

VI.

KURZE ÜBERSICHT DER GLETSCHER SCHWEDENS

VON

AXEL HAMBERG

MIT EINER KARTE

STOCKHOLM

KUNGL. BOKTRYCKERIET. P. A. NORSTEDT & SÖNER
1910

101884

Der westliche Teil der Skandinavischen Halbinsel ist bekanntlich ein ausgeprägtes Bergland mit unzähligen Gletschern und ausgedehnten Schneefeldern, von denen der Justedalsbræen einen Flächenraum von 855 km² einnimmt. Von den grossen Firnen gehen bedeutende Eisströme bis in die Nähe des Meeresniveaus hinab.

Die Hochländigkeit, die fast ganz Norwegen auszeichnet, erstreckt sich von den Sylfjällen aus, von denen nordwärts die Reichsgrenze der Hauptsache nach der Wasserscheide folgt, auch auf schwedisches Gebiet hinüber, wo sie durch ganz Jämtland und Lappland eine gegen 100 Kilometer breite und 6¹/₂ Breitengrade lange Zone von Gebirgsland bildet. Diese Zone zeigt die tektonische Eigentümlichkeit, dass harte kristalline Schiefer und widerstandskräftige Eruptivmassen über weiche und leicht zerstörbare Silurlager geschoben worden sind. In diesen Überschiebungsschollen sind die schwedischen Hochgebirge herausgerodiert.

Besonders dort, wo Grünsteine in beträchtlicher Menge sich an der Zusammensetzung der Bergschichten beteiligen, haben diese Gebirge eine grössere Höhe erreicht. Dies ist der Fall bei den Sylfjällen (1762 m), dem Staika (1800 m), Tarrekaisse (1850 m), Sulitälma (1869 m), der Sarekgegend (mit dem Sarektjåkko 2090 m), der Kebnekaissegegend (mit dem Kebnekaisse 2123 m) und am Torneträsk (Somaslaki 1761 m). Ausnahmsweise erreichen jedoch auch Gneisse und andere kristalline Schiefer grosse Höhen, wie im Helagsfjället (1796 m), Ammarfjället (1609 m), Jeknafo (1853 m).

Auf diesen Gipfeln und ihren hochliegenden Umgebungen treten die schwedischen Gletscher auf. Professor J. G. ANDERSSON hat mich ersucht, eine kurze zusammenfassende Übersicht über ihr Vorkommen zu liefern. Für grosse Teile der fraglichen Gebirgszone fehlen noch, infolge der Abgelegenheit und Unzugänglichkeit dieser Gegenden, detaillierte Untersuchungen über die Ausbreitung der Gletscher. Viel ist in dieser Hinsicht jedoch im Laufe der letzten 15 Jahre ausgerichtet worden, und durch die vorliegende anlässlich des internationalen Geologenkongresses in Stockholm erschienene Publikation wird die Kenntnis mehrerer zuvor wenig erforschter Gletschergegenden unseres Landes einen tüchtigen Schritt vorwärts gebracht.

Um besser als mit Worten eine Vorstellung von der Frequenz und den Dimensionen der Gletscher im Verhältnis zur Ausdehnung des Landes zu geben, ist beistehende kleine Karte angefertigt worden. Sie gründet sich teils auf die offizielle Karte von Norrbottens Län, teils auf Karten oder Angaben von J. WESTMAN, O. SJÖGREN, A. GAVELIN, F. ENQUIST und Verfasser. Das Material, das zu Gebote gestanden, ist zwar sehr knapp gewesen, für eine erste approximative Übersicht dürfte es aber doch genügen.

Wir ersehen aus der Karte, wie äusserst unbedeutend und gering an Zahl die Gletscher innerhalb des südlichen und mittleren Teils der fraglichen Gebirgszone sind, und welch verhältnismässig bedeutendes Areal sie in den Gegenden des Sulitälma, Sarektjåkko und Kebnekaisse einnehmen. Die Ursache dafür, dass ein so viel grösseres Areal in dem nördlichen Drittel der Gebirgszone von Gletschern bedeckt ist, dürfte sowohl in der grösseren Häufigkeit hoher Berge daselbst als in dem höheren Breitengrade liegen.

Die jämtländischen Gletscher bestehen nach ENQUISTS Untersuchung nur aus fünf Stück mit einem Gesamtareal von ungefähr 1,5 km². Der grösste mit einem Areal von 0,74 km² ist der einzige auf dem Helagsfjället, befindet sich auf 62°55' n. L. und ist der südlichste der Gletscher unseres Landes. Die vier übrigen, von denen drei sehr klein sind, gehören sämtlich den Sylfjällen an.

Auch die västerbottischen Gletscher sind auf zwei einander nahegelegene Gebirgskomplexe (Norra Storfjället und Ammarfjället) verteilt. Ihr Gesamtareal beträgt nach GAVELINS Ansicht etwa 5 km². Innerhalb des erstgenannten Gebirges hat er 8—9 Gletscher angetroffen, von denen einer ein Areal von ungefähr 1 km² aufweist, während die übrigen kleiner sind. Auf dem Ammarfjället ist nur ein Gletscher angetroffen worden. Obwohl die gletschertragende Gebirgsgegend eher niedriger in den Lappmarken Västerbottens als in Jämtland ist, sind die Gletscher der ersteren doch sowohl zahlreicher als auch grösser als die der letzteren Gegend. Die Ursache ist wohl in dem Breitengrade zu suchen, der für die erstgenannten Gletscher ungefähr 3° nördlicher ist als für die letzterwähnten.

In den Lappmarken Norrbottens tritt die Verteilung auf verschiedene Felder nicht so deutlich hervor. Man möchte sich jedoch fast versucht fühlen, sie auf zwei Zonen zu verteilen: a) eine aus den Grenzgebirgen gegen Norwegen von Saolo bis Sitasjaure bestehende, die sich dann auf norwegischem Gebiet fortsetzt, b) eine zweite, eine östlichere Hochgebirgszone umfassende, zwischen dem Tarratal und dem Torneträsk. Zwischen diesen beiden Zonen ist eine ausgeprägte Senkung vorhanden. Die beiden Zonen könnten, auf Grund bedeutenderer Unterbrechungen in den Höhenzügen, in Unterabteilungen zerlegt werden, denen vorschlagsweise folgender Umfang gegeben werden könnte:

a) Westlichere Zone:

- 1) Sulitälma-Älmajalos-Gebiet,
- 2) Rakok-Kuoutelis-Gebiet,
- 3) Stuketjåkko-Gebiet.

b) Östlichere Zone:

- 1) Tarrekaisse-Staika-Gebiet,
- 2) Sarek-Akavare-Gebiet,
- 3) zerstreute Felder zwischen dem Sarek- und dem Kebnekaisse-Gebiet,
- 4) Kebnekaisse-Gebiet vom Ladtjovaggé bis zum Apparjaure,
- 5) Torneträsk-Gebiet, die Gebirge südlich, westlich und nördlich vom Torneträsk.

Aus der Karte geht hervor, wie innerhalb dieser Gebiete die Ausbreitung der Gletscher von einer ganz anderen Grössenordnung ist als in Jämtland und in Västerbottens Län. Wegen der Häufigkeit der Gletscher haben die Untersuchungen noch nicht so vollständig werden können, dass bereits eine Statistik über Anzahl und Areale der Gletscher, die innerhalb der fraglichen nördlichen Teile der schwedischen Hochgebirgszone

vorkommen, aufgestellt werden kann. Nur unvollständige Daten für einige der Gebiete können geliefert werden.

Das Sulitälma-Älmajalos-Gebiet enthält die grössten schnee- und eisbedeckten Bezirke unseres Landes. Der grösste ist der Älmajalogsletscher mit einem Areal von 22 km². Wenig kleiner sind der Salajekna und Stuurajekna mit 15,9 km², bzw. 14,7 km². Ein Teil der beiden erstgenannten liegt indessen auf norwegischem Gebiet. Die Anzahl der Gletscher ist schwerer anzugeben, doch dürften sie sich auf ungefähr 10 belaufen.

Das Sarek-Akavare-Gebiet umfasst wohl ungefähr 110 Gletscher. Von ihnen stehen einige nicht viel hinter den Sulitälmagletschern an Grösse zurück. Der Pärtegletscher dürfte ein Areal von ungefähr 10 km² haben. Auf den Hochebenen des Telma und Älkatj finden sich zusammenhängende Eis- und Schneefelder, von einem Areal, das dem des Älmojalogsletschers wohl ziemlich nahekommt. Der von der Küste entferntest gelegene Gletscher ist ein kleiner südlich vom Westende des Sitojaure.

Zu dem Kebnekaissegebiet sollen nach der Angabe von SVENONIUS ungefähr 60 Gletscher gehören. Verschiedene von diesen dürften ziemlich bedeutend sein, obwohl wahrscheinlich keiner von ihnen ein Areal erreicht wie die grössten in den Gegenden des Sulitälma und Älmajalos.

Innerhalb des Torneträskgebiets kommen nach O. SJÖGREN ungefähr 22 Gletscher vor, davon die meisten südlich von dem See. Auf der Nordseite findet sich nur ein kleinerer Gletscher. Der grösste dieser Gletscher dürfte wohl der Kårsogletscher (ungefähr 3 km²) sein.

Die klimatischen Verhältnisse, die in verschiedenen Teilen der nordschwedischen Hochgebirge das Vorkommen der Gletscher bedingen, sind sehr wenig bekannt. In ganz Nordschweden beträgt im Tieflande die Niederschlagsmenge wenig mehr als 50 cm im Jahr. Sie muss indessen mit der Höhe über dem Meere zunehmen. Wie gross diese Zunahme ist, ist jedoch noch unbekannt mit Ausnahme der Sarekgegend, wo die Niederschlagsmenge auch in grösserer Höhe wenigstens approximativ bekannt ist und für Höhen von 1500—2000 m auf 200—300 cm pro Jahr geschätzt werden kann. Es versteht sich von selbst, dass eine analoge Zunahme innerhalb des ganzen Hochgebirgsgebiets vorkommen muss, obschon ihr numerischer Wert wechseln kann.

Es ist indessen nicht so sehr die gesamte Niederschlagsmenge als der als Schnee fallende Niederschlag, der von Wichtigkeit für die Entstehung der Gletscher ist. Auch dieser nimmt in hohem Grade mit der Meereshöhe zu, teils aus demselben Anlass, der die Gesamtniederschlagsmenge steigen lässt, teils auch weil die Lufttemperatur im allgemeinen mit der Meereshöhe abnimmt. Bei grösserer Höhe wird daher die Schneemenge, in Prozenten der Gesamtniederschlagsmenge gerechnet, einen höheren Betrag ausmachen als bei niedrigerer Höhe. Man muss indessen auch eine Zunahme des Schneeprozensatzes in der Richtung von Süden nach Norden annehmen. Die nördlichen Gletschergenden werden hierdurch günstiger gestellt als die südlichen.

Noch eine andere Variation der Niederschlagsmenge scheint vorzukommen, nämlich in ost-westlicher Richtung. An der norwegischen Küste in Trondhjems und Nordlands Amt beträgt die Niederschlagsmenge ungefähr 100 cm pro Jahr, demnach ein doppelt so hoher Betrag als in dem schwedischen Tieflande. Es ist auch wahrscheinlich, dass bei grösserer Höhe über dem Meere eine derartige Zunahme der Niederschläge in ost-westlicher Richtung vorkommt.

Wir finden demnach, dass wir eine Zunahme der Schneeniederschläge teils in vertikaler Richtung mit der Höhe über dem Meere, teils auch sowohl in süd-nördlicher als in ost-westlicher Richtung annehmen müssen.

Die Entstehung und Grösse der Gletscher ist jedoch nicht von den Niederschlägen an und für sich, sondern vielmehr von der Schneemenge abhängig, die zu Ende des Sommers ungeschmolzen liegen bleibt. Die Sommertemperatur spielt also eine wichtige Rolle. Diese nimmt indessen in ungefähr derselben Richtung ab, wie die Niederschlagsmenge zunimmt. In vertikaler Richtung nimmt sie mit steigender Höhe um 0,5—1 ° pro 100 m ab. In der Richtung von Süden nach Norden ist zwar während des Monats Juli die Abnahme der Lufttemperatur mit dem Breitengrade nicht sehr ausgeprägt, während anderer Sommermonate tritt sie aber ziemlich stark hervor. Während des Hochsommers macht sich dagegen eine Abnahme der Lufttemperatur in ost-westlicher Richtung sehr bemerkbar, was darauf beruht, dass sich der skandinavische Kontinent in der genannten Jahreszeit stärker erwärmt als das Meer.

Die Variation sowohl der Sommertemperatur als der Niederschlagsmenge ist folglich derart, dass die Bedingungen für die Entstehung von Gletschern begünstigt werden 1) durch zunehmende Höhe, 2) durch zunehmenden Breitengrad, 3) durch zunehmende westliche Länge.

Wir sind also berechtigt, eine vermehrte Ausbreitung der Gletscher in denselben Richtungen zu erwarten.

Was nun zunächst die Höhe über dem Meere betrifft, so ist ihre Einwirkung innerhalb der auf der skandinavischen Halbinsel vorkommenden Höhenlagen so augenfällig, dass besondere Beispiele hierfür nicht angeführt zu werden brauchen. Die ganze allgemein angenommene Vorstellung einer Schneegrenze in einer bestimmten Höhe ruht auf der Annahme zunehmend günstigerer Bedingungen für Schneeanhäufung mit der Höhe über dem Meere. Nun ist zwar diese Grenze ausser in den Tropen kaum möglich zu beobachten, dass es jedoch wenigstens ein theoretisches Niveau gibt, bei welchem die Menge gefallenen Schnees durchschnittlich gerade gleich der ist, die jährlich abschmelzen kann, unterliegt keinem Zweifel. Über diesem Niveau liefern die Schneeniederschläge jährlich im Durchschnitt einen Überschuss, unter demselben dagegen ein Minus.

Könnte man genau die Lage der Schneegrenze in verschiedenen Teilen der schwedischen Hochgebirge bestimmen, so könnte durch Angabe ihrer Senkung in nördlicher und westlicher Richtung der Einfluss des Breitengrades und des Abstandes vom Atlantischen Ozean mit Leichtigkeit angegeben werden. Nun ist indessen wegen der umlagernden Einwirkung des Windes auf den trockenen Winterschnee die Lage der klimatischen Schneegrenze im allgemeinen unmöglich genau zu bestimmen. Man muss sich

daher mit ganz groben Approximationen begnügen, wie durch die Angabe der allgemeinen Höhenlage der Gletscher in einer Gegend oder dergleichen.

Für die Sarekgegend glaube ich die Höhe der klimatischen Schneegrenze zu ungefähr 1250—1350 m ü. d. M. angeben zu können. Westlich vom Sarek, obwohl auch etwas südlicher, befindet sich das Sulitälma-Älmajalos-Gletschergebiet. Von seinen Gletschern sind es besonders zwei, die von Interesse für die Beurteilung der Höhe der klimatischen Schneegrenze sind, nämlich der Salajekna und der Älmajalosjekna. Ersterer ist ein sehr breiter Talgletscher, der im Westen in die Schneefelder auf dem norwegischen Teile des Sulitälma übergeht. Nach WESTMANS Karte scheint es, als wenn dieser Gletscher nach Westen hin keinen sehr kräftigen Windschutz hätte; die auf ihm abgelagerten Schneemassen dürften also wenig durch den Wind konzentriert sein. Der höchste Teil des Salajekna liegt nach dem genannten Forscher in 1360 m H. ü. d. M., sein unteres Ende in 790 m H. ü. d. M. Sein Abschmelzungsgebiet ist ziemlich klein. Ich glaube kaum, dass man die Grenze zwischen den Akkumulations- und dem Abschmelzungsgebiet in eine Höhe über 950 m verlegen kann. Etwas höher dürfte zwar die klimatische Schneegrenze liegen, doch wahrscheinlich nicht viel höher; wenn wir annehmen, dass sie im halben Abstände zwischen dem höchsten und dem niedrigsten Punkt des Gletschers liegt, so würden wir als Lage der Schneegrenze 1075 m ü. d. M. erhalten. Beträchtlich höher wird sie kaum liegen.

Der Älmajalosjekna ist ein fast kuppelförmiger Gletscher, der in hohem Grade Windschutzes entbehrt. Sein höchster Punkt befindet sich in ungefähr 1400 m, sein niedrigster in 1048 m Höhe. Sein Abschmelzungsgebiet ist sehr gering, indem nur an den Rändern blosses Eis sichtbar ist. Die eigene Schneegrenze des Gletschers geht demnach auf wenigstens 1100 m Höhe herunter. Da in diesem Falle eine Konzentration von Schnee- und Eismassen kaum stattgefunden zu haben scheint, während dagegen von den Seiten des Gletschers Schneeniederschläge durch den Wind wohl eher entfernt als zugeführt werden, so erscheint es berechtigt, die klimatische Schneegrenze nicht höher als bei ungefähr 1100 m ü. d. M. anzusetzen.

Trotz der Schwierigkeit, auch nur approximativ richtige Werte für die klimatische Schneegrenze zu finden, dürften wohl unsere Erwägungen zeigen, dass sie für den nur ungefähr 60 km langen Abstand zwischen den zentralen Teilen der Sarekgegend und dem Älmajalos-Sulitälma sich um ungefähr 200 m senkt. Bekannt ist ja auch, dass Gletscher und Schneefelder auf der norwegischen Seite bis zu weit niedrigeren Höhen vorkommen als auf demselben Breitengrad in Schweden.

Die Senkung der klimatischen Schneegrenze in nord-südlicher Richtung findet ganz sicher mit einer viel schwächeren Neigung statt als die in ost-westlicher Richtung. Um die Einwirkung des Breitengrades aufzuzeigen, dürfte es sich nicht lohnen, verschiedene Gletscher innerhalb benachbarter Gebiete zu betrachten, da die Höhenlagen der Gletscher fast ausschliesslich durch die Orographie bedingt werden. Dagegen kann es von Interesse sein, die Höhen einer Anzahl Gletscher in von einander mehr abgelegenen Gebieten zu vergleichen. Da hinreichende Daten für eine approximative Bestimmung der Lage der klimatischen Schneegrenze in einigen solchen Gebieten nicht vorhanden zu sein scheinen, so will ich mich darauf beschränken, die Höhen der Gletscherenden innerhalb der drei

weit von einander abgelegenen Gletschergebiete in Jämtland,¹ in Västerbottens Län² und am Torneträsk,³ soweit diesbezügliche Daten mir bekannt sind, anzuführen.

Approx. Breitengrad.	Name des Gletschers.	Meereshöhe des unteren Endes.
63 °	Helagsfjällgletscher	1 320
	Storsylgletscher	1 325
	Tempelgletscher	1 420
		Mittel 1 355
66 °	Tärnagletscher	1 067
	Östlicher Sytergletscher	1 203
	Nördlicher Sytergletscher	1 247
	Måskonåivegletscher	1 217
	Gletscher auf dem Nordabhang des Strapitjåkko	1 305
	» » » Nordwestabhang des Strapitjåkko	1 325
	Muotsergletscher	1 330
Ammargletscher	1 277	
		Mittel 1 245
68 1/2 °	Vadvereppegletscher	780
	Vassigletscher	900
	Kärkereppegletscher	1 035
	Kårsogletscher	825
		Mittel 885

Die meisten dieser Gletscher sind Nischen- oder Talgletscher, und die klimatischen Schneegrenzen dürften demnach beträchtlich über der Höhe des Randes liegen. Es ist jedoch wahrscheinlich, dass eine einigermaßen gleiche Relation zwischen der Höhe des Randes und der der Schneegrenze innerhalb dieser Gletschergebiete stattfindet. Eine approximative Vorstellung von der Neigung der klimatischen Schneegrenze sollte man demnach durch diese Zahlen erhalten können. Man findet nun, dass diese Neigung im Mittel 8 m pro 10 km, d. h. nur etwa ein Viertel der Neigung der Schneegrenze nach Westen hin, beträgt.

Bei einer Prüfung der Morphologie der schwedischen Gletscher wird man mehrere Typen unter ihnen vertreten finden. Für die Sarekgletscher habe ich eine kurze Darstellung von den wichtigsten Zügen ihrer Formen gegeben. Bei einem Überblick über

¹ Nach F. ENQUIST.

² » A. GAVELIN.

³ » O. SJÖGREN.

alle Gletscher Schwedens sind es hauptsächlich zwei Typen, die als wichtig hervortreten. Es sind dies 1) die Plateaugletscher und 2) die Talgletscher.

Der erstgenannte Typus ist keineswegs allgemein, er findet sich jedoch in verschiedenen Teilen der schwedischen Gletscherzone vertreten. Zu diesem Typus gehört wahrscheinlich der Måskonävegletscher in den Lappmarken Västerbottens. Andere dürften der Älmajalosgletscher und die Telma-Ålkatj-Schneefelder am Sarek sein. Ausserdem kommen wohl mehrere Gletscher dieses Typus in den nördlichsten Teilen der schwedischen Hochgebirgszone vor. Im Vergleich mit den gewaltigen norwegischen Gletschern von Inlandestypus wie dem Justedalsbræen und dem Svartisen sind indessen die schwedischen Plateaugletscher von unbedeutenden Dimensionen.

Die überwiegende Anzahl schwedischer Gletscher sind Talgletscher. Es lässt sich jedoch keineswegs sagen, dass diese rein alpinen Typus seien. Die alpinen Täler sind jünger, enger und steiler als die schwedischen. Diese letzteren sind daher durchgehends breiter als die alpinen, und eine notwendige Folge hiervon ist die, dass sie auch kürzer sind. Gewöhnlich in den schwedischen Hochgebirgen sind fast rechteckige oder ovale Gletscher, ungefähr doppelt so lang als breit. Die Länge der schwedischen Talgletscher überschreitet selten 5 km. Die Mehrzahl derselben ist jedoch weit kürzer, und ein sehr grosser Teil dürfte eine grössere Breite als Länge haben. Ausgedehnte Akkumulationsgebiete, von denen aus bedeutendere und zusammengedrückte Gletscherzungen hinabragen, sind verhältnismässig selten. In der Sarekgegend sind jedoch recht viele Gletscher von dieser mit den alpinen Gletschern mehr übereinstimmenden Art anzutreffen. Ein Beispiel hierfür bietet der Mikkagletscher.

In einem gewissen Zusammenhang mit dem Typus stehen verschiedene andere Verhältnisse, wie das Vorkommen von Oberflächenmoränen, Bewegungsgeschwindigkeit u. s. w.

Da fast nie eine Verzweigung des Gletschers nach oben hin vorkommt, so fehlen Mittelmoränen der Art, wie sie in den Alpen so gewöhnlich ist. Die Mittelmoränen, die angetroffen werden, treten als innere Moränen hervor. Sie werden in der Abhandlung über die Sarekgletscher genauer erwähnt.

Infolge der gewöhnlich gleichmässig breiten Form der Gletscher ist ihre Bewegungsgeschwindigkeit im allgemeinen gering. Sie beträgt auf den grossen Sulitålmagletschern nach WESTMANS Messungen nur ungefähr 3 cm in 24 Stunden. Mehrere der Sarekgletscher mit verhältnismässig mehr zusammengedrückten Zungen weisen jedoch grössere Geschwindigkeiten auf, so z. B. der Mikkagletscher 7,6 cm in 24 Stunden, und der Suotasgletscher 11,6 cm in 24 Stunden.

Seit dem Ende der 1890er Jahre liegen verschiedene Beobachtungen über die Grösßenveränderungen der schwedischen Gletscher vor.

In der Sarekgegend ist beobachtet worden, dass die Gletscher während der Zeit 1895—1900 sich in stationärem Zustand befunden und danach zugenommen haben.

Für die kleinen Gletscher in den Lappmarken Västerbottens liegen Angabe von GAVELIN vor, wonach mehrere dieser Gletscher während des Zeitraums 1897—1908 be-

trächtlich vorgerückt sind. Andere Gletscher scheinen daselbst sich stationär gehalten zu haben.

Obwohl die Beobachtungen in Anbetracht der grossen Ausdehnung des Gebietes an Zahl allzu gering sind, scheint die Annahme doch nicht zu kühn, dass die schwedischen Gletscher im allgemeinen während des letzten Jahrzehnts im Vorrücken begriffen gewesen sind. Diese Annahme wird durch die zahlreicheren Messungen bestätigt, die an norwegischen Gletschern angestellt worden sind, und aus denen hervorgeht, dass auch sie sich während der letzten Jahre in Zunahme befunden haben.
