

Die Ursachen der diluvialen Aufschotterung und Erosion.

I. Aufschotterung und Erosion.

Von Prof. Dr. *Vinzenz Hilber*, Graz.

W. Soergel sucht die Frage in folgender Weise zu lösen¹⁾: Die Aufschotterung ist rein klimatisch bedingt²⁾. Weder kontinentale noch orogenetische Bewegungen erklären sie. Ein halbarides Klima erfüllt die wichtigsten Voraussetzungen für die Aufschotterung. In einem solchen Klima empfangen die höheren Gebiete die stärksten Niederschläge. Diese Gebiete bedecken sich deshalb mit Vegetation. Aus diesem Grunde müssen die Gesteine des Oberlaufes in den Schottern eine untergeordnete Rolle spielen. Sie sind aber zu 50 v. H. beteiligt. Das beweist eine gewaltige mechanische Verwitterung. Diese weist auf Temperaturrückgang als zweiten Faktor hin. Aufschotterung ist also durch kaltes und trockenes Klima bedingt. Ein solches kann aber nur während Vereisung geherrscht haben. Die Aufschotterungen haben also in Eiszeiten und nicht, wie ich es vertrat, in Zwischeneiszeiten stattgefunden.

Der Ausgangspunkt der Folgerungen Soergels ist die starke Beteiligung der Gesteine des Oberlaufes in dem ehemals nicht vereisten Thüringen. Diese Beteiligung läßt sich aber auch anders erklären, als durch große Kälte. Das stärkere Gefälle des Oberlaufes verstärkt die Erosion gegenüber dem Mittellauf. Bei Niederwasser kann hier noch Erosion stattfinden, wenn sie im Mittellauf aufgehört hat. Diese Erosion wird ferner begünstigt durch die stärkeren Niederschläge im Oberlauf, welche Soergel selbst annimmt.

Soergel sucht das angenommene Trockenklima während der Eiszeiten wie folgt zu beweisen (S. 45): „Die Luft über dem Inlandeis erfuhr gegenüber der Luft über dem nicht vereisten Gebiet eine beträchtliche Abkühlung, es entwickelte sich über dem Eis eine thermische Antizyklone, aus der nach den Seiten die kalte, schwere Luft nach dem Vorlande ab-

¹⁾ Die Ursachen der diluvialen Aufschotterung und Erosion. IV u. 74 S. Berlin 1921, Gebr. Borntraeger. — ²⁾ Was ich seit 1908 vertrete. Der Verfasser erwähnt das nicht, sondern sagt in der Fußnote S. 49: „Die hier (in ‚Taltreppe‘) niedergelegten Ansichten Hilbers kann ich nur in einem allerdings prinzipiell sehr wichtigen Punkt teilen: in der Ablehnung tektonischer Ursachen für die Aufschotterung und in der Ablehnung tektonischer Bewegungen als einzige Ursache für die Eintiefung.“

strömte. Dieser Luftabfluß vom Eise wurde naturgemäß durch eine Luftzufuhr ersetzt, und diese zufließende Luft muß, da sie letzten Endes ja aus einem nicht vereisten, also wärmeren³⁾ Gebiet gekommen sein muß, vor ihrem Übertritt auf die Eismassen wärmer gewesen sein, als die später vom Eise abströmende Luft. Luft, die wärmer ist, als der Boden, über dem sie sich befindet, gibt ihren Wasserdampf, indem sie über kalte Flächen hinstreift, bekanntlich zum größten Teil in Form von Tau oder Reif ab. Von den kalten Flächen, in unserem Falle dem Inlandeis, kann also nur wasserdampfarme Luft abströmen, es müssen trockene Winde das Vorland des Inlandeises weithin beherrscht und zur Ausbildung eines Trockenklimas geführt haben.“

Soergel sagt nicht ausdrücklich, ob er die Gletschergrenzen als die Grenzen feuchten und trockenen Klimas betrachte. Wenn er die gewaltigen Schotteranhäufungen in den Alpentälern in gleicher Weise erklären würde, wie die im Vorland, dürfte er es nicht tun. Denn bei bedeutenden Niederschlägen im vereisten Gebiet müssen die abströmenden Flüsse wasserreich gewesen sein, die Schotteranhäufung könnte also nicht durch Wasserverminderung bedingt gewesen sein, wenn sie glazialen Alters wäre. Starke Niederschläge sind allerdings eine der Bedingungen der Gletscherbildung. Hann sagt diesbezüglich: „Die Gletscher bedürfen eines limitierten ozeanischen Klimas mit reichlichen Niederschlägen.“

Die Schotter in den Alpentälern können übrigens überhaupt nicht in den Eiszeiten entstanden sein, denn sie reichen weit in die vergletschert gewesenen Gebiete zurück.

II. Das Klima von Inlandeisgebieten.

Von Prof. Dr. *Heinrich Ficker*, Berlin.

Gebiete, die mit Inlandeis bedeckt sind, neigen allerdings zur Ausbildung thermischer Antizyklonen. Der Schluß, daß deshalb ein Inlandeisgebiet und dessen nicht vereistes Vor-

³⁾ Das gilt nicht für alle Fälle. Hann (Handbuch der Klimatologie, I, 1908, S. 379) sagt: „Die Wintertemperatur an beiden Küsten von Grönland ist viel milder und auch die Sommertemperatur höher, als unter der gleichen Breite in Ostasien an der Tschuktschenhalbinsel, die trotz ihres bergigen Charakters keine Gletscher hat.“

land ausgesprochenes Trockenklima haben müßten, ist jedoch nicht zulässig. Der Bestand einer Inlandeismasse ist an Niederschläge gebunden. Betrachtet man die rezenten Inlandeisgebiete, so findet man sehr erhebliche Niederschlagsmengen. M o s m a n n schätzt den mittleren Niederschlag in der ganzen Antarktis auf etwa 300 mm (Stoffwert); in der antarktischen Randzone ergeben die Beobachtungen 200—250 mm Jahresniederschlag. An der Küste von Westgrönland zählt man trotz häufiger Föhnwinde vom Inlandeis herab 100—170 Niederschlagstage pro Jahr, bei Jahresmengen des Niederschlags zwischen 200—1200 mm! Berücksichtigt man, daß im hochkontinentalen Nordostsibirien oder in den Pamirgebieten sich trotz der extrem niedrigen Wintertemperaturen kein Inlandeis bildet, so kann man eher schließen, daß Inlandeis sich überhaupt nur dort bildet, wo die Nähe von Meeren reichlichen Niederschlag erzeugt. Die Tendenz zur Ausbildung thermischer Antizyklonen im Gebiete des Inlandeises ist nur auf die unteren Luftschichten beschränkt, ohne die Entwicklung zyklonaler Luftströmungen zu hindern. Die Niederschläge der letzteren erhalten das Inlandeis, worauf M e i n a r d u s in grundlegenden Arbeiten aufmerksam gemacht hat. — Trotz häufiger, trockener Fallwinde ist die Nordseite der Alpen ein sehr niederschlagsreiches Gebiet, weil sie ihr klimatisches Gepräge nicht durch die Föhnwinde, sondern durch Westwinde erhält. Namentlich hochgelegene Inlandeismassen wie die Grönlands scheinen in ihrem Vorlande außerordentlich viel zur Entwicklung häufiger Zyklone oder Strömungen beizutragen, und der Schluß, daß zur Zeit einer Vereisung trockene Winde das Vorland des Inlandeises beherrscht und zur Ausbildung eines Trockenklimas geführt haben müßten, ist nach den klimatischen Verhältnissen der rezenten Inlandeisgebiete nicht gerechtfertigt. Im Vorland einer Inlandeismasse muß vielmehr ein rascher und häufiger Wechsel trocken-antizyklonaler und zyklonal-feuchter Luftströmungen angenommen werden.

III. Irrige Schlüsse aus der Flora.

Von V. Hilber.

Die Temperaturerniedrigung ist unbestreitbar. Die Pflanzen beweisen sie. Die klimatologischen Beweise für die Trockenheit versagen, wie F i c k e r nachweist. Auch der Schotterbefund in Thüringen ist, wie eingangs dargetan, nicht eindeutig.

Auch andere bezügliche Angaben sind nicht stichhaltig. S o e r g e l sagt (S. 45): „Dieses für die diluviale Aufschotterung in Thüringen als notwendig erwiesene kalte Trockenklima stimmt völlig mit dem Klima überein, das W e b e r auf Grund der diluvialen Pflanzenkunde für die Zeit einer Vereisung erschlossen hat.“ Kaltes Klima kann man aus den Pflanzenfunden, aus den von N a t h o r s t angegebenen mehr, als aus den W e b e r s e n erschließen, aber trockenes nicht. Letzteres haben auch Weber und Nathorst nicht dargetan. Weber sagt (S. 45): „Weist doch der Gesamtcharakter der fossilen Vegetation, die wir bei Borna antrafen, mit hinreichender Deutlichkeit auf Verhältnisse hin, wie sie gegenwärtig im allgemeinen in der Nähe der arktischen Baumgrenze, insbesondere auf solche, wie sie auf Island und an der Westküste des arktischen Norwegens herrschen, wo wir einigen der klimatisch empfindlichen Pflanzen der Fundliste von Borna heutigen Tages begegnen.“ „Island und das arktische Nor-

wegen sind bekanntlich Länder mit ausgesprochen ozeanischem Klima“ (S. 46). Aus der Flora hat also Weber seinen Schluß auf trockenes Klima nicht gezogen. Sie spricht vielmehr für feuchtes Klima. Er schlägt einen anderen Weg ein (S. 47). „Es ist sicher“ (ohne Begründung), „daß sich das Wyhratal damals in einem Minimum der Wasserführung befand, und es ist mindestens sehr wahrscheinlich, daß in jener Zeit die Wyhra nur ein unbedeutender Bach gewesen ist... Daher müssen auch geringere Niederschläge im Einzugsgebiete geherrscht haben. Sie waren meiner Schätzung nach wenigstens um die Hälfte kleiner, als heute. Das Klima kann also unmöglich ozeanischer Art gewesen sein, sondern es war mit großer Wahrscheinlichkeit ausgeprägt kontinental.“ Weber zieht somit überhaupt seinen Schluß nur mit „großer Wahrscheinlichkeit“. Wenn aber wirklich die Wyhra weniger Wasser gehabt hat, so muß das nicht von Geringfügigkeit der Niederschläge herrühren. Geringere Wasserführung in einem früheren Entwicklungsstadium eines Wasserlaufes ist das Normale und kommt daher, daß das Sammelgebiet kleiner war; denn dieses vergrößert sich fortwährend mit der rückschreitenden Erweiterung des Talnetzes. Soergel sagt weiter (S. 46): „Dieses Klima, das auch Nathorst auf Grund der diluvialen Pflanzenfunde annimmt.“ Nathorst folgert aus den von ihm angeführten Pflanzenfunden nicht trockenes Klima, sondern schließt sich nur Sätzen Webers an, in welchen ohne Beziehung auf die Pflanzen „niedrige Niederschläge“ vorkommen.

IV. Zusammenfassung.

Schon 1908 (Geogr. Anz.) und in weiterer Ausführung 1912 (Taltreppe, Graz) habe ich zu erweisen gesucht, daß die auf der ganzen Erde verbreitete zeitweilige Aufschüttung der Täler von Wasserverminderung der Flüsse infolge geringerer Niederschläge herrühre und daß tektonische Ursachen wegen der allgemeinen Verbreitung der Erscheinung abzulehnen seien. Soergel gibt nun diese Ablehnung als ihm und mir gemeinsam an. Er findet, daß das auch von ihm angenommene Trockenklima nicht, wie ich dargelegt, in den Zwischeneiszeiten, sondern in den Eiszeiten herrscht. Seine Schotterbefunde sind nicht eindeutig. Der Meteorologe F i c k e r macht überzeugende Gründe für ein feuchtes Eiszeitklima geltend und findet den Schluß auf trockenes Vorlandklima nicht gerechtfertigt. W e b e r s Pflanzenfunde, auf welche sich Soergel bezieht, sprechen ebenfalls für ozeanisches Klima der betreffenden Eiszeit. Die von ersterem angenommene geringere Wasserführung der Wyhra wird von ihm nicht begründet und wäre, wenn sie vorhanden gewesen, auch anders erklärbar.

Deshalb glaube ich die Soergelschen Darlegungen als eine Stütze meiner Ansicht vom interglazialen Alter der großen Aufschotterungen bezeichnen zu dürfen, wie es auch P e n c k immer mehr vertritt¹⁾. Trockenklima ist die Ursache der Aufschotterung nach Soergel und mir. Sein Versuch, das von den meisten Autoren noch immer vertretene Eiszeitalter der Schotter durch Annahme eines eiszeitlichen Trockenklimas zu retten, ist nach den Ausführungen Fickers gescheitert. Es bleiben also für Trockenklima und Aufschotterung nur die Zwischeneiszeiten, wie ich es darzulegen bemüht war.

¹⁾ Ablagerungen und Schichtstörungen der letzten Interglazialzeit in den nördlichen Alpen. (SB. Preuß. Ak. Wiss., phys.-math. Kl., 1922.)