

Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt
für Land- und Forstwirtschaft
Berlin-Dahlem

Heft 114

Dezember 1964



Die Weißfährigkeit der Wiesengräser

Von

Dr. H. G. Prillwitz

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft
Institut für Getreide-, Ölfrucht- und Futterpflanzenkrankheiten,
Kiel-Kitzeberg

Berlin 1964

*Herausgegeben von der
Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem*

Kommissionsverlag Paul Parey, Berlin und Hamburg
1 Berlin 61, Lindenstraße 44–47 (Westberlin)

Inhalt

	Seite
I. Einleitung	5
II. Das Schadbild	6
III. Wirtschaftliche Bedeutung	8
IV. Vorkommen der Weißfährigkeit	
1. Gehäuftes Auftreten	
2. Boden	
3. Befallsunterschiede und Anfälligkeit	9
4. Alter der Bestände	10
V. Physiologische Faktoren als Ursache der Weißfährigkeit	
1. Wassermangel	11
2. Frost	14
3. Nährstoffe	18
4. Akuter Hungertod	23
VI. Bekämpfung der Weißfährigkeit	25
VII. Diskussion	26
VIII. Zusammenfassung	28
Summary	29
IX. Literatur	30

I. Einleitung

Die Weißährigkeit der Gramineen ist nach S c h w a r z und T o m a s z e w s k i (1930) keine einheitliche Krankheit, sondern nur ein Symptom, dem verschiedene Ursachen physiologischer und zooparasitologischer Art zugrunde liegen können. Diese Auffassung vertritt auch M ü h l e (1953), wenn er schreibt: „während in einem Jahr unter bestimmten Standortverhältnissen bei einem Grase vor allem physiologische Faktoren eine Rolle spielen, treten in einem anderen Jahr oder unter anderen Standortverhältnissen in erster Linie tierische oder pilzliche Schädlinge als Weißährigkeitserreger in Erscheinung.“ Nach Ansicht von S c h w a r z und T o m a s z e w s k i (1930), S c h w a r z (1931), M ü h l e (1953/54) und F i e d l e r (1958) hat jedoch die physiologisch bedingte Weißährigkeit im Durchschnitt der Jahre die größere wirtschaftliche Bedeutung.

In der Literatur werden als tierische Erreger der Weißährigkeit Nematoden der Gattung *Ditylenchus*, Milben (*Pediculopsis graminum* Reut., *Tarsonemus spirifex* Marchal), Blasenfüße (*Limothrips cerealium* Hal., *Limothrips denticornis* Hal., *Aptinothrips rufus* Gmel., *Haplothrips aculeatus* F.), Gallmücken (*Mayetiola destructor* Say., *Mayetiola Schoberi* Barnes), Fritfliegen (*Oscinella frit* L.), Halmfliegen (*Chlorops pumilionis* Bjerk., *Meromyza saltatrix* L.), Schmetterlingsraupen (*Parastichtis secalis* L., *P. ophiogramma* Esp., *Ochsenheimeria taurella* Schiff., *Oligia strigilis* L., *Apamaea nictitans* L., *Luperina testacea* Hb.), Erdflöhe der Gattungen *Chaetocnema* und *Crepidodera*, Getreidehalmwespen (*Cephus pygmeus* L.) und Larven der Zehrwespengattung *Harmolita* genannt. In Ausnahmefällen sollen auch die Pilze *Helminthosporium vagans* Drechsl., *Gloeosporium dactylidis* Rostr., *Marssonina graminicola* (Ell. et Ev.) Sacc., *Epichloë typhina* (Pers.) Tul., *Mastigosporium album* Riess, *Fusarium poae* (Pk.) Wr. und Pilze der Gattungen *Leptosphaeria*, *Ophiobolus*, *Dilophospora*, *Septoria* und *Colletotrichum* Weißährigkeit hervorrufen können (M ü h l e, 1953/54).

Bei der durch Gallmücken, Fritfliegen, Halmfliegen, Schmetterlingsraupen, Getreidehalmwespen, Zehrwespen und Pilze verursachten Weißährigkeit läßt sich der Urheber im allgemeinen leicht feststellen. Stärkere Schäden sind bisher nur von Gallmücken, Fritfliegen und Larven der Saat- und Triebeulen hervorgerufen worden. So berichteten unter anderem S c h w a r z und T o m a s z e w s k i (1929) über einen durch Gallmückenbefall verursachten Ertragsausfall von 50–75 % und F r a n k (1958), daß eine von der Saatenanerkennungskommission auf 500–600 kg/ha geschätzte Ernte von *Poa pratensis* auf Grund von Gallmückenbefall nur knapp 75 kg/ha erbrachte.

Ein weitaus größerer Schaden entsteht aber im Ganzen gesehen durch die totale Weißährigkeit, welche durch die Einschnürung oberhalb des obersten oder des darunterliegenden Knotens gekennzeichnet ist. Über die Ursache dieser Einschnürung besteht bis heute noch keine Klarheit. R e u t e r (1900), Z a c h e r (1919, 1949), K a u f m a n n (1925), G r a s s l (1931), F r i c k h i n g e r (1931, 1932/33), S t a u c h (1931), M ü h l e (1940) und H o l m e s et al. (1961) sehen als Urheber der Einschnürung die Milben an, während v o n O e t t i n g e n (1927, 1932), H u k k i n e n (1934, 1935, 1936 a, 1936 b, 1938, 1942) und

Leach (1940) Blasenfüße dafür verantwortlich machen. Andere Forscher wieder (Jablonski, 1927; Schwarz und Tomaszewski, 1929, 1930; Körting, 1930; Pohjakallio, 1935, 1936; Pohjakallio et al. 1960; Hardison, 1959; Wagner, 1960; Morrison, 1961; Starks und Thurston, 1962; Wetzel, 1962) lehnen Milben und Blasenfüße als Erreger der totalen Weißährickeit ab.

In jüngster Zeit wird die Graswanze *Miris dolobratus* L. von Wagner (1960, 1961, 1962) für die Einschnürung verantwortlich gemacht. Aber auch diese Meinung ist nicht unbestritten. Versuche von Starks und Thurston (1962), die totale Weißährickeit mit Hilfe dieser Wanze zu erzeugen, verliefen negativ.

Merkenschlager und Klinkowski (1928), Schwarz und Tomaszewski (1930), Schwarz (1931), Pohjakallio (1930, 1935, 1959 a, b, c, 1960, 1961 a, b, 1962), Merkenschlager (1933), Mühle (1949 a, 1949 b, 1953, 1953/54, 1958, 1960), Bollow (1958), Fiedler (1958) und Bachtaler und Ederer (1960) sind der Ansicht, daß die bei der totalen Weißährickeit auftretenden Einschnürungen durch physiologische Faktoren ausgelöst werden.

II. Schadbild

Bei der Weißährickeit müssen wir zwischen partieller und totaler Weißährickeit unterscheiden. Die partielle Weißährickeit beschränkt sich auf das Vergilben einzelner Ährchen oder Ährchengruppen, während bei der totalen Weißährickeit der gesamte Blütenstand vor der Reife abstirbt (Abb. 1).

Charakteristisch für die totale Weißährickeit ist, daß der Halm oberhalb des obersten oder des darunterliegenden Knotens Einschnürungen zeigt (Abb. 2 u. 3).

Durch diese Einschnürungen wird die Wasser- und Nährstoffleitung zu der Rispe bzw. Ähre unterbrochen, so daß der Blütenstand vergilbt. Bis zu der Einschnürungsstelle ist der Halm gesund und grün. Untersuchungen zeigen, daß sich die Einschnürungsstelle meistens am meristematischen Gewebe befindet. Frühzeitig vorgenommene Untersuchungen lassen aber erkennen, daß solange die Gräser noch weich und saftig sind, die Einschnürungen auch an anderen Stellen des Halmes auftreten.

Tab. 1. Vorkommen der Einschnürungen bei weißähricigen *Festuca rubra*-Pflanzen 1963

Zahl der untersuchten Halme	Einschnürungen am meristematischen Gewebe		Einschnürungen nicht am meristematischen Gewebe	
	Anzahl Halme	= %	Anzahl Halme	= %
520	300	57,7	220	42,3

In manchen Fällen sind die Halme gleichzeitig oberhalb des obersten und des darunterliegenden Knotens eingeschnürt.

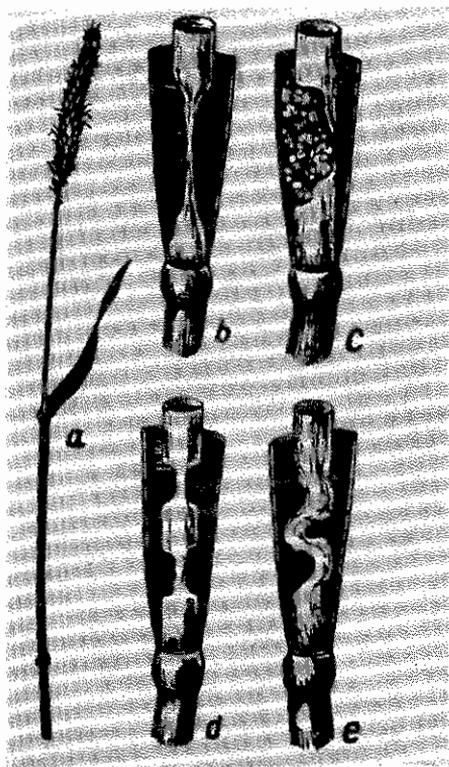
Abb. 1. Totale Weißfährigkeit am
Wiesenfuchsschwanz
(*Alopecurus pratensis* L.)

Abb. 2. Einschnürungen (nach Mühle
1953/54) a) gesunder Halm b), e) und
d) Einschnürungen c) Raupenfraß

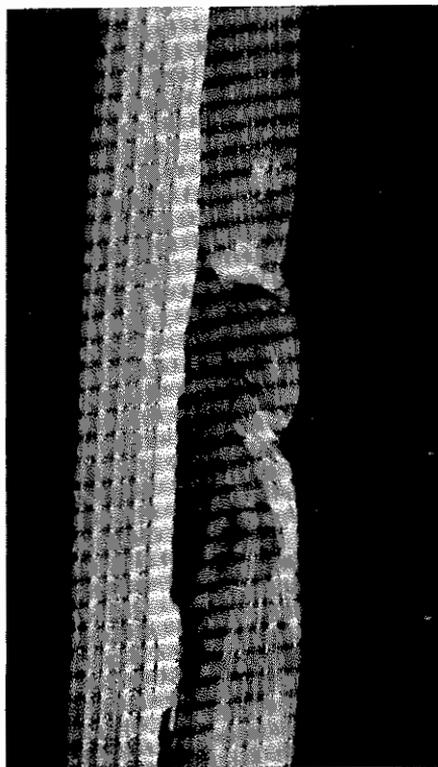
Abb. 3. Einschnürungen



1



2



3

Tab. 2. Verteilung der Einschnürungen bei weißährigen *Festuca rubra*-Pflanzen 1963

Zahl der untersuchten Halme	Einschnürungen am obersten Internodium		Einschnürungen am 2. Internodium		Einschn. gleichzeitig am obersten und darunterliegenden Internodium	
	Anzahl Halme	= %	Anzahl Halme	= %	Anzahl Halme	= %
740	538	74,6	114	15,8	69	9,6

III. Wirtschaftliche Bedeutung

Die Weißährigkeit ist die wirtschaftlich bedeutendste Krankheitserscheinung im Grassamenbau. Nach den Erhebungen der amtlichen Saatenanerkennung in Bayern waren 20,5 % aller Grassamenbestände in den Jahren 1956–1960 von der Weißährigkeit betroffen.

Tab. 3. Prozentualer Anteil der Weißährigkeit verschiedener Grasarten im Durchschnitt von 6 Jahren (Nach Angaben der Bayerischen Landesanstalt)

Grasart	% aller Flächen weißährig
<i>Poa pratensis</i>	45,2
<i>Festuca rubra</i>	35,5
<i>Agrostis intermedia</i>	33,3
<i>Festuca pratensis</i>	27,4
<i>Poa palustris</i>	23,4
<i>Trisetum flavescens</i>	21,0
<i>Arrhenatherum elatius</i>	15,0
<i>Lolium perenne</i>	14,5

Je nach dem Ausmaß der Weißährigkeit können beträchtliche Verluste entstehen. Schon Kaufmann (1924) bezifferte den durch Weißährigkeit hervorgerufenen Minderertrag von Grassamen im Randowbruch auf 50 %. Stellenweise waren hier 90–100 % aller Rispen weißährig (Kaufmann 1925). Nach Schwarz und Tomaszewski (1929) betrug der Ertragsausfall bei *Poa pratensis* 75 %, während Grassl (1931) von einem 3jährigen Rotschwingelbestand einen 100 %igen Befall meldete. Sachs (1954) gibt für Rotschwingel, Wiesenrispe und Straußgras eine Befallsstärke von 30–60 %, in nicht seltenen Fällen sogar von 80–100 % an. Auch Schultz (1958) schätzte den Befall der Schafschwengelbestände auf den Sandbodenbetrieben Südmecklenburgs im Jahre 1957 auf 50–70 %, in einigen Fällen auf 80–90 %. Eigene Auszählungen ergaben 1963 auf dem Simonshof in Unterfranken bei einem Rotschwingelfeld im 3. Nutzungsjahr einen durchschnittlichen Befall von 33,8 %. Gebietsweise stieg dort die Weißährigkeit auf 56,4 % an. Ein Rotschwingelschlag in Völkershäusen/

Unterfranken war zu derselben Zeit zu 40 % und ein gleicher Schlag in der Nähe Coburgs zu 50 % befallen. Auf einem Wiesenlieschgrasbestand in der Nähe Hannovers wurde durch Auszählung ein Befall von 65,1 % ermittelt. Da es sich hierbei ausschließlich um totale Weißährigkeit handelte, ist das Ausmaß des wirtschaftlichen Schadens klar ersichtlich.

IV. Vorkommen der Weißährigkeit

1. Gehäuftes Auftreten

Weißährige Gräser treten auf extensiv genutzten Grasflächen, unter Bäumen, an Waldrändern, Wegen, Feldrainen und auf Ödland, das selten oder überhaupt nicht gemäht wird, gehäuft auf. Diese von Schwarz und Tomaszewski (1930), Frickhinger (1931), Sachs (1954) und Wagner (1958 a u. b) gemachten Beobachtungen können wir auf Grund unserer eigenen Untersuchungen bestätigen. Alle von uns festgestellten stark weißährigen Grassamenbestände lagen entweder in der Nähe von Wäldern, dichten Hecken, Ödländereien oder auf nicht gemähten trockenen Rainen.

2. Boden

Auf anmoorigen oder humosen Sandböden soll die Weißährigkeit verstärkt vorkommen (Kaufmann, 1925; Schwarz und Tomaszewski, 1930; Mühle, 1949 a, 1960; Sachs, 1954). Schwarz und Tomaszewski (1930) nehmen sogar an, daß auf reinen Mineralböden mit einer physiologisch bedingten Weißährigkeit nicht zu rechnen ist. Die Bekämpfung der Weißährigkeit soll daher durch geeignete Standortwahl und Standorterhaltung erfolgen. Nach Ansicht dieser Autoren ist bei extensivem Grassamenbau mit der Weißährigkeit wie mit Hagelschlag und Frost zu rechnen. Außer anmoorigen Böden sind nach Pohjakallio (1930, 1936, 1941), Mühle (1949 a, 1953), Sachs (1954) und Zeller (1961) vor allem flachgründige, leicht austrocknende Böden für das Auftreten der Weißährigkeit stärker disponiert. Im Gegensatz zu den erstgenannten Autoren fanden Pohjakallio und Grundström (1941), daß die Weißährigkeit auf schwach humosen Böden stärker als auf humosen Böden auftritt. Verstärktes Auftreten wurde in den letzten Jahren auf schweren Lehm- und Keuperböden beobachtet. Diese Böden waren meist aus betriebswirtschaftlichen Gründen (Bearbeitungsschwierigkeiten) aus der Fruchtfolge herausgenommen worden, um mehrjährig als Grassamenschlag genutzt zu werden.

3. Befallsunterschiede und Anfälligkeit

Pohjakallio (1930) wies nach, daß zwischen den verschiedenen Individuen eines Horstes und den Sorten derselben Grasart deutliche Befallsunterschiede bestehen. Auch Schultz (1958), Wagner (1958 b), Pohjakallio et al. (1960, Pohjakallio (1961 a) und Starks und Thurston (1962) berichten, daß nicht alle Halme eines Horstes von der Weißährigkeit betroffen werden, die Nachschosser aber stets stärker unter der Weißährigkeit leiden.

Bei der Beurteilung der Anfälligkeit der einzelnen Grasarten gegenüber der totalen Weißährigkeit weichen die Meinungen der einzelnen Autoren z. T. stark

voneinander ab. So kann es vorkommen, daß ein Forscher eine Grasart als sehr anfällig, ein anderer aber dieselbe Grasart als resistent bezeichnet. Nach eigenen Beobachtungen sind *Poa pratensis* L., *Festuca rubra* L., *Festuca pratensis* Huds., *Festuca ovina* L., *Trisetum flavescens* (L.) P. B. und *Phleum pratense* L. anfällig. Auffallend war, daß die in weißährigen Beständen als Fremdgräser vorkommenden *Arrhenatherum elatius* L., *Dactylis glomerata* L. und *Bromus mollis* L. keine Weißährigkeiterscheinungen aufwiesen.

Auf Grund von Literaturangaben und eigenen Beobachtungen ist anzunehmen, daß zwar eine Abstufung der Anfälligkeit gegenüber der totalen Weißährigkeit innerhalb der einzelnen Grasarten besteht, daß aber grundsätzlich kein Gras gegenüber der Weißährigkeit vollkommen resistent ist.

4. Alter der Bestände

Unterschiedliche Auffassungen bestehen auch darüber, ob jüngere oder ältere Grassamenbestände stärker von der Weißährigkeit befallen werden. Pohjakallio (1930, 1935, 1936); Pohjakallio et al. (1960, 1961 b); Pohjakallio (1962) und Bollow (1957, 1958, 1960) sind der Ansicht, daß die Bestände im 1. Nutzungsjahr stärker unter der Weißährigkeit leiden, während Sachs (1954), Schultz (1958) und Wagner (1960) berichten, daß ältere Bestände anfälliger sind. Die Aussagen Bollows sollen aber nach Wagner (1960) auf einer fehlerhaften Auswertung der statistischen Berichte beruhen.

Tab. 4. Auftreten der Weißährigkeit in Unterfranken im Jahre 1959 (aufgeschlüsselt nach Anbau- bzw. Nutzungsjahr nach Wagner, 1960)

Anbaujahr	Nutzungsjahr	Zahl der Grassamenbestände insgesamt	Zahl der weißährigkeitsbefallenen Bestände	Weißährigkeitsbefallene Bestände in %
1959	—	7	0	0
1958	1. Nutzungsj.	105	21	20,0
1957	2. „	163	42	25,7
1956	3. „	68	27	39,7
1955	4. „	12	6	50,0
1954	5. „	12	8	66,6

Tab. 5. Auftreten der Weißährigkeit in Unterfranken in den Jahren 1956—1960 (nach Wagner 1960)

Alter des Bestandes	Befallene Bestände in % (aufgeschlüsselt nach Nutzungsjahren der Bestände)				
	1956	1957	1958	1959	1960
Anlagejahr	—	0,0	0,0	0,0	0,0
1. Nutzungsjahr	11,9	16,3	17,6	20,0	3,6
2. „	30,0	24,2	30,1	25,7	9,3
3. „	55,8	30,2	40,9	39,7	20,0
4. „	52,9	48,3	50,0	50,0	18,2
5. „	50,0	38,4	39,1	66,6	16,7

Auszählungen auf Gut Lohne (Hannover), wo uns 70 ha *Phleum pratense* L. vom 1. bis 4. Nutzungsjahr zur Verfügung standen, ergaben eine deutliche Verstärkung der Weißährigkeit mit zunehmendem Alter der Bestände.

Tab. 6. Auftreten der Weißährigkeit bei *Phleum pratense* 1963

Alter des Bestandes	% weißährig
Anlagejahr	0,0
1. Nutzungsjahr	1,8
2. „	1,1
2. „	38,9
2. „	15,8
2. „	14,5
3. „	18,7
4. „	49,2
4. „	59,7
4. „	65,1

Diese Zahlen stimmen gut mit unseren Beobachtungen auf anderen Feldern überein. Wir konnten stärkeres Vorkommen von Weißährigkeit stets nur auf Feldern mit langjähriger Nutzung finden. In Gebieten, in denen der Grassamenschlag nur 1 bis 2 Ernten genutzt wird, trat die Weißährigkeit bisher nicht in größerem Umfange auf.

V. physiologische Faktoren als Ursache der Weißährigkeit

In vielen Fällen ist bei der Untersuchung weißähriger Pflanzen kein Erreger festzustellen. Schon Reuter (1900) hat darauf hingewiesen, daß für das Auftreten von Weißährigkeitserscheinungen bei Gräsern nicht immer Parasiten verantwortlich zu machen sind, sondern daß auch bestimmte Umweltfaktoren als Ursache in Betracht kommen können. Obwohl Kaufmann (1925) annimmt, daß die Weißährigkeit vor allem durch Milben und Blasenfüße hervorgerufen wird, schreibt er in seiner Arbeit: „Dem Praktiker ist bekannt, daß an Getreide und an Wiesengräsern durch Frost, plötzliche übermäßige Hitze, überhaupt durch klimatische und meteorologische Einflüsse, auch durch besondere Bodeneinflüsse oder Pilze partielle und totale Weißährigkeit hervorgerufen werden kann.“

Als Ursache der physiologisch bedingten totalen Weißährigkeit werden in der Literatur Wassermangel während des Schossens, schlechte Bodenverhältnisse, starke Temperaturschwankungen, Frost und Nährstoffmangel genannt.

1. Wassermangel

Reuter (1900) berichtet, daß die totale Weißährigkeit an trockenen Stellen häufiger als an feuchten auftritt. Diese Beobachtung bestätigen Schwarz und Tomaszewski (1930) bei ihren Untersuchungen im Randowbruch. Dürreerscheinungen in einem Roggenfeld setzten sich in einer Wiese von *Poa pratensis* als totale Weißährigkeit fort. Diese Autoren schreiben weiter: „Entsprechend

fiel es nicht schwer, Weißährigkeit von *Poa pratensis* L. in Blumentopfversuchen durch Trockenheit zu erzeugen, wobei Differenzialdüngung, vor allem bei höheren Gaben von NH_4NO_3 durch die erhöhte Salzkonzentration des Bodens beschleunigend wirkte.“ Eine ähnliche Feststellung machte *Pohjakallio* (1936) an einem trockenen Grabenrand, indem er nur an den höher gelegenen Stellen weißährige Rispen fand, während die in der Grabensohle wachsenden Gräser befallsfrei waren. *Wagner* (1958 a) nimmt als Ursache der totalen physiologischen Weißährigkeit ernährungsphysiologische Faktoren, insbesondere während des Schossens nicht gesicherter Wasserbedarf, an. Zur Stütze dieser Annahme führt er an, daß die totale Weißährigkeit in Niederbayern weniger auftritt, während sie in Unterfranken als hauptsächlichste Weißährigkeitsform zu bezeichnen ist, also ihr Hauptverbreitungsgebiet in einer Region mit dem höchsten Trockenheitsindex liegt. Demgegenüber hat *Mühle* (1953/54) beobachtet, daß die Weißährigkeit auch dann auftritt, wenn die Gräser während der kritischen Zeit des Schossens nicht unter Trockenheit zu leiden hatten. In Topfversuchen, in denen *Festuca rubra* L. und *Poa pratensis* L. während der Schoßperiode bis zur Grenze des Möglichen trocken gehalten wurden, zeigten die Pflanzen wohl allgemeine Vertrocknungserscheinungen, typische Weißährigkeit war nicht nachweisbar (*Mühle* 1953). Auf Grund dieser Beobachtungen zieht *Mühle* den Schluß, daß Wassermangel allein nicht als Ursache der physiologischen totalen Weißährigkeit anzusehen ist, sondern daß noch andere Umweltfaktoren für die Weißährigkeit verantwortlich gemacht werden müssen. *Merkenschlager* (1930) und *Pohjakallio* (1930, 1936), *Pohjakallio et al.* (1959 a, 1960) messen dem plötzlichen Wechsel von Trockenheit und Feuchtigkeit eine große Bedeutung für die Entstehung der Weißährigkeit bei. So konnte *Pohjakallio* ein verstärktes Auftreten der Weißährigkeit sowohl nach Niederschlägen, die auf eine Trockenperiode folgten, als auch durch das Auftreten von trockenem, warmem Wetter nach einer Regenperiode beobachten. *Kaufmann* (1925) berichtet, daß die Weißährigkeit durch den Einfluß heißer Tage nach Blühbeginn noch stark zunehmen könne.

Der zuerst von *Merkenschlager* und *Klinkowski* (1928) ausgesprochene Gedanke, die Weißährigkeit müsse im Zusammenhang mit der physiologischen Konstitution der Gräser stehen, wurde von *Schwarz* und *Tomaszewski* (1930) aufgegriffen. In seiner Arbeit über „Die physiologische Konstitution von Wiesengräsern und ihre Beziehung zur pathologischen Disposition“ bringt *Schwarz* (1931) den zeitlichen Verlauf der Entwicklungsphasen der Gräser mit der Weißährigkeit in Verbindung. Danach sind alle frühreifenden Grasarten stärker für die Weißährigkeit disponiert als die spätreifenden. Die spätreifenden Arten können nach seinen Untersuchungen größere Saugkräfte entwickeln als die frühreifenden. Daher vermutet er, daß ein Zusammenhang zwischen der physiologischen totalen Weißährigkeit und der physiologischen Konstitution der Wiesengräser besteht.

Um die sich zum Teil widersprechenden Angaben in der Literatur über die Bedeutung des Wassers beim Zustandekommen der totalen Weißährigkeit zu überprüfen, wurden 1962 und 1963 Versuche mit schwankendem Wasserangebot angesetzt. Jedes Versuchsmitglied umfaßte 20 Mitscherlichgefäße *Poa pratensis* L., 20 Gefäße *Festuca pratensis* Huds. und 20 Gefäße *Festuca rubra* L. Als Boden diente ein nährstoffarmes Sand-Torfgemisch. 10 Gefäße jeder Grasart blieben ohne zusätzliche Düngung, während die restlichen 10 Gefäße eine Düngung von

2 g Kalkammonsalpeter, 5 g Thomasmehl und 2,5 g 40er Kali erhielten. Beim Einsetzen der Durstperiode wurde den Pflanzen das Wasser so weit entzogen, daß sie leicht anwelkten. Danach bekamen sie wieder so viel Wasser, daß sie zwar ihren Turgeszenzverlust ausgleichen konnten, aber ständig unter der Trockenheit litten. Der Schoßbeginn wurde durch das Fühlbarwerden des ersten Halmknotens bestimmt.

Tab. 7. Versuche mit schwankendem Wasserangebot

Grasart	1				2				3				4			
	Anzahl Rispen				Anzahl Rispen				Anzahl Rispen				Anzahl Rispen			
	gesamt	gesund	part. w.	tot. w.	gesamt	gesund	part. w.	tot. w.	gesamt	gesund	part. w.	tot. w.	gesamt	gesund	part. w.	tot. w.
<i>P. pratensis</i>	267	267	—	—	195	177	3	15	286	286	—	—	222	196	26	—
<i>F. pratensis</i>	298	298	—	—	212	170	42	—	277	277	—	—	256	242	14	—
<i>F. rubra</i>	324	324	—	—	205	190	6	9	294	294	—	—	287	257	26	4
	889	889	—	—	612	537	51	24	857	857	—	—	765	695	66	4

1 = Kontrolle, optimaler Wassergehalt

2 = Trockenheit während der gesamten Versuchszeit

3 = Bis zum Schossen trocken, während des Schossens optimale Wasserversorgung, danach wieder trocken

4 = Bis zum Schossen optimale Wasserversorgung, während des Schossens trocken, danach wieder ausreichende Feuchtigkeit

Dieser Versuch zeigt, daß durch Trockenheit partielle und totale Weißährigkeit ausgelöst werden kann. Bei der Untersuchung der Halme total weißähriger Rispen stellte sich aber heraus, daß diesen die Einschnürungen fehlten. Die Halme waren von der Basis her abgestorben. Hier lag also keine physiologische totale Weißährigkeit, sondern eine Notreife vor. Notreife, die mit der totalen Weißährigkeit leicht verwechselt werden kann, wurde von uns an *Lolium perenne* L. festgestellt, dessen Wurzeln in starkem Maße von *Ophiobolus graminis* Sacc. zerstört waren. Durch die Zerstörung der Wurzeln konnten die Ähren nicht mehr ausreichend mit Wasser und Nährstoffen versorgt werden, und die Halme starben von unten her ab. Wir sind sicher, daß Wassermangel nicht in der Lage ist, physiologische totale Weißährigkeit auszulösen. Wenn mehrjährige Graspflanzen aus irgendeinem Grund ihre generativen Organe nicht mehr ausreichend mit Wasser und Nährstoffen versorgen können, werden diese zugunsten der vegetativen Teile abgestoßen. Die Absterbeerscheinungen beginnen aber nicht am meristematischen Gewebe, sondern am Halmgrund.

Des weiteren sollten auch die Ansichten, daß plötzlich auftretende hohe Temperaturen während Regenfällen oder starke Trockenheit und hohe Temperatur nach vorhergehenden Regenperioden die physiologische totale Weißährigkeit verstärken, nachgeprüft werden. Die Versuchsanordnung war die gleiche wie bei den vorhergehenden Versuchen, nur wurden die Gräser bei Schoßbeginn noch zusätzlich in ein Warmhaus mit einer Durchschnittstemperatur von 23° C gestellt.

Tab. 8. Versuch mit schwankendem Wasserangebot und zusätzlicher Wärme

Grasart	1				2				3			
	Anzahl Rispen				Anzahl Rispen				Anzahl Rispen			
	gesamt	gesund	part. w.	tot. w.	gesamt	gesund	part. w.	tot. w.	gesamt	gesund	part. w.	tot. w.
<i>P. pratensis</i>	267	267	—	—	221	214	7	—	288	254	34	—
<i>F. pratensis</i>	298	298	—	—	243	225	18	—	276	274	2	—
<i>F. rubra</i>	324	324	—	—	220	215	5	—	201	172	28	1
	889	889	—	—	684	654	30	—	765	700	64	1

1 = Kontrolle, optimales Wasserangebot

2 = Bis zum Schossen trocken, während des Schossens optimale Wasserversorgung und zusätzliche Wärme, danach wieder trocken

3 = Bis zum Schossen optimale Wasserversorgung, während des Schossens trocken und zusätzliche Wärme, danach wieder ausreichende Feuchtigkeit

Dieser Versuch zeigt das gleiche Ergebnis wie der vorhergehende. Bei stark wechselnder Wasserversorgung ist die Pflanze nicht in der Lage, alle angelegten Ährchen voll auszubilden. Hier tritt dieselbe Erscheinung wie bei der Flüssigkeit des Hafers und der Weißspitzigkeit des Ährengetreides ein. Die zuletzt gebildeten Ährchen stellen ihre Entwicklung zugunsten der älteren Ährchen ein und verkümmern. Bei in der Entwicklung schon weiter fortgeschrittenen Rispen kann es dabei vorkommen, daß der Halm von der Basis her vertrocknet, und eine Notreife mit nur unvollkommen ausgebildeten Körnern eintritt.

Diese Form der Weißährigkeit hat aber nichts mit der sogenannten physiologischen totalen Weißährigkeit zu tun, da die kennzeichnenden Einschnürungen fehlen.

Die Beobachtung, daß nach einer Regenperiode auftretende Wärme die Weißährigkeit verstärkt, kann wahrscheinlich so erklärt werden, daß durch die plötzlich auftretenden hohen Lufttemperaturen die Transpiration stark ansteigt. Durch die bereits vorhanden gewesenen Einschnürungen kann nun der Wasserbedarf der Rispe nicht mehr gedeckt werden; die Rispen sterben ab. Ohne die plötzlich auftretende hohe Lufttemperatur wäre die Rispe zwar auch weißährig geworden, dieser Prozeß hätte sich aber etwas verzögert und wäre nicht innerhalb weniger Tage in Erscheinung getreten. Hierdurch entstand der Eindruck, daß die plötzlich auftretende Wärme im ursächlichen Zusammenhang mit der Weißährigkeit steht.

2. Frost

Zusammenhänge zwischen Spätfrösten und Weißährigkeitserscheinungen sind von vielen Forschern sowohl bei Getreide als auch bei Futtergräsern festgestellt worden. Nach M ü h l e (1953/54) zeigt im Frühjahr besonders das Knaulgras eine große Frostempfindlichkeit. Starke Spätfröste können bei diesem Gras oft zu einem völligen Absterben des Blütenstandes noch innerhalb der ihn umgebenden Blattscheide und damit zu einem völligen Ausbleiben des Schossens



Abb. 4 u. 5. Durch Spätfrost hervorgerufene partielle Weißfährigkeit am Wiesenfuchschwanz (*Alopecurus pratensis* L.)



führen. Hat beim Auftreten von Spätfrösten bereits das Ährenschieben begonnen, so wird häufig vor allem der Teil des bereits aus der Blattscheide getretenen Blütenstandes vom Frost zerstört. Bei leichten Spätfrösten werden oft nur Teile an der Spitze, in der Mitte oder auch am Grunde des Blütenstandes in Mitleidenschaft gezogen. Diese von Mühle (1953/54) an *Dactylis glomerata* L. und *Alopecurus pratensis* L. gemachten Beobachtungen konnten von uns gleichfalls an *Alopecurus pratensis* L. gefunden werden. Auch hier trat als Folge von Spätfrösten eine partielle Weißährigkeit auf (Abb. 4 u. 5).

Gassner (1944) beschreibt die gleichen Symptome bei Weizen, *Triticum aegilopoides* und *Hordeum murinum* L. und Rademacher (1950) bei Roggen und Gerste. Nach Gassner (1944) sind für die Auslösung der partiellen Weißährigkeit nicht bestimmte Temperaturen allein ausschlaggebend, sondern es kommt vor allem darauf an, daß geeignete niedere und genügend langeinwirkende Temperaturen Pflanzen eines ganz bestimmten physiologischen Entwicklungsstadiums treffen. Rademacher (1950) gibt an, daß 5—7 Tage vor Austritt der Ähren auftretende Spätfröste die Ähren am stärksten schädigen. Rademacher schreibt weiter: „Die Verteilung der geschädigten Partien in der Ähre weisen darauf hin, daß bestimmte Ausbildungsstadien der Ährchen besonders empfindlich sind. Da die Ausbildung der Ährchen von der Mitte der Ähre beginnend nach oben und unten fortschreitet, ist das häufige Ausfallen der Ährchen entweder in der Mitte oder im oberen und unteren Teil gleichzeitig erklärlich. Es kann sich daher bei solchen Schäden an zwei Stellen gleichzeitig nicht um besonders heftige Frosteinwirkungen in horizontalen Ebenen handeln, wie das bei den sogenannten Frostbinden möglich ist.“

Kaufmann (1925) berichtet, daß Nachtfroste größere Bestände von *Lolium multiflorum* L. und *Dactylis glomerata* L. während der Blütezeit restlos vernichtet haben, während z. B. an *Poa pratensis* L. keinerlei Weißährigkeit auftrat. Dieser unterschiedliche Befall der einzelnen Grasarten könnte zwar bereits auf der unterschiedlichen Schoßzeit beruhen, er deutet aber darauf hin, daß Spätfröste ähnlich wie Wassermangel nur unter bestimmten Voraussetzungen zu physiologischer Weißährigkeit führen.

Kaufmann (1925), Schwarz und Tomaszewski (1930) haben darauf aufmerksam gemacht, daß Witterungseinflüsse oft weniger allein als vielmehr durch Zusammenwirken Weißährigkeit verursachen. Mühle (1953) bestätigt dies durch einen an Einzelpflanzen von *Poa pratensis* L., *Festuca pratensis* Huds. und *Festuca rubra* L. durchgeführten Versuch. Jeweils 3 dieser Pflanzen wurden während des Schossens entweder Frost oder Trockenheit allein oder dem Zusammenwirken von Frost und Trockenheit ausgesetzt. Dabei zeigte sich, daß bei Einwirkung der Einzelfaktoren keine totale Weißährigkeit auftrat, daß aber beim Zusammenwirken von Trockenheit und Frost bereits bei einer Temperatursenkung auf -1°C nach dreistündiger Einwirkungsdauer die beiden Schwingelarten nach einigen Tagen weißährig wurden. Frost allein führte nur zu partieller Weißährigkeit. Gleichartige Beobachtungen machte Mühle (1953/54) im Jahre 1943 in Niederbayern an Pflanzen von *Poa pratensis* L., die in verschiedenen Höhen eines Grabenrandes standen und bei denen nur die an den höchsten Stellen des Grabenrandes wachsenden Individuen, die während eines Spätfrostes besonders trocken gestanden hatten, weißährige Rispen zeigten. Zu dem gleichen Ergebnis gelangte auch Bollow (1958), wenn er schreibt: „Spätfröste Anfang

und Ende Mai, die mit übernormaler Trockenheit gekoppelt waren, führten zur verstärkten Weißährigkeit.“ Auch F i e d l e r (1958) gibt als Ursache der Weißährigkeit im Jahre 1957 Spätfrost an.

Die für die totale Weißährigkeit charakteristischen Einschnürungen sollen unter gewissen Bedingungen durch Frost entstehen (M ü h l e , 1953/54). Diese Einschnürungen sind nach M ü h l e eine Parallele zu den Vergilbungserscheinungen an teilweise frostgeschädigten Blütenständen: „Genau wie die Blütenstände sind auch die zu ihm gehörigen Internodien zu Beginn des Schoßvorganges stark verkürzt und noch von zahlreichen Blattscheiden umschlossen, und genau wie jene entwachsen sie allmählich einer Blattscheide nach der anderen. Die weiche, wasserreiche Wachstumszone des Internodiums wird dabei eine höhere Empfindlichkeit gegenüber bestimmten Umweltfaktoren, insbesondere auch gegenüber von außen wirkenden Spätfrost, aufweisen als die übrigen Teile. Das wird sich besonders dann bemerkbar machen, wenn sie ähnlich wie der Blütenstand des Entwachsens besonders schützender Blattscheiden gerade von einem Spätfrost überrascht werden. Daher wird vor allem der Teil in Mitleidenschaft gezogen werden, der gerade während der Frostnacht dem Schutze entwachsen ist. Er wird Zerstörungen erleiden, die dann häufig zu einem Zusammenschnurren der geschädigten Partien führen. Bei Auftreten von mehreren Spätfrosten können in geringen Abständen dann auch zwei oder gar drei solcher geschädigter Stellen beobachtet werden.“

Außer Frost werden von S c h w a r z und T o m a s z e w s k i (1929) auch starke Temperaturschwankungen für die Weißährigkeit verantwortlich gemacht. Sie berichten, daß selbst im Juli/August tägliche Temperaturschwankungen von 30° C aufgetreten sind. Auf den schwarzen Moorflächen betrogen die Schwankungen sogar bis zu 40° C. Auf solche extremen Tage reagierten die Nutzgräser stets mit Krankheitserscheinungen.

1962 und 1963 wurde versucht, die Frage, inwieweit durch Frosteinwirkung physiologische totale Weißährigkeit entsteht, experimentell zu überprüfen. Zu diesem Zwecke wurden die Gräser bei Vegetationsbeginn aus dem Freiland geholt und in Mitscherlichgefäße in ein nährstoffarmes Sand-Torfgemisch eingetopft. Als Düngung erhielten alle Töpfe im Abstand von 14 Tagen 1 g Hakaphos. Zur Frosteinwirkung kamen die Töpfe 4 Stunden lang in eine Kühlzelle von -1 bis -2° C. Der Entwicklungszustand der Gräser wurde durch Untersuchung der Vegetationskegel bei gleichalten Pflanzen festgestellt, der Schoßbeginn durch Fühlbarwerden des 1. Halmknotens.

1. Kontrolle, 10 Gefäße *Festuca pratensis*, 10 Gefäße *Poa pratensis*,
2. 10 Töpfe *Festuca rubra*, zur Zeit der Ährenanlage,
3. 10 Töpfe *Festuca rubra*, zur Zeit der Blütenanlage,
4. 30 Töpfe *Poa pratensis*, 5 Tage nach dem Schoßbeginn,
5. 20 Töpfe *Festuca pratensis*, zur Zeit der Ährenanlage.

Diese Töpfe wurden zusätzlich 8 Tage lang vor der Frosteinwirkung sehr knapp gegossen, so daß sie unter Trockenheit litten.

6. 10 Töpfe *Festuca rubra*, zur Zeit der Blütenanlage. Weiterbehandlung wie beim vorhergehenden Versuch.

In diesem Versuch traten weder partielle noch totale Weißährigkeit auf. Bei unseren Untersuchungen auf dem Simonshof haben wir 2 *Festuca rubra*-Gras-

samenbestände und einen Bestand *Poa pratensis* von Anfang Mai bis zur Reife mit Hilfe von Thermohygrographen überwacht. In diesen Beständen traten am 10. 5. Temperaturen von -3°C , am 14. 5. von -7°C und am 27. 5. von -2°C auf. Die Frostdauer betrug im Durchschnitt 5 Stunden. Obwohl alle drei Bestände den gleichen niedrigen Temperaturen ausgesetzt waren, wurde nur der Rotschwingelbestand im 3. Nutzungsjahr weißährig. Der Rotschwingelbestand im 1. Nutzungsjahr und die Wiesenrispe wiesen keine Weißährigkeit auf. Da auf diesen Grasbeständen oft Temperaturschwankungen bis zu 35°C auftraten, aber nur ein Bestand totale Weißährigkeit zeigte, kann unserer Ansicht nach kein Zusammenhang zwischen Frosteinwirkung, starken Temperaturschwankungen und der totalen Weißährigkeit bestehen. Für die partielle Weißährigkeit können dagegen unter Umständen Spätfröste verantwortlich sein.

Auch im Zusammenwirken von Frost und Trockenheit konnte experimentell keine totale Weißährigkeit erzeugt werden. Diese Versuchsergebnisse konnten durch Feldbeobachtungen auf dem Simonshof erhärtet werden. Alle 3 Schläge litten unter Trockenheit (April 24,6, Mai 12,7 mm Niederschläge) und wurden von Spätfrösten heimgesucht. Trotzdem trat nur bei einem Bestand Weißährigkeit auf.

3. Nährstoffe

K a u f m a n n (1924, 1925) versuchte, die Weißährigkeit mit Kalkstickstoff zu bekämpfen, wobei er die günstige Wirkung des Kalkstickstoffes einerseits auf die Düngewirkung, andererseits auf die Wirkung des Cyanamids und seiner Umsetzungsprodukte zurückführt.

Tab. 9. Bekämpfung der Weißährigkeit mit Kalkstickstoff nach K a u f m a n n (1925)

Bodenart	Grasart	ungedüngt % weißährig	mit Kalkst. gedüngt % weißährig
anmooriger Sand	<i>Agrostis stolonifera</i>	61,0	10,8
Sand	<i>Festuca rubra</i>	49,2	5,9
Niederungsmoor	<i>Poa pratensis</i>	17,2	5,5
Niederungsmoor	<i>Poa pratensis</i>	23,5	2,5
Niederungsmoor	<i>Poa pratensis</i>	35,4	2,1

S c h w a r z u n d T o m a s z e w s k i (1930) bezweifeln die Stichhaltigkeit der von K a u f m a n n (1925) durchgeführten Versuche, da sie ohne genügende Wiederholungspartellen angelegt wurden und infolgedessen nicht als Beweis für die Bekämpfungswirkung des Kalkstickstoffes ausreichten. Bei einer Wiederholung des Versuches stellten sie fest, daß die Weißährigkeit unabhängig von der Düngung auftrat, und kommen daher zu der Schlußfolgerung, daß die physiologisch bedingte Weißährigkeit mit Kalkstickstoff nicht verhindert werden kann.

Umfangreiche Versuche der Bayerischen Landessaatzuchtanstalt Weihenstephan, die Wirkung des Kalkstickstoffes auf die Verminderung der Weißährigkeit zu erforschen, erbrachten keine eindeutigen Ergebnisse. Von 12 Versuchen zeigten 5 ausgezeichnete, 2 mittelmäßige und 5 Versuche keinen Bekämpfungserfolg

(Sachs, 1962). Auch Versuche von Trubrig (1933) und Wagner (1958 a), die Weißährickeit mit Kalkstickstoff zu bekämpfen, blieben erfolglos.

In Feldversuchen konnte Wagner (1958 b) und Pohjakallio (1959 b und c, 1960, 1961 b, 1962) die Weißährickeit durch starke Stickstoffdüngung steigern. Pohjakallio führt dies darauf zurück, daß durch die Wachstumssteigernde Wirkung des Stickstoffes die Energiereserven der Pflanze geschwächt werden und eine Verarmung an Reservestoffen eintritt. Diese Verarmung, in der Hauptsache an Kohlenhydraten, führt zu einem Zusammenbruch des meristematischen Gewebes des schossenden Halmes, der sich dann in der bekannten Einschnürung zeigt. Andererseits war es aber gerade Pohjakallio (1960, 1961 a), der darauf hinwies, daß die Weißährickeit auf dünnen, unter N-Mangel leidenden Beständen besonders häufig vorkommt.

Stauch (1931) machte Versuche mit Volldüngemitteln in Schafschwingelbeständen. Nach seinen Angaben gelang es ihm durch Volldüngung, die Weißährickeit von 75 % auf 3 % zurückzudrängen.

Bei den von Wagner (1958 b) und Sachs (1962) durchgeführten Versuchen mit den Spurenelementen Kupfer, Mangan, Bor, Magnesium und Molybdän war die Weißährickeit in den Versuchsjahren zu gering, um zu signifikanten Unterschieden zu gelangen.

Nach Mühle (1960) gehört die Weißährickeit des Schafschwingels dem Komplex der Urbarmachungskrankheit an, da Bodenuntersuchungen von weißähricen Schafschwingelbeständen nur 2,5 mg Cu/kg/Boden ergaben. Das Ansteigen der Weißährickeit in den Schafschwingelbeständen soll auf der veränderten Düngenanwendung beruhen. In früheren Zeiten wurde mit Thomasphosphat und Kainit anstatt mit Superphosphat gedüngt, wodurch der Bedarf an Spurenelementen gedeckt werden konnte. Bei einem mehrjährigen Feldvergleich in Melchow trat bei gleichen P_2O_5 -Mengen eine deutliche Verminderung der Weißährickeit nach Thomasphosphatdüngung ein. Im Winter durchgeführte Jauchedüngung steigerte die Weißährickeit.

Alle diese Versuche haben kein eindeutiges Ergebnis über die Rolle der Nährstoffe auf die Entstehung der physiologischen totalen Weißährickeit erbracht. Aus diesem Grunde sollte dieser Frage in Topf- und Feldversuchen nochmals nachgegangen werden. Insbesondere prüften wir, ob sich durch unharmonische Stickstoff-, Kali- und Kalkversorgung und durch Spurenelementmangel die Weißährickeit hervorrufen läßt.

Feldversuch mit unharmonischer Düngung

In Beständen von *Festuca pratensis* und *Festuca rubra*, die im 2. Nutzungsjahr standen, wurden zusätzlich zu der normalen Düngung von 40 kg/ha N, 80 kg/ha K_2O und 60 kg/ha P_2O_5 200 kg/ha N als Kalksalpeter, 400 kg/ha K_2O in Form von 40er Kali und 1000 kg/ha Branntkalk (85 % CaO) gegeben. Die normale Düngung erfolgte im Herbst, die zusätzliche Düngung von N am 21. 2., von K_2O am 12. 1. und die CaO-Düngung am 17. 1. (Parzellengröße 10 m² in 4facher Wiederholung).

In diesem Versuch trat weder partielle noch totale Weißährickeit auf. Die N-Parzellen waren gegenüber den Kontrollen sehr üppig entwickelt, während die Kali- und Kalkparzellen etwas unter Verbrennungserscheinungen zu leiden hatten. Auf die Ausbildung der Blütenstände hatte die Düngung keinen sichtbaren Einfluß. In allen Parzellen waren die Rispen gut entwickelt und ausgebildet.

Topfversuche mit unharmonischer Düngung und schwankendem Wasserangebot

Bei Vegetationsbeginn wurden Pflanzen von *Festuca pratensis*, *Festuca rubra* und *Poa pratensis* aus dem Freiland in Mitscherlichgefäße eingesetzt. Nach dem Anwachsen erhielten jeweils 50 Töpfe jeder Grasart eine unterschiedliche Düngung.

- a) Kontrolle: alle 14 Tage 1 g Hakaphos
- b) einseitige Stickstoffdüngung: 8 g Kalkammonsalpeter
- c) einseitige Kalidüngung: 5 g 40er Kali
- d) einseitige Kalldüngung: 10 g Branntkalk (85 % CaO)

Dieser Versuch wurde nochmals unterteilt.

- aa) während der gesamten Versuchsdauer optimale Feuchtigkeit
- bb) bis zum Schossen optimale Feuchtigkeit, während des Schossens trocken, danach wieder optimale Feuchtigkeit
- cc) bis zum Schossen trocken, während des Schossens optimale Feuchtigkeit, danach wieder trocken
- dd) bis zum Schossen optimale Feuchtigkeit, während des Schossens trocken und hohe Temperatur, danach wieder optimale Feuchtigkeit
- ee) bis zum Schossen trocken, während des Schossens optimale Feuchtigkeit und hohe Temperatur, danach wieder trocken

Die Töpfe des Versuchs dd) und ee) kamen bei Schoßbeginn in ein Warmhaus mit einer Durchschnittstemperatur von 23° C.

Dieser Versuch hatte das gleiche Ergebnis wie der Versuch mit schwankendem Wasserangebot (vgl. S. 11 u. 12). Die unharmonische Düngung hatte den Anteil partiell und total weißähriger Rispen nicht verstärkt. Auch hier war die in geringem Maß auftretende Weißährigkeit auf Notreife zurückzuführen.

Einfluß von Nährstoffmangel auf die Entstehung der Weißährigkeit

Einjährige *Festuca pratensis*- und *Festuca rubra*-Pflanzen wurden aus dem Freiland bei Vegetationsbeginn in Steingutgefäße System Volk mit reinem Quarzsand gepflanzt. Vor dem Einpflanzen wurden die Wurzelballen der Pflanzen unter fließendem Wasser sorgfältig von der anhaftenden Erde befreit. Nach dem Anwachsen erhielten die Gefäße zweimal eine A-Z-Nährlösung, der jeweils ein Element fehlte. Geprüft wurde die Auswirkung von absolutem Mangel an N, K₂O, B, Cu, Mn und Mo auf die Ausbildung der Rispen.

N-Mangel: Es werden fast keine Rispen ausgebildet. Alle Körner bleiben taub (Abb. 6)

K₂O-Mangel: Geringe Auswirkung auf die Rispenbildung. Ein Teil der Rispen wird partiell weißährig. In manchen Fällen werden keine Rispen ausgebildet, und die Halme verzweigen sich oberhalb des letzten Halmknotens (Abb. 7)

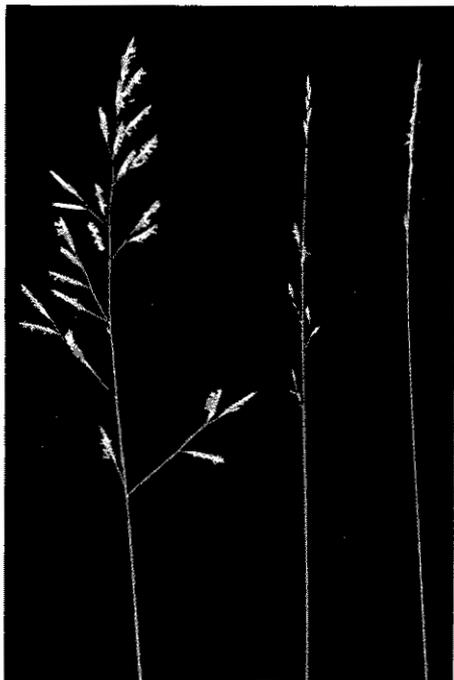
Durch B-, Cu-, Mn- und Mo-Mangel wird partielle Weißährigkeit ausgelöst (Abb. 6—10).

Abb. 6. Ausbleiben der Rispenbildung durch Stickstoffmangel am Rotschwengel
(*Festuca rubra* L.)

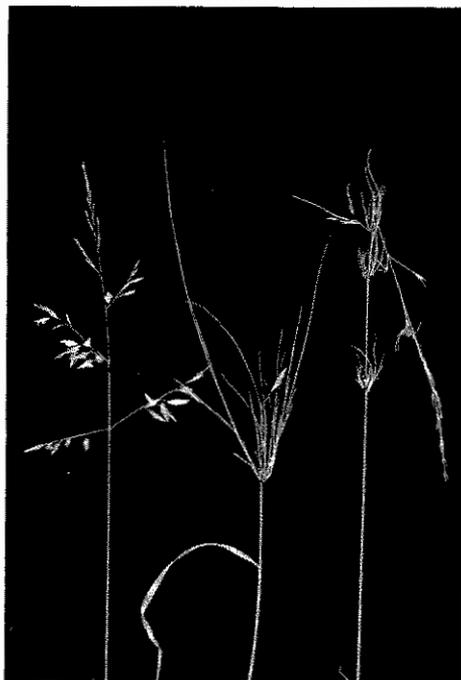
Abb. 7. Partielle Weißährigkeit und Verzweigungen durch Kalimangel am Rotschwengel
(*Festuca rubra* L.)

Abb. 8. Partielle Weißährigkeit durch Bormangel am Rotschwengel (*Festuca rubra* L.)

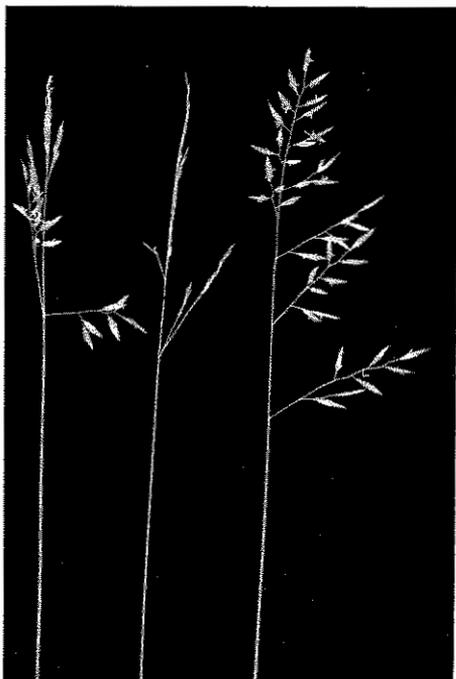
Abb. 9. Partielle Weißährigkeit durch Kupfermangel am Rotschwengel (*Festuca rubra* L.)



6



7



8



9

Nach dem Schadbild, das durch absoluten Mangel eines für die Blüten- und Kornausbildung wichtigen Elementes entsteht, kann gesagt werden, daß Nährstoffmangel lediglich partielle Weißährigkeit verursacht. Die durch physiologische Ursachen hervorgerufene partielle Weißährigkeit der Gräser ist damit mit der Flüssigkeit des Hafers und der Weißspitzigkeit des Ährengetreides identisch. Wie beim Getreide kann bei den Gräsern durch einseitige N-Düngung ein Element ins



Abb. 10. Partielle Weißährigkeit durch Molybdänmangel am Rotschwengel
(*Festuca rubra* L.)

Minimum geraten oder durch Trockenheit und ungünstigen pH -Wert im Boden festgelegt werden, so daß es nicht mehr pflanzenverfügbar ist. Da die meisten Gräser aber mehrjährig sind, haben sie größere Reserven im Wurzelstock angereichert und reagieren nicht so stark auf vorübergehenden Spurenelementmangel wie Getreide. Selbst durch absoluten Mangel konnte die Einschnürung nicht erzeugt werden. Dies widerspricht auch allen bisher in Mangelversuchen mit Gramineen gewonnenen Erfahrungen (Schropp, 1940, 1941; Schropp und Arenz, 1938, 1940; Brandenburg, 1961; Brandenburg und Eibner, 1960; Bussler, 1962 a und b, 1963; Asmus, 1963; Pawlik, 1963). Je nach der Stärke und Dauer des Mangels bleiben die Ähren und Rispen teilweise oder vollständig taub.

Prüfung der Weißährigkeit bei Schafschwingel

Zur Überprüfung der Ansicht M ü h l e ' s (1960), daß die Weißährigkeit beim Schafschwingel im Zusammenhang mit der Urbarmachungskrankheit steht, wurden folgende Versuche unternommen:

- a) Cu-Mangelversuch mit Schafschwingel in reinem Quarzsand
- b) Boden von stark weißährigen Schafschwingelbeständen in Mitscherlichgefäße gefüllt, mit Schafschwingel besät und während der gesamten Versuchszeit mit destilliertem Wasser gegossen.
- c) Stark weißährige Schafschwingelpflanzen mitsamt dem zugehörigen Boden in Mitscherlichgefäße verpflanzt und mit destilliertem Wasser gegossen.
- d) Pflanzen von stark weißährigen Beständen geholt und auf dem Versuchsfeld ausgepflanzt.

Nur in dem Cu-Mangelversuch trat partielle Weißährigkeit auf, alle anderen Pflanzen entwickelten gut ausgebildete Rispen. Die totale Weißährigkeit ist daher sicher nicht auf Cu-Mangel zurückzuführen.

4. Akuter Hungertod

In jüngster Zeit hat P o h j a k a l l i o (1959 a, 1959 b, 1959 c, 1960, 1961 a, 1961 b, 1962) die physiologisch bedingte totale Weißährigkeit mit dem von ihm entdeckten akuten Hungertod des Pflanzengewebes in Verbindung gebracht. Danach wird die für die totale Weißährigkeit charakteristische Einschnürung durch Nährstoffmangel der meristematischen Zellen hervorgerufen. Dieser Hungertod tritt ein, wenn die Pflanzen unter Lichtmangel leiden, und das Wachstum durch N-Düngung, Wärme und Wassergaben sehr stark gefördert wird.

P o h j a k a l l i o machte seine ersten Beobachtungen über den akuten Hungertod an Gräsern, die er im Winter aus dem Freiland in ein warmes, dunkles Labor gebracht hatte. Diese durch Wärme, N-Düngung und reichliche Wassergaben zu einem schnellen Wachstum angeregten Gräser starben in kurzer Zeit ab, wobei zuerst der Vegetationspunkt zugrunde ging. Wurden die Gräser erst im Frühjahr kurz vor dem Rispenschieben aus dem Freiland in das Labor gebracht, so trat bei den schossenden Halmen die typische Einschnürung am meristematischen Gewebe auf. Auf Grund von mikroskopischen Untersuchungen der am Hungertod eingegangenen Vegetationspunkte und der Einschnürungsstellen an den schossenden Halmen kommt P o h j a k a l l i o zu dem Ergebnis, daß beide Erscheinungen auf dieselbe Ursache zurückzuführen sind. Diese Ansicht bezweifeln W a g n e r (1961) sowie W a g n e r und E h r h a r d t (1961), indem sie darauf hinweisen, daß zum Zeitpunkt des Hereinholens der Pflanzen in das Labor die Stengel möglicherweise schon von der Graswanze *Miris dolobratus* L. angestochen sein könnten.

In Stickstoffversuchen konnte P o h j a k a l l i o eine Förderung der Weißährigkeit feststellen, obwohl steigende Stickstoffgaben die Weißährigkeit nicht mehr vermehrte. Nach starker N-Düngung nahm die Weißährigkeit auch noch im darauffolgenden Jahr zu. P o h j a k a l l i o führt dies auf die vermehrte Rispenbildung und damit auf den erhöhten Verbrauch an Kohlenhydraten zurück. Alle Faktoren, die das Wachstum stark anregen, sollen die Weißährigkeit verstärken. So konnte P o h j a k a l l i o durch Begießen nach einer Trockenperiode und durch Wuchsstoffbehandlung der Pflanzen die Weißährigkeit steigern. Nicht ganz verständlich ist, daß P o h j a k a l l i o (1960, 1961 a) den akuten Hungertod eben-

falls bei Stickstoffmangelpflanzen festgestellt hat, da das C : N-Verhältnis bei N-Mangel stets sehr eng ist.

Nach P o h j a k a l l i o (1962) fördert auch das Mähen der Gräser die Weißährigkeit, wobei vor allem die zuletzt gebildeten Rispen, auf Grund der Erschöpfung der Reservestoffe, weißährig werden.

Tab. 10. Steigerung der Weißährigkeit bei *Festuca pratensis* durch Abmähen
(P o h j a k a l l i o 1962)

Sorte	Behandlung	Weißährigkeit %
Tammisto	gemäht	9,9
Tammisto	nicht gemäht	3,1
Hinderupgaard	gemäht	8,3
Hinderupgaard	nicht gemäht	4,4

Zur Überprüfung der von P o h j a k a l l i o gewonnenen Ergebnisse, wonach die physiologische totale Weißährigkeit auf einen akuten Hungertod des meristematischen Gewebes zurückzuführen ist, wurden 1962 und 1963 Versuche angestellt.

1. Einjährige *Festuca rubra*- und *Poa pratensis*-Pflanzen wurden im Winter in Töpfe gepflanzt und in ein abgedunkeltes Warmhaus ($\frac{1}{6}$ der normalen Lichtintensität) von durchschnittlich 24°C gestellt. Reichliche Wassergaben. Als Düngung pro Topf 4 g Kalksalpeter.

2. Einjährige *Festuca rubra*- und *Poa pratensis*-Pflanzen wurden bei Beginn der Rispenbildung in ein abgedunkeltes Warmhaus gestellt. Weitere Behandlung wie beim vorhergehenden Versuch. In den Versuchen 1 und 2 konnten die gleichen Symptome, wie sie P o h j a k a l l i o beschrieben hat, erzeugt werden. Zuerst starben die Vegetationspunkte und die Rispenanlagen ab. Das Schossen unterblieb und die Pflanzen vertrockneten unter Beibehaltung der grünen Farbe.

3. Einjährige *Festuca rubra*- und *Poa pratensis*-Pflanzen wurden bei Beginn der Blütenanlage in ein abgedunkeltes Warmhaus gestellt. Weitere Behandlung wie Versuch 1.

Diese Versuche wurden 1963 nochmals mit *Trisetum flavescens* (L.) P. B. und *Poa pratensis* L. wiederholt. Der gesamte Versuch umfaßte 200 Töpfe.

Die Rispen der Pflanzen, die zur Zeit der Blütenanlagen, also kurz vor dem Rispenschieben, in das verdunkelte Warmhaus kamen, blieben zu 50 % in der Blattscheide stecken. Bei diesen und den voll ausgeschobenen Rispen starben die Blütenanlagen ab. Einschnürungen konnten nicht beobachtet werden.

4. Feldversuche mit *Festuca pratensis* und *Festuca rubra*. Parzellengröße 10 m^2 in 4facher Wiederholung.

- a) Kontrolle
- b) 1mal schneiden (18. 5.)
- c) 2mal schneiden (18. 5. und 2. 6.)
- d) 3mal schneiden (18. 5., 2. 6. und 20. 6.)

In diesem Versuch wurden nach dem Schneiden keine Rispen gebildet.

5. Feldversuch mit *Trisetum flavescens*. Parzellengröße 5 m^2 in 4facher Wiederholung.

- a) Kontrolle
 - b) 1mal schneiden (26. 4.)
 - c) 2mal schneiden (26. 4. und 16. 5.)
6. Topfversuch mit *Trisetum flavescens*.
- a) Kontrolle
 - b) 1mal schneiden (26. 4.)
 - c) 2mal schneiden (26. 4. und 16. 5.)
 - d) 3mal schneiden (26. 4., 16. 5. und 4. 6.)

Da die beiden Schwingelarten nach einem Schnitt keine Rispen mehr ausbildeten, wurde der Versuch mit Goldhafer wiederholt. Als Folge des Schneidens und der damit verbundenen Erschöpfung der Reservestoffe trat wohl eine deutliche Abnahme der Rispengrößen, jedoch keine Weißährigkeit auf.

VI. Bekämpfung der Weißährigkeit

Als ausgezeichnete Bekämpfungsmaßnahme gegen die Weißährigkeit hat sich das Abbrennen der Stoppeln erwiesen. Bekämpfungserfolge wurden u. a. von Kaufmann (1925), Mühle (1940), Hardison et al. (1957), Schulz (1958), Wagner (1960) und Holmes et al. (1961) nachgewiesen. Allerdings kann durch das Abbrennen unter Umständen eine Schädigung der Gräser entstehen (Kaufmann, 1925; Schultz, 1958; Wagner, 1960).

Negative Erfolge meldete unseres Wissens bisher nur Pohjakallio (1935), indem er berichtet, daß auf einem im Frühjahr abgebrannten Wiesenrispenbestand ebensoviel Weißährigkeit auftrat wie auf nicht abgebrannten Feldern.

Beobachtungen, daß durch Beweidung die Weißährigkeit unterdrückt bzw. ganz ausgeschaltet werden kann, liegen von Kaufmann (1924, 1925) und von Sachs (1954, 1962) vor. Im Herbst beweidete Wiesen hatten einen geringeren Weißährigkeitsbefall. Auf Koppeln, die als Wiesen genutzt wurden, trat keine Weißährigkeit auf, obwohl in dem gleichen Jahr auf anderen Flächen die Weißährigkeit 50 % betrug (Kaufmann, 1925). Gute Umtriebs- und Mähweiden haben weniger unter der Weißährigkeit zu leiden (Sachs, 1954). In Versuchen konnte Sachs (1962) in Beständen, bei denen im vorhergehenden Jahr 30 bis 40 % aller Rispen weißährig waren, durch Herbstbeweidung mit Schafen Befallsfreiheit erzielen.

Wagner (1958 b) berichtet, daß durch starkes Aufreißen oder Schälen im Herbst die Weißährigkeit bei Wiesenrispe und Rotschwingel stark reduziert wird. Durch Eggen oder Walzen ist dagegen keine Befallsminderung zu erzielen (Mühle, 1960). Vollständige Bekämpfung der Weißährigkeit gelangen Schwarz und Tomaszewski (1929) sowie Sachs (1962) durch Umbruch. Auf diesen Flächen kam im darauffolgenden Jahr die Weißährigkeit vollständig zum Erliegen, während sie auf benachbarten, nicht umgebrochenen Feldern praktisch zur Ertragslosigkeit führte.

In den letzten Jahren ist mehrfach der Versuch unternommen worden, die Weißährigkeit mit Insektiziden zu bekämpfen. Als erster wies Leach (1940) Bekämpfungserfolge mit DDT nach. Auch Hardison et al. (1957) meldete eine Verringerung der Weißährigkeit durch Anwendung von DDT und Heptachlor. 1959 blieben Spritzungen von Wagner (1960) mit Metasystox ohne Erfolg.

1960 konnte er dagegen durch sechsmaliges Spritzen mit Nikotin, Metasystox und Endrin praktisch weißährigkeitsfreie Versuchsflächen erzielen. Zeller (1961) gelang es, die Weißährigkeit mit Gesarol zum Stillstand zu bringen. Von Sachs (1962) vorgenommene umfangreiche Versuche mit Metasystox erbrachten kein eindeutiges Ergebnis. Nach einer mündlichen Mitteilung von P a r s o n wird in Schweden die Weißährigkeit mit Lindan bekämpft. Dort empfiehlt man der Praxis, wenn im 1. Jahr auch nur geringfügige Weißährigkeit auftritt, im 2. Jahr auf jeden Fall die Fläche gegen Ende April mit Lindan zu behandeln.

W a g n e r (1962) gibt als den günstigsten Bekämpfungstermin die Zeit der Löwenzahnvollblüte an. Eine Beobachtung, die durch unsere Untersuchungen auf dem Simonshof vollauf bestätigt wurde. Zu diesem Zeitpunkt genügt eine Endrin-Spritzung, um die Weißährigkeit auf ein wirtschaftlich bedeutungsloses Maß zu reduzieren.

VII. Diskussion

Trotz der in der Literatur vorherrschenden Meinung, die totale Weißährigkeit werde durch physiologische Faktoren ausgelöst, ist es uns in keinem Fall gelungen, die totale Weißährigkeit in Versuchen durch Trockenheit, Wärme, Frost, Nährstoffmangel, einseitige Düngung oder durch Kombinationen dieser Faktoren zu erzeugen. Wir sind daher der Ansicht, daß die totale Weißährigkeit nicht auf physiologische Ursachen zurückzuführen ist. Durch physiologische Faktoren entsteht lediglich partielle Weißährigkeit, eine Erscheinung, die auf denselben Ursachen wie die Flissigkeit des Hafers und die Weißspitzigkeit beim Ährengetreide beruht. Dies schließt allerdings nicht aus, daß die partielle Weißährigkeit auch durch tierische Erreger hervorgerufen werden kann.

Der von P r o h j a k a l l i o publizierte akute Hungertod kommt u. E. als Ursache der Einschnürung und damit als Ursache der totalen Weißährigkeit, zumindest unter unseren Verhältnissen, nicht in Frage. Die Ergebnisse unserer Untersuchungen deuten eher darauf hin, daß die totale Weißährigkeit von einem tierischen Schädling verursacht wird. Dieser Ansicht liegen folgende Überlegungen zugrunde:

1. In Versuchen gelang es nicht, die totale Weißährigkeit durch physiologische Faktoren zu erzeugen.
2. Bei frühzeitigen Untersuchungen konnte die Einschnürung nicht nur am meristematischen Gewebe, sondern auch an anderen Halmteilen festgestellt werden.
3. Starkes Auftreten der Weißährigkeit ist stets auf Flächen zu finden, die in der Nähe von Wäldern, Hecken, ungenutzten Feldrainen oder Ödländereien liegen. Diese sind als die Ausgangspunkte der Weißährigkeit anzusehen.
4. Die Befallsunterschiede der einzelnen Grasarten sind wahrscheinlich auf ihre Eignung als Wirtspflanze für den tierischen Erreger der Weißährigkeit und nicht auf ihre physiologische Disposition zurückzuführen.
5. Die Weißährigkeit kommt auf allen Böden vor und ist von der Bodenart unabhängig.
6. Die Weißährigkeit nimmt mit dem Alter der Bestände zu. Dies spricht für einen tierischen Schädling als Erreger. Zur Erzeugung wirtschaftlich bedeutender Schäden muß erst eine Population aufgebaut werden.
7. Als Bekämpfungsmaßnahmen haben sich nur solche Maßnahmen als wirksam erwiesen, die sich gegen tierische Schädlinge richten.

8. Bei dem Erreger der Weißährickeit muß es sich, wie schon Sachs (1962) feststellte, um einen ortstreu en Schädling handeln.

Unsere Messungen bei nebeneinanderliegenden gespritzten und ungespritzten Parzellen ergaben, daß die Weißährickeit nie weiter als 8 m von der unbehandelten auf die behandelten Parzellen übergriff. Ein an einem Waldrand liegender Rotschwingelbestand im 1. Nutzungsjahr zeigte das gleiche Bild. Nur entlang des Waldes waren weißähricge Rispen in einer Breite von 5 m zu finden.

Tab. 11. Übergreifen der Weißährickeit von einem nicht umgebrochenen Feld auf ein umgebrochenes Feld (nach Sachs, 1962)

nicht umgebrochener Bestand	70 ‰ weißähric
Nahtstelle bis 1 m Entfernung	15 ‰ weißähric
Nahtstelle bis 2 m Entfernung	12 ‰ weißähric
Nahtstelle bis 3 m Entfernung	4 ‰ weißähric
Nahtstelle bis 4 m Entfernung	2 ‰ weißähric

Als tierische Erreger der Einschnürung werden in der Literatur Blasenfüße, Milben und die Graswanze *Miris dolobratus* L. genannt. Auf Grund der Arbeiten von Doull (1956), Maschek (1957), Morrison (1961), Wetzel (1962) und Holtmann (1962, 1963) ist den Blasenfüßen als Erreger der totalen Weißährickeit keine Bedeutung beizumessen.

Es ist bekannt, daß Milben vorwiegend geschwächte oder geschädigte Pflanzen aufsuchen. Auch bei unseren Untersuchungen auf dem Simonshof und Lohne waren die Milben besonders häufig an Halmen mit bereits weißähricgen Rispen zu finden. Felder mit starkem Milbenbesatz und schwacher Wanzenpopulation wurden nur in geringem Maße weißähric, während bei gleichzeitigem Auftreten von Milben und Wanzen erhebliche Ertragsverluste entstanden.

Tab. 12. Abhängigkeit der Weißährickeit vom Milben- und Wanzenbesatz

Grasart	Zahl der untersuchten Halme	‰ Milbenbefall gesunde Halme	‰ Milbenbefall weißähricger Halme	∅ Wanzenzahl 50 Kescherschläge	‰ Weißährickeit
Wiesenrispe 2. Samenjahr	420	45,4	70,2	0	0,2
Wiesenrispe 3. Samenjahr	200	66,4	55,5	15	0,3
Rotschwingel 1. Samenjahr	250	0,5	46,0	15	0,2
Rotschwingel 3. Samenjahr	375	3,6	70,0	86	33,8
Rotschwingel 3. Samenjahr	100	10,0	40,0	110	38,0
Rotschwingel 3. Samenjahr	100	2,0	70,0	108	56,4
Rotschwingel 3. Samenjahr	350	1,2	24,0	1725	40,0
Wiesenlieschgras 4. Samenjahr	225	3,0	75,0	170	49,2

Es wäre daher denkbar, daß die Weißährickeit durch eine kombinierte Schadwirkung von Milben und Wanzen entsteht. Wir konnten feststellen, daß sich die Milben vorwiegend in der Nähe der vermutlichen Anstichstelle der Wanzen aufhalten. Möglicherweise bieten diese Anstichstellen erst die Angriffspunkte, von denen aus die Milben die Einschnürung hervorrufen können. Für diese Theorie sprechen auch die Ergebnisse unserer Versuche, die Weißährickeit mit Hilfe der Graswanze allein zu erzeugen. In zweijährigen Käfigversuchen mit mehreren tausend Wanzen aller Altersklassen ist es uns nicht gelungen, weißähricge Pflanzen zu erhalten. Je nach Dauer und Stärke des Wanzenbesatzes treten an den Blättern und Rispen der Versuchspflanzen mehr oder weniger starke Saugschäden auf. Durch intensives Besaugen der Rispe kann dabei eine Art Weißährickeit entstehen. In diesem Falle werden die Ährchen taub, die Rispenäste bleiben aber grün und Einschnürungen treten nicht auf. Auch ein Spritzversuch auf dem Simonshof und die Untersuchungen in Lohne ergaben keine Korrelation zwischen der Wanzenanzahl und dem Grad der Weißährickeit.

Tab. 13. Spritzversuch in einem Rotschwingelbestand, Simonshof 1963

Parzellen Nr.	Ø Halman- zahl qm	Ø weißähric	Weißähric- keit %	Ø Wanzen- anzahl	Spritzmittel
1	490	110	22,4	25,8	unbehandelt
2	498	5	1,0	2,4	2mal Endrin, 2. 5., 15. 5.
3	470	20	4,2	1,1	1mal Endrin, 2. 5.
4	496	62	12,5	2,5	1mal Thiodan, 9. 5.
5	617	13	2,1	1,9	1mal Endrin, 9. 5.
6	673	22	3,3	13,8	1mal Endrin, 15. 5.
7	366	126	34,4	79,4	unbehandelt
8	466	189	40,5	106,5	unbehandelt
9	569	183	32,2	109,8	unbehandelt
10	524	209	39,9	108,5	unbehandelt

Ø Wanzenanzahl = Ø von 17 Fängen à 50 Kescherschlägen

Durch Endrin wurde die Weißährickeit stärker als durch Thiodan vermindert, obwohl die Wanzenanzahl im gleichen Maße reduziert wurde. Da Endrin auch gegen versteckt sitzende Milben wirksam ist, wäre es möglich, daß Endrin außer den Wanzen auch die Milben zurückdrängt. Zur Klärung dieser Fragen sollen diese Arbeiten weitergeführt werden.

VIII. Zusammenfassung

Als Ursache der Weißährickeit der Grassamenbestände werden in der Literatur physiologische Faktoren und tierische Schädlinge genannt.

Die partielle Weißährickeit beschränkt sich auf das Vergilben einzelner Ährchen oder Ährchengruppen, während die totale Weißährickeit durch Einschnürung des meristematischen Gewebes oberhalb des letzten oder des darunterliegenden Halmknotens charakterisiert wird. In manchen Fällen kann auch das meristematische

Gewebe oberhalb von zwei aufeinanderfolgenden Halmknotten eingeschnürt sein. Bei noch nicht verholzten Halmen kommen auch Einschnürungen an anderen Stellen als am meristematischen Gewebe vor.

Durch die totale Weißährigkeit können Ertragsausfälle bis zu 100 % entstehen. Verluste von 30–70 % sind keine Seltenheit.

Die totale Weißährigkeit tritt vorwiegend in Grassamenbeständen auf, die in der Nähe von Wäldern, dichten Hecken, Ödländereien oder nicht gemähten Rainen liegen. Diese sind als Ausgangspunkte für die totale Weißährigkeit anzusehen. Die Bodenart spielt beim Zustandekommen der Weißährigkeit keine Rolle.

Es besteht eine Abstufung der Anfälligkeit gegenüber der Weißährigkeit innerhalb einzelner Grasarten, grundsätzlich ist aber keine Grasart vollkommen resistent.

Mit zunehmenden Alter werden die Grassamenschläge stärker von der Weißährigkeit befallen. Langjährig genutzte Bestände sind daher besonders gefährdet.

In Versuchen gelang es nicht, die totale Weißährigkeit durch physiologische Faktoren wie Wassermangel, Frost, hohe Temperaturen, unharmonische Düngung und Nährstoffmangel hervorzurufen. Durch Wasser- und Nährstoffmangel entsteht lediglich partielle Weißährigkeit, die damit mit der Flüssigkeit des Hafers und der Weißspitzigkeit des Ährengetreides identisch ist.

Der von Pohjakallio im Zusammenhang mit der Weißährigkeit genannte „akute Hungertod“ des meristematischen Gewebes kommt u. E. für deutsche Verhältnisse als Ursache der totalen Weißährigkeit nicht in Frage.

Zur Bekämpfung der totalen Weißährigkeit sind nur Mittel wirksam die sich gegen tierische Schädlinge richten. Mit einer einmaligen Endrinspritzung zur Zeit der Löwenzahnvollblüte läßt sich die totale Weißährigkeit erfolgreich bekämpfen.

Es konnte ein Zusammenhang zwischen dem Auftreten der totalen Weißährigkeit und dem Vorkommen von Milben und der Graswanze *Miris dolobratius* L. erkannt werden. Wanzen allein waren nicht in der Lage, die totale Weißährigkeit zu erzeugen. Diese trat nur bei gleichzeitiger Anwesenheit von Milben auf.

Summary

In the literature physiological facts and insects are called to be the cause of white head in fields of grass seeds.

One-sided white head (or white head in part) is limited to the yellowing of single spiklets or groups of spiklets, while the total white head is characterized by constriction of the meristematic tissue above the final stem node or above the next one. In some cases the meristematic tissue also might be constricted above two successive stem nodes. On softwood stems constrictions do not only occur on meristematic tissue but also on other spots.

It is possible, that the total white head causes a total loss of the crop. Losses from 30–70 % are not rare.

Total white head is mainly to be found in fields of grass seed situated near woods, thick hedges, wast lands or nonmowed balks. This locations are to be considered the sources for the total white head. The condition of the soil is for the occurrence of the white head of no importance.

There are differences within the single varieties of grass regarding the susceptibility to white head. But it is the rule, that no grass variety is completely resistant.

With advancing years fields of grass seed will be more infected by white head. For this reason stands of grass, which are used for a long time, run more risk in this matter.

Experiments to induce the white head by physiological facts as water deficiency, frost, high temperature non-harmonic fertilizing, and nutrient deficiency were not successful. Water deficiency and nutrient deficiency produces only one-sided white head which therefore is identical with oat blast and the deaf peak-spikelets of the spikes of wheat and barley. The acute death from starvation of the meristematic tissue, described by Pohjakallio in connection with white head, is as a cause for the total white head out of question.

To control the total white head, only chemical compounds against insects are useful.

One spray with endrine when dandelion is in full bloom, makes it possible to control the total white head.

A connection between the occuring of total white head and the appearing of mites and bugs (*Miris dolobratus* L.) could be recognized. Bugs alone were unable to induce the total white head. It only occurred when mites were present.

IX. Literatur

- A s m u s , F., der Einfluß von Kupfer auf die Pflanzenqualität. Dtsch. Landw. 12. 1961, 15–17.
- B a c h t a l e r , G., und E d e r e r , H., Pflanzenschutzaufgaben im Grassamenbau Niederbayerns im Hinblick auf seine zunehmende wirtschaftliche Bedeutung. Pflanzenschutz, München, 12. 1960, 4–8.
- B o l l o w , H., Über die „Weißährigkeit“ im Grassamenbau. Pflanzenschutz, München, 12. 1957, 103–106.
- , Das Auftreten von „Weißährigkeit“ an Kulturgräsern in Bayern in den Jahren 1956 und 1957 und seine vermutlichen Ursachen. Pflanzenschutz, München, 10. 1958, 115–118.
- , Das Auftreten der „Weißährigkeit“ an Kulturgräsern in Bayern in den Jahren 1956–1959. Pflanzenschutz, München, 12. 1960, 123–124.
- B r a n d e n b u r g , E., und E i b n e r , R., Molybdänmangel an landwirtschaftlichen Kulturpflanzen in Westdeutschland. Kali-Briefe 5. F 12, 3, 1960, 1–5.
- , Die Symptome von Molybdänmangel an verschiedenen Kulturpflanzen. Ztschr. Pfl.krankh. 68. 1961, 532–541.
- B u s s l e r , W., Vergleichende Untersuchungen an Kali-Mangelpflanzen. Weinheim 1962 a.
- , Bormangel bei Mais. Mitt. dtsh. Landw. Ges. 77. Frankfurt 1962 b, 1110–1112.
- , Nährstoffverhältnis und Mangelsymptome. Landw. Forsch. 16. Darmstadt 1963, 153–162.
- D o u l l , K. M., Thrips infesting cocksfoot in New Zealand. I. The thrips fauna of a cocksfoot seed crop. II. The biology and economic importance of the cocksfoot thrips *Chirothrips manicatus* Haliday. III. The identity of two species of *Chirothrips*. J. Sci. Techn. 38 (A), 1956, 52–65, 432–433. Ref.: Rev. appl. Ent. 46. 1958, 257–258.

- Fiedler, R., Arbeiten auf dem Gebiet des Pflanzenschutzes im Grassamenbau in Niederbayern. Pflanzenschutz, München, 10. 1958, 114–115.
- Frank, B., Praktischer Pflanzenschutz im Grassamenbau. Pflanzenschutz, München, 10. 1958, 111–113.
- Frickhinger, H. W., Weißährickeit in Gräserkulturen. Mitt. dtsch. Landw. Ges. 46. 1931, 972.
- , Einige weniger bekannte Grünlandschädlinge. Prakt. Bl. Pfl.bau,-schutz 10. 1932/33, 33–37.
- Gassner, G., Panaschierung und Weißährickeit von Getreidepflanzen und Wildgräsern als Folge klimatischer Einwirkungen. Phytopath. Ztschr. 14. 1944, 397—426.
- Grassl, G., Weißährickeit in Gräserkulturen. Wochenbl. Landw. Vereins in Bayern 121. 1931, 566.
- Hardison, J. R., Krantz, G. W., and Dickson, E. A., Progress report on silver-top of grasses for 1957. Proc. 17th Ann. Meeting of Oregon Seed Growers League 1957.
- , Evidence against *Fusarium poae* and *Siteroptes graminis* as a causal agents of silver-top of grasses. Mycologia 51. 1959, 712–728.
- Holmes, N. D., Swailes, G. E., and Hobbs, G. A., The eriophyid mite *Aceria tulipae* (K.) (*Acarina: Eriophyidae*) and silver-top in grasses. Canad. Entomologist 93. 1961, 644–647.
- Holtmann, H., Untersuchungen zur Biologie der Getreide-Thysanopteren. Teil I. Ztschr. angew. Ent. 51. 1962, 1–41.
- , Untersuchungen zur Biologie der Getreide-Thysanopteren. Teil II. Ztschr. angew. Ent. 51. 1963, 285–299.
- Hukkinen, Y., Über die Weißährickeit der Gramineen. J. sci. agric. Soc. Finland 6. 1934, 139–158.
- , Über die Weißährickeit der Gramineen. J. sci. agric. Soc. Finland 7. 1935, 104 bis 106.
- , und Vappula, N. A., Überblick über das Auftreten der Pflanzenschädlinge in Finnland im Jahre 1935. J. sci. agric. Soc. Finland 8. 1936 a, 115–122.
- , Untersuchungen über die Samenschädlinge des Wiesenfuchsschwanzes (*Alopecurus pratensis* L.). Staatl. landw. Versuchstätigkeit (Helsinki) 81. 1936 b, 1–31.
- , Der Fuchsschwanzblasenfuß *Chirothrips hamatus*, ein neuer Schädling des Fuchsschwanzsamensbaues. Staatl. landw. Versuchstätigkeit (Helsinki) 133. 1938, 1–9.
- , Blick auf die Erforschung der Thysanopteren-Fauna Finnlands, besonders ihrer schädlichen Arten. Ann. ent. fenn. 8. 1942, 25–45.
- Jablonski, J., Zur Klärung der Thrips-Schädenfrage. Ztschr. angew. Ent. 12. 1927, 223–242.
- Kaufmann, O., Die Weißährickeit der Wiesengräser und ihre Bekämpfung. Nachr.bl. dtsch. Pfl.schutzd. 4. 1924, 1–2.
- , Die Weißährickeit der Wiesengräser und ihre Bekämpfung. I. Arb. Biol. Reichsanst. 13. 1925, 497–547.
- , Die Weißährickeit der Wiesengräser und ihre Bekämpfung. II. Arb. Biol. Reichsanst. 13. 1925, 549–568.
- Körting, A., Beitrag zur Kenntnis der Lebensgewohnheiten und der phytopathogenen Bedeutung einiger an Getreide lebender Thysanopteren. Ztschr. angew. Ent. 16. 1930, 451–512.
- , Über die phytopathogene Bedeutung von Getreide-Thysanopteren. Eine Erwiderung. Ztschr. Pfl.krankh. 47. 1937, 102–110.

- Leach, J. G., Insect transmission of plant diseases. New York 1940, 615 pp.
- Maschek, A. A., A review of forage-grass pests occurring in the Leningrad-region. Rev. Ent. UdSSR 36. 1957, 625—631.
- Merkenschlager, F., und Klinkowski, M., Sind Weißährickeit und Dörrfleckenkrankheit des Hafers als verschiedene Krankheitsformen einer gleichen physiologischen Störungsgruppe aufzufassen? Nachr.bl. dtsh. Pfl.schutzd. 8. 1928, 11.
- , Die Wasserbilanzkrisen der Kulturpflanzen und ihre phytopathologische Bedeutung. Angew. Bot. 12. 1930, 443—466.
- , Die Weißährickeit der Gräser. Sorauer, Handbuch der Pflanzenkrankheiten I. Berlin 1933, 302—306.
- Morrison, L., Thrips-Befall in Knaulgrassamenbeständen. New Zealand J. agric. Res. 4. Nr. 3/4, 1961, 426—452.
- Mühle, E., Die Schädlinge des Grassamenbaues und ihre Bekämpfung. Dtsch. landw. Presse 67. 1940, 189—190, 198—209.
- , Möglichkeiten des Pflanzenschutzes im Grassamenbau. Nachr.bl. dtsh. Pfl.schutzd. 3. 1949 a, 150—152.
- , Fragen des Schädlingsauftretens und der Schädlingsbekämpfung in Grassamenbeständen. Dtsch. Landw. 3. 1949 b, 178—183.
- , Die Krankheiten und Schädlinge der zur Samengewinnung angebauten Futtergräser. Berlin 1953.
- , Erscheinungsformen und Ursachen der Weißährickeit bei Gramineen. Wiss. Ztschr. Univ. Leipzig, Mathem.-naturwiss. Reihe 3. 1953/54, Heft 4.
- , Krankheiten und Schädlinge der Kulturgräser. Pflanzenschutz, München, 10. 1958, 107—111.
- , Zur Frage der Weißährickeit des Schafschwingels. Nachr.bl. dtsh. Pfl.schutzd., Berlin, 14. 1960, 136—137.
- Oettingen, H. v., Schädlinge des Grassamenbaues. Illustr. landw. Ztg. Nr. 51. 1927.
- , Über die Schädigung der Kulturgräser durch Thysanopteren. Ztschr. Pfl.krankh. 42. 1932, 274—297.
- Pawlik, A., Die Wirkung des Bors auf das Wachstum einiger landwirtschaftlicher Unkräuter in Wasserkulturen. Ztschr. Pfl.krankh. 70. 1963, 641—651.
- Pohjakallio, O., Eräiden nurmiheinien kokonaisvalkotähkäisyystestä. Helsinki 1930. Hankkijan Kasvinjalostuslaitos Tammisto Sumenjulkaisu 1930, 138—151.
- , Über die Weißährickeit der Gramineen. J. sci. agric. Soc. Finland 7. 1935, 102 bis 103.
- , Valkotähkäisyystutkimuksia Jokioisissa Kesällä 1935. Untersuchungen über die Weißährickeit, durchgeführt in Jokonen im Sommer 1935, Helsinki 1936. Staatl. Landw. Versuchstätigkeit 77. 1936, 1—78.
- , und Grundström, K., Über die Flüssigkeit des Hafers. J. sci. agric. Soc. Finland 13. 1941, 28—40.
- , Antila, S., and Ulvinen, O., On pathological phenomena caused by lack of energy in certain grasses. Acta agric. scand., Stockholm, 9. 1. 1959 a, 110 bis 128.
- , Antila, S., Halkilähti, A. M., and Karhuvaara, L., Acute starvation of plant tissues caused by lack of energy. Acta agric. scand., Stockholm, 9. 4. 1959 b, 412—420.
- , Über den akuten Hungertod der Pflanzengewebe. Bericht über den zweiten Kongreß der „Eucarpia“. Köln 6.—10. Juli 1959 c.

- , Kleemola, S., and Karhuväärä, L., On a cause of physiogenic total whitehead in some grass species. Acta agric. scand., Stockholm, 10. 1960, 153 bis 167.
- , Über den akuten Hungertod der Pflanzengewebe. Tagungsberichte Nr. 33. 40 Jahre Institut für Phytopathologie Aschersleben. Vorträge anlässlich der Feier am 23. und 24. Juni 1960 in Aschersleben. Berlin 1961 a, 203—215.
- , und Kleemola, S., Nurmihäiniin kokonaisvalkotähkäisyydestä. (Studies on white-heads in grasses.) Maatalous, Koetöim. (Landw., Forsch.), Helsinki, 15. 1961 b, 161—173.
- , Problematik der physiologischen Weißährigkeit. Krankheiten und Schädlinge an Futtergräsern. Schriftenreihe der Karl-Marx-Univ. Leipzig 1962, Heft 8, 35—44.
- Rademacher, B., Über das Bild der Spätfrostschäden an Ährengetreide und Mais. Ztschr. Pfl.krankh. 57. 1950, 401—408.
- Reuter, E., Über die Weißährigkeit der Wiesengräser in Finnland. Ein Beitrag zur Kenntnis ihrer Ursachen. Acta Soc. Fauna Flora fenn. 19. 1900, 1—136.
- Sachs, E., Die Weißährigkeit in Gräservermehrungen und ihre Bekämpfung. Saatgutwirtschaft 6. 1954, 204—206.
- , Praktischer Grassamenbau im Spiegel von Versuchsergebnissen. Frankfurt 1962, 87—94.
- Schropp, W., Bor und Gramineen. Forschungsdienst 10. 1940, 138—160.
- , Fortgesetzte Wasserkulturversuche mit Bor. Bodenkunde u. Pfl.ernährg. 25. 1941, 272—279.
- , und Arenz, B., Über die Wirkung von Bor und Mangan auf das Wachstum der Maispflanzen. Phytopath. Ztschr. 11. 1938, 588—606.
- , und Arenz, B., Versuche mit Bor zu einigen Gramineen. Bodenkunde u. Pfl.ernährg. 16. 1940, 169—184.
- Schultz, K. R., Die Weißährigkeit des Schafschwingels. Dtsch. Landw. 9. 1958, 481—483.
- Schwarz, O., Die physiologische Konstitution von Wiesengräsern und ihre Beziehung zur pathologischen Disposition. Fortschr. Landw. 6. 1931, 499—502.
- , und Tomaszewski, W., Untersuchungen über das Auftreten der Gräserkrankheiten im Randowbruch. Nachr.bl. dtsh. Pfl.schutzd. 9. 1929, 99—101.
- , und Tomaszewski, W., Zur Ökologie und Phytopathologie des Grassaatbaues. Angew. Bot. 12. 1930, 423—442.
- Starks, J. K., and Thurston, R., Silver top of bluegrass. J. econ. Ent. 55. 1962, 865—867.
- Stauch, Mecklenburgische landwirtschaftliche Wochenschrift Nr. 33, 1931.
- Trubrig, J., Weißährigkeit alpiner Gräser. Wiener landw. Ztg. 83, 1933, 282—283, 288—289.
- Wagner, F., Über das Weißährigkeitsproblem im unterfränkischen Grassamenbau. Pflanzenschutz, München, 10. 1958 a, 17—19.
- , Ergebnisse der bisherigen Untersuchungen zum Problem der Weißährigkeit in Unterfranken. Pflanzenschutz, München, 10. 1958 b, 114—115.
- , Über Untersuchungen zur Ursache und Bekämpfung der totalen Weißährigkeit an Gräsern. Prakt. Bl. Pfl.bau, -schutz 55. 1960, 137—147.
- , Die Graswanze *Miris dolobratius* als Haupterreger der totalen Weißährigkeit in Grassamenbeständen und über Insektizidspritzversuche 1961 zur Weißährigkeitsbekämpfung. Niederschriften der Sitzungen des DLG-Ausschusses für Züchtung und Saatguterzeugung der Kleearten und Gräser und seiner Arbeitsgruppen vom 4. bis 6. Okt. 1961 in Fulda.

- , und Ehrhardt, P., Untersuchungen am Stichkanal der Graswanze *Miris dolobratus* L., der Urheberin der totalen Weißährigkeit des Rotschwingels (*Festuca rubra*). Ztschr. Pfl.krankh. 68. 1961, 615—620.
- , Über Untersuchungen zur Ursache und Bekämpfung der totalen Weißährigkeit an Gräsern. Krankheiten und Schädlinge an Futtergräsern. Schriftenreihe der Karl-Marx-Univ. Leipzig 1962, Heft 8, 45—51.
- Wetzel, Th., Zur Frage des Auftretens und der Bedeutung von Blasenfüßen an Futtergräsern. Schriftenreihe der Karl-Marx-Univ. Leipzig 1962, Heft 8, 53—70.
- Zacher, F., Die Weißährigkeit der Wiesengräser. Dtsch. landw. Presse 46. 1919, 445.
- , *Arachnoidea*, Spinnentiere. Sorauer, Handbuch der Pflanzenkrankheiten 4. 1949, 170—174.
- Zeller, K., Die Weißährigkeit und ihre Bekämpfung. Im Eigenverlag Riedern 1961.