

**ERNEUERUNG DER LOODVEGETATION
DURCH KEIMLINGE IN OST-HARRIEN
(ESTLAND)**

VON

G. VILBERG

TARTU 1929

C. Mattiesen, Tartu (Dorpat).

Einleitung.

Die vorliegende Arbeit ist im Sommer des Jahres 1923 begonnen worden, im selben Jahre sind auch die erforderlichen Analysen in der Natur gemacht und das hier vorliegende Material gesammelt worden. In den folgenden Sommern sind von Zeit zu Zeit Beobachtungen über die auf dem Lood vorhandenen Vegetationsmöglichkeiten der Pflanzen angestellt worden, auch wurden Temperaturfragen behandelt. Die Beobachtungen wurden auch auf andere Loodgebiete in Ost- und West-Eesti übertragen. Die dabei gewonnenen Daten sind von mir zwecks Vergleich mit denjenigen von Ost-Harrien angeführt worden.

Die endgültige Durcharbeitung des Materials wurde mir im Jahre 1927 und 1928 im Botanischen Institut der Wiener Universität, unter der freundlichen Leitung von Prof. Dr. R. v. Wettstein ermöglicht, der mir bei der Lösung dieser Fragen nützliche Winke und Anleitung gegeben hat, wofür ich an dieser Stelle Prof. Wettstein meinen besten Dank ausspreche.

Vorher hat mir, bei der Zusammenstellung des Arbeitsplanes, mein Lehrer und Freund Prof. Dr. K. Linkola - Helsinki grosse Hilfe erwiesen; ebenso sind es gerade Prof. Linkola's Wiesenuntersuchungen in Finnland am Ladogasee, im Frühsommer 1923, gewesen, an welchen ich teilnehmen durfte und die mich zu der vorliegenden Arbeit veranlasst und angespornt haben. Daher sei mir erlaubt, mit grösster Hochachtung Prof. Linkola hier zu erwähnen, und auch allen anderen, die mir bei den Vorarbeiten behilflich waren, meinen Dank auszusprechen.

Der Verfasser.

Geographisch-geologische Übersicht.

In Nord-Eesti liegen die anstehenden Schichten des Ordoviziums und Silurs (B e k k e r 1922, 1923, 1925) fast in ihrer ganzen Ausdehnung nahe der Oberfläche. Hier und da sind sie fast ganz entblösst, oder sie werden von einer dünnen Verwitterungsschicht oder einer mehr oder weniger mächtigen Moränendecke bedeckt und bilden eine stellenweise schwach hügelige Kalksteinenebene (G r a n ö 1925, S. 8). Im Norden wird diese Ebene grösstenteils vom Glint begrenzt, der stellenweise deutlich ausgeprägt und steil, an anderen Stellen wiederum niedrig ist und sich unter mehr oder weniger mächtigen, nach dem Süden zu auskeilenden Moränen- und Sanddecken verliert. Im Süden wird die Kalksteinenebene mehrfach von niedriger gelegenen Gebieten begrenzt, die von Sumpfwiesen oder Hochmooren eingenommen werden; hinter diesen liegen Kuppen und Rücken von Grundmoränen mit Heuschlägen und Feldern. Die Kalksteinenebene, die auf diese Weise als einseitig begrenztes Tafelhochland dasteht, wird teils von Feldern eingenommen, namentlich dort, wo die reichlich Kalkschotter führende Bodenschicht um einiges mächtiger ist, teils stellt sie Weideland dar, besonders da, wo der Flies vollständig bloss liegt, oder sehr flachgründig ist, oder wo an einzelnen Stellen ausser einer undichten Vegetation von Kräutern und Gräsern nur Wacholdersträucher zerstreut oder einzeln häufig auftreten. Ein solches ebenes, offenes oder hier und da mit Wacholder bedecktes Gebiet kann an einigen Stellen eine Längsausdehnung von 3—4 km und eine Breite von 1—2 km, anderorts aber nur eine Ausdehnung von 0,5—1 km² erreichen. Ein solches flachgründiges Gebilde, besonders wenn es als Weideland dient, wird von den Bewohnern Ost-Harriens „lood“ oder „loopealne“ genannt.

„Lood“ ist hier mehr ein pflanzengeographischer Begriff, weil für ihn die Baumlosigkeit und das Fehlen einer üppigen

Pflanzendecke charakteristisch ist ¹⁾). Im allgemeinen ist das Lood den Gebieten sehr ähnlich, die in Schweden auf den Inseln Öland und Gotland, auf dem Festland in Västergötland auftreten und die dort „Alvar“ genannt werden (D u R i e t z 1923 a, 1925 a; W i t t e 1906; S t e r n e r 1925, 1926 und die daselbst angeführte Gesamtliteratur über die schwedischen Alvar). Nach den Aussagen S c h m i d t's (1858) und K u p f f e r's (1906) besitzt auch der Untergrund von Öland und Gotland zum Teil Ähnlichkeit mit demjenigen N-Eestis. Kleinere Unterschiede der Pflanzendecke bilden sich wohl darum, weil die Lage und damit auch das Klima der Inseln sich von derjenigen des Lood unterscheidet (K u p f f e r 1906 ²⁾).

Das Lood oder loodähnliche Gebilde kann man in Eesti an mehreren Stellen finden, sie sind aber dennoch nur auf das Kalkgebiet des nord-estländischen Ordoviziums und Silurs des Festlandes oder der west-estländischen Inseln Ösel, Dagö, Moon beschränkt. Die vorliegende Arbeit befasst sich nicht mit der Erneuerung des Lood ganz Eestis, sondern beschränkt sich nur auf den Teil Ost-Harriens, welcher in einer Ausdehnung von 45 km östlich von Tallinna (Reval) liegt. Die genaue Lage zeigt die Karte (S. 117). Fast das ganze der Betrachtung unterliegende Lood gebiet dient den nahegelegenen Dörfern als Weideland, auf dem vom Mai bis in den Spätherbst hinein grosse Herden von Hornvieh, Schafen und auch Pferden weiden. Augenscheinlich ist das Gebiet schon im Laufe von Jahrhunderten Weideland gewesen,

¹⁾ Das Lood und die Loodformation Ost-Harriens habe ich früher in einer in estnischer Sprache erschienenen Schrift (V i l b e r g 1927, auch 1926) ausführlicher behandelt, — dort bin ich auf die Lage des Lood, die Bodenbeschaffenheit, die Geologie des Gebiets, die Wachstumsbedingungen, die Formationen näher eingegangen, weshalb ich an dieser Stelle bei letztgenannten nicht länger verweilen will, sondern diese Gegenstände nur soweit berühre, als es zum Verständnis der vorliegenden Arbeit erforderlich ist. Dort ist auch auf die das estländische Lood betreffende Literatur hingewiesen worden.

²⁾ In meiner früheren Arbeit (V i l b e r g 1927) habe ich das ost-harrische Lood mit dem schwedischen Alvar identifiziert. Jedoch auf Grund genauerer vergleichender Nachprüfung der einschlägigen Literatur bin ich zum Ergebnis gelangt, dass das ost-harrische Lood in vieler Hinsicht sich vom schwedischen Alvar unterscheidet. Dieselbe Meinung teilen auch S t e r n e r und K u p f f e r (vgl. S t e r n e r 1925, p. 321—322), und aus diesem Grunde habe ich in dieser Arbeit die örtliche, estnische Bezeichnung „Lood“ beibehalten.

was zum Teil Karten aus dem 17. Jahrhundert bestätigen (vgl. Vilberg 1927, S. 24). Die Tatsache, dass der grösste Teil desselben so flachgründig ist, dass es kaum jemals beackert werden konnte, spricht für die gleiche Annahme.

Das Lood scheint auf den ersten Blick eben zu sein (Taf. I, 1), was in Wirklichkeit aber nicht der Fall ist; hier treten kleinere oder grössere Unebenheiten auf, die teils infolge spätglazialer Auswaschungen, teils infolge späterer Bildungen entstanden sind; teilweise hat auch der Mensch die Unebenheiten des Lood vergrössert, da hier und da grössere und kleinere Kalkbrüche zerstreut sind, aus denen der Kalkstein zu Bauten oder zur Herstellung von Mauern gebrochen wird, — letztere umgeben Felder, wie auch Heuschläge in der Nähe des Lood-Umkreises und verleihen der Landschaft ein eigenartiges Gepräge.

Der Untergrund des Lood ist überall Kalkstein, der nicht kompakt, sondern in seinem oberen Teil verhältnismässig dünn-schichtig ist, wobei die Schichten fast horizontal aufeinander liegen. Der ganze Schichtenkomplex wird von kreuz und quer verlaufenden Diaklasen tief gespalten (Taf. I, 2); letztere verlaufen meist in nordwest—südöstlicher oder in nordost—südwestlicher Richtung und teilen den Kalkblock in Felder von verschiedener Grösse. An einigen Stellen sind diese Spalten äusserlich vollständig sichtbar (sie erreichen eine Breite von 5—15 cm, zuweilen auch von 0,5 m und mehr), an anderen Stellen treten sie erst nach Beseitigung der Bodenschicht oder beim Brechen des Kalksteins zutage.

Fast überall ist der Kalkuntergrund von einer dünnen Schicht Erde bedeckt, die meistens durch Verwitterung entsteht. Inbetreff der Bodenschicht können wir verschiedene von der Bodenbeschaffenheit abhängige Gebiete unterscheiden. Stellenweise liegt der Untergrund vollständig bloss, — die Ursache ist zum Teil die auswaschende Tätigkeit des Wassers und die Deflation durch den Wind. Meistenteils sind solche Gebiete nur von kleinem Umfang, bilden Flecken, deren Grösse nur einige Quadratmeter beträgt. An anderen Stellen ist der ebene Untergrund von einer bis 10 cm mächtigen Erdschicht bedeckt, aber hier treten wiederum einige Stellen auf mit einer nur 2—3 cm mächtigen lockeren Erdkrume, in der Steinschotter von grösserem oder kleinerem Korn fehlt; an tiefgründigen Stellen dagegen ist der

Erde meist abgerundeter Kalkschotter beigemennt, dessen einzelne Teile gewöhnlich dicht gedrängt liegen.

Drittens gibt es Gebiete, die von einer verhältnismässig mächtigen Moränenschicht, dem sog. „rähk“ oder Grant, bedeckt sind, der meist von kantenbeschlossenem Kalksteinschotter und Lehm gebildet wird und dessen Mächtigkeit an einigen Stellen 50—80 cm, zuweilen sogar über 1 m erreicht. Auf diesem Gebiet findet man sehr oft Wandergeröll, stellenweise verhältnismässig grosse (3—4 m hohe) erratische Blöcke, die in petrographischer Hinsicht sich aus kristallinen Gesteinsarten zusammensetzen und somit auf einen nördlichen Ursprung hinweisen (Taf. II, 3).

Wie die Forschungen H a u s e n's (1913, S. 103—104) gezeigt haben, hat auf die morphologische Ausgestaltung der Ostseeländer die spätglaziale Transgression den grössten Einfluss ausgeübt. Im Silurgebiet, wo die glazialen Bodenarten meistens eine nur dünne oder lückenhafte Decke über dem Felsgrund bilden, treten die Wirkungen der Wellen als Felsterrassen oder als Alvarböden auf (vgl. auch H ö g b o m 1915, R a m s a y 1920). Die flachgründigen Gebiete sind augenscheinlich Auswaschungsgebiete der Meeresfluten, von wo der Rähk weggespült worden ist, während die gegenwärtig vorhandene dünne Erdschicht durch Verwitterung entstanden ist. An den tiefgründigen Stellen hat sich der Rähk in grösseren Massen angesammelt. Stellenweise, z. B. auf dem Lood von Aavakannu, kann man einen von Osten nach Westen verlaufenden niedrigen Hügelrücken beobachten, der augenscheinlich einen früheren Strandwall darstellt.

Es ist gewiss, dass für die Entwicklung der Loodformation die edaphischen Verhältnisse die wichtigsten sind (F a l c k 1913, S. 359). Darum hängt die Pflanzenwelt auf dem zu untersuchenden Loodgebiet, wo auf Schritt und Tritt Kalkstein vorkommt, mehrfach von den Verhältnissen ab, die sowohl der als Untergrund wie auch der lose auftretende Kalkstein bedingt. Die Verwitterungsschicht besteht hier meist aus feiner Erde und gröberem oder feinerem Kalksteinschotter. Stellenweise findet man in der Erde kleinere Granitteilchen und auch kalkhaltigen Lehm. Im oberen Teil, in der Erdkrume, tritt Humus, meist Rohhumus von dunkelgrauer Farbe, auf. Unter der dünnen Schicht feiner Erde findet man oft Skelettgebilde vor; auf der Erdoberfläche liegen hier und da, bald dicht, bald undicht zerstreute Kalksteine.

All diese Faktoren beeinflussen unbedingt die Entwicklung der Pflanzenwelt; eine grosse Rolle spielen jedoch gleichfalls die klimatischen Verhältnisse. Die Lood Ost-Harriens befinden sich meist in der Nähe des Meeres, sind höchstens 3—4 km von diesem entfernt. Natürlich ist es dabei, dass das Meer hier das Klima beeinflusst, was sich darin äussert, dass der Frühling ziemlich kalt ist (April, Mai). Hierbei spürt man die Wirkung des Finnischen Meerbusens, auf dem bis spät in den Frühling hinein grosse Eismassen treiben (vgl. K u r r i k 1925, S. 63); dagegen ist der Herbst (Oktober, November) hier wärmer als weiter auf dem Festland. Im allgemeinen ist der Sommer kühler, der Winteranfang wärmer, wodurch die schroffen Übergänge von warm zu kalt ausgeglichen werden (V i l b e r g 1927, S. 21—22). Die Einteilung von K u r r i k (1924, S. 473—475) in Betracht ziehend, die ihrerseits auf andauernden Beobachtungen fusst und nach der ganz Estland in 4 klimatische Zonen zerfällt (1. das kühl kontinentale, 2. das gemässigt kontinentale, 3. das kühl marine und 4. das gemässigt marine Gebiet), gehört das Loodgebiet zum marinen Gebiet. Vergleicht man hier die Daten, und zwar diejenigen der mittleren Monatstemperatur und der mittleren Jahresniederschläge, z. B. der Gebiete mit gemässigt kontinentalem (Pernau, Dorpat, Werro u. s. w.) und der Gebiete mit kühl-marinem Klima (Harrien mit dem Loodgebiet, die Wiek, Wierland), so erhalten wir eine Tabelle, wo die oben erwähnten gegenseitigen Beziehungen zwischen Temperatur und Niederschlägen deutlich hervortreten:

Temperatur und Niederschläge	Januar	April	Juli	Oktober	Jahr
Gemässigt kontinentales Klima:					
Mittlere Temperatur	—6.3	3.6	17.3	5.4	4.9
Temperaturminimum und -maximum	—36.0	—	35.0	—	—
Niederschläge in mm	—	—	—	—	540
Kühl-marines Klima:					
Mittlere Temperatur	—5.6	2.0	16.9	5.7	4.7
Temperaturminimum und -maximum	—33.0	—	34.0	—	—
Niederschläge in mm	—	—	—	—	510

Zweifelsohne gehören die edaphischen und klimatischen Verhältnisse zu den wichtigsten Faktoren, die dem Lood sein cha-

rakteristisches Gepräge verleihen ³⁾, denn von ihnen ist in hohem Grade die Pflanzendecke abhängig (Hayek 1926, S. 4—5; Hildebrand 1882, S. 106). In hohem Grade hat aber auch das Weiden hier auf die Pflanzendecke eingewirkt, wovon weiterhin die Rede sein wird.

Einteilung des Lood.

Die Alvarbildungen Schwedens werden verschieden eingeteilt. Witte (1906, S 6 ff.) z. B. teilt das Alvar, seine Vegetation in Betracht ziehend, in 2 durch Übergänge verbundene Formationen ein: Alvarsteppen (alfvarsteppen) — eine offene Vegetation auf nacktem Kalkuntergrund oder dünner Erdschicht; Alvarwiese (alfvarängen) — meistens geschlossene Vegetation auf mächtigerer Erdschicht. Du Rietz (1921 a, 1923, 1925 a) geht vom Untergrund und der Bodenschicht aus und teilt das Alvar hauptsächlich in 3 grössere Gruppen: Schuttalvar (grusalvaret) — Kalksteinuntergrund, bedeckt mit einer mächtigeren Schicht von Grant und verwittertem Kalkschotter; die Pflanzendecke geschlossen, meist Gräser und Kräuter, stellenweise auch Wacholder; Karst (karsten) — fast nackter Kalkuntergrund, der von schmalen und tiefen Spalten durchzogen wird; in der Pflanzendecke treten mehr Assoziationen von Moosen und Flechten auf, zu denen sich einzelne höhere Pflanzen gesellen. Den dritten Haupttypus bilden die feuchten Depressionen, auf denen oft sehr grosse Flächen von der charakteristischen *Potentilla fruticosa*-Assoziation bedeckt sind. Sterner (1925, 1926) teilt das Alvar, die Vegetation in Betracht ziehend, in folgende Haupttypen ein: 1. die Karstvegetation (karstlavaret), 2. die Formation der niedrigen Gebüsche (lågsnårsalveret), 3. die Zwergstrauchformationen (dvärgbuskalvaret), 4. die Gras- und Krautformationen (gräsalvaret), 5. reine Moos- und Flechtenformationen (alvarets hållmarksvegetationen) und 6. reine Alpenformationen (alvarsjöarnas vegetation). An diesen vorgeführten Bei-

³⁾ Diese Faktoren sind bei Vilberg (1927, S. 20 ff.) ausführlicher behandelt worden, und es wird auf sie noch vor Betrachtung der Keimungsverhältnisse eingegangen werden.

spielen ist es ersichtlich, wie verschieden man die Alvare eines grösseren Gebietes betrachten kann.

In Ost-Harrien ist die Beschaffenheit des Loodbodens nicht gleichförmig, und infolgedessen ist auch die Pflanzendecke verschieden ausgebildet. Darum halte ich es für das zweckmässigste, das Lood von der Bodendecke und der Pflanzenwelt ausgehend einzuteilen. Auf dem untersuchten Areal lassen sich meinen Beobachtungen nach folgende Gebiete feststellen:

1) Der Karst — das ist ein fast ganz blossliegendes oder flachgründiges Kalksteingebiet, welches von Diaklasen durchsetzt wird, die meist in NW—SO- und NO—SW-Richtung ziehen. Diese sind vollständig offen, sichtbar, 5—15 cm breit, bisweilen auch breiter, und stellenweise 50—75 cm tief; oder sie sind auch ganz zugeschüttet und treten dann in Gestalt seichter Niederungen auf, die von dichtem Rasen bedeckt sind; die Pflanzendecke ist mehr oder weniger offen und xerophil. Der typische Karst nimmt grössere Gebiete des Lood von Kostivere-Vandjala ein, weiter findet man ihn auf dem Lood von Kostivere zwischen dem Dorf Loo-küla und der Narva'schen Landstrasse, auf dem Lood von Jöelähtme (Jegelecht) nördlich von der Narva'schen Strasse, auf kleineren Gebieten des Lood von Vöerdla, im nördlichen Teil der Kostivereschen Dolinen; desgleichen findet man ihn auf begrenzten Gebieten in Valkla und in Form einzelner Flecken auf dem Linnalood vom Laksberg (Taf. I, 1).

2) Schuttlood — ein Gebiet, das mit einer mächtigeren Schicht von Kalktrümmern, Erde und Moräne bedeckt ist, die eine Mächtigkeit von meist 10—20 cm, stellenweise bis 90 cm erreicht. Die Pflanzendecke ist meist geschlossen, mesophil und besteht aus Kräutern und Gräsern; Sträucher und Bäume fehlen fast vollständig. Recht oft findet man hier grössere und kleinere Wanderblöcke und -Geröll. Vertreten grösstenteils auf dem Lood von Kostivere-Jöelähtme-Vöerdla, in Valkla, in Kiiu, auf dem Laksberg, zum Teil auch in Aavakannu und Iru (Taf. II, 3).

3) Schuttlood-*Juniperetum*; es gleicht dem Boden nach dem Schuttlood, jedoch finden sich hier oft niederliegende und aufsteigende Wacholdersträucher sowie einzelne Nussbäume, die das Auftreten solcher Pflanzen ermöglichen, die dem Schuttlood fehlen. Auf einem weiteren Gebiet des Lood von Nehatu-Kärnu-Iru, ebenso auf dem Lood von Tondi, in Aavakannu und dortselbst auf dem *Juniperetum* von Uuevälja verbreitet. Es

tritt weiter im westlichen Teil von Valkla auf und auf einem sehr schmalen Gebiet des Linnalood vom Laksberg (Taf. II, 4).

Von besonderer Art sind 4) die *Kostivere urked*, d. h. die Dolinen von Kostivere, wo die Erdoberfläche sehr tiefe Unebenheiten zeigt, die von grösseren Kesseln, Schüsseln und in geringerem Masse von Trichtern gebildet werden, und ihren Ursprung der Tätigkeit des unterirdischen Laufes des Jöelähtme-Flusses verdanken. Von Bildungen des Karsts und des Schuttlood umgeben, führen die Dolinen auf ihrem Boden eine dicke Schicht angeschwemmter Erde, Schlamm und stellenweise Schutt und Schutthalden. Die Pflanzendecke der Dolinen ist fleckenförmig, unterbrochen. Der Charakter der Vegetation ist ein hydrophiler (Taf. III, 5).

Von den angeführten 4 Typen sind die ersten drei für das Loodgebiet charakteristisch, der vierte Typus ist mehr zufälliger Art, aber sein Auftreten steht doch im Zusammenhang mit dem Kalksteinuntergrund und insofern auch zum Teil im Zusammenhang mit der Entstehung des Lood, aus welchem Grunde die Behandlung dieses Gebietes ebenfalls in den Rahmen der Loodforschung fällt.

Über die Pflanzengesellschaften des Lood.

Auf den ersten Blick hin scheint das Lood eine geschlossene Vegetation zu besitzen, deren Hauptbestandteil von Gräsern gebildet wird, welche von den Herden bis aufs äusserste gekappt worden sind, so dass nur die unteren Teile der Pflanzen erhalten blieben. Ihrem Aussehen nach erinnert sie stark an die Steppenvegetation, und zwar an die kurzrasige Steppe Südrusslands (Keller 1923). Perennierende Pflanzen sind hier durchaus im Übergewicht, unter ihnen besonders Gräser und Stauden; zu diesen Grundformen der Pflanzendecke gesellen sich auch einzelne annuelle Pflanzen, — das bemerkt man meist an den Orten, die auf die eine oder die andere Art vom Rasen befreit sind: hier können die annualen Pflanzen der ganzen Pflanzendecke ein eigenartiges Gepräge verleihen, indem sie zuweilen in dichten Gruppen auftreten⁴⁾. Stellenweise, wo Fahrwege das Land kreuzen und

⁴⁾ Auf dem Lood Ost-Harriens gibt es 62,5% ausdauernde Pflanzen, 10% Stauden und Sträucher, 6% bienne und 21,5% annuelle Pflanzen (Vilberg 1927, S. 74).

der Rasen dabei unterbrochen wird, finden sich einige Pflanzen aus dem Nachbargebiet, deren Samen durch Übertragung mit Hilfe des Menschen oder des Windes hierher gelangt ist (vgl. Vilberg 1927, S. 66—67).

Im allgemeinen ist die Loodformation verhältnismässig alt. Fast überall, besonders in den geschlossenen Pflanzengesellschaften, hat hier der Kampf ums Dasein ein Ende genommen; einzelne Pflanzen, z. B. *Festuca ovina*, *Avena pratensis*, *Alchimilla vulgaris* u. s. w., haben Überhand genommen, und infolgedessen ist die Pflanzendecke eine mehr oder weniger einheitliche. Stellenweise sind die Grenzen einzelner kleiner Assoziationen verhältnismässig deutlich, z. B. bei der reinen *Alchimilla vulgaris*- oder *Antennaria dioeca*-Assoziation, zuweilen aber ist gerade von Seiten der letzteren ein Angriff auf die Assoziationen der Gräser zu merken. Augenscheinlich hat sich hier die einzelne Pflanze irgendwie unter den anderen Pflanzen eingebürgert, und infolge ihrer besseren Anpassungsfähigkeit üppig entfalten können; und indem sie sich meist auf vegetativem Wege verbreitete, vergrösserte sich unausgesetzt das von ihr eingenommene Gebiet. Im allgemeinen kann man auf dem Lood beobachten, dass die Vermehrung hier auf vegetativem Wege ausserordentlich stark ist; und dieser Vermehrungsweise zufolge wird sich, wie es auch Palmgren (1922, S. 107—108) bei Ålands Laubvegetation bemerkt hat, ganz sicher ergeben, dass manches, was bei einer oberflächlichen Betrachtung der Vegetation den Eindruck von verschiedenen Individuen gemacht hat, in Wirklichkeit unter dem Erdboden zusammenhängende oder früher einmal zusammengehörige Teile eines und desselben Individuenkomplexes darstellt; die gegenwärtig einheitlichen jüngeren Komplexe müssen sich nämlich bei zunehmendem Alter und Wachstum ganz gewiss in kleinere Teile auflösen, so dass in Zukunft vielleicht alle Zeugen der heute herrschenden Zusammengehörigkeit verloren gegangen sein werden. Eine solche Vermehrungsweise und Bildung von Flecken kann man auf dem Lood, ausser bei den oben erwähnten Pflanzen, besonders bei *Thymus serpyllum*, *Galium verum* und *Trifolium repens*, zum Teil auch bei *Veronica spicata* und auf verschütteten Spalten auch bei *Geum rivale* beobachten (Vilberg 1927, S. 65).

Seinem Aussehen nach ist das Lood mit seiner kärglichen Pflanzendecke sich immer gleich geblieben, seine Benutzung zu

Weidezwecken trägt zum Teil die Hauptschuld daran. Wie es heute aussieht, so hat es schon Jahrzehnte und Jahrhunderte hindurch ausgesehen. Als Prof. G e r m a n n (1805, S. 57) im Jahre 1803 die Lood besuchte, schienen sie ihm auf botanischem Gebiet nichts Interessantes bieten zu können. Diesen Eindruck hat man allerdings bei einer oberflächlichen Betrachtung. Bei einer sorgfältigeren Beobachtung aber können wir 2—3 grössere Pflanzenkomplexe unterscheiden: die Grundformen bilden hier — die V e g e t a t i o n von Kräutern und Gräsern, welche den Karst, den grössten Teil des Schuttlood und die Dolinen einnimmt, und die V e g e t a t i o n von Sträuchern und Kräutern resp. Gräsern, die hauptsächlich auf dem Schuttalvar auftritt und den Übergang zwischen der W a c h o l d e r t r i f t und der Vegetation von Kräutern und Gräsern bildet. Das Verbreitungsgebiet der Wacholdertrift ist das Schuttlood-*Junipercetum*. Bäume gibt es auf dem typischen Loodweidland nicht, wohl aber findet man sie einzeln an den Mauern, die das Land umgeben, auf ummauerten Heuschlägen oder an Felldrändern.

Je näher wir dem Lood treten, je aufmerksamer wir die Loodformation beobachten, desto grösser wird die Zahl der Pflanzengesellschaften. Es erweist sich, dass von einer bestimmten Assoziation nicht die Rede sein kann, da ein jeder etwas grössere Pflanzenkomplex von einer Anzahl kleinerer, bisweilen ganz winziger Assoziationen gebildet wird, wodurch ein Mosaik kleinerer und grösserer Assoziationen entsteht, dessen Bildung verschiedene auf die Entwicklung der Vegetation einwirkende Faktoren beeinflusst haben. Besonders reliefartig erscheint dieses Mosaik in einem trockenen, dürren Sommer.

Das Lood ist eigentlich ein Komplex von Assoziationen, wo einzelne Assoziationsfragmente einander bald auf einem weiteren, bald auf einem engeren Gebiet ablösen. Dieser Komplex von Assoziationen wiederholt sich aber in allen Loodgebieten; hier variieren die Pflanzengesellschaften unter dem Einfluss des Bodens und anderer dem Lood eigener Faktoren. Die Frage der Pflanzengesellschaften habe ich in dem früher erschienenen Werk (V i l b e r g 1927, S. 43—72) genauer behandelt, und erwähne hier nur, dass auf beinahe nacktem oder flachgründigem Kalk meist eine M o o s - *Festuca ovina* - *Sedum acre* - A s s o z i a t i o n auftritt, während im Frühling sich an einzelnen Stellen winzige *Erophila verna*-*Saxifraga tridactylites*-*Androsaces septentrionale*-

Gesellschaften beobachten lassen. Auf dem Karstgebiet, wo die Erdschicht ebenfalls recht dünn ist, ist die *Festuca ovina-Agrostis vulgaris*-Assoziation am verbreitetsten, zu ihr gesellt sich als massgebender Faktor entweder *Trifolium repens*, oder *Thymus serpyllum*, oder *Antennaria dioeca*, stellenweise auch *Sedum acre*. Auf dem Schuttlood ist ebenfalls *Festuca ovina* und auch *Avena pratensis* im Übergewicht, während *Alchimilla vulgaris*, *Antennaria dioeca*, *Filipendula filipendula*, *Galium verum*, *Trifolium repens* die Pflanzengesellschaft reichlich ergänzen. Auf dem Schuttlood-*Juniperetum* ist die Vegetation den obenerwähnten Gesellschaften sehr ähnlich; das häufige Auftreten der Wacholdersträucher ermöglicht einzelnen Pflanzen das Gedeihen in denselben oder in ihrem Schatten, wodurch neue Elemente Eintritt finden. Hier tritt, wenn man nicht mit der starken Zunahme der Moose und Flechten rechnet, häufig die *Juniperus communis-Avena pratensis-Alchimilla vulgaris*-Assoziation auf. Eigenartig ist die Vegetation der Dolinen von Kostivere, da hier zeitweilig mit Wasser gefüllte Trichter, Kessel und Schüsseln, dergleichen höhere, schwieriger zu erreichende Blöcke, in der Umgebung auftretende Loodgebiete und feuchte Bultenwiesen den Anlass zu einer mannigfachen Entwicklung der Pflanzenwelt geben. Hier wiederholen sich die in der vorher besprochenen Gesellschaft auftretenden Pflanzen, hierzu kommen *Allium schoenoprasum*, *Sedum album*, welche beide stellenweise eine Gesellschaft bilden, während an solchen Partien des unterirdisch fließenden Jegelecht, wo letzterer in tieferen Schüsseln und Kesseln grössere oder kleinere Wasseransammlungen bildet, die Ufer oft eine typische Ufervegetation besitzen (*Alisma plantago aquatica*, *Veronica beccabunga* u. a.). Die Bultenwiesen besitzen eine typische *Aera caespitosa*-Assoziation⁵⁾.

⁵⁾ Du Rietz (1925, S. 58) bemerkt, dass typische Alvargebiete bisher nur auf den baltischen Silurgebieten (und den Silurbergen von Västergötland im inneren Südwestschwedens) bekannt sind. Ihre ökologischen Hauptbedingungen sind vor allem die folgenden zwei: 1) Eine horizontale oder fast horizontale Kalkfelsenebene von mergligem Kalkstein mit sehr wenigen tiefen Spalten, also einer sehr schlechten Drainage und einer nur ganz dünnen Schicht von Verwitterungserde. 2) Ein kaltemperiertes, ziemlich kontinentales Klima mit strengen Wintern und heissen Sommern. Diese beiden Faktorenkomplexe bewirken zusammen die charakteristischen Aufrierungsphänomene in der Verwitterungserde dieser Felsböden, welche der Vegetation ihr Gepräge verleihen und stark an die arktischen Boden-

Allgemeines über die Erneuerung der Vegetation.

Jeder Bestand erneuert sich im Laufe einer kürzeren oder längeren Zeit, da die Pflanzen, wie alle lebenden Organismen, mit der Zeit dahinsiechen, absterben und an ihrer Stelle Pflanzen, sei es von der gleichen Art oder von einer näher oder weiter entlegenen Nachbarart, in den Vordergrund treten. Die Erneuerung vollzieht sich vermittelt der Samen, oder aber auf vegetativem Wege durch Wurzelstöcke, Ausläufer, Knollen, Brutknospen u. s. w. Im Laufe der Vegetationsperiode werden die alten, schon verwelkten Pflanzen und Pflanzenteile allmählich durch neue ersetzt: darum sieht die Pflanzendecke immer mehr oder weniger gleich aus, wenn nicht ein Nebenfaktor oder irgendeine für die Pflanze katastrophale Erscheinung die Entwicklung derselben beeinflusst.

Über die Frage der Erneuerungsart, ob die Erneuerung durch Samen oder aber auf vegetativem Wege eher zur Vervollständigung des Pflanzenbestandes führt, herrschen unter den Pflanzenbiologen zwei verschiedene Meinungen. Jessen (1854) nimmt an, dass eine wirkliche Erneuerung nur durch Samen stattfinden könne, dass eine aus einem Keime, bei den Blüten-

verhältnisse erinnern. Aber er fand auch in Österreich auf den Hainburger Bergen an der österreichisch-ungarischen Grenze auf dem Hundheimer Kogel Andeutungen einer Alvarvegetation, jedoch nur auf winzig kleinen Flecken. Der Kalkfels ist an diesen Flecken nur von einer dünnen Kiesschicht bedeckt, und diese ist von einer offenen Vegetation besiedelt, in der die für die schwedische Alvarvegetation charakteristischen Moose und Flechten eine Hauptrolle spielen (Du Rietz 1923 b, S. 20). Alvarähnliche Gebilde sind auch „the Downs“ der Insel Wight (Wulff 1896), die „Triften“ oder „Trieschen“ in Deutschland, — Ringgau und anderorts (Zeiske 1897, S. 71—72; Drude 1896, 1902). Dem Lood ziemlich nahestehend sind auch die Skelett- und die Feinerde-Rendzinagebilde, die in Gestalt einzelner Flecken und Inseln in Russland im Gouvernement Petersburg auf silurischem Kalk und im Gouvernement Pskow auf devonischen Schichten auftreten (Glinka 1914). In Südeuropa entsprechen den Alvargebilden z. T. die sog. „la garrigue“ (Flahault 1888, Warming-Graebner 1918), in Ostserbien die „Felsentriftenformation“ (Adamović 1899, S. 137), während in mancher Beziehung auch die „Macchien“ Korsikas (Rikli 1903, S. 34) und die „Felsenheiden“ (Rikli l. c. S. 51) dem Alvar bzw. Lood nahestehen. Die Ähnlichkeit zwischen dem Lood und den Steppen Südrusslands ist schon vorher erwähnt worden (Keller 1923; Patchoski 1908).

pflanzen also aus dem Samen, entstehende Pflanze ein mit frischen Kräften ausgestattetes Individuum sei und dass, wenn die Vermehrung durch Samen erfolge, die Art in jeder neuen Pflanze sich wieder verjünte und sich so ungeschwächt forterhalten könne. Dagegen erfolge bei der vegetativen Vermehrung keine Verjüngung, sie sei nur eine Verlängerung des individuellen Lebens, und wie das Leben des Individuums beschränkt sei, so müsse auch hier eine Grenze der Weiterentwicklung bestehen (vgl. M ö b i u s 1894, S. 24). Dagegen zeigte M ö b i u s auf Grund genauer Untersuchungen und Beobachtungen, dass es keinen einzigen zwingenden Grund gäbe, den erwähnten Standpunkt, der das Siechtum einzelner Kulturpflanzen auf ihr Alter zurückführt, für richtig zu halten, ja, dass die Altersschwäche der auf geschlechtslosem Wege vermehrten Pflanzen nur in der Einbildung gewisser Autoren und Züchter bestehe, aber nicht mit Notwendigkeit aus der Beschaffenheit der zur vegetativen Vermehrung dienenden Pflanzenteile hervorgehe (M ö b i u s, l. c. S. 76). Dass auch auf vegetativem Wege entstandene Pflanzenindividuen tatsächliche Verjüngungsergebnisse sind, beweist auch H e r t z (1926, S. 103), da die Erneuerung der Wuchskraft in den vegetativ entstandenen Individuen oft ebenso vollständig ist, wie die geschlechtlich entstandener Individuen. Das sind zwei beinahe gegensätzliche Ansichten, die sich noch nicht zu einem gemeinsamen Standpunkt durchgerungen haben. M o l i s c h (1921, S. 263) z. B. meint, dass das letzte Wort über dieses interessante Problem noch nicht gesprochen sei. Seine Ansicht stützt er durch folgende Tatsache: das Reis von einem alten Baum genommen zeigt schwachen Wuchs und erzeugt bald Blüten und Früchte; das Reis von einem jungen Sämling wächst hingegen rasch und produziert erst nach längerer Zeit Blüten und Früchte. Das deutet allerdings darauf hin, dass das Gewebe des Vegetationspunktes, der von einem alten Baum stammt, andere Eigenschaften hat als das eines jungen Baumes; mit anderen Worten, auch die Gewebe der Vegetationspunkte könnten in den angeführten Fällen mit dem Alter des Individuums bleibende Veränderungen erleiden. Dasselbe meint auch B e n e d i c t (1915), der auf Grund einer Menge von Beobachtungen und Messungen festgestellt hat, dass beim Weinstock und bei anderen Gehölzen die Änderungen des Blattes mit zunehmendem Alter des Mutterstockes eine bestimmte Veränderung erleiden: die durch die kleinsten Auszweigungen der Nervatur gebildeten

Maschen des Geäders werden kleiner. Benedict fand auch eine Abnahme der Intensität der Kohlensäure-Assimilation, der Atmung und der Spaltöffnungszahl mit zunehmendem Alter, und er kommt daher zu dem Schlusse, dass die Meristeme selbst mit dem Alter eine Änderung erfahren, die zur Altersschwäche oder Senilität führt (vgl. Molisch, 1921, S. 265—266). Das sind die wichtigeren Ansichten inbetreff der Erneuerung der Pflanzen, bzw. der Pflanzendecke, während grundlegende Arbeiten auf diesem Gebiet noch fehlen.

Die Erneuerung der Loodvegetation näher betrachtend, finden wir, dass hier ebensowohl geschlechtliche, wie auch ungeschlechtliche Vermehrung stattfindet. Die letztgenannte Art der Erneuerung tritt aber verhältnismässig häufiger auf, wie es bei allen ähnlichen Formationen der Fall ist, wo Gräser und ausdauernde Kräuter vorherrschen, da alle diese Gewächse imstande sind, sich ohne Samenbildung nicht nur dauernd zu erhalten, sondern auch erheblich zu vermehren (Fritsch 1902, S. 397—398). Das bestätigen fast alle, die sich mit der Erforschung der Wiesen befasst haben. Palmgren (1922, S. 102) hat beobachtet, dass die Vermehrung auf vegetativem Wege innerhalb der Laubvegetation ausserordentlich stark ist. Auf Grund der Beobachtungen Ramenskij's (1924) hat die Erneuerung in den krautigen Coenosen (Wiesen, Steppen und Mooren) hauptsächlich auf vegetativem Wege zu verlaufen und die Zufuhr von Ausbreitungseinheiten keine grosse Rolle zu spielen. Dasselbe bestätigt auch Sukatschew (1925)⁶⁾. Das ist auch vollkommen natürlich, da auf dem Lood, wie auf allen Wiesenformationen, Verhältnisse herrschen, die eher eine vegetative Vermehrung als die Erneuerung durch Samen begünstigen (das ständige Abgrasen des Lood durch die Herden, das Mähen der Heuschläge). Ebenso führt die vegetative Vermehrung den Bestand schneller zur Erneuerung: während die Samen einer Pflanze gewöhnlich eine Zeitlang im Boden ruhen, ehe sie keimen, jedenfalls aber, wenn sie keimen, es einer geraumen Zeit bedarf, ehe aus ihnen wieder fortpflanzungsreife Individuen erwachsen, geht es mit der Vermehrung und

⁶⁾ In Russland hat die Wiesenforschung, nach der Zusammenfassung von Aléchin (1925, 1927) zu urteilen, grosse Fortschritte gemacht; leider aber hat der Verfasser diese Arbeiten nicht zu Gesicht bekommen können.

Ausbreitung durch Ausläufer u. s. w. oft unglaublich schneller, und meist kann eine vor wenigen Wochen in dieser Weise gebildete Pflanze ihrerseits schon wieder neue Ausläufer u. s. w. treiben, so dass, wenn sonst die Verhältnisse günstig sind, durch solche Vermehrung eine Pflanze in kurzer Zeit trotz ihres schrittweisen Vorrückens einen grösseren Raum überzogen haben kann, als manche andere, die an ihren Samen ausgezeichnete Verbreitungsvorrichtungen besitzt (Hildebrand 1873, S. 39—40). Bei einer so raschen Vermehrung durch verschiedene Knospen nehmen mehrjährige Pflanzen vollständig Überhand. Wettstein (1904, S. 18) bemerkt deshalb treffend, dass einjährige Arten auf Wiesen auffallend selten sind. Es ist dies leicht verständlich: einjährige Pflanzen, welche im Frühjahr keimen, werden sich selten so rasch entwickeln, dass sie schon vor der ersten Mahd zur Fruchtbildung gelangen. Sie werden daher auf Wiesen ausgetilgt oder zur Ausbildung ausserordentlich rasch sich entwickelnder Formen gezwungen, wie dies bei den Saisondimorphen der Fall ist. Bei diesem Kampf ums Dasein treten sicher die sich durch Samen erneuernden Pflanzen in den Hintergrund, — nicht nur um den Raum oberhalb des Bodens ringt die Pflanze, sondern auch im Boden tritt Wurzelkonkurrenz auf. Und nicht nur wenn oberirdisch die Vegetationsdecke geschlossen erscheint, sondern oft auch bei oberirdischer Offenheit kann ein geschlossener Wurzelfilz auftreten, in welchem schon um Nährstoffe gerungen wird (Rübel 1913, S. 862). Darum können sich auf dem Lood nur diejenigen Annuellen entwickeln, deren Wurzeln schwach sind, nicht allzutief in die Erde dringen und nur die Nährstoffe brauchen, die in der obersten Schicht zu finden sind. Im allgemeinen ist der ganze Haushalt der Pflanze hier deutlich auf ganz bestimmte Aussenbedingungen angewiesen, unter denen die Pflanze sich natürlich entwickeln kann (vgl. Walter 1927, S. 76).

Wenn wir auch über die vegetative Vermehrung hier und da einzelne Bemerkungen finden, — obgleich sogar über die Wiesen grundlegende Arbeiten auf diesem Gebiete fehlen, — ermangeln wir doch jeglicher Angaben über die Erneuerung durch Samen, sowohl für das Lood, wie auch für die Wiesen. Die Erneuerung der Wiesenformation auf geschlechtlichem Wege ist bis jetzt nicht behandelt worden. Diese Frage steht darum noch vollständig offen (vgl. auch Sukatschew, 1925, S. 17). Palmgren (1922, S. 107—108) geht nur ein wenig auf die Erneuerung der

Laubvegetation durch Samen ein, und empfiehlt auf diese Frage näher einzugehen.

Ein Bestand kann sich nur dann durch Samen erneuern, wenn die Samen der Pflanze auf dem gegebenen Standort reifen können und wenn die Keimungsverhältnisse günstig genug sind. Fehlt einer dieser Faktoren, so kann von einer regelrechten Erneuerung nicht die Rede sein, — ist der Zufall günstig, so findet diese nur teilweise statt, anderenfalls ist sie äusserst mangelhaft. Der letztere Fall tritt besonders dann ein, wenn die Witterung dem Keimen ungünstig ist (Ilvessalo 1917). Besonders massgebend ist hier eine grössere oder geringere Niederschlagsmenge, ebenso die Temperatur 7).

Bei der Beobachtung der auf dem Lood auftretenden Pflanzen stellt es sich heraus, dass die Erneuerung der Pflanzenbestände überhaupt langsam vonstatten geht, und zwar ist diese Erscheinung nicht besonders auffallend. Es steht fest, dass alle Pflanzen dieser Formation sich durch Samen erneuern können, wenn nur die Bedingungen dazu günstig sind. Gewöhnlich aber vollzieht sich die Erneuerung nicht bei jeder Pflanze auf diese Art, sondern wir können feststellen, dass die einen die vegetative Vermehrung bevorzugen, welche sich bei ihnen in jeder Vegetationsperiode wiederholt, während eine Erneuerung durch Samen bei ihnen verhältnismässig selten

7) Die Erneuerung der Wälder durch Samen, die sog. natürliche Verjüngung, ist verhältnismässig oft behandelt worden. Genauer über diese Frage kann man in allen grösseren Lehrbüchern des Waldbaus finden (z. B. Bühler 1922, II. Band, S. 257—412), wo auch die entsprechende Literatur angeführt ist. Angaben über die Wälder Deutschlands findet man auch bei Kast (1890) und Schwappach (1895). In der russischen Literatur behandeln diese Frage Morosow (1924), Reinwald (1911), Melder (1913), Polownikow (1913). In der letzten Zeit wurde besonders intensiv in dieser Richtung in Finnland gearbeitet, wo Renwall (1912), Lakari (1920), Ilvessalo (1912), Aaltonen (1919), Lassila (1920) die Erneuerung der Kiefernwälder behandelt, Kujala (1924) auf die Erneuerung von *Alnus glutinosa* näher eingeht. Hertz (1926) beobachtete die Erneuerung der Linde und Palmgren (1912) diejenige des *Hippophaes-rhamnoides*-Bestandes. Die Erneuerung der Kiefernwälder Schwedens behandelt Hesselman (1910, 1917). Die Erneuerung der Wälder berühren auch Kihimann (1896) und Cajander (1922). In diesen Arbeiten findet man auch Angaben über sämtliche Literatur betreffend die natürliche Erneuerung der Wälder.

ist, andere Pflanzen vermehren sich aber nur durch Samen, d. h. auf geschlechtlichem Wege, und eine vegetative Vermehrung kommt bei ihnen gar nicht vor. Zu den letzteren gehören die einjährigen Pflanzen. Während der ungünstigen Zeit überwintern sie als Samen, die in der feuchten Frühlingszeit stark quellen und bei günstiger Temperatur zu keimen anfangen; sie erneuern also den Pflanzenbestand zu Beginn der Vegetationsperiode durch Keimlinge, entwickeln sich dann schnell weiter, so dass sie die trockene Sommerzeit im Erstarkungsstadium verbringen können, und blühen und reifen dann im Hochsommer oder im Herbst (*Euphrasia*-Arten, *Gentiana amarella* * *axillaris* u. a.). Das sind typische einjährige Sommerpflanzen, *plantae annuae aestivales* (A s c h e r s o n 1864, S. 16). Ein Teil der Pflanzen blüht im Frühling, reift und zerstreut seine Samen schon im Frühsommer. Die heisse Sommerzeit im Ruhestadium verbringend, keimen die Samen im Herbst und entwickeln sich im Laufe der warmen Zeit zu Blattrossetten. Diese können ihre Blüte bis zum nächsten Jahre aufschieben, in welchem Falle nur die Wurzelblätter überwintern, um während des zweiten Jahres die Assimilationsarbeit wieder aufzunehmen (A r e s c h o u g 1896, S. 4). In diesem Fall erneuert sich die Pflanzendecke zu Beginn der Vegetationsperiode durch Jungpflanzen, die sich bis zum Anbruch der heissen Sommerzeit vollständig entwickeln und dann absterben. Das sind überwinternde einjährige Pflanzen, *plantae annuae hiemantes* (*Erophila verna*, *Saxifraga tridactylites*, *Androsaces septentrionale*, auch *Arenaria serpyllifolia* u. a.), und auch zweijährige Pflanzen, *plantae biennes* (A s c h e r s o n l. c.) (*Carum carvi*, *Draba incana* u. a.). Die Mehrzahl der Loodpflanzen überwintert in Gestalt von Dauerorganen; diese sind entweder unterirdisch (Wurzelstöcke, Knollen, Zwiebeln), oder sie liegen über der Erde (Ausläufer, Stengelsprosse) und an ihnen befinden sich die Erneuerungsknospen. Zu Beginn der Vegetationsperiode bilden sich aus den Knospen neue Sprosse und Teile, die die Pflanzendecke erneuern. Der Einteilung A s c h e r s o n s (l. c.) zufolge sind es ausdauernde Pflanzen, *plantae perennes*. Sie bilden die Mehrzahl der auf dem Lood auftretenden Pflanzen.

Wie es sich herausgestellt hat, wird die Pflanzendecke zu Beginn der Vegetationsperiode von den Pflanzen nicht in gleicher Weise erneuert. Je nachdem, wie sich die eine oder die andere Pflanze zu Beginn der warmen Vegetationsperiode zu erneuern

pflegt, können wir die auf dem Lood auftretenden Pflanzen provisorisch in drei grössere Gruppen einteilen:

1) Die Keimlingserneuerer; — Pflanzen, die als Samen überwintert haben, im Frühling bei steigender Temperatur keimen und am Anfang der Vegetationsperiode den Pflanzenbestand durch Keimlinge erneuern. Hierher gehören: die sommerannuellen Therophyten *Rauunkiær's* (1905, S. 345; auch 1910, S. 142), die annuellen ästivalen Pflanzen *Massart's* (1888), (*Jeswiet* 1914, S. 352—355), die Monocotylen und dicotylen Therophyten *Drudes* (1913, S. 76—77), die einjährigen autotrophen Pflanzen und die einjährigen Hemiparasiten *Regel's* (1921, S. 65), die Samenüberwinterer *Linkola's* (1922, S. 104).

2) Die Jungpflanzenerneuerer; — Pflanzen, die im vorangegangenen Sommer oder Herbst gekeimt und sich mehr oder weniger entwickelt, als Blattrosetten oder mit einzelnen Blättern überwintert haben und am Anfang der Vegetationsperiode den Pflanzenbestand erneuern. Zu dieser Gruppe gehören im engeren Sinn die winterannuellen Therophyten *Rauunkiær's* (l. c.), die annuellen hibernalen Pflanzen *Massart's* (l. c.), (*Jewiet's* Gruppe A, 1914, S. 333—336), die winterannuellen Pflanzen *Warming's* (1918, S. 162) und *Regel's* (l. c.), die winterannuellen Rosettenüberwinterer *Linkola's* (l. c.) z. T., u. s. w.

3) Die Knospenerneuerer; — Pflanzen, deren gewöhnliche Erneuerungsorgane an unter oder über der Erde befindlichen Pflanzenteilen überwintern und zu Beginn der neuen Vegetationsperiode neue Sprosse liefern, die den Pflanzenbestand erneuern. Das sind meist ausdauernde Pflanzen, deren Lebensdauer ein oder zwei Jahre übertrifft; hierher gehören z. B. zum Teil die Phaerophyten, Chamaephyten, Hemikryptophyten, Kryptophyten *Rauunkiær's* (l. c.)⁸⁾.

Die letzte Gruppe kann man, je nach der Beschaffenheit der Dauerorgane, an denen die Knospen sitzen, in Untergruppen teilen: a) Wurzelstockerneuerer, b) Knollenerneuerer, c) Zwiebelerneuerer, d) Ausläufererneuerer u. s. w.

⁸⁾ Diese Gruppe entspricht auch teilweise, auf das Lood bezogen, den entsprechenden Einteilungen der mehrjährigen Pflanzen anderer Autoren, ebenso dem radicanen Typus *Gams'* (1918, S. 332—334).

Wie aus den angeführten Analysen ersichtlich wird, können die Pflanzen aller oben erwähnten Gruppen die Loodvegetation durch Samen erneuern, wenn die Bedingungen dazu günstig sind; vor allem muss die Pflanze die Fruchtreife erreichen können. Aber das Lood bietet weder als Weideland, wo das Vieh wiederholt die Stengel kappt, noch als Heuschlag, wo der Mensch durch die Mahd das Reifen der Samen hindert, irgendwelche grössere Möglichkeiten für eine Fruchtreife. Darum muss auch die Erneuerung durch den Knospen entsprungene Sprosse, d. h. durch Knospenerneuerer, viel stärker vertreten sein, als die Erneuerung durch Keim- und Jungpflanzenerneuerer. Wie sich die Erneuerung vermittels der letzteren auf dem Lood vollzieht, wird später gezeigt werden.

Über die Arbeitsmethode.

Um Aufschluss über die Frage der natürlichen Erneuerung der Vegetation zu erhalten, versuche ich die Zahl der Keimlinge, wie auch das Auftreten von Jungpflanzen auf dem Loodgebiet festzustellen. Zwecks Untersuchung der Keimlinge wurde auf einer, jeden Loodtypus charakterisierenden Stelle ein $(20\text{ cm})^2$ grosses Viereck mit Hilfe eines dieser Grösse entsprechend einstellbaren Rahmens abgemessen. Ein Viereck von dieser Grösse hat sich aus dem Grunde als am geeignetsten erwiesen, weil es leicht in 1 dm^2 grosse Teile zerlegt werden kann, die ihrerseits ein besseres und genaueres Beobachten der Keimlinge in der gesamten Pflanzenmenge ermöglichen. Das Viereck wurde dem Rahmen nach abgemessen, indem an dessen Innenrand ein dünner Strich geführt wurde; an einer Seite wurde eine tiefere Rinne gezogen, die für den Schaufelstich bestimmt war. Die Oberseite des Vierecks wurde vorsichtig mit allen Wurzeln aufgenommen und durch 2 sich kreuzende Striche in 4 Quadratdezimeter geteilt, die der Reihe nach erst ein wenig von der Erde befreit, dann aber in der Hand in kleine Teile zerlegt wurden, um hierauf dementsprechend untersucht zu werden.

Bei der Untersuchung wurden zwei Methoden angewendet: der ersten Methode nach wurden alle Pflanzen eines dm^2 — die wachsenden und abgestorbenen, wie auch die Keimlinge — gezählt. Als selbständiges Individuum wurde die Pflanze betrachtet, die einen oberflächlich selbständigen Spross besass, ungeachtet dessen,

dass diese Sprosse sich unterirdisch oft zu einer Pflanze oder einem Pflanzenbüschel (Gräser) vereinigten. Wurde bei der Teilung in dm² ein kriechender Spross (z. B. von *Trifolium repens*) halbiert, so wurden die beiden Teile doch als selbständige Individuen betrachtet, wenn beide an den Knotenpunkten Wurzel geschlagen hatte. Beim Schneiden wurde versucht, durch grosse Vorsicht die Zahl solcher Pflanzen nach Möglichkeit zu verringern.

War auf diese Weise der ganze Lappen in einzelne Pflanzen zerpfückt, so wurden die Keimlinge und Jungpflanzen gezählt, indem sie im Arbeitsheft durch das entsprechende Zeichen (⊙) vermerkt wurden. Dasselbe geschah auch mit den übrigen Pflanzen, wobei bei der entsprechenden Art die Zahl der Pflanzen einfach durch Vertikalstriche (|) vermerkt wurde; alle erhaltenen Daten wurden nach der Analyse zusammengezogen. Die Keimlinge wurden meist noch als Herbariummaterial gesammelt, das nach der Zählung innerhalb eines Lappens nochmals durchgesehen und mit der schon verzeichneten Zahl verglichen wurde. Unter den Keimlingen wurden auch so junge Pflanzen gefunden, dass es schwer fiel, die Art zu bestimmen oder einander nahestehende Gattungen zu unterscheiden (z. B. *Taraxacum* und *Leontodon*); solche Fälle wurden mit dem Wort „Ignotus“ vermerkt; auf diese Weise war es möglich, die Zahl der Keimlinge eines Vierecks genau festzustellen. Mancher zweifelhafte Keimling wurde anfangs mit einem Fragezeichen (?) versehen und der vermuteten Art beigelegt. Erwies sich aber während der Arbeit seine wirkliche Stellung, so wurde der anfangs nur provisorisch eingereihte Keimling der entsprechenden Art angegliedert, oder das Fragezeichen getilgt. Konnte auch weiterhin die Zugehörigkeit eines solchen Keimlings nicht festgestellt werden, so wurde er in die Rubrik „Ignotus“ gestellt.

Um auch das Absterben der Formation feststellen zu können, wurden auch die abgestorbenen Pflanzen gezählt, zu denen die Überreste und Teile der Sprosse gerechnet wurden, die kein Leben mehr zeigten: sie waren entweder ganz abgestorben oder befanden sich im Absterben. Hier wurden die Arten nicht voneinander unterschieden, — das hätte mich meinem Ziele nicht näher gebracht, — sondern alle wurden unter eine Rubrik „abgestorben“ gesetzt. Meistens waren aber die abgestorbenen Pflanzen Gräser, unter ihnen befanden sich in der Mehrzahl: *Avena pratensis*, *Koeleria grandis*. Zu den toten Pflanzen wurden auch die hapax-

anthen Pflanzen gezählt, die im Frühling und Frühsommer geblüht hatten, während der Untersuchung aber vollständig vertrocknet und gebrochen waren, so dass sie nicht mehr den Eindruck einer vollständigen Pflanze machten: z. B. *Erophila verna*, *Saxifraga tridactylites*, *Androsaces septentrionale*, *Veronica verna* u. a.

Die oben beschriebene Zählungsmethode ermöglicht eine Übersicht über den Prozentsatz der Keimlinge, bezogen auf die Zahl der Pflanzenindividuen des ganzen Vierecks; ebenso zeigt sie die Abundanz einer oder der anderen Art. Aber weder der Prozentsatz noch die Abundanz sind hier besonders massgebend, da die Pflanzen sehr verschiedene Grösse und verschiedenen Deckungsgrad aufweisen: wenn z. B. *Festuca ovina* auf 1 dm² bis 200 Sprosse aufweist, kann ein *Cirsium acaule* allein dieses Gebiet einnehmen; der Deckungsgrad von *Alchimilla vulgaris* ist ebenfalls durchaus anders als z. B. derjenige von *Avena pratensis*. So würden einige Keimlinge, auf Pflanzen von grossem Deckungsgrad bezogen, einen verhältnismässig grossen Prozentsatz ausmachen, der Prozentsatz wäre aber recht klein, wenn man die Zahl der Keimlinge auf Pflanzen von geringem Deckungsgrad bezieht. Aus diesem Grunde hat die Zählung der Individuen keinen wesentlichen Wert, weshalb die Arbeitsmethode dementsprechend umgestellt werden musste. Als für den Vergleich am geeignetsten erwies sich die Grösse eines Gebietes: darum habe ich auch die ganze Arbeitsmethode geändert und dabei besonders im Auge behalten, dass die Zählungsmethode verhältnismässig viel Zeit erfordert und umständlich ist, besonders in dem Fall, wenn man allein ohne Protokollführer arbeitet (das beständige Vermerken mit erdigen Händen beschmutzt das Arbeitsbuch, während bei Regen oder etwas feuchtem Wetter das Arbeiten vollständig unmöglich wird). Dieses in Betracht ziehend, wurde die Methode dadurch vereinfacht, dass nur die Keimlinge von 1 dm² gezählt und die auf dem Viereck auftretenden Pflanzen nur durch das Zeichen + vermerkt wurden. Dadurch blieb für den Vergleich zur Feststellung der relativen Häufigkeit der Keimlinge, wie schon gesagt, nur die Grösse des untersuchten Gebietes übrig. Während der Arbeit betrug die Grösse des Gebietes 1 dm², aber bei der Zusammenstellung der Tabellen bereitete ein so kleines Gebiet Schwierigkeiten: die Zahl der Tabellen wäre verhältnismässig gross geworden, während eine umfassende Tabelle nicht

die nötige Übersicht geboten hätte. Aus diesem Grunde zog ich 4 nebeneinander liegende 1 dm² grosse Vierecke zu einem (20 cm)² grossen Gebiet zusammen, wodurch das Zusammenstellen der Tabelle erleichtert wurde⁹⁾. Diejenigen Vierecke, auf denen die Pflanzen gezählt wurden, behielten ihre Grösse bei und die Tabellen sind dementsprechend zusammengestellt worden, — zum Vergleich mit den anderen muss man bei letzteren die 4 einander folgenden Vierecke (1, 2, 3, 4) ebenfalls zu Gebieten von (20 cm)² zusammenziehen.

Bei der Zusammenstellung der Tabelle wurde die Methode von Du Rietz (1921) angewandt: in jeder Tabelle sind die Arten nach Schichten angeordnet (in der ersten Rubrik durch die Buchstaben A, B, C, D verzeichnet), in jeder Schicht sind sie nach den Grundformen (in der zweiten Rubrik durch die Buchstaben n, h, g verzeichnet), in jeder Grundform in alphabetischer Reihenfolge angeordnet. Die Konstanz der Arten (im Sinne von Brockmann-Jerosch [1907, S. 224—245]) wird ebensowohl durch die Zahl der Quadrate, in denen die Arten vorkommen, wie auch durch den Prozentsatz der Konstanz repräsentiert (vgl. Vilberg 1927, S. 11—13).

Bei jedem Viereck, d. h. auf einem jeden Gebiet von (20 cm)², wurden auch die Moose und Flechten verzeichnet (meist *Thuidium abietinum* Bryol. eur., *Climacium dendroides* Web. et Aloh., *Hylacomium proliferum* L., *Peltigera canina* L., *P. aphthosa* L., auf nacktem Kalk auch *Ceratodon purpureus* Brid., *Ditrichum flexicaule* Hampe, dann *Cetraria islandica* Ach., *C. nivalis* L., *Cladonia pyxidata* L. u. a. — Vgl. Vilberg 1927, S. 108—110). In der Tabelle sind sie nicht verzeichnet, sind aber, wenn es zur Illustration der Vegetationsverhältnisse erforderlich erschien, in den Untersuchungsprotokollen vermerkt worden. In der Schreibweise der Anthophyten und Pteridophyten habe ich mich ganz konsequent an die Nomenklatur von Ascherson-Graebner (1898—99) gehalten.

⁹⁾ Während der Arbeit auf dem 1 dm² grossen Viereck wurde immer die am meisten verbreitete Art mit dem Dominanzzeichen (†) versehen. Es war nicht möglich, auch bei der Vereinigung diese Ergänzung durchzuführen, da, während auf einem dm² eine Pflanze dominiert, dieselbe im nebenstehenden Streifen vollständig fehlen kann. Darum blieben die Dominanzverhältnisse bei der Zusammenstellung der Tabelle vollständig unberücksichtigt.

Im ganzen sind nach der ersten Methode, d. h. alle Pflanzen und Keimlinge zählend, Analysen von 92 dm² gemacht worden; nach der anderen Methode, d. h. indem nur die Keimlinge und Jungpflanzen gezählt und die auftretenden Pflanzen durch ein + vermerkt wurden, sind 420 dm² analysiert worden. Die Gesamtzahl der Analysen beträgt somit 512 dm²; ihre Daten sollen weiterhin aufgeführt werden.

Ebenso halte ich es für notwendig, genauer zu erklären, was ich unter dem Terminus „Keimling“ verstehe. Dieser Begriff ist verschieden definiert und nicht immer vom gleichen Standpunkt ausgehend behandelt worden.

Vom physiologischen Standpunkte aus betrachtet H a b e r l a n d t (1877, S. 2) ein junges Pflänzchen so lange als Keimpflanze, bis es die ihm mitgegebene Reservenernährung vollkommen aufgezehrt hat. Danach wäre eine zweijährige Eiche, welche schon mehrere echte Laubblätter und einen verholzten Stengel besitzt, deren unterirdische Keimblätter aber noch unverbrauchte Reservestoffe enthalten, immer noch als Keimpflanze anzusehen, während ein winziges, bloss mit zwei grünen Kotyledonen und einer kleinen Hauptwurzel versehenes Tabakpflänzchen, das seine Reservestoffe zur Ausbildung und Entfaltung der genannten Organe schon vollständig verbraucht hat, nur mit Unrecht als Keimpflanze betrachtet würde. Da nun aber den Reservestoffen gerade in den späteren Stadien der Keimung nur mehr eine biologische Bedeutung als Schutzmittel des jungen Pflänzchens zufällt, so ist es mehr als zweifelhaft, ob man es hier wirklich mit einer vom streng physiologischen Gesichtspunkt ausgehenden Definition zu tun habe. Darum ist man bestrebt den Begriff des Keimlings einzuschränken, indem man feststellt, dass eine jugendliche Pflanze nur so lange als Keimpflanze zu betrachten sei, als jene anatomisch-physiologischen, auf Grund der vorhandenen Reservestoffe sich vollziehenden Prozesse, welche die selbständige Ernährung des Pflänzchens ermöglichen sollen, noch nicht beendet sind; kann sich dasselbe einmal selbständig ernähren, so ist es im physiologischen Sinne keine Keimpflanze mehr, ob ihm nun Reservestoffe noch zur Verfügung stehen oder nicht. Mit der pflanzenbiologischen Betrachtungsweise rechnend, definierte H a b e r l a n d t (l. c.) den Begriff des Keimlings folgendermassen: das junge Pflänzchen wird so lange als Keimpflanze angesehen,

als es sich in den habituellen Merkmalen seiner Vegetationsorgane noch auffällig von der entwickelten Pflanze unterscheidet. Diese Definition des Keimlings oder der Keimpflanze ist vielleicht die treffendste. Aber durch das Beobachten nur in diesem Stadium befindlicher Pflanzen würde ich nicht die erwünschten Erfolge in meiner Arbeit erzielen. Dem gewöhnlichen Keimlingsstadium folgt eine Periode, wo man den Keimling als Jugendform bezeichnet (Göbel 1908; Karsten 1914); diese aber ist schwer zu begrenzen, da die Abweichungen dieser Jugendstadien von der Folgeform mehr oder minder gross sein können, indem diese beiden Streifen ihrerseits natürlich wieder Reihen von Entwicklungsvorgängen bezeichnet, die meist ohne scharfe Grenzen ineinander übergehen. Namentlich ist dies der Fall, wenn der Keimling anderen Verhältnissen angepasst ist, als die späteren Entwicklungsstadien (Göbel 1913, S. 403). Die schwedischen Forscher, die sich mit den Lebensäusserungen der Pflanze im Keimlingsstadium befasst haben (Nilsson 1885, Areschoug 1896), unterscheiden hier ein primäres oder erstes Erstarkungsstadium, welches Sylvén (1906) als das rein vegetative Stadium definiert, das eine aus Samen hervorgegangene Pflanze durchlaufen muss, bevor sie zum ersten Male das florale Stadium erreicht. Dieses Stadium teilt er in ein Keimungs-, ein Keimpflanzen- und ein Jungpflanzenstadium ein, während innerhalb des letzteren noch folgende Gruppen unterschieden werden: Pflanzen im ersten Jahre („års" oder „första-(1)-årsplantor"), Pflanzen im zweiten Jahr („andra-(2)-årsplantor") und mehrere Jahre alte Pflanzen („flerårsplantor"). Die Einteilung von Sylvén für die zweckmässigste haltend, habe ich bei meiner Untersuchung Pflanzen im Keimungs- und Keimpflanzenstadium beobachtet, letztere besonders im Sinn Haberlands (l. c.), während vom Jungpflanzenstadium nur Pflanzen im ersten und zweiten Jahre, ebenso mehrjährige Pflanzen, wenn sie sich im Lauf der gerade beobachteten Vegetationsperiode entwickelt haben, in Betracht gezogen wurden. Somit wurden in der vorliegenden Arbeit Pflanzen betrachtet, die 1) in Form von Samen, 2) im Keimungsstadium und 3) in mehr oder weniger vorgeschrittenem Jungpflanzenstadium überwintern. Zu der ersten Gruppe gehören die pollakanthen ebensogut wie die hapaxanthen Pflanzen, wenn nur das Keimen im Frühling zu Beginn der Vegetationsperiode begonnen

hat (Keimlingserneuerer); zur zweiten Gruppe gehören die Pflanzen, die im Spätherbst gekeimt und als Keimlinge unter mehr oder weniger günstigen Bedingungen überwintert haben, während zur dritten Gruppe die Pflanzen gezählt werden, die im Spätsommer gekeimt, sich im Laufe des Sommers zu mehr oder weniger fortgeschrittenen Pflanzen entwickelt und als solche überwintert haben (Jungpflanzenerneuerer). Weniger Aufmerksamkeit wurde all denjenigen jungen Pflanzen oder Sprossen geschenkt, die den Knospen entsprungen sind (Knospenerneuerer); obgleich auch sie bis zu einem gewissen Grade die Gesamtvegetation erneuern, sind sie doch nur im allgemeinen betrachtet worden.

Erneuerung der Loodvegetation.

Es ist natürlich, dass auf dem Lood, wo die Wachstumsbedingungen, besonders der Boden und die Feuchtigkeit, verschieden sind (Vilberg 1927, S. 27—43), auch die Keimungsbedingungen der Samen sich dementsprechend ändern. Darum kann die Erneuerung durch Samen bei weitem keine gleichbleibenden Resultate erzielen. An einem Ort finden wir eine Menge Keimlinge, an einem anderen nur vereinzelte; an einigen Stellen finden wir inmitten einer mehr oder weniger offenen Vegetation einige Dutzend Keimlinge, aber trotzdem findet an solch einer Stelle keine durchgreifende Erneuerung der Vegetation statt, sondern diese verbleibt ebenso offen wie früher. Dagegen können wir innerhalb einer geschlossenen Vegetation verhältnismässig wenige im Laufe der gleichen Vegetationsperiode entwickelte Jungpflanzen beobachten, im allgemeinen aber bleibt die Pflanzendecke in sich geschlossen. Hier muss eine Reihe von Faktoren wirken, die so oder anders, direkt oder indirekt, die Erneuerung beeinflussen und die man nicht unbeachtet lassen darf, wenn man die Erneuerung der Loodvegetation betrachtet.

Im Grunde genommen können wir auf dem Lood drei Keimungsperioden beobachten: eine im Vollfrühling zu Beginn der Wachstumsperiode, wo die latenten Kräfte der Samen, die im Winter unter der Schneedecke geruht haben, unter dem Einfluss der Feuchtigkeits- und Wärmezunahme ihren Ruhezustand aufgeben, oder wo die glücklich überwinterten Keimlinge und Jungpflanzen mit grösserer Energie zu wachsen beginnen; die zweite Periode fällt in den Frühherbst, wo nach den Niederschlägen des Juli und August die im Früh- und Hochsommer entstandenen und gereiften Samen unter günstigen Bedingungen zu keimen anfangen, und die dritte in den Herbst. Zwischen diesen bedeutsamsten Zeit-

abschnitten kann man einzelne keimende Samen finden, namentlich solche, bei denen die Dicke der Schale ein schnelles Keimen verhindert (z. B. *Trifolium repens*, *Sagina nodosa*, *Euphrasia stricta*, auch *Gentiana axillaris*). Meist aber sind die Keimungsverhältnisse des Hochsommers ungünstig, denn zu dieser Zeit herrscht meist grosse Trockenheit, vereint mit grosser Hitze, die das Spriessen des Keimlings unmöglich machen; die Samen einiger Pflanzen haben dann ihre Ruheperiode, den anderen fehlt die nötige Feuchtigkeit. Ist aber der Sommer regnerisch, oder der Himmel längere Zeit bewölkt, und herrscht zugleich Windstille, so findet sich auch im Juli-August eine gehörige Anzahl von Keimlingen.

Beim Keimen muss man in Betracht ziehen, dass auch unter günstigen Bedingungen nicht alle Samen mit der gleichen Geschwindigkeit keimen. Als Ursache kann man hier gerade die oben erwähnte Hartschaligkeit anführen. Sicher ist aber, dass auf dem Land einige Samen im Frühling nach der Schneeschmelze sich zu entwickeln anfangen, und zwar dann, wenn die Temperatur der Erdoberfläche genügend gestiegen ist, um den Beginn des Keimens zu ermöglichen. Andere Samen brauchen mehr Zeit zum Quellen. Interessant sind in dieser Beziehung die Versuche Chrebtow's (1909), die zur Bestimmung der Keimungsgeschwindigkeit der Samen von Unkräutern im Laufe von 102 Tagen (1. III. — 10. VI. 1909) und bei einer Laboratoriumstemperatur von 10—20° R. durchgeführt wurden. Wählt man hier die Daten den Loodpflanzen entsprechend und fügt eine Rubrik hinzu, welche zeigt, nach wieviel Tagen die letzten Samen zu keimen anfangen, so erhält man die umstehende Tabelle (S. 32).

Diese Tabelle ist für uns in der Beziehung bemerkenswert, dass sie uns zeigt, wieviel Zeit die Samen brauchen, um bei günstigen Bedingungen ins Keimen zu kommen. Auf dem Lood sind die Bedingungen lange nicht so günstig wie im Laboratorium, und darum verstreicht hier noch mehr Zeit bis zum Beginn des Keimens. Hier liegt aber für die Keimlinge die Gefahr vor, dass sie sich nicht bis zum Eintritt der sommerlichen Dürre genügend entwickeln können, da bei der grossen Trockenheit und Hitze des Sommers, auf die wir noch weiterhin eingehen werden, ein grosser Teil der Keimlinge oder der gerade im Beginn des Keimens stehenden Samen zugrunde geht. Die umstehende Tabelle gibt auch über den Keimungsprozentsatz Aufschluss, welcher bei eini-

gen Pflanzen nicht allzugross ist (*Vicia cracca*, *Trifolium pratense*, *Medicago lupulina*, *Alchimilla vulgaris*); er wäre aber bei einigen Pflanzen gewiss grösser gewesen, wenn der Versuch längere Zeit gedauert hätte (*Trifolium repens*, *Plantago media*,

Name der Pflanze	Zahl der Tage, nach welchen die ersten Samen zu keimen anfangen	Zeit, im Laufe welcher alle Samen gekeimt hatten	Keimungsprozent	Zahl der Tage, nach welchen die letzt. Samen keimten
<i>Achillea millefolium</i>	7	7. III.—19. IV.	39	50
<i>Alchimilla vulgaris</i>	11	11. III.—15. V.	43	76
<i>Arenaria serpyllifolia</i>	9	9. III.—22. V.	62	83
<i>Brunella vulgaris</i>	14	14. III.—12. V.	90	43
<i>Calamintha acinos</i>	11	11. III.—14. IV.	99	45
<i>Campanula rotundifolia</i>	10	10. III.—25. IV.	100	56
<i>Cerastium triviale</i>	7	7. III.—27. III.	96	27
<i>Chrysanthemum leucanthemum</i>	7	7. III.—26. IV.	98	57
<i>Dactylis glomerata</i>	12	12. III.—30. V.	92	91
<i>Dianthus deltoides</i>	9	9. III.—30. V.	90	91
<i>Leontodon auctumnalis</i>	7	7. III.— 1. VI.	78	93
<i>Lotus corniculatus</i>	6	6. III.—12. V.	54	73
<i>Medicago lupulina</i>	5	5. III.—19. IV.	41	50
<i>Phleum pratense</i>	8	8. III.—11. III.	99	11
<i>Plantago media</i>	8	8. III.—10. VI.	85	102
<i>Poa annua</i>	11	11. III.—30. V.	99	91
<i>Poa pratensis</i>	12	12. III.—12. V.	93	73
<i>Ranunculus acer</i>	14	14. III.— 5. VI.	90	97
<i>Rumex acetosa</i>	8	8. III.— 4. VI.	99	96
<i>Taraxacum officinale</i>	9	9. III.— 7. V.	57	68
<i>Trifolium pratense</i>	9	9. III.—31. III.	50	31
<i>Tr. repens</i>	4	4. III.— 7. VI.	75	99
<i>Urtica dioeca</i>	22	22. III.— 2. VI.	65	94
<i>Veronica chamaedrys</i>	12	12. III.—26. V.	95	87
<i>Vicia cracca</i>	7	7. III.—14. III.	20	14

Urtica dioeca, *Leontodon auctumnalis*; vgl. auch Molisch 1921, S. 290 ff.).

Keimlinge kann man auf dem Lood während der ganzen Vegetationsperiode auf verschiedenen Entwicklungsstufen beobachten; ausgenommen ist nur der Frühlingsanfang, wo die Bodentemperatur die minimale Keimungstemperatur noch nicht erreicht hat. Nach der Schneeschmelze jedoch findet man auf dem Lood, besonders an unbeschatteten Stellen, am Rande von Spalten, an den Hängen von Kalkbrüchen gruppenweise und in Mengen diejenigen Pflanzen, die im Herbst zu keimen begonnen hatten und mehr oder weniger entwickelt überwintert haben. An erster Stelle steht

hier *Saxifraga tridactylites*, dann *Veronica verna*, *V. arvensis*, zum Teil auch *Androsaces septentrionale*. Diese Pflanzen entwickeln sich auf verhältnismässig dünner Bodenschicht, die leicht durchwärmt wird, sie blühen bald und sind mit Einbruch der heissen Zeit schon vollständig reif, welken und trocknen dann auf dem Kies.

Das Auftreten gerade der letztgenannten Pflanzen auf dem Lood erfordert, dass man sich bei Untersuchung der Looderneuerung nicht allein auf die Dauer einer Vegetationsperiode beschränkt, sondern dass man auch der vorangegangenen Wachstumsperiode Beachtung schenkt, da ein Teil der Pflanzen, wie früher erwähnt, schon im Herbst keimt und während der kalten Zeit als mehr oder weniger ausgebildete Pflanzen überwintert. Ebenso ist es hier von Wichtigkeit, wie die ausdauernden Pflanzen in das Stadium gelangt sind, in welchem sie die folgende Ruheperiode, den Winter, zu überdauern haben. Die Faktoren der vergangenen Wachstumsperiode können auf verschiedene Art auch die folgende Vegetationsperiode beeinflussen. Waren z. B. der Frühherbst und der Herbst des vorangegangenen Jahres warm und feucht, so keimte der grössere Teil der winterannuellen Pflanzen schon früh, sie entwickeln sich gut, befanden sich zu Beginn des Winters mehr oder weniger im Erstarkungsstadium und konnten bei günstigem Wetter besser überwintern. Bei kühlem, aber dennoch feuchtem Herbst sind aber die Keimlinge zu schwach und deshalb empfindlicher gegen ungünstige Überwinterungsverhältnisse. Ebenso sind die aufgespeicherten Nährstoffe bei den ausdauernden Pflanzen, den Verhältnissen der vorangegangenen Vegetationsperiode entsprechend, mehr oder weniger reichlich, und dieser Umstand beeinflusst zweifellos ebensowohl die Überwinterung, wie auch das Treiben der Knospen im Anfang der folgenden Wachstumsperiode.

Am zweckmässigsten beginnt man mit der Beobachtung der vorangegangenen Vegetationsperiode dann, wenn die Mehrzahl der Pflanzen mehr oder weniger ausgewachsen ist, die Früchte gereift sind und die Pflanzen daraufhin ihr energisches Wachstum eingestellt haben. Den klimatischen Verhältnissen Eestis entsprechend würde das ungefähr Mitte September sein (dritte Keimungsperiode). Ein Teil der Samen ist dann ausgestreut worden, ein anderer Teil hat den Ruhezustand der trockenen Sommerzeit aufgegeben, und mancher Same quillt, nachdem die reg-

nerische Periode angebrochen ist, und entwickelt sich für die ungünstige Winterzeit.

Auf Grund des oben Gesagten kann man für den Herbst 1922 inbetreff des Loodgebietes folgende Angaben aus dem Bericht der Revaler Meteorologischen Station anführen, da die Angaben derselben für das Lood am charakteristischsten sind (vgl. Vilberg 1927, S. 27). Der September des Jahres 1922 war verhältnismässig warm. Die mittlere Temperatur betrug $11,0^{\circ}$ C; am 13. des Monats erreichte sie das Maximum von $21,0^{\circ}$ C und fiel am 23. IX. bis auf $2,0^{\circ}$ C. Nachtfröste fehlten gänzlich. Zu Anfang des Monats war die Witterung trocken, zum Schluss aber regnete es fast täglich und die allgemeine Niederschlagsmenge betrug 35,6 mm. Die erste Hälfte des Oktobers war kühl (Maximum $11,4^{\circ}$ C) und regnerisch (Niederschlagsmenge 36,9 mm). Mitte des Monats fiel die Temperatur unter Null ($-0,8^{\circ}$ C), es gab ständige Nachtfröste (bei $-6,6^{\circ}$ C), obgleich der Thermometer am Tage noch $3-4^{\circ}$ C zeigte. Die Kälte brachte auch eine dünne Schneedecke mit sich, die sich den Oktober und November über hielt; Mitte Dezember verschwand der Schnee vollständig, so dass eine dauernde Schneedecke sich erst ungefähr vom 15. Januar 1923 an zu bilden begann. Während der Erde die Schneedecke fehlte, war das Wetter verhältnismässig kalt (im November bis $-12,5^{\circ}$ C); der Rasen war dabei stellenweise von einer Eiskruste überzogen. Die Schneedecke hielt sich bis zum 21. März, das Wetter wurde aber darauf nicht wärmer, sondern blieb kühl, und die Nachtfröste (März bis $-8,2^{\circ}$, April bis $-9,3^{\circ}$, Anfang Mai bis $-1,5^{\circ}$ C) hielten bis zum 6. Mai an (vgl. Vilberg 1927, Tabelle S. 23). Der Frühling war feucht, der Himmel bewölkt, Regen wechselte mit leichtem Schneefall ab. Die niedrige Temperatur (mittlere t° $7,4^{\circ}$ C) hielt beinahe bis Mitte Juni an, von da an wurde es allmählich wärmer.

Der Herbst 1922 war somit für das Keimen der Pflanzen verhältnismässig günstig, der September war es besonders, so dass die frühgereiften Samen zu keimen anfangen konnten. Der kühle Oktober begünstigte die Entwicklung nicht mehr viel, während die Temperatur zum Schluss des Monats gerade durch die Nachtfröste ungünstig wurde. Den ganzen Winter über war die Witterung für die Pflanzenwelt ungünstig (verhältnismässig grosse Kälte zu Beginn des Winters, Fehlen der Schneedecke, Glatteis verbunden mit niedriger Temperatur). Ebenso waren die Wachs-

tumsbedingungen im Frühling ungünstig (kühler und bewölkerter Frühling mit ständigen Nachtfrosten, welche die Entwicklung der Pflanzenwelt hemmten); demzufolge blieb im Frühling die Entwicklung der Pflanzenwelt zurück¹⁰⁾. Der Sommer dagegen war mässig warm (Maximum von 25,2° C am 12. VII.; das Minimum im Juni 2,1°, im Juli 7,4°, im August 5,6°, im September 3,4° C) und niederschlagsreich (Juni 68,4 mm, Juli 73,3 mm, August 138,1 mm, September 66,3 mm); die Keimungsverhältnisse waren daher verhältnismässig günstig. Dürre gab es keine, und darum war das Lood, das im Hochsommer gewöhnlich geradezu verdorrt und gelb aussieht (vgl. Vilberg 1927, S. 32, auch die Anm. 3), diesmal mehr oder weniger grün, da der Boden meist feucht oder mindestens frisch war.

Meine Forschungen begannen im Juli 1923 und dauerten bis zum September. Es ist schwerlich zweckmässig, vor dem Juli Keimlinge zu suchen, denn obschon sie viel früher zu keimen beginnen, so sind sie im Juli verhältnismässig wenig entwickelt, sie befinden sich im sog. Keimlingsstadium, wo man sie voneinander

¹⁰⁾ Folgende Tabelle gibt den Mittelwert für den Anfang der Blütezeit von 4 Bäumen an, wie er für die Jahre 1923 und 1895 verzeichnet worden ist; die Daten sind von Kurrik (1924, S. 481—483) auf Grund phänologischer Beobachtungen zusammengestellt worden. Die Beobachtungen sind im selben Klimagebiet gemacht worden, in welches auch das Lood hineingehört, d. h. im Gebiet des kühl-marinen Klimas. Die Angaben vom Jahre 1895 sind nach Jentzsch (1895, 1896) zusammengestellt (vgl. Vilberg 1927, S. 21), wobei einige Zahlen interpoliert sind, da für einige Beobachtungsfunde die Daten fehlen.

Jahre	<i>Prunus padus</i>	<i>Prunus cerasus</i>	<i>Pirus malus</i>	<i>Syringa vulgaris</i>
1895	14. V.	15. V.	20. V.	20. V.
1923	4. VI.	9. VI.	17. VI.	23. VI.
Unterschied in Tagen	21	25	28	34

Die Angaben des Jahres 1895 entsprechen mehr den gewöhnlichen Zuständen, während das Jahr 1923 eine grössere Verspätung zeigt. Ebenso kann man beobachten, dass der Frühling von 1895 gleichmässiger warm war (ein geringerer Unterschied zwischen dem Anfang der Blütezeit der einzelnen Bäume), während im Jahre 1923 die kühle Witterung die Entwicklung der Blüten stark gehemmt hat.

nur mit gewissen Schwierigkeiten unterscheiden kann. Im Juli haben die Keimpflanzen oft schon einige der typischen Blätter, nach denen man die Pflanzen leichter auseinanderhalten kann. Aber auch dann noch findet man oft verhältnismässig junge Keimlinge, zuweilen sogar Samen, aus denen die Keimblätter erst eben anfangen auszutreten.

In meiner Arbeit bin ich nach folgendem Plan vorgegangen. Zuerst betrachtete ich im allgemeinen die Keimungsbedingungen und deren gegenseitige Verhältnisse auf dem ganzen Loodgebiet, indem ich das Lood in die vier typischen Formationen einteilte: 1) fast nackte, mit einer verhältnismässig dünnen Erdschicht bedeckte Kalksteingebiete, 2) der Karst, das ist ein flachgründiges Gebiet mit Kalksteinuntergrund, 3) das Schuttlood, das von einer mächtigeren Schicht Erde mit beigemengtem Schotter oder von Moräne bedeckt ist, 4) das Schuttlood-*Juniperetum*, wo zu den letztgenannten Faktoren noch die Wacholdersträucher sich hinzugesellen (vgl. S. 11—12). Nach diesen Betrachtungen berühre ich noch die Verhältnisse, die auf die Erneuerung durch Samen in dem einen oder anderen Gebiet günstig oder ungünstig wirken. Aber bei der Untersuchung der Keimlinge findet man auf den Untersuchungsvierecken fast immer auch abgestorbene Pflanzen, die auf die eine oder die andere Art zugrunde gegangen sind (meist sind es, wie oben erwähnt ist, Gräser — entweder *Avena pratensis*, *Koeleria grandis* oder *Festuca ovina*): auch sie wurden immer in Betracht gezogen, um mit ihrer Hilfe das eine oder das andere Erneuerungsverhältnis besser aufklären zu können.

Im allgemeinen kann man noch beobachten, dass man die Vegetationserneuerung des Lood im Vollfrühling und Frühsommer an der Hand der Knospenerneuerer vielfach verfolgen kann. Die Bildung neuer Sprosse aus Knospen, die am Wurzelstock, an der Rosette oder Zwiebel mehr oder weniger gut überwintert haben, ist am lebhaftesten beim Eintritt der warmen Zeit, und bald bedeckt sich die verblichene Pflanze mit Grün. Das Treiben von Sprossen und Ausläufern ist bei den Gräsern besonders gut zu beobachten, am besten bei *Festuca rubra* und auch *F. ovina*, *Agrostis vulgaris*, ebenso bei den Kräutern, denen der Semianismus in höherem Grade eigen ist (*Galium verum*, *Campanula rotundifolia*, *Achillea millefolium*, *Medicago lupulina* u. a.; vgl. Vilberg 1927, S. 34—35). Diese Tatsache wird durch das Fehlen des Viehs am Anfang des Frühlings auch teilweise be-

günstigt (man lässt dieses erst dann auf die Loodweide, wenn das Gras ein wenig gewachsen ist). Zu gleicher Zeit kann man an offenen Stellen, oder an Stellen, wo der Rasen fehlt, hauptsächlich die Pflanzen finden, die im vorausgegangenen Herbst gekeimt und sich mehr oder weniger entwickelt haben — das sind die Jungpflanzenerneuerer. *Erophila verna* findet man dann deckend (soc.) an den Rändern von Spalten, den Abhängen der Steinbrüche, an einzelnen hervortretenden Kalksteinblöcken, überhaupt an Stellen, die trocken und arm an Erde sind; mit ihr zusammen treten auf: *Saxifraga tridactylites*, oft soc., *Androsaces septentrionale*, cop., an einigen Stellen auch *Veronica verna*, *V. arvensis* und *Myosotis arenaria*. Die ersten drei Pflanzen verleihen im Frühsommer den flachgründigen Gebieten ihren Aspekt. Im Hochsommer sind sie meist alle vertrocknet, die Samen verstreut, die Stengel von den Tieren zertreten, so dass sie überhaupt nicht mehr als ergänzender Faktor der Pflanzendecke auftreten.

1. Nackte Kalkplatten.

Nackte Kalkplatten kommen besonders im Karst vor. Augenscheinlich haben sie sich an den Stellen gebildet, wo sich in der allgemeinen Felsmasse eine mehr oder weniger tiefe Senkung vorfand, aus der das Wasser keinen Abfluss hatte, so dass es darin stehen blieb. Nach einem stärkeren Regen saugt sich die dünne Erdschicht voll Wasser, ist durchweicht, und die Tierfährten geben ihr ein löcheriges Aussehen. In der trockenen Zeit ist auch die dünne Erdschicht stark ausgetrocknet, die Tiere zertreten sie zu feinem Staub, der durch den Wind verweht wird. Die Erdschicht in den Mulden wird weiter durch die Tiere ausgetreten, die Witterung tut das Ihrige, und so vergrössert sich die Mulde unausgesetzt. Zur Regenzeit sammelt sich das Wasser hier zu einer flachen Lache an und hält sich auf dem undurchlässigen Kalkuntergrund längere Zeit, löst die Erde und vergrössert dadurch die Fläche des nackten Kalkes. Im Winter hebt der Frost die im Herbst mit Wasser getränkte Erde, im Frühling wird die Erde beim wechselnden Temperaturmittel bröcklig, es wirken die früheren Kräfte ein (das Treten der Tiere, Wind und Wasser), und der Streifen vergrössert sich immer mehr und mehr, bis schliesslich eine festere, an feinem Gesteinsmaterial reichere Erdschicht diesem Prozess ein Ende macht. Mit der Zeit entblösst

sich der Kalkstein vollständig und auf ihm bilden sich fleckenweise Überzüge von Krustenflechten, sowie endlich an Stellen, wo sich die Erde ansammelt, Moosüberzüge (*Ditrichum flexicaule* Hampe, *Encalypta vulgaris* Hoffm., *Ceratodon purpureus* Brid., einzelne Büschel von *Thuidium abietinum* Bryol. eur., *Th. Philiberti* Limpr., auch *Climacium dendroides* Web. et Mohr), hierzu kommen einzelne Gräser und Kräuter (*Sedum acre*, *Festuca ovina* etc.).

Der nackte Kalkstein mit der dünnen Erdschicht ermöglicht den Samen das Keimen nur unter gewissen Bedingungen, unter denen die Feuchtigkeit an erster Stelle steht. Obgleich bei Regengüssen das Wasser auf den Platten oft in Pfützen steht, verschwindet es im Sommer doch unter der Wirkung von Hitze und Wind recht rasch und hinterlässt auf dem Kalkstein eine dünne Schicht Erde, die sich niedergeschlagen hat; diese platzt in der Trockenheit in unzähligen Spalten, wobei in den letzteren die Wurzeln einzelner Pflanzen freigelegt werden. Die Erde ist beinahe vollständig trocken und bietet den Samen keine Möglichkeit zum Keimen. Wenn auch in einer feuchten Periode mancher Same auf den Fliesen gereift oder von anderswo dahin geraten ist und dann unter günstigen Bedingungen zu keimen angefangen hat, so benehmen die sengende Sonne und die Trockenheit die Lebenskraft der jungen Pflanze. Ist aber die Platte mehr oder weniger von einer oft sehr dicken Mooschicht bedeckt, dann können die Samen nicht zur Erde gelangen, und die Keimungsmöglichkeit wird sehr fraglich. Manchmal ist wiederum die Platte von einer dichten Schicht von Schotter bedeckt, die meist durch Verwitterung des Untergrundes entstanden ist, — auch an solchen Stellen können sich die Samen nicht genügend entwickeln.

Von den nackten Kalksteinplatten sind an drei typischen Standorten Proben genommen und durchgearbeitet worden. Das Ergebnis zeigt die folgende Tabelle (Tab. I).

Annotationen zu Tabelle I:

1. (10). 4. VIII. 23. Das Lood von Kostivere. Ein Viereck, wo der Kalkstein beinahe blossliegt und nur von einer dünnen, 1—1,5 cm hohen Erdschicht bedeckt wird. Pflanzendecke vollständig offen. Moose fehlen beinahe vollständig.
2. (11). 4. VIII. 23. Das Lood von Kostivere. Kalkstein mit nur 1—2 cm dicker Erdschicht, die reich an kleinen Steinchen ist. Beinahe *Sedetum*. Keimlinge finden sich nicht viele, die Trockenheit hat

Analysen auf nacktem Kalkstein.

Tabelle I.

S. 1)	Gr.	1 (10)				2 (11)				3 (21)				Qu.	K%		
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
C	n	<i>Thymus serpyllum</i>														2	17
	h	<i>Androsaces septentrionale</i>														2	17
		<i>Cerastium caespitosum</i>														2	17
		<i>Erophila verna</i>														2	17
		<i>Euphrasia stricta</i>														4	34
		<i>Sagina nodosa</i>														5	43
		<i>Saxifraga tridactylites</i>														9	77
		<i>Sedum acre</i>														12	100
	g	<i>Avena pratensis</i>														1	9
		<i>Festuca ovina</i>														7	60
		Ignotus														14	
		Abgestorbene															
		Pflanzenindividuen	62	82	50	19	89	70	90	69	119	80	81	72			
		Keimlinge	2	2	3	1	4	3	2	2	36	9	15	15			

Die mittlere Individuenzahl auf 1 dm²: 74,0
 Die " Keimlingszahl " " " 8,0
 Die " Zahl der abgestorbenen Individuen auf 1 dm²: 4,7

1) S — Schicht, Gr — Grundform, Qu — Quadrate, K% — Konstanz in Prozenten ausgedrückt.

rundherum eine Menge Gräser vernichtet, unter diesen ist *Festuca ovina* am zahlreichsten vertreten.

3. (21). 21. VIII. 23. Das Lood von Kostivere. Karst, beinahe vollständig nackter Kalkstein, die Erdschicht ist kaum 1 cm mächtig. Einige Stellen sind vollständig nackt. Reichlich Moose (*Ditrichum flexicaule*). Recht viel Keimlinge, die wegen ihres Jugendstadiums schwer zu bestimmen sind; vielleicht sind es *Saxifraga tridactylites*, *Androsaces septentrionale* oder *Erophila verna*, deren Samen in der feuchten Zeit auf blosser Erde zu keimen anfangen. *Saxifraga tridactylites*, *Androsaces septentrionale* und *Erophila verna* sind selbst schon vollständig vertrocknet.

Wie aus dem oben Angeführten ersichtlich, ist das erste Versuchsviereck auf einem von einer sehr dünnen Erdschicht bedeckten und von Moosen vollständig freien Kalksteingebiet genommen worden¹¹⁾. Die Keimungsbedingungen sind hier schlecht, darum findet man wenig Keimlinge. Interessant ist hier das Auftreten von *Sagina nodosa* in grösseren Mengen; da das Viereck fast ohne jegliche Pflanzendecke, offen ist, wo kein Kampf um den Standort stattfindet, kann diese sich allmählich entwickelnde Pflanze sich so üppig entfalten, dass sie im Hochsommer einem solchen Gebiet ein eigenartiges Gepräge gibt. Das gegen die Trockenheit unempfindliche *Sedum acre* ist an solchen Stellen die am häufigsten vorkommende Pflanze, was man auch auf den anderen im selben Gebiet liegenden Vierecken beobachten kann.

Auf dem zweiten Versuchsviereck ist die Erdschicht beinahe die gleiche, jedoch finden sich in ihr eine Menge kleiner Steine, die dem Eindringen der Wurzeln in die Erde hinderlich sind. Hier kommen noch abgestorbene Pflanzen hinzu, meist *Festuca ovina*, die im Umkreise reichlich vertreten ist und deren Keimlinge die übrigen an Zahl übertreffen. Augenscheinlich war das Gras in der Trockenheit verdorrt, welche von Anfang Juli an ungefähr 2 Wochen lang anhielt, wobei auch die Hitze bis auf 25,2° C stieg (12. VII.). Auf dem dritten Versuchsviereck, wo die Bedingungen den vorher beschriebenen beinahe gleich sind, ist das Moos (*Ditrichum flexicaule*) ein bedeutender Faktor. Hier

¹¹⁾ Der nackte, vom Regen oft abgspülte und von verschiedenen Krustenflechten- (*Lecidea*-, *Verrucaria*-, *Caloplaca*-, auch *Placodium*-) Assoziationen bedeckte Kalkstein ist hier nicht in Betracht gezogen worden, da er für das Keimen der Pflanzensamen nur eine minimale Möglichkeit gibt, so dass man hier nur manchmal die Samen selbst findet.

ist die Zahl der abgestorbenen Pflanzen, wahrscheinlich aus denselben Gründen, ebenfalls eine verhältnismässig grosse; auffallend ist hier aber die Menge der Keimlinge, — auf (20 cm)² kommen im ganzen 75 Keimlinge, eine Zahl, die sonst auf den Loodweiden nicht häufig ist. Der grösste Teil derselben ist noch zu wenig entwickelt, um eine Unterscheidung der Arten zu erlauben. Augenscheinlich sind es entweder Keimlinge von *Erophila verna*, von *Saxifraga tridactylites* oder von *Androsaces septentrionale*. Es sei hier noch bemerkt, dass die Analyse am 21. VIII. gemacht wurde. Ende Juli und Anfang August herrschte regnerisches Wetter, zwischen dem 15. und dem 20. VIII. gab er sehr starke Regengüsse¹²⁾. Infolgedessen sammelte sich auf den flachgründigen Kalkplatten genug Feuchtigkeit an, um die ausgestreuten und während der trockenen Sommerzeit im Ruhezustande verharrenden Samen zum Keimen zu bringen. Gerade auf diesem Viereck gibt es auch, wenn auch nur in Form vertrockneter Stengel, eine grössere Zahl von *Saxifraga tridactylites*, *Androsaces septentrionale* und eine Menge von *Erophila verna*, deren Stengel zerbrochen waren und sich darum nur in wenigen Fällen genau bestimmen liessen.

Die Erneuerungsbedingungen aller 3 Vierecke zusammenfassend, kann man bei ihnen folgende Keimungsmöglichkeiten beobachten: Auf dem vom Rasen freien Viereck verdrängen die Pflanzen die neuen Eindringlinge nicht und auf feuchter Erde entwickelten sich die Keimlinge. Und dennoch kann man auf diesem Viereck keine besonders bemerkenswerte Erneuerung beobachten. Die Pflanzendecke bleibt in gleicher Weise offen. Augenscheinlich ist hier die Winterkälte in hohem Grade massgebend, da sie für die Entwicklung der Pflanzendecke ungünstig ist, sogar fast alle mehrjährigen Pflanzen vernichtet, und nur das Wachstum einiger biennen Pflanzen zulässt, denen es möglich ist, sich im feuchteren Herbst oder Frühling zu entwickeln. Aus diesem Grunde ist im Allgemeinen die Zahl der Arten auf den Kalkplatten sehr klein, — es treten nur *Sedum acre* und *Festuca ovina* auf, wobei letztere unter der Sommerhitze sehr leidet. In

¹²⁾ Am 16. VIII. betrug die Niederschlagsmenge z. B. in Kehra, das dem untersuchten Gebiet in Kostivere am nächsten liegt, im Laufe von 24 St. 97,6 mm (Meteorolog. Jahrbuch 1923, S. 185). Es war ein so starker Regen, wie ihn auch die älteren Leute dieses Gebietes nicht erlebt haben.

einer allgemeinen Zusammenfassung können wir folgendes feststellen: Die Keimungsbedingungen sind in dem nur mit einer dünnen Erdschicht bedeckten Kalksteingebiet verhältnismässig günstig, besonders gilt das für einen feuchten Sommer und Herbst. Trotzdem aber ist die Erneuerung eine minimale, da auf diesem Gebiet die Hitze des Sommers und die Winterkälte anscheinend von grösserer Bedeutung sind, als auf anderen Gebieten; als Hauptgrund wäre die Dünne der Erdschicht anzuführen, die den Änderungen der Witterung gegenüber sehr empfindlich ist. Darum wachsen hier nur diejenigen Pflanzen, deren Entwicklung in die zweite Hälfte des Sommers oder auch in den Herbst und in den Frühlingsanfang fällt, wo die Feuchtigkeit das Wachstum der Pflanzen begünstigt. Wegen der im Sommer oft herrschenden starken Hitze können hier nur die Pflanzen gedeihen, die sich vor übergrosser Transpiration und Insolation schützen können (*Sedum acre*, *Festuca ovina*, zum Teil auch *Sagina nodosa*).

2. Das Karstgebiet.

Auf dem Karst ist die Erdschicht meist überall mächtiger als auf dem oben besprochenen Gebiet, ist aber auch hier nicht von besonders grosser Dicke. Oft findet man hier in der Erde gröberen oder feineren Steinschotter. Die Menge der feinen Erde ist verhältnismässig gross, wobei der Reichtum an Stickstoff und der Prozentsatz des Glühverlustes bedeutend sind. Dagegen ist der Prozentsatz der Karbonate ein verhältnismässig geringer (Vilberg 1927, S. 18—19). Mit der Feuchtigkeit ist es hier schlecht bestellt, da das Wasser nach den Regengüssen bald die lockere Erde verlässt, um durch die im Untergrund häufig auftretenden Spalten abzufließen. Die allgemeinen Wachstumsbedingungen sind auch hier ungünstig, darum ist die Bodenschicht auf dem Karst verhältnismässig bröcklig und zerstückelt, die Pflanzendecke unzusammenhängend und offen. Hier sind die Keimungsbedingungen auch nicht besser, da die Witterung, wie auch auf dem zuerst erwähnten Gebiet, mehr oder weniger ungünstig ist. Hinzu kommt noch eine stellenweise dichte Moosschicht, die in verschiedener Weise dem Keimen hinderlich ist.

Bei der Beobachtung der Keimlinge sind hier, wie auch auf den vorher betrachteten Standorten, zwei Untersuchungsmethoden angewandt worden: erstens die Zählmethode, wobei alle

Pflanzen einer 1 dm² grossen Fläche gezählt werden. Diese Methode gründet sich sowohl auf die Zahl der Pflanzenindividuen, wie auch auf die Grösse der untersuchten Fläche (Tabelle II). Die zweite Methode zieht nur die Grösse der Fläche in Betracht, die nun aber 4 mal grösser gewählt wird, als bei der zuerst erwähnten Methode (Tabelle III). Bei einem Vergleich ist es somit leicht, die Flächenverhältnisse in Betracht zu ziehen.

Annotationen zu Tabelle II:

1. (2). 28. VII. 23. Das Lood von Aavakannu. Ein auf Kalkstein befindlicher offener Platz. Pflanzendecke offen. Erde 5—6 cm mächtig.
2. (5). 30. VII. 23. Das Lood von Jöelähtme. Auf Kalkstein gelegenes Weideland. Erde 4—5 cm mächtig. Pflanzendecke offen.
3. (6). 31. VII. 23. Weideland auf dem Lood von Jöelähtme. Höheres Kalksteingebiet zwischen Diaklasen. Erde 3—4 cm mächtig, locker, von wenigen Wurzeln durchwirkt. Pflanzendecke offen. Gräser in Büscheln.
4. (7). 31. VII. 23. Das Lood von Jöelähtme. Kalkgebiet am gleichen Ort. Erde 3—4 cm mächtig. Pflanzendecke offen, Gräser in Büscheln, zwischen denen einzelne Keimlinge liegen. Wenig Moos.
5. (9). 4. VIII. 23. Das Lood von Kostivere, vollständiges Kalkgebiet; die Erdoberfläche nach Südosten zu geneigt. Rund herum liegt der Kalkstein stellenweise ganz bloss. Erde reich an Steinen, 3—4 cm mächtig. Pflanzendecke offen. Moos reichlich vorhanden.
6. (14). 15. VII. 23. Das Lood von Valkla. Vollständig offenes Kalksteingebiet auf dem Weideland von Teedu. Erde 4—5 cm mächtig. Die Pflanzendecke geschlossener. Stellt Weideland dar, ist aber nicht so sehr abgegrast, wie das südlich gelegene Gemeindeweideland.
8. (18). 29. VIII. 23. Das Lood von Valkla. Südlich der Landstrasse gelegenes höheres Kalksteingebiet beim Gesinde Andrese. Die Erde erreicht kaum eine Mächtigkeit von 4—5 cm. Pflanzendecke verhältnismässig offen. Moose.
9. (19). 21. VIII. 23. Das Lood von Kostivere. Kalksteingebiet mit 4—5 cm tiefer Erde. Pflanzendecke geschlossen. Moose reichlich vertreten.
10. (20). 21. VIII. 23. Das Lood von Kostivere. Karst. Gebiet zwischen Spalten. Erdschicht 3—4 cm mächtig. Pflanzendecke offen.

Bei der Betrachtung der Tabelle II fällt die geringe Zahl der Keimlinge sofort auf; sie ist viel kleiner als auf dem früher untersuchten Gebiet: die mittlere Individuenzahl auf 1 dm² beträgt 11,6, die mittlere Zahl der Keimlinge dagegen nur 2,9. Dagegen

ist die mittlere Zahl der abgestorbenen Pflanzen bedeutend grösser (7,6). Somit sind die Keimungsbedingungen schlecht und auch die Wachstumsbedingungen sind nicht günstig. Die Erneuerung durch Samen ist ebenfalls nicht bedeutend. Es überwiegt das Absterben der Pflanzen, besonders der Gräser, letztere dominieren geradezu in der Zahl der abgestorbenen Pflanzen. Ebenso ist auch die vegetative Erneuerung infolge der schlechten Wachstumsbedingungen nicht lebhaft oder in irgendeiner Weise beachtenswert. Infolgedessen bleibt die Pflanzendecke eine offene.

Interessant ist es, dass man auf manchem Versuchsviereck nur die Keimlinge einer einzelnen Pflanze vorfindet. Daraus sieht man, dass nur diese einzelne Pflanze es bis zur Reife der Samen gebracht und dann, innerhalb einer offenen Pflanzendecke erscheinend, dort in grösserem Umfange zu keimen vermocht hat, z. B. *Helianthemum helianthemum* und *Hieracium pilosella* auf dem 1. Versuchsviereck, *Campanula rotundifolia* auf dem 7. Versuchsviereck. Ebenso kann man beobachten, dass es hauptsächlich die Kräuter, zum Teil auch die Stauden sind, die die Keimlinge liefern, während die Gräser in dieser Beziehung zurückbleiben. Besonders beachtenswert ist das Versuchsviereck 7. Es befindet sich auf einem Weideland, das von einer Mauer umgrenzt ist und auf dem das Vieh nur eines einzigen Gesindes weidet; darum ist hier der Einfluss des Viehs geringer, als auf dem Gemeineweideland, wo die Herden des ganzen Dorfes zusammenkommen. Infolgedessen ist hier die Zahl der Individuen wie auch der Arten (18) grösser. Man kann hier besonders die Vermehrung von *Festuca ovina*, *Campanula rotundifolia* und auch *Trifolium repens* beobachten, während auch die Wachstumsbedingungen von *Filipendula filipendula* sich gebessert zu haben scheinen.

Tabelle III zeigt fast die gleichen Erscheinungen. Die Zahl der Keimlinge ist klein (im Mittel 14,6¹³), ebenso die Zahl der Arten (11,0). Vergleicht man die Tabellen, so fallen einem die Pflanzen auf, die immer Keimlinge liefern, oder als Jungpflanzen auftreten; das sind diejenigen Pflanzen, die sich dem Lood angepasst haben, und die ihrer Bitterstoffe und der Verholzung wegen von dem Vieh unberührt bleiben und deshalb zur Reife

¹³) In der vorigen Tabelle würde die Zahl der Individuen pro (20 cm)² (2,9×4) 11,6 betragen. Das Mittel — 2,9 — bezog sich dort auf 1 dm².

gelangen (*Thymus serpyllum*, *Sagina nodosa*, *Sedum acre*, *Cerastium caespitosum* und auch *Euphrasia stricta*).

Abgestorbene Pflanzen treten hier in der gleichen Weise wie auf dem übrigen Karstgebiet auf. Zu den in der Erde wurzelnden verdorrten Pflanzen gesellen sich noch die Pflanzen, die vom grasenden Vieh, besonders von den Pferden, mit dem Wurzelstock herausgerissen wurden und jetzt als verblichene Büschel herumliegen.

Im allgemeinen ist die Zahl der Keimlinge auf dem Karst eine verhältnismässig geringe. Einzelne Pflanzen erreichen die Fruchtreife, die Samen werden daselbst ausgestreut und fangen unter günstigen Bedingungen an zu keimen. Jungpflanzen gibt es aber wenig, was darauf hinweist, dass nach dem Keimungsprozess Faktoren zur Herrschaft gelangen, welche die Jungpflanzen vernichten. Die Erneuerung durch Knospen ist ebenfalls eine geringe; dagegen ist die Zahl der abgestorbenen und der vom Vieh herausgerissenen Pflanzen eine bemerkenswert grosse. Darum bleibt die Pflanzendecke auf dem Karst offen und unzusammenhängend.

Annotationen zu Tabelle III:

1. (1). 4. VIII. 23. Das Lood von Kostivere. Kalksteingebiet, das von Diaklasen durchkreuzt wird. Versuchsviereck von einem zwischen den Spalten gelegenen Quadrat. Erde 1—2 cm mächtig. Pflanzendecke offen. Die Pflanzenwurzeln erreichen, ein Geflecht bildend, den Kalkstein, der aber nicht die obere Schicht des kompakten Kalksteins, sondern nur eine grössere Platte desselben darstellt.
2. (2). 4. VIII. 23. Das Lood von Kostivere. Gebiet von einem Quadrat zwischen den Spalten. Erde 2—3 cm mächtig, voll kleiner Steinchen. Die Pflanzendecke sehr offen. Moose in Menge, an einigen Stellen Flechten (*Cladonia pyxidata*, *Cl. furcata* u. a.).
3. (26). 21. VIII. 23. Das Lood von Kostivere. Gebiet zwischen der Hütte und der Landstrasse. Die eine Hälfte liegt auf einer verschütteten Spalte mit tiefer Erdschicht; der andere Rand liegt vollständig auf Kalkstein, der mit einer 2—3 cm mächtigen Erdschicht bedeckt ist. Pflanzendecke offen. Die Bodenschicht von Moosen gebildet (*Dicranum*-, *Thuidium*-Arten), hinzu kommen Flechten (*Peltigera aphthosa*, *Cetraria islandica* u. a.).
4. (6). 4. VIII. 23. Das Lood von Kostivere, hoch, auf flachgründigem Karstgebiet in der Nähe eines Kalkbruchs und einer Mauer.
5. (9). 4. VIII. 23. Das Lood von Kostivere. Streifen eines flachgründigen Gebiets. Erde 5—6 cm mächtig. Pflanzendecke wenig geschlossen. Die Wurzeln erreichen den Kalkstein und bilden ein dichtes Geflecht.

- 6—10. (11—15). 20. VIII. 23. Das Lood von Kostivere. Die Versuchsvierecke liegen in seiner Mitte, in der Nähe von Hirtenhütten. Die Versuchsvierecke — $(20\text{ cm})^2$ gross — sind einem 4 m^2 grossen Gebiet entnommen. Die Vierecke 6, 7, 8, 9 stammen genau aus den Ecken dieses Gebiets, das Viereck 10 aus dessen Mitte. Bei 6—9 ist die Pflanzendecke unterbrochen, dazwischen liegen grosse Moosflecke; man findet auf diesen Vierecken Keimlinge; *Sagina nodosa*, ebenso *Sedum acre* sind überall vertreten; *Agrostis vulgaris* fehlt. Erdschicht 3—4 cm mächtig. Auf dem Viereck 10 ist die Pflanzendecke geschlossener. Hier fehlt *Sagina nodosa*, auch *Sedum acre* verschwindet. *Agrostis vulg.* überall vorhanden. Erde 4—5 cm mächtig. — Alle Pflanzen, die auf diesem 4 m^2 grossen Gebiet auftreten, fehlen in den 5 nach der früher beschriebenen Art durchgeführten Analysen.
11. (14). 20. VIII. 23. Das Lood von Kostivere. Kalksteingebiet mit 4—5 cm mächtiger Erdschicht. Pflanzendecke sehr undicht. Die Wurzeln der vereinzelt Pflanzen erreichen den Kalkstein.
12. (25). 21. VIII. 23. Das Lood von Kostivere. Karstgebiet. 4—5 cm mächtige Erdschicht. Pflanzendecke geschlossener als die vorhergehende.
13. (24). 21. VIII. 23. Das Lood von Kostivere. Gebiet zwischen der Hütte und der Landstrasse. Erde 3—4 cm mächtig. Pflanzendecke geschlossen (ungefähr 95%).
14. (30). 21. VIII. 23. Dasselbst. Erdschicht 1—2 cm dick. Pflanzendecke offen.
15. (34). 21. VIII. 23. Karst von Vandjala bei den Kalkbrüchen. Von einem zwischen Spalten gelegenen Feld. Pflanzendecke offen. Gräser erscheinen in Büscheln. Moos in Menge, Flechten weniger.
16. (46). 22. VIII. 23. Das Lood von Vöerdla. Gebiet auf dem Weideland südlich von der Landstrasse. Erde 3—4 cm mächtig. Pflanzendecke geschlossener. Moos in Menge.
17. (47). 22. VIII. 23. Gebiet in der Nähe des eben beschriebenen, liegt zwischen Spalten. Erde 4—5 cm mächtig. Pflanzendecke offen. Moos vorhanden.
18. (49). 22. VIII. 23. Dasselbst, am Abhang einer Spalte. Erde 5—6 cm mächtig. Pflanzendecke offen. Weniger Moos vorhanden.
19. (50). 22. VIII. 23. Das Lood von Vöerdla. Gebiet in der Mitte desselben in der Nähe einer neuen Mauer, gerade am Rande einer Spalte. 3—4 cm mächtige Erdschicht. Pflanzendecke offen. *Herniaria glabra* bedeckt weithin den Boden.
20. (83). 19. IX. 23. Das Linnalood des Lasnamägi. Nur mit Moos bedecktes Kalksteingebiet. Erdschicht 3—4 cm mächtig. Erde locker und bröcklig. Daneben vollständig nackter Kalkstein. Pflanzendecke vollständig offen.
21. (85). 19. IX. 23. Das Linnalood des Lasnamägi. Karstgebiet mit 3—4 cm mächtiger Erdschicht. Pflanzendecke unterbrochen, der Boden beinahe bloss.

Analysen vom Karst, bezogen auf (20 cm)².

Tabelle III.

S.	Gr.		1	2(2)	3(26)	4(6)	5(9)	6(11)	7(12)	8(13)	9(14)	10(15)	11(24)	12(25)	13(27)	14(30)	15(34)	16(46)	17(47)	18(49)	19(50)	20(83)	21(85)	22(90)	23(91)	24(92)	25(102)	26(103)	27(99)	Qu.	K %.			
C	n	<i>Helianthemum helianthemum</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+	+	+	1	-	-	-	+	+	-	+	-	-	-	-	9	33			
		<i>Thymus serpyllum</i>	+	+ 2	-	+ 2	+ 2	+ 8	+ 3	+ 1	+ 3	+	+	+	+	+	+	4	+ 1	+ 5	+ 3	+ 5	+ 4	+ 6	+ 4	+ 2	+ 2	+ 3	+	+ 8	25	93		
C	h	<i>Achillea millefolium</i>	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	+	+	-	+	-	6	22			
		<i>Alchimilla vulgaris</i>	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-	4	15		
		<i>Antennaria dioeca</i>	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	4	15	
		<i>Anthyllis vulneraria</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	1	4	
		<i>Botrychium lunaria</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	1	4	
		<i>Calamintha acinos</i>	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	15	
		<i>Campanula rotundifolia</i>	+	+ 1	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	10	37	
		<i>Cerastium caespitosum</i>	-	-	-	+ 2	+ 3	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	13	48	
		<i>Cirsium acaule</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	1	4	
		<i>Euphrasia stricta</i>	+ 3	-	-	-	+ 6	+ 3	+ 1	+ 4	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	9	33	
		<i>Filipendula filipendula</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	1	4	
		<i>Fragaria vesca</i>	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	7	
		<i>Galium verum</i>	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	12	44	
		<i>Gentiana amarella *axillaris</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	1	4	
		<i>Herniaria glabra</i>	-	-	-	+ 8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	+	+	+	3	11	
		<i>Leontodon autumnalis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	4	
		<i>Lotus corniculatus</i>	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	4	15	
		<i>Potentilla alpestris</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	+	6	22	
		<i>P. argentea</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	+	2	7	
		<i>Sagina nodosa</i>	-	+ 5	+ 7	-	+ 1	+ 5	+ 3	+ 1	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	18	67	
		<i>Sedum acre</i>	+	+	+ 2	+ 1	+ 3	+ 1	+ 2	+ 2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	24	89
		<i>Stellaria graminea</i>	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	4	15
		<i>Taraxacum taraxacum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	3	11
<i>Trifolium repens</i>	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	12	44		
<i>Veronica spicata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	5	18		
<i>Vicia cracca</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	2	7			
<i>Viola rupestris</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	+	+	1	4			
C	g	<i>Agrostis vulgaris</i>	+	-	+	+	+	-	-	-	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	21	78		
		<i>Avena pratensis</i>	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	14	52	
		<i>Briza media</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	4	
		<i>Carex verna</i>	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	10	37	
		<i>Festuca ovina</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	26	96	
		<i>F. rubra</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	4	
		<i>Koeleria grandis</i>	+	-	-	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	17	53	
		<i>Phleum Boehmeri</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	
		<i>Poa alpina</i>	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	26	
				Ignotus	-	1	3	-	1	8	12	3	2	-	9	2	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Pflanzenindividuen	9	7	9	11	16	6	6	7	9	10	6	13	14	9	9	6	8	12	10	11	14	14	15	15	16	16	9					
		Keimlinge	3	9	20	5	16	25	22	11	8	1	25	11	4	32	12	9	9	8	30	56	19	5	6	8	5	14	13					

Die mittlere Individuenzahl der Arten auf (20 cm)²: 11,0.
 „ „ Keimlingszahl „ „ „ : 14,6.

22. (90). 27. VIII. 23. Das Lood von Valkla. Kalksteingebiet mit 3—4 cm mächtiger Erdschicht. Pflanzendecke unterbrochen. Der Rasen fest, dehnbar. Moose.
23. (91). 27. VIII. 23. Dasselbst, — eine zwischen Spalten gelegene Stelle. 3—4 cm lockerer Erde. Die Pflanzendecke offen, der Rasen zäh.
24. (92). 27. VIII. 23. Vom gleichen Gebiet, Versuchsviereck nur um 1,5 m südwestlich gelegen. Die gleichen Bedingungen.
25. (102). 15. VIII. 23. Das Lood von Valkla. Vollständiges Kalksteingebiet, das von einer 3—4 cm mächtigen Rasen- und Erdschicht bedeckt wird. Pflanzendecke offen.
26. (103). 15. VIII. 23. Dasselbst. Weide von Teedu. Erdschicht 3—4 cm mächtig. Ist nicht so stark abgegrast, wie das Gemeindelood.
27. (95). 27. VIII. 23. Das Lood von Aavakannu. Gebiet zwischen Diaklasen. Einige Spalten verschüttet und mit Rasen bedeckt. Erdschicht in der Mitte 3—4 cm mächtig. Pflanzendecke offen. Moose.

3. Das Schuttlood.

Die Wachstumsverhältnisse der Pflanzen sind auf dem Schuttlood günstiger. Hier ist die Erdschicht mächtiger, hier fließt das Regenwasser nicht so rasch durch die Spalten des Untergrundes ab, da unter der Erdschicht oft tonhaltige Moräne vorkommt, die das Wasser nicht so leicht durchlässt, wodurch die Feuchtigkeit den Pflanzen für längere Zeit erhalten bleibt. Darum wird die Schuttloodvegetation von einer geschlosseneren Formation gebildet (vgl. Vilberg 1927, S. 48).

Auf Grund der erwähnten Verhältnisse ist man geneigt anzunehmen, dass auch die Keimungsbedingungen auf dem Schuttlood günstiger sind. Wir finden aber auf dem Schuttlood verhältnismässig wenig Keimlinge: im Mittel nur 5,2 Keimlinge auf 1 dm². Die mittlere Zahl der Individuen ist dennoch grösser, — bei 132,4 Individuen auf einem Versuchsviereck. Hier müssen Verhältnisse herrschen, die der Entwicklung der Keimlinge schädlich sind.

Annotationen zu Tabelle IV:

1. (1). 25. VIII. 23. Das Lood von Aavakannu. Offenes Weideland auf Kalksteinboden. Erdschicht 8—10 cm mächtig. Pflanzendecke mehr oder weniger geschlossen.
2. (3). 28. VIII. 23. Dasselbe Lood. Auf der Koppel von Västriku, bei der Korndarre Aavakannu. 8—10 cm Erde. Pflanzendecke geschlossen.
3. (4). 28. VIII. 23. Das Lood von Aavakannu, offen zwischen dem Ellerngesträuch von Audjala und dem Unland von Oru. Früher Weide-

- land, *Juniperetum*, jetzt (4—5 Jahre lang) Heuschlag. Augenscheinlich bedüngt. Die Erdschicht mächtiger als in den vorhergehenden Fällen.
4. (8). 31. VII. 23. Das Lood von Jöelähtme. Pferdekoppel, zwischen dem Steinbruch und den Feldern. Erde mit Steinschotter ungefähr 10 cm mächtig, ziemlich locker. Vollständige offen, eben. Pflanzendecke geschlossen. Bemoosung mittelmässig.
 5. (12). 14. VIII. 23. *Juniperetum* von Uuevälja, Weideland des Gesindes Nömmiku, ummauert, etwas nördlich von der Narvaschen Landstrasse. In einiger Entfernung ein benagtes *Juniperetum*. Ein etwas hügeliges Weideland. Erdschicht bis 10 cm mächtig, reichlich mit Steinschotter versehen. Pflanzendecke geschlossen.
 8. (13). 14. VIII. 23. *Juniperetum* von Uuevälja. Pferdekoppel, wenig abgegrast. 9—10 cm. Erde. Pflanzendecke geschlossen.
 7. (15). 15. VIII. 23. Das Lood von Valkla. Moränengebiet. Über 10 cm mächtige Erdschicht. In der Mitte des Streifens ein grosses *Cirsium acaule*, dessen Blätter den halben Streifen bedecken.
 8. (17). 28. VIII. 23. Das Lood von Valkla. Moränengebiet, über 10 cm Erde. Pflanzendecke vollständig geschlossen. Die Bodenschicht hart, zäh, festgetreten. Verhältnismässig wenig Moose (*Thuidium abietinum*, *Hylocomium proliferum*).
 9. (22). 19. IX. 23. Das Linnalood von Lasnamägi. Nördlich der Narvaschen Landstrasse, bei dem Aerodrom des „Aeronaut“. Offenes Weideland, fast ohne Wacholder. 12—15 cm Erde. Pflanzendecke geschlossen.
 10. (23). 19. IX. 23. Auf demselben Lood, in der Nähe des eben erwähnten Platzes. Ebenes Land. Einzelne Wacholdersträucher. 6—7 cm Erde. Die Bodenschicht ziemlich zäh, von den Sprossen von *Trifolium repens* durchwachsen.

Diesen Verhältnissen können wir näher treten, wenn wir an Hand der Tabellen (IV und V) die durch das Weiden bedingten Zustände betrachten. In beiden Tabellen finden wir Analysen: 1) Vom Weideland, auf dem die Herde fast den ganzen Sommer hindurch weidet (der grösste Teil der Analysen). 2) Von den Koppeln, das ist von ummauertem Weideland, auf dem das Arbeitsvieh zeitweilig grasst (Tabelle IV, Analysen 2, 4, 6, teilweise auch 5; Tabelle V, Analyse 14, zum Teil auch 30 und 31). 3) Vom Heuschlag — einem Gebiet, das früher allerdings Weideland war, jetzt aber 4—5 Jahre der Reihe nach mehr oder weniger regelmässig gemäht wurde, während es im Hochsommer und Herbst Weideland ist (Tab. IV, Analyse 3; Tab. V, Anal. 19). Mit dem Weideland verglichen besitzen die Koppeln mehr Keimlinge und die Zahl der Individuen ist grösser. Hier ist der Einfluss der

Herde kein so grosser, und die Samen können an den Pflanzen reifen. Zur Erde gelangt, die hier weniger festgetreten ist, können die Samen zu Keimen anfangen, da das Land, teilweise kultiviert, viel lockerer ist; auch die Regenwürmer tragen dazu bei, weil sie die Erde auflockern und zwischen den Wurzelstöcken der Gräser kleine Klümpchen aufwerfen, die in der feuchten Zeit eine günstige Keimungsfläche bilden. Auf dem Weideland gelangt nur ein kleiner Teil der Pflanzen zur Fruchtreife, da die Pflanzenstengel von dem Vieh immerfort gekappt werden, so dass sie nicht einmal blühen können und erst recht nicht zur Fruchtreife gelangen. Nur vereinzelt Pflanzen, meist diejenigen, die das Vieh aus dem einen oder dem anderen Grunde unberührt lässt, gelangen zur Blüte. Hier ist aber die Geschlossenheit der Pflanzendecke oft ein Hindernis fürs Keimen, da die Samen, falls sie reifen, auf die der Erde näher befindlichen Blätter und Blattscheiden fallen, wo die Keimungsbedingungen schlecht sind und wo sogar der Wechsel zwischen Feuchtigkeit und Trockenheit und andere Faktoren der Aussenwelt das Keimungsvermögen vernichten können. Dagegen ist die Zahl der Keimlinge auf dem Heuschlage eine recht geringe. Das ist auch ganz natürlich, da alle Pflanzen zur Blütezeit oder ein wenig früher oder später abgemäht wurden, wodurch die Samen unmöglich zur Reife gelangen können. Ebenso können die Samen auch auf dem Grummet nicht reifen, weil nach der Mahd das Vieh auf die Heuschläge gelassen wird, wo es die Blüten und Blütenknospen vernichtet, wie das auch auf dem Weideland geschieht¹⁴). Den Unterschied in der Erneuerung durch Samen auf dem Weideland und auf dem Heuschlag zeigen teilweise die Analysen 19 und 20 der Tabelle V.

Annotationen zu Tabelle V:

1. (3). 4. VIII. 23. Das Lood von Vandjala. Hohes Schuttlood in der Umgebung des Karsts, in der Nähe eines Steinbruchs. Umgeben von Spalten. 8—10 cm Erde; in der Erde viel Steinschotter. Die Pflanzendecke offen. Moose und Flechten vorhanden.
2. (4). 4. VIII. 23. Viereck in der Nähe des eben angeführten. Die Bedingungen sind die gleichen.

¹⁴) Jedenfalls sprechen diese wenigen Analysen nicht für eine Erneuerung der Heuschläge durch Samen, — diese Frage muss jedenfalls näher untersucht werden. Aber die Keimungsmöglichkeiten können, besonders auf der Magerwiese, nicht gross sein, wenn man in Betracht zieht, dass auch die Moosdecke auf den Wiesen das Keimen erschwert.

3. (5). 4. VIII. 23. Das Lood von Kostivere. Auf einem typischen Moränengrund, der sich zwischen zwei grösseren Karstgebieten befindet — es ist eine Senke zwischen zwei flachgründigen Gebieten, die mit Moräne angefüllt ist. Erdschicht 50—90 cm mächtig. Pflanzendecke geschlossen. Die Bodenschicht fleckenweise ausgebildet.
4. (21). 20. VIII. 23. Das Lood von Kostivere. In der Nähe der Hirtenhütten; 8—10 cm Erde. Pflanzendecke geschlossen.
- 5—9. (16—20). 20. VIII. 23. Das Lood von Kostivere, in der Nähe einer Hütte. Die Analyse wurde erst auf einem 4 m²-grossen Gebiet gemacht und von diesem Gebiet 5 Probevierecke genommen: 4 Vierecke aus dessen Ecken (5, 6, 7, 8) und eins aus der Mitte (9). Erde 8—10 cm mächtig. Pflanzendecke vollständig geschlossen.
10. (29). 21. VIII. 23. Das Lood von Kostivere. Gebiet zwischen der Hütte und der Landstrasse. 8—10 cm Erde. Pflanzendecke geschlossen (90%).
11. (31). 21. VIII. 23. Das Lood von Vandjala in der Nähe des Steinbruchs. 8—10 cm Erde. Erdoberfläche eben. In der Nähe ein Karstgebiet mit verschütteten Spalten. Pflanzendecke geschlossen.
12. (32). 21. VIII. 23. In der Nähe des eben erwähnten Gebiets. Erdschicht 10—12 cm mächtig. Pflanzendecke geschlossen.
13. (33). 21. VIII. 23. Am gleichen Ort. 7—8 cm Erde. Unter der Erdkrume Rähk aus feinen Steinen.
14. (35). 21. VIII. 23. Gebiet an der Mauer des Vandjalaschen Feldes, in der Nähe der eben angeführten Ortschaften. 7—8 cm Erde. Das Viereck befindet sich innerhalb des Feldrandes, so dass das Gebiet im Herbst wohl Weideland ist. Pflanzendecke fast geschlossen. Moose sind viel vorhanden.
15. (48). 22. VIII. 23. Das Lood von Vöerdla. Gebiet in der Nähe der Feldmauer. 8—10 cm Erde. Pflanzendecke geschlossen.
16. (61). 24. VIII. 23. Das Lood von Iru. Glint bei der Windmühle. 10—15 cm Erde. Pflanzendecke geschlossen. Weideland.
17. (66). 25. VIII. 23. Das Lood von Iru. Weideland. 8—10 cm Erde, geringe Neigung nach Süden. Pflanzendecke geschlossen. Moose u. s. w.
18. (67). 25. VIII. 23. Auf dem gleichen Lood. Erde 12—15 cm. Pflanzendecke geschlossen, am unteren Teil der Stengel aber etwas undicht.
19. (70). 17. IX. 23. Das Lood von Nehatu. Moränengebiet. Über 20 cm Erde und Rähk. Ein Gebiet auf Weideland in der Nähe einer Mauer, das wenigstens in den letzten Jahren vom Vieh wenig betreten wurde; scheinbar ist es Heuschlag. Es liegt 3 m südöstlich von der Mauer. Gewöhnliche Moose wachsen hier recht dicht.
20. (71). 17. IX. 23. Dasselbst, auf dem Weideland nordöstlich von der Mauer in der Nähe des Kalkbruchs von Kärmu. 10—15 cm Erde. Die Erdschicht zäh, die Oberfläche festgetreten. Pflanzendecke geschlossen mit wenigen Moosen.

21. (81). 18. IX. 23. Das Linnalood des Lasnamägi, beinahe am Rand des Glints gelegen. Erde 7—8 cm mächtig. Die Pflanzendecke ein wenig offen.
22. (82). 19. IX. 23. Das Linnalood am Rande des Glints, in der Nähe des Aerodroms „Aeronaut“. Erde 7—8 cm mächtig, locker, Weideland. Pflanzendecke geschlossen.
23. (84). 19. IX. 23. Das Linnalood, in der Nähe von Birkenruh und vom „Aeronaut“. Erdschicht 7—8 cm mächtig. Pflanzendecke geschlossen.
24. (86). 19. IX. 23. Dasselbst eine Senke zwischen dem Rande des Glints und einer höher gelegenen Kalksteinstufe; Pflanzendecke offen.
25. (87). 19. IX. 23. Dasselbst, auf einer höheren Kalksteinstufe. Erde 7—8 cm mächtig.
26. (88). 19. IX. 23. Dasselbst, die höchste Erhebung hinter dem Kalkbruch. Erde 7—8 cm mächtig. Die Pflanzendecke geschlossen.
27. (89). 27. VIII. 23. Das Lood von Valkla. Moränengebiet beim Gesinde Andrese. Erde 12—15 cm mächtig. Die Erde ist festgetreten, die Pflanzendecke geschlossen.
28. (93). 27. VIII. 23. Das Lood von Valkla. Moränengebiet südlich der Landstrasse. Erdschicht mächtiger, Pflanzendecke geschlossen, einheitlich.
29. (101). 15. VIII. 23. Das Lood von Valkla. Gebiet auf Kalkstein, Erde 8—10 cm mächtig, enthält Steinschotter. Pflanzendecke geschlossen.
30. (104). 15. VIII. 23. Das Lood von Valkla. Das Weideland von Teedu. Moränengebiet, Erde ungefähr 10 cm mächtig. Eine flache Senke. Pflanzendecke geschlossen.
31. (105). 15. VIII. 23. Dasselbst, am Mauerrande in der Nähe der Landstrasse. Erdschicht bis 10 cm mächtig. Pflanzendecke geschlossen.

Dass aber die Herden nicht ganz allein das Keimen der Pflanzen behindern, zeigen Analysen von dem sog. „Steintisch“ der Dolinen von Kostivere. Dieser Steintisch ist vom übrigen Lood vollständig getrennt (vgl. Vilberg 1927, S. 57—58; auch Abb. 7), so dass keines der weidenden Tiere dorthin gelangen kann; sogar dem Menschen ist es schwer dort hinaufzuklettern, da die untersten Schichten verwittert sind und einen unterhöhlten Fuss bilden. Da dieser Steintisch dem Vieh vollständig und auch dem Menschen teilweise unerreichbar ist, kann man hier auf eine unberührte Vegetation rechnen. Genauere Untersuchungen ergeben aber andere Resultate.

Der Steintisch — ungefähr 30 m² (7×4,5) gross — ist von einer mächtigen Erdschicht bedeckt: meist beträgt ihre Mächtigkeit 30—40 cm, während sie in der Umgebung auf dem Lood nur 10—15 cm erreicht. Die Erde ist keine unberührte Looderde, die wie gewöhnlich Steinschotter führt, sondern sie ist weich und

stellenweise geradezu locker. Sie hat sich nicht durch Verwitterung des Untergrundes gebildet, sondern ist auf den Steintisch und auf die ebenfalls mit dem Lood mehr oder weniger zusammenhängenden Felsblöcke durch den Wind transportiert worden.

Tabelle VI.

Analysen vom „Steintisch“ bei den Dolinen von Kostivere.

S.	Gr.		1 (51)	2 (52)	3 (53)	4 (54)	5 (55)	Qu.	K%.			
C	n	<i>Thymus serpyllum</i>	+ 1	—	+	—	+	3	60			
		h	<i>Achillea millefolium</i>	+	+	—	+	+	4	80		
			<i>Allium schoenoprasum</i>	—	—	+	—	—	1	20		
			<i>Antennaria dioeca</i>	—	+	—	+	—	2	40		
			<i>Campanula rotundifolia</i>	+	+	—	—	+	3	60		
			<i>Filipendula filipendula</i>	+	+	1	+	7	+	5	100	
			<i>Fragaria vesca</i>	+	+	+	—	—	—	3	60	
			<i>Galium boreale</i>	+	+	—	+	+	+	4	80	
			<i>G. uliginosum</i>	+	+	+	+	—	—	4	80	
			<i>G. verum</i>	+	+	+	+	+	+	5	100	
			<i>Herniaria glabra</i>	—	+	5	—	—	—	—	1	20
			<i>Lathyrus pratensis</i>	+	—	—	—	—	+	—	2	40
			<i>Lotus corniculatus</i>	+	+	—	—	—	—	—	2	40
			<i>Plantago media</i>	—	—	+	—	—	—	—	1	20
	<i>Polygonum hydropiper</i>		—	—	+	—	—	—	—	1	20	
	<i>Potentilla anserina</i> *ser.	—	—	—	—	+	—	—	1	20		
	<i>Ranunculus acer</i>	+	—	—	—	—	—	—	1	20		
	<i>R. auricomus</i>	+	—	—	—	—	—	—	1	20		
	<i>R. polyanthemus</i>	+	11	+	+	1	+	+	1	5	100	
	<i>Sagina nodosa</i>	—	—	+	+	5	—	—	—	1	20	
	<i>Sedum acre</i>	+	+	6	—	+	+	—	—	4	80	
	<i>Sedum maximum</i>	—	+	—	+	4	+	—	—	3	60	
	<i>Stellaria graminea</i>	+	—	—	—	—	+	—	—	2	40	
	<i>Thalictrum simplex</i>	+	—	—	+	+	+	—	—	3	60	
	<i>Trifolium repens</i>	+	+	—	—	—	—	—	—	2	40	
	<i>Veronica spicata</i>	—	+	3	—	+	—	—	—	2	40	
	<i>Viola rupestris</i>	+	—	—	—	+	1	+	—	3	60	
	g		<i>Agrostis vulgaris</i>	+	+	+	+	+	5	100		
<i>Avena pratensis</i>			+	+	—	—	+	+	3	60		
<i>A. pubescens</i>			—	—	—	—	—	+	—	1	20	
<i>Carex verna</i>			—	+	+	+	+	+	—	4	80	
<i>Festuca ovina</i>			+	+	+	+	+	+	5	100		
<i>Festuca rubra</i>			+	—	—	—	+	+	—	3	60	
<i>Koeleria grandis</i>			—	—	+	—	—	—	—	1	20	
Pflanzenindividuen			22	19	16	17	18					
Keimlinge			12	15	17	1	1					

Die mittlere Keimlingszahl 9,2.
 „ „ Individuenzahl 18,4.

Annotationen zu Tabelle VI:

1. (51). 15. IX. 23. Viereck von einem Felsblock, der ungefähr 2 m über dem trockenen Flussbett liegt. Die Erdschicht ist mächtig, erreicht 40 cm. Auf der Erdoberfläche merklich viel Staub und Schutt, die vom Winde zusammengetragen sind. Die Neigung beträgt 4° nach Westen. Die Pflanzendecke ist geschlossen; das Versuchsviereck liegt am westlichen Hang. Die Grösse des Felsblockes beträgt ungefähr 30 m².
2. (52). 15. IX. 23. Vom selben Block, von dessen östlichem Rande.
3. (53). 15. IX. 23. Vom selben Block, von dessen südlichem Rande.
4. (54). 15. IX. 23. Vom selben Block, von dessen südlichem Rande.
5. (55). 15. IX. 23. Vom gleichen Block, von einem Rasenhügelchen in dessen Mitte.

Hier scheinen folgende Faktoren gewirkt zu haben: tritt der Jõe-lähtme-Fluss im Frühling aus den Ufern, so trägt das Hochwasser Schlamm und feine Flusserde mit sich, die beim Sinken des Wasserspiegels das Gebiet mit einer reichlichen schwarzen Schicht bedecken. In der Sonne wird diese Schicht pulvertrocken, und die in der Umgebung der Dolinen weidenden Herden zertreten sie zu feinem Staub. Der Wind trägt diesen in die Kalkstein-spalten und auf die mit Gras bedeckten Felsblöcke fort. Da die Erde auf diesen Blöcken von dem Vieh nicht zertreten wird, ist sie hier verhältnismässig locker. Regenwürmer und Maulwürfe sind in der Erde dieser Blöcke nicht zu sehen. Man kann hier auch auf die auflockernde Wirkung der im Frühling zur Zeit des Hochwassers herrschenden Nachtfröste hinweisen, da im Frühling der ganze Steintisch ebenso wie die ganze Umgebung der Dolinen unter flachem Wasser steht (Taf. III, 6), und zur Zeit, wo der Wasserspiegel zu sinken beginnt, sind starke Nachtfröste eine gewöhnliche Erscheinung.

Die Vegetation der Steintafel scheint sich hauptsächlich auf vegetativem Wege zu erneuern und ist verhältnismässig geschlossen. Man findet sehr wenig Keimlinge (Tab. VI). Augenscheinlich ist hier die Wirkung der lebenden Pflanzendecke und des Klimas massgebend, worauf wir weiterhin noch näher eingehen werden.

Die Angaben dieser Tabelle zeigen, dass die Keimungsbedingungen auf diesem Felsblock, der vor dem Vieh sicher geschützt ist, ebenfalls schlecht sind; die Erneuerung durch Keimlinge ist eine minimale, während die Pflanzengesellschaft sich mehr oder

weniger durch Knospenerneuerer erneuert. Nicht nur die Intensität der Abweidung wirkt als keimungshindernder Faktor, sondern zu diesen gehören auch die Witterung, die Beschaffenheit der Erdkrume und die Wirkung der lebenden Pflanzendecke.

4. Das Schuttlood-*Juniperetum*.

Seiner Vegetation nach steht das Schuttlood-*Juniperetum* der vorher besprochenen Gruppe nahe; die Wachstumsbedingungen sind hier aber andere, da die dicht wachsenden Wacholderbüsche zweifellos die allgemeine Entwicklung der Pflanzendecke beeinflussen. Der Kalkstein ist hier von einer mächtigeren Schicht von Verwitterungserde, Steinschotter oder Rähk bedeckt; stellenweise findet man flachgründige Gebiete, ja sogar vollständig nackte Felsplatten vor. Die Pflanzendecke scheint geschlossen zu sein, aber die dichte Moosdecke (z. B. von *Hylocomium proliferum*, *Thuidium abietinum*, *Climacium dendroides*, *Camptothecium lutescens*, *Pleurozium Schreberi*, *Dicranum scoparium*, *Ditrichum flexicaule*, *Hypnum cupressiforme* u. a.), die sich unter den Wacholdersträuchern und in deren Schatten entwickelt hat, schafft hier besondere Wachstumsverhältnisse für die Pflanzen und lässt es nicht zur Bildung der Grasnarbe kommen. Ebenso erscheinen hier in den Wacholdersträuchern Pflanzen, die man sonst auf dem Lood nicht vorfindet (vgl. Vilberg 1927, S. 54—56).

Die Keimungsbedingungen sind hier verschieden, da, wie oben erwähnt wurde, die Bodenverhältnisse auch verschieden sind. Die Zahl der Keimlinge ist grösser an Stellen, wo die Pflanzendecke eine offene ist (Tab. VII, Analyse 2, 11, auch 9 u. 10). An Stellen aber, wo sich eine dichte Moosdecke befindet (Analysen 4, 5, 16), ist die Zahl der Keimlinge nicht allzu beachtenswert, — die Samen, die aufs Moos gelangen, fangen sehr langsam an zu keimen, können auf dem Moos leicht vertrocknen, oder wenn sie auch keimen, so können ihre Wurzeln doch nicht durch die Moosdecke dringen und sie gehen zugrunde (vgl. S u k a t s c h e w 1925, S. 36). Einzelne Pflanzen (*Thymus serpyllum*, *Trifolium repens*) zeigen ein grösseres Keimungsvermögen, bei anderen kann man meist eine Erneuerung durch Knospen beobachten. Stellenweise findet man unter den von Schafen benagten und 1 m erreichenden Wachholdersträuchern (*Juniperus communis*) ein

dichtes Geäst, durch welches sich einzelne Halme von *Avena pratensis*, *A. pubescens* und *Carex muricata* zeigen, oder es sind Stiele von *Anemone silvestris*, *Fragaria vesca*, *Vicia cracca*, die aus dem Geäst hervortreten und sich alle meist durch Knospen erneuern. Im allgemeinen ist die Erde hier lockerer, die Pflanzendecke oft offener, und darum sind hier die Keimungsmöglichkeiten grösser als auf dem Schuttlood; auch die mittlere Zahl der Keimlinge ist grösser — 15,4, — steht also den Keimungsmöglichkeiten des Karsts näher.

Annotationen zu Tabelle VII:

1. (62). 24. VIII. 23. Das Lood von Kärmu; liegt zwischen Wacholdersträuchern. Erde 10—12 cm mächtig. Die Erdoberfläche ist nicht sehr festgetreten. Pflanzendecke offen.
2. (63). 24. VIII. 23. Vom gleichen Lood, liegt dem Kalkstein näher. Erdschicht 5—6 cm mächtig. Der Boden ist nicht zu einer harten Kruste festgetreten. Pflanzendecke geschlossen.
3. (64). 24. VIII. 23. Dasselbst. Bedingungen wie vorher.
4. (65). 24. VIII. 23. Dasselbst. Erde 8—10 cm mächtig. Pflanzendecke oben geschlossen, unten undicht (unten *Cirsium acaule*). Moose reichlich vertreten.
5. (68). 25. VIII. 23. Das Lood von Iru. Gebiet auf einem Weideland, in der Nähe der Windmühle. Erde 10 cm mächtig. Pflanzendecke zum Teil wegen reichlicher Bemoosung unterbrochen, undicht.
6. (69). 17. IX. 23. Das Lood von Nehatu. Beim Vibelikumägi. Feuchtes, ein wenig hügeliges älteres *Juniperetum*. Erde und lehmhaltiger Rähk sind 20—25 cm mächtig, die Erde ist verhältnismässig schwarz. Die Pflanzendecke ist undicht.
7. (72). 18. IX. 23. Das Lood von Tondi. Offenes ebenes Gebiet im *Juniperetum*, in der Nähe des Weges. Erdschicht 12—15 cm mächtig. Pflanzendecke geschlossen, Moose verhältnismässig wenig vertreten. Weideland, 10 cm östlich davon eine Mauer, die einen Heuschlag umgibt.
8. (73). 18. IX. 23. Gebiet vom gleichen Lood. Ein höherer Hügel im *Juniperetum*. Erde 8—10 cm mächtig, die Oberfläche verhältnismässig hart, der Rasen zäh. Die Pflanzendecke weniger geschlossen.
9. (74). 18. IX. 23. Dasselbst. Ebenes, hoch gelegenes Kalksteingebiet. Erdschicht 7—8 cm mächtig, Erde locker, der Rasen schwach. Pflanzendecke geschlossen.
10. (75). 18. IX. 23. Das Lood von Tondi, ebenes *Juniperetum*gebiet. Erde auf festem Rähk, kaum 3—4 cm mächtig. Der Kalkstein liegt etwas (6—7 cm) tiefer; die Erde locker. Die Pflanzendecke ein wenig offen.

Analysen von der

S.	Gr.		1(62)	2(63)	3(64)	4(65)	5(68)	6(69)		
C	n	<i>Helianthemum helianthemum</i>	+	1	—	+	+	+	8	
		<i>Thymus serpyllum</i>	+	8	+	4	+	1	+	
	h	<i>Achillea millefolium</i>	—	+	—	+	+	+	5	
		<i>Alchimilla vulgaris</i>	+	7	+	3	—	+	+	
		<i>Anemone silvestris</i>	—	—	—	+	—	—	+	
		<i>Antennaria dioeca</i>	+	—	+	—	—	—	—	
		<i>Brunella vulgaris</i>	—	—	—	—	—	—	—	
		<i>Campanula glomerata</i>	—	—	—	+	—	—	—	
		<i>C. rotundifolia</i>	—	—	+	—	—	—	+	
		<i>Cerastium caespitosum</i>	—	—	+	5	—	+	1	
		<i>Cirsium acaule</i>	—	—	—	—	+	—	—	
		<i>Euphrasia stricta</i>	—	—	—	—	—	—	—	
		<i>Filipendula filipendula</i>	+	—	—	—	+	—	—	
		<i>Fragaria vesca</i>	—	—	—	—	—	—	—	
		<i>Galium boreale</i>	—	—	—	—	—	—	+	
		<i>G. verum</i>	—	—	+	+	—	—	+	
		<i>Herniaria glabra</i>	—	—	—	—	—	—	—	
		<i>Hieracium pilosella</i>	+	—	—	—	+	—	—	
		<i>Lathyrus pratensis</i>	+	—	—	—	—	—	+	
		<i>Leontodon autumnalis</i>	—	—	—	—	—	—	—	
		<i>Linum catharticum</i>	—	—	—	—	—	—	—	
		<i>Lotus corniculatus</i>	—	—	+	6	—	+	—	
		<i>Medicago lupulina</i>	—	—	—	—	+	—	—	
		<i>Plantago major</i>	—	—	—	—	—	—	—	
		<i>Potentilla alpestris</i>	—	—	—	—	—	—	—	
		<i>Sagina nodosa</i>	—	—	—	—	—	—	—	
		<i>Sedum acre</i>	—	—	+	1	+	1	+	1
		<i>Solidago virga aurea</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
	<i>Stellaria graminea</i>	—	—	—	—	—	—	—	+	
	<i>Taraxacum taraxacum</i>	—	—	—	—	—	—	—	+	
	<i>Trifolium repens</i>	+	+	1	+	+	2	+	+	
	<i>Veronica chamaedrys</i>	—	—	+	—	—	—	—	+	
	<i>Veronica spicata</i>	—	—	+	—	—	—	—	+	
	<i>Vicia cracca</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	
<i>Viola rupestris</i>	—	—	+	1	—	—	—	—		
g	<i>Agrostis vulgaris</i>	+	+	+	—	+	+	+		
	<i>Avena pratensis</i>	+	+	+	+	+	+	+		
	<i>Briza media</i>	—	—	—	—	—	—	—		
	<i>Carex verna</i>	+	+	—	—	—	—	—		
	<i>Festuca ovina</i>	+	+	+	+	+	+	+		
	<i>F. rubra</i>	—	—	+	3	+	+	—		
	<i>Koeleria grandis</i>	—	—	+	1	—	—	+		
	<i>Luzula campestris</i>	—	—	—	—	—	—	—		
	<i>Phleum Boehmeri</i>	—	—	+	—	—	—	+		
	<i>Phl. pratense*</i>	—	—	—	—	—	—	+		
		Ignotus	—	—	—	—	—	—		
Pflanzenindividuen			12	18	11	13	11	23		
Keimlinge			16	41	4	4	3	14		

Die mittlere Keimlingszahl auf 4 dm² 15,1.
 „ „ Individuenzahl „ „ 15,5.

Wacholdertrift [(20 cm)²].

Tabelle VII.

7(72)	8(73)	9(74)	10(75)	11(76)	12(77)	13(78)	14(79)	15(80)	16(94)	17(100)	Qu.	K%.
-	+	+	-	+	+	-	+	+	+	-	12	71
-	+ 8	+ 5	+ 14	+ 9	+ 5	+ 4	+ 3	+	+	+ 9	16	94
+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	-	12	71
-	+	+ 1	-	-	+	+	+	+	+	+ 5	10	56
-	-	+	-	-	+	+	-	+	-	+	2	12
-	-	+	-	-	+	+	-	+	-	+	7	41
-	-	-	-	-	-	-	-	-	+ 2	-	1	6
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	6
-	-	-	+ 2	+ 2	-	+ 2	-	-	+	-	7	41
-	+ 3	+ 1	-	+ 2	-	-	+ 4	-	+	+ 6	9	53
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	6
-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	1	6
-	+ 1	+ 2	-	-	+	-	-	+	-	+	8	47
-	+	+	-	-	+	-	-	-	-	+	4	24
-	+	+	-	-	+	-	-	-	-	+	1	6
+	+	+ 5	+	+	+	+	+	-	+	+	13	77
-	-	+	+	+ 5	+	-	-	-	-	-	1	6
-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	5	30
-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	2	12
-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	1	6
-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	2	12
-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	+	1	12
+	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	2	12
+	-	+	-	-	-	+	-	-	+	+	1	6
+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	4	24
+	+	-	-	+ 28	-	+	-	-	+	+	2	12
-	+ 1	-	+	+	-	+	+	-	-	-	10	59
-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	1	6
+	+	-	-	-	-	-	+	+	-	-	3	18
+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	+	2	12
+	6	+	+	+	+	+	+	+	+	+	17	100
-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	1	6
-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	4	24
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	1	6
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	6
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	16	94
+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+	16	94
-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	1	6
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	12	71
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	17	100
+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	4	24
-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	+	11	65
-	-	-	-	+	-	-	+	+	+	+	2	12
-	-	-	+	-	-	-	+	+	+	-	5	30
-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	3	18
-	-	1	2	-	-	-	-	-	-	-		
10	18	18	15	15	18	14	15	14	20	18		
6	13	24	25	46	6	6	9	2	9	29		

11. (76). 18. IX. 23. Vom gleichen Lood; Kalksteingebiet, wo die Pflanzenwurzeln in einer Tiefe von 3—4 cm den glatten Fels erreichen. Pflanzendecke offen, Moose fehlen beinahe ganz.
12. (77). 18. IX. 23. Das Lood von Tondi. Von einem Moränengebiet; aus einer flacheren Mulde. Erde 20—25 cm mächtig. Feucht. Pflanzendecke geschlossen.
13. (78). 18. IX. 23. Das Lood von Tondi. Höher gelegener Kalksteinboden mit einer 6—7 cm mächtigen Erdschicht. Pflanzendecke wenig offen.
14. (79). 18. IX. 23. Das Linnalood. Gebiet hinter den Häusern am Becken von Kuristiaugu, beinahe am Rande des Glints gelegen. Weideland, offen und eben. Erde 6—7 cm mächtig. Rasen undicht, Oberfläche hart. Pflanzendecke geschlossen.
15. (80). 18. IX. 23. Das gleiche Lood. Ein flacher Platz inmitten von Wacholdersträuchern. Der Rasen fest und zäh. Stark abgegrast Weideland. Erde 9—10 cm mächtig.
16. (94). 27. VIII. 23. Gebiet auf einem flachen Platz zwischen den Sträuchern des *Juniperetum* von Oede in Valkla gelegen. Ebenes Land, Erde 15—18 cm mächtig, unterhalb lehmiger Grant. In der Erde viel Regenwürmer. Feucht. Viele Moose, die augenscheinlich das Keimen der Samen hindern.
17. (100). 14. VIII. 23. Gebiet auf dem Weideland von Kaberla, nördlich von der Landstrasse in der Nähe der Tränke gelegen. Niedriges, ebenes *Juniperetum*, etwas weiter entfernt ein höckeriges Wiesenland. Erde 10—12 cm mächtig. Pflanzendecke geschlossen.

Besonders eigenartig sind die Entwicklungsverhältnisse der Vegetation in den Spalten, die in allen Gebieten den Kalksteinuntergrund durchqueren; meist verlaufen sie fast gradlinig in südost—nordwestlicher und nordost—südwestlicher Richtung. Wie früher erwähnt, ist ihre Breite eine verschiedene. Meistenteils, besonders aber an den Stellen, wo die Erdschicht merklich dicker ist, sind diese Spalten mit Erde, Schotter und Schutt verschüttet. Die Vegetation ändert sich je nachdem, ob die Spalten verschüttet oder offen sind; hier wird nur der erstere Fall, wo die Pflanzendecke geschlossener ist, berührt. In diesen Spalten findet sich, wenn auch nur in Form eines schmalen Streifens, eine tiefere Schicht Erde, deren Mächtigkeit oft 50—75 cm überschreitet. Pflanzen, deren Wurzeln in die Tiefe dringen, finden hier ein günstiges Substrat und bedecken stellenweise den Boden, wo sich die Spalte befindet, mit einem dichten Rasen, z. B. Streifen von *Geum rivale*, *Alchimilla vulgaris*. Ausser diesen zwei Pflanzen sind *Leontodon auctumnalis*, *Taraxacum taraxacum*, *Potentilla anserina* am typischsten für diese Art von Spalten.

Tabelle VIII.
Analysen auf den Spalten.

S.	Gr.		1 (10)	2 (22)	3 (23)	4 (28)	Qu.	K%.
C	n	<i>Thymus serpyllum</i>	+	—	+ 4	+	3	75
	h	<i>Achillea millefolium</i>	+	+	—	—	2	50
		<i>Alchimilla vulgaris</i>	+	+ 1	+ 2	+	4	100
		<i>Antennaria dioeca</i>	+	—	—	—	1	25
		<i>Brunella vulgaris</i>	+	—	—	—	1	25
		<i>Campanula rotundifolia</i>	—	—	+ 1	—	1	25
		<i>Cerastium caespitosum</i>	+	+ 2	+ 3	+	4	100
		<i>Euphrasia stricta</i>	— 57	+ 5	+ 10	—	3	75
		<i>Filipendula filipendula</i>	+	—	—	+	2	50
		<i>Galium verum</i>	+	—	—	+	2	50
		<i>Geum rivale</i>	—	+	—	—	1	25
		<i>Leontodon auctumnalis</i>	—	+ 24	—	—	1	25
		<i>Lotus corniculatus</i>	—	+	—	—	1	25
		<i>Potentilla alpestris</i>	+	—	—	—	1	25
		<i>Sagina nodosa</i>	—	—	+ 8	—	1	25
		<i>Sedum acre</i>	+ 3	—	+ 1	+ 1	3	75
		<i>Stellaria graminea</i>	+	—	+	—	2	50
		<i>Trifolium repens</i>	+	+ 1	+	+	4	100
		<i>Veronica spicata</i>	+	—	—	—	1	25
		<i>Viola rupestris</i>	+	—	—	—	1	25
	g	<i>Agrostis vulgaris</i>	+	+	+	+	4	100
		<i>Avena pratensis</i>	+	+	—	+	3	75
		<i>Carex verna</i>	+	+	+	+	4	100
		<i>Festuca ovina</i>	+	+	+	+	4	100
		<i>Festuca rubra</i>	—	+	—	—	1	25
		<i>Koeleria grandis</i>	+	—	—	+	2	50
		<i>Phleum Boehmeri</i>	—	—	+	+	2	50
		Pflanzenindividuen	20	13	13	13		
		Keimlinge	60	32	29	1		

Die mittlere Artenzahl 15,5.

„ „ Keimlingszahl 30,5.

Annotationen zu Tabelle VIII:

1. (10). 4. VIII. 23. Das Lood von Kostivere. Die Stelle einer verschütteten Spalte. In der Mitte verhältnismässig tiefe Erde, an den Rändern erreicht sie eine Mächtigkeit von 5—6 cm. Die Pflanzendecke vollständig geschlossen.
2. (22). 20. VIII. 23. Das Lood von Kostivere. Eine verschüttete Spalte; an den Rändern ist die Erde 3—4 cm mächtig, in der Mitte ist sie tiefer. In der Mitte der Boden etwas beckenartig vertieft. Die Pflanzendecke geschlossen.
3. (23). 20. VIII. 23. Vom gleichen Lood. Teilweise das Gebiet einer Spalte, wo die Erde über 20 cm mächtig ist, an den Rändern ist weniger Erde vorhanden. Pflanzendecke offen.

4. (28). 21. VIII. 23. Vom gleichen Lood, ein Gebiet zwischen Hütte und Landstrasse; auf einer Spalte gelegen. Pflanzendecke geschlossen (100%), Erdschicht 8—10 cm mächtig.

Die Wachstumsbedingungen sind auf den verschütteten Spalten verhältnismässig günstiger, als auf dem diese umgebenden Lood. Die Erde ist tiefer, die Feuchtigkeit grösser, da ausser dem Regen noch der kühle, frische Kalkfelsen den Pflanzen zur trockenen Zeit die nötige Feuchtigkeit liefert und dieser Art von Spaltenvegetation ein üppigeres Gedeihen ermöglicht; sogar während der Dürre, wo das Gras besonders auf dem Karst und dem Schuttland verdorrt, weisen die Spalten grüne Streifen einer dichten Vegetation auf. Aber auch hier sind die Keimungsverhältnisse nicht die günstigsten: das Vieh reisst mit Gier an den Spitzen der Gräser und deren blühenden Teilen; die Tritte der Tiere sind zwischen zwei widerstandsfähigeren, die lockerere Erde umgebenden Wänden wirksamer; und die dichte Pflanzendecke verwehrt den Samen den Zutritt zur Erde, wo letztere zu keimen anfangen könnten. Die mittlere Zahl der Keimlinge (Tab. VIII), die auf 30,5 steigt, ist eine verhältnismässig grosse, hängt aber besonders von *Euphrasia stricta* ab, deren Keimpflanzen hier in grosser Zahl vorhanden sind; auch der Zufall spielt hier eine Rolle (*Leontodon auctumnalis*, — Analyse 2). Besonders aber macht sich hier die durch wiederholtes Treten erzielte Festigkeit der Erde geltend.

Es ist sicher, dass die Zahl der Keimlinge auf dem einen oder dem anderen Gebiet des Loods stark schwankt, da man hier Stellen finden kann, wo Keimlinge und Jungpflanzen verhältnismässig reichlich auftreten, während sie an anderen Stellen überhaupt fehlen. Die oben angeführten Analysen geben ein Durchschnittsbild der Erneuerung der Loodvegetation durch Samen. Die Angaben würden immer ein wenig variieren, einerlei, wo man den Versuchsstreifen wählte. Um diese Schwankungen in der Menge der Keimlinge zu charakterisieren, wurden einige in einer Linie gelegene Analysen auf dem Lood von Kostivere gemacht, unter denen alle Typen, bis auf das Schuttlood-*Juniperetum*, vertreten sind (Tabelle IX). Auch hier finden wir die früher festgestellten Verhältnisse wieder: die meisten Keimlinge finden sich gerade auf fast nacktem Kalkstein (Analyse 5) und auf dem Karst (Analyse 1); die bei der Analyse 2 auftretende grosse Anzahl von Jungpflanzen von *Euphrasia stricta* ist mehr durch den Zufall als durch andere herrschende Faktoren bedingt.

Tabelle IX.

Analysen auf einer Linie vom Kostivere-Lood.

S.	Gr.		1 (56)	2 (57)	3 (58)	4 (59)	5 (60)	Qu.	K%.			
C	n	<i>Helianthemum helianth.</i>	—	—	—	—	+	1	20			
		<i>Thymus serpyllum</i>	+ 2	+	+	+	+ 2	5	100			
h		<i>Achillea millefolium</i>	—	+	+	—	—	2	40			
		<i>Alchimilla vulgaris</i>	—	+	2	—	—	1	20			
		<i>Antennaria dioeca</i>	+	+	—	+	—	3	60			
		<i>Campanula rotundifolia</i>	—	+	1	—	—	1	20			
		<i>Cerastium caespitosum</i>	—	+	1	+	6	+	1	3	4	80
		<i>Euphrasia stricta</i>	—	+	22	—	+	1	—	2	2	40
		<i>Filipendula filipendula</i>	—	+	+	—	—	—	2	2	40	
		<i>Galium verum</i>	+	+	—	+	—	—	3	3	60	
		<i>Gentiana amarella *axill.</i>	+	5	—	—	—	—	1	1	20	
		<i>Leontodon auctumnalis</i>	—	+	+	1	—	+	1	3	3	60
		<i>Potentilla alpestris</i>	+	+	—	—	—	—	2	2	40	
		<i>Sagina nodosa</i>	—	—	—	—	—	+	9	1	1	20
		<i>Sedum acre</i>	+	—	—	—	+	+	3	3	60	
		<i>Stellaria graminea</i>	—	+	+	+	—	—	2	2	40	
		<i>Trifolium repens</i>	+	1	+	+	—	—	3	3	60	
		<i>Veronica spicata</i>	+	+	—	—	+	—	3	3	60	
<i>Viola rupestris</i>	—	+	+	—	—	—	2	2	40			
g		<i>Agrostis vulgaris</i>	+	+	+	+	—	4	4	80		
		<i>Avena pratensis</i>	—	+	+	+	—	3	3	60		
		<i>Carex verna</i>	+	+	+	+	—	4	4	80		
		<i>Festuca ovina</i>	+	+	+	+	+	5	5	100		
		<i>Festuca rubra</i>	—	—	+	—	—	1	1	20		
		<i>Koeleria grandis</i>	+	+	+	+	—	4	4	80		
		<i>Luzula campestris</i>	—	+	—	—	—	1	1	20		
		<i>Phleum Bochneri</i>	—	—	+	—	—	1	1	20		
		<i>Poa alpina</i>	—	—	—	+	—	1	1	20		
Pflanzenindividuen			12	21	15	13	7					
Keimlinge			8	27	7	2	15					

Annotationen zu Tabelle IX:

1. (56). 16. IX. 23. Das Lood von Kostivere. Kalksteingebiet, Karst. Gebiet auf dem Weideland von Looküla, Lage desselben an der Mauer (strassenwärts). Erdschicht 4—5 cm mächtig, Erde vollständig feucht. Die Pflanzendecke ist einheitlich, geschlossen, — letzteres teilweise deshalb, weil die Moosdecke stark verbreitet ist.
2. (57). 16. IX. 23. Dasselbst. Moränengebiet, das ungefähr 50 m. südwestlich von ersterem gelegen ist. Tiefe der Erde 40—50 cm; diese ist verhältnismässig locker (trocken). Pflanzendecke geschlossen. Viel Moos.
3. (58). 16. IX. 23. Dasselbst, an der Grenze des Moränengebiets und des Kalksteingebiets, ungefähr 75 m südöstlich vom zuletzt angeführ-

ten Gebiet gelegen. Erdschicht 6—7 cm mächtig, locker. Pflanzendecke offen. Moos. Regenwürmer.

5. (60). 16. IX. 23. Dasselbst, vollständig auf Kalk gelegen, 2 m nordöstlich vom vorher erwähnten Gebiet. Erdschicht 2—3 cm mächtig, locker. Moose bedecken fast die ganze Fläche.

Alle früher angeführten Analysen zusammenfassend, können wir folgende Beobachtungen machen: 1) die Erneuerung durch Samen oder Keimlinge ist auf dem ganzen Loodweideland gering und kaum bemerkbar, da, wie es die Analysen bestätigen, die Zahl der Keimlinge, mit den anderen Pflanzen verglichen, eine minimale ist; auch ihr Deckungsgrad ist ein sehr geringer; 2) je geschlossener die Pflanzendecke ist, desto weniger Keimlinge findet man; 3) je intensiver die Beweidung, desto geringer ist die Erneuerung durch Samen; 4) die Pflanzendecke des Lood erneuert sich meist auf vegetativem Wege durch die Knospenerneuerer; besonders ausgesprochen ist diese Art der Erneuerung bei den Gräsern, während unter den Kräutern sich diejenigen erneuern, die ein ständig sich wiederholendes Kappen während der Beweidung vertragen; 5) abgestorbene Pflanzen treten im ganzen Gebiet auf, ein Teil derselben befindet sich teilweise in der Erde, der andere liegt lose auf dem Grase herum und ist von den weidenden Tieren, besonders von den Pferden, mit den Wurzeln herausgerissen worden; 6) das Absterben der Pflanzen und die Neuentwicklung von Sprösslingen halten sich dennoch mehr oder weniger das Gleichgewicht, so dass das Lood als eine sich gleichbleibende Pflanzenformation erscheint, obgleich die auf dem Lood herrschenden Bedingungen für die Erneuerung der Vegetation durch die Keimlinge ungünstig sind.

Sekundäre Bildungen.

Das Loodweideland ist meist ein unberührtes Gebilde, da die auf dem Untergrund liegende Erdschicht weder bewegt noch durchgemengt wurde. Wie schon früher erwähnt, ist das Loodgebiet mindestens Jahrhunderte lang Weideland gewesen, auf das sich der Einfluss der Menschen nur im Zusammenhang mit dem Weiden ausgedehnt hat. Es gibt aber auch Stellen auf dem Loodgebiet, die nicht mehr unberührt sind. Vor allem wären hier die ausgedehnten Kalksteinbrüche zu nennen, aus denen schon seit langem für Bauten und Mauern Steine gebrochen wurden. Beim

Steinbrechen wird in die tieferen Schichten eingedrungen; die obere Erdschicht wird meist zu einem Haufen zusammengeworfen, der eine freie Fläche für die Ansiedlung von Pflanzen bildet. Hier entwickelt sich eine natürliche Berasung, unter welcher Stebler und Schröder (1892, S. 111) eine ohne Zutun einer künstlichen Aussaat stattfindende Begrünung nackter Stellen verstehen. Auf der nackten Erde fangen Pflanzen zu keimen an, die als Samen vom Winde von den nächsten Feldern, zuweilen auch von den Heuschlägen herbeigetragen werden (*Taraxacum taraxacum*, *Artemisia campestris*), oder die vom Vieh (*Geum rivale*, *Lappa tomentosa*, *Lappula lappula*) oder durch Vögel (*Fragaria vesca* u. a.) verschleppt werden. Hier findet man ebenfalls eine Menge Anthropochore, die durch die Steine führenden Fuhrleute den Weg hierher gefunden haben. Diese Samen finden hier nur auf der Erd- und Steinhalde günstige Lebensbedingungen vor und keimen und entwickeln sich hier viel besser als auf dem Lood (siehe Vegetation der Steinbrüche, V i l b e r g 1927, S. 68—71). Was die Keimlinge anbetrifft, so können wir hier Stellen finden, wo eine einzige Pflanzenart grössere oder kleinere Streifen vollständig bedeckt hat (z. B. *Sagina nodosa*, *Arenaria serpyllifolia*, *Calamintha acinos*, *Herniaria glabra*, *Braya supina* u. a.).

Das sind Stellen, wo der Kampf ums Dasein eigentlich noch nicht begonnen hat, es sind verhältnismässig junge Besiedlungsgebiete, wo noch eine natürliche Besamung stattfindet (W e b e r 1892, S. 181). Auf einem Teil dieser Gebiete hat aber der Kampf ein Ende genommen, — es sind dies aus Erde und Rasen aufgeschüttete Wälle, die hier und da an den Abhängen alter Steinbrüche des Lood auftreten und sich schon mehr oder weniger mit Rasen bedeckt haben. Hier bilden Gräser die allgemeine Bedeckung; darunter findet man *Sedum acre*, *Sagina nodosa*, *Lotus corniculatus*, *Galium verum*. Keimlinge gibt es hier verhältnismässig wenige, was die unten angeführte Analyse (Tab. X, Anal. 1) bestätigt.

Ein zweites sekundäres Gebilde sind die an langen Steinmauern gelegenen Landstreifen. Im Winter beim Sturm bilden sich an den Mauern grössere oder kleinere Schneehalden. Wenn der Wind über das offene Lood und die in dessen Nachbarschaft gelegenen Felder stürmt, so trägt das Schneegestöber Erde, Schutt und Pflanzenteilchen mit sich und lässt sie am Mauerrand auf dem Schneeanger liegen. Nach der Schneeschmelze bleibt die mit-

geschleppte Erde dort liegen und vergrössert im Laufe der Jahre die Mächtigkeit der Erdschicht. Wenn z. B. die Erde auf dem Lood in der Umgebung der Mauer 4—5 cm mächtig ist, so ist sie neben der Mauer, dicht daran, wo die Tiere nicht hintreten können, 10—15 cm mächtig. Die Erde ist hier meist locker, sehr feinkörnig und wird häufig noch von Ameisen durchbohrt, deren Nester an den Mauern verhältnismässig häufig sind. Aber die lockere Erde trocknet leicht im Winde und in der Hitze, darum findet man hier verhältnismässig wenig Feuchtigkeit, die Keimungsbedingungen sind schlecht und die Möglichkeit der Keimung fraglich (s. Analyse 2).

Tabelle X.

		1 (7)				2 (8)										
		1	2	3	4	1	2	3	4							
C	h	<i>Achillea millefolium</i>	—	—	—	—	+	+	+	+						
		<i>Campanula rotundifolia</i>	—	—	—	—	—	+	—	—						
		<i>Cerastium caespitosum</i>	—	—	+	+	+	1	—	—						
		<i>Galium verum</i>	+	+	+	+	—	—	—	—						
		<i>Herniaria glabra</i>	—	—	—	—	+	—	—	+						
		<i>Lotus corniculatus</i>	+	—	—	—	—	—	—	—						
		<i>Sagina nodosa</i>	—	+	—	—	—	—	—	—						
		<i>Sedum acre</i>	+	1	+	2	+	2	+	1	+	+	2			
		<i>Veronica spicata</i>	+	1	—	—	—	—	—	—	—	—				
		g		<i>Agrostis vulgaris</i>	+	+	+	+	+	+	—	—				
<i>Festuca ovina</i>	+			+	+	+	+	+	+	+						
<i>Koeleria grandis</i>	—			—	+	—	—	—	—	—						
<i>Poa alpina</i>	—			—	—	—	+	+	+	+						
	6			2	5	2	6	—	5	2	7	3	6	1	4	—

Annotationen zu Tabelle X:

1. (7). 4. VIII. 23. Das Lood von Kostivere. Aus der Erde und dem Rähk eines alten Steinbruchs aufgeschüttete Schwelle auf Karstgebiete. Erde 10—12 cm mächtig. Pflanzendecke geschlossen. Im Rasen viel *Polytrichum juniperinum*, wenig andere Moose.
2. (8). 4. VIII. 23. Das Lood von Kostivere. Gebiet neben einer Mauer, auf dem der Wind im Laufe der Zeit mehr Erde angehäuft hat, ihre Mächtigkeit ungefähr 12—15 cm. Erde weich, locker, die Wirksamkeit der Ameisen bemerkbar. Pflanzendecke undicht, recht wenig Moose.

Man darf nicht vergessen, zu den oben angeführten Verhältnissen bei den Mauern das „Schlafen“ der Schneehalden hinzuzu-

fügen; man versteht darunter das längere Verweilen der hier angewehten Schneehalden während der Schneeschmelze im Frühling; unter dem tiefen Schnee fehlt die nötige Luftzirkulation und manche Gräser und Kräuter ersticken und verwelken zum Frühling zu, oder sie sind infolge des Lichtmangels etioliert und kommen später unter voller Beleuchtung um. Infolge des „Schlafens“ ist die Pflanzendecke meist undicht, der Rasen ist unterbrochen. Oft findet man hier auch Pflanzen, z. B. *Cirsium lanceolatum*, die die Tiere ihrer stacheligen Blätter wegen in Ruhe lassen.

Beachtenswert sind auch die verlassenen Feldstreifen. An einigen Stellen, wo die Erdschicht ein wenig mächtiger ist, ist das Lood einmal kultiviert worden. Aber da die Bodendecke doch zu dünn und zu steinig ist, und da die ungünstigen Faktoren des Klimas hier mehr empfunden werden, hat sich der Ackerbau nicht gelohnt und ist aufgegeben worden. Solche von der Kultur verlassene Felder findet man an einigen Stellen. Das Lood von Iru (Karte 1, 3) ist ungefähr vor 7—8 Jahren Feld gewesen. Die Pflanzendecke ist schon geschlossen, die Gräser befinden sich im Übergewicht; von den Kräutern kommen oft *Antennaria*, *Achillea millefolia*, *Galium verum*, *Trifolium repens*, *Lotus coniculatus* vor, häufig findet man auch *Sagina nodosa* und *Euphrasia stricta*. Mehrjährige Pflanzen aber, die mehr Zeit brauchen, um auf einem Gebiet Fuss zu fassen, fehlen hier beinahe vollständig, z. B. *Veronica spicata*, *Filipendula filipendula*, *Helianthemum helianthemum*. *Thymus serpyllum* hat sich aber stellenweise schon eingebürgert. Ebenso sind junge Wacholdersprösslinge verhältnismässig häufig. Die gewöhnlichen Unkräuter der Felder sind aber vollständig verdrängt worden und verschwunden (vgl. Vilberg 1927, S. 80—81).

Den gleichen Erscheinungen begegnen wir auch auf dem Umland, auf dem Weideland von Välja beim Tallukmägi (Karte 1, 11). Dies Gebiet ist vor 10 Jahren Feld gewesen, aber die Berasung ist hier nicht so schnell fortgeschritten, weil die Bodendecke (dünne Erdschicht mit viel Gestein) und das intensive Weiden von Schafherden diese ungünstig beeinflussten. Die Pflanzendecke ist sehr undicht und unterbrochen. Gräser haben hier verhältnismässig schlecht Wurzel gefasst, allgemein sind *Thymus serpyllum*, *Sedum acre* und *Taraxacum taraxacum*. Interessant ist hier das Auftreten von *Carduus nutans*, da diese in der nächsten Umgebung beinahe vollständig fehlt. *Verbascum thapsus* stammt

augenscheinlich von den in der Nähe gelegenen Kalkbrüchen. Im Hochsommer ist aber das ganze Gebiet mit *Sagina nodosa* vollständig besät. Ebenso hat sich hier folgendes Feldunkraut festgesetzt: *Matricaria inodora*, *Veronica arvensis*, *Vicia cracca*, *Fumaria officinalis*, *Myosotis intermedia*, *Linaria vulgaris*, desgleichen *Polygonum aviculare*, *Capsella bursa pastoris*, *Medicago lupulina*. Das Erscheinen des Feldunkrauts erklärt sich durch die Anwesenheit eines Feldes in nächster Nähe, das ausserdem noch im Herbst mit dem Unland vereinigt wird und mit diesem ein stark ausgenutztes Weideland bildet. Auch hier gibt es kleine Wacholdersträucher, deren Wachstum besonders durch die Schafe zu leiden hat, weil diese die jungen Triebe abnagen und den Sträuchern die Form runder Büschel geben (Taf. IV, 7).

Auch die Fahrwege muss man zu den sekundären Gebilden zählen; kreuz und quer schlängeln sie sich durch das Lood zwischen den Ansiedlungen, den Kalkbrüchen und der grossen Narvaschen Landstrasse dahin. Unter dem Gewicht des Fuders haben sich die Räder, besonders in der feuchten Zeit, tief in die Boden- decke eingedrückt und haben den Rasen beseitigt, oder dieser ist durch die Tritte der Pferde zugrunde gegangen und es haben sich nackte, unbesiedelte Flecken gebildet. Bei der Berasung derselben hat der Zufall eine besonders grosse Rolle gespielt. Wo ein einzelner Same auf eine nackte Stelle geraten ist, sich dort zu einer Pflanze entwickelt und dann durch Samen oder auf vegetativem Wege stark vermehrt hat, haben sich einzelne vollständig reine Gesellschaften auf einem grösseren oder kleineren Gebiet gebildet (*Chrysanthemum suaveolens*, *Juncus bufonius*, *Polygonum aviculare*, *Sagina nodosa*, *S. procumbens*, *Veronica serpyllifolia*, *Poa annua* u. a.). Auch die das Land kreuzende grosse Narvasche Poststrasse wird an ihren Rändern überall von *Chrysanthemum suaveolens*, *Plantago major*, zuweilen auch von *Potentilla argentea*, *Festuca ovina*, *Poa annua* undicht bewachsen. In Iru besetzen *Carduus nutans*, *Cirsium lanceolatum*, *Urtica dioeca* und stellenweise auch *Medicago falcata* die Ränder der Landstrasse ¹⁵⁾.

¹⁵⁾ Als sekundäre Bildungen muss man auch die sehr grossen Sandwälle und Wälle von Ölschiefer auf dem Lood von Iru-Kärnu (siehe Karte 1, 3) betrachten; diese sind während des Weltkrieges aufgeworfen worden, als zum Schutze Revals unter den Kalksteinschichten in einer Tiefe von 20 m grosse unterirdische Kasernen, Eisenbahnlinien u. s. w. gebaut wurden; daselbst findet man im Umkreis von einigen 10 km Laufgräben

Überhaupt ist der Zufall bei der Erneuerung des Lood ein wichtiger Faktor. Palmgren (1925, S. 137) bemerkt im selben Sinn, dass der Zufall bei der Entwicklung der verschiedenen Pflanzengesellschaften, bei der Bewachsung der einzelnen Standorte ebenso wie bei der Entwicklung der Vegetation und Flora über grössere Gebiete eine bedeutende Rolle spielt. Dasselbe kann man auf dem Lood oft beobachten. Als Beispiel nehmen wir einige Vierecke vom Lood von Valkla (Karte 1, 9). An einer Stelle wurde aus irgendeinem Grunde ungefähr eine Schaufelvoll Rasen aufgenommen. Auf dieses Viereck geriet ein einzelner Same von *Chrysanthemum leucanthemum*, dieser fing dort an zu keimen und sich zu entwickeln; späterhin hat dieselbe Pflanze sich auf vegetativem Wege vermehrt und das ganze Viereck besetzt, dabei hat sie alle übrigen Pflanzen dort fast völlig verdrängt, so dass diese nun kaum über 10% des ganzen Vierecks verfügen. Typische Keimlinge und Jungpflanzen sind hier nicht zu finden, wohl aber fand ich dort im ganzen 110 einzelne Sprosse, die sich auf vegetativem Wege vermehrt haben. Kaum 1 m von diesem Viereck entfernt, befand sich ein zweites, auf dem der ganze Rasen im Laufe der Zeit unter einem dichten und verhärteten Haufen tierischer Exkreme (von Hornvieh) gemodert hatte, auf dem bedüngten Viereck wuchs in gleicher Dichte *Brunella vulgaris*. Beide Pflanzen sind zufällig auf unbesiedeltes Land geraten und haben sich vegetativ in verhältnismässig grosser Zahl verbreitet. Dass es geeigneter ist, gerade die Flächengrösse zum Vergleich mit der Pflanzendecke heranzuziehen, zeigt ein Versuchsstreifen vom ebenfalls vollständig berasteten Lood (Analyse 1 der folgenden Tabelle XI).

Solchen einzelnen Fällen der Erneuerung der Pflanzendecke kann man auf dem Lood noch manchesmal begegnen. Besonders unter grösseren Kalksteinen kann man diese Erscheinung beobachten: hat ein Kalkstein längere Zeit auf einer Stelle gelegen, so ist der Rasen unter ihm infolge von Luft- und Lichtmangel zugrunde gegangen, und es hat sich ein Flecken fast nackter schwarzer Erde gebildet, in der oft braune oder schwarze Ameisen

mit geräumigen Blindagen. Aber der Charakter dieser Bildungen weicht vollständig von demjenigen des Lood ab, darum wird auf sie in dieser Arbeit nicht näher eingegangen werden. Die natürliche Berasung derselben hat aber der Verfasser jahrelang verfolgt, eine Zusammenfassung darüber wird späterhin veröffentlicht werden.

Tabelle XI.

			1 (96)	2 (97)	3 (98)	
C	n	<i>Thymus serpyllum</i>	+ 14	+ 7	+ 12	
		h				
			<i>Achillea millefolium</i>	+	+	+
			<i>Brunella vulgaris</i>	—	—	(155)
			<i>Campamula rotundifolia</i>	+ 1	—	—
			<i>Cerastium caespitosum</i>	+ 6	—	+ 2
			<i>Chrysanthemum leucanth.</i>	—	(110)	+
			<i>Galium verum</i>	+ 4	—	+ 1
			<i>Gentiana amar. *axill.</i>	+ 4	—	+ 1
			<i>Hieracium auricula</i>	—	+	—
			<i>Leontodon auctumnalis</i>	—	—	+
			<i>Linum catharticum</i>	+ (19)	—	+ (1)
			<i>Lotus corniculatus</i>	+	—	+
			<i>Potentilla alpestris</i>	—	—	+ 2
			<i>Sagina nodosa</i>	+ 4	—	—
			<i>Taraxacum taraxacum</i>	+ 1	+ 5	+ 1
			<i>Trifolium repens</i>	+ 2	+	+
		<i>Viola rupestris</i>	+ 5	+ 7	+ 4	
g		<i>Agrostis vulgaris</i>	+	+	+	
		<i>Avena pratensis</i>	+	+	+	
		<i>Carex verna</i>	+	+	+	
		<i>Festuca ovina</i>	+	+	+	
		<i>Koeleria grandis</i>	+	+	+	
		<i>Luzula campestris</i>	—	— 1	—	
		<i>Phleum pratense* nodosum</i>	+	+	+	

Annotationen zu Tabelle XI:

- (96). 27. VIII. 23. Das Lood von Valkla. Gebiet auf Weideland nördlich von der Landstrasse (zwischen der Landstrasse und dem Versuchsviereck steht eine Mauer). Offenes, ebenes, hohes trockenes Land. Erdschicht 8—10 cm mächtig, ein wenig feucht, der Rasen stark, dehnbar; Pflanzendecke geschlossen.
- (97). 27. VIII. 23. Das Lood von Valkla, in der Nähe des ersten Vierecks. Das Versuchsviereck dicht mit *Chrysanthemum leucanthemum* bedeckt, der Wurzelstock derselben aus unbekanntem Gründen in einzelne kleinere Teile zerfallen, die jetzt als selbständige Pflanzen dastehen und fast das ganze Viereck bedecken. Wenig andere Pflanzen, die kaum 10% der Gesamtfläche einnehmen. Typische Keimlinge von *Chrysanthemum leucanthemum* nicht zu bemerken. Erdschicht 8—10 cm mächtig. — Augenblicklich eine Stelle, wo der Rasen unter unbekanntem Umständen entfernt wurde.
- (98). 27. VIII. 23. Dasselbst, ungefähr 1 m vom vorherigen Viereck entfernt. Das Viereck mit *Brunella vulgaris* dicht bedeckt. Die Besiedlungsverhältnisse dieselben wie oben. Anwesenheit von Exkrementen von Hornvieh.

ihr Nest bauen; dazwischen kommen hier auch Tausendfüssler und Würmer vor. Wird der Stein auf irgendeine Weise von dieser Stelle verschoben, so beginnen Samen auf der unbedeckten Fläche zu keimen, und die neuen Pflanzen bedecken oft in der früher erwähnten Art das ganze Gebiet. Auf dem Linnalood (Karte 1, 1) werden die unter den Exkrementen des Hornviehs zugrunde gegangenen Pflanzen oft von fast reinen Gesellschaften von *Stellaria media*, zuweilen auch von *Cerastium caespitosum* ersetzt. Aber solche reine Gesellschaften halten doch nicht lange Stand: zwischen den einzelnen Pflanzen und zwischen diesen und der sie umgebenden Vegetation beginnt ein Kampf um den Standort, und die Folge ist, dass Pflanzen, die weniger anpassungsfähig sind, verdrängt werden. Das ständige Weiden der Tiere verringert die Widerstandsfähigkeit der Kräuter, und mit der Zeit bleiben die Gräser, für die die Wachstumsverhältnisse günstiger sind, uneingeschränkte Sieger.

Gerade an den sekundären Bildungen können wir beobachten, wie sich die natürliche Berasung des Lood vollzieht. Während auf frischer, offener, vollständig nackter Erde, wie z. B. an den Abhängen von Steinbrüchen und auf Erdhaufen u. s. w., meist annuelle oder auch diejenigen ausdauernden Pflanzen im Übergewicht sind, deren Samen durch den Wind weitergetragen werden, treten auf älteren Gebilden die sich auf vegetativem Wege verbreitenden Gräser auf, ebenso Kräuter, deren Wurzelsystem nicht tief in die Erde eindringt oder deren Entwicklung durch das Weiden nicht behindert wird (*Trifolium repens*, *Alchimilla vulgaris*). Knospenerneuerer, deren Wurzelstöcke oder Knollen tiefer in der Erde liegen und längere Zeit brauchen um Wurzel zu schlagen, erscheinen am spätesten. Mit der Zeit nehmen diejenigen Pflanzen überhand, die für den betreffenden Standort mit den besseren Schutzmitteln versehen sind, die anderen unterliegen im Kampf. Auch der Wacholder fängt an zu wachsen und wird zu grossen Sträuchern, wenn nicht die Schafe allmählich die jüngeren Triebe benagen, so dass die Pflanze verkrüppelt und oft ganz zugrunde geht.

Keimungsmöglichkeiten auf dem Lood.

Die oben gebrachten Tabellen zeigten, dass die Menge der Keimlinge der Loodvegetation keine grosse, sondern im Gegenteil eine verhältnismässig kleine ist, woraus wir schliessen können,

dass die Erneuerung durch Keimlinge, sei es von ein-, zwei- oder mehrjährigen Pflanzen, nicht den Bestand vervollständigen, sondern umgekehrt, denselben undichter machen würde, wenn keine Erneuerung auf vegetativem Wege stattfände. Den Beobachtungen entsprechend müsste die Erneuerung durch Samen dennoch viel häufiger sein, denn einzelne Pflanzen können immerhin auf dem Lood reifen und vollständig entwickelte Samen liefern. Wenn wir auch nur die keimfähigen Samen in Betracht ziehen, so stellt es sich mit Sicherheit heraus, dass sie für eine vollständige Erneuerung der Loodvegetation genügen würden. In dieser Beziehung geben die Versuche *Chrebtow's* (1908) ein interessantes Beispiel — hier wurden vor allen Dingen während einer Vegetationsperiode die Samen der auf dem Felde wachsenden Unkräuter gezählt. Aus *Chrebtow's* Angaben einzelne auf dem Lood vorkommende Pflanzen herausgreifend, erhalten wir für die Zahl der Samen folgende Tabelle:

Name der Pflanze	Zahl der Samen
<i>Artemisia campestris</i>	99.900
<i>Capsella bursa pastoris</i>	73.010
<i>Cerastium caespitosum</i>	28.706
<i>Potentilla argentea</i>	28.305
<i>Achillea millefolium</i>	26.775
<i>Thymus serpyllum</i>	23.040
<i>Campanula rotundifolia</i>	21.970
<i>Phleum pratense</i>	17.034
<i>Trifolium repens</i>	10.412
<i>Taraxacum taraxacum</i>	7.498
<i>Lecentodon auctumnalis</i>	4.864
<i>Arenaria serpyllifolia</i>	2.360
<i>Erophila verna</i>	2.030
<i>Alchimilla vulgaris</i>	750

Wie gesagt, beziehen sich diese Angaben auf Feld. Auf dem Lood, wo die Erde magerer und die Wachstumsverhältnisse ungünstiger sind, ist die Zahl der Kapseln, der Köpfchen u. s. w. verhältnismässig gering, aber die Menge der Samen in den Kapseln und Köpfchen ist hier dennoch gross genug, damit die Keimlinge öfter auftreten können. Auf dem Lood von Aavakannu zählte ich an einem *Cerastium caespitosum* 96 Kapseln, von denen eine jede 25—30, im Mittel 27 Samen enthielt. Somit besass dieses

Cerastium caespitosum rund 2600 Samen. Aber das war im Juli, und wenn man in Betracht zieht, dass sich bei *Cerastium caespitosum* neue Blüten und Früchte bis zum Spätherbst entwickeln, so ist die Zahl der Samen, die sich während einer Wachstumsperiode gebildet haben, bei *Cerastium caespitosum* auch auf dem Lood eine verhältnismässig grosse. Und trotzdem findet man nicht allzuviel Keimlinge von dieser Pflanze. Noch interessanter sind die Gräser. Eine *Agrostis vulgaris* besitzt in der Rispe im Mittel 4—5 Tausend Samen, dasselbe sieht man bei *Festuca ovina*; oft reifen an einem Horst mehrere Rispen mit Tausenden von Samen, und trotzdem findet man nicht sehr viel Keimlinge von Gräsern, — gerade die Gräser besitzen am wenigsten Keimlinge, was alle Analysen bestätigen. Ebenso kann man beobachten, dass nicht alle auf dem Lood wachsenden Pflanzen Jungpflanzen liefern. Die Kräuter besitzen mehr Keimlinge, doch gilt dieses nicht für alle, — bei einigen treten verhältnismässig wenig Keimlinge auf, z. B. bei *Achillea millefolium*, bei anderen fehlen sie überhaupt. Alle Analysen in Betracht ziehend, kann man feststellen, dass bei folgenden Pflanzen Keimlinge zu finden sind:

<i>Thymus serpyllum</i>	43,5%	<i>Hieracium pilosella</i>	2,8%
<i>Cerastium caespitosum</i>	34,5 „	<i>Linum catharticum</i>	2,8 „
<i>Sedum acre</i>	26,5 „	<i>Ranunculus polyanth.</i>	2,8 „
<i>Trifolium repens</i>	23,7 „	<i>Viola rupestris</i>	2,3 „
<i>Alchimilla vulgaris</i>	19,8 „	<i>Herniaria glabra</i>	1,7 „
<i>Sagina nodosa</i>	17,5 „	<i>Achillea millefolium</i>	1,1 „
<i>Euphrasia stricta</i>	16,0 „	<i>Anthyllis vulneraria</i>	1,1 „
<i>Campanula rotundifolia</i>	15,4 „	<i>Hieracium umbellatum</i>	1,1 „
<i>Festuca ovina</i>	6,8 „	<i>Pimpinella saxifraga</i>	1,1 „
<i>Stellaria graminea</i>	6,8 „	<i>Trifolium pratense</i>	1,1 „
<i>Filipendula filipendula</i>	5,1 „	<i>Antennaria dioeca</i>	0,6 „
<i>Galium verum</i>	4,6 „	<i>Brunella vulgaris</i>	0,6 „
<i>Helianthemum helianthemum</i>	4,6 „	<i>Cirsium acaule</i>	0,6 „
<i>Lotus corniculatus</i>	3,9 „	<i>Dianthus superbus</i>	0,6 „
<i>Taraxacum taraxacum</i>	3,9 „	<i>Gentiana amarella* axill.</i>	0,6 „
<i>Leontodon auctumnalis</i>	3,4 „	<i>Koeleria grandis</i>	0,6 „
<i>Potentilla alpestris</i>	3,4 „	<i>Plantago major</i>	0,6 „
<i>Veronica spicata</i>	3,4 „	<i>Potentilla argentea</i>	0,6 „
		<i>Sedum maximum</i>	0,6 „

Hierzu kommen noch Pflanzen im Jungstadium, besonders *Erophila verna*, *Saxifraga tridactylites*, *Androsaces septentrionale*,

Veronica verna u. a., die im Frühling früher blühen und darum in den Analysen nicht beobachtet werden; ebenso gehört zweifellos der grösste Teil der „Ignoti“ gerade diesen Pflanzen an. Aber das allgemeine Bild wird dadurch nicht verändert. Zusammenfassend kann man folglich feststellen, dass die Zahl der Keimlinge auf dem Lood, mit ihrer Dichte und der Ständigkeit ihres Auftretens verglichen, eine sehr kleine ist: darum ist die Erneuerung der Loodvegetation durch Samen eine verhältnismässig minimale, so dass der Bestand dadurch keine Vollständigkeit erlangen würde; die Gräser geben verhältnismässig wenig Keimlinge und erneuern die Vegetation hauptsächlich auf vegetativem Wege; da die Gräser auf dem Lood in der Mehrzahl sind, so scheint das Lood sich gerade durch vegetative Vermehrung zu erneuern, wodurch die ganze Pflanzendecke des Lood fast unverändert bleibt, weil sich der Bestand an Stelle der alten abgestorbenen Pflanzen, die durch verschiedene, den Pflanzen schädliche Nebenfaktoren zugrunde gehen oder beim Weiden vom Vieh herausgerissen werden, immer wieder erneuert. Unter den Kräutern kann man mehr Keimlinge finden, aber auch hier ist deren Zahl gering, da bei den mehrjährigen Kräutern, den Knospenerneuerern, die vegetative Vermehrung viel häufiger ist als die Erneuerung durch Samen. Die einjährigen treten in verhältnismässig geringer Zahl auf, so dass sie den Bestand nicht um vieles vervollständigen, sie treten fleckenweise an den Stellen auf, wo die Bedingungen für ihre Verbreitung günstig sind; aber mit der Zeit unterliegen sie den mehrjährigen im Kampf ums Dasein und werden aus dem Bestande ausgeschieden. Die Winterannuellen gedeihen nur dort, wo der Kampf um den Standort gering ist (an den Rändern der Spalten, auf beinahe blossem Kalksteingebiet), und blühen auch zu einer Zeit, wo die anderen Pflanzen sich erst zu entwickeln beginnen; ihr Standort ist aber später, während der Wachstumsperiode, vollständig offen, so dass sich die Erneuerung durch Winterannuelle nur im Frühsommer vollzieht.

Allgemeine Keimungsbedingungen.

a) Feuchtigkeit, Temperatur, Insolation u. s. w.

Es steht fest, dass die Zahl der Keimlinge auf dem Lood eine geringe ist, und dass die Erneuerung der Vegetation sich auf vege-

tativem Wege vollzieht. Es hat sich aber erwiesen, dass die Erneuerung viel grössere Masse annehmen könnte, wenn man die vollständig entwickelten Samen der Pflanzen in Betracht zöge. Da das aber nicht der Fall ist, wie es die entsprechenden Beobachtungen gezeigt haben, sind wir gezwungen, nach den Ursachen zu suchen, die eine Erneuerung vermittels aus Samen entstandener Pflanzen verhindern.

Molisch (1921, S. 289) machte diesbezüglich folgende treffende Bemerkung: „Wenn ein Same keimen soll, dann müssen gewisse innere und äussere Bedingungen erfüllt sein. Zu den letzteren gehören Wasser, Sauerstoff, eine gewisse Temperatur, event. Licht, Frostwirkung und bestimmte chemische Einflüsse“. Am wichtigsten ist die Feuchtigkeit, denn solange der Same trocken aufbewahrt wird, keimt er nicht; erst wenn er eine gewisse Menge Wasser aufzunehmen Gelegenheit hat, quillt er und keimt. Wie früher (S. 30) erwähnt, können wir auf dem Lood hauptsächlich drei grössere Keimungsperioden beobachten. Alle diese Perioden fallen mit Zeiten zusammen, wo die Niederschläge gewöhnlich grösser sind, wodurch auch die Feuchtigkeit steigt. In den gereiften Samen, die vor der bezeichneten Zeit auf den Boden solcher Stellen gelangen, wo sie zu keimen beginnen können, erwacht das Leben zu Beginn der feuchteren Zeit, und sie entwickeln sich weiter, falls auch die anderen Bedingungen günstig sind. Häufig jedoch folgt der feuchten Frühlingsperiode Trockenheit, zuweilen sogar Dürre des Sommers. Dieser Wechsel bringt den Pflanzen oft den Tod, denn der Entwicklung einer jungen Pflanze schadet nichts mehr, als wenn die Keimung durch plötzlich eintretenden Wassermangel unterbrochen wird (N e g e r 1913, S. 724): die Keimlinge können unter solchen Verhältnissen unmöglich erstarken, sie vertrocknen und kommen um. Diese Erscheinung kann man besonders in einem trockenen Sommer an offenen Stellen beobachten, so z. B. an den Rändern der Spalten, auf nacktem Kalkstein, an den Abhängen von Kalkbrüchen¹⁶⁾.

¹⁶⁾ Die oben erwähnten Verhältnisse machten sich besonders im Sommer 1927 bemerkbar, wo von Ende Juni an einen Monat lang Dürre herrschte. Ende Juli (29. VII) war das Lood von Kunda in der Nähe von Rakvere (Wesenberg) vollständig verbrannt, die Erde pulvertrocken und besonders an rasenlosen Stellen glühend heiss. Das Gras war trocken und weiss wie vorigjähriges Gras, und so brüchig, dass es beim Gehen unter den Füssen brach und Spuren der Schritte hinterliess. Beim grösseren Teil der Pflan-

Ebenso ist dem grössten Teil der Pflanzen der Wechsel zwischen Feuchtigkeit und Trockenheit schädlich. Resistenzfähiger sind die Gräser, wie es diesbezügliche Versuche H a b e r l a n d t s zeigen (1877, S. 61—62). Von 100 Körnern keimten bei ihm:

	nach 1-	2-	3-	4-	5-	6-	7-maligem Austrocknen
vom Weizen	75	70	57	31	25	10	1
„ Hafer	90	83	77	62	40	27	8
„ Raps	85	55	27	17	1	—	—
„ Flachs	88	78	30	9	—	—	—
von der Erbse	87	38	3	—	—	—	—

Dagegen schafft der Wechsel zwischen Feuchtigkeit und Trockenheit nur für einzelne Pflanzensamen, meist für dickschalige Samen (z. B. *Raphanus raphanistrum*), günstigere Keimungsbedingungen, da er zum Sprengen der Samenschale beiträgt (L a k o n 1914, S. 966—967).

Günstiger sind die Keimungsbedingungen während der zweiten Keimungsperiode, d. h. im Hochsommer. Meist keimen dann winterannuelle Pflanzen, die im Frühling zeitig geblüht haben und zur Fruchtreife gelangt sind, wie *Erophila verna*, *Saxifraga tridactylites* u. a. Während die Samen in der heissen Sommerzeit sich in der Ruheperiode befinden, fangen sie unter dem Einfluss der Feuchtigkeit zu keimen an. Meistens sind die Keimungsbedingungen im Herbst günstig, und die Pflanzen können sich soweit entwickeln, dass sie mehr oder weniger gut überwintern und im Frühling zeitig zum Leben erwachen, um dann im Frühsommer schon zu blühen (vgl. auch J e s s e n 1854, S. 46).

Schwer sind auch die Keimungsbedingungen in der dritten Keimungsperiode, die bei günstiger Temperatur im Herbst eintritt. Ist der Herbst trocken, so können die aus den Kapseln oder

zen hatten sich die Blätter zusammengezogen. Den Beobachtungen nach hielten *Lotus corniculatus* und *Galium verum* am besten unter der Trockenheit aus. Von abgestorbenen Pflanzen hielten recht viel aus *Avena pratensis*, *Festuca ovina* und auch *Trifolium repens*. Keimlinge sind überhaupt nicht vorhanden. Am Abhang des Kalkbruchs sind einige vollständig braune Jungpflanzen zu finden. *Arenaria serpyllifolia*, auch *Calamintha acinos* sind vollständig abgestorben. Auf dem Rasen findet man einige latente Samen. Das ganze Lood sieht gefleckt aus: es ist weisslich, wo der Kalkstein etwas tiefer liegt (15—20 cm), braun, wo die Erde in einer 5 cm dicken Schicht über dem Stein liegt, etwas grünlich da, wo die Erdschicht über 20 cm tief ist.

Köpfchen herausgerieselten Samen nicht so schnell ins Keimen kommen, wodurch sich die Keimungszeit verspätet und die Wachstumsperiode ansehnlich verkürzt wird. Hatte der Winter früh und streng begonnen, so hatten die meisten Samen der niedrigen Temperatur wegen nicht gekeimt (Jeswiet 1914, S. 336). Ist aber der Herbst feucht und warm, dann keimt eine Anzahl von Samen ein- wie auch mehrjähriger Pflanzen, die Keimlinge aber können nicht genügend erstarken und gehen darum bei der Winterkälte, oft aber auch durch einen kalten Frühling oder infolge von Nachtfrostern zugrunde. Beim grössten Teil der Pflanzen keimen die Samen nicht sogleich nach der Reife, sondern ruhen bis zum nächsten Frühjahr (Hildebrand 1883, S. 2; Baur 1918, S. 324), wodurch das Überwintern erleichtert wird und die Samen vielleicht im Frühling unter günstigeren Bedingungen zu keimen beginnen. Wie früher schon erwähnt, sind gerade diese Keimlinge auf dem Lood im Übergewicht.

Ausser den oben erwähnten Verhältnissen, bei denen wir noch verweilen werden, brauchen die Pflanzensamen eine offene, von anderen Pflanzen unbedeckte Bodenfläche, in welcher der Keimling wurzeln kann. Die Keimungsperiode und die Erstarungszeit gehören zu den schwersten Lebensperioden der Pflanzen. Haberland (1887, S. 3) beschreibt diesen Zeitabschnitt sehr anschaulich folgendermassen: „Wohl niemals ist die Pflanze so vielen Gefahren ausgesetzt, als zur Zeit der Keimung. Sie hat die Samenhülle kaum verlassen und soll nun auf der Stelle mit den erwachsenen Pflanzen ihrer Umgebung in einen Wettbewerb um die äusseren Bedingungen des Daseins treten. So gering ihr anfängliches Raumbedürfnis auch sein mag, sie bleibt doch in den meisten Fällen ein „Eindringling“, dem die Behauptung des Daseins nicht leicht gemacht wird. Doch ganz abgesehen von diesem unmittelbaren Kampfe mit den Nachbarpflanzen, der am Ende manchem Keimling erspart bleibt, ist doch dieser letztere durch all diejenigen Einflüsse des Klimas und anderer Verhältnisse, welche bei der erstarkten und erwachsenen Pflanze bloss eine teilweise Schädigung des Organismus oder einen zeitweiligen Stillstand der Lebensfunktion herbeiführen, in seiner ganzen Existenz bedroht“. Und dieser schon vielfach erwähnte Kampf zwischen den Pflanzen entsteht bekanntlich dadurch, dass durch die vielen Samen und die ungeschlechtliche Vermehrung viel mehr Individuen ins Dasein treten, als Raum für diese jungen Pflanzen,

nachdem sie aufgewachsen sind, zur Verfügung steht (C a j a n d e r 1925, S. 666). In diesem Kampf kommen diejenigen Pflanzen zur Geltung, die mit dem Lood angepassten Schutzvorrichtungen versehen sind¹⁷⁾. Nach den Beobachtungen H i l d e b r a n d t s (1881, S. 109) müssen überhaupt in der Vegetation diejenigen Pflanzen zur Herrschaft gelangen, welche die erste Zeit des Lebens dazu anwenden, um starke vegetative Organe zu entwickeln, mit denen sie die anderen Pflanzen beschatten oder niederdrücken. Darum sind auf dem Lood, besonders an tiefgründigeren Stellen, *Taraxacum taraxacum*, ebenso *Leontodon auctumnalis* so stark vertreten, dass sie im Frühsommer (*Taraxacum taraxacum*) und im Hochsommer (*Leontodon auctumnalis*) dem Lood ein eigenartiges Gepräge geben. Ebenso haben die Gräser, sich vegetativ vermehrend, einen dichten Rasen bildend, sich verbreitet, so dass die Samen wirklich keinen Ort finden, wo sie anfangen könnten zu keimen. Ein Teil der Samen bleibt sogar an den oberen Teilen der Grasnarbe hängen und gelangt gar nicht zum Keimen (F l e i s c h e r 1921, S. 97). Darum können sich die Pflanzen in geschlossenen Formationen, wie es meist alle wiesenartigen Formationen sind, nicht aus den Samen entwickeln, aus welchem Grunde hier die Verjüngung der Pflanzendecke nur in beschränktem Masse durch Samen geschehen kann und die Vermehrung also hauptsächlich auf vegetativem Wege vor sich gehen muss (vgl. C a j a n d e r 1922, S. 2—3), und je länger und heftiger dieser Kampf andauert, um so eintöniger wird die Vegetation. Die Mehrjährigen nehmen vollständig die Überhand, die Annuellen, als kurzlebige Formen, werden mehr verdrängt, und die Samen, die auf die eine oder die andere Weise in den geschlossenen Bestand geraten, können nicht anfangen zu keimen und gehen zugrunde.

Auf dem Lood können wir kaum auf einen besonderen Einfluss der Belichtung beim Keimen rechnen. Das Lood ist ja offen und der Karst sowie das Schuttlood vollständig baumlos, so dass die Beleuchtung auf die Pflanzendecke uneingeschränkt einwirken kann. H e s s e l m a n (1904, S. 155) beobachtete, dass der

¹⁷⁾ Die Schutzvorrichtungen der Alvar- resp. Loodpflanzen sind von Grevillius (1896) sehr ausführlich behandelt worden. Auch Altenkirch (1894) berührt diese Frage bezüglich der Geröllflora Sachsens. In diesen Arbeiten ist auch die entsprechende Literatur angeführt.

Lichtgenuss der Pflanzen auf den sonnenoffenen Wiesen, resp. auf dem Lood, 1 oder beinahe 1 ist. Es ist ja allgemein bekannt, dass intensives Licht auf das Wachstum retardierend wirkt, aber auch diese Wirkung ist, je nach der Anpassung der Art, sehr verschiedenartig (Gräbner 1910, S. 183—184). N o b b e (1882) hat Versuche mit Gräsern ausgeführt (mit *Poa pratensis*, *Dactylis glomerata*, *Phleum pratense*, *Zea mays*) und fand, dass das Licht bei der Keimung der Samen, unter sonst gleichen Bedingungen, keinen oder einen nachteiligen Einfluss ausübt, indem es den Vorgang retardierte und dadurch unter Umständen bei langsam-keimenden Samenarten die Keimpflänzchen den sich entwickelnden Pilzen überantwortet. Das gleiche kann man auch in Betreff der Lichtwirkung auf das Keimen der Samen für das Schuttlood-*Juniperetum* annehmen, wo der Lichtgenuss der Pflanze naturgemäss ein anderer ist; er ist kleiner als auf dem offenen Lood, — H e s s e l m a n (l. c.) fand in den Wacholderbeständen Schwedens stets nur einen herabgesetzten Lichtgenuss, der kaum $\frac{1}{17}$ — $\frac{1}{20}$ erreicht.

Um so grösser ist der Einfluss der Temperatur bei der Erneuerung der Pflanzen. Hitze, d. h. viel Wärme schadet den Pflanzensamen kaum, da auch die Hitze, die während der heissesten Zeit auf dem Lood herrschen kann, doch zu niedrig ist, um auf die Samenpflanzen schädlich einzuwirken. Die Hitze kann aber dennoch das Keimen schädlich beeinflussen, da es bekannt ist, dass durch hohe Temperaturen die Keimung der Samen verzögert wird; und so wird es in der Natur geschehen, dass nach Erhöhung der Temperatur die Samen eines Gewächses erst später keimen (Hildebrandt 1881). Am meisten schadet aber die Hitze den Pflanzen, die schon gekeimt haben. Gewöhnlich keimt ein Teil der Samen im Frühsommer, meist aber im Juni, während der Periode reichlicher Niederschläge. Wenn einer feuchten Periode eine trockene Zeit folgt, wie es im Jahre 1927 der Fall war, so gehen alle Pflanzen, die gekeimt haben, zugrunde: die Erde trocknet durch die Hitze und durch die grosse Transpiration vollständig aus, die Pflanzen erhalten keine Feuchtigkeit und ein schwacher Keimling vertrocknet. W a l t e r (1927, S. 131) bemerkt, dass auch durch zu starke Erwärmung der obersten Bodenschichten auf trockenen, sonnigen Standorten die Pflanzen an dem Wurzelhals geschädigt werden können. Sogar im Herbst, nach dem ersten Herbstregen, wenn wieder eine trockene Zeit

mit vielem Sonnenschein eintritt, wirkt die Sonnenhitze vernichtend, wie es J e s w i e t (1913, S. 315), der auf den Dünen Hollands gearbeitet hat, beobachtete, denn wenn Samen an solchen Stellen gekeimt haben, an denen es vom frühen Morgen bis zum späten Abend Sonnenschein gibt, so sind sie bald vertrocknet. Auch ein Teil der Samen mit verhältnismässig dicker Schale, wie die Samen von *Sagina nodosa*, *Gentiana amarella* u. a., kommen in der Hitze um, verlieren ihr Entwicklungsvermögen, wenn sie in der vorangegangenen feuchten Periode gequollen sind.

Die Temperaturverhältnisse des Lood betrachtend, muss man einige für das Lood charakteristische Zustände genauer ins Auge fassen. Schon das Fehlen der Baum- und Strauchschicht bedingt andere Temperaturverhältnisse. H e s s e l m a n (1904, S. 454) fand beim Studium der Laubwiesen in Schweden, im östlichen Teil von Uppland auf der Insel Skabbholmen, dass die Temperatur der sonnenoffenen Wiesen an heiteren Sommertagen am Mittag durchschnittlich um 1—1,5° höher ist, als in den am meisten geschlossenen Beständen. W a r m i n g (1887), H o m é n (1897) und K r a u s (1911, S. 103—104) zeigten, dass die Temperatur am Standort der Pflanzen, besonders im Sommer bei wolkenfreiem Himmel, viel höher ist; dadurch wächst die Pflanze in ganz anderen Verhältnissen auf, als sie bei den meteorologischen Beobachtungen verzeichnet werden. Um auf diesem Gebiet auch in betreff des Loods einige Gewissheit zu erlangen, machte ich im Sommer 1923 einige Beobachtungen (V i l b e r g, 1927, S. 30—32), die man aber der mangelhaften Instrumente wegen nicht für vollständig massgebend halten kann. Und dennoch zeigen sie, dass die Wärme an der Erdoberfläche viel grösser ist, als z. B. 1 m hoch in der Luft (am 23. VIII. 1923 betrug die Temperatur auf dem Lood von Aavakannu um 12h in der Luft 20,0°, auf der Erde dagegen 40,0° C). Dasselbe bestätigen auch Temperaturbeobachtungen, die ich im Sommer 1927 vom Anfang Mai bis Mitte August veranstaltet habe. Der Versuchsort befand sich in Kunda im Park der Volkshochschule von Wierland, in der Nähe von Rakvere (Wesenberg) ($\varphi = 59^{\circ} 31'$, $\lambda = 26^{\circ} 32'$)¹⁸⁾, unweit

¹⁸⁾ Der Beobachtungsort befand sich auf einem offenen Wiesenplatz, der eine verhältnismässig geringe Neigung nach Süden aufweist. In der nächsten Umgebung befanden sich meist Gräser, die auf dem guten Boden verhältnismässig stark in die Höhe gewachsen waren. Das Gebiet wird im Norden vom Hauptgebäude der Volkshochschule, von der anderen Seite von

von beinahe ebensolchen Loodbildungen wie in Ost-Harrien, aber ungefähr 100 km östlich gelegen. Die Beobachtungen wurden folgendermassen durchgeführt: 1) Messung der Lufttemperatur 1 m über der Erdoberfläche, d. h. ungefähr in der Höhe der Spitzen der Sträucher, wobei das Thermometer an die Nordkante eines 5 cm breiten Tisches befestigt war, um die Temperatur hier den Temperaturverhältnissen, wie sie bei den Sträuchern massgebend sind, mehr oder weniger anzupassen. 2) Messung der Temperatur in der Höhe der Grasspitzen, 5—6 cm von der Erde entfernt, wobei die Quecksilberkugel von oben mit grünem Papier oder mit einem frischen Linden- oder Syringenblatt bedeckt wurde. 3) Temperaturmessung auf blosser mit Grasstopeln bedeckter Erde, die durch Beschneiden immer von Gras reingehalten wurde; die Beobachtungen vollzogen sich hier auf zweierlei Arten: a) mit dem Schwarzkugelthermometer im Vakuum, und b) mit dem Blankkugelthermometer im Vakuum, beide lagen horizontal auf der Erde. 4) Messung der Temperatur in der Erde, auf dem Horizont der Pflanzenwurzeln, in einer Tiefe von 6 cm¹⁹⁾. Ausser der Temperatur wurden mit möglichster Genauigkeit die Bewölkung und deren Dichte, die Sonnenbedeckung²⁰⁾, der Wind und die Windstärke²¹⁾ beobachtet. Nach dem Thermographen wurde

Bäumen begrenzt, die den Beobachtungsort nicht beschatten; nur um 8^h berührt der Schatten des Gipfels einer *Abies sibirica* und um 11^h der Schatten eines undichten Gipfels von *Acer platanoides* ungefähr eine halbe Stunde lang den Beobachtungsort, während um 15^h der dichte Gipfel einer *Tilia cordata* den Thermometer über eine halbe Stunde lang beschattet. Besonders stark war die Wirkung der Beschattung Ende Juli und im August, wo die Sonnenhöhe abnahm. Die Sonne beschien die Beobachtungsstelle von 7^h —20^h.

¹⁹⁾ Die Schwarzkugel- und die Blankkugelthermometer der Firma Fluss stammen aus dem meteorologischen Institut der Universität Dorpat. Die anderen Thermometer — sehr empfindlich und mit einer Skala von der Genauigkeit 0,2 versehen — stammen von unbekanntem Firmen und waren auf der Erde und bei den Grasspitzen angebracht. In der Luft ein gewöhnlicher Thermograph von Six. Alle Thermometer wurden beim Beginn in einem dunklen Raum kontrolliert und beinahe jeden Morgen an ihrem nächtlichen Aufbewahrungsort auf die gleiche Höhe gebracht. Die Beobachtungen meist nach jeder Stunde aufgezeichnet. Behilflich war mir dabei mein Schüler Ernst Lilienblatt, dem ich hier meinen Dank ausspreche.

²⁰⁾ A. R ü b e l 1922, S. 45—46.

²¹⁾ Ibid. S. 93—94.

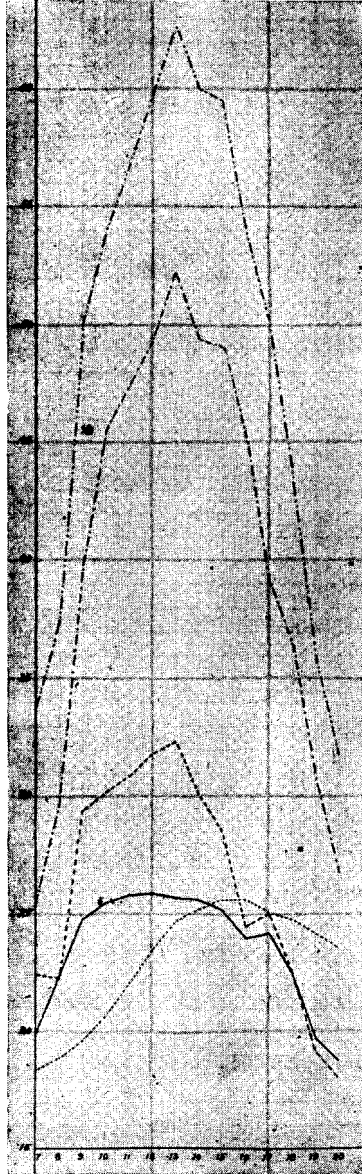
auch jeden Tag das Temperaturminimum und -maximum vermerkt.

Hier ist nicht der Ort die gesamten Ergebnisse der Beobachtungen zu veröffentlichen — dieses wird späterhin in einer speziellen Arbeit geschehen; um aber die Temperaturverhältnisse zu charakterisieren, führe ich einige Angaben über den Juli an. Der Juli war im Jahre 1927 in Kunda verhältnismässig gleichmässig. Den ganzen Monat über war der Himmel klar, zeitweilig von leichten dünnen Cumuluswolken bedeckt, die aber keine grosse Rolle bei der Sonnenbedeckung spielten. Nur einige Mal, am 20. und 24., regnete es — das erste Mal leicht, so dass nur die oberste Erdschicht nass wurde; das zweite Mal regnete es den ganzen Tag hindurch in grossen Tropfen. Den ganzen Juli herrschten verhältnismässig leichte Ost- und Nordostwinde, mehr in der Mitte des Monats erreichte der Wind eine mittlere Stärke.

Schon die absoluten Extreme des Juli veranschaulichen genügend diejenigen Temperaturverhältnisse, die während eines heissen Sommers auf dem Lood herrschen. Aus den Beobachtungen ergibt sich, dass die Temperatur im Juli folgendermassen steigt:

1. Auf der Erdoberfläche:
 - a) nach dem Schwarzkugelthermometer auf 71,0⁰ (19. VII.).
 - b) nach dem Blankkugelthermometer „ 61,0⁰ (19. VII.).
2. Bei den Grasspitzen „ 45,6⁰ (19. VII.).
3. In der Luft „ 31,5⁰ (16., 18., 19. VII.).
4. In der Erde „ 28,8⁰ (19. VII.).

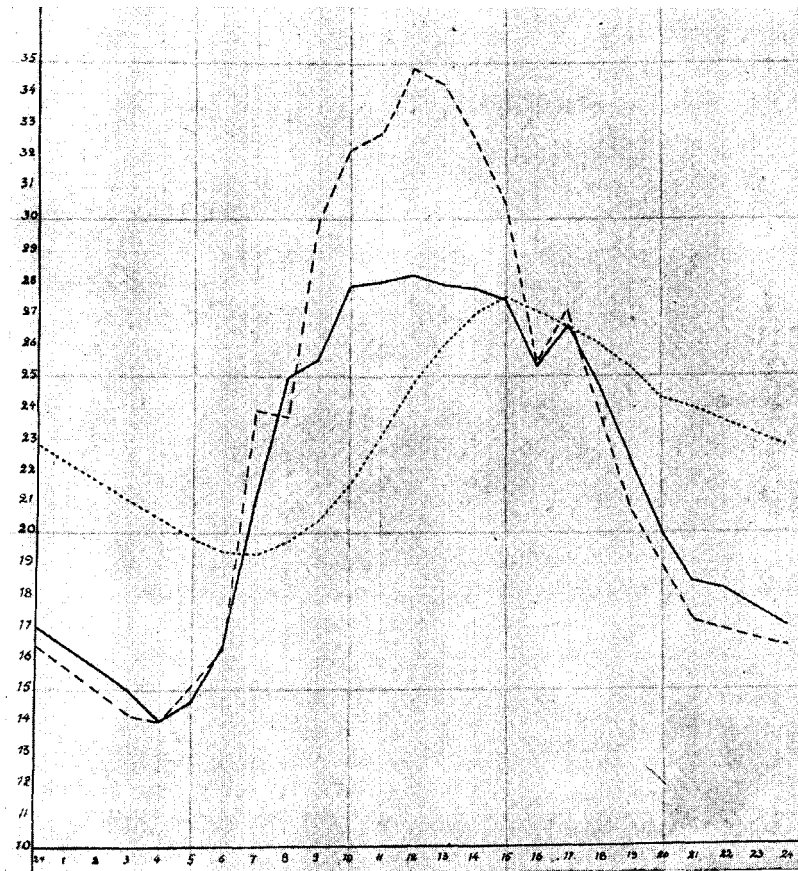
In der Nacht sank die Temperatur auf 6⁰ C (1. VII.); die wärmsten Nächte am 19. und 20. Juli hatten 15⁰ C. Am übersichtlichsten sind aber die Temperaturverhältnisse durch die Kurve im Diagramm auf Seite 81 wiedergegeben, wobei letzteres auf Grund der Beobachtungen des ganzen Monats zusammengestellt wurde. Hier variierte die Temperatur in der Zeit zwischen 7^h — 20^h, während die Sonne den Beobachtungsplatz beschien. Um die Temperaturschwankungen vollständiger anzugeben, wurden auch zu einer andern Zeit und mit denselben Thermometern ausser dem Insolationsthermometer Beobachtungen gemacht. Diese Angaben zeigen die Temperaturverhältnisse innerhalb 24 Stunden;



Temperaturverhältnisse im Juli 1923.

- t° in der Erde
 ——— „ in der Luft
 - - - - - „ bei den Grasspitzen
 - · - · - „ auf der Erdoberfläche nach dem Blankkugelthermometer
 - - - - - „ daselbst nach dem Schwarzkugelthermometer.
 Abszisse — Zeit, Ordinate — t° nach C.

zur Illustration derselben wurde ein Diagramm aufgestellt (S. 82), dessen Kurven das Verhalten der Temperatur am 11.—19. VII. und am 22.—23. VII. bei den Grasspitzen, in der Luft und in der



Temperaturverhältnisse am 11.—23. Juli 1923.

..... t^0 in der Erde

— „ in der Luft

- - - - - „ bei den Grasspitzen.

Abszisse — Zeit, Ordinate — t^0 nach C.

Erde angeben. In beiden Diagrammen spiegelt sich die Beeinflussung der Temperatur durch die Insolation wieder: die Sonne braucht nur von Bäumen verdeckt zu werden, und sogleich fällt auch die Temperatur. Am meisten schwankt die Temperatur bei

den Grasspitzen: ein durchsichtiger Wolkenschleier vor der Sonne, ein etwas stärkerer Windstoss bringen das Thermometer zum Fallen. Um 8^h, wo der Boden noch kälter ist, erniedrigt der Schatten von *Abies sibirica* die Temperatur, das gleiche tut der leichte Schatten von *Acer platanoides* um 11^h. Bedeckt aber der Schatten der dichten Linde um 15^h den Beobachtungsort ungefähr eine halbe Stunde lang, so wirkt das sogar auf das Luftthermometer erniedrigend. Die Beeinflussung des Schwarzkugel- und des Blankkugelthermometers ist deshalb unverzeichnet geblieben, weil sie Schleuderthermometer sind, die während jeder Beobachtung heruntergeschlagen werden, und deren Steigen man während der nächsten Beobachtung verzeichnet.

Wie aus den Kurven ersichtlich, erreicht die Temperatur ihr Maximum um 13^h und fängt dann an zu sinken. Am gleichmässigsten sind die Temperaturschwankungen unter der Erde; hier steigt sie bis 15^h — das ist zwei Stunden nach der heissesten Zeit in der Luft oder bei den Grasspitzen, was durch das langsamere Wärmeleitungsvermögen der Erde zu erklären ist; aus demselben Grunde ist es in der Nacht in der Erde, in der Wurzelregion, wärmer als auf der Erdoberfläche.

Auf eins muss man hier noch aufmerksam machen: dass die Temperatur auf dem gewöhnlichen Lood, wo der Kalkuntergrund nahe ist, auch tagsüber niedriger ist als auf dem erwähnten Beobachtungsort, d. h. auf der Wiese, wo die Erdschicht mächtiger ist und der Untergrund tiefer liegt. Diese Tatsache ergibt sich aus den Beobachtungen, die auf dem Lood bei Kunda-Aru, 2 km westlich von der Volkshochschule von Wierland, gemacht wurden, wohin die Überführung der Beobachtungsapparatur auf dem Rade nur $\frac{1}{4}$ Stunde Zeit in Anspruch nahm. In der untenstehenden Tabelle zeigen die kursiven Daten die Höhe der Temperatur auf dem Lood an, wie sie in der Erde bei gleicher Tiefe (6 cm) in einem Gebiet herrscht, wo Steinschotter und Kalkstein schon in einer Tiefe von 3—4 cm auftreten.

T a g e s z e i t

Datum	7 ^h	8 ^h	9 ^h	10 ^h	11 ^h	12 ^h	13 ^h	14 ^h	15 ^h	16 ^h	17 ^h	18 ^h	19 ^h	20 ^h
17. VII.	20,0	20,2	21,0	22,0	23,8	25,2	26,8	27,8	28,2	28,2	27,6	27,0	—	25,8
18. „	20,0	20,2	20,8	<i>20,8</i>	<i>21,2</i>	<i>22,8</i>	<i>23,8</i>	<i>23,8</i>	<i>23,8</i>	28,0	26,8	26,4	25,8	25,0
19. „	19,6	20,0	20,6	22,0	24,6	26,0	27,8	28,8	28,6	28,6	27,6	27,2	26,2	25,6
20. „	19,6	20,2	21,4	<i>19,6</i>	<i>20,6</i>	<i>21,6</i>	<i>22,4</i>	<i>22,8</i>	<i>23,0</i>	<i>23,0</i>	<i>23,0</i>	26,8	26,0	25,2

Unter anderen Verhältnissen ist der Unterschied ein relativ geringer, und die Angaben der obigen Diagramme kann man mit einigen Abweichungen auch für die Verhältnisse auf dem Lood für gültig erklären. Zum besseren Vergleich sei noch eine Tabelle inbetreff der Lufttemperatur angeführt:

T a g e s z e i t														
Datum	7h	8h	9h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h	19h	20h
17. VII.	22,0	25,5	27,5	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	26,0	25,0	25,0	24,5	—	21,0
18. „	24,0	25,0	28,5	28,0	28,5	30,0	29,0	29,5	28,5	26,0	21,5	23,5	23,5	21,5
19. „	23,0	24,0	26,5	28,0	28,5	29,0	29,0	28,0	27,5	26,5	27,5	25,5	22,5	21,0
20. „	21,5	22,0	25,0	25,0	27,0	27,5	29,0	29,0	28,5	29,0	28,5	26,0	21,5	20,5
									Max.		Min.			
									17. VII.		29,0		14,0	
									18. „		31,5		14,5	
									19. „		31,5		15,0	
									20. „		30,0		15,0	

Aus den eben angeführten Daten ersieht man, dass die Hitze im Sommer besonders an den Stellen, wo die Erde nackt oder nur von einer undichten Pflanzendecke bedeckt ist, auf dem Lood verhältnismässig stark ist. Zieht man noch in Betracht, dass das Schwarzkugelthermometer die richtigsten Daten gibt, weil hier alle Reflexions- und Absorptionsverhältnisse beseitigt worden sind, so ist die Temperatur bei der Pflanzendecke in einem heissen Sommer, an sonnenklaren Tagen besonders hoch. An den Graspitzen steigt die Temperatur doch nicht so stark (Maximum nach dem gewöhnlichen Thermometer 45,6°C), weil hier öfters die Winde wühlend wirken. Jedenfalls schädet die Hitze den Pflanzen nicht direkt, zum Teil schon darum, weil z. B. in einem geschlosseneren Bestand die unteren Pflanzenteile sich unbedingt in einer kühleren Umgebung befinden (vgl. H a y e k 1926, S. 11). Durch die Hitze wird aber die Transpiration stark beschleunigt. H e s s e l m a n (1904, S. 11) fand, dass an heiteren Sommertagen, falls der Boden genug Feuchtigkeit enthält, die Transpiration an sonnenoffenen Standorten diejenige im Schatten sehr bedeutend übertrifft. Die Sonnenformen können sogar bisweilen zehnmal mehr Wasser pro Tag abgeben als die Schattenpflanzen. Mit steigender Temperatur wird die Transpiration lebhafter, ebenso bei geringe-

rer Feuchtigkeit der Luft ²²). Die Transpiration aber wird besonders durch den Wind verstärkt. Überall, wo er hinstreicht, trocknet er aus. Dieses Austrocknen des Bodens und der Pflanzen ist ja die Haupttätigkeit des Windes in der Ökologie der Gewächse (Gräbner 1910, S. 221). Die Erde verhärtet sich dadurch beim Eintrocknen und wird zum Teil auch humusarm.

Die Temperaturverhältnisse sind dem Keimen verhältnismässig ungünstig, gerade wegen des Mangels an Feuchtigkeit. Und da die höhere Temperatur zusammen mit dem Wind in der heissen Zeit die Feuchtigkeit vom Lood abführt, verkümmern die Jungpflanzen und Keimlinge und kommen wegen Mangel an Feuchtigkeit um, wenn die Dürre längere Zeit anhält. Regnet es aber nach regelmässigen Zwischenperioden, so entwickeln sich die Pflanzen besser und die Pflanzendecke sieht einheitlicher aus.

Zweifellos beeinflussen die Erdkrume und der Untergrund, wenn auch nicht direkt, so doch indirekt die Keimung. Das Lood gehört zu den flachgründigen Gebilden, da hier, besonders auf dem Karst, die Erdschicht sehr dünn ist. Besonders abhängig sind gerade die Feuchtigkeitsverhältnisse von der Bodendecke, vor allem von deren physikalischer Beschaffenheit, von der Bodenstruktur, speziell der Körnigkeit. Wie schon früher gezeigt (Vilberg 1927, S. 18—19), ist die Menge der Feinerde, welcher, wie Schimper (1898, S. 95) bemerkt, nur geringe wasseraufsaugende Kraft zukommt, auf dem Lood eine verhältnismässig grosse. In der heissen Sommerzeit kann deshalb das Regenwasser nicht in allzu grossen Mengen in den Boden eindringen, wodurch die Feuchtigkeitsverhältnisse verschlechtert werden, da bei starker Insolation und hoher Temperatur die flachgründige Erdschicht sehr schnell austrocknet, und beim Mangel der nötigen Feuchtigkeit können auch die Samen nicht anfangen zu keimen ²³).

²²) Die Transpiration wird sehr ausführlich von Burgerstein (1904—1925) behandelt, bei dem auch die bezügliche Literatur aufgezählt ist.

²³) Im Jahre 1923 war der Sommer verhältnismässig regnerisch, auch die Insolation war durch Bewölkung geschwächt; darum konnte man im Juli auf dem Lood Keimlinge finden. Aber auch dann war die Zahl der Keimlinge eine geringe (vgl. die Analysen für den Juli und August).

b) Einwirkungen von Kälte und Schnee.

Zweifellos beeinflusst die Winterkälte die Erneuerung des Lood, wobei sich die Kälte um so stärker bemerkbar macht, als das Loodgebiet nur von einer dünnen Schneedecke überzogen wird. Da das Gebiet beinahe vollständig offen ist, weder Bäume noch Sträucher trägt, wird den Stürmen im Winter kein Einhalt geboten; diese tragen den Schnee von einer Stelle zur anderen, so dass er auf dem Lood in verschiedener Mächtigkeit auftritt. In den Einsenkungen liegt der Schnee stellenweise 40—45 cm tief und ist vom Winde vollständig geglättet. Dagegen sind die höher gelegenen Gipfel und Blöcke, z. B. auf dem Lood von Kostivere in der Nähe der Kalkbrüche und auf dem Linnalood des Lasnamägi in der Nähe des Glintrandes, fast vollständig nackt oder von einer dünnen Schneeschicht bedeckt, die sich durch die Wirkung von Frost und Tauwetter in eine harte Kruste verwandelt hat. Dort, wo sich Wacholdersträucher befinden, ist die Erde von einer mächtigeren Schneeschicht bedeckt, die der Wind zwischen den Wacholdersträuchern angeweht hat. Bei den niedrigeren Sträuchern schauen nur die Spitzen aus dem Schnee, meist nur die vorjährigen Triebe, von denen ein grosser Teil vertrocknet ist. Auch hinter Steinen und Steinmauern liegt der Schnee höher, und es bilden sich dort oft lange Halden festen, tragenden Schnees. Ein solches Schwanken der Mächtigkeit der Schneedecke wirkt entsprechend auf die gesamte Pflanzendecke ein. Die Schneedecke ist ja allgemein anerkannt als vorzüglicher Kälteschutz, — eine Eigenschaft, die besonders darauf beruht, dass der Schnee ein schlechter Wärmeleiter ist (Linkola 1922, S. 173; Woikof 1889, S. 104—105; Tanfiljev 1925, S. 278—279). Der Schnee ist für das Lood der einzige Schutz vor der Kälte, da eine abgestorbene Pflanzendecke, Blätter u. s. w. hier vollständig fehlen, weil das Lood im Herbst von dem Herdenvieh abgegrast worden ist, so dass die Wurzelstöcke allein das Land bedecken. Wie die Untersuchungen Grisch's (1907, S. 271—274) gezeigt haben, bietet die Schneedecke gewissen Pflanzen Vorteile dadurch, dass sie 1) dieselben vor den nachteiligen Wirkungen niedriger Temperaturen sowie vor zu starker Verdunstung schützt; 2) die oft sehr erheblichen Temperaturschwankungen mildert, die nächtliche Ausstrahlung hemmt und den Boden wärmer hält; 3) die namentlich durch Barfröste verursachten Volumenveränderungen des

Bodens und das damit Hand in Hand gehende Emporheben und Zerreißen des Wurzelsystems vieler Pflanzenarten verhindert; 4) den Boden zu einer für die Pflanzenwelt günstigen Zeit reichlich mit Wasser versorgt. Dabei spielt aber die Mächtigkeit der Schneedecke eine grosse Rolle. Eine dünne Schneedecke kann die Pflanzen, besonders die Keimlinge, kaum vor starker Kälte schützen, während eine höhere Schneedecke den Pflanzen den nötigen Schutz bietet, so dass die oberirdischen Teile derselben vom Frost nicht beschädigt werden. Dasselbe bestätigen auch meine Beobachtungen und Untersuchungen, die ich Anfang Januar 1928 bei Reval auf dem Lasnamägi (Karte 1, 1), auf dem *Juniperetum* von Uuevälja und auf dem Lood von Aavakannu (Karte 1, 8) durchgeführt habe. Vierecke von ungefähr (0,5) m² wurden an verschiedenen stark verschneiten Stellen möglichst sorgfältig vom Schnee gereinigt, und es wurde festgestellt, bei welchen Pflanzen die oberirdischen Teile heil und vom Frost unbeschädigt und welche vollständig abgestorben waren.

Die Resultate zeigt folgende Tabelle, in der die beschädigten Pflanzen mit dem Zeichen \pm und die heilen Pflanzen mit $+$ eingetragen sind ²⁴⁾.

Annotationen zu Tabelle XII.

1. 4. II. 25. Auf dem Lasnamägi bei Tallinna. Schneedecke fehlt vollständig. Tauwetter, feiner Regen. Bei einem Gange über das Land sind vollständig grüne Pflanzen gefunden worden, deren Blätter vom Frost fast unbeschädigt und frisch waren. *Androsaces*, *Erophila* in Rosetten; bei *Stellaria media* geöffnete Blüten (farblos).
2. 3. I. 28. Auf dem Lasnamägi, am Rande des Glints, auf einem Gebiet von (0,5) m². Das Versuchsviereck vollständig offen. Sehr wenig Schnee, dieser liegt kaum 1 cm hoch, darum liegt das Gebiet fast bloss da. Der Rasen guckt überall durch den Schnee hervor. Der Wind scheint hier stärker zu sein als an anderen Stellen. Der grösste Teil der Blätter, vom Frost beschädigt, ist schon ganz oder zum Teil bräunlich geworden. Verhältnismässig viele Blätter bei *Sesleria coerulea*, *Helianthemum helianth.*, *Phleum Boehmeri*. Die Moosdecke frisch, meist *Thuidium abietinum*, *Climacium dendroides*, *Hylocomium proliferum*, auch *Cladonia pyridata*, *Cetraria islandica*, *Peltigera canina*.
3. Dasselbst. Schnee 3 cm hoch. Auf einem höheren Hügel, bei dem „Aeronaut“. *Galium verum* ist beschädigt, bei *Campanula rotundifolia*

²⁴⁾ Die Analyse 1 wurde, wie die Annotation sagt, auf dem Gange über das Lood gemacht.

- die unteren Blätter vollständig heil, nur 2—3 sind beschädigt. *Antennaria*, ebenso *Alchimilla vulgaris*, teilweise abgestorben.
4. Dasselbst, 10 cm unter dem Schnee. Der grösste Teil der Pflanzen, bis auf kleine Anzeichen von Beschädigungen, heil. *Veronica spicata* beschädigt.
 5. Dasselbst, 10 cm unter dem Schnee. Der grösste Teil der Pflanzenblätter heil; *Galium verum* stellenweise ein wenig beschädigt. *Alchimilla* abgestorben.
 6. Dasselbst, in der Mitte des Lood, 10 cm unter dem Schnee. Die unteren Blätter von *Sagina nodosa* verhältnismässig heil, Stiele abgestorben, der Rasen unterbrochen.
 7. Dasselbst, 13 cm unter dem Schnee. Alle Pflanzen gut im Stande. *Trifolium repens* ein wenig beschädigt. *Alchimilla* abgestorben.
 8. Dasselbst, mitten im Lood, in der Nähe der Steinbrüche, 15 cm unter dem Schnee. Alle Pflanzenblätter erhalten, nur *Alchimilla* abgestorben. *Stellaria graminea* etwas beschädigt. *Potentilla alpestris* sehr gut erhalten.
 9. In der Nähe vom früheren Ort, 15 cm unter dem Schnee. Alle Blätter der Pflanzen meistens heil. *Alchimilla* abgestorben.
 10. Dasselbst, 20 cm unter dem Schnee. Blätter der Pflanzen verhältnismässig heil.
 11. Dasselbst, mitten im Lood, 20 cm unter dem Schnee. Alle Blätter der Pflanzen heil, nur bei *Sesleria* und *Festuca ovina* Teile der Blätter vom Frost benommen.
 12. Dasselbst, in einer Senke, 20 cm unter dem Schnee. Fast alle Blätter unversehrt. *Filipendula*, *Galium verum*, *Achillea millefolium* sind vom Frost beschädigt.
 13. 5. I. 28. Im Haselgebüsch von Lallu, in der Nähe des Hügels vom Waisenhaus. Im *Juniperetum*. Schnee 30 cm hoch, dicht. Oberhalb eine harte Kruste.
 14. Haselgebüsch von Aavakannu. Ringsum höhere, breite Haselnusssträucher. 40 cm hoher Schnee. Auf dem Boden eine Menge von Blättern, unter denen sich die Pflanzen gut erhalten haben. *Alchimilla* abgestorben.
 15. *Juniperetum* von Uuevälja. 40 cm hoher Schnee. Alle Pflanzen verhältnismässig gut erhalten, nicht beschädigt. Die grosse Kälte hat ihnen nicht geschadet. Augenscheinlich sind aber die Nachtfroste im Herbst stark gewesen, da *Alchimilla* abgestorben ist.
 16. Dasselbst, zwischen Wacholdersträuchern. Schnee 45 cm hoch, mit einer Kruste an der Oberfläche. Alle Pflanzen gut erhalten. *Alchimilla* abgestorben.
 17. Haselgebüsch von Kaeratammik, am Abhange des Kalkbruchs, unter dem Schnee. An kleinen Höhlungen mit Pflanzen, wie *Verbascum thapsus*, Rasen von *Thymus serpyllum*, *Poa compressa* am Rande des Kalkbruchs.

Aus der Tabelle ersieht man, dass an Stellen mit 5 cm hoher Schneedecke (Anal. 2, 3) verhältnismässig viele Blätter vom Frost

Tabelle XII.
Überwinternde Pflanzen.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
<i>Helianthemum helianthemum</i>	+	+	+	+	+	-	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	-
<i>Thymus serpyllum</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-
<i>Achillea millefolium</i>	+	±	-	+	±	+	-	-	+	+	-	±	+	+	+	+	+
<i>Androsaces septentrionalis</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Anemone silvestris</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Antennaria dioeca</i>	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+
<i>Arenaria serpyllifolia</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Brunella vulgaris</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Calamintha acinos</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+
<i>Campanula rotundifolia</i>	-	±	±	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cerastium caespitosum</i>	+	-	-	+	+	+	-	+	-	-	-	+	+	-	-	-	+
<i>Draba incana</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Erophila verna</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Erysimum hieraciifolium</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Filipendula filipendula</i>	+	±	±	+	-	-	+	-	+	+	+	±	-	+	+	+	+
<i>Fragaria vesca</i>	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	±	+	+	+
<i>F. viridis</i>	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Galium verum</i>	-	±	±	+	±	+	+	+	-	+	+	±	+	+	+	+	+
<i>Hiracium pilosella</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>H. ? praealtum</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Leontodon auctumnalis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-
<i>Lotus corniculatus</i>	-	±	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Medicago lupulina</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Plantago lanceolata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Potentilla alpestris</i>	-	-	-	+	-	-	-	+	+	-	+	-	-	-	+	+	+
<i>Ranunculus polyanthemus</i>	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sagina nodosa</i>	+	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Saxifraga granulata</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Sedum acre</i>	+	±	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+
<i>Silene nutans</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Stellaria graminea</i>	-	-	-	-	+	-	-	±	-	-	-	+	-	-	-	-	+
<i>St. media</i>	+	-	-	+	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Taraxacum taraxacum</i>	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Trifolium repens</i>	+	±	-	-	-	-	-	±	-	+	+	-	-	+	-	-	+
<i>Urtica dioeca</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Verbascum thapsus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Veronica chamaedrys</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>V. spicata</i>	+	-	-	±	+	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Agrostis vulgaris</i>	-	-	-	-	+	-	-	-	+	+	-	+	-	-	-	-	-
<i>Avena pratensis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>A. pubescens</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Carex verna</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Festuca ovina</i>	+	±	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Luzula campestris</i>	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Phleum Boehmeri</i>	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Phl. pratense</i>	-	-	+	+	-	-	+	+	-	-	+	+	-	-	-	-	+
<i>Poa compressa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Sesleria coerulea</i>	+	-	+	-	-	-	+	+	+	+	±	-	-	-	-	-	+

beschädigt wurden; die Zahl der verletzten Pflanzen ist unter einer 5—10 cm mächtigen Schneedecke (Anal. 4—6) viel geringer, während die Wirkung des Frostes noch tiefer unter dem Schnee eine auffallend geringe ist und die Pflanzen grün überwintern (vgl. auch R ü b e l 1925, S. 37—38). Interessant ist es, dass *Alchimilla vulgaris* fast immer vom Frost beschädigt ist und die oberirdischen Blätter vollständig gelb und abgestorben sind. Diese Tatsache erklärt sich dadurch, dass die zartere *Alchimilla vulgaris* im Herbst von den Kahlfrösten beschädigt wird und dann endgültig abstirbt. Die anderen Pflanzen leiden weniger unter der Kälte, werden allerdings in gefrorenem Zustand vom Schnee bedeckt, tauen aber langsam auf und scheinen dann vollständig unbeschädigt zu sein, denn es steht fest, dass beim Frost die Temperatur auf dem Erdboden unter der Schneedecke höher ist, als in der Luft und auf der Schneefläche. Å k e r m a n (1923, S. 493) fand, dass die Temperatur 3 cm unter dem Schnee $-3,5^{\circ}$ C (19. II.) betrug, während das Quecksilber in der Luft zu gleicher Zeit auf $-11,5^{\circ}$ C fiel, und dass, als am nächsten Tage (20. II.) die Temperatur auf $-10,0^{\circ}$ C stieg, dieselbe unter dem Schnee auf der gleichen Höhe stehen blieb. Daraus sieht man, dass die Temperatur auf dem Boden unter der Schneedecke nicht so stark schwankt und bei geringen Schwankungen der Aussentemperatur fast konstant bleibt. Dasselbe bestätigen auch meine Messungen auf dem Linnalood des Lasnamägi am 3. I. 28, wo bei einer Kälte von $-3,0^{\circ}$ C auf dem Schneehorizont folgende Temperaturen herrschten:

Tiefe des Schnees in cm:	1	4	10	15	16	20	22	35	44
Temperatur an									
der Erdoberfläche:	$-3,0$	$-2,0$	$-1,2$	$-1,0$	$-0,8$	$-0,6$	$-0,6$	$-0,4$	$-0,4$

Messungen auf dem *Juniperetum* von Uuevälja und dem Lood von Aavakannu am 5. I. 28 bei $-3,0^{\circ}$ C auf der Schneefläche ergaben folgende Daten:

Tiefe des Schnees in cm:	15	25	30	35	40	45
Temperatur an der Erdoberfläche:	$-0,6$	$-0,2$	$-0,2$	$-0,1$	$-0,1$	$-0,1$

Dabei muss man natürlich auch die Lage und die Dichte des Schnees in Betracht ziehen, da die Temperatur, besonders bei stärkerem Wind, unter lockerem, nicht zusammengepresstem Schnee nicht ebensohoch sein kann, wie unter einer gleich dicken

Schicht kompakten, tragenden Schnees; auch muss man zwischen dem eigentlichen Schnee und dem bei Tauwetter zu Eis gewordenen Schnee unterscheiden. Angaben auf diesem Gebiet fehlen, aber die Tatsache wird teilweise durch meine Messungen am 5. I. 28 bestätigt: hier betrug die Temperatur im Gesträuch 15 cm tief unter dem Schnee $-0,6^{\circ}$ C; auf dem offenen Gebiet in der gleichen Tiefe $-0,8^{\circ}$ C; im *Juniperetum* betrug die Temperatur 30 cm unter dem Schnee $-0,2^{\circ}$, auf dem offenen Gebiet dagegen $-0,4^{\circ}$ C²⁵). Jedenfalls besitzt die Schneedecke einen grossen Wert als Schutzmittel der Keimlinge und der lebenden Teile der übrigen Pflanzen. Die Lood sind, wie schon gesagt, ver-

²⁵) Zur Bestimmung der Temperaturverhältnisse auf dem Erdboden unter dem Schnee, auf der Schneeoberfläche und in der Luft habe ich in Dorpat in meinem eigenen, von Häusern umgebenen Garten vom 1.—2. I. und vom 6.—18. I. 28 regelmässige Beobachtungen gemacht. Zu meinem Unglück aber war das Wetter milde, es taute, weshalb auch die Temperaturdifferenz auf und unter dem Schnee eine sehr geringe war. Dennoch führe ich aus der Reihe dieser Beobachtungen die Daten für einige Tage an. Am 1. I. herrschte den Tag über Kälte, die Temperatur betrug nach C:

Tageszeit (1. I.)	8h	10h	12h	14h	16h	18h	20h	22h	23h
t ⁰ in der Luft									
(1,5 m hoch)	-6,0	-6,0	-6,0	-7,0	-7,0	-7,5	-7,0	-5,0	-5,0
t ⁰ auf der Schneefläche	-7,2	-7,0	-7,0	-8,0	-7,5	-7,0	-7,0	-7,0	-7,0
t ⁰ unter dem Schnee,									
25 cm tief	-1,8	-1,8	-1,8	-1,8	-1,8	-1,8	-1,8	-1,8	-2,0

Bemerkenswert ist hier die Tatsache, dass die Temperatur auf dem Erdboden unter der Schneedecke fast konstant bleibt. Interessant sind auch die Temperaturverhältnisse bei Tauwetter, z. B. am 9. I., wobei es schon 4—5 Tage vorher getaut hatte, die Nächte aber dennoch kühl waren (Minimum auf der Schneefläche: am 6. I. — $-2,5^{\circ}$; 7. I. — $-10,2^{\circ}$; 8. I. — $-8,5^{\circ}$).

Tageszeit (9. I.)	9h	10h	11h	14h	15h	17h	18h	19h	20h	22h	23h
t ⁰ in der Luft	-2,0	-1,5	0,0	2,0	2,0	1,5	1,5	1,5	2,0	2,0	2,0
t ⁰ auf der Schneefl.	-5,0	-3,0	-1,0	0,0	0,4	0,4	0,2	0,2	0,4	0,4	0,5
t ⁰ 10 cm unter											
dem Schnee	-1,2	-1,2	-1,0	-0,6	-0,6	-0,2	0,0	0,1	0,2	0,1	0,0
t ⁰ 25 cm unter											
dem Schnee	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,2	0,0	0,0	0,0	0,0

Die letzteren Daten beweisen, dass sich die Temperatur unter dem Schnee auf dem Erdboden nicht schnell ändert, und dass die Schwankungen in der Änderung der Temperatur von der Mächtigkeit der Schneedecke abhängen. Bei einer dünneren Schneedecke sind die Änderungen der Temperatur schneller zu bemerken. Bemerkenswert ist es auch, dass am 16. I., als

hältnismässig schneearme Gebiete; besonders trifft das für die höher gelegenen Stellen und für den Karst zu. Diese Armut wird noch durch im Winter auftretendes Tauwetter stark vergrössert: so z. B. war Anfang Februar 1925 das Lood des Lasnamägi infolge eines stärkeren Tauwetters fast vollständig kahl. Folgen dem Tauwetter plötzlich starke Kahlfröste, was in Eesti eine gewöhnliche Erscheinung ist, so leiden die beim Tauwetter mit Wasser durchtränkten Pflanzen, besonders aber die Jungpflanzen und Keimlinge, sehr unter dem Frost. Auch die sonnigen Tage im Frühling, besonders Ende März, tragen dazu bei, dass der Schnee schnell schmilzt und das Lood nach einigen Tagen „bunt“ ist, wie es die Leute der Umgegend nennen. Auch hier bleibt die Wirkung starker Nachtfröste nicht aus, da gerade die intermittierende Tau- und Frostwirkung das Leben der Pflanzen vernichtet (G o e p p e r t 1887, S. 2—3; G r ä b n e r 1910, S. 195—200), falls die gefrorenen Pflanzenteile sehr jäh auftauen,—ein Umstand, dem wohl trotz vielfachen Widerspruches eine grosse Bedeutung zugeschrieben werden muss, seitdem Å k e r m a n n (1919, S. 121) kürzlich durch ausschlaggebende Versuche die Wichtigkeit der Art des Auftauens für die Erhaltung der Pflanzen festgestellt hat (L i n k o l a 1922, S. 175). Fehlt die nötige Schneedecke, so sind die Temperaturschwankungen unter dem Einfluss der warmen Strahlen der Frühlingssonne auf der nackten dunklen Loodfläche ziemlich gross, und es regt sich das Leben in den Pflanzen, denen die herrschenden Nachtfröste schaden können; unter einer mächtigeren Schneeschicht ist ihre Wirkung aber viel geringer ²⁶).

nach anhaltendem Tauwetter plötzliche Kälte eintrat, die Temperatur unter dem Schnee sich nur allmählich änderte, wie es die unten angeführten Daten zeigen:

Tageszeit (16. I.)	14 ^h	22 ^h	(17. I.) 9 ^h	10 ^h	12 ^h	14 ^h	17 ^h	20 ^h
t ⁰ in der Luft	—4,0	—8,0	—16,0	—15,0	—15,0	—12,5	—15,0	—16,0
t ⁰ 10 cm unter dem Schnee	—0,2	—0,2	—0,3	—0,6	—0,6	—1,0	—1,2	—1,8
t ⁰ 25 cm unter dem Schnee	0,0	0,0	—0,2	—0,4	—0,4	—1,0	—1,2	—1,0

²⁶) G r i s c h (1907, S. 277) machte die entsprechenden Versuche und fand, dass die Sonnenstrahlen unter dem Schnee in einer Tiefe von 55 cm noch wirksam sind; das gleiche bestätigen Versuche von R ü b e l (1922, S. 60—61). Das Schmelzen unter der Schneedecke im Umkreis dunkler Gegenstände veranschaulicht ebenfalls die Wirkung der Sonnenstrahlen im Frühling.

Hier muss man besonders mit der Widerstandsfähigkeit der Keimlinge den Temperaturschwankungen gegenüber rechnen. Es ist ja bekannt, dass einzelne Pflanzenarten verhältnismässig starken Frost vertragen, z. B. *Senecio vulgaris* —13° (Arrhenius 1892, S. 22), *Achillea millefolium*, *Anthemis tinctoria* u. a. —15° C (Witte 1901, S. 273—274; vergleiche auch Goepfert 1880, S. 248, Linkola 1922, S. 173—74). Ebenso wissen wir durch die Versuche Becquerel's (1905, 1907 a, b), dass Pflanzensamen im wasserfreien Zustand und bei latentem Leben sehr starke Kälte vertragen und immer keimungsfähig bleiben (vgl. auch Jost 1913, S. 402 ff.; Molisch 1921, S. 254), in gequollenem Zustand hingegen erfrieren sie leicht. Fr. Haberlandt (1874, S. 514 ff.), der diese Frage ausführlicher behandelt hat, konnte feststellen, dass eine stärkere Frostwirkung die Keimfähigkeit der angequollenen Samen weitaus stärker schädigt, als eine schwächere, weshalb die meisten unserer einjährigen Gewächse bei öfterer Wiederkehr strenger Winter nach und nach verschwinden müssten, namentlich in Gegenden, wo der Boden ohne Schneedecke schutzlos dem strengsten Froste preisgegeben ist. Lidfors (1907, S. 45) hat beobachtet, dass besonders die Keimwurzeln sehr empfindlich gegen Kälte sind, so dass meistens schon eine kurze Wirkung von Temperaturen wenig unter dem Nullpunkt genügt, um ihr Leben zu vernichten. Grisch (1907, S. 271—283) stellte bei seinen Untersuchungen fest, dass die bedeutend geringere Zahl von Keimpflanzen auf Streifen ohne Schneedecke sehr auffällig ist. Es ist wohl möglich, dass sie hier in dem von der Frühlingssonne erwärmten Boden früher aufkeimten, dann aber Kälterückschlägen zum Opfer fielen. Befanden sich auf einem unter Schnee gelegenen Streifen 104 Keimlinge, so betrug ihre Zahl auf schneefreien Streifen nur 17 (Grisch, l. c.). Daraufhin kann man mit Bestimmtheit annehmen, dass ein Teil der Samen, die im Herbst bei der Feuchtigkeit gequollen sind, oder schon zu keimen begonnen haben, im Winter auf nackten oder nur mit einer dünnen Schneeschicht bedeckten Gebieten durch den Frost die Fähigkeit der Weiterentwicklung verlieren; ebenso geht auch ein grosser Teil derjenigen Samen zugrunde, die im Winter gekeimt, aber sich nicht merklich entwickelt haben; auch wenn diese Samen den Winter noch überstehen, gehen sie durch die Nachtfröste im Frühling zugrunde. Auch die oberirdischen Teile älterer mehrjähriger Pflanzen leiden, besonders während der Nachtfröste des Frühlings,

unter dem Mangel einer Schneedecke, und ein grosser Teil der Pflanzenteile, die unter dem Schnee einigermassen überwintert haben, verliert im Frühling seine Lebenskraft²⁷⁾).

Die Winterfröste beeinflussen augenscheinlich noch auf eine andere Art die Entwicklung der Pflanzendecke. Im Frühling, nach der Schneeschmelze, ist die den Kalkstein bedeckende dünne Erdschicht vollständig aufgeworfen, die Bodenschicht hat sich gehoben, die Pflanzenwurzeln haben sich von der Erde gelöst. Dadurch bilden sich zwischen den kleineren und grösseren Erdklumpen leere Höhlungen, in denen die losgerissenen Wurzelenden und Faserwurzeln, von einer grauen, trüben Schicht bedeckt, bloss liegen. Es ist ein netzartiges Gewebe, welches sich zuweilen gehoben, zuweilen aber gesenkt hat. Einige Streifen weisen tiefere Spalten auf, in denen einzelne weisse Steinsplitter sichtbar werden. Stellenweise finden sich unter dem Rasen Höhlungen, die den Anschein erwecken, als ob sie ihre Entstehung den Insekten verdanken. An einigen Stellen sind wieder grössere Streifen Erde losgerissen worden, als hätte jemand sie von einer Stelle auf die andere gehoben.

Diese Stellen sind im Herbst, vor dem Eintritt der Fröste, vollständig unter Wasser, oder die Erde ist hier mit Wasser ganz durchtränkt. Stellt sich Frost ein, so gefriert die wasserdurchtränkte Erde bis zum Kalksteinuntergrund, so dass das Wasser nicht abfließen kann. Beim Gefrieren vergrössert sich das Volumen des

²⁷⁾ Letztere Erscheinung wird auch durch meine Beobachtungen im Winter 1926/27 in Kunda bestätigt. Im Herbst 1926 bedeckte der erste Schnee (16. X.) ungefrorenes Land (Minimum $-2,0^{\circ}$ C), und verging nach 2—3 Wochen (7. XI.). Der November war mild, Schnee fehlte und die Temperatur sank wenig unter $-1,0^{\circ}$ C. Der Dauerschnee (29. XI.) legte sich auf nur wenig gefrorenes Land, und die oberirdischen Teile der Pflanzen erhielten sich, kaum beschädigt, unter der Schneedecke. Die Schneedecke blieb andauernd bis Anfang März (4. III. 1927) auf der Erde liegen und schmolz dann plötzlich ab, so dass am 8.—9. III. schon alle Felder und Wiesen entblösst waren; am 10. III. fiel starker Regen. Unter dem Schnee erschienen die Blätter vieler Pflanzen (über 50 Arten) vollständig grün und unversehrt; ich fand bei einer *Alchimilla vulgaris* einige Blätter in vollständig unbeschädigtem Zustand vor. Bei einigen *Viola arvensis*, *Stellaria media*, *Capsella bursa pastoris*, auch *Veronica agrostis* und bei einer *Matricaria inodora* fand ich unversehrte Blüten. Aber die im März und sogar im April folgenden Nachtfröste beschädigten die grünen Blätter vieler Pflanzen; z. B. bei *Geum rivale*, *Veronica chamaedrys*, *Brunella vulgaris* bekamen sie erst einen roten Überzug und wurden dann vollständig braun.

Wassers, hierbei dehnen sich 10 Raumteile Wasser auf 11 Raumteile Eis aus. Dadurch werden die festen Bodenteilchen voneinander gedrängt, bisweilen die ganze Oberflächenschicht emporgehoben (vgl. Fleischer 1921, S. 10). Infolge einer solchen „Hebung durch Frost“, wie es die Ortssprache bezeichnet, werden die Pflanzenwurzeln entblösst, diese trocknen bald im Winde und in der Sonnenhitze, und gehen zugrunde. Dies bezieht sich besonders auf die Gräser, aber auch ein Teil der Jungpflanzen, meist *Erophila verna*, *Veronica verna*, *Saxifraga tridactylites*, die im Herbst auf diesen blossen Stellen gekeimt haben, wird vernichtet. Diese Auffrierungsphänomene treten auf allen Loodgebieten, besonders aber auf dem Karst auf. Sie sind den Bewegungen ähnlich, die auf dem Alvar von Gotland und Öland auf Felsen und undrainiertem Verwitterungsboden beobachtet wurden (Hesselman 1908; du Rietz 1925, S. 58—59; Sterner 1925, S. 12—13) und die, freilich gewissermassen in Miniatur, gerade die charakteristischen Bodenphänomene der Arktis zeigen, wobei die Rolle der perennierenden Tjäle des arktischen Gebiets hier von dem horizontalen, undurchlässigen Kalkfels übernommen wird. Sterner (l. c.) hält für die wichtigsten Ursachen der Entstehung des Polygonbodens: 1) die dünne, auf dem Kalkfelsboden ruhende, stark wasseraufspeichernde Erdschicht, 2) das Durchtränken der Erde während des Winterhalbjahrs und ihr Austrocknen im Sommer, 3) das in jedem Winter sich mehrmals wiederholende Gefrieren und Auftauen der Erde.

Es ist natürlich, dass eine solche Auffrierung auf die Pflanzendecke merklich einwirkt. Darum ist an solchen Stellen, wo diese Erscheinung ständig oder häufig ist, die Pflanzendecke offener und zerstückelt, wie wir es schon früher auf dem Karst beobachtet haben. Dagegen ist die Pflanzendecke auf dem Schuttlood, wo der Kalkuntergrund von einer mächtigeren Moränenschicht bedeckt ist und wo die Auffrierungsphänomene fehlen, geschlossener und der Rasen viel zäher. Augenscheinlich ist auch der Reichtum an abgestorbenen Pflanzen auf dem Karst durch den Frost bedingt.

c) Der Einfluss des Weidens.

Wie schon mehrmals betont, übt das Weiden einen grossen Einfluss auf die Erneuerung des Lood aus. Das Lood ist fast überall Weideland, wo vom Frühling bis zum Spätherbst Dutzende

von Rindern und Pferden und Hunderte von Schafen weiden. Besonders intensiv findet das Weiden im Frühsommer statt, wenn das Wachstum des Grases rasch vor sich geht, während die Weide zum Herbst zu weniger benutzt wird, da das Vieh oft auf die Felder und Heuschläge getrieben wird, nachdem diese frei geworden sind. Wie schon gesagt, sind die Wachstumsbedingungen der Pflanzen auf dem Lood verhältnismässig schlecht: darum suchen die Tiere hier auch den letzten Grashalm auf. Im Frühling, im April, hat das Gras gewöhnlich die Möglichkeit zu wachsen, da das Vieh nicht gleich zu Beginn der Wachstumsperiode auf das Land gelassen wird; denn man versucht so lange wie möglich das Vieh mit dem Winterfutter zu versorgen, oder man treibt es zuweilen auch auf die Heuschläge und Felder in der Nähe des Bauernhofes. Das geschieht teils, um dem Grase die Möglichkeit zum Wachstum zu bieten, teils auch, weil das Lood feucht ist und die grösseren Herdentiere die Bodendecke zertreten könnten (harter Untergrund und feuchte Bodenschicht) und dadurch den Rasen vernichten würden. Wenn man darum im Frühling und im Frühsommer einzelne blühende Pflanzen erblickt, wie z. B. *Festuca ovina*, *Agrostis vulgaris*, *Poa alpina* unter den Gräsern, auf den verschütteten Spalten *Taraxacum taraxacum*, an wenigen Stellen fleckenweise *Alchimilla vulgaris* und *Antennaria dioeca*, so verlieren sich auch die letzten im Hochsommer und das ganze Lood gleicht einem kurz geschnittenen Rasen, auf dem man sehr selten vereinzelt blühende Stengel von *Lotus corniculatus* oder auch *Filipendula filipendula* vorfindet. Die Sommerhitze versengt oft die ganze Pflanzendecke. Sind die Herden schon auf den Heuschlag übergeführt worden, so wird das Gras im Spätsommer bei grösserer Feuchtigkeit noch gross, wobei einzelne Pflanzen blühen und bei einem warmen Herbst sogar das Reifestadium erreichen. Aber auch während der Wachstumsperiode im Herbst bleiben die Herden nicht weg, denn wenn das Gras grösser geworden ist, werden sie aufs Lood gelassen, jetzt besonders die Schafe, die das Gras wieder abweiden. Somit können wir auf dem Lood dreimaligen Tiefstand der Pflanzendecke beobachten: im Frühling nach Abgang des Schnees, im Sommer im Juni, Juli und teilweise auch im August, und im Herbst — Ende September; ebenso kann man zwei Hochstandsperioden feststellen: im Mai, besonders an dessen Ende, und in der ersten Hälfte des September (vgl. Wettstein 1904, S. 7—8). Der erste Hochstand ist ver-

hältnismässig kurz und bis auf die winterannuellen gelangen kaum einzelne Pflanzen zur Blüte. Der zweite Hochstand kommt infolge der klimatischen Verhältnisse verhältnismässig spät, weshalb nur einzelne Pflanzen blühen und zuweilen auch reifen können. Zu jeder anderen Zeit sind die Pflanzen meist steril und von dem Vieh gekappt. Blühend findet man meist jene Pflanzen vor, die giftig, übelriechend oder stachelig sind (vgl. Gräbner 1909, S. 140). Diese reifen, die Samen werden durch den Wind oder durch das Vieh verbreitet, und sie vergrössern ihren Standort, wenn sie für ihre Entwicklung den günstigen Boden finden.

Es ist bekannt, dass der ständige intensive Weidegang eine Verarmung der Flora hervorruft. Die am meisten begehrten Arten gehen zurück, wenn sie nicht ein besonders ausgiebiges vegetatives Vermehrungsvermögen besitzen (wie manche Gräser); Tritt und Zahn des Viehs, durch Jahrhunderte auf denselben Orten wirksam, haben eine auswählende Wirkung auf den Artenbestand ausgeübt, die dem Effekt einer natürlichen Bedingung gleichkommt. Durch die stetige Nutzung bei ungenügender Düngung verarmt der Boden, und es nehmen anspruchslose Pflanzen überhand (Schroeter 1926, S. 337). Das Weiden trivialisiert die Flora. Die Oberhand gewinnen die Pflanzen, die das stetige Gras des Viehs vertragen. Meist bleiben beim Abweiden jene Bodengräser übrig, die wegen ihrer Bestockungsfähigkeit wiederholtes Abbeissen vertragen und deren Bestockung durch dasselbe gefördert wird (Krafft 1913, S. 237). Das intensive Weiden auf dem Lood begünstigt besonders das Wachstum von *Festuca ovina* (vgl. auch Sprygin 1926; DuRietz 1924, S. 95; Walter 1927, S. 399). Bernadsky (1905, S. 4) beobachtete, dass infolge des Abweidens eine allgemeine Verödung stattfindet: besonders sind Verbreitung der Xerophyten und Unterdrückung der Mesophyten dessen Folge, wodurch die Erscheinung, dass durch wiederholtes Abweiden Ausbildung von Steppenformationen begünstigt wird, ihre Erklärung findet. Meist nehmen die mehrjährigen Pflanzen überhand. Von den annuellen werden diejenigen Individuen im Vorteil sein, welche verholzen, also einen Anlauf zu verlängertem Leben nehmen, andere werden dadurch in ihrem Leben verändert werden können, dass ihnen die ersten vegetativen Teile abgebissen werden (Hildebrand 1881, S. 109).

Die Folge des intensiven Weideganges ist eine allgemeine Berasung des Lood. Es ist ja schon längst beobachtet worden, dass,

wenn die Knospe des Haupttriebes durch irgendein Unglück (Abreissen, Abfressen, Erfrieren) zerstört wird, sich die seitlichen Knospen entfalten (F a n k h a u s e r 1880, S. 49). Das Vieh frisst gewöhnlich mit den Blattspitzen auch die Hauptachse ab, wodurch sich Nebenachsen bilden; haben sich letztere entwickelt, so werden auch sie abgefressen und es bilden sich wiederum neue Nebenachsen: dadurch wird die Pflanzendecke dichter, der Wuchs der Gräser aber ein niedrigerer. Im allgemeinen kann man beobachten, dass auf dem Lood infolge des Abweidens verhältnismässig niedrige Pflanzen erhalten bleiben, deren Hauptachsen mehr oder weniger längs der Erde kriechen (z. B. *Trifolium repens*, *Lotus corniculatus*, auch *Veronica spicata*, *Galium verum* u. a.), und die das Vieh kaum mit den Zähnen erreichen kann.

Zusammen mit den Pflanzenstielen beissen die Tiere auch den Blütenstand und somit auch die Blüten ab, und diejenigen Pflanzen, welche vorzugsweise auf die Fortpflanzung durch die Samen angewiesen sind, also einjährige Kräuter, treten zurück, während die rasenbildenden Pflanzen sich entwickeln (siehe E n g l e r 1877, S. 198). Die Pflanzen, denen es dennoch gelungen ist zum Blühen zu kommen, besitzen oft verhältnismässig viel Blüten, da die Wachstumsbedingungen des Lood — starke Beleuchtung, häufig grosse Trockenheit, magerer Boden u. s. w. — alle zur Blütenbildung beitragen (vgl. M o l i s c h 1921, S. 274—278; S o r a u e r 1921, S. 291; G r ä b n e r 1910, S. 210). Aber verhältnismässig wenige der gereiften Samen gelangen zum Keimen, da sie auf den dichten Rasen fallen, welcher sie den Boden nicht erreichen lässt, wodurch die Samen weder Wurzel schlagen, noch wachsen können (vgl. P u r i n g 1898, S. 101); bleiben die Samen für längere Zeit auf den Blättern den wechselnden Witterungsverhältnissen ausgesetzt, so geht sogar ihre Keimfähigkeit verloren.

Auch das Treten der Tiere spielt beim Beweiden, namentlich wenn es sich um Pferd und Rinder handelt, eine Rolle. Auf den entblössten Trittstellen siedelt sich eine Reihe meist einjähriger Ruderalpflanzen an, die durch die starke Düngung im Wachstum begünstigt werden (W a l t e r 1927, S. 400). Oft erscheinen auf dem Lood in flachen Senken kleinere oder grössere Bulten, deren Bildung durch Tritte der Tiere in einer Zeit ihren Anfang genommen hat, wo sie verhältnismässig viel Feuchtigkeit enthielten. Dadurch wird der zuerst ebene Boden bultig, zwischen den Bulten wachsen oft Mesophyten, während auf den Bulten Xerophyten

gedeihen. Besonders oft findet man zwischen den Bulten *Sagina nodosa*, die sich dort, eine unbesetzte Stelle findend, entwickelt.

Ein Übel des Weidens ist auch das Festtreten des Bodens. Besonders die Pferde sind daran beteiligt, weil die Erde unter ihren Hufen zu einer harten Rinde wird. Die Folgen des Tretens geben sich besonders auf dem Moränengebiet kund, wo infolgedessen die Erdschicht recht zäh und hart ist. Auf dem festen Boden beginnen die Samen nicht so leicht zu keimen, und viele von ihnen gehen darum zugrunde. Günstiger sind die Keimungsbedingungen bei den Samen, die von den Tieren in die Erde getreten werden und die bei genügender Feuchtigkeit zu keimen beginnen. Ebenso stellte Linkola (1916, S. 185—186) fest, dass auf den Viehstegen und auch auf den Ruheplätzen des Viehs Pflanzen auftreten, die man auf den Felsen sonst selten findet. Gerade neben den Mauern, wo man oft Viehstege vorfindet, treten auch auf dem Lood Ruderalpflanzen auf; dieselben erscheinen auch in der Umgebung grösserer Steine, wo besonders die Schafe in der heissen Zeit zu schlafen lieben. An solchen Stellen ist der Rasen oft infolge der vielen Tritte unterbrochen, in der Wolle werden Samen von weitergelegenen Standorten verschleppt, die hier zu keimen beginnen. Dadurch erklärt sich auch das Vorkommen solcher Pflanzen neben Mauern und um erratische Blöcke herum, wie *Urtica dioeca*, *Potentilla anserina*, *Sagina procumbens*, *Plantago major*, *Stellaria media*, *Viola canina* u. a.

Welchen Einfluss das Weiden auf die Erneuerung der Pflanzendecke ausübt, zeigen Untersuchungen auf dem Weideland und auf den nebenan liegenden Heuschlägen. Die Versuchsvierecke sind den Stellen entnommen, wo das Weideland und der Heuschlag aneinander grenzen und nur durch eine Steinmauer getrennt sind (Taf. IV, 8). Die Versuchsvierecke sind meist in der Entfernung von 5 m von der Mauer genommen worden, da dicht an der letzteren weder die Pflanzendecke noch ihre Wachstumsbedingungen vollständig denjenigen der weiter entfernten Gebiete gleichen: auf dem Weideland verläuft der Mauer entlang fast immer der Viehsteg, der Boden ist hier immer mehr zertreten, sei es, weil die Tiere hier bei schlechtem Wetter Windschutz suchen, oder schon darum, weil die Tiere zweier Nachbarweiden oft zusammenkommen; auf den Heuschlägen findet man neben der Mauer grössere Feuchtigkeit und Schatten; sogar die Bodenschicht ist hier mächtiger. Aber das muss man in betreff des Heuschlags bemerken,

dass nicht nur die Sense allein die Pflanzendecke vermindert, sondern dass nach der Mahd, wenn der Grummet schon ein wenig gewachsen ist, der Heuschlag vollständig als Weideland benutzt wird, wo zum Herbst zu das Abweiden viel intensiver stattfindet, als auf dem eigentlichen Weideland; der Grummet des Heuschlags ist viel weicher, das Gras des Weidelandes dagegen verholzt, weshalb das Vieh dieses Gras nicht fressen will.

Die folgende Tabelle (XIII) gibt uns manche Aufklärung über die Erneuerung durch Samen. Vergleicht man die Keimlinge in den Analysen 1, 2, 3, 6, 9 und auch 10 (Heuschlag oder Koppel) und in den Analysen 4, 5, 7, 8 (Weideland), so erweist es sich, dass auf dem Heuschlag, der sich immerhin weniger unter dem Einfluss des Abweidens befindet, die Zahl der Keimlinge auf einem gleich grossen Viereck merklich grösser ist, als auf dem Weideland. Auf dem letzteren ist die Zahl der Keimlinge verhältnismässig klein. Das Maximum an Keimlingen (80) findet sich 25—30 cm von der Mauer entfernt, wo das Treten durch das Herdenvieh teilweise seltener ist; in der Nähe der Mauer, wo es in stärkerer Masse auftritt, verringert sich die Zahl der Keimlinge. Es sind aber hier auch andere Bedingungen, die die Entwicklung der Keimlinge ermöglichen. Auf dem Heuschlag erscheint die Pflanzendecke, von oben gesehen, geschlossen, weiter unten aber, zwischen den Stielbüscheln, gibt es oft grössere oder kleinere Zwischenräume, wo die Regenwürmer oft kleine Erdklümpchen aufgeworfen haben. Auf den Heuschlägen, ebenso auf den Koppeln (Analysen 1, 2, 3, 6), wird das Gras, besonders in trockenen Sommern, nicht immer gemäht, sondern hier weiden die Arbeitspferde entweder gefesselt oder vollständig frei (in den Koppeln). Bei einer geringeren Zahl von Tieren kann das Gras besser wachsen, die Pflanzen können ungestörter blühen und reifen. Infolge eines weniger intensiven Abbeissens ist die Berasung hier nicht so dicht, sondern im unteren Teil finden sich Zwischenräume, wo die herabgefallenen Samen unter günstigen Bedingungen keimen können. In den Analysen 9 und 10, wo fast immer gemäht wird, ist die Pflanzendecke viel dichter, infolgedessen haben die Samen weniger Raum zum Keimen; ebenso wird das Reifen der Samen durch das frühe Mähen verhindert (die Heuschläge des Lood werden verhältnismässig früh gemäht, damit das Gras nicht verholze), und darum ist auch die Zahl der Keimlinge eine geringere. Dem Keimen hinderlich ist auf dem Heuschlag ebensogut wie auf den Kop-

peln die Moosdecke (*Thuidium abietinum*, *Th. Philibertii*, *Climacium dendroides* u. a.), die hier viel dichter und kräftiger ist und dabei den Samen den Zutritt zur Erde verwehrt. Hier kann man auch einige Stellen beobachten, auf denen die Moose vollständig überhand nehmen. Hier beobachtet man eine Veränderung der Pflanzendecke: die Luft dringt nicht so leicht durch die dicke Mooschicht hindurch; der Boden bekommt eine saure Reaktion und einzelne Pflanzen, besonders Gräser und Schmetterlingsblütler, verschwinden, weil sie gegen eine saure Bodenschicht empfindlicher sind (S u k a t s c h e w 1925, S. 205). Interessant ist auch, dass sich auf den Heuschlägen und Koppeln, wo das Weiden eine geringere Bedeutung hat, *Anthyllis vulneraria*, *Senecio campester*, *Chrysanthemum leucanthemum*, auch *Trifolium montanum*, *Galium boreale*, ebenso *Solidago virga aurea*, *Libanotis libanotis*, *Centaurea scabiosa*, *Knautia arvensis*, *Briza media* u. a. Pflanzen, die gewöhnlich auf dem Lood nicht auftreten, zu entwickeln beginnen.

Wie aus dem vorhin Gesagten und aus den Analysen zu ersehen ist, wird die Erneuerung durch Keimlinge, hauptsächlich durch das Weiden des Viehs, verhindert: das Herdenvieh vernichtet meistens bei den Pflanzen die Blüten schon im Entstehen, wodurch die Möglichkeit der Fruchtreife vernichtet wird; infolge ständigen Beschneidens können nur solche Pflanzen fortkommen, die es häufig vertragen. Somit wird die ganze Flora des Lood vereinheitlicht, dadurch auch artenärmer, und die Berausung geht schneller vor sich.

Stellenweise behindert der dichte Rasen das Keimen der Samen derart, dass dieselben auf den Blättern und Basalteilchen der Pflanzen und Gräser vertrocknen und dadurch verhindert werden mit der feuchten Erde in Berührung zu kommen; und bei einem solchen andauernden Zustande verlieren die Samen ihre Keimfähigkeit; infolge des Weidens werden meist die annualen Pflanzen vernichtet und an die erste Stelle treten die perennierenden, deren Vermehrung in der Regel durch Erneuerungsknospen geschieht.

Annotationen zu Tabelle XIII.

1. (36). 22. VIII. 23. Auf dem Heuschlag in der Nähe des Lood von Vöerdla. Die Bedingungen sind, wenn man vom Abweiden absieht, denjenigen des Lood gleich. Stellenweise liegt der Kalkstein in breiten Streifen bloss. Erde 10—12 cm mächtig, der untere Teil mit Steinschotter untermengt. Die Pflanzendecke, von oben gese-

hen, geschlossen, unterhalb finden sich Lücken zwischen den Stielen. Bemoosung mittelmässig. Der Heuschlag wird auch im Frühsommer zum Anpflocken der Pferde benutzt, zum Herbst hin ist er Weideland.

2. (37). 22. VIII. 23. Vom gleichen Ort, ungefähr 10 m südlicher. Erde 10—12 cm mächtig, darunter Rähk . Pflanzendecke offener. Bemoosung mittelstark.
3. (38). 22. VIII. 23. Vom gleichen Ort, ungefähr 10 m südlicher. An der Mauer (1,5 m nördlich von der Mauer). Heuschlag. Erde 10—12 cm mächtig. Pflanzendecke geschlossen. Wenig Moose.
4. (39). 22. VIII. 23. Weideland des Dorfes Vöerdla, 1,5 m südlich von der Mauer. Erde 10—12 cm mächtig. Pflanzendecke vollständig geschlossen. Wenig Moose.
5. (40). 22. VIII. 23. In der gleichen Linie wie oben, aber von einem Weideland, zwischen der Mauer und der Landstrasse, ungefähr 100 m von der Mauer entfernt. Loodgebiet mit wenig Rähk. Erde 10—12 cm mächtig. Steinschotter beginnt mit 4—5 cm. Pflanzendecke geschlossen. Wenig Moose.
6. (41). 22. VIII. 23. Das Lood von Vöerdla, fast an dessen Anfang, wo die Mauern beginnen. Koppel, eben augenscheinlich als Heuschlag benutzt. Das Versuchsviereck zum grössten Teil auf einer verschütteten Spalte (daneben Kalksteingebiet, von einer dichten Moosdecke überzogen [*Thuidium abietinum*, *Th. Philibertii*, *Climacium dendroides*]). Erde 12—15 cm mächtig, darunter Steinschotter. Pflanzendecke von oben gesehen geschlossen, zwischen den Stengeln aber bleiben kleine freie Flecken mit lockerer Erde.
7. (42). 22. VIII. 23. Vom gleichen Ort, aber vom Weideland, das von dem oben genannten Viereck durch eine Mauer getrennt ist. Die Entfernung der Vierecke voneinander ungefähr 15 m. Der Rasen recht stark, zäh und hart. Moosdecke undicht.
8. (43). 22. VIII. 23. Von dem gleichen Ort, vom Weideland. Dichte Pflanzendecke, harter und zäher Rasen. Erde 12—15 cm mächtig. Dichtes, kurzes Moos.
9. (44). 22. VIII. 23. Von einem benachbarten Heuschlag, wo das Vieh zeitweilig gegrast hat (schlechte Mauer). Pflanzendecke dicht. Zwischen den unteren Teilen der Stengel kleine Erdklümpchen, die von Regenwürmern stammen. Moos dicht. Erde 12—15 cm mächtig.
10. (45). 22. VIII. 23. Auf dem Heuschlag 4—5 m von der Mauer entfernt; scheint unberührt zu sein. Pflanzendecke dicht, von oben geschlossen, unten kleine Lücken zwischen den Stengeln. Wenig Moos.

Welches wäre die Klimaxformation des Lood?

Wie früher gesagt, ist das typische Lood in Ost-Harrien eine vollständig offene wiesenartige Formation, oder es treten hier und da einzelne Wacholdersträucher oder sogar ein mehr oder weniger dichtes *Juniperetum* auf²⁸⁾. Bäume fehlen auf dem Lood vollständig. Bei der Entwicklung der gesamten Loodbildung haben verschiedene Faktoren mitgespielt, von denen an erster Stelle Trockenheit, Kälte und Abweidung stehen. Jedenfalls hat letzterer Faktor, d. h. das Abweiden, in hohem Grade zur Waldlosigkeit des Lood beigetragen (vgl. auch K u p f f e r 1912, S. 109; T h o m s o n 1924, S. 47), was von mehreren Seiten bei der Behandlung ähnlicher Bildungen bestätigt wird (siehe z. B. H e s s e l m a n 1904, S. 323; W a r m i n g - G r ä b n e r 1918, S. 544—545; T a n f i l j e f 1925, S. 284). Meinen Beobachtungen nach ist das Abweiden einer der wichtigsten Faktoren gewesen, der dem Lood Ost-Harriens ein solches eigenartiges Gepräge gegeben hat.

Es ist nicht uninteressant die Frage zu berühren, worin sich das Lood verändern würde, wenn man das Abweiden verhinderte, während die übrigen Verhältnisse die gleichen blieben.

Solche Reservate gibt es auf dem Loodgebiet Eestis nicht, weshalb die entsprechenden Beobachtungen fehlen. Aber den ganzen Prozess der Vegetationsveränderung können wir zum Teil auf den in der Umgegend des Lood gelegenen ummauerten Gebieten, besonders in der Nähe der Mauern und auf einzelnen steinigen Stellen zwischen den Feldern verfolgen, z. B. auf den Feldern von Kostivere-Vandjala, wo das Weiden nicht so intensiv ist. Auf Grund dieser Beobachtungen kann man annehmen, dass bei fehlendem Abweiden die auf dem Lood wachsenden Pflanzen sich vollständig entwickeln und grösser werden. Die Bestockung nimmt ab, die Pflanzen besitzen wohlentwickelte Spitzen und die Pflanzendecke wird überhaupt unterbrochener. Die Moosdecke entwickelt sich stärker, wird dichter und die Moose bedecken fast ganz den Boden. Ein Teil der Pflanzen nimmt ab oder ver-

²⁸⁾ In West-Harrien, im Kirchspiel Keila, besonders zwischen Väana und Joa, ebenso in der Umgegend von Harku und Hüüru tritt auf weiten Gebieten *Potentilla fruticosa*-Lood auf, wo *Potentilla fruticosa*-Bestände häufig sind. Im allgemeinen unterscheidet sich das westliche Lood seiner Pflanzendecke nach in verschiedener Weise vom östlichen Lood, weshalb ersteres einer speziellen Untersuchung bedarf.

schwindet ganz, z. B. *Lotus corniculatus*, *Medicago lupulina*, auch *Trifolium repens*; zum Teil kommen neue Pflanzen hinzu, meist solche, deren Wurzeln in die Tiefe dringen, z. B. *Libanotis libanotis*, *Centaurea scabiosa*, *Senecio Jacobaea* und *campester*, *Solidago virga aurea*, auch *Anthyllis vulneraria*, *Trifolium montanum* u. s. w. Die grösseren Blätter der Pflanzen bedecken den Boden, lassen das Licht nicht in die Wurzelregion eindringen; die Folge davon ist eine allgemeine Verundichtung der Pflanzendecke. Im Laufe der Jahre bildet sich ein Filz aus den Teilen der abgestorbenen Pflanzen, der die Vegetationserneuerung durch Samen in hohem Grade behindert, ebenso stört er das Treiben neuer Sprosse aus den Knospen (vgl. Suka tschew 1925, S. 105; Pat schoski j 1908, S. 23).

Von den nahen Wäldern und einzelnen Bäumen werden Samen auf das Lood verschleppt, die hier unter günstigen Umständen zu keimen beginnen, sich entwickeln und der Vegetation ihr Gepräge verleihen. An trockenen Stellen findet man bald einzelne Sprosse von *Populus tremula*, an feuchten Stellen — *Alnus incana*. Wacholdersträucher sind hier und da zu sehen. Einzelne kleine Tannen erscheinen, besonders auf Moränengebiet, zwischen den Wacholdersträuchern. Im Laufe der Jahre nehmen die Tannen an Zahl zu und verdrängen die Laubbäume (vgl. Palmgren 1912, S. 42). Die Kiefer ist seltener, da sie den Kalkboden nicht bevorzugt (Cajander 1916, S. 281). Zum Schluss herrscht die Tanne (vgl. Sernander 1892, S. 36 ff.); dazwischen sind einzelne Laubbäume verstreut, während Wacholdersträucher, auch Haselsträucher, das Unterholz bilden.

Im allgemeinen herrschen in der Umgebung des Lood Tannenwälder vor. Als Beispiel führen wir den Kaeratammik an (Karte 1, 8b, Lubjaahju). Früher befand sich hier, dem Namen nach zu urteilen („Tammik“ — Eichenhain), zum Teil ein Eichenwald, von dem sich eben nur einzelne Exemplare erhalten haben. Wahrscheinlich ist der Eichenwald vom Menschen vernichtet worden; übrig blieb der Haselstrauch als Unterholz, der mit der Zeit von der Tanne verdrängt wurde. Oben dominiert die Tanne, dazwischen finden sich einzelne Birken, Eichen, Linden, Faulbeerbäume, Espen, Weisserlen und selten auch einige Kiefern. Im Unterholz finden sich Haselsträucher, Ebereschen, *Lonicera xylosteum*, *Ribes alpinum*, häufig auch Wacholdersträucher. Wo der Haselstrauch vom Menschen beim Strauchmachen vernichtet worden

ist, fängt die Tanne an stärker zu wachsen. Im ganzen Walde steht bei der natürlichen Verjüngung die Tanne an erster Stelle (vgl. R a m a n n 1895; T h o m s o n 1924, S. 49).

Die gleiche Erscheinung tritt auch bei den anderen auf dem Loodboden von Kooli (Karte 1, 11) gelegenen Wäldern auf. Hier hatten die Tannen vollständig das Übergewicht, waren 60—90 Jahre alt und wurden ungefähr vor 10 Jahren gefällt. Einzelne alte Eichen stehen auf offeneren Stellen inmitten der Tannen, hier und da sind *Fraxinus excelsior*, *Betula verrucosa*, *Populus tremula*, auch *Salix caprea*, einige *Crataegus monogynus*, *Sorbus aucuparia* zerstreut, das Unterholz wird oft von *Corylus avellana*, *Rosa*-Arten, *Lonicera xylosteum* und *Juniperus communis* gebildet. Die ganze Pflanzendecke ist andersartig, als auf dem offenen Lood²⁹).

Recht häufig sind in der Nähe des Lood auch die Haselsträucher, meist dort, wo die Moränendecke verhältnismässig dünn ist oder vollständig fehlt. Augenscheinlich würden die Haselsträucher bald das ganze Karstgebiet bedecken, wobei die ersten Sprosse aus Samen hervorgehen würden, die zufällig von Vögeln oder vom Vieh verschleppt und hier und da auf den Spalten verstreut wurden. Der Wacholderstrauch wäre hier ein häufiger Gefährte des Haselstrauchs. Die Bildung grösserer Tannenwälder auf dem Karstgebiet, wo so wenig Erde ist, wäre kaum denkbar (vgl. D u R i e t z 1925 b, S. 57—58). Mit der Zeit aber könnten im Haselgebüsch Bedingungen eintreten, die der Entwicklung eines Fichtenbestandes günstig wären.

Die Kiefer findet man in der Umgebung des Lood verhältnismässig selten, und wenn sie auftritt, dann ist sie verkrüppelt und gering von Wuchs. Die Bildung von Kiefernbeständen wäre

²⁹) Im Sommer 1923 (6. VI.) habe ich hier in der Feldschicht folgende Arten vermerkt: *Daphne mezereum* gr., *Pteris aquilinum* gr. cop., *Urtica dioeca* gr., *Lappa tomentosa* sp., *Lathyrus vernus* gr. cop., *Hypericum perforatum* sp., *H. quadrangulum* sp., *Origanum vulgare* sp., *Pulmonaria officinalis* sp., *Geranium silvaticum* sp., *Ranunculus cassubicus* sp., *Geranium sanguineum* gr. cop., *Anemone nemorosa* gr., *A. ranuncoloides* gr. cop., *Primula officinalis* gr., *Ranunculus auricomus* sp., *Trollius Europaeus* sp., *Fragaria vesca* cop., *Rubus saxatilis* gr., *Hepatica hepatica* gr. cop., *Galeobdolon luteum* sp., *Viola mirabilis* sp., *Stellaria holostea* gr., *Brunella vulgaris* sp., *Geum rivale* sp., *Geum urbanum* sol., *Calamintha clinopodium* sp., *Taraxacum taraxacum* sp., *Viola canina* sp., *Polygala amarella* gr. cop., *Festuca elatior* sp., *Melica nutans* sp., *Luzula pilosa* sp., *Carex digitata* sp.

hier kaum zu erwarten. Wird aber die Moränenschicht auf dem Kalkstein mächtiger, so kann auch die Kiefer gut gedeihen und reine Bestände bilden³⁰⁾ (vgl. Hesselman 1906; Warming-Gräbner 1918, S. 731—732; DuRietz 1925, S. 58; Cedercreutz 1927, S. 54).

An den Stellen, wo die Feuchtigkeit grösser ist und wo sich in der Nähe ein Ellernbestand vorfindet, dringt die Weisseller meist auf vegetativem Wege, aber auch durch Samen ins Lood ein und erweitert ihr Gebiet (Vilberg 1927, S. 91). Auf trockenen Gebieten dringt sie nicht vor und wird durch Wacholdersträucher ersetzt.

Aus allen Beobachtungen geht hervor, dass das augenblickliche offene Lood nach Ausschaltung der Abweidung bald bewaldet wäre, wobei zuerst die Bestände einander ablösen würden, bis schliesslich die Tanne die Oberhand gewönne und Tannenbestände als Klimaxformationen das Lood bedeckten.

³⁰⁾ Im Kirchspiel Keila in West-Harrien befinden sich an einigen Stellen auf Loodgebilden in der Nähe des Glints grössere Kieferhaine. Auch in Pullapää, in der Nähe von Hapsal, wächst die Kiefer auf dem Lood. Aber auch hier ist die Kiefer eigenartig gewachsen.

Zusammenfassung.

Die bisher erörterten Beobachtungen können wir folgendermassen zusammenfassen:

1) Die Erneuerung durch Samen oder Keimlinge, d. h. durch Keimlings- oder Jungpflanzenerneuerer, ist auf dem ganzen Loodweideland gering und kaum bemerkbar, da, wie es die Analysen bestätigen, die Zahl der Keimlinge, mit den anderen Pflanzen verglichen, eine minimale ist; auch ihr Deckungsgrad ist ein sehr geringer.

2) Die Pflanzendecke des Lood erneuert sich meist auf vegetativem Wege durch Knospenerneuerer; besonders ausgesprochen ist diese Art der Erneuerung bei den Gräsern, während unter den Kräutern sich diejenigen erneuern, die ein ständig sich wiederholendes Kappen während der Beweidung vertragen.

3) Je geschlossener die Pflanzendecke ist, desto weniger Keimlinge findet man.

4) Je intensiver die Beweidung, desto geringer ist die Erneuerung durch Samen.

5) Abgestorbene Pflanzen treten im ganzen Loodgebiet auf, ein Teil derselben befindet sich teilweise in der Erde, der andere liegt lose auf dem Grase herum und ist von den weidenden Tieren mit den Wurzeln herausgerissen worden.

6) Das Absterben der Pflanzen und die Neuentwicklung von Keimlingen und Sprösslingen halten sich dennoch mehr oder weniger das Gleichgewicht, so dass das Lood als eine sich gleichbleibende Pflanzenformation erscheint, obgleich die auf dem Lood herrschenden Bedingungen für die Erneuerung der Vegetation ungünstig sind.

7) An den sekundären Bildungen können wir beobachten, wie sich die natürliche Berasung des Lood vollzieht.

8) Die Erneuerung der Loodvegetation hängt am meisten von den Boden- und Klimaverhältnissen (Trockenheit, starke Inso-

lation, Transpiration, Winterkälte, dünner Schneedecke u. s. w.) ab, neben welchen noch verschiedene äussere Einflüsse massgebend sind, unter denen an erster Stelle das Weiden steht.

9) Aus allen Beobachtungen geht hervor, dass das augenblicklich offene Lood nach Ausschaltung der Abweidung bald bewaldet sein würde, wobei zuerst die Bestände einander ablösen würden, bis schliesslich die Tanne die Oberhand gewönne und Tannenbestände als Klimaxformationen das Lood bedeckten.

Literaturverzeichnis.

- Aaltonen, V. T. 1919. Kangasmetsien luonnollisesta uudistumisesta Suomen Lapissa I. Metsätieteellisen koelaitoksen julkaisuja I. Helsinki.
- Adamovič, Lujo. 1899. Die Vegetationsformationen Ostserbiens. Engl. Bot. Jahrb., Bd. 26, p. 124—218. Leipzig.
- Akerman, A. 1919. Über die Bedeutung der Art des Auftauens für die Erhaltung gefrorener Pflanzen. Bot. Notiser, p. 49—64, 103—126.
- Aléchin, B. 1925. Fitosoziologija (utschenije o rastiteljnych ssoobščestchestwach) i jejo poslednije uspechi u nas i na sapade. Met. geobot issledow., p. 9—75. Moskau.
- „ 1927. Luga i metody ich issledowanija (Les prairies et les méthodes de leur étude). Bull. de la Soc. des Naturalistes de Moscou, t. 36, livr. 1—2, p. 25—67.
- Altenkirch, G. 1894. Studien über die Verdunstungsschutzeinrichtungen in der trockenen Geröllflora Sachsens. Engl. Bot. Jahrb., Bd. 18, p. 354—393.
- Areschoug, F. W. C. 1896. Beiträge zur Biologie der geophilen Pflanzen. Acta reg. soc. phys. Lund, t. 6.
- Arrhenius, Axel. 1892—93. Frosthärdighet hos *Senecio vulgaris* L. Meddel. Soc. F. Fl. Fennica 19, p. 21—22.
- Ascherson, Paul. 1864. Flora der Provinz Brandenburg, der Altmark und des Herzogthums Magdeburg. Berlin.
- „ u. Graebner, P. 1898—99. Flora des Nordostdeutschen Flachlandes. Berlin.
- Baur, E. 1917. Physiologie der Fortpflanzung im Pflanzenreich. Die Kultur der Gegenwart, III, 4, Bd. 4. Leipzig.
- Beccarel, Paul. 1905. Action de l'air liquide sur la vie de la graine. C. R. Acad. Sc. Paris 140, p. 1652—1653. (Zit. nach Just, Bot. Jahresb. 33, 1905, 3. Abt., p. 93.)
- „ 1907. Die Wirkung tiefer Temperaturen. (Zit. nach Just, Bot. Jahresb. 35.)
- „ 1907. Recherches sur la vie latente des graines. Ann. Sc. nat. Bot. 9. ser., t. 5, p. 193—311.
- Bekker, Hendrik. 1922. Ülevaade Eesti ordoviitsiumi ja siluri kohta käivatest uurimistest. (Übersicht über die Ergebnisse der Untersuchungen auf dem silurischen Gebiet Estlands.) Loodus 1922, Nr. 3, 4, p. 161—165, 217—224.
- „ 1923. Ajaloolise geoloogia õpperaamat. Tartu.
- „ 1925. Lühike ülevaade Eesti geoloogiast. „Eesti“, p. 31—61. Tartu.
- Benedict, H. M. 1915. Senile changes in leaves of *Vitis vulpina* L. and certain other plants. Cornell University agric. experim. station, June, p. 281—365. (Zit. nach Molisch, 1920, p. 255.)
- Bernadsky, J. 1905. Anordnung der Formationen nach ihrer Beeinflussung seitens der menschlichen Kultur und der Weidetiere. Engl. Bot. Jahrb., Bd. 34, p. 1—8.

- Brockmann-Jerosch, H. 1907. Flora des Puschlav (Bezirk Bernina, Kanton Graubünden) und ihre Pflanzengesellschaften. Leipzig.
- Bühler, A. 1922. Der Waldbau nach wissenschaftlicher Forschung und praktischer Erfahrung. II. Band, p. 257—412. Stuttgart.
- Burgerstein, A. 1904—25. Transpiration der Pflanzen. I. Teil — 1904, II. Teil — 1920, III. Teil — 1925. Jena.
- Cajander, A. K. 1916. Metsänhoidon perusteet I. Helsinki.
 „ 1922. Über die Waldtypen II. Acta Forest. Fennica 20. Helsingfors.
 „ 1925. Der gegenseitige Kampf in der Pflanzenwelt. Veröffentl. des Geobot. Instit. Rübel in Zürich, 3. Heft, p. 665—675.
- Cedercreutz, C. 1927. Studien über Laubwiesen in den Kirchspielen Kyrslätt und Ebo in Finnland. Acta Bot. Fennica 3.
- Chrebtow, A. 1908. Primery plodovitosti i rasprostranennosti polewyh ssornych rastenij w Pribaltijskom kraje. Trudy Bjuro po prikladn. bot. 1908, Nr. 11—12, p. 272—302.
 „ 1909. Primery prorastanija ssemjan ssornych rastenij. Trudy Bjuro po prikladn. bot. 1900, Nr. 10.
- Drude, O. 1896. Deutschlands Pflanzengeographie. Stuttgart.
 „ 1902. Der Hercynische Florenbezirk. Die Vegetationen der Erde VI. Leipzig.
 „ 1913. Die Oekologie der Pflanzen. Braunschweig.
- Du Rietz, G. E. 1921 a. Vegetationen och det öländska landskapet. Sv. Turistför. Årsskr., p. 73—91. Stockholm.
 „ 1921 b. Zur methodologischen Grundlage der modernen Pflanzensoziologie. Uppsala.
 „ 1923 a. Studien über die *Helianthemum oelandicum*-Assoziationen auf Oeland. Svensk Bot. Tidskrift, Bd. 17, H. 1, p. 69—82.
 „ 1923 b. Einige Beobachtungen und Betrachtungen über Pflanzengesellschaften in Niederösterreich und den kleinen Karpathen. Österr. Bot. Zeitschrift, p. 1—43. Wien.
 „ 1924. Studien über die Vegetation der Alpen mit derjenigen Skandinaviens verglichen. Veröffentl. d. Geobot. Instit. Rübel in Zürich, 1. Heft, p. 1—138.
 „ 1925 a. Gotländische Vegetationsstudien. Uppsala.
 „ 1925 b. Die regionale Gliederung der skandinavischen Vegetation. Uppsala—Stockholm.
- Engler, A. 1879. Versuch einer Entwicklungsgeschichte der extratropischen Florengebiete der nördlichen Hemisphäre. Leipzig.
- Falck, Kurt. 1913. Iakttagelser öfver alfvarvegetationen på Öland särskildt med hänsyn till alfvarvakternas osmotiska tryck. (Beobachtungen über die Alfvarvegetation der Insel Oeland, namentlich über den osmotischen Druck der Alfvarpflanzen.) Svensk Bot. Tidskrift, Bd. 7.
- Fankhauser, J. 1880. Verhältnis verschiedener organisch verbundener pflanzlicher Sprosse zu einander. Mitteil. der naturf. Gesellsch. in Bern, p. 44—56.
- Flahault, C. 1888. Les herborisations aux environs de Montpellier II. Les Garrigues. Journ. de Bot., Bd. 2. Paris.

- Fleischer, M. 1921. Die Anlage und die Bewirtschaftung von Moorwiesen und Moorweiden. 3. Aufl. Berlin.
- Fritsch, K. 1902. Über den Einfluss des Ackerbaues und der Wiesenkultur auf die Vegetation. *Mitteil. d. Naturwissensch. Vereins f. Steiermark*, p. 390—402.
- Gams, H. 1918. Prinzipienfragen der Vegetationsforschung. Ein Beitrag zur Begriffsklärung und Methodik der Biocoenologie. *Vierteljahrsschrift d. Naturforsch.-Ges. in Zürich*, Bd. 63, p. 293—493.
- Germann, Prof. 1805. Reise durch Esthland, vorzüglich botanischen Inhalts. Im Sommer 1803 unternommen. *Hoppe Taschenbuch*, p. 57—104. Nürnberg u. Altdorf.
- Glinka, K. 1914. Die Typen der Bodenbildung, ihre Klassifikation und geographische Verbreitung. Berlin.
- Goebel, K. 1898, 1913. Organographie der Pflanzen, insbesondere der Archegoniaten und Samenpflanzen. I. Teil, 1. u. 2. Aufl. Jena.
- Göppert, H. 1871(?). Über Einwirkung der Kälte auf die Pflanzen.
„ 1880. Über Einwirkung niedriger Temperaturen auf die Vegetation. *Gartenflora*, p. 243—248.
- Gräbner, P. 1909. Die Pflanzenwelt Deutschlands. Leipzig.
„ 1910. Lehrbuch der allgemeinen Pflanzengeographie nach entwicklungsgeschichtlichen und physiologisch-ökologischen Gesichtspunkten. Leipzig.
- Granö, J. G. 1925. Eesti loodus: orienteeriv ülevaade. „Eesti“, p. 3—17. Tartu.
- Grevillius, A. Y. 1896. Morphologisch-anatomische Studien über die xerophile Phanerogamenvegetation der Insel Oeland. *Engl. Bot. Jahrb.*, Bd. 23. Leipzig.
- Grisch, Andr. 1907. Beiträge zur Kenntnis der pflanzengeographischen Verhältnisse der Berggipfelstöcke. *Beihefte z. Bot. Zentralblatt* 22, 2, p. 254—316.
- Haberlandt, Fr. 1874. Frühlings landwirtschaftl. Zeitung 33, p. 514 ff. (Zit. nach Haberlandt, 1877.)
- Haberlandt, G. 1877. Die Schutzeinrichtungen in der Entwicklung der Keimpflanze. Wien.
- Hausen, H. 1913. Über die Entwicklung der Oberflächenformen in den russischen Ostseeländern und angrenzenden Gouvernements in der Quartärzeit. *Fennia* 34. Helsingfors.
- Hayek, Aug. 1926. Allgemeine Pflanzengeographie. Berlin.
- Hertz, M. 1925. Niinipuun uudistumisesta Suomessa. (Über die Verjüngung der Linde in Finnland.) *Acta Forest. Fennica*. Helsinki.
- Hesselman, H. 1904. Zur Kenntnis des Pflanzenlebens schwedischer Laubwiesen. *Beihefte z. Botan. Zentralblatt*, Bd. 17.
„ 1908. Vegetationen och skogsväxten på Gotlands hällmarker. *Skogsvårdsför. Tidskr.* Stockholm.
„ 1910—17. Studier öfver de norrländska tallhedannas foryngningsvillkor. (Studien über die Verjüngungsbedingungen der nordländischen Kiefernheiden.) *Medd. fr. Statens Skogsförs.-anst.* 1, 1910, Nr. 7; 2, 1917, Nr. 13—14. Stockholm.

- Hildebrandt, Fr. 1873. Die Verbreitungsmittel der Pflanzen. Leipzig.
 „ 1881. Die Lebensdauer und Vegetationsweise der Pflanzen, ihre Ursachen und ihre Entwicklung. Engl. Bot. Jahrb., Bd. 2.
 „ 1883. Einige Beobachtungen über den Witterungseinfluss auf die Lebensdauer und Vegetationsweise der Pflanzen. Engl. Bot. Jahrb., Bd. 4, p. 1—11.
- Högbom, A. G. 1915. Fennoskandia . (Skandinavien und Finnland.) Handbuch der regionalen Geologie, Heft 13.
- Homén, Th. 1897. Der tägliche Wärmeumsatz im Boden und die Wärmestrahlung zwischen Himmel und Erde. Acta Soc. Scient. Fenn., t. 33, 3.
- Ilvessalo, L. 1917. Tutkimuksia mäntymetsien uudistumisvuosista Etelä- ja Keski-Suomessa. Acta Forest. Fennica 6. Helsinki.
- Jentzsch, A. 1895. Der Frühlingseinzug des Jahres 1895 in Estland. Balt. Wochenschrift 33, Nr. 48, p. 618—621.
 „ 1896. Der Frühlingseinzug des Jahres 1895 in Kur-, Liv- und Estland. Balt. Wochenschrift 34, Nr. 4, p. 41.
- Jessen, C. F. W. 1854. Über die Lebensdauer der Gewächse. Leopoldin. Nova Acta 25.
- Jeswiet, J. 1913. Die Entwicklungsgeschichte der Flora der holländischen Dünen. Beihefte z. Bot. Zentralblatt, Bd. 30, 2. Abt., p. 269—391.
 „ 1914. Eine Einteilung der Pflanzen der niederländischen Küstendünen in ökologische Gruppen. Beihefte z. Bot. Zentralblatt, Bd. 31, 2, p. 322—372.
- Jost, Ludwig. 1913. Vorlesungen über Pflanzenphysiologie. 3. Aufl. Jena.
- Karsten, G. 1914. Lehrbuch der Biologie für Hochschulen. 2. Aufl. Berlin.
- Kast. 1890. Die horst- und gruppenweise Verjüngung im kgl. bayrischen Forstamt Siegsdorf. München.
- Keller, B. A. 1923. Die Pflanzenwelt der russischen Steppen, Halbwüsten und Wüsten. Woronesch.
- Kihlman, A. O. 1896. Pflanzenbiologische Studien aus Russisch-Lappland. Acta Soc. Fauna et Flora Fennica, vol. 6.
- Krafft, G. 1913. Lehrbuch der Landwirtschaft auf wissenschaftlicher und praktischer Grundlage. II. Bd. 9. Aufl. Berlin. (Zit. nach Teräsvoori, 1926.)
- Kraus, G. 1911. Boden und Klima auf kleinstem Raum. Versuch einer exakten Behandlung des Standortes auf dem Wellenkalk. Jena.
- Kujala, Viljo. 1924. Tervaleppä (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) Suomessa. Kasvimaantieteellinen tutkimus. (Die Schwarzerle in Finnland. Pflanzegeographische Untersuchung.) Metsätieteellisen koelaituksen julkaisuja 7. Helsinki.
- Kupffer, K. R. 1906. Botanische Studienreise in Schweden im August 1905. Korrespondenzbl. d. Nat.-Ver. Riga, Bd. 49, p. 125—127.
 „ 1912. Kurze Vegetationsskizze des ostbaltischen Gebiets. Ebenda, Bd. 55, p. 107—125. Riga.
- Kurrik, V. 1924. Eesti kliima valdkonnad. „Loodus“ 3, p. 472—485.
 „ 1925. Eesti kliima. „Eesti loodus“, p. 62—75. Tartu.

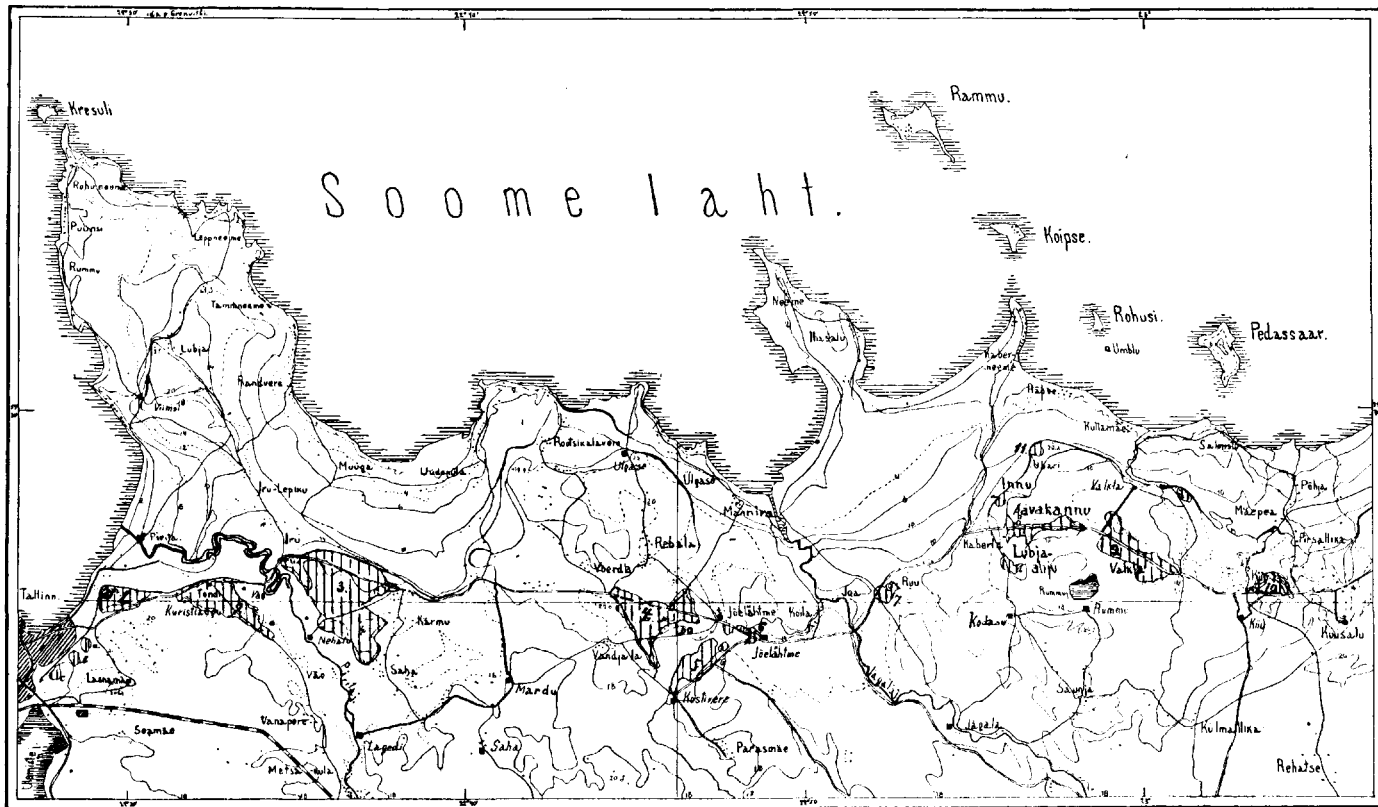
- Lakari, O. J. 1915. Studien über die Samenjahre und Altersklassenverhältnisse der Kiefernwälder auf dem nordfinnischen Heideboden. Acta Forest. Fennica. Helsinki.
- Lakon, G. 1914. Die neuen Forschungsergebnisse auf dem Gebiete der Samenkeimung. Die Naturwissenschaften, 2. Jhrg., p. 966—67.
- Lassila, J. 1920. Tutkimuksia mäntymetsien synnystä ja kehityksestä pohjoisen napapiirin pohjoispuolella. (Untersuchungen über die Entstehung und Entwicklung der Kiefernwälder nördlich vom nördlichen Polarkreise.) Acta Forest. Fennica 14. Helsinki.
- Lidfors, B. 1907. Die wintergrüne Flora. Eine biologische Untersuchung. Lunds Universit. Årsskrift N. F., Afd. 2, Bd. 2, Nr. 13.
- Linkola, K. 1916. Studien über den Einfluss der Kultur auf die Flora in den Gegenden nördlich vom Ladogasee I. Acta pro fauna et flora Fennica 45. Helsingfors.
- „ 1922. Zur Kenntnis der Überwinterung der Unkräuter und Ruderalpflanzen in der Gegend von Helsingfors. Annales Soc. Zool.-Bot. Fenniae Vanamo, t. I, 7. Helsingfors.
- Massart, J. 1908. Essai de géographie botanique des districts littoraux et alluviaux de la Belgique. Rec. de l'Institut. botan. Léon Errera, t. 7, p. 167—584. (Zit. nach Jeswiet, 1914.)
- Melder, Chr. 1913. Tipologitscheskaja klassifikazija lessow Kurljandskoj gub. (Typologische Klassifikation der Waldbestände des Gouvernement Kurland.) Iswestija Imp. Lesn. Institut., t. 34, p. 1—166. St. Petersburg.
- Meteoroloogia aastaraamat Eesti Vabariigi kohta. (Meteorol. Jahrbuch für Eesti.) 1922, 1923.
- Möbius, M. 1897. Beiträge zur Lehre von der Fortpflanzung der Gewächse. Jena.
- Molisch, H. 1921. Pflanzenphysiologie als Theorie der Gärtnerei. 4. Aufl. Jena.
- Morosow, G. F. 1924. Utschenije o lesse. Moskau.
- Neger, Fr. W. 1913. Biologie der Pflanzen auf experimenteller Grundlage (Bionomie). Stuttgart.
- Nilson, Hj. 1885. Dicotyla jordstammar. Lunds Univ. Årsskrift 21.
- Nobbe, F. 1882. Übt das Licht einen vorteilhaften Einfluss auf die Keimung der Grassamen? (Zit. nach G. Thomes, Baltische Wochenschrift 1882, Nr. 44, p. 771.)
- Palmgren, A. 1912. Hippophaes rhamnoides auf Åland. Acta pro fauna et flora Fennica 36. Helsingfors.
- „ 1922 a. Über Artenzahl und Areal, sowie über die Konstitution der Vegetation. Acta Forest. Fennica 22. Helsingfors.
- „ 1922 b. Zur Kenntnis des Florencharakters des Nadelwaldes. Eine pflanzengeographische Studie aus dem Gebiete Ålands. Ebenda 22. Helsingfors.
- „ 1925. Die Artenzahl als pflanzengeographischer Charakter, sowie der Zufall und die säkulare Landhebung als pflanzengeographische Faktoren. Acta Botanica Fennica 1. Helsingfors.

- Patschoskij, J. 1908. Pritschernomorskija stepi. Sap. Imp. Obschtsch. Sseljskochos. Jushn. Rossii 78.
- Polownikow, P. 1913. Jestestwennoje wosobnowlenije ssosny w wereskowom boru w Ssapeschnikowskom lesnitschestwe Ssuw. gub. Lesnoj shurnal, p. 502—527.
- Puring, H. 1898. Otscherk rastiteljnosti sapadnoj tshasti Pskowskoj gub. Trudy S.-Peterburgsk. obschtsch. jestestwoisp., t. 28, 3, p. 1—222.
- Ramann, E. 1895. Wald und Moor in den russischen Ostseeprovinzen. Zeitschrift f. Forst- u. Jagdwesen, 1. Heft, p. 17—30.
- Ramensky, L. G. 1925. Die Grundgesetzmässigkeiten im Aufbau der Vegetationsdecke. Westnik opyt. dela 1925. Woronesch.
- Ramsay, W. 1920. Litorina gränsen i sydlika Finland. Geolog. Fören. förhandligar, Bd. 42.
- Raunkjær, C. 1905. Types biologiques pour la géographie botanique. Acad. royale d. sc. et lettr. Dänemark, 5.
- „ 1910. Statistik der Lebensformen als Grundlage für die biologische Pflanzengeographie. Beihefte z. Bot. Zentralblatt, Abt. II, Bd. 27, p. 171—206 a.
- Regel, K. 1921. Statistische und physiognomische Studien an Wiesen. Ein Beitrag zur Methodik der Wiesenuntersuchung. Acta et Comm. Univ. Dorpatensis A 1, 4. Dorpat.
- Reinwaldt, A. 1911. Wosobnowlenije ssosny w Aahofskom lesnitschestwe Lifl. gub. Isw. Imp. Lesn. Institut., t. 21.
- Renvall, A. 1912. Die periodischen Erscheinungen der Reproduktion der Kiefer an der polaren Waldgrenze. Acta Forest. Fenn. 1. Helsingfors.
- Rikli, M. 1903. Botanische Reisestudien auf einer Frühlingfahrt durch Korsika. Zürich.
- Rübel, E. 1913. Ökologische Pflanzengeographie. Handwörterbuch d. Naturwissenschaften, IV. Bd., p. 858—907. Jena.
- „ 1922. Geobotanische Untersuchungsmethoden. Berlin.
- „ 1925. Alpenmatten-Überwinterungsstadien. Schroeter-Festschrift, p. 37—53. Zürich.
- Schroeter, C. 1926. Das Pflanzenleben der Alpen. Eine Schilderung der Hochgebirgsflora. 2. Aufl. Zürich.
- Schimper, A. F. W. 1898. Pflanzengeographie auf physiologischer Grundlage. Jena.
- Schmidt, Fr. 1858. Beiträge zur Geologie der Insel Gotland nebst einigen Bemerkungen über die untersilurische Formation des Festlandes von Schweden und die Heimat der norddeutschen silurischen Geschiebe. Arch. f. d. Naturk. Liv-, Ehst- und Kurlands, 2. Ser., Bd. 1. Dorpat.
- Schwappach, A. 1895. Die Samenproduktion der wichtigsten Waldholzarten in Preussen. Zeitschrift f. Forst- und Jagdwesen, 27. Jhrg.
- Sernander, R. 1892. Die Einwanderung der Fichte in Skandinavien. Engl. Bot. Jahrb., Bd. 15.
- Sprygin, J. J. 1926. Aus dem Gebiete der Pensaer Waldsteppe. I. Die Grassteppen des Gouvernement Pensa. Moskau. (Zit. nach Bot. Zentralbl. 1927, p. 177.)


- Sorauer, P. 1921. Handbuch der Pflanzenkrankheiten I. 4. Aufl. Berlin.
- Stebler, F. G. u. Schroeter, C. 1892. Beiträge zur Kenntnis der Matten und Weiden der Schweiz. X. Landw. Jahrbuch der Schweiz, Bd. 6.
- Sternner, R. 1925. Einige Notizen über die Vegetation der Insel Oeland. Svensk Bot. Tidskrift, Bd. 19, H. 3, p. 303—322.
- „ 1926. Ölands växtvärld. Södra Kalmar Län. III. Kalmar.
- Ssukatschew, W. 1925. Rastitelnyje ssoobschtschestwa. (Wwedenije w fitosoziologiju.) 3. Aufl. Leningrad.
- Sylvén, N. 1906. Om de svenska Dicotyledonernas förstärkningsstadium eller utveckling från frö till blomning. I. II. del. Uppsala.
- Tanfiljef, G. J. 1925. Natürliche Wiesen in Russland. Festschrift Carl Schroeter (Veröffentlichungen des Geobotan. Instit. Rübel in Zürich, 3. Heft).
- Teräsvuori, K. 1926. Wiesenuntersuchungen I. Annales Soc. Zool.-Bot. Fennicae Vanamo 5, 1. Helsinki.
- Thomson, P. 1924. Zur Frage der regionalen Verbreitung und Entstehung der Gehölzwiesen und Alvartriften in Nord-Estland. Sitzungsber. d. Naturf.-Ges. zu Dorpat 30, p. 45—53.
- Vilberg, G. 1926. Eestin alvarikasvillisuudesta. Luonnon Ystävä 6. Helsinki.
- „ 1927. Loost ja lootaimkonnast Ida-Harjumaal. (Die Alvare und die Alvarvegetation in Ost-Harrien.) Sitzungsber. d. Naturf.-Ges. zu Dorpat 34, 1. Tartu.
- Walter, H. 1927. Einführung in die allgemeine Pflanzengeographie Deutschlands. Jena.
- Warming, E. 1887. Om Grönlands Vegetation. Meddel. om Grönland 12, 100. (Zit. nach Drude 1890.)
- „ u. Gräbner, P. 1918. Lehrbuch der ökologischen Pflanzengeographie. 3. Aufl. Illustr. Ausgabe. Berlin.
- Weber, C. 1892. Über die Zusammensetzung des natürlichen Graslandes in Westholstein, Dithmarschen und Eiderstedt. Schriften d. naturwissenschaftl. Vereines f. Schleswig-Holstein, p. 179—217. Kiel.
- Wettstein, R. v. 1904. Die Biologie unserer Wiesenpflanzen. Wien.
- Witte, H. 1901. Några notiser om den fanerogama vinterflore i Västergötland. Bot. Notiser, p. 273—275.
- „ 1906. Till de svenska alfvarväxternas ekologi. Uppsala.
- Woeikof, A. 1889. Der Einfluss einer Schneedecke auf Boden, Klima und Wetter. Geogr. Abhandl. d. Prof. A. Penck, III, 3.
- Wulff, I. Z. 1896. Some remarks on the flora of the Isle of Wight, England. Bot. Not. Lund.
- Zeiske, M. 1897. Die Trift- und Felsformationen des Ringgaus. Abh. d. Ver. f. Naturk. zu Kassel 42. Kassel.


Erläuterungen zur Karte.

1. Das Linnalood; a, b, d, — kleinere Gebiete auf dem Ülemiste-mägi.
2. Das Lood von Tondi.
3. Das Lood von Iru-Kärnu.
4. Das Lood von Jöelähtme-Kostivere-Võerdla.
5. Die Dolinen von Kostivere (Kostivere urked).
6. Das Lood in der Nähe des Gutes Jöelähtme.
7. Das Lood von Koeralõuga.
8. Das Lood von Aavakannu:
 - a — das Lood an den Abhängen bei Innu;
 - b — das Lood bei Lubjaahju.
9. Das Lood von Valkla.
10. Das Lood von Kiiu.
11. Ein Teil des Lood auf dem Tallukmägi.



Soome laht.

 - Lood (Alvar)

Maast 1:8000 

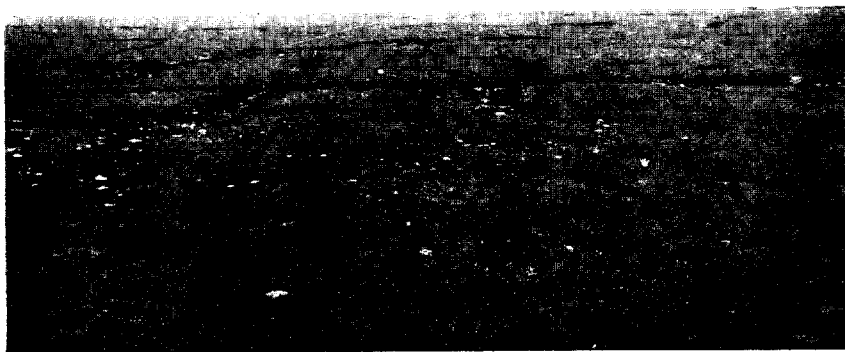


Fig. 1. Das Lood von Kostivere. Totalansicht des Karstgebietes.
In der Mitte verschüttete Spalten.



Fig. 2. Kalksteinbruch auf dem Linnaalood. Die horizontalen
Schichten des Untergrundes sind sichtbar.

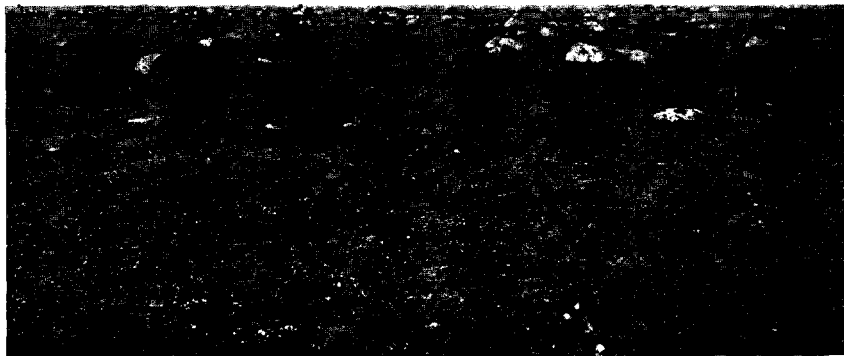


Fig. 3. Das Lood von Jõelähtme. Schuttlood mit Geröll und
erratischen Blöcken.



Fig. 4. Das Lood von Aava kannu. Schuttlood mit Wacholderbüschen.
Rechts Haselgebüsch, links feuchteres Gebiet mit Ellern.



Fig. 5. Dolinen (Urked) von Kostivere. Eine Wasserader, die in Spalten des Kalksteins verschwindet und einen unterirdischen Fluss bildet.



Fig. 6. Dolinen von Kostivere. Dasselbe Gebiet (Fig. 5) zur Zeit des Hochwassers.

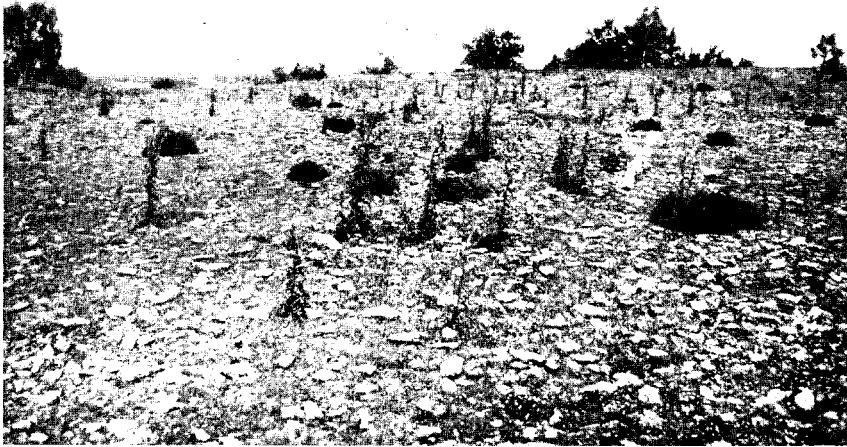


Fig. 7. U n l a n d bei Tallukmäe, vor etwa 10 Jahren als Feld benutzt.
Zwischen von Schafen benagten Wacholderbüschen *Carduus marianus*.



Fig. 8. Das Lood von Jõelähtme. Links von der primitiven Mauer Weideland, auf dem stellenweise fast nackte Kalksteinplatten zu sehen sind; rechts eine Koppel mit geschlossener Pflanzendecke. Etwas weiter die Narvasche Landstrasse.