

Beiträge zur Lehre von den Moosdecken und von der Waldstreu.

Von

Dr. Wahrmund Riegler.

Mit Vorbemerkungen von **Dr. R. Lorenz Ritter von Liburnau**, k. k. Ministerialrath.

I. Vorbemerkungen.

Zwischen den Feuchtigkeitszuständen des Waldbodens und dem Waldklima bestehen gegenseitige Beziehungen, auf welche die Forst-Meteorologie zwar schon wiederholt hingewiesen hat, die jedoch immerhin noch einer genaueren, ins Einzelne gehenden Analyse bedürfen. Jene Feuchtigkeitszustände, sowie mittelbar auch die eigentliche Wasserführung tieferer Bodenschichten, werden aber nicht nur durch den Bestand von Stämmen und den Schirm der Kronen, sondern auch durch die dem Walde eigenthümlichen Bodendecken, insbesondere lebende Moosdecken und todte Streu, beeinflusst. Diese Decken können einerseits bis zu einem gewissen Grade meteorisches Wasser zwischen sich oder für sich interceptiren und daher vom Eindringen in den unterliegenden Boden abhalten, andererseits aber auch die Wiederverdampfung des schon im Boden befindlichen Wassers mehr oder minder verlangsamen. Welche dieser beiden Wirkungen überwiege, hängt, bei übrigens gleichen äusseren Umständen, von der Natur der Decken und des Bodens ab. Um nun über diese beiden Bestimmungsstücke nähere Aufschlüsse zu erhalten, habe ich eine Reihe von Versuchen veranlasst, welche zeigen sollen, wie sich die Haupttypen des Bodens beim Eindringen sowie beim Wiederverdampfen des Wassers verhalten, wenn sie entweder mit lebenden Moosrasen oder mit verschiedenen Arten von Streu bedeckt sind. Dabei muss vor Allem der Anfangsgehalt des Bodens an Wasser genau ermittelt und bei den Gliedern je einer Versuchsreihe gleich sein, was meines Wissens bei den bisherigen, insbesondere bei den lysimetrischen, Versuchen ebensowenig beachtet wurde, wie eine detaillirtere Unterscheidung der Moosarten.

Von diesen letzteren glaubte ich zunächst, als im Walde am häufigsten deckenbildend, unterscheiden zu sollen: die nassen Sumpfmoose der Gattungen *Sphagnum* und *Leucobryum*, von denen die ersteren oft weite Waldstrecken einhüllen, die letzteren hingegen nur isolirte Polster zu bilden pflegen; dann die mehr trockenen Hypneen (wie Arten von *Hylocomium*, *Eurhynchium*, *Thuidium* u. s. w. — alle früher als „*Hypnum*“ zusammengefasst); endlich die Gruppe *Bryum* und *Mnium*.

Die noch im Gange befindlichen Versuche über das Verhalten dieser Moose, sowie verschiedener Streusorten als aufgewachsene oder aufliegende Bodendecken, bilden den Gegenstand des weiter unten folgenden V. Abschnittes. Die hier skizzierte Aufgabe hat jedoch auf eine Reihe von Vorversuchen darüber geführt, wie sich die erwähnten Materialien an und für sich — wenn sie nicht auf dem Boden aufliegen — zum Wasser verhalten. Hierüber hat nun Herr Assistent Wahrmund Riegler nach den von ihm selbstständig geführten Untersuchungen die hier zunächst in den Abschnitten II, III, IV folgenden Resultate erhalten.

Dr. Jos. R. v. Lorenz.

II. Das Verhalten der Moosdecken und der Waldstreu gegen meteorisches Wasser.

1. Die Durchlässigkeit der Moosdecken und Waldstreu für meteorisches Wasser.¹⁾

Diesem Abschnitte glauben wir einige allgemeinere Betrachtungen über unsere Auffassung des Begriffes „Durchlässigkeit“ in Bezug auf Moosdecken und Streu vorausschicken zu sollen.

Jede wie immer geartete Bodenbedeckung muss einen Widerstand für das Eindringen meteorischen Wassers in den Boden bilden. So wie die Moose und die Waldstreu erwiesenermassen einerseits einen Schutz gegen die Verdunstung des Wassers aus dem Boden bilden, so müssen sie andererseits einen Widerstand für das Eindringen desselben abgeben. Dieser Widerstand ist von zweierlei Art; vorerst jener, welchen die Bodenbedeckung als hindernde Zwischenschichte dem Wasser bietet, dann aber auch derjenige, welcher sich häufig dadurch ergibt, dass diese Bodenbedeckung, wenn sie nicht vollständig in ihrem Ansaugervermögen gesättigt ist, selbst gewisse Wassermengen aufzunehmen und dadurch dem Boden vorzuenthalten vermag.

Beide Widerstände vergrössern sich bei Moosdecken und lose lagernder Streu proportional der Mächtigkeit dieser Schichten. Für letztere kann jedoch, zufolge besonders inniger Lagerung der Streutheilchen, nach Umständen das Ansaugervermögen der Streudecke selbst bedeutungslos werden, weil der dichte Schluss der obersten Schichte genügen kann, um das Wasser von tieferen Streuschichten gänzlich abzuhalten.

Nicht das Gleiche gilt von den lebenden Moosrasen des Waldes, welche stets nur ganz lockere Vegetationsdecken bilden, und bei welchen sich, je nach Art und Standort des Mooses, jedes Pflänzchen in bestimmter Entfernung von seinen allseitigen Nachbarn befindet. Auch bei dem scheinbar gedrängtesten Stande lässt die Turgescenz der zartgebauten Moosbelaubung hinreichend Lücken für das Eindringen von Wasser, und kann die Durchlässigkeit der Moosdecken, insoferne nicht deren Ansaugungsvermögen im Spiele ist, nicht weiter in Frage gestellt werden.

Die verschiedensten von uns mit zum Theile sehr dichten und mächtigen Moosrasen (z. B. bis 12 Cm. starken Sphagnenpolstern) durchgeführten Versuche haben immer zu demselben Resultate geführt: dass alle Moosrasen, im lebenden und abgestorbenen Zustande,

¹⁾ Man vergleiche des Verfassers gleichbetitelt Abhandlung in Wollny's „Forschungen auf dem Gebiete der Agriculturphysik“, Bd. III, Hft. 1.

so grossporige Filtra vorstellen, dass ihnen die Rolle für Wasser mechanisch undurchdringlicher Decken nicht zugehört werden kann. Sind Moosdecken einmal bezüglich ihrer Wasseraufnahmefähigkeit gesättigt, so findet Wasser an ihnen kein Hinderniss mehr, und der Boden kann sich dem zwischen den Moosen hinabgedrungenen Wasser gegenüber häufig in der Lage befinden, es oberflächlich abrinnen lassen zu müssen, weil er, bis zu gewisser Tiefe bereits gesättigt, nicht so rasch Wasser aufzunehmen befähigt ist, als es ihm geboten wird. Je nach der Gunst der Wasserzufuhr und des Terrains wird sich dann das Wasser in den capillaren Räumen des Mooses stauen, auf horizontalem Boden über dem Moose sammeln, auf geneigtem an der Oberfläche desselben abrinnen, wodurch bei oberflächlicher Betrachtung eine mangelhafte Durchlässigkeit der Moosdecken vorgetäuscht wird. Andererseits befördern in solchen Fällen die Moosdecken mit dem hydrostatischen Drucke einer näherungsweise ihrer Mächtigkeit entsprechenden Wasserschichte das Eindringen des darüber stehenden oder rinnenden Wassers in den Boden, und halten das Wasser, indem sie es in den feinsten Capillaren gestaut halten, von zu rascher oberflächlicher Abfuhr ab.

Die Frage, ob ausgebreitete und dichte lebende Moosrasen ein wünschenswerther, zu Gunsten der Wasserversorgung des Bodens wirkender Schutz sind, darf erst nach Beantwortung der anderen erledigt werden, ob und welche Moose auf Böden vorkommen, die das für eine bestimmte Waldvegetation nothwendige Wasser zuweilen nicht besitzen. Wo immer aber Moose den Waldboden bedecken, wird die mechanische Durchlässigkeit derselben nicht weiter in Frage kommen, und werden nur ihr Ansaugungsvermögen, vor Allem aber der Waldboden mit seinen wechselvollen Eigenschaften, ausschlaggebende Factoren für die in die Tiefe dringenden Wasserquantitäten sein.

Weil abgestorbene Moose nur insoferne als Bedeckungen des Waldbodens vorkommen, als sie durch Eingriffe der Forstpraxis oder abnorme klimatologische Verhältnisse zum Zugrundegehen gezwungen wurden, so verdienen sie keine massgeblichere Berücksichtigung.

Es wird in einem folgenden Abschnitte des Näheren besprochen, welche Wassermengen von verschiedenen Sorten lufttrockner Moosstreu absorbiert werden, und sei hier nur erwähnt, dass jede Moosstreu in lufttrocknem Zustande, und in diesem umsomehr, so reichlich Luft Räume in sich freilässt, dass ihre Permeabilität nicht mit der des lockersten Filtrums verglichen werden, ja, dass sich dieselbe an dem ihr von oben her zugeführten Wasser nur ganz allmählig sättigen kann. Im Allgemeinen kann man sagen, dass die Moosdecken sehr stark durchlässig sind; sie verringern Niederschläge für den Boden nur insoweit, als sie selbst Wasser ansaugen und abdunsten. Niederschläge, welche auf diese Weise schon aufgebraucht werden, sind für die Waldvegetation ziemlich bedeutungslos, weil das Wurzelsystem der Hochwälder zu tief liegt, in jüngeren seichtwurzelnenden Beständen aber die Moose die Bedingungen für ihre Existenz nicht finden.

Während der Mächtigkeit der Moosdecken gewisse natürliche Grenzen gesetzt sind, spielen bei der Anhäufung tochter Waldstreu mancherlei Verhältnisse und Zufälle eine Rolle. Je nach Terrainverhältnissen häufen Wasser und Wind, namentlich bei Laub, zuweilen meterhohe Streuschichten, indem andere Theile des Waldbodens davon ganz oder theilweise entblösst werden. Aber jene Punkte, an welchen sich solche Streumassen sammeln, gehören wegen ihrer Lage niemals zu den an Wasser nothleidenden, und kommt darum die Anhäufung derartig übermässiger Streulagen in Bezug auf ihre Durchlässigkeit nicht weiter zu berücksichtigen. Wichtiger ist das verschiedene Verhalten der Streudecken von normal vorkommender Mächtigkeit, je nach der Sorte, dem Grade der Verwesung, je nachdem sie

lose und luftig, oder als mehr minder festgeschlossene Platten und Schollen den Boden überziehen.

Lose, nicht weiter verweste Laub- und Nadelstreu, wie solche sich als das Product des letztjährigen Laub- und Nadelfalles sammelt, so dicht als es die Menge der abgestorbenen Theile, die Elasticität derselben und ihr eigenes Gewicht zulässt, bildet so reichlich von Luftadern durchzogene Schichten, dass sie dem Wasser widerstandsloses Ein- und Durchdringen gestatten. Auch die sich fester zusammensetzende Nadelstreu (von Tannen und Fichten; die Durchlässigkeit der Kiefernstreu kommt gar nicht in Frage) bildet unverwest nur den Widerstand eines Filtrums, welcher den einer gleich mächtigen garen Erdlage nicht übersteigt.

Unsere Versuche ergaben, dass sich keine der Streusorten im unverwesten, wenn auch völlig genässten, Zustande durch Druckkräfte, welche die in der Natur wirksamen (Schneedruck, wuchtig fallender Regen etc.) bei Weitem übersteigen, zu Aggregaten vereinigen lassen, welche auch nach dem Austrocknen ihren Zusammenhang bewahren würden; die einzelnen Streutheilchen, Blätter, Nadeln, Knospentegumente etc., lösen sich, wenn nicht schon bei Aufhören des Druckes, so doch sicher beim Austrocknen, zufolge der durch dasselbe bedingten Gestaltsänderungen, von einander, und hinterlassen wieder nur ganz lockere Streuschichten. Es stimmt das mit der jederzeit zu machenden Beobachtung, dass der letztjährige Laub- und Nadelfall den Waldboden als eine jeden Zusammenhanges entbehrende Decke überzieht. Es gelingt auch starken und anhaltenden Sommerregen nur sehr unvollständig, die krause und gerollt am Boden liegenden Blätter vom letzten Laubfalle zu einer vorübergehend geschlossenen Decke zu vereinigen; die wirre Lagerung macht die unverwesten Blätter, auch in durchnässtem Zustande, nicht hinreichend gefügig, um dieselben mit ihren Planflächen adhären zu lassen. Wo das aber etwa auch vorübergehend geschieht, lösen sich die Blätter beim Austrocknen sicher wieder von einander, und der nächste Regen findet an ihnen eine eben so locker gebaute Decke, wie der vorhergehende.

Solche lose Streudecken sind recht wohl geeignet, die Verlangsamung oberflächlicher Wasserabfuhr in hohem Grade zu begünstigen und besitzen manche andere für den Waldboden nicht bedeutungslose Eigenschaften, ohne dass sie ein wirksameres mechanisches Hinderniss für das Eindringen meteorischen Wassers in denselben bildeten. Sie können in dieser Form nur als Filtrationsmedien betrachtet werden, und sind die Unterschiede in der Geschwindigkeit, mit welcher verschiedene Streusorten bei gleicher Mächtigkeit gleiche Wasserquantitäten filtriren lassen, nicht einmal so bedeutend, als man von vorneherein annehmen möchte. Es sei diesfalls eines kleinen Filtrationsversuches Erwähnung gethan.

In cylindrische Blechgefäße mit Siebböden von genau $\frac{1}{20}$ □M. Fläche wurde frischer und lufttrockner Sphagnumrasen, ferner die in der folgenden tabellarischen Zusammenstellung erwähnten Streusorten, als gleich mächtige, 10 Cm. hohe Schichten, so dicht als es eben die Elasticität derselben gestattete, eingelagert. Zuzufolge der Construction der doppelbödigen Gefäße konnten diese Moos- und Streulagen mehrere Tage unter Wasser gesetzt werden, womit denselben Gelegenheit gegeben war, sich nach ihrem Ansaugungsvermögen vollständigst zu sättigen. War das geschehen, so wurde alles überschüssige Wasser bis auf den letzten Tropfen von den Streulagen abrinnen gelassen, so dass auf den Siebböden vollkommen gesättigte, gleich mächtige Streulagen zurückblieben, welche sich dann, im nassen, schweren Zustande, besonders dicht an die Gefässwände anlegten.

Diesen wurden nun durch den feinen Strahl einer Spritzflasche je 500 Gr. = $\frac{1}{2}$ L. Wasser in gleichmässiger Vertheilung aus gleichen geringen Höhen zugeführt, und die Verdunstung von Wasser aus den Gefässen durch Bedecken derselben mit Glasplatten thunlichst herabgedrückt. Es wurden nun die durch die Moos- und Streulagen gesickerten Wassermengen nach bestimmten, in der Tabelle gegebenen Zeitintervallen bestimmt, und die in derselben enthaltenen Zifferwerthe gewonnen.

Nach	Durchgesickert Gramme Wasser bei						
	Sphagnumrasen		Rothbuchenstreu	Tannenstreu	Fichtenstreu	Föhrenstreu, stärker verwest	
	lebend	totd					
10	} Minuten	345·59	351·55	435·84	352·03	408·36	370·85
20		18·21	11·54	22·91	22·48	26·09	40·12
30		8·86	5·95	9·81	14·18	13·28	15·80
$\frac{3}{4}$	} Stunden	8·14	5·89	9·98	11·82	12·26	16·82
1		5·03	3·98	6·48	8·51	7·16	9·84
$1\frac{1}{2}$		6·76	5·46	6·44	9·71	8·08	14·18
2		4·92	5·44	4·53	7·81	6·06	13·30
3		4·91	7·09	6·44	9·42	6·03	5·25
6		19·26	17·03	5·75	12·81	2·00	2·06
12		20·40	28·70	3·00	12·59	—	2·39
18	11·36	4·30	—	12·28	—	3·30	
36	54·00	54·61	—	16·14	—	4·00	
In Summa ¹⁾	507·44	501·54	511·18	489·78	489·32	497·91	

Hiernach gelangten in den ersten zehn Minuten bei

Sphagnum, lebend 69·1 Procent

„ todt 70·3

Rothbuchenstreu 87·2

Tannenstreu 70·4

Fichtenstreu 81·7

Föhrenstreu 74·2 „

des denselben zugeführten Wassers, also nicht allzu differente Mengen, zum Durchrinnen. Entscheidender für natürliche Verhältnisse ist es, dass bei Fichtenstreu schon nach sechs, bei Buchenstreu nach zwölf Stunden nichts mehr absickerte, indess bei Sphagnumrasen etwa noch 11 Procent des über die Capacität zugeführten Wassers erst nach achtzehn Stunden zum Abträufeln gelangten; ein Umstand, der, wenn es sich um die Bedeutung der Moose für den Waldboden handelt, nicht zum Nachtheile der Moosdecken ausgelegt werden kann. Nach Sphagnumrasen, welcher das Wasser am langsamsten und gleichmässigsten filtriren liess, tropfte das Wasser besonders langsam durch Tannenstreu, welche sich, wie später noch mehrmals zu erwähnen kommt, dichter denn irgend eine andere Nadelstreu zusammensetzt und dann ein schwerer durchgängliches Filter bildet. Dass die Kiefernstreu das Wasser

¹⁾ Es darf bei derartig angestellten Versuchen wohl nicht erwartet werden, dass genau wieder so viel Wasser (500 Gr.) von der gesättigten Streu abtropfe, als derselben über ihre Sättigung zugeführt wurde.

langsamer als Buchen- und Fichtenstreu durchliess, dazu mag der Umstand Anlass gewesen sein, dass sich selbe, obwohl frei von Feinerde, doch in einem Verwesungsstadium befand, in welchem sie sich schon dicht schichtet; unverweste Kiefernstreu gehört zu jenen Streusorten, bei welchen von einer Filtration nur uneigentlich die Rede sein kann, weil sie dem Wasser nahezu keinen Widerstand bietet.

Anders verhält es sich mit Streu, wenn sich dieselbe im Zustande vorgeschrittener Verwesung zu festen Aggregaten vereinigt, welche im extremen Falle als weithin geschlossene Streudecken den Waldboden überziehen, deren Vorkommen, in von Streunutzung verschonten Wäldern, jedem Forstmanne hinlänglich bekannt ist.

Vielfache Versuche mit derartigen natürlichen Kuchen von Laub- und Nadelstreu, dergleichen mit künstlich aus verwester Streu gepressten, ergaben, dass solche Platten, so weit sie nicht offenbare Discontinuitäten in ihrem Zusammenhange aufweisen, als bei geringen hydrostatischen Drucken undurchlässig gelten müssen. Ueber solchen lufttrocknen Streuzelten von 2—5 Cm. Dicke konnte Wasser stundenlang mit hydrostatischen Drucken bis zu 10 Cm. Höhe stehen, ohne durchzutropfen; dringt dasselbe endlich auch an einem oder dem anderen Punkte durch, so hält sich die Filtration doch stets an gewisse durch ihre Discontinuitäten prädestinirte Wege.

In genässtem Zustande sind Laubstreuzelten, soferne die einzelnen Blätter gut aneinanderschliessen, kaum durchlässiger, als in trockenem, wogegen durchnässte Nadelstreu-Aggregate nur mehr den Widerstand entsprechend dichter Filtra vorstellen.

Es bedeckt also allerdings Laub- und Nadelstreu zuweilen in einer Form den Waldboden, in welcher sie dem Durchdringen des meteorischen Wassers bedeutenden Widerstand leistet. Wenn es sich um die Beurtheilung ihres diesbezüglichen Einflusses handelt, darf aber nicht übersehen werden, dass das Vorkommen gut geschlossener Streuplatten stets nur ein örtliches ist, und in den vorwiegenden Fällen die Streudecken, wenn schon in gutem Schlusse, doch in einem Gefüge auftreten, welches das Eindringen des Wassers nicht weiter hindern kann.

Wo immer aber auch fester geschlossene Streudecken den Regen vom Waldboden abhalten, werden die stets vorhandenen zufälligen Lücken in diesen reichlich Wasser zwischen dieselben und den Boden gelangen lassen, das auf seinem hindernissreichen Wege doppelt Zeit einzusickern findet. Nach im Gange befindlichen Beobachtungen, welche an Bäumen im Forstgarten zu Mariabrunn durchgeführt werden, gelangt ein bedeutender Theil des auf die Kronen fallenden Regens vertical, längs den Stämmen abgeführt, auf den Boden, welche Wasserquantitäten im Walde, wo die Stämme der Bäume selbst immer vorhandene Unterbrechungen in der Streudecke veranlassen, auf kurzem Wege unter diese geführt werden.

Dass es bis heute der forstpraktischen Erfahrung nicht eingefallen ist, dass ein Wald wegen zu mächtiger und dichter Streudecken Wassermangel gelitten hätte, beweist hinlänglich, dass dieselben durch verlangsamte Wasserabfuhr, durch Erhaltung der Feuchtigkeit im Boden u. s. w. jene Wassermengen hereinzubringen im Stande sind, welche etwa wegen der Streudecken nicht in den Boden gelangen können.

Neben der körperlichen Undurchdringlichkeit macht sich nach Umständen auch noch das Ansaugungsvermögen der Streudecken zum Schaden der Wasserversorgung des Bodens geltend. Ein folgender Abschnitt (III.) behandelt die wasserfassende Kraft der Streusorten ausführlicher, und sei hier nur die Frage berührt, in wieferne das Absorptionsvermögen derselben Niederschläge vom Boden abzuhalten oder sie für diesen zu verringern in der Lage ist.

Insoferne nicht etwa schon die obersten Schichten einer Streulage für undurchlässig gelten müssen, vergrößern sich die Chancen für das Absorbirtwerden mit der Mächtigkeit derselben. Immer wird das Durchdringen von Wasser durch nicht gesättigte Streu von der mehr oder minder grossen Durchlässigkeit derselben mit abhängen.

Lufttrockene und lebende, nach ihrem Ansaugungsvermögen nicht vollständig gesättigte Moose, ferner alle Streusorten bilden so reichlich von Lufträumen durchzogene Schichten, dass sie sich an von oben auf sie gelangendem Wasser nur ganz allmählig sättigen können. Wir erwähnen diesfalls eines kleinen Versuches.

In cylindrische Blechgefässe mit Siebböden von genau $\frac{1}{20}$ □M. Querschnitt wurden je 8 Cm. hohe Schichten vollkommen lufttrockner Rothbuchen- und Tannenstreu, ferner, als Beispiel für Moosbedeckung, ein gleichfalls lufttrockner, eben so dichter Sphagnumrasen eingelagert. Als Buchen- und Tannenstreu wurden nicht ganz lose Blätter und Nadeln, sondern kleinere Streuaggregate, wie sie dem Vorkommen als Bedeckung des Waldbodens entsprechen, verwendet, und diese Beschickungen möglichst lückenlose und dicht in die Gefässe eingepresst. Durch den besonders feinen Strahl einer Spritzflasche wurde diesen Bedeckungen an aufeinanderfolgenden Tagen jeden Tag je 500 Ccm. = 500 Gr. Wasser, gleichmässig vertheilt, aus geringer Höhe zugeführt und, um die Verdunstung von Wasser möglichst hintanzuhalten, die Gefässe nach jeder Bespritzung mit Glasplatten bedeckt. Die nach jeder Bespritzung durchgesickerten Wassermengen wurden quantitativ bestimmt, und zeigt die folgende Zusammenstellung, wie viel jeden Tag von den Beschickungen absorbirt wurde, und welche Quantitäten ungehindert durchtrüpfelten.

Tag	Buchenstreu		Tannenstreu		Sphagnumrasen	
	durchgesickert	imbibirt	durchgesickert	imbibirt	durchgesickert	imbibirt
G r a m m e W a s s e r						
1	400·3	99·7	441·3	58·7	216·0	284·0
2	385·6	114·4	445·1	54·9	105·7	394·3
3	334·8	165·2	440·4	59·6	55·9	444·1
4	353·9	146·1	439·4	60·6	284·4	215·6
5	403·0	97·0	453·5	46·5	375·9	124·1
6	474·4	25·6	489·4	10·6	409·4	90·6
7	465·4	34·6	496·0	4·0	486·7	13·3
8	487·6	12·4	499·6	0·4	493·5	6·5
9	489·3	10·7	—	—	—	—

Hiernach sickerten bei der ersten Bespritzung (entsprechend einem Niederschlage von 10 Mm.) durch diese Schichten:

Bei Buchenstreu etwa .	80 Procent
Tannenstreu etwa .	88
„ Sphagnumrasen etwa	43 „

Durch diese ziemlich mächtigen Bedeckungen wäre also ein Niederschlag von 10 Mm. für den darunterliegenden Boden auf 8·0, 8·8, beziehungsweise 4·3 Mm. verringert worden. Es beweisen diese Zahlen, dass Wasser in trocknen Streuschichten nur sehr langsam absorbirt wird, und dass es einem grossen Theile desselben gelingt die lockeren Widerstände zu

überwinden. Vergleicht man in obigen Zusammenstellungen die Wassermengen, welche an den aufeinanderfolgenden Tagen von derselben Beschickung festgehalten wurden, so zeigt es sich, dass die Fähigkeit, Wasser anzusaugen, bis zu einem gewissen Optimum mit dem Feuchtigkeitsgehalte der Streu und des Moosrasens zunimmt.

Die Erklärung hierfür liegt darin, dass das von trockner Streu erstlich zurückgehaltene Wasser nicht von den mit Lufthüllen umkleideten Streutheilchen selbst aufgenommen, sondern nur so weit zurückgehalten wird, als es sich mechanisch in capillaren Zwischenräumen und nach abwärts verschlossenen Wegen festsetzt. Erst später zieht sich das Wasser in das streubildende Materiale, durch dessen Quellung die Zwischenräume verringert werden, womit von ferner zugeführtem Wasser, weil dieses zu langsamerer Bewegung gezwungen ist, ein relativ grösserer Theil absorbirt wird. Die erwähnten Gründe sind Ursache, dass Wasser von leicht durchfeuchteter Streu rascher absorbirt wird, denn von trockner, und dass erstere unter Wasser in gleicher Zeit grössere Quantitäten davon aufnimmt, als letztere. Es geht daraus für natürliche Verhältnisse die Folgerung hervor, dass trockene Streu durchlässiger als feuchte, in ihrer Capacität nicht gesättigte Streu ist, und dass namentlich die ersten Quantitäten nach langer regenloser Zeit fallender Niederschläge nahezu ungehindert durch Streudecken auf den Boden gelangen.

Die Moose, welche sich auch in regenloser Zeit als lebende Organismen nachhaltig einen oberflächlichen Feuchtigkeitsgrad bewahren, sind damit befähigt, auch aus unbedeutenden Niederschlägen Nutzen zu ziehen, wogegen sie dann von ausgiebigen Regen umsomehr auf den Boden gelangen lassen, je weniger sie fortan zu ihrer eigenen Sättigung bedürfen.

Nicht bedeutungslos dafür, welcher Procentsatz auf lufttrockne Streu gelangenden Wassers dieselbe unabsorbirt durchdringt, ist die Vertheilung und Geschwindigkeit, mit welcher es auf die Streu gelangt. Ein einfacher Versuch mag dies verdeutlichen.

In zwei Gefässe mit Siebböden von $\frac{1}{20}$ □M. Querschnittsfläche wurden zwei möglichst gleiche, 10 Cm. hohe und je 200 Gr. schwere vollkommen lufttrockene Sphagnumpolster so eingesetzt, dass sie möglichst dicht an die Gefässwände anschlossen. Entsprechend einem Niederschlage von 10 Mm. Höhe wurden jedem derselben genau 500 Ccm. Wasser, dem einen jedoch in mittelst einer Verstäubungsvorrichtung dispergirter Form, dem anderen durch den feinen, nicht 1 Mm. dicken Strahl einer Spritzflasche aus ganz geringer Höhe zugeführt. Im ersten Falle sickerten 70 Ccm., im zweiten 352 Ccm. durch; es wurden sonach das eine Mal nur 430 Ccm. oder nicht ganz 86 Procent, das andere Mal nur 148 Ccm. oder etwa 30 Procent in der Moosdecke zurückgehalten. Ueberträgt man den Fall auf natürliche Verhältnisse, so wäre von einem 10 Mm. starken Niederschlage im ersten Falle eine 1·4 Mm., im zweiten Falle eine 7·0 Mm. betragende Quantität durch die Moosdecken gedrungen.

Als wir ganz denselben Versuch mit gleich mächtigen (8 Cm.) Lagen von Rothbuchen- und Fichtenstreu wiederholten, fanden wir

	Rothbuchenstreu		Fichtenstreu	
	500 Gr. Wasser			
	in verstäubter Form	als feiner Strahl	in verstäubter Form	als feiner Strahl
Durchgesickert	251 Gr. = 50·2 %	462 Gr. = 92·4 %	427 Gr. = 85·4 %	425 Gr. = 85·0 %
Sonach imbibirt	249 Gr. = 49·8 %	38 Gr. = 7·6 %	73 Gr. = 14·6 %	75 Gr. = 15·0 %

Hiernach erwies sich trocknes *Sphagnum* am empfindlichsten, Fichtenstreu bei gleicher Mächtigkeit am gleichgiltigsten gegen die Vertheilungsform zugeführten Wassers. Wie nahe-

liegend, ist eine Streusorte um so empfindlicher gegen derartige Unterschiede, je widerstandsloser dieselbe Wasser filtriren lässt. Für eine dünnere Lage von Fichtenstreu als die gewählte würden sich sicher auch, entsprechend den Unterschieden in der Vertheilung, solche in den Quantitäten der durchgedrungenen Wassermengen ergeben haben.

Wie es diese Versuche im Kleinen erwiesen, muss es sich in der Natur mit dem feinstvertheilt herabsinkenden Nebel, und anderseits mit den wuchtigen Tropfen eines Platzregens verhalten; von ersterem wird nahezu nichts auch durch lose Streudecken dringen, bis diese nahezu gesättigt sind, während die schweren Tropfen eines Platzregens rasch durch diese, ohne an den Streutheilchen Halt zu gewinnen, auf den Boden gelangen. Zwischen diese extremen Fälle lassen sich ungezählte Reihen von Niederschlägen, der Vertheilung und Quantität nach, hineindenken, deren Zahl durch den ausgleichenden Einfluss der Baumkronen, welche auch feinere Niederschläge nur in gesammelten schwereren Tropfen zu Boden gelangen lassen, einigermaassen verringert wird. Nichtsdestoweniger bleibt die Frage: wie viel von Niederschlägen durch Streudecken in den Boden dringt? mit der Veränderlichkeit jedes einzelnen der in der Frage genannten Factoren, eine complicirte, welche zwar unschwer für den einzelnen concreten Fall, unmöglich aber für die Allgemeinheit zu beantworten ist.

III. Die wasserfassende Kraft der Waldstreu.

Alle Waldstreuorten besitzen trocken in hohem, jedoch sehr ungleichem Grade die Fähigkeit, Wasser anzusaugen. Aber nicht alles von einer Streu gehaltene Wasser ist in derselben Weise gehalten. Weil sich jede „Streu“ aus oberflächereichen Einzeltheilchen summirt, muss zwischen dem von der organischen Substanz selbst absorbirten und dem den Streutheilchen oberflächlich adhärirenden oder in capillaren Zwischenräumen feststehenden Wasser unterschieden werden. Ein einfacher Versuch lehrt, dass diese Unterscheidung berechtigt ist. Man mag was immer für eine vollkommen durchnässte Streusorte haben, so wird man, wenn dieselbe für eine bestimmte Stellung schon längst zu tropfen aufgehört hat, durch eine Lageänderung derselben, etwa Neigen des ganzen Streuballens, noch verhältnissmässig grosse Wasserquantitäten zum Abrinnen bringen können. Bei Moosstreu, der oberflächereichsten und porösesten Streu, macht sich diese Erscheinung am auffallendsten geltend. Es kommt das zweifelsohne daher, dass durch jede Lageänderung scheinbar vollkommen gesättigter, eigentlich aber übersättigter Streu, Wassertheilchen, denen früher der Weg nach abwärts versperrt war, nunmehr in Lagen gerathen, welche ihnen ungehindert abzutropfen gestatten. Aber, wenn auch für keine Lage mehr etwas zum Abtropfen gelangt, sind nichtsdestoweniger die Streupartikelchen noch oberflächlich mit Wasserhüllen überkleidet und befinden sich zwischen ihnen feststehende Wassertheilchen. Dieses oberflächlich gehaltene Wasser wollen wir, im Gegensatze zu dem in der Streu feststehenden, als Capillaritätswasser bezeichnen.

Die bis heute für das Wasserfassungsvermögen der Streusorten gegebenen Zifferwerthe bewegen sich in weiten Grenzen, und dürfte die Ursache davon nicht so sehr in der Verschiedenheit der untersuchten Materialien, als an den Methoden der Bestimmung liegen. Nehmen wir an, man habe einen Ballen von Laubstreu. Es werden sich in demselben so und so viele Tausend Blätter in verticalen, horizontalen und allen anderen möglichen Lagen befinden. Mit ihren Planflächen horizontal liegende Blätter werden zwischen sich mehr und

leichter Wasser noch über ihr Ansaugungsvermögen mechanisch festhalten können, als wenn sie sich vertical neben einander geschichtet befänden. Wird daher dieser vollkommen gesättigte Streuballen in eine andere Lage gebracht, so wird durch die geänderte Stellung der Blätter Wasser, welches früher recht wohl mechanisch oder capillar gehalten werden konnte, in Bewegung gerathen. Findet dasselbe auf seinem Wege nach abwärts gesättigte Streuschichten, oder solche, welche ihrer Lagerung nach nicht befähigt sind es körperlich aufzuhalten, so wird es abtropfen müssen; auf jeden Fall bringt die Aenderung der Lage das der Streu oberflächlich adhärende Wasser aus seinem Gleichgewichtszustande, und es wird von Umständen abhängen, ob und wie viel davon zum Abträufeln gelangt. Hiernach wird man wesentlich verschiedene Resultate erhalten, je nachdem man, z. B. bei Laubstreu, die einzelnen Blätter mit ihren Spreiten parallel der Abtropfrichtung oder senkrecht auf diese, ob man bei Moosen die einzelnen Pflänzchen in jener Lage befindlich wie sie natürlich stehen, oder senkrecht auf diese, oder endlich wirre gelagert, auf ihre wasserfassende Kraft prüft. Auch der Umstand, auf welches Volumen die lufttrockene Streu vor ihrer Sättigung comprimirt wurde, kann für das Versuchsergebnis nicht gleichgiltig sein, weil ja mit dem Grade der mehr oder minder dichten Lagerung die Räume zwischen den Theilchen verkleinert oder vergrößert, vermehrt oder verringert werden, und dürfte sich die Fähigkeit, Wasser capillar festzuhalten, bei der grossen Lockerheit und Elasticität der meisten Streusorten bis zu einem gewissen Compressionsgrade derselben mit diesem steigern. Weil nun bei Capacitätsbestimmungen — mag man auch nur das Ansaugungsvermögen der organischen Substanz selbst im Auge haben — das oberflächlich den Streutheilchen adhärende Wasser nicht zu eliminiren ist, so veranlassen obige Umstände, mehr als Unterschiede in der wasserfassenden Kraft selbst, unvermeidliche Divergenzen in den Versuchsergebnissen, und werden sich diese, je nach der Methode, immer nur mehr weniger der Wahrheit nähern. Weil aber bei derselben Streusorte die wasserfassende Kraft mit der wechselnden Zusammensetzung derselben, dann je nach Vermischung mit Dürrholz, Humus, Steinchen etc., mit dem wechselnden Verwesungsgrade und aus anderen Ursachen nicht unbedeutenden Schwankungen unterliegt, wird man umsoweniger erwarten dürfen, dass dergleichen Zahlen fundamentale Wahrheiten enthalten. Sie sind vorzüglich bestimmt Aufschlüsse über den jauchebindenden Werth und die Bedeutung verschiedener Streusorten für die Physik des Waldbodens zu geben, sie sind nur wünschenswerth zu zeigen, wie sich dieselben diesbezüglich ordnen, und werden um so werthvoller sein, je mehr Streusorten sie, nach einer einheitlichen Methode untersucht, vergleichbar machen.

Bevor wir die von uns gewonnenen Zahlen geben, noch ein Wort über die angewandte Methode. Wir operirten, je nach dem wechselnden Volumgewichte der Streusorten, mit Quantitäten von 2–8 Klg., und bedienten uns dabei eines entsprechend grossen Cylindergefässes aus feinem Messingdrahtgewebe. Vor jedem Versuche wurde dieser Cylinder mit einer leicht gefetteten Bürste innen und aussen gut abgebürstet, dann die zu untersuchende Streusorte nach Thunlichkeit fest eingepresst und der Cylinder mit ihr gewogen; das bekannte Gewicht des Cylinders von dem nunmehr gefundenen Gewichte subtrahirt, ergab das Gewicht der lufttrocknen Streu. Das gefüllte Siebgefäss wurde sodann unter Wasser versenkt, so dass alle Streu mit diesem unmittelbar in Berührung war. Nach zwei Tagen wurde das Gefäss aus dem Wasser genommen und so aufgestellt, dass vorerst das Wasser durch den Siebboden abtropfen konnte; wenn für diese Lage nichts mehr abtropfte, wurde der Cylinder durch Neigung und Legen in verschiedene andere Stellungen gebracht, so lange bis nichts

mehr zum Abtropfen gelangte. War das der Fall, so wurde das Siebgefäß mit der gesättigten Streu gewogen, dann seines Inhaltes entleert — was durch Erschütterung des federnden Messinggewebes leicht und vollkommen rein von Statten ging — und das leere Gefäß zurückgewogen, das dann nie mehr als etwa zwei Gramme Wasser oberflächlich anhaften hatte. Es gelingt nach dieser Methode leicht und angenehm zu arbeiten, und ist dabei ein zweimaliges Umfüllen der Streu — wie es bei Ebermayer's Versuchen mit Verwendung eines weitmaschigen Sackes der Fall war — vermieden. Ist ein Sack weitmaschig, so schützt er nicht hinreichend vor Substanzverlust, im entgegengesetzten Falle ist aber sein eigenes Ansaugungsvermögen zu bedeutend, um rasch und hinreichend genau in Rechnung gestellt werden zu können. Jedenfalls hat aber die Verwendung eines Metallsiebgefäßes den Vortheil, dass man unausgesetzt mit demselben arbeiten kann, weil dessen Trocknung gar keine Zeit in Anspruch nimmt.

Mit demselben Siebcylinder führten wir auch eine Anzahl Capacitätsversuche für feinsten Sand, humöse Erde u. s. w. durch, und legten denselben zu diesem Zwecke, um Substanzverlust zu vermeiden, nur an seinen Innenwänden mit einer einfachen Lage von Filtrirpapier aus, dessen Ansaugungsvermögen anderweitig bestimmt und in Rechnung gebracht wurde. Wir glauben diese Methode, im Gegensatze zu jener, nach welcher das Ansaugungsvermögen dieser und ähnlicher Körper im Trichter bestimmt wird und welche aus naheliegenden Gründen immer zu hohe Werthe ergibt, empfehlen zu dürfen.

Zu erwähnen bleibt noch, dass wir nur mit reinen, humusfreien, vollkommen lufttrocknen Streusorten, welche mehrere Monate in demselben luftigen, trocknen, kühlen und sonnenfreien Raume gelegen hatten, arbeiteten. Dieselben entstammten, mit Ausnahme von Sphagnumstreu (welche wir von Kindberg in Steiermark und Mattighofen in Oberösterreich hatten) den um Mariabrunn liegenden Bergen des Wiener Waldes. Bei todter Waldstreu wählten wir einen leichten Verwesungsgrad, also Streu, die mindestens ein Jahr am Boden gelegen hatte. Obwohl alle Gewichtsbestimmungen etwa auf 0·5 Gr. genau gemacht wurden, sehen wir doch bei den folgend angeführten Werthen von der Angabe einer Decimalstelle, bei der Verlässlichkeit, welche eine solche beanspruchen könnte, ab, und geben diese nur in ganzen, unter Berücksichtigung der ersten Decimalstelle gerundeten Zahlen, welche das Ansaugungsvermögen in Gewichtsprocenten der lufttrocknen Streu ausdrücken.

Bekanntlich ist es unter allen Waldstreuorten die Moosstreu, welche in lufttrocknem Zustande die relativ grössten Wasserquantitäten anzusaugen vermag. Es gibt zweifellos Moosarten, welche trocken das Zehnfache ihres Gewichtes an Wasser aufzunehmen vermögen. Die von uns untersuchten Moose umfassen die Genera *Leucobryum*, *Sphagnum*, das alte Genus *Hypnum*, dann *Polytrichum*, und war es *Leucobryum vulgare* Hpe., welches sich durch die grösste Wasseraufnahmefähigkeit auszeichnete. Wir bestimmten dieselbe mit

1041 Procent

976

953 „

im Mittel zu 990 Procent.

Entsprechend dieser hohen Wassercapacität, welche man demselben auf seine äusserlichen Eigenschaften allein hin nicht zusprechen würde, besitzt dasselbe, wie später weiter erörtert werden wird, auch in hervorragendstem Grade die Eigenschaft Wasser zu halten und nur sehr langsam abdunsten zu lassen; dasselbe braucht genässt, auch in dünnen Lagen, Monate, um lufttrocken zu werden.

Diesem stellte sich *Sphagnum acutifolium* Ehrh. an die Seite. Wir bestimmten dessen Ansaugungsvermögen zu

	512 Procent
	470
	465 „
	<hr/>
im Mittel zu	482 Procent.

Weil die Sphagnen die am massigsten vorkommenden Moosrasen bilden, welche in lückenlos zusammenhängenden Schwarten und in einer zuweilen forstschädlichen Mächtigkeit den Waldboden überziehen und deren Entfernung unter Umständen höchst erwünscht ist, so verdient die bedeutende jauchebinde Kraft dieser Moosstreu, welche mehr als doppelt so gross wie jene der Rothbuchenstreu ist, weitere praktische Würdigung, welche ihr zum Theile schon geworden ist.

Von vier untersuchten Moosen aus der Gattung der Hypneen zeichnete sich *Thuidium tamariscinum* Schpr. durch sein Ansaugungsvermögen aus.

Wir fanden dafür:

	416 Procent
	403
	402 „
	<hr/>
im Mittel	407 Procent.

Minder gross ergab sich dasselbe für *Eurhynchium piliferum* Schpr. zu

	403 Procent
	385
	362 „
	<hr/>
im Mittel zu	383 Procent.

Dasselbe Moos gerecht, und darum nicht frei von anhängenden Erdtheilchen, ergab

	326 Procent
	302
	283 „
	<hr/>
im Mittel	304 Procent.

Noch geringer erwies sich die wasserfassende Kraft von *Hylocomium triquetrum* Schpr., welche wir zu 282 Procent und 286 Procent, im Mittel zu 284 Procent bestimmten.

Weit hinter den bisher genannten Moosen scheinen die Polytrichumarten zurückzubleiben. Ihre steife, spärliche Belaubung und ihr zum grossen Theile kahler Stengel machen sie zur Wasseraufnahme wenig geeignet; doch mag die Capacität des jungen weichen, noch in der Entwicklung begriffenen, jene des derber entwickelten im Sommer oder Herbste gesammelten Moooses übersteigen. Es ergaben sich für im Herbste gejätetes *Polytrichum formosum* Hedw. die Werthe

	204 Procent
	194
	177 „
	<hr/>
im Mittel	192 Procent,

wonach sich diese Moosstreu in ihrem Ansaugungsvermögen zu den minderen Laubstreuarten rangirt.

Diese wenigen Versuche mit Moosstreu, welche, je nach der Art des Mooses, die weitliegenden Grenzwerte von 1041 Procent (*Leucobryum* sp.) und 177 Procent (*Polytrichum* sp.) ergaben, zeigen klar, welche ungleichen Werthe Moosstreu, je nachdem sie ausschliesslich oder vorwiegend aus diesem oder jenem Moose besteht, haben kann. Ebermayer gibt auf Grundlage dreier Bestimmungen für Moosstreu den Capacitätswert 282·7 Procent. Ebermayer hat aber, wie er selbst angibt, zu seinen Versuchen Moosstreu verwendet, welche mit Humus, Fichtennadeln und Kiefernadeln (von letzteren bis 20 Procent) gemengt war; derartige Beimengungen vergrössern aber das Volumgewicht bedeutend und verringern demgemäss die auf das Gewicht bezogene Wasseraufnahmefähigkeit.

Der Wassergehalt vollständig gesättigten lebenden Mooses scheint den getrockneten, also abgestorbenen, und dann gesättigten Mooses zu übertreffen.

Die Erklärung dürfte einestheils darin zu suchen sein, dass die feinfiedrige, oberflächenreiche Vertheilung der Blattconturen durch das Absterben bleibend verloren geht, anderentheils vielleicht aber auch darin, dass das Ansaugvermögen todter Moossubstanz hinter jenem Wassergehalte zurückbleibt, welcher den Turgor der lebenden Moospflanze bedingt.

Ein 2694 Gr. schwerer, grüner, frischer, durch mehrtägigen Regen vollkommen durchnässter Sphagnumrasen wog lufttrocken nur 350 Gr.; enthielt sonach 2344 Gr. oder 670 Gewichts-Procent Wasser. Ein anderer durch anhaltenden Regen ebenso genässter Rasen derselben Sorte wog nass 1627 Gr., lufttrocken 215 Gr. und enthielt sonach 657 Procent Wasser. Ein dritter an demselben Tage unter ganz denselben Verhältnissen gewählter Sphagnumpolster im Gewichte von 1333 Gr. wog lufttrocken 201 Gr., hatte sonach 563 Procent Wasser.

Nach diesen drei Bestimmungen ergibt sich der Wassergehalt gesättigten lebenden Sphagnums zu 630 Procent, während wir die Capacität desselben Mooses im abgestorbenen Zustande im Mittel zu 482 Procent, und mit dem Maximalwerthe von 512 Procent bestimmten.

Auf die Wichtigkeit des Waldmooses für die Vertheilung des Wassers in Gebirgsgegenden hat Ebermayer, unter Hinweis auf Gerbig's Untersuchungen aufmerksam gemacht. Wann und in wie weit seine diesbezügliche Rolle eine nützliche ist, müssen noch eingehende Studien lehren. Nach Gerbig's Untersuchungen kommt die in 1 □M. Moosrasen (welcher Art?) enthaltene Wassermenge durchschnittlich einer Schichte von 4·466 Mm. Höhe gleich, und nimmt derselbe weiter an, dass im Gebirge, wo die Moospolster oft fussdick sind, jedenfalls viel grössere Wassermengen auf die Fläche kommen, so dass das Wasserquantum unter solchen Verhältnissen einer Höhe von 10 Mm. = 1 Cm. entsprechen kann. Dass diese Vermuthung eine nicht zu weit gehende ist, ergaben zwei von uns durchgeführte Trockenbestimmungen. Einer der Sphagnumrasen, von denen schon oben die Rede war, in der Grösse von 10 □Dcm. und einer Mächtigkeit von 8—9 Cm. — also noch lange nicht fussdick — wog nach zweitägigem Regen 1627 Gr., lufttrocken aber nur 215 Gr.; enthielt sonach 1412 Gr. Wasser, d. i. etwa 1·4 Gr. pro □Cm., was einer Wasserschichte von etwas über 1·4 Cm. Höhe pro Fläche gleichkommt. Ein □M. solchen Moosrasens würde also etwa 16¼ Klg. wiegen, und mehr als 14 Liter Wasser enthalten. Eine andere Sphagnumschwarte gleicher Grösse und Mächtigkeit wog nach längerem Regen 1410 Gr., lufttrocken 199 Gr.; enthielt also 1211 Gr. Wasser, was einer Wasserschichte von 1·2 Cm. Höhe gleichkommt. Hiernach würde 1 □M. solchen Rasens 14·1 Klg. wiegen und 12·1 Liter Wasser in sich aufgespeichert enthalten. Wie gewaltig die wasseranhaltende Kraft des Sphagnums im Verhältnisse zu der anderer Moose ist, kommt in einem nächsten Kapitel (IV.) zur Sprache. Wir

versuchten den Wassergehalt frischen Sphagnumrasens mehrmals nach einer anhaltend niederschlagsfreien Periode zu bestimmen. Die niedrigste Ziffer, welche wir in dieser Beziehung fanden — es war dies am 20. März 1879, nachdem sieben Tage kein Niederschlag gefallen und auch unmittelbar vorher nur ganz unbedeutende Regen stattgefunden hatten — ergab den Wassergehalt unter natürlichen Verhältnissen befindlichen Sphagnumrasens zu 396·9 Procent seines lufttrocknen Gewichtes; unter denselben Verhältnissen im Garten gewachsenes *Eurhynchium piliferum* wies zur selben Zeit nur einen Feuchtigkeitsgehalt von 70·0 Procent aus. Nach unseren Beobachtungen bedarf es bei *Sphagnum* etwa eines Wassergehaltes von 350 Procent, bei *Eurhynchium* eines solchen von nur 30—40 Procent, auf dass die Hand beim Angreifen dieser Moose das Gefühl der Feuchtigkeit merkbar empfinde.

An die Moosstreu reiht sich ihrer wasserfassenden Kraft nach die Laubstreu, und ist es unter den von uns untersuchten Blattstreuorten die Rothbuchenstreu, welche das grösste Ansaugvermögen besitzt. Wir bestimmten dasselbe zu

253 Procent
248
243
223
217
211
196 „
—————
im Mittel zu 227 Procent.

Ebermayer gibt für dieselbe den Mittelwerth 232·7 als Resultat zahlreicher Bestimmungen, welche die Grenzwerte 195—252 Procent — also fast genau wie bei uns — ergaben. Obige Zahlen beziehen sich auf von mehreren Punkten geholte Streu, von wechselnden Verwesungsgraden, insoweit diese sie dem Zwecke als Streu nicht entfremden, und beweist ihre Uebereinstimmung mit Ebermayer's Zahlen die Unhaltbarkeit der Angaben von Kreutsch¹⁾, welcher für Buchenlaub den Capacitätswert 442 Procent gab.

Ein geringeres Ansaugungsvermögen als das Laub der Rothbuche besitzen die derbgebauten, lederigen, stark ins Gewicht fallenden Blätter der Eiche. Sie haben in unverwestem Zustande eine geringe Capacität und wird wohl auch aus diesem Grunde in der landwirthschaftlichen Oeconomie die Rothbuchenstreu der Eichenstreu vorgezogen. Wir fanden für diese letztere die Werthe

182 Procent
179
143
136
119 „
—————
im Mittel 152 Procent.

Doch dürfte die Eichenstreu zu jenen Sorten rangiren, deren wasserfassendes Vermögen sich mit fortschreitender Humificirung — ein Punkt, der unten noch Erwähnung findet — bis zu einem gewissen Optimum bedeutend steigert.

¹⁾ „Chem. Ackermann“ 1863, p. 16. Dessen analoge Werthe für Fichtennadeln (309 Procent) und Kiefernadeln (221 Procent) sind nach dem Folgenden gleichfalls viel zu hoch.

Etwa gleich gross, vielleicht eher noch geringer, als das Ansaugvermögen der Eichenstreu ist jenes der Weissbuchenstreu, für welches sich nach den Einzelbestimmungen

171 Procent
162
153
143
128
123 „

der Mittelwerth 147 Procent ergab.

Es muss seine anatomischen Gründe haben, wenn dieser weichen und volumleichten Streusorte eine so geringe wasserfassende Kraft zukommt.

Noch geringere Wasserquantitäten als die Laubstreu vermag Nadelstreu zu binden und dürfte die Capacität diesbezüglich minderer Laubstreuarten mit jener der besseren Nadelstreu ziemlich zusammenfallen. Dass die Fähigkeit Wasser anzusaugen den fleischigeren Tannennadeln mehr, als jenen der Fichte eigen ist, kann kaum überraschen. Wir fanden für leicht verweste (Nadeln vollständig matt, im Bruche, scharf mit freiem Auge betrachtet, leicht porös) Tannenstreu mit den Bestimmungen

156 Procent
142
140
119
114 „

das Mittel 134 Procent,

wogegen sich für Fichtenstreu (so weit verwest, dass sie viele schollige Aggregate enthielt) die Werthe

140 Procent
127
123
112 „

und der Durchschnittswerth 126 Procent ergab.

Ebermayer gibt für letztere auf Grundlage von sieben Versuchen (mit den Grenzwerten 128—190 Procent) die Capacität 150·3 Procent, gegen welche unsere Zahl etwas zu klein erscheint; doch ist der Unterschied nicht so belangreich, dass er nicht etwa durch ein Mehr oder Minder in der Verwesung Erklärung finden könnte.

Zwischen Fichten- und Kiefernstreu stellt sich die Lärchenstreu, welcher man vielleicht wegen ihrer Weichheit und feinen Substanzvertheilung von vorne herein ein höheres Imbibitionsvermögen zuschreiben würde. Wir fanden für dieselbe, welche uns fast nur in ganz unverwestem, seidenweichen Zustande zur Verfügung stand

132 Procent
128
127
117
104 „

im Mittel 122 Procent.

Den letzten Rang unter allen Streusorten nimmt die Kiefernstreu ein. Die verholzten, massiv gebauten und ins Gewicht fallenden Nadeln können nur geringe Wassermengen ansaugen und mit ihrer scheiterhaufenartigen Lagerung auch keine bedeutendere Quantität Wasser capillar zwischen sich festhalten. In erster Linie gilt dies von der Schwarzföhrenstreu (von *P. Laricio* seu *austriaca*), deren Nadeln die bedachten Eigenschaften im ausgesprochensten Maasse besitzen. Wir fanden für die letztgenannte Sorte, als weiter unverweste, nur oberflächlich verwiterte, etwa ein bis zwei Jahre am Boden liegende Streu

137 Procent

118

117

112 „

111 „

woraus sich das Mittel 119 Procent bildet.

Ebermayer gibt für Kiefernstreu (jedenfalls von *P. silvestris*) auf Grundlage von fünf Bestimmungen (mit den Grenzwerten 121—167 Procent) den Durchschnittswerth 142·6, und ist es sehr wahrscheinlich, dass der Weissföhrenstreu — leider stand uns solche nicht in wünschenswerther Qualität und Quantität zur Verfügung — eine höhere Capacität zukommt.

Mehr als irgendwelche andere Streu fordert die Kiefernstreu die Frage heraus, ob und inwieferne sich deren wasseransaugende Kraft mit fortschreitender Verwesung ändert. Obwohl nun die Antwort hierauf, nach dem was wir über die Humuskörper wissen, unschwer a priori zu deduziren ist, fanden wir uns doch zu weiteren Versuchen mit halb und stark verwester Kiefernstreu veranlasst, welche die gewünschte Aufklärung brachten. Die untersuchte halbverweste Kiefernstreu, in welcher sich intacte Nadeln in ganz entschiedener Minderzahl befanden, welche jedoch noch frei von humöser Feinerde war, ergab bei den Versuchen die Ziffern

150 Procent

143

142

128 „

sonach eine mittlere Capacität von 139 Procent,

welche an den Ebermayer'schen Werth nahe hinanreicht. Die wasserfassende Kraft noch weiter verwester gleicher Streu, welche nur mehr sehr uneigentlich diesen Namen verdiente, da sie schon etliche Jahre zur Gartenerdegewinnung in Form eines Composthaufens lag und, obwohl nur von Kiefernadeln herrührend, nur mehr zu geringem Theile aussiebbare Nadeltheile enthielt, zum grössten Theile aber schon aus Feinerde bestand, vermochte nur mehr Wasser bis zu

132 Procent

121

110 „

im Mittel bis zu 121 Procent

ihres lufttrocknen Gewichtes zu binden.

Mit noch weiter gehender Humificirung nimmt also das Imbibitionsvermögen wieder ab, und wahrscheinlich darum, weil mit dem steigenden Verluste der organischen Substanz an Kohlensäure und Wasser eine zu bedeutende Zunahme des Volumgewichtes verbunden ist, mit welcher endlich bei aller Porosität die physische Unmöglichkeit eintritt, ein grösseres Volumen Wasser halten zu können. Das Ansaugungsvermögen nimmt also mit fortschreitender Verwesung einer Streusorte nur insoferne ab, als man dieses auf das Gewicht derselben, sicher aber nicht, so lange man es auf ihr Volumen bezieht.

Dass sich diese Steigerung des Sättigungsvermögens bei jener Streusorte am merkbarsten geltend machen muss, welche unverwest am wenigsten porös ist und darum nur ein geringes Wasserbindungsvermögen besitzt, ist begreiflich, weil ja mit jedem Kohlensäure- und Wassertheilchen, welches gelegentlich der Verwesung die Streu verlässt, ein neuer Hohlraum geschaffen wird, und die unter Ursache geheimnissvoller chemischer Vorgänge geschaffene Zahl der Hohlräume die zarteste Lockerung der Streusubstanz bedingt. Dass dann aber die Capacität mit noch weiter gehender Verwesung wieder abnehmen muss, ist eine Nothwendigkeit, weil die Humuskörper relativ hohes specifisches Gewicht besitzen. Nachdem also das auf ihr Gewicht bezogene Absorptionsvermögen der Humuskörper für Wasser¹⁾ kleiner ist als das irgendwelcher unverwesten Streusorte, muss mit der Umwandlung einer solchen in Humuskörper eine Verringerung der Capacität Hand in Hand gehen, und diese kann sich mit fortschreitender Humificirung nur insoweit steigern, als dieselbe ohne weitergehenden Einfluss auf das körperliche Volumen der einzelnen Streutheilchen selbst bleibt.

Wahrscheinlich ändert sich ähnlich auch bei anderen Streusorten, namentlich Tannen- und Fichtenstreu, das Ansaugungsvermögen mit dem Grade der Verwesung. Bei den Laubstreuarten, welche an und für sich eine höhere Capacität besitzen, und bei welchen das Porowerden der Blätter im Innern durch Verwesung nicht durch jahreumfassende Zeitabschnitte von jenem Verwesungsstadium getrennt ist, welches bereits auf Kosten des Volumens der Blätter vor sich geht, muss sich das wohl weniger auffällig zeigen. Bei so locker und schwammig gebauten organischen Gebilden endlich, als es die meisten Moose sind, kann die beginnende Verwesung wohl eher deren Fassungsvermögen verringern als erhöhen.

Nicht ohne Interesse schien es, das Ansaugungsvermögen lufttrockner grüner Blätter und Nadeln jenem abgestorben vom Baume gefallener zu vergleichen. Es muss dieses, weil die Zellen der Blattoorgane in lebendem Zustande grösstentheils stoffgefüllt sind und wohl auch ein erzwungenes Absterben und Eintrocknen derselben eine, durch spätere Durchnässung nicht quitt zu machende Verschrumpfung dieser Räume im Gefolge hat, geringer sein, als das der auf natürlichem Wege abgestossenen. Lufttrockene, grün im August abgenommene Rothbuchenblätter ergaben die Werthe

	163 Procent
	145
	143
	141 „
welche sich auf das Mittel	148 Procent

¹⁾ Nach einem Versuche Ebermayer's absorbirte reiner Torfhumus 114·4 Gewichtsprocente Wasser. Wir fanden für drei verschiedene feingesiebte, von unverwittertem Gestein ziemlich freie, sehr humöse Gartenerden, welche im Wege sogenannter Compostgewinnung, zum grösseren Theile aus nur organischen Substanzen, hervorgegangen waren, die Werthe: 71·0, 81·0, 88·4 Procent.

vereinigen, wogegen wir für Rothbuchenstreu ein mittleres Fassungsvermögen von 227 Procent bestimmten, welches letzteres jenes um 77 Procent übersteigt. Für die (wie bei Jungholz häufig der Fall) den folgenden Winter noch abgestorben am Baume überdauernden Blätter ergab sich, speciell für die Rothbuche, im Vergleiche zu den abgestossen am Boden liegenden kein die Genauigkeit der Bestimmungsmethode übersteigender Unterschied.

Lufttrockne, grüne Fichtennadeln nahmen nur

	62 Procent
	56
	53 „
im Mittel	57 Procent

Wasser auf, bleiben also weit hinter den sich am Boden sammelnden, deren Capacität wir zu 126 Procent bestimmten, zurück. Es beweist das zugleich, wie gering der Werth grüner Aststreu (sogenannter Hack-, Reis-, Schneidelstreu), welche ja nicht einmal lufttrocken, sondern meist mit bedeutendem Wassergehalte zur Verwendung gelangt und deren absoluter Düngerwerth auch nicht allzu hoch anzuschlagen kommt, in Bezug auf jauchebindende Kraft ist. Die Rolle, welche dieselbe bei der Düngerproduction, also abgesehen von ihrer mechanischen Bedeutung für die Festigkeitsverhältnisse gewisser Böden, spielt, beschränkt sich wohl nur auf das äusserliche Haftenbleiben fester Dungstoffe an und zwischen den Nadeln.

Ordnen wir die von uns untersuchten Streusorten, unter Festhaltung der drei Hauptgruppen: Moosstreu, Laubstreu und Nadelstreu, nach ihrer aus unseren Bestimmungen sich ergebenden mittleren wasserhaltenden Kraft, so ergibt sich die folgende übersichtlichere Zusammenstellung.

Wasseransaugungsvermögen der wichtigsten Waldstreusorten in lufttrocknem Zustande.

I. Moosstreu.

Das Ansaugungsvermögen schwankt von 177—1041 Procent.

Art der Moosstreu	Mittleres Ansaugungsvermögen in Gewichtsprocenten der lufttrocknen Streu	Gefundene Grenz- werthe	Zahl der Bestim- mungen
<i>Leucobryum vulgare</i>	990 Procent	953—1041 Procent	3
<i>Sphagnum acutifolium</i>	482	465—512	3
<i>Thuidium tamariscinum</i>	407	402—416	3
<i>Eurhynchium piliferum</i>	383	362—403	3
detto (gerecht und darum nicht frei von Erdtheilchen)	304	283—326	3
<i>Hylocomium triquetrum</i>	284	282—286	2
<i>Polytrichum formosum</i>	192	177—204	3

II. Laubstreu.

Das Ansaugungsvermögen schwankt von 123—253 Procent.

Art der Laubstreu	Mittleres Ansaugungsvermögen in Gewichtsprocenten der lufttrocknen Streu	Gefundene Grenzwerte	Zahl der Bestimmungen
Rothbuchen-	227 Procent	196—253 Procent	7
detto (grün, lufttrocken)	148	141—163	4
Eichen-	152	119—182	5
Weissbuchen-	147	123—171	6

III. Nadelstreu.

Das Ansaugungsvermögen schwankt von 110—156 Procent.

Art der Nadelstreu	Mittleres Ansaugungsvermögen in Gewichtsprocenten der lufttrocknen Streu	Gefundene Grenzwerte	Zahl der Bestimmungen
Tannen-	134 Procent	114—156 Procent	5
Fichten-	126	112—140	4
detto (grün, lufttrocken)	57	53—62	3
Lärchen-	122	104—132	5
Schwarzkiefern- (unverwest).	119	111—137	5
detto (halbverwest)	139	128—150	4
detto (starkverwest)	121	110—132	3

Hiernach liessen sich die erwähnten Streusorten in eine Reihe ordnen, welche die Capacitätswerte von 110 Procent (kaum oder stark verweste Schwarzföhrenstreu) bis zu 1041 Procent (*Leucobryum vulgare*) umfasst. Dabei wird man noch beobachtet haben, dass die minderen Moosstreuorten im Ansaugungsvermögen gegen die besseren Laubstreuarten, die minderen Blattstreuorten gegen die ansaugungsfähigeren Nadelstreuorten zurückblieben, so dass das Absorptionsvermögen der drei Hauptstreugruppen, mit seinen Grenzwerten verfließend, eine continuirliche Reihe bildet.

IV. Die Verdunstungs- und Austrocknungsfähigkeit nasser Waldstreu.

Es ist längst bekannt und durch Versuche vielfach erwiesen, dass poröse, mit Wasser gesättigte Körper bei scheinbar gleicher Fläche mehr verdampfen als eine Wasserfläche selbst; es kann also kein Zweifel sein, dass vollkommen durchsättigte Streusorten mehr Wasser abgeben als flächengleiche Wasserschichten. Interessanter wäre die Beantwortung der Frage, wie sich die Verdunstung verschiedener Streusorten im Vergleiche zu jener

gesättigter kahler Böden stellt. Obwohl der folgend beschriebene kleine Versuch, seinem Maasstabe nach, keine Uebertragung auf die Vorgänge in grosser freier Natur gestattet, sei doch seiner kurze Erwähnung gethan.

Flache Glastassen, sogenannte Krystallisirschalen, von genau 156 □Cm. Fläche wurden mit den zu erwähnenden Materialien beschickt, diese stets mit Wasser gesättigt erhalten, und wurde dann durch tägliche Gewichtsbestimmungen das Wasserquantum eruiert, welches dieselben durch Verdampfung an die Atmosphäre abgaben. Die Beschickungen waren 4 Cm. hoch und präsentirten, ihrer Projection nach, gleiche Verdunstungsflächen von

- a) Wasser;
- b) genässtem reinen Quarzsand von Hirsekorngrosse;
- c) genässter, guter, humöser, feiner Erde;
- d) genässter Rothbuchenstreu, aus einer natürlichen Streuplatte geschnitten;
- e) genässter Tannenstreu, detto;
- f) lebendem Sphagnumrasen.

Diese Flächen verdunsteten, im Laboratorium unter gleichen Verhältnissen nebeneinander exponirt, an zehn aufeinander folgenden Tagen der Monate Mai und Juni durchschnittlich pro Tag Gramme:

Wasserfläche	Quarzsand	Humose Erde	Laubstreu	Nadelstreu	Sphagnumrasen
9·27	11·55	12·56	10·63	11·30	17·16

an weiteren fünf Tagen täglich im Mittel

Wasserfläche	Quarzsand	Humose Erde	Laubstreu	Nadelstreu	Sphagnumrasen
10·39	11·78	13·17	10·16	12·00	19·20

Hiernach verdunstete gesättigte Buchenlaubstreu beiläufig ebensoviel als eine gleiche Wasserfläche, weniger als gesättigter, grobkörniger rein mineralischer Boden oder genässte humose Erde. Nadelstreu muss wegen der contourenreicheren Oberfläche, welche die zahlreichen kleinen Streupartikelchen abgeben, mehr verdampfen als Laubstreu, doch nach den gegebenen Zahlen weniger als Feinerde. Ganz überraschende Quantitäten verdunstete der Sphagnumrasen, welche aber durch die feine oberflächenreiche Vertheilung der Belaubung dieses Moooses erklärlich werden; in wie weit die Verdunstung lebenden Moooses ein rein physikalischer und in wie weit ein physiologischer Vorgang ist, käme erst noch zu erörtern. Gewiss scheint es, dass Moosrasen bei gleicher Fläche ungleich grössere Wassermengen abdunsten lassen als todtte Streu, bei welcher letzterer, wenn nur einmal die oberste Schichte trocken geworden ist, ein capillares Nachsaugen des Wassers aus den darunterliegenden Schichten nicht mehr in dem Maasse stattfindet, als es abgegeben werden könnte, und darum die Verdunstung rasch auf ein Minimum herabsinkt. Die darüberliegenden Streuschichten bilden dann einen ausgezeichneten Schutz gegen das Austrocknen der darunterliegenden, indem sie dieselben vor Wärme und bewegter Luft schützen.

Am sechzehnten Tage (10. Juni) nach Beginn des oberwähnten Versuches wurde von den beschickten Tassen alles abtropfbare Wasser durch Auflegen von Glasplatten und Stürzen derselben entfernt, und dann des Weiteren durch fortgesetzte Wägungen beobachtet, in welcher Weise das von den Beschickungen noch festgehaltene Wasser im Wege der Verdunstung abgegeben wurde. Wir geben die diesfalls gefundenen Zahlen.

Es verdunsteten noch Gramme:

A m	Quarzsand	Erde	Laubstreu	Nadelstreu	Sphagnumrasen
11. Juni.	10·01	11·85	9·07	10·61	17·48
12.	8·42	11·76	9·25	11·20	17·20
13.	6·37	14·30	9·55	12·26	20·15
14.	3·03	10·95	8·06	10·07	15·74
15.	1·77	12·57	9·39	11·32	18·10
16.	0·82	13·01	10·98	12·06	20·50
17.	0·23	12·85	10·20	12·55	21·62
18.	0·02	10·62	9·64	11·70	20·43
19.	0·04	8·70	9·31	9·95	19·05
20.	—	6·19	7·72	6·63	14·77
21.	—	6·10	9·16	6·54	16·49
22.	—	6·00	9·13	6·30	15·89
23.	—	5·04	8·29	6·15	13·89
24.	—	3·75	8·41	5·39	10·45
25.	—	3·00	8·26	5·45	9·28
26.	—	1·10	5·44	4·08	6·50
27.	—	0·70	4·20	3·60	3·65
28.	—	0·40	4·05	2·20	2·80
29.	—	—	4·10	1·40	0·60
30.	—	—	3·50	0·70	0·80
In Summa	30·71	138·89	157·71	150·16	265·39

Während sonach der Quarzsand in etwa zehn Tagen alles Wasser durch Verdunstung abgab, welches er capillar zu halten im Stande war, brauchte die Erde hierzu beiläufig doppelt so lange; noch etwas länger Nadelstreu und Sphagnumrasen. Am hartnäckigsten aber bewahrte sich die Laubstreu ihre Feuchtigkeit und bedurfte in einer nur 4 Cm. dicken Schichte etwa 35 Tage, um aus dem durchnässten Zustande in den lufttrocknen überzugehen.

Wenn Ebermayer sagt, dass im Sommer bei trockenem Wetter und einer mittleren Temperatur von 15—16° R. nasse Waldstreu an einem mässig luftigen Orte schon nach zehn Tagen den grössten Theil des Wassers verloren habe, und dass sie circa 15—16 Tage brauche, um lufttrocken zu werden, so kann sich das nur auf ganz dünne, wohl vertheilt liegende Streuschichten beziehen, weil sich ja die Zeit, welche nasse Streu zum Austrocknen bedarf, ganz unverhältnissmässig mit der Dichtigkeit und Mächtigkeit ihrer Lagerung steigert. Wir haben diesfalls einige Versuche gemacht, deren Resultate wir in der unten gegebenen Tabelle anführen.

Je 500 Gramme der daselbst genannten vollkommen lufttrocknen Streusorten wurden in Säckchen von ganz feinmaschigem, wasserfestem Netzstoff eingebunden und dann bis zur vollen Sättigung unter Wasser gelassen. Als sie, herausgenommen, nicht mehr tropften, wurden diese Säckchen nebeneinander in einem Raume von ziemlich constanter Temperatur¹⁾

¹⁾ Die bezüglichlichen Daten stehen uns zur Verfügung; es schwankte die Temperatur während der ersten dreissig Versuchstage zwischen 8 und 14° C. und betrug die relative Feuchtigkeit in dem betreffenden Raume bei Tage etwa zwischen 70 und 92 Procent.

aufgehängt und durch täglich zur selben Zeit ausgeführte Wägungen bestimmt, welchen Percentsatz an Wasser dieselben enthielten.¹⁾ Die in der ersten Horizontalreihe befindlichen Ziffern dieser Tabelle geben, als Werthe der ersten Wägung, den Wassergehalt der genässten Streusorten in Gewichtsprocenten der lufttrocknen Streumaterialien; sie befinden sich in zufriedenstellender Uebereinstimmung mit den, von uns nach anderer Methode für die gedachten Streusorten gefundenen Capacitätswerthen.

Nach Tagen	Moosstreu					Laubstreu			Nadelstreu		
	<i>Leuco- bryum vulgare</i>	<i>Sphagnum acuti- folium</i>	<i>Thuidium tamarisci- num</i>	<i>Hyloco- mium triquetrum</i>	<i>Polytri- chum formosum</i>	Roth- buchen-, halbver- west	Roth- buchen-, unverwest	Roth- buchen-, grün	Tannen-, leicht verwest	Fichten-, leicht verwest	Schwarz- föhren-, unverwest
0	981	470	429	310	197	227	211	143	142	123	117
1	969	466	420	286	194	217	205	136	135	117	107
2	955	457	402	277	185	209	197	130	128	110	99
3	928	448	393	268	178	201	190	127	122	104	91
4	918	441	386	261	172	196	185	123	118	100	86
5	910	434	375	256	167	192	181	119	115	97	83
6	894	422	367	246	159	185	173	117	109	92	77
7	887	417	361	241	154	181	170	115	107	90	74
8	877	409	352	235	150	176	165	111	103	87	70
9	863	399	341	226	142	170	159	108	98	82	64
10	848	385	329	216	131	162	152	107	93	78	59
11	842	379	321	211	129	160	148	104	91	76	56
12	833	371	314	204	124	154	144	102	88	73	53
13	824	363	305	198	119	150	140	99	85	71	50
14	810	350	292	189	112	144	134	96	81	67	47
15	796	338	281	181	105	138	128	95	77	64	41
16	786	330	273	175	100	134	124	91	74	62	38
17	764	312	253	162	89	125	116	88	70	58	35
20	740	293	235	150	80	118	109	79	66	55	31
23	693	250	196	122	61	102	92	72	56	46	21
28	641	208	161	97	46	89	78	65	46	39	14
33	592	171	132	80	34	77	66	58	40	33	8
38	544	140	108	64	24	65	55	51	33	27	4
43	501	116	90	51	17	55	45	47	27	21	1
48	475	102	79	44	14	48	40	40	23	18	—
53	435	83	63	33	9	38	31	36	16	13	—
58	393	63	48	23	4	27	24	32	10	9	—
63	350	46	34	13	—	21	19	28	5	4	—
68	313	32	24	7	—	15	15	25	3	2	—
73	275	27	16	4	—	13	12	20	1	—	—
78	244	18	12	—	—	11	11	17	—	1	—
83	211	12	10	—	—	8	9	14	—	—	—

Wir verglichen sonach in dem erwähnten Versuche die Austrocknung für gleiche Gewichte lufttrockner Streusorten; weil aber die verschiedenen Streuarten so wechselnde Volumengewichte besitzen, und wieder andere im genässten Zustande, können die diesfalls gewonnenen

¹⁾ Das Ansaugevermögen (etwa 30½ Gr. pro Stück) und die Verdunstung der Säckchen (à 11·5 Gr.) wurde nach einem Nebenversuche entsprechend in Rechnung gebracht; sie würden aber die Zahlen, auch wenn dies vernachlässigt worden wäre, nicht allzuweit trüben, weil diese Fehlerquelle vorerst dem Gewichte der genässten Streu gegenüber verschwindet, dann aber die Netzhülle jener Theil ist, welcher zuerst sein Wasser abgibt.

Zahlen nur eine einseitige Vergleichbarkeit beanspruchen. 500 Gramme lufttrockenes *Leucobryum vulgare* besitzen etwa das fünffache, im genässten Zustande das sechsfache Volumen einer gleichen Gewichtsmenge Fichtenstreu. Richtiger würde man also die Austrocknung gleicher Volumina genässter Streu in Vergleichung ziehen können, was aber für in so kleinem Maasstabe ausgeführte Versuche andere Schwierigkeiten hätte.

Wenn wir auf das Resultat dieses Versuches übergehen, so ist es wieder die Moosstreu, welche sich durch ihre gewaltige wasseranhaltende Kraft auszeichnet. Unter den Moosen ist es das durch sein enormes Ansaugungsvermögen ausgezeichnete *Leucobryum vulgare*, welches am langsamsten austrocknete und bei unserem Versuche hierzu etwa einer Zeit von etwa 150 Tagen bedurfte. Näherungsweise ist die Austrocknungsgeschwindigkeit einer Streu ihrem Ansaugungsvermögen umgekehrt proportional; es trocknete daher *Sphagnum* langsamer aus als *Thuidium*, dieses langsamer als *Hylocomium*, und am raschesten das durch seine geringe wasserfassende Kraft ausgezeichnete *Polytrichum*, welches hierzu nur eine Zeit von beiläufig 58 Tagen brauchte.

Für Laubstreu erstreckte sich der Versuch nur auf Rothbuchenstreu, welche wir in halbverwestem, unverwestem und lufttrockenem grünem Zustande einbezogen. Dieselbe brauchte, um lufttrocken zu werden, länger als die untersuchten Nadelstreuarten, kürzere Zeit als Moosstreu von mittlerem Wasserfassungsvermögen. An den Zeitunterschied, um welchen halbverweste langsamer als unverweste Buchenstreu austrocknete, sei weiter kein Schluss geknüpft, doch daran erinnert, dass derselbe in dem zu erwartenden Sinne, wie unten für Föhrenstreu noch zur Erörterung kommt, statt hatte. Auffallend ist der Unterschied, dass grüne Buchenblätter (lufttrocken und dann genässt) zur Abgabe ihres geringeren Wassergehaltes derselben Zeit bedurften, wie gewöhnliche Rothbuchenstreu. Die fleischigeren Blätter mit intacter Cuticula, deren Zellinhalte sich in dem angesaugten Wasser zum Theile lösen und als schleimige, gummöse, schwer bewegliche Tröpfchen die Zellen erfüllen, vermögen das Wasser nicht so rasch abzugeben, als die dünneren, vielfach ladirten und eiweissstoffarmen abgestorbenen Blätter.

So wie die Nadelstreu unter den von uns behandelten Streuarten die geringste Capacität besitzt, so bildet sie auch die am raschesten austrocknende Streuart. Nach Massgabe ihres Ansaugungsvermögens trocknet wieder Tannenstreu langsamer als jene der Fichte, diese wieder langsamer als Föhrenstreu aus. Schwarzföhrenstreu, unter allen Streusorten am wenigsten mit den Eigenschaften begabt, welche im Allgemeinen der Streu zufallen, brauchte nach unserem Versuche etwa nur 44 Tage, um lufttrocken zu werden, während hierzu Fichtenstreu einer Zeit von etwa 70 Tagen, Tannenstreu etwa eben so lange bedurfte.

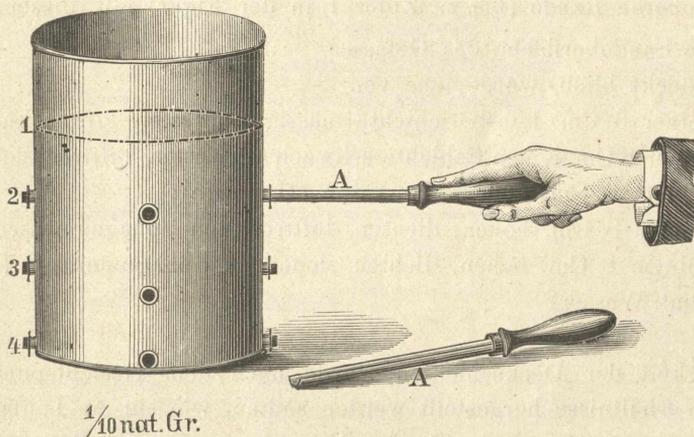
Wir haben im vorhergehenden Abschnitte (III) des Einflusses gedacht, welchen der Verwesungsgrad auf die wasserfassende Kraft einer Streusorte nimmt. Zweifelsohne bedarf stärker verweste Streu längerer Zeit zum Austrocknen, als minder verweste, und muss sich dies wieder bei der Föhrenstreu, deren Capacität sich mit dem Verwesungsgrade merkbar steigert, zumeist geltend machen. Mit ihrer Verwesung lagert sie sich inniger zusammen, wodurch der Luftzutritt, auch wenn sich ihre wasseranhaltende Kraft hierdurch nicht ändern sollte, was aber nicht anzunehmen ist, verringert und ihre Austrocknung verlangsamt wird.

V. Versuche über die Bedeutung von Moosdecken und Waldstreu für die Verdunstung aus dem darunter liegenden Boden.

Wir befassen uns nun mit der Behandlung der Frage: welchen und wie weit gehenden Schutz gewähren verschiedenartige Bedeckungen gegen die Wasserverdunstung aus dem Boden?

Von Seite des Herrn k. k. Ministerialrathes Dr. J. R. Lorenz von Liburnau wurde dem Verfasser dieses Berichtes der Auftrag ertheilt, eine Beobachtungsreihe in einem geschlossenen Raume, dessen Temperatur man beliebig beherrschen könne, und zwar mit grösseren Gefässen durchzuführen, welche, mit entsprechendem gleichförmig feuchtem Bodenmaterial besetzt und mit verschiedenen Moos- oder Streubedeckungen versehen, durch angesetzte seitliche, wohl verschliessbare Tuben die Entnahme von Proben des Beschickungsmaterials für Trockenbestimmungen gestatten sollten.

In Ausführung dieser Aufgabe wurden cylindrische Gefässe (siehe Figur) von Zinkblech mit einem Durchmesser von 29.9 Cm., sonach von etwa 700 □Cm. Querschnittsfläche und 50 Cm. Höhe hergestellt, welche in den Richtungen zweier auf einander senkrecht stehender Durchmesser kurze mit Pfropfen verschliessbare Röhrenansätze für die Probeentnahmen besaßen.



Nachdem es sich hier um vergleichende Versuche, nicht um die Gewinnung absoluter Zahlen handelte, durfte für die Beschickung eine der Versuchsmethode möglichst günstige Bodenart gewählt werden. Humöse Böden enthalten die sie bildenden Bestandtheile selten in hinreichend gleichförmiger Mischung und theilen mit den lehmigen Böden die Eigenschaft, dass sie nur sehr langsam, für derartige Versuche zu langsam, austrocknen. Vorversuche sprachen für die Verwendung sandigen Bodenmaterialies und verwendeten wir zu den Versuchen den, durch Hochwasser in gleichförmiger Korngrösse feingeschlämmt angetragenen Welsand aus dem Bette des Wienflusses bei Mariabrunn. Dieser kieselarme Sand ist das mechanische Zersetzungsproduct des Wiener-Sandsteines.

Mit den oben beschriebenen Blechgefässen wurden zwei, dem Sinne nach ganz dieselben Fragen behandelnde Versuchsreihen durchgeführt, von denen wir eine mit A, die andere als die Reihe B bezeichnen wollen.

Versuchsreihe A.

Es wurden sechs derartige Gefässe in Verwendung gebracht und wurde dabei folgendermaassen vorgegangen.

Schon Monate vor Beginn des Versuches war der zur Beschickung bestimmte feine Wellsand, feucht wie er gegraben wurde, in einem feuchten Keller als compacter Haufen abgelagert worden. Am 23. December 1878 wurde derselbe einen halben Arbeitstag lang von kräftiger Hand durcheinander geschaufelt, um eine möglichst gleichförmige Mischung der mehr und minder feuchten Sandpartien zu erzielen. Dann wurden demselben an den verschiedensten Stellen Proben entnommen und zu Trockenbestimmungen verwendet, welche die Feuchtigkeitswerthe

4·21 Procent Wasser

4·27

4·45

4·54

4·75

5·02

" " "

im Mittel also 4·54 Procent Wassergehalt für den Sand ergaben.

Die für den Versuch bestimmten sechs Gefässe, an welchen alle für die Probeentnahmen bestimmten Oeffnungen mit Kautschukstöpseln dicht verspundet waren, wurden gleichzeitig bis 10 Cm. vom oberen Rande (bis zu Ziffer 1 in der Figur) mit diesem Sande beschickt.

Während die Sandoberfläche des Gefässes

- I. unbedeckt blieb, wurde jene von
- II. mit einer 8 Cm. hohen Schichte mässig verwester, lufttrockner Tannenstreu;
- III. mit einer 8 Cm. hohen Schichte schwach verwester, lufttrockner Rothbuchenstreu;
- IV. mit einem 4 Cm. hohen Moosrasen (Hypneen);
- V. mit einem 8 Cm. hohen, dichten, lufttrocknen Sphagnumrasen;
- VI. mit einem 8 Cm. hohen, dichten, lebenden Sphagnumrasen (mit etwa 397 Procent Wasser)

bedeckt.

Die Mächtigkeit der Deckschichten wurde nach dem Gesichtspunkte gewählt, dass möglichst solche Verhältnisse hergestellt werden sollten, wie sie am häufigsten in der Natur vorkommen. Aus diesem Grunde wurde der Hypneenrasen nur halb so mächtig genommen als die Streu- und Sphagnumschichten. Der Sinn dieser Versuche ist also der: zu zeigen, wie sich die in der Natur thatsächlich am öftesten vorkommenden Streu- und Mooschichten als Schutz gegen die Verdunstung aus dem Boden verhalten. Man hätte die Sache auch so einleiten können, dass man durchwegs Deckschichten von gleicher Mächtigkeit genommen hätte, allein hiedurch hätte die Vergleichbarkeit nichts gewonnen; denn nicht nur die Mächtigkeit, sondern auch die Dichtigkeit der Schichtung oder Verfilzung entscheidet, und man kann gar nicht bestimmen, wie mächtig und dicht zugleich zum Beispiel eine Laubstreu- schichte sein müsste, damit sie genau einer Mooschichte von bestimmter Mächtigkeit und Dichtigkeit äquiparire; und umgekehrt ist die 8 Cm. dicke Hypneenschichte keineswegs gleichwerthig mit einer 8 Cm. dicken Sphagnumschichte, selbst wenn beide etwa vorher dem gleichen Druck ausgesetzt wurden. Wir haben also als Vergleichungspunkt nur genommen: die Mächtigkeit, Structur und Lagerung der in Wäldern oft vorkommenden Streu- und Moosdecken.

Die derart für den Versuch vorbereiteten Gefässe wurden nebeneinander in einem geschlossenen unbewohnten grossen Zimmer des ersten Stockwerkes aufgestellt, welches während der Monate Jänner, Februar, März und April geheizt wurde und sich späterhin unter dem Einflusse der jeweiligen Witterung befand, soweit diese überhaupt auf einen mit Fenstern geschlossenen Raum sich geltend macht.¹⁾

Vorversuche hatten ergeben, dass unter den in diesem Raume stattgehabten Wärme- und Feuchtigkeitsverhältnissen Probeentnahmen nach je einmonatlichen Pausen angezeigt waren und wurden die Trockenbestimmungen am 23. Jänner, 24. Februar, 24. März, 23. April, 23. Mai und 23. Juni vorgenommen. Die Probeentnahme geschah nach Entfernung des betreffenden Spundes durch Einstechen eines Löffelbohrers (A in der Figur), und wurden bei dem geringen Wassergehalte des Sandes, je nach dem Feuchtigkeitsgrade desselben, Proben von 20—40 Gr. verwendet; dieselben wurden auf Uhrschildchen bei 110—115° C. im Thermostaten getrocknet. Durch Zweifel angeregte mehrfach vorgenommene Controlbestimmungen ergaben, dass hierbei der Feuchtigkeitsgehalt des Sandes etwa auf $\frac{1}{10}$ Procent genau bestimmt wurde; doch veranlassten die kleinen Ungleichförmigkeiten des Beschickungsmaterials und namentlich kleine organische Beimischungen in demselben Fehler bis zu $\frac{2}{10}$, höchstens $\frac{3}{10}$ Procent. Ueber den Werth der Methode und die Verlässlichkeit der Bestimmungen wird wohl die Harmonie der Zahlen, welche wir, wie sie sich durch die Rechnung ergaben, folgen lassen, ein günstiges Urtheil begründen. Die in der Rubrik „Probe“ angeführten Ziffern bedürfen unter Beziehung auf die Figur im Texte keiner weiteren Erklärung.

Tabellen zur Versuchsreihe A.

Feuchtigkeitsgehalt des Sandes, mit welchem die Gefässe am 23. December 1878 beschickt wurden, im Mittel 4·54 Procent. Folgende Tabelle gibt den Wassergehalt desselben nach monatlichen Pausen in Gewichtsprocenten des feuchten Sandes.

23. Jänner.

P r o b e	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
	Sand, frei	Tannenstreu	Rothbuchenstreu	Hypnumrasen ²⁾	Sphagnumrasen, lufttrocken	Sphagnumrasen, lebend ²⁾
1. Oberfläche	0·48	2·35	4·14	1·33	1·40	3·62
2.	3·09	3·67	4·19	3·37	3·47	3·97
3.	4·25	4·35	4·48	4·39	4·39	4·52
4.	4·50	4·83 ³⁾	4·79 ³⁾	4·50	4·59 ³⁾	4·97 ³⁾
Im Mittel	3·08	3·80	4·40	3·40	3·46	4·27

¹⁾ Nach täglich einmaligen Ablesungen an einem Maximum-Minimum-Thermometer von Casella betrug die mittlere Temperatur, berechnet als Mittel der jeweiligen Tagesextreme, für die in Betracht kommenden Zeitabschnitte wie folgt: 23. December bis 23. Jänner 18·6° C., 23. Jänner bis 24. Februar 14·3° C., 24. Februar bis 24. März 16·7° C., 24. März bis 23. April 16·5° C., 23. April bis 23. Mai 9·7° C., 23. Mai bis 23. Juni 14·4° C.

²⁾ Mit fortschreitender Austrocknung mussten die lebenden Moosrasen sehr bald absterben und waren schon Mitte März vollends todt.

³⁾ Es fällt auf — und kommt auch in einer folgenden Tabelle vor — dass einige Ziffern höheren Feuchtigkeitsgehalt ausweisen, als der Sand bei der Beschickung hatte; es mag dies zum Theile an den Fehlerquellen der Methode liegen, doch haben wir wiederholt auch bei so geringem Wassergehalte des Sandes ein Sickersen der Feuchtigkeit nach abwärts wahrnehmen können.

24. Februar.

Probe	I. Sand, frei	II. Tannenstreu	III. Rothbuchen- streu	IV. Hypnum- rasen	V. Sphagnum- rasen, lufttrocken	VI. Sphagnum- rasen, lebend
1. Oberfläche	0·60	1·86	3·33	0·78	0·90	1·12
2.	0·69	3·34	4·14	2·95	2·82	3·42
3.	4·22	4·29	4·27	4·32	4·10	4·33
4.	4·17	4·62	4·67	4·37	4·30	4·75
Im Mittel	2·42	3·53	4·10	3·11	3·03	3·41

24. März.

1. Oberfläche	0·55	1·26	2·76	0·79	0·94	0·78
2.	0·62	3·22	3·51	2·33	2·07	3·74
3.	3·68	4·39	4·25	3·64	3·56	4·10
4.	3·96	4·56	4·46	4·35	4·31	4·27
Im Mittel	2·20	3·36	3·75	2·78	2·72	3·22

23. April.

1. Oberfläche	0·71	1·22	2·37	0·72	0·86	0·97
2.	0·90	2·92	3·22	2·16	2·25	2·43
3.	2·82	4·01	3·39	3·38	3·48	3·82
4.	3·58	4·36	4·29	3·86	3·90	3·64
Im Mittel	2·00	3·13	3·32	2·53	2·62	2·72

23. Mai.

1. Oberfläche	0·64	1·20	2·10	0·82	0·67	0·73
2.	0·82	2·35	3·16	1·18	2·12	2·25
3.	2·76	3·43	3·53	3·21	3·14	3·26
4.	3·14	3·87	3·88	3·90	3·31	3·46
Im Mittel	1·84	2·71	3·17	2·28	2·31	2·43

23. Juni.

1. Oberfläche	0·58	1·22	1·07	0·88	0·68	0·74
2.	0·70	2·36	3·47	0·78	1·88	1·88
3.	2·53	3·25	3·44	2·93	2·64	2·98
4.	2·64	3·35	3·49	3·17	3·04	3·68
Im Mittel	1·61	2·55	2·87	1·94	2·06	2·32

Obwohl die vorstehenden Zahlen für sich sprechen, wollen wir doch im Interesse der Uebersichtlichkeit eine Zusammenstellung der monatlichen Mittelwerthe geben.

Zusammenstellung der monatlichen Mittelwerthe.

Tag der Proben- entnahmen	I. Sand, frei	II. Tannenstreu	III. Rothbuchen- streu	IV. Hypnum- rasen	V. Sphagnum- rasen, lufttrocken	VI. Sphagnum- rasen, lebend
23. Jänner	3·08	3·80	4·40	3·40	3·46	4·27
24. Februar	2·42	3·53	4·10	3·11	3·03	3·41
24. März	2·20	3·36	3·75	2·78	2·72	3·22
23. April	2·00	3·13	3·32	2·53	2·62	2·72
23. Mai	1·84	2·71	3·17	2·28	2·31	2·43
23. Juni	1·61	2·55	2·87	1·94	2·06	2·32
Im Mittel	2·19	3·18	3·60	2·67	2·70	3·06

Durch diese Zahlen erhalten wir eine beiläufige Vorstellung über die Wirkung jeder wie immer gearteten Bedeckung, welche dem Boden nicht selbst Wasser entzieht, als Schutz gegen die Verdunstung der Feuchtigkeit aus diesem. Man darf gegen unsere Zahlen nicht einwenden, dass es sich nur um Unterschiede von 2—3 Procent Wassergehalt handelt. Unser specifisch schweres Beschickungsmaterial von ausnehmend geringer Wassercapacität enthielt anfangs nur 4·54 Gewichts-Procente Wasser und erstrecken sich die Unterschiede sonach auf 50 und 70 Procent der im Sande überhaupt vorhanden gewesenen Feuchtigkeit. Würden wir ein Beschickungsmaterial von hoher Wassercapacität, z. B. sehr humöse Erde, verwendet haben, so würden sich freilich mehr in die Augen springende Unterschiede ergeben haben, ohne dass jedoch der Versuch darum sprechender oder exacter geworden wäre. Bei unseren Versuchen war zwar gegenüber den im Freien stattfindenden Verhältnissen ein für die Feuchtigkeitsverhältnisse im Boden einflussreicher Factor ausgeschlossen — der directe Sonnenstrahl, welcher das Wasser den obersten Bodenschichten gewaltsam entzieht, gewalt-samer als es diffuse Wärme vermag, und es mittelbar aus tieferen Schichten capillar nach-saugt; es fehlte unseren Versuchen ferner die, in ihrer Intensität durch sprungweise Erwärmung und Abkühlung des Bodens und der Luft bedingte Bodendurchlüftung, welche bald feuchtigkeitsvertheilend, bald feuchtigkeitsentführend wirken muss, letzteres aber namentlich im unbedeckten Boden; doch darf die Eliminirung solcher complicirter und unberechenbarer Einflüsse bei vergleichenden Versuchen nur als ein Vortheil betrachtet werden.

Wenn wir ins Detail der Ziffern eingehen, so finden wir zunächst, dass der für die Beschickung verwendete Sand lufttrocken noch etwa 0·60—0·90 Procent Wasser enthielt.

Nach Schluss des Versuches, also nach sieben Monaten, war die vollständige Austrocknung desselben in dem Gefässe I (unbedeckt) bis über 20, nicht aber bis zu 30 Cm. Tiefe vorgeschritten; doch war den tieferen Schichten auf capillarem Wege so viel Wasser entzogen worden, dass sie davon nur mehr 2·53 Procent, beziehungsweise 2·64 Procent, gegen ursprüngliche 4·54 Procent besaßen. Nur noch unter dem Hypnumrasen konnte die Austrocknung bis zu beiläufig gleichen Tiefen vordringen, doch mit dem Unterschiede, dass den tieferen Schichten weit mehr Wasser geblieben war, als den gleich tiefen Schichten

unter der unbedeckten Sandoberfläche. Unter den übrigen Bedeckungen war die Austrocknung des Sandes nach siebenmonatlicher Versuchsdauer nirgends bis zu 20 Cm. Tiefe vorgeschritten, und nur unter den beiden Sphagnumpolstern würde sie bald diese Zone erreicht haben. Unter den Bedeckungen von lufttrockner Tannen- und Rothbuchenstreu erhielt sich die Feuchtigkeit des Sandes am längsten, länger als unter dem wasserreichen lebenden Sphagnum, und war es bei den Gefässen II und III nach Schluss des Versuches noch nicht einmal zu einer Austrocknung der obersten Schichte des Sandes gekommen. Die Buchenstreu übertraf in dieser Beziehung noch weitaus die Tannenstreu, wie aus der Vergleichung der Ziffern namentlich der für die ersten Monate erhaltenen, klar wird.

Mit Zugrundelegung jener Ziffern, welche wir als beiläufigen Ausdruck für den mittleren Feuchtigkeitsgehalt des Sandes in den verschiedenen Gefässen nach der Trockenbestimmung vom 23. Juni eingestellt haben, waren während der Versuchsdauer von einem ursprünglichen Wassergehalte mit 4·54 Procent

dem unbedeckten Sande	$4\cdot54 - 1\cdot61 = 2\cdot93$ Procent oder 64·5 Procent	
mit Tannenstreu bedeckten Sande	$4\cdot54 - 2\cdot55 = 1\cdot99$	43·8
Rothbuchenstreu bedeckten Sande	$4\cdot54 - 2\cdot87 = 1\cdot67$	36·8
Hypnumrasen bedeckten Sande	$4\cdot54 - 1\cdot94 = 2\cdot60$	57·3
lufttrockn. Sphagnumrasen bedeckten Sande	$4\cdot54 - 2\cdot06 = 2\cdot48$	54·6
lebendem	$4\cdot54 - 2\cdot32 = 2\cdot22$ „	44·5

der gesammten ursprünglich vorhanden gewesenen Feuchtigkeit durch Verdunstung verloren gegangen.

Ueber den Vortheil oder Nachtheil, welchen Moose für die Erhaltung der Bodenfeuchtigkeit zu bringen vermögen, lässt sich nach diesem Versuche noch nicht aburtheilen; gewiss scheint es uns nur, dass sie nach Umständen den Schutz einer Bodenbedeckung gewähren und dass sie kein ausgesprochenes Vermögen besitzen, dem Untergrunde gewaltsam Wasser zu entziehen. Käme ihnen diese letztere Eigenschaft zu, so würde sie wohl den Sphagnen am sichersten zukommen, und hätte sich dies bei unserem Versuche am lebenden oder lufttrocknen Sphagnum zeigen müssen. Wahrscheinlich versorgen sich die Moose anderweitig, zunächst mit meteorischem Wasser, oder nehmen es dem Boden doch nur dann, wenn er es an ihnen zugänglicher Stelle in Ueberfluss besitzt. Hierüber sollen jedenfalls noch weitere Untersuchungen folgen.

Versuchsreihe B.

Am 22. Februar 1879 wurde der Rest des Sandhaufens, von welchem schon die Beschickungen für die Versuchsreihe A bestritten worden waren, wieder stark durcheinander geschaufelt. An sieben Stellen demselben entnommene Proben ergaben mit den Grenzwerten 4·29 und 5·12 Procent einen mittleren Feuchtigkeitsgehalt von 4·82 Procent; es hatte sonach der Wassergehalt des Sandes in der feuchten Kellerluft zugenommen. Mit diesem Sande wurde eine weitere Versuchsreihe, ganz analog der schon beschriebenen, inscenirt, zu welcher zehn Blechgefässe der oben beschriebenen Construction (Figur oben) verwendet wurden. Nur waren diesmal zurerspundung der für die Probeentnahmen bestimmten Oeffnungen keine Kautschuk-, sondern Korkpfropfen verwendet worden; wogegen bei den späteren Probeentnahmen vorsichtig die den Pfropfen nahegelegenen Sandpartien ausgeschieden wurden. Die zehn Gefässe wurden wieder bis zu 10 Cm. vom oberen Rande (1 in der Figur)

Tabellen zur Versuchsreihe B.

Feuchtigkeitsgehalt des Sandes, mit welchem die Gefäße am 22. Februar beschickt wurden
= 4·82 Procent.

Wassergehalt in Gewichts-Procenten des feuchten Sandes.

23. März.¹⁾

P r o b e	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	XIII.	XIV.	XV.	XVI.
	Sand, frei	Mit Erde	Mit Roth- buchen- streu	Mit Roth- buchen- streu, ver- tical ge- schichtet	Mit feucht erhaltener Buchen- streu	Mit Fichten- streu	Mit Schwarz- föhren- streu	Mit leb. Rasen- narbe	Mit leb. Hypnum- rasen	Mit leb. Sphagnum- rasen
1. Oberfläche .	0·63	3·06	3·27	3·39	6·23	3·31	2·80	3·11	4·26	4·35
2.	3·27	4·30	4·48	4·39	5·97	4·34	4·23	4·10	4·59	4·81
3.	4·36	4·71	4·96	5·10	5·13	4·68	4·56	4·74	5·10	5·08
4.	5·09	4·91	5·41	5·33	5·56	5·01	5·14	5·13	5·29	5·44
Im Mittel	3·34	4·25	4·53	4·55	5·72	4·34	4·18	4·27	4·81	4·92
24. April.										
1. Oberfläche .	0·76	2·36	3·06	3·00	5·19	2·43	2·12	3·12	3·62	4·39
2.	3·03	3·83	4·12	4·08	5·97	4·06	3·73	3·92	4·21	4·87
3.	4·15	4·35	4·76	4·63	6·20	4·47	4·27	4·33	4·86	4·99
4.	4·30	4·78	4·84	5·18	6·74	5·03	4·84	4·99	5·19	5·40
Im Mittel	3·06	3·83	4·20	4·22	6·03	4·00	3·74	4·09	4·47	4·91
24. Mai.										
1. Oberfläche	0·68	1·82	2·99	3·03	5·32	2·27	2·35	3·15	3·44	3·87
2.	2·76	3·37	3·95	3·61	5·36	3·73	3·49	3·91	4·21	4·44
3.	3·75	4·17	4·28	4·52	5·41	4·33	4·10	4·39	4·45	4·98
4.	4·28	4·38	4·89	4·79	6·60	4·40	4·21	4·51	4·76	5·37
Im Mittel	2·86	3·44	4·03	3·99	5·67	3·68	3·54	3·99	4·22	4·67
24. Juni.										
1. Oberfläche .	0·78	1·63	2·79	2·42	4·57	2·11	2·00	2·24	2·97	4·03
2.	2·29	2·96	3·55	3·23	4·81	3·03	3·13	3·54	3·83	4·74
3.	2·99	3·58	3·81	3·83	5·38	3·83	3·70	3·86	3·99	4·87
4.	3·66	3·98	4·63	4·03	6·62	3·95	3·93	4·59	4·37	4·99
Im Mittel	2·43	3·04	3·70	3·38	5·35	3·23	3·19	3·56	3·79	4·66

¹⁾ Die Temperaturdaten sind dieselben, welche wir in einer Anmerkung der vorhergehenden Tabelle gegeben haben; vom 24. Juni bis 24. Juli betrug die mittlere Temperatur 17·9° C.

24. Juli.

P r o b e	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	XIII.	XIV.	XV.	XVI.
	Sand, frei	Mit Erde	Mit Rothbuchenstreu	Mit Rothbuchenstreu, vertical geschichtet	Mit feucht erhaltener Buchenstreu	Mit Fichtenstreu	Mit Schwarzföhrenstreu	Mit leb. Rasenarbe	Mit leb. Hypnumrasen	Mit leb. Sphagnumrasen
1. Oberfläche	0·56	1·49	2·46	2·24	4·60	1·72	1·16	1·58	2·25	4·06
2.	1·90	2·78	3·40	3·13	4·53	3·03	2·90	3·25	3·48	4·47
3.	2·97	3·53	3·94	3·95	5·49	3·82	3·41	3·72	3·85	4·63
4.	3·28	3·64	4·33	3·97	6·13	4·06	3·41	3·82	4·34	4·87
Im Mittel	2·18	2·86	3·53	3·32	5·19	3·16	2·72	3·09	3·48	4·51
Zusammenstellung der monatlichen Mittelwerthe.										
Tag der Probenentnahme	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	XIII.	XIV.	XV.	XVI.
	Sand, frei	Mit Erde	Mit Rothbuchenstreu	Mit Rothbuchenstreu, vertical geschichtet	Mit feucht erhaltener Buchenstreu	Mit Fichtenstreu	Mit Schwarzföhrenstreu	Mit leb. Rasenarbe	Mit leb. Hypnumrasen	Mit leb. Sphagnumrasen
23. März	3·34	4·25	4·53	4·55	5·72	4·34	4·18	4·27	4·81	4·92
24. April	3·06	3·83	4·20	4·22	6·03	4·00	3·74	4·09	4·47	4·91
24. Mai.	2·87	3·44	4·03	3·99	5·67	3·68	3·54	3·99	4·22	4·67
24. Juni	2·43	3·04	3·70	3·38	5·35	3·23	3·19	3·56	3·79	4·66
24. Juli.	2·18	2·86	3·53	3·32	5·19	3·16	2·72	3·09	3·48	4·51
Im Mittel	2·78	3·48	4·00	3·89	5·59	3·68	3·47	3·80	4·15	4·73

Wir haben zu diesen Ziffernergebnissen nur wenig zu bemerken. Der Art der Versuchsanstellung nach liegt das Resultat in diesen Zahlen, und was wir ihnen beifügen können, kann nur eine Uebertragung derselben in Worte sein.

Wie schon die oben beschriebene Versuchsreihe A, offenbart auch diese die Bedeutung jeder wie immer gearteten Bedeckung als Schutz gegen die Verdampfung des Wassers aus darunterliegenden Schichten. Ob es der mechanische Abschluss der Luft allein ist, welcher sich hier geltend macht, oder ob eine Condensation der Wasserdämpfe an den die Wärme schlecht leitenden Bedeckungen statthat und die an denselben niedergeschlagene Feuchtigkeit gelegentlich nach Umständen wieder in den darunterliegenden Boden zurückgeführt und condensirt wird, mag dahingestellt bleiben. Selbst eine Decke lufttrockner, loser Erde erweist sich diesbezüglich als Schutz, als ein Schutz von derselben Bedeutung, wie ihn etwa eine gleichmächtige Schichte mässig verwester Föhrenstreu bietet. Abgesehen von den werthvollen Eigenschaften, welche Streu überhaupt für die Wärmeverhältnisse und das Nährcapital des Bodens geltend machen kann, würde lufttrockner Föhrenstreu hiernach kein oder nur ein unbedeutender Einfluss auf die Feuchtigkeitsverhältnisse im Boden zukommen; doch bleibt die, für natürliche Verhältnisse wichtigere Frage offen, wie sich diesfalls feuchte Erde, überhaupt verschiedene Bodenarten, und feuchte Föhrenstreu verhalten. Schon etwas ausgiebiger conservirt die Fichtenstreu die Feuchtigkeit des darunter liegenden Bodens, und hatte der mit solcher bedeckte Sand nach fünfmonatlicher Versuchsdauer nur vier Fünftel jener Feuchtigkeit verloren, welche der unbedeckte Sand durch Verdunstung abgegeben hatte. In noch höherem Masse gilt dies von der Rothbuchenstreu (wohl Laubstreu im Allgemeinen),

deren horizontalblättriges Gefüge den aus dem Untergrunde aufsteigenden Wasserdämpfen hinderlich im Wege steht. Um die Bedeutung dieser horizontalen Schichtung klarzustellen, hatten wir das Gefäß X mit einer Bedeckung von künstlich dicht vertical geschichteter Buchenstreu versehen. Während der ersten Monate des Versuches ergaben die Trockenbestimmungen für die Gefäße IX und X ziemlich conforme Zahlen; erst späterhin, nach dem vierten und fünften Monate, machten sich im Feuchtigkeitsgehalte des Sandes beider Unterschiede in dem a priori vermutheten Sinne geltend, wohl bedeutend genug, um aufzufallen, aber darum wahrscheinlich nicht bedeutender, weil, um den, die Bedeckung von X bildenden Rothbuchenblättern eine dauerhafte verticale Lage zu sichern, ein dichtes Einpressen derselben nothwendig war.

Der mit leichtgefeuchteter Buchenstreu bedeckte Sand verringerte während der Versuchsdauer nicht nur nicht seine Feuchtigkeit, sondern zog während der ersten Monate noch solche aus der darüberliegenden Streu an sich, und seine mittlere Feuchtigkeit war nach Schluss des Versuches bedeutend grösser, als zu Beginn desselben. Wohl ging unter Einfluss der in den Monaten Juni und Juli stattgehabten höheren Temperatur Wasser im Wege der Verdampfung verloren, allein weit langsamer und in unvergleichlich geringerem Maasse, als dies durch lufttrockne Streu geschah. Dieser Versuch repräsentirt aber natürliche Verhältnisse und illustriert die Bedeutung geschlossener, stets mehr minder feuchter Streudecken für die Feuchtigkeit im Boden. Die stagnirende, wassergesättigte Luft zwischen den feuchten Streupartikelchen schützt die Oberfläche des darunter liegenden Bodens vor der Austrocknung und bewahrt tieferen Schichten mittelbar die Feuchtigkeit, weil diese nicht gezwungen werden, ihr Wasser auf capillarem Wege an höhere Schichten, oder in Berührung mit sich im Boden bewegender trockner Luft an diese letztere, abzugeben.

Der Versuch mit Gefäß XIV war, wegen des erwähnten frühen Absterbens der Grasnarbe, kein massgebender. Er könnte nur allenfalls beweisen, dass ein dichter Wurzelfilz, welcher dem Untergrunde selbst kein Wasser raubt, Schutz gegen die Verdunstung aus demselben gewähren kann.

Nach Versuch XV erwies sich die Bedeutung eines dichten, niederen, lebenden Moosrasens (*Hypneen*) als sehr fraglich. Bewahrte derselbe anfänglich auch, fortwährend oberflächlich benetzt, dem Untergrunde die Feuchtigkeit, so nahm diese jedoch, sobald die Benässung eingestellt wurde, sowie mit Eintritt höherer Temperatur sehr rasch ab und war bei Schluss des Versuches so gering, wie die jenes Sandes, welcher nur mit einer Schichte lufttrockner Buchenstreu bedeckt gewesen war.

Ganz anders verhielt es sich mit dem Sphagnumrasen. Die diesbezüglichen Ziffern beweisen, dass niemals eine massgebende Wanderung der Feuchtigkeit aus der Sphagnumbedeckung in den darunter befindlichen Sand statthatte. Auch nachdem die oberflächliche Benetzung der Bedeckung eingestellt wurde (24. Juni), machte die Austrocknung des Sandes keine sonderlich bemerkbaren Fortschritte, und betrug der gesammte Feuchtigkeitsverlust desselben nach fünfmonatlicher Versuchsdauer, wenn wir seinen Feuchtigkeitsgehalt bei Beginn des Versuches = 100 setzen, nicht ganz $6\frac{1}{2}$ Procent. Hiernach muss man allerdings annehmen, dass die ausgebreitet und in mächtigen Lagen auftretenden Sphagnen etwas zur Erhaltung der Feuchtigkeit im Boden beitragen. Zu beantworten bleibt aber noch die andere, für die Praxis massgebendere Frage, ob Sphagnen denn überhaupt auf Böden vorkommen, welche das für die Waldvegetation erforderliche Wasser zuweilen nicht besitzen; eine Frage, die wohl nur mit „Nein“ zu beantworten sein wird.

Unter Benützung der Ziffern, welche wir als Ausdruck für den mittleren Feuchtigkeitsgehalt des Sandes bei den verschiedenen Einzelversuchen nach der Bestimmung vom 24. Juli in der Tabelle gegeben haben, waren nach Beendigung des Versuches von einem ursprünglichen Wassergehalte pr. 4·82 Procent

dem unbedeckten Sande	$4·82 - 2·18 = 2·64$ Procent oder 54·8 Procent	
mit lufttrockner Erde bedeckten Sande	$4·82 - 2·86 = 1·96$	40·7
Rothbuchenstreu bedeckten Sande .	$4·82 - 3·53 = 1·29$	26·8
„ (vertical geschichtet)		
bedeckten Sande	$4·82 - 3·32 = 1·50$	31·1
mit gefeuchteter Rothbuchenstreu bedeckt. Sande	(nichts verloren gegangen)	
lufttrockner Fichtenstreu	$4·82 - 3·16 = 1·66$ Procent oder 34·4 Procent	
„ Föhrenstreu	$4·82 - 2·72 = 2·10$	43·6
einer lebenden Grasnarbe	$4·82 - 3·09 = 1·73$	35·9
lebendem Hypnumrasen	$4·82 - 3·48 = 1·34$	27·8
„ Sphagnumrasen	$4·82 - 4·51 = 0·31$	„ 6·3 „

der gesammten bei Beginn des Versuches in ihm vorhanden gewesenen Feuchtigkeit durch Verdunstung verloren gegangen.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mitteilungen der forstlichen Bundes-Versuchsanstalt Wien](#)

Jahr/Year: 1881

Band/Volume: [2_1881](#)

Autor(en)/Author(s): Riegler Wahrmond

Artikel/Article: [Beiträge zur Lehre von den Moosdecken und von der Waldstreu. 200-233](#)