

Experimentelle Untersuchungen an alpiner Vegetation

Autor(en): **Lüdi, Werner**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Berichte der Schweizerischen Botanischen Gesellschaft = Bulletin de la Société Botanique Suisse**

Band (Jahr): **46 (1936)**

PDF erstellt am: **28.06.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-31083>

Nutzungsbedingungen

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

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

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

Haftungsausschluss

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

Experimentelle Untersuchungen an alpiner Vegetation.

Von *Werner Lüdi*, Zürich.

(Aus dem Geobotanischen Forschungsinstitut Rübel in Zürich.)

Abgeschlossen am 6. November 1935.

Im Jahre 1927 wurde auf der Schinigeplatte bei Interlaken (Berneralpen) durch die Initiative einer Gruppe von Naturfreunden Interlakens ein Alpengarten gegründet. Der Vorstand des Alpengartenvereins erteilte mir auf mein Gesuch hin die Erlaubnis, die Vegetation des Alpengartens floristisch und ökologisch durcharbeiten zu dürfen. Die Untersuchungen wurden sogleich begonnen und bis ins Jahr 1935 fortgesetzt. Von besonderem Interesse musste es sein, nicht nur den augenblicklichen Zustand der Vegetation festzuhalten, sondern auch die Veränderungen zu verfolgen, die sich im Laufe der Zeit einstellten, nachdem im Alpengarten die Nutzung als Grossviehweide völlig wegfiel und die zahlreichen Ausflügler den Rasen nicht mehr betreten und zum Lagern benutzen konnten. Es wurden in den verschiedenen Pflanzengesellschaften des Alpengartens Dauerflächen abgesteckt, die auch von jedem gartenbaulichen Eingriffe verschont blieben. Alle Dauerflächen wurden floristisch genau analysiert. Ein Teil von ihnen blieb sich selber überlassen, in einem anderen Teil dagegen wurden Eingriffe verschiedener Art vorgenommen und die dadurch erzielten Veränderungen des Rasens verfolgt. Im nachfolgenden wollen wir über die Ergebnisse dieser Experimente Bericht erstatten. Wir sind uns wohl bewusst, dass sie sehr unvollkommen sind und zum Teil wenig Neues, zum Teil erst Ansätze zu weiterer Forschung bieten. Die Untersuchungen werden auch seit dem Jahre 1931 in einer benachbarten Versuchsweide in viel grösserem Umfange weitergeführt.

Dem Vorstande des Alpengartenvereins und namentlich dessen Präsidenten, Herrn *Hans Itten*, Gerichtspräsident in Interlaken, sei hiermit für die Erlaubnis, diese Untersuchungen durchführen zu dürfen und für die andauernde Unterstützung bester Dank gesagt. Ferner möchte ich meinen Dank aussprechen Herrn Prof. Dr. *E. d. Fischer* in Bern, dem damaligen Direktor des botanischen Institutes der Universität Bern, der die wissenschaftliche Oberleitung des Alpengartens unter sich hatte und der meine Absichten förderte und mir namentlich das Arbeiten in Bern erleichterte. Des weitern danke ich der Stiftung zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung an der bernischen

Hochschule und ihrem Präsidenten, Herrn Dr. A. W a n d e r, in Bern, sowie Herrn Prof. Dr. E. R ü b e l, Stifter des Geobotanischen Forschungsinstitutes Rübel in Zürich, deren finanzielle Hilfe erst die Ausführung der Untersuchungen ermöglicht hat.

Mit wenigen Worten möchte ich versuchen, einen Überblick über die Lage und die Vegetation des Alpengartens zu geben. Für eingehende Darstellung sei auf die in Ausarbeitung begriffene monographische Studie über die Vegetation des Alpengartengebietes und ihre Beziehungen zu den Umweltfaktoren verwiesen.¹

Der Alpengarten Schinigeplatte liegt am Südhang der Faulhornkette in 2000 m Meereshöhe, auf einer Felsunterlage von unterem Dogger. Ein gegen Südosten vorspringender Felsenrücken schafft auch ausgesprochene Schattenlagen. Im Felsuntergrunde wechseln dünne, kalkig-bankige Schichten mit schieferigen Schichten ab, und die Bodenbildung führt in den flacheren Lagen zu mächtigen Häufungen von brauner, saurer Erde mit vereinzelt eingesprengten Kalkfelsbrocken, während die Steilhalden mit bankartigen Absätzen abwittern, auf denen sich in Sonnlagen ein krümelig-humoser Boden häuft und in den Schattenlagen sich dicke Polster von Rohhumus dem Fels aufsetzen.

Die natürliche Vegetation ist recht vielgestaltig. Wir befinden uns hier in der Nähe der natürlichen Baumgrenze. Einige Gruppen schwächerer Fichten, die gelegentlich noch fruchten, kleben an den steilen Sonnhängen. Aber die herrschenden Pflanzenformationen sind Rasen und Zwerggesträuch. An den trockenen Sonnhängen sind es die Treppenrasen der Blaugrashalde (*Seslerieto-Semperviretum*), an den feuchten Schattenhängen auf Abstätzen des Felsens Spalier- und Zwergstrauchheide (*Empetreto-Vaccinietum* mit viel *Rhododendron ferrugineum*), an wasserzügigen Schutthängen mit neutralem oder leicht basischem Boden Bestände der Rostegge (*Cariacetum ferrugineae*), auf flacheren Hängen mit tonigem und frischem aber saurem Boden Frischwiesen vom Typus des Rotschwingelrasens (*Festucetum rubrae commutatae* mit reichlicher *Agrostis capillaris*). Im vorderen und hinteren Gartenteil findet sich je ein kleiner, flacher Boden, der von der Borstgrasheide (*Nardetum strictae*) besiedelt ist.

Lage und Grösse der Versuchsflächen. Die Versuchsflächen (V. F.), über die wir berichten wollen, liegen zum grösseren Teile im *Nardetum*, dessen kausale Bedingtheit besonderes Interesse erweckt, zum kleineren Teile im *Festucetum rubrae commutatae* und im *Seslerieto-Semperviretum*. Jede Fläche hat die Grösse eines Quadratmeters, ist durch Holzpflocke abge-

¹ Wird voraussichtlich im Jahre 1937 in den Veröff. Geobot. Inst. Rübel in Zürich erscheinen.

grenzt und besitzt einen 30 cm breiten Rand, der in der gleichen Weise behandelt wurde wie die eigentliche Probefläche, um den Einfluss der umliegenden Vegetation auf die Probefläche auszuschalten. Auch wurden die zur Bodenuntersuchung notwendigen Arbeiten im Randteil vorgenommen.

Methode der Untersuchung. Die Untersuchung der Vegetation wurde zum erstenmal im Jahre 1928, nachdem das Grundstück endgültig abgezaunt worden war, ausgeführt. Daraufhin erfolgte die Beeinflussung, bestehend im Mähen, Stampfen, Düngen, Entfernen des Rasens, Umgraben, Neuansaat mit und ohne Düngung. Die Veränderungen des Rasens wurden fortlaufend verfolgt und im Jahre 1932, also nach einem Zeitraume von vier Jahren, wurde eine neue, genaue floristische Analyse vorgenommen. Weitere Teilaufnahmen erfolgten bis in den Spätherbst 1935. Von 1931 an wurde ferner durch Schneiden mit einer Schere und durch Trocknen des Grases bei 105° der Heuertrag festgestellt.

Die floristische Analyse erstreckte sich auf die Feststellung des Deckungsgrades, der Individuenhäufigkeit und der Vitalität, wobei im Jahre 1928 jede Probefläche in vier selbständigen Vierteln analysiert wurde (einzelne auch in $\frac{25}{25}$), im Jahre 1932 jede Probefläche als Ganzes. Zum Vergleiche wurden die Viertel der Untersuchung von 1928 in Ganze umgerechnet und auf den Tabellen den Ergebnissen von 1932 gegenübergestellt. Der Deckungsgrad (Dominanz = D.) wurde nach fünfteiliger Skala geschätzt, und es bedeutet: 1 = kleiner als $\frac{1}{16}$ der Fläche, 2 = $\frac{1}{16}$ — $\frac{1}{8}$, 3 = $\frac{1}{8}$ — $\frac{1}{4}$, 4 = $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$, 5 = grösser als $\frac{1}{2}$. Die Methode der Schätzung nach Bruchteilen hat sich für diesen Fall nicht als zweckmässig erwiesen, da daraus keine Mittelwerte berechnet werden können. In späteren Arbeiten wurden deshalb stets für jede Art die Prozente der Deckung geschätzt. Die Individuenhäufigkeit (Abundanz = A.) wurde nach folgender Skala geschätzt: + = ganz vereinzelt Individuen, 1 = wenige, 2 = ziemlich reichliche, 3 = reichliche, 4 = viele, 5 = sehr viele. Für die Vitalität (V.) galten folgende Stufen: = schlechtes Gedeihen, meist steril, 2 = Gedeihen besser, aber noch nicht normal, meist vegetatives Gedeihen gut, Fruchtbildung eingeschränkt, 3 = Gedeihen in jeder Hinsicht normal, Häufigkeit im Bestande so, wie sie bei gutem Gedeihen erwartet werden darf.

In den Jahren 1928 bis 1934 wurden auch Bodenuntersuchungen vorgenommen, über die wir in einem besonderen Abschnitte berichten werden. Sie bezogen sich, soweit sie hier in Betracht fallen, auf die Bestimmung der Azidität, des Wassergehaltes, des Porenvolumens, der Wasserkapazität, der Luftkapazität und der Einsickerungsgeschwindigkeit.

Da die Untersuchungsmethodik im Laufe der Untersuchung zum grossen Teil noch ausgearbeitet werden musste, sind kleine Lücken und Unebenheiten entstanden. Die Vergleichbarkeit der Ergebnisse ist aber dadurch wenig beeinflusst.

A. Experimente im Nardetum-Rasen.

Die floristische Zusammensetzung des Nardetums des Alpengartens kann aus den Tabellen 1 und 4 (Aufnahme von 1928) ersehen werden. Die Bestände zeichnen sich aus durch die Dominanz von *Nardus stricta* und reichliches Vorkommen der übrigen Magerkeitszeiger, wie sie für das Nardetum charakteristisch sind. Völlig typisch sind aber diese Nardeta noch nicht, da sie beträchtliche Reste der Frischwiesenvegetation enthalten, die hier genetisch dem Nardetum voranging. In

Tabelle 1 haben wir versucht, den Anteil der Nardetum-Arten (N) und der Frischwiesen-Arten (F) auszuscheiden.

Nach ihrer Lage befinden sich die Versuchsflächen 1, 2, 3, 4, 5, 37, 41, 42 im vorderen Nardetum, die Flächen 6, 7, 8, 9, 10, 43, 44 im hinteren Nardetum. Sie liegen gegen Osten, im vorderen Nardetum mit 15—25°, im hintern Nardetum mit 15° Neigung.

1. Keine Beeinflussung der Versuchsflächen oder Beeinflussung durch Mähen. Diese erste Versuchsreihe sollte zeigen, wie sich der Nardetum-Rasen verändert, wenn er gar nicht genutzt wird oder eine Nutzung erfolgt, die der früheren einigermaßen ähnlich ist (mähen). Versuchsfläche 6 wurde während 3 Jahren sich selber überlassen und von 1931 an regelmässig gemäht, Versuchsfläche 8 wurde von 1928 an jedes Jahr gemäht. Die floristischen Veränderungen sind gering und in beiden Fällen annähernd übereinstimmend, so dass wir auf ihre Wiedergabe verzichten können. Der Magerrasen erhält sich und wird nur wenige Zentimeter hoch. *Nardus* bleibt dominant in V. F. 6 und geht etwas zurück in V. F. 8, die sich stärker verändert, vor allem durch die Ausbreitung von *Lotus corniculatus* in einer zwergigen Form. Unverändert erhält sich subdominant *Plantago alpina* und in reichlicher Beimischung *Gentiana Kochiana*. Offensichtlich begünstigt werden durch das Mähen *Leontodon hispidus* und *Crepis aurea*, deren Rosetten sich stark ausbreiten, aber nur wenig zum Blühen gelangen, wie überhaupt das Blühen nur schwach ist. Der Heuertrag (s. Tab. 3) beträgt zirka 50 g pro m² und Jahr und besteht hauptsächlich aus Blattspitzen von *Nardus* und *Festuca rubra comm.*, Blüten- und Fruchtständen von verschiedenen Unkräutern (in V. F. 8 auch Triebspitzen von *Lotus*), ist also auch qualitativ minderwertig.

Stärker als diese gemähten Flächen hat sich in den letzten Jahren die Zusammensetzung der unbeeinflussten Nardetum-Bestände des Alpengartens gewandelt, die deutlich in der Richtung gegen die Frischwiese hin geht. *Nardus* und die übrigen Azidiphilen gehen zurück; Futterkräuter und Klee breiten sich aus; der Rasen wird etwas hochwüchsiger. Eine leichte, durch ein Versehen erfolgte Düngung in einem der letzten Jahre mag zu dieser Veränderung beigetragen haben; in erster Linie ist sie aber bedingt durch das Aussetzen der Nutzung in einem Rasen, dem aus dem Boden noch bedeutende Nährstoffmengen zur Verfügung stehen (im HCl-Auszug waren enthalten: N = 0,51 %, K₂O = 0,23 %, P₂O₅ = 0,15 %, CaO = 0,19 %), der aber durch andauernde Übernutzung vorzeitig vermagerte. Um das Nardetum zu erhalten und die Erholung des Rasens zu verhindern, muss der Bestand im Alpengarten genutzt werden. Richtige Nardeta widerstehen viel nachhaltiger. So haben sich die Nardeta in der Versuchsweide, die seit 1930 nicht mehr genutzt worden sind, floristisch nicht gewandelt, sondern sind nur üppiger und hochwüchsiger geworden, und das gleiche

Tabelle 1.

Nardetum: Veränderung in der floristischen Zusammensetzung der mit NPK gedüngten Versuchsflächen 2 und 7 in den Jahren 1928 bis 1932. (Erklärung der Zeichen s. S. 634 und 638.)

	Nardetum oder Frischwiese	Boden- ansprüche	Versuchsfläche 2						Versuchsfläche 7					
			D.		A.		V.		D.		A.		V.	
			28	32	28	32	28	32	28	32	28	32	28	32
<i>Selaginella selaginoides</i>	F	m	1	—	1	—	2	—	1	—	1	—	3	—
<i>Phleum alpinum</i>	F	d	—	1	—	2	—	3	—	3	—	3	—	3
<i>Agrostis rupestris</i>	N	m a	1	—	1	—	2	—	1	—	+	—	1	—
<i>Agrostis capillaris</i>	F	d	1	4	1	4	2	3	3	2	2	4	2	3
<i>Anthoxanthum odorat.</i>		i	1	1	3	2	2	2	1	2	2	4	2	3
<i>Poa alpina</i>	F	d							1	1	2	1	2	2
<i>Festuca rubra comm.</i>	F	d	2	4	3	5	2	3	2	4	3	5	2	3
<i>Nardus stricta</i>	N	m a	4	1	3	1	3	1	3	1	2	+	3	1
<i>Carex sempervirens</i>		i							1	1	+	+	1	1
» <i>ornithopoda</i>		m							1	—	1	—	2	—
<i>Luzula spicata</i>		m a							1	—	+	—	2	—
» <i>multiflora</i>	N	i a	1	1	1	1	3	2	1	—	1	—	2	—
<i>Tofieldia calyculata</i>	(F)	m							1	—	+	—	1	—
<i>Crocus albiflorus</i>	F	d		1		3		3		1		3		3
<i>Gymnadenia albida</i>	N	m a	1	—	+	—	3	—	1	—	1	—	3	—
<i>Salix retusa</i>	F	m	2	—	2	—	2	—	1	—	1	—	1	—
<i>Polygonum viviparum</i>		i	1	1	2	1	3	2	1	1	1	1	2	3
<i>Cerastium caespitosum</i>	F		1	—	+	—	2	—						
» <i>strictum</i>									1	—	+	—	1	—
<i>Sagina saginoides</i>	F	m							1	—	1	—	2	—
<i>Ranuncul. mont. u. breyn.</i>		i-d	2	1	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3
<i>Arabis corymbiflora</i>		m							1	—	+	—	1	—
<i>Potentilla aurea</i>	N	m a	2	2	2	2	3	2	2	1	2	1	3	1
» <i>erecta</i>	N	m	1	1	2	1	3	2						
<i>Sieversia montana</i>	N	i a	2	1	1	1	3	2	1	1	1	1	2	1
<i>Alchemilla vulgaris</i>	F	d	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1	1	3
<i>Trifolium pratense</i>	F	d	1	2	1	1	2	3	1	3	1	2	2	3
» <i>repens</i>	F	d	1	2	1	2	2	3	1	1	2	2	2	3
<i>Lotus corniculatus</i>	F	(i)	1	1	+	+	2	2	2	2	2	2	2	3
<i>Viola calcarata</i>	(N)	m	1	1	+	+	2	1	1	—	1	—	3	—
<i>Ligusticum mutellina</i>	F	(d)	1	1	+	+	1	1	1	2	2	2	1	2
<i>Vaccinium vitis idaea</i>	N	m a	1	—	+	—	1	—						
» <i>myrtilus</i>	N	m a	1	—	1	—	1	—						
<i>Calluna vulgaris</i>	N	m a	1	—	1	—	2	—						
<i>Soldanella alpina</i>	F	m	1	1	2	1	2	2	2	1	3	2	3	2
<i>Gentiana Kochiana</i>	N	m a	2	—	2	—	3	—	2	—	2	—	3	—
<i>Bartsia alpina</i>			1	1	1	+	1	1	1	—	1	—	1	—
<i>Euphrasia minima</i>		m	1	—	1	—	3	—	1	—	2	—	3	—
<i>Plantago montana</i>	F	(d)							1	1	1	1	2	1
» <i>alpina</i>	N	i a	2	1	3	1	3	1	3	1	3	2	3	1
<i>Galium pumilum</i>									1	1	+	+	1	1
<i>Campanula barbata</i>	N	i a	2	1	2	+	3	1	1	—	+	—	2	—
» <i>Scheuchzeri</i>	F	(d)	1	1	1	1	2	3	1	1	2	1	3	3
<i>Bellidiastrum Michellii</i>	F	m							1	—	+	—	1	—
<i>Homogyne alpina</i>	N	m a	1	1	1	+	2	1	1	1	1	+	2	1
<i>Arnica montana</i>	N	m a							1	1	1	1	2	1
<i>Leontodon pyrenaicus</i>	N	(i) a	2	1	3	3	3	1	1	1	2	2	3	2
» <i>hispidus</i>	F	i	1	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2
<i>Crepis aurea</i>	F	i	1	1	2	2	2	2	2	2	3	3	2	2
<i>Hieracium auric. u. pilos.</i>	N	m a	1	—	2	—	3	—	1	—	1	—	2	—

habe ich früher für Nardeta des Hohgantgebietes,¹ die seit Jahrzehnten nicht mehr genutzt worden sind, festgestellt.

2. Beeinflussung durch Volldüngung ohne Kalk. Die Versuchsflächen 2 und 7 erhielten NPK-Düngung von folgender Zusammensetzung :

Ammoniumsulfat (20,7 %)	= 2 kg pro Are
Kalisalz (32,6 % K ₂ O)	= 4 kg pro Are
Superphosphat (18,2 % Gesamt P ₂ O ₅)		= 5 kg pro Are

Die Düngung wurde mit Einschluss des Randes für eine Fläche von 2,5 m² berechnet und gleichmässig über den Rasen ausgestreut. Für die Beratung bei der Düngung und die Mithilfe bei der Beschaffung der Dünger möchte ich Herrn Dr. E. Truninger, Vorstand der eidg. agrikulturchem. Versuchsanstalt Liebefeld in Bern, meinen besten Dank sagen. Von 1932 an wurde an Stelle des Superphosphates Sinterphosphat der Firma Calcium AG. Bipp verwendet, den uns die Firma in verdankenswerter Weise für die Versuche in der Versuchsweide gratis zur Verfügung stellte.

Die Düngungen erfolgten im Juli und August 1929, Juni und September 1930 und von 1932 an regelmässig im Juni jedes Jahres. Die Düngung von 1930 fiel in V. F. 7 aus, und im Jahre 1931 wurde gar nicht gedüngt.

Durch die Düngung wurde eine vollständige Umänderung des Rasens nach Abundanz, Dominanz und Vitalität bewirkt (s. Tab. 1). In dichtem, hohem Bestande wuchsen die Futtergräser *Festuca rubra commutata*, *Phleum alpinum* und *Agrostis capillaris* auf und mit ihnen *Trifolium pratense* und *T. repens*. Der Rasen erreichte eine Höhe von etwa 30 cm, die Halme der Gräser meist 60—80 cm. Das vordem herrschende *Nardus stricta* verschwand beinahe und mit ihm die übrigen Magerkeitszeiger. *Agrostis rupestris*, *Gymnadenia albida*, *Vaccinium myrtillus*, *Vaccinium vitis idaea*, *Calluna vulgaris*, *Gentiana Kochiana*, *Hieracium auricula* (und *H. pilosella*) sind nach 5- resp. 3maliger Düngung nicht mehr aufzufinden; *Campanula barbata*, *Potentilla erecta*, *Homogyne alpina*, *Plantago alpina* sind spärlich geworden. Nicht wesentlich in Dominanz und Abundanz beeinträchtigt erscheinen *Potentilla aurea*, *Sieversia montana*, *Arnica montana*, *Leontodon pyrenaicus*. Doch weisen auch diese Arten, besonders deutlich *Arnica*, eine verringerte Vitalität auf, die im Laufe der Zeit zu zahlenmässigem Rückgange führen würde. Auch manche der nicht zum charakteristischen Inventar des Nardetums zählenden Arten verschwinden, so *Selaginella*, *Carex ornithopoda*, *Tofieldia calyculata*, *Cerastium strictum*, *Arabis corymbiflora*, *Bellidiastrum Michellii* oder gehen stark zurück, wie *Ranunculus montanus*, *Soldanella alpina*. Die Milchkräuter *Leontodon hispidus* und *Crepis aurea* nehmen nur wenig zu. (Vgl. Taf. 25, Abb. 1.)

Zahlenmässig ist die Rasenveränderung nicht leicht zu fassen, was mit der angewandten Untersuchungsmethode zusammenhängt (s. S. 634).

¹ Lüdi, W.: Pflanzengeographische Streifzüge im Hohgantgebiet. Mitt. Naturf. Ges. Bern 1933, 1934 (135—188; s. im bes. S. 185).

Auffallend ist in erster Linie der Rückgang der Artenzahl. Diese ging in Probefläche 2 von 37 auf 27 zurück, in Probefläche 7 von 44 auf 27, was einem mittleren Rückgange von 32 % entspricht. Wir haben bereits festgestellt, dass dieser Rückgang bedingt ist durch das Verschwinden von Arten der Magerwiese, sowohl solchen der Frischwiese als auch des Nardetums, dem keine Neueinwanderung von düngerliebenden Arten gegenübersteht.

Zur genaueren Feststellung der Veränderungen wurde versucht, in der Tabelle 1 die Konstituenten des Rasens der Probeflächen weiterhin zu gliedern. In der ersten Kolonne sind, soweit es möglich war, die Arten der frischen Rasen (= F, zur Hauptsache solche des Agrostideto-Festucetum rubrae commutatae) und des Nardetum (= N) ausgeschieden worden. In der zweiten Kolonne erfolgte die Ausscheidung nach den Bodenansprüchen, soweit diese bekannt sind oder aus den Versuchen klar hervorgehen, und zwar wurden unterschieden: düngerliebende, nutriphile Arten (= d), düngerfliehende, nutriphobe Arten (= m), in bezug auf NPK-Düngung indifferente Arten (= i; mehrere von ihnen erfahren durch die Düngung eine Stimulierung des vegetativen Gedeihens) und azidiphile Arten (= a). Wir haben nun die Zahlenwerte in den Kolonnen für die verschiedenen Artenkategorien zusammengezählt und miteinander verglichen (Berechnung auf 100 %) und bringen in Tabelle 2 die wichtigsten Werte.

Tabelle 2.
Veränderung des Nardetum-Rasens durch NPK-Düngung
(Mittelwerte der Probeflächen 2 und 7).

	Frischwiese Deckung	Nardetum Deckung	Frischwiese Vitalität	Nardetum Vitalität	Nutriphile Arten Deckung	Nutriphobe Arten Deckung	Nutriphile Arten Deckung	Azidiphile Arten Deckung
1928	47	53	46	54	23	77	22	78
1932	74	26	75	25	75	25	64	36

Der Vergleich der Frischwiesen- und Nardetum-Arten gibt sowohl für die Deckung als auch für die Vitalität¹ beinahe übereinstimmende Werte. 1928 halten sich die beiden Gruppen ungefähr die Waage und 1932 fallen auf die Frischwiese rund $\frac{3}{4}$, auf das Nardetum $\frac{1}{4}$ der Zahleneinheiten. Die Verschiebung kommt zur Hauptsache von der Abnahme der Nardetum-Werte in den Bestandesaufnahmen, während die Frischwiesenzahlen nur wenig zugenommen haben. Es sind eben neben den Frischwiesen-Arten, die ein starkes Zunehmen aufweisen, eine ganze Anzahl hierher gestellter Arten im Rasen verschwunden, so dass sich

¹ Die hier nicht gebrachten Abundanzwerte verhalten sich ebenso.

für die Frischwiesen-Arten Gewinn und Verlust annähernd aufheben. Schärfer wird die Ausprägung, wenn wir die nutriphilen Arten mit den nutriphoben vergleichen, weil hier die verschwundenen Frischwiesen-Arten unter die Gruppe der nutriphoben fallen. Einer Zunahme der Düngerpflanzen auf etwas über den dreifachen Wert steht eine genau entsprechende Abnahme der düngerfliehenden Arten gegenüber. Etwas kleiner werden die Werte, wenn wir die azidiphilen Arten mit den nutriphilen vergleichen. Das kommt daher, dass nicht alle azidiphilen Arten zugleich nutriphil sind.

Aber auch diese letzteren Vergleiche geben kein richtiges Bild der Veränderungen, die in Wirklichkeit bedeutend grösser sind. Die Deckungszahlen vom Werte 1, die auch dann angewendet wurden, wenn nur eines oder einige Exemplare der betreffenden Art, ohne jeden Deckungswert, in der Probefläche vorhanden waren, treten zu stark hervor, die grossen Zahlen zu wenig stark.

Die festgestellte Rasenveränderung ist ein sehr komplexer Vorgang und nur teilweise der direkten Düngewirkung zuzuschreiben. Direkte Wirkung des Düngers liegt in erster Linie da vor, wo eine Art sich ausbreitet, also in der Konkurrenzkraft gegenüber ihren Mitbewerbern begünstigt wird. Bei den im Rückgange befindlichen Arten ist direkt schädigende Einwirkung des Düngers möglich, aber nicht in jedem Falle anzunehmen. Auch die Mahd kann einzelne Arten schädigen. Vor allem wirkt jedoch die Ausbreitung der durch die Düngung begünstigten Arten auf die weniger oder nicht begünstigten hemmend ein, indem das Gleichgewicht im Wettbewerb um den Raum gänzlich verschoben wird. Die kräftig wachsenden Arten, namentlich die Gräser, breiten unter der Erde ihr Wurzelwerk auf Kosten der übrigen aus, und über dem Boden wird durch den hohen, dichten Wuchs die Beschattung der kleineren Arten so stark, dass die Lichtarten, zu denen manche Art des Nardetums und der ungedüngten Frischwiese gehört, erstickt werden.

Einzelne Nardetum-Arten, wie *Plantago alpina*, *Campanula barbata*, *Sieversia montana*, *Potentilla erecta*, *Carex pallescens*, ertragen die NPK-Düngung recht gut, wie aus ihrem Verhalten auf den neu-besiedelten Flächen hervorgeht. Sie sind wohl azidiphil aber nicht nutriphob. Die Bodenazidität aber wurde in diesem Versuch nicht verändert. Dagegen scheut die Mehrzahl von ihnen die starke Beschattung im hochwüchsigen Bestande. Manche Arten der Frischwiese erweisen sich gegen die NPK-Düngung empfindlicher als gegen die beträchtliche Azidität unseres Nardetum-Bodens, was sicher grossenteils den veränderten Konkurrenzbedingungen zuzuschreiben ist.

Wir wollen noch einige besondere Fälle näher betrachten. *Crepis aurea* und *Leontodon hispidus* werden durch die Düngung an und für sich begünstigt und durch die Mahd kaum beeinflusst oder sogar gegenüber den hochwüchsigen Arten gefördert (Freilegung der Blattrosetten),

Tabelle 3.
Heuertrag der Versuchsflächen (g pro m²/Jahr, bei 105° getrocknet).

Art des Bestandes		Nardetum													
Art der Beeinflussung	Nr. der Versuchsflächen	Mähd		Volldüngung ohne Ca		Ca-Düngung		Neubesiedlung nach Schälten		Um-graben		Saat ohne Düngung			Saat + Düngung
		6	8	2	7	10	37	41	3	1	5	9	4	42	
1931	26	21	378	216	86	271	15	31	49	10	46	276	255		
1932	86	109	449	297	192	290	25	65	51	16	1	304	308		
1933	32	33	341	326	90	257	14	21	14	14	32	322	276		
1934	31	58	221	301	130	110	4	15	5	2	44	222	236		
Mittel	44	55	347	285	125	232	15	33	30	10	47	281	269		

¹ Wert unbrauchbar.

Art des Bestandes		Nardetum						Festucetum						Seslerieto-Semperviretum			
Art der Beeinflussung	Nr. der Versuchsflächen	Entfernung der Magerkeitszeiger mit D.		Mähd + D.	Mähd ohne Düngung	Stampfen der linken Hälfte			Mähd ohne Düngung	Mähd mit Düngung							
		43	44			39	29	38			30 l.	30 r.	40 l.	40 r.	15	17	12
1931	281	60	336	98	123	59	96	82	144	223	263	303	320				
1932	344	68	414	191	241	313	314	119	198	120	172	234	214				
1933	330	38	360	117	227	101	163	95	108	171	217	268	267				
1934	298	37	354	99	163	114	111	98	150	171	217	268	267				
Mittel	313	51	366	126	188	91	123	98	150	171	217	268	267				

erleiden aber eine scharfe Schädigung durch die dicht und hoch aufwachsenden Gräser und Kleearten. Deshalb gehen diese Arten in den gedüngten Versuchsflächen gelegentlich sogar zurück (s. Tab. 9).

Durch ein ähnliches Wechselspiel von Düngung und Konkurrenz ist wohl das in den verschiedenen Versuchsflächen so widersprechende Verhalten von *Ligusticum mutellina* zu erklären.

Carex sempervirens, deren Vorkommen in unseren gedüngten Nardetum-Flächen nur unbedeutende Veränderungen zeigt und allgemein in den gedüngten Flächen bald begünstigt, bald geschädigt erscheint (s. auch im *Seslerieto-Semperviretum*), ist eine Art, deren vegetatives Gedeihen auf den Nardetum-Weiden der Schinigeplatte durch Düngung auffallend gefördert wird. Üppig und dunkelgrün heben sich ihre Horste an den Stellen mit Kuhmistdüngung aus dem gelblichgrünen Nardetum-Rasen hervor. Sie nehmen aber starken Schaden, wenn an Stelle von *Nardus* die hochwüchsigen Futtergräser aufwachsen und beschattend wirken. In V. F. 12 (Tab. 12) ist die Art seit 1932 stark zurückgegangen.

Die Entwicklung des Rasens ist in unseren mit NPK-Düngung versehenen Versuchsflächen von der Magerwiese zur Frischwiese hin erfolgt, und zwar zu einem artenarmen Typ mit vorherrschendem, dichtem und hohem Graswuchse, den wir als *Agrostideto-Festucetum rubrae commutatae* bezeichnen können. Der Rasen steht der eigentlichen subalpinen Fettwiese bereits nahe; doch fehlen ihm eine Anzahl für diese charakteristische Arten, deren Einwanderung dem Zufalle anheimgestellt ist.

Natürlich ist der Gang der im Experiment festgestellten Entwicklung von dem Vorhandensein der Frischwiesen-Arten im Nardetum-Rasen abhängig. Fehlen sie, so kann die beste Düngung aus dem Nardetum keine Frischwiese hervorrufen, oder die Umwandlung ist doch auf gelegentliche und zufällige Neueinwanderung angewiesen und benötigt viel Zeit. In unseren Versuchsflächen waren noch verhältnismässig reichliche Reste des *Festucetum* vorhanden. Aber auch in dem ausgeprägten Nardetum sind in der Regel, wenigstens im Gebiete der Schinigeplatte, noch viele schwächliche, unauffällige Sprosse der Frischwiese eingestreut, namentlich *Festuca rubra* (oft nur Sprosse aus einem oder zwei Blättern), aber auch *Agrostis capillaris*, *Phleum alpinum*, *Trifolium repens*, *Trifolium pratense*, *Lotus corniculatus*, die nach der Düngung in unglaublich kurzer Zeit hervorsprossen und sich ausbreiten. *Trifolium repens* gelangt auf Schinigeplatte nur mit Düngung richtig zur Blütenbildung, und auch bei *Agrostis* tritt die Blütenbildung in diesem Falle viel allgemeiner und früher ein.

Was den Heuertrag anbetrifft, so kommen sich die beiden Versuchsflächen sehr nahe (s. Tab. 3), wenn wir berücksichtigen, dass in

Tabelle 4.

Nardetum: Veränderung in der floristischen Zusammensetzung der mit Ca gedüngten Versuchsflächen 10 und 37 in den Jahren 1928—1932.
(Erklärung der Zeichen s. S. 634.)

	V. F. 10						V. F. 37					
	D.		A.		V.		D.		A.		V.	
	28	32	28	32	28	32	28	32	28	32	28	32
<i>Selaginella selaginoides</i>	1	—	1	—	3	—						
<i>Phleum alpinum</i>							1	1	1	1	2	2
<i>Agrostis capillaris</i>	1	1	+	1	2	2	1	1	+	2	1	2
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	1	1	3	2	2	2	1	1	2	2	2	2
<i>Poa alpina</i>	1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	2	3
<i>Festuca rubra commutata</i>	2	3	3	5	2	2	1	3	2	5	2	2
<i>Nardus stricta</i>	4	1	3	1	3	2	5	2	4	2	3	2
<i>Carex ornithopoda</i>	1	1	+	+	2	2	1	—	+	—	1	—
» <i>capillaris</i>	—	1	—	+	—	2						
» <i>sempervirens</i>	1	1	1	1	1	2						
<i>Luzula multiflora</i>	1	1	+	+	2	2	1	1	1	1	2	2
<i>Crocus albiflorus</i>	—	1	—	2	—	2	—	1	—	3	—	3
<i>Gymnadenia albida</i>	1	1	+	+			1	1	1	1	3	3
<i>Coeloglossum viride</i>	1	1	+	+								
<i>Salix retusa</i>	1	—	+	—	2	—						
<i>Rumex arifolius</i>							1	1	+	+	2	2
<i>Polygonum viviparum</i>	1	1	1	+	2	2	1	1	1	1	3	2
<i>Cerastium caespitos.</i>							—	1	—	3	—	2
<i>Ranunculus mont. u. breyn.</i>	1	1	2	1	3	2	1	2	2	3	2	2
<i>Potentilla aurea</i>	2	1	3	+	3	1	1	1	2	2	3	2
<i>Sieversia montana</i>	1	—	+	—	1	—	1	1	+	1	1	1
<i>Alchemilla vulgaris</i>	1	—	1	—	2	—	2	1	2	1	3	2
<i>Trifolium pratense</i>	1	2	1	1	2	3	1	3	1	3	2	3
» <i>repens</i>	1	1	+	1	1	2	1	3	1	3	1	3
» <i>Thalii</i>	1	1	+	+	2	3						
» <i>badium</i>	—	1	—	1	—	2						
<i>Anthyllis vulneraria</i>	1	1	+	+	1	2						
<i>Lotus corniculatus</i>	2	4	2	4	3	3						
<i>Polygala alpestre</i>	1	1	+	1	2	3						
<i>Viola calcarata</i>	1	—	1	—	2	—	1	—	1	—	2	—
<i>Ligusticum mutellina</i>	1	1	2	3	1	1	1	1	2	1	1	1
<i>Vaccinium myrtillus</i>	1	1	+	+	1	1						
<i>Soldanella alpina</i>	1	1	2	3	2	3	1	1	2	+	2	2
<i>Gentiana purpurea</i>							1	1	1	+	2	1
» <i>Kochiana</i>	2	1	2	1	3	2	1	1	1	+	3	1
» <i>campestris</i>	1	—	+	—								
<i>Bartsia alpina</i>	1	1	+	1	2	2						
<i>Euphrasia minima</i>	1	1	4	+	3	2						
<i>Galium pumilum</i>	1	1	1	2	2	3						
<i>Plantago alpina</i>	3	2	3	3	3	2	2	2	3	2	3	2
<i>Campanula barbata</i>	2	1	2	2	3	2	1	—	+	—	3	—
» <i>Scheuchzeri</i>	1	1	2	3	3	3	1	1	+	2	2	3
<i>Bellidiastrum Michelii</i>	1	1	+	+	1	1	1	—	+	—	1	—
<i>Homogyne alpina</i>	1	1	1	+	2	1						
<i>Arnica montana</i>							1	1	+	+	3	1
<i>Leontodon pyrenaicus</i>	1	1	2	2	2	2	2	1	3	3	3	2
» <i>hispidus</i>	3	3	3	4	3	3	1	1	1	2	2	2
<i>Crepis aurea</i>	2	3	3	4	2	2	1	2	2	3	2	2
<i>Hieracium auric. u. pilos.</i>	1	—	1	—	1	—						

V. F. 2 die Düngung zweimal ausgefallen ist. Mit rund 350 g pro m²/Jahr ist der Heuertrag etwa 7mal grösser als bei den ungedüngten Versuchsflächen, wobei vom wirtschaftlichen Gesichtspunkte erst noch die bessere Futterqualität zu berücksichtigen ist. Der dauernde Heuertrag dürfte bei dieser Düngung etwa 300 g pro m²/Jahr betragen. Im Frischgewichte ist der Unterschied gegenüber der ungedüngten Weide noch grösser, da das Gras der gedüngten Wiese wesentlich wasserreicher ist.

3. Beeinflussung durch Kalkdüngung. Die Versuchsflächen 10 und 37 erhielten eine Düngung mit Kalziumkarbonat.

Bei jeder Düngung wurden 500 g (= 20 kg pro Are) Kalkfeinmehl mit einem Karbonatgehalt von über 95 % ausgestreut. Die Düngungen erfolgten zur gleichen Zeit und auf gleiche Weise, wie für Versuchsfläche 2 (S. 637) angegeben worden ist. Im Herbst 1931 erfolgte die erste Mahd, die sich dann jeweilen im August wiederholte.

Auch diese Art der Beeinflussung hatte eine ausgesprochene Veränderung des Rasens zur Folge (s. Tab. 4). Dieser blieb niedrig (zirka 10 cm), aber sehr dicht. *Nardus* und die andern azidiphilen Arten gehen stark zurück und zeigen herabgesetzte Vitalität. Einige sind ganz verschwunden (*Sieversia montana*, *Hieracium auricula* in V. F. 10, *Campanula barbata* in V. F. 37). Auf den Blättern von Arnica war mehrmals nach dem Ausstreuen des Kalkes eine deutliche Schädigung zu bemerken (Auftreten brauner Flecken). Auch *Salix retusa*, *Alchemilla vulgaris* (V. F. 10), *Carex ornithopoda*, *Bellidiastrum* (beide V. F. 37), *Viola calcarata*, *Gentiana campestris* sind verschwunden. Alle diese letztgenannten Arten waren schon 1928 spärlich vorhanden. *Plantago alpina* erhielt sich mit leichter Abnahme. Dagegen nahmen *Trifolium pratense*, *Trifolium repens*, *Lotus*, *Festuca rubra* (wenig Halme) stark zu, und eine leichtere Zunahme ist auch bei *Leontodon hispidus* und *Crepis aurea* festzustellen. (Vgl. Taf. 25, Abb. 1.)

Alles in allem ist bei der blossen Kalkdüngung die Umwandlung des Rasens und die Auslese der Arten wesentlich weniger ausgeprägt als bei der NPK-Düngung. Namentlich ist der Rückgang der sogenannten azidiphilen Arten weniger stark, trotzdem die Bodenazidität merklich abnahm (s. S. 673).

Der Heuertrag (s. Tab. 3) betrug im Mittel 180 g pro m²/Jahr, wobei die Versuchsfläche 37 sich wesentlich besser stellte als die Versuchsfläche 10. Gegenüber den ungedüngten Flächen wurde die Zusammensetzung des Rasens in hohem Masse verbessert und der Ertrag auf das 3½fache gesteigert. Da diese Verbesserung aber durch Mobilisierung der im Boden vorhandenen Nährstoffe (Basenaustausch, Abnahme der Azidität) hervorgerufen ist, kann sie nicht dauernd sein und muss in einen Erschöpfungszustand des Bodens ausmünden.

Tabelle 5.

Nardetum: Natürliche Neubesiedlung der geschälten Versuchsfläche 41 und der geschälten und umgegrabenen Versuchsfläche 3 in den Jahren 1928—1932 (resp. 1935). (K = Keimlinge; weitere Erklärung der Zeichen s. S. 634.)

	V. F. 41			V. F. 3				
	1932			1932			1935	
	D.	A.	V.	D.	A.	V.	D.	A.
<i>Phleum alpinum</i>	1	+	1	1	1	2	1	2
<i>Agrostis rupestris</i>	1	+	3	1	+	2	—	—
» <i>capill.</i> u. <i>Anthox.</i>	1	2	2	1	2	2	2	4
<i>Poa alpina</i>				1	+	2	1	1
<i>Festuca rubra comm.</i>	1	2	2	1	2	2	3	5
<i>Nardus stricta</i>	1	+	1	1	+	1	1	1
<i>Carex diversicolor</i>	1	+	1	1	+	2	1	2
<i>Luzula multiflora</i>	1	+	3	1	+	3	1	1
<i>Crocus albiflorus</i>	1	2	2	1	2	3	1	2
<i>Gymnadenia conopsea</i>				1	+		—	—
<i>Salix retusa</i>	1	+	1	1	+	1	1	+
<i>Polygonum viviparum</i>	1	+	1	1	1	2	1	+
<i>Sagina saginoides</i>	1	+	2					
<i>Ranunculus montanus</i>	1	+	1	1	+	2	1	1
<i>Potentilla aurea</i>	1	+	2	1	1	2	2	2
» <i>erecta</i>				1	1	2	1	1
<i>Sieversia montana</i>	1	+	2	1	+	K	—	—
<i>Alchemilla vulgaris</i>				1	+	2	1	1
<i>Trifolium pratense</i>				1	1	2	2	1
» <i>repens</i>				1	+	2	1	1
<i>Anthyllis vulneraria</i>				1	+	2	1	+
<i>Lotus corniculatus</i>	1	+	1	1	+	1	1	1
<i>Viola calcarata</i>				1	+		1	+
<i>Ligusticum mutellina</i>	2	4	2					
<i>Vaccinium vitis idaea</i>				1	+	1	1	1
» <i>myrtillus</i>				1	+	1	1	1
<i>Soldanella alpina</i>	1	+	2	1	+	K	1	+
<i>Gentiana Kochiana</i>	1	1	2	1	+	K	—	—
<i>Plantago montana</i>				1	+	2	1	+
» <i>alpina</i>	5	5	3	3	5	3	4	5
<i>Euphrasia minima</i>	1	2	3					
<i>Campanula barbata</i>	2	1	3	1	1	3	1	1
» <i>Scheuchzeri</i>				1	1	3	1	1
<i>Scabiosa lucida</i>							1	1
<i>Homogyne alpina</i>	1	+	2					
<i>Arnica montana</i>	2	1	3					
<i>Leontodon pyrenaicus</i>	1	2	2	1	1	2	1	+
» <i>hispidus</i>				1	1	2	1	1
<i>Crepis aurea</i>	3	5	2	1	1	2	2	3
<i>Hieracium auric.</i> u. <i>pilos.</i>				1	+	2	—	—
Nackter Boden	3			5			1	

4. Entfernung des Rasens und natürliche Neubesiedelung. In den Versuchsflächen 3 und 41 wurde im Oktober 1928 der Rasen durch Schälen mit der Hacke entfernt.

Das Abhacken geschah ganz flach, so dass nur die obersten 2—3 cm des Bodens mit dem dicht verfilzten Wurzelwerk und der starken Anreicherung an Humusstoffen in Wegfall kamen. Die Versuchsfläche 3 wurde daraufhin vollständig sich selber überlassen, die Fläche 41 bis in rund 15 cm Tiefe gründlich durchgehackt, alle Wurzeln und Wurzelstöcke herausgelesen, der Boden verfeinert, ausgeebnet, etwas angedrückt und daraufhin ebenfalls sich selber überlassen.

Der entfernte Rasen war mageres Nardetum, ähnlich dem der Versuchsfläche 2 (Tab. 1); in der Versuchsfläche 3 enthielt er reichlich *Vaccinium myrtillus*, *Vaccinium vitis idaea*, *Calluna* und etwas *Gentiana purpurea*. Die Neubesiedelung der beiden Versuchsflächen zeigte charakteristische Unterschiede.

In der Versuchsfläche 41 blieben viele Rhizome und Wurzeln der tiefer wurzelnden Arten erhalten und konnten neue Triebe bilden, so vor allem *Plantago alpina*, wo oft aus dem Kopfe der Pfahlwurzel eine ganze Anzahl von Blattrosetten entstanden. Ebenso erhielten sich *Crocus albiflorus*, *Ligusticum mutellina*, *Campanula barbata*, *Crepis aurea* und in geringerem Masse *Agrostis capillaris*, *Festuca rubra*, *Arnica montana*, *Soldanella alpina* und andere Arten. *Nardus*, *Luzula multiflora*, *Sieversia montana*, *Potentilla aurea*, *Gentiana Kochiana* wurden sozusagen restlos entfernt. So bedeckte sich die Fläche rasch mit einem verhältnismässig guten Rasen. Im August 1929 waren 50 % der Fläche mit zahlreichen kleinen Individuen bedeckt, im Juni 1931 waren es 80 % (s. Photographie Taf. 26, Abb. 1). Die Entwicklung schritt dann langsam weiter (vgl. Abb. 2, S. 653); der Rasen blieb niedrig (2—5 cm hoch) und mager; das Blühen war schwach. Dominant blieb vorerst *Plantago alpina*; reichlich waren auch *Crepis aurea* und *Ligusticum mutellina* vorhanden. Die Gräser traten zurück. Auch die azidiphilen Nardetum-Arten breiteten sich nicht wesentlich aus (vgl. Tab. 5 für das Jahr 1932). Bis zum Herbst 1935 war der Rasen noch ganz mager geblieben; doch hatten sich die Gräser, namentlich *Festuca rubra comm.*, stark ausgebreitet. Von Azidiphilen war *Gentiana Kochiana* reichlich eingewandert; *Nardus* wurde nicht gefunden.

Der Heuertrag war praktisch gleich Null (15 g pro m² im Mittel von 4 Jahren) und zeigte mit den Jahren eine deutliche Abnahme. Was diesem Rasen fehlt, ist die Düngung. Die Vorbedingung für die Ausbildung eines guten Rasens war nach dem Schälen gegeben. Sie ist abhängig davon, dass im Nardetum-Rasen eine genügende Zahl von Sprossen der Frischwiesen-Arten, die beim Schälen erhalten bleiben, vorhanden sind. Das haben die gleichartigen Untersuchungen in der Versuchswaide, die mit 20 Versuchsflächen ausgeführt wurden, sehr deutlich gezeigt.

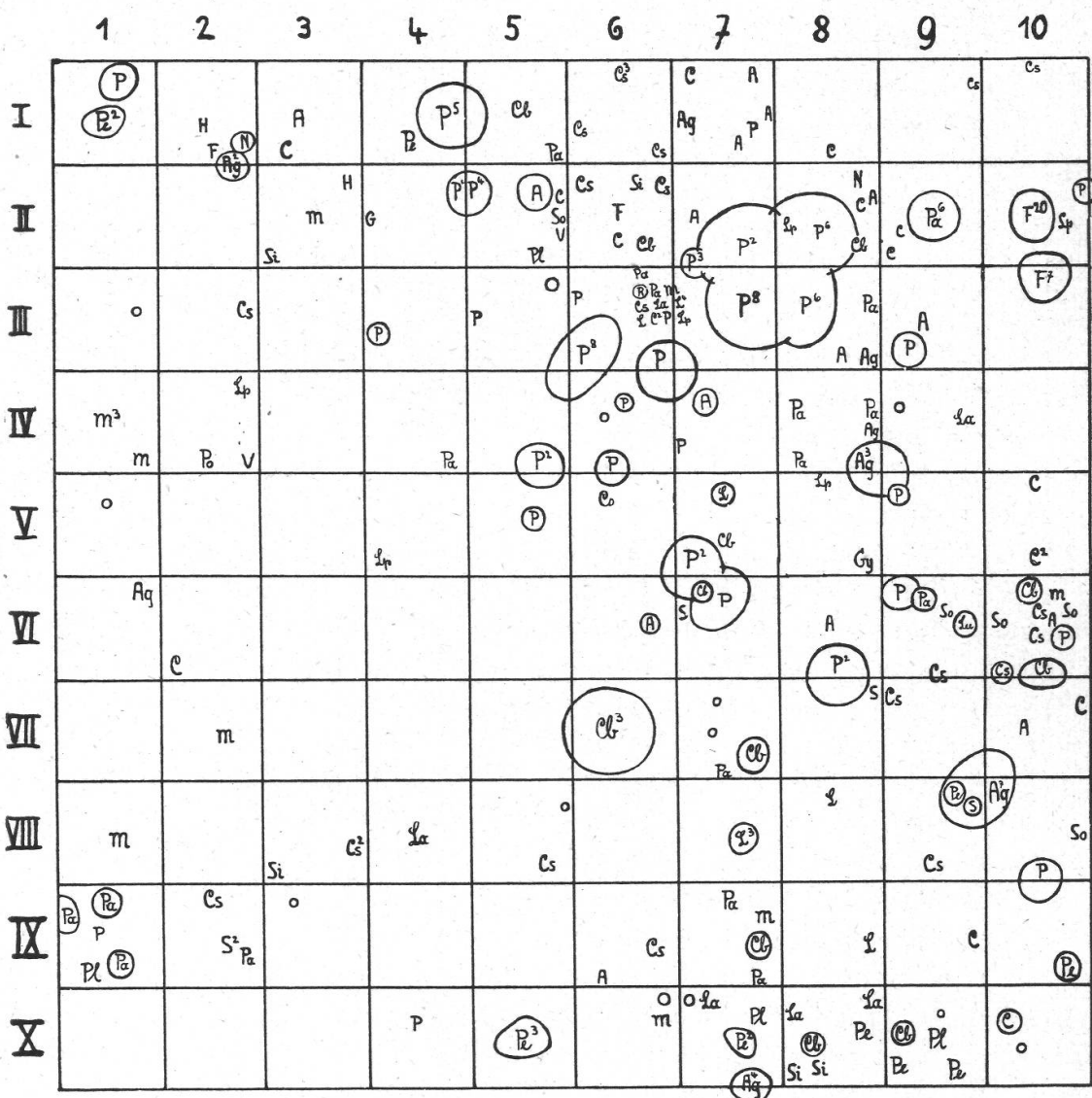


Abbildung 1.

Natürliche Neubesiedlung der Versuchsfläche 3, 1 Jahr nach dem Umgraben.

- | | | |
|--|--------------------------|--------------------------|
| A : Alchemilla vulgaris | Gy: Gymnadenia albida | Pe: Potentilla erecta |
| Ag: Agrostis tenuis (und Anthoxanthum) | H : Hieracium Auricula | Pl : Polygonum viviparum |
| C : Crepis aurea | L : Lotus corniculatus | Po : Poa alpina |
| Cb: Campanula barbata | La: Leontodon hispidus | R : Ranunculus montanus |
| Co : Carex ornithopoda | Lp: Leontodon pyrenaicus | S : Salix retusa |
| Cs: Campanula Scheuchzeri | Lu: Luzula multiflora | Si : Sieversia montana |
| F : Festuca rubra | M : Vaccinium Myrtillus | So : Soldanella alpina |
| G : Gentiana Kochiana | N : Nardus stricta | V : Viola calcarata |
| | P : Plantago alpina | o : unbestimmt |
| | Pa: Potentilla aurea | |

Die Umrisslinien geben die Flächendeckung der einzelnen Individuen oder Individuengruppen, die Exponenten der Buchstaben die Zahl der Sprosse.

In der Versuchsfäche 3 waren nach der Behandlung die meisten Rhizome und Wurzeln entfernt. Deshalb war die Neubesiedlung zur Hauptsache auf den natürlichen Samenanflug angewiesen, und das Aufkommen von Keimlingen ging in den ersten Jahren langsam vor sich. Erst 1932 keimte eine bedeutende Menge von *Plantago*-Samen, die von Individuen der Versuchsfäche stammten, aus. Für die wenigen Individuen, die aus erhaltenen Rhizom- oder Wurzelstücken aufwachsen konnten, bildete der gründlich durchgearbeitete Boden einen günstigen Wuchsplatz, und es erstand eine Anzahl schöner und reichlich blühender Einzelpflanzen, namentlich von *Plantago alpina*. Und ganz allgemein war die Vitalität der Ansiedler auf dieser Versuchsfäche günstiger als auf Fläche 41. Im Sommer 1929 betrug die Deckung weniger als 10 %. Es wurden festgestellt: *Crocus* (zirka 25 Stück), *Plantago alpina*, *Potentilla aurea*, *Campanula barbata* (je einige Individuen), sowie je 1 Stück von *Carex sempervirens*, *Gymnadenia conopsea*, *Polygonum viviparum*, *Alchemilla vulgaris*, *Lotus*, *Crepis aurea*, *Leontodon hispidus* (s. Taf. 26, Abb. 2). Bis in den Spätherbst dieses Jahres fand eine wesentliche Zunahme statt (s. Zeichnung Abb. 1). Im Juni 1931 betrug die Deckung 35 %. Ein *Picea*-Keimling ging bald wieder ein. Langsam wuchsen verschiedene Arten durch den Rand in die Versuchsfäche hinein, so *Agrostis capillaris*, *Carex diversicolor* und *Trifolium repens*. Im Sommer 1932 betrug die Deckung 45 %. Für die floristische Zusammensetzung in diesem Zeitpunkt vgl. Tab. 5. Die Vegetation nahm in der Folge in gleichem Tempo zu (vgl. Abb. 2). Im Spätherbst 1935 wurde eine Deckung von 95 % festgestellt und die floristische Aufnahme (Tab. 5), obwohl infolge der vorgerückten Jahreszeit nicht vollständig, zeigt eine ausgesprochene Entwicklung gegen das Festucetum hin, während die Azidiphilen kaum Fortschritte gemacht hatten. Allerdings blieb der Rasen mager und niedrig.

Auch in dieser Versuchsfäche war der Ertrag praktisch gleich Null (Mittel von 4 Jahren 33 g pro m²/Jahr, s. Tab. 3), war aber wegen der stärkeren Vitalität der Ansiedler immerhin grösser als in der Versuchsfäche 41.

5. Ansaat eines neuen Rasens ohne und mit Düngung. Der Rasen der Versuchsfächen 1, 4, 5, 9, 42 wurde entfernt und der Boden vorbereitet, wie für Versuchsfäche 41 (S. 645) angegeben wurde. Der ursprüngliche Rasen war in allen Fällen *Nardetum*, in den Versuchsfächen 1, 4, 5 ähnlich, wie es für die Flächen 2 (Tab. 1) und 37 (Tab. 4) angegeben worden ist, in der Versuchsfäche 9 wie in den anstossenden Flächen 7 (Tab. 1) und 10 (Tab. 4).

Zur Aussaat wurden zwei Samenmischungen zusammengestellt, die sich in den Tabellen 6 und 7 verzeichnet finden. Die eine Mischung umfasste die wichtigeren Arten des *Nardetums*, dazu noch einige weitere Azidiphile; die andere Mischung bestand aus den

Tabelle 6.

Samenmischung der Nardetum-Wiese. (Mit Einschluss einiger weiterer azidiphiler Arten.)

	Herkunft	Keimkraft	Menge		Herkunft	Keimkraft	Menge
<i>Deschampsia flexuosa</i>	Ø	3	3	<i>Vaccinium vitis idaea</i>	Ø	2	2
<i>Avena versicolor</i>	Ø	0	1	<i>Vaccinium uliginosum</i>	Ø	3	2
<i>Nardus stricta</i>	Ø	3	3	<i>Calluna vulgaris</i>	Ø	2	3
<i>Luzula spicata</i>	Ø	3	1	<i>Empetrum nigrum</i>	Ø	3	1
<i>Luzula multiflora</i>	Ø	3	1	<i>Gentiana purpurea</i>	Ø	2	2
<i>Gymnadenia albida</i>	Ø	3	3	<i>Gentiana Kochiana</i>	Ø	3	2
<i>Anemone sulfurea</i>	Ø	2	3	<i>Pedicularis tuberosa</i>	Ø	1	3
<i>Anemone vernalis</i>	Ø	2	2	<i>Plantago alpina</i>	F, Ø	3	3
<i>Sieversia montana</i>	Ø	3	3	<i>Campanula barbata</i>	Ø	3	3
<i>Trifolium alpinum</i>	Ø	3	3	<i>Gnaphalium silv. var.</i>	Ø	3	1
<i>Astrantia minor</i>	Ø	3	3	<i>Homogyne alpina</i>	Ø	3	2
<i>Loiseleuria procumbens</i>	Ø	3	3	<i>Arnica montana</i>	Ø	3	3
<i>Arctostaphylos alpina</i>	Ø	2	2	<i>Leontodon pyrenaicus</i>	Ø	3	3

Tabelle 7.

Samenmischung der Frischwiese (Festucetum rubrae commutatae und einige Arten des Caricetum ferrugineae + indifferente Arten).

	Herkunft	Keimkraft	Menge		Herkunft	Keimkraft	Menge
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	F	0	3	<i>Trifolium pratense</i>	Ø	2	3
<i>Phleum alpinum</i>	Ø	3	3	» <i>Thalii</i>	F	3	2
<i>Agrostis capillaris</i>	F, Ø	0	3	» <i>badium</i>	Ø	2	3
<i>Briza media</i>	Ø	3	1	<i>Lotus corniculatus</i>	Ø	3	2
<i>Poa alpina</i>	F, Ø	{ F: 0 S: 3	3	<i>Phaca frigida</i>	Ø	3	2
<i>Festuca rupicaprina</i>	F	2	3	<i>Hedysarum obscurum</i>	Ø	3	2
<i>Festuca rubra comm.</i>	Ø	3	3	<i>Astrantia major</i>	Ø	2	1
<i>Festuca violacea</i>	F	3	3	<i>Ligusticum mutellina</i>	Ø	1	3
<i>Festuca pulchella</i>	F	3	2	<i>Chaeropyllum Villarsii</i>	F	0	2
<i>Paradisialia liliastrum</i>	Ø	1	2	<i>Gentiana campestris</i>	Ø	0	3
<i>Orchis globosus</i>	Ø	3	3	<i>Bartsia alpina</i>	Ø	0	3
<i>Polygonum bistorta</i>	F	1	2	<i>Plantago montana</i>	Ø	3	3
<i>Polygonum viviparum</i>	Ø	3	2	<i>Scabiosa lucida</i>	Ø	2	2
<i>Silene inflata</i>	Ø	3	2	<i>Phyteuma orbiculare</i>	Ø	3	3
<i>Trollius europaeus</i>	Ø	2	2	» <i>betonicifolium</i>	Ø	3	1
<i>Anemone alpina</i>	Ø	3	2	<i>Leontodon hispidus</i>	Ø	3	3
<i>Anemone narcissiflora</i>	Ø	1	3	<i>Crepis aurea</i>	Ø	2	3
<i>Ranuncul. breyn u. mont.</i>	Ø	3	3	» <i>pontana</i>	Ø	3	2
<i>Dryas octopetala</i>	Ø	3	3				

Herkunft: S = Schinigeplatte und Umgebung. F = Fürstenalp bei Chur.
 Keimkraft: 3 = gut (> 60 %), 2 = mittel (25–60 %), 1 = schwach (< 25 %), 0 = keine Keimungen im Versuch.
 Menge: 3 = reichlich, 2 = mittel, 1 = wenig.

wesentlichen Arten des *Festucetum rubrae commutatae* nebst einigen basiphilen Arten des *Caricetum ferrugineae*. Wir können die Nardetum-Mischung auch als Magerrasen-Mischung, die Festucetum-Mischung als Futterrasen-Mischung bezeichnen, wengleich die erstere auch einige wertvolle Futterpflanzen enthält (*Trifolium alpinum*, *Plantago alpina*), die zweite einige Unkräuter (z. B. *Ranunculus*, *Trollius*, *Dryas*, *Anemone*, *Polygonum*, *Orchis*).

Die meisten Samen waren auf Schinigeplatte, in der Umgebung des Alpengartens gesammelt worden (Herbst 1928, zum kleinen Teil Sommer 1929) und wurden von Neujahr bis Frühling 1929 in Mürren (1650 m Meereshöhe) an einem luftigen, aber trockenen, der Kälte ausgesetzten Orte überwintert, wofür ich Herrn H. Meyer, Lehrer, besten Dank sagen möchte. Einen kleinen Teil der Samen vermittelte mir in freundlicher Weise Herr Prof. Dr. A. Volkart in Zürich von der Fürstenalp.

Sämtliche Samen wurden von mir in Bern auf ihre Keimfähigkeit geprüft, wobei ich Fr. Dr. Clara Aellig für ihre Mithilfe bestens danken möchte. Die meisten Arten keimten in den Petrischalen auf feuchtem Filtrierpapier gut, vielfach vollständig aus, wengleich zum Teil erst innerhalb längerer Zeit.¹ Die Ergebnisse der Keimungsversuche sind in den Tabellen 5 und 6 zusammengestellt. Alle wichtigeren Arten keimten gut. Die negativen Ergebnisse dürfen nicht gewertet werden, da manche der untersuchten Arten im Versuche viel schwieriger keimen als am natürlichen Standort. So keimte zum Beispiel *Ligusticum mutellina* in den Versuchsflächen auf der Schinigeplatte recht gut.

Wie aus den Samentabellen ersichtlich ist, war der Anteil der einzelnen Arten ungleich, entsprechend den verschiedenen Möglichkeiten des Einsammelns; aber alle wichtigeren Arten waren reichlich vertreten. Zur Aussaat gelangten pro Versuchsfläche (2,5 m²) 60—70 g der Samenmischung, und zwar auf der Versuchsfläche 1 nur die Frischwiesenmischung, auf allen übrigen Nardetum- und Festucetum-Mischung zu gleichen Teilen.

Die S a a t erfolgte am 24. Juni 1929. Der Same wurde sorgfältig ausgestreut, leicht untergehackt, etwas Erde darübergestreut und der Boden angedrückt. Für einige Zeit wurden Tannäste darübergedeckt. Die Keimung konnte ruhig vor sich gehen. Eine wesentliche Abspülung trat in dieser Zeit nicht ein.

Am 9. August waren bereits viele Keimlinge aufgegangen, vor allem Gramineen. Auch einige Ausschlüge von im Boden verbliebenen Rhizomen waren vorhanden. Am 22. Juni 1930 zeigten die Versuchsflächen zahlreiche Keimlinge, die über den Winter gekeimt hatten und sich nun rasch entwickelten.

In diesem Zeitpunkte wurden die Versuchsflächen 4 und 42 gedüngt, und zwar mit Volldüngung ohne Kalk, wie sie für die Versuchsfläche 2 beschrieben worden ist (s. S. 637). Die Düngung wurde in den folgenden Jahren gleich wie für die Fläche 2 fortgesetzt. Die übrigen Flächen erhielten keine Düngung. Bereits Mitte August 1930 war eine deutliche Differenzierung zwischen gedüngten und ungedüngten Flächen festzustellen (s. Taf. 27). In beiden hatte die Deckung des Bodens

¹ Vgl. W. Lüdi: Keimungsversuche mit Samen von Alpenpflanzen. Mitt. Naturf. Ges. Bern 1932, 1933, Sitzungsber. Bern. Bot. Ges. XLVI—L.

Tabelle 8.

Nardetum: Neuberassung der geschälten und umgearbeiteten Versuchsflächen 1, 4, 5, 9, 42 in den Jahren 1929—1932 nach Aussaat einer Festucetum- (V.F. 1) oder Festucetum-Nardetum- (übr. V.F.) Samenmischung, ohne Düngung (V.F. 1, 5, 9) oder mit NPK-Düngung (V.F. 4, 42). Stand im Sommer 1932. (K = Keimlinge; Erklärung der weiteren Zeichen s. S. 634.)

	V. F. 1			V. F. 5			V. F. 9			V. F. 4			V. F. 42		
	D.	A.	V.	D.	A.	V.	D.	A.	V.	D.	A.	V.	D.	A.	V.
<i>Phleum alpinum</i>	1	3	2	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3	3
<i>Agrostis rupestris</i>	1	+	2							1	1	2			
<i>Agrostis capillaris</i> u. <i>Anthoxanthum</i> .	2	2	2	3	2	2	1	1	2	2	2	3	1	2	3
<i>Deschampsia flexuosa</i>				1	1	3				1	+	2	1	1	2
<i>Poa alpina</i>	2	4	3	1	1	2	3	4	3	2	3	3	2	5	3
<i>Festuca rupicaprina</i>							1	+							
» <i>rubra commutata</i>	4	5	2	3	4	1	2	4	2	4	5	3	4	5	3
<i>Nardus stricta</i>				1	+	1	1	1	1	1	+	1			
<i>Carex pallescens</i>													1	+	2
<i>Luzula multiflora</i>				1	+	2									
<i>Crocus albiflorus</i>	1	2	2	1	2	2	1	2	2	1	1	3	1	3	3
<i>Salix retusa</i>				1	+	1									
<i>Polygonum viviparum</i>										1	1	2			
<i>Silene inflata</i>	1	+	1				1	1	2	1	+	1	1	1	2
<i>Ranunculus montanus</i>	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1			
<i>Potentilla aurea</i>							1	1	2				1	+	1
» <i>erecta</i>				1	1	2				1	+	2			
<i>Sieversia montana</i>							1	+	2						
<i>Alchemilla vulgaris</i>	1	+	1	1	+	1	1	1	2	1	+	2	1	+	1
» <i>Hoppeana</i>				1	+	1									
<i>Trifolium pratense</i>	1	1	2	1	1	1	1	+	1	4	3	3	1	1	3
» <i>repens</i>	1	1	2							1	1	3	3	3	3
» <i>Thalii</i>													1	+	
» <i>alpinum</i>				1	2	2	1	2	3	1	1	1	1	+	1
» <i>badium</i>	1	1	2	1	+	1	1	1	2	2	2	3			
<i>Anthyllis vulneraria</i>				1	+	1									
<i>Lotus corniculatus</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2			
<i>Polygala chamaebuxus</i>				1	+	1									
<i>Viola calcarata</i>				1	+	2	1	+	2						
<i>Astrantia maior</i>							1	+	1						
<i>Ligusticum mutellina</i>	1	3	1	1	3	1	2	2	2	1	1	1	1	1	1
<i>Vaccinium myrtillus</i>				1	+	1									
<i>Gentiana purpurea</i>				1	+	1									
<i>Euphrasia minima</i>	1	4	3	1	1	2	1	1	3				1	+	2
<i>Pedicularis tuberosa</i>				1	1	1	1	1	2	1	+	1	1	1	1
<i>Plantago montana</i>							1	1	2						
» <i>alpina</i>	3	4	3	4	5	3	4	5	3	3	4	2	3	4	2
<i>Galium pumilum</i>				1	+	1									
<i>Campanula barbata</i>	1	+	1	1	+	1									
» <i>Scheuchzeri</i>	1	+	2	1	+	2				1	1	3			
<i>Arnica montana</i>				1	2	1	1	1	2	1	2	1	1	+	1
<i>Leontodon pyrenaicus</i>	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	2	1	3	2
» <i>hispidus</i>	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1
<i>Crepis aurea</i>	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1	+	2
Nackter Boden	4			4			3			1			1		

starke Fortschritte gemacht; aber während sie in den gedüngten Flächen bereits 80 % erreichte, betrug sie in den ungedüngten nur 50 % oder weniger (vgl. Abb. 2). In allen Versuchsflächen herrschte *Plantago alpina* vor, neben zahlreichen kleinen Grashorsten (*Festuca rubra comm.*, *Phleum alpinum*, *Poa alpina*, in den Flächen mit *Nardus*-Einsaat auch reichlich kleine *Nardus*-Pflanzen) und vielen Leguminosen-Keimlingen. In den gedüngten Flächen waren die Keimlinge wesentlich kräftiger entwickelt. Vereinzelt blühten verschiedene Arten, vor allem *Plantago alpina*, und in mehreren Flächen *Agrostis capillaris*, wohl alles Ausschlüsse von im Bogen verbliebenen Rhizomstücken.

Im Juni 1931 waren die gedüngten Flächen beinahe völlig gedeckt; *Plantago alpina* und die Grashorste hatten sich üppig entwickelt, *Plantago* und *Poa alpina* blühten allgemein und im Sommer auch andere Gräser. Vom Sommer 1932 an war der Rasen geschlossen, dicht und hochwüchsig (rund 25 cm hoch), reichhalmig. Die Gräser herrschten vor, in der Mischung mit Klee (s. Tab. 8, und Taf. 28, Abb. 2). *Plantago alpina* hielt sich reichlich, wurde aber im Sommer regelmässig vollständig überwachsen und ging infolgedessen langsam zurück.

In den ungedüngten Versuchsflächen machte in der Folge der Rasenschluss andauernd langsame aber gleichmässige Fortschritte. Im Frühling 1931 war die Deckung im Mittel wenig über 1/2 und noch 1934 betrug sie auf der V. F. 9, welche die besten Erträge abgab, nur 75%. Im Herbst 1935 war sie auf gut 95% gestiegen. Der Rasen blieb offen, mager, niedrig (± 5 cm) und bestand aus zahlreichen Zwergindividuen der gleichen Arten wie in den gedüngten Versuchsflächen s. Taf. 28, Abb. 1). Aber ihre Vitalität war gering; sie blühten schwach und dorrtten regelmässig bereits ab, wenn die gedüngten Flächen noch im vollen Saft standen. Am besten blühten *Poa alpina* und *Plantago alpina*. Der floristische Zustand im Sommer 1932 ergibt sich aus der Tabelle 8. Bis in den Herbst 1935 war er wenig verändert.

Der Vergleich der floristischen Zusammensetzung des Rasens im Jahre 1932 mit der ausgesäten Samenmischung des Jahres 1929 ergibt, dass eine beträchtliche Zahl der ausgesäten Arten (15 der Nardetum-Mischung, 20 der Festucetum-Mischung) im Rasen nicht vertreten sind. Von den basiphilen Ferrugineetum-Arten gelangte kein einziges Exemplar zur Entwicklung. Die meisten der fehlenden Arten wiesen im Versuch eine gute Keimfähigkeit auf. Andererseits waren im Rasen 17 nicht gesäte Arten vorhanden, die meisten allerdings in sehr geringer Individuenzahl. Diese Arten können auf verschiedene Weise in die Versuchsflächen hineingelangt sein: durch Entwicklung aus alten, im Boden verbliebenen Rhizomstücken, durch Hineinwachsen vom Rande her, durch Aufkeimen aus Samen, die entweder bereits im Boden vorhanden waren oder durch die natürliche Samenstreuung in die Versuchsfläche hineingelangt sind.

Für die meisten von ihnen lässt sich die Art der Einwanderung nicht angeben. Mehrere, die wir in den Düngversuchen des natürlichen Rasens als düngerfliehend kennengelernt haben, finden sich nur in den ungedüngten Flächen.

Schon Stebler und Schröter¹ machten 1889/90 in ihren Berasungsversuchen im Freien, die sie in der Umgebung von Zürich bei verschiedenartiger Bodenunterlage, Exposition und Neigung ausführten, die Erfahrung, dass in keinem der 64 Einzelfälle der Anteil der einzelnen Arten am Rasen dem von jeder Samenart ausgesäten Saatquantum entsprach. Nur 10 von 25 ausgesäten Arten beteiligten sich in erheblichem Masse an der Rasenbildung.

Der Versuch, durch Differenzierung der Samenmischung verschiedene Rasentypen zu erhalten, ist uns also nicht gelungen. Der Versuchsfläche 1, die keine Nardetumsamen erhalten hat, fehlen allerdings *Nardus*, *Deschampsia flexuosa*, *Arnica* und *Trifolium alpinum* (an zufällig hineingelangten Azidiphilen besitzt sie *Agrostis rupestris* und *Campanula barbata*); aber auch in den 4 Versuchsflächen mit eingesäter Nardetum-Mischung, seien sie gedüngt oder nicht, treten die Nardetum-Arten nach Arten- und Individuenzahl vollständig zurück und weisen ausserdem eine stark verringerte Vitalität auf. Auffallend ist das vollständige Versagen von *Nardus*.

Der umgegrabene Boden begünstigt in jedem Falle die Entwicklung der Frischwiese als Massenvegetation einiger weniger Arten (vor allem *Festuca rubra* ssp. *commutata*, *Phleum alpinum*, *Agrostis capillaris*, *Trifolium pratense*, *T. repens*, *Ligusticum mutellina*, *Plantago alpina*, *Crepis aurea*, *Leontodon*), und ob die Frischwiese wirklich zur vollen Entwicklung kommt, hängt nur von der Düngung ab. Die normale Entwicklung dieser Gesellschaft und ihre innere Konsolidierung braucht beträchtliche Zeit. Manche Frischwiesen-Arten können dem Anscheine nach erst zur Ansiedlung oder Ausbreitung gelangen, wenn durch andere Arten eine bestimmte Vorarbeit geleistet worden ist. Durch Aussaat lässt sich nichts erzwingen, und die gute Keimfähigkeit sichert das Aufkommen nicht. Das gilt in noch höherem Masse für das Nardetum, das sich, wenigstens auf der Schinigeplatte, nicht ansäen lässt, sondern offenbar zu seiner Entwicklung einen ganz bestimmten Bodenzustand benötigt, der durch die vorausgehende Vegetation geschaffen werden muss. Erst eine vieljährige Beobachtungsreihe kann den ganzen Entwicklungsgang bringen.

Wir erhalten hier einen kleinen Einblick in Gesetzmässigkeiten der Vegetationsentwicklung, die man aus allgemeinen Erwägungen bereits

¹ F. G. Stebler und C. Schröter: Versuche über den Einfluss der Bodenart, Neigung und Exposition auf das Gedeihen einer Grasmischung im Freien. Mitt. schweiz. Centralanstalt f. forstl. Versuchswesen **I**, 1891 (29—78).

seit längerem vermutet hat¹, aber kaum je beobachtete, und deren Kausalität im einzelnen erst noch zu untersuchen bleibt.

Vergleichen wir zum Schlusse noch den Ertrag der gedüngten und der ungedüngten Versuchsfächen (Tab. 3, Abb. 3, S. 658). Die gedüngten geben im Mittel 275 g pro m²/Jahr Trockengewicht, die ungedüngten 29 g, also rund 10mal weniger, d. h. praktisch genommen keinen Ertrag. Zwei der drei ungedüngten Versuchsfächen (1 und 5) zeigen zudem einen starken Abfall, in dem Masse, wie die durch das Umgraben geschaffene, begünstigende Wirkung aufhört, gleich wie es auch bei der Probefläche 3 beobachtet wurde. Die dritte Versuchsfäche (9) hält besser aus, da sie auf etwas günstigerem Boden liegt. Quantitativ bleibt der Ertrag der gedüngten Neusaaten gegenüber den gedüngten Altrasen etwas zurück. Angesichts der wenigen Versuchsfächen lässt sich nicht sicher entscheiden, ob dies Zufall ist oder eine Folge der noch nicht völlig beendigten Konsolidierung des Rasens oder eine Nachwirkung der um ein Jahr weiter zurückreichenden Düngung der Altrasen.

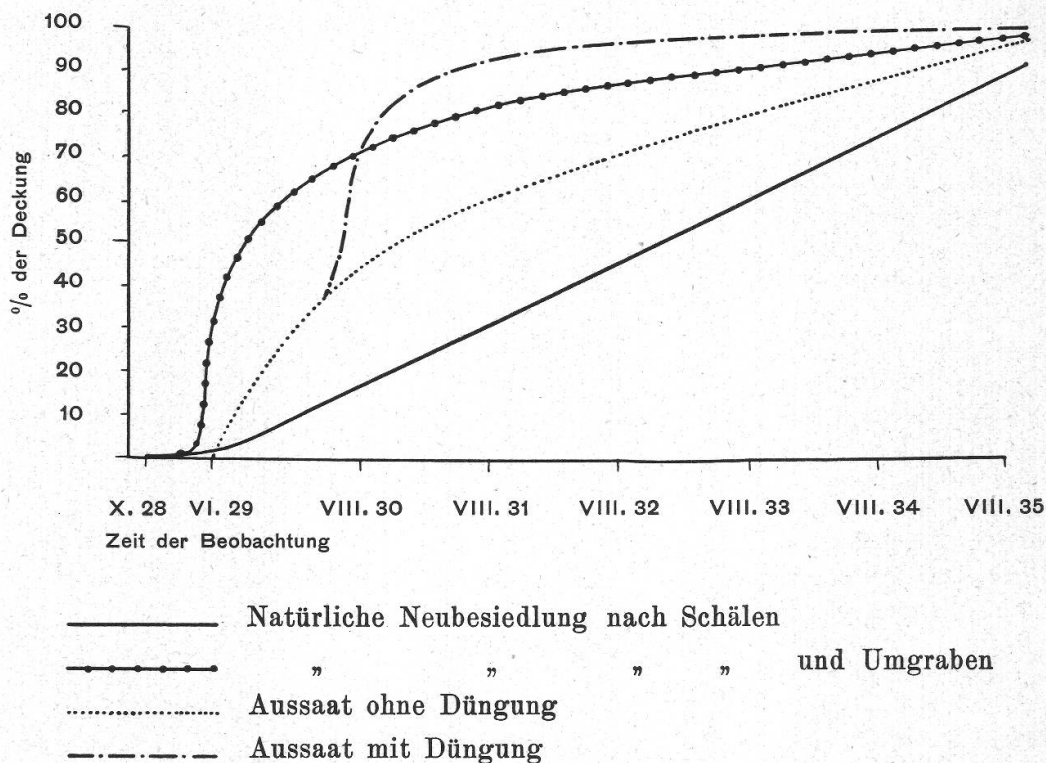


Abbildung 2.

Darstellung der Zunahme der Bodenbedeckung durch die Vegetation in den entblösten Nardetum-Versuchsfächen.

¹ Vgl. z. B. W. Lüdi: Die Untersuchung und Gliederung der Sukzessionsvorgänge in unserer Vegetation. Verh. Naturf. Ges. Basel, 35, 1, 1923, Festband Christ (277—302).

Tabelle 9.

Nardetum: Veränderung in der floristischen Zusammensetzung der Versuchsflächen 43 und 44, aus denen die Magerkeitszeiger entfernt wurden, ohne Düngung (V.F. 44) und mit NPK-Düngung (V.F. 43) in den Jahren 1929—1932. (Erklärung der Zeichen s. S. 634.)

	V. F. 43 u. 44, 1929			V. F. 44, 1932			V. F. 43, 1932		
	D.	A.	V.	D.	A.	V.	D.	A.	V.
<i>Selaginella selaginoides</i>	1	2	3	1	2	3	—	—	—
<i>Phleum alpinum</i>	1	1	2	1	1	2	4	5	3
<i>Agrostis rupestris</i>	1	1	3	1	+	2	—	—	—
» <i>capill.</i> u. <i>Anthoxanth.</i>	1	3	2	2	3	2	2	3	3
<i>Poa alpina</i>	—	—	—	1	+	1	2	2	3
<i>Festuca rubra commutata</i>	2	4	2	3	5	2	4	5	3
<i>Nardus stricta</i>	4	4	3	2	2	2	—	—	—
<i>Carex sempervirens</i>	1	1	2	1	1	2	—	—	—
» <i>pallescens</i>	1	1	2	1	1	2	—	—	—
<i>Luzula multiflora</i>	1	1	3	1	1	2	1	1	2
<i>Tofieldia calyculata</i>	1	+	2	1	+	1	—	—	—
<i>Crocus albiflorus</i>	1	2	3	1	3	3	1	3	3
<i>Polygonum viviparum</i>	1	2	3	1	+	2	1	2	3
<i>Rumex arifolius</i>	1	+	2	—	—	—	1	+	3
<i>Cerastium strictum</i>	1	+	2	1	+	2	—	—	—
<i>Sagina saginoides</i>	1	+	2	—	—	—	—	—	—
<i>Ranunculus mont.</i> u. <i>brey.</i>	2	3	3	2	4	3	2	3	3
<i>Potentilla aurea</i>	1	2	3	1	1	2	1	+	1
<i>Sieversia montana</i>	1	1	2	1	1	2	—	—	—
<i>Alchemilla vulgaris</i>	1	1	1	1	1	2	—	—	—
<i>Trifolium pratense</i>	1	+	2	1	1	2	1	1	2
» <i>repens</i>	1	2	2	1	+	1	1	2	2
» <i>Thalii</i>	1	+	2	1	1	2	—	—	—
» <i>badium</i>	1	+	2	—	—	—	—	—	—
<i>Anthyllis vulneraria</i>	1	+	1	—	—	—	—	—	—
<i>Lotus corniculatus</i>	2	2	2	3	3	2	1	1	2
<i>Polygala alpestre</i>	1	+	2	—	—	—	—	—	—
<i>Viola calcarata</i>	1	2	3	1	2	3	—	—	—
<i>Ligusticum mutellina</i>	2	2	2	3	5	2	2	4	3
<i>Soldanella alpina</i>	1	3	3	1	3	2	1	+	1
<i>Gentiana Kochiana</i>	1	2	2	2	2	3	—	—	—
» <i>campestris</i>	1	1	2	1	1	2	—	—	—
<i>Prunella vulgaris</i>	1	+	1	—	—	—	—	—	—
<i>Bartsia alpina</i>	1	+	1	—	—	—	—	—	—
<i>Euphrasia minima</i>	1	2	3	1	+	2	—	—	—
<i>Plantago montana</i>	1	+	2	1	1	2	1	1	2
» <i>alpina</i>	2	3	3	3	4	3	1	2	1
<i>Campanula Scheuchzeri</i>	1	2	3	1	2	3	1	2	3
<i>Homogyne alpina</i>	1	2	2	1	2	2	—	—	—
<i>Leontodon pyrenaicus</i>	2	3	3	2	3	3	1	2	2
» <i>hispidus</i>	2	3	3	3	2	2	2	2	2
<i>Crepis aurea</i>	2	3	3	2	3	2	1	2	2

In anschaulicher Weise gibt Abb. 2¹ die Zunahme der Bodenbedeckung in den entblössten Nardetum-Versuchsflächen wieder. Am langsamsten und annähernd gleichmässig fortschreitend vollzieht sie sich in der umgegrabenen und dann sich selber überlassenen Versuchsfläche. In allen andern Fällen macht sich der stimulierende Eingriff durch eine starke und rasche Zunahme der Bodenbedeckung geltend, die sich später wieder zur Geraden abflacht. So wirkt das Ausschlagen der Rhizomstücke nach dem Schälen des Rasens geradezu explosionsartig und ebenso die Volldüngung gegenüber der viel schwächeren Beschleunigung, die durch die Saat gegeben ist.

6. Entfernung der Magerkeitszeiger aus dem Nardetum-Rasen, ohne und mit nachfolgender Düngung. Im dichten *Nardus*-Bestand des hintern Nardetum wurden im August 1929 in zwei nebeneinander liegenden Versuchsflächen von gleicher Beschaffenheit (V. F. 43 und 44) die azidiphilen Arten, namentlich *Nardus*, *Gentiana Kochiana*, *Sieversia montana* durch sorgfältiges Ausstechen entfernt. Die entfernten Pflanzen wogen 500 resp. 770 g Frischgewicht, und das aus der Versuchsfläche 43 entfernte Kraut deckte, in dichtem Schlusse aufgestellt, rund $\frac{1}{3}$ m². Der Rasen der beiden Versuchsflächen war aber so dicht gewesen, dass der Restrasen immer noch geschlossen erschien. Im folgenden Frühling dagegen waren die Lücken besser sichtbar.

Nun wurde Versuchsfläche 43 gedüngt (Volldüngung ohne Kalk wie für Versuchsfläche 2 angegeben, s. S. 637), zuerst im Herbst 1929 und dann wie Fläche 2. Für beide Flächen erfolgte die Mahd von 1931 an.

Die gedüngte Versuchsfläche entwickelte sich zu einer Frischwiese, der die azidiphilen Arten sozusagen gänzlich fehlen (vgl. Tab. 9 u. Taf. 29, Abb. 2). Namentlich ist *Nardus* nicht wieder gekommen. Der Rasen ist dicht und hochwüchsig mit Dominanz von *Festuca rubra comm.*, *Phleum alpinum*, *Agrostis capillaris*; *Poa alpina*, *Ranunculus montanus* (incl. *R. breyninus*) und *Ligusticum mutellina* sind sehr häufig, während *Crepis aurea* und *Leontodon* Rückgang erlitten haben. Gleich wie bei den gedüngten Altrasen sind einige Frischwiesen-Arten, die offenbar die Düngung nicht gut ertragen, verschwunden oder stark zurückgegangen (so *Selaginella* und *Soldanella*).

In der ungedüngten Versuchsfläche vermehrten sich zuerst namentlich *Plantago alpina*, *Ranunculus montanus*, *Ligusticum mutellina* und *Festuca rubra*. Es kam aber nicht zur Ausbildung eines richtigen Frischwiesen-Rasens, sondern schon bald breiteten sich die Azidiphilen, namentlich *Nardus* und *Gentiana Kochiana* wieder aus. Die Erhaltung der

¹ Die Kurven wurden aus den Mittelwerten der einzelnen Versuchsflächen gebildet und leicht ausgeglichen.

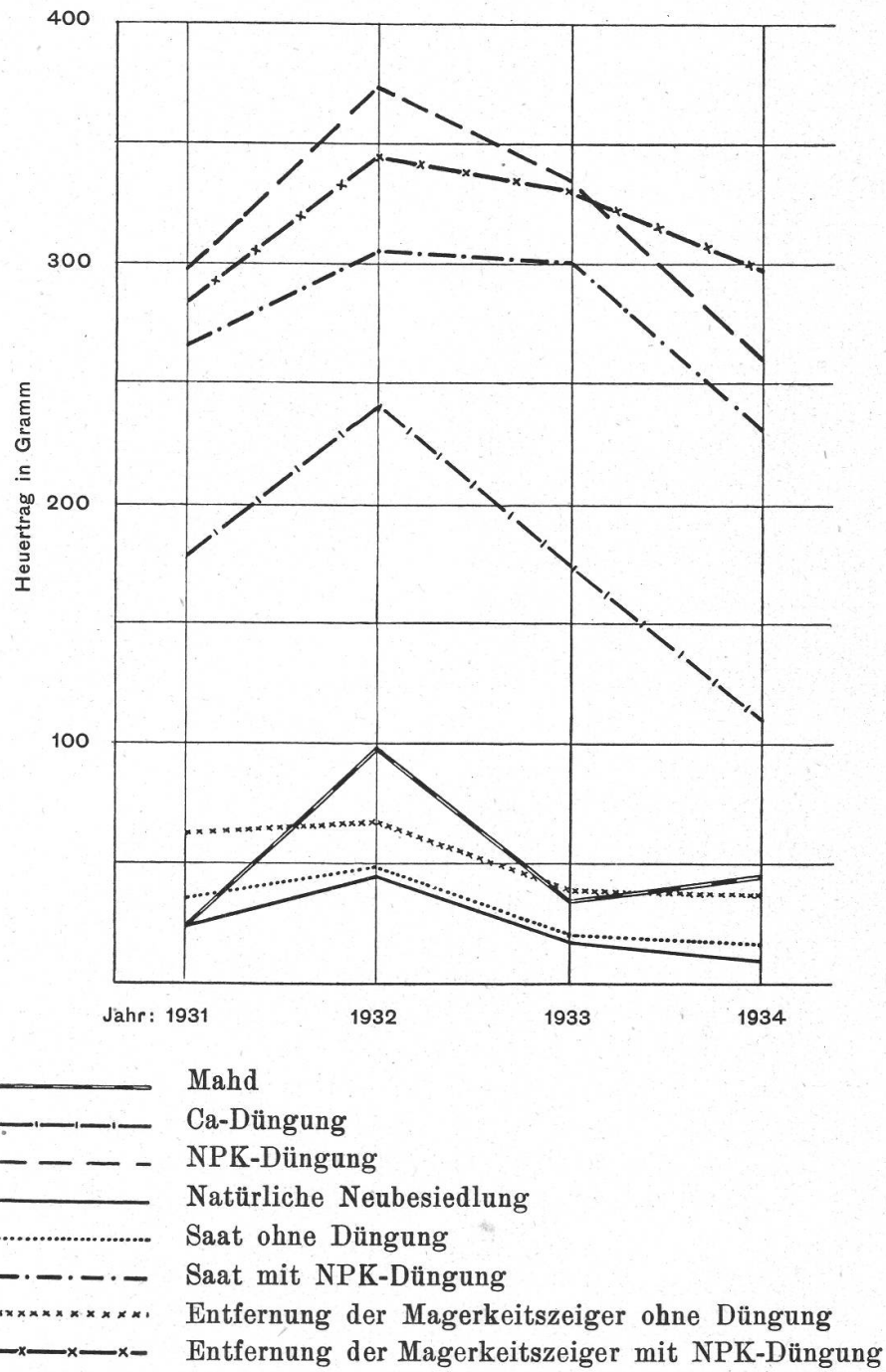


Abbildung 3.

Darstellung der Heuerträge (g pro m²/Jahr) im Nardetum, für die verschiedenen Versuchsgruppen.

Hauptmenge des alten Rasens und der unverletzten obersten Bodenschicht erlaubt dem Nardetum den raschen Einzug; das völlige Entfernen des Rasens mit oder ohne Ansaat verhindert ihn, wie im vorigen Abschnitte gezeigt wurde. (Vgl. Tab. 9 u. Taf. 29, Abb. 1.)

Der Ertrag der gedüngten Versuchsfläche erreicht mit einem Trockengewichte von 313 g pro m²/Jahr den der gedüngten Nardetumwiese; in der ungedüngten Versuchsfläche bleibt er um das Sechsfache zurück (51 g pro m²/Jahr) (s. Tab. 3). Er steht damit so hoch wie im ungedüngten Nardetum und ist in sichtlicher Verschlechterung begriffen.

Die Abbildung 3, S. 656, gibt eine graphische Darstellung der Heuerträge für die verschiedenen Nardetum-Versuchsflächen. Sie lässt die Wirkung der Düngung scharf hervortreten: die Kurven für die NPK-gedüngten und ungedüngten Flächen scharen sich in zwei durch weiten Zwischenraum getrennte Gruppen, zwischen denen in der Mitte die Kurve der Kalkdüngung verläuft. Der Abfall der Kurven nach dem Jahre 1932 dürfte zum grossen Teil auf die ungünstige Witterung in den folgenden Sommern zurückzuführen sein. Ob bei der angewandten Düngung ein langsames Absinken des mittleren Ertrages auf einen niedrigeren Wert eintritt, werden erst die langjährigen Versuche mit zahlreichen Versuchsflächen zeigen, die jetzt auf der Versuchsweide im Gange sind.

B. Experimente im Festucetum rubrae commutatae.

Die Rasen, in denen sich die Festucetum-Versuchsflächen befinden, sind alle im hintern Teile des Alpengartens gelegen und schwach (10—15°) gegen Osten oder Nordosten geneigt. Eine stärkere Neigung (zirka 30°) weist die Versuchsfläche 29 auf. Die kleinen Versuchsflächen liegen beinahe waagrecht.

1. **Schneiden des Rasens ohne Düngung.** In zwei Versuchsflächen der Frischwiese, von der die eine im Festucetum rubrae comm. gelegen ist (V. F. 38), die andere in einem Übergangsbstand vom Caricetum ferrugineae gegen das Festucetum mit leichtem Einschlage aus dem Seslerieto-Semperviretum (V. F. 29), wurde die Veränderung des Rasens bei regelmässigem Mähen und ausbleibender Düngung verfolgt. Das Mähen erfolgte von 1928 an einmal im Jahre.

Als Folge des Mähens kann eine wesentliche Verringerung der Artenzahl festgestellt werden, namentlich sind in der Versuchsfläche 29 die Seslerieto-Semperviretum-Arten zur Hauptsache verschwunden (vgl. Tab. 10). Aber die herrschenden Arten haben sich behauptet, und die Frischwiese als Ganzes ist, wenig verändert, geblieben, eine Vermagerung nicht eingetreten. Ganz ähnlich verhält sich auch die Versuchsfläche 39, die ebenfalls im Festucetum gelegen ist, aber gedüngt und gemäht wird.

Tabelle 10.

Festucetum: Veränderung in der floristischen Zusammensetzung der Ver-
suchsflächen 29 und 38 durch fortgesetztes Mähen ohne Düngung in den
Jahren 1928—1932. (Erklärung der Zeichen s. S. 634.)

	V. F. 38						V. F. 29					
	D.		A.		V.		D.		A.		V.	
	28	32	28	32	28	32	28	32	28	32	28	32
<i>Selaginella selaginoides</i>	1	—	+	—	2	—	1	1	2	1	3	3
<i>Phleum alpinum</i>	1	2	2	4	3	3						
<i>Agrostis rupestris</i>	1	—	+	—	2	—						
» <i>capill.</i> u. <i>Anthoxanth.</i>	2	1	3	2	3	2	1	1	2	2	3	2
<i>Sesleria coerulea</i>							1	—	+	—	1	—
<i>Deschampsia caespitosa</i>	1	—	+	—	1	—						
<i>Poa alpina</i>	1	1	2	1	3	2	1	1	+	1	2	2
<i>Festuca rubra commutata</i>	4	3	5	5	3	3	3	2	4	4	3	3
» <i>violacea</i>							1	—	+	—	2	—
<i>Nardus stricta</i>	2	2	2	2	2	2						
<i>Carex ferruginea</i>							3	3	3	4	3	3
» <i>sempervirens</i>							1	—	1	—	2	—
» <i>ornithopoda</i>							1	1	+	+	2	2
<i>Luzula silvatica</i>							1	1	+	1	2	2
<i>Tofieldia calyculata</i>							1	1	+	1	2	2
<i>Crocus albiflorus</i>	1	1	2	2	3	3	1	1	1	2	2	2
<i>Salix retusa</i>							1	1	1	1	2	2
<i>Rumex arifolius</i>	1	2	1	1	2	3						
<i>Polygonum viviparum</i>							1	1	2	1	2	2
<i>Sagina saginoides</i>	1	—	2	—	2	—						
<i>Cerastium cerastioides</i>	1	—	+	—	2	—						
<i>Ranunculus aconitifolius</i>	1	1	+	+	1	2						
» <i>mont.</i> u. <i>brey.</i>	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3
<i>Potentilla aurea</i>	1	1	2	1	2	1	1	1	2	2	2	2
<i>Alchemilla vulgaris</i>	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	3	3
<i>Trifolium pratense</i>	1	1	+	+	2	2	2	4	2	2	3	3
» <i>repens</i>	2	3	2	4	3	3	1	1	1	+	2	2
» <i>Thalii</i>							1	1	1	1	2	2
» <i>badium</i>	1	—	+	—	2	—	—	1	—	1	—	3
<i>Anthyllis vulneraria</i>							1	1	2	1	2	2
<i>Lotus corniculatus</i>	1	1	1	2	2	2	1	2	2	2	3	3
<i>Hippocrepis comosa</i>							1	1	+	+	1	1
<i>Polygala alpestris</i>							1	—	+	—	2	—
<i>Viola calcarata</i>							—	1	—	+	—	2
<i>Helianthemum grandiflorum</i>							1	1	1	+	2	1
<i>Ligusticum mutellina</i>	3	3	3	4	3	3	1	1	2	1	2	2
<i>Soldanella alpina</i>	1	1	2	2	3	3	1	1	2	2	3	3
<i>Gentiana verna</i>							1	—	+	—	2	—
» <i>campestris</i>							1	—	+	—	—	—
<i>Bartsia alpina</i>							1	1	2	1	2	2
<i>Euphrasia minima</i>							1	—	+	—	2	—
<i>Plantago montana</i>	1	1	+	1	2	2	1	1	2	2	2	2
» <i>alpina</i>	1	1	2	2	2	2	2	3	2	3	2	3
<i>Galium pumilum</i>							1	—	1	—	3	—
<i>Scabiosa lucida</i>							1	1	1	1	3	3
<i>Phyteuma orbiculare</i>							1	1	1	1	3	3
<i>Campanula Scheuchzeri</i>	—	1	—	1	—	3	1	1	2	1	3	2
<i>Bellidiastrum Micheli</i>							1	1	2	1	3	2
<i>Homogyne alpina</i>							1	1	2	2	3	3
<i>Leontodon pyrenaicus</i>	1	1	2	2	2	2	1	—	1	—	1	—
» <i>hispidus</i>	1	2	+	3	1	3	3	3	3	3	3	3
» <i>autumnalis</i>	1		1		3							
<i>Taraxacum officinale</i>	—	1	—	+	—	2						
<i>Crepis aurea</i>	2	3	3	4	3	3	1	2	2	3	2	2

Der Heuertrag (s. Tab. 3) beträgt für die beiden Versuchsflächen im Mittel 157 g pro m²/Jahr und erreicht damit weniger als die Hälfte der gedüngten Frischwiesen-Versuchsfläche (366 g pro m²/Jahr). Für die Jahre 1928/1930, wo das Gras nicht gedörft, sondern nur im frischen Zustande gewogen wurde, kann das Trockengewicht auf etwas über 200 g geschätzt werden. Der Ertrag der ungedüngten Frischwiese steht somit der gedüngten Wiese viel näher als der Magerwiese. Eine merkliche Abnahme des Ertrages ist beim jährlichen Mähen zwar auch vorhanden. Aber sie erfolgt langsam; die Frischwiese setzt der Vermagerung starken Widerstand entgegen.

2. Das Zertreten des Rasens. Als Nachahmung des Viehtrittes und des Lagerns des Viehs auf der Weide wurde in den Versuchsflächen 30 und 40 (gut entwickeltes *Festucetum rubrae comm.*) je die linke Hälfte gestampft.

Das Stampfen erfolgte mit einem 6¼ kg schweren Holzklöppel, von 1928 an je einmal im Jahr, entweder im Frühling bevor das Wachstum merklich einsetzte, oder im Herbst nach erfolgter Mahd. Es wurde durch Heben und Fallenlassen des Klöppels ausgeführt und so lange fortgesetzt, bis der Rasen gleichmässig und stark zertreten aussah, aber keine wesentlichen Schädigungen aufwies. Die Einwirkung blieb somit hinter derjenigen, die der Viehtritt namentlich bei nassem Boden oft ausübt, zurück, erstreckte sich aber dafür auf die ganze Fläche. Der Versuch brachte nur eine grobe Annäherung an den Viehtritt oder an das Lagern des Viehs, genügte aber als Orientierung. Zur Feststellung des Ertrages wurde der Rasen von 1931 an regelmässig gemäht und, um die Wirkung des Mähens auszugleichen, auch gedüngt.

In auffallender Weise blieb der Rasen auf der gestampften Seite an Höhe gegenüber der ungestampften Seite zurück (z. B. 1932 in V. F. 40 = 15 : 30 cm), war dafür aber dichter. Die Halmbildung war auf der gestampften Seite wesentlich schwächer, die Sprossbildung stärker. Die floristische Veränderung der Bestände war aber wenig bedeutend und zum Teil durch Mahd oder Düngung bewirkt. Wir können darauf verzichten, hier die floristischen Aufnahmen wiederzugeben. Auf der linken, gestampften Seite scheinen *Trifolium repens*, *Ligusticum mutellina* und *Plantago alpina* besonders begünstigt zu sein, auf der rechten Seite *Phleum alpinum* und teilweise *Agrostis capillaris* und *Festuca rubra comm.* Gerade die Arten, deren Erneuerungsknospen auf der Bodenoberfläche liegen, oder die über den Boden kriechen, sind somit weniger geschädigt als die mit kriechenden Rhizomen versehenen Gräser. Wir müssen aber berücksichtigen, dass neben der direkten, mechanischen Schädigung der Pflanzen durch das Stampfen auch eine indirekte in Frage kommt, die als Folge von Veränderungen im physikalischen Bodenzustande zur Verschiebung der Konkurrenzverhältnisse führen kann (vgl. S. 675). Eine entscheidende Veränderung in der floristischen Zusammensetzung der gestampften Versuchsfläche würde

wahrscheinlich mit der Einwanderung von *Poa annua* einsetzen, die mit Vorliebe die getretenen Böden besiedelt.

Die Erträge (s. Tab. 3) sind auf der gestampften Seite im Durchschnitt von drei Jahren wesentlich geringer. Im Jahre 1934 sind die beiden Hälften annähernd gleich. 1932, wo der Unterschied besonders schön war (s. Taf. 25, Abb. 2), wurden durch ein Versehen die Versuchsflächen als Einheit gemäht.

3. Versuche mit kleinen Probeflächen. Es sollte versucht werden, mit kleinen Versuchsflächen zu arbeiten, wie sie F. Clements bei seinen Studien in experimenteller Soziologie oft verwendet.¹ Zur Prüfung gelangte das Verhalten von Einpflanzungen und Saaten.

Die Versuchsflächen wurden im obersten Teile des Gartens angelegt, auf einem flachen Rücken. Der Boden bestand aus tiefgründiger, brauner Feinerde, in welche reichlich kleinere und grössere Felsbrocken eingelagert waren, die stellenweise bis nahe an die Oberfläche gelangten. Er war ziemlich sauer (pH zirka 5). Die Vegetation war durchwegs Frischwiese mit viel *Agrostis capillaris*, *Festuca rubra comm.*, *Ranunculus montanus*, *Trifolium pratense*, *Ligusticum mutellina*, *Plantago alpina* und *montana*, *Leontodon hispidus*, *Crepis aurea*. Reichlich waren Arten des Seslerieto-Semperviretums eingesprengt, vor allem *Carex sempervirens*, *Anthyllis vulneraria*, *Helianthemum grandiflorum*, was hauptsächlich auf das Auftauchen vieler Felsbrocken gegen die Bodenoberfläche hin zurückzuführen ist.

Die Anlage der Versuchsflächen erfolgte am 28. Juni 1930. Der Rasen wurde gereutet, der Boden gründlich umgegraben, und dann wurde eingepflanzt oder eingesät. Die Versuchsflächen erhielten eine Grösse von 30 cm Quadratseite und 20 cm Randbreite und wurden mit 20 cm Abstand angelegt.

a) In drei Versuchsflächen wurden Jungpflanzen eingepflanzt, die bei den Keimungsversuchen in Bern (s. S. 649) seit Sommer 1929 erhalten worden waren.

Die keimenden Samen wurden den Keimungsschalen entnommen, eingetopft und im Freien aufgestellt. Sie waren meist kräftig entwickelt, mit starkem Wurzelwerk, und eine Anzahl Individuen (*Poa alpina*, *Luzula multiflora*, *Silene inflata*, *Dianthus inodorus*, *Trifolium pratense*, *Scabiosa lucida*) blühten bereits.

Die Pflänzchen wurden nach natürlichen Pflanzengesellschaften zusammengestellt :

Versuchsfläche 47 = Arten der Frischwiese (45 Individuen).

Versuchsfläche 48 = Arten der Heidewiese (mit einiger Ergänzung aus der Umgebung des Alpengartens, ebenfalls 45 Individuen).

Versuchsfläche 49 = Arten der Trockenwiese (zirka 100 Individuen).

¹ S. z. B. : F. E. Clements and J. E. Weaver : Experimental vegetation. Carnegie Institution Publ. 355, 1924 (172 S.).

Die Flächen waren durch die Einpflanzung nur etwa zur Hälfte gedeckt. In der Folge behielt jede ihren Charakter bei; aber die eingepflanzten Individuen zeigten zur Hauptsache nur schwache Lebenskraft. Die Nardetum-Pflanzen kümmernten, und der Bestand entwickelte sich sichtlich zurück. Die Frischwiese-Versuchsfläche veränderte sich wenig; sie blieb eine magere Frischwiese. In der Seslerieto-Semperviretum-Versuchsfläche entwickelten sich *Festuca ovina* und *Silene inflata* üppig; die übrigen Arten erhielten sich wenig verändert.

Langsam entwickelte sich eine geschlossene Vegetationsdecke, deren künstliche Herkunft deutlich blieb. Dies war namentlich in der Heidewiese-Versuchsfläche 48 auffallend, wo noch im Herbst 1935 von den Azidiphilen *Nardus*, *Arnica*, *Sieversia*, *Gentiana Kochiana*, *Luzula multiflora* nur die eingepflanzten, jetzt meist gross und zum Teil mehrköpfig gewordenen Individuen vorhanden waren. Nur *Plantago alpina* hatte sich vermehrt und wies neben 5 grossen, eingepflanzten Individuen eine bedeutende Zahl von Jungpflanzen auf, die zusammen mit den eingewanderten bestandesfremden Elementen den Bestandesschluss vorbereiteten. In der Trockenwiese-Versuchsfläche 49 dominierte im Herbst 1936 immer noch *Festuca ovina*; reichlich hatte sich *Hippocrepis comosa* ausgebreitet; von *Silene inflata* und *Globularia nudicaulis* waren je zwei grosse Individuen vorhanden, während die übrigen eingepflanzten Arten nur in vereinzelt Individuen erhalten waren und die Neueinwanderung unbedeutend erschien. Die Frischwiese-Versuchsfläche 47 dagegen begann sich als richtige Frischwiese mit reichlichen und gut durchmischten Individuen von *Festuca rubra*, *Phleum*, *Crepis aurea*, *Ranunculus breyninus*, *Campanula Scheuchzeri*, *Scabiosa lucida*, *Soldanella alpina*, *Plantago alpina*, *Ligusticum mutellina*, *Leontodon hispidus* auszubilden.

Die fortschreitende Deckung der Versuchsflächen wird durch die nachstehende Zusammenstellung veranschaulicht.

	Deckungsprozente		
	1931	1932	1935
V. F. 47 Frischwiese . . .	65	65	95
V. F. 48 Heidewiese . . .	50	50	90
V. F. 49 Trockenwiese . . .	90	95	100

b) 10 Versuchsflächen wurden mit einfachen Samenmischungen angesät. Die Mischung 1 bestand aus Arten der Frischwiese: *Agrostis capillaris*, *Poa alpina*, *Festuca rubra*, *Leontodon hispidus*. Die Mischung 2 aus Arten des Nardetums: *Nardus stricta*, *Campanula barbata*, *Arnica montana*. Die Aussaat wurde wie folgt vorgenommen:

V. F. 53, 59 = Mischung 1 = Gruppe a
 V. F. 50, 54, 55, 56 = Mischung 1 + 2 = Gruppe b
 V. F. 51, 52, 57, 58 = Mischung 2 = Gruppe c

Tabelle 11.

Mittlere Deckungsprozente der kleinen *Festucetum*-Versuchsflächen. a = Im Sommer 1931 (vor der Düngung), b = im Sommer 1932, c = im Herbst 1935.

	a	b	c
Frischwiesensaat ohne Düngung . .	35	50	75
Frischwiesensaat mit Düngung . .	50	90	100
Nardetumsaat ohne Düngung . . .	15	20	60
Nardetumsaat mit Düngung . . .	10	30	98

Also 2 Flächen mit Frischwiesen-Arten, 4 Flächen mit Nardetum-Arten und 4 Flächen mit der Mischung beider. Aussaat und Behandlung der Saaten geschah, wie früher angegeben (s. S. 649). Die Rhizom-ausschläge wurden entfernt.

Im September 1930 waren in den Flächen der Gruppen a und b reichlich Keimlinge vorhanden, im Frühling 1931 zahlreiche Jungpflanzen von *Leontodon* und den Gräsern; die Flächen der Gruppe 3 dagegen waren beinahe völlig nackt.

Am 27. Juli 1931 wurden die Flächen 50, 52, 53, 56, 58 gedüngt, und zwar erhielten sie eine Volldüngung mit Kalk, in den Mengen, die auf Seite 637 angegeben worden sind (berechnet auf $\frac{1}{2}$ m² Fläche). Die Düngung wurde in den Jahren 1932 und 1933 fortgesetzt.

In der Folge zeigte sich das bereits von den Nardetum-Beständen her bekannte Ergebnis: Die *Nardetum*-Mischung ergab gar nichts. Sie fiel einfach aus, so dass die Rasen, die aus den Saatengruppen a und b hervorgingen, völlig übereinstimmten: die Entwicklung führte zur *Frischwiese*. Die Düngung beschleunigte die Deckung (siehe Tab. 11) und rief rasch hohes, üppiges und halmreiches Gras hervor, in dem *Festuca rubra comm.* dominierte, *Poa*, *Agrostis* und *Leontodon* reichlich beigemischt waren, spärlich auch *Alchemilla vulgaris*, *Plantago alpina* und *Plantago montana* sich einstellten. Die ungedüngten, mit Frischwiesen-Samen besäten Flächen zeigten niedrige, lückige Rasen, in denen *Leontodon* vorherrschte, die beiden *Plantago*-Arten reichlich, *Festuca*, *Poa* und *Alchemilla* spärlicher vorhanden waren. Jungpflanzen von *Anthyllis* fanden sich mehrfach. *Trifolium repens* wuchs von den Rändern her hinein. Die mit Nardetum besäten Flächen, ob gedüngt oder ungedüngt, zeigten nur spärlichen Bewuchs von zufällig hineingelangten und wenigen aus dem Saatgute entstammenden Pflänzchen, die sich, soweit sie düngerliebend waren, in den gedüngten Flächen unter der Wirkung des Düngers zu schönen Einzelpflanzen ausbilden konnten. Wir notierten: *Agrostis capillaris*, *Festuca rubra*, *Ranunculus montanus*, *Alchemilla vulgaris*, *Sieversia montana* (vereinzelt), *Lotus*, *Anthyllis*, *Trifolium repens* (hineinwachsend), *Plantago alpina*, *Plantago montana*, *Arnica montana*, *Crepis aurea*.

Bis in den Herbst 1935 schritt die Entwicklung in der gleichen Richtung vorwärts und führte in den gedüngten Versuchsflächen zur völligen Rasendeckung. In den gedüngten Nardetum-Saatflächen hatten sich vor allem *Agrostis capillaris*, *Trifolium repens* und *Plantago montana* ausgebreitet, die beiden ersteren durch Hineinwachsen vom Rande her, das letztere durch natürliche Aussaat. *Alchemilla vulgaris*, *Lotus corniculatus* und *Festuca rubra commutata* waren reichlich beigemischt. Nur in diesen Versuchsflächen fielen kleine Moosrasen auf (*Pohlia elongata*, *Bryum sp.*).

Die Entwicklung der Vegetation strebte also hier wieder dem Ausgangszustande zu.

Als besonders auffällige Erscheinung bei dieser Versuchsreihe erwähnen wir das üppige Hochwachsen der Rasen um die gedüngten Probeflächen herum. Wir beobachteten es bereits nach der ersten Düngung. Später wurde dieser Rasen zum grossen Teile so mächtig, dass die Versuchsflächen unter dem Halmmeeere ganz verschwanden. Die Ursache dieses luxurierenden Gedeihens lag darin, dass die Wurzeln der alten Rasen rasch in die Versuchsflächen, wo sie Raum und Nährsalze fanden, hineinwuchsen. Sie nahmen einen Teil der für die Versuchspflanzen bestimmten Nährsalze auf und beeinflussten dadurch und durch die Wegnahme des Raumes über und unter der Erde den Gang des Versuches. Die Randbreite von 20 cm erwies sich als nicht genügend. Auch die Grösse der Versuchsflächen (9 dm²) ist zu klein, um Studien über die Vergesellschaftung der Arten dieser Rasengesellschaften zu betreiben, da einzelne luxurierende Individuen bereits einen grossen Teil der Probeflächen überdecken können und Schädigungen durch Mäuse zu grosse Fehler ergeben.

C. Experimente im Seslerieto-Semperviretum.

Die ganze Gruppe dieser Versuchsflächen liegt im vorderen Seslerieto-Semperviretum, das mit zirka 55° gegen SE geneigt ist.

1. Düngung des natürlichen Rasens. Die Versuchsflächen 12 und 16 erhielten eine Volldüngung ohne Kalk.

Diese NPK-Düngung war die gleiche, wie sie Seite 637 für V. F. 2 angegeben wurde. V. F. 12 wurde zweimal im Jahre 1929 und dann wieder 1932, 1933, 1934 gedüngt, die V. F. 16 ausserdem noch zweimal im Jahre 1930. Zweimal, 1932 und 1933, wurden die Flächen gemäht.

Der gedüngte Rasen wuchs dicht und üppig auf (1932 rund 30 cm hoch, Halme von *Phleum* und *Festuca* bis zirka 1 m) und veränderte sich in der floristischen Zusammensetzung wesentlich (s. Tab. 12). Einerseits traten *Festuca rubra comm.*, *Phleum Michellii* und *Lotus corniculatus* stark hervor, andererseits eine ganze Anzahl Arten des Seslerieto-Semperviretums stark zurück. Es erlitten eine bedeutende Abnahme:

Tabelle 12.

Seslerieto-Semperviretum: Veränderung in der floristischen Zusammensetzung der gedüngten Versuchsflächen 12 und 16 in den Jahren 1928—1932. (Erklärung der Zeichen s. S. 634.)

	V. F. 12						V. F. 16					
	D.		A.		V.		D.		A.		V.	
	28	32	28	32	28	32	28	32	28	32	28	32
<i>Phleum Michelii</i>	1	2	1	2	3	3	1	2	1	2	2	3
<i>Anthoxanthum</i> u. <i>Agrostis capill.</i>	1	1	+	2	2	2	—	1	—	2	—	2
<i>Sesleria coerulea</i>	2	1	3	3	3	2	2	1	2	1	2	1
<i>Briza media</i>	1	—	+	—	2	—						
<i>Festuca ovina</i>	1	1	1	1	2	2	1	1	1	+	2	2
» <i>rubra commutata</i>	2	4	3	4	2	3	2	4	2	4	2	3
<i>Carex sempervirens</i>	3	3	3	3	3	3	3	2	2	1	3	2
<i>Polygonum vivipar.</i>	1	—	+	—	2	—						
<i>Silene inflata</i>	1	1	+	1	3	3						
<i>Ranunculus breyn.</i> u. <i>mont.</i>	1	1	+	1	2	2						
<i>Saxifraga aizoon</i>							1	—	+	—	2	—
<i>Potentilla Crantzii</i>							1	—	+	—	2	—
» <i>aurea</i>	1	—	+	—	1	1						
<i>Alchemilla Hoppeana</i>	1	1	1	1	3	2						
<i>Trifolium pratense</i>	1	1	1	+	2	2						
<i>Lotus corniculatus</i>	1	2	2	2	3	3	1	4	2	3	3	3
<i>Hippocrepis comosa</i>	1	—	+	—	2	—	1	1	2	1	3	1
<i>Polygala chamaebuxus</i>	1	1	2	+	3	1	1	1	1	+	2	1
<i>Euphorbia cyparissias</i>	1	1	1	+	2	—	1	1	1	+	1	1
<i>Helianthemum grandiflorum</i>	2	1	2	2	3	2	3	2	3	1	3	2
<i>Bupleurum ranunculoides</i>	1	1	+	+	2	2						
<i>Erica carnea</i>	2	1	1	+	2	1	2	1	1	+	2	1
<i>Cuscuta epithymum</i>	1	—	1	—			1	1	1	+		
<i>Ajuga reptans</i>	—	1	—	+	2	—						
<i>Thymus serpyllum</i>	1	1	2	+	2	1	1	—	1	—	2	—
<i>Globularia nudicaulis</i>	3	1	2	2	3	2	2	1	1	1	3	1
<i>Galium pumilum</i>	1	1	2	1	3	2	1	1	1	1	2	2
<i>Valeriana tripteris</i>	1	—	+	—	1	—						
<i>Scabiosa lucida</i>	1	1	2	1	3	2	2	1	2	1	3	2
<i>Phyteuma orbiculare</i>	1	1	+	+	2	2	1	1	1	1	2	2
<i>Campanula Scheuchzeri</i>	1	1	1	1	2	3	1	1	1	1	3	3
<i>Bellidiastrum Michelii</i>	1	1	1	1	2	2						
<i>Chrysanthemum leuc. ssp. mont.</i>	1	2	2	2	3	3	1	2	2	2	3	3
<i>Carlina acaulis</i>							1	1	+	+	2	2
<i>Carduus defloratus</i>	1	1	1	+	3	2	1	1	+	1	1	2
<i>Leontodon hispidus</i>	1	1	+	+	2	1	1	—	+	—	2	—
<i>Crepis aurea</i>	—	1	—	+	—	1						
<i>Hieracium villosum</i>	2	2	1	1	3	3	1	1	+	+	3	3
» <i>bifidum</i>	1	1	+	+	3	2						
Nackter Boden (einschliessl. Steine)	2	2					2	2				

Sesleria coerulea
Hippocrepis comosa
Helianthemum grandiflorum

Erica carnea
Thymus serpyllum
Globularia nudicaulis

Es verschwanden völlig :

Saxifraga aizoon
Potentilla Crantzii
Valeriana tripteris

Hippocrepis } in einer Fläche
Thymus }

Andere Blaugrashalden-Arten wie *Carex sempervirens*, *Chrysanthemum leucanthemum* ssp. *montanum*, *Hieracium villosum* konnten sich halten oder wiesen sogar eine leichte Zunahme auf (vgl. S. 640).

Als Gesamtergebnis finden wir eine Veränderung des gedüngten Rasens gegen die Frischwiese hin. Dies wird besonders deutlich beim Vergleiche mit der Versuchsfläche 15, die ebenfalls gemäht, aber nicht gedüngt wurde. Hier beobachteten wir Zunahme oder Erhaltung der dominierenden *Carex sempervirens*, *Anemone alpina*, *Hippocrepis*, *Helianthemum*, *Erica*, *Globularia*. Ähnlich verhielt sich die gleich behandelte Versuchsfläche 17, die aber von Anfang an stärker mesophytisch war mit reichlicherer *Festuca rubra commutata*.

Der Heuertrag (s. Tab. 3) ist in dem gedüngten Seslerieto-Semperviretum im Mittel 270 g pro m²/Jahr und somit etwas niedriger als in dem gedüngten Nardetum oder in der Frischwiese, was wohl mit der bisweilen starken Austrocknung zusammenhängt. Er wird aber durch die Düngung doch beträchtlich gesteigert (vergl. die V. F. 15 und 17 mit 185 g pro m²/Jahr).

2. Entblössung und natürliche Neubesiedlung.
In den Versuchsflächen 18 und 45 wurde am 24. Juni 1929 der Rasen entfernt, der Boden gründlich umgegraben und die Flächen daraufhin zur Neubesiedlung sich selber überlassen.

Das Schälen des Rasens machte Schwierigkeiten, da er sehr dicht und ausserordentlich zähe war (Horste von *Carex sempervirens* und *Sesleria coerulea*) und der Untergrund steinig-felsig. Vielfach lag nur der dichte Wurzelfilz auf dem Gestein. Eine bedeutende Menge von Steinen wurde entfernt, bis eine genügende Menge der humos-krümeligen Erde zum Vorschein kam. Es ergaben sich dabei auch neue Felsstufen mit kleinen oder grösseren Absätzen (bankiger Fels), die teilweise auftauchten, oder auf denen sich die Erde häufte.

Die Besiedlung erfolgte ausserordentlich langsam, was sich aus der Übersicht über die Deckung ergibt (s. Tab. 13 und Abb. 4, S. 672). Als erste Pflanzen wurden Rhizomausschläge in V. F. 18 beobachtet: im August 1929 je 1 *Carex sempervirens*, *Potentilla Crantzii*, *Geranium silvaticum* und im Frühling 1930 etwas *Euphorbia cyparissias* und *Lotus corniculatus*. In der V. F. 45 war im Sommer 1929 noch kein einziger Spross zu sehen, im Frühling 1930 einzelne *Phleum Michelii*, *Polygala chamaebuxus*- und *Anthyllis*-Rhizomausschläge. Dazu traten

vom Frühling 1930 an die Keimpflanzen. Die ersten und andauernd reichlich vertretenen waren *Silene inflata* und *Arabis corymbiflora*. Zu diesen gesellten sich *Hippocrepis comosa*, *Carduus defloratus*, *Chrysanthemum montanum* und einige weitere Arten, wie sie aus der floristischen Aufnahme vom Sommer 1932 (s. Tab. 14) hervorgehen. Gräser kamen nur ganz vereinzelt auf, am besten *Festuca ovina* in Versuchsfläche 45.

Tabelle 13.

Deckungsprozente der Seslerieto-Semperviretum-Versuchsflächen 18 und 45 (natürliche Neubesiedlung) nach Abrechnung der steinbedeckten, nicht besiedelbaren Flächen.

	VIII. 1930	VIII. 1931	VIII. 1932	XI. 1935
V. F. 18	30	40	50	75
V. F. 45	<10	10	25	55

Die Entwicklung der Neuvegetation ging andauernd in gleichem Tempo (s. Aufnahme des Bestandes vom Herbst 1935 und Abb. 4) gegen das Seslerieto-Semperviretum hin, wobei die Kräuter vorangingen, so dass sich zuerst eine Kräuterflur entwickelte. In den letzten Jahren haben die Gräser angefangen einzuwandern; doch geht ihre Ausbreitung mit Ausnahme der xerischen *Festuca ovina* langsam vor sich, im Schutze von Steinen und Kräutern. Im Frühling ist jeweilen die stärkste Ausbreitung der Vegetation und das Auftreten von Keimlingen zu beobachten, während im Laufe des Sommers ein bedeutendes Abdorren eintritt und die Mehrzahl der Keimpflanzen eingeht.

3. Entblössung und Ansaat eines neuen Rasens ohne und mit Düngung. In den Versuchsflächen 11, 13, 14, 46 wurde am 24. Juni 1929 der Rasen entfernt, umgegraben und neuer Rasen angesät.

Zur Aussaat gelangten zwei Samenmischungen: in den Versuchsflächen 13 und 46 die Frischwiesen-Mischung, wie sie auch im Nardetum zur Verwendung gelangte und auf Tabelle 7 dargestellt ist; in den Versuchsflächen 11 und 14 eine Seslerieto-Semperviretum-Trockenwiesenmischung, wie sie auf Tabelle 15 angegeben ist.

Auch diese Arten wurden alle im künstlichen Keimbett auf ihre Keimfähigkeit untersucht, und ihre Keimung war im allgemeinen gut, wie aus der Tabelle hervorgeht. Von sehr vielen Arten keimten 95—100 % der ausgelegten Samen, wengleich zum Teile erst im Laufe längerer Zeit. In der Mischung fehlten einige wünschbare Arten. Von diesen wurden *Sesleria coerulea* und *Chrysanthemum montanum* im Sommer 1929 noch gesammelt und nachgesät. Die Menge der ausgesäten Samen war gleich gross wie im Nardetum (60—70 g pro 2,5 m²).

Die Vorbereitung des Bodens und die Einsaat erfolgte auf die bereits beschriebene Weise (vgl. S. 665 und 649). Doch war die Einsaat in dem felsigen und steil geneigten Boden etwas erschwert und die Ausschwemmung eines Teiles der Samen nicht ausgeschlossen.

Tabelle 14.

Seslerieto-Semperviretum: Natürliche Neubesiedlung der geschälten und umgegrabenen Versuchflächen 18 u. 45 in den Jahren 1929—1935. (K = Keimlinge; Erklärung der übrigen Zeichen s. S. 634.)

	V. F. 18					V. F. 45				
	D.		A.		V.	D.		A.		V.
	32	35	32	35	32	32	35	32	35	32
<i>Phleum Michelii</i>	—	1	—	+	—	1	1	+	1	2
<i>Anthoxanth. u. Agrostis capill.</i>	—	1	—	1	—	1	1	1	1	1
<i>Sesleria coerulea</i>	—	1	—	2	—	—	1	—	2	—
<i>Poa nemoralis</i>						—	1	—	+	—
<i>Festuca ovina</i>	1	1	+	+	K	1	3	1	3	3
» <i>rubra commutata</i>	1	1	1	3	K	1	1	1	1	1
<i>Carex sempervirens</i>	1	1	+	+	1					
» <i>diversicolor</i>	—	1	—	+	—					
<i>Silene inflata</i>	2	1	2	2	3	2	1	2	2	3
<i>Arabis corymbiflora</i>	1	1	3	+	3	2	1	3	1	3
<i>Saxifraga aizoon</i>						—	1	—	+	—
<i>Potentilla Crantzii</i>	1	1	+	+	2					
<i>Alchemilla Hoppeana</i>						1	—	+	—	K
<i>Anthyllis vulneraria</i>	—	2	—	2	—	1	2	1	2	3
<i>Lotus corniculatus</i>	1	2	1	2	2	1	1	+	1	2
<i>Hippocrepis comosa</i>	2	3	2	2	3					
<i>Polygala chamaebuxus</i>	—	1	—	K	—	1	1	1	1	2
<i>Euphorbia cyparissias</i>	2	1	2	1	3					
<i>Helianthemum grandiflorum</i>	1	2	+	1	K	1	3	1	2	3
<i>Ajuga reptans</i>	1	1	+	+	2					
<i>Thymus serpyllum</i>	1	1	1	1	3	—	1	—	+	—
<i>Veronica fruticans</i>	—	1	—	+	—					
<i>Globularia nudicaulis</i>	—	1	—	+	—					
<i>Galium pumilum</i>	1	1	1	2	3	1	2	+	2	2
<i>Scabiosa lucida</i>	2	2	1	1	3	—	2	—	1	—
<i>Campanula thyrsoides</i>	1	1	+	1	K					
» <i>rotundifolia</i>						—	1	—	+	—
» <i>Scheuchzeri</i>	—	1	—	+	—	1	1	+	+	K
<i>Bellidiastrum Michelii</i>	—	1	—	1	—	1	1	1	1	1
<i>Chrysanthemum montanum</i>	1	2	1	2	3	1	2	3	2	3
<i>Carduus defloratus</i>	1	2	1	2	3	1	1	1	1	3
<i>Hieracium cf. bifidum</i>	—	1	—	+	—	1	1	1	1	3
Nackter Boden (einschl. Steine)	5	4				5	4			

Die Keimungen setzten rasch ein. Bereits am 15. Juli zeigten sich ziemlich viele Keimpflänzchen, unter denen die Gräschen verhältnismässig reichlich vertreten waren. Am 9. August war keine wesentliche Zunahme festzustellen, und die gekeimten Gräschen gingen im Laufe des Sommers wieder ein. Ende September waren vor allem junge Pflänzchen von *Anthyllis*, *Lotus* und *Carduus defloratus* vorhanden, neben einer Anzahl Rhizomausschläge (bes. *Euphorbia cyparissias*, *Polygala chamaebuxus*, *Helianthemum grandiflorum*).

Tabelle 16.

Seslerieto-Semperviretum: Neuberassung der geschälten und umgegrabenen Versuchsflächen 11 und 14 in den Jahren 1929—1935 nach Aussaat einer Seslerietum-Samenmischung. (K = Keimlinge; Erklärung der übrigen Zeichen s. S. 634.)

	Versuchsfläche 11					Versuchsfläche 14				
	D.		A.		V.	D.		A.		V.
	32	35	32	35	32	32	35	32	35	32
<i>Phleum Michelii</i>	1	3	2	3	2	1	2	1	3	2
<i>Anthoxanth. u. Agrostis capill.</i>	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2
<i>Sesleria coerulea</i>	—	1	—	1	—	1	2	1	3	2
<i>Festuca ovina</i>	1	1	1	2	3	—	1	—	1	—
» <i>rubra commutata</i>	1	2	1	3	2	1	1	+	2	1
» <i>pumila</i>						1	—	+	—	
<i>Carex sempervirens</i>	1	—	+	—	1					
<i>Dianthus inodorus</i>	1	—	1	—	3	1	—	1	—	3
<i>Silene nutans</i>	2	1	1	1	3	1	—	1	—	3
» <i>inflata</i>	1	1	1	1	3	2	1	1	1	3
<i>Anemone alpina</i>	—	1	—	+	—	—	1	—	+	—
<i>Ranunculus breyninus</i> u. <i>mont.</i>	1	1	1	+	1	—	1	—	+	—
<i>Biscutella levigata</i>	—	1	—	+	—					
<i>Arabis corymbiflora</i>	1	1	1	+	3	1	1	1	+	3
<i>Sedum atratum</i>	—	1	—	+	—					
<i>Saxifraga aizoon</i>	—	1	—	1	—					
<i>Potentilla Crantzii</i>						1	1	+	+	2
<i>Trifolium badium</i>						1	—	+	—	1
<i>Anthyllis vulneraria</i>	3	2	2	2	3	2	2	1	2	3
<i>Lotus corniculatus</i>	1	1	1	+	2	1	1	+	+	2
<i>Hippocrepis comosa</i>	1	3	2	2	3	1	2	1	2	3
<i>Linum catharticum</i>	—	1	—	1	—	—	1	—	+	—
<i>Polygala chamaebuxus</i>	1	1	+	+	2	1	1	1	1	2
<i>Euphorbia cyparissias</i>	1	2	1	1	3	3	2	2	2	3
<i>Helianthemum grandiflorum</i>	3	3	2	2	3	1	1	1	1	3
<i>Viola calcarata</i>						1	1	+	+	2
<i>Bupleurum ranunculoides</i>	1	1	+	1	K	1	1	+	+	K
<i>Ligusticum mutellina</i>	1	—	+	—	1	1	—	+	—	1
<i>Ajuga reptans</i>						1	1	+	+	2
<i>Satureia alpina</i>						1	1	1	+	2
<i>Thymus serpyllum</i>	1	1	+	+	3	1	1	1	+	3
<i>Veronica fruticans</i>						—	1	—	+	—
<i>Globularia nudicaulis</i>						—	1	—	+	—
» <i>cordifolia</i>						—	1	—	+	—
<i>Plantago montana</i>	1	1	+	+	1					
<i>Galium pumilum</i>	1	1	1	2	3	1	1	+	2	2
<i>Scabiosa lucida</i>	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2
<i>Phyteuma orbiculare</i>						1	1	+	+	2
<i>Campanula thyrsoides</i>	1	1	+	1	K	—	1	—	1	—
<i>Bellidiastrum Michelii</i>	1	1	+	1	1	1	1	+	+	1
<i>Aster alpinus</i>	1	1	+	+	K	—	1	—	+	—
<i>Chrysanthemum montanum</i>	—	1	—	2	—	1	1	1	2	2
<i>Senecio doronicum</i>	—	1	—	1	—					
<i>Carlina acaulis</i>						1	1	+	+	3
<i>Carduus defloratus</i>	3	2	2	2	3	3	2	2	2	3
<i>Centaurea montana</i>	1	1	1	+	2	1	1	+	1	1
<i>Leontodon hispidus</i>	—	1	—	+	—					
<i>Hieracium villosum</i>	1	1	+	1	K	1	1	+	+	2
» <i>bifidum</i>	1	—	+	—	K	—	1	—	1	—
Nackter Boden (einschl. Steine)	4	3				5	4			

Tabelle 15.

Samenmischung der Trockenwiese (Seslerieto-Semperviretum). (Für die Erklärung der Zeichen s. Tabelle 6, S. 648.)

Name der Art	Herkunft	Keimkraft	Menge	Name der Art	Herkunft	Keimkraft	Menge
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	F	0	2	<i>Oxytropis montana</i>	S	3	1
<i>Phleum Michelii</i>	S	3	3	<i>Coronilla vaginalis</i>	S	0	1
<i>Calamagrostis varia</i>	S	0	2	<i>Hippocrepis comosa</i>	S	3	2
<i>Avena pubescens</i>	z	2	1	<i>Bupleurum ranuncul.</i>	S	3	2
<i>Sesleria coerulea</i>	S	3	3	<i>Helianthemum grandifl.</i>	S	3	3
<i>Briza media</i>	S	3	2	<i>Primula auricula</i>	S	3	2
<i>Festuca ovina</i>	S	3	3	<i>Gentiana Clusii</i>	S	3	1
» <i>rupicaprina</i>	F	2	1	» <i>campestris</i>	S	0	3
» <i>rubra commutata</i>	F	3	3	<i>Prunella grandiflora</i>	S	0	1
» <i>violacea</i>	F	3	3	<i>Thymus serpyllum</i>	S	3	2
» <i>pumila</i>	F,S	3	3	<i>Veronica fruticans</i>	S	3	2
<i>Carex sempervirens</i>	S	3	3	<i>Bartsia alpina</i>	S	0	2
<i>Paradisialia liliastrum</i>	S	1	3	<i>Euphrasia salisburgensis</i>	S	2	1
<i>Nigritella nigra</i>	S		3	<i>Globularia nudicaulis</i>	S	3	3
<i>Polygonum viviparum</i>	S	3	2	<i>Scabiosa lucida</i>	S	2	2
<i>Silene inflata</i>	S	3	3	<i>Phyteuma orbiculare</i>	S	3	3
» <i>nutans</i>	S	3	3	» <i>betonicifolium</i>	S	3	2
<i>Dianthus inodorus</i>	S	3	3	<i>Campanula thyrsoides</i>	S	3	3
<i>Anemone alpina</i>	S	3	3	<i>Aster alpinus</i>	S	3	3
<i>Ranunc. breyn. (u. mont.)</i>	S	3	3	<i>Erigeron polymorphus</i>	S	3	3
<i>Biscutella levigata</i>	S	1	1	<i>Chrysanthemum leucanthemum</i> ssp. <i>montanum</i>	S	2	2
<i>Sempervivum tectorum</i>	S	3	3	<i>Homogyne alpina</i>	S	3	2
<i>Dryas octopetala</i>	S	3	3	<i>Senecio doronicum</i>	S	3	3
<i>Anthyllis vulneraria</i>	S	3	3	» <i>aurantiacum</i>	S	3	2
<i>Lotus corniculatus</i>	S	3	3	<i>Carduus defloratus</i>	S	3	3
<i>Astragalus australis</i>	S	3	1	<i>Hieracium villosum</i>	S	3	3
<i>Oxytropis campestris</i>	F,S	3	2				

Im Frühling 1930 (22. Juni) waren wiederum zahlreiche Graskeimlinge vorhanden, die aber in der Zeit der sommerlichen Trockenheit neuerdings verdorrten.

Die Versuchsflächen 11 und 14, die mit der Seslerieto-Semperviretum-Samenmischung besät worden waren, wurden in der Folge sich selber überlassen; die Flächen 13 und 46 (Frischwiesenmischung) erhielten Volldüngung ohne Kalk (vgl. S. 637).

Die Düngung erfolgte für die V. F. 46 im Frühling und Herbst 1930, im Frühling 1932, 1933, 1934 und für V. F. 13 im Frühling 1932, 1933, 1934.

Die Überwachsung machte gute Fortschritte (vgl. Tab. 16, 17 und Abb. 4). Sie wurde durch die Düngung gefördert, aber lange nicht in dem Masse wie im Nardetum. Zuerst breiteten sich die Stauden mit Pfahlwurzeln und einzelne Spaliersträuchlein aus, welche die Austrock-

Tabelle 17.

Seslerieto-Semperviretum: Neuberassung der geschälten und umgearbeiteten Versuchsflächen 13 und 46 in den Jahren 1929—1935 nach Aussaat einer Festucetum rubrae commutatae-Samenmischung und Düngung. (Erklärung der Zeichen s. S. 634.)

	V. F. 13					V. F. 46				
	D.		A.		V.	D.		A.		V.
	32	35	32	35	32	32	35	32	35	32
<i>Phleum Michelii</i>	—	3	—	3	—	1	2	1	3	3
<i>Anthoxanth. u. Agrostis capill.</i>	1	1	+	2	1	1	1	+	2	1
<i>Sesleria coerulea</i>	—	1	—	2	—	—	1	—	1	—
<i>Poa alpina</i>	1	—	+	—	3	—	—	—	—	—
<i>Festuca ovina</i>	1	2	+	2	3	—	—	—	—	—
» <i>rubra commutata</i>	1	3	2	4	2	1	4	2	5	2
<i>Carex ornithopoda</i>	—	—	—	—	—	—	1	—	+	—
<i>Carex diversicolor</i>	—	—	—	—	—	1	2	1	3	2
<i>Silene inflata</i>	3	1	2	1	3	3	1	2	+	3
<i>Anemone alpina</i>	—	—	—	—	—	2	1	1	1	3
<i>Ranunculus breyninus</i>	—	—	—	—	—	—	1	—	1	—
<i>Arabis corymbiflora</i>	1	1	+	1	3	2	1	3	+	3
<i>Potentilla Crantzii</i>	2	2	2	2	3	1	1	1	1	3
<i>Alchemilla splendens</i>	1	1	1	1	2	1	1	+	+	K
<i>Rubus idaeus</i>	—	—	—	—	—	1	1	+	+	2
<i>Trifolium pratense</i>	1	1	2	+	2	1	1	1	1	2
» <i>badium</i>	1	1	1	1	3	1	1	1	+	2
<i>Anthyllis vulneraria</i>	3	1	2	1	3	—	—	—	—	—
<i>Lotus corniculatus</i>	1	2	+	2	2	1	2	1	+	2
<i>Hippocrepis comosa</i>	—	—	—	—	—	2	1	1	1	3
<i>Polygala chamaebuxus</i>	1	1	1	+	3	—	—	—	—	—
<i>Polygala alpestre</i>	—	1	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Geranium silvaticum</i>	—	1	—	+	—	2	2	1	1	3
<i>Euphorbia cyparissias</i>	3	3	2	2	3	1	1	1	1	3
<i>Helianthemum grandiflorum</i>	1	2	1	2	3	1	2	+	2	2
<i>Ligusticum mutellina</i>	1	—	+	—	—	—	—	—	—	—
<i>Ajuga reptans</i>	1	1	+	+	1	—	—	—	—	—
<i>Satureia alpina</i>	1	2	2	2	3	—	—	—	—	—
<i>Brunella sp.</i>	—	1	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Plantago montana</i>	—	—	—	—	—	1	—	+	—	2
<i>Galium pumilum</i>	1	2	1	3	3	2	1	2	2	3
<i>Scabiosa lucida</i>	—	1	—	+	—	—	1	—	1	—
<i>Knautia silvatica</i>	1	1	1	+	2	—	—	—	—	—
<i>Phyteuma orbiculare</i>	1	—	1	—	3	—	—	—	—	—
<i>Campanula Scheuchzeri</i>	—	1	—	+	—	1	1	1	1	2
<i>Bellidiastrum Michelii</i>	1	1	+	1	1	—	1	—	+	—
<i>Chrysanthemum montanum</i>	1	2	1	3	3	1	2	1	3	3
<i>Carlina acaulis</i>	—	—	—	—	—	1	—	+	—	3
<i>Carduus defloratus</i>	2	2	1	2	3	2	2	2	2	3
<i>Leontodon hispidus</i>	2	—	2	—	2	1	—	1	—	2
<i>Crepis aurea</i>	1	1	1	1	2	1	—	+	—	1
<i>Hieracium cf. bifidum</i>	1	—	+	—	2	—	—	—	—	—
Nackter Boden (einschl. Steine)	4	3	—	—	—	3	1	—	—	—

nung zu ertragen vermochten, vor allem *Silene inflata*, *Silene nutans*, *Dianthus inodorus*, *Lotus*, *Anthyllis*, *Hippocrepis*, *Polygala chamaebuxus*, *Helianthemum grandiflorum*, *Carduus defloratus*. Die Gräser rückten langsam nach, indem sie zwischen den Steinen und im Schatten der Kräuter keimten. Sie begannen erst 1932 sich auszubreiten, und zwar in erster Linie *Phleum Michelii*, *Festuca ovina* und *Festuca rubra comm.*, während *Carex sempervirens* und *Sesleria coerulea* erst in vereinzelt Individuen vorhanden waren. In der Fläche 46 hatte *Carex diversicolor* das Randgebiet durchwachsen und begann sich auszubreiten. In den folgenden Jahren gelangten die Gräser in drei der vier Flächen zur Dominanz, womit die eigentliche Konsolidierung des Bestandes als Blaugrashalde einsetzte. Mehrere Pionierarten, wie *Silene inflata* und *Arabis corymbiflora* gingen stark zurück; *Dianthus* konnte nicht mehr nachgewiesen werden. Die Aufnahme vom Spätherbst 1935 (3. November), obschon nicht ganz vollständig, zeigt diesen Vorgang sehr schön. Die Bestände sind, soweit die Steine dies gestatten, bereits geschlossen (s. Tab. 18). Der Unterschied zwischen den gedüngten und ungedüngten Versuchsflächen ist klein geworden. Nur bei der Fläche 14 erscheint dieser Vorgang verzögert.

Tabelle 18.

Deckungsprozente in den angesäten Seslerieto-Semperviretum-Versuchsflächen (nach Ausschluss der steinbedeckten Fläche).

		VIII. 1930	VIII. 1931	VIII. 1932	XI. 1935
V. F. 11	S.-S. ungedüngt	40	65	80	95
V. F. 14					
V. F. 13	Frischw., gedüngt	30	60	70	100
V. F. 46					

Beim Vergleich der mit Trockenwiesensaat und Frischwiesensaat angesäten Versuchsflächen sehen wir, dass trotz der fördernden Wirkung der Düngung aus der letzteren keine Frischwiese hervorgegangen ist, sondern sich alle Flächen direkt zum Seslerieto-Semperviretum entwickeln, wobei die Kräuter in der Besiedlung vorangehen, die Gräser langsam nachkommen. Die Zahl der Trockenwiesen-Arten ist naturgemäß in den Flächen 11 und 14 grösser; aber in den mit Frischwiese besäten Flächen finden wir eine beträchtliche Zahl von Trockenwiesen-Arten, die in der Saat fehlten (*Sesleria coerulea*, *Festuca ovina*, *Arabis corymbiflora*, *Potentilla Crantzii*, *Anthyllis*, *Hippocrepis*, *Polygala chamaebuxus*, *Polygala alpestre*, *Helianthemum grandiflorum*, *Satureia alpina*, *Carduus defloratus*). Auch *Phleum Michelii* gelangte spontan in diese Versuchsflächen hinein. Und von der Frischwiesenmischung sind nur wenige Arten, die in der Trockenwiesenmischung fehlten, anfänglich zu einer gewissen Verbreitung gekommen (*Trifolium pratense*, *Tri-*

folium badium, Leontodon hispidus, Crepis aurea); aber sie sind bald in scharfem Rückgange begriffen (Aufnahme 1935).

Die Frischwiesensaat war also umsonst, und die Beeinflussung durch Saat und Düngung sogar geringer als die Düngwirkung im alten Seslerieto-Semperviretum-Rasen (vgl. S. 663), wohl weil die Einwirkung der Gräser, die in den gedüngten Altrasen zu üppiger Entwicklung gelangen und eine starke Wurzelkonkurrenz und Beschattung auf die übrige Vegetation ausüben, in den grasarmen Neusaaten ausbleibt.

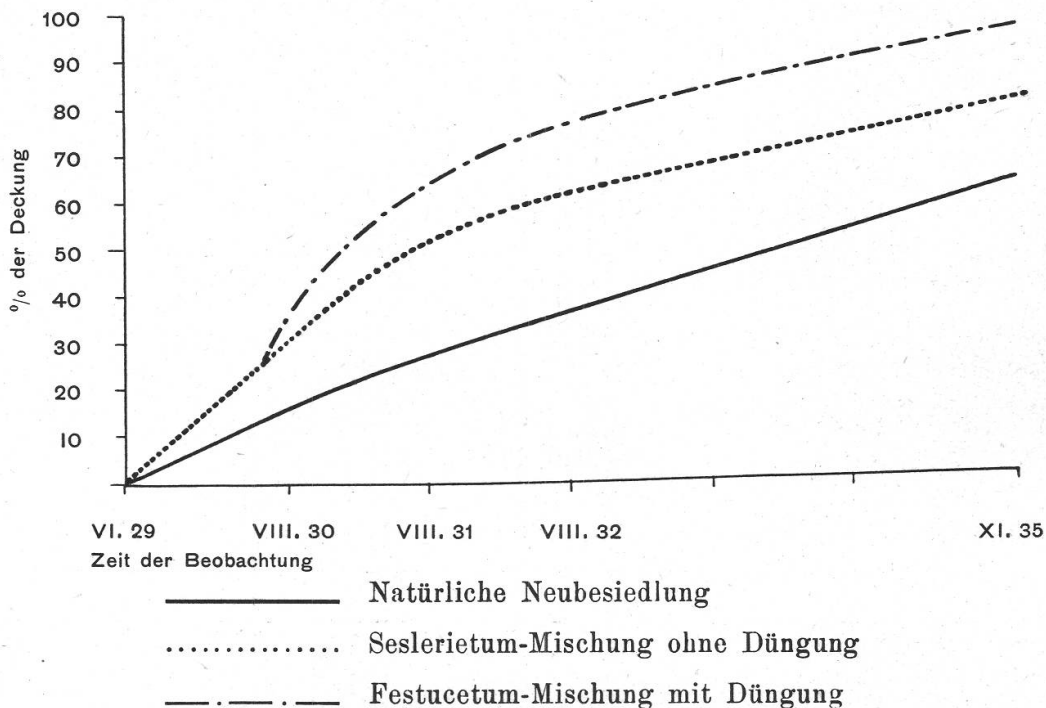


Abbildung 4.

Darstellung der Zunahme der Bodendeckung durch die Vegetation in den entblößten Seslerieto-Semperviretum-Versuchsflächen.

In Abb. 4 ist der Gang der Berasung graphisch dargestellt worden. Wie in den Nardetum-Versuchsflächen, erfolgt die natürliche Berasung langsam und gleichmässig, so dass die Kurve annähernd in einer Geraden verläuft, während die Saat und in stärkerem Masse die Düngung einen stimulierenden Einfluss ausüben, der langsam abflaut, bei der Saat rascher als bei der Düngung.

D. Veränderung der Böden der Versuchsflächen.

Das schärfste Reagens auf den Bodenzustand und auf Bodenveränderungen ist ohne Zweifel die lebende Pflanze und ihre Vergesellschaftung, die Vegetation. Auf Düngung antwortet die Vegetation in auffallender und ausgesprochener Weise, lange bevor die chemischen Analysen eine merkliche Anreicherung der Nährstoffe im Boden feststellen können, oder auch ohne dass eine solche in wesentlichem Masse

Tafel 25



Abbildung 1.

Alpengarten Schinigeplatte, Nardetum, links V. F. 2 (NPK-Düngung), rechts V. F. 37 (Kalk-Düngung), im 2. Jahr der Düngung (viermal gedüngt). Der Hinterrand der beiden V. F. ist durch aufgestellte Schindeln bezeichnet.

Phot. Lüdi IX. 1930.



Abbildung 2.

Alpengarten Schinigeplatte, V. F. 40: *Festucetum rubrae comm.*, linke Hälfte gestampft, im 5. Jahr.

Phot. Lüdi VIII. 1932.

Tafel 26



Abbildung 1.

Alpengarten Schinigeplatte, Nardetum, V. F. 41: Neubesiedlung nach Schälen des alten Rasens, ohne Saat, im 2. Jahr nach der Entfernung des Rasens.

Phot. Lüdi IX. 1930.



Abbildung 2.

Alpengarten Schinigeplatte, Nardetum, V. F. 3: Neubesiedlung nach tiefem Umgraben ohne Saat, im 2. Jahr nach der Entfernung des Rasens.

Tafel 27



Abbildung 1.

Alpengarten Schinigeplatte, Nardetum, V. F. 5: Saat ohne Düngung, im 2. Jahr nach der Saat.



Abbildung 2.

Alpengarten Schinigeplatte, Nardetum, V. F. 4: Saat und NPK-Düngung, im 2. Jahr nach der Saat, im 1. Jahr der Düngung.

Phot. Lüdi IX. 1930.

Tafel 28



Abbildung 1.

Alpengarten Schinigeplatte, Nardetum, V. F. 1: Saat ohne Düngung, im 4. Jahr nach der Saat.



Abbildung 2.

Alpengarten Schinigeplatte, Nardetum, V. F. 4: Saat und NPK-Düngung, im 3. Jahr der Düngung.

Phot. Lüdi VIII. 1932.

Tafel 29

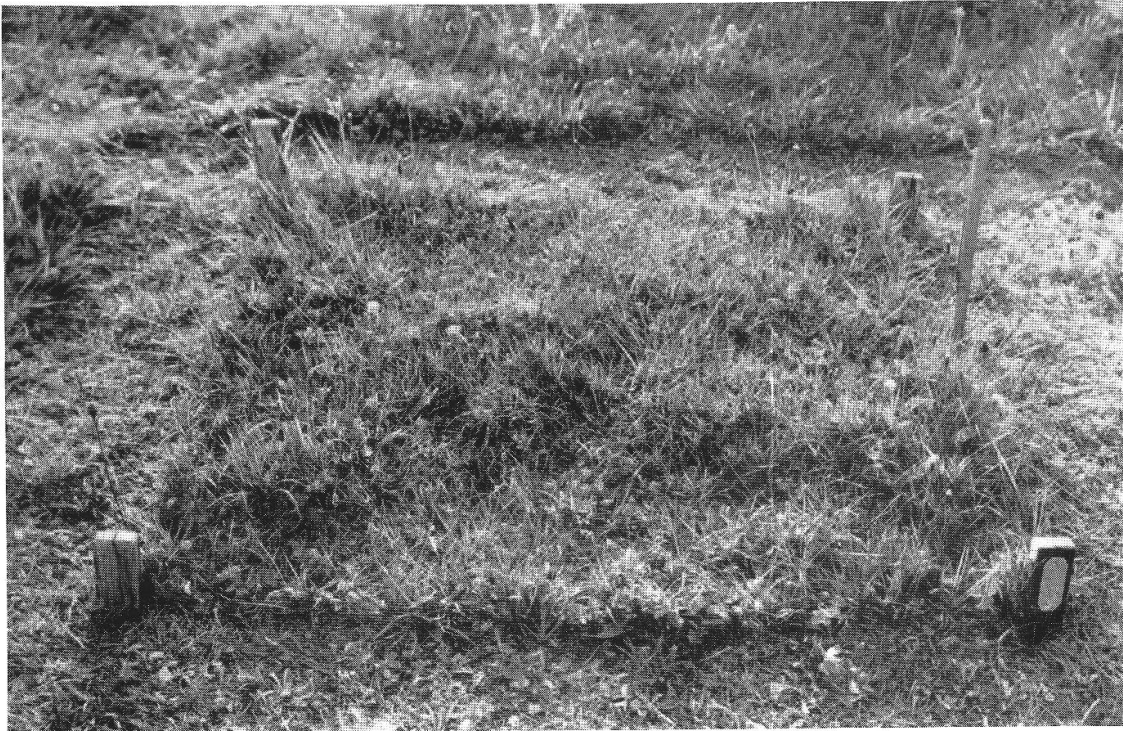


Abbildung 1.

Alpengarten Schinigeplatte, Nardetum, V. F. 44: Nach Entfernung der Magerkeitszeiger aus dem Rasen, ohne Düngung, im 3. Jahr.



Abbildung 2.

Wie Abbildung 1, aber mit Düngung.

Phot. Lüdi VIII. 1932.

Leere Seite
Blank page
Page vide

stattfindet, da die meisten der zugeführten Nährstoffe von der Pflanze aufgenommen und bei der Ernte fortgenommen werden. Wir haben unter diesen Überlegungen das Hauptgewicht unserer Untersuchungen auf die Reaktion der lebenden Pflanzen verlegt und wollen hier nur noch wenige Ergebnisse anschliessen, die Veränderungen im Bodenzustand als Folge unserer experimentellen Eingriffe mehr oder weniger klar erkennen lassen. Sie beziehen sich vorzugsweise auf die Nardetum-Versuchsflächen, für die auch die Stärke der Eingriffe und der Reaktionsgrad der Vegetation am ehesten feststellbare Bodenveränderungen erwarten lassen.

1. Bodenazidität. Für 10 Nardetum-Versuchsflächen liegen Aziditätsmessungen aus den Jahren 1928, 1932 und 1933 vor. Die Mittelwerte ergeben bei kleinen Abweichungen :

Zeit	1928	1932	1933
pH	4,62	4,70	4,70

Es ist also ein ganz unbedeutender Rückgang der Azidität festzustellen, der in der Nähe der Fehlergrenze liegt. Gedüngte und ungedüngte Flächen, soweit NPK-Düngung vorliegt, zeigen keinen Unterschied, was nach der Art der Düngung auch zu erwarten war. Ebenso ist die Azidität beim Umgraben mit oder ohne Ansaat im Durchschnitt unverändert geblieben.

Dagegen beobachten wir bei den mit Kalziumkarbonat gedüngten Versuchsflächen eine langsame aber stetig fortschreitende Neutralisierung des Bodens, die bei der V. F. 10 merklich rascher vorwärtsgeht als bei V. F. 37 :

	1928	1930	1932	1933
V. F. 10 .	4,56	4,82	5,45	5,53
V. F. 37 .	4,66	4,62	4,90	5,25
Mittel . .	4,61	4,71	5,17	5,39

(In den Jahren 1928 und 1930 wurden aus jeder Versuchsfläche je eine Probe, in den Jahren 1932 und 1933 je zwei Proben untersucht.)

Im Festucetum rubrae comm. und im Seslerieto-Semperviretum ergab die Aziditätsmessung keine deutliche Veränderung.

2. Porenvolumen, Wasserkapazität und Luftkapazität des Bodens. Der physikalische Zustand des gewachsenen, also in natürlicher Lagerung befindlichen Bodens wurde nach der von H. Burger¹ ausgearbeiteten Methode bestimmt. Das Porenvolumen ist das Gesamtvolumen der im gewachsenen Boden vorhandenen, mit Luft oder Wasser gefüllten Hohlräume, die Wasserkapazität

¹ Hans Burger: Physikalische Eigenschaften der Wald- und Freilandböden. Mitt. Schweiz. Centralanst. f. forstl. Versuchswesen 13 1924 (3—231).

der Wassergehalt des Bodens bei völliger Wassersättigung, die Luftkapazität der Luftgehalt des Bodens im Zustande der Wassersättigung.

Tabelle 19.

Vergleichende Untersuchung einiger Nardetum-Versuchsflächen auf den physikalischen Zustand des Bodens.

Nr. der V. F.	Zustand und Beeinflussung der V. F.	Porenvol.		Wasserkapaz.		Luftkapaz.	
		1928	1933	1928	1933	1928	1934
		%	%	%	%	%	%
2	Altrasen, gedüngt	68,1	65,9	63,5	61,5	4,6	4,4
7	„ „	66,7	65,6	62,2	59,6	4,5	6,0
43	Altrasen, Magerkeitszeiger entfernt, gedüngt	(66,7)	64,1	(62,2)	57,2	(4,5)	6,9
1	Saat, ungedüngt	65,4	59,4	59,8	53,5	5,6	5,9
4	„ gedüngt	69,4	65,2	63,1	59,1	6,3	6,1
37	Altrasen, Ca-Düngung	64,1	66,8	59,9	60,1	4,2	6,7

Wie aus der Tabelle 19 hervorgeht, ist in den Nardetum-Versuchsflächen keine bedeutende Veränderung dieser Grössen eingetreten. Da aus jeder Versuchsfläche nur eine Messung vorliegt, die wohl die Grössenordnung der gemessenen Faktoren erkennen lässt, aber nicht erlaubt, feinere Unterschiede zu sichern, so müssen wir in der Auswertung vorsichtig sein. Aus der Übereinstimmung in den verschiedenen Versuchsflächen scheint immerhin hervorzugehen, dass das Porenvolumen allgemein merklich kleiner geworden ist und ebenso die Wasserkapazität, während die Luftkapazität sich nicht merklich oder doch nicht in eindeutigen Sinne veränderte. Somit ist der Boden gegenüber früher etwas dichter gelagert. Trotzdem ist er, wie wir gleich sehen werden, für Wasser durchlässiger geworden. Eine Ausnahme macht die mit Kalk gedüngte Versuchsfläche 37. Hier hat, wohl als Folge von Koagulationsvorgängen im Boden, das Porenvolumen zugenommen und die Wasserkapazität ist gleichgeblieben, so dass die Luftkapazität eine deutliche Steigerung erfahren hat.

Tabelle 20.

Vergleichende Untersuchung der linken und rechten Hälften der Festucetum-Versuchsflächen 30 und 40 auf ihren physikalischen Zustand im Sommer 1933.

V. F.	Wasserkapaz. %	Luftkapaz. %	Wassergehalt %	Luftgehalt %
30, links	58,8	5,0	48,2	15,6
30, rechts	58,2	4,3	44,4	18,1
40, links	58,7	3,4	51,1	12,0
40, rechts	59,8	3,4	49,7	13,5

In den *Festucetum*-Versuchsflächen 30 und 40, deren linke Hälfte gestampft wurde, ist im Sommer 1933 der physikalische Zustand des Bodens für die linke und rechte Hälfte getrennt untersucht worden (s. Tab. 20). Luftkapazität und Wasserkapazität sind in beiden Hälften gleichgeblieben; dagegen zeigt der aktuelle Luft- und Wassergehalt in Volumenprozenten kleine aber charakteristische Unterschiede, die kaum zufälliger Art sind: Der Wassergehalt ist in der gestampften Hälfte der Versuchsfläche grösser geworden, der Luftgehalt kleiner.

3. *Sickerversuche*. Bestimmt wurde die Zeit, die ein Liter Wasser, auf eine Höhe von 10 cm in ein eingeschlagenes Stahlrohr eingefüllt, auf der Fläche von 1 dm² zum völligen Einsickern in den Boden benötigte. Die Methode ist ebenfalls bei H. Burger (loc. cit.) beschrieben.

Leider liegen aus dem Jahre 1928 nur wenige Versuche vor, reichlich dagegen aus den Jahren 1933 und 1934. Die Methode ist mit so grossen Fehlermöglichkeiten behaftet, dass viele Messungen notwendig sind, um vergleichbare Mittelwerte zu erhalten. Wir haben sichtlich fehlerhafte Werte (zum Beispiel, wenn in der Einsickerungsfläche sich Mäuselöcher oder grosse Steine offenbarten) von vornherein weggelassen; kleinere Fehlerquellen mit ähnlicher Wirkung können natürlich nicht sicher erkannt werden, und ihre Eliminierung ist nur durch Häufung der Versuche möglich. Von Einfluss ist auch der jeweilige Wassergehalt des Bodens. Bei Wassersättigung kann leicht das Mehrfache an Zeit notwendig sein als bei Austrocknung.

Wir geben in der nachfolgenden Tabelle 21 die Ergebnisse einer Anzahl von Messungen im *Nardetum* und fügen zur besseren Orientierung eine Bemerkung über den jeweiligen Zustand des Bodens bei. Starke Austrocknung findet in diesen Beständen nie statt.

Wir dürfen aus diesen Zahlen wohl den Schluss ziehen, dass die Durchlässigkeit des Bodens seit dem Aufhören der Beweidung grösser geworden ist, erkennen aber anderseits die starken Schwankungen nach Ort und Zeit. Im allgemeinen dürfte die Durchlässigkeit im vorderen *Nardetum* kleiner sein (vgl. auch Tab. 21); der Wert vom 17. August

Tabelle 21.

Ergebnisse von *Sickerversuchen* im *Nardetum*.

	4./6. X. 28		12. VIII. 33		1. X. 33		17. VIII. 34	
	Zahl der Messg.	Zeit in Min. Mittel	Zahl der Messg.	Zeit in Min. Mittel	Zahl der Messg.	Zeit in Min. Mittel	Zahl der Messg.	Zeit in Min. Mittel
Vord. <i>Nardetum</i> . . .	4	270,5	5	14,6	13	11,2	6	11,8
Hint. <i>Nardetum</i> . . .	3	60,0	5	2,5	—	—	2	23,2
Zustand des Bodens .	feucht-nass		trocken		trocken		feucht-nass	

1934 ist für das hintere Nardetum weitgehend Zufallswert. Der Grund für diesen Unterschied liegt wahrscheinlich im stärkeren Steingehalt des Bodens im vorderen Nardetum.

Die in Tabelle 21 zusammengestellten Messungen erfolgten ausserhalb der Versuchsflächen. In einer Reihe von Messungen wurde die Durchlässigkeit der Versuchsflächen-Böden geprüft (Tabelle 22). Auch hier treten die Zufälligkeiten überragend hervor. Die höheren Werte liefert wiederum das vordere Nardetum. Die Umarbeitung des Bodens, die mit der Saat verbunden war, macht sich nach 4 Jahren jedenfalls nicht in einer grösseren Durchlässigkeit bemerkbar. Eher wirkt die Volldüngung auf die Durchlässigkeit fördernd ein. Die Flächen mit Kalkdüngung dagegen stellen sich ungünstig, noch ungünstiger die bloss geschälte und zur Neuberassung sich selber überlassene Fläche 41.

Tabelle 22.

Ergebnisse von Einsickerungsversuchen in den verschiedenen Versuchsflächen des Nardetums, vorgenommen am 19. August 1933 (trockenes Wetter)

Nr. der V. F.	Ort	Behandlung der V. F.	Zahl der Messungen	Zeit in Sekunden Mittel
6	hinteres Nardetum	Unverändert (Mähen)	2	282
8	" "	" "	2	160
2	vorderes Nardetum	Volldüngung	4	194
7	hinteres Nardetum	"	2	115
10	" "	Ca-Düngung	2	275
37	" "	"	4	845
44	" "	Entfernen des Azidiphilen	2	135
43	" "	id. + Volldüngung	2	105
41	vorderes Nardetum	Schälen des Rasens	4	909
3	" "	Schälen und Umgraben	4	382
1	" "	Saat ohne Düngung	4	445
5	" "	" " "	4	472
9	hinteres Nardetum	" " "	2	217
4	vorderes Nardetum	Saat mit Düngung	3	273
42	" "	" " "	2	462

Schliesslich geben wir noch die Ergebnisse von einigen Sicker-
versuchen in den Versuchsflächen 30 und 40, deren
linke Hälften gestampft wurden. Sie zeigen eine klare und sehr bedeu-
tende Abnahme der Sickergeschwindigkeit in den gestampften Flächen
(siehe Tab. 23).

Tabelle 23.

Ergebnisse von Sickersversuchen in den Festucetum-Versuchsflächen 30 und 40, in deren linken Hälften der Rasen gestampft wurde, vorgenommen am 19. August 1933.

Nr. der V. F.	Ort	Zahl der Messungen	Zeit in Sekunden Mittel
30	linke Hälfte	2	1312
30	rechte Hälfte	2	272
40	linke Hälfte	3	962
40	rechte Hälfte	3	272

Zusammenfassung.

Im Alpengarten Schinigeplatte bei Interlaken in 2000 m Meereshöhe wurden in den Jahren 1928—1934 Untersuchungen über die Wirkung von experimentellen Eingriffen in die natürliche Vegetation ausgeführt, die sich auf drei verschiedene Pflanzengesellschaften verteilen, auf das Nardetum resp. von *Nardus stricta* überwachsene Magerwiese (= Heidewiese), das Festucetum rubrae commutatae (= Frischwiese) und das Seslerieto-Semperviretum (= Trockenwiese auf Kalk).

Die Grösse der Versuchsflächen betrug 1 m² mit einem 30 cm breiten Rande. Im Festucetum wurde ausserdem eine Anzahl kleiner Probeflächen angelegt (Quadratseite 30 cm und 20 cm Rand). Die meisten Versuche wurden doppelt ausgeführt.

Es gelangten folgende experimentelle Eingriffe zur Anwendung: Im Nardetum: regelmässiges Mähen des Rasens; Volldüngung ohne Kalk; Kalkdüngung; Entfernung der Magerkeitszeiger aus dem Rasen ohne und mit nachfolgender Volldüngung ohne Kalk; Entfernen des Rasens durch oberflächliches Schälen und nachherige natürliche Neubesiedlung; ebenso mit tiefem Umgraben und sorgfältigem Entfernen aller Rhizomreste; ebenso und Ansaat eines neuen Rasens (Frischwiesen-Samenmischung oder Mischung von Frischwiesen- und Heidewiesen-Arten) ohne und mit nachfolgender Düngung. Im Festucetum: regelmässiges Mähen; Stampfen der einen Hälfte der Versuchsfläche (einmal jährlich); Einpflanzung von Nardetum-, Festucetum-, Seslerieto-Semperviretum-Jungpflanzen; Einsaat einer Nardetum-, Festucetum- oder Nardetum + Festucetum-Samenmischung, ohne und mit Düngung. Im Seslerieto-Semperviretum: Volldüngung ohne Kalk; Entfernen des Rasens und natürliche Neuberassung; ebenso und Saat von Frischwiesen- oder Trockenwiesen-Samenmischung; ersteres verbunden mit Volldüngung ohne Kalk.

Ergebnisse im Nardetum: Das regelmässige Mähen des Nardetums ohne Düngung erhielt den Bestand. Volldüngung ohne Kalk verwandelte das Nardetum, unter der hier erfüllten Voraussetzung, dass kümmernde Sprosse von Frischwiesen-Arten in genügender Zahl im Rasen eingestreut waren, in kürzester Zeit in eine dicht- und hochwüchsige, artenarme, ertragsreiche Frischwiese vom Typus des Agrostideto-Festucetum rubrae comm. Kalldüngung erzielte einen niedrigen aber sehr dichten Rasen vom Frischwiesentyp mit reichlichen Leguminosen, wobei aber die Gräser verhältnismässig wenig fruchteten. Der Ertrag war mittelgross. Die Entfernung der Magerkeitszeiger ergab ohne Düngung eine magere Frischwiese von sehr geringem Ertrage, die in Rückentwicklung zum Nardetum begriffen ist. Kam Düngung hinzu, so verlief die Entwicklung wie bei der Volldüngung. Durch das Schälen des Rasens wurde die vollständige Entfernung von *Nardus* und der Mehrzahl der andern Magerkeitszeiger erreicht. Aus den im Boden verbleibenden Rhizomteilen entwickelten sich vor allem Neupflanzen von *Plantago alpina* und mehrerer Futtergräser (*Agrostis capillaris*, *Phleum alpinum*, *Festuca rubra*). Von den Nardetum-Arten wurde nur *Campanula barbata* wenig geschädigt. Der Boden deckt sich rasch, und der neue Rasen enthält die Anlage zu einer Frischwiese. Aber die Individuen bleiben von zwergigem Wuchse; ohne Düngung tritt keine Entwicklung zu einer ertragsreichen Wiese auf, sondern Tendenz zu neuer Vermagerung. Noch nach 6 Jahren war kein merklicher Ertrag vorhanden. Auf Schälen mit Umarbeiten des Bodens erfolgt eine langsam und gleichmässig fortschreitende natürliche Neubesiedlung. Das Endprodukt ist wie im vorher erwähnten Falle; doch scheint durch das Umgraben die Bildung kräftigerer Einzelpflanzen und damit auch der Ertrag wenigstens vorübergehend gefördert zu werden. Die Aussaat einer Frischwiesen-Samenmischung oder einer Frischwiesen-Magerwiesen-Mischung gibt genau das gleiche Ergebnis. Es entsteht auf jeden Fall zuerst eine Frischwiese mit spärlichen azidiphilen Arten und annähernd fehlendem *Nardus*. Ausgesäte basiphile Arten kamen gar nicht auf. Der Rasen gelangt noch nach 6 Jahren nicht über ein Zwergstadium hinaus, das keinen Ertrag abgibt, und langsam fangen die Magerkeitszeiger an, sich wieder auszubreiten. Wird die Aussaat mit Düngung verbunden, so vollzieht sich die Deckung des Bodens viel rascher; es entwickelt sich ein hochwüchsiges und ertragreiches, aber vorerst noch artenarmes Agrostideto-Festucetum.

Die Bodenveränderungen, die infolge des Aufhörens der Nutzung und durch die vorgenommenen experimentellen Eingriffe auftreten, sind nicht bedeutend. Die Azidität ist annähernd gleichgeblieben, auch in den Flächen mit Volldüngung ohne Kalk. Nur

bei Kalkkarbonatdüngung ist eine langsame aber stetig zunehmende Entsäuerung des Bodens eingetreten. Ganz allgemein ist die Einsickerungsgeschwindigkeit des Wassers in den Boden besser geworden. Die Luftkapazität dagegen ist gleichgeblieben (sie ist von der des Festucetums kaum verschieden). Das Porenvolumen ist etwas kleiner, die Wasserkapazität ebenfalls etwas kleiner geworden. Somit ist der Boden eher dichter gelagert als früher; aber die Verteilung der Kanäle im Boden erlaubt einen rascheren Durchfluss des Wassers. Eine Ausnahme macht der mit Kalk gedüngte Boden, der eine kleine Zunahme des Porenvolumens und zugleich der Luftkapazität aufweist. Der physikalische Zustand des Bodens der mit NPK gedüngten Versuchsflächen ist von den ungedüngten Böden kaum verschieden (vielleicht ist die Durchlässigkeit etwas grösser), und ebenso sind die umgearbeiteten Böden von denen mit Altrasen nicht verschieden.

Ergebnisse in der Frischwiese. Das Mähen ohne Düngung ergibt zwar in der Versuchszeit eine merkliche Verringerung des Ertrages, aber noch keine Vermagerung; der Rasen besitzt eine grosse Widerstandskraft gegen die Verschlechterung. Das Stampfen des Rasens erzeugt für die gestampfte Rasenhälfte einen niedrigeren und dichteren Rasen, in dem die Halme der Gräser stark zurücktreten, dagegen *Trifolium repens*, *Ligusticum mutellina*, *Plantago alpina*, *Plantago montana*, *Crepis aurea* und *Leontodon hispidus* häufiger sind. Eine eigentliche Rasenverschlechterung ist also nicht vorhanden; der Ertrag ist aber merklich geringer als in der nicht beeinflussten Hälfte. Die physikalische Bodenuntersuchung zeigt auf der gestampften Hälfte einen starken Rückgang der Wasserdurchlässigkeit. Ausserdem ist der Wassergehalt grösser geworden, der Luftgehalt kleiner. Diese Veränderungen müssen von der Verkleinerung der Poren des Bodens infolge des Stampfens herrühren. Einpflanzungen von Jungpflanzen in kleine Versuchsflächen blieben erhalten, aber ohne wesentliche Ausbreitungstendenz. Der Rasenschluss erfolgte sehr langsam, teilweise durch starke Vergrösserung der eingepflanzten Individuen, teilweise durch Einwanderung aus der Umgebung, die wieder den standortgemässen Zustand der Frischwiese vorbereitet. Die richtige Einpflanzung ist keine leichte Sache. In unserem Versuche standen wahrscheinlich die eingepflanzten Individuen zu wenig dicht: die Auswahl und der relative Anteil der einzelnen Arten dürften auch innerhalb des konkurrenzfähigen Assoziationstypus von Bedeutung sein. Bei Saat von Nardetum- und Festucetum-Samenmischungen erhalten sich nur die Festucetum-Arten. Die Nardetum-Arten gehen verloren, so dass sich, in Verbindung mit natürlicher Einwanderung, eine Frischwiese bildet, die ohne Düngung von niedrigem, magerem Wuchse bleibt (Vorherrschen von *Leontodon hispidus*, *Plantago alpina* und *montana*), bei Düngung zu hohem, dichtem Grasrasen

aufwächst (Vorherrschen von *Festuca rubra commutata*, eventuell auch *Agrostis capillaris* und *Trifolium repens*). Quadratische Probestellen von 30 cm Seitenlänge und 20 cm Randbreite erwiesen sich als zu klein für solche Versuche.

Ergebnisse im Seslerieto-Semperviretum. Voll-düngung ohne Kalk ergibt eine üppige Entwicklung von *Festuca rubra comm.* und *Phleum Michelii*, der ein starker Rückgang verschiedener Seslerieto-Semperviretum-Arten gegenübersteht. Dieser ist wohl nicht nur der direkten Wirkung der Düngung zuzuschreiben (s. unten), sondern zum Teil der Beschattung und der Wurzelkonkurrenz durch die lebenskräftigeren Gräser. Es entsteht eine Art Übergangsglied zwischen Seslerietum und Festucetum. Die natürliche Entwicklung der Vegetation nach der Entfernung des alten Rasens und dem Umgraben des Bodens geht wieder direkt zum Seslerieto-Semperviretum. Aber sie vollzieht sich zuerst sehr langsam, und als Pioniere treten ausschliesslich die Kräuter des Seslerieto-Semperviretums auf. Besonders hervorzuheben sind durch ihre schnelle Verbreitungsfähigkeit *Silene inflata* und *Arabis corymbiflora*. So entsteht zuerst ein Krautstadium. Erst nach mehreren Jahren treten die Gräser auf, die meist zwischen der Krautvegetation oder unter Steinen hervorsprossen, allmählich erstarken und die Kräuter zurückdrängen, namentlich auch die oben genannten Pioniere. Die Entwicklung geht in diesem Stadium schneller vor sich; aber noch nach 6 Jahren können beträchtliche Flächen nackt sein. Bei Ansaat wird die Entwicklung der Vegetationsdecke zwar beschleunigt, geht aber genau den gleichen Weg. Die Graskeimlinge erliegen sämtlich der Austrocknung, und erst später halten sie, unter Benutzung der Vorarbeit der Kräuter, ihren Einzug, wie er oben beschrieben worden ist. Stets bildet sich ein Seslerieto-Semperviretum aus, ganz gleichgültig, ob eine Trockenwiesen- oder eine Frischwiesen-Samenmischung ausgestreut worden ist. Düngung beschleunigt die Überrasung, ändert aber den Entwicklungsweg nicht ab. Die massgebenden Seslerieto-Semperviretum-Arten werden durch die Düngung nicht vertrieben. Der Anteil der Festucetum-Arten an dem neuen Rasen geht andauernd zurück. Somit ist die Wirkung der Düngung sogar geringer als im Altrasen des Seslerieto-Semperviretums, wahrscheinlich weil die Gräser mit ihrer starken standortschaffenden Kraft noch nicht bestehen können. Erst später, nachdem die Gräser angefangen haben sich auszubreiten, ist bei weiterer Düngung eine ähnliche Wirkung zu erwarten, wie sie oben für die Altrasen angegeben wurde.

Einige allgemeine Ergebnisse. Die Vermagerung der Alpweide, die auf flachen oder leicht sonnwärts geneigten Böden zur Vorherrschaft von *Nardus* oder zur Bildung eines Nardetums geführt hat, kann auf der Schinigeplatte leicht durch Düngung rückläufig

gemacht werden. An Stelle der Magerwiese bildet sich dann eine Frischwiese vom Typus des *Agrostideto-Festucetum rubrae commutatae* aus. Die direkte Erzeugung eines *Nardetums*, sei es durch Ansaat oder durch natürliche Neuberasung eines geschälten Bodens, glückte nie, weder auf *Nardetum*- noch auf *Festucetum*-Boden. Zuerst bildete sich immer eine Frischwiese, wenngleich beim Ausbleiben der Düngung nur in Zwergrasen. Verschiedene andere azidiphile Arten und Magerkeitszeiger, wie *Campanula barbata*, *Gentiana Kochiana*, *Arnica montana*, *Luzula multiflora*, *Carex pallescens*, *Potentilla aurea* scheinen sich vor *Nardus* auf den neuen Böden ansiedeln und behaupten zu können. Innerhalb 6 Jahren ist *Nardus* noch in keiner einzigen der neubewachsenen Versuchsflächen in wesentlichem Umfange zur Ausbreitung gelangt. Dagegen kann es in dem Altrasen, nachdem es durch Ausstechen entfernt worden ist, ziemlich rasch wieder an Raum gewinnen, vielleicht zum Teil aus erhalten gebliebenen Resten der alten Horste. Das *Nardetum* ist auf diesen sauren, humusarmen Schieferböden offenbar nicht die standortgemässe Primärvegetation geschlossener Rasenflächen, sondern diese ist in dem *Festucetum* zu erblicken, das erst durch eine biogene Umwandlung des Standortes zurückgedrängt wird.

So wie auf den frischen, sauren Böden das *Festucetum* sich ausbildet, so stellt sich auf den sonnigen, kalkigen Halden mit Sicherheit das *Seslerieto-Semperviretum* ein, auch wenn eine *Festucetum*-Samenmischung ausgesät und Düngung angewandt wird. Nur im Altrasen kann Düngung das Gleichgewicht ein Stück weit in der Richtung gegen das *Festucetum* hin verschieben, wenn im Rasen reichlich *Festuca rubra comm.* (und *Phleum Michelii*) vorhanden ist.

Die Natur macht also auch hier keine Sprünge, sondern bringt diejenige Vegetation hervor, die standortgemäss ist, wobei nach bestimmten Gesetzmässigkeiten die lebende Vegetation den Standort beeinflusst und den Boden für eine Vegetation anderer Zusammensetzung vorbereiten kann. Wenn uns der allgemeine Gang der Sukzession und seine kausale Bedingtheit einigermaßen bekannt sind, so können wir auch im Einzelfall Vegetationsveränderungen vorhersagen oder die Möglichkeiten künstlicher Beeinflussung begrenzen. Zu solcher Arbeit, die auch für die praktische Alpwirtschaft nicht ohne Bedeutung ist, sollen vorstehende Untersuchungen einen Baustein liefern.
