

# Strukturboden in arktischen Ländern

Autor(en): **Gardi, René**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Prisma : illustrierte Monatsschrift für Natur, Forschung und Technik**

Band (Jahr): **3 (1948)**

Heft 2

PDF erstellt am: **11.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-653414>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# Strukturboden in arktischen Ländern

Von René Gardi

Kaum einmal bin ich im vergangenen Sommer auf Spitzbergen irgendwo an Land gegangen, ohne auf die eigenartigen Steinnetze oder Steinringe zu stoßen, die für die arktischen Länder so typisch sind. Manchenorts waren weite Flächen in fast regelmäßige Felder eingeteilt, und oft waren diese Polygone – vom Viereck bis zum Siebeneck – mit fast dreißig Zentimeter hohen Steinwällen eingefaßt, in denen suppentellergröße flache Steine senkrecht gestellt sein konnten. Es war, als ob Kinder sich kleine Gärten mit Steinmüerchen abgegrenzt hätten. Inmitten der Felder lag oft ein feiner, steinloser Lehmschlamm, in den man – wenn er noch naß war – bis zu den Knien versank. Diese Erscheinungen fand ich auf meinen Reisen rund um Spitzbergen sozusagen überall, vorwiegend auf ausgedehnten Strandebenen, auf Terrassen längs von Gletscherflüssen und manchmal auch auf schneefreien Hochplateaus. Die norwegischen Geologen und Topographen, mit denen ich darüber diskutierte, faßten all diese mehr oder weniger regelmäßigen Gebilde (Steinwälle, Steinringe, Steinnetze, Polygonfelder, Steinhaufen usw.) unter dem Wort *Strukturboden* zusammen.

Ähnliche auffallende Einteilungen des Grundes in verschiedene Felder, verbunden mit einer Aussortierung von Steinen, kennt man in vielen arktischen Ländern (unter anderm in Grönland und Nordsibirien), so daß es naheliegend ist, die Kälte dafür verantwortlich zu machen. Man weiß von



Bild 1: Ein fast regelmäßiges Polygonfeld im Anfangsstadium. Jedes dieser Vielecke hat einen Durchmesser von rund 60 cm.

Bild 2: Ein schönes Polygonfeld in einem ziemlich groben Boden. In den Spalten hat sich die Vegetation festgesetzt; denn dort bewegt sich die Erde kaum mehr, außerdem fanden dort die Keimlinge etwas Schutz vor den rauen Winden. Durch die Pflanzen zeichnen sich die Konturen besonders deutlich ab.

Bild 3: Ein großes, aussortiertes Polygonfeld, dessen Wall zum Teil von Moospolstern überwuchert ist. Im Innern beginnen sich bereits wieder neue Polygone zu bilden.



der Kraft des Frostes, so daß man ihm wohl zutraut, auf einem Felde Steine verschieben und zu Wällen auftürmen zu können. Wie es geschieht, wie die Steine aus der Tiefe heraus und seitwärts wandern, ist damit allerdings noch nicht erklärt. Sicher ist, daß Strukturboden nur dort erscheint, wo die Erde das ganze Jahr gefroren ist und zeitweise nur oberflächlich auftaut. Über die Entstehung dieses Phänomens gibt es eine reiche Literatur mit mannigfachen Erklärungsversuchen. Der nachfolgende Text stützt sich ganz auf die Forschungsergebnisse des Geologen Dr. Anders K. Orvin vom norwegischen Eismeer- und Spitzbergenforschungsinstitut in Oslo.

Die Erde enthält in den arktischen Gebieten sehr viel Wasser. Sobald der Frost eintritt, gefriert sie von oben nach unten und versucht sich dabei auszudehnen. Da keine anderen Ausweichmöglichkeiten vorhanden sind, dehnt sich der Boden schließlich nach oben aus und wirft sich. Wenn er nun im Frühling wieder in der Richtung von oben nach unten auftaut und später an der Oberfläche auszutrocknen beginnt – das ist im Sommer durchaus möglich –, wird sich der durch die Frostwirkung übermäßig ausgedehnte Grund zusammenziehen, und es entstehen Spannungen. Je tiefer der Boden ausgetrocknet wird, um so stärker sind diese Spannungen, bis eines Tages Risse entstehen. Diese erweitern sich zu Spalten, und da der Zug von verschiedenen Seiten wirkt, entstehen Polygone, die um so regelmäßiger sind, je homogener der Boden ist. (Bild 1.)

Zuerst sind die Kanten und Ecken der Polygone sehr scharf und genau, aber im Verlaufe der Monate und Jahre werden diese so schönen regulären geometrischen Bilder immer mehr verwischt; denn alljährlich dehnt sich das Feld mit dem Wechsel der Lufttemperatur mehrere Male aus und zieht sich wieder zusammen. Regen, Schnee und Wind leisten auch ihren Teil, die klaren Grenzlinien zu verschieben.

Pflanzen fassen zuerst in diesen Spaltnetzen Fuß. Hier finden die Keimlinge offenbar etwas Schutz vor dem Wind oder die ihnen am besten zusagende Feuchtigkeit. Jedenfalls sah ich oft, wie die Spalten der Polygone ganz mit einem Moosteppich überwachsen sind (Bild 2), so daß sich die Konturen der Vielecke besonders deutlich abzeichnen.

\*

Sobald ein Stück Land auf die eben beschriebene Art von Rissen und Spalten umgeben wurde, beginnen nun darin die Steine nach außen zu wandern. Bevor aber von einer *seitlichen* Wanderung der Steine die Rede ist, soll beschrieben werden, wie Steine durch Frostwirkung nach *oben* wandern (Bild 4 A). In ungefrorener Erde

liegen die Steine 1, 2, 3 und 4. Nun kommt der Frost und dringt immer tiefer ein (Bild 4 B). Stein 2 ist bereits festgefroren. Wieder ist Voraussetzung, daß die Erde mit Wasser übersättigt ist. Deshalb wird sie sich beim Gefrieren stark ausdehnen und dabei Stein 2 mit nach oben ziehen. Unter ihm sammelt sich in der noch ungefrorenen Erde Wasser an, das später auch gefriert und mithilft, den Stein nach oben zu schieben. Stein 4 wird noch nicht bewegt, solange der Frost nicht tiefer reicht, weil er noch zu tief in der ungefrorenen Erde steckt. Es kann im Gegenteil eintreten, daß die Erde über ihm hochgehoben wird, während sie gefriert, so daß ein Hohlraum entsteht (Bild 4 C). Die Kälte ist noch tiefer in den Boden gedrunken und hat auch die Steine 1 und 3 erfaßt. In dieser Situation werden nun auch die Steine 3 und 4 gehoben. Unter ihnen sammelt sich auch wieder Wasser an, das später gefriert und mithilft, die Steine etwas nach oben zu schieben. Solange der Frost nicht tiefer reicht, wird Stein 1 nicht gehoben. Jedesmal bei Tauwetter sinkt ein Stein wieder ein wenig zurück, aber nicht mehr bis zu seinem alten Platz, weil jeweils der entstandene Hohlraum ausgefüllt wurde. Jedesmal, wenn die Erde neu gefriert, werden die Steine ein wenig gehoben, bis sie unweigerlich eines Tages an die Oberfläche kommen. Auf diese Weise wandern die Steine in einer mit Wasser übersättigten horizontalen Erdschicht nach oben, besonders dann, wenn diese Schicht homogen ist, so daß der Frost gleichmäßig tief eindringt.

In einem Polygon, das ringsum von tiefen Rissen umgeben ist, dringt die Kälte nicht nur von oben gleichmäßig senkrecht nach unten in die Erde, sondern auch von den Spalten aus seitwärts. Physikalisch genauer ausgedrückt: Die Wärmeabgabe, die Wärmestrahlung des Bodens, die eintritt, sobald die Luft kälter ist als die Erdschichten, erfolgt nicht mehr nur senkrecht nach oben, sondern auch seitwärts in Richtung der Spalten (Bild 5 A). Die gefrierende Erdschicht hat diesmal nicht nur die Möglichkeit nach oben sich auszudehnen und auszuweichen, sondern auch seitwärts. Wesentliche Ausdehnung tritt, wie bereits erwähnt, nur ein bei sehr nassen, also übersättigten Schichten. Nur in solchem Boden entsteht Strukturmark. Die Spalte wird sich verengern, außerdem wird der Boden auch noch gehoben (gestrichelte Linie). Dadurch entsteht nicht nur ein Zug nach oben, sondern auch seitwärts. Genau nach dem gleichen Prinzip, wie im vorhergehenden Abschnitt beschrieben, wandern die Steine im Lauf der Jahre gegen die Spaltenränder. (Bild 5 B.) Auch wenn einmal der Riß ganz mit Steinen ausgefüllt ist, hört die Ausortierung in dieser Richtung nicht auf, weil die

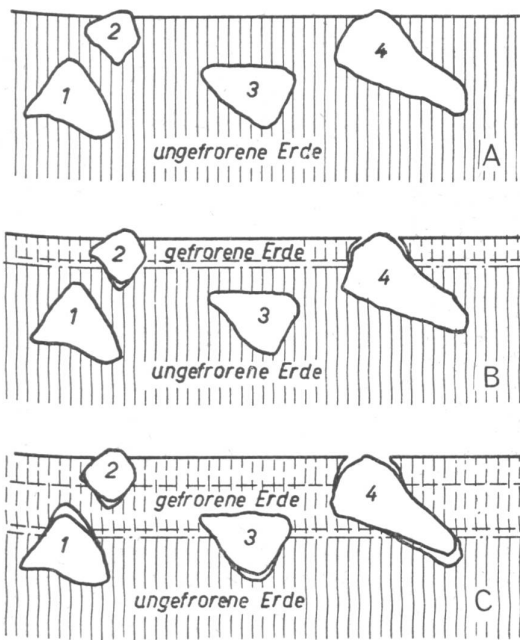


Bild 4: Schematische Darstellung, wie durch die gefrorenen Erdschichten, die sich nach oben ausdehnen, gewisse Steine festgehalten und nach oben mitgezogen werden. Dadurch entsteht jeweils unter dem Stein in der ungefrorenen Erde ein Hohlraum, der sich mit Wasser füllt. Dringt später der Frost tiefer ein, so gefriert dieses Wasser und hilft, während es sich ausdehnt, auch noch mit, den Stein nach oben zu schieben.

Steine ja ein loses Gefüge bilden, das kaum als Isolator wirkt. Deshalb wird weiterhin Wärme in Richtung der alten Spalten abgegeben, der Boden gefriert unter den ausgefüllten Spalten tiefer hinunter als dazwischen. Möglicherweise spielt auch die Wärmekapazität eine Rolle, die ja bei Steinen bedeutend geringer ist als in wassergesättigter Erde. Das würde bedeuten, daß in der Umgebung der Steine eine Abkühlung viel rascher eintreten muß als im Erdreich.

Im angrenzenden Feld spielt sich derselbe Vorgang ab. Auch dort wandern Steine gegen den Rand. So entsteht eine Pressung von zwei Seiten her, die so stark sein kann, daß mit der Zeit ein mehrere Zentimeter hoher Wall entsteht oder daß alle flachen Steine senkrecht gestellt werden. Auf diese Weise entstehen nun aus den Polygonfeldern Steinnetze in allen möglichen Variationen und Formen bis zum reinen Steinring.

\*

Da und dort sah ich schöne Polygonfelder, wo die Aussortierung eben erst begonnen hatte; dann wieder traf ich alte Steinringe, die durch eine Moosvegetation grün bepolstert sind, während sich innerhalb des Ringes die weiche Erde immer noch in Bewegung befindet und keiner Pflanze Gastfreundschaft gewährt (Bild 3). Es kann sein,

daß auf einer Ebene, wo sonst von einer Strukturbildung nicht das geringste zu beobachten ist, ein einsamer Steinring liegt, weil hier vielleicht auf einem sandigen Grund ein Block von Lehmschiefer verwittert ist, der die Ursache für eine beginnende Aussortierung bildete. Sobald die Fläche leicht geneigt ist, entstehen bizarre Formen, weil nun zu den bisher besprochenen Kräften eine neue Komponente kommt: die Schwerkraft. Anstatt Kreise oder reguläre Vielecke können z. B. in der Richtung der Falllinie langgezogene Ovale gebildet werden.

Die Formen eines Strukturbodens in den verschiedenen Entwicklungsstadien und durch mannigfaltige Ursachen begründet, sind schier unerschöpflich. Aber stets sind der Frost und der starke Ausdehnungskoeffizient von wasserübersättigter lehmiger Erde sowie die Ausdehnung senkrecht zur Grenzschicht zwischen gefrorenen und ungefrorenen Schichten die Ursache. Ähnliche Voraussetzungen zur Bildung von Strukturboden wie in der Arktis ließen sich eigentlich auch in den Alpen denken. In einer gewissen Höhe ist der Boden auch sehr oft gefroren, und man kann sich kleine horizontal gelagerte mit Wasser übersättigte Schichten vorstellen. Es wäre interessant zu hören, ob ähnliche Bodenstrukturen, wie sie hier die Photos zeigen, bei uns im Hochgebirge beobachtet worden sind.

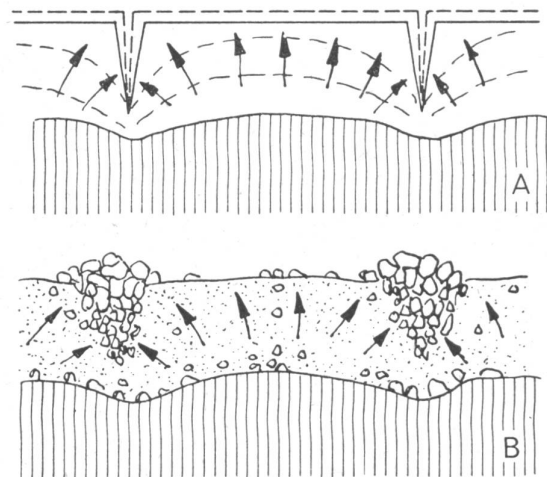


Bild 5: In einem Polygonfeld mit tiefen Spalten erfolgt bei kalter Lufttemperatur die Wärmestrahlung aus dem Boden nicht mehr nur senkrecht nach oben, sondern auch seitwärts in Richtung der Spalten. Unter den Spalten ist der Boden weiter hinunter gefroren als dazwischen. Die Linie über der senkrecht schraffierten Fläche bedeutet die Grenzschicht zwischen gefrorener (oben) und ungefrorener Erde. Die Pfeile geben nicht nur die Richtung der Wärmestrahlung aus dem Boden an, sondern gleichzeitig auch die Richtung, in welcher sich die gefrierende Erde ausdehnt, und damit auch die Richtung, in welcher sich die Steine bewegen. Dadurch werden die Spalten allmählich mit Steinen ausgefüllt.

Zeichnungen nach K. Orvon, Oslo. Sämtliche Photos von R. Gardi, Bern