

der „weichschaligen“ Typen bleibt noch die Lösung der Frage, ob es bei *Lupinus luteus* und *angustifolius* Formen gibt, deren Hülsen bei Trocknung nicht aufspringen. Wenn man das Gesetz der homologen Reihen für richtig hält, so könnte man aus der Tatsache, daß es bei *Lupinus albus* nichtplatzende Formen gibt, schließen, daß solche Typen auch bei *Lupinus luteus* und

Tabelle 4. Quellung in Prozenten bei verschiedener Paraffinierung.

Paraffinierung	Stamm 1345				Stamm 1352			
	6°	9°	24°	72°	6°	9°	24°	72°
1 ohne Paraffin . . .	83,4	83,4	88,9	100,0	64,7	70,6	88,3	100,0
2 Micropyle zu . . .	83,4	83,4	88,9	100,0	70,6	70,6	94,1	100,0
3 Micropyle offen ..	0,5	1,6	66,7	88,9	0,0	0,5	5,3	70,6
4 Seiten fein.....	83,4	83,4	83,4	100,0	70,6	70,6	70,6	88,3
5 das ganze Korn ..	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

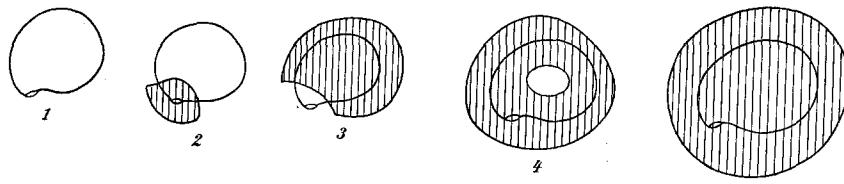


Abb. 3. Art der Paraffinabdeckung.

Lupinus angustifolius, wenn sie noch nicht vorhanden sein sollten, entstehen könnten. Nach unseren Erfahrungen steht fest, daß, wenn man heute nach nichtplatzenden Formen suchen wollte, wesentlich größere Individuenzahlen untersuchen müßte als die, die zur Auffindung alkaloidefreier und „weichschaliger“ Typen führten.

Zum Schluß möchte ich noch darauf hinweisen, daß man die Erfahrungen, die wir bei der Züchtung „weichschaliger“ Lupinen gesammelt haben, auch für andere Pflanzenarten ausnutzen kann. Es muß auf züchterischem Wege möglich sein, von vielen, normalerweise hartschalig werdenden Pflanzenarten „weichschalige“ Typen zu isolieren; dies gilt insbesondere für

Klee und andere Leguminosen, aber auch für viele Wildformen, die eventuell neu in Kultur genommen werden sollen.

Literatur.

1. ESDORN, ILSE: Untersuchungen über die Hartschaligkeit der gelben Lupine. Wiss. Arch. Landw. A 4, 497 (1930).
2. KÜHN, O.: Die Hartschaligkeit bei *Lupinus angustifolius*. Kühn-Arch. 9 (1925); Sonderband: Pflanzenbau S. 332.
3. v. SENGBUSCH, R.: Über Lupinenzüchtung am Kaiser-Wilhelm-Institut für Züchtungsforschung, Müncheberg i. d. Mark. Z. Pflanzenzüchtg. 15, H. 3.
4. v. SENGBUSCH, R.: Bitterstoffarme Lupinen. Züchter 1930, H. 1.
5. v. SENGBUSCH, R.: Bitterstoffarme Lupinen II. Züchter 1931, H. 4.

(Aus dem Institut für Pflanzenkrankheiten der preußischen landwirtschaftlichen Versuchs- und Forschungsanstalten in Landsberg a. d. W.)

Über einige Fragen der Immunitätszüchtung bei Gräsern.

Von H. v. Oettingen.

Die Auswahl von Stammpflanzen, die das Grundmaterial zur Züchtung resistenter Rassen bilden sollte, findet meist in der Weise statt, daß man in einer Periode starken Auftretens des betreffenden Schädlings aus einem größeren Bestande die wenigen unversehrten Pflanzen heraussucht und deren Nachkommen durch vergleichenden Anbau in bezug auf ihre Widerstandsfähigkeit prüft. Dieses ist aber mit erheblichen Schwierigkeiten verbunden. Denn die natürlichen Verhältnisse sind von Jahr zu Jahr derartig schwankend, daß eine Masseninfektion durch ein und denselben Schädling nur nach mehr oder weniger anhaltender

Zwischenpause eintritt, während welcher der Parasit gar nicht oder nur sehr schwach aufzutreten pflegt. Man ist daher gezwungen, auf künstliche Infektion zurückzugreifen. Bei pflanzlichen Parasiten ist diese Methode mit viel Erfolg angewandt worden (Getreiderost, Kartoffelkrebs), bei tierischen Schädlingen versagt sie häufig ganz, besonders dann, wenn es sich um kleine und zarte Wesen handelt, deren schädigende Wirkung mehr von Zeit und Ort des Befalls, als von dem zahlenmäßigen Auftreten abhängig ist. Der rein empirischen Methode haften aber noch weitere Unzulänglichkeiten an: Ihre Resultate beziehen

sich nur auf den gegebenen Ort und die gegebene Zeit. Denn die Anfälligkeit einer Pflanze wird im allgemeinen von drei Momenten bestimmt: 1. Dem Vorhandensein des Parasiten, 2. von den natürlichen und künstlichen Umweltbedingungen, sowie 3. von dem Reaktionenkomplex, den die Pflanze dem Angriff des Parasiten entgegensemmt. Obgleich diese Momente weitgehend miteinander verflochten sind, müssen sie doch vom Züchter scharf auseinander gehalten werden, wenn er sich empfindliche Nackenschläge ersparen will.

Die direkte Bekämpfung der Schädlinge und die Festlegung der edaphischen Faktoren, die für den Befall bzw. Nichtbefall in Betracht kommen, gehören nun nicht mehr in das engere Gebiet der Pflanzenzüchtung. Diese kann sich nur mit den Erbeigentümlichkeiten befassen, welche der Pflanze selbst innewohnen. Es ist deshalb notwendig, sich von Fall zu Fall darüber klar zu werden, worin die schädigende Wirkung eines Parasiten besteht und welche Schutzmittel der Pflanze gegeben sind, um sich dieser Wirkung zu erwehren oder sie wenigstens so weit graduell herabzusetzen, daß sie belanglos wird. Züchterisch ist es natürlich von ganz besonderem Wert, wenn ein leicht erkennbares Merkmal es ermöglicht, über die Anfälligkeit bzw. Resistenz einer Pflanze zu urteilen, ohne auf den Infektionsversuch zurückgreifen zu müssen. Wir haben nun in dem anatomischen Bau des Grasstengels Einzelheiten gefunden, die eine derartige Beurteilung in vielen Fällen gestatten und wollen dieses an dem Beispiel der Weißrispigkeits erläutern. Es handelt sich um eine der bekanntesten Krankheitserscheinungen, deren Ursachen aber bisher noch vielfach im dunkeln lag. In fast 90% der Fälle stellt sich das Schadbild wie folgt dar: Die schossende oder geschoßte Rispe ist strohgelb verblichen, die Spelzen voll ausgebildet, die Blütchen aber taub, der Stengel meist noch grün und scheinbar gesund. Oberhalb des ersten, selten des zweiten Halmknotens, ist der Halm aber zusammengeschrumpft, oft fadendünn ausgezogen und vertrocknet oder mehr oder weniger verjaucht. Letzteres beruht auf einer nachträglichen Infektion durch Pilze oder Bakterien und hat mit dem eigentlichen Krankheitsbild nichts zu tun. Unsere soeben abgeschlossenen Untersuchungen, die an anderer Stelle veröffentlicht werden, haben gezeigt, daß derartige Stengelschrumpfungen stets die Folgen einer Stichverletzung innerhalb der intercalaren Wachstumszone sind. Es ist hierbei gleichgültig, ob die Verletzung durch Insekten-, im vorliegenden Falle durch

Thysanopterenstiche oder durch künstliche Maßnahmen erfolgt; wichtig ist nur, daß sich das angestochene Gewebe in einem bestimmten Entwicklungsstadium befindet. Es tritt dann immer eine Schrumpfung des Stengelgewebes unterhalb der Stichstelle ein. Nun saugen die Thysanopteren nur an den parenchymatischen Strängen, ohne die Gefäßbündel zu verletzen. Die Unterbindung der Wasser- und Nährstoffzufuhr zu den höher gelegenen Pflanzenteilen erfolgt erst dadurch, daß beim Eintreten der Schrumpfung die bisher feste Führung des Stengels durch die Blattscheide gelockert wird. Der Druck des wachsenden unteren Stengelteils kann sich daher auch seitwärts auswirken, so daß Knickungen und Stauchungen auftreten müssen. Sind die Wandungen der Gefäße durch Inkrustierung genügend gefestigt, so wird anfangs noch ein gewisses Quantum Wasser nach oben durchdringen können, die Nährstoffzufuhr also nur eingeschränkt werden. Hierunter müssen in erster Linie die in Entwicklung begriffenen Blütchen leiden. Je stärker die Quetschungen an der Schrumpfstelle werden, desto geringer werden die durchgelassenen Wassermengen, so daß schließlich alle oberhalb gelegenen Pflanzenteile verdorren. So mit steht die Weißrispigkeit letzten Endes in direktem Zusammenhang mit der mechanischen Festigkeit gewisser Gewebe des Stengels, und zwar eines bestimmten Abschnittes des letzteren, den wir die *Gefahrenzone* nennen wollen.

Es ist ohne weiteres einleuchtend, daß Charakter und Ausdehnung der Gefahrenzone maßgebend für die Folge eines Befalles sind. Wir müssen uns daher fragen: Wodurch unterscheidet sich die Gefahrenzone von der übrigen in Streckung befindlichen Partie des Stengels, wie werden ihre Grenzen bestimmt, und wie weit gehören die sie charakterisierenden Momente zu den Erbeigentümlichkeiten der Pflanze? Wir wollen uns deshalb die Entwicklung der einzelnen Elemente innerhalb der intercalaren Wachstumszone genauer ansehen, und zwar hauptsächlich vom Gesichtspunkte ihrer mechanischen Festigkeit aus. Letztere wird von zwei Umständen bedingt: der Zellwandstärke und dem Grade der Verholzung. Dabei verstehen wir unter Verholzung ganz allgemein die Ablagerung inkrustierender Substanzen ohne weitere Berücksichtigung ihrer chemischen Eigenschaften. Bei unseren Untersuchungen bedienten wir uns hierbei teils der Färbung mikroskopischer Schnitte durch Phloroglucin + HCl, teils der Saffranin-Methode nach HERRMANN mit vorher-

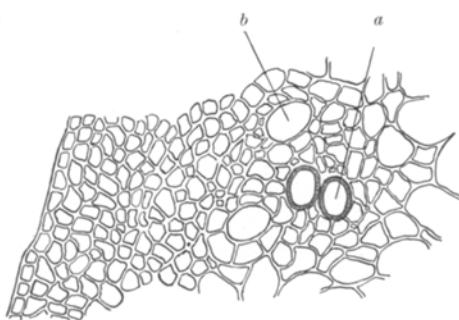


Abb. 1 A.

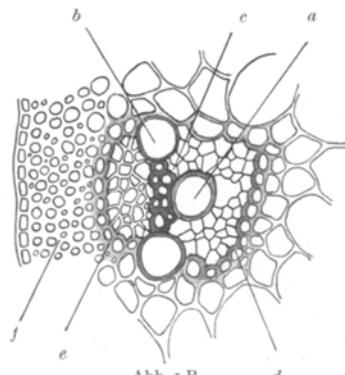


Abb. 1 B

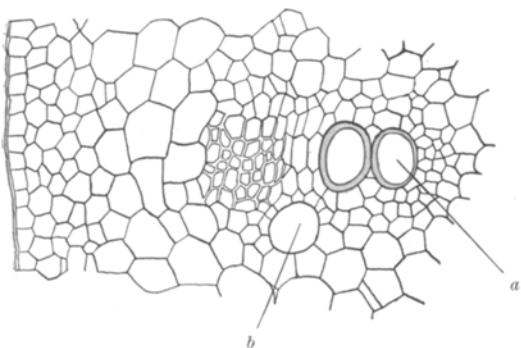


Abb. 2 A.

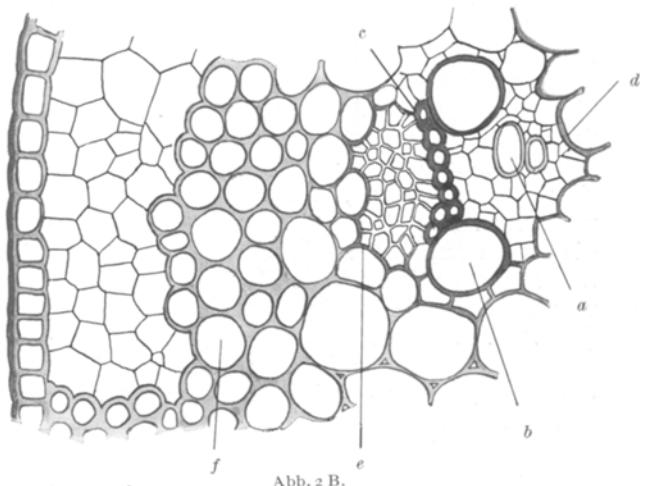


Abb. 2 B.

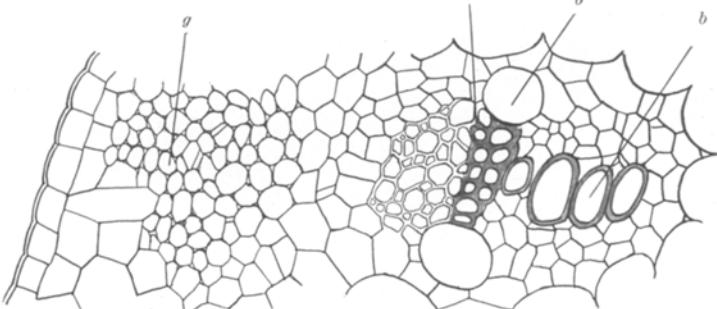


Abb. 3.

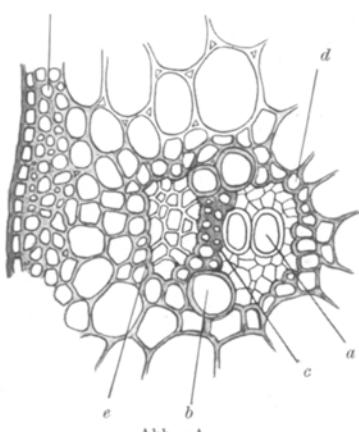


Abb. 4 A.

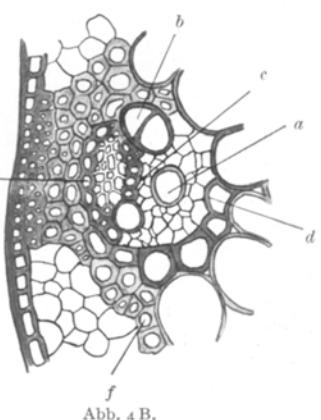


Abb. 4 B.

Abb. 1—4. Stengelquerschnitte in verschiedenen Abständen vom Stengelknoten. 1A. *Poa pratensis*, dicht über dem Knoten. 1B. *Poa pratensis*, 4cm über dem Knoten. 2A. *Arrhenatherum elatius*, dicht über dem Knoten. 2B. *Arrhenatherum elatius*, 5 cm über dem Knoten. 3. *Dactylis glomerata*, 1 cm über dem Knoten. 4A. *Lolium perenne*, 1 cm über dem Knoten. 4B. *Lolium perenne* 4 cm über dem Knoten. Leitz OK. 1, Obj. 4.
Original.

a = Spiralgefäß; b = Tracheen; c = Skleremchymbrücke; d = innere, g = äußere Bastscheide des Gefäßbündels; f = subcorticaler Bastrang; e = kollenchymatisches Zwischenstadium des Bastringes.

gehender Tanninbeize und nachfolgender Differenzierung durch angesäuerten Alkohol.

Alle von uns bisher untersuchte Grassorten zeigen in großen Zügen dasselbe Bild: Kurz oberhalb des Halmknotens ist das Gewebe überhaupt noch sehr wenig differenziert. In den Gefäßbündeln sind sogar die beiden, sonst für die Gramineen so charakteristischen Tracheen häufig kaum als solche zu erkennen (siehe Abb. 2 A). Eine deutliche Verholzung zeigen nur die Wandverdickungen der Ring- und Spiralgefäß(e) (siehe Abb. 1). Unterschiede in den Zellwandstärken sind nur in einigen Fällen zu konstatieren (vgl. die Epidermis bei Abb. 1 A und 5 A). Etwas höher, vom Knoten aus gerechnet, beginnt eine Brücke von sklerenchymatischen Elementen zwischen den beiden, nunmehr deutlichen Tracheen sich zu entwickeln (Abb. 3 c). Zugleich fangen bei manchen Grasarten die Gewebe-Partien, welche später den subcorticalen Bastring bilden sollen, an, sich kollenchymatisch zu verändern. Es treten zunächst Zwickelverdickungen auf (Abb. 3 g), die sich allmählich ausbreiten, so daß schließlich die ganzen Zellwände gleichmäßig verdickt erscheinen (Abb. 1 B. f). Eine Verholzung dieser Partien beginnt aber erst später. Wieder etwas höher setzt die Inkrustierung der Wandverdickungen bei den Tracheen ein und die Bastscheiden um die Gefäßbündel treten deutlich hervor, besonders an der dem Stengellinnern zugewandten Seite. Schließlich gelangen wir in eine Zone, wo die Verholzung des subcorticalen Bastrings beginnt. Hier müssen wir 2 Fälle unterscheiden: Einmal sehen wir, wie der Bastring auf seiner ganzen Breite gleichmäßig verholzt, die anliegende Epidermis aber nicht (z. B. bei *Poa* und *Dactylis*); das andere Mal fängt die Verholzung an der Außenseite der Epidermis an, um sich dann von dort aus über den Bastring auszubreiten (z. B. bei *Lolium*, Abb. 4). Auf Grund der Untersuchung eines zahlenmäßig sehr umfangreichen Materials konnte nun festgestellt werden, daß eine Stengelschrumpfung nicht mehr eintritt, wenn die Stichverletzung an einer Stelle stattfindet, die anatomisch folgendermaßen charakterisiert ist: Die Sklerenchymbrücke zwischen den Tracheen ist voll ausgebildet, ebenso die Bastscheide um die Gefäßbündel, der subcorticale Bastring beginnt zu verholzen. Damit ist auch die obere Grenze der Gefahrenzone gegeben. Ihre untere Grenze liegt theoretisch kurz über dem Stengelknoten. Tatsächlich befindet sie sich aber dort, wo die Blattscheide sich nicht mehr dicht genug um den Stengel schließt, um ein Vordringen der nahrungssuchen-

den Insekten zu verhindern. Dieser Umstand ist sehr wichtig, denn auch eine kurze Gefahrenzone kann der Ausgangspunkt schwerwiegender Beschädigungen werden, wenn sie leicht zugänglich ist, wogegen eine ausgedehnte Gefahrenzone, die durch eine sie eng umgebende Blattscheide gut geschützt ist, viel von ihrer Gefährlichkeit verliert.

Die oben geschilderten Entwicklungsstadien der einzelnen Gewebeelemente des Grasstengels zeigen nun sehr verschiedene räumliche Ausdehnung, die in Abhängigkeit von der Grasart, dem Ernährungszustand und der Jahreszeit stehen. Es ist bekannt, daß wir unter unseren Kulturgräsern Arten haben, die fast nie unter Weißspigkeit als Folge von Thysanopterenbefall zu leiden haben. Hierher gehören z. B. *Lolium perenne* und *Festuca rubra*. — Entsprechend unseren obigen Ausführungen finden wir bei diesen beiden Arten eine sehr kurze Gefahrenzone. Vor allem geht die Entwicklung der Epidermis und des subcorticalen Bastringes sehr schnell vor sich. Dadurch wird selbst bei starkem Befall ein Zusammenschrumpfen des Stengels unmöglich gemacht und angestochene und ausgesogene Parenchympartien bilden sozusagen eine isolierte Erscheinung, die sich nicht weiter auswirken kann. Zu den mäßig anfälligen Arten rechnen wir *Dactylis glomerata*. Dieses Gras hat — besonders im Frühling — eine recht lange Streckungszone, die Gefahrenzone ist aber gering, da die Schutzgewebe der Gefäßbündel verhältnismäßig bald verholzen. Auffallenderweise bleibt die Epidermis sehr lange zart und dünnwandig, noch weit über die Gefahrenzone hinaus. Stark anfällig sind *Poa pratensis* und jedenfalls einige Exemplare von *Arrhenatherum elatius*, die wir beobachten konnten. Beide Gräser weisen eine sehr in die Länge gezogene Gefahrenzone auf, die mitunter bis 8 cm erreichen kann. Besonders bei *Poa* ist es auffällig, daß das Bastgewebe verhältnismäßig schnell seine endgültige Wandstärke erreicht, aber erst viel später zu verholzen beginnt. Das Dickenwachstum der Zellwände des Bastes bei *Dactylis* z. B. geht viel langsamer vor sich und wird durch ein kollenchymatisches Zwischenstadium eingeleitet, das bisher noch nicht an allen übrigen Grasarten nachgewiesen werden konnte. — Die Gefahrenzone kann somit gewissermaßen als Interferenzerscheinung aufgefaßt werden, deren Zustandekommen von dem Verhältnis zwischen Wachstumsgeschwindigkeit und Geschwindigkeit der Verholzung abhängig ist. Dieses Verhältnis ist für die einzelnen Grasarten charakteristisch, gehört also zu ihren Erbeigentümlich-

keiten. Da es aber andererseits zwischen gewissen Grenzen schwankt, ist mit Bestimmtheit anzunehmen, daß es sich auch als Rassenunterschied feststellen lassen wird, zumal wir jetzt schon Rassen kennen, die in bezug auf die Schnelligkeit des Schossens ganz erhebliche Abweichungen voneinander zeigen. Für den Züchter ergeben sich daher folgende Richtlinien bei der Beurteilung der Widerstandsfähigkeit gegen Thysanopterenbefall:

1. Möglichst kurze Gefahrenzone, feststellbar entweder a) durch schnelle Entwicklung der Epidermis bzw. des subcorticalen Bastrings, oder b) durch schnelle Verholzung der Sklerenchymbrücke zwischen den Tracheen und der Bastscheide der Gefäße (siehe Abb. 5).

2. Möglichst festes Umschließen des Stengels durch die Blattscheide.

3. Langsames Schossen bei langer Blattscheide, schnelles Schossen bei kurzer Blattscheide.

Über den Einfluß der äußeren Bedingungen auf die einzelnen Komponenten der Resistenz wird demnächst berichtet werden. Prinzipiell können wir jetzt schon folgendes sagen: Die schnell wachsenden Frühjahrstrieben sind viel anfälliger, wie die langsam wachsenden Herbsttriebe derselben Pflanze. Das hängt aber nicht nur mit der geringen Ausdehnung der Gefahrenzone zusammen, sondern auch mit dem Umstande, daß im Herbst fast gar keine pathologisch wichtigen Thysanopterenlarven anzutreffen sind. Die voll entwickelten Thripse sind viel weniger gefährlich als die Larven, da sie meist viel lebhafter umherwandern und somit die von ihnen verursachten Stichstellen weiter voneinander entfernt sind. Die Larven dagegen röhren sich nur ungern vom Platz, gehen Schritt vor Schritt weiter, so daß sie häufig eine deutliche ring- oder spiralförmige Fraßspur hinterlassen. Bei einer derartigen Beschädigung ist natürlich die Wahrscheinlichkeit, ein für Schrumpfung disponiertes Stengelstück zu treffen, viel größer. Eine weitere Erscheinung, die auf die Folgen eines Insektenbefalls von einflußreicher Bedeutung sein kann, ist die Entstehung nekrotischer Gewebe in einiger Entfernung von der Stichstelle. Sie bilden gewissermaßen einen Schutzschirm, der das Innere des Pflanzenkörpers gegen den Infektionsherd zu abschließt. Vermutlich handelt es sich um einen Vorgang auf hormonaler Basis, aber die Untersuchungen hierüber sind vorläufig noch nicht über das Anfangsstadium gediehen. — Wir glauben jeden-

falls gezeigt zu haben, daß die verschiedenartigsten Zusammenhänge bei der Immunitätszüchtung in Frage kommen und daß hier, wie auf kaum einem andern Gebiet, die Zusammenarbeit verschiedener Spezialisten erforderlich

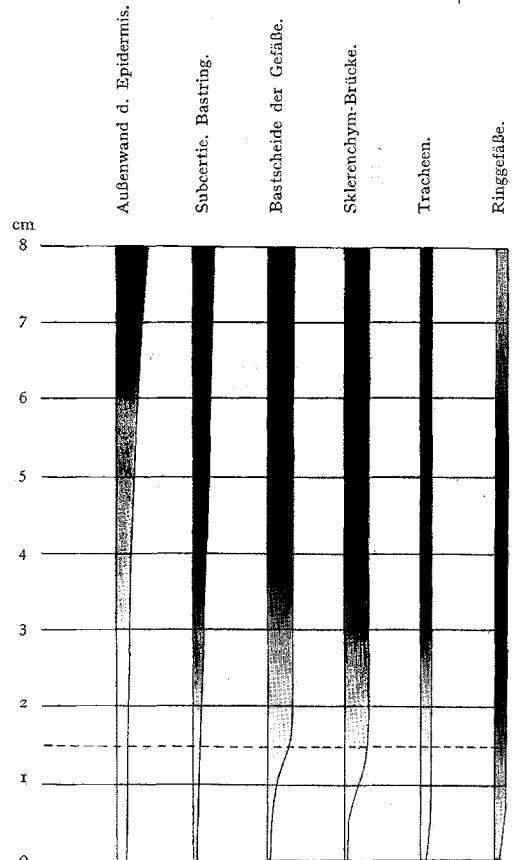


Abb. 5. Wandstärke und Verholzungsgrad einzelner Elemente des Stengels von *Dactylis glomerata*, in der Entfernung von 0–8 cm vom Stengelknopen. Schematisch dargestellt: Die Breite der Streifen entspricht den Wandstärken, die Intensität der Abschattierung dem Grad der Verholzung. Die punktierte Linie zeigt die obere Grenze der Gefahrenzone an. — Original.

ist, um zu praktisch verwertbaren Resultaten zu kommen.

Daß solches nur durch weitgehende Unterstützung von seiten öffentlicher, staatlicher Institute erreichbar ist, ergibt sich von selbst. Private Stellen werden wohl nur in Ausnahmefällen über genügend geschultes Personal und die nötigen technischen Einrichtungen verfügen. Aber selbst da, wo die äußeren Bedingungen gegeben sein sollten, wird der Zeitmangel stets ein unüberwindliches Hindernis für die Durchführung der häufig genug rein theoretischen Arbeiten bilden.