt, daß viele Erscheinungen, die in den uns zugänglichen Teilen des Gletschers zu beobachten sind, früher oder später ihre Erklärung in den in der Gletschertiefe sich abspielenden Vorgängen finden werden. So sind z. B. die Untergrundverhältnisse des Konkordiaplatzes ebensowenig allein aus den Verhältnissen der Gletscheroberfläche zu erklären wie die S. 122 erwähnten Eistäler, die ohne gewaltige Massenverschiebungen im Gletscherinneren nicht in der Art eingebrochen sein könnten. Daß sie in Zusammenhang mit der Eisbewegung gebracht werden müssen, erhellt übrigens daraus, daß sie zunächst strahlenförmig an der Biegungsstelle nach gletscherauswärts angelegt sind und sich dann im Verlauf der Weiterbewegung in Richtung des Gletscherfließens einstellen. Beobachtungen an anderen großen Gletschern über entsprechende Erscheinungen wären hier sehr nötig.

Einen weiteren Hinweis auf Vorgänge im Gletscherinneren gibt uns der Märjelensee. Zunächst können die Ausbrüche des Sees, die besonders vor der Grabung des Stollens (siehe S. 124) oft verheerend gewirkt haben, damit im Zusammenhang stehen. Dann aber ist vor allem das Kalben sehr eigentümlich. Neben dem Kalben von der über die Fläche des Sees aufragenden Eiswand kommt noch ein Kalben unter der Wasseroberfläche — nach den Mitteilungen verschiedener Autoren sogar häufiger als von oben — vor. Am 14. August 1935 war ich mit meinen Mitarbeitern Zeuge des Kalbens: «Man hört zunächst einen harten Krach. Der See wirft in der Nähe der Eiswand Wellen auf, die schwimmenden Eisschollen schlagen laut aufeinander. In den ersten Augenblicken ist die Ursache nicht zu sehen. Erst nach ein paar Sekunden taucht das «Kalb», ein glänzendblauer Eisblock von etwa dreißig Kubikmeter Masse wasserrauschend auf; er fährt zunächst einige Dezimeter hoch über seine spätere Schwimmlage hinaus und stellt sich dann, immer träger schaukelnd, auf die Wasserlinie ein. Inzwischen haben die ersten Kalbungswellen das Ostufer des Sees erreicht und fahren dort laut rauschend zwischen die zahlreichen gestrandeten Eisbrocken.»

Auch dieser Vorgang (wörtlich nach dem gleich nach der Beobachtung erfolgten Tagebucheintrag wiedergegeben) deutet auf Vorgänge in der Gletschertiefe hin, die von denen an der Ober-

fläche verschieden sind. Die Eiswand verläuft nämlich, soweit man in die Tiefe sehen kann, völlig senkrecht ins Wasser. Das Kalben von unten deutet aber darauf hin, daß in größerer Tiefe das Eis vorgeschoben wird, bis es dann infolge seiner Leichtigkeit abbricht und auftaucht. Also am Grunde eine andere Eisbewegung als an der Oberfläche!

Der Grund, warum Philipp für seine Scherungstheorie immer nur vereinzelte Beobachtungen, nie aber Vermessungen von Scherungsvorgängen größeren Ausmaßes erbringen konnte, ist ebenfalls darin zu suchen, daß uns der Ort dieser Scherungsbewegungen verborgen bleibt. Verborgен, möglicherweise deshalb, weil er an Druckverhältnisse gebunden erscheint, die an der Eisoberfläche nicht gegeben sind.

3. Unbeschwert von allen Theorien, stellt sich nach den pollenanalytischen Ergebnissen die Gletscherbewegung folgendermaßen dar: Der Niederschlag ergibt in den großen Firnbecken ein nach Witterungsperioden schichtweises Zuwachsen. Diese geschichteten Eismassen bewegen sich unter Wahrung ihres Aufbaus talwärts. Scherungsbewegungen finden dabei nicht statt. Unterhalb der Firnlinie kommen die im Firnbecken abgelagerten Jahresschichten wieder ans Licht. Die Abschmelzung erfolgt dabei so, daß bei manchen Gletschern das schichtweise Ausstreichen von Sommer- und Winterschichten in Form von Ogiven oder anderen «Schmelzfiguren» schon mit freiem Auge beobachtet werden kann. Die Natur dieser Ogiven als Jahresschichten ist pollenanalytisch erwiesen.

Diese hier geschilderte Bewegungsart gilt jedoch nicht für die ganze Breite des Gletschers. Schon die von den Rändern der Firnbecken auf den Gletscher niedergehenden Lawinen bringen an der Peripherie der Becken Firnlagen von ungeschichteter, aspektstratigraphisch nicht faßbarer Art zur Ablage. Diesen Rändern der Becken entsprechen im weiteren Verlauf der Bewegung die den Seitenmoränen zunächst gelegenen, randlichen Teile der Zunge, über die pollenanalytisch daher kein Aufschluß zu erwarten war. Ebenso ändert sich die Bewegungsart der Ogiven der einzelnen Teilströme gegen die zugehörigen Mittelmoränen zu, weil dort Eis von derselben Art zu liegen kommt, wie längs der Seitenmoränen. Zwischen diesen aspektstratigraphisch nicht faßbaren Streifen bei den Mittelmoränen und den eigentlichen Ogi-

Signaturen der Profilbänder:	Signaturen der Karten der Gletscheroberfläche	Pollensignaturen der Diagramme
	Buckeleis	
Schnee oder Firnschnee	Übergang vom Buckeleis zum Pflugfurcheneis	Hasel ( <i>Corylus</i> )
	Pflugfurcheneis	Erle ( <i>Alnus viridis</i> , <i>A. incana</i> , <i>A. glutinosa</i> )
Eis, Korngröße ca. 0,1 cm	Moräne	Ulme ( <i>Ulmus</i> )
	Ogive, Schmutzbänderung	Eiche ( <i>Quercus pedunculata</i> , <i>Q. sessiliflora</i> )
Eis, Korngröße ca. 0,3—1,0 cm	Spalte	Weiden (verschiedene Arten von <i>Salix</i> )
	Spaltennaht	Buche ( <i>Fagus sylvatica</i> )
Eis, Korngröße ca. 1,0—2,0 cm	Schneefleck	Föhre ( <i>Pinus silvestris</i> , <i>P. montana</i> )
	Sogen. Schlierenbogen	Tanne ( <i>Abies alba</i> )
Eis, Korngröße ca. 2,0—3,0 cm		Fichte ( <i>Picea excelsa</i> )
		Zirbe, Arve ( <i>Pinus cembra</i> )
Eis, plattig geschichtet		Linde ( <i>Tilia platyphyllos</i> , <i>T. cordata</i> )
		Birke ( <i>Betula pubescens</i> , <i>B. pendula</i> )
Eis, tiefblau, luftfrei		
Eis mit Verunreinigungen, die mit bloßem Auge sichtbar sind		
Moränenmaterial		
Ort, an dem die Probe entnommen wurde		

Abb. 56. Übersicht der in den Profilen, Karten und Diagrammen verwendeten Signaturen.

venfeldern, liegt eine Zone in der sich mehr oder weniger steil gestellte Eistafeln, die in sich ihren Zusammenhang und damit ihren Aspektcharakter als Teile einer bestimmten Jahreszeitschicht wahren, nebeneinander und aneinander vorbeibewegen bzw. vor ihrem Auftauchen bewegt haben.

Es sind also Differentialbewegungen im Sinne Philipps gerade in diesen Teilen des Gletschers als bewiesen anzusehen. Ob nun der unterste Teil des Gletschers, in dem keinerlei sichere Aspektzuordnung von Eisteilen mehr möglich war, durch fortgesetzte Differentialbewegungen von immer neu abgegrenzten Eistafeln seine ursprüngliche Struktur verloren hat, ist pollenanalytisch nicht festzustellen. Ich möchte die Vermutung aussprechen, daß die Massenteile, die die Träger von Differentialbewegungen sind, um so kleiner werden, je tiefer sie im Gletscher gelagert sind und je näher sie den stärksten Druckzonen im Gletschereis kommen. Damit steht ja auch die Tatsache, daß sich die Tafeln der Pflugfurcheneiszone gegen die Mittelmoränen zu immer mehr verdünnen und immer weniger scharf abgrenzen, in Zusammenhang.

Wenn auch das «Wie» der Gletscherbewegung somit in großen Zügen erfaßt werden konnte, so bin ich mir doch bewußt, daß damit nur ein erster Anfang geleistet werden konnte. Der Befund am genau beobachteten Gletscher wird die Forschung immer aufs neue vor Probleme stellen, die einer pollenanalytischen Lösung zugänglich sind. Schließlich wird in der kausalen Erfassung der einmal erkannten Gletscherbewegung die Aufgabe vor uns liegen, das «Gletscherrätsel» endlich endgültig aus der Reihe der großen naturwissenschaftlichen Probleme zu streichen und an seine Stelle ein festgefügtes Wissen um Gesetzmäßigkeiten zu setzen, die die berühmten 80 Gletscherbewegungstheorien nur mehr als ein in der Geschichte der Wissenschaft interessantes Kuriosum erscheinen lassen.