

Digitales Brandenburg

hosted by **Universitätsbibliothek Potsdam**

Die Entwicklung des Bodenreliefs von Vorpommern und Rügen sowie den angrenzenden Gebieten der Uckermark und Mecklenburgs während der letzten diluvialen Vereisung

Elbert, Johannes

Greifswald, 1906

Die Entwicklungsgeschichte der Asarbildungen.

urn:nbn:de:kobv:517-vlib-7018

Die Entwicklungsgeschichte der Äsar- bildungen.

Wenn die Äsar Rückzugsgebilde des Eises sind, erhalten wir beim sich zurückziehenden Eisrande folgenden Entstehungsvorgang der Äsarbildungen. Unter normalen Verhältnissen divergieren die Bewegungsfäden; die Möglichkeit der Existenz eines subglacialen Tunnels ist somit die denkbar günstigste, da der Schub des Eises sich von ihm abwendet. Gleichzeitig ist die Breite der schwellenden Randzone am grössten und die Herausbildung eines sehr langen Tunnels nicht ausgeschlossen. Mit der zunehmenden Flachheit des Gebietes wächst ausserdem die Breite der Randzone, sodass der Einfluss der Eisbewegung dort ein immer geringerer wird und die der Wasserbewegung innewohnenden Kräfte gegenüber denjenigen des Eises in den Vordergrund treten. Auf diese Weise werden die Äsströme befähigt, immer selbständiger ihre Betten nach der einen oder anderen Seite der Bewegungslinie des Eises zu verlegen. Zugleich vermindern sich Wassermenge und Gefälle, sodass die Stromgeschwindigkeit nur unbedeutend wird. Infolgedessen treten die Erscheinungen der Seitenerosion deutlicher hervor, welche sich in einem stärkeren Serpentinisieren des Stromlaufes und in der Ablagerung zeigen.

Die Akkumulation dürfte in flachen Gebieten nicht nur im Gletschertor und in dessen Nähe vor sich gehen, sondern im grössten Teile des ganzen Stromlaufes, mit Ausnahme vielleicht seines Oberlaufes. Es wird darum in dem allmählich sich erhöhenden Äs eine Differenzierung seiner einzelnen Teile in Äskernen und anders gebauten Zwischenstücken nicht sonderlich zum Ausdruck gelangen, d. h. es wird ein normales Sand- oder Rollsteinäs mit flachwelliger Lagerung seiner bald mehr, bald weniger stark sortierten Geröllsandschichten gebildet. In diesem Falle müssen die Rücken lang und gleichmässig gebaut und der Gesamtverlauf den höchsten Grad der Vollständigkeit erreichen. Die Möglichkeit eines Eingriffes der Eisbewegung durch glaciale

Akkumulation ist so gut wie nicht vorhanden, deshalb fehlen fast in solchen Gebieten sowohl Mergeleinpressungen, wie Stauungserscheinungen; nur terminale Akkumulation und zwar auf dem Kamm der schon fertig gebildet im Gletschertore erscheinenden Rücken kann eintreten.

Eine gewisse Abänderung dieser Art der Äsbildung muss in ebenen oder beckenartigen Gebieten stattfinden, welche sich vor grösseren Höhen ausdehnen, sodass sich der Vorlandtypus des Inlandeises ausbildet. Dann kann die Divergenz der Bewegungslinien soweit wachsen, dass eine scheinbare oder wirkliche Stagnation des Eisrandes zustande kommt. Ein Rückgang des Eises veranlasst nur eine Rückwärtsbewegung der Eisschmelzzone, sowie der Tunnel, sodass bei fortgesetzter Akkumulation stellenweise die Tunnel zugefüllt werden, und unter Umständen die Wasser, falls ihnen kein neuer sub- oder inglacialer Abfluss geboten wird, ihren Weg über die Eisoberfläche zum Rande hin suchen müssen. In diesem Stadium steht heute z. B. der Malaspinagletscher Alaskas, von dessen Äsablagerungen früher die Rede war.

Etwas anders verläuft die Äsbildung beim Passieren eines in der Stromrichtung geneigten Gebietes, indem während des Eisrückzuges eine weitere Divergenz der Bewegungslinien eintritt. Der Eisrand verbreitert sich, und die Existenzbedingungen der subglacialen Ströme werden durch die Verringerung der Eisstromgeschwindigkeit günstigere. Durch die grössere Boden­neigung wächst ausserdem die Geschwindigkeit der abfliessenden Wasser, und der Ässtrom erodiert sein Bett mit grösserer Unabhängigkeit von der Eisbewegung. Die fluvioglaciale Akkumulation verlegt sich mit der Beschleunigung bei steigender Boden­neigung immer mehr in die Nähe des Gletschertores. Die Ablagerung des Äsmaterials erfolgt in immer steiler werdenden Wellen, deren Amplitude zum Gletschertore hin mit der Stromgeschwindigkeit wächst, deren Anzahl abnimmt, und aus denen durch Hintereinanderreihung während des Eisrückzuges ein mehr oder weniger vollständiger Äsrücken hervorgeht.

Mit Erreichung dieses Stadiums hat auch der Grad der

Aufbereitung seinen Höhepunkt erreicht, Kies- und Sandschichten wechseln bankweise, diskordant über- und nebeneinander in verschiedenen Korngrößen miteinander ab, und oft mögen die Äskerne auf der proximalen Seite gröberes Material als wie auf der distalen besitzen. Die grössere Stromgeschwindigkeit bewirkt grössere Unregelmässigkeiten im Bau, erzeugt Denudation schon abgelagerter Schichten und Akkumulation an anderer Stelle.

Im Grossen und Ganzen müssen sich dieselben Wirkungen in Gebieten geltend machen, welche gegen den Sinn der Eisbewegung ansteigen. Hier nimmt mit der Verringerung der Divergenz der Bewegungslinien die Breite der schwellenden Randzone ab, sodass ebenfalls eine Vermehrung der Wassermenge und wegen ihrer Konzentrierung auf einem nur kurzen Ässtrom eine Vergrösserung der Stromgeschwindigkeit bewirkt wird. Die mit Heftigkeit hervorgestossenen Wassermassen tragen ihre Schotter mit noch grösserer Vollständigkeit zum Gletschertore, in und vor welchem dieselben zum Absatz gelangen. Oft werden die Mündungen mit Schuttmassen verstopft werden, sodass seitwärts daneben neue Öffnungen geschaffen werden. Da die neuen Äskerne sich infolgedessen seitlich ansetzen, wird der entstehende Rücken einen gewundenen Verlauf haben. Diese den grossen Serpentinien superponierte Schlängelung der Rückenlinie ist demnach bei grossen Stromgeschwindigkeiten am stärksten, jedoch wäre nicht ausgeschlossen, dass eine ähnliche Erscheinung als Folge einer Seitenerosion oder eines vielleicht ungleichmässigen Rückschmelzens des Eisrandes Platz greift.

Hierdurch liesse sich auch eine Erklärung anfügen für das von de Geer¹⁾, besonders in der Gegend von Stockholm erwähnte „Verwerfen“ (»kasta«) des Äs gewinnen, womit ein Aufhören und ein Wiederbeginnen unter Verschiebung verstanden wird, wobei an zwei Äshügeln sogar schiefe Deckung der Enden eintritt und zwar ist das Äs immer so „verworfen“, dass der nördliche Hügel westlicher, als der südliche fortläuft.“ Diese seitliche Verschiebung des Äskernes nach W hin er-

1) 1897. S. 383. 2) S. 384.

klärt de Geer²⁾ daraus, dass der Eisrand, wie dies aus dem Verlauf der Endmoräne hervorgeht, nach dieser Seite schneller abschmolz und sich so, zusammen mit seinen Gletschertoren nach SO hin verschob, während die Ströme in etwas schräger Richtung gegen den Eisrand hervortraten.

Eine Erklärung aber dafür, dass die Åsar in einem grossen, flachen, in der Eisbewegung sich neigenden Becken, (z. B. im Mälarbecken,) sich im oberen Teil des Gebietes als lange Rücken von charakteristischer Bauart, in dem unteren als kurze und oft unterbrochene Züge entwickeln, ist in der anfangs zunehmenden, weiterhin wieder abnehmenden Divergenz der Bewegungslinien zu suchen.

Eine derartige Beeinflussung muss auch bei Åsar in mit der Stromrichtung ansteigenden Gebieten (z. B. Finland) vorhanden sein, da die Geschwindigkeit der Eisbewegung in der nur schmalen Randzone, gegenüber den flachen Gebieten, grösser ist. Die subglacialen Tunnel sind daher leicht Verdrückungen ausgesetzt, sodass Stauchungserscheinungen, Ablagerung von Mergel durch ein erneutes Aufsitzen des Eises möglich werden, umso mehr wenn Eisbewegung und Gefälle sich kreuzen.

Die eigentlichen Ursachen der Störungen der fluvioglacialen Ablagerungen beruhen jedoch meistens wohl nicht auf den normalen Bewegungsvorgängen, sondern auf Geschwindigkeitsschwankungen. Der Eisrückzug wird nur selten kontinuierlich sein, sondern es wird durch periodische Veränderungen der Niederschlagsmengen bald der Rücken, bald die Sohle einer Schwellung in die Randzone gelangen und in ihr bald eine Hebung, bald eine Senkung der Oberfläche hervorrufen. Eine Schwellung des Eisrandes bedeutet für den Eisrückzug eine Verlangsamung und geringere Divergenz der Bewegungsfäden, sodass durch das Zusammenrücken derselben die Existenz der subglacialen Tunnel gefährdet wird, besonders, wenn die Schwellungen sich in kurzen Zwischenräumen oder mit gesteigerter Mächtigkeit wiederholen. Im letzten Falle kann es zu einem Stillstande des Eisrandes und selbst zu einer Konvergenz der Bewegungslinien führen, was einen vollständigen Schluss der subglacialen Kanäle und

eine allgemeine Mergelauf Lagerung auf den Åsrücken zur Folge haben würde.

Das Auftreten randlicher Schwellungen erklärt nicht nur Mergelablagerungen und Glacialstauchungen und bei Eintritt eines Stillstandes des Eisrandes selbst Ablagerung echt terminaler Geschiebepackungen, sondern auch die Einpressungen des Untergrundes in die vorhandenen Kanäle, wie sie von den Stauåsar beschrieben wurden. Je nach dem Grade des Seitendruckes muss die Aufwölbung des Untergrundes grösser oder kleiner sein, steigert sich aber nach dem Rande des Eises hin beständig, wo der Druck am stärksten in dem Augenblicke ist, in welchem der Kamm des Schwellungsrückens diese Stelle erreicht. Auch der Grad der Nachgiebigkeit des Untergrundes wird die Grösse und Entfernung des Anfanges der Aufpressungszone vom Eisrande bestimmen. Beim Eintritt derartiger Strömungsdifferenzen können selbstredend neben inframoränen Bildungen auch die vorher abgelagerten fluvioglacialen durch die Aufstauchung in Mitleidenschaft gezogen werden, wie dies besonders schön in dem Gnoien-Thürkow-Reinshäger Ås zu sehen ist. Einfache sattelförmige Bildungen kommen neben einer vollständig fächerförmigen Aufrichtung und einseitiger Steilstellung zusammen mit Verwerfungen und vollständiger Zerstückelung von Schichtenverbänden vor. Obwohl bei den Stauchungen des Fluvioglacialen nicht immer eine Mergelanlagerung beobachtet wird, ist dieses dennoch genetisch als intramorän zu bezeichnen. Das Vorkommen von intra- und inframoränem Materiale schliesst dasjenige von supra- moränem nicht aus, da sich der subglaciale Strom trotz der stattgefundenen Kanalverengung über oder an den Seiten der Staurücken seinen Weg bahnen, dort erodieren und akkumulieren kann.

Die von Madsen gegebene Erklärung der dänischen Åsar mit einem gestauchten Beta-Lager und einem ungestörten Alpha-Lager gewinnt nach dieser Betrachtung der Åsentwicklung an Klarheit. Eine Transgression des Eisrandes anzunehmen, ist, wie aus den Darlegungen hervorgeht, nicht mehr notwendig, es genügt eine einfache Erhebung des Eisrandes nach Zeiten grösseren Schneefalles, um innerhalb des Tunnels

Stauchungen des Fluvioglacialen und Anlagerung von Geschiebemergel zu bewirken. Mit der beginnenden Abschwellung des Randgebietes aber stellen sich mit der wiederum wachsenden Divergenz der Bewegungslinien die alten Existenzbedingungen für den subglacialen Strom wieder her, sodass der erdrückte Kanal wieder erweitert, das gestauchte Beta-Lager denudiert und aus dem dadurch gewonnenen Materiale eine neue Ablagerung, das Alpha-Lager stromabwärts gebildet wird. Somit wäre das Beta-Lager das intramoräne, das Alpha-Lager das supramoräne Fluvioglacial des Äs.

Das Hauptmoment, welches immer wieder gegen die subglaciale Theorie vorgebracht wird, ist die Unmöglichkeit eines langen Tunnels unter einem sich bewegenden Inlandeise. Bekanntlich kennt man aber nicht nur sub- und inglaciale Bäche (Alpen, Norwegen), sondern auch gewaltige Bodenströme unter einem strömenden Inlandeise, nämlich auf Island. Wenn also einige Autoren glauben, dass gewisse Äsar Amerikas sich nur durch Hintereinanderreihung einzelner Ässtücke während eines allmählichen Rückganges des Eisrandes erklären lassen, so sahen wir, dass dafür ebenso wie bei dem superglacialen die gleichen Bedingungen auch beim submarginalen Schmelzwasserstrom erfüllt werden. Crosby¹⁾ würde aber wohl nicht ein so eifriger Verteidiger der superglacialen Hypothese sein, wenn er die Theorien europäischer Autoren berücksichtigt hätte. Dies gilt ebenfalls von seinen veralteten Auffassungen über die Eisbewegung. Durch die Annahme einer submarginalen Bildung der Äsar, in bald kürzeren, bald längeren Teilstücken entsprechend den Strömungsverhältnissen im Eisrandgebiete erklärt in hinreichend vollkommener Weise die gesamte äussere und innere Morphologie der bekannten Äsbildungen.

Rollsteinfelder und Kames sind nach ihren innigen morphologischen Beziehungen zu den Äsar auf die gleiche Entstehungsart zurückzuführen.

Breiten sich Äsar zu Rollsteinfeldern aus, ist ent-

1) A. a. O. Proceed. Boston 1902 S. 375—411.

weder kein subglacialer Tunnel zur Ausbildung gelangt oder beim Vorhandensein eines solchen duldet er, vielleicht weil der hydrostatische Druck der Wassermassen zu gross war, eine Ablagerung in demselben nicht. In beiden Fällen breiten sich die Geröllsandmassen vor dem Eisrande feldartig aus.

In gewisser Beziehung genetisch verwandt sind die Rollsteinfelder mit den die Äsar begleitenden Geröllsandbildungen, da sie nach dem Austritt der Äsar aus dem Kanale durch die abfliessenden Schmelzwasser unter geeigneten Verhältnissen auf ihren Seiten aufgeschüttet wurden. Erosion der Äsgräben und deren Ausfüllung mit Sanden bezeichnen ihre erste Phase. Grössere Massen von Geröllsanden häufen sich bei vertiefter Äszone darum nicht selten terrassenartig an den Flanken des Äs an oder werden durch Mulden und Schluchten von ihm getrennt. Das Landschaftsbild ist im Verhältnis zur Wasserkraft bald unruhig, grubig und kuppig, bald flachwellig bis eben. Dementsprechend ist das Material teils ein gut aufbereiteter Geröllsand, teils wenig bearbeitet und lehmig.

Findet auf dem Eisrückzuge ein Stillstand statt, muss sich naturgemäss das Eismaterial an der Tunnelmündung häufen, sodass das Gletschertor verstopft und infolgedessen nach seitwärts verschoben wird. Durch die mehrfache Wiederholung dieses Vorganges entstehen Gruppen von mehr oder weniger steilen Kuppen, über welche und zwischen welchen der Ässtrom seinen Weg sucht. Je nach der Länge des Stillstandes wird eine Kameslandschaft mit immer längerer Ausdehnung parallel dem Eisrande gebildet. Von dieser marginalen Kameslandschaft unterscheidet sich die radiale durch eine Hintereinanderreihung der Kuppen und Rücken, was auf einen langsamen Rückgang des Eisrandes hinweist. Durch diese bald mehr Äs- bald mehr kamesartige Radialkameslandschaft wird ein mannigfaltiger Übergang zwischen Rückzugs- und Stillstandsgebilden des Eises vermittelt. Da die Kameslandschaft also, sozusagen, eine auf flächenartigem Raume zusammengedrückte Gruppe von isolierten Ässtücken darstellt, muss ihr Aufbau im

Grossen und Ganzen äsartig sein und ausserdem Eigenschaften der Rollsteinfelder aufweisen. Sie ist also unter Umständen als ein durch grössere Akkumulation verstärktes Rollsteinfeld aufzufassen, zu welchem die Rollsteinplateaus, Kame- und Kesselfelder Übergänge bilden. Je mehr die Kames vor oder unter einem beinahe vollständig stationären Eisrande entstanden sind, müssen sie deutlicher hervortretende Eigenschaften einer echt terminalen Akkumulation aufweisen. Dadurch erklärt sich sowohl das Auftreten echter Geschiebe- und Geröllpackungen, sowie der Mergeleinpressungen auf der dem Gletscher zugewandten Seite, der mehrfachen Überlagerung der Geröllsand-schichten durch Mergelbänke und der verschiedenartigen Stauchungserscheinungen.

2. Geschiebelehmbildungen.

Drumlins und andere Geschiebehügel.

Ausser den Geröllsandhügeln treten in der Grundmoränen-landschaft als reliefbildende Elemente Geschiebelehmhügel auf, unter welchen die gruppenweise auftretenden Drumlins eine charakteristische flachwellige Geländeform darstellen. Das Landschaftsbild erinnert durch das Hinter- und Nebeneinander-reihen in meist mehr oder weniger parallelen bis fächerförmigen Zügen an eine getriebene Schweineherde. Die Drumlinge-biete nehmen gegenüber den Grundmoränengebieten nur einen kleinen, engbegrenzten Bezirk ein und scheinen sich gern innerhalb der Endmoränenzüge auszubreiten, zu welchen sie in ihrer Ausdehnung und Höhe Übergangsgebilde darstellen.

Die Gestalt der Drumlins ist elliptisch, während Rund-linge selten sind; Längs- und Querachse stehen in dem Ver-hältnisse von $1 : 2\frac{1}{2}$ bis 8, wobei die Länge kaum mehr als 1 km beträgt, und die Höhe nur selten 30 m erreicht. Die Flanken sind nicht selten terrassiert, meist steiler als die Enden geböscht, und letztere besitzen in der Bewegungsrichtung des Eises eine steilere Stoss- und flachere Leeseite. Unter-einander sind die Drumlins seitlich durch Isthmen aus Grund-