

SUOMEN METSÄTIETEELLINEN SEURA — FINSKA FORSTSAMFUNDET.

ACTA  
FORESTALIA FENNICA

4.

ARBEITEN  
DER  
FORSTWISSENSCHAFTLICHEN GESELLSCHAFT  
IN  
FINNLAND

---

HELSINGFORSIAE 1919



## Acta forestalia fennica 4.

1. **Tanttu, Antti**, Ueber die Entstehung der Bälten und Stränge der Moore. . . 1— 24
2. **Heikinheimo, Olli**, Kaskiviljelyksen vaikutus Suomen metsiin. . . . . 1—264  
+1—149  
    Referat . . . . . 1— 59
3. —,—      Einige Beobachtungen über die Aufarbeitung und Verwahrung des Brennholzes . . . . . 1— 6
4. **Elfving, K. O.**, Cronartium peridermium Strobi Kleb. auf Pinus Cembra in Finnland gefunden . . . . . 1— 2



UEBER DIE ENTSTEHUNG  
DER BÜLTEN UND STRÄNGE  
DER MOORE

VON

ANTTI TANTTU

---

HELSINKI 1915

UEBER DIE ENTSTEHUNG  
DER BÜLTEN UND STRÄNGE  
DER MOORE

VON

ANTTI TANTTU

---

HELSINGFORS 1915,  
J. SIMELII ARVINGARS BOKTRYCKERIAKTIEBOLAG

Bei meinen schon mehrere Jahre getriebenen Untersuchungen über die Aufforstung der entwässerten Moore in Finnland drängte sich mir die Frage nach der Entstehung der im Titel genannten Gebilde mehrmals auf. In Finnland sind ja die bültigen Moore ganz gemein, und die im südlichen Teile des Landes seltenen Strangmoore werden weiter nördlich immer gewöhnlicher. Auf den unvollständig entwässerten Rimpi-Mooren findet man in den früheren Rimpis (Flarken) neue Bülden auf den verschiedensten Entwicklungsstufen, und infolge dessen sind die Verhältnisse gerade auf diesen Mooren vielleicht für die richtige Deutung der Entstehung und Entwicklung der Bülden günstiger als ein Studium dieser Erscheinung auf Mooren, die sich im Naturzustande befinden. Die Bildung der Stränge hängt mit derjenigen der Bülden nahe zusammen, wiewgleich die erstere nur unter ganz bestimmten Verhältnissen stattfindet. Auch auf nicht entwässerten Mooren habe ich zahlreiche Beobachtungen behufs der Deutung dieser Gebilde gemacht. Da es unsicher ist, ob ich die Gelegenheit haben werde diese Untersuchungen weiter fortzusetzen, will ich schon im Folgenden den Versuch machen, meine Ansicht betreffs der Bildung der Bülden und Stränge auseinanderzusetzen.

Wohlbekannt sind diejenigen Bülden, welche durch die eigentümliche Wachstumsart der büldenbildenden oder in büldenartigen Vereinen auftretenden Gewächse hervorgerufen werden. So findet man überall auf den Mooren z. B. kleinere *Eriophorum vaginatum*-

und *Scirpus caespitosus*-Bülten; <sup>1)</sup> desgleichen bilden *Sphagnum acutifolium*, *Sph. fuscum* und andere Torfmoose oft gleich bei ihrem ersten Auftreten an einem neuen Standort sich immer mehr ausbreitende und in die Höhe emporwachsende Bülten. <sup>2)</sup> Nicht weniger bekannt ist auch die Tatsache, dass eine anfangs ebene *Sphagnum*-Decke dadurch unebener werden kann, dass die Torfmoose sich an kräftigere Pflanzen, wie Reiser, Sträucher, Bäume oder Pflanzenreste, z. B. an Baumstümpfe, Strünke, sowie an Steine oder andere Gegenstände lehnen, welche den emporwachsenden Moosen eine Stütze bieten können. <sup>3)</sup> Die Hauptbedeutung dieser Stützen ist darin zu suchen, dass sie das Zusammensinken der Bülten in demselben Masse, wie das übrige Moor durch das Wachstum der Torfschicht und die dadurch bedingte Zunahme ihres Gewichtes sowie infolge des auf der Oberfläche sich ansammelnden Wassers und Schnees zusammengepresst wird, verhindern. Auch liegen Beobachtungen darüber vor, dass eine ebene Mooroberfläche durch Treten grubig oder vom Frost gesprengt worden ist, wobei der Torf teilweise in kleinere Stückchen zerbröckelt wird, in welchem Zustande er der Winderosion leicht zum Opfer fällt. <sup>4)</sup> Die intakten Partien der Mooroberfläche bilden dann die emporragenden Teile, die Bülten.

Die grossartigen Bülten-Gebilde im nördlichsten Europa hat zuerst Kairamo (Kihlman) <sup>5)</sup> beschrieben. Kairamo hält diese Torfhügel, welche in Lappland Palsen genannt werden, für Reste eines ebenen Moores, indem die zwischen den Bülten liegenden Partien (die Schlenken) durch Wassererosion entstanden seien. In einigen

<sup>1)</sup> J. Früh und C. Schröter, Die Moore der Schweiz, p. 79. Vgl. auch K. Glinka, Die Typen der Bodenbildung, p. 304—305.

<sup>2)</sup> Früh und Schröter, op. cit., p. 78; C. A. Weber, Über die Vegetation und Entstehung des Hochmoors von Augstumal, p. 21; A. K. Cajander, Studien über die Moore Finnlands, p. 33 (Acta forestalia fennica 2, 1913).

<sup>3)</sup> C. A. Weber, op. cit., p. 29; Früh und Schröter, op. cit. p. 79.

<sup>4)</sup> Vgl. C. A. Weber, op. cit., p. 30, Fussnote.

<sup>5)</sup> A. O. Kihlman, Pflanzenbiologische Studien aus Russisch Lappland, p. 10—16 (Acta Societatis pro Fauna et Flora Fennica. T. VI, N:o 3).



Fällen wurde von Kairamo ein anorganischer Kern konstatiert, angeblich dadurch entstanden, dass sich die Erosion bis auf den Mineralgrund erstreckt hat.

Die Palsen der Halbinsel Kanin sind von Pohle,<sup>1)</sup> diejenigen der Timanschen Tundra von Tanfiljef<sup>2)</sup> beschrieben worden. Beide sind der Ansicht, dass die Palsenbildung eine Folge der reichlicheren Ansammlung von Pflanzenresten an solchen Stellen ist, wo torfbildenden Pflanzen besonders günstige Wachstumsbedingungen dargeboten werden, wie z. B. an Wasserlachen.

Geikie<sup>3)</sup> schreibt die Palsenbildung in Nordwest-Europa der Wassererosion, Samuelsson<sup>4)</sup> der Winderosion zu.

Helaakoski hat in einer 1912 erschienenen Untersuchung „Havaintoja jäätymisilmiöiden geomorfologisista vaikutuksista“ (Suomen maantieteellisen yhdistyksen julkaisu IX) das von dem gefrierenden Moorwasser verursachte Unebenwerden der Oberfläche beschrieben. Nach Helaakoski findet dies so statt, dass an gefrorenen Stellen, in dem Masse als das Wasser beim Übergang in Eis einen grösseren Raum als früher beansprucht, Moorpflanzen und Torf mit dem Eise emporgerückt werden. In tümpelartigen Rimpis, welche bis zum Boden gefrieren, zieht das während der Überschwemmung im Frühjahr emporsteigende Eis auch Pflanzenreste und zersetzten Torf mit, welche nach dem Schmelzen des Eises über der Oberfläche des Moores aufragen. Beim Gefrieren der Rimpis entsteht ein allseitiger Ausdehnungsdruck, desgleichen wenn das Eis im Winter zerspringt und die Spalten zufrieren, sowie infolge der Volumzunahme bei steigender Wärme im Winter; und durch diesen Druck wird die Mooroberfläche an den Säumen der Rimpis aufgefaltet.

<sup>1)</sup> R. Pohle, Pflanzegeographische Studien über die Halbinsel Kanin und das angrenzende Waldgebiet. Acta horti Petropolitani XXI, 1903, p. 80—86.

<sup>2)</sup> Г. И. Танфильевъ, Предѣли лѣсовъ въ полярной Россіи, по изслѣдованіямъ въ тундрѣ Тиманскихъ самоѣдовъ. Одесса 1911, p. 36—40.

<sup>3)</sup> Vgl. G. I. Tanfiljef, op. cit. p. 79—80.

<sup>4)</sup> Gunnar Samuelsson, Scottish peat mosses a contribution to the knowledge of the late-quaternary vegetation and climate of North Western Europe. Uppsala 1910.

Nach den Untersuchungen von Th. C. E. Fries<sup>1)</sup> in Nord-Schweden werden die Palsen durch das ungleiche Gefrieren des Moores verursacht. Die bis zu grösserer Tiefe gefrierenden Partien werden aufgewölbt, weil das Eis einen grösseren Raum als das Wasser einnimmt, und der emporgehobene Torf sinkt sogar nach dem Auftauen nicht wieder in seine frühere Lage zurück. Ausserdem tauen in den kälteren Gebieten die tiefer gefrorenen Partien überhaupt nicht auf, wenigstens nicht jeden Sommer, weil der poröse Torf ein schlechter Wärmeleiter ist. In den darauffolgenden Wintern wird der Schnee von den so entstandenen Hügelchen fortgeweht, welche somit Jahr für Jahr immer tiefer gefrieren, wogegen ein ebenso starkes Gefrieren ihrer Umgebung vom Schnee verhindert wird; die Aufwölbung der Bülden schreitet also weiter fort. Infolge der durch die Zersetzung der organischen Stoffe entstandenen Wärme findet ein Auftauen des Eiskerns der Bülte auch von unten statt, und da dass Wasser einen kleineren Raum beansprucht als das Eis, würde nach Fries ein Aufsaugen des aufgetauten Torfes von den Seiten her unter die Bülte stattfinden. Das Aufsaugungs-Phänomen sucht Fries durch die Beobachtung zu beweisen, dass die inneren Teile der Palsen aus demselben Torf (*Carex*) bestehen wie die Schlenken (Zwischenpartien zwischen den Bülden), und dass die Palsen nur von einer dünnen Decke sekundären Torfes (*Sphagnum*, *Polytrichum*)<sup>2)</sup> überzogen sind. Um die Büldenbasis ist der

<sup>1)</sup> Thore C. E. Fries, Botanische Untersuchungen im nördlichsten Schweden. Uppsala 1913, p. 189—200.

<sup>2)</sup> In einer früheren von Fries zusammen mit Bergström herausgegebenen Untersuchung (Thore C. E. Fries och E. Bergström, Några iakttagelser öfver palsar och deras förekomst i nordligaste Sverige. Geol. föreningens i Stockholm förhandlingar, Bd. 32, h. 1, jan. 1910, p. 195) wird erwähnt, dass eine gespaltene Palse, von der ebenen Oberfläche des Moores gemessen, 180 cm hoch war und aus

	50 cm	Polytrichum-Torf
	10 „	Sphagnum- „
	130 „	Carex- „
bestand.	Eine andere Palse bestand aus	
	20 cm	Sphagnum-Polytrichum-Torf und
	190 „	Carex-Torf.

Torf immer weich und nasser als sonst zwischen den Bülten, welche Tatsache gleichfalls auf das Aufsaugungsphänomen hinweise. Die jährlich wiederkehrende Aufsaugung des Torfes in den Basalteil der Bülte sowie die durch das starke Gefrieren der Bülte hervorgerufene immer stärkere Aufwölbung bedingen zuletzt die Bildung von mächtigen Palsen. Die tatsächliche Anschwellung der Palsen ist nach Fries durch Nivellieren konstatiert worden; man hat Unterschiede von sogar 35 cm zwischen der Höhe im Sommer und Winter beobachtet.

Fries erwähnt Palsen von sogar 7 m Höhe. Der weitere Zuwachs der Palsen wird nach Fries durch die Wind- und Wassererosion begrenzt, welche um so leichter vor sich geht, je mehr die Oberfläche der Palsen von Flechten bedeckt ist.<sup>1)</sup>

Meine eigenen Beobachtungen über die Bedeutung des Gefrierphänomens für die Bültenbildung habe ich im Frühling 1912 ausgeführt. Die Oberfläche der mangelhaft entwässerten Rimpi-Moore fand ich ganz allgemein vom Frost so stark zerbröckelt,<sup>2)</sup> dass die Bodenfläche wie geeggt aussah. Nach dem Auftauen des Bodeneises behielten die emporgehobenen Partien des zersetzten Torfes oft ihre erhöhte Lage und an Stellen, wo der Frost sie aufgehoben und versetzt hatte, blieben Vertiefungen nach. Als das Hochwasser im Frühjahr auf den mangelhaft entwässerten Mooren der Mooroberfläche entlang floss, füllte es erst die genannten Vertiefungen und bahnte sich allmählich den Weg von Vertiefung zu Vertiefung; den breiig gewordenen zersetzten Rimpi-Torf führte das Wasser offenbar mit sich. Die vom Frost emporgehobenen Torfpartien waren dabei noch gefroren, weil sie im Winter stärker gefroren waren als die Schlenken, deren tieferes Gefrieren durch die schützende Schneedecke und das poröse kristallinische Eis verhindert wurde.<sup>3)</sup> Die

<sup>1)</sup> Vgl. Pohle, op. cit., p. 83.

<sup>2)</sup> Beobachtungen über die emporhebende Wirkung des Frostes enthält die Studie von H. Hesselman, Studier öfver skogsväxt å mossar. I. Om trädplantor å utdikade flarkar. (Meddelanden från statens skogsförsöksanstalt. Stockholm. H. 3.)

<sup>3)</sup> Vgl. E. Ramann, Bodenkunde, zweite Auflage, 1905, p. 7, 9, 250, 311—312 und 320.

emporgehobenen Torfstücke tauten langsamer auf als die der Wirkung des fließenden Wassers ausgesetzten Schlenken. Eine Wassererosion fand also in den Schlenken statt, während die Bröckel gegen die Erosion geschützt waren und die Überschwemmung im Frühjahr setzte das vom Frost eingeleitete Unebenwerden der Oberfläche fort. Die höher liegenden gebliebenen Bröckel gaben den ersten Anstoß zu Bülten. Meistens hatten die kleinen Bülten sich erst mit einer *Polytrichum strictum*-Decke überzogen; später fanden sich reichlich Flechten ein. Solche ziemlich trockene Bülten wurden nicht selten durch Frost und Trocknis gesprengt und in den Spalten fing eine *Sphagnum*-Vegetation an zu wuchern, bis sie die Bülte vollständig bedeckte. Bisweilen schienen die *Sphagna* ohne eine merkbare vorausgehende Spaltenbildung die Bülte überdeckt zu haben, und obgleich die Verflechtung der kleinen Bülten eine ganz allgemeine Erscheinung war, kam es auch oft vor, dass die Torfmoose die Bülten schon vor der Verflechtung erobert hatten. Ausser von den Spalten aus hatten die Torfmoose oft dadurch die Bülte überwuchert, dass sie an den Seiten der Bülte entlang von der Wasserlinie immer höher hinauf kletterten.

Sobald die Bülten mit Torfmoos überdeckt worden waren, fand ihr Zuwachs oft schon allein durch die kräftige Torfbildung seitens der Torfmoose an der Oberfläche der Bülten statt. Ausserdem setzte sich die Erosion in den Zwischenräumen zwischen den Bülten fort.

Beim Zerschneiden älterer Bülten fand ich sie während der grössten Überschwemmung im Frühjahr noch hartgefroren. Sogar Anfang Juni, als das Überschwemmungswasser schon abgelaufen war, waren die Bülten oben und an den Seiten nur einige cm tief aufgetaut. Infolge der Einwirkung des fließenden Überschwemmungswassers drang das Auftauen an der Basis der Bülten am tiefsten ein. Der Eiskern der Bülten, welcher aus einem Gemisch von aufrechkristallinischem, luftführendem Eis und Moortorf bestand, war dabei gewöhnlich niedrig keulenförmig, also oben ausgebreitet. Bei erneuter Untersuchung derselben Bülten im Juli und August fand ich stets ganz im Inneren der Bülten mehr oder weniger zer-

setzten Torf derselben Art wie in den Zwischenpartien <sup>1)</sup> zwischen den Bülten, und um diese Kernmasse herum später entstandenen Bültenorf.

Der im Inneren der Bülte befindliche Torf kann nicht ausschliesslich als vom Frost an die anfangs ebene Mooroberfläche gehoben betrachtet werden, denn an solchen Stellen, wo die Frostwirkung eben in vollem Gang ist, findet man, dass der Frost nur unbedeutende Torfbröckel emporhebt, welche an Masse unmöglich mit dem Kerntorf der fraglichen Bülten verglichen werden können. Diese Erscheinung ist ebensowenig durch die Kairamosche Theorie allein zu erklären. Zwar ist es wahr, dass eine Erosion an der Mooroberfläche stattfindet und dass die Wirkung des Wassers stellenweise, sobald die Oberfläche schon ein bisschen uneben geworden (z. B. infolge der Frostwirkung), bedeutend ist. Aber die von Fries erwähnte Tatsache, dass man in demselben Moore Bülten der verschiedensten Dimensionen findet, wo die Oberflächen des Innentorfes unter sich keineswegs auf gleicher Höhe liegen, zwingt uns eine andere allgemeingültigere Erklärung dieser Erscheinung aufzusuchen, obwohl wir einräumen müssen, dass der von Kairamo beschriebenen Erosion unter Umständen eine hervorragende Bedeutung beizumessen ist.

Die Unzuverlässigkeit der Theorien von Pohle und Tanfiljev hat Fries ebenfalls durch den Hinweis dargelegt, dass der Innentorf der Palsen sich mehrere Meter über das Niveau des übrigen Moores erheben kann.

Aber auch die Inbibitionstheorie von Fries hat ihre Schwäche. Wenn nämlich der Eiskern vom Boden an zu schmelzen anfänge, so erscheint es natürlicher, dass der so entstandene leere Raum dadurch gefüllt werde, dass die Bülte selbst einsinkt. Ferner scheint das Auftauen des Eiskerns von unten an infolge der durch die Zersetzung organischer Stoffe entstandenen Wärme sehr zweifelhaft zu sein. Es ist ja die Temperatur an dem unteren Saume des auftauenden Eiskerns wahrscheinlich etwa 0° C, zeitweise vielleicht sogar

<sup>1)</sup> Wie oben erwähnt ist, hat Th. Fries schon früher in Bezug auf die Palsen eine ähnliche Beobachtung gemacht.

noch niedriger, weil ja das Moorwasser unter den Palsen unter Druck steht und also, obgleich infolge der Kapillarität unterkühlt, flüssig bleiben kann. Die von der Zersetzung der organischen Materie bewirkte Wärmeerzeugung muss unter solchen Umständen ganz unbedeutend sein, und zwar um so mehr, als die Zersetzung vorwiegend in anaërober Weise vor sich geht. Das Auftauen der Bülte von unten an ist zwar ganz gut möglich, aber aus anderen Ursachen als Fries annimmt. Fries teilt nicht mit, in welcher Jahreszeit das fragliche Saugen stattfinden soll. Geht es im Winter vor sich, wenn das ganze Moor gefroren liegt, entstehen leere Räume nicht nur unter den Bülten sondern auch an anderen Stellen, wobei die Saugung unterbleiben muss; wenn es aber in der Zeit geschieht, wenn die Schlenken nicht mehr gefroren sind und der Eiskern vom Boden an auftaut, so kann nichts die Bülten daran verhindern, in dem Masse als leerer Raum entsteht, zusammenzusinken.

In Gebieten, wo das Moor im Sommer vollständig auftaut, kann man sich meines Erachtens das Hineingelangen des Rimpi-Torfs in das Innere der Bülten in folgender Weise vorstellen. Die Moore gefrieren in schneefreien Herbstwintern in der Weise, dass erst die nässesten Stellen, die Rimpis, erstarren, zuletzt aber die trockensten, weil ja der Bülten-Torf ein schlechter Wärmeleiter ist. Die Rimpis sind oft schon tief gefroren, wenn die Oberfläche der Bülten noch unter dem Fusse leicht nachgibt. Beim Gefrieren der Rimpis entsteht ein allseitiger Ausdehnungsdruck des Eises. Wenn das Gefrieren tiefer reicht, wird dem Druck nach oben von dem früher entstandenen Eise mit immer zunehmender Kraft entgegengewirkt. Der Druck nimmt um so mehr zu, je tiefer das Gefrieren fortschreitet. Die einzigen Stellen im Moore, die nicht unter diesem Drucke stehen, sind die Bülten, und der unter einem gelinden Druck befindliche weiche Torf wird von den Schlenken (Zwischenpartien) in die Bülten selbst von unten hineingepresst, wodurch diese höher emporrücken.<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Thore Fries und Erik Bergström (op. cit.) erklären die Einpressung wie folgt: „Då om vintern torfven under palsen fryser djupare än den kringliggande

Wenn es nun Winter wird und der Schnee fällt, hält der Wind die Bülten mehr oder weniger schneefrei, aber die Zwischenräume zwischen den Bülten bedecken sich mit einer um so dickeren Schecdecke. Nach und nach gefrieren die Bülten immer tiefer, da der Schnee dieselben nicht schützt. Ein allseitiger Ausdehnungsdruck findet auch jetzt statt und zwar in den Bülten; weil aber seine Wirkung nach unten von Torf und Wasser, nach den Seiten von demselbst schon früher entstandenem Eise verhindert wird, müssen sich die Bülten nach oben aufwölben.

Das Auftauen geschieht, wie schon oben hervorgehoben wurde, in der Reihenfolge, dass die Schlenken zuerst auftauen, wobei<sup>1)</sup> das Schmelzwasser an ihnen entlang zu strömen beginnt. Der poröse Bültenorf schützt die Bülten noch lange vor dem Auftauen. Die Schlenkenpartien unterliegen also der Erosion des Hochwassers im Frühjahr, die Bülten werden durch den Eiskern davor geschützt.

Wenn Schnee fällt, bevor der Boden gefroren ist, dürfte eine ebenso starke Pressung des Torfes in die Bülten vielleicht nicht stattfinden. Aber auch dann sammelt sich der Schnee vorwiegend in den Partien zwischen den Bülten an, wogegen die Bülten früher oder später vom Schnee mehr oder weniger befreit werden. Auch jetzt ist der Druck in den Schlenken grösser als in den Bülten, und so wirkt die Druckdifferenz in derselben Richtung wie oben angeführt worden ist.

Wenngleich die Verhältnisse im Gebiete der eigentlichen Palsen etwas verschieden sind, dürfte die oben entwickelte Theorie auch dort ihre Berechtigung haben. Der Eiskern der Palsen taut zwar im Sommer gewöhnlich nicht auf, aber das hindert ja nicht

---

myren, höjes — — palsen. Torfven under palsen blir sålunda transporterad i höjden. Då isen sedan på sommaren afsmälter, är därför torfven under palsen betydligt mindre tät än i den öfriga myren, och på grund af trycket från sidorna tillföres då torf till palsen, hvilken sålunda undan för undan matas“. Vgl. auch Ssukatschew, Zur Frage vom Einflusse des gefrorenen Horizontes auf den Boden. Berichte der Kaiserl. Akademie der Wissensch. zu St. Petersburg, 1911.

<sup>1)</sup> Vgl. Pohle, op. cit., p. 84.

den Torf, aus den Zwischenräumen unter den Eiskern hineingepresst zu werden, vorausgesetzt, dass der Eisdruck der Zwischenräume den von dem Gewicht der Palsen entstandenen Druck übertrifft.

Fries behauptet, es sei eine Bedingung für das Auftreten der Palsen, dass die Mitteltemperatur des Jahres so niedrig ist, dass der Boden stets gefroren bleibt, aber doch so hoch, dass das Moor nicht bis auf den Grund gefriert.<sup>1)</sup> Das Gefrorensein des Bodens ist aber nicht notwendig, um das Entstehen und das Auftreten der Palsen zu erklären; ausserdem sind manche Moorbülten in solchen Gebieten, wo der Eiskern der Bülten vollständig auftaut, meines Erachtens nichts als Palsen in Miniatur.

Die Bültenbildung infolge des ungleichen Gefrierens des Bodens wird durch im Moor befindliche Strünke, Baumstümpfe, Steine und in flachgründigen Mooren durch die Unebenheit des Grundes erleichtert. Teils befördern sie selbst — wie auch die aus anderen früher erwähnten Ursachen auf dem Moore entstandenen Bülten — das ungleiche Gefrieren des Moores,<sup>2)</sup> teils bieten sie dem Ausdehnungsdruck eine vorzügliche Stütze, wodurch eine Heraufpresung des Torfes dort stattfindet. So waren im Moore Salmineva in Perho und in dessen versumpfenden Umgebungen verschieden grosse Bülten mit Baumstümpfen und Steinen in ihrem Inneren ganz häufig.<sup>3)</sup> Bisweilen findet man solche Gegenstände selbst durch den Ausdehnungsdruck emporgehoben.<sup>4)</sup> So beobachtete ich im Frühling 1912 in der Gemeinde Rautavaara auf einer über ein Moor gezogenen Strasse drei grosse Stümpfe, welche der Frost so hoch emporgehoben hatte, dass sie den Verkehr behinderten. Nach der

<sup>1)</sup> Thore C. E. Fries, op. cit., p. 195.

<sup>2)</sup> A. R. Helaakoski, op. cit., p. 74. Vgl. auch K. Glinka, op. cit., p. 174.

<sup>3)</sup> Die Entstehung der von Kairamo erwähnten Torfrücken mit einem anorganischen Kern dürfte auch in dieser Weise ihre Erklärung finden. Vgl. auch A. K. Cajander, op. cit., p. 65, Hjalmar Hjelt och R. Hult, Vegetationen och florán i en del af Kemi Lappmark och Norra Österbotten, p. 40—41, (Meddelanden af Societas pro fauna et flora fennica, 12, 1885.) und J. E. Ljungqvist, Mästermyr, en växtökologisk studie, (Karlstad 1914) p. 8 und 18.

<sup>4)</sup> A. R. Helaakoski, op. cit., p. 74, Fussnote.



Behauptung des Waldhüters waren diese Stümpfe im vergangenen Herbst nicht sichtbar. Im Mai aber ragte der grösste derselben 50 cm, die beiden anderen etwa 30 cm über die Strassenfläche empor, und der um die Wurzeln derselben gewölbte Boden bildete eine ansehnliche Bülte.<sup>1)</sup>

Die Ursachen der Bültenbildung der Moore sind verschiedene. Auf den Mooren treten bültenbildende bzw. in bültenbildenden Vereinen lebende Pflanzen auf. Die Bültenbildung wird durch im Moore befindliche Reiser und andere Holzgewächse, Strünke, Baumstümpfe und Steine dadurch befördert, dass sie das Sinken des Moores lokal mehr oder weniger verhindern. An den für die Torfbildung günstigsten Stellen entstehen leicht Torfansammlungen, die über ihre Umgebung emporrücken; durch wachstumshemmende Einflüsse dagegen wird das Entstehen von Schlenken erleichtert (Verinässung, Beschattung, Epiphyten). In Gegenden aber mit abwechselndem Gefrieren und Auftauen des Bodens hat ersteres, und zwar vor allem das ungleiche Gefrieren, für die Bültenbildung und die weitere Entwicklung der aus anderen oben erwähnten Ursachen entstandenen Bülten eine hervorragende Bedeutung, weshalb gerade dort die grössten Bülten-Gebilde angetroffen werden. Das Gefrieren kann durch Emporheben, Faltung und Einpressung des Torfes Bülten hervorrufen, aber es kann auch durch Erosion der Bültenzwischenräume zur Bültenbildung führen. Die Überschwemmung im Frühjahr und das Regenwasser besitzen ebenfalls eine erodierende Wirkung und befördern dadurch das Unebenwerden der Moorfläche besonders dort, wo die Überschwemmung bedeutend ist und wo zur Zeit derselben die erhabeneren Partien gefroren, die Zwischenpartien dagegen schon aufgetaut sind. Die Winderosion kann bei der Bültenbildung auch eine gewisse Bedeutung haben, wenngleich ihre Hauptwirkung eine nivellierende und nur in geringem Grade, eine Unebenheiten hervorrufende ist.

<sup>1)</sup> Ähnliche Erscheinungen werden von Thoroddsen (Th. Thoroddsen, Polygonboden und Thufur auf Island. Petermanns geogr. Mitteilungen. 1913. II.) erwähnt.

Schon Hult <sup>1)</sup> erwähnt die Strang-Gebilde der nordfinnischen und lappländischen Moore. Dort findet man ja ganz allgemein auf den Rimpimooen trockenere Weiss- bzw. Reisermoorstränge, die meistens unter sich mehr oder weniger parallel und hauptsächlich senkrecht gegen die Gefällsrichtung laufen. Nilsson <sup>2)</sup> erklärt die Erscheinung einfach als eine natürliche Folge der Neigung des Wassers, sich in diese Richtung auszubreiten. Andersson und Hesselman <sup>3)</sup> sehen in der Strangbildung ein Seitenstück zum Erdrutschphänomen in arktischen und alpinen Gebieten und sind der Ansicht, dass die Stränge dadurch entstehen, dass die Torfmassen den Hang hinunter rutschen, wobei die Überschwemmungen im Frühjahr und vielleicht auch der Frost mitbeteiligt sind. Helaakoski <sup>4)</sup> dagegen sieht in der Strangbildung eine Folge des Gefrierens der Rimpimooe, des Ausdehnungsdruckes des Eises und vor allem der Uhku-Erscheinung. <sup>5)</sup>

Cajander <sup>6)</sup> will diesen genannten Erklärungsgründen keine allgemeingültige Bedeutung zuerkennen. Er hält vor, dass die Stränge

<sup>1)</sup> Hjalmar Hjelt och R. Hult, Vegetationen och floran i en del af Kemi Lappmark och Norra Österbotten, p. 42—43. (Meddelanden af soc. pro fauna et flora fennica, 12.).

<sup>2)</sup> Alb. Nilsson, Några drag ur de svenska växtsamhällenas utvecklingshistoria, Botaniska Notiser, 1899, p. 128.

<sup>3)</sup> G. Andersson och H. Hesselman, Vegetation och flora i Hamra kronopark. (Meddelanden från statens skogsförsöksanstalt. Stockholm, 1907, H. 4.).

<sup>4)</sup> A. R. Helaakoski, op. cit., p. 67—70, 77—79.

<sup>5)</sup> Das Uhku-Phänomen wird von Helaakoski folgendermassen beschrieben: „Abgesehen von den Hebungserscheinungen und dem Ausdehnungsdruck des Eises wirkt auf den Mooren noch die Erscheinung des s. g. „uhku“ die namentlich für Moore auf geneigten Boden charakteristisch ist. Nach dem Gefrieren der Moorfläche kann das über geneigte Böden fliessende Wasser nicht seine natürlichen Wege verfolgen, sondern wird unter der Eisdecke einem Druck ausgesetzt, und schliesslich bricht es sich durch das Eis einen Weg in Gestalt eines Eiskraters, der sich neben einem Torfhügel oder an einer anderen schwächeren Stelle bildet. Das ausquellende Wasser zerbricht die Oberfläche des Moores, reisst Stücke aus der Seite des Höckers und kann ganze Höcker zerstören, woneben das von gefrorenem Auftriebwasser gebildete feste Eisdecke durch sein Gewicht und seinen Ausdehnungsdruck kräftiger auf die Oberfläche des Moores einwirkt als gewöhnliche Eisdecke.“

<sup>6)</sup> A. K. Cajander, Studien über die Moore Finnlands, p. 74—77.

sogar auf so wenig abschüssigen Mooren vorkommen, dass ein Rutschen der Torfmassen kaum denkbar ist. Die von Helaakoski hervorgehobenen Faktoren können nach ihm zwar an diesem Prozess mitbeteiligt sein, ebenso wie auch die Schwerkraft besonders auf steilerem Boden. Cajander hält für wahrscheinlich, dass dem strömenden Frühjahrshochwasser bei der Bildung und Richtung der Stränge die wichtigste Rolle zuzuschreiben sei; ausserdem sei es wahrscheinlich, dass während des Eisganges infolge der Eispackung eine Wasserstauung hervorgerufen werde, welche die verschiebende Kraft des Wassers bedeutend vergrössert.

Rancken<sup>1)</sup> konstatiert das Vorkommen der Stränge auch auf ebenen Mooren, weshalb die Neigung und das dadurch hervorgerufene Rutschen der Torfmassen nach ihm nicht als die eigentliche Ursache der Strangbildung betrachtet werden können, wenngleich sie in hohem Grade die Richtung der Stränge beeinflussen. Ferner findet Rancken es sicher, dass das Gefrieren und Auftauen sowie die damit zusammenhängenden Erscheinungen die Form der Stränge beeinflussen, dass aber die Hauptursache ihrer Bildung in der progressiven, der Natur der Moore eigenen Tendenz zu suchen sei.

Cajander hat weiter am angeführten Orte<sup>2)</sup> auf das Vorkommen der Strangmoore ausschliesslich im kalten Klima und bei uns vorzugsweise in Lappland hingewiesen, wo der grösste Teil des Niederschlags als Schnee niederfällt, der Frühling kurz ist, die Verdunstung gering, der Boden lange gefroren und die Fröhsommerüberschwemmungen deshalb kräftig sind. Ferner hat er (p. 77) speziell darauf Gewicht gelegt, dass regelmässige Strangmoore erst dann sich ausbilden können, wenn eine Menge grosser Rimpis entstanden sind.

Wenn man eine Deutung der Ursachen zur Bildung regelmässiger Stränge gewinnen will, muss man meines Erachtens auch das beachten, dass Rimpi-Moore viel südlicher vorkommen als die Strang-

<sup>1)</sup> Holger Rancken, *Lapin suomaiden kehityksestä*, p. 250—251. (Suomen Suoviljelysyhdistyksen vuosikirja 1911, vihko 3.)

<sup>2)</sup> A. K. Cajander, *op. cit.*, p. 74 und 42—43.

moore, <sup>1)</sup> woraus hervorgeht, dass Stränge auf den Rimpi-Mooren <sup>2)</sup> keineswegs unter allen Umständen entstehen können. Bei den in verschiedenen Teilen des Landes ausgeführten Mooruntersuchungen hat man ferner die Beobachtung gemacht, dass in südlicheren Gegenden nur die grössten Moore sich zu Strangmooren entwickelt haben, wogegen weiter nördlicher Stränge auch auf kleineren Mooren und überhaupt viel häufiger als im Süden angetroffen werden.

Die Strömung des Wassers unterliegt natürlich überall denselben Gesetzen, und die progressive Tendenz der Moore, wenn man überhaupt von einer solchen reden kann, ist im Süden wenigstens ebenso kräftig wie im Norden; folglich findet die Erscheinung durch die Theorien von Nilsson <sup>3)</sup> und Rancken keine genügende Erklärung. Durch die Tatsache wieder, dass Stränge im höheren Norden, wenn auch unterbrochen und unregelmässig, auch auf fast ebenen Rimpi-Mooren zu finden sind, wird die Torfrutsch-Theorie ihrer allgemeinen Gültigkeit beraubt <sup>4)</sup>. Mit Zuhilfenahme der von Helaakoski vorgeführten Gefrier-Phänomene lässt sich zwar in Gegenden, wo das Gefrieren stark ist, die Häufigkeit der Strangmoore und die Auffaltung des Torfes, nicht aber die den eigentlichen Strangmooren eigene regelmässige Richtung der Stränge erklären.

Wenn man auch die letztgenannte Frage entscheiden will, muss man sich daran erinnern, welche die Kräfte sind, die auf den Rimpi-Mooren zutage treten und deren Wirkung in der Richtung senkrecht zum Gefälle des Moores beinahe gleich gross erscheint. Derartige Kräfte sind vor allem die lebendige Kraft des fliessenden Wassers und der durch s. g. „Sohju“-Stauung <sup>5)</sup> entstandene Druck, welcher sowohl nach unten in der Richtung der Schwerkraft, als Folge vom

<sup>1)</sup> Vgl. A. K. Cajander, op. cit., p. 74.

<sup>2)</sup> Mit Rimpi-Mooren wird im folgenden sowohl die reinen Rimpi-Moore wie auch die Rimpi-reichen sonstigen Weiss- (und Braun-) moore verstanden.

<sup>3)</sup> Aus der äusserst knappen Erklärung Nilssons ist nicht zu entnehmen, wie nahe er der richtigen Deutung dieser Erscheinung gewesen ist.

<sup>4)</sup> Die Rutsch-Theorie kann auch nicht erklären, warum die Stränge auf gleichmässig abschüssigen Mooren nicht zusammenrutschen und sich zuletzt alle am unteren Rand des Moores ansammeln.

<sup>5)</sup> Betreffs des Sohju vgl. p. 18.

Gewicht des Wassers und der Sohju-Masse, wie auch als seitlicher Druck in der Richtung des Gefälles wirkt.<sup>1)</sup> In diesen schon von Cajander erwähnten Kräften sind meines Erachtens die Ursachen der regelmässigen Anordnung der Stränge zu suchen. Die schon oben auseinandergesetzten Ursachen der Büldenbildung erklären in der Hauptsache auch das Unebenwerden der Rimpi-Moore zu Strangmooren.

Wie schon früher erwähnt, wird durch das in strengen Wintern bis zum Boden reichende Gefrieren der Rimpi-Moore und das Aufsteigen des Eises während der Frühjahrsüberschwemmungen eine Emporhebung von Torfbröckeln und lebenden Pflanzen an die Oberfläche des Moores verursacht. Auch wirkt der Ausdehnungsdruck des Eises erodierend auf die Ränder der Rimpis. Das Hochwasser im Frühjahr schleppt diese Erosionsprodukte mit sich, das fliessende Wasser wirkt auch seinerseits — besonders an den früh aufgetauten Stellen — erodierend und zwar um so leichter, je breiiger der Torf ist. Desgleichen werden die vorjährigen verdorrten Grashalme, lose Moose u. dgl. vom Hochwasser mitgeführt. All dieser Abfall lagert sich dort ab, wo das Wasser sich hinter irgend einem Hindernis staut,<sup>2)</sup> oder wo die Abschüssigkeit des Bodens so schwach wird, dass der Strom nicht mehr die Sedimente mitzuschleppen vermag, und am Ende der Hochwasserperiode dort, wo infolge der geringen Wassermenge die von Wasser transportierten Massen am Boden haften. Verbindet man alle die Punkte, wo die lebendige Kraft des Wassers bei der Wasserstauung oder bei starker Abnahme der Stromgeschwindigkeit oder der Wassermenge gleich

<sup>1)</sup> Nach Helaakoski vermag die Uhku-Erscheinung einen solchen regelmässig gürtelförmigen Druck zu erzeugen. Die Uhku-Erscheinung ist aber im allgemeinen allzu unregelmässig und kommt gürtelförmig hauptsächlich nur auf den Strangmooren vor, wobei ihr regelmässiges Auftreten die Folge, nicht aber die Ursache der Strangbildung ist.

<sup>2)</sup> Vgl. U. Lindhé, *Äldre afdikningar i Norrbotten samt Norrbottensmyrars näringshalt.* (Årskrift från föreningen för skogsvård i Norrland 1911. I.) Die Profile von U. Lindhé zeigen die Ausbildung der Stränge vorzugsweise an solchen Stellen, wo der Moorboden am höchsten liegt. Die Schwellen des Mineralbodens sind vielleicht die Ursache der Stauung gewesen, doch kann der Büldenstrang dort auch infolge der Seichtheit des Moores (vgl. p. 12) entstanden sein.

gross ist, erhält man einen Gürtel, der senkrecht gegen die grösste Gefällsrichtung läuft. <sup>1)</sup>

Aber auf unseren wasserreichen Mooren im Norden strömt nicht nur Wasser mit seinen Sedimenten. Wenn das Hochwasser plötzlich eintritt, hat der Schnee noch nicht Zeit gehabt vollständig zu schmelzen, sondern es setzt sich eine aus Schnee und Wasser bestehende Masse, der Schneebrei, der in Finnland allgemein „Sohju“, auch „Hyhmä“ genannt wird, in Bewegung, wobei bedeutende Stücke des Rimpi-Eises mitgerissen werden. <sup>2)</sup> Die Stauung dieser Masse wird sehr leicht sogar von den kleinsten Hindernissen bewirkt, sie packt sich infolge des von oben wirkenden Druckes stark zusammen und so entstehen die s. g. Sohju-Dämme (Sohjupadot). Auch diese halten sich senkrecht zur Richtung des stärksten Gefälles. Durch das Stehenbleiben der ersten Sohju-Masse wird eine seitliche Ablenkung der folgenden bewirkt, wo die Stauung und der Längenzuwachs des Sohju-Dammes immer stärker werden. Infolge des zunehmenden Druckes kann das Hindernis oft nachgeben, der Sohju-Damm wird wieder in Bewegung gesetzt, um aufs neue haften zu bleiben und zwar um so leichter, je fester er früher zusammengepresst war. Zuletzt kann ein stabiler Damm entstehen. Man hat oft die Gelegenheit in Bächen und Flüssen quergestellte Sohju-Dämme zu sehen, an deren oberer Seite sich allerlei von der Strömung mitgerissener Abfall ansammelt. Das ist auch auf den nördlichen wasserreichen Mooren der Fall. Besonders im Anfang, wenn der Sohju-Damm noch nicht sehr stark zusammengepresst ist, wirkt er beinahe wie ein Sieb, indem er das Wasser hindurchlässt, die oben genannten Sedimente aber zurückhält. Wenn der Damm zuletzt allmählich an Ort und Stelle schmilzt, werden die Sedimente auf dem Moor abgesetzt, wodurch ein steilerer oder sanfterer Wall entsteht, dessen Längsrichtung sich senkrecht zur Richtung des grössten Gefälles verhält. Dieser Wall fördert die Entstehung eines Sohju-

<sup>1)</sup> Es ist nicht ganz ausgeschlossen, dass der von Nilsson entworfenen Theorie von der Ausbreitung des Wassers ein analoger Gedanke zu Grunde liegt.

<sup>2)</sup> Vgl. J. E. Ljungqvist, op. cit., p. 3, 8, 18.

Dammes während der folgenden Frühjahre, indem die Sedimente wieder hauptsächlich am oberen Rande dieses Dammes zurückgehalten werden. Die Breite der sich stets hinter den entstandenen neuen Wällen bildenden Sohju-Dämme legt also den ursprünglichen Abstand der Wälle voneinander dar. Ein anfänglich kurzer Wall wächst von Jahr zu Jahr in der Längsrichtung, indem das Wasser gezwungen ist ihn zu umgehen, wobei sich stets an beiden Enden des Walles nasse Schneemassen und Sedimente ansammeln.

Unbedeutende Erhabenheiten auf dem Moore können im Norden, wie früher beschrieben worden ist, den ersten Anstoss zu Bülden geben. Desgleichen können sogar kleine und undeutliche Wälle die Entstehung deutlicher Rimpi-Stränge hervorrufen. Der Wall wächst aus denselben Ursachen wie die Bülte in die Höhe und wird im Frühling durch sein kräftiges Gefrieren im Winter und langsames Auftauen im Frühling vor der Erosion bewahrt. Der entstandene Strang seinerseits befördert die Stauung des Wassers und Schneebreies sowie die Ablagerung der Abfälle. Das oberhalb des Stranges während der Überschwemmungen im Herbst gestaute Wasser macht die Umrisse des Stranges deutlicher und steiler. Ausserdem ist noch der, durch das Gewicht des Stauwassers und -Schnees entstandene Druck nach unten in Betracht zu ziehen. Dieser Druck sowie auch der beim Gefrieren des Moorwassers entstehende Ausdehnungsdruck wirkt pressend auf die weiche, mehr oder weniger breiige Torfmasse der Rimpis ein, die an Stellen, wo der Druck schwächer ist, emporgehoben wird. Besonders der Druck des Sohju-Dammes kann zur Zeit des stärksten Hochwassers im Frühling, wenn der Schnee- und Schneebrei zusammengeschoben wird, ganz gewaltig sein, und zwar ist seine Wirkung in solchen Jahren am effektivsten, wo das Moor in der Überschwemmungsperiode nach dem Winter nicht allzu stark gefroren ist. Dieselbe emporwölbende Einwirkung hat der Ausdehnungsdruck der gefrierenden Stränge <sup>1)</sup> so-

<sup>1)</sup> Vgl. pag. 11. Dieses dürfte die Hauptursache der von Rancken (op. cit., p. 256) beschriebenen Erscheinung sein, dass die Stränge an dem flachgründigen Rande der Rimpi-Moore deutlicher als in der Mitte der Moore aus-

wie der Druck des Rimpwassers und des sich in den Rimpis ansammelnden Schnees, der keineswegs ohne Bedeutung sein kann.<sup>1)</sup> Die Wirkung der Sohju-Dämme, des Rimpi-Wassers und des Ausdehnungsdruckes des Eises sowie der Schwere der Schneehaufen ist leicht zu verstehen, wenn man sich eine breiige Masse in irgendeinem Gefäß durch die flache Seite paralleler Lineale herabgedrückt denkt. Der Druck zwingt dann die weiche Masse an den Rändern und in den Spalten zwischen den Linealen emporzusteigen.

Es ist gar nicht gesagt, dass die Stränge später genau in ihrer ursprünglichen Lage stehen bleiben. Die Verschiebung der Stränge wird verursacht durch den Ausdehnungsdruck des Eises sowie durch das Frühlingshochwasser, den strömenden Schneebrei und den Druck des Sohju-Dammes auf die obere Seite des Stranges. Die Verschiebung der Stränge findet am leichtesten während gewaltiger Überschwemmungen nach einem wenig vereisenden Winter statt. Oft findet man die Stränge da, wo die Strömung am stärksten ist, nach unten gebogen; <sup>2)</sup> anderseits können sie aber an Stellen, wo sie fester verankert sind, ihre ursprüngliche Lage behaupten und nach oben gerichtete Zungen bilden.

Tiefer in den Rimpis findet man oft Torf, der sich unter trockneren Verhältnissen gebildet hat, sowie unter den Strängen häufig Rimpi-Torf. Dies kann ebenso leicht dann stattfinden, wenn ein trockneres Moor durch Vernässung in ein Rimpi-Moor übergegangen ist, als wenn im Gegenteil das Rimpi-Moor trockner geworden ist, die Rimpis ab- und die Stränge zugenommen haben, aber auch wenn sich die Stränge infolge des Druckes verschoben, gebogen oder bloss geneigt haben.

Der Ausdehnungsdruck des Eises macht, wie schon oben in Vorbeigehen hervorgehoben wurde, die Umrisse der Stränge deutlicher — besonders werden ihre Seiten steiler; er kann im Laufe

gebildet sind. Bei der Behandlung der Bülden wurde schon der Einfluss der Flachgründigkeit auf den Ausdehnungsdruck hervorgehoben; auch ist die Erosion der Stränge oft am stärksten in den mittleren Partien der Moore.

<sup>1)</sup> Vgl. A. R. Helaakoski, op. cit., p. 80.

<sup>2)</sup> Cajander (op. cit., p. 75—76) gibt hierüber eine anschauliche Schilderung.



der Zeit auch die Stränge brechen und sogar vollständig auserodieren. Aber derselbe Faktor kann ausserdem die Rimpis ausdehnen, bis sie sich quer über das ganze Moor erstrecken. Während der stärksten Winterkälte erfährt das Eis der Rimpis eine Volumabnahme, wobei es zersprengt und sich von den Ufern löst. Aber da die totale Volumabnahme in der Längsrichtung der Rimpis am grössten ist, entstehen leichter Querspalten im Eise, also parallel der Gefällsrichtung des Moores.<sup>1)</sup> Wasser dringt in die Spalten ein und gefriert dort. Wenn das Eis an wärmeren Tagen wieder an Volum zunimmt, findet ein Ausdehnungsdruck in allen Richtungen statt, am kräftigsten aber in der Längsrichtung der Rimpis.

Die Wasserscheidegebiete der Rimpi-Moore entbehren regelmässiger Stränge und die Rimpis haben dort keine bestimmte Form, weil das Hochwasser und die nasse Schneebreimasse dort gering, die lebendige Kraft des Hochwassers klein ist, und Sohju-Dämme überhaupt nicht entstehen. An den Ufern der unregelmässigen Rimpis findet zwar Faltung und Erosion statt, aber regellos. Je weiter man sich von der Wasserscheide entfernt, trifft man allmählich Stränge an, deren Richtung zwar anfangs unsicher, aber immer stabiler wird. Die Rimpis sind oben gross und von wechselnder Form; sie werden nach unten aber immer regelmässiger, in dem Masse, als die Richtung und der Abstand der Stränge voneinander grössere Stabilität erreichen. Alles dies ist die Folge davon, dass die Wasser- und Schneebreimassen unten grösser sind, die lebendige Kraft des Hochwassers bedeutender und die Sohju-Dammbildung gewaltiger. Hat das Rimpi-Moor mehrere Abflusstellen, so besitzen die Stränge in den Verzweigungsgebieten ihre speziellen Richtungen, die schon weit oberhalb der Abflusstellen erkennbar sind. Wenn die Abschüssigkeit des Moores weiter unten abnimmt, werden die Stränge immer unregelmässiger und zuletzt, stellt das Moor wieder ein mehr oder weniger reines Rimpi-Moor dar. Welches das Minimum des Gefälles sein muss, damit sich die Moore zu Strangmooren ausbilden können, hängt vornehmlich von denjenigen Faktoren ab,

<sup>1)</sup> Vgl. Helaakoski, op. cit., p. 29.

welche die Kraftverhältnisse des Hochwassers, des Schnee- und der Sohju-Dämme bestimmen. Wenn das Gefälle ein gewisses Mass überschreitet, kann aber auch kein Strangmoor entstehen, weil das Wasser, der Schnee- und die Sedimente über ein steiler ab-schüssiges Gelände hin schnell ablaufen, ohne sich leicht zu stauen. Ausserdem haben wir uns daran zu erinnern, dass Stränge nur auf Rimpi-Mooren entstehen, deren Auftreten durch das zunehmende Gefälle eine Grenze gesetzt wird.

Die sich im Laufe der Zeit vollziehende Umwandlung der Rimpi-Moore in regelmässige Strangmoore kann meines Erachtens in oben angeführter Weise am besten verstanden werden. Das Emporsteigen und der Ausdehnungsdruck des Eises sowie die durch das Hochwasser im Frühjahr hervorgerufene Erosion reissen Torfbrei, Torf und Moorpflanzen los, das Hochwasser, der Schnee- und Eisbrei führen sie mit sich, und die Stauung der bewegten Massen verursacht deren Ablagerung zu Wällen senkrecht gegen die Gefälls-richtung. Dieselben Faktoren bedingen die Entstehung immer neuer Wälle oberhalb der vorigen, setzen die Entwicklung der früher entstandenen und vielleicht unvollständig ausgebildeten Wälle fort, worauf der zwischen den Wällen stattfindende Ausdehnungsdruck des Eises die Rimpis in die Länge zieht und die Seiten der Wälle steiler macht. Die Wälle wachsen unter Umständen in die Höhe, an ihrer Oberfläche entsteht sekundärer Torf, und sie schwellen an infolge des Druckes, welcher den Rimpi-Torf unter den Wall hineinpresst. Dieser Druck entsteht infolge der Gesamtwirkung vom Schnee, Wasser, Schnee- und der Sohju-Dämme und des Ausdehnungsdruckes des Eises. Da der Wall selbst im Winter später gefriert als seine wässerigen Umgebungen, schwillt er auch wegen des Ausdehnungsdruckes an. Im Winter wird der Schnee oft vom Scheitel des Walles grossenteils weggeweht, wobei der Wall fest gefriert, und der erodierenden Wirkung des Frühlingshochwassers widersteht, weil er dann noch gefroren ist, während die Rimpis früher auftauen und deshalb auch der Erosion mehr ausgesetzt sind.

Alle die genannten Faktoren wirken in derselben Richtung

und verursachen mit der Zeit die Entstehung mehr oder weniger deutlicher Stränge aus anfangs vielleicht recht kleinen Stauungswällen auf dem Rimpi-Moor. Welchem dieser Faktoren jeweils die grösste Bedeutung zuzuschreiben ist, hängt von verschiedenen Umständen ab. So zeigt sich z. B. die vom Eis verursachte Erosion besonders stark in solchen Frühlingen, wenn der Winter sehr streng gewesen ist; die Wirkung des Schneedruckes ist am grössten in milden Wintern, namentlich wenn Schnee fällt, bevor das Moor gefroren ist, der Ausdehnungsdruck des Eises ist am stärksten in kalten, schneelosen Herbstwintern, der Druck der Sohju-Dämme am kräftigsten, wenn der Winter schneereich gewesen ist, der Schnee schnell schmilzt, u. s. w. Die Stränge werden immer nach milden Wintern von der Erosion bedroht, weil sie dann nicht stark genug gefroren sind, um gegen den seitlichen Druck des Hochwassers, des Schneebreis und der Sohju-Dämme standzuhalten; dann findet auch die Verschiebung und Biegung der Stränge am leichtesten statt. Ferner kann der Ausdehnungsdruck des Rimpi-Eises die Seiten der Stränge erodieren, wobei sie nicht selten bersten.

Der Höhenwuchs der Stränge wird natürlich von denselben Faktoren beschränkt, welche den unbegrenzten Höhenwuchs der Bülden verhindern. Der Strang kann auf dem nicht gefrorenen Moor infolge seiner eigenen Schwere einsinken, der Frost, der Wind, das fliessende Wasser und das Eis können ihn erodieren, und Trockenis, Beschattung, tötende Pflanzenüberzüge und zufällige andere Schäden verhindern das Wachstum des sekundären Torfes.

Helsinki den 30 Dezember 1914.

---

Als dieser Aufsatz schon unter der Presse war, erhielt ich die Dissertation von Bertil Högbom „Über die geologische Bedeutung des Frostes“, Uppsala 1914, worin Högbom nebenbei auch die auf

den Mooren vorkommenden Frostwirkungen berücksichtigt. Seine Beobachtungen bekräftigen im allgemeinen die oben angeführten meinigen. Über die Büldenbildung infolge des ungleichen Gefrierens wird p. 326—327, über die Palsenbildung p. 306—307 und über die „Gesträucher-Stränge“ p. 341—342 erwähnt. Die Entstehung der letztgenannten parallelisiert Högbom mit den Fliesserdeerscheinungen.

gewesen ist; die Wirkung des Schneedruckes ist am grössten in milden Wintern, namentlich wenn Schnee fällt, bevor das Moor gefroren ist, der Ausdehnungsdruck des Eises ist am stärksten in kalten, schneefreien Herbstwintern, der Druck der Sohle-Dämme am kräftigsten, wenn der Winter schneereich gewesen ist, der Schnee schnell schmilzt, u. s. w. Die Stränge werden immer nach milden Wintern von der Erosion bedeckt, weil sie dann nicht stark genug gefroren sind, um gegen den seitlichen Druck des Hochwassers, des Schneepreses und der Sohle-Dämme standzuhalten; dann findet auch die Verschiebung und Biegung der Stränge am leichtesten statt. Ferner kann der Ausdehnungsdruck des Kimpf-Eises die Seiten der Stränge erodieren, wobei sie nicht selten bersten.

Der Höhenwuchs der Stränge wird natürlich von denselben Faktoren beschränkt, welche den unbegrenzten Höhenwuchs der Bülden verhindern. Der Strang kann auf dem nicht getrorenen Moor infolge seiner eigenen Schwere einsinken, der Frost, der Wind, das fließende Wasser und das Eis können ihn erodieren, und Trocknis, Beschattung, tödende Pflanzenüberzüge und zufällige andere Schädlichkeiten können das Wachstum des sekundären Torfes verhindern.

Helsinki den 30. Dezember 1914.

Als dieser Aufsatz schon unter der Presse war, erhielt ich die Dissertation von Bertil Högbom „Über die geologische Bedeutung des Frostes“, Uppsala 1914, worin Högbom nebenbei auch die auf