

von Sveagrava dienen drei neue Blitzfeuer mit 10—12 sm Sichtweite auf Akselöya, BlaaHuken und Kap Amsterdam.

Die Ansteuerung von Ny Aalesund wird gesichert durch ein Leit- und ein Funkfeuer auf Fuglehuken (wie auf Kap Martin) und durch ein kleines Blitzfeuer auf Brandalpynten.

Auf Wunsch der Russen wurde 1948 am Billefjord je ein kleines Blitzfeuer auf Rundodden und Rudmosepynten errichtet. Desgleichen wurde auf Rundodden 1948 ein kleines Funkfeuer aufgestellt.

Auf Wunsch der Schifffahrt wurde 1950 zur weiteren Sicherung der Navigation eine Landradar-Anlage (Typ Klevin-Hughes) errichtet. Es ist die erste Radaranlage in der Hocharktis und auch die erste auf norwegischem Gebiet. Die Besegelung der drei größten Fjorde von Westspitzbergen scheint damit ausreichend gesichert, zumal gute Seekarten vorhanden sind.

#### Literatur

Aasgard, Gunnar, Svalbard under og etter verdenskrigen. N.S.I.U., Meddelelse nr. 65, S. A. von N. Geogr. Tidsskrift, XI, 2, 1946, Oslo, 16 S., Kr. 1,00. (Eingegangen am 5. Mai 1952.)

## Die Bedeutung der hydrogeologischen Forschung zur Besiedlung und Erschließung der Tundragebiete

Von Dr. Hans Stauber, Zürich.

### Polare Tundragebiete sind landwirtschaftlich nutzbar.

In der heutigen Zeit, in der insbesondere Europa nach zwei Weltkriegen und wirtschaftlichen Krisen mit seinen unsicheren Ernährungsgrundlagen und großen Übervölkerungen sich notgedrungen neue Sicherungen der Ernährungs- und Lebensräume, neue Wirtschaftsformen und Ziele suchen muß, blicken viele Bevölkerungs- und Wirtschaftskreise erneut nach anderen Ländern und Kontinenten aus, wo noch Siedlungs- und Entwicklungsmöglichkeiten bestehen.

Vorliegende Ausführungen sollen darlegen, wie die Nordpolar- und Tundragebiete (Sibirien, Kanada, Alaska, Grönland, Island, Spitzbergen, Norwegen, Schweden und Finnland) durch eine planmäßige Verbesserung und Regelung der heute verwilderten Wasserwirtschaft wirtschaftlich besser erschlossen werden können.

In den Polargebieten ist die Siedlungszone der Menschen nicht einheitlich abgegrenzt und wird nicht allein von der nördlichen Lage und den klimatischen Verhältnissen bestimmt. So wirken sich hier neben dem Klima z. B. auch die Meeresströmungen entscheidend aus, wie der Golfstrom auf Norwegen-Spitzbergen oder westlich davon der kalte Ostgrönlandstrom auf die Ostküste von Grönland, der Labradorstrom auf Kanada, und bestimmen so, wieweit die Vegetations- und Siedlungsmöglichkeiten nach Norden reichen können. Weiter spielen die geographischen und morphologischen Verhältnisse, die Lage zu Gletschern, Meeren und Winden eine große Rolle, ob vorherrschend ein Gebirgs- oder Flachland vorliegt, wie ferner die anfallenden Niederschläge in fester und flüssiger Form verteilt sind, schmelzen und abfließen können, je nach Bodeneis, Solifluktion usw.

Nach Pittner \* könnte man diese Lebensmöglichkeiten der Polargebiete in drei Haupttrichtlinien ordnen:

1. in die naturgegebenen Bedingungen mit Klima, Bodengestaltung, Lage, Fruchtbarkeit, Bodenschätze, Einfluß von Naturgewalten und Naturkräften,
2. in die zivilisatorischen Bedingungen, welche die naturgegebenen Nutzungsmöglichkeiten der ersteren, die wirtschaftlichen und besonders die Verkehrsverhältnisse und deren Entwicklungsmöglichkeiten umfassen,

3. in die siedlungspolitischen Bedingungen, welche die Verhältnisse zu anderen Siedlungsgebieten, ihre geistige und materielle Stellung zu diesen und die innen- und außenpolitische Beeinflussung berücksichtigen.

Die primären Voraussetzungen und Grundlagen für neue und bessere Existenzgrundlagen des Menschen sind die naturgegebenen Bedingungen und Verbesserungsmöglichkeiten. — Es sind gewaltige Landflächen von kontinentalen Ausmaßen, die in ihren Hauptflächen noch der wirtschaftlichen Erschließung durch den Menschen harren. Sowohl Kanada, Alaska, wie Sibirien, Schweden und Norwegen als zu erschließende Hauptflächen haben vorwiegend kontinentales Klima und empfangen meteorologische Einflüsse sowohl aus nördlichen wie südlichen Regionen, und alle grenzen im Süden an wirtschaftlich erschlossene Gebiete.

Nach B ü d e l \* beträgt die Gesamtfläche des Nordpolargebietes rund 28 Millionen qkm, welche sich wie folgt verteilen:

1. Eisbedecktes Festland . . . . .	=	2 Mill. qkm
2. Eisfreies Festland . . . . .	=	8 " "
3. Stets oder zeitweilig eisbedecktes Meer =		14 " "
4. Stets eisfreies Meer . . . . .	=	4 " "
gesamte Polarflächen =		28 Mill. qkm

Man kann heute sagen, daß die großen Bodenflächen eisfreien, besiedlungs- und verbesserungsfähigen Polarlandes von rund 8 Millionen qkm, gegenüber den polaren Gletschergebieten diese 4fach übertreffen und daß sie viel zu wenig Beachtung in Bezug auf die landwirtschaftlichen und wirtschaftlichen Erschließungsmöglichkeiten für den Menschen gefunden haben. — Nach B ü d e l \* sind alle eisfreien Polarländer durch das vorherrschende Auftreten eines besonderen, sehr wirksamen Abtragungsvorganges charakterisiert, nämlich durch die „Bodenflußzone“. Von dieser werden wiederum verschiedene klima-morphologische Zonen unterschieden, insbesondere eine „Frostschutt- und Tundrenzzone“.

Auch B ü d e l und andere Forscher vertreten die Ansicht, daß in den Polarregionen der Wasserhaushalt eine entscheidende Rolle spielt, viel mehr als die nur morphologischen und klimatischen Verhältnisse.

#### Die Bedeutung des Wasserhaushaltes in den Tundragebieten.

Die Erkenntnis, daß der Wasserhaushalt und Wasserabfluß in den Tundra- und Polargebieten eine entscheidende Rolle spielen, gewinnen alle diejenigen Forscher, welche längere Zeit die Schneeschmelze in diesen Regionen erlebten und vielseitige Beobachtungen in geologisch-glacialer, bodenkundlich-botanischer, sowie hydrogeologischer Richtung anstellten. — (Der Verfasser hat die Wasser- und Bodenprobleme der Alpen- und Polargebiete grundlegend studiert und verglichen. Es bestehen viele ähnliche Verhältnisse und Vorgänge betr. Böden und Wasserhaushalt in hochalpinen Regionen über der Waldgrenze, ca. zwischen 2000—3000 m Höhe und den Tundragebieten. An beiden Orten sind ähnliche Vegetations- und Bodenverhältnisse mit Strukturböden, Frost-, Fließerde-, Rutscherscheinungen, sowie bezüglich Wasserhaushalt und Wasserabfluß anzutreffen.)

Bleiben beide Gebiete durch den Menschen unberührt in ursprünglichem Zustande, so zeigt sich durchwegs ein wilder, unregelmäßiger Wasserabfluß mit breit verlaufenden Quell-, Tag- und Schmelzwasser-Abläufen, mit dementsprechendem starkem Versumpfungszustand mit all seinen nachteiligen Folgen für den Boden und die Pflanzendecke. — Es bestehen natürlich auch verschiedene Unterschiede in beiden Gebieten. So sind z. B. in den Alpweidregionen der Hochalpen meistens schwere, lehmige Böden, wasserundurchlässige Schichten von Flysch-, Bündnerschiefer- und Molassegesteinen, in den Tundragebieten die Bodeneislagen die Ursachen, daß zur Sommerzeit das Oberflächenwasser von Schneeschmelze, Regen, Quellen und Bächen nicht in die Tiefe sickern kann, so daß die oberen Schutt- und Bodenschichten mit der Vegetationsdecke fast während der ganzen Vegetationszeit wasserübersättigt und versumpft bleiben. — An beiden Orten erfolgt der Wasserkreislauf

und Wasserabfluß in folgender Weise: Die jährlichen Niederschläge fallen während 6—9 Monaten als Schnee, häufen sich mächtig an, schmelzen in relativ kurzer Zeit zusammen, tränken und übersättigen die Böden oft wochenlang mit kaltem Schmelzwasser, was die Bodenerwärmung und Vegetationszeit stark vermindert. Dann folgen in den Sommermonaten meistens noch relativ ergiebige Regen, welche von den großen Bodenflächen nicht abfließen können, sondern meist als breite Versumpfung den Boden durchsickern und ihn dauernd versumpft und rutschreif halten. — In dieser Weise entwickeln sich in den Polargebieten, insbesondere unter den Schneewehen-Anhäufungen, die berühmten Fließerdehänge und Blockströme, welche die Schuttdecken durchtränken und in breit- und fließartige Kriechbewegung bringen. Der unregelmäßige, verwilderte Wasserabfluß hat sich meistens ohne durchgehende Bachrinnen von den Berghängen auch über flachere Terrassen und Talmulden ausgebreitet, wo ausgedehnte Sumpfläachen entstanden. — Diese versumpften Alpweid- oder Tundraböden mit viel stagnierendem Wasser können sich auch zur Zeit der Mitternachtssonne mit 24stündiger Bestrahlung nie gut erwärmen und recht durchlüften; sie vermögen keine gute Mikroorganismen-tätigkeit und Bodenbildung zu entwickeln, bleiben immer kalt und tot. — Die Vegetation ist dementsprechend kümmerlich, besteht nur aus robusten, lückenhaften, sauren, wenig tief und dicht wurzelnden Pflanzengesellschaften. Ihre Produktivität ist also ganz minderwertig, weil eine ganze Reihe lebenswichtiger Naturfaktoren wie Wärme, Luft und Bakterien sehr ungünstig sind. Als weitere Folgen solcher Geländeversumpfung sind die starken Frosteisschäden zu erwähnen, die in den nächtlichen und langen Winterfrostzeiten das Sumpfwasser gefrieren lassen und die Bodenbildung und Bodenstruktur, sowie die Vegetations- und Wurzeldecke durch Bewegungen und Zerreißungen zerstören. Im Frühjahr wiederum ist das Bodeneis kalt und tot, gibt große Schmelzwassermengen, welche erodieren und viel fruchtbare Schlamm- und Humusstoffe abschwemmen.

Der oben geschilderte Wasserabfluß bezieht sich vorwiegend auf die primären Anfänge und oberen Regionen der Hänge und Täler. Von diesen oberen Regionen setzt sich der Wasserabfluß in die unteren weiten Hang- und Talgebiete fort; die im Sommer fließenden Bäche und Flüsse pendeln und verlaufen ohne Führung über die Hänge und durch die Täler bis an die Küsten von Seen, Fjorden und Meeren. Diese Bäche und Flüsse führen zeitweise große Schmelzwassermengen mit viel Geröll, Triebssand und Schlamm oder Eis- und Schneemassen mit, verstopfen ihre Bachbette, pendeln breit über die Hänge und durch die Talböden, überlagern diese mit Schutt und Schlamm und verursachen viele Überschwemmungen und Versumpfung von Talflächen.

Der Verfasser hat berechnet, daß in Grönlands Küstengebieten  $\frac{2}{3}$  bis  $\frac{3}{4}$  der fruchtbaren Bodenflächen versumpft sind und daß auf Island durch solche Verwilderungen der Wasserwirtschaft noch heute  $\frac{1}{3}$  bis  $\frac{2}{3}$  des fruchtbaren Vulkanlandes versumpft und minderwertig sind.

Würde hingegen in diesen Gebieten der Wasserabfluß geregelt, das überschüssige Wasser oberflächlich durch einfache und zweckmäßige Entwässerungen mit Quellengrabungen, neuen Bachrinnen planmäßig abgeleitet und geregelt, so hätte dies entscheidende Auswirkungen zur Bodenverbesserung, Vegetationsvermehrung und Besiedlungsmöglichkeit zur Folge. — Der Boden könnte sich schon viel früher und im Sommer bedeutend stärker erwärmen, wodurch die Bodenwärme lange in den Herbst hinein anhält, ein besseres Lokalklima und eine viel längere Vegetationszeit sich ergibt. Das Bodeneis wird sich in größere Tiefen zurückziehen, durch gute Durchlüftung und Entsäuerung der wärmeren Bodenschichten wird sich eine viel dichtere Pflanzenbesiedlung einstellen, welche ihrerseits den Boden wieder gegen Kälte, Erosion und Ablation schützen wird. — Die die Boden- und Vegetationsdecke zerstörenden Fließerbewegungen können zum Stillstande gebracht werden, die in mehr einheitlichen Block- und Steinbettbachrinnen geführten Bäche werden viel weniger Schutt und Schlamm führen, wenig verstopfen, herumpendeln und versumpfen, weil größere Bodenflächen dichter verwachsen und die Bodenkruke schützen werden.

### **Schematische Darstellung des Wasserhaushaltes für polare Bergland-Landschaften von Grönland u. a. zur Sommerzeit.**

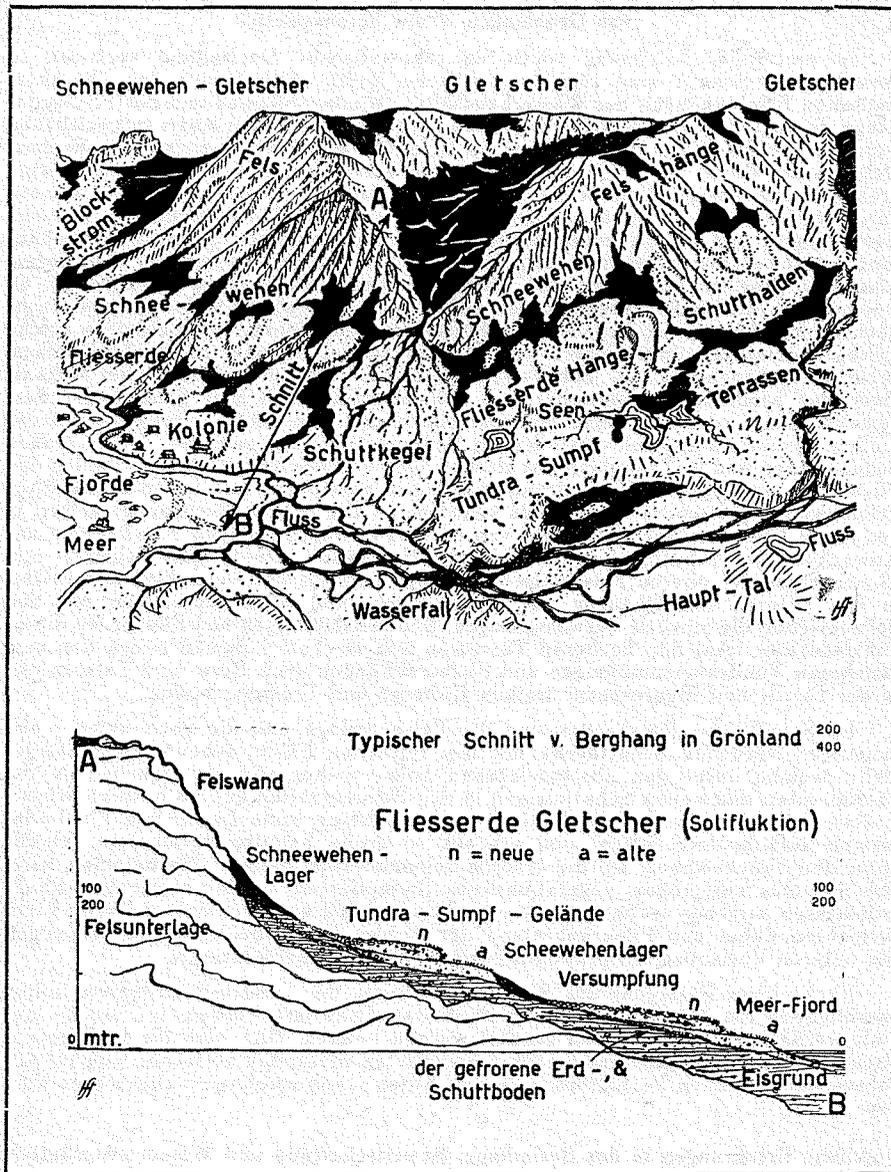
In umseitiger Zeichnung wurde in schematischer Darstellung versucht, in Ansicht und Schnitt eine typische arktische Berglandschaft mit den charakteristischen Erscheinungen des Wasserhaushaltes, Wasserabflusses und der Fließerdehänge darzustellen. Die Ansicht zeigt eine Bergregion nahe der Küste mit seitlichen Bergtälern, Gletschern und Bächen, ein Haupttal mit Fluß, welcher mit flachem Delta in die Bucht eines Fjordes mündet. In dieser Bucht liegt auch eine kleine grönländische Eskimo-Kolonie. — Der Schnee fällt in diesen arktischen Breiten durchwegs trocken; er wird von den häufigen, starken Winterstürmen in Mulden, Vertiefungen und Tälern zusammengefeßt und zu mächtigen Schneewehenanhäufungen fest zusammengepreßt. Viele davon bleiben den ganzen Sommer über liegen, schmelzen langsam zusammen und verwässern dabei die unteren Schutthänge, an welchen sich die Fließerdebewegungen entwickeln. In gewissen Gebieten von Hochflächen und Tälern, wo regelmäßige Stürme wehen, können an Leeseiten solche Triebmassen angereichert werden, daß sie im Sommer nicht abschmelzen, verfirnen und sogar die sog. „Schneewehengletscher“ entstehen. Oben in der Mitte ist einer der kleinen Lokalgletscher mit Schmelzwasserbach und Schuttkegel dargestellt. Ganz rechts ist eine Gletscherzunge mit End- und Seitenmoräne eines großen, quer ins Haupttal vorstoßenden Seitengletschers gezeichnet. Unter großen Schneewehen und in Talmulden mit starker Schuttverwässerung können ähnlich den Fließerden auch große Blockstromrutschungen entstehen, bei welchen mächtige Schuttmassen gletscherartig talwärts kriechen. — Die oberen Bergpartien zeigen in der Regel kahle steilere Felshänge, von deren Felswänden starke Abwitterung mit Anwachsen der Schuttdecken am Fuße der Felswände erfolgt. Das Schmelz- und Regenwasser der oberen Felsrinnen und Hänge verläuft und versickert fast restlos in den unteren Schutthängen und Schuttkegeln und bildet zusammen mit den Schneewehen die starken Verwässerungen, Bodeneisbildungen und Fließerden dieser Schuttdecken. Auf den flacheren Terrassen und im Tale kommen neben den ausgedehnten Tundraversumpfung und Fließerdehängen auch Berg- und Talseen vor. In der Fjord- und Meeresbucht treiben Eisberge und Treibeisschollen.

Im Schnitt des Berghanges sind die Felsunterlage und die nach unten meist mächtiger werdende Schuttdecke mit den typischen Fließerdebewegungen dargestellt, welche unter den abschmelzenden Schneewehen sich entwickeln. Da die oberen, alten und neuen Schuttmassen in den Sommerzeiten auf die unteren Schuttmassen auffahren, so sind im Laufe von Jahrzehnten viele Lagen von Fließerdemassen aufeinandergerutscht und ergeben so große Schuttmächtigkeiten. Direkt unter den Schneewehen, wo die größten Schmelzwassermengen sich befinden, zeigt sich meistens ein großes, vegetationsloses Steinpflaster. — Die breiartigen Fließerdemassen kriechen walzenartig wie ein Raupenband über das untere Vorland und vernichten dabei den Pflanzenbestand der oberen Fließerdedecke und denjenigen des unteren Vorlandes mit praktisch ruhigen, alten Fließerdemassen.

Nach obiger Darlegung der Wasserverhältnisse der Tundra-Polargebiete sollen anschließend die Möglichkeiten und Methoden diskutiert werden, wie solche Gebiete verbessert, besiedelt und genutzt werden können. Hier muß die hydrogeologische Forschung mit naturangepaßten, bewährten Methoden einsetzen, wie sie seit Jahren bei ähnlichen Verhältnissen in den Alpen schon erfolgreich angewandt wurden.

### **Nützliche Erfahrungen in der Besiedlung, Bewirtschaftung und Wasserwirtschaft in den Alpen für die Tundren- und Polargebiete.**

Jedes Gebirgsland hat seine besonderen, charakteristischen Geländeformen, welche oft reiche Niederschläge in fester und flüssiger Form erhalten. Bei den meist sehr komplizierten und rasch wechselnden geologischen Untergrunds- und Geländeverhältnissen sind auch der ober- und unterirdische Wasserhaushalt und Wasser-



Schematische Darstellung einer polaren Gebirgslandschaft in Ansicht und Schnitt.

abfluß sehr kompliziert und vielseitig. Auch in Berggebieten mit gleichartigen Gebirgsformen und Höhen findet man noch große Unterschiede je nach Breitenlage, Jahreszeiten, Exposition, Wetterverhältnissen, Windrichtungen, kontinentalem oder ozeanischem Klima, je nach Besiedlung, Bewirtschaftung, Vegetationsbedeckung und Bewaldung, je nach Schnee-, Gletscher und Schuttbedeckung.

Ist ein Volk seit Generationen auf den Lebensraum eines Gebirgslandes angewiesen, so muß es sich mehr als im Flachlande weitgehend den gegebenen Naturverhältnissen anpassen. So wird der arktische Bergbewohner seine Wohnplätze in der Regel dort festlegen, wo er neben Jagd und Fischfang das lebenswichtige Wasser rasch holen kann und wo er zugleich auch gegen die tückische und unermüdliche Bergwassertätigkeit sowie gegen Rutschungen, Felsstürze und Murgänge gesichert ist. Weil die Berglandschaften stets viele derartige Gefahren besitzen, welche tückisch die Bergbevölkerung überfallen können, so ist hier das Wohnen und Leben viel gefährlicher und mühsamer als im Flachlande.

Die nachweisbar schlimmsten Schäden kann eine Bergbevölkerung durch eine verwilderte, unregelmäßige Wasserwirtschaft erhalten und durch diese sogar ruiniert und zur Abwanderung gezwungen werden. Für eine sich in Berggebieten ansiedelnde und kulturell sich entwickelnde Bevölkerung, wie z. B. für die Grönland-Eskimos, die sich heute von der Jäger- und Fischerstufe zum Teil zur Landwirtschaft-Viehzucht umstellen sollen, wird es von großer wirtschaftlicher Bedeutung sein, wenn sie sich die reichen Erfahrungen der Wasserwirtschaft der anderen, höher entwickelten Bergvölker zunutze machen können. Es ist unumgänglich, daß für die vielseitigen Wasserprobleme reicherfahrene Wasserexperten aus Gebirgsländern zur Beratung hinzugezogen werden. Ich gebe der Hoffnung Ausdruck, mit vorliegenden Ausführungen und Vorschlägen auch zur Lösung der Grönland-Wasserprobleme einen nützlichen Beitrag leisten zu können. Damit soll für Grönland und alle zu erschließenden Tundra-Polargebiete dargelegt werden, daß die reichen Erfahrungen einer praktisch weit entwickelten Bergwasserwirtschaft der Alpen und der Schweiz erfolgreich verwertet werden können.

Am Beispiel der Grönlandkolonien soll auseinandergesetzt werden, warum und welche Wasserprobleme bei einer Kolonisierung, Bestiedlung und Erschließung solcher Polargebiete auftauchen und wie diese gelöst werden können. — Zur Lösung der vielseitigen Wasserprobleme ist die Durchführung von hydrogeologischen Forschungen und deren praktische Methoden durch den Hydrogeologen unerlässlich, um dann mit möglichst geringem Aufwand und Kosten bestmögliche Erfolge zu erzielen,

#### **Wasserprobleme und Hydrogeologie in Grönland.**

Bei der heute regsamen und wachsenden Kolonisierung Grönlands tauchen folgende Wasserprobleme auf: Beim Bau der neuen Wohn- und Zweckgebäude, Wetterstationen und Flugbasen sollte im Interesse von Einsparungen beim Bau und zum späteren Unterhalte jeder Baugrund vorzeitig getrocknet und gefestigt werden. — Beim Anwachsen der Kolonien und durch hygienische Verbesserungen steigt automatisch auch der Trink- und Gebrauchswasserverbrauch, und bei der ebenfalls zunehmenden Verunreinigungs- und Seuchengefahr durch Abwässer und Abfälle müssen heute viel größere hygienische Anforderungen speziell an das Trinkwasser gestellt werden. — Die heutigen Trinkwasser-, Abwässer- und hygienischen Verhältnisse in den Kolonien sind vielerorts ganz unbefriedigend, so daß Seuchengefahren bestehen (Typhus, Kinderlähmung usw.), da auch Krankheitskeime immer leichter aus Europa eingeschleppt werden können. — Auch die Licht- und Kraftbeschaffung für die Kolonien sind ein zunehmend wichtiges Problem geworden, welches mit zweckmäßigen, einfachen Kraftanlagen gelöst werden kann.

Vielorts sind auch die Wohnstätten und Anlagen von Gletscher- und Felsstürzen, von Lawinen, Rutschungen und Fließerdebewegungen, durch Versumpfung und Überschwemmungen gefährdet und können ohne rechtzeitig vorbeugende, fachmännische Überprüfung und Sicherungen sogar zerstört werden. — Fließerde- und

Bodeneistätigkeit sind die größten Feinde und Zerstörer aller menschlichen Bauten und Anlagen in Polargebieten, wenn dieser tückischen Wassertätigkeit nicht geschickt entgegengetreten wird. — Zusammenfassend sind für Grönland nachfolgende Wasserprobleme und Aufgaben lebenswichtig geworden:

1. Tundra-Sumpfwässerungen für Boden-, Weide- und Kulturlandverbesserungen und Gewinnung für rationelle Landwirtschaft.
2. Tundra-Geländeentwässerungen zur Festigung von Fließerde- und Rutschgebieten.
3. Tundra- und Geländeentwässerungen zur Baugrund-Konsolidation für alle Gebäude, Verkehrs- und andere Anlagen.
4. Quellen-, Grundwasser- und Gewässerstudien für Trink- und Gebrauchswasserbeschaffung sowie gute Wasserschöpfstellen an Bächen und Seen im Sommer.
5. Studien über Abwasserfragen, Verunreinigungs- und Seuchengefahren mit entsprechenden Anlagen und Vorbeugungsmitteln für Menschen und Tiere.
6. Gelände-, Quellen- und Gewässerstudien für den Bau kleiner Kraftanlagen (Sommer).
7. Studien, Fassungen und Verwertungen von vorhandenen warmen Quellen oder Mineralquellen.
8. Prüfungen und Sicherungen vor Überschwemmungsgefahren mit einfachen Bach- und Flußkorrekturen mit Steg- und Brückenübergängen, evtl. Fähren.
9. Berghang- und Felswandkontrolle wegen Felssturz- und Rutschgefahren für besetzte Gebiete.
10. Gletscherstudien und Beobachtungen wegen Katastrophen durch Gletscherabbrüche, wegen Flutwellen bei Kalbungen, wegen Tal- und Flußaufstauungen durch Lokalgletscher mit nachfolgenden Ausbruchs- und Überschwemmungskatastrophen.
11. Prüfung der Lawinengefahren für Wohnstätten und Reisewege mit Sicherungsmaßnahmen.

Anschließend sollen für solche Koloniegebiete noch einige Bemerkungen und praktische Beispiele für diese Aufgaben erwähnt werden:

1. Im Gebiete fast aller Siedlungen können große versumpfte Tundra-Bodenflächen mit den hydrogeologischen Entwässerungsmethoden einfach und billig verbessert werden, so daß schon in wenig Jahren ein viel besserer Weidegang, größerer Viehstand und Futterertrag, sowie auch Wald-, Garten- und Kulturpflanzenbau möglich wird. In den entwässerten und entsäuerten Tundragebieten ist eine größere Schaf- und Viehhaltung möglich, wie z. B. auf Island.
2. Durch Befestigungen von Fließerdehängen und Verhütungen von Blockströmen werden neue Vegetationsflächen für die Weide verbessert und vergrößert; zugleich werden Gebäude, Bauplätze und Wege geschützt und das schädliche Bodeneis verdrängt.
3. Die vielen Bauschäden wie Mauerrisse, Haussenkungen, Holzfäulnis usw. sowie das ungesunde Wohnen über verwässertem und kaltem Boden können weitgehend behoben werden. Zudem ist jedes neue Bauen mit Fundament auf vorher abgetrocknetem Boden viel besser und billiger; vielerorts könnten sogar gute Keller gebaut werden. In Polargebieten sollte über jedem Hause ein Wasserabfanggraben angelegt werden.
4. Nach einmaliger Untersuchung der qualitativen und quantitativen Trink- und Gebrauchswasserbeschaffung könnte der Fachmann die für jede Siedlung und Familie beste Trink- und Gebrauchswasserschöpfstelle anweisen. Unter Anleitung können die Leute ihre ungünstigen Wasserverhältnisse und Sumpfbereiche selber verbessern. Es können Anweisungen für hygienische Trink- und Gebrauchswasserentnahme und Verwertung, für ungefährliche Abwässer- und Abfallbeseitigung gegeben werden

5. Mit den reichen Erfahrungen von Kraftwerkprojektierungen aus den Alpen von ganz kleinen Anlagen bis zu großen Werken können ebenfalls Vorschläge für solche Licht- und Kraftanlagen gemacht werden.
6. Die wertvollen thermischen Rohstoff- und Kraftquellen von heißen Quellen in Grönland sollten wie in Island ausgenutzt werden.
7. Wo häufig Fluß- und Bachläufe zu überqueren sind, oder wo Wohn- und Weidegebiete oft überschwemmt werden, ist es möglich, mit neueren Methoden diese Gewässer anders zu führen oder bei günstigen Brückenübergangsstellen zu konzentrieren.
8. Durch stetige Frost- und Wassertätigkeit können sich an steileren Berghängen und Felsenküsten durch solche Verwitterungen von Zeit zu Zeit Felsmassen ablösen, abstürzen und große Schäden verursachen. Deshalb sollten sowohl bei bestehenden Siedlungen als auch bei Anlagen von Neubauten und Siedlungen die überliegenden Berg- und Felshänge vom Fachmann auf Absturz- und Rutschgefahren überprüft werden.
9. Gleichzeitig mit einer solchen Geländekontrolle auf mögliche Felssturz- und Rutschgefahren müssen auch die verschiedenen Gefahren von Gletscherabbrüchen und Stauseenausbrüchen periodisch überprüft werden, um bedrohte Siedlungen und Anlagen rechtzeitig zu sichern.
10. In schneereichen Wintern sollten auch Beobachtungen über Lawinengänge und gefährdete Hanggebiete gesammelt werden, um die Bevölkerung richtig zu instruieren.

In allen bevölkerten Gebirgsländern sollten obige Fragen vom erfahrenen Fachmann einmal gründlich studiert und geprüft werden, weil viele Wasser-, Eis- und Bodenprobleme, z. B. die Entstehung der Fließerden, der Struktur-, Polygon- und Streifenböden in der Arktis noch gar nicht oder ungenügend geklärt sind. Aus praktisch-wirtschaftlichen Gründen sollten solche planmäßig hydrogeologischen Studien, Aufnahmen und praktischen Wasserregelungen zur normal-optimalen Bodentrocknung, Durchlüftung und Erwärmung nicht länger aufgeschoben werden. — Nach dieser ersten Tundra-Bodenverbesserungsetappe der Entwässerung und Regelung des Wasserregimes im Boden werden sekundär automatisch Änderungen und Verbesserungen der Boden-, Vegetations- und Lokalklimaverhältnisse folgen; dann setzt die Meliorationsetappe durch künstliche Nachhilfe mit Einsaat, Pflanzungen, Bodenbearbeitung und Düngung nach Angaben des Botanikers, Land- und Forstwirtes, des Bodenkundlers und Gärtners ein. Auf windgeschützten Tundraflächen oder bei künstlichen Windschutzanlagen und bei gärtnerischer Boden- und Pflanzenpflege können längere und ertragreichere Vegetationsperioden herausgebracht werden in der warmen, lichtstarken Sommerzeit der Mitternachtssonne dieser nördlichen Regionen, wie die Mager- und Fettwiesen auf den Alpen gezeigt haben!

Für die Wasserregelungen der großen Tundragebiete lohnen sich nur Großversuche zur Entwässerung ganzer Berghänge, Talmulden und Talböden. Um mit einem Minimum an Arbeit nachhaltige und bestmögliche Erfolge zu erzielen, muß etappenweise von oben nach unten mit Verwendung des Wassers selber vorgegangen werden, um die neuen Steinbettbachrinnen zu erweitern und auszuspülen. Es muß in diesen versumpften Tundragebieten ein System neuer Steinbettbachrinnen erstellt werden, welche künftig alle überschüssigen Hauptwassermengen sicher zu Tale führen. Solche Bachrinnen nehmen z. B. oben das Wasser der größeren Tobel- und Felsrinnen ab, sammeln direkt unter den Schneewehen das Schmelzwasser; Bäche und Flüsse sind an den Flanken und Talhängen entlangzuführen, Schmelzwasser seitlich der Fließerdemassen und Blockströme oder Rutschungen abzuleiten. In trockenen Sommern kann das obere Schmelz- und Bachwasser evtl. für Bewässerungen verwendet werden. — Eine große Zeit- und Kostenersparnis bei solchen Hydrogeologiestudien, Katasteraufnahmen, Projektierungen und Absteckungen der Wasserregelungen ermöglicht auch hier wie bei der Photogeologie die Verwertung von guten Fliegerphotos.

Nur mit umfangreicher Übersicht über die Gesamt-Wasserverhältnisse durch Katasteraufnahmen, bei Beherrschung und reicher Erfahrung der vielseitigen Wasserprobleme vom Gebirge bis ins Tal, mit vieljährigen hydrogeologischen Studien und praktischen Erfahrungen kann der Hydrogeologe die wilde Wasserwirtschaft einer Landschaft am Wasserabflusse so korrigieren, daß sie wesentlich und dauerhaft verbessert werden kann. — So gibt es für initiative Pioniere und Regierungen neben den großen Möglichkeiten der Erschließung von Erz- und Minerallagerstätten auch auf diesem Gebiete der Besiedlung, der Land- und Forstwirtschaft noch große Aufgaben in den Tundren- und Polargebieten, welche bei der hier fortschreitenden Klimaerwärmung eine Zukunft haben.

#### Schrifttum:

- Büdel, J.: „Die klima-morphologischen Zonen der Polarländer“, in „Erdkunde“ 1948, Band II, Liefg. 1/3.
- Dege, W.: „Über Ausmaß und Art der Bewegung arkt. Fließerde“. Zeitschrift für Geomorphologie, 1948, XI. H. 5/6.
- Dege, W.: „Welche Kräfte wirken heute umgestaltend auf die Landoberfläche der Arktis ein?“, „Polarforschung“, Kiel, 1949, Band II.
- Heim, Alb.: „Bergsturz und Menschenleben“, Schr. Naturf. Ges. Zürich, 1931.
- Pittner, J.: „Erschließung nordsischer Wirtschaftsräume mit Hilfe der Luftfahrt“, Wien, 1939, Verlag Ferdinand Berger, Horn, Niederdonau.
- Poser, H.: „Beiträge zur Kenntnis der arktischen Bodenformen“. Geolog. Rundschau, 1931, 22.
- Poser, H.: „Einige Untersuchungen zur Morphologie Ostgrönlands“. Medd. om Grönland. 94, 1932, Nr. 5.
- Stamm, K.: „Schuttbewegungen“. Geologische Rundschau 1911.
- Sörensen, Th.: „Bodenformen und Pflanzendecke in Nordost-Grönland.“ Medd. om Grönland. 93, 1935.
- Stauber, H.: „Wasserabfluß, Bodenbewegungen und Geschiebetransport in unseren Berglandschaften“ in „Wasser- und Energiewirtschaft“. Organ des Schweiz. Wasserwirtschaftsverbandes, 1944, Heft 4, 5, 7, 8, 9.
- Stauber, H.: „Berghang-Entwässerungen“, in „Die Grüne“, Schweiz. landw. Zschr., 1951, Nr. 13
- Stauber, H.: „Hydrogeologi og Vandregulering for Grönland og Polar-Omradet“, in „Grönland, Det Grönlands Selskabs Aarskrift, 1951. Einar Munksgaards Forlag, Kopenhagen.
- Stiny, J.: „Kenntnis der Geschwindigkeit langsamer Bodenbewegungen im Hochgebirge“, in „Zeitschrift für Geologie und Bauwesen“, Bd. VII, 1935.
- Troll, C.: „Strukturböden, Solifluktion und Frostklimate der Erde“, in Geologische Rundschau, Bd. XXXIV, Heft 7/8, 1944.
- Troll, C.: „Die Formen der Solifluktion und die periglaziale Bodenabtragung“, in „Erdkunde“, Bd. I, 1948.

## Strandlinien an der Frobisher-Bai auf Baffin-Land

Von Dr. Arthur Kühn, Hannover.

Im Sommer 1943 wurde vom Hydrographischen Amt der USA eine Expedition nach den Küsten vom Baffin-Land zur Erkundung von Schiffswegen für die Versorgung von Luftstützpunkten im östlichen arktischen Kanada durchgeführt. Ein Teilnehmer, Prof. Sherman A. Wengerd benutzte diese Zeit für Beobachtungen an den gehobenen Strandlinien der Frobisher-Bai.

Er ermittelte dabei acht deutliche Strandlinien in 23, 61, 92, 122, 153, 183, 229 und 275 m Höhe, in der Breite von 0,30 m bis zu 60 m wechselnd. Als „Strandlinie“ bestimmt er „eine im kontinental-maritimen Grenzgebiet durch Aufschüttung oder Abtragung entstandene morphologische Fläche“, der vier Formen eigentümlich sind: der Strandknick, die Strandfläche, die Strandböschung und die Strandlinien-Basis.

Aus dem Vorhandensein der morphologisch und geologisch sorgfältig untersuchten Strandlinien schließt Wengerd auf eine in mehreren Stufen erfolgte Hebung des südlichen Baffin-Landes, die sich durch Vergleiche mit der ganz glazial geformten Landschaft im Landesinnern als postglazial datieren läßt, bedingt durch das Abschmelzen des Laurentinischen Inlandeises, das einst ganz Südbaffin-Land überzog. Für die Südküste der Hudsonbai konnte diese Periode der Landhebung noch genauer datiert werden: sie erfolgte im 5. Jahrhundert n. Chr. Für das südliche Baffin-Land muß noch eine spätere Zeit angenommen werden, sind doch selbst heute die Hebungsbewegungen des inzwischen vom Inlandeis fast gänzlich befreiten Landes noch nicht abgeschlossen.

(Eingegangen am 26. 1. 1952.)