

# Warmwasserbehandlung von Weizensaatgut

Walter WINTER, Irene BÄNZIGER, Heinz KREBS und Andreas RÜEGGER, Eidgenössische Forschungsanstalt für landwirtschaftlichen Pflanzenbau, Reckenholz (FAP), CH-8046 Zürich  
 Peter FREI und Daniel GINDRAT, Station fédérale de recherches agronomiques, Changins (RAC), CH-1260 Nyon

**Die Wirkung der Warmwasserbehandlung gegenüber sautgutübertragbaren Keimlings- und Auflaferregern, dem Stink- und Flugbrand und die Pflanzenverträglichkeit bei Weizen reicht von ausreichend bis sehr gut. Die wichtigsten Samenkrankheiten im Winterweizen sind der Schneeschimmel, die samenbürtige Spelzenbräune und der Stinkbrand. Zur Abklärung der Wirkung und der Pflanzenverträglichkeit werden seit zwei Jahren an der FAP und an der RAC Versuche mit Wasserbehandlungen im Vergleich zur chemischen Beizung durchgeführt.**

Im schweizerischen Anerkennungsverfahren werden für die Zertifizierung Weizen-Saatgutbestände auf verschiedene Brandarten kontrolliert. Gezielte Untersuchungen auf andere samenübertragbare Schaderreger werden aber nicht durchgeführt. Auch wird nicht – wie beispielsweise in Schweden und Norwegen – nur dann chemisch gebeizt, wenn ein bestimmter prozentualer Anteil der Samen mit Keimlings- und Auflaferregern befallen ist. Der Anteil an ungebeiztem Weizensaatgut nimmt bei uns zu: im Mittel etwa 1 %, bei der Sorte Galaxie etwa 5 %. Dadurch können lückige Bestände und bei Stinkbrandkontaminiertem Saatgut gefährliche Infektionsherde entstehen. Früher wurden Heiss- und Warmwasserbehandlungen zur Bekämpfung des Weizen- und Gerstenflugbrandes eingesetzt (Bovey 1979). Einzelne Saatzuchtgenossenschaften, vor allem Solothurn, haben beim Gerstenflugbrand wertvolle praktische Erfahrungen in der Anwendung der Warmwasserbehandlung gesammelt: Die

Wirkung gegen diese Krankheit wurde von der Praxis 1987 und 1988 als ausgezeichnet beurteilt. In unseren Versuchen wurden verschiedene Behandlungszeiten gewählt. Wirkungs- und Pflanzenverträglichkeits-Versuche erfolgten im Labor und im Felde. Da sich die Heisswasserbeizung (10 Minuten bei 52°C) öfters negativ auf die Pflanzenverträglichkeit bei Weizen auswirkte, werden im folgen-

den nur die Resultate der Warmwasserbehandlung vorgestellt.

## Samenbürtige *Septoria nodorum*

Die Keimfähigkeit des Forno-Saatgutes wurde bei einem Pilzbefall von 60 bis 90 % infizierten Körnern unterschiedlich beeinflusst. Meistens erreichten die gebeizten Proben den vorgeschriebenen Anerkennungswert von 90 %. Die Anzahl aufgelaufener Pflanzen im Felde wurde bei gebeizt gegenüber ungebeizt gesichert angehoben (Tab. 1).

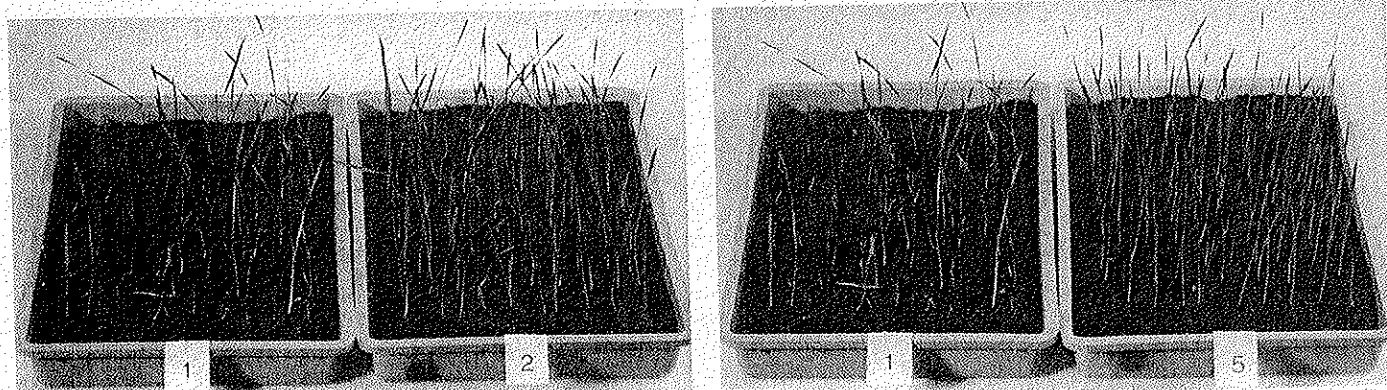
Im Filterpapier-Fluoreszenz-Test mit der Sorte Forno ergaben die Mittelwerte von zwei Versuchen: Ungebeizt 78 %, Beret 050 FS 54 %, Warmwasserbehandlung

**Tab. 1. Samenbürtige Spelzenbräune (*Septoria nodorum*)**

Einfluss der Warmwasserbehandlung auf die Keimfähigkeit und den Pflanzenauflauf im Felde bei Winterweizen Forno mit 60 bis 90 % befallenen Körnern. 4 Versuche 1992 und 1993 in Zürich-Reckenholz und Changins-Nyon.

Verfahren	Keimfähigkeit in %	Pflanzenauflauf in % (relativ)	P=5 %*
Ungebeizt	75 - 95	100	A
Beret 050 FS (400 ml/100 kg)	94 - 96	131 - 194	B
Warmwasser (45°C, 2 h)	88 - 91	128 - 177	B

Signifikanz-Test: DUNCAN P=5 %. Werte mit den gleichen Buchstaben sind nicht signifikant verschieden. \* Bezogen auf die Mittelwerte des Feldaufganges.



**Abb. 1. *Septoria nodorum*-Erdtest: Lückiger Pflanzenauflauf bei stark befallenen Saatgut von Winterweizen Forno (1). Während 2 Stunden mit 45°C warmem Wasser behandeltes Saatgut (5) wächst ebenso gut wie solches, das chemisch gebeizt wurde (2). (Fotos: Gabriela Brändle, FAP)**

**Tab. 2. Samenbürtiger Schneeschimmel (*Fusarium nivale*)**

Einfluss der Warmwasserbehandlung auf den Pflanzenauflauf und die Anzahl befallener Körner in Labortests bei verschiedenen Winterweizen-Sorten. 6 Versuche 1992 und 1993 in Zürich-Reckenholz.

Verfahren	Pflanzenauflauf in % im Erdtest (relativ)				Malzgartest:		
	25 % befallene Samen	P=5 %	45 % befallene Samen	P=5 %	% befallene Samen je 2 Versuche		Wirkung %
Ungebeizt	100	A	100	A	30	40	
Beret 050 FS (400 ml/100 kg)	114	B			2	2	94
Panoctine 40 (200 ml/100 kg)			155	B			
Warmwasser (45°C, 2 h)	113	B	155	B	2	5	90

Signifikanz-Test: DUNCAN P=5 %. Werte mit den gleichen Buchstaben sind nicht signifikant verschieden.

15 % befallene Körner. Die gleichen Proben zeigten im Filterpapier-Triebkrafttest durchschnittliche Keimlingslängen von 37, 63 und 61 mm. Die Intensität der Keimlingsverbräunung in diesen Versuchen betrug jeweils 34, 14 und 1 %. In gedämpfter Erde ergab die Sorte Forno mit 60 % infizierten Körnern folgende Resultate: Ungebeizt 44 %, Beret 050 FS 80 % und Warmwasserbehandlung 93 % aufgelaufene Pflanzen (Abb. 1). Die Unterschiede von gebeizt zu ungebeizt waren gesichert. Es wurden frühere Resultate bestätigt, wonach ein stärkerer Saatgutbefall bei Weizen weniger die Keimfähigkeit (% gekeimte Körner) als vielmehr die Triebkraft (Koleoptilenlänge per Zeiteinheit) und den Pflanzenauflauf im Felde beeinflusst (Winter *et al.* 1989).

Aus verschiedenen Labortests geht hervor (unpublizierte Daten), dass Beret 050 FS diesen Pilz nicht vollständig unterdrückt. Trotzdem sichert das Präparat dank hoher Triebkraft der gebeizten Körner einen guten Feldaufgang. Gegenüber Beret 050 FS hat die Warmwasserbehandlung zusätzlich den Vorteil, dass diese die Pilzsporen abtötet, womit spätere samenbürtige Infektionen des Keimlings ausbleiben.

### Samenbürtiger *Fusarium nivale* und *F. graminearum*

Bei einer mittleren bis starken *Fusarium nivale*-Körnerinfektion von 25 bis 45% war in allen durchgeführten Versuchen die Wirkung der Warmwasserbehandlung jener der chemischen Beizung ebenbürtig (Abb. 2). Im Erdtest wurde der Pflanzenauflauf durch die *F. nivale*-Bekämpfung gesichert verbessert. Diese gute Wirkung wurde auch in vier Malzgartests bestätigt (Tab. 2). Bei 70% *F. graminearum* - infizierten Körnern der Sorte Boval zeigte die Warmwasserbehandlung im Filterpapier- und Malzgartest eine sehr gute Wirkung.

### Stinkbrand

Der Befallsdruck war während der Versuchsjahre sehr hoch: 77 bis 261 Brandähren je m<sup>2</sup> oder 13 bis 49 % befallene Pflanzen in Zürich-Reckenholz, 107 bis 163 Brandähren je m<sup>2</sup> in Changins-Nyon (Tab. 3). Obwohl das gleiche kontaminierte Saatgut in allen Versuchen verwendet wurde, gab es bei der Warmwasserbehandlung grosse Wirkungsunterschiede. Die durchschnittliche Wirkung betrug

71 %. Bei Beret 050 FS lag sie bei 99 %. Auffallend war, dass in den Versuchen der Westschweiz deutlich bessere Wirkungsgrade als in der Deutschschweiz beobachtet wurden. Nach Heinze (1983) bewirkt eine Bodentemperatur von 5 bis 10°C den höchsten Anteil befallener Pflanzen. Nach Neuweiler (1928) sind während der ersten 10 Tage nach der Saat die Keimungsbedingungen der Körner ausschlaggebend für die Höhe des Brandbefalles: Bei Bodentemperaturen über 15°C wächst der Keimling der Pilzinfektion weitgehend davon. Die mittlere Bodentemperatur der ersten 10 Tage nach der Saat betrug in den Versuchsjahren in Reckenholz 8 bis 10°C, in Changins 11 bis 14°C. Auch während der nächsten 20 Tage war die Bodentemperatur in Zürich tiefer. Die Warmwasserbehandlung verursachte wahrscheinlich bei den Stinkbrandsporen eine teilweise temporäre reversible Keimhemmung. Wird der Auflauf der Pflanzen – wie im Falle Reckenholz – durch tiefe Bodentemperaturen verzögert, so klingt die Keimhemmung schon in der besonders kritischen, für Infektionen optimalen, Vorauflaufperiode ab. Im Falle der Westschweiz sind die Pflanzen schon vor dem Ablauf der Stinkbrandsporen-Keimungshemmung aufgelaufen und damit dem Befall entgangen.

### Flugbrand

Die Wirkungsprüfung erfolgte bei einem mittleren bis starken Befallsdruck: 2 bis 20 Brandähren je m<sup>2</sup>. Vitavax fluid bekämpfte die Krankheit vollständig in allen Versuchen. Die Warmwasserbehandlung zeigte in drei Versuchen eine durchschnittliche Wirkung von 91 %. Im Versuch 1992 der Westschweiz wirkte sie jedoch nicht (Tab. 4). Beim Flugbrand ist der Keim (Embryo) bei der Saat (im Ge-

**Tab. 3. Stinkbrand (*Tilletia caries*)**

Einfluss der Warmwasserbehandlung auf den Anteil Brandähren bei Winterweizen Arina und Galaxie. Körner-Kontamination: 1 Gramm Brandsporen je Kilogramm Saatgut. Feldversuche Reckenholz und Changins 1992 und 1993.

Verfahren	Versuchsort	1992 Sorte Arina				1993 Sorte Arina				1993 Sorte Galaxie			
		Befall in %	Brandähren je m <sup>2</sup>	P=5 %	Wirkung in %	Befall in %	Brandähren je m <sup>2</sup>	P=5 %	Wirkung in %	Befall in %	Brandähren je m <sup>2</sup>	P=5 %	Wirkung in %
Ungebeizt	Reckenholz	49	261	A		13	77	A		20	129	A	
	Changins		163	A			107	A			122	A	
Beret 050 FS (400 ml/100 kg)	Reckenholz	1	6	D	98	0,1	1	C	99	0	0	B	100
	Changins		0	B	100		0	B	100	0	0	B	100
Warmwasser (45°C, 2 h)	Reckenholz	28	155	BC	43	5	33	AB	57	6	38	AB	70
	Changins		24	B	85		12	B	89		14	B	88

Signifikanz-Test: DUNCAN P=5 %. Werte mit den gleichen Buchstaben sind nicht signifikant verschieden.

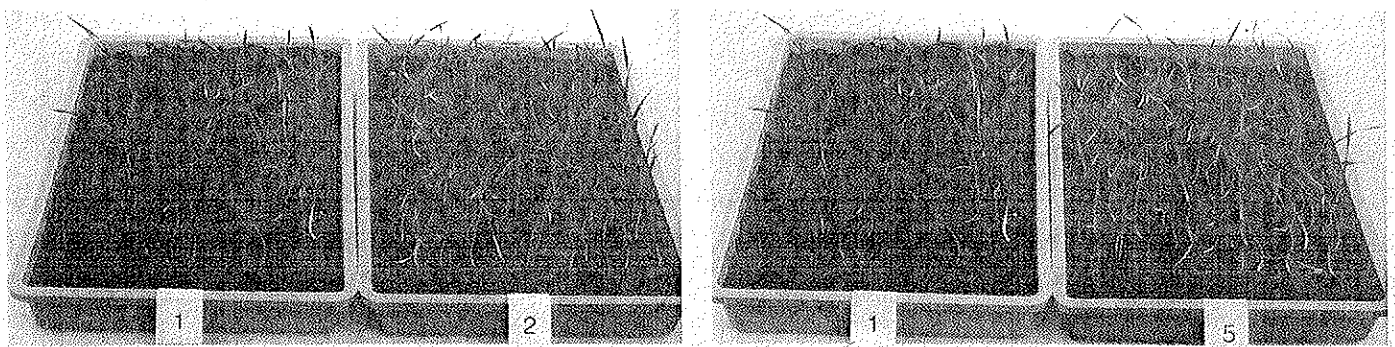


Abb. 2. *Fusarium nivale*-Erdtest: Winterweizen-Sortengemisch mit einem hohen Anteil infizierter Körner: Bei ungebeizt (1) hoher Pflanzenausfall, bei der Warmwasser-(5) und chemischen (2) Beizung normaler Pflanzenbestand sichtbar. (Fotos: Gabriela Brändle, FAP)

gensatz zum Stinkbrand) bereits mit dem Pilz infiziert. Saatzeitpunkt und Bodentemperatur beeinflussen den Befall wenig. Eine Erklärung für die schlechte Wirkung der Warmwasserbehandlung in einem Versuch ist daher schwierig. Bemerkenswert ist, dass zur Bekämpfung dieser Brandart in der Literatur mehrheitlich auf die Heisswasserbeizung bei 52°C verwiesen wird (Bovey 1979). Durch dieses Verfahren wurde aber der Feldaufgang oft reduziert.

### Pflanzenverträglichkeit

**Keimfähigkeit:** Sie war mit der chemischen und der Warmwasserbehandlung gut (Tab. 5). Durch die gute Wirkung der nicht chemischen Behandlung gegen *Septoria nodorum* bei Winterweizen Forno und *Fusarium nivale* bei Winterweizen Garmil stieg die Keimfähigkeit im Vergleich zu ungebeizt zwischen 8 und 15 %.

**Pflanzenauflauf:** Die Pflanzen liefen in den verschiedenen Behandlungsverfahren gleich gut auf. Die teilweise stark erhöhte Pflanzenzahl in den behandelten Parzellen ist auf die Beizwirkung gegen *Septoria nodorum* zurückzuführen (Tab. 6).

**Ertragshebungen:** In der Westschweiz wurden in den zweijährigen Stinkbrandversuchen in den Beizverfahren folgende Relativerträge in bezug zu den ungebeizten Verfahren gemessen: Beret 050 + 35 %, Warmwasserbehandlung + 28 %. In vier weiteren Feldversuchen der Deutsch- und Westschweiz betrug der relative Mehrertrag +1 bis +6 %.

Voraussetzung für eine gute Pflanzenverträglichkeit der Warmwasserbehandlung bei Weizen ist, dass die Beiztemperatur und -zeit genau eingehalten wird.

### Praxisempfehlungen

Die Wirkung der Warmwasserbehandlung gegen *Fusarium nivale*, *F. graminearum* und *Septoria nodorum* – Keimlings – und Auflaufkrankheiten ist **sehr gut**. Für Regionen, wo erfahrungsgemäss ein starker Befall durch den bodenbürtigen Schneeschimmel (*F. nivale*) auftritt, kann die Warmwasser-Behandlung nicht empfohlen werden.

Gegen *Stinkbrand* und *Weizenflugbrand* bei Verwendung von zertifiziertem Saatgut und weniger anfälligen Sorten ist die Wirkung **ausreichend**.

Die Keimfähigkeit des Saatgutes und der Feldaufgang erleiden bei aktuellen Weizensorten keine Einbusse. Die Warmwasserbehandlung bei Weizen sollte nur mit zertifiziertem Saatgut und Sorten mit geringer bis mittlerer Stinkbrandanfälligkeit durchgeführt werden. (Winter *et al.* 1992). Bei neuen Weizensorten sollte vor der Behandlung von grösseren Mengen 1 kg Saatgut behandelt und die Keimfähigkeit im Vergleich zu unbehandelt überprüft werden.

Hinweise über die vollständigen Untersuchungsmethoden können beim Erstautor bezogen werden.

### LITERATUR

Bovey R., 1979. La Défense des Plantes Cultivées. Editions Payot, Lausanne. 864 S.

Heinze K., 1983. Leitfaden der Schädlingsbekämpfung Band III, Schädlinge und Krankheiten im Ackerbau. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft Stuttgart. 916 S.

ISTA (Internationale Vereinigung für die Saatgutprüfung), 1993. Internationale Vorschriften für die Prüfung von Saatgut. *Seed Sci. & Technol.* 21, Supplement 2.

Kietreiber M., 1961. Die Erkennung des *Septoria*-Befalles von Weizenkörnern bei der Saatgutprüfung. *Pflanzenschutzberichte* 26, 128-157.

### Tab. 4. Flugbrand (*Ustilago tritici*)

Einfluss der Warmwasserbehandlung auf den Anteil Brandähren bei Winterweizen Kranich und Jubilar: Anfällige ausländische Sorten. Natürliche Körnerinfektion. Feldversuche Reckenholz und Changins 1992 und 1993.

Verfahren	Versuche Zürich-Reckenholz						Versuche Changins-Nyon					
	1992 Sorte Kranich			1993 Sorte Jubilar			1992 Sorte Kranich			1993 Sorte Kranich		
	Brandähren je m <sup>2</sup>	P= 5 %	Wirkung %	Brandähren je m <sup>2</sup>	P= 5 %	Wirkung %	Brandähren je m <sup>2</sup>	P= 5 %	Wirkung %	Brandähren je m <sup>2</sup>	P= 5 %	Wirkung %
Ungebeizt	20	A		2	A		5	A		2	A	
Vitavax fluid (400 ml/100 kg)	0	B	100	0	B	100	0	B	100	0	B	100
Warmwasser (45°C, 2h)	0,5	B	97	0,2	B	90	6	A	0	0,2	B	90

Signifikanz-Test: DUNCAN P=5 %. Werte mit den gleichen Buchstaben sind nicht signifikant verschieden.

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, 717-123.

Neergaard, P., 1977. Seed Pathology. Volume I, The Macmillan Press, London, 839 S.

Neuweiler E., 1928. Die Bekämpfung von Getreidekrankheiten durch Beizen. Separatdruck aus dem Landwirtschaftlichen Jahrbuch der Schweiz 1928, 336-360.

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

Winter W., Krebs H. und Bänziger I., 1992. Anfälligkeit von Getreidesorten für einige Brandkrankheiten. *Landwirtschaft Schweiz* 5 (6), 293-297.

**SUMMARY**

**Warm water treatment: an alternative to the chemical dressing of wheat seed?**

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). Planting non-disinfested seeds may result in poor plant stands and severe bunt damages. Other seedborne pathogens are *Ustilago tritici* (loose smut) and various seedling pathogens (e.g. *Fusarium graminearum*). A warm water treatment was compared with 2 seed fungicides in laboratory and field experiments. For the warm water treatment, certified wheat seeds were dipped into water at 45°C for 2 hours,

then air-dried (40°C) for 5 hours. Seed fungicides were Beret 050 FS (4,8 % fenpiclonil) and Vitavax (45 % carboxin), each applied at 400 ml / 100 kg seed. Warm water was as efficacious as, or slightly better than chemicals for the control of *G. nivalis* and *S. nodorum*. It was somewhat poorer, but still satisfactory against loose smut and common bunt. Warm water treatment of certified seeds had no damaging effect on germination or field emergence of the main wheat cultivars grown in Switzerland. Warm water treatment of wheat seeds is an alternative to chemical dressing. However, it should be applied only to certified seed of cultivars with low or middle susceptibility to common bunt.

**KEY WORDS:** Warm water treatment, snow mould, damping-off, common bunt, loose smut, seedling pathogens, germination, field emergence.

**Tab. 5. Keimfähigkeit des Saatgutes**

Einfluss der Warmwasserbehandlung bei Winterweizen-Sorten. Filterpapierertest nach ISTA-Rules, 1993.

Sorte	Keimfähigkeit in % (normal entwickelte Keimlinge)					
	Ungebeizt		Beret 050 FS 400 ml/100 kg		Warmwasser 45°C, 2 h	
	P=5 %		P=5 %		P=5 %	
Arina	96		95		92	
Galaxie	80		91		95	
Tamaro	93		91		94	
Boval	92		91		92	
Forno*	85		91		93	
Eiger	86		96		96	
Zenith	90		95		100	
Obelisk	94		99		99	
Garmil**	83		89		98	
Ramosa	86		87		89	
Mittel	88,5	B	92,5	A	94,8	A

Signifikanz-Test: DUNCAN P=5 %. Werte mit den gleichen Buchstaben sind nicht signifikant verschieden. \* 86 % der Körner befallen mit *Septoria nodorum*, \*\* 70 % der Körner befallen mit *Fusarium nivale*.

**Tab. 6. Pflanzenauflauf im Felde**

Einfluss der Warmwasserbehandlung auf den Feldaufgang verschiedener Winterweizen-Sorten. Versuche 1992 und 1993 in Reckenholz und Changins.

Anzahl Versuche	Krankheit	Sorten	Verfahren	Pflanzenauf- lauf % (relativ)	P=5 %
4	Flugbrand	Kranich Jubilär	Ungebeizt	100	B
			Vitavax fl. (400 ml/100 kg)	137	A
			Warmwasser (45°C, 2 h)	145	A
6	Stinkbrand	Arina Galaxie	Ungebeizt	100	C
			Beret 050 FS (400 ml/100 kg)	113	A
			Warmwasser (45°C, 2 h)	109	ABC
4	Samenbürtige <i>Septoria nodorum</i>	Forno	Ungebeizt	100	C
			Beret 050 FS (400 ml/100 kg)	156	A
			Warmwasser (45°C, 2 h)	150	A

Signifikanz-Test: DUNCAN P=5 %. Werte mit den gleichen Buchstaben sind nicht signifikant verschieden.

**RÉSUMÉ**

**Le traitement à l'eau chaude: une alternative à la désinfection chimique des semences de blé?**

Les plus importantes des maladies fongiques du blé transmises par les semences sont, en Suisse: la moisissure des neiges (*Gerlachia nivalis* = *Fusarium nivale*), la septoriose (*Septoria nodorum*) et la carie ordinaire (*Tilletia caries*). Sans désinfection des semences, on peut donc s'attendre à des pertes dans le peuplement végétal (septoriose sur plantules et moisissure des neiges) et à des foyers de carie ordinaire. A ces maladies s'ajoutent encore le charbon (*Ustilago tritici*) et divers champignons pathogènes sur plantules (p. ex. *Fusarium graminearum*). Dans des essais de laboratoire et en plein champ avec des semences de blé certifiées, nous avons comparé l'efficacité du traitement à l'eau chaude (2 heures à 45°C) suivi d'un séchage à l'air chaud (5 heures à 40°C) à celle de désinfectants chimiques tels que le Béret 050 FS (fenpiclonil 4,8 %) et le Vitavax (carboxine 45 %) appliqués à la dose de 400 ml pour 100 kg de semences. Les 2 types de traitements ont été de même efficacité, avec parfois un léger avantage à l'eau chaude, contre la moisissure des neiges (*G. nivalis*) et les maladies des plantules (*S. nodorum* et *F. graminearum*). L'eau chaude a présenté une efficacité un peu inférieure mais satisfaisante contre le charbon nu (*Ustilago tritici*) et la carie ordinaire (*T. caries*). Aucun effet négatif sur le pouvoir germinatif ni sur la levée au champ des principales variétés de blé de l'assortiment n'a été observé.

Le traitement à l'eau chaude constitue une alternative au traitement chimique des semences de blé. Il ne devrait toutefois s'appliquer qu'à des semences certifiées de variétés de blé peu ou moyennement sensibles à la carie ordinaire.