

Finnlands Natur.

Von Albrecht Penck¹⁾.

Nach Zusammensetzung und Oberflächengestaltung bildet das nordische Europa eine geographische Einheit von seltener Eigenheit. In einer großen, flachen schildartigen Aufwölbung heben sich die ältesten Gesteine unseres Erdteiles hervor. Vorgänge, die sich in

¹⁾ Die folgenden Darlegungen bildeten den Inhalt eines Vortrages in der Allgemeinen Sitzung der Gesellschaft für Erdkunde am 3. Februar 1923, den ich in erweiterter Gestalt wiedergebe. Sie sind angeregt durch eine Reise durch Finnland im Sommer 1922, die ich an eine Einladung der Universität Helsingfors knüpfen konnte. Dabei wurde mir außergewöhnliche Förderung zuteil. Die Herren Prof. J. E. Rosberg, Senator Sario, Dr. Victor Hackmann, Prof. W. Ramsay, Dr. Steenberg, Prof. Leiviskä, Prof. Backlund und Prof. R. Witting haben mir einen großen Teil Finnlands gezeigt und mich auf den einzelnen Strecken begleitet, so daß ich überall bewährte Führer hatte. Die finnischen Staatsbahnen gewährten mir freie Fahrt. Herr Kivinen fuhr mich in das Gebiet von Suojärvi. Ihnen allen danke ich auf das herzlichste, ebenso wie jenen vielen anderen, zum Teil Unbekannten, die mir während der Reise zahlreiche Aufmerksamkeiten erwiesen. Ebenso danke ich den Freunden, welche die Drucklegung förderten.

In Finnland haben zwei Sprachen, Finnisch und Schwedisch, gesetzliche Geltung; beide Landessprachen haben vielfach verschiedene Benennungen für denselben Ort, welche gleiche gesetzliche Gültigkeit haben. Ein finnisch Sprechender gebraucht nicht nur in finnischen, sondern auch in deutschen Veröffentlichungen gegenwärtig nur finnische Ortsnamen, ein schwedisch Sprechender schwedische, soweit sie im Lande gebräuchlich sind. Der Nichtfinnländer hat volle Freiheit, die eine oder andere Benennung anzuwenden. Wenn ich in vorstehender Abhandlung nicht dem Gebrauche der Mehrheit der Finnländer folge, sondern nur schwedische Ortsnamen anwende, so geschieht es, weil diese uns Deutschen seit langem übermittelt worden sind und sich bei uns lange eingebürgert haben. Sie durch finnische zu ersetzen, liegt für uns ebensowenig Veranlassung vor wie für einen schwedisch schreibenden Finnländer. Ausnahmen sind nur dort gemacht, wo deutsche Ortsnamen vorhanden sind, wie für Wiburg, das heute noch die am meisten deutsche Stadt Finnlands ist. Ferner folge ich der deutschen Rechtschreibung, wenn diese von der neueren schwedischen abweicht, und schreibe Finnland, nicht Finland, bottnisch, nicht botnisch. Hier handelt es sich um deutsch gewordenes Sprachgut.

Abkürzungen: Bull. Comm. géol. = Bulletin de la Commission géologique; Atlas = Atlas de Finlande, 1910; Acta for. = Acta forestalia fennica.

großer Tiefe abspielten, werden offenbar, dank einer starken Abtragung, welche das Land größtenteils eingeebnet hatte, schon bevor die ältesten paläozoischen Ablagerungen gebildet wurden. Das ist der baltische Schild. Die letzte Phase seiner Abtragung ist nicht durch die Atmosphärien am Boden des Luftmeeres geschehen. Eiszeitliches Eis ging über das Land, scheuerte es nackt und kahl ab und drückte ihm den Formenschatz glazialer Bodengestaltung auf, die so maßgebend ist, daß unter ihr die Züge einer älteren Gestaltung nahezu verschwinden. Gestört durch das Eis sind aber auch die Höhenverhältnisse des Landes. Seine Last hat letzteres eingedrückt, am meisten dort, wo es am mächtigsten war, etwa in der Gegend des nördlichen baltischen Meeres. Vom Eise befreit, quillt es nunmehr wieder empor, am meisten dort, wo es am tiefsten eingedrückt war, also im Nordwesten von Finnland; dieses wird nunmehr schräge gestellt. Dies Aufquellen und Schrägstellen gilt für ein größeres Gebiet als den baltischen Schild, es betrifft ganz F e n n o s k a n d i a , das seenreiche Land, das durch Ostsee und finnischen Golf sowie durch die Flucht vom Ladogasee und Onegasee bis zum Weißen Meere vom übrigen Europa geschieden wird. Allenthalben trifft man an seinen Küsten Hebungerscheinungen; auch in seinem Innern machen sich die Folgen seiner Schrägstellung vielfach geltend. Noch aber hat es seine frühere Höhe nicht erreicht, noch heute erscheint es seiner Umgebung gegenüber gesunken.

Fennoskandia zerfällt in zwei wohlgeschiedene Teile, in Skandinavien westlich und in Fennien östlich vom baltischen Meer. Auf der skandinavischen Halbinsel taucht der baltische Schild unter ein uraltes Faltengebirge unter, das ihm von Westen aus aufgeschoben ist, und dessen Achse heute die Hochlande an der schwedisch-norwegischen Grenze bildet. Ausschließlich zur Geltung kommt er in Fennien, dem größtenteils meerumflossenen Lande, das sich zwischen Skandinavien und die russische Tafel schaltet. Es streckt zwischen finnischem und baltischem Golf ein halbinselartiges Stück gegen Südwesten. Das ist der K e r n des finnischen Staates, welcher den Südwesten von Fennien einnimmt. Sanft wölbt sich dieses Kerngebiet zwischen beiden Meeresarmen auf, als ein wenig gegliederter Rumpf, überdeckt mit zahllosen Seen, überzogen vom nordischen Walde mit ausgedehnten Moorflächen.

Der Fels, überall abgeschliffen vom Eise, nur ganz ausnahmsweise einmal eine Wand bildend, wie wir sie in unseren Tälern anzutreffen gewohnt sind, nie aufragend wie in den Gipfeln alpiner Gebirge, immer nur Buckel bildend, die allerdings stellenweise so steil abfallen, daß man auf ihre glatte Oberfläche nur schwer heraufsteigen kann. Das Wasser, bald erglänzend als ein Seespiegel, bald dahinschießend in einem Strom, bald eingreifend in das Land als Meeresbucht, die kaum unterscheidbar ist von einem Binnensee. Der Wald, der große nordische Wald höherer Breiten, dunkle Nadelbäume, gesprenkelt mit weißstämmigen Birken, nur im Süden reichlicher ausgestattet mit Laubbäumen, hier selbst Eichen bergend. Gering ist der Wechsel in diesen drei Tönen des meist reizvollen, manchmal schönen, immer wieder erklingenden Akkordes der finnischen Landschaft. Er ist am

vollsten im Innern des Landes zwischen dem baltischen Golfe und dem finnischen bis zum Ladoga, auf der finnischen Seenplatte. Er schwächt sich nach Norden ab, wo riesige Moorflächen sich auf Kosten vom Walde und der Seen ausbreiten, und erklingt verschieden im Laufe eines Jahres.

Der F e l s Finnlands wird größtenteils aus Granit und verwandten Gesteinen gebildet, die nicht bloß in der Erdkruste, sondern auch möglicherweise darunter erstarrten. Sie herrschen so vor, daß die chemische Zusammensetzung des ganzen Felsgerüsts im Durchschnitt der des Granites entspricht und reicher an Kieselsäure ist, als man sonst für die Erdkruste ermittelt hat¹⁾. Neben den Tiefengesteinen gibt es auch solche, die auf der Erdoberfläche in den Urzeiten der geologischen Geschichte abgelagert worden sind und undeutliche Reste von Lebewesen bergen. Sie bezeugen, daß zur Zeit ihrer Entstehung bereits die in der Tiefe entstandenen Gesteine bloßgelegt und ganze Gebirge abgetragen waren. Ihre Lagerung ist allenthalben stark gestört; die ältesten sind durchschwärmt von Granitgängen oder teilweise in Granit eingeschmolzen, dabei haben sie eine tiefgreifende Umwandlung erfahren²⁾. Man kann im Lande besonders zwei verschiedene Streifen solcher in die Granitumgebung eingesunkenen Schichtgesteine unterscheiden. Der ältere läuft in ostwestlicher Richtung durch das südliche Finnland und setzt sich nach Schweden hin fort. Der andere streicht vom Ladogasee nordnordwestlich und beschreibt in Lappland mehrere Windungen. In ihm sanken in späterer Zeit neuerlich Sandsteine, Tonschiefer und auch Kalke ein, die minder stark verändert und weniger steil aufgerichtet worden sind. Die Bewegungen des Magma dauerten weiterhin an, nochmals quollen ungeheuerer Granitmassen aus der Tiefe, die granitisch erstarrten, aber nicht wie die älteren Granite stark zusammengepreßt wurden. Das ist der Rapakiwi der Gegend von Wiburg und der Ålandinseln, der faule, leicht verwitternde Fels der Finnländer. Die zu ihm gehörigen Erhebungen waren schon bei Beginn der vorgeschichtlichen Periode eingeebnet; in flacher Lagerung breiten sich deren Schichten über den Rapakiwi. Seither hat Finnland keine stärkeren Krustenbewegungen mehr erfahren; es ist ein Teil der festen Kruste geworden, der seither von vulkanischen Ausbrüchen nahezu gänzlich verschont geblieben ist. Es hat das Land Verbiegungen erlitten; Klüfte und Spalten sind vielleicht auch früher schon im Gestein aufgerissen, die oberflächlich manchmal klaffen; auch mögen einzelne Partien etwas verworfen worden sein³⁾. Aber wir haben keinen Anhalt für die Annahme, daß sich seit Beginn des paläozoischen Zeitalters in Finnland ein Gebirge erstreckt habe. Es blieb ein fast ebenes Gebiet, das im Laufe der Zeit mehr und mehr abgetragen wurde.

Eine ähnliche Geschichte haben die benachbarten Teile Schwedens durchlaufen. Indes finden sich in Finnland nirgends so reiche Eisen-

¹⁾ J. J. Sederholm, The average composition of the Earth's Crust in Finland. Bull. Comm. géol. 70, 1925.

²⁾ J. J. Sederholm, Les roches préquaternaires de la Finlande. Atlas, Carte 3. Les roches préquaternaires de la Fennoscandia. Ebenda, Carte 5.

³⁾ J. J. Sederholm, Weitere Mitteilungen über Bruchspalten mit besonderer Beziehung zur Geomorphologie von Fennoscandia. Bull. Comm. géol. 37, 1913.

lager wie dort; nur da und dort gibt es im Lande Erzvorkommnisse, von denen das reiche Kupferlager von Outokumpo bei der wissenschaftlichen Erforschung des Landes entdeckt wurde¹⁾. Zahlreicher ist das Auftreten von Graphit²⁾, der möglicherweise neben anderen Anzeichen davon zeugt, daß bereits in der ältesten in Finnland durch Schichtgesteine nachweisbaren geologischen Zeit organisches Leben auf der Erde existierte. Kohlen fehlen dem Lande gänzlich. Es ist arm an Mineralschätzen.

Einförmig ist die Oberflächengestalt der finnischen Seenplatte³⁾. Steht man irgendwo auf einer beherrschenden Höhe, so sieht man ringsum den Horizont wie glatt abgeschnitten. Nirgends blickt man auf die zitternde Linienführung einer Gipfelflur, überall wächst das Land fest zusammen und erscheint als ein großartiger Rumpf von weniger als 200 m Höhe, aus dem sich nur selten unbedeutende Berge wenig emporheben, in dem aber Vertiefungen deutlich eingefurcht sind. Dort, wo widerständige und schwache Gesteine aneinandergrenzen, sind letztere ausgeräumt, und maßgebend wird für die Oberflächengestalt das Gesteinsstreichen. Das gilt insbesondere für den Streifen von bald quarzitischen, bald schiefrigen Gesteinen, der sich vom Ladogasee nordnordwestlich zieht und 300 m Höhe mehrfach überschreitet. Da gibt es entsprechend dem Gesteinwechsel einen häufigen Wechsel von höher und tiefer, der sich aber immer in bescheidenen Grenzen von höchstens 200 m hält. Ihm dankt die Umgebung vom Koli (336 m) am Pielissee, dem gefeiertesten Aussichtsberge von Finnland, ihren Ruf und das Nordufer des Ladogasees teilweise seine Reize. Wenn aber auch jede Aufragung widerständiger Quarzite und jede Einfurchung in die schwächeren Schiefer die glaziale Formung deutlich verrät, so darf man dieser doch nicht die Herausarbeitung der ganzen Landschaft zuschreiben. Vielmehr kann man in den großen Zügen des Reliefs eine ältere Gestaltung deutlich erkennen. Dies drängt sich mit Entschiedenheit dort auf, wo die Hohlformen die unverkennbare Anordnung von Tälern haben. Wer den großen Päijännesee von einem höheren Standpunkte aus überschaut oder auf der Karte betrachtet, wird sich des Eindrucks nicht erwehren können, daß hier ein altes ertrunkenes Tal vorliegt. Gleiches gilt vom langgedehnten Näsijärvi oberhalb Tammerfors. Ertrunkene Täler sind auch viele Buchten des Ladogasees in der anmutigen Gegend von Sortavala, welche weder in der Richtung der Eisbewegung noch in der schwachen Gesteine gelegen sind, und die letzteren unter spitzem Winkel schneiden, wie man vom Pispavuori aus deutlich sieht. Es schimmert namentlich im südlichen Finnland ein präglaziales, durch rinnendes Wasser geschaffenes Relief in der Oberflächengestaltung hindurch, das allerdings durch die eiszeitlichen Gletscher eine starke Umgestaltung erfahren hat. Dagegen ist am Nordende des bottnischen Golfes der finnische Rumpf auf weite Entfernungen hin beinahe eben. Durch ganz ebenes Land fährt man

¹⁾ Pentti Eskola, Om Finlands nyttiga mineral, Geologiska Kommissionen geotekniska Meddelanden, 37, 1924.

²⁾ Aarne Laitakari, Die Graphitvorkommen in Finnland. Geotekniska Meddelanden, 40, 1925.

³⁾ J. J. Sederholm, Hypsométrie. Atlas, Carte 2.

zwischen Uleåborg und Torneå; man glaubt auf einer Küstenebene jugendlicher Aufschüttung zu sein, aber immer wieder lugt der Fels hervor, er bildet eine tischebene Platte. Anders daher hier der Küstenumriß als im zerschnittenen südlichen Finnland: Dort buchtet sich in Fjärden das Meer zwischen rundgebuckelten Halbinseln ein, die sich in Schärenreihen seewärts fortsetzen. Hier im Norden wird der Ufersaum einförmig, beinahe glatt; Schären fehlen, das auf der felsigen Platte abgelagerte Schwemmland tritt als gehobener Meeresgrund ans Meer, es bildet einen ganz flachen Strand, auf dem die schwächere Brandung des fast süßen Meeres kaum einen Wall aufwirft. Bis hart ans Meer reichen Buschwerk oder Wald; Rasen tritt stellenweise bis an die Fluten, während anderorts der Sand des Strandes zu Dünen zusammengeweht ist.

Östlich dieser Ebenheit von Nordbotten ist das nördliche Finnland bergig. In Kuusamo schwellen waldbedeckte Gipfel, die Vaara und Tunturi, die aus dem Walde in das Bereich der Höhentundra aufragen, auf 400 bis 600 m an. Sie sind buckelförmig und sitzen einzeln auf einem Sockel von über 200 m Höhe; vielfach bestehen sie aus Quarzit. Zwischen ihnen verleihen langgedehnte Seen dem Berglande von Kuusamo seine großen landschaftlichen Reize. Auch im Innern von Lappland gibt es beinahe ebene Flächen, die sich über felsigem Grunde dehnen. So ist es in der Gegend von Sodankylä. Daraus erheben sich einzeln stehende Inselberge als Tunturi über den Wald. Weithin sieht man die Landmarke des Pyhätunturi, des 520 m hohen Quarzitberges nordöstlich Rovaniemi; er ist der vorgeschobene Vorposten ganzer Schwärme von Tunturi, welche auf der Wasserscheide zwischen baltischem Meer und Eismeer stehen. Sie setzen sich mit zum Teil ansehnlichen Höhen bis zur Bucht von Kantalahti fort. Auf sie wird manchmal der Name Saariselkä ausgedehnt, der streng genommen nur einer plumpen Erhebung in diesem Schwarme zukommt. Ein eigentliches Gebirge liegt hier nicht vor. Noch weniger sind die anderen „Selkä“ Finnlands Gebirge. Der Maanselkä ist die Wasserscheide zwischen finnischem Golf und Weißem Meere, der fast ebene Suomenselkä scheidet die Zuflüsse des baltischen Meeres vom finnischen, der Salpausselkä endlich ist der Damm, der die Seen des Innern von Finnland staut.

Sanft senkt sich die baltische Abdachung von Lappland nach Süden. Dagegen zeigt die zum Eismeer gerichtete Abdachung eine Einbiegung zwischen den Höhen des Saariselkä und weiter nördlich gelegenen, die dicht ans Eismeer herantreten. Inmitten dieser Einbiegung liegt der große Enaresee, dem der Ivalo Joki in deutlichem Erosionstale zufließt. Tunturi erheben sich auch an seinem Westende. Steht man hier auf der Höhe des 418 m hohen Otsamo, so sieht man deutlich gegen Westen eine zusammenhängende Hochfläche, vor welcher der Otsamo wie ein Auslieger steht. Er gehört zum zerfransten Band einer höheren Rumpffläche; diese steigt gegen Norwegen hin an, wo sie sich in Fjeldflächen fortzusetzen scheint. Wie auf den Höhen der deutschen Mittelgebirge offenbart sich auch hier eine treppenförmige Anordnung von Rumpfflächen, die von einer stockwerkartigen, vor der Eiszeit erfolgten Abtragung des Landes zeugt.

Tief schneidet das Tanatal darein ein. Über all die Vaara und Tunturi der Treppe ist eiszeitliches Eis hinweggegangen, scheinbar ohne ihre Form zu ändern, nirgends hat es Kare in sie hineingefressen. Einen Zipfel erstreckt der finnische Staat bis in die Fjelde Norwegens, wie er einen solchen nunmehr auch zum Eismeere entsendet. Beide Zipfel reichen aus dem Naturgebiete Finnland noch mehr heraus als Lappland und Nordbotten.

Die Abscheuerung des Landes durch das eiszeitliche Eis ist bei alledem eine so beträchtliche, daß man nur an ganz wenigen Stellen in Finnland den Zersetzungsboden älterer Zeit findet. Unverwittert gehen die Gesteine zutage; nicht einmal die Feldspate vieler Granite sind getrübt wie in Deutschland. Aber das Eis, welches das Land von älteren Verwitterungsgebilden ausfegte, hinterließ auf den glattgeschliffenen Rundhöckern seinen Inhalt von Unter- und Innenmoräne; Grundmoränen überziehen Finnland fast in seiner gesamten Ausdehnung und sind stellenweise zu langgedehnten Drumlin angeordnet, die sich in der Bewegungsrichtung des Eises, also südöstlich über die Seenplatte ziehen. Nackte Gesteinsoberflächen sind seltener als man glaubt. Deckt doch z. B. eine Grundmoränenkappe den Gipfel des Puijo (234 m) bei Kuopio dermaßen zu, daß nur ein ganz kleiner Felsbuckel sichtbar wird. Ebenso ist es auf der Höhe des Tiirismaa (223 m) bei Lahti, einer der höchsten Erhebungen des südlichen Finnland. Auf seiner Gipffläche befand sich früher ein Gehöft, das den Moränenboden nutzte. Nur an seinem Steilabfalle tritt ebenso wie an dem des Puijo Fels in ausgedehnter Weise zutage. Wenn in geringeren Höhen diese Regel nicht zutrifft und hier vielfach nackte Felskuppen aufragen, so hängt das mit dem Auftauchen aus der Wasserbedeckung zusammen, welche in Finnland auf die Vergletscherung folgte. Das sich hebende Land wurde von ihren Wogen abgewaschen. Finnische Geologen erkannten an vielen Stellen die obere marine Grenze an dem jähem Aufhören der Grundmoränendecke¹⁾; hier setzen typische Strandbildungen wie Uferwälle oder Geröllfelder, die sogenannten Steinäcker, ein. Manche Gründe führen zur Annahme, daß die postglaziale Hebung des Landes sich im Laufe der Zeit verlangsamt hat. Kein Wunder daher, wenn in den tiefsten Partien die Abwaschung am bedeutendsten ist. An den Küsten Finnlands gibt es die ausgedehntesten Felsflächen, und hier bieten sich die besten Gelegenheiten zum Studium des von den Gletschern geschaffenen Formenschatzes. Da sieht man dicht über dem Meere die glattgeschliffenen, stellenweise förmlich spiegelnden Stoßseiten von Rundhöckern, deren Leeseiten durch ihre rauhe Oberfläche verraten, daß hier Gesteinstrümmer ausgebrochen sind. Nicht selten endet die Stoßseite an einem wandartigen Abfall, dessen Verlauf durch eine Kluft bestimmt ist, und jenseits desselben setzt dann in einiger Entfernung die Schrammung von neuem ein. Es sieht auf den ersten Blick so aus, als ob ein Rundhöcker durch eine Verwerfung zerbrochen sei. Solches ist in der Tat angenommen worden. Aber bei genauerem Zusehen sieht man meist, daß Kluft und Abfall nur eine Strecke weit zusammenfallen, und daß sich jene bei einer Wendung

¹⁾ J. J. S e d e r h o l m, Les dépôts quaternaires de la Finlande. Atlas, Carte 4. Sur la géologie quaternaire et la géomorphologie de la Fennoscandia. Ebenda, Carte 5.

des letzteren ins Gestein hinein fortsetzt, ohne dasselbe zu verwerfen. In der Gegend des Ormberges im Süden der Gemeinde Kyrkslätt, westlich Helsingfors, sah ich große Kuben von der Kluftwand im Lee eines Rundhöckers losgelöst und ein Stück weit verschoben. Am Südfalle des Berges liegen solche Blöcke mit der geschliffenen Seite nach unten. Der Gletscher hat hier eine wahre Steinbrucharbeit geleistet, indem er die von Kluftflächen des Gesteins umgrenzten Stücke lockerte, verschob und weiter frachtete. Infolgedessen werden die Gesteinsklüfte vielfach maßgebend für die Oberflächenformen, und vergleichsweise gering erscheint gegenüber diesem Ausbrechen die Abschleifung der Leeseiten.

Nicht alle Leeseiten sind klüftig; recht häufig sind auch sie geblättert, als wären sie abgewaschen vom Wasser. Von dessen Wirksamkeit zeugen im Lee der Rundhöcker überdies Riesentöpfe¹⁾ sowie mäandrierende Furchen von Gerinnen. Es kann nicht überraschen, daß beim Abschmelzen des Eises gewaltige Wassermassen in Wirksamkeit getreten sind, welche den felsigen Untergrund abwaschen und Riesentöpfe in ihn eindreheln konnten. Aber alles dies muß in rund 100 m Tiefe unter dem Spiegel jenes Gewässers geschehen sein, in dem das Eis endete, was nicht leicht vorstellbar ist.

Die schönsten geschliffenen Rundhöcker sieht man am Ufer des Meeres. Bis etwa 5 m über dessen Spiegel sind sie in der Gegend von Helsingfors ganz frisch; die Brandung hat ihnen während der Hebung nichts anhaben können. Höher sind die Schlißflächen leicht angewittert; rund ein Jahrtausend hat genügt, ihre Glättung mit den seichteren Schrammen zu beseitigen; Bäume wurzeln hier in den Gesteinsklüften und stehen längs derselben in gradlinigen Reihen. Noch höher gehen auch die tieferen Schrammen durch Abwitterung verloren, aber die Form des Rundhöckers bleibt erhalten. Im Bereiche des leicht in Grus zerfallenden Rapakiwi verschwindet jedoch auch sie gelegentlich; der „faule Stein“ löst sich in Schutthaufen auf, aber er bildet stellenweise überraschend steile Abfälle, die Wandungen verlassener Täler.

Nur an einer Stelle fehlt der Fels im Landschaftsbilde Finnlands; das ist dort, wo sich zwischen dem Ostende des finnischen Golfes und dem Ladogasee im karelischen Isthmus eine Brücke nach Rußland schlägt. Allmählich taucht der Rapakiwi südlich Wiburg und am Vuoksen nach Süden unter; südlich Kexholm ist er nicht mehr sichtbar, dann und wann trifft man nun z. B. unweit Kiviniemi auf eokambrische Tone oder kambrische Sandsteine; doch spielen diese im Landschaftsbilde keine Rolle²⁾. Letzteres wird hier ausschließlich von eiszeitlichen Aufschüttungen beherrscht. Lange osähnliche Schotterrücken streichen in dichtem Nebeneinander quer über den nach Wiburg sich ziehenden Nordostzipfel des finnischen Golfes. Sie springen von beiden Seiten als lange schmale Halbinseln in ihn hinein oder erheben sich als Inseln aus ihm. Auf einer solchen, deren Kies sich an Rundhöcker lehnt, liegt an engem Kanale, der den Rücken quert, der Vorhafen von

¹⁾ J. E. Rosberg, Jättegrytor i södra Finland. Fennia 46, 1, 1925.

²⁾ Benj. Frosterus, Über die kambrischen Sedimente der karelischen Landenge. Bull. Comm. géol. 75, 1925.

Wiburg, Trångsund. In einer Schnelle rauscht der Vuoksen bei Pakkola über ein Os, das von seinem linken Ufer auf das rechte überspringt; eingesenkt in eiszeitliche Aufschüttungen ist sein seeartig erweiterter Lauf oberhalb Kiviniemi, sowie der langgedehnte Suvanto, durch den er sich ins Meer ergießt. Die Landschaft nimmt hier ein durchaus baltisches Gepräge an und erinnert stellenweise an die preußische Seenplatte. Ist das Gestade des Ladogasees nördlich von Kexholm voller Schären, so wird es weiter südlich im Bereiche der glazialen Aufschüttungen glatt wie die hinterpommersche Küste. Der innere Aufbau dieser glazialen Aufschüttungen ist nicht näher bekannt; der Anteil von Sanden und Schottern an ihm scheint ein ziemlich großer zu sein. Auffällig ist die ansehnliche Höhe, die sie zwischen dem alten Ladogaausflusse nach Kexholm und nach Wiburg und dem neuen der Newa erreichen. Sie steigen auf finnischem Boden bis 182 m an; das tun die alten fennoskandinavischen Gesteine erst nördlich vom Saima.

Fast doppelt so steil als das Ansteigen der alten Gesteine gegen Nord erfolgt deren Untertauchen nach Süden. In Petersburg und bei Reval sind sie 200 und 260 m tief unter den flach gelagerten kambrischen Schichten erbohrt¹⁾; im finnischen Golfe erstrecken sie sich bis zur Insel Hochland, und wo sie sich weiter westlich am finnischen Gestade emporheben, tragen ihre Höhen das Gepräge einer vorkambrischen Landoberfläche; auf den Ålandsinseln haben sich auf ihr paläozoische Ablagerungen erhalten. Aber man darf deswegen nicht den ganzen Rumpf der finnischen Seenplatte für präkambrische Anlage ansehen. Wir bringen sie vielmehr mit einer weit jüngeren Landoberfläche in Zusammenhang, welche die devonischen, silurischen und kambrischen Schichten des Baltlandes abschneidet und sich dann auf den alten Gesteinen Finnlands fortsetzt. In sie ist der finnische Golf eingeschnitten, gerade dort, wo sich weiche Gesteine auf den uralten Sockel breiteten; in sie ist der Ladoga eingefurcht, wo ein älterer Einbruch im alten Sockel stattgefunden hat; auch das botnische Meer dehnt sich im Bereiche von Einsenkungen paläozoischer Schichtgesteine in den baltischen Schild. Sonst sind sie von ihm weggenommen; sich langsam aufwölbend, hat er die Bedeckung mit den paläozoischen Gesteinen verloren, die weiter im Süden und Osten die russische Tafel zusammensetzen. Wo sie in ihn eingesenkt waren, sind sie viel später erst, zuletzt wohl unter Mitwirkung der eiszeitlichen Vergletscherung, ausgeräumt worden. Heute fehlen sie im Lande mit Ausnahme des karelischen Isthmus, wo sie unter mächtigen eiszeitlichen Aufschüttungen erhalten sind, und ganz kleiner Reste auf den Ålandsinseln. Sonst zeugen nur noch die beiden Golfe, zwischen die sich Finnland streckt, sowie möglicherweise der große und tiefe Ladoga, daß sie noch in später geologischer Vergangenheit randlich weiter auf den baltischen Schild hinübergriffen und in dessen Mitte eingesenkt waren. Plump sind die Umrisse dieser Gewässer im Vergleich zu den reich gegliederten Seen der Platte.

¹⁾ Wilhelm Ramsay, Carte bathymétrique du Golfe de Finlande. Atlas, Carte II; K. R. Kupffer, Baltische Landeskunde, 1911, S. 126; vgl. auch S. 142.

Finnland ist das Land der Tausende von Seen¹⁾. Man hat ihrer allein in den südlich Lappland gelegenen Strichen 35 500 gezählt und dabei die ganz kleinen auf der Karte nicht verzeichneten außer Betracht gelassen. Mehr als der neunte Teil seiner Oberfläche ist von ihnen bedeckt. Kein zweites Land hat einen gleichen Reichtum an Flächen stehenden Wassers, die in den Länen von Wiburg und St. Michel 28 v. H. des Areals einnehmen. Er ist gleich den Rundhöckern ein Werk der Eiszeit. Viele von ihnen sind Wannens, dort eingeschliffen, wo sich die Eisüberflutung zwischen Engen hindurchdrängte, oder wo das Gestein wegen seiner Klüftigkeit oder seiner geringen Festigkeit wenig Widerstand darbot. So erklärt sich die Beziehung zahlreicher Seen und einzelner Tiefen in denselben, z. B. im Päijänne, zur Kluft- und Spaltbildung der Gesteine, das Geknüpftsein anderer an wenig widerständige Gesteine des Rumpfes. Aber die größeren, die meisten im südlichen Finnland, danken ihr Dasein der Aufdämmung talähnlicher, vom Eise umgeformter Hohlformen durch dessen Aufschüttungen. Das Eis kam von Skandinavien her, durchmaß das baltische Meer, überschritt das Land zwischen den beiden Golfen und reichte bis tief nach Rußland hinein. Bei seinem Rückzuge machte es im südlichen Finnland zwei aufeinanderfolgende Halte, während welcher es an seinem Saume zwei mächtige Geröllwälle in der Art von Endmoränen aufschüttete. So entstand unter der Wasserbedeckung der Dammrücken, der Salpausselkä des südlichen Finnland, welcher in zwei flachbogigen Krümmungen von Hangö in die Gegend südlich vom Päijännesee und von dort nach Värtsilä, nördlich des Ladogasees verlaufend, das Seenplateau begrenzt²⁾. Der breite Saimasee reicht bis zum Nordabfall des äußeren Walles, die übrigen Seen des Saimasystems gleich dem Päijänne liegen im Innern. Nördlich von ihm wird ein Viertel des östlichen Finnlands von Seen eingenommen, südlich von ihm sind Seen verhältnismäßig selten und klein, sofern wir von dem in die Flucht des finnischen Golfes fallenden Ladoga absehen. Allerdings ist die Scheitelsecke des Saimakanals gerade dort, wo er dicht am Saima den äußeren Salpausselkärücken quert, in den Felsen gesprengt. Aber die 1922 im Zuge befindliche Erweiterung des Kanals ließ erkennen, daß es sich nur um einen Rundhöcker handelt, der bei einer nur wenig bedeutenden Verschiebung des Kanals nach Osten hätte vermieden werden können. Eine Wegnahme der Salpausselkäaufschüttungen würde die Seenfläche Ostfinnlands ganz bedeutend mindern, jedoch nicht die Seen vollständig zum Verschwinden bringen. Denkt man sich die Salpausselkäschorter der Gegend von Lahti bis tief herab unter den Spiegel des Päijänne abgetragen, so würde man diesen doch nicht wie ein abgedämmtes Tal trockenlegen können, sondern man würde ihn in eine Anzahl einzelner Seebecken zerlegen, deren tiefste die Richtung des Seetales unter spitzem Winkel schneiden³⁾. Mit nordwestlichem Streichen sind diese bis unter den Meeresspiegel herabreichenden Wannens höchstwahrscheinlich in besonders klüftige Gesteinspartien ausgeschliffen und bringen Störungslinien desselben an-

¹⁾ J. E. Rosberg, Le plateau lacustre finlandais. Atlas, Carte 12.

²⁾ I. Leiviskä, Der Salpausselkä. Fennia, 41, 3, 1920.

³⁾ J. J. Sederholm, Tiefenkarte des Päijännesees in Finnland, 1:100000, 1896.

schaulich zum Ausdruck. Ebenso würde die Wegnahme des Damms auf der Südseite des Saimasees nicht den ganzen See samt seinem Zubehör trockenlegen. Es würde eine Menge Furchen übrigbleiben, die das Eis in weichen Gesteinen hier um so leichter ausschleifen konnte, als es sich ziemlich genau in deren Streichen bewegte. Nur die wenigsten aller dieser Seen des Seenplateaus überschreiten 50 m Tiefe.

Senkrecht zu dem Salpausselkä laufen die Oser Finnlands. Sie sind Geröllrücken, die in Spalten des zurückweichenden Eises nahe dessen Saum abgelagert wurden und vom bottnischen Golfe aus schräge über das Land laufen, ohne sich um Berg und Tal zu kümmern. Weithin bilden sie im sumpfreichen Lande trockene mit Kiefern oder Heide bestandene Dämme, die dem Verkehr in der Richtung, aus der das Eis kam, natürliche Wege bieten. In gleicher Richtung dehnen sich die unter dem Eise abgelagerten Drumlin, strecken sich ungefähr die Seetäler. So kommt es denn, daß Finnland zwischen finnischem und bottnischem Golfe ziemlich bequem in nordwestlicher Richtung durchmessen werden kann, während die Dammrücken des Salpausselkä richtungsbestimmend für den Verkehr im Süden des Landes von Hangö bis Wiburg auf der Nordseite des finnischen Golfes wirken. Nicht selten setzt ein Os über einen See. Das berühmte von Punkuharju quert die Seen des Saimagebietes, wo sie sich in westlicher Richtung nördlich des Salpausselkä zusammenketten. Ein anderes zieht sich schräge durch den südlichen Päijänne. Als hoher Damm erstreckt sich das Os von Pynikki bei Tammerfors quer über die Talfurche des Kumoflusses und scheidet den tiefen Näsijärvi vom 18 m tiefer liegenden Pyhäjärvi. Seine Fortsetzung ist das berühmte Os von Kangasala. Es staute den Vesijärvi und Längelmävesi in seinem Norden 4,5 m gegenüber dem Roine im Süden auf. Durchstiche haben diesen Höhenunterschied beseitigt¹⁾. Zum Verschwinden wurde 1743 der See von Sarvinki gebracht, als der Bauer Lassi Nuutinen einen Graben durch das abdämmende Os zog. Der große Uleåsee im Norden²⁾ endlich wird auch durch Quartärablagerungen, wie es scheint, im wesentlichen durch Moränen gestaut, aber die Wegnahme der Blockanhäufungen, über welche sein Ausfluß bei Vaala hinwegrauscht, würde nicht den ganzen großen See trockenlegen, sondern es würden mehrere Vertiefungen von mehr als 20 m zurückbleiben. Ebenso würde die Wegnahme des Pynikkioses den Näsijärvi wohl senken, aber nicht zum Abflusse bringen. Es handelt sich auch hier nicht um Abdämmung eines gewöhnlichen, sondern um die eines glazial umgestalteten flachen Tales, und dieses seinerseits hat wie alle die großen Seetäler Finnlands eine weitere Deformation durch die Eiszeit erlitten, indem durch die Last des Eises sein Oberlauf tiefer eingedrückt ist als der Unterlauf.

Der außerordentliche Seenreichtum der finnischen Seenplatte erscheint uns als Folge dreier verschiedener Ursachen, nämlich der Abdämmung, stellenweise Ausschleifung und Verbiegung voreiszeitlicher

¹⁾ Edv. Blomquist, Vattenståndsförändringar och strandförskjutningar i Pälkänevesi. Acta Svenska tekniska Vetenskapsakademien i Finland, IV, 1926.

²⁾ Nach J. Leiviskä, Über den See Oulujärvi und seine Uferformen. Annales Academiae Scientiarum Fennicae, AIII 12, 1918, ist der Uleåsee ein Felsbecken.

Täler, die sich etwa von der heutigen Wasserscheide Suomenselkä zum finnischen Golfe zogen. Wo eine dieser Ursachen zurücktritt oder in ihrer Wirkung abgeschwächt wird, hört die Häufigkeit der Seen auf. Das sehen wir zunächst im Lande südlich des Salpausselkä. Hier fehlt die Abdämmung der Täler, ihre Einbiegung ist gering: seenarm ist das Län von Nyland und das von Wiburg an den Gestaden des finnischen Golfes. Hier dehnen sich Lehmf lächen an der Stelle der Seen und verschütten die ausgeschliffenen Teile der Täler gänzlich. Seenarm ist ferner die Abdachung zum nördlichen bottnischen Meere. Die hierin sich ziehenden Täler werden durch keine Endmoräne gestaut, ihr Oberlauf ist nicht stärker eingebogen als ihr Unterlauf, sie sind nicht in Seen verwandelt worden, vielmehr schneiden ihre Flüsse entsprechend dem raschen Ansteigen des Landes rasch ein in die dem Meere entstehenden Ablagerungen und zerlegen sie in breite Riedelflächen. Durch letztere erhält die ostbottnische Landschaft ihr eigenes Gepräge. Der Salpausselkä springt bei Hangö in die Ostsee hinein, nördlich davon taucht mit ihr die sonst von ihr gestaute Landschaft ins Meer: Hier treten im Gebiete von Åbo-Björneborg mehrere Seen nahe an letzteres, und nördlich des Salpausselkä erstrecken sich an einem Gürtel, wo sich weiter östlich der Saima dehnt, weite Lehmf lächen als Zeugen geschwundener Wasserbedeckung. Und wie sich Oser quer durch die Saimagewässer ziehen, laufen ihre unfruchtbaren Sandrücken quer durch das lehmige fruchtbare Land. Dessen Täler und Fjärden an der Küste aber werden noch mehr als die Seetäler des Plateaus durch die Kluftsysteme des Gesteins beherrscht.

Seenarm wie die ganze bottnische Abdachung Finnlands in einer Entfernung von 100 km von der Küste ist auch Nordbotten und das finnische Lappland, soweit es zum bottnischen Golfe entwässert. Im Bereiche des Kemiflusses sind nur 1,5 % des Landes von Seen eingenommen gegenüber 21 % im Gebiete des Vuoksen und Kymmene. Auch hier ist die Eindrückung im Unterlaufe größer als im Oberlaufe, auch hier fehlt es an stauenden Randmoränen. Typische Oser fehlen gleichfalls. Dazu kommt, daß die ausschleifende Wirkung des Eises hier geringer war als sonst, befinden wir uns doch im Sodankylä im Bereiche der Eisscheide, wo die Massen des Inlandeises sozusagen unentschlossen waren, ob sie nach Norden oder Südosten abfließen sollten und nur wenige Gletscherschliffe hinterlassen haben. Folgen wir aber ihrem Wege über den Saariselkä nach dem Norden und treten ein in das Gebiet des zum Eismeere entwässernden Paskijoki, so steigert sich der Seenreichtum wieder auf 12,7 % des Landes, dank dem großen Enaresee, dessen Westseite ebenso untergetauchte Talstücke zeigt wie das Nordufer des ihm verwandten Ladoga.

Das auf die eiszeitliche Eindrückung folgende Wiederansteigen des Landes hält heute noch an¹⁾. An allen Küsten Finnlands finden sich Hebungerscheinungen. Man kann sie vielfach an Marken, die seit dem 17. Jahrhundert an den Schären eingemeißelt sind, ablesen. Sie geben sich aber auch schon in den Pegelbeobachtungen von einem Dutzend Jahren zu erkennen und verraten eine Schrägstellung des

¹⁾ R ö l f W i t t i n g, Hafsytan, geoidytan och landshöjningen utmed baltiska hafvet och vid Nordsjön, Fennia, 39, 5, 1918.

Landes. Es hebt sich im Norden des bottenischen Golfes am stärksten, im Jahrhundert etwa um 1 m, im Bereiche der Ålandsinseln um 0,6 m, an der südfinnischen Küste um 0,4 m. Aber die Hebung hat die Eindrückung noch nicht wettgemacht. Die finnische Küste trägt heute noch allenthalben das Gepräge eines gesunkenen Landes. In zahlreichen Buchten, den Fjärden, drängt sich der finnische Golf zwischen felsige Halbinseln, die sich nach der Seeseite in Schären auflösen; zahlreiche Arme des Meeres verästeln sich im Küstengebiete von Åbo, von denen viele ertrunkenen Tälern gleichen, während andere vom Eise ausgeräumte Schwächezonen des Gesteins darstellen. Die Ålandsinseln weiter draußen tragen noch durchaus das Gepräge untergetauchten Landes, obwohl sie in raschem Aufstieg begriffen sind. Nur am Nordende des bottenischen Meeres geht durch die hier auftretenden gehobenen marinen Ablagerungen der Küstenumriß des eingedrückten Landes verloren.

Die starke Buchtung der Schärenküste beschenkt das Land mit zahlreichen natürlichen Häfen. Aber deren Wert wird durch die stetig vonstatten gehende Hebung wesentlich beeinträchtigt. Die Buchten des nördlichen bottenischen Meeres, an denen im 17. Jahrhundert zahlreiche Hafenzentren begründet wurden, sind heute allesamt zu seicht geworden, nicht bloß, weil die Schiffe seither im Durchschnitt größer geworden sind, sondern weil sie um 3 m weniger tief geworden sind. Sie bedürfen deswegen der Vorhäfen. Uleåborg hat den seinen im 3 km entfernten Toppila erhalten, Wasa den seinen im gleich weit entfernten Vasklot, und dabei ist die Stadt nach ihrem Brand von 1852 um 6 km näher ans Meer gerückt worden. Alte Häfen sind ganz verschwunden. Das an der Mündung des Kumoflusses gelegene Kokemäki genügte bereits im Mittelalter dem Verkehr nicht mehr; an seine Stelle trat 38 km weiter talabwärts Ufsby, das schon 1365 Stadtrechte besaß. Auch dessen Hafen wurde zu seicht, und 1558 trat Björneborg, 7 km weiter seewärts, an seine Stelle; aber auch von Björneborg zog sich das Meer zurück, und die Stadt erhielt 1899 einen Vorhafen, 30 km weit entfernt, an der offenen Küste in Mäntyluoto, in dem sich ihr Seeverkehr abspielt¹⁾. Östlich Wasa trifft man im Innern von Österbotten Ortsnamen, die bezeugen, daß dorthin Meer reichte, zu Zeiten, als Skandinavier bereits dort siedelten. Da gibt es 18 km von der nächsten Bucht ein Meeresende: Havsändan, einen Norrsund, einen Strand. 18 m liegen diese Örtlichkeiten über dem Meere, und da die Hebung an der benachbarten Küste 0,9 m im Jahrhundert beträgt, so läßt sich das Alter der skandinavischen Besiedlung auf rund 2000 Jahre schätzen²⁾, während archäologische Funde auf den doppelten Betrag weisen.

Die Hebung Finnlands geschieht so rasch, daß die meisten Flüsse Finnlands bis zu ihrer Mündung hin einschneiden, was besonders an der Aura bei Åbo auffällt. Manche stürzen sich sogar in Wasserfällen

¹⁾ Finland im Anfang des XX. Jahrhunderts, Helsingfors 1919, S. 352.

²⁾ T. E. Karsten, Zum Anfangsterminus der germanisch-finnischen Bevölkerungen. Commentationes humanarum litterarum I, 2, 1922. Societas Scientiarum fennica; Henrik Renquist, Vasatraktens topografi, landhöjning och geografiska namn., Fennia 44, 3, 1923.

ins Meer. Der kleine Vandafluß hat dort, wo er sich im Bereiche der Gemeinde Helsinge in eine tiefe Einbuchtung des finnischen Golfes ergießt, einen Fors. Nach diesem ist die Stadt Helsingfors benannt, deren Anlage 1550 hier befohlen wurde. Im Merikoski, einer Stromschnelle, stürzt sich bei Uleåborg der Uleåfluß in den bottenischen Golf. Alle die vier Arme, in denen der gespaltene Kymmenefluß sich ins Meer ergießt, sind voller Schnellen, ja zwei von ihnen haben echte Wasserfälle, den westlichen Stockfors und den östlichen Högfors, jeder 8 m hoch. Diese Schnellen und Fälle verschließen die Mündung des größten Flusses von Finnland, der das Meer erreicht, für jeden Schiffsverkehrsverkehr. Nie hat er im Laufe der Jahrhunderte die Rolle eines Weges in das Innere gespielt. Nur an der sandreichen nördlichen bottenischen Küste bauen die Flüsse Deltas ins Meer. Hier auch bietet der Uleåfluß einen Wasserweg ins Innere, der bis Muhos von Dampfbooten benutzt wird, während vom Uleåsee aus die Bootfahrt nur abwärts betrieben werden kann.

Die in der ungleichen Hebung der Küsten Finnlands sich spiegelnde Schrägstellung des Landes wird auch im Innern spürbar. Alle Seewannen werden gekippt und bekommen eine Neigung nach Süden oder Südosten. Ihre Nordwestenden werden gehoben, ihre Südostenden gesenkt. Dies macht sich bereits an den alten Uferlinien des Längelmävesi geltend, welche durch die Tieferlegung von dessen Spiegel 1604 entstanden sind. Befindet sich der Seeausfluß im Südosten, so wird er durch die einsetzende Anschwellung des Wassers verstärkt und bewirkt dessen rasches Abfließen. Befindet sich aber der Abfluß auf der anderen Seite, so wird er stetig gehoben und ein Ertrinken der Süd- oder Südostufer ist die Folge. Ein solches sieht man deutlich am Südostende des Uleåsees unterhalb Kajana. Hier sind die in ihn mündenden Tälchen ertrunken und in Buchten verwandelt. Dazwischen kerbt seine Brandung in sandige Vorsprünge Kliffe ein; sie wäscht bei Paltamo aus einem alten Friedhofe menschliche Gebeine aus und rollt die Schädel am Strande umher. In ähnlicher Weise tauchen die Südufer des Vanajavesi bis gegen Tavastehus hin unter, so daß Dampfschiffe von ihm bis zu dieser Stadt gelangen können. Auch sind hier Moore überflutet worden¹⁾. Der große Ladoga nimmt an dieser Schrägstellung gleichfalls teil. Seine Südufer sind seit der Steinzeit untergetaucht worden, bis sich hier in der Nawa ein neuer Ausfluß öffnete²⁾, der den alten zwischen Kexholm und Wiburg außer Gebrauch setzte. Noch bis in den Anfang des 19. Jahrhunderts fand im Bereiche des letzteren eine Gabelung des Vuoksen statt, welche das frühzeitige Einrücken der Schweden in das Ladogagebiet begünstigte. Obwohl die Schrägstellung Finnlands mit dem Schwinden der eiszeitlichen Vergletscherung die nordbottenischen Küsten um 125 m mehr gehoben hat als die Südküste am finnischen Golfe, hat sie doch noch nicht die alten Abdachungsverhältnisse des Landes wieder völlig hergestellt. Aber sie hat schon diejenigen gründlich geändert, welche am

¹⁾ Väinö Auer, Die postglaziale Geschichte des Vanajavesisees, Bull. Comm. géol., 69, 1924.

²⁾ Julius Ailio, Die geographische Entwicklung des Ladogasees in postglazialer Zeit, Bull. Comm. géol. 45, 1915.

Schlusse der Eiszeit geherrscht haben. Im damals auftauchenden Lande bildete nach der Ansicht finnischer Forscher der Salpausselkä die Wasserscheide zwischen baltischem und finnischem Golfe, und die von ihm gestauten Wasser flossen in jenen ab, bis sie durch die Kippung ihrer Wannen veranlaßt wurden, nach Süden überzufließen. Dabei benutzten ihre Wasser den zufällig tiefsten Punkt des Stauwalles und begannen hier einzuschneiden, vielleicht an ganz anderer Stelle als dort, wo die Öffnung der verschütteten Seenfurche gelegen hatte. Der Vuoksen und der Kymmenefluß sind daher ganz junge Flüsse Finnlands; der erstere fließt wahrscheinlich erst seit 4400 Jahren¹⁾. Damit steht der unentwickelte Charakter ihres Laufes durchaus im Einklang.

Aber auch die übrigen Flüsse Finnlands sind durchaus jugendlich. Das spiegelt sich namentlich in ihren Gefällsverhältnissen. Sie sind nirgends ausgeglichen. Gefällsarme bis gefällslose Strecken, die Sel der Schweden, Suvanto der Finnen, wechseln mit steil fallenden Strecken. Stücke des Flußlaufes mit ruhigem Laufe, langgedehnten Seen gleichend, werden unterbrochen von solchen, an welchem der Fluß oder Strom in wildem Toben abwärts schießt. Das sind die Forse der schwedisch, die Koski der finnisch sprechenden Bewohner. An technisch wichtigen zählt man nicht weniger als 1442²⁾. Echte Wasserfälle (Vattenfall, Kängäs), bei welchen das Wasser nahezu senkrecht in die Tiefe stürzt, sind in Finnland selten. Gewöhnlich beträgt die Fallstrecke der Schnellen ein Mehrfaches der Fallhöhe. Streng genommen ist auch der berühmte Imatrafall eine Schnelle, denn auf einer nicht weniger als 1300 m langen Strecke schießt der Vuoksen, kurz nachdem er den Saima verlassen hat, 18 m tief herab. 200 000 cbm Gesteins hat er seit seinem gewiß nur wenige Jahrtausende bestehenden Dasein ausgewaschen. Er ist nicht der den See stauende Riegel, der hier durchbrochen wird, sondern wieder ein Rundhöcker. Dicht östlich vom Falle befindet sich eine Niederung, die, wie die Arbeiten für das große Elektrizitätswerk im Herbst 1922 lehrten, bis zum Spiegel des Vuoksen unterhalb des Falles herab mit losen Aufschüttungen erfüllt ist. Sie verhüllen eine Furche, wahrscheinlich eines alten Gerinnes, welches der Vuoksen bei seinem Einschneiden verfehlt hat. Ganz ähnlich liegen die Dinge weiter stromabwärts am Vallinkoski. Da macht der Vuoksen eine nach Westen gekrümmte Schleife. Beim Eintritt und beim Austritt stürzt er sich über dasselbe Felsenriff, zwei Schnellen bildend. Östlich derselben ist der verschüttete Lauf angedeutet, den er beim Einschneiden nicht angetroffen hat. Er trachtet, ihn durch Seitwärtsdrängen wieder bloßzulegen; eine Krümmung oberhalb des oberen Falles nach Süd und eine solche unterhalb des unteren Falles nach Nord kommen einander sehr nahe. Dem Anscheine nach sind sie voneinander nur durch lose Aufschüttungen getrennt. Ähnlich dürften die Dinge am Kuusankoski des Kymmene liegen. Dicht unterhalb dieser starken Schnelle reichen Warfentone bis unter den Spiegel des Kymmene herab, die ich an der dortigen Fähre am rechten Ufer entblößt fand. Sie erfüllen hier ein

¹⁾ M. Schjerfbeck, När upstod Vuoksen, Fennia 45, 16, 1925.

²⁾ R. R. v. Willebrand, Hydrographie. Atlas, Carte 14.

altes Gerinne, in das sich der heutige Fluß in seinem Koski herabstürzt, weil er es beim Einschneiden eine Strecke weit verfehlt hat. Solches hat sich offenbar auch bei Tammerfors ereignet, wo der Abfluß des vom Pyynikki Os gestauten Näsijärvi beim Einschneiden nicht die Furche des alten Seetales, sondern einen Felsen gefunden hat, über den er nun in kräftigem Falle herabstürzt, die Wasserkraft gewährend, die den Aufschwung von Tammerfors bedingt hat. Die Koski Finnlands sind wiederholt epigenetische Laufstrecken, und es wäre eine schöne Aufgabe, zu untersuchen, inwieweit dies allgemeiner zutrifft. Daneben gibt es aber sicher auch Schnellen, die sich über Felsenriegel zwischen Felsbecken stürzen. Solche sah ich am Joenjoki oberhalb Enare in Lappland.

Keineswegs immer setzt das Auftreten von Stromschnellen das Vorkommen von Fels im Flußbette voraus. Manchmal genügen dazu Blockansammlungen. So scheint es beim Austritt des Uleåflusses aus dem Uleåsee am oberen Teile des Niskakoski sowie an den Schnellen zu sein, die er zwischen Muhos und Uleåborg hat. So ist es namentlich am unteren Vuoksen der Fall. Am Paakolankoski rauscht er über ein Geröll los, und auch am Kiviniemikoski gibt es keinen Fels. Hier fällt der Vuoksen auf 880 m Länge um 2,9 zum Suvanto herab und schießt mindestens 500 m weit wie ein Strahl in diesen See hinein, nachdem dessen Spiegel durch Öffnung gegen den Ladoga gesenkt worden ist. Früher war es anders. Da sandte der Suvanto bei Kiviniemi seine Wasser zum Vuoksen, und die Stromschnelle ging in umgekehrter Richtung. Dank dem Eingreifen des Menschen hat hier eine Umkehrung des Flußlaufes stattgefunden. Mannigfache Anzeichen sprechen dafür, daß solche öfter auch an der Wasserscheide zwischen den Flüssen der nordwestlichen und südlichen Abdachung des Landes geschehen ist, sie wandert entsprechend der Schrägstellung des letzteren allmählich nach Nordwesten. Gelegentliche Bifurkationen von Flüssen begleiten die Gefällsumkehrung.

Wie aller nordische Wald, ist der finnländische arm an Arten von Bäumen. Ganz allgemein ist in ihm die Birke verbreitet, sie reicht durch das ganze Land hindurch. Sie ist es, die im äußersten Norden bis an den schmalen baumlosen Tundrastreifen herantritt, den Finnland bei Petsamo am Eismeere erhalten hat, und welche auf den Tunturi Lapplands, auf dem südlichsten in kaum 400 m Höhe, als niedriges Gebüsch die Baumgrenze bildet. Wenig weiter südlich oder in nur wenig geringerer Höhe erscheint die Kiefer. Die obersten Stämme stehen meist abgestorben, als einsame Leichen im Birkenhag, 50 bis 100 m unter dessen oberer Grenze. Ein Gemisch von Birken und Kiefern bildet den Wald an den Ufern des Enaresees. An seinem Zuflusse, dem Ivalo, gesellt sich die Fichte zu ihnen in kurzästiger schlanker Form. Vogelbeere, Zitterpappel und Traubenkirsche (*Prunus padus*) erscheinen selbst im hohen Norden als Begleiter der Birke, aber andere Laubbäume und Sträucher treten erst weiter südlich im finnischen Walde auf, die Schwarze Erle etwa vom Nordende des baltischen Golfes an, die Linde unter 63° N, Ahorn und Ulme unter 62°, Hasel unter 61°. Erst an der Südküste stellt sich die Eiche ein. Auf

den Ålandsinseln wird sogar die Eibe angetroffen¹⁾. Hier ist auch die finnische Flora am reichsten. Nicht weniger als 650 Arten von Gefäßpflanzen gibt es hier, abgesehen von 100 durch den Menschen eingeführten, obwohl die Inseln noch im raschen Auftauchen aus dem Meere begriffen sind²⁾. Klimatisch der bevorzugteste Teil von Finnland, sind sie trotz ihrer insularen Lage von Pflanzen aufgesucht worden; selbst schwere Eicheln sind zu ihnen gelangt. Die Entfernung vom Festlande hat nicht als Hindernis für die Ausbreitung der Pflanzen gewirkt. Wie sich die Ålandsinseln in den letzten 10 000 bis 15 000 Jahren mit einem außergewöhnlichen Reichtum von Arten besiedelt haben, so ergreift die Landvegetation auch von jeder auftauchenden Schäre an der Küste im Laufe eines Jahrtausends Besitz. Nur die sturmumpeitschten äußersten Schären der finnischen Küste sind nackt und kahl. Sie bilden das Havsband. Die inneren sind bewaldet, sobald sie sich nur einige Meter über das Meer erheben und nicht allzu klein sind.

Der Wald Finnlands deckt 252 635 qkm, also 65 % der Staatsfläche, und wenn wir von den 44 852 qkm Wasserfläche absehen, fast dreiviertel (74 %) des Landes³⁾. Aber nur vier Fünftel dieser großen Waldfläche geben Ertrag und können als Forste betrachtet werden; ein Fünftel kann forstlich nicht benutzt werden. Das sind die armen Wälder. Die größere Hälfte der Waldfläche (130 399 qkm) findet sich in der Nordhälfte des Landes, im Län von Uleåborg, die kleinere (122 236 qkm) in den übrigen Länen, südlich von 64° N.

Entbehren die Wälder Finnlands der Laubbäume nicht, so erhalten sie doch wie alle nordischen Wälder ihr Gepräge durch das Nadelholz. Die Kiefer ist der herrschende Baum; sie ist tonangebend in der Mehrzahl der Forsten. An zweiter Stelle steht die Fichte, ein ziemlich später Einwanderer im Lande, der erst nach dem Menschen angelangt ist. Aber sie ist bezeichnend für den vierten Teil der Waldfläche. Acht Zehntel derselben sind Nadelwald, der Rest ist größtenteils Laubwald von eintöniger Art. Weit ausgedehnt sind namentlich im Norden die Birkenbestände an der Baumgrenze. Weiter südlich gibt es Erlen- und hier und da Espenwälder. Aber selten nur fehlen im Nadelwald einzelne Laubbäume oder Gruppen von solchen; keiner ist ohne Birke denkbar, nur auf den Ålandsinseln tritt sie zurück. Linde und Ahorn sind im Süden vielfach eingestreut, die Eiche nur an der Südküste sowohl westlich Helsingfors als auch bei Wiburg; dazwischen fehlt sie.

Bei der großen Einförmigkeit des finnischen Waldes spielt für dessen Charakteristik weniger die Baumgenossenschaft als sein Bodengepräge die maßgebende Rolle. A. K. C a j a n d e r⁴⁾ hat danach einzelne

¹⁾ J. P. Norrlin und Harald Lindberg, Flore et végétation, Atlas, Carte 20.

²⁾ Alvar Palmgren, Die Artenzahl als pflanzengeographischer Charakter, Fennia 46, 2, 1925.

³⁾ Yrjö Ilvessalo, The forests of Finland. Helsingfors (6, J.), Communicationes ex Instituto quaestionum forestalium Finlandiae editae, 9, 1924; The forests of Suomi (Finland), Ebenda 11, 1927; Vorträge über die Waldwirtschaft und Forstwissenschaft in Finnland, 1925.

⁴⁾ A. K. Cajander, Über Waldtypen I, Acta for. 1, 1909. II. Ebenda, 20, 1922, Fennia 28 und 43; Forstlich-geographische Übersicht Finnlands, Acta for. 25, 1923.

Waldtypen herausgearbeitet, welche in glücklicher Weise wirtschaftlich Ähnliches und geographisch Einheitliches umfassen. Er unterscheidet in Finnland Haine und Wälder. Die Haine haben am Boden wenig Moos, aber reichlicher Krautvegetation. Auf den Ålandsinseln bilden sie den vierten Teil der Wälder, die hier allerdings mehr als sonst, nämlich zu 92 % Nadelwälder sind und größtenteils von der Kiefer beherrscht werden. Die Hasel schließt sich hier zu dichtem Buschwerk, zu den Runnor, zusammen. Größere Laubwälder, durch ihre Eichen an deutsche Wälder erinnernd, treten erst auf dem Festlande, in der Gegend von Åbo auf. Hier wie da erhält der Bodenwuchs durch Sanickel, Einbeere und Schattenblume (*Majanthemum bifolium*) sein Gepräge. Das sind die Haine des *Sanicula*-Typus (ST). Weiter ostwärts am finnischen Golfe wird in Nyland die Fichte der herrschende Baum des Haines und Waldes überhaupt. Sauerklee und Schattenblume gedeihen in ihrem Schatten und kennzeichnen den *Oxalis-Majanthemum*-Typus (OMT oder OT), an feuchten Stellen treten hier wie anderwärts Farne in den Vordergrund (*Farntypus*, FT). Am Nordufer des Ladoga werden Laubbäume in den Hainen herrschend: Birken, Espen, Grauerlen, darunter gedeiht der blaßgelbe Eisenhut (*Aconitum*-Typus, AT). In höheren Lagen tritt die Kiefer in den Vordergrund; Preiselbeere und Himbeere vergesellschaften sich auf dem trockenen Boden (*Vaccinium-Rubus*-Typus, VRT). Im nördlichen Finnland gibt es im wesentlichen nur Farnhaine, die auf den Berghängen in Kuusamo ziemlich weit verbreitet sind; auf kalkigem Boden erlangen die Haine mit Bodenbewuchs von Storchschnabel (*Geranium-Dryopteris*-Typus, GDT) einige Bedeutung; ausnahmsweise kommt auch im Norden auf besonders gutem Boden ein Hain mit Sauerklee des *Oxalis-Majanthemum*-Typus selbst in Lappland vor.

Die Wälder Finnlands sind durch Unterholz gekennzeichnet und erscheinen als frische, d. h. feuchte, und als trockene. Kräuter treten in ihnen zurück. Die frischen Wälder haben einen Moosteppich. Allgemein ist die Heidelbeere verbreitet. Ursprünglich ist die Fichte der herrschende Baum gewesen, doch treten nicht selten infolge von Waldbränden, namentlich die Birke, aber auch Espe oder Grauerle in den Vordergrund. Edle Laubhölzer kommen nur an der Grenze gegen die Hainwälder des Südens vor. Rohhumus bildet die Bodenkrume; die Auslaugung der darunter befindlichen Partien ist weit fortgeschritten; hier finden sich Bleicherden. Auf kräftigem Boden gesellt sich zur Heidelbeere der Sauerklee (*Oxalis-Myrtillus*-Typus, OMT). Auf dem Tonboden Südfinnlands tritt die Preiselbeere zur Heidelbeere, ebenso das Wintergrün (*Pyrola*-Typus, PyT). Wälder der beiden letztgenannten Typen sind hainähnlich und bilden mit den Hainwäldern den wertvollsten, aber leider auch kleinsten Teil (3,8 %) der finnischen Forsten, auf dem der Nachwuchs am bedeutendsten ist, nämlich im Jahre etwa 4 cbm auf 1 ha.

Die frischen Wälder mit Heidelbergestrüpp (*Myrtillus*-Typus, MT) sind im südlichen Finnland auf minder fruchtbarem Boden sehr häufig; in ihnen überwiegt die Fichte. Fast ein Viertel der finnischen Forsten (23,6 %) gehören ihnen an; sie liefern den größten Teil des Nach-

wuchses; auf 1 ha wachsen im Jahre 3,4 cbm zu. Im nördlichen Finnland, wo eine dichte Moosdecke die Heidelbeere beinahe verdrängt (Dickmoos oder *Hylocomium-Myrtillus*-Typus, HMT), sinkt das Hektarertragnis der Moos- und Heidelbeerwälder auf 0,8 cbm im Jahre. Sie sind hier so stark entwickelt, daß sie 4,0 % der ganzen Forstfläche ausmachen.

Die trockenen Wälder Finnlands tragen vielfach heideartigen Charakter. Moose weichen gegenüber Flechten zurück. Die Preiselbeere tritt an Stelle der Heidelbeere (*Vaccinium*-Typus, VT). Preiselbeerwälder sind im südlichen Finnland auf sandig kiesigem Boden, namentlich auf den Osrücken verbreitet; sie nehmen mehr als den vierten Teil aller Forsten ein (25 %), liefern aber auf 1 ha im Jahre nur 2,6 cbm Holz. Im Norden Finnlands tritt die Krähenbeere auf dem Waldboden neben der Heidelbeere in den Vordergrund und wird für den *Empetrum-Myrtillus*-Typ (EMT) bezeichnend. Dieser nimmt ein Neuntel (11,2 %) der finnischen Forste ein, im Norden mehr als ein Viertel, liefert aber nur geringen Ertrag, nämlich nur 0,9 cbm im Jahre auf 1 ha. Die echten Heidewälder mit Heidegestrüpp (*Calluna*-Typ, CT) sind auf dürrtigem Boden durch ganz Finnland verbreitet und nehmen $\frac{1}{12}$ der Forste (8,3 %) ein; auch im Süden häufig, liefern sie ein ansehnlicheres Ertragnis als die Krähenbeerwälder, nämlich jährlich 1,4 cbm auf 1 ha. Am ärmsten sind die Wälder mit Renntierflechten am Boden, die Wälder des *Cladina*-Typus (CIT) im nördlichen Finnland, die immerhin 4 % der ganzen Forstfläche einnehmen; sie liefern nur 0,6 cbm auf 1 ha im Jahre.

Nicht unbedeutend sind die Sumpfwälder Finnlands, von Fichten und Kiefern auf moorigem Boden gebildet; sie nehmen fast ein Fünftel (19,7 %) der Forstfläche ein und geben ein Jahresertragnis von 1,6 bis 1 cbm auf 1 ha. Dagegen liefern die „armen“ Wälder keinen nennbaren Ertrag. Sie dehnen sich überwiegend auf Sümpfen und nur zum kleinsten Teile auf Felsboden. Im Durchschnitt ist der jährliche Nachwuchs in den Forsten Finnlands 1,8 cbm auf 1 ha; im Norden bleibt er um 1 cbm hinter diesem mittleren Ertrag zurück, im Süden steigt er um 0,9 m darüber. Der ganze Waldbestand in den Forsten Finnlands wird auf 1,62 Milliarden cbm geschätzt; zu 75,6 cbm auf 1 ha, während in den armen Wäldern sich nur 19,4 cbm auf 1 ha finden. Im Durchschnitt ist also die Holzmenge der gesamten Wälder 64,3 cbm auf 1 ha, also eine Schicht, die sie 6,43 mm hoch, das ganze Land rund 4 mm hoch bedecken würde. Zwei Drittel des Waldbestandes entfallen auf den Süden, und dieser liefert $\frac{4}{5}$ des jährlichen Nachwuchses. Letzterer übersteigt am finnischen Golfe in der Provinz Nyland und auf dem südlichen Teile des Seenplateaus 3 cbm auf 1 ha, im Osten rund 2,7 cbm, an der Westküste 2,3 cbm auf der Flächeneinheit. In ziemlich weitem Umfange schwanken die produktiven Kräfte des Waldes im Lande. Jährlich etwa 44 Millionen cbm Holz erzeugend, würden sie in 37 Jahren den ganzen großen Waldbestand Finnlands neu schaffen können. Aber nach vorsichtiger Schätzung könnte dieser durch weitere Entwicklung der Forstwirtschaft, namentlich im südlichen Teile des Landes noch um mehr als um ein Drittel, nämlich von 33,7 auf 46 Millionen cbm im Jahre gesteigert werden.

Durchlöchert wird der im Norden etwas zerfranzte Waldmantel Finnlands hier nicht bloß durch die ihn durchstoßenden Tunturi und im Süden durch die zahlreichen in ihn eingesenkten Seen, sondern in viel ausgedehnterem Maße durch die Moorflächen des Landes. Sie bilden in den Wäldern Lapplands die ausgedehnten Lichtungen, durch welche der Blick einmal einen fernen Berg erhascht; sie nehmen hier und weiter südlich bis zum Gebiete des Uleåflusses, ferner auf Suomenselkä sowie längs der Ostgrenze Finnlands mehr als die Hälfte des Landes ein. Die Höhen von Saariselkä bezeichnen die Nordgrenze dieser großartigen Moorentwicklung, die sich im südlichen Lappland nicht mit Seenreichtum paart, weswegen hier der Akkord Fels, Wasser und Wald nicht mehr erklingt. Hier heißt es: Fels, Moor und Wald, ja vielfach nur Moos und Wald. Nördlich vom Saariselkä beschränken sich die Moore auf die Niederungen in der Nachbarschaft des Enaresees. Die Höhen in der Birkenzone und oberhalb der Baumgrenze sind moorfrei, die Vegetation ist nicht reichlich genug, um die erforderliche organische Substanz zu bilden. Gleiches gilt von den Fjeldhöhen, auf welche sich der Nordwestzipfel Finnlands in der Gemeinde Enontekiö erstreckt. Gegen Süden nehmen die Moor- und Sumpfgebiete ab. Im Bereiche der bottenischen Abdachung decken sie etwas weniger als die Hälfte, auf dem Seenplateau ein Viertel; nur im Südwesten Finnlands, den alten Kulturgebieten von Åbo-Björneborg, Tavestehus und namentlich Nyland, schrumpfen sie auf ein Zehntel der Fläche zusammen. Insgesamt wird die Moorbedeckung Finnlands auf 35,7 % des Landes geschätzt, also auf 139 000 qkm. Nimmt man dazu die Spiegel der Seen, so bleiben für seinen einigermaßen trockenen Boden nicht gerade viel mehr als die Hälfte (52,7 %), ja im überwiegenden Teile des Landes herrschen die nassen und feuchten Flächen ganz entschieden vor¹⁾.

Wald und Moor schließen sich in Finnland nicht aus. Viele Wälder stehen auf moorigem Boden und erscheinen als Bruchwälder oder Bruchmoore, die sich dort finden, wo das Bodenwasser in Bewegung begriffen ist. Dort aber, wo letzteres stagniert, verkümmert der Baumwuchs, nur Gestrüpp von Heidelbeeren, Rauschbeeren und Heidekraut kommt im Moore fort, das sind die Reisermoore. Weit verbreitet sind die schwappenden Moore, die Weißmoore auf kalkarmem Boden, gebildet von Sphagnumarten, und die Braunmoore anderer Moosarten auf kalkigem Gelände. Bereits in Nordbotten treten die Torfmoore zurück, und in Lappland werden sie schließlich selten. Gräser werden hier die Träger des Moores, namentlich Seggen, auch Wollgras oder Binsen. Das sind die Rimpimoore.

Diese fünf verschiedenen Moortypen vergesellschaften sich mehr oder weniger miteinander. Im südlichen Finnland fügen sich dieselben in die Züge der Oberflächengestaltung ein, beschränken sich auf die Niederungen zwischen den Rundbuckeln und Osern und wachsen hier zu größeren Komplexen zusammen. Das gilt namentlich für Karelîen. Südlich des Suomenselkä breiten sie sich auch über die

¹⁾ E. A. Malm, Les marais au point de vue économique, Atlas, Carte 15; A. K. Cajander, Studien über die Moore Finnlands, Acta for. 2, Fennia 35.

wasserscheidenden Höhen und entsenden als echte Hochmoore Wasser nach verschiedenen Richtungen. In ihrer Mitte liegen wie auf deutschem Boden nicht selten sogenannte Kolke, echte Moorseen. Die Aapamoore Nordfinnlands und Südlapplands sowie auf dem Suomenselkä umfassen riesige Komplexe, die sich von den Berghängen herab zu den Niederungen ziehen und selbst bis zu Höhen ansteigen; sie bedecken den gesamten Untergrund, sich an dessen Wellungen anschmiegend, und steigen in den Bergen von Kuusamo als Gehänge moore empor. Das ist das Maximum der Moorentwicklung, das vornehmlich von Rimpimoores gebildet wird. In letzteren kommen aber immer wieder Stränge¹⁾ von Weißmooren vor, manchmal ganz schmale, manchmal breitere. Es macht den Eindruck, als sei das Moor aufgerissen und seien dann die Spalten wieder geschlossen worden. Ähnlich den Querspalten eines Gletschers stehen die Stränge senkrecht zur Gefällsrichtung der Oberfläche. Eigenartige Oberflächenformen nehmen die nördlichsten Moore im Bereiche der Tundra an, sie wölben sich zu kuppelförmigen kleinen Hügeln empor, den Palsa oder Pounu auf Kola, wahrscheinlich Aufpressungen darstellend, hervorgerufen durch Gefriererscheinungen. Dabei ist der Rand der Moore zerfressen von Tälchen und Rinnen. Es sieht aus, als ob die Torfbildung bereits zum Abschluß gekommen sei und als ob der Torf einer früheren Periode wieder zerstört werde.

Dieser ersterbenden Torfbildung im hohen Norden steht eine noch kräftig fortschreitende Ausdehnung der Moore im nördlichen und mittleren Finnland gegenüber²⁾. An zahlreichen Stellen dringen sie in den Wald hinein; ganze Felder von Stubben im Torfe verraten, daß dies seit geraumer Zeit geschieht. Etwa neun Zehntel aller Moore von Österbotten breiten sich über früheren Wald. Die Ursache liegt teilweise gewiß in der noch vonstatten gehenden Schrägstellung des Landes, durch welche das Gefälle aller nach Norden gerichteten Gerinne gemindert wird, so daß Vermoorung an Stellen eintritt, die dafür früher nicht geeignet waren. Aber angesichts der ersterbenden Torfbildung im Bereiche der Tundra ist es auch möglich zu denken, daß sich die für die Moorbildung günstigen klimatischen Bedingungen im Laufe der letzten Jahrtausende etwas nach Süden verschoben haben. Vieles spricht dafür, daß in Finnland wie in Skandinavien gegen Ende der Postglazialzeit das Klima etwas weniger mild geworden sei. Ein Kühlerwerden bezeichnet aber eine Verlängerung der winterlichen Schneedecke und eine Minderung der sommerlichen Verdunstung, kurz ein Feuchterwerden des Landes, ohne daß eine Mehrung der Niederschläge angenommen werden muß.

Die südlich vom Saariselkä erfolgende Zunahme der Vermoorung steht in Einklang mit einem solchen Klimawechsel. Aber der große Gegensatz zwischen der geringen Vermoorung des Südwestens und

¹⁾ Väinö Auer, Über die Entstehung der Stränge auf Torfmoosen. Acta Forest. 12. 1920.

²⁾ Väinö Auer, Über Versumpfungsprozesse in Mittel-Österbotten. Communicationes ex Instituto quaestionum forestalium editae, 3, 1921; Über einige Aufgaben der Moorforschung, ebenda, 8, 1924; Die postglaziale Geschichte des Vanajavesisees, ebenda; Untersuchungen über die Waldgrenzen und Torfböden in Lappland, ebenda, 12, 1927.

der starken der unmittelbar daran sich anschließenden Gebiete wird durch ihn nicht geklärt. Jäh stoßen die moorarmen Gebiete von Åbo, Tavastehus und Nyland an die moorreichen von Wasa, St. Michel und Wiburg. Eine scharfe Grenze dieser politischen Einheiten aber gibt sich auch in anderer Weise zu erkennen. Die drei erstgenannten Läne sind das alte Kulturland von Finnland; Funde aus der ersten und zweiten Eisenzeit sind in ihnen viel häufiger als in der Nachbarschaft, und sie sind heute die bestangebauten von Finnland. Ein Fünftel ihrer Fläche wird von Äckern und Wiesen eingenommen, in der Nachbarschaft nur ein Achtel. Es ist nicht unmöglich, daß die Kulturarbeit zweier Jahrtausende der durch klimatische Ursachen bedingten Zunahme der Vermoorung hier erfolgreich Halt geboten hat. Dazu kommt, daß durch die ungleiche Hebung Finnlands hier kein Rückstau der nach Süden abfließenden Gewässer bewirkt wird. Es treten deswegen am Meere keine Versumpfungen ein, die in Österbotten bis an die Küste reichen. Die Zeit, die für die Moorbildung auf den auftauchenden Strichen zur Verfügung steht, ist viel geringer als für das längst aufgetauchte Innere. Hier finden sich daher die mächtigsten Torflager, die in Südfinnland 10 m Dicke überschreiten, während sie in Nordfinnland nur 4—5 m erreichen. Die riesige Menge des in den Mooren Finnlands aufgespeicherten Brennstoffes wird bisher nur in bescheidenem Umfange genutzt.

Groß ist der Wechsel des finnischen Landschaftsbildes im Laufe des Jahres. So, wie man es gewöhnlich sieht und schildert und wie es in zahlreichen Abbildungen wiedergegeben wird, ist es nur im Hochsommer, wenn im Juli die Zeit der längsten Tage bereits vorüber ist. Nur im äußersten Norden leuchtet dann noch die Mitternachtssonne, aber im ganzen Lande ist es am wärmsten. Die Vegetation hat ihre größte Üppigkeit entfaltet, die großen warmgewordenen Wasserflächen des Innern spenden dem Lande durch ihre Verdunstung Feuchtigkeit; die Bewölkung nimmt etwas zu, und im August wird mit Ausnahme des Nordens der Niederschlag am reichsten. Er ist die Zeit des Reifens. Dann werden in Lappland die Felder bei Rovaniemi manchmal schon eher gemäht als im südlichen regenreicheren Finnland. Bis tief in den September hinein dauert hier die Ernte. Da beginnen sich die Laubbäume zu färben: die Birke wird hellgelb, die Espe etwas mehr dunkelgelb, rot der Ahorn. Farbenprächtig leuchten die Wälder unter den rasch kürzer werdenden Tagen. Im Oktober verlieren die Bäume das Laub; im ganzen Lande gibt es Schneefälle, und sobald die Temperatur unter den Gefrierpunkt sinkt, bleibt der Schnee liegen, in Lappland schon Mitte, am Uleåsee Ende des Monats. Manchmal bildet sich dann schon im nördlichen bottenischen Meere Eis. Aber die von Süden kommenden Winde bringen noch Feuchtigkeit von der warmen Ostsee; der Südwesten des Landes hat deswegen mehr Niederschlag im Herbste als im Sommer.

Der November bezeichnet in Finnland den Anfang des Winters, die Schneedecke rückt weiter und weiter nach Süden vor und überzieht Ende des Monats bald das ganze Innere. Sie erreicht die südlichen Küstenstriche noch nicht, während sich die nördlichen mit Eis

bedecken. Im Dezember liegt fast das ganze Land unter Schnee. Über seiner weißen Decke aber wölbt sich ein trüber, zu acht Zehnteln bewölkter Himmel. Dennoch sind die benachbarten Meere offen, und die regelmäßig wehenden Südwestwinde sind feucht. Die Eisbesetzung der Küsten nimmt jedoch rasch zu; der Schiffsverkehr hört auch im Süden auf. Strenger wird der Winter im Januar, obwohl die Bewölkung sich etwas mindert, am kältesten aber ist im ganzen Lande der Februar. Alle Binnenseen sind ebenso wie die ausgedehnten Moorflächen gefroren. Die Flüsse fließen unter beschneiten Eisdecken. Der Landverkehr findet keine Hindernisse mehr, Schlitten fahren über Seen und Flüsse, die Skifahrer laufen durch schütterten Wald und über Moorflächen. Das Meereis hat nicht bloß die Küsten besetzt, es brückt sich nicht selten in der inselreichen Enge der Quarken im bottnischen Meere hinüber nach Schweden, es macht die gesamten Ålandsinseln landfest. Ja, es gibt Jahre, da es sich von hier bis Schweden spannt. Der finnische Golf ist im Osten fast ganz voll Eis, festliegendem an der Küste, treibendem in der Mitte. Der Ladoga ist zugefroren. Nur das Eismeer im Norden bleibt offen, ebenso die Weitungen des bottnischen Meeres; das Weiße Meer hingegen ist geschlossen. Finnland ist kontinental geworden, verhaft mit der schwedischen Gegenküste, beinahe angegliedert an Estland. Aber immer noch bringen von der offenen Ostsee im Süden Winde feuchte Luft, und die Monate Dezember, Januar und Februar bilden in Finnland nicht das an Niederschlägen ärmste Viertel des Jahres. Freilich, das offene Eismeer trägt zu deren Mehrung so gut wie nicht bei, obwohl eiskaltes Land ans wärmere Meer stößt, denn es wehen keine Winde von dorten. Die Schneedecke, die das ganze Land mit all seinen Binnenseen überspannt hat, wächst weiter; schwer lastet sie auf den Nadelbäumen und drückt deren Geäst nieder. Mitte März erlangt sie ihre größte Mächtigkeit. Im nordöstlichen Finnland wird sie $\frac{3}{4}$ m, im Innern mehr als $\frac{1}{2}$ m dick, nur an den Küsten bleibt sie dünner. Etwa drei Zehntel des gesamten Niederschlages speichert sie auf. Unter ihr ist der Boden gefroren, durchschnittlich 0,6 m herab¹⁾.

Erst im April hebt sich die Temperatur über 0°, an der Südwestküste gleich zu Beginn des Monats, im Innern 14 Tage später, in Lappland allerdings erst Ende Mai. Nun setzt die Schneeschmelze ein und befreit innerhalb eines Monats den ganzen Süden des Landes von seiner weißen Hülle. Der lange Winter ist vorüber; der Boden ist durchtränkt mit Wasser, die Niederungen sind vielfach überschwemmt, während auf den Seen sich noch bis in den Mai brüchiges Eis hält. Zu Wasser und zu Lande ist der Verkehr im Innern vielfach gehindert, aber an den Küsten lebt er wieder auf, denn sie werden im Südwesten im April, am Ostende des finnischen Golfes allerdings erst im Mai eisfrei und am Nordzipfel des bottnischen Golfes manchmal erst im Juni. Lange bleiben die umgebenden Meere und der Ladoga noch kühl, die von ihnen zum wärmeren Lande wehenden Winde erscheinen daher trocken

¹⁾ Leiviskä glaubt auch fossiles, aus der Eiszeit herrührendes Bodeneis im südlichen Finnland gefunden zu haben (Zeitschr. f. Gletscherkunde, VIII, 1914, S. 209). Ich habe die Stelle (Kiesgrube Myllymäki bei Åbo) besucht und nichts davon sehen können. Allerdings war die Grube nicht in Betrieb und ziemlich stark verschüttet.

und bewirken eine rasche Austrocknung des Landes; die drei Monate März, April und Mai sind das an Niederschlägen ärmste Viertel des Jahres fast im ganzen Lande. Der Mai bezeichnet, mit Ausnahme von Lappland, den Frühlingsmonat. Die Bäume belauben sich, Wiesen werden grün, die Felder werden bestellt. Der Juni ist merklich wärmer, er bringt den Sommer. Aber nicht selten gibt es bei heiterem Himmel noch Fröste. Das Land ist um mehrere Grade wärmer als das angrenzende Meer. Die Bewölkung sinkt auf ein Mindestmaß und deckt im Durchschnitt kaum die Hälfte des Himmels. Die langen Tage sind in Finnland zugleich die hellsten, die kurzen zugleich die trübsten.

Der lange, rund ein halbes Jahr dauernde Winter ist bezeichnend für den größten Teil von Finnland. Nur im Südwesten ist er wesentlich kürzer, wo sich auf den Ålandsinseln die Temperatur erst Anfang Dezember unter 0° senkt und bereits Anfang April wieder darüber hebt; hier gibt es ein Frühjahr von zwei Monaten, und die Schneedecke dauert nur drei Monate. Aber schon an der benachbarten Küste sowie in Nyland währt sie vier Monate, in den Nachbargebieten über fünf, nördlich der Linie Torneå—Kuopio sechs Monate, im Innern von Nordbotten und Lappland, wo der Enaresee erst Mitte Juni aufgeht, gar sieben Monate. Kann man in Finnland im allgemeinen neben dem langen Winter noch deutlich ein einmonatiges Frühjahr, einen Sommer von einem Vierteljahr und einen Herbst von zwei Monaten Dauer unterscheiden, so schrumpft in Lappland auch der Herbst auf einen Monat zusammen. Der Sommer erreicht hier seine höchste Temperatur schon im Juli, der zugleich der niederschlagsreichste Monat ist. Größer als im übrigen Finnland ist die Bewölkung und gleichmäßiger über das Jahr verteilt. Der heiterste Monat ist der März, der trübste der September. Dabei ist der Niederschlag wesentlich geringer; er bewegt sich zwischen 400 und 500 mm, während er im eigentlichen Finnland zwischen 500 und 750 mm schwankt. Nach Oberflächengestalt und Klima weicht Lappland entschieden ab vom übrigen Finnland. Mindert sich die mittlere Jahrestemperatur vom Eingang des finnischen Golfes zum Nordende des bottnischen von 5° auf 0° , so treffen wir an der Eismeerküste Lapplands dieselbe mittlere Jahrestemperatur von 0° , wie am bottnischen Ufer; dazwischen aber sinkt sie auf -2° herab. Hier wird das Klima am kontinentalsten, die Jahresschwankung am größten (28°). Am Eismeer hingegen ist sie so gering wie im südwestlichen Finnland (18°). Aber während hier die Temperatur der fünf Monate des Grünens, Blühens und Reifens von Mai bis September im Mittel 12° überschreitet, bleibt sie an der Eismeerküste unter 7° . Das genügt nicht mehr für den Baumwuchs¹⁾.

¹⁾ J. Keränen, Temperaturkarten von Finnland. Mitteilungen der Meteorologischen Zentralanstalt des finnischen Staates, 17, 1925; W. W. Korhonen, Untersuchungen über die Niederschlagshöhe in Finnland, ebenda, 9, 1921; Die Ausdehnung und Höhe der Schneedecke, ebenda, 2, 1920; J. Keränen, Über den Bodenfrost in Finnland, ebenda, 12, 1923; K. Knoch, Die Haupttypen des jährlichen Ganges der Bewölkung über Europa. Abh. d. Preuß. Meteorol. Inst. VIII, 3, 1926; Rolf Wittig, Mers environnantes, Atlas, Cartes 6 b, 7, 8, 9, S. 77; Gunnar Granquist, Isarna vintern 1913—14 vid Finlands Kust, Havs forskningsinstitutets Skrift, 3, 1920; Isarna vintern 1920—21, ebenda, 22, 1924; Isarna vintern 1922—23, ebenda, 28, 1925; Översikt av isarne vintern 1914—15, ebenda, 37, 1926.

Während des langen Winters werden die Flüsse Finnlands nur gespeist vom Wasser, das sich angesammelt hat in den Seen oder als Grundwasser langsam zum Abfluß kommt. Aller Niederschlag fällt ja in fester Form; nur selten zehren laue Winde an der Schneedecke; die Sonnenstrahlen sind durch Bewölkung und häufige Nebel daran gehindert. Der Wasserstand der Flüsse wird niedriger und zu Winterende am niedrigsten. Rasch hebt er sich zur Zeit der Schneeschmelze, und auf das Winterniederwasser im März oder April folgt bald das Frühjahrshochwasser im Mai oder Juni, das sich beim Vuoksen bis in den August hineinschiebt, da der Saima erst dann am höchsten anschwillt, wenn die Hochwasser der oberen Seen seines Gebietes bereits verlaufen sind. Die sehr starke Verdunstung auf den Seeoberflächen der Monate Juli, August und September senkt dann mit den Wasserspiegeln auch den Wasserstand der Flüsse; er läßt in den Monaten September und Oktober meist ein kleines sogenanntes Sommerniederwasser erkennen. Mit Eintritt der niederen Temperaturen hebt er sich zu einem im Dezember oder Januar eintretenden Winterhochwasser, das hinter dem des Frühlings ebenso zurücksteht wie das Sommerniederwasser hinter dem des Winters, ja am Päijänne gibt es nur Winterniederwasser und Sommerhochwasser. Allenthalben wirken die Seen mildernd auf die Schwankungen von Wasserstand und Wasserführung der Flüsse; wo sie, wie in Nordbotten, fehlen, bringt am Kemiflusse das Frühjahrshochwasser die zehnfache Wassermenge des Winterniederwassers und das Sommerhochwasser mehr als doppelt so viel als das Sommerniederwasser. Die Wasserführung der finnischen Flüsse ist sehr groß. Mehr als die Hälfte des im südlichen Finnland gefallenen, drei Viertel des in Lappland zu Boden gegangenen Niederschlags gelangt zum Abfluß, wie lange es auch in den Mooren stagniert und in den Seebecken sich aufgehalten haben mag. Groß ist daher die Wasserkraft der finnischen Ströme, die bei der Unausgeglichenheit von deren Gefälle an zahlreichen Wasserfällen oder Stromschnellen nutzbar gemacht werden kann. Man schätzt sie für die neun Monate höheren Wasserstandes auf 1 300 000 Turbinenpferdekräfte, von denen kaum der zehnte Teil verwertet wird¹⁾.

Genutzt werden im Lande in erster Linie die Holzvorräte der Wälder. Vom jährlichen Nachwuchs von 43,5 Millionen Festmetern werden mindestens 40 Millionen genutzt, fast die Hälfte für den Hausverbrauch. Ein Viertel wird verarbeitet und liefert hochwertige Ausführprodukte, ein Achtel wird als Rohholz exportiert. Der Rest wird für Industrie und Verkehr aufgezehrt. Alljährlich fallen der Axt sehr bedeutende Flächen zum Opfer, die sich allmählich, im Norden sehr langsam wieder bestocken. Früher litt der Wald noch viel mehr durch die Brandwirtschaft; weite Gebiete wurden geschwendet, um oft nur kurze Zeit als Äcker zu dienen. Dort, wo dies in regelmäßigem Wechsel geschah, ist ein schlechter Wald entstanden, meistens von leicht anfliegender Birke. Solche Birkenberge sieht man noch im öst-

¹⁾ E d v. Blomquist, Finlands vattenkraft, Svenska tekniske vetenskapsakademien i Finland, 1, 1922; Möjligheten av vattenståndsprognosen för de finländska vattendragen, 2, 1923; Afdunstningsmätningar i Pyhäjärvi invid Tammerfors åren 1912 och 1913. Meddelanden från hydrografiska byrån, III, 1917.

lichen Karelien; sonst ist die Brandwirtschaft meist erloschen. Wo eine Fläche nur einmal geschwendet worden ist, ist allerdings im Laufe der Zeit manchmal ein schöner gleichmäßiger Hochwald an Stelle des wirren Urwaldes getreten. Auf mehr als den dritten Teil (35 %) der Ertrag gewährenden Forstfläche schätzt man das Gebiet des Schwendens¹⁾. Daß sich dadurch das Aussehen der Wälder gründlich verändert hat, liegt auf der Hand. Nimmt man dazu die großen, durch die Forstwirtschaft alljährlich bedingten Kahlschläge und die Tatsache, daß ein Siebentel der produktiven Waldfläche als Weide dient, so versteht man, daß sich der finnische Wald nur noch an wenigen Stellen in seinem ursprünglichen Naturzustande befindet. Nur an der Ostgrenze des Landes gibt es noch wirkliche Urwälder, in denen Bären hausen. Aber wenn auch der Wald Finnlands durch das Eingreifen des Menschen mehr oder weniger umgestaltet worden ist, so macht er nur selten im Süden des Landes den Eindruck des künstlich gezüchteten und gepflegten Forstes der Kulturlandschaft.

Diese beschränkt sich in Finnland auf die Äcker und Wiesen, die nur den zehnten Teil des Landes einnehmen. Nur im Süden decken sie ansehnlichere Flächen, an den Ufern des finnischen Golfes machen sie in Nyland und im eigentlichen Finnland über 20 % des Landes aus. Wo südlich des Salpausselkädammes die Seen zurücktreten, da dehnen sich Felder über den sandig-lehmigen Boden, den die nacheiszeitliche Wasserbedeckung hinterlassen hat, und nutzen ihn ziemlich vollständig²⁾. Und wie die weiter nördlich gelegenen Seen sich verästeln und hineinbuchten in das waldbedeckte Land, so werden jene Acker- und Wiesenflächen umrahmt von Wald, in den sie in den Niederungen hineinspringen, und der sich aus ihnen auf Felsenhügeln erhebt. Anders lautet der Dreiklang im südlichsten Finnland als auf der Seenplatte im Innern. Fels, Feld und Wald vereinigen sich in einem harmonischen Bilde, bis am Meere Buchten an Stelle der Felder treten, und an der Küste wieder der Akkord Fels, Wasser und Land vernommen wird. An Buchtungen liegen die meisten Städte des Landes, auf den Feldinseln des Waldes die Dörfer, nicht selten auf felsigen unfruchtbaren Höhen, die aus der Ackerfläche aufragen; schmucke Herrensitze stehen inmitten einer wahren Parklandschaft. Diese Züge reichen in allerdings sich abschwächender Weise bis zum Ende des finnischen Golfes bei Wiburg, halten auch eine Strecke weit am bottnischen Golfe an. Aber dort, wo sich im Österbotten das Land verflacht und auf großen Strecken gehobener, lehmig-sandiger Meeresboden sich dehnt, ändert sich das Bild. Äcker und Wiesen begleiten die wenig tief eingeschnittenen Flußläufe, die weithin begleitet werden von einzeln stehenden oder in Dörfern sich gruppierenden Gehöften; über den flachen Riedeln zwischen den Tälern spannen sich Moore, entstanden auf ehemaligem Walde, der von den Torfmoosen überwuchert ist. Die Felder ringen mit ihnen um den Boden. Auf kleine Stücke beschränkt sich der Wald: Feld, viel Moor und etwas Wald

¹⁾ Heikinheimo Olli, Der Einfluß der Brandwirtschaft auf die Wälder Finnlands. Acta for., 4, 2, 1915.

²⁾ Benj. Frosterus, Jördarternas areal i Nyland län. Geologiska Commissionen, Geotekniska meddelanden, 28, 1921.

ist der Dreiklang an der Küste Österbottens, der bis beinahe Uleåborg ertönt; ein Neuntel des bis tief in das walddreiche Innere reichenden Österbottens wird von Feldern eingenommen, die gute Ernte liefern.

Im Innern, auf der Seenplatte ist das Kulturland allenthalben weniger ausgedehnt als an der Südküste. Nur um Tammerfors, im Län von Tavestehus, liegen große Feldinseln im Walde, die sich ähnlich wie die Nylands an die lehmerfüllten Vertiefungen halten, hier aber nicht an die Buchten des Meeres, sondern an solche der reichverzweigten Seen stoßen. Wir sind hier auf altem Kulturlande; das seit der Steinzeit besiedelt ist, und wo die Äcker im Kampfe mit dem Meere siegreich waren. Mehr als ein Siebentel des Läns ist von ihnen eingenommen. Aber weiter gegen Osten nimmt an der Seenplatte die Feldfläche rasch ab, statt ihrer strecken sich in den flachen Vertiefungen siedlungsfeindliche Moore, die spärlich gesäten Dörfer suchen die sandigen Hügel der Oser oder felsige Höhen über den nebelreichen Niederungen mit ihren häufigen Frösten. Das sind die Mäki- und Vaaradörfer des Ostens, wo nur $\frac{1}{20}$ der Oberfläche unter den Pflug genommen worden ist und das Ackerland noch bedeutend ausgedehnt werden könnte. Die Temperaturverhältnisse sind ebenso günstig wie an der österbottischen Küste; Kuopio hat fast ebensoviel Tage über 0° wie Wasa und ist in den Sommermonaten sogar etwas wärmer. Spärlich sind die Städte im Innern. Wie die Küstenstädte an den Enden von Buchten des Meeres liegen, so sind sie an buchtähnliche See-Enden geknüpft oder an See-Engen, die der Landverkehr leicht überschreiten kann, oder an Wasserfälle zwischen den Seen. Ihre Lage wird allenthalben durch das Wasser bestimmt.

200 Tage mit Temperaturen über 0° und eine mittlere Temperatur von 11° während der Monate Mai bis September bezeichnen die Nordgrenze des ergiebigeren Ackerbaues in Finnland, aber möglich ist er weit darüber hinaus. Die Getreidegrenze liegt erheblich weiter nördlich, als gewöhnlich angenommen wird. Ich sah ein schönes Weizenfeld bei Muhos am Uleåflusse, fast 40 km landeinwärts von Uleåborg, also beinahe unter 65° N, schöne Gerstenfelder bei Rovaniemi unter dem Polarkreise, Getreidefelder noch bei Ivalo am Enaresee; Kartoffeln werden noch in Enare selbst geerntet, nur 250 m unter der Birkengrenze. Aber der Ackerbau geschieht in Lappland nirgends mehr auf ausgedehnteren Feldern, sondern nur auf gartenähnlichen Flächen in der Nähe der seltenen, meist einsamen Häuser oder Gehöfte. Selbst in mehr als 200 m Höhe gibt es in den Bergen von Kuusamo noch solche kleinen Felder; der Reisende begrüßt sie in der Wüstenei der Wälder wie kleine Kulturoasen. Sie und die seltenen Siedlungen und die wenigen Straßen sind hier die Vorposten der Kulturlandschaft, gleichsam Schären an der Außenküste des zusammenhängenden Kulturlandes.

Letzteres liegt südlich von Finnland. Dessen rauhe Natur setzt der Kulturlandschaft Grenzen. Nicht der tausendste Teil des kontinentalen Nordens von Finnland, an dem die skandinavische Halbinsel hängt, ist unter den Pflug genommen; nicht der hundertste Teil des Landes, an welchen das meerumklammerte Finnland an das übrige Fennien grenzt, ist Ackerland, obwohl sich hier zur Kartoffel, zur