

Die wichtigsten Pflanzengesellschaften der Dauerweiden an der Ems im nördlichen Westfalen

von Richard Büker (†) und Horst Engel

Einleitung

Unter den das Landschaftsbild der Ems formenden Pflanzengesellschaften nehmen die Weiden den ersten Platz ein. Auf ihnen beruht in erster Linie der wirtschaftliche Nutzen des Gebiets. Die Pflanzensoziologie hat sich aber mit ihnen bisher kaum beschäftigt, und es war der Zweck unserer Untersuchungen, diese Lücke auszufüllen. Aber noch ein anderer Grund ließ eine vegetationskundliche Bearbeitung wünschenswert erscheinen. Das war die Emsregulierung. Bis 1938, dem Beginn unserer Untersuchungen, waren in Westfalen bereits bedeutende Flußabschnitte der Ems begradigt. Das Landschaftsbild war z. T. schon ein anderes geworden. An manchen Flußstrecken waren die Arbeiten noch im Gange, und es schien der Zeitpunkt nicht mehr fern, da die Ems vollständig kanalisiert und begradigt sein würde. Wie sah die Vegetation vor der Regulierung aus, welche Pflanzengesellschaften beherrschten das Bild und welche pflanzengeographische Bedeutung kam diesen zu? Es bestand die Gefahr, daß nach vollendeter Regulierung niemand diese Fragen würde beantworten können, da kaum eine Bearbeitung vorliegt. Die Kenntnis aber des ursprünglichen Zustandes ist wichtig, wenn man sich über die Auswirkungen der Flußregulierung im Klaren sein will. Es kann nicht gleichgültig sein, ob das Land mit seinen zahlreichen Weiden und Kämpen wertvoller geworden ist oder nicht. Die Regulierung hat vor allem eine grundlegende Änderung des Wasserhaushaltes der angrenzenden Uferstrecken zur Folge. Veränderungen in der Zusammensetzung der Pflanzendecke werden daher nicht ausbleiben. Somit hatten unsere Untersuchungen auch eine praktische Bedeutung. Wir begannen unverzüglich, da zu befürchten stand, daß es bald zu spät sein würde.

Das bearbeitete Gebiet reichte von Einen bei Warendorf bis Rheine im Nordzipfel Westfalens, eine Strecke von ca. 75 km Länge. Wir suchten nur solche Abschnitte auf, die noch unberührt lagen, kartierten das Gelände, machten von jeder Gesellschaft zahlreiche Bestandsaufnahmen, nahmen eine große Zahl von Bodenproben und notierten das Bodenprofil. Auch mikroklimatische Messungen wurden angestellt. Die Untersuchung der Bodenproben erfolgte im Botanischen Institut der Universität Münster. Wir bestimmten: pH-Wert, Pufferung, Humusgehalt, Gesamtstickstoff, spez. Gewicht, Hygroskopizität, Wasserergiebigkeit nach Sekera und Korngrößen nach dem Schlämmverfahren. Auf die Methoden soll hier nicht eingegangen werden. Einige Hinweise finden sich später im Text.

Leider setzte der Krieg unseren Untersuchungen ein vorzeitiges Ende. B ü k e r fiel 1941 in Rußland. Beim Brand des Botanischen Instituts während des Krieges gingen wertvolle Aufzeichnungen verloren (Meßtischblätter, Protokolle, Notizen). Standortsangaben sind daher heute nicht mehr möglich. Vernichtet wurden auch die im Gelände gesammelten Moos- und Flechtenproben, die zu einem späteren Zeitpunkt bestimmt werden sollten. Ebenso gingen unsere Aufzeichnungen über Weidepilze verloren. Die Artenlisten sind daher unvollständig. Auch die Bodenproben konnten nicht so allseitig untersucht werden wie vorgesehen war, und mikroklimatische Messungen konnten nur einmal, vom 2. bis 4. 8. 1939, durchgeführt werden, natürlich zu wenig, um ein ganz sicheres Bild zu bekommen. Was an Ergebnissen den Krieg und die Nachkriegszeit überdauert hat, soll im Folgenden gebracht werden. Es wird zeigen, daß die Weiden der mittleren Ems eine besondere Note innerhalb der Grünlandgesellschaften Nordwestdeutschlands tragen. Zu Tage gefördert wurden auch bemerkenswerte Beziehungen zwischen den einzelnen Weidetypen und dem Boden.

1. Der Schafschwingel-Thymian-Rasen.

Auf den Weiden der Ems kommen nicht selten kleinere Flächen vor, die sich schon von weitem durch ihre graugrüne Farbe vom satteren Grün der Umgebung abzeichnen. Der Farbton wird durch den auffallenden Reichtum dieser Rasenflächen an Trockenpflanzen hervorgerufen wie Silbergras, Sandsege, Schafschwingel, Thymian, Ackerklee, Sandglöckchen u. a. Es müssen extreme Bedingungen hinsichtlich des Wasserhaushaltes dieser Standorte vorliegen. Meistens findet man die Gesellschaft an sonnen- und windexponierten Hängen, Böschungen, Sandkuppen u. dgl. Sie bedeckt meistens nur wenige Quadratmeter, selten nur überzieht sie ein größeres zusammenhängendes Areal. Es zeigte sich, daß der Trockenrasen in der vorliegenden Ausbildungsform in der Literatur bisher nicht beschrieben wurde. Er scheint charakteristisch für die Ems zu sein.

Die in der Tab. 1 zusammengestellten Bestandsaufnahmen umfassen 16 Standorte an beiden Ufern des Flusses. Seiner Artenkombination nach gehört der Trockenrasen zu den Silbergrasfluren. Unter den von Tü x e n (1937) für Nordwestdeutschland beschriebenen Pflanzengesellschaften kommt er der *Festuca ovina*-*Thymus angustifolius*-Assoziation am nächsten. Von den Charakterarten fehlen nur *Armeria vulgaris* ssp. *elongata*, *Anemone pratensis*, *Artemisia campestris* und *Helichrysum arenarium*. Die beiden zuerst genannten Arten kommen in ganz Westfalen kaum vor. Wie uns aller-

Tabelle 1

Schafschwingel-Thymian-Rasen

Festuca ovina - *Thymus angustifolius*-Assoziation Tx. = *Armeria elongata* - *Festuca ovina* - Assoziation Knapp et Tx. Subassoziation von *Scabiosa columbaria*

Aufnahme Nr.		5	6	11	12	3	13	8	15	10	9	14	4	1	2	7	16
Exposition		S	W	S	SE	S	S	S	SW	NW	E	SW	S	N	SE	SW	N
Neigung °		3	5	5	3	3	3	2	5	3	15	10	3	3	10	5	10
Deckung %	% Stetigkeit	95	95	95	95	90	90	90	90	95	90	95	100	90	95	95	98
Größe qm		20	10	5	8	12	10	20	25	20	10	10	25	20	8	8	10

Charakterarten des Festuco-Thymetum = Armerio-Festucetum

<i>Cerastium arvense</i> L.	75	+		+	+	1	2	1		2	1	1		2	1	1	
<i>Dianthus deltoides</i> L.	56		1	+		1	+				+	1	2	1	1		
<i>Herniaria glabra</i> L.	31	+		(+)		+	(+)					(+)					

Differentialarten der atlantischen Gruppe des Armerio-Festucetum

<i>Ornithopus perpusillus</i> L.	56		+	1	+	2	1	1		1							+	+
<i>Lotus corniculatus</i> L.	50	1						+			1	1	1	+			1	1
<i>Aira caryophyllea</i> L.	44	1		1					+	+	+	+	+					
<i>Trifolium dubium</i> Sibth.	44			1	+	1	1	1		+			+					

Ordnungscharakterarten der Brometalia

<i>Scabiosa columbaria</i> L.	62							1	+	+	+	+	1	+	+	1	+	+
<i>Sedum reflexum</i> L.	56							(+)	+	+	1	1	1	+	+	1	+	+
<i>Ranunculus bulbosus</i> L.	50					+	+	+			+	+	+	+	+	1	+	+
<i>Medicago falcata</i> L.	37										+	+	+	+	+	1	+	1
<i>Euphrasia</i> L. sp.	31							+	+				+	+				+
<i>Sedum mite</i> Gilib.	25								+							2	1	1
<i>Phleum pratense</i> L. ssp.	25												+	+		+	+	+
<i>Pimpinella saxifraga</i> L.	25										+	+	1	+				+

Ordnungscharakterarten der Corynephoretalia

<i>Thymus serpyllum</i> L. ssp. <i>angustifolius</i> (Pers.)	94	1	2-3		1	2	2	2-3	2	3	2	2	2-3	+	2	3	2
<i>Trifolium arvense</i> L.	94	+	+	+	+	1	+	1	+	2	+	+	+	+	2	2	+
<i>Scleranthus perennis</i> L.	75	1			+	+	+	+	1	1	1		+			1	1
<i>Corynephorus canescens</i> P. B.	56	(+)	+		+				1	1				(+)	(+)		
<i>Carex arenaria</i> L.	56	(+)	2-3						2		1	+	2-3	2	2		2
<i>Vicia lathyroides</i> L.	56	1				+	+	+		+	+			1	1		+
<i>Jasione montana</i> L.	50	+		+	+				+	+				+			+
<i>Aira praecox</i> L.	44	+			2				1		2	1	1				1
<i>Potentilla argentea</i> L.	25	+	(+)		(+)												+
<i>Luzula campestris</i> (L.) Lam. et D. C.	25			1	1				2				1				

Klassencharakterarten der Festucetea ovinae

Hieracium pilosella L.	94	2-3	1		3	2	2	3	3	2-3	2-3	2	2	2	3	3	3
Festuca ovina L.	75	1	1	+	+	2	2					1	1	1	2		
Galium verum Scop.	75	+	1			+		2	1	+	+	+	1	2		1	
Sedum acre L.	69	2	+			1	1	1			2	2	+		2		+
Plantago lanceolata L. ssp.																	
sphaerostachya Wimm. et Grab.	50		1		+		1			+	1	1	1				+
Cerastium semidecandrum L.	44	1		+	+					2		1	1	1			
Senecio Jacobaea L.	12					+						+					
Campanula rotundifolia L.	12		+											1			
Erigeron acer L.	12									+							+
Festuca ovina L.ssp. glauca (Lam.) Hackel	6														+		
Carex verna Chaix	6											2					

Begleiter

Achillea millefolium L.	100	1	1	+	2	1	2	1	1	2	1	1	2	2	1	2	2
Rumex acetosella L.	94	2	1		2	+	2	+	1	2	2	2	2	2	1	2	+
Agrostis capillaris Pollich	87		2-3		2	3	3	1	2	2	+	+	2	2	2	2	+
Poa pratensis L.	81	1	1		2	2	3	2	2	1	+	1	2-3	2		+	1
Anthoxanthum odoratum L.	56	2		+	1	1		1			2	1	2				
Hypochoeris radicata L.	50	+	+	1	1	1			+	1							
Arenaria serpyllifolia L.	44				+	+	+								1	+	
Sieglingia decumbens Bernh.	31	+			+	+	+			+	+		+				
Knautia arvensis (L.) Duby	25				+	+						+			+		
Cerastium caespitosum Gilib.	19			+	+	+	+										
Plantago lanceolata L.	19			1	+	1											
Equisetum arvense L.	19						+				+		+				
Sarothamnus scoparius Wimm.	19			+	+				+								
Carex hirta L.	19		+								+				2		
Draba verna L.	19	+						+				+					
Erodium cicutarium L'Herit.	12	1			+												
Calluna vulgaris (L.) Hull.	12				+										+		
Bromus hordeaceus Beck	12	1										+					
Quercus robur L. Keiml.	12	+										+					
Trifolium repens L.	12												+	+			
Populus tremula L.	6												+				
Sagina nodosa Fenzl.	6									+							
Lolium perenne L.	6				+												
Holcus lanatus L.	6			1													
Dactylis glomerata L.	6			+													
Agropyron repens L. (Pal.)	6							+									
Erigeron canadensis L.	6			+													
Tanacetum vulgare L.	6			+													
Taraxacum officinale Web.	6														+		
Leontodon autumnalis L.	6				+												
Veronica arvensis L.	6											+					

dings Poelmann am 6. 9. 1949 schriftlich mitteilte, soll Steusloff *Armeria vulgaris* neuerdings bei Datteln am Dortmund-Ems-Kanal gefunden haben. *Artemisia campestris* ist auf den Sanden der unteren Lippe und Ruhr verbreitet, wo die Art offenbar vom Rhein her einstrahlt. Auffallend ist nur das Fehlen von *Helichrysum arenarium*, da diese schöne Pflanze an der Ems früher recht häufig war. Beckhaus (1893) führt in seiner „Flora von Westfalen“ an, sie sei „im Münsterland besonders längs der Ems verbreitet“. Auch nach Brockhausen-Poelmann (1926) tritt sie „namentlich im Gebiet der Ems oft in Menge“ auf. Wir fanden sie zwischen

Warendorf und Rheine nur noch spärlich und niemals auf den beweideten Flächen, auf die sich unsere Untersuchungen beschränkten. Die Immortelle verträgt offenbar die Beweidung nicht, und außerhalb der Weiden dürfte sie der Mensch weitgehend zurückgedrängt haben. Wahrscheinlich war sie noch vor 50 Jahren eine der Charakterarten des Emstrockenrasens. Auch Spanjer (1935), der den Flußabschnitt von Gimbe bei Greven sehr genau untersucht hat, weist auf den katastrophalen Rückgang der Art hin und stellt fest, daß sie in seinem Untersuchungsgebiet „wahrscheinlich vollständig ausgerottet“ ist.

Andererseits ist festzustellen, daß der Emstrockenrasen eine größere Zahl von Arten beherbergt, die im übrigen Nordwestdeutschland dem Festuco-Thymetum zu fehlen scheinen, z. B. *Vicia lathyroides*, *Galium verum*, *Lotus corniculatus* und *Trifolium dubium*. Besonders auffallend aber ist die deutliche Durchdringung mit Arten der Kalktrockenrasen (Brometalia-Ordnung), von denen *Scabiosa columbaria*, *Sedum reflexum*, *Ranunculus bulbosus*, *Medicago falcata* und *Pimpinella saxifraga* genannt seien.

Knapp (1942) unterzog die Trockenrasen Europas auf Grund eines umfangreichen Beobachtungsmaterials einer Neugliederung. Danach gehört unsere Gesellschaft zum *Armerio-Festucetum boreoatlanticum*. Aber ihr fehlt gerade eine der Hauptarten, nämlich *Armeria elongata*. Auch ist sie nicht völlig identisch mit der atlantischen Ausbildungsform des *Armerio-Festucetum*. Die atlantische Note erscheint durch den Einschlag mit *Brometalia*-Arten deutlich abgeschwächt. Offenbar stellt sie — im südlichen Grenzgebiet des *Armerio-Festucetum boreoatlanticum* gelegen — ein Übergangsgebilde zu verwandten Trockenrasen des Rheines dar, die auf den Sanden der unteren Lippe bei Haltern und Dorsten ausklingen und zu den Emstrockenrasen im Münsterland überleiten. Wir dürften eine geographische Variante des *Armerio-Festucetum boreoatlanticum* vor uns haben, die im südlichen Randgebiet desselben erste Anklänge an Rasengesellschaften des Rheingebiets zeigt. Weiter nördlich an der unteren Hase im Regierungsbezirk Osnabrück scheinen die *Brometalia*-Arten an sonst gleichen Standorten zu fehlen. Das mag eine Bestandsaufnahme zeigen, die im Nachlaß B ü k e r s enthalten war und im Wortlaut wiedergegeben sei:

18. 5. 1939,

feiner Schwemmsand der Hase auf der Kuhweide bei Haselünne, dünenförmige Erhebung; Exposition 5° S; Deckung 95 %; Aufnahmefläche 3 m²;

2—3 <i>Festuca ovina</i>	1 <i>Polytrichum piliferum</i>
2 <i>Thymus angustifolius</i>	+ <i>Sieglingia decumbens</i>
2 <i>Hieracium pilosella</i>	+ <i>Corynephorus canescens</i>

2 <i>Dicranum scoparium</i>	+ <i>Draba verna</i>
1 <i>Aira praecox</i>	+ <i>Teesdalia nudicaulis</i>
1 <i>Agrostis vulgaris</i>	+ <i>Spergula Moresonii</i>
1 <i>Carex arenaria</i>	+ <i>Cerastium arvense</i>
1 <i>Luzula campestris</i>	+ <i>Sedum acre</i>
1 <i>Scleranthus perennis</i>	+ <i>Plantago lanceolata</i>
1 <i>Jasione montana</i>	+ <i>Genista pilosa</i>
1 <i>Calluna vulgaris</i>	+ <i>Dianthus deltoides</i>
1 <i>Hypochoeris radicata</i>	+ <i>Cladonia</i> sp.
1 <i>Rumex acetosella</i>	

Das ist ein sehr charakteristischer Bestand, aber die Brometalia-Arten fehlen, obwohl der Boden sicher ein ähnlicher ist wie an der Ems.

Wie die Tab. 1 zeigt, sind die ersten 4 Aufnahmen frei von Arten der Brometalia-Ordnung. Sie repräsentieren die typische Ausbildungsform des Schafschwingel-Thymian-Rasens. Die übrigen Aufnahmen enthalten ausnahmslos neben den charakteristischen Vertretern der Silbergrasfluren auch solche der Kalktrockenrasen. Sie treten immer deutlicher in den Vordergrund, je weiter wir in der Tabelle von links nach rechts gehen. Wir haben diese als Differentialarten ausgeschieden, um zu dokumentieren, daß eine besondere Subassoziation vorliegt, die am besten nach der häufigsten Art — *Scabiosa columbaria* — benannt wird. Vielleicht ist aber ebenso richtig, das Festuco-Thymetum scabietosum nur als eine geographische Variante des *Armerio-Festucetum boreoatlanticum* zu betrachten. Darüber können nur weitere Untersuchungen entscheiden, die auch die Nebenflüsse und den Oberlauf der Ems umfassen sollten.

Nach *Knapp* (1942) gehört das Festuco-Thymetum zur Klasse der Festucetea ovinae, der eurosibirischen Trockenrasen. Aber es herrscht z. Zt. noch keine Einigkeit über die höhere systematische Gliederung der Trockenrasengesellschaften. 1937 ordnete *Tüxen* die Silbergrasfluren keiner Klasse zu, da zu der Zeit zweifellos noch zu wenig Beobachtungsmaterial vorlag. 1942 vereinigte *Knapp* die beiden Ordnungen der Corynephoretalia und Brometalia zur Festucetea ovinae-Klasse. 1943 erhoben *Tüxen* und *Braun-Blanquet* die Sand- und Kalktrockenrasen zu je einer selbständigen Klasse, den Corynephoretea und Festuco-Brometea. 1948 verzichtete *Knapp* in seinen „Pflanzengesellschaften Mitteleuropas“ wieder auf eine Klassifizierung der Silbergrasfluren. Jede Vereinfachung auf dem so unübersichtlichen Gebiet der systematischen Pflanzensoziologie ist aber zu begrüßen. Die Zusammenfassung der Corynephoretalia und Brometalia zu einer Klasse wird jedenfalls der Tatsache gerecht, daß sich beide physiognomisch ähneln und durch Übergänge miteinander verbunden sind. Wir wählten daher die Klasseneinteilung von *Knapp* (1942).

In der zwischen Ems und Teutoburger Wald gelegenen münsterländischen Heidesandebene ist der Schafschwingel-Thymianrasen ziemlich verbreitet (Bücker 1939), aber nicht in der Ausbildungsform von *Scabiosa columbaria*. Auf den geologisch älteren diluvialen Sanden ist er wesentlich ärmer als auf den alluvialen Ablagerungen der Ems, insbesondere fehlt der Brometalia-Einschlag. Darin zeigt sich die besondere pflanzengeographische Stellung des *Festuco-Thymetum scabietosum* der Ems. Trotz seines geringen wirtschaftlichen Nutzens — es enthält kaum wertvollere Futterpflanzen — wäre es daher bedauerlich, wenn sein farbenfreudiger Blütenteppich durch die Flußregulierung aus dem Bild der Emslandschaft gänzlich verschwinden würde. Die durch seine Duldung entstehenden wirtschaftlichen Nachteile fallen nicht stärker ins Gewicht, da es meistens nur geringe lokale Ausdehnung besitzt.

Tab. 1 enthält die Namen von insgesamt 67 Pflanzen. Das sind bei weitem nicht alle, denn nicht genannt sind Moose, Flechten und Pilze. Die mittlere Besetzung eines Bestandes beläuft sich allerdings nur auf 25 ± 3 . Das mag wenig sein, ist aber mehr als in den Beständen, die Bücker (1939) für die benachbarte Heidesandebene beschrieben hat. Das dortige *Festuco-Thymetum* enthält durchschnittlich 21 ± 2 Arten. Wie wir noch sehen werden, mögen Unterschiede in der Bodenazidität, der Beweidung und Düngung hierfür verantwortlich sein.

Welches sind nun die Ursachen für das Eindringen der Brometalia-Arten in den Trockenrasen? Auf diese Frage konnte nur die eingehende Untersuchung des Bodens eine Antwort geben. Um die Ergebnisse sicherer zu gestalten, wurden nicht nur an den Standorten der in Tab. 1 zusammengefaßten 16 Bestände Bodenproben genommen, sondern noch an 8 weiteren Orten zwischen Eimen und Rheine. Möglichst mitten im Bestand wurde an 4 verschiedenen Stellen mit dem Spaten ein Bodeneinschlag gegraben und von den Wänden in 5 und 15 cm Tiefe der Boden abgestochen. Die 4 Proben wurden zu je einer Hauptprobe vereinigt. Die pH-Bestimmung (elektrometrisch mittels Chinhydronelektrode) wurde im frischen Boden durchgeführt. Für alle anderen Untersuchungen wurde er an der Luft getrocknet und durch das 2 mm-Sieb geschickt. Steine (Teilchen > 2 mm) fehlten aber so gut wie ganz.

Wie aus der Zusammenstellung der Untersuchungsergebnisse in Tab. 2 hervorgeht, ist das Vorkommen kalkliebender Arten an der Ems nicht auf Kalk im Boden zurückzuführen. Schon die schwach saure Bodenreaktion schließt jedes Kalkvorkommen aus, ebenso die sehr geringe Pufferung. Hierunter ist jene Anzahl ccm n/100 Salzsäure zu verstehen, die erforderlich ist, um die pH-Zahl (10 g Boden + 100 ccm H₂O) auf 3,0 zu senken. Die Bestimmung erfolgte durch elektrometrische Titration.

Die schwach saure Reaktion weist auf ein geringes Alter des Bodens hin. In der Tat sind Alterungserscheinungen kaum festzustellen. Der nur wenige cm mächtige schwarze A-Horizont geht ziemlich unvermittelt in den graugelben, lockeren Sand des Untergrundes über, ohne daß ein deutlicher Bleichhorizont zwischengeschaltet ist. Bleichkörner sind daher meistens nur wenige vorhanden. Dadurch unterscheidet sich der jugendliche Schwemmsand der Emsaue von den deutlich gebleichten, geologisch älteren Sandböden der benachbarten Ebene oder der Sandsteinhöhen des Teutoburger Waldes (Bücker 1939). Diese sind ausgelaugt und ziemlich sauer. Bücker stellte pH-Werte zwischen 5,0 und 5,4 fest.

Tabelle 2

Bodentiefe		5 cm	15 cm
pH-Zahl		6,0 ± 0,4	6,0 ± 0,4
Pufferung, ccm n/100 HCl		3,0 ± 1,8	1,8 ± 0,6
Humusgehalt (Glühverlust) %		2,5 ± 1,1	1,5 ± 0,5
Gesamt-N mg %		89 ± 31	38 ± 17
kritischer Wassergehalt Vol. %		13,0 ± 2,1	9,7 ± 1,7
Wassergiebigkeit g/cm ² /Stunde		0,17 — 0,29	0,28 — > 0,40
Beurteilung nach Sekera		lebhaft	lebhaft bis zu lebhaft
Porenvolum Vol. %		45,4 ± 3,1	43,7 ± 3,0
Korngrößen %	< 0,02 mm	6,4 ± 4,1	3,9 ± 2,7
	0,02—0,05 "	6,1 ± 3,3	3,6 ± 4,9
	0,05—0,1 "	11,5 ± 5,3	12,0 ± 5,4
	0,1 —0,2 "	51,1 ± 6,6	54,0 ± 8,7
	0,2 —2,0 "	24,9 ± 10,4	26,5 ± 14,2

Auch die Böden der von Hueck (1931) beschriebenen, schon mehr kontinental geprägten Straußgraswiesen der Uckermark, die dem Armerio-Festucetum Nordwestdeutschlands nahe stehen, weisen pH-Zahlen zwischen 4,6 und 5,5 auf, und die Bestände sind artenärmer als die der Ems. Auch enthalten sie nur wenige Vertreter der Kalktrockenrasen.

Tab. 2 läßt ferner erkennen, daß der Boden sehr humusarm ist. Unter Humus ist hier der Gewichtverlust beim Glühen zu verstehen. Das Festuco-Thymetum Tüxens wächst nach dessen Angaben auf humusreichen Sandböden im Bereich des Eichen-Birkenwaldgebiets Nordwestdeutschlands. Nach Knapp (1942) bildet das Armerio-Festucetum, das dem Festuco-Thymetum Tüxens entspricht, „einen meist geschlossenen Rasen auf recht humusreichen, festliegenden, ungedüngten Sandstandorten, wie sie sich vor allem an Wegrainen finden“. Das trifft für den Sandtrockenrasen der Ems keinesfalls zu. Leider lassen sich Vergleiche nicht anstellen, da von den verschiedenen Autoren Humusbestimmungen

anscheinend nicht gemacht wurden. Das wäre aber zu wünschen, da es nur dann möglich ist, die Ansprüche der einzelnen Rasengesellschaften an die Beschaffenheit des Bodens genauer festzulegen.

Auch der Stickstoffgehalt ist sehr niedrig. Das steht in Übereinstimmung mit dem geringen Gehalt an organischen Stoffen, an welche der Hauptteil des Bodenstickstoffs gebunden ist. Auch mit den übrigen Nährstoffen ist es nur mager bestellt, wie vereinzelte Bestimmungen von Kalium, Calcium und Phosphorsäure zeigten, auf deren Wiedergabe hier verzichtet sei.

Aufschlußreich ist auch der kritische Wassergehalt. Sekera (1932) versteht darunter jene Wassermenge, bei der die Wasserversorgung der Pflanze aufhört. Dieser Fall tritt ein, wenn im Verlauf der Austrocknung des Bodens das frei bewegliche Kapillarwasser erschöpft ist. Der kritische Wassergehalt als „Maß für die Nutzbarkeitsgrenze der Bodenfeuchtigkeit“ stellt daher einen wichtigen Standortsfaktor dar. Aus ihm läßt sich die Wasserergiebigkeit berechnen, unter der jene Wassermenge zu verstehen ist, „die dem Boden je 1 cm² und Stunde entnommen werden kann“. Bezüglich der Methodik sei auf die Arbeiten Sekeras verwiesen.

Es zeigt sich, daß für den Trockenrasen die Lage kritisch wird, wenn der Wassergehalt des Bodens auf etwa 13 % abgesunken ist, ein nach Sekera recht niedriger Wert. Das bedeutet aber eine sehr starke Beweglichkeit des Bodenwassers und entsprechend eine hohe Wasserergiebigkeit. Das Bodenwasser wird leicht und schnell an die Pflanzenwurzeln abgegeben, ein Vorteil, solange Niederschläge in reichlichen Mengen fallen und der Boden gut durchfeuchtet ist, ein Nachteil, wenn das nicht der Fall ist. So reibungslos nämlich, wie das Wasser zu den Wurzeln fließt, versickert es auch in den Untergrund oder verdunstet. Der Boden hält das Wasser nicht fest. Fehlt es an Wassernachschub, trocknet er schnell aus. Der bedeutende Anstieg der Wasserergiebigkeit nach den tieferen Bodenschichten hin steigert noch diese Wirkung.

Das Ergebnis der mechanischen Bodenanalyse, der Aufteilung des Bodens nach Korngrößen, liefert die Erklärung hierfür. Wir benutzten das Schlämmverfahren Kopeckys (Densch 1930). Wie die Tab. 2 zeigt, haben wir einen mittel- bis grobkörnigen Sand vor uns. Mehr als 50 % des Bodengewichtes in 5 cm Tiefe gehören Korngrößen von 0,1 bis 0,2 mm Durchmesser an, weitere 25 % solchen von 0,2 bis 2,0 mm. Auf den Korngrößenbereich von 0,02 bis 0,1 mm, sehr feinem Sand, entfallen nur ca. 18 %. Tonige Bestandteile — Teilchen < 0,002 mm — sind in so unbedeutenden Mengen vorhanden, daß sie sich nicht bestimmen lassen. In der Tat zeigen Böden mit derartiger Körnung eine hohe Wasserbeweglichkeit. Der Boden ist entschieden zu trocken, die Besiedlung mit einer so stattlichen Schar von Sand- und Trockenpflanzen, wie sie Tab. 1 zeigt, wird damit verständlich.

Die Streuung der Werte innerhalb der einzelnen Korngrößenklassen erscheint hoch, aber für synökologische Untersuchungen nicht zu hoch. In ihr kommt der starke Wechsel der Bodenbeschaffenheit von Standort zu Standort zum Ausdruck. Will man zu vergleichbaren Durchschnittswerten kommen, ist man gezwungen, eine möglichst große Zahl von Standorten zu untersuchen.

Tab. 2 enthält lediglich diese Mittelwerte. Es wäre wünschenswert gewesen zu wissen, wie die Einzelwerte den einzelnen Bestandsaufnahmen zugeordnet sind. Insbesondere hätten die pH-Werte in dieser Hinsicht wertvolle Aufschlüsse geben können. Es wäre z. B. durchaus denkbar, daß die weniger sauren bis neutralen Bodenproben zu den Bestandsindividuen mit stärkerer Brometalia-Durchdringung gehörten, die deutlich sauren dagegen dort genommen wurden, wo der Bestand keine „Kalkpflanzen“ enthielt. Aber leider gingen die Protokolle darüber verloren, so daß sich über die Zuordnung von Bodenproben und Bestandsaufnahmen nichts mehr aussagen läßt. Wir bringen daher nur die Mittelwerte.

Es mag noch erwähnt sein, daß der Boden nach der Tiefe zu grobkörniger wird. Dadurch werden, wie bereits erwähnt, die ungünstigen Wirkungen zu hoher Wasserergiebigkeit noch verstärkt. Die oberste Bodenschicht enthält dagegen feindisperse Stoffe organischer Natur, die aus der Humifizierung abgestorbener Wurzeln und sonstiger Pflanzenreste stammen und naturgemäß die Beweglichkeit des Bodenwassers herabsetzen.

Ein wichtiger Standortsfaktor ist noch das kapillare Steigvermögen des Wassers im Boden. Es entscheidet darüber, ob das Grundwasser durch kapillaren Aufstieg die oberen durchwurzelten Bodenschichten erreicht oder nicht. Seine Größe hängt naturgemäß in hohem Maße von der Bodenkörnung ab. Der einschlägigen Literatur sei entnommen, das im Korngrößenbereich von 0,1 bis 2,0 mm, auf den mehr als 75 % des Bodengewichtes entfallen, ein Wasseraufstieg nur bis zu etwa 45 cm möglich ist. Berücksichtigt man, daß der Rest des Bodens aus Korngrößen kleiner als 0,1 mm besteht, aber nicht kleiner als 0,002 mm, kommt man günstigstenfalls zu einer Steighöhe von 60—70 cm. Da aber der Grundwasserspiegel unter dem Emstrockenrasen in mehr als 2 bis 3 m Tiefe liegt, ist er für die Pflanzen unerreichbar. Der Trockenrasen ist allein auf das Niederschlagswasser angewiesen. Bleibt es aus, trocknet der Boden in kurzer Zeit aus. Nur einigermaßen dürreresistente Arten vermögen daher diese Bodenstellen zu besiedeln.

Hinzu kommt die Exposition des niedrigen und locker besiedelten Rasens zu Sonne und Wind, auf die eingangs bereits hingewiesen wurde. Die exponierte Lage hat zur Folge, daß nirgendwo im Bereich der Emsweiden bei günstigem Strahlungswetter Boden und bodennahe Luftschichten an den wärmsten Stunden des Tages so hohe Temperaturen annehmen wie im

Trockenrasen. Das haben mikroklimatische Messungen, auf die später noch eingegangen werden soll, deutlich gezeigt. Über keiner Rasengesellschaft innerhalb der Weiden erreicht die Luftbewegung solche Ausmaße wie über dem Festuco-Thymetum. Entsprechendes gilt für die Verdunstung. Das Mikroklima neigt zu extremen Werten. Dadurch werden die ungünstigen Wirkungen der mechanischen Bodenbeschaffenheit noch gesteigert.

Wenn wir nochmals die Frage stellen, warum es auf den Emssanden „Kalkpflanzen“ gibt, so können wir sie damit beantworten, daß die nur geringe Azidität des Bodens, sein jugendlicher Charakter, seine leichte Erwärmung und Austrocknung das Eindringen von Arten der Brometalia begünstigen, vorausgesetzt, daß in näherer oder weiterer Umgebung solche vorkommen. Das ist allenthalben der Fall. Auf den Kreidehöhen des Münsterlandes — den Baumbergen, Höhen von Nienberge, Altenberge und Burgsteinfurt, den Höhen von Beckum, Stromberg usw. — verklingen die letzten Ausläufer der Kalktrockenrasen gegen Nordwesten, ebenso auf den Plänerkalkrücken des Teutoburger Waldes bei Iburg, Lengerich und Tecklenburg. Zahlreiche Bachläufe streben von dort der Ems zu. Wind, Wasser und Tiere vermögen die Entfernungen leicht zu überbrücken und Samen und Früchte nach dorthin zu verschleppen. Somit sind die Voraussetzungen für das Eindringen von Pflanzen der Kalktrockenrasen durchaus gegeben. Ob sie sich nach der Regulierung auf die Dauer werden halten können, ist fraglich. Zahlreiche Standorte werden der Geländeneivellierung anheimfallen. Wo das nicht der Fall ist, wird der Boden zur Ruhe kommen. Auslaugung und Bleichung werden rasche Fortschritte machen. Dem Boden fehlen in ausreichender Menge die natürlichen Abwehrmittel gegen Degradationsvorgänge wie Kalk, Kolloide, Sedimente usw., die ihm bei Gelegenheit starker Überschwemmungen, wenn auch nur in geringen Mengen, zugeführt werden. Mit fortschreitender Bodenalterung werden somit die Brometalia-Arten allmählich verschwinden.

Einen gewissen Einfluß auf die Zusammensetzung des Festuco-Thymetum dürfte auch die Überweidung haben. Manche Arten sind gegen den Weidegang sehr empfindlich, es wurde bereits auf *Helichrysum* hingewiesen. Andere werden durch die Düngung gefördert. Einen starken Einfluß endlich haben naturgemäß die umgebenden Rasengesellschaften. Insbesondere ist es das *Lolieto-Cynosuretum luzuletosum*, die Magerweide, die stets an den Trockenrasen grenzt und durch Übergänge mit ihm verbunden ist. Der Einfluß dieser Weide macht sich in mehr oder weniger deutlichem Eindringen von Arten der *Molinio-Arrhenatheretalia*, der Kulturrasen, bemerkbar. Es findet ein dauernder Austausch statt. So treten *Trifolium repens*, *Bromus hordeaceus*, *Poa pratensis*, *Agrostis capillaris*, *Anthoxanthum odoratum*, *Cerastium caespitosum*, *Plantago lanceolata*, *Knautia arvensis* — um nur einige zu nennen — z. T. recht regelmäßig in den Beständen

des Festuco-Thymetum auf. Sie stammen aus der unmittelbaren Umgebung. Umgekehrt gibt auch der Trockenrasen dauernd Arten an die Magerweide ab, wie wir noch sehen werden.

Es sei noch auf die bereits zitierte Arbeit von Spanjer (1935) kurz eingegangen. Anlaß zu der Untersuchung war gleichfalls die Emsregulierung. Spanjer nahm den gesamten Bestand an Arten eines fest umrissenen Bezirks bei Gimble auf, wobei alle Pflanzenstandorte vom Wasser bis zu den Trockenrasen Berücksichtigung fanden. Das Festuco-Thymetum ist z. T. das, was er „in etwa ursprüngliche Trockenrasenflächen“ oder „Stellen lockerer Erstbesiedlung“ und „Hangflora“ nannte. Auch ihm fiel das häufige Erscheinen „kalkliebender“ Pflanzen an diesen Standorten auf. Aber seine Erklärung, daß die senonischen Mergel des Untergrundes bis dicht an die Bodenoberfläche reichen und die Decksandschicht nur dünn sei, trifft nicht zu, wie die Bodenuntersuchungen zeigten. Die Sande, auf denen der Schafschwingelrasen der Ems gedeiht, haben stets eine Mächtigkeit von einigen Metern.

2. Die Kammgrasweide.

Eingangs wurde bereits erwähnt, daß die Standorte des Schafschwingelrasens meistens von satter grünen Rasenflächen umgeben sind. Diese bedecken große Flächen des Emstales, sie beherrschen geradezu das Bild der Landschaft. Es handelt sich um die Kammgrasweide, das Lolieto-Cynosuretum, das nach Tüxen (1940) der herrschende Weidetypus in ganz Nordwestdeutschland ist. Es gliedert sich nach ihm in 4 verschiedene, edaphisch bedingte Untergesellschaften, von denen 2 für das Emsgebiet, soweit es von uns untersucht wurde, bezeichnend sind: das Lolieto-Cynosuretum luzuletosum, die Magerweide und das Lolieto-Cynosuretum typicum, die Fettweide. Beide sind infolge ihrer großen Ausdehnung von erheblicher wirtschaftlicher Bedeutung. Sie bilden die Grundlage der Weidewirtschaft an der Ems.

a) Die Magerweide.

Dieser Weidetypus zeigt in seiner Zusammensetzung — siehe Tab. 3 — Anklänge an den Schafschwingelrasen. Arten der Silbergrasfluren und Kalktrockenrasen stellen die Differentialarten und liefern auch einen bedeutenden Teil der Begleiter. Dort wo sich die Inseln des Festuco-Thymetum innerhalb seiner Flächen abzeichnen, sind jedoch stets Übergangszonen vorhanden, in denen gemischte Bestände vorherrschen, deren Ausscheidung beim Arbeiten im Gelände nicht immer leicht ist.

Die genaue Untersuchung zeigt, daß wir es bei der Magerweide der Ems im wesentlichen mit der Variante von *Thymus serpyllum* zu tun haben, der nach Tüxen (1940) für sandige Böden charakteristischen Ausbildungsform des Lolieto-Cynosuretum luzuletosum. Die Differentialarten dieser

Variante, *Thymus serpyllum*, *Pimpinella saxifraga*, *Galium verum* und *Cerastium arvense* sind mit Stetigkeiten zwischen 50 bis 80% gut vertreten. Nur *Armeria vulgaris* fehlt. Wir können daraus schließen, daß auch der Boden unter der Magerweide noch ziemlich trocken sein muß. Allerdings zählen die extremen Xerophyten nicht mehr zum Bestand. So sind *Corynephorus canescens*, *Aira praecox* und *A. caryophyllea*, *Carex arenaria*, *Sedum reflexum*, *Potentilla argentea*, *Vicia lathyroides*, *Erigeron acer*, *Sclearanthus annuus* und *Jasione montana* völlig verschwunden. Z. T. sehr stark zurückgetreten sind *Festuca ovina*, *Sedum acre*, *S. mite*, *Trifolium arvense*, *Arenaria serpyllifolia*, *Dianthus deltoides*, *Ornithopus perpusillus*, *Scabiosa columbaria*, *Cerastium semidecandrum* und *Herniaria glabra*. So extrem

Tabelle 3

Magerweide

Lolium perenne - *Cynosurus cristatus* - Assoziation Tx.

Subassoziation von *Luzula campestris* Tz.

Aufnahme Nr.	% Ste tigkeit	17	16	18	1	4	10	7	15	19	20	3	5	8	9	14	21	2	6	13	11	12
--------------	------------------	----	----	----	---	---	----	---	----	----	----	---	---	---	---	----	----	---	---	----	----	----

Charakterarten

<i>Trifolium repens</i> L.	95	2-3	3	1	1	2	4	2	2	2	2	+	+	3	2-3	2	3	2	2-3		1		1
<i>Phleum pratense</i> L.	86	1	1	2-3	1	1	2	+	1	1	+	2	1	2-3	+	+	2	2	+	1		1	
<i>Cynosurus cristatus</i> L.	76	2	1	+	+	2			2	+	2-3	1	2	2		+	+	2	1	+		1	+

Differentialarten der Subassoziation von *Luzula campestris*

<i>Plantago lanceolata</i> L. ssp. <i>sphaerostachya</i> Wimm. et Grab.	100	1	2	2	2	3	2	2	1	2	2-3	2	2	1	2	1	2-3	1	2	1	1	1	1
<i>Lotus corniculatus</i> L.	95	1		2	1	2	+	1	1	2	1	+	+	1	1	2	2	1	+	1	1	1	+
<i>Luzula campestris</i> L.	90		1	1	2	1	2	1	+	1	2	1	1	2	1	1	1	1	3	1	1	1	1
<i>Hieracium pilosella</i> L.	90		+	1	2	1	+	1	+	+	1	2	2	2	1	2	+	1	2-3	1	2		2
<i>Ranunculus bulbosus</i> L.	81			+	1	+	1	1	1			1	+	1	+	1	1	1	+	+	1	1	1
<i>Festuca rubra</i> ssp. <i>commutata</i> Gaudin	24	1	1	+									1			1							

Differentialarten der Variante von *Thymus serpyllum*

<i>Cerastium arvense</i> L.	81				2	1	+	+	1		1	+	1	1	+	1	1	1	+	1	1	1	+
<i>Galium verum</i> Scop.	67				1			1		+	1	+	1	+	+	1	2	+	+	1	1	1	+
<i>Ononis spinosa</i> L.	48				+			+	+			+	1				4			2		+	
<i>Thymus serpyllum</i> L.	48							+			1	+	1	2	1	2-3	2	1					
<i>Pimpinella saxifraga</i> L.	48					+				1	+		1	+	1	+	1	+		+			1

Differentialarten der Variante von *Trisetum flavescens*

<i>Trisetum flavescens</i> (L.) Pal.	14																						
<i>Plantago media</i> L.	19																1	+					
<i>Carex verna</i> Chaix	19																						
<i>Scabiosa columbaria</i> L.	5																						
<i>Agrimonia Eupatoria</i> L.	5																						
<i>Potentilla verna</i> L.	5																						

**Verbands- und Ordnungscharakterarten
(Arrhenatherion und Arrhenatheratalia)**

<i>Trifolium dubium</i> Sibth.	86	1	1	1	1	1		2	+	+	+	1	2	+	+	+	2	+	+	2	1	1	1
<i>Taraxacum officinale</i> Web.	67	2	1				1	1	2				+	+	+	2			1	+	+	1	1
<i>Knautia arvensis</i> (L.) Duby	38				1							+	+								1	+	+
<i>Bromus hordeaceus</i> Beck	33	2		2-3			2	1			1				+	2							
<i>Chrysanthemum leucanthemum</i> L.	19							+	+		+											2	
<i>Daucus carota</i> L.	5																				+		

Klassencharakterarten (Molinieta. - Arrhenatheretales)

Agrostis capillaris Pollich	100	2-3	+	3	2-3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	2-3	2	2	3	2-3	3
Cerastium caespitosum Gilib.	95	1	1	1	+	1	+	1	1	+	+	+	+	+	1	1	+	2	1	1	+	1
Holcus lanatus L.	86	1	+	1	1	1	1	2	+	2-3	2	2	+	+	1	1	+	2	2	1	2	2
Anthoxanthum odoratum L.	76	1	+	2	1	3	1	1	+	2	2	2	2	3	1	1	+	2	2	1	2	2
Trifolium pratense L.	67	1	1	+	+	+	+	+	+	1	1	1	1	+	1	1	+	2	+	2	+	+
Bellis perennis L.	62	1	1	+	+	+	+	2	1	1	1	1	1	+	1	1	+	2	1	1	+	+
Rumex acetosa L.	52	1	1	1	1	1	1	1	+	1	1	1	1	+	1	1	+	1	+	1	+	+
Briza media L.	52					1	1	1	1	1	1	1	1	+	1	1	+	1	+	1	+	+
Prunella vulgaris L.	52	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	+	1	1	+	1	+	1	+	+
Ranunculus acer L.	48	1	1	1	+	+	+	+	+	1	1	1	1	+	1	1	+	1	+	1	+	+
Festuca rubra L. ssp. genuina Hackel	43	+	1	+						1				+	1				1	1	1	1
Dactylis glomerata L.	38	1									+	1	+	1					+	+	+	+
Leontodon autumnalis L.	33	+	+	+		+			+	1	+	+	+	+					+	+	+	+
Centaurea jacea L.	33									1	+	+	+	+							1	+
Stellaria graminea L.	29		+			+				+	+	+	+							+	+	+
Festuca pratensis Huds.	24								+	+	+	+	+								+	+
Vicia cracca L.	10									+											+	+
Leontodon hispidus L.	10																				+	+
Cardamine pratensis L.	5																				+	+

Begleiter

Achillea millefolium L.	100	1	+	1	1	1	2	2-3	1	1	2	2	1	1	2	2	2	2	1	2	1	1
Hypochoeris radicata L.	90	1	1	+	1	1	1	1	+	1	1	2	1	1	2	+	1	1	+	+	+	1
Poa pratensis L.	81	1	1	1	2	+	+	+	2	2	2	1	1	1	+	+	+	+	+	+	+	+
Carex hirta L.	62	+	+	+	2-3	+	+	+	1-2	1	1	2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Lolium perenne L.	57	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Sieglingia decumbens Bernh.	52	1	1			+			1	+	+	+	+	+	1	2			1	1	+	+
Senecio Jacobaea L.	48			+	1	2			+	1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Thymus chamaedrys Fr.	38			+	1	2			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Medicago falcata L.	33				+				+			2		+	1				+	+	+	2
Galium mollugo L.	33	+	+	+					1	1	+	+	+	+	+						+	+
Plantago lanceolata L.	29	1	1	1					1	1	1	+	1				1					
Thrinacia hirta (L.) Roth.	29	1	1	+					1	1	1	+	1									
Rumex acetosella L.	29				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Sedum acre L.	29				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Equisetum arvense L.	29				1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Veronica arvensis L.	24	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Arenaria serpyllifolia L.	24				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Sagina procumbens L.	19			+		+			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Festuca ovina L.	14				+											1	2					
Dianthus deltoides L.	14								+	+	+	+	+	+	+	1	1					
Calluna vulgaris (L.) Bull.	14		+													+	+	+	+	+	+	+
Ornithopus perpusillus L.	10							+							+	+	+	+	+	+	+	+
Cirsium arvense (L.) Scop.	10	+																			+	+
Medicago lupulina L.	10															1				+		
Crepis capillaris (L.) Wallr.	10			+					+						+							
Veronica serpyllifolia L.	10			+					+													
Cerastium semidecandrum L.	5				+																	
Campanula rotundifolia L.	5																+	+	+	+	+	+
Prunus spinosa L.	5																					
Sedum mite Gilib.	5																					
Sarothamnus scoparius Wimm.	5																				+	+
Convolvulus arvensis L.	5								+													
Plantago major L.	5	+																				
Erodium cicutarium (L.) L' Hér.	5																		+	+	+	+
Lathyrus montanus Bernh.	5		+																			
Trifolium arvense L.	5																				+	+
Geranium molle L.	5																				+	+
Polygala vulgaris L.	5		+																			
Veronica officinalis L.	5		+																			
Veronica chamaedrys L.	5		+																			
Potentilla erecta (L.) Raensch.	5		+																			
Herniaria glabra L.	5								+													

trocken wie unter dem Festuco-Thymetum kann der Boden damit nicht mehr sein. Daß er feuchter ist, geht auch aus den sonstigen Veränderungen hervor. So hat sich die Zahl der Gräser vermehrt. *Cynosurus cristatus*, *Trisetum flavescens*, *Briza media*, *Festuca pratensis*, *F. rubra commutata* und *F. rubra genuina* sind neu hinzugekommen. *Lolium perenne*, *Phleum pratense*, *Promus hordeaceus*, *Agrostis capillaris*, *Holcus lanatus*, *Anthoxanthum odoratum*, *Dactylis glomerata* und *Sieglingia decumbens* haben an Menge und Stetigkeit z. T. stark zugenommen. Diese Verschiebungen deuten darauf hin, daß außer der Feuchtigkeit auch noch andere Bodenfaktoren an Einfluß gewonnen haben.

Die hohe Stetigkeit von *Trifolium repens* (95 %), *Phleum pratense* (86 %) und *Cynosurus cristatus* (76 %) stempeln die Gesellschaft eindeutig als Kammgrasweide im Sinne Tü x e n s (1940). Auch die Differentialarten der Subassoziation von *Luzula campestris* haben, wenn man von *Festuca rubra commutata* absieht, Stetigkeiten von 80—100 %. Die Weide ist damit als Magerweide sehr gut charakterisiert. Es wurde bereits darauf hingewiesen, daß auch die Differentialarten der Sandböden bewohnenden Thymusvariante gut vertreten sind. Wie weit hier allerdings die Übereinstimmung geht, ist z. Zt. nicht erkennbar, da die Untersuchungen Eggersmanns, auf welche sich Tü x e n (1940) stützt, anscheinend nicht veröffentlicht wurden.

Es scheint nämlich, daß die Magerweide der Ems ebenso eine Schwächung ihres atlantischen Charakters zeigt wie der Schafschwingelrasen. Die auffallende Durchdringung mit Arten der Kalktrockenrasen ist hier sogar in verstärktem Ausmaß vorhanden. Wir finden diese Pflanzen unter den Differentialarten und Begleitern: *Ranunculus bulbosus* (81 %), *Pimpinella saxifraga* (48 %), *Medicago falcata* (33 %), *Plantago media* (24 %), *Carex verna* (19 %), *Scabiosa columbaria* (10 %), *Agrimonia eupatoria* (5 %), *Potentilla verna* (5 %), *Sedum mite* (5 %) und vielleicht noch einige andere. Lediglich *Sedum reflexum* scheint zu fehlen.

Die in der Tab. 3 zusammengefaßten 21 Aufnahmen weichen im übrigen z. T. stark voneinander ab. Den Aufnahmen 16, 17 und 18 — ganz links in der Tabelle — fehlen die Differentialarten der Thymusvariante völlig. Bis auf *Ranunculus bulbosus* in Nr. 18 sind auch keine Brometalia-Arten vorhanden. Diese 3 Bestände repräsentieren wahrscheinlich die typische Ausbildungsform des Luzuletosums. Die weitere Anordnung der Bestände in der Tabelle wurde so vorgenommen, daß der Charakter der Thymusvariante von links nach rechts in steigendem Maße zunimmt. Die Aufnahmen 11, 12 und 13 ganz rechts fallen ebenfalls aus dem allgemeinen Rahmen. Sie stehen der *Trisetum flavescens*-Variante (Tü x e n 1940) der Magerweide nahe. Auf sie beschränkt sich im wesentlichen das Vorkommen von *Trisetum flavescens*, *Plantago media* und *Carex verna*, und auch die übrigen Vertreter der Kalktrockenrasen häufen sich in ihnen auffallend.

Mit insgesamt 87 Arten ist das Luzuletosum wesentlich reicher als das Festuco-Thymetum. Hätten Moose und Pilze berücksichtigt werden können, wäre die Artenliste noch umfangreicher geworden. So scheinen manche Pilze im Luzuletosum ihre optimalen Lebensbedingungen zu finden, z. B. der Nelkenschwindling (*Marasmius oreades* Bolt.), der Ackerschirmling (*Lepiota excoriata* Schiff.), der Schnee-ellerling (*Camarophyllus niveus* Scop.), der schwärzende Bovist (*Bovista nigrescens*), der Hasenbovist (*Lycoperdon caelatum* Bull.) und viele andere. Auch die durchschnittliche Artenzahl im Einzelbestand ist mit 37 ± 5 bedeutend größer als im Trockenrasen. Vom Gesamtartenbestand sind $20 = 23\%$ nur je einmal vertreten, im Trockenrasen waren es nur $11 = 16,4\%$. Das Luzuletosum scheint danach einen weniger einheitlichen Charakter zu besitzen als das Festuco-Thymetum.

Es fragt sich nun, wie die Veränderungen innerhalb der Vegetation gegenüber dem Trockenrasen mit den Ergebnissen der Bodenanalyse in Einklang gebracht werden können. Wie die Tab. 4 zeigt, reagiert der Boden der Magerweide neutral. Die pH-Werte streuen zwischen 6,5 und 7,5 und liegen im Mittel um eine Einheit höher als beim Festuco-Thymetum. Die Bedingungen für das Eindringen von „Kalkpflanzen“ sind somit noch günstiger als dort, und in der Tat ist die Besetzung mit Brometalia-Arten stärker. In keiner Bodenprobe aber ist Kalk (CaCO_3) in Salzsäure nachweisbaren Mengen enthalten.

Tabelle 4

Bodentiefe	5 cm	15 cm	
pH-Zahl	$7,0 \pm 0,4$	$6,8 \pm 0,4$	
Pufferung, ccm n/100 HCl	$6,9 \pm 2,3$	$3,9 \pm 1,6$	
Humusgehalt (Glühverlust) %	$5,2 \pm 1,8$	$2,5 \pm 1,2$	
Gesamt-N mg %	199 ± 69	100 ± 51	
kritischer Wassergehalt Vol. %	$21,6 \pm 4,2$	$16,2 \pm 4,4$	
Wasserergiebigkeit g/cm ² /Stunde	$0,06 - 0,12$	$0,10 - 0,25$	
Beurteilung nach Sekera	normal bis lebhaft	lebhaft	
Porenvolum Vol. %	$53,1 \pm 3,6$	$49,2 \pm 3,2$	
Korngrößen %	< 0,02 mm	$14,6 \pm 9,4$	$9,6 \pm 5,6$
	0,02–0,05 „	$12,4 \pm 8,1$	$16,4 \pm 10,6$
	0,05–0,1 „	$24,0 \pm 6,5$	$23,0 \pm 5,4$
	0,1–0,2 „	$37,5 \pm 11,0$	$38,5 \pm 10,1$
	0,2–2,0 „	$11,5 \pm 8,1$	$12,5 \pm 10,5$

Auch die Pufferung hat gegenüber dem Festuco-Thymetum eine Verbesserung erfahren, sie hat sich mehr als verdoppelt. Sie ist aber immer noch relativ gering. Prozentual etwa in gleichem Ausmaß sind Humus- und Stickstoffgehalt angewachsen, woraus folgt, daß alle drei irgendwie miteinander gekoppelt sind. Der Zuwachs an organischer Substanz muß naturgemäß zu einem entsprechenden Anwachsen des Widerstandes gegen eine Ansäuerung führen.

Der tief schwarze, gut durchwurzelte, ziemlich feste, aber doch krümelige A-Horizont ist mit 10—15 cm fast doppelt so mächtig wie der des Schafschwingel-Thymian-Rasens. Der Übergang zum Sand nach der Tiefe ist wesentlich breiter als dort. Bleichkörner konnten nur in wenigen Fällen nachgewiesen werden.

Wie die Tabelle zeigt, ist die Bodenverbesserung besonders den oberen 5 cm zu Gute gekommen, dem eigentlichen Wurzelhorizont. Schon in 15 cm Tiefe ähneln die Verhältnisse denen des Trockenrasens. Das Anwachsen des organischen Bodenanteiles in der Magerweide beruht im wesentlichen auf ihrer erhöhten Produktion an Pflanzenmasse, wodurch es zu einem vermehrten Anfall organischer Rückstände und damit zu verstärkter Humusbildung kommt.

Welches sind nun die Ursachen der erhöhten Pflanzenproduktion? Wie die Tabelle zeigt, ist der kritische Wassergehalt bedeutend angestiegen, besonders in der Wurzelregion (5 cm). Dementsprechend hat sich die Wasserergiebigkeit verringert. Sie ist nach der Klassifikation *Sekeras* normal bis lebhaft. Die Pflanzenwurzeln können somit weniger leicht das Bodenwasser absorbieren als im Trockenrasen, aber immerhin noch ohne nennenswerte Schwierigkeiten. Aber ebenso können auch Versickerung und Verdunstung noch reibungslos vor sich gehen. Diese Verbesserung der Wasserführung ist natürlich z. T. wieder dem erhöhten Gehalt des Bodens an Humusstoffen zuzuschreiben, wie wir daran erkennen können, daß sie sich besonders in der obersten Bodenschicht zeigt. Die zwischen den Sandkörnern verteilte organische Substanz hemmt naturgemäß die Wasserbewegung. Zum weitaus größeren Teil aber beruht die Herabsetzung der Wasserergiebigkeit auf einer Zunahme der Bodenkörnigkeit, wie das Ergebnis der mechanischen Bodenanalyse eindeutig zeigt. Die Fraktion der Teilchen $< 0,02$ mm hat sich gegenüber dem *Festuco-Thymetum* mehr als verdoppelt, wobei sich herausstellte, daß an dieser Zunahme tonige Bestandteile ($< 0,002$ mm) ebenfalls kaum beteiligt sind. Diese Fraktion besteht in der Hauptsache aus sehr feinem Sand (Schluff). Verdoppelt haben sich auch die Korngrößenklassen von 0,02 bis 0,1 mm, die man als Feinsande bezeichnet. Demgegenüber sind die mittel- bis grobkörnigen Fraktionen auf 50 % und tiefer abgesunken. Das alles bedeutet eine erhebliche Verbesserung von Kapillarität und Wasserkapazität des Bodens. Dieser vermag eine gegebene Menge Wasser bedeutend besser festzuhalten und auch mehr Wasser zu speichern als der Boden unter dem *Festuco-Thymetum*. Das kapillare Steigvermögen für Wasser ist naturgemäß entsprechend erhöht. Etwa 75 % der Bodenteilchen entfallen auf Steighöhen bis ca. 185 cm. Dennoch wird das Steigvermögen für Wasser im Gesamtboden kaum über 1 m reichen, da die mittleren Korngrößen noch stark überwiegen. Das Grundwasser ist auch für die Magerweide nicht erreichbar, sein Horizont liegt bedeutend tiefer als 2 m. Das *Luzuletosum* bezieht wie das *Festuco-Thymetum* sein

Wasser allein aus den Niederschlägen, eine Bestätigung der Beobachtungen Tü x e n s (1940). Wenn trotzdem beide Gesellschaften so große Unterschiede in ihrer Zusammensetzung aufweisen, so hat uns die mechanische Bodenanalyse den Schlüssel zum Verständnis dafür geliefert: Das Festuco-Thymetum lebt auf einem ziemlich grobkörnigen Sand, das Luzuletosum bewohnt mittelfeine Sande. Das ist ein schönes Beispiel dafür, wie die Vegetation in empfindlicher Weise auf Unterschiede in der mechanischen Beschaffenheit des Bodens anspricht.

Auch Hanglage und Exposition dürften gegenüber dem Schafschwingelrasen nicht mehr so wirksam sein wie dort. Zwar bewohnt die Magerweide gern die Hänge von Bodenwellen und Sandkuppen der Talau, und S p a n j e r (1935) bezeichnete diese Rasengesellschaft nicht zu Unrecht mit „Hangflora“. Aber sie ist keineswegs auf die Abhänge beschränkt, sondern überzieht mit ihrem Teppich auch ausgedehnte ebene Flächen, sofern diese nur hoch genug liegen, d. h. keine Verbindung mit dem Grundwasser haben. Das kommt deutlich, wie noch gezeigt wird, in den mikroklimatischen Verhältnissen zum Ausdruck. Die Luftbewegung ist gegenüber dem Festuco-Thymetum abgeschwächt, Boden und bodennahe Luftschichten erwärmen sich über Mittag nicht mehr so stark wie dort und auch die Luftfeuchtigkeit erreicht nicht mehr so niedrige Werte. Diese Faktoren wirken zweifellos auf die Vegetation ein und begünstigen die Ausmerzung extremer Xerophyten. Aber entscheidend sind die veränderten Wasserverhältnisse im Boden, wie sie die mechanische Bodenanalyse zu Tage gefördert hat.

Entsprechend dem größeren Reichtum der Magerweide an hochwertigen Futterpflanzen gegenüber dem Schafschwingelrasen wird ihr dicht geschlossener Rasen vom Vieh sehr kurz gehalten, so daß es oft schwer fällt, die Arten in ihm richtig anzusprechen. Der Einfluß der Beweidung vor allem durch Zuführung tierischer Düngung ist daher beträchtlich. Zahlreiche Arten verdanken allein dieser Tatsache ihr Vorkommen.

Auch die periodisch sich wiederholenden stärkeren Überschwemmungen beeinflussen zweifellos den Artenbestand der Magerweide. Jedes Hochwasser führt zu einer Ablagerung von wertvollen Sedimenten wie Ton, Kalk, organischen Stoffen u. a. Mögen diese Ablagerungen in dem von uns untersuchten Flußabschnitt an Menge auch nur geringfügig sein, eine Bodenverbesserung ist nicht zu leugnen. Ob dieser bodenverbessernde Faktor auch noch nach der vollständigen Regulierung des Flusses wirksam sein wird, ist mehr als fraglich. Hier muß dann mehr als bisher durch Düngung nachgeholfen werden. Es bleibt jedenfalls abzuwarten, ob die mit der Flußbegradigung verbundenen Vorteile die Nachteile überwiegen. Es darf zudem nicht übersehen werden, daß die Regulierung den Wasservorrat des Gebietes schneller zur Erschöpfung bringt und den Grundwasserstand der angrenzenden Uferflächen senkt, was nicht ohne Rückwirkungen auf die

ohnehin zu trockenen Grünlandflächen im Emstal bleiben wird. Eine Regulierung ohne gleichzeitigen Aufbau einer Vorratswirtschaft für Wasser erscheint uns an der mittleren Ems bedenklich.

Was bezüglich der Zuordnung der einzelnen Bestände zu den Einzelwerten der Bodenanalyse bereits im vorigen Abschnitt gesagt wurde, gilt auch hier. Die Protokolle darüber gingen verloren. So ist es z. B. sehr wahrscheinlich, daß die der *Trisetum flavescens*-Variante sich nähernden Aufnahmen 11, 12 und 13 höhere pH-Werte und stärker gepufferten Boden aufzuweisen hatten als die übrigen. Hierüber können nur weitere Untersuchungen entscheiden.

b) Die Fettweide.

Alle tiefer gelegenen Grünlandflächen — soweit sie nicht ausgesprochen naß sind wie z. B. die im Winter überschwemmten Altarme — werden von einer Ausbildungsform der Kammgrasweide überzogen, die ein noch satteres Grün aufweist als die Magerweide. Dieses tiefe Grün rührt von

Tabelle 5

Fettweide

Lolieto - Cynosuretum typicum

Aufnahme Nr.	Stetigkeit %																		
		2	7	13	14	15	16	18	4	8	9	10	17	1	11	12	3	6	5
Charakterarten																			
<i>Trifolium repens</i> L.	100	3-4	3	4	3-4	3	4	3-4	4	3	4	3	3	4	3	4	4	3	3
<i>Phleum pratense</i> L.	89	2	+	2-3	2-3	2	1		+	1	1		1	1	1	1	1	2	2
<i>Cynosurus cristatus</i> L.	78	+	3	2		2	2	1	2-3	2	+	3	1		1	+	3		
Differentialarten der Variante von <i>Plantago lanceolata</i>																			
<i>Plantago lanceolata</i> L.	94	+	1	2	+	1	1	+	2	1	2	1	1	2	2	1	2		2
<i>Trisetum flavescens</i> (L.) Pal.	6												+						
Differentialarten der Variante von <i>Cardamine pratensis</i>																			
<i>Cardamine pratensis</i> L.	39												1		+	+	+	+	+
<i>Stellaria graminea</i> L.	33														+	+	+	+	+
<i>Deschampsia caespitosa</i> (L.) Pal.	22														+		+	+	+
<i>Vicia cracca</i> L.	22																1		+
Differentialarten des Lolieto - Cynosuretum lotetosum und andere Feuchtigkeitszeiger der Molinietalia																			
<i>Ranunculus repens</i> L.	72	1			2	+	2	2	2		1			1	1	2	1	1	+
<i>Lychnis flos cuculi</i> L.	17						+		+									+	
<i>Equisetum palustre</i> L.	17								+							+			+
<i>Bromus racemosus</i> L.	11									+									+
<i>Lotus uliginosus</i> Schkuhr	11						+	+											
<i>Filipendula ulmaria</i> (L.) Maxim.	11																	+	+
<i>Achillea ptarmica</i> L.	6																		+
<i>Veronica longifolia</i> L.	6																		+
<i>Cirsium palustre</i> (L.) Scop.	6								+										
<i>Alopecurus geniculatus</i> L.	6							+											
<i>Galium uliginosum</i> L.	6													+					
<i>Galium palustre</i> L.	6															+			
<i>Carex leporina</i> L.	6							+											
<i>Juncus effusus</i> L.	11								+	+									

Verbands- und Ordnungscharakterarten
(Arrhenatherion und Arrhenatheretalia)

Taraxacum officinale Web.	100	2	1	2	1	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	2-3	2-3
Bromus hordeaceus Beck	56	+	+	1	+	1				4	+					4		1
Trifolium dubium Sibth.	44	+	+	1	+				1	+						2	+	
Chrysanthemum leucanthemum L.	11	+											+					

Klassencharakterarten (Moliniето — Arrhenatheretales)

Bellis perennis L.	100	1	2	2	+	2	2	1	2	1	1	1	1	2	1	3	2	1
Prunella vulgaris L.	89	+	+	1	1	1	2	1	+	1	1	1	1	2	2		1	1
Leontodon autumnalis L.	89	2	1	1	2	1	1	1	+	1	1	1	1	1	1		1	+
Cerastium caespitosum Gilib.	83	+		1	+	1	1		+	+	+	+	+	+	+	1	+	1
Trifolium pratense L.	79	1	1			1			1	+	+	1	1	1	+	1	+	1
Agrostis capillaris Pollich	79	1	1		2	2			2	+	1	1	2	2	+	+	2	2-3
Anthoxanthum odoratum L.	72	+	1			2			2	1	1	1	1	1	+	2	2	+
Poa pratensis L.	72	1	3	1	2	1	+		2	2	+	1	2	1	1	1	2	1
Rumex acetosa L.	79	+	1					+	1	+	+	1	1	1	1	1	2	1
Ranunculus acer L.	72	+	1			2			2	2	1	1	1	2	2	2	2	2
Festuca pratensis Huds.	67	1	1	+	1	1	2	2-3	+			1	2	2			2	2
Centaurea jacea L.	61	+	+										+	+	1	+	1	+
Holcus lanatus L.	56		2			1	2	1	1	+		3	2			1	1	2
Festuca rubra L. ssp. genuina Hackel	39	+	+	+		+				1							+	+
Dactylis glomerata L.	22	+		+					+									
Alopecurus pratensis L.	11		+														+	
Trifolium hybridum L.	6							+										
Leontodon hispidus L.	6																	+

Begleiter

Lolium perenne L.	100	1	+	2	2	3	3	2	2-3	2	+	3	1	3	+	1	1	1	2-3	1
Achillea millefolium L.	79	1	2	1	1	1	1	2		2	1	1	+	1	2	1	1	2	1	+
Cirsium arvense (L.) Scop.	56		+	2	2	2					+	+	1	1		+			+	+
Plantago major L.	56	1		2	+	+		+	1										+	+
Lotus corniculatus L.	33		+		+						+								+	+
Galium verum Scop.	33		+	+							+								+	+
Veronica serpyllifolia L.	28	+			+								+						+	+
Carex hirta L.	28								+				+						+	+
Hypochoeris radicata L.	22		2										1						+	+
Sagina procumbens L.	22		+	1													1		+	+
Lysimachia nummularia L.	22					+													+	+
Potentilla reptans L.	22					1													+	+
Poa annua L.	17	2							1							1			+	+
Agrostis alba L.	11		2																	+
Carex gracilis Curtis	11							+												+
Juncus articulatus L.	11							+												+
Galium mollugo L.	11			+	+															+
Senecio Jacobaea L.	11		+																	+
Equisetum arvense L.	11		+						+											+
Poa palustris L.	6																			+
Agropyron repens (L.) Pal.	6					+														+
Luzula campestris L.	6																			+
Carex muricata L.	6	+																		+
Pimpinella saxifraga L.	6																			+
Campanula rotundifolia L.	6																			+
Vicia sativa L. angustifolia (L.) Gaudin	6				+															+
Ononis spinosa L.	6					+														+
Medicago lupulina L.	6	+	+																	+
Plantago media L.	6	+																		+
Tanacetum vulgare L.	6				+															+
Sonchus oleraceus L. em. Govan	6				+															+
Capsella bursa pastoris (L.) Med.	6																			+
Cirsium lanceolatum L.	6																			+
Polygonum amphibium L. terrestre Leys.	6							+												+

ausgedehnten Beständen des Weißklee her (*Trifolium repens*) sowie auch des Hahnenfußes (*Ranunculus repens*). Es handelt sich bei dieser Dauerweide um das *Lolieto-Cynosuretum typicum*, die Fettweide. Eine scharfe Grenze zu den benachbarten, durchweg höher liegenden Flächen der Magerweide ist meistens nicht zu erkennen. Diese Zwischenformen überziehen oft nicht minder große Flächen wie die „reinen“ Bestände.

Wir sahen, daß das *Lolieto-Cynosuretum luzuletosum* noch stark von den Arten des Trockenrasens beherrscht wird. Das ist bei der Fettweide nicht mehr der Fall (siehe Tab. 5). *Festuca ovina*, *F. rubra commutata*, *Plantago lanceolata sphaerostachya*, *Hieracium pilosella*, *Scabiosa columbaria*, *Ranunculus bulbosus*, *Agrimonia Eupatoria*, *Potentilla verna*, *Sedum mite*, *S. acre*, *Cerastium arvense*, *C. semidecandrum*, *Arenaria serpyllifolia*, *Dianthus deltoides*, *Herniaria glabra*, *Medicago falcata*, *Ornithopus perpusillus*, *Trifolium arvense*, *Thymus serpyllum*, *Th. chamaedrys* und *Carex verna* sind verschwunden. An Stetigkeit haben abgenommen: *Lotus corniculatus*, *Luzula campestris*, *Galium verum*, *Ononis spinosa*, *Pimpinella saxifraga*, *Trisetum flavescens*, *Plantago media* und *Senecio Jacobaea*.

An Stelle dieser, mehr oder weniger an stärkere Trockenheit des Bodens gebundenen Arten sind Pflanzen getreten, die als Zeiger für frischen bis feuchten Boden zu gelten haben. Zu diesen Pflanzen zählen: *Deschampsia caespitosa*, *Ranunculus repens*, *Lychnis flos cuculi*, *Equisetum palustre*, *Filipendula ulmaria*, *Bromus racemosus*, *Lotus uliginosus* u. a. Allerdings ist die Stetigkeit fast aller dieser Arten nur mäßig bis gering. Andere Frischezeiger, die uns schon in der Magerweide begegneten, haben an Stetigkeit zugenommen, z. B. *Cardamine pratensis*, *Ranunculus acer*, *Festuca pratensis*, *Rumex acetosa* u. a. Es besteht kein Zweifel, daß der Wasserhaushalt des Bodens unter dem *Typicum* noch günstiger sein muß als unter dem *Luzuletosum*.

Eine stärkere Betonung haben auch die Ruderalpflanzen (*Rudereto-Secalinetea*-Klasse) erfahren. Gegenüber dem *Luzuletosum* sind neu: *Cirsium arvense*, *Poa annua*, *Agropyron repens*, *Tanacetum vulgare*, *Sonchus oleraceus*, *Capsella bursa pastoris* und *Cirsium lanceolatum*. Allerdings erreicht nur die Ackerdistel mit 56 % eine größere Stetigkeit. Das namengebende Raygras (*Lolium perenne*) ist von 57 % in der Magerweide auf 100 % Stetigkeit in der Fettweide angestiegen. *Plantago major* klettert von 5 auf 56 %. Alle diese Veränderungen weisen darauf hin, daß auch der Nährstoffgehalt, insbesondere was den Stickstoff angeht, eine Verbesserung erfahren hat, sicher als Folge des vermehrten Anfalles tierischer Düngung. In der Tat wird das *Lolieto-Cynosuretum typicum* als beste Weide des Untersuchungsgebietes vom Vieh besonders bevorzugt.

Bemerkenswert in diesem Zusammenhang sind auch die Veränderungen, die *Trisetum flavescens*, *Briza media* und *Sieglingia decumbens* gegenüber der Magerweide erfahren haben. Von diesen 3 Gräsern kommt der Gold-

hafer nur noch in Aufnahme 10 vor, während Zittergras und Dreizahngras völlig verschwunden sind. Nach Klapp (1950) verträgt der Goldhafer starke Überweidung schlecht, wobei dahingestellt sein mag, ob hierbei Verbiss, Tritt oder Düngung ausmerzend wirken. Auch durch regelmäßige Überschwemmungen wird die Pflanze geschwächt. Tatsächlich ist die Fettweide von jeder Überschwemmung am meisten betroffen. Alle diese Gründe mögen auch für das Ausbleiben der beiden anderen Gräser entscheidend sein. Für *Sieglingia* ist zudem der Boden unter dem Typicum zu feucht. *Trisetum* und *Briza* bevorzugen allem Anschein nach auch mehr lehmige Böden. Die Fettweide der Ems wächst dagegen auf Sand, wie wir noch sehen werden.

Wie Tüxen (1940) betont, besitzt das *Lolieto-Cynosuretum typicum* keine eigenen Differentialarten. Lediglich seine Varianten sind durch solche gekennzeichnet. Tüxen unterscheidet eine trockene mit den beiden Differentialarten *Plantago lanceolata* und *Trisetum flavescens* und eine frische mit *Cardamine pratensis*, *Deschampsia caespitosa*, *Vicia cracca* und *Stellaria graminea*. Wie die Tab. 5 zeigt, scheint an der von uns untersuchten Flußstrecke im wesentlichen die trockene Variante von *Plantago lanceolata* vorzuherrschen. Diese Pflanze kommt jedenfalls mit sehr hoher Stetigkeit vor (94 %). Nur die fast völlige Abwesenheit von *Trisetum flavescens* paßt nicht in dieses Bild. Außerdem weisen die einzelnen Aufnahmen z. T. erhebliche Unterschiede auf, indem Übergänge zu der frischen Variante von *Cardamine pratensis* nicht zu leugnen sind. Um das deutlich zu machen, erfolgte die Anordnung der Einzelbestände in der Tabelle so, daß von links nach rechts fortschreitend der „frische“ Charakter immer deutlicher zum Ausdruck kommt. Die ersten 7 Aufnahmen sind völlig frei von Differentialarten der *Cardamine*-Variante, die letzte Aufnahme ganz rechts beherbergt alle 4.

Das zusätzliche Auftreten einer größeren Zahl von Pflanzen aus der Ordnung der *Molinietalia*, den Sumpfwiesen, läßt zudem auch Anklänge an das *Lolieto-Cynosuretum lotetosum*, der feuchten Weide, vermuten. In manchen Beständen, z. B. Nr. 16, 18, 4 und 5 sind diese den Differentialarten der *Cardamine*-Variante an Zahl z. T. beträchtlich überlegen, so daß man Zweifel hegen kann, ob wir es hier nicht mit Beständen der feuchten Kammgrasweide zu tun haben. Unser Typicum erweist sich somit als nicht einheitlich. Sein Charakter ist vorwiegend trocken, Übergänge leiten jedoch über die frische Variante bis zur feuchten Kammgrasweide.

In diesem Zusammenhang ist auch die unterschiedliche Verteilung einzelner Klassencharakterarten in der Tabelle erwähnenswert. Der frischere Charakter der rechts zusammengefaßten Einzelbestände scheint sich in einer stärkeren Häufung von *Trifolium pratense*, *Anthoxanthum odoratum*, *Rumex acetosa* und *Ranunculus acer* kund zu tun, der trockenere links in

einer Häufung von *Poa pratensis*, *Festuca pratensis* und *F. rubra genuina*. Natürlich läßt die zu geringe Zahl der Aufnahmen keine gesicherten Schlüsse zu.

Es hat überdies den Anschein, als ob die Fettweide der mittleren Ems mit besseren Futterpflanzen schlechter und mit schlechteren Arten besser besetzt ist als die Fettweiden an Weser und Leine. Das folgt aus einer Gegenüberstellung mit den Artenlisten Tü x e n s (1937) sowie mit den von B ü k e r (1939) beschriebenen Beständen der mittleren Weser, die der Variante von *Plantago lanceolata* und *Trisetum flavescens* angehören. Nach B ü k e r s Angaben gedeiht die Weide auf nährstoffreichen Lehmböden. Der Boden an der Ems ist dagegen, wie wir noch sehen werden, ein Sand. Es ist daher nicht unwahrscheinlich, daß die verschiedene Bodenbeschaffenheit an Ems und Weser die Unterschiede in der Qualität ihrer Fettweiden zur Grundlage hat. Die kurzen Angaben T ü x e n s vom Jahre 1940 lassen keine weiteren Schlüsse zu. Vielleicht spielen auch unterschiedliche klimatische Faktoren eine Rolle. Das Klima ist an der mittleren Ems ozeanischer als das an der mittleren Weser und Leine.

Aus der Tab. 5 entnehmen wir weiter, daß die 18 darin aufgenommenen Bestände insgesamt 79 Arten, ohne Moose und Pilze, enthalten, von denen $15 = 19\%$ nur einmal vertreten sind. Die mittlere Besetzung des Einzelbestandes beträgt aber nur 26 ± 4 , ist also erheblich geringer als die der Magerweide, eine Bestätigung dafür, daß das Typicum weniger einheitlich ist als diese.

Wie sind nun die im Typicum aufgetretenen Veränderungen in der Zusammensetzung der Pflanzendecke mit den Ergebnissen der Bodenuntersuchung in Einklang zu bringen? Die Bodenreaktion hat sich — siehe Tab. 6 — im Mittel wenig geändert, so daß hierin kaum ein Faktor zu suchen ist, der zu den Veränderungen geführt hat. Allerdings streuen die pH-Zahlen stärker in das alkalische Gebiet hinein. Sie pendeln zwischen 6,5 bis 7,9. Die alkalisch reagierenden Proben enthalten Kalk, wie sich mit Salzsäure zeigen läßt. Leider kann nicht mehr festgestellt werden, zu welchen Einzelaufnahmen diese Proben gehören. Sie sind besonders bei Gimfte und bei Rheine genommen worden.

Die Bodenreaktion würde es den im Schafschwingelrasen sowie in der Magerweide vorkommenden „Kalkpflanzen“ gestatten, auch in der Fettweide Fuß zu fassen. Wenn sie darin nicht angetroffen werden, so kann der Grund hierfür nicht in der Bodenreaktion zu suchen sein.

Die Pufferung ist gegenüber dem Luzuletosum im Durchschnitt weiter angestiegen. Die Streuung ist wieder beträchtlich, was in erster Linie an den kalkführenden Bodenproben liegt, die naturgemäß eine sehr beachtliche Pufferung aufzuweisen haben.

Auch Humus- und Stickstoffgehalt sind weiter kräftig angestiegen. Der tief schwarze, sehr feste A-Horizont reicht oft bis 30 cm Bodentiefe und geht ganz allmählich in den graugelben Sand des Untergrundes über ohne irgendwie erkennbare Grenze. Bleichkörner sind nicht nachweisbar. Die Hauptwurzelzone beschränkt sich im allgemeinen auf die oberen 5 bis höchstens 10 cm. Nach der Tiefe zu werden die Verhältnisse schnell ungünstiger, woraus wir wieder den Schluß ziehen können, daß die Verbesserung des Bodens in den oberen 5 cm im wesentlichen der vermehrten organischen Substanz zuzuschreiben ist. Diese befindet sich in einem gut zersetzten, fein zerteilten und gesättigten Zustand. Sie trägt naturgemäß zur Erhöhung der Kapillarität und Wasserkapazität in dieser Schicht wesentlich bei.

Tabelle 6

Bodentiefe		5 cm	15 cm
pH-Zahl		7,2 ± 0,7	7,0 ± 0,6
Pufferung, ccm n/100 HCl		10,4 ± 6,8	6,4 ± 4,1
Humusgehalt (Glühverlust) %		7,2 ± 1,7	4,0 ± 1,5
Gesamt-N mg %		278 ± 75	142 ± 58
kritischer Wassergehalt Vol. %		26,5 ± 4,0	20,8 ± 4,4
Wasserergiebigkeit g/cm ² /Stunde		0,03 — 0,08	0,06 — 0,15
Beurteilung nach Sekera		träge bis normal	normal bis lebhaft
Porenvolum Vol. %		54,3 ± 2,4	52,7 ± 3,1
Korngrößen %	$\left\{ \begin{array}{l} < 0,02 \text{ mm} \\ 0,02 - 0,05 \text{ „} \\ 0,05 - 0,1 \text{ „} \\ 0,1 - 0,2 \text{ „} \\ 0,2 - 2,0 \text{ „} \end{array} \right.$	12,5 ± 7,9	9,4 ± 4,7
		25,5 ± 9,7	26,6 ± 11,9
		27,0 ± 6,5	29,0 ± 6,7
		27,3 ± 9,7	27,2 ± 10,9
		7,7 ± 9,0	7,8 ± 9,6

Die Gründe für ihre weitere Zunahme sind wieder die gleichen wie bei der Magerweide: Erhöhte Produktion an Pflanzenmasse, vermehrter Anfall pflanzlicher Rückstände und damit weiter geförderte Humusbildung. Der Humus als Träger wertvoller Nährstoffe und von Feuchtigkeit kann aber allein für sich betrachtet nicht die primäre Ursache der Bodenverbesserung sein. Diese ist, wie wir weiter unten noch sehen werden, wieder in dem weiteren Anstieg der Bodenkörnung zu suchen. Diese steht ohne Zweifel am Anfang der Kette von Ursache und Wirkung. Betrachten wir aber zunächst den kritischen Wassergehalt. Dieser hat, verglichen mit den Verhältnissen beim Luzuletosum, einen weiteren Anstieg erfahren. Die Beweglichkeit des Wassers in den Bodenhohlräumen ist entsprechend weiter herabgesetzt. Nach der Klassifikation Sekera's ist sie in den oberen 5 cm bereits z. T. als träge zu bezeichnen, d. h. bei starker Entnahme von Wasser aus dem Boden durch die Pflanzenwurzeln können bereits Schwierigkeiten infolge gehemmten Wassernachschubs entstehen. Im allgemeinen aber ist die Wasserergiebigkeit noch normal, besonders nach der Tiefe zu. Bei genügend großem Gehalt des Bodens an nutzbarer Feuchtigkeit fließt das

Wasser immerhin noch genügend schnell zu den Orten des Verbrauchs, den Wurzeln. Selbst während längerer Trockenzeiten bestehen noch keine Gefahren, da der Boden infolge seiner erhöhten Kapillarität, wie gleich noch gezeigt wird, wesentlich größere Wassermengen speichern und das Wasser auch aus wesentlich größerer Tiefe empor zu heben vermag als das bei der Magerweide und erst recht beim Trockenrasen der Fall ist.

Den Schlüssel zum Verständnis aller dieser Erscheinungen liefert wieder die mechanische Bodenanalyse. Die Anteile an mittel- bis grobkörnigem Sand (0,1 bis 2,0 mm) sind weiter von ca. 50 auf 35 % abgesunken, die an Feinsand (0,02 bis 0,1 mm) dementsprechend von ca. 36 auf 52 % angestiegen. Die Fraktion des Schluffs (Teilchen $< 0,02$ mm) ist fast unverändert geblieben. Sie enthält, wovon wir uns in besonderen Versuchen überzeugten, nur unwesentliche Mengen an Ton (Teilchen $< 0,002$ mm). Über 5 % werden nicht beobachtet. Der Boden unter der Fettweide ist somit ein leicht lehmiger Sand. Aus den Veränderungen in der Bodenkörnung gegenüber der Magerweide folgt aber eine weitere bedeutende Zunahme von Wasserkapazität und Kapillarwirkung. Während bei der Magerweide ca. 1 m als obere Grenze des kapillaren Wasseraufstiegs geschätzt werden kann, ergibt sich hier als Grenzwert etwa 1,5 m. Damit ist auch die Fettweide überwiegend auf das Niederschlagswasser angewiesen; denn der Grundwasserspiegel steht in der Hauptvegetationszeit im Sommer meistens weit unter 1,5 m Tiefe. Bei hohem Wasserstand der Ems gerät er allerdings auf dem Wege über den kapillaren Aufstieg in Reichweite der Pflanzen. Die Wasserverluste der durchwurzeltten Bodenschichten können dann von unten her gedeckt werden. Das Ausmaß dieses Vorgangs wird naturgemäß von Fall zu Fall verschieden sein. Jedenfalls ist das Erscheinen vieler Feuchtigkeitszeiger in der Fettweide ein Beweis dafür, daß das Grundwasser nicht mehr allzu fern liegt und gelegentlich von den Pflanzen angezapft wird.

Die Bodenanalyse — insbesondere die mechanische — hat somit gezeigt, daß die Fettweide der mittleren Ems einen sehr feinkörnigen, humosen, leicht lehmigen Sand bewohnt. Ihr gegenüber der Magerweide erheblich veränderter soziologischer Aufbau muß im wesentlichen dem günstigeren Wasserhaushalt eines derartigen Bodens zugeschrieben werden. Die Wirkung der Niederschläge, die hier natürlich in gleichen Mengen fallen wie dort, wird durch die feinere Körnung des Bodens dahingehend modifiziert, daß das Wasser in erhöhtem Maße gespeichert wird, daß es weniger leicht versickert, schwerer verdunstet und seine Beweglichkeit eine weitere Verminderung erfährt. Hinzu kommt eine weitere Mäßigung des Mikroklimas (siehe weiter unten). Boden und bodennahe Luftschichten erwärmen sich noch weniger als beim Luzuletosum. Die Luftbewegung ist geringer, die Feuchtigkeit über dem Bestand größer und die Verdunstung weiter herabgesetzt.

Da das *Lolieto-Cynosuretum typicum* die beste Weide des Gebietes ist und ausgedehnte Flächen überzieht, würde es von erheblichem wirtschaftlichen Nachteil sein, wenn ihr Areal durch die Regulierungsmaßnahmen eingeengt wird. Diese Gefahr besteht aber, da bei den Geländeeinebnungen gerade die tiefer gelegenen Flächen häufig verschüttet werden. Wenn die durch den Fluß abgelagerten feinkörnigen Sande künstlich durch gröberen Sand überdeckt werden, steht nicht zu erwarten, daß eine Fettweide regeneriert.

Eine Einbuße des Areals wird naturgemäß auch durch weiteres Absinken des Grundwasserspiegels zu befürchten sein. Das *Typicum* lebt zwar vorwiegend vom Niederschlagswasser, hat aber zweifellos nicht allzu selten Kontakt auch mit dem Grundwasser, auf welches es wegen der sandigen Natur des Bodens mehr angewiesen ist als ein *Typicum* über reinem Lehm oder Ton. Da die künstliche Flußverkürzung den Abfluß des Wassers beschleunigt, werden Überschwemmungen und damit Schlickablagerungen ausbleiben oder seltener werden. Diese Sedimente stellen aber einen wichtigen natürlichen Dünger dar. Eine Flußregulierung ohne Planung und Ausbau einer künstlichen Bewässerung mit Hilfe von Stauanlagen erscheint uns daher für den Lauf der mittleren Ems nicht ganz unbedenklich.

3. Die Rohrglanzgras-Wiese.

Die am tiefsten liegenden und periodisch überschwemmten Flächen innerhalb der Weiden — vor allem Altwasserbetten und nasse Mulden — werden von einer Pflanzengesellschaft bewohnt, in der das Rohrglanzgras — *Phalaris arundinacea* — eine dominierende Rolle spielt. Die dichten Bestände fallen schon von weitem durch ihren Reichtum an hochwüchsigen Pflanzen auf. Sie zeichnen sich meistens ziemlich scharf von den umgebenden kahl gefressenen Flächen des *Lolieto-Cynosuretum typicum* ab. Die Grenze zwischen beiden ist offenbar auch die Grenze des ständig erreichbaren Grundwassers. Das Vieh meidet im allgemeinen diese Bestände und überweidet sie stärker nur bei Futtermangel oder betritt sie, um dort Kühlung zu suchen. Sie werden häufig gemäht, falls sie das Vieh nicht völlig zerstört. Die Zusammenstellung der aufgenommenen Bestände bringt Tab. 7. Gegenüber den benachbarten Flächen der Fettweide sind starke Veränderungen zu verzeichnen. Verschwunden sind folgende Arten: *Cynosurus cristatus*, *Agrostis capillaris*, *Anthoxanthum odoratum*, *Holcus lanatus*, *Festuca rubra genuina*, *Dactylis glomerata*, *Poa annua*, *Bellis perennis*, *Prunella vulgaris*, *Cerastium caespitosum*, *Trifolium pratense*, *Tr. dubium*, *Ranunculus acer*, *Achillea millefolium*, *Lotus corniculatus*, *Galium verum* und zahlreiche andere. Als Ursache kommt vor allem die vermehrte Bodenfeuchtigkeit in Frage, die für viele von ihnen das Maß des Erträglichen überschreitet. Manche dürften auch im Konkurrenzkampf mit den neu hinzugekommenen Arten der *Phalaris*-Gesellschaft unterliegen. Viele andere

z. T. wertvolle Weidepflanzen sind zwar nicht verschwunden, haben aber an Stetigkeit oder Menge z. T. bedeutend verloren, so u. a. *Lolium perenne*, das von 100 auf 6% Stetigkeit abgefallen ist, ferner *Poa pratensis* (72 → 6%), *Festuca pratensis* (67 → 12%), *Phleum pratense* (89 → 24%), *Trifolium repens* (100 → 53%), *Taraxacum officinale* (100 →

Tabelle 7

Rohrglanzgras-Wiese

Ranunculus repens - Alopecurus geniculatus - Assoziation
Subassoziation von Phalaris arundinacea

Aufnahme Nr.	Stetig- keit %	13	6	11	10	15	17	4	9	14	1	8	16	2	12	3	5	7
--------------	-------------------	----	---	----	----	----	----	---	---	----	---	---	----	---	----	---	---	---

Charakterarten

Ranunculus repens L.	100	3	1	3	4	4	4	3	+	3	3-4	+	2-3	3-4	4	4	4	4
Alopecurus geniculatus L.	76	3	4	2	3	1	2	2	2-3	3-4	2	+	1	+	4			
Carex vulpina L.	53		1	+		2	1		1			2-3	1			1	2	

Differentialarten der Subassoziation von Phalaris arundinacea

Phalaris arundinacea L.	88		1	4		2	2-3	1	3	2	3	3-4	4	2	3	2	4	3
Iris pseudacorus L.	71					+	+	1	+		1	+	+	1	+	1	1	+
Poa palustris L.	71	1	+	+	+	+	2	+	+	3-4		2			1	1	+	+
Rorippa amphibia (L.) Bess.	65		+	+		+	2	+	+	+	1			1		+	+	
Glyceria aquatica L.	59			+		3	3	2		2	3			3-4	2	3-4		1

Verbandscharakterarten (Calthion)

Caltha palustris L.	47	1				1	1	+		1	+			+		2		
Scirpus silvaticus L.	41						+	1	+		1			+		1		
Bromus racemosus L.	24	2	+							1						+		
Senecio aquaticus Huds.	18			+										+				+
Juncus filiformis L.	12	+				+												

Verbandscharakterarten (Molinion)

Achillea ptarmica L.	53						+	+	+	+	+		1	+	+	1	+	+
Lysimachia vulgaris L.	41					+			+			+	+	+	+	2	1	+
Lythrum salicaria L.	35								+			1		+	+	+	+	+
Thalictrum flavum L.	24													+	+	+	1	+
Veronica longifolia L.	24										+			+	+	+	+	+

Ordnungscharakterarten (Molinieta)ia)

Equisetum palustre L.	59	1		1	1		+	+		1	+		1	1	+	1	+	1
Filipendula lularia L.	47						+	+			+		+	1	+	2-3		+
Lychnis flos cuculi L.	41	1		+						+			1		+	+	+	+
Deschampsia caespitosa (L.) Pal.	24						+				+		+			+	+	+

Klassencharakterarten (Molinieta — Arrhenatheretales)

Vicia cracca L.	59		+				+	+		+	+		+	+	+	+	+	+
Trifolium repens L.	53	2-3		1	2			+	+	2	+	+	+	+	+	1	+	+
Leontodon autumnalis L.	41	+		+	+	1				1						+	+	+
Poa trivialis L.	35				+					1			+			1	+	1
Cardamine pratensis L.	29	1					+	+		+	+		+					
Phleum pratense L.	24			+			+			+	+		+					
Potentilla reptans L.	24									+	+		+					
Rumex acetosa L.	18	1								+	+		+					
Taraxacum officinale Web.	18			+									+				+	
Lathyrus pratense L.	12										+						+	
Festuca pratensis Huds.	12										+			1				
Alopecurus pratensis L.	12					+	+											

Begleiter

Polygonum amphibium L. var. terrestre Leyss.	100	1	+	+	+	+	+	+	+	2	+	+	+	1	1	1	+	1
Mentha aquatica L.	82	+	+	1		2	1	1	1	2	+	2	1	2			1	+
Myosotis scorpioides L. em.	82	1	1	1		+	1	1	1	1	1	1	1	+	1	1	1	+
Oenanthe fistulosa L.	82	1	1	1			+	1	1	1	1	1	1	+	1	1	2	+
Galium uliginosum L.	76	1	+	+														
Carex gracilis Curt.	71	1			+	2	2	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2
Ranunculus flammula L.	65		+			2	1	+	+	+	+	+	+					2
Rumex crispus L.	65				+	1	1	+	+	1	1	1	1	2	1	1	1	+
Rorippa silvestris (L.) Bess.	65		+	1		1	1			+	+	+	+	1	1	1	1	+
Potentilla anserina L.	59		2	1	3	+			2-3	+		3	1	1	1	1	1	+
Glyceria fluitans (L.) R. Br.	53	1	2			2	1	1	2		2	+						+
Plantago major L.	53		+	+	1		+		+	+	+							+
Stellaria glauca With.	47	+				1	1		1	1			1	1	+			1
Galium palustre L.	41			+	+				2		+	+	+					+
Eleocharis palustris (L.) R.	41	+	+						1		1	1	+	+	+			+
Lysimachia nummularia L.	35			1	+				1		1	1	+					+
Veronica scutellata L.	29		+			1			+		+							+
Polygonum hydropiper L.	29		+						+		+	1	+					
Bidens tripartita L.	29			+					+		+	1	+					+
Juncus articulatus L.	29	1				+	+				+							+
Agrostis canina L. var. stolonifera Blytt	24					1	+				1							+
Carex disticha Huds.	24					+												2
Agrostis alba L.	24	3					1	+										
Agropyron repens (L.) Pal.	18									+			+	1				
Oenanthe aquatica (L.) Poir.	12		+			1												
Alisma plantago-aquatica L.	12									+		+						
Atriplex hastata L.	12			+						+								
Crepis virens L.	12										1				+			
Carex leporina L.	12	+											+					
Rumex hydrolapathum Huds.	12						+											+
Juncus compressus Jacq.	12										+	+						+
Cirsium arvense (L.) Scop.	12										+	+		+				
Polygonum aviculare L.	12						+				+							
Juncus conglomeratus L.	6																	+
Salix alba L.	6																	+
Stellaria uliginosa Murr.	6								+									
Carex vulgaris Fries	6		+															
Berula angustifolia Mert. et Koch	6												+					
Sonchus oleraceus L.	6									+								
Rorippa islandica (Oed.) Borb.	6																	+
Lolium perenne L.	6																+	
Tanacetum vulgare L.	6													+				
Lycopus europaeus L.	6												2					
Urtica dioica L.	6												2					
Rumex conglomeratus Murr.	6												+					
Carex hirta L.	6												+					
Rumex obtusifolius L.	6							+										
Plantago lanceolata L.	6						+											
Poa pratensis L.	6													1				
Rubus caesius L.	6													+				

18 0/0), Rumex acetosa (79 → 24 0/0), Plantago lanceolata (94 → 6 0/0), usw. Auf der anderen Seite zählen zu den neu hinzugekommenen Arten fast nur Vertreter sehr nasser Standorte: Phalaris arundinacea, Glyceria aquatica, Gl. fluitans, Agrostis canina stolonifera, Carex vulpina, Iris pseudacorus, Rorippa amphibia, R. silvestris, Caltha palustris, Senecio aquatica, Oenanthe fistulosa, Lysimachia vulgaris, Lythrum salicaria, Mentha aquatica u. a. Die gegenüber der Fettweide offensichtlich starke Zunahme der Boden-

feuchtigkeit äußert sich auch im Anwachsen von Stetigkeit und Menge der folgenden Arten: *Alopecurus geniculatus* (6 → 76 %), *Poa palustris* (6 → 71 %), *Bromus racemosus* (11 → 24 %), *Agrostis alba* (11 → 24 %), *Ranunculus repens* (72 → 100 %), *Polygonum amphibium terrestre* (6 → 76 %), *Galium paltustre* (6 → 100 %), *Galium uliginosum* (6 → 41 %), *Carex gracilis* (11 → 71 %), *Lychnis flos cuculi* (17 → 41 %), *Achillea ptarmica* (6 → 53 %) u. a.

Die in der Tab. 7 zusammengefaßten 17 Aufnahmen erweisen sich aber als sehr uneinheitlich. Sie enthalten insgesamt 84 höhere Pflanzen, von denen 17 = 20,2 % nur einmal vorhanden sind. Die mittlere Besetzung des Einzelbestandes beträgt nur 28 ± 7 . Hohe Gesamtartenzahl bei nur geringer Besetzung des Einzelbestandes sind aber Anzeichen einer starken Unausgeglichenheit des aufgenommenen Materials. Das wird bestätigt durch die starke Streuung der für die mittlere Besetzung errechneten Artenzahl.

Die ziemlich gute Besetzung mit *Ranunculus repens* (100 %), *Alopecurus geniculatus* (76 %) und *Carex vulpina* (53 %) stempelt die Gesellschaft als *Ranunculus repens* — *Alopecurus geniculatus*-Assoziation *Tü x e n s* (1937), die in sommerlich trockenen Altwasserbetten des Leine-, Aller-, Weser- und Elbetales beobachtet wird. Die hohen Stetigkeitsprozente von *Phalaris arundinacea* (88 %), *Iris pseudacorus* (71 %), *Poa palustris* (71 %), *Rorippa amphibia* (65 %) und *Glyceria aquatica* (59 %) berechtigen zu dem Schluß, daß wir die Subassoziation von *Phalaris arundinacea* vor uns haben. Diese Gesellschaft ist feuchter als die typische Ausbildungsform, sie verlangt offenbar zusätzliche sommerliche Überflutungen (*Tü x e n* 1937). In der Tat sind oder waren sommerliche Überschwemmungen im Gebiet der mittleren Ems keine allzu seltenen Erscheinungen.

Die genaue Untersuchung zeigt aber, daß das Phalaridetosum der Ems erhebliche Abweichungen gegenüber dem von *Tü x e n* (1937) beschriebenen der Aller aufweist. So werden nicht erwähnt *Achillea ptarmica*, *Lysimachia vulgaris*, *Scirpus silvaticus*, *Galium uliginosum*, *Bromus racemosus*, *Vicia cracca*, *Poa trivialis*, *Polygonum amphibium terrestre*, *Rorippa silvestris*, *Bidens tripartita* u. a. Eine z. T. wesentlich geringere Stetigkeit besitzen *Alopecurus geniculatus*, *Rorippa amphibia*, *Equisetum palustre*, *Oenanthe fistulosa*, *Carex gracilis*, *Glyceria fluitans* u. a. Auch so bezeichnende Weide- und Trittpflanzen wie *Trifolium repens*, *Potentilla anserina* und *Plantago major* scheinen im Allergebiet in den Hintergrund zu treten. *Polygonum amphibium terrestre*, eine Pflanze sehr nasser, aber nährstoffreicher Böden, die in jeder unserer Bestandsaufnahmen enthalten und nicht leicht zu übersehen ist, kommt in der Rohrglanzgras-Gesellschaft der Aller offenbar nicht vor.

2 Faktoren scheinen für diese Unterschiede verantwortlich zu sein: Größere Bodennässe und vor allem Überweidung und damit tierische Düngung an der Ems. Das Phalaridetosum der Aller ist nach *Tü x e n* eine Mähwiese,

das der Ems mehr eine Weide. Der Einfluß der Beweidung macht sich auch im reichlichen Auftreten von *Rumex crispus* und gelegentlichen Erscheinen von *Polygonum aviculare*, *Sonchus oleraceus*, *Tanacetum vulgare*, *Atriplex hastata* sowie anderer Vertreter der *Chenopodietalia* bemerkbar.

Die folgenden Arten erscheinen an der Ems mit herabgesetzter Stetigkeit: *Senecio aquatica*, *Cardamine pratensis*, *Caltha palustris*, *Galium palustre* und *Deschampsia caespitosa*. Es fehlen vollständig: *Calamagrostis lanceolata*, *Cirsium oleraceum*, *Angelica silvestris*, *Equisetum limosum*, *Sium latifolium* u. a. Diese Unterschiede mögen ihre Ursache z. T. in der zu geringen Zahl der von uns aufgenommenen Bestände haben, z. T. scheinen sich darin gewisse geographische Besonderheiten der betr. Gebiete widerzuspiegeln. So fehlt *Calamagrostis lanceolata* im nördlichen Westfalen, nur vom östlichen Teil der Provinz ist es bekannt. *Senecio aquatica*, *Cirsium oleraceum* und *Sium latifolium* findet man im Untersuchungsgebiet recht spärlich, weiter nordöstlich dagegen werden diese Pflanzen häufiger.

Tabelle 8

Prozentuale Gruppenanteile in der Rohrglanzgras-Gesellschaft

Nr.	Molinietaia	Calthion	Molinion	Calthion/ Molinion	Phragmitetalia	Chenopodietalia	Arrhenatheretalia
13	29.2	20.8	—	∞	8.3	—	8.3
6	16.7	16.7	—	∞	12.5	20.8	—
11	24.0	16.0	—	∞	12.0	24.0	12.0
10	17.6	11.8	—	∞	11.8	17.6	23.5
15	21.4	17.9	3.6	5.0	25.0	10.7	7.2
17	25.0	15.6	3.1	5.0	18.8	12.5	9.4
4	22.2	11.1	3.7	3.0	18.5	7.4	—
9	18.8	12.5	6.3	2.0	9.4	25.0	6.5
14	32.0	16.0	8.0	2.0	16.0	12.0	4.0
1	22.0	9.8	4.9	2.0	9.8	9.8	9.8
8	17.2	10.3	6.9	1.5	13.8	13.8	8.3
16	27.3	9.1	6.1	1.3	12.1	15.2	—
2	31.4	14.3	11.4	1.2	11.4	14.3	5.7
12	25.8	9.7	9.7	1.0	19.4	12.9	3.2
3	31.8	11.4	11.4	1.0	15.9	4.5	6.8
5	36.8	15.8	15.8	1.0	15.8	5.3	—
7	40.0	6.7	20.0	0.3	20.0	—	—
Mittel	25.4	13.3	6.5		14.5	12.3	6.0

Am Aufbau der Rohrglanzgras-Gesellschaft der Ems beteiligen sich in der Hauptsache 4 Ordnungen in nachstehender Reihenfolge: Molinietaia (Sumpfwiesen) > Phragmitetalia (Röhrichte) > Chenopodietalia (Ruderalpflanzen) > Arrhenatheretalia (Fettwiesen). In der Tab. 8 sind die prozentualen Gruppenanteile der 4 Ordnungen — berechnet nach Tüxen und Ellenberg (1937) — zusammengestellt und dokumentieren das eben Gesagte. Innerhalb der Molinietaia ist zwar der Calthion- dem Molinionverband in fast allen Aufnahmen überlegen, aber es zeigt sich ein fast gleitender Übergang von Aufnahmen mit reinem Calthioncharakter (Nr. 13,

6, 11, 10) zu solchen, in denen der Einfluß beider Verbände gleich stark ist (Nr. 3, 5, 12) bis zu Nr. 7, in welcher bei weitem der Molinioncharakter vorherrscht. Die letzten 6 oder 7 Aufnahmen unten in der Tabelle stellen Übergänge der Rohrglanzgraswiese zum Filipenduleto-Geranium palustris (Tüxen 1937) dar, das sich in Form schmaler Streifen an Graben- und Bachrändern findet.

Der uneinheitliche Charakter der Gesellschaft äußert sich auch in den schwankenden prozentualen Gruppenanteilen der anderen Ordnungen. Die Zahlen der Phragmitetalia bewegen sich von 8,3 — 25 %, die der Chenopodieta von 0 — 25 % und die der Arrhenatheretalia von 0 — 23,5 %. In Aufnahme Nr. 15 stehen die Röhrichtpflanzen an erster Stelle, in Nr. 6 und 9 die Ruderalpflanzen und in Nr. 10 die Arten der Fettwiesen. Das Phalaridetosum der Ems scheint eine Reihe noch wenig bekannter Varianten zu besitzen, in denen sich Unterschiede in der Nutzung — ob Beweidung oder nicht — vielleicht auch Verschiedenheiten des Grundwasserstandes widerspiegeln.

Tabelle 9

Bodentiefe	5 cm	15 cm	
pH-Zahl	6,7 ± 0,9	6,8 ± 0,8	
Pufferung, ccm n/100 HCl	13,5 ± 6,2	9,4 ± 10,3	
Humusgehalt (Glühverlust) %	10,2 ± 4,2	5,2 ± 2,7	
Gesamt-N mg %	435 ± 168	179 ± 106	
kritischer Wassergehalt Vol. %	31,3 ± 5,1	24,3 ± 7,7	
Wasserergiebigkeit g/cm ² /Stunde	< 0,03 — 0,05	< 0,03 — 0,14	
Beurteilung nach Sekera	zu träge bis träge	zu träge bis lebhaft	
Porenvolum Vol. %	56,7 ± 5,6	50,9 ± 2,6	
Korngrößen %	< 0,02 mm	20,2 ± 11,3	13,3 ± 6,6
	0,02 - 0,05 "	17,8 ± 9,1	20,4 ± 15,4
	0,05 - 0,1 "	36,0 ± 7,3	36,0 ± 7,9
	0,1 - 0,2 "	20,8 ± 10,2	24,5 ± 15,1
	0,2 - 2,0 "	5,2 ± 6,0	5,8 ± 8,2

Wie aus Tab. 9 hervorgeht, hat die Bodenreaktion gegenüber der Fettweide eine leichte Verschiebung in das schwach saure Gebiet erfahren. Die Streuung der Werte ist allerdings sehr beträchtlich. Sie ist noch größer als bei der Fettweide. Der Boden kann sowohl deutlich sauer als auch deutlich alkalisch sein, ja, er kann, wie wir festgestellt haben, erhebliche Mengen Kalk enthalten. Dieses Ergebnis ist recht aufschlußreich, da es zeigt, daß für die Herausbildung der Phalarisgesellschaft in den Altwasserbetten der Ems die Bodenreaktion offenbar nur eine untergeordnete Rolle spielt.

Die durchschnittliche Pufferung ist dagegen weiter angestiegen, in den kalkführenden Bodenproben naturgemäß ganz besonders stark. Stets ist sie in der obersten Bodenschicht stärker als weiter nach der Tiefe, eine Folge des oben höheren Humusgehaltes und der Schlickablagerungen, die

allein der obersten Bodenschicht zugute kommen. Auch Humus- und Stickstoffgehalt haben gegenüber der Fettweide infolge der vermehrten Pflanzenproduktion einen weiteren kräftigen Zuwachs erfahren, wiederum in den 5-cm-Proben mehr als in den Proben aus den Schichten darunter. Der sehr dicht lagernde, anmoorige, schwarze, stark durchwurzelte A-Horizont schwankt in seiner Mächtigkeit zwischen etwa 10 bis mehr als 30 cm. Meistens folgt auf ihn ziemlich unvermittelt ein G-Horizont sandig-lehmiger oder sandig-toniger Beschaffenheit, kenntlich an seinen charakteristischen rostbraunen und blaugrünen Eisenflecken. Nicht selten besteht der G-Horizont auch aus reinem Sand. Bleichkörner sind im A-Horizont nicht nachweisbar.

Auch der kritische Wassergehalt hat weiter zugenommen, die Wasserergiebigkeit entsprechend abgenommen. Sie ist in der oberen 5-cm-Schicht nach der Klassifikation Sekeras träge bis zu träge. Infolge der erhöhten Wasserkapazität des Bodens und des in Reichweite liegenden Grundwassers wird aber die geringe Wasserbeweglichkeit zu keiner wirklichen Gefahr für den Pflanzenbestand, ausgenommen vielleicht in Zeiten extremer Dürre.

Recht aufschlußreich ist auch der starke Anstieg der Wasserergiebigkeit nach der Tiefe hin. Schon in der 15 cm-Schicht kann sie so lebhaft sein wie unter dem Schafschwingelrasen. In diesen Fällen folgt unter dem flachen, humos-lehmigen A-Horizont unvermittelt reiner Sand. Es wurde oben bereits darauf hingewiesen. Dieser sandige Horizont kann wegen seiner geringen Wasserkapazität und Kapillarität zu einer Gefahr für den üppigen Pflanzenbestand werden, falls er aus dem Bereich des Grundwassers rückt. Er ist aber ein Vorteil, wenn er im Grundwasser liegt, da durch ihn die Gefahr stauender Nässe herabgesetzt wird (erhöhte Wasserbeweglichkeit).

Bemerkenswert sind auch die Veränderungen in der Bodenkörnung. Steine sind, wie stets, nicht vorhanden. Der Anteil an grob- bis mittelkörnigem Sand (0,1—2,0 mm) ist weiter von ca. 35 auf 26 % im Mittel gefallen. Die Fraktion des Feinsandes (0,02—0,1 mm) hat sich praktisch nicht geändert. Der Schluffgehalt (Korngrößen $< 0,02$ mm) ist dagegen von ca. 12 auf 20 % gestiegen. Wechselnde Mengen dieser Fraktion bestehen, wie wir zeigen konnten, auch aus Ton (Teilchen $< 0,002$ mm). Der Boden unter dem Phalaridetosum liegt somit hinsichtlich seiner Körnung an der Grenze zwischen den lehmigen Sanden und den sandigen Lehmen. Daraus ergibt sich eine weitere Zunahme der Wasserkapazität und Kapillarität im Vergleich zur Fettweide. Infolge der Nähe des Grundwassers können daher die Pflanzen der Phalarisgesellschaft ihren Wasserbedarf aus diesem zu fast allen Jahreszeiten ohne Schwierigkeiten decken, ausgenommen vielleicht während extremer Dürrezeiten, in denen der Wasserspiegel der

nahen Ems auf ein Minimum absinkt und es zu einer starken Senkung auch des Grundwasserspiegels in den angrenzenden Uferpartien kommt.

Wie noch gezeigt wird, ist das Mikroklima der Rohrglanzgrasweide ausgesprochen humid. In keiner der von uns untersuchten Gesellschaften werden so hohe Werte für die Luftfeuchtigkeit, so geringe für die Verdunstung und wird eine so geringe Erwärmung von Boden und bodennahen Luftschichten festgestellt wie dort.

Fragen wir nach den Ursachen für die Herausbildung des Phalaridetosums, so scheint es, als ob der für die anderen 3 Gesellschaften so wichtige Grad der Bodenkörnung hier nur noch eine sekundäre Rolle spielt. Der Zerteilungsgrad des Bodens kann, wie wir gesehen haben, in weiten Grenzen schwanken, ebenso wie die Bodenreaktion und die übrigen Bodenfaktoren. Der ausschlaggebende Faktor ist allein der hohe Stand des Grundwassers, der von der mechanischen Beschaffenheit des Bodens unabhängig ist. Was der Trockenrasen zu wenig an Feuchtigkeit hat, besitzt das Phalaridetosum zu viel. Die Regulierung mit ihren zu erwartenden Rückwirkungen auf das Grundwasser wird daher die Gesellschaft empfindlich treffen, was vom wirtschaftlichen Standpunkt aus zu begrüßen ist, denn der artenreiche, üppige Pflanzenwuchs der Gesellschaft steht zu seinem Nutzen in keinem erträglichen Verhältnis. Das Phalaridetosum ist arm an hochwertigen Futterpflanzen, und es wurde bereits erwähnt, daß das Vieh die benachbarten Flächen der Kammgrasweide bevorzugt. Bei der Emsregulierung sollten daher die von der Gesellschaft eingenommenen nassen Mulden und Altarme durch Aufschüttung mit Feinsand beseitigt werden, soweit sie nicht genügend austrocknen. Dabei sollte man aber nicht wesentlich über 1 m Auflage hinausgehen, da andernfalls nicht die Fettweide regeneriert, sondern das wirtschaftlich ungünstigere Luzuletosum.

4. Das Mikroklima.

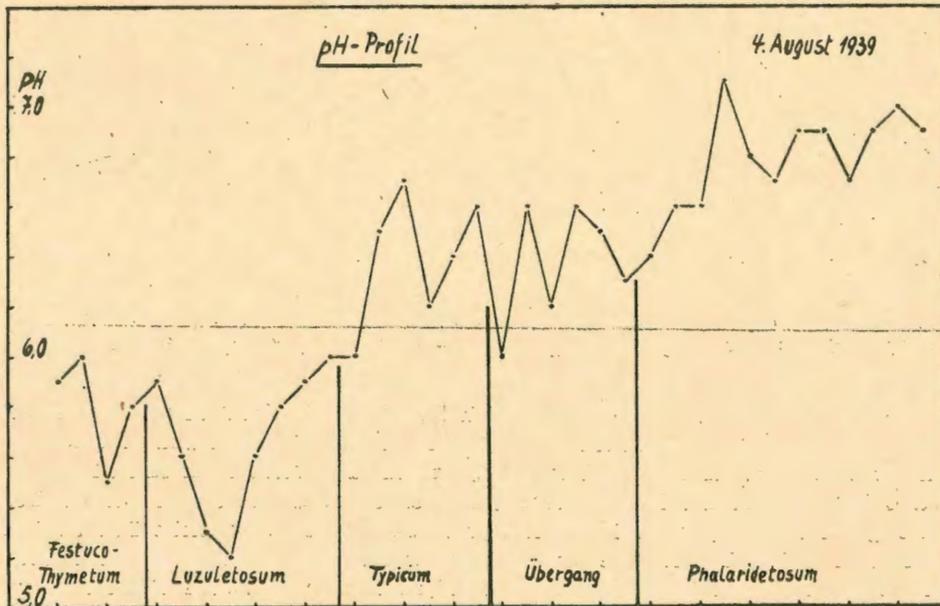
Für die mikroklimatischen Messungen mußte ein Platz gewählt werden, der alle 4 Gesellschaften in unmittelbarer Nachbarschaft zeigt. Ein solcher fand sich neben einer nassen Senke am linken Emsufer gegenüber Eimen bei Warendorf ca. 150 m vom Fluß entfernt. Es wurden 4 gleichartige Beobachtungsstationen errichtet, in jeder Gesellschaft eine. Ihre Lage ist aus der Karte (Fig. 1) ersichtlich, in der auch die Höhenlinien, bezogen auf das Phalaridetosum, eingetragen sind. Die relative Höhe der 4 Stationen sowie Hanglage und Neigung waren folgende:

Phalaridetosum	0	völlig eben
Typicum	1,4 m	3° Südost
Luzuletosum	2,0 m	5° Südost
Festuco-Thymetum	2,5 m	15° Südwest
Höchster Punkt der Sandkuppe	2,9 m	eben

Die Karte zeigt auch die Verteilung der 4 Gesellschaften im Gelände. Das Phalaridetosum bewohnte die Mulde an ihrer tiefsten ebenen Stelle. Es ging nach allen Seiten in das Typicum über, das den Raum etwa zwischen den Höhenlinien 0,5 bis 1,5 m einnahm, ohne sich aber streng daran zu halten. Weiter nach oben ging die Fettweide allmählich in das Luzuletosum über, das fast den ganzen übrigen Teil des Kartengebietes besiedelte mit Ausnahme eines von Südost über Süd nach Südwest verlaufenden schmalen Gürtels an den Abhängen der Kuppe, auf der das Zelt stand. Das Plateau der Kuppe war wieder vom Luzuletosum bewohnt.

An jeder Station wurden stündlich folgende Messungen vorgenommen: Temperatur in 2, 10 und 40 cm Bodentiefe mit Hilfe von Spezialbodenthermometern, maximale und minimale Temperatur unmittelbar auf dem Boden und in 40 cm Höhe mit Six-Thermometern, relative Luftfeuchtigkeit dicht über dem Boden mittels Haarhygrometern, Verdunstung dicht über dem Boden mit Piche-Evaporimetern und Windgeschwindigkeit mit Schalenanemometern. Die wahre Lufttemperatur wurde mit dem Schleuderthermometer für alle 4 Stationen gemeinsam vor dem Zelt gemessen. Ferner wurden laufend Beobachtungen über den Grad der Bevölkerung, Windrichtung, Niederschläge u. a. angestellt. Leider ging ein Teil der Aufzeichnungen verloren.

Figur 2

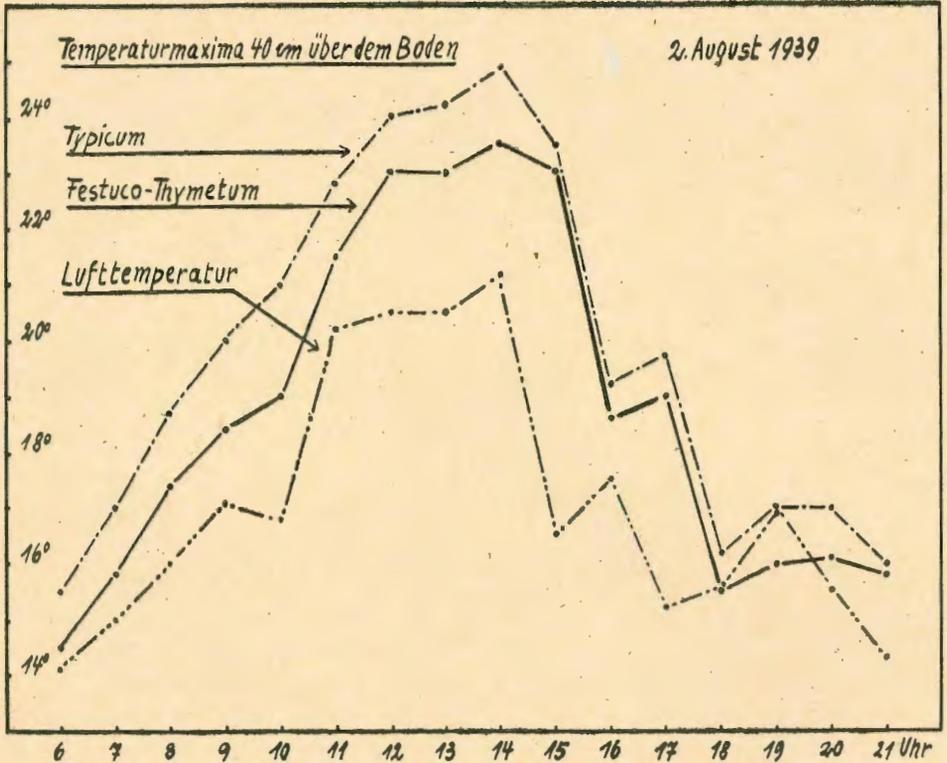


Vom Festuco-Thymetum am Südostabhang der Kuppe bis herab zum Phalaridetosum in der Tiefe der Mulde wurde entlang einer geraden 18 m langen Linie ein pH-Profil angelegt. Von 0,5 zu 0,5 m wurde eine Bodenprobe in 5 cm Tiefe entnommen und anschließend der pH-Wert darin bestimmt. Das Ergebnis zeigt Fig. 2. Unsere früheren Beobachtungen wurden an diesem Einzelfall in schöner Weise bestätigt:

Deutlich ist trotz aller Schwankungen die Abnahme der Bodenazidität vom Luzuletosum über das Typicum zum Phalaridetosum zu erkennen. Nur das Festuco-Thymetum fällt etwas aus dem Rahmen, indem es weniger sauer ist als das Luzuletosum.

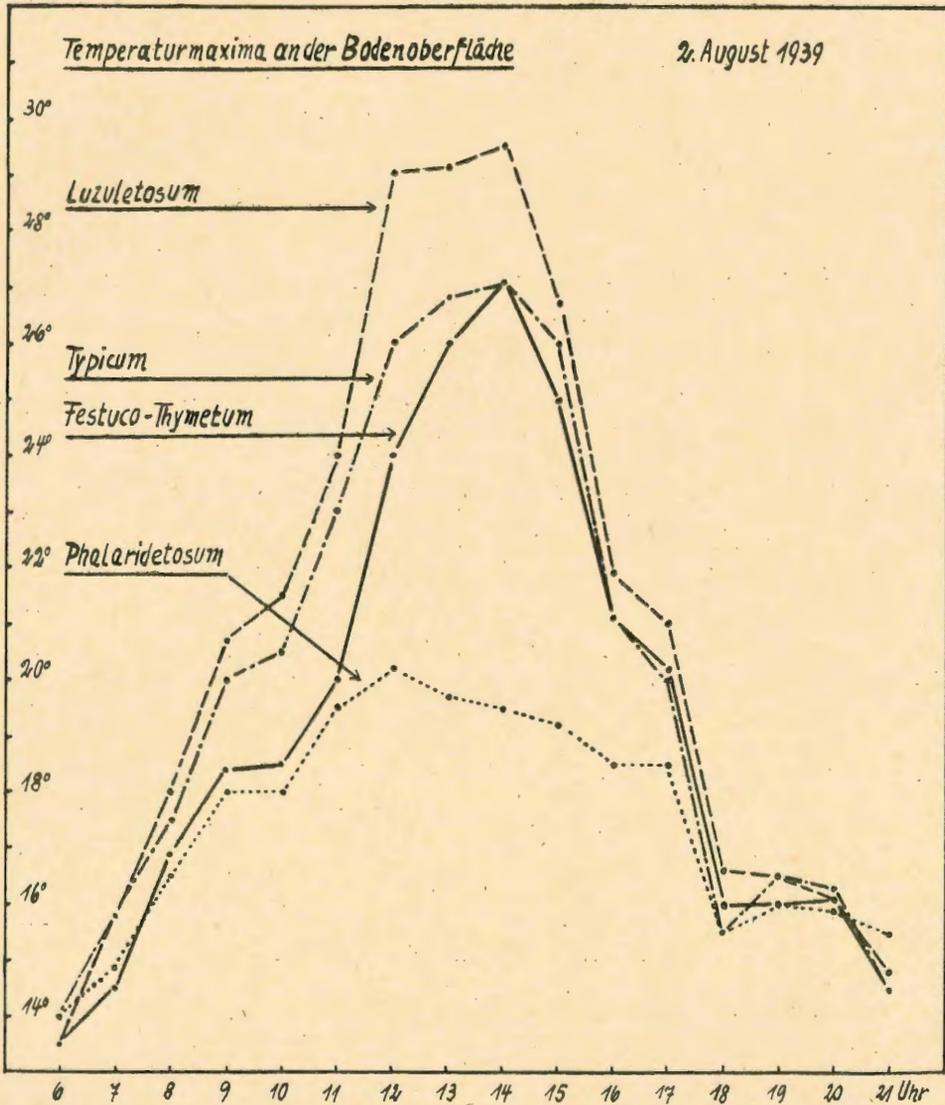
Leider war das Wetter nicht günstig. An keinem der uns zur Verfügung stehenden 3 Tage (2. bis 4. 8. 1939) herrschte reines Strahlungswetter. Am 2. und 3. 8. störten einzelne Regenschauer den Gang der Beobachtungen. Am 4. 8. herrschte wenigstens vormittags z. T. schönes Wetter. Die Ergebnisse waren daher an diesem Tag besonders aufschlußreich.

Figur 3



2. 8. 1939. In der vorangegangenen Nacht hat es geregnet. Um 5 Uhr morgens, dem Beginn unserer Messung, ist der Himmel bei schwachem Westwind wolkenverhangen. Um 6 Uhr klart es auf und das Wetter scheint sich zu bessern. Aber schon 1 Stunde später bedeckt sich der Himmel erneut und es ziehen Regenschauer vorbei. Der Anstieg der Lufttemperatur ist dementsprechend unregelmäßig (siehe Fig. 3). Ein zwischen 9 und 10 Uhr längere Zeit anhaltender Schauer führt zu einem deutlichen Rückschlag in der Erwärmung. Zwischen 10 und 11 Uhr setzt dann Besserung ein, die Bewölkung geht auf 30—40% zurück und die Luft erwärmt sich infolgedessen schnell auf über 20°. Die Windstärke hat bedeutend zugenommen. Leider verschlechtert sich das Wetter am Nachmittag wieder. Zwischen 15 bis 18 Uhr regnet es mit wechselnder Stärke. Entsprechend erfährt die Temperatur einen empfindlichen Rückgang. Gegen Abend wird es windstill, die Bewölkung nimmt ab und es kommt zwischen 19 und 20 Uhr nochmals zu einer vorübergehenden leichten Erwärmung.

Figur 4



Wie spiegelt sich nun dieser Wetterverlauf auf das Mikroklima an den verschiedenen Stationen wieder? Die Temperaturmaxima 40 cm über dem Boden (siehe Fig. 3) stehen unter dem Einfluß der Bodenerwärmung und liegen daher über der wahren Lufttemperatur. Aber ihr Tagesverlauf geht in großen Zügen mit dieser parallel. Am kühlgsten ist es vormittags über dem windexponierten, nach SW geneigten Festuco-Thymetum, am wärmsten über dem windgeschützten und schwach SO geneigten Typicum. Die verschiedene Exposition macht sich deutlich bemerkbar. Die nicht mit in die Fig. 3 eingezeichneten Kurven der beiden anderen Gesellschaften be-

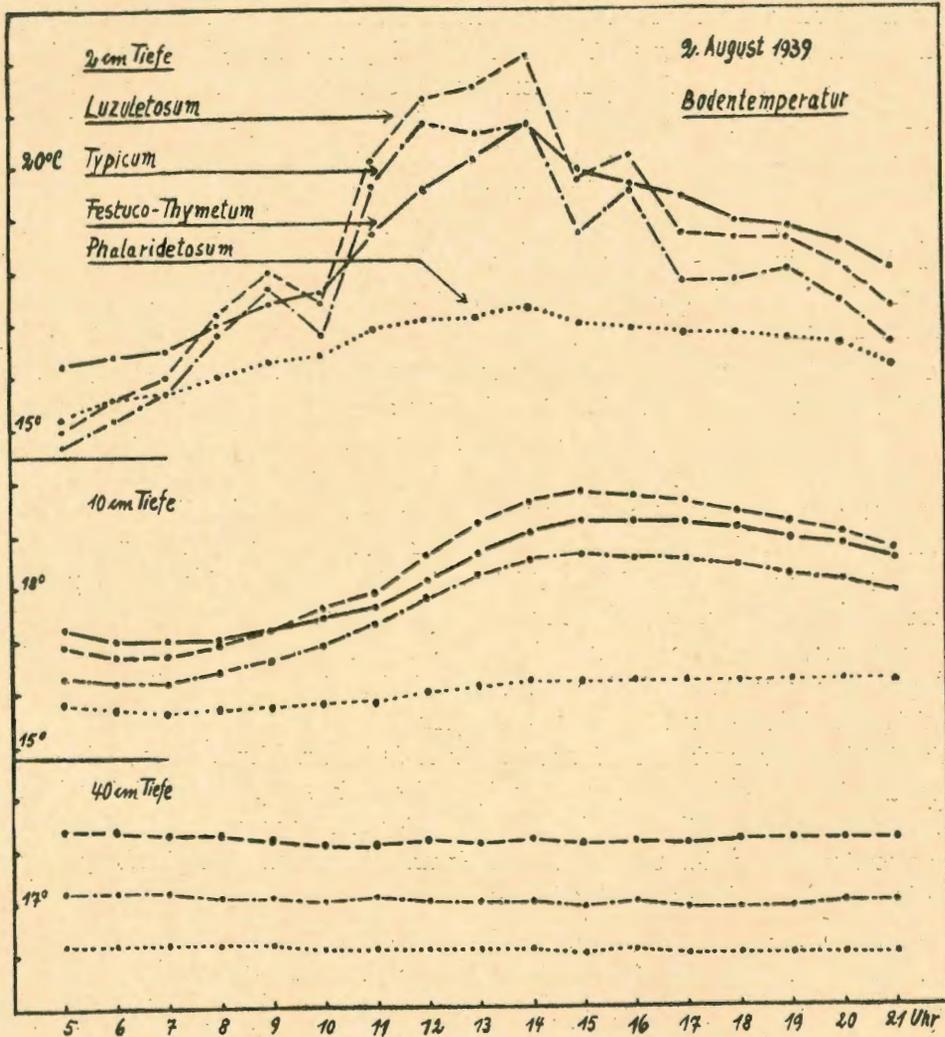
wegen sich in der Nähe derjenigen des Typicum. Am Nachmittag nähert sich die Temperaturkurve des Trockenrasens den anderen Kurven und die Unterschiede sind nur noch geringfügig.

Die maximalen Temperaturen unmittelbar am Boden innerhalb der Pflanzendecke steigen naturgemäß bedeutend höher als in den Luftschichten darüber (siehe Fig. 4). Die Bodenoberfläche ist bekanntlich die Schicht des stärksten Wärmeaustausches. Am Vormittag und besonders über Mittag ist das Luzuletosum am wärmsten, es folgt in geringem Abstand — bis etwa 12 Uhr — das Typicum, in größerem Abstand das Festuco-Thymetum und mit diesem fast übereinstimmend das Phalaridetosum. Ab 11—12 Uhr holt aber der Trockenrasen mächtig auf, während das Typicum nur noch langsam folgt und das Phalaridetosum bereits wieder kühler wird. Der Regen zwischen 9 und 10 Uhr drückt alle 4 Kurven um diese Zeit deutlich ein. Um 14 Uhr hat der Trockenrasen die Fettweide bereits eingeholt und er hätte infolge seiner jetzt günstigeren Exposition sicher auch das Luzuletosum überholt, wenn sich das Wetter am Frühaftermittag nicht wieder verschlechtert hätte. So fallen alle 3 Kurven steil ab und erreichen um 18 Uhr fast die Temperatur des Phalaridetosums. Die Besserung des Wetters am Abend hält dann die weitere Abkühlung noch für einige Zeit auf. Die geringe Erwärmung des Phalaridetosums am Boden — sie ist bedeutend geringer als die der Luftschichten darüber — verdankt es der isolierenden Wirkung seines dichten und hohen Pflanzenkleides.

Die Vorgänge an der Bodenoberfläche sind in 2 cm Bodentiefe noch deutlich erkennbar und verlaufen hier ähnlich wie dort (siehe Fig. 5). Besonders bemerkenswert ist, daß frühmorgens das Festuco-Thymetum mit etwas über 16° wärmer ist als alle übrigen Gesellschaften. Um 8 Uhr überholt sodann infolge seiner vormittags günstigeren Exposition das Luzuletosum den Trockenrasen, um 9 Uhr auch das Typicum. Der Regenschauer zwischen 9 und 10 Uhr führt zu einer vorübergehenden Abkühlung, wovon aber nur Luzuletosum und Typicum empfindlicher getroffen werden. Während der anschließenden Besserung des Wetters holen die Temperaturen stark auf. Um 14 Uhr hat das Luzuletosum mit 22° den höchsten Tagesstand erreicht, es folgen mit gut 1° Abstand Fett- und Magerweide und schließlich in weitem Abstand die Phalarisgesellschaft, die um diese Zeit kaum 2° wärmer ist als am frühen Morgen. Die Regenfälle am Nachmittag treffen wieder besonders empfindlich die Temperaturen von Luzuletosum und Typicum. Die Temperaturen des Trockenrasens fallen zwar auch, aber ziemlich gleichmäßig und nicht so stark. Ab 17 Uhr wird infolgedessen das Festuco-Thymetum die wärmste Gesellschaft und bleibt es sicher auch die ganze Nacht. Es folgen Luzuletosum, Typicum und Phalaridetosum. Die Kuppe erweist sich damit als eine Wärmeinsel, auf der es nachmittags und nachts wärmer ist als in der tiefer liegenden Umgebung.

In 10 cm Bodentiefe (Fig. 5) ist es frühmorgens in allen Gesellschaften wärmer als in 2 cm Tiefe oder gar an der Bodenoberfläche. Am wärmsten ist es wieder im Trockenrasen, es folgen in dichtem Abstand Luzuletosum, Typicum und Phalaridetosum. Im Laufe des Vormittags steigen die Temperaturen langsam an, um zwischen 15 und 16 Uhr, also später als an der

Figur 5



Bodenoberfläche, ihren höchsten Tagesstand zu erreichen. Im Luzuletosum und Typicum steigen vormittags die Temperaturen schneller an als im Festuco-Thymetum, wie das auch in 2 cm Tiefe und an der Bodenoberfläche der Fall ist. Aber nur noch das Luzuletosum erreicht den Trockenrasen (um 9 Uhr) und überholt ihn. Am Nachmittag sinken sodann die Temperaturen in der Mager- und Fettweide schneller ab als im Trockenrasen, so daß dieser relativ aufholt und nachts zweifellos wieder die

wärmste Gesellschaft wird. Die in 2 cm Tiefe noch so deutlichen „Kälteinbrüche“ sind in 10 cm Tiefe kaum noch erkennbar. Überhaupt ist in 10 cm Tiefe die tägliche Wärmewelle an der Bodenoberfläche bereits stark gedämpft.

In 40 cm Tiefe ist es morgens noch wärmer als in 10 cm. Am wärmsten ist es wieder im Festuco-Thymetum, und kaum verschieden von diesem ist das Luzuletosum, weshalb in der Fig. 5 nur eine Kurve für beide gezeichnet wurde. Es folgt in mehr als 1^o Abstand das Typicum und abermals 1^o tiefer das Phalaridetosum. Diese Reihenfolge ändert sich im Laufe des Tages nicht. Die tägliche Wärmewelle an der Bodenoberfläche ist hier in der Tiefe kaum noch zu erkennen und hat eine etwa 12-stündige Verspätung erfahren. Die nächtliche Abkühlung tritt infolge der langsamen Wärmeleitung gerade zu der Zeit auf, wo der Boden an der Oberfläche den stärksten Wärmeimpuls erhält, nämlich über Mittag und am Frühnachmittag. Diese Verzögerung scheint im kühlen und nassen Phalaridetosum noch größer zu sein.

Aufschlußreich sind auch die an der Bodenoberfläche gemessenen Werte für die Verdunstung (siehe Fig. 12). Nur während der kurzen Pause besseren Wetters zwischen 11 und 14 Uhr hat eine meßbare Verdunstung stattgefunden. Weit aus an der Spitze liegt der Trockenrasen, es folgen nacheinander Luzuletosum und Typicum und in weitem Abstand das Phalaridetosum. Obwohl es um die Mittagszeit im Luzuletosum am wärmsten ist (siehe Fig. 4 und 5), erreicht es nicht die Verdunstung des Festuco-Thymetum. Als Gründe kommen in Frage: Zunahme des Windes aus SW in den Mittagsstunden, windexponierte Lage des Trockenrasens am SW-Hang der Kuppe und stark aufgelockerte Pflanzendecke. Das alles sind Faktoren, welche den Wasserdampfaustausch fördern.

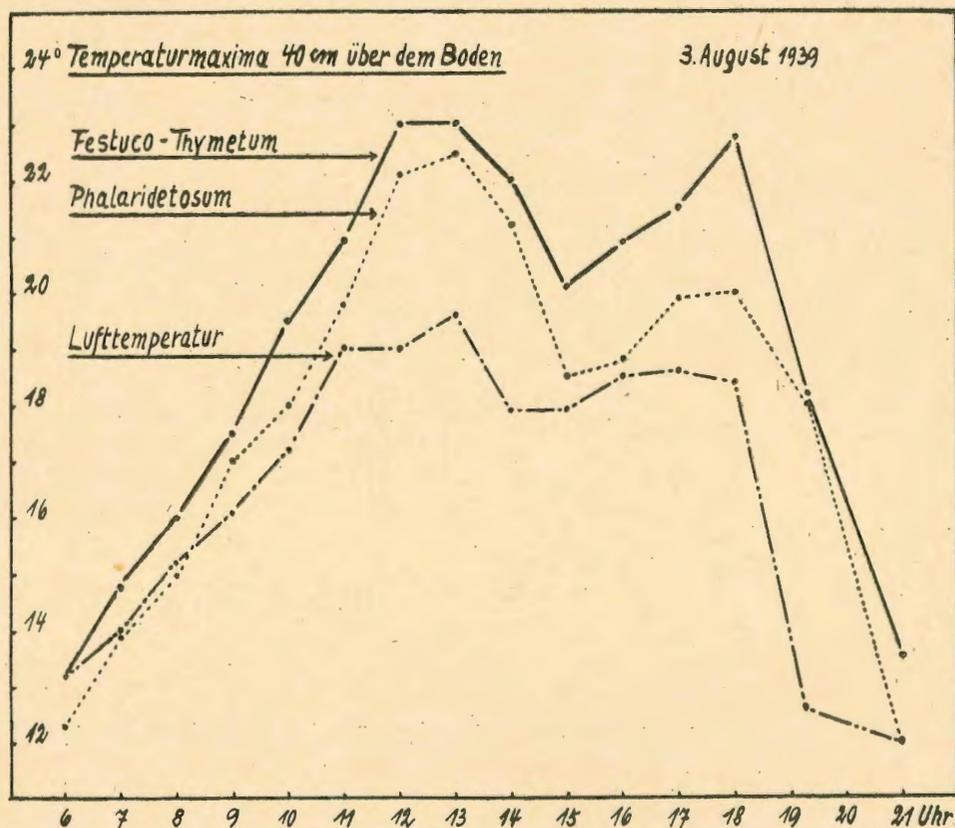
Überblicken wir noch einmal das Ergebnis der mikroklimatischen Messungen des Tages, so läßt sich bereits jetzt deutlich erkennen, daß Trockenrasen und Magerweide dem Eindringen wärmeliebender und trockenresistenter Arten von der Seite des Mikroklimas her günstigere Bedingungen stellen als die anderen Gesellschaften.

3. 8. 1939. Auch an diesem Tag ist das Wetter nicht besonders günstig für mikroklimatische Beobachtungen. Ein hochliegender, gleichmäßiger Wolkenschleier läßt die Sonne nur schwach erkennen. Der Wind weht den ganzen Vormittag über schwach aus SW. Trotz der stark gedämpften Sonnenstrahlung erwärmt sich die Luft schnell und gleichmäßig (siehe Fig. 6). Auch die maximalen Temperaturen 40 cm über dem Boden nehmen schnell und stetig zu. Am wärmsten ist es in dieser Höhe von frühmorgens an über dem Trockenrasen. Luzuletosum und Typicum stehen ihm aber nur wenig nach, wir bildeten sie daher nicht mit ab. Am kältesten ist es über dem Phalaridetosum, wengleich der Unterschied nicht groß ist. Zwischen 12 und 13 Uhr kommen Cumuluswolken auf, die sich schnell zusammenballen und zwischen 14 und 15 Uhr zu Gewittern führen. Die Folge ist ein tiefer Einbruch in die Temperaturkurven gerade zu einem Zeitpunkt, wo die höchsten Tagestemperaturen zu erwarten wären, nämlich am frühen Nachmittag. Ab 15 Uhr bessert sich das Wetter bedeutend,

aber ein feiner Wolkenschleier bleibt. Um 17 Uhr dringt die Sonne stärker durch und der abflauende Wind dreht nach Ost um. Die Temperaturen steigen wieder an, besonders über dem jetzt durch seine SW-Exposition begünstigten Festuco-Thymetum, über welchem sich die Luft fast wieder so stark erwärmt wie über Mittag, während die übrigen Gesellschaften mehr oder weniger stark zurückbleiben.

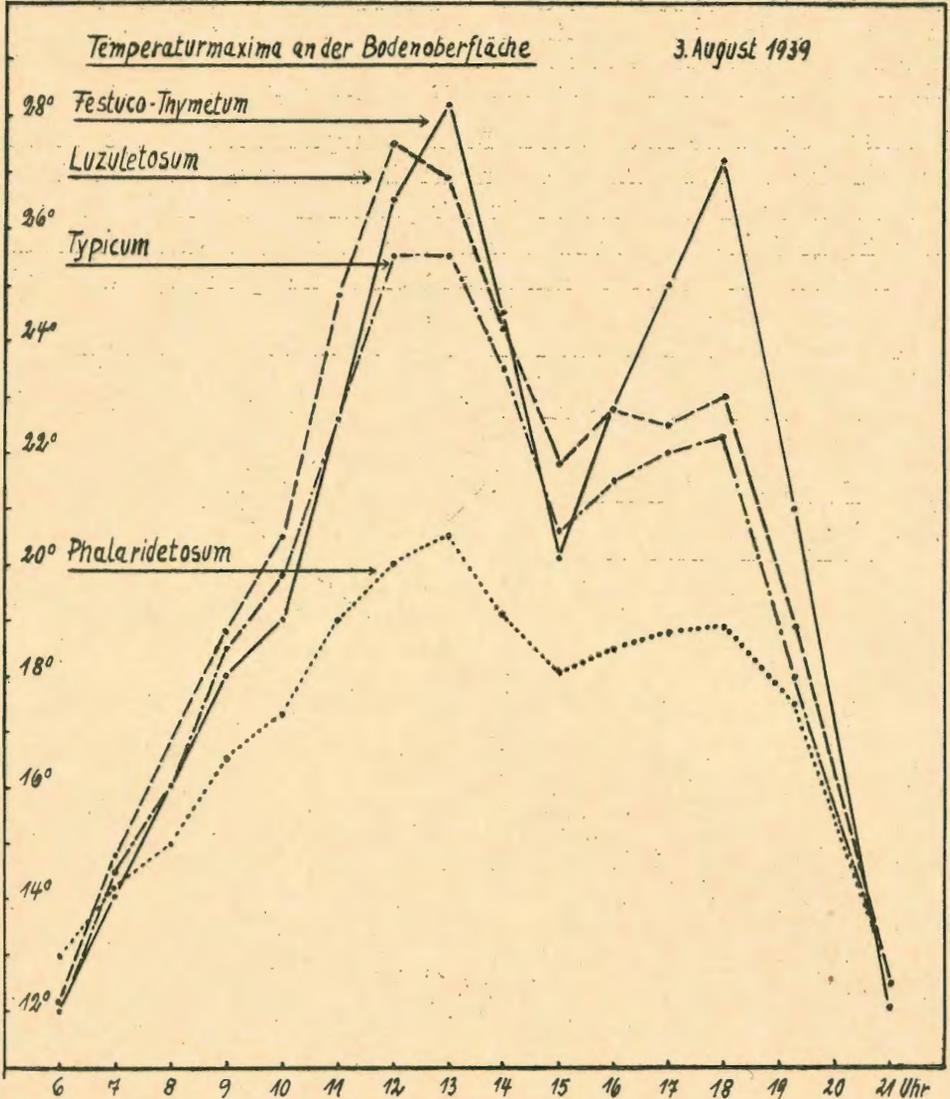
Besonders scharf treten die beiden Schönwetterperioden des Tages in den Kurven der Temperaturmaxima an der Bodenoberfläche hervor (siehe Fig. 7). Steil und stetig steigen die Temperaturen am Vormittag an und zwar in der Reihenfolge Luzuletosum > Typicum > Festuco-Thymetum > Phalaridetosum, wobei zwischen den 3 ersten nur geringe Unterschiede

Figur 6



bestehen. Aber schon zwischen 12 und 13 Uhr setzt sich der Trockenrasen mit über 28^o maximaler Erwärmung an die Spitze. Die Gewitterstörung am Fröhnachmittag bringt sodann eine starke Abkühlung, die jetzt den Trockenrasen am meisten trifft und ihn auf den 3. Platz zurückwirft. Das Wiedereinsetzen von besserem Wetter am späten Nachmittag läßt ihn dann infolge seiner jetzt günstigen Position zur Richtung der Sonneneinstrahlung schnell auf den ersten Platz zurücksteigen. Seine Erwärmung ist jetzt trotz der vorgerückten Stunde fast so stark wie am Mittag, während die

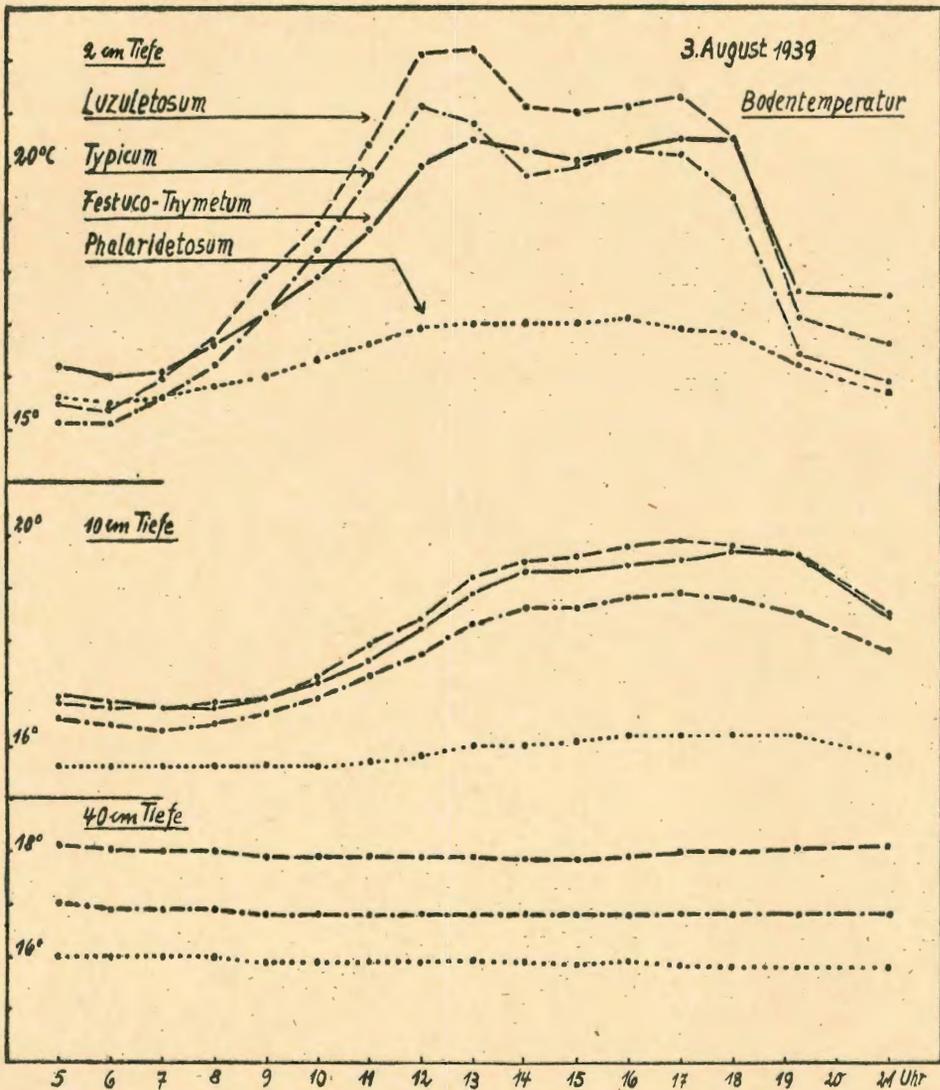
Figur 7.



anderen Gesellschaften nur eine leichte Wiedererwärmung erfahren. Wir können daraus schließen, daß bei Ausbleiben der Wetterstörung die maximalen Temperaturen des Trockenrasens am Boden weit über 35° angestiegen wären.

In 2 cm Bodentiefe (siehe Fig. 8) liegen die Temperaturen am frühen Morgen wie am Vortage höher als über dem Boden, diesmal sogar recht bedeutend. Die Nacht brachte eine erhebliche Abkühlung der bodennahen Luftschichten. Am wärmsten ist es zunächst wieder im Trockenrasen. Dann setzt sich im weiteren Verlauf des Vormittags die Magerweide an die Spitze und die Reihenfolge der Erwärmung ist wieder Luzuletosum >

Figur 8



Typicum > Festuco-Thymetum > Phalaridetosum. Das Gewitter am Nachmittag drückt die Kurven deutlich ein, die zweite Schönwetterperiode hebt sie dann wieder. Aber die beiden Wärmeimpulse des Tages sind gegenüber der Bodenoberfläche stark abgeschwächt, im Phalaridetosum verschwimmen sie sogar zu einem einzigen breiten und abgeflachten Maximum. Schon über Mittag holt das Festuco-Thymetum gegenüber Typicum und Luzuletosum auf. Zwischen 13 und 14 Uhr läßt es das Typicum hinter sich, ab 18 Uhr auch das Luzuletosum. Am späten Abend ist die Reihenfolge der Temperaturen wieder die gleiche wie am Abend vorher: Festuco-Thymetum > Luzuletosum > Typicum > Phalaridetosum. Da auch noch

am nächsten Morgen der Trockenrasen wärmer ist als die anderen Gesellschaften, kann man mit Sicherheit annehmen, daß er es auch die ganze Nacht über war.

Der Verlauf der Temperaturen in 10 und 40 cm Bodentiefe ist fast der gleiche wie am Tage zuvor, so daß alles dort über ihn Gesagte auch hier zutrifft.

Auch bezüglich der Verdunstungsgrößen hat sich die Reihenfolge der 4 Gesellschaften nicht geändert (siehe Fig. 12): Festuco-Thymetum > Luzuletosum > Typicum > Phalaridetosum. Zum Unterschied gegenüber dem Vortag ist die Verdunstung über Mittag in allen 4 Gesellschaften bedeutend schwächer. Der Grund hierfür liegt sehr wahrscheinlich in der wesentlich schwächeren Luftbewegung am 3. 8. Im Phalaridetosum findet aus dem Grunde überhaupt keine meßbare Verdunstung am Boden statt. Auch die Verdunstungskurven sind deutlich zweigipfelig und spiegeln die beiden Phasen freundlicheren Wetters klar wider.

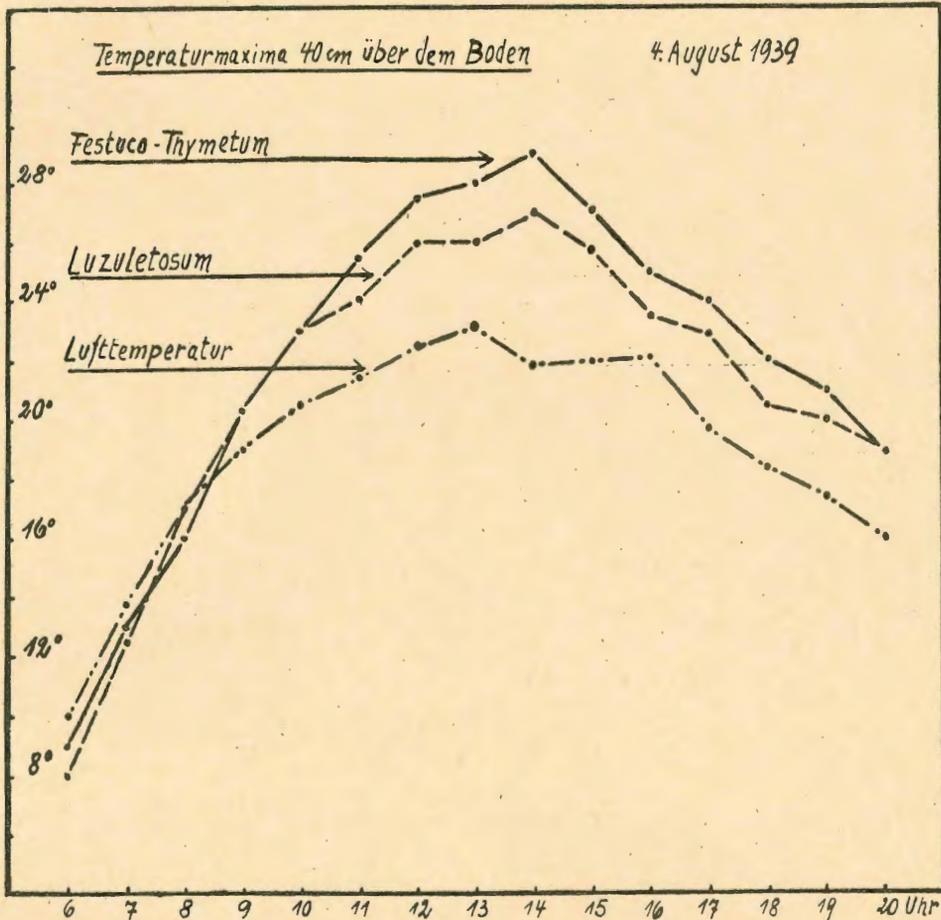
Überblicken wir noch einmal das Ergebnis der mikroklimatischen Messungen dieses Tages, so bestätigen sie, daß das Festuco-Thymetum an warmen sonnigen Stunden über Mittag und am Nachmittag zu extremen Werten für Erwärmung und Austrocknung neigt und damit von den 4 Gesellschaften die günstigsten Voraussetzungen für das Einwandern von wärmeliebenden Arten besitzt. Es folgen Luzuletosum und Typicum, während das Phalaridetosum in dieser Hinsicht ausscheiden muß.

4. 8. 1939. Dieser Tag führt wegen vorübergehender Besserung der Großwetterlage zu noch eindrucksvolleren Ergebnissen. In der Morgendämmerung lagert dichter Nebel über der Ems und verspricht gutes Wetter. Er verschwindet mit aufgehender Sonne und gibt einen völlig klaren Himmel frei. In der Nacht war es sehr kühl. Die Anfangstemperaturen frühmorgens um 5 Uhr bewegen sich zwischen 7 und 8°. Im Laufe des Vormittags klettert sodann die Lufttemperatur (siehe Fig. 9) steil und stetig empor und erreicht um 13 Uhr mit 23,2° den höchsten Stand des Tages. Sie wäre noch höher gestiegen, wenn nicht zwischen 10 und 11 Uhr Cumuluswolken angekommen wären, die sich in den folgenden Stunden mehr und mehr verdichten und durch ihre Schattenwirkung den Temperaturanstieg bremsen. Um 12 Uhr beträgt der Bewölkungsgrad bereits 60 %, um 14 Uhr 75 % und um 16 Uhr 100 %. Gewitter kommen auf, streifen aber nur das Gebiet und bringen keine Niederschläge. Jedenfalls ist die Folge dieses Wetterrückenschlages ein zu frühzeitiges Absinken der Temperatur am frühen Nachmittag. Fast den ganzen Tag über weht ein schwacher Wind aus südöstlicher Richtung. Erst nach 16 Uhr nimmt die Windstärke merklich zu und erreicht um 17 Uhr mit etwa 4m/sec. ihren höchsten Tageswert.

Die Höchsttemperaturen in 40 cm Höhe (siehe Fig. 9) verlaufen bei allen 4 Assoziationen nahe beieinander. Sie klettern in Auswirkung der starken Erwärmung des Bodens wesentlich höher als die wahre Lufttemperatur. Der Trockenrasen ist vormittags wieder etwas kühler als die übrigen Gesellschaften, über Mittag und nachmittags dagegen deutlich wärmer. Das Luzuletosum liegt an zweiter Stelle, und nur geringfügig kühler (in der

Fig. 9 nicht eingezeichnet) ist es im Typicum und Phalaridetosum. Bei letztem dürfte die windgeschützte Lage in der Tiefe der Mulde dazu beigetragen haben, daß sich die Luft über ihm fast so stark erwärmt wie über den angrenzenden höher liegenden Weideflächen.

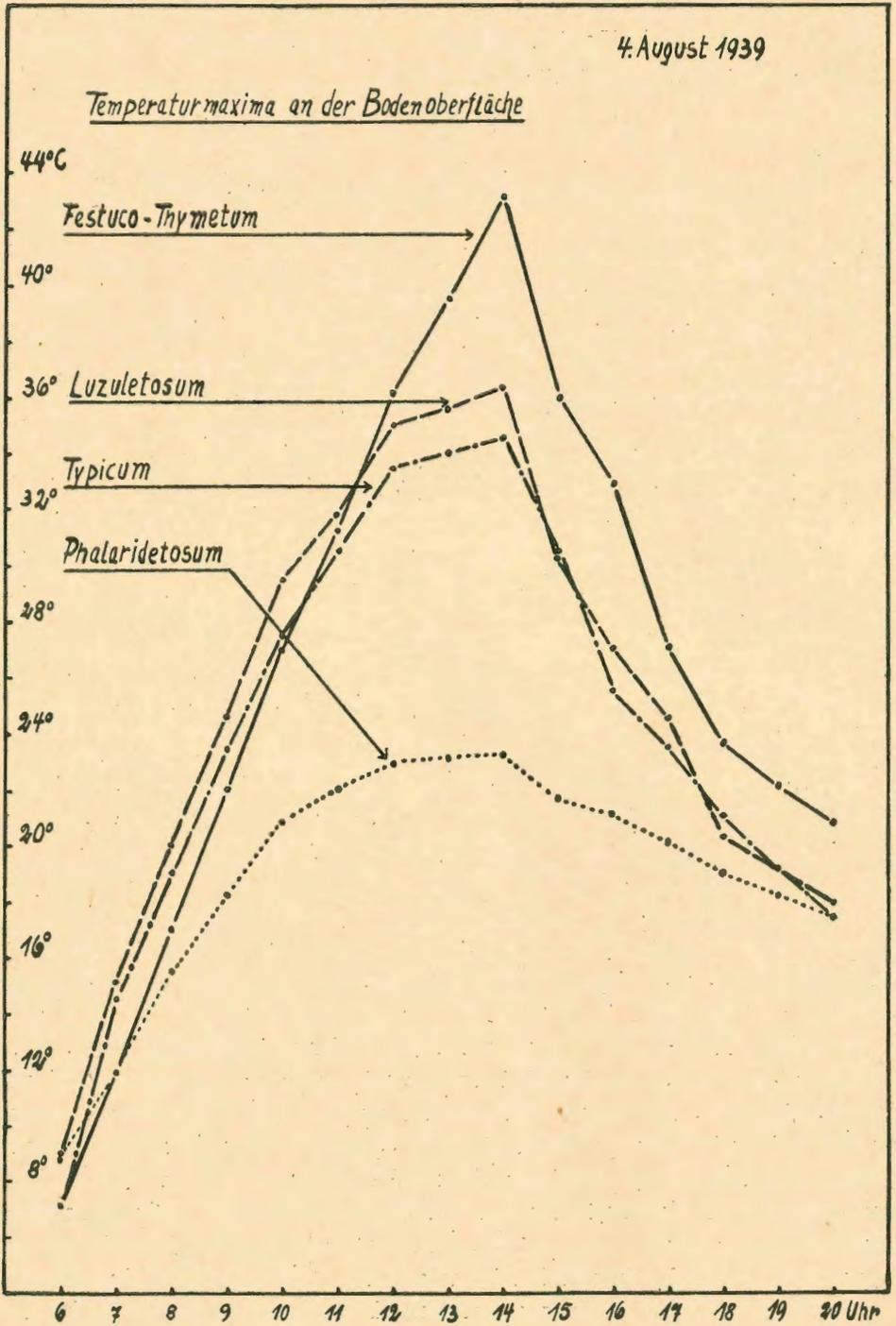
Figur 9



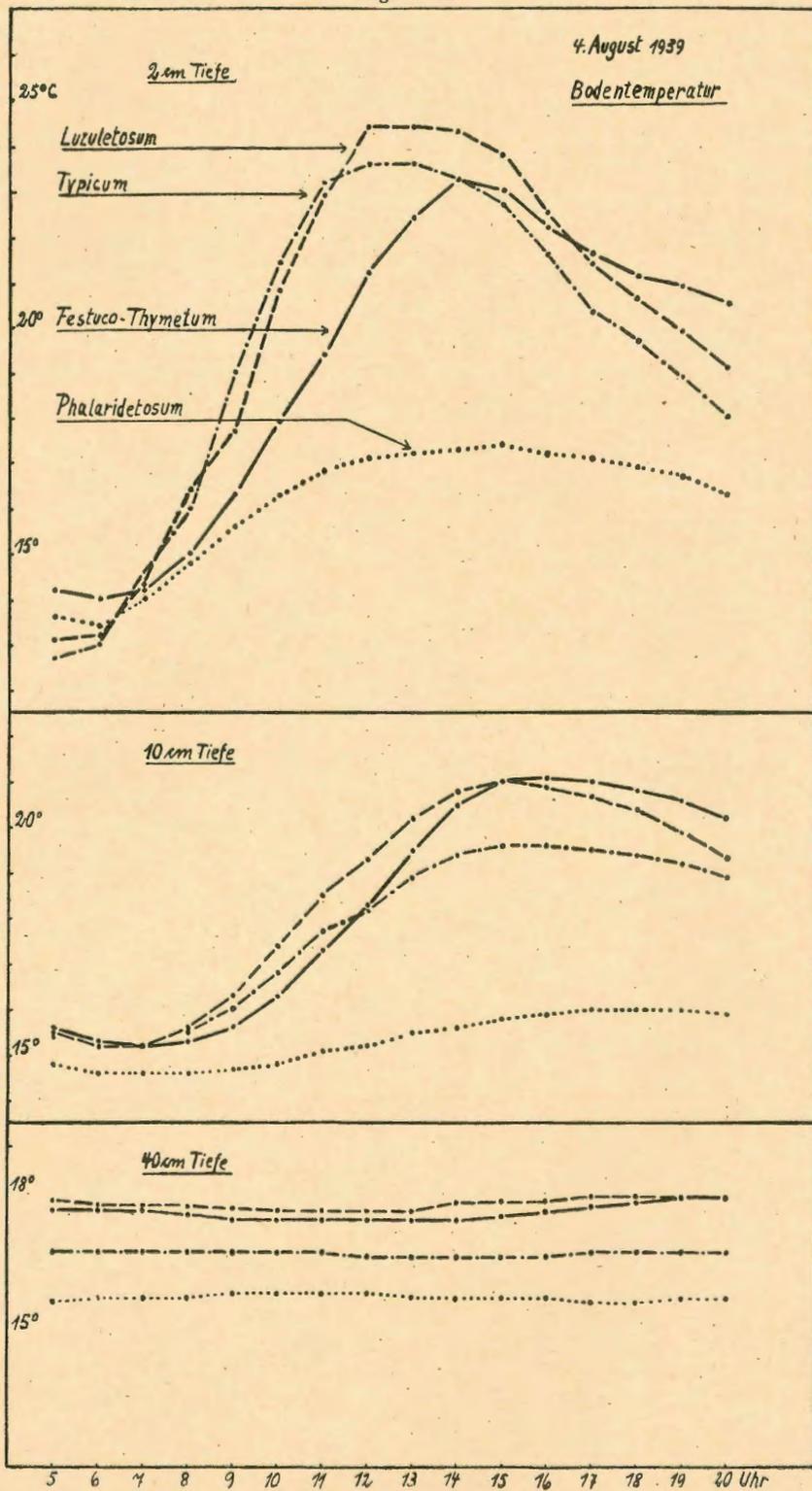
Unmittelbar am Boden steigen die Temperaturen am Vormittag (siehe Fig. 10) überaus steil an. Die Reihenfolge ist wieder Luzuletosum > Typicum > Festuco-Thymetum > Phalaridetosum. Zwar liegen die 3 ersten nahe beieinander, die genannte Reihenfolge ist dennoch eindeutig. Kein Wetterrückschlag stört zunächst die rasche Erwärmung der bodennahen Luftschichten. Zwischen 10 und 11 Uhr überholt sodann der Trockenrasen die Fettweide, eine Stunde später auch die Magerweide. Das Phalaridetosum erwärmt sich zwar auch stärker als sonst, aber es bleibt doch hinter den anderen Gesellschaften weit zurück. Kurz nach Mittag erreicht der Trockenrasen mit 43,1° die höchste jemals an den 3 Tagen beobachtete Temperatur. Dabei muß berücksichtigt werden, daß sich bereits starke Bewöl-

Figur 10

4. August 1939



Figur 11



kung zeigt. Die Reihenfolge ist jetzt eindeutig Festuco-Thymetum > Luzuletosum > Typicum > Phalaridetosum. An diesem Tage kommt zum ersten Mal das Expositionsklima des Trockenrasens, wenn auch nicht voll, so doch stark zur Wirkung. Dann kommt nachmittags die starke Störung. Man kann ohne zu übertreiben annehmen, daß, wäre diese ausgeblieben, die Erwärmung der Luft an der Bodenoberfläche 50° und mehr im Festuco-Thymetum erreicht hätte. Wir verstehen nun, warum in dieser Gesellschaft zahlreiche wärmeliebende und dürreresistente Pflanzenarten vorkommen. Der Nachmittag bringt allen Stationen starke Abkühlung, aber der Trockenrasen bleibt bis zum Abbruch der Messungen um 20 Uhr die wärmste unter allen 4 Assoziationen. Noch um 20 Uhr werden über 20° gemessen. Die Reihenfolge ist auch am späten Abend noch Festuco-Thymetum > Typicum > Luzuletosum > Phalaridetosum.

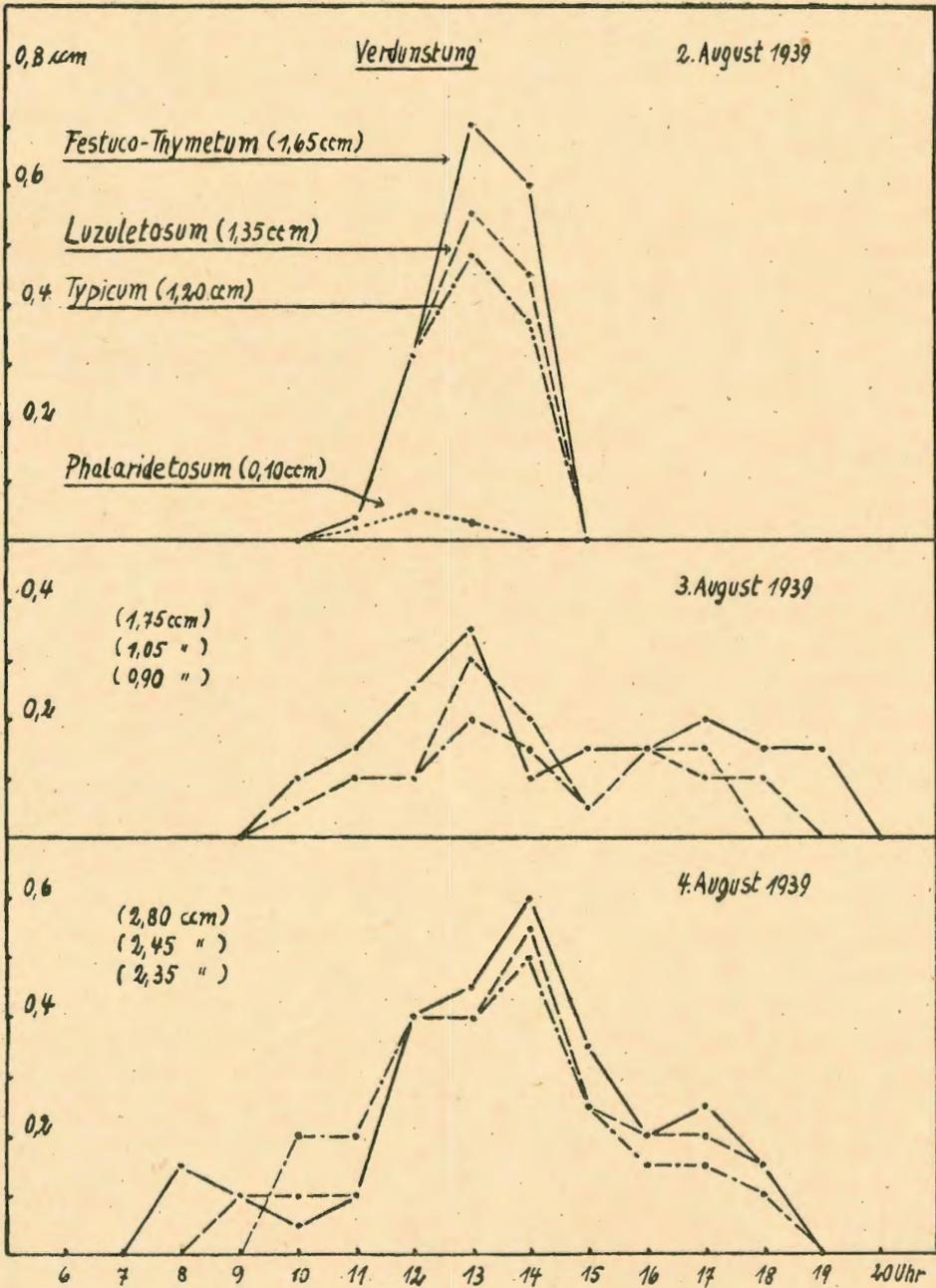
In 2 cm Bodentiefe ist die starke Wärmewelle des Tages naturgemäß noch kräftig zu verspüren (siehe Fig. 11). Am frühen Morgen ist es wiederum im Trockenrasen am wärmsten. Aber bereits um 7 Uhr überflügeln ihn Luzuletosum und Typicum und erwärmen sich dann im weiteren Verlauf des Vormittags bedeutend stärker als er. Das ist die Auswirkung der südöstlichen Hanglage der beiden Kammgrasweiden an den Stationen. Erst am Nachmittag holt das Festuco-Thymetum trotz der Wetterverschlechterung und der beginnenden Abkühlung mehr und mehr auf. Um 14 Uhr wird es wärmer als das Typicum, und zwischen 16 und 17 Uhr überflügelt es auch das Luzuletosum, so daß am Abend die Reihenfolge wieder Festuco-Thymetum > Luzuletosum > Typicum > Phalaridetosum ist. Das stark isolierende Pflanzenkleid des letzten schützt den Boden weitgehend vor der Wärmewelle des Tages. Die maximalen Temperaturen klettern hier nicht höher empor als an den beiden wesentlich kühleren Vortagen.

In 10 cm Bodentiefe ist der Tagesgang der Temperaturen in den einzelnen Gesellschaften ein ähnlicher wie oben, nur tritt der Temperaturimpuls bereits etwas verspätet und stark gemildert auf. Am frühen Morgen sind Festuco-Thymetum, Luzuletosum und Typicum fast gleich warm. Sodann bleibt der Trockenrasen zurück, um aber bereits um 12 Uhr das Typicum hinter sich zu lassen und um 15 Uhr auch das Luzuletosum. Am Abend liegt die gleiche Reihenfolge vor wie an den Vortagen.

Die Temperaturen in 40 cm Tiefe sind insofern bemerkenswert, als sie in allen Gesellschaften ein wenig tiefer liegen als an den beiden Vortagen. Die voraufgegangene recht kühle Nacht macht sich in der genannten Tiefe erst im Laufe des Tages bemerkbar. Die starke Erwärmung über Tage dagegen wird in 40 cm Tiefe erst gegen Abend leicht verspürt und zwar nur im Festuco-Thymetum und Luzuletosum, kaum im Typicum.

Das günstige Wetter am 4. 8. kommt auch in den erhöhten Werten für die Verdunstung zum Ausdruck (siehe Fig. 12). Am Vormittag ist diese im

Figur 12

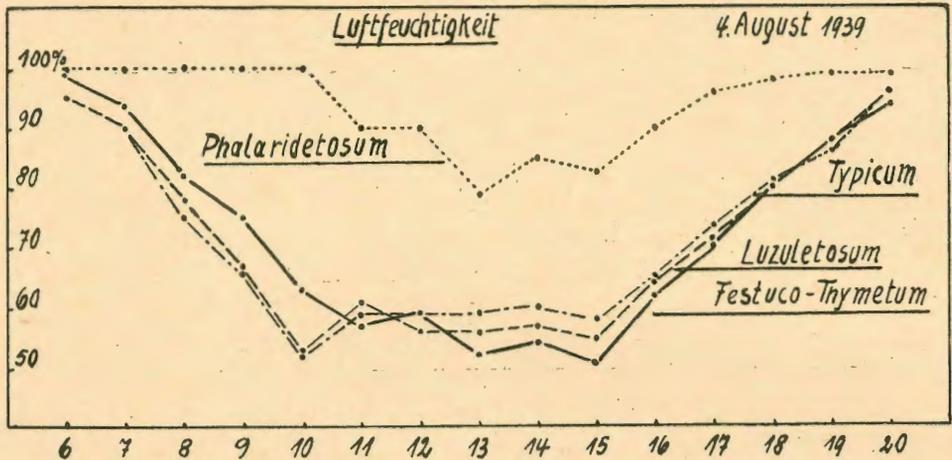


Trockenrasen nicht stärker, zeitweise sogar schwächer als im Luzuletosum und Typicum. Am Nachmittag dagegen ist der Trockenrasen den anderen überlegen. Die eingeklammerten Zahlen bedeuten die absolute Menge verdunsteten Wassers je Piche-Evaporimeter. Die Reihenfolge ist wieder wie

an den beiden Vortagen Festuco-Thymetum > Luzuletosum > Typicum > Phalaridetosum. Das letzte liefert keine meßbaren Beträge.

Auch der Verlauf der Luftfeuchtigkeitskurve ist am 4. 8. infolge des günstigen Wetters aufschlußreicher als an den Vortagen und daher abgebildet worden (siehe Fig. 13). Die Hygrometer standen in hölzernen Schutzkästen unmittelbar auf dem Boden. Im Verlaufe der Vormittagsstunden wird die Luft schnell trockener und zwar in der Reihenfolge Typicum > Luzuletosum > Festuco-Thymetum > Phalaridetosum. Das ergibt sich wieder aus der Hanglage. Die nach SO geneigten Flächen von Typicum und Luzuletosum werden von der Morgensonne eher erreicht und abgetrocknet als der nach SW abfallende Trockenrasen. Im Phalaridetosum bildet die hohe Pflanzendecke naturgemäß eine gute Isolierung gegen den Wasserdampfaustausch. Die Luft bleibt dort bis 10 Uhr dampfgesättigt. Von etwa 11 Uhr

Figur 13



an ändert sich in Auswirkung der verschiedenen Hanglage die Reihenfolge. Bis weit in den Nachmittag hinein ist jetzt die Luft im Festuco-Thymetum am trockensten, es folgen Luzuletosum > Typicum > Phalaridetosum. Um 15 Uhr erreicht das Sättigungsdefizit der Luft im Trockenrasen mit 50% relativer Feuchtigkeit den höchsten überhaupt festgestellten Stand an allen 3 Tagen. Zweifellos hätten wir noch extremere Defizite messen können, wenn das Wetter gut geblieben wäre. Die von derartig trockener Luft entwickelten Saugkräfte sind außerordentlich hoch und werden von vielen Pflanzen selbst auf kürzere Zeit nicht ertragen. Im Phalaridetosum liegt das andere Extrem vor. Dort steigt das Sättigungsdefizit der Luft am Boden selbst in den warmen Mittagstunden nicht über 20% (= 80% rel. Feuchtigkeit).

Auch der 3. Beobachtungstag hat somit gezeigt, daß der Schafschwingel-Thymianrasen von allen 4 Gesellschaften die wärmste ist. Auch die Austrocknung der bodennahen Luftschichten und in Verbindung damit die

Verdunstung erreichen hier höhere Ausmaße als in den benachbarten Rasenflächen. An zweiter Stelle kommt — dem Trockenrasen nur wenig nachstehend — die Magerweide, es folgt die Fettweide und in weitem Abstand die Röhrichtgesellschaft der nassen Mulde. Die gleiche Reihenfolge ergab auch die Bestimmung der Windgeschwindigkeiten, über die aber Zahlen nicht vorgelegt werden können, da sie verloren gingen. Es ist die gleiche Abstufung, die wir bereits bei den Bodeneigenschaften kennen lernten, über die in den vorangegangenen Kapiteln berichtet wurde.

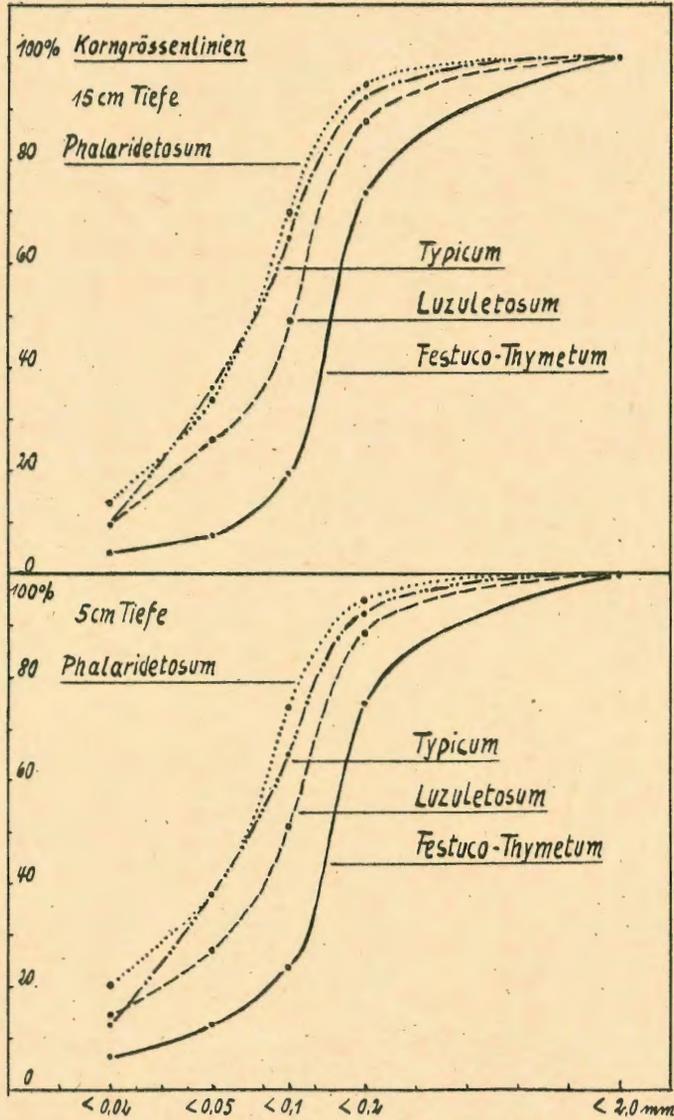
Schlußbetrachtungen.

Gegen die Ergebnisse unserer Untersuchungen könnte der Einwand erhoben werden, daß sie wegen ihrer oft starken Überschneidungen nicht überzeugend seien. Die Unterschiede zwischen den einzelnen Gesellschaften seien oft geringer als die Streuung, die für die Mittelwerte errechnet wurde, ja die Streuung sei mitunter größer als der Mittelwert.*) Das ist zutreffend, aber synökologische Untersuchungen an Pflanzengesellschaften sind nun einmal mit derartigen Schwankungen behaftet. Diese sind der Ausdruck für die Ungleichmäßigkeit der natürlichen Bedingungen. Will man die optimalen Bedingungen einer Gesellschaft am Standort ausfindig machen, muß man daher eine genügend große Zahl von Standorten untersuchen. Diese Zahl ist bei uns sicher nicht erreicht worden. Dennoch glauben wir, daß an der Realität der Abstufung, wie sie z. B. im Ansteigen des Dispersitätsgrades des Bodens in der Reihenfolge Festuco-Thymetum < Luzuletosum < Typicum < Phalaridetosum in Erscheinung tritt, nicht zu zweifeln ist. Wie könnte sonst diese Abstufung so häufig wiederkehren? Um das am Beispiel der Bodenkörnung noch einmal zu dokumentieren, das uns ja durch besonders starke Streuung auffiel, haben wir die Ergebnisse der mechanischen Bodenanalyse in Fig. 14 nach der Methode der Korngrößenlinien veranschaulicht. Auf der Abszisse sind — zu ihrer Verkürzung — die Korngrößen in logarithmischem Maßstab abgetragen, auf der Ordinate die Gewichtsanteile des Bodens in Prozenten. Es zeigt sich, daß die erwähnte Abstufung nur 2mal (Typicum in 5 und 15 cm Tiefe in der Klasse < 0,02 bzw. < 0,05 mm) abgeändert ist. Außerdem steigen die Kurven sehr gleichmäßig s-förmig an. Das alles kann kein Spiel des Zufalls sein. Zudem stimmen beide Kurvenserien — 5 und 15 cm Bodentiefe — fast in allen Einzelheiten überein. Die Unterschiede zwischen den einzelnen Gesellschaften in der Bodenkörnung sind damit trotz der starken Streuung der Mittelwerte hinreichend gesichert.

Zudem ist die genannte Abstufung — entweder auf- oder absteigend — auch in den anderen Bodeneigenschaften immer wieder zu Tage getreten.

*) Streuung = $\pm \sqrt{\frac{\sum a^2}{n}}$; es bedeutet $\sum a^2$ die Summe der Quadrate der Abweichungen vom Mittelwert, n die Anzahl der Beobachtungen.

Figur 14



Selbst in den mikroklimatischen Erscheinungen, obwohl nur an einem Standort untersucht, kam sie häufig genug zum Vorschein. Die Zusammenfassung der Ergebnisse in Tab. 10 zeigt das mit aller Deutlichkeit.

Aber noch etwas anderes zeigt die Übersicht: Die Streuung der Werte nimmt in der gleichen Abstufung ziemlich stetig zu. Wie ist das zu erklären? Es gibt dafür 2 Möglichkeiten. Entweder gelang uns bei der Arbeit im Gelände die Ausfindigmachung „reiner“ Bestände in der Reihenfolge Trockenrasen → Magerweide → Fettweide → Rohrglanzgrasweide nur mit wachsenden Schwierigkeiten. Dann muß nicht nur die Gleichmäßigkeit der Bodenproben, sondern naturgemäß auch die Einheitlichkeit der Aufnahmen

Tabelle 10

**Die wichtigsten Ergebnisse
der Bodenuntersuchung und einige mikroklimatische Daten in übersichtlicher Darstellung**

	5 cm Bodentiefe				15 cm Bodentiefe				
	Festuco-Thymetum	Luzuletosum	Typicum	Phalaridetosum	Festuco-Thymetum	Luzuletosum	Typicum	Phalaridetosum	
PH	6,0 ± 0,4	7,0 ± 0,4	7,2 ± 0,7	6,7 ± 0,9	6,0 ± 0,4	6,8 ± 0,4	7,0 ± 0,6	6,8 ± 0,8	
Pufferung (ccm $\frac{n}{10}$ Salzsäure)	3,0 ± 1,8	6,9 ± 2,3	10,4 ± 6,8	13,5 ± 6,2	1,8 ± 0,6	3,9 ± 1,6	6,4 ± 4,1	9,4 ± 10,3	
Humusgehalt %	2,5 ± 1,1	5,2 ± 1,8	7,2 ± 1,7	10,2 ± 4,2	1,5 ± 0,5	2,5 ± 1,2	4,0 ± 1,5	5,2 ± 2,7	
Stickstoffgehalt mg %	89 ± 31	199 ± 69	278 ± 75	435 ± 168	38 ± 17	100 ± 51	142 ± 58	179 ± 106	
Hygroskop. gebundenes Wasser %	0,7 ± 0,4	1,5 ± 0,6	2,2 ± 1,0	4,3 ± 3,1	0,4 ± 0,3	1,0 ± 0,5	1,5 ± 0,7	2,2 ± 1,3	
Kritischer Wassergehalt %	13,0 ± 2,1	21,6 ± 4,2	26,5 ± 4,0	31,3 ± 5,1	9,7 ± 1,7	16,2 ± 4,4	20,8 ± 4,4	24,3 ± 7,7	
Wasserergiebigkeit, g/cm ² /Stunde	0,17 — 0,29	0,06 — 0,12	0,03 — 0,08	< 0,03 — 0,05	0,28 — > 0,40	0,10 — 0,25	0,06 — 0,15	< 0,03 — 0,14	
Beurteilung nach Sekera	lebhaft	normal bis lebhaft	träge bis normal	zu träge bis träge	lebhaft bis zu lebhaft	lebhaft	normal bis lebhaft	zu träge bis lebhaft	
Volum-Gewicht	1,42 ± 0,09	1,20 ± 0,13	1,13 ± 0,09	1,02 ± 0,15	1,53 ± 0,10	1,34 ± 0,11	1,24 ± 0,11	1,26 ± 0,19	
Spezifisches Gewicht	2,54 ± 0,02	2,47 ± 0,04	2,39 ± 0,05	2,22 ± 0,14	2,59 ± 0,03	2,53 ± 0,03	2,50 ± 0,05	2,42 ± 0,09	
Porenvolumen %	45,4 ± 3,1	53,1 ± 3,6	54,3 ± 2,4	56,7 ± 5,6	43,7 ± 3,0	49,2 ± 3,2	52,7 ± 3,1	50,9 ± 2,6	
Korngrößen %	< 0,02 mm	6,4 ± 4,1	14,6 ± 9,4	12,5 ± 7,9	20,2 ± 11,3	3,9 ± 2,7	9,6 ± 5,6	9,4 ± 4,7	13,3 ± 6,6
	0,02 - 0,05 mm	6,1 ± 3,3	12,4 ± 8,1	25,5 ± 9,7	17,8 ± 9,1	3,6 ± 4,9	16,4 ± 10,6	26,6 ± 11,9	20,4 ± 15,4
	0,05 - 0,1 mm	11,5 ± 5,3	24,0 ± 6,5	27,0 ± 6,5	36,0 ± 7,3	12,0 ± 5,4	23,0 ± 5,4	29,0 ± 6,7	36,0 ± 7,9
	0,1 - 0,2 mm	51,1 ± 6,6	37,5 ± 11,0	27,3 ± 9,7	20,8 ± 10,2	54,0 ± 8,7	38,5 ± 10,1	27,2 ± 10,9	24,5 ± 15,1
	0,2 - 2,0 mm	24,9 ± 10,4	11,5 ± 8,1	7,7 ± 9,0	5,2 ± 6,0	26,5 ± 14,2	12,5 ± 10,5	7,8 ± 9,6	5,8 ± 8,2
Verdunstung vom 2. bis 4. 8. 39 ccm H ₂ O	6,20	4,85	4,45	0,10					
Sättig. Defizit der Luft am 4. 8. 39 15h %	49,5	45,0	42,0	17,5					
Maximale Temper. an der Bodenoberfl. °C	3. 8. 39	13 h	28,2	26,9	25,5	20,8			
		18 h	27,2	23,0	22,3	18,9			
		4. 8. 39 14 h	43,1	36,1	34,5	22,2			

in genannter Reihenfolge abnehmen. Tatsächlich ist, wie wir in den Abschnitten 1 bis 3 bereits bemerkt haben, das Festuco-Thymetum von allen 4 Gesellschaften am einheitlichsten, das Phalaridetosum am wenigsten einheitlich. Mit zunehmender Bodenfeuchtigkeit nimmt offenbar auch die Zahl der irgendwie bodenabhängigen Ausbildungsformen einer Gesellschaft, ihrer Varianten, Fazies usw. zu, so daß es immer schwieriger wird, diese auseinander zu halten. Ober aber — und das ist die andere Möglichkeit — der einheitliche Charakter einer Gesellschaft ist — innerhalb gewisser Grenzen — um so weniger von der Natur des Bodens abhängig, je feuchter dieser ist. Anders ausgedrückt, die Bindung einer einheitlichen Gesellschaft an einen ganz bestimmten Boden wird um so enger, je trockener dieser ist. Das wäre der Grund, warum die Streuung der Werte beim Festuco-Thymetum am geringsten war, in Richtung über das Luzuletosum zum Typicum und Phalaridetosum immer größer wurde. Man könnte das etwa vergleichen mit der immer enger werdenden Bindung einer Pflanze an den Boden in Richtung zur Grenze ihres Areals.

Wahrscheinlich trifft die erste Erklärung zu, da ja tatsächlich unsere 4 Gesellschaften in der erwähnten Stufenfolge uneinheitlicher werden.

In die Tab. 10 sind auch noch einige Analysenergebnisse aufgenommen worden, die in den früheren Tabellen fehlen: Hygroskopizität, Spezifisches Gewicht, Volumgewicht und Porenvolumen. Sie alle zeigen die gleiche Reihenfolge in der Abstufung, da sie ja teilweise von der Art der Bodenkörnung abhängig sind. Unter Hygroskopizität ist hier diejenige Wassermenge des Bodens zu verstehen, die er im Gleichgewicht mit der Dampfspannung der Luft des Aufbewahrungsraumes festhält. Da alle Bodenproben unter den gleichen Bedingungen aufbewahrt wurden, sind sie durchaus vergleichbar. Die Hygroskopizität als Maß der inneren Oberfläche steigt naturgemäß mit zunehmendem Dispersitätsgrad, also in der Reihenfolge Festuco-Thymetum < Luzuletosum < Typicum < Phalaridetosum, entsprechend steigt auch das Porenvolumen. Umgekehrt fallen Volumgewicht und spezifisches Gewicht, wobei als Grund in der Hauptsache der Anstieg des Humusgehaltes in Frage kommt.

Es war beabsichtigt — und wurde z. T. auch in Angriff genommen — den Gehalt des Bodens an Nährstoffen wie Kalium, Calcium, Magnesium, Ammoniak, Nitrat, Phosphorsäure usw., ferner auch seine Leitfähigkeit zu bestimmen. Der Krieg verhinderte diese Arbeiten. Zweifellos hätten sie uns noch weiteren Aufschluß über die Beziehungen unserer Gesellschaften zum Boden gegeben, wie etwa die Untersuchungen von Joris (1933) an rheinischen Dauerweiden. So führten wir entlang des bereits erwähnten pH-Profiles auch Leitfähigkeitsmessungen durch. Sie ergaben für den Boden mitten im Trockenrasen $15 - 16 \times 10^{-3}$, in der Magerweide $11,0 - 11,6 \times 10^{-3}$, in der Fettweide $9,0 - 10,5 \times 10^{-3}$ und im Phalaridetosum $4,5 - 5,6 \times 10^{-3}$ reziproke Ohm, also einen deutlichen Anstieg der Leitfähigkeit.

Die Leitfähigkeit ist aber ein Ausdruck für den Elektrolytgehalt und damit bis zu einem gewissen Grade auch für den Nährstoffgehalt des Bodens.

Seit Beginn unserer Untersuchungen im Jahre 1938 bis heute sind mehr als 10 Jahre verstrichen. Im Frühsommer 1946 wurde versucht, einige ergänzende Beobachtungen im Untersuchungsgebiet zu machen. So fehlen in unserem Festuco-Thymetum einige Arten wie z. B. *Draba verna*, *Teesdalia nudicaulis* fast völlig, da wir sie im Herbst, der Zeit unserer Arbeit im Gelände, nicht mehr antrafen. Es war aber unmöglich, die alten Standorte wieder zu finden, da das verheerende Hochwasser im Februar des Jahres große Strecken der Talaue versandet, z. T. sogar vernichtet hatte. Der frische Sand lag an manchen Stellen über 1 m hoch und hatte die dort befindliche Pflanzendecke verschüttet. Selbst die hochgelegenen Standorte des Trockenrasens waren unauffindbar, teils weggeschwemmt, teils übersandet.

Inzwischen wurden die Regulierungsarbeiten wieder aufgenommen. Sicher werden die letzten noch ursprünglichen Flußabschnitte in absehbarer Zeit begradigt sein. Mögen die vorliegenden Untersuchungen die Anregung dazu geben, das hier angeschnittene Problem erneut aufzugreifen. Denn nur so wird es möglich sein, die Auswirkungen der Flußverkürzung auf die Vegetation in späterer Zeit objektiv abzuschätzen.

Zusammenfassung.

Die pflanzensoziologische und ökologische Untersuchung der Dauerweiden an der mittleren Ems zwischen Eiden und Rheine hat folgendes ergeben:

1. Die trockensten, fast immer geneigten und hoch liegenden Flächen werden von einem minderwertigen Trockenrasen bewohnt, der als ein *Armerio-Festucetum boreoatlanticum* bezeichnet werden muß, dessen atlantische Note durch eine Reihe von *Brometalia*-Arten wie *Scabiosa columbaria*, *Ranunculus bulbosus*, *Sedum reflexum* u. a. abgeschwächt erscheint. Der sich leicht erwärmende Boden ist ein tiefgründiger, trockener, lockerer, humus- und nährstoffarmer, ziemlich grobkörniger Schwemmsand von schwach saurer Reaktion. Das Mikroklima neigt infolge der meistens SO- bis SW-Exposition zu extremen Werten. Die wirtschaftlichen Nachteile fallen nicht sonderlich ins Gewicht, da die Flächen nur klein sind.
2. Der dominierende Weidetypus ist die Kammgrasweide, das *Lolieto-Cynosuretum*, das in der Hauptsache in 2 Ausbildungsformen, der Mager- und der Fettweide, vertreten ist.

3. Die erste, das *Lolieto-Cynosuretum luzuletosum* in der Variante von *Thymus serpyllum*, fällt ebenfalls durch ihren Gehalt an Brometalia-Arten auf. Der Boden ist ein tiefgründiger, etwas festerer, ziemlich trockener, mäßig humoser, mittelkörniger, sich leicht erwärmender Schwemmsand von neutraler Reaktion mit etwas günstigerem Wasserhaushalt als der des Trockenrasens. Die Magerweide überzieht ausgedehnte, hoch gelegene, häufig auch geneigte Flächen und ist von beträchtlicher wirtschaftlicher Bedeutung. Ihr Wert könnte durch Bewässerung erheblich gesteigert werden.
4. Die zweite, das *Lolieto-Cynosuretum typicum* überzieht nicht minder große Flächen. Sie ist an die tieferen, feuchteren Lagen des Geländes gebunden. Ihr Charakter ist nicht einheitlich, und sie ist ärmer an guten Futterpflanzen als die entsprechenden Kammgrasweiden an Weser, Leine oder Elbe. Von der trockeneren *Plantago lanceolata*- über die frischere *Cardamine pratensis*-Variante bis zur feuchten Kammgrasweide, dem *Lolieto Cynosuretum lotetosum*, sind Übergänge vorhanden. Der Boden ist ein tiefgründiger, frischer, fester, humoser, ziemlich feinkörniger Schwemmsand von neutraler Reaktion, dem Kalk in geringer Menge beigemischt sein kann und der sich gegenüber der Magerweide nicht mehr so leicht erwärmt. Sein Wasserhaushalt ist günstiger, sein Mikroklima noch gemäßiger.
5. Die tiefsten, grundwassernahen Flächen, vor allem Altwasserbetten, werden von der an hohe Nässe gebundenen Rohrglanzgraswiese, dem *Ranunculeto-Alopecuretum phalaridetosum* bewohnt. Diese wirtschaftlich minderwertige Gesellschaft ist noch weniger einheitlich. Übergänge zum *Filipenduleto-Geraniatum* sind nicht selten. Der Boden besitzt immer ein AG-Profil. Er stellt einen lehmigen, äußerst festen, oft anmoorigen, sehr feinkörnigen Sand dar mit auffallend breiter Streuung der pH-Werte und auch aller übrigen Eigenschaften. Er kann deutlich sauer bis deutlich alkalisch reagieren und ist dann kalkhaltig. Er ist ausgesprochen kühl, das Mikroklima sehr gemäßigt.
6. Trockenrasen, Mager- und Fettweide leben fast ausschließlich vom Niederschlagswasser. Das Grundwasser liegt meistens in unerreichbarer Tiefe.
7. Die Wirkung der Niederschläge im Boden wird durch den Grad der Bodenkörnigkeit weitgehend modifiziert. Dieser entscheidet in erster Linie darüber, wo sich im Gelände ein Trockenrasen, ein *Luzuletosum* oder ein *Typicum* entwickelt. Das *Phalaridetosum* dagegen lebt zusätzlich auch vom Grundwasser, ohne welches es zugrunde gehen würde.

8. Die immer wieder beobachtete Abstufung der 4 Gesellschaften bezüglich ihrer Ansprüche an den Boden in der Reihenfolge Festuco-Thymetum, Luzuletosum, Typicum, Phalaridetosum hat damit den Wasserhaushalt des Bodens als primäre Ursache.

Herrn Prof. Dr. R. Tüxen sind wir für die kritische Durchsicht der Assoziationstabellen zu großem Dank verpflichtet.

Literatur

- Beckhaus, K.: Flora von Westfalen, Münster.
- Braun-Blanquet, J. u. Tüxen, R.: Übersicht der höheren Vegetationseinheiten Mitteleuropas. Station intern. Geobotan. Méditerran. et Alpine de Montpellier. Communication Nr. 84, 1943.
- Brockhausen, H. u. Poelmann, H.: Pflanzenwelt Westfalens, Westfalenland Bd. 2, Paderborn 1926.
- Bücker, R.: Die Pflanzengesellschaften des Meßischblattes Lengerich in Westfalen. Abhandl. Westf. Prov. Mus. Naturkunde Münster Bd. 10, Heft 1, 1939.
- Bücker, R.: Die Pflanzengesellschaften der Wiesen und Weiden im mittleren Westfalen. Natur und Heimat, Bd. 6, Heft 2, Münster 1939.
- Densch, A.: in E. Blanks Handb. d. Bodenlehre Bd. 6, Springer-Berlin 1930.
- Hueck, K.: Erläuterung zur vegetationskundlichen Karte des Endmoränengebiets von Chorin (Uckermark). Beitr. Naturdenkmalpflege, Bd. 14, Heft 2, Neudamm 1931.
- Joris, A. E.: Beitrag zur Kenntnis rheinischer Dauerweiden, Berlin 1933.
- Klapp, E.: Taschenbuch der Gräser, 5. Aufl. Berlin 1950.
- Knapp, R.: Zur Systematik der Wälder, Zwergstrauchheiden und Trockenrasen des eurosibirischen Vegetationskreises. Arbeit. Zentralstation f. Vegetationskartierung d. Reiches, Beil. 2, 12. Rundbr. an die Kameraden im Felde 1942.
- Knapp, R.: Einführung in die Pflanzensoziologie, Heft 2. Die Pflanzengesellschaften Mitteleuropas. Ulmer-Stuttgart 1948.
- Sekera, F.: Die Nutzbarkeit des Bodenwassers für die Pflanze. 1. Fragestellung und Methodik. Ztschr. Pflanzenern., Düngung u. Bodenkunde, Teil A, Bd. 26, S. 57, 1932.
- Spanjer, G.: Die Flora der Emslandschaft in der Umgebung von Gimble i. W., Abhandl. Prov. Mus. Naturkunde Münster Bd. 6, Heft 4, 1935.
- Tüxen, R.: Die Pflanzengesellschaften Nordwestdeutschlands. Mitteil. Flor.-soziol. Arbeitsgem. Niedersachsen. Heft 3, 1937.
- Tüxen, R. u. Ellenberg, H.: Der systematische und ökologische Gruppenwert. Ebenda Heft 3, 1937.
- Tüxen, R.: Niedersächsische Grünlandfragen in soziologischer und wirtschaftlicher Betrachtung. Arbeit. Zentralstelle f. Vegetationskartierung d. Reiches Nr. 5, 1940.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Abhandlungen aus dem Westfälischen Provinzial-Museum für Naturkunde](#)

Jahr/Year: 1950

Band/Volume: [13_2_1950](#)

Autor(en)/Author(s): Büker Richard, Engel Horst

Artikel/Article: [Die wichtigsten Pflanzengesellschaften der Dauerweiden an der Ems im nördlichen Westfalen 3-59](#)