

Beizung nach Schadschwellen: Ergebnisse mit Sommerweizen

Walter WINTER, Andreas RÜEGGER, Irene BÄNZIGER und Heinz KREBS, Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau, Reckenholz (FAL), CH-8046 Zürich
 Peter FREI und Daniel GINDRAT, Station fédérale de recherches agronomiques, Changins (RAC), CH-1260 Nyon
 Fotos: Gabriela BRÄNDLE und Marcel HIRNER, FAL

Die Getreide-Saatgutbeizung nach Schadschwellen ist ein Ziel in der «Integrierten Produktion». Zweijährige Versuche haben gezeigt, dass man Sommerweizen im Mittelland ungebeizt aussäen kann, wenn ein vereinfachter Gesundheitstest nicht mehr als 10% befallene Körner mit *Fusarium nivale*, 30% infizierte Körner mit *Septoria nodorum* sowie 10 Stinkbrandsporen je Samen ergibt.

Die wichtigsten Weizen-Samenkrankheiten sind bei uns die Spelzenbräune (*Septoria nodorum*), der Schneeschimmel (*Fusarium nivale*) und der Stinkbrand (*Tilletia caries*). Provisorisch festgelegte Schadschwellen für die Getreide-Saatgutbeizung gibt es in der Schweiz seit 1981 (Häni) und 1989 (Winter *et al.*). Zur Überprüfung dieser Schadschwellen für Sommerweizen wurden 1995 und 1996 Parzellenversuche in verschiedenen Regionen angelegt. Diese Resultate sowie der entsprechende angewandte vereinfachte Gesundheitstest werden vorgestellt und besprochen.

Schäden durch Pilzbefall

Bei einem starken Saatgutbefall mit *Septoria nodorum* werden die Keimscheide (Koleoptile) und Wurzeln im Wachstum reduziert, das verursacht wiederum Aufwuchsschäden (Abb. 1 und 2). *Fusarium nivale* (Schneeschimmel) beeinträchtigt bei kühlen Temperaturen die Keimfähigkeit und den Pflanzenaufwuchs (Abb. 3 und 6). Der Stinkbrand ist besonders gefährlich wegen seiner Toxizität und seiner raschen Verbreitung: die Brandsporen der befallenen Ähren kontaminieren die gesunden Samen beim Dreschen und infizieren nach der Saat wiederum die Keimlinge (Keimlingsinfektion). Anstelle von gesunden Ähren entstehen Brandähren mit Brandkörnern (Abb. 4).

Schneeschimmel-Saatgutbefall und Keimfähigkeit

Eine Beizung nach Schadschwellen ist nur möglich, wenn rasche und einfache Gesundheitstests zur Verfügung stehen. Wir

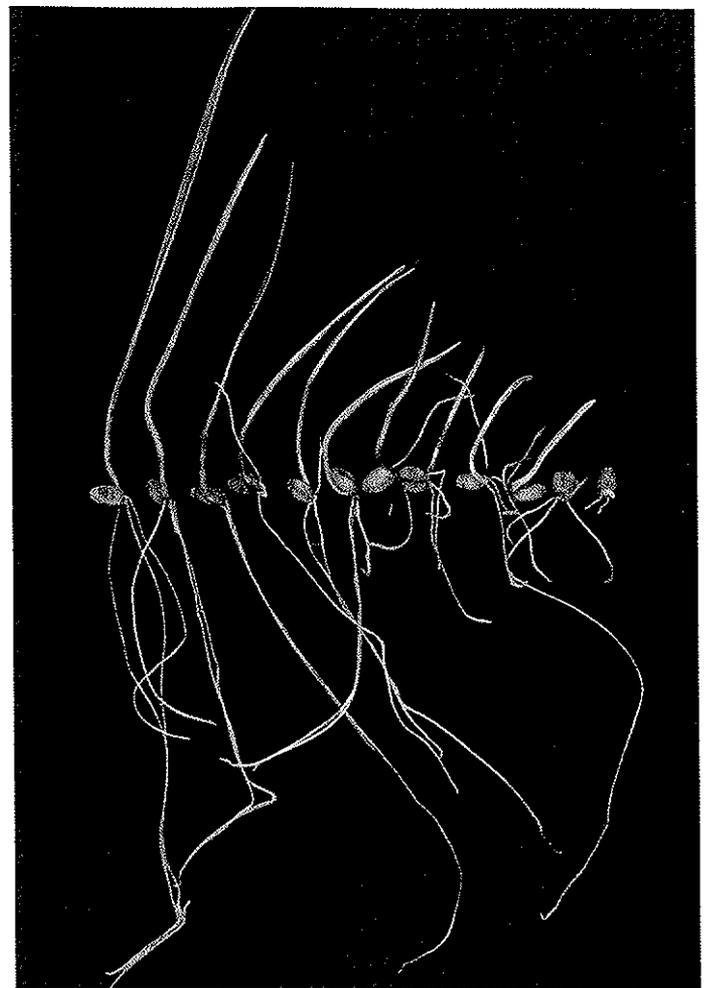
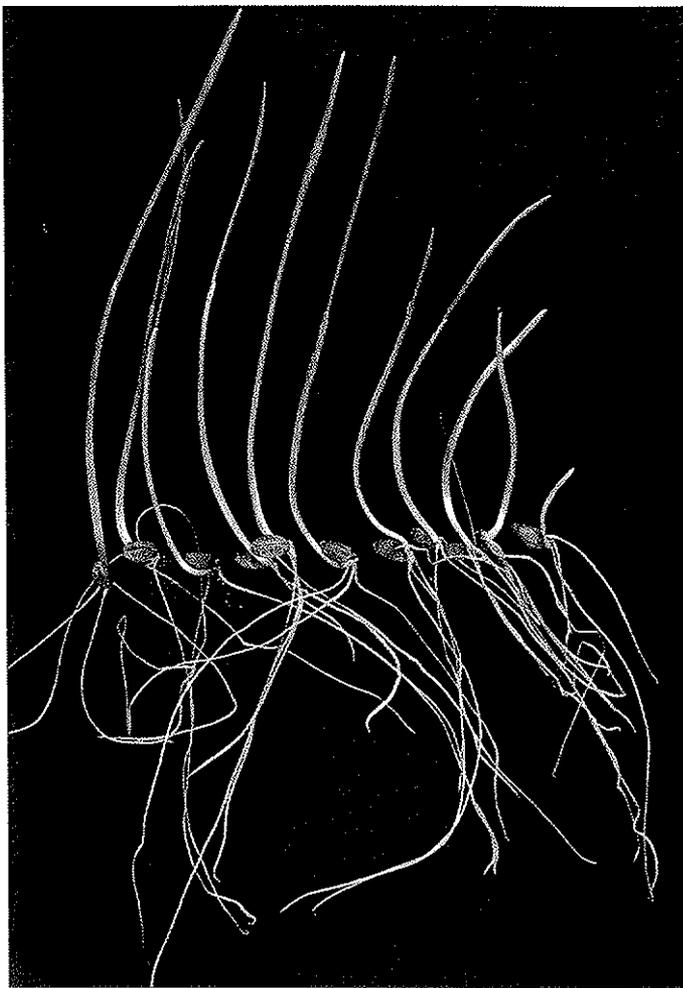
verwenden deshalb den leicht modifizierten Keimfähigkeitstest der ISTA (International Seed Testing Association) 1996, um sowohl die Keimfähigkeit als auch den Schneeschimmel-Befall zu ermitteln. Dabei werden die Weizenkörner auf feuchtem Filterpapier ausgelegt, während fünf Tagen einer kühlen Temperatur von 10°C ausgesetzt und anschliessend bei 20°C drei Tage wachsen gelassen (Abb. 5). Dieser modifizierte Keimtest wird im folgenden als «ISTA-Keimtest» bezeichnet. Der

F. nivale-Saatgutbefall wurde bei 80 Proben mit diesem Test und dem exakten Malzgartest ermittelt. Die Ergebnisse beider Tests stimmten mit wenigen Ausnahmen allgemein gut überein.

Ein starker Befall mit *Fusarium nivale* führt zu vielen deformierten anomalen Keimlingen (Abb. 6), die gemäss ISTA als nicht keimfähig bewertet werden müssen. Die Anzahl dieser anomalen Keimlinge sowie der nicht gekeimten Samen mit einem sichtbaren weiss-rosa Pilzmyzel entspricht dem prozentualen Befall mit *F. nivale*. Die durch den Schneeschimmelpilz verursachten Symptome treten aber nur deutlich auf, wenn beim Keimtest die Vorkühlphase angewendet wird. Ohne Vorkühlphase wurde der *F. nivale*-Befall von 25 Sommer-Weizenproben im Durchschnitt um 13% unterschätzt.



Abb. 1. Stark mit dem Spelzenbräunepilz *Septoria nodorum* befallene Weizenkörner: Ein grauweisses Pilzgeflecht mit vielen dunklen Fruchtkörpern besiedelt die Samen und den Nährboden im Gesundheitstest.



Tab. 1. Schadschwellenversuche 1995 und 1996 mit Sommerweizen «Lona»

% befallene Körner im Saatgut mit:	1995						1996									
	Anzahl Pflanzen pro Laufmeter						Anzahl Pflanzen pro Laufmeter									
Schneeschimmel (<i>Fusarium nivale</i>)	Zürich- Reckenholz	*P=5%	Ellighausen	P=5%	Changins- Nyon	P=5%	Alle Orte	P=5%	Zürich- Reckenholz	P=5%	Ellighausen	P=5%	Changins- Nyon	P=5%	Alle Orte	P=5%
6	U=55 A G=64 A		U=76 A G=77 A		U=47 A G=51 A		U=59 A G=64 A		U=59 A G=62 A		U=69 A G=67 A		U=56 A G=54 A		U=61 A G=61 A	
12									U=57 A G=60 A		U=59 B G=63 A		U=45 B G=54 A		U=54 B G=59 A	
17	U=43 A G=60 A		U=69 A G=70 A		U=41 B G=55 A		U=51 B G=62 A									
22											U=53 B G=64 A		U=38 B G=60 A		U=48 B G=62 A	
35									U=50 A G=56 A		U=53 B G=62 A		U=35 B G=55 A		U=46 B G=58 A	
Spelzenbräune (<i>Septoria nodorum</i>)																
2									U=59 A G=62 A		U=69 A G=67 A		U=56 A G=54 A		U=61 A G=61 A	
6	U=55 A G=64 A		U=76 A G=77 A		U=47 A G=51 A		U=59 A G=64 A									
19	U=53 A G=55 A		U=65 A G=70 A		U=46 A G=51 A		U=55 A G=59 A									
31	U=64 A G=65 A		U=71 A G=75 A		U=46 A G=48 A		U=60 A G=63 A									
40									U=57 A G=64 A		U=62 B G=71 A		U=47 B G=55 A		U=55 B G=63 A	

Pflanzenauflauf bei ungebeiztem und gebeiztem zertifiziertem Saatgut mit unterschiedlichem Befall von Schneeschimmel (*Fusarium nivale*) und Spelzenbräune (*Septoria nodorum*). Grün: Keine gesicherten Unterschiede zwischen ungebeizt und gebeizt. Rot: Gesicherte Unterschiede zwischen ungebeizt und gebeizt. U=ungebeizt; G= Beret 050 gebeizt (400 ml je 100 kg Saatgut). *Signifikanz-Test: DUNCAN P=5%. Werte mit den gleichen Buchstaben sind nicht signifikant verschieden.

Abb. 2. 4 Der Spelzenbräunepilz *Septoria nodorum* beeinträchtigt im Gegensatz zu *Fusarium nivale* weniger die Keimfähigkeit als vielmehr die Vitalität der Weizenkeimlinge: Eine langsame Keimung kann bei stark befallenem Saatgut die Koleoptilen und Wurzellänge stark reduzieren, was wiederum Auflaufschäden verursacht. Links: Gesunde Weizenkeimlinge von gebeiztem Saatgut, rechts verkümmerte und verbräunte Weizenkeimlinge von stark befallenem ungebeiztem Saatgut.

Die enge Beziehung zwischen der Keimfähigkeit beim «ISTA-Keimtest» und dem Befall mit *F. nivale* ist aus Abbildung 7 ersichtlich (Korrelation $r = -0,97$). Vergleichbar eng ist auch die Beziehung zwischen dem Feldaufgang und dem Befall mit samenbürtigem Schneeschimmel (Ellighausen $r = -0,76$; Changins-Nyon $r = -0,92$). Die in Abbildung 7 gezeigten Resultate werden durch frühere Untersuchungen mit Sommerweizen Kolibri bestätigt (Winter *et al.* 1989): Je höher der Befall mit *F. nivale*, umso schlechter sind die Keimfähigkeit im «ISTA-Keimtest» und das Auflaufen auf dem Feld. Ungebeiztes Saatgut mit einem Befall von mehr als 10 bis 15 % *F. nivale* erreicht die Mindestkeimfähigkeit von 85 % nicht mehr und kann darum für die unbehandelte Aussaat nicht zertifiziert werden. Aus diesem Grund darf die Schadschwelle für *F. nivale* nicht wesentlich über 10 % liegen.

Gesundheitstest: Spelzenbräune und Stinkbrand

Bei der Spelzenbräune wurden die Körner mit dem Fluoreszenztest auf Befall untersucht (Abb. 8). Beim Stinkbrand wurden die Körner in einer 0,2%igen Natriumpyrophosphat-Lösung geschüttelt, danach durch einen 5 μm Millipore-Filter filtriert und die Anzahl Sporen je Korn bei 100facher Vergrößerung ausgezählt (Modifizierter ISTA-Test 1984).

Schadschwellen für Sommerweizen

Die Parzellenversuche wurden 1995 und 1996 mit Sommerweizen Lona (Frühjahrssaat) in Zürich-Reckenholz, ZH (440 m ü. M.), Ellighausen, TG (510 m ü. M.) und Changins-Nyon, VD (415 m ü. M.) durchgeführt. Das zertifizierte Saatgut war mit *Fusarium nivale* und *Septoria nodorum* infiziert: Für die vorliegenden

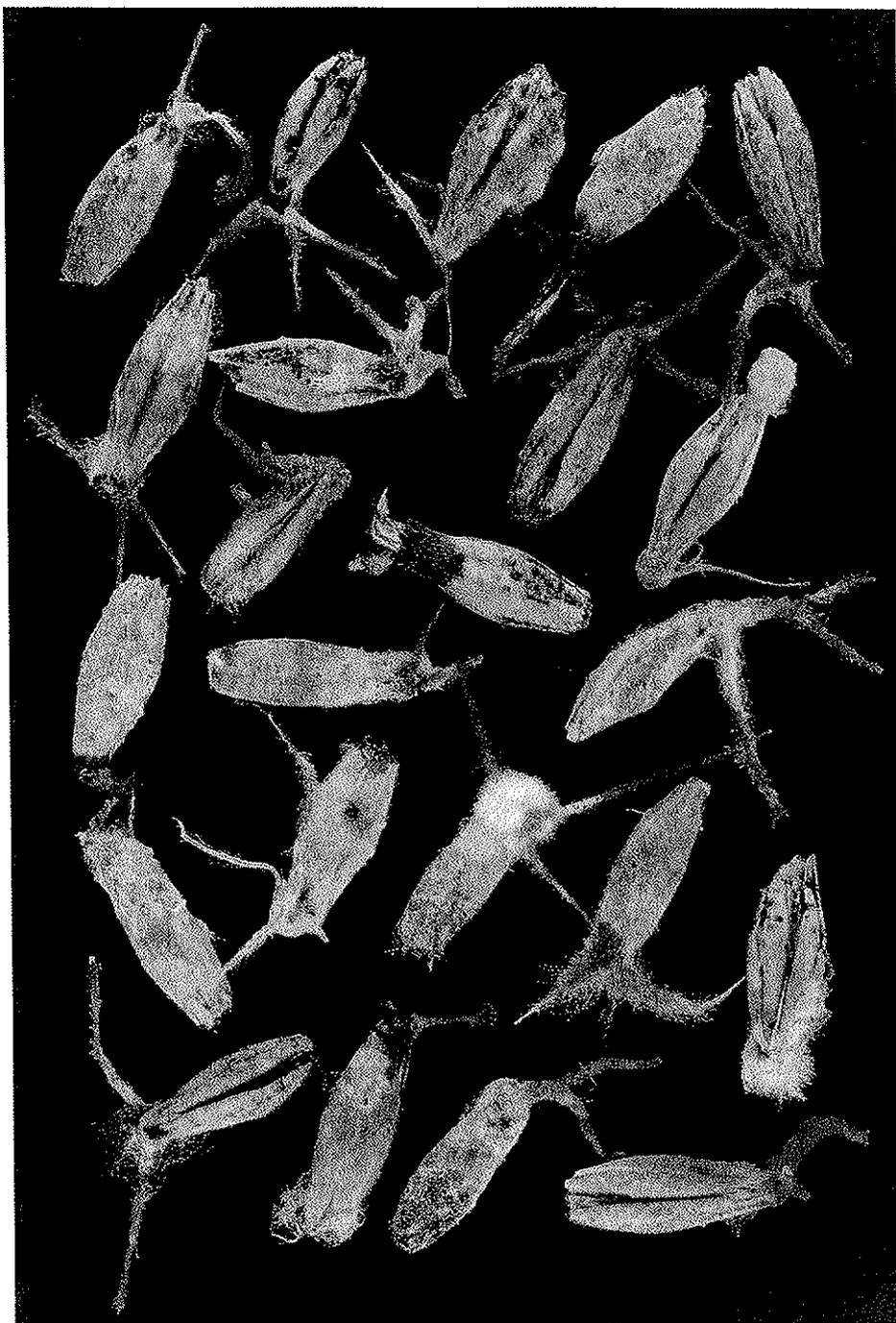


Abb. 3. Stark mit dem Schneeschimmelpilz *Fusarium nivale* (rötlicher Pilzbelag auf den Körnern und Wurzeln) befallene Gerstenkörner nach dem Gesundheitstest im Labor. Durch das Absterben von Keimlingen und Wurzeln verursacht der Pilz Keim- und Auflaufschäden.

Untersuchungen wurden Saatgutposten verschiedener Regionen und Befallsstufen ausgewählt. Sie betrug 6, 12, 17, 22 und 35 % befallene Körner mit *F. nivale* sowie 2, 6, 19, 31 und 40 % befallene Körner mit *S. nodorum*. Jede Befallsstufe wurde ungebeizt und mit Beret 050 FS gebeizt (400 ml je 100 kg Saatgut) ausgesät. Nach der Saat haben wir in allen Versuchen die Anzahl aufgelaufener Pflanzen, Ährenzahl und den Ertrag erhoben. In zwei Versuchen wurde zusätzlich die Triebzahl ermittelt. Zur statistischen Ab-

sicherung von Mittelwertsdifferenzen verwendeten wir den multiple-range-Test nach Duncan.

Pflanzenauflauf

Im «gesunden» Saatgut (Körnerbefall: 6 % *F. nivale* oder 2 % *S. nodorum*) war die Anzahl aufgelaufener Pflanzen bei ungebeizt und gebeizt gleich. Bereits mit 12 % *F. nivale*-befallenen Körnern wurden Auflaufschäden beobachtet: bei gebeizt gab es gesichert mehr Pflanzen als

Arina



Abb. 4. Der Stinkbrand (*Tilletia caries*) tritt bereits nach der Milchreife auf: Winterweizen Arina. Links: gesunde Körner; rechts: die Körner wurden durch eine schwarze schmierige Masse (Brandsporen), mit stinkendem, fischigem Geruch ersetzt. Beim Dreschen kontaminieren diese Sporen die gesunden Weizenkörner und infizieren nach der Saat die Keimlinge.

bei ungebeizt. *S. nodorum* beeinträchtigte den Pflanzenaufbau bedeutend weniger als *F. nivale*. Erst bei 40% befallenen Körnern wurden 1996 gesichert mehr Pflanzen bei gebeizt – verglichen mit ungebeizt – festgestellt (Tab. 1). Diese Resultate bestätigen frühere Ergebnisse.

Trieb- und Ährenzahl

Schlecht aufgelaufene Pflanzenbestände können zum Teil durch eine stärkere Bestockung ähnliche Triebzahlen pro Flächeneinheit erreichen wie gut aufgelaufene Bestände. In den Versuchen Zürich-Reckenholz und Ellighausen war dies der Fall: Die Unterschiede zwischen den Verfahren gebeizt und ungebeizt waren auch bei den höheren Befallsstufen nicht mehr gesichert.

Wie schon die Triebzahl, war auch die Ährenzahl pro Laufmeter zwischen den Befallsstufen sowie zwischen gebeizt und ungebeizt mit einer Ausnahme nicht gesichert.

Ertragserhebungen

Im Jahre 1995 gab es in unseren Versuchen bei allen Befallsstufen keine gesi-

cherten Ertragsdifferenzen zwischen ungebeizt und gebeizt: Mittlerer Ertrag bei gebeizt 46; bei ungebeizt 47 kg/a. In Zürich-Reckenholz und in Changins-Nyon

verhinderte die Beizung 1996 bei 35% *Fusarium nivale*-befallenen Körnern einen gesicherten Ertragsausfall von 8% (Mittel gebeizt 54, ungebeizt 50 kg/a). In Ellighausen wurden in der gleichen Befallsstufe bei gebeizt 65, bei ungebeizt 62 (-5%) kg/a gemessen.

In den sechs Versuchen der Jahre 1995 und 1996 gab es in dem Verfahren «gesund» (weniger als 10% befallene Körner mit *F. nivale* und *S. nodorum*) im Mittel bei gebeizt 51,5, bei ungebeizt 51 kg/a. Bei einem *F. nivale*-Saatgutbefall von 17 bis 35% betrug der mittlere Ertrag bei gebeizt 51 kg, bei ungebeizt 49 kg/a (-4%). Bei 30 bis 40% *S. nodorum* befallenen Körnern wurden bei gebeizt 51, bei ungebeizt 50 kg/a (-2%) gemessen.

Stinkbrand

In der Literatur findet man keine genauen Angaben über die Anzahl Brandsporen pro Korn, die für eine Infektion notwendig sind. Sie schwanken von 1 bis 5'000 Sporen pro Korn (Schweyda 1996). Sortenanfälligkeit und Witterungsverhältnisse zum Zeitpunkt der Infektion beeinflussen die Schadschwelle sehr stark. Nach bayerischen Angaben (Fuchs *et al.* 1995) dürften etwa 10 bis 20 Brandsporen pro Korn tolerierbar sein. Aufgrund dieser Angaben und eigener Untersuchungen wird bei uns zurzeit eine provisorische Schadschwelle für Weizen und Dinkel von 10 Sporen je



Abb. 5. Sommerweizen Lona. Mit dem «ISTA-Keimtest» auf Filterpapier kann gleichzeitig der Befall mit samenbürtigem Schneeschimmel (*Fusarium nivale*) ermittelt werden. Links: gesundes Saatgut. Rechts: mit Schneeschimmel befallenes Saatgut.



Abb. 6. Weizenkeimlinge aus dem «ISTA-Keimtest». Links: normaler, gesunder Keimling. Rechts: mit Schneeschimmel (*Fusarium nivale*) infizierte, anomale Keimlinge. Die Keimwurzeln und die Keimscheide (Koleoptile) sind braun und stark verkürzt oder fehlen praktisch vollständig.

Samen angewendet. Saatgutposten, die diese Grenze überschreiten, müssen behandelt werden. Weitere Untersuchungen im Felde mit unterschiedlichen Sporenkonzentrationen je Samen bei einer anfälligen Sorte sind notwendig.

Folgerungen und Praxisempfehlungen

Schadsschwellenwerte: Je höher der Saatgutbefall mit Schneeschimmel, umso schlechter war die Keimfähigkeit im Labor und das Auflaufen auf dem Feld. Der Pflanzenauflauf wird bereits bei niedrigem Befall beeinträchtigt. Die Schadschwelle für *Fusarium nivale* wird daher bei maximal 10% befallenen Körnern belassen. Eine vergleichbare Schadschwelle von 15% wird in Dänemark (Nielsen und Scheel 1995) und Norwegen (Brodal und Røsok 1995) empfohlen. Die Spelzenbräune reduzierte die Keimfähigkeit und den Pflanzenauflauf weniger als *F. nivale*. Der Schwellenwert für *Septoria nodorum* kann – basierend auf unseren Ergebnissen – von 20% auf 30% befallene Körner angehoben werden. Mit

dieser Schadschwelle liegen wir deutlich höher als Norwegen mit 5% (Brodal und Røsok 1995). *S. nodorum* spielt aber in Norwegen eine untergeordnete Rolle und wurde mangels genügender Versuchsergebnisse provisorisch einmal tief angesetzt. Unsere Schadschwellen haben empfehlenden Charakter und werden laufend den neuen Erkenntnissen angepasst. Es muss darauf hingewiesen werden, dass nur zweijährige Resultate mit einer Sommerweizensorte vorliegen. Die Untersuchungen werden nun bei Winterweizen weitergeführt.

Saatgutbefall und Ertrag: Nur aufgrund der Erträge lassen sich keine zuverlässigen Schadschwellen festlegen. Unterschiedliche Saatgut-Befallsstärken und Kompensationsvermögen einer Sorte können sich je nach Witterungsverhältnissen und Anbauort sehr verschieden auswirken. Beim Pflanzenauflauf festgestellte Unterschiede können dadurch ausgeglichen oder aber verstärkt werden. Bei «gesundem» Saatgut (weniger als 10% befallenen Körnern mit *F. nivale* und *S. nodorum*) waren sowohl die Anzahl aufgelaufener Pflanzen und die Erträge bei ungebeizt und gebeizt ebenbür-

tig. Besonders bei stark befallenem Saatgut durch *F. nivale* konnte die Beizung gegenüber ungebeizt einen Ertragsverlust (Maximum -8%) verhindern. Gesundes ungebeiztes Saatgut erbrachte den gleichen Ertrag wie gebeiztes krankes Saatgut (Mittel: 51 kg/a).

Aussaat: Unsere Ergebnisse zeigen, dass die Verwendung von mit *F. nivale* und *S. nodorum* befallenem Saatgut nicht immer zu einer Ertragsreduktion führen muss. Da aber gesundes Saatgut immer zu einem guten Feldaufgang führte und dieser die erste Voraussetzung für die Ertragssicherheit ist, empfehlen wir folgendes zu beachten: Für die Aussaat von ungebeiztem Saatgut im Mittelland (bis 700 m ü.M.), dürfen die Schadschwellen von 10% befallenen Körnern mit *Fusarium nivale* und 30% infizierten Körnern mit *Septoria nodorum* sowie 10 Stinkbrandsporen je Samen nicht überschritten werden. Werden diese Schadschwellen überschritten, sollte das Saatgut chemisch gebeizt oder nicht chemisch behandelt werden (z.B. Warmwasserbehandlung). In bekannten Schneeschimmellagen (bodenbürtig) sollte das Saatgut nur gebeizt ausgesät werden.

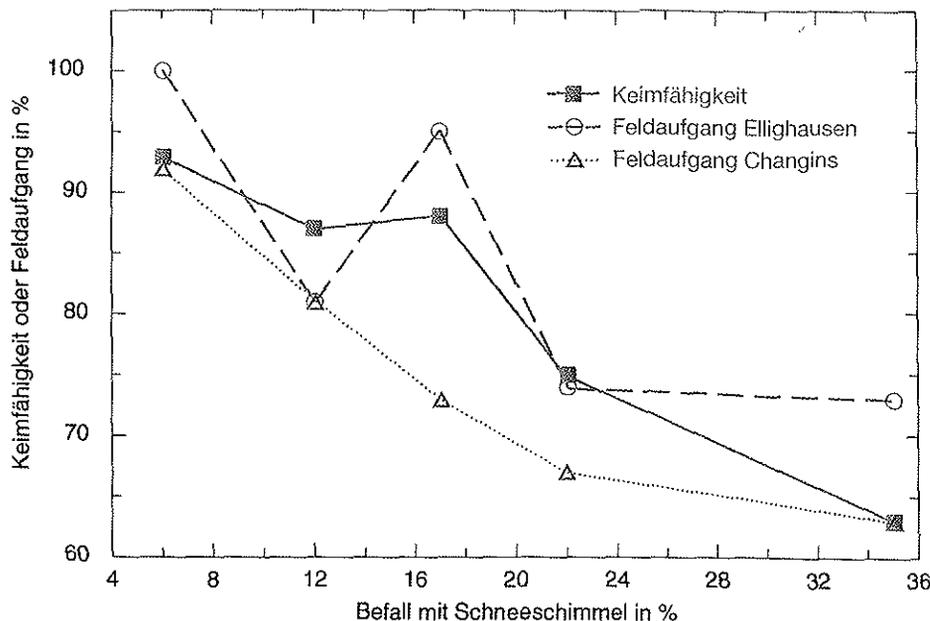


Abb. 7. Beziehung zwischen dem Saatgutbefall mit Schneeschimmel (*Fusarium nivale*), ermittelt mit dem «ISTA-Keimtest» und der Keimfähigkeit ($r = -0,97$) sowie dem Feldaufgang in Ellighausen ($r = -0,76$) und in Changins-Nyon ($r = -0,92$) bei Sommerweizen Lona. Die Werte des Feldaufganges bei den verschiedenen *F. nivale*-Befallsstufen der Jahre 1995 und 1996 in Tabelle 1 sind hier in Prozent des Sollbestandes umgerechnet worden (Ellighausen: 400 Pflanzen/m² = 100%; Changins: 400 Pflanzen/m² = 100%).

Wenn beabsichtigt wird, einen Sommerweizen-Saatgutposten **ungebeizt** auszusäen, sollte er vorher auf seinen Gesundheitszustand untersucht werden. Die FAL ist auf Verlangen und gegen Entschädigung dazu in der Lage. Ein vorgängiger Test auf Besatz mit Brandsporen wird auch für zertifiziertes ungebeiztes Winterweizen- und Dinkelsaatgut empfohlen.

LITERATUR

Brodal G. and Røskov H., 1995. Thresholds for recommendations of fungicide treatment of cereal seed. Presentation of a research project in Norway - in: Seed Symposium Abstracts, 24 th International Seed Testing Congress, Copenhagen, ISTA Secretariat, Zürich, Switzerland.

Fuchs H., Voit B. und Rintelen J., 1995. Getreide-Saatgut für den ökologischen Landbau. *Schule und Beratung* 5, 20-22.

Häni F., 1981. Zur Biologie und Bekämpfung von Fusariosen bei Weizen und Roggen. *Phytopath. Z.* 100, 44-87.

ISTA, 1984. Working Sheet No. 53, ISTA Handbook on Seed Health Testing.

ISTA, 1996. International Rules for Seed Testing. Volume 24, Supplement.

Kietreiber M., 1981. Filterpapier-Fluoreszenztest für die Feststellung von *Septoria nodorum* in *Triticum aestivum* unter Berücksichtigung des in Keimruhe befindlichen Saatgutes. *Seed Sci. & Technol.* 9, 717-723.

Nielsen B. J. and Scheel Ch., 1995. Production of quality cereal seed in Denmark. ISTA- Pre-Congress Seminar on Seed Pathology, Copenhagen Programme and Summaries, ISTA Secretariat, Zürich, Switzerland.

Schweyda H.-J., 1996. Pathogene und fakultativ pathogene samenbürtige Pilze auf Saatgetreide aus

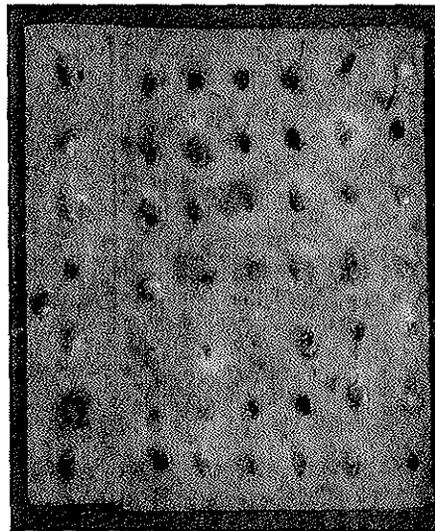


Abb. 8. Vereinfachter Gesundheitstest für *Septoria nodorum*: 100 Körner werden mit dem Fluoreszenztest auf Befall untersucht: Auf Filterpapier werden die Samen drei Tage bei +18°C, drei Stunden bei -20°C und danach bei +28°C vier Tage inkubiert. *S. nodorum* produziert spezifische Toxine, die bei Betrachtung im Licht nahe von Ultraviolett (Wellenlänge 366 nm) eine schwefelgelbe Fluoreszenz hervorrufen. In der Abbildung stark befallener Posten mit vielen Körnern, die gelb aufleuchten.

Baden-Württemberg: Biologie, Befallsituation Konsequenzen. Dissertation, Fakultät für Bio- und Geowissenschaften der Universität Karlsruhe, 200 S.

Winter W., Frey F., Gindrat D. und Miauton P., 1989. Muss Getreidesaatgut in der Schweiz gebeizt werden? *Landwirtschaft Schweiz* 2 (1-2), 21-30.

SUMMARY

Seed dressing with threshold values: Results with summer-wheat

In Switzerland, the most important seed-borne fungal pathogens of wheat are *Gerlachia nivalis* (= *Fusarium nivale*, snow mould), *Septoria nodorum* (damping-off) and *Tilletia caries* (common bunt). Field experiments showed that on certified summer-wheat seed up to 10% *F. nivale* and 30% *S. nodorum* can be tolerated without a loss in plant emergence or yield. From our observations and from literature we know that 10 *Tilletia caries*-spores per seed can be tolerated without problems. Seed lots respecting these threshold values can be sown untreated in the plain regions of Switzerland. This would save important amounts of seed fungicides. In the future, seed treatment of summer-wheat could be pathogen-oriented and decision for treatment should be based on threshold values.

KEY WORDS: threshold values, seed treatment, snow mould, glume blotch, common bunt, summer wheat

RÉSUMÉ

Traitement des semences d'après des valeurs-seuils: résultats des blés de printemps

En Suisse, les principaux champignons pathogènes du blé transmis par les semences sont: *Gerlachia nivalis* (= *Fusarium nivale*, moisissure des neiges), *Septoria nodorum* (maladie des plantules) et *Tilletia caries* (carie ordinaire). Des essais au champ ont montré qu'il était possible d'utiliser, dans les régions de plaine, de la semence certifiée de blé de printemps présentant des taux de contamination égaux ou inférieurs aux valeurs-seuils de 10% pour *G. nivalis*, 30% pour *S. nodorum* et de 10 spores de *T. caries* par grain. Il serait ainsi possible d'économiser des quantités non négligeables de fongicides. A l'avenir, le traitement de la semence de blé de printemps pourrait être décidé en fonction des agents pathogènes détectés et des taux de contamination.