

25 Jahre Gesundheitsuntersuchungen von Bio- und IP-Getreidesaatgut an Agroscope – ein Rück- und Ausblick

Irene Bänziger, Thomas Hebeisen, Annette Büttner-Mainik, Damian Amrein, Susanne Vogelgsang und Karen Sullam
Agroscope, 8046 Zürich, Schweiz

Auskünfte: Irene Bänziger, E-Mail: irene.baenziger@agroscope.admin.ch

<https://doi.org/10.34776/afs14-33> Publikationsdatum: 3. April 2023



Weizenpflanze mit Schneeschimmelbefall (*Microdochium* spp.) auf dem Feld (Fotos: Irene Bänziger, Agroscope)

Zusammenfassung

Samenbürtige Getreidekrankheiten führen häufig zu hohen Ertragsausfällen und verminderter Qualität. Untersuchungen von unbehandeltem Schweizer Getreide-Saatgut der letzten 25 Jahre haben gezeigt, dass die Kontrolle dieser Krankheiten eine grosse Bedeutung hat. Der Krankheitsdruck wird massgeblich durch die Witterung beeinflusst und schwankt daher stark von Jahr zu Jahr. Es gab Jahre, in welchen 90 % der Saatgutposten gesund waren und unbehandelt ausgesät werden konnten. Der Befall mit Stink- und Zwergbrand (*Tilletia caries*/*T. controversa*) nahm seit dem Jahr 2010/11, nach einer kontinuierlichen Zunahme, dank der jährlichen Kontrolle wieder ab. Da sich die Krankheit sehr schnell durch kontaminiertes Saatgut ausbreiten kann, ist es essenziell, befallsfreies Ausgangssaatgut zu verwenden. In Wintern mit langanhaltender Schneedecke trat der Zwergbrand in höheren Lagen vermehrt auf. Probleme mit dem Schneeschimmel (*Microdochium nivale* / *M. majus*) gab es vor

allem in sehr nassen Jahren. Das Bewusstsein für eine nachhaltigere Landwirtschaft führte dazu, dass immer weniger chemisch-synthetische Pflanzenschutzmittel eingesetzt wurden. Für den Biolandbau zugelassene Saatgutbehandlungen wie Cerall® / Cedomon® (Bakterien-basiert) oder neu auch ThermoSem® (belüfteter Dampf) sind verfügbar und wirken gegen Stinkbrand und Schneeschimmel. Gegen den samenbürtigen Zwergbrand sind diese nur teilweise und gegen den sich im Embryo befindenden Flugbrand (*Ustilago nuda*) nicht wirksam. Bei der Züchtung neuer Sorten wird vermehrt auf die Anfälligkeit für samenbürtige Krankheiten geachtet, insbesondere bei Stinkbrand und bei Biosaatgut. Gegenüber der Spelzenbräune (*Septoria nodorum*) sind die heutigen Sorten bereits tolerant, so dass diese Krankheit an Bedeutung verloren hat.

Key words: seedborne disease, seed health test, wheat, barley, rye, triticale, pesticide free cereals.

Einleitung

In der Schweiz wächst der Markt für Bioprodukte kontinuierlich. 2019 erreichten Bio-Lebensmittel erstmals einen Marktanteil von über 10 % (Bio Suisse, 2020). Auch der Anteil an Getreide, welches ohne chemisch-synthetische Pflanzenschutzmittel produziert wird, nimmt zu. Damit steigt auch der Bedarf an Saatgut, das nach den entsprechenden Richtlinien angebaut wird. Zwischen den Jahren 2000 und 2010 stieg die Fläche von biologisch vermehrtem Getreidesaatgut von 220 auf 370 ha (Bänziger *et al.*, 2012). Danach, von 2011 bis 2020, nahm die Fläche nochmals um mehr als das Doppelte zu, auf insgesamt 860 ha, was ebenfalls einem Anteil von über 11 % der anerkannten Getreidesaatgutfläche entspricht, Tendenz steigend (swissem, 2021). Auch die 85 000 Tonnen IP-Suisse Getreide, welche jährlich für den grössten Abnehmer angebaut werden, sollen bis 2023 auf einen komplett pestizidfreien Anbau umgestellt werden (Jowa, 2020).

Samenbürtige Krankheitserreger haben weltweit eine grosse Bedeutung. Lückige Bestände, Ernteauffälle und verminderte Qualität sind die Folge. Die in der Schweiz wichtigsten samenbürtigen Getreidekrankheiten sind Schneeschimmel (*Microdochium* spp.), Stink- und Zwergbrand (*Tilletia* spp.), Spelzenbräune (*Septoria nodorum*) sowie Flugbrand (*Ustilago nuda* / *U. tritici*). Zwergbrand und Schneeschimmel sind zudem auch bodenbürtig, was vor allem in höheren Lagen zu Infektionen führen kann. Mit chemisch-synthetischen Beizmitteln konnte ihre Ausbreitung in der Vergangenheit sehr effektiv verhindert werden. Auch heute werden in der Schweiz noch immer rund 19 500 Tonnen zertifiziertes Getreidesaatgut chemisch gebeizt und dafür rund 50 Tonnen Pflanzenschutzmittel eingesetzt (fenaco, 2021).

Das Angebot wirksamer Alternativen, welche für den biologischen Landbau zugelassen sind, ist jedoch sehr begrenzt (Tab. 1). Neben den biologischen Saatbeizmitteln Cerall® und Cedomon® (Bakterium *Pseudomonas chlororaphis*) steht in der Schweiz seit 2022 auch eine

Dampf-Behandlung (ThermoSem®) zur Verfügung. Diese Behandlungen wirken sehr gut gegen alle Erreger, welche sich an der Oberfläche oder in den äusseren Schichten des Getreidekorns befinden. Nicht wirksam sind sie jedoch gegen den Flugbrand, da sich der Erreger im Embryo befindet und somit schwer zu bekämpfen ist, ohne dass der Keimling abgetötet wird. Bei einer Behandlung mit Dampf sind die Samen auch nicht gegen bodenbürtige Krankheiten wie den Zwergbrand geschützt. Das auf Pflanzen basierte Beizmittel Tillecur® (Gelbsenfmehl) ist in der Schweiz bis zum 31. August 2023 vorübergehend für eine eingeschränkte Anwendung gegen Stinkbrand bei Weizen wieder zugelassen.

Ergänzend dazu stellt die Gesundheitsuntersuchung des Saatgutes eine wichtige Massnahme zur Erfassung und Kontrolle samenbürtiger Krankheiten dar. Seit 25 Jahren werden diese Untersuchungen bei Agroscope durchgeführt. Die Ergebnisse der ersten 15 Jahre wurden in einer früheren Publikation vorgestellt (Bänziger *et al.*, 2012). Die Ergebnisse und Erkenntnisse der letzten zehn Jahre werden in dieser Ausgabe erläutert. Die Analysen haben noch weiter an Bedeutung gewonnen, da immer mehr Getreidesaatgut unbehandelt ausgesät wird, zum Beispiel für den pestizidfreien Anbau von IP-Suisse¹. Unter diesem Label wurden im Jahr 2021 auf rund 5000 ha Brotweizen ohne den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln produziert. Die Anbaufläche konnte für die Ernte 2022 auf 10 000 ha ausgeweitet werden. Hierzu müssen die Richtlinien zur Produktion von Getreide aus pestizidfreiem Anbau und die Anforderungen zur Förderung der Biodiversität erfüllt werden.

Für eine unbehandelte Aussaat gelten in der Schweiz die von Winter *et al.* 1997 festgelegten Schadschwellen (SS) sowie eine Mindest-Keimfähigkeit (KF) nach ISTA (*International Seed Testing Association*) (Tab. 2).

¹ IP-SUISSE Getreide ohne chemisch-synthetische Pflanzenschutzmittel: Label, bei welchem ohne Fungizide, Insektizide, Wachstumsregulatoren, **Beizmittel** und ohne Herbizide produziert wird. Für die Mehrleistungen erhalten Produzenten eine zusätzliche Prämie.

Tab. 1 | Produkte mit ihren Einsatzgebieten und Wirkungsbereichen.

Produkt	Einsatzbereich	Wirkung
Cerall®	Weizen, Dinkel, Roggen, Triticale	Stinkbrand, Schneeschimmel (Teilwirkung)
Cedomon®	Gerste	Streifenkrankheit, Schneeschimmel (Teilwirkung)
Tillecur®	Weizen, Dinkel	Stinkbrand
ThermoSem®	Weizen, Gerste, Roggen, Triticale	Stinkbrand, Schneeschimmel

Tab. 2 | In der Schweiz geltende Schadschwellen (SS) und Mindestwerte der Keimfähigkeit (KF) für eine unbehandelte Aussaat von Getreide.

KF Winter- / Sommerweizen, Dinkel, Roggen	85 %
KF Triticale	80 %
SS Stink- und Zwergbrand (<i>Tilletia</i> spp.)	10 Sporen/Korn
SS Schneeschimmel (<i>Microdochium</i> spp.)	10 %
SS Spelzenbräune (<i>Septoria nodorum</i>)	40 % (bis 2018)

Werden bei den Untersuchungen, welche im Rahmen der Saatgutertifizierung von Bio- und IP-Saatgut durchgeführt werden, Werte über der Schadschwelle festgestellt, wird von einer unbehandelten Aussaat abgeraten (Empfehlung Bio-Suisse Richtlinien).

Material und Methoden

Bestimmung der Keimfähigkeit und Nachweis von Schneeschimmel

Der Befall mit Schneeschimmel wird bei Weizen, Triticale und Roggen anhand eines modifizierten Keimfähigkeitstests ermittelt (Winter *et al.*, 1997). Dazu werden 200 Samenkörner auf feuchtem Filterpapier ausgelegt, vier Tage bei 7,5°C im Dunkeln und anschliessend vier Tage bei 20°C mit Licht inkubiert. Ein Befall mit Schneeschimmel zeigt sich in Form deformierter Keimlinge, verbraunter Wurzeln und nicht gekeimter Samen mit dem für den Erreger typisch weiss-rosa gefärbtem Pilzmyzel (Abb. 1). Anhand dieser Kriterien wird neben der Keimfähigkeit auch der prozentuale Befall durch den Krankheitserreger ermittelt.

Nachweis von Stink- und Zwergbrand

Der Befall mit Stink- und Zwergbrandsporen wird mittels einer Filtrationsmethode nach ISTA (Kietreiber, 1984) untersucht. 250 Körner (Dinkel: 50 Fesen) werden mit einer Natriumdihydrogenphosphat-Lösung (0,2%) gewaschen und die Lösung anschliessend durch einen 5-µm-Millipore™-Filter filtriert. Die Brandsporen pro Korn werden mit dem Mikroskop bei 100-facher Vergrösserung gezählt. Seit 2009 werden bei Werten über der Schadschwelle die Stink- und Zwergbrandsporen aufgrund morphologischer Merkmale an der Sporenoberfläche bei 400-facher Vergrösserung voneinander unterschieden. Zwergbrandsporen haben ein deutlicheres und höheres Leistennetz auf ihrer Oberfläche als Stinkbrandsporen (Abb. 2).

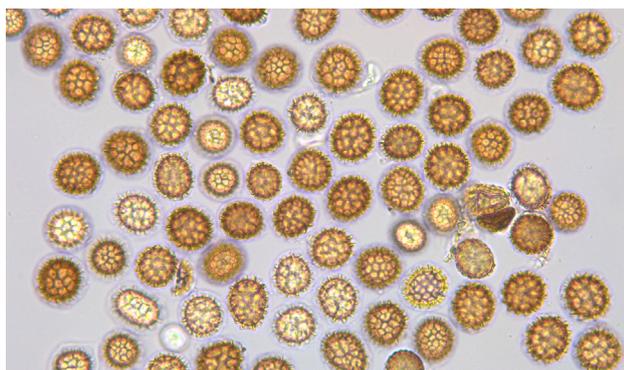


Abb. 2 | Zwergbrandsporen mit 400- bzw. mit 1000-facher Vergrösserung. Sporengrosse: 17–22 Mikrometer. (Foto: Agroscope)



Abb. 1 Deformierte Keimlinge mit rosa gefärbten Pilzsporen des Schneeschimmels auf Kartoffel-Dextrose-Agar. (Foto: Agroscope)

Nachweis der Spelzenbräune

Der Anteil der mit Spelzenbräune befallenen Weizen- und Triticalekörner wird mit einem Fluoreszenztest nach ISTA (Kietreiber, 1981) festgestellt. Auf dreilagigem, feuchtem Filterpapier werden die Samen drei Tage bei 18°C (Keimung), anschliessend vier Stunden bei –20°C (Abtötung des Keimlings) und danach vier Tage bei 28°C (Pilzwachstum) inkubiert. Alle Testphasen erfolgen in Dunkelheit. Der Erreger produziert Toxine, die unter einer Lichtquelle (Wellenlänge 366 nm) schwefelgelb fluoreszieren (Abb. 3).

Feld-Kontrolle von Gersten- und Weizenflugbrand

Der Gerstenflugbrand kommt weit häufiger vor als der Weizenflugbrand. Zu deren Vermeidung und Bekämpfung werden vor der Ernte Feldbesichtigungen durchgeführt (Abb. 4). Für Vermehrungsbestände liegt der Schwellenwert in der Schweiz bei fünf Ähren pro 100 m² (Saatgutertifizierung, Agroscope).

Eine Gesundheitsuntersuchung des Saatgutes wird in der Schweiz zurzeit nicht durchgeführt. Die ISTA-Methode basiert auf dem mikroskopischen Nachweis des Erregers im Embryo und ist sehr aufwändig und zeitintensiv. Agroscope entwickelt derzeit eine Methode zum molekularen Nachweis von Flugbrand im Saatgut.



Resultate und Diskussion

Anzahl untersuchter Posten nach Getreideart und Jahr

In dieser Publikation werden die Resultate der Untersuchungen zwischen 2011 und 2020 gezeigt. In diesem Zeitraum wurden über 1800 Saatgutposten geprüft. Die Anzahl untersuchter Proben pro Jahr stieg von 120 im Jahr 2011 auf 341 im Jahr 2020. Die Mehrheit der Proben bestand aus Weizen (1142), gefolgt von Dinkel (436), Triticale (137) und Roggen (92). Seit 2019 steigen die Zahlen noch stärker an, da zum Biosaatgut auch noch das Saatgut von IP-SUISSE «Getreide ohne chemisch-synthetische Pflanzenschutzmittel» hinzukam (Abb. 5).

Gesundheitszustand der eingesandten Proben

Erreicht ein Posten die Mindest-Keimfähigkeit und liegt bei allen Prüfpunkten unter der Schadschwelle, wird

er als gesund bezeichnet. Der Anteil gesunder Posten schwankte jahresbedingt sehr stark. In den Jahren 2013 bis 2015 sowie 2017 bis 2020 waren mindestens 80 % der untersuchten Saatgutproben gesund und konnten zur unbehandelten Aussaat empfohlen werden (Abb. 6). Nur in den Jahren 2010, 2011, 2012 und 2016 war die Qualität tiefer. Dies vor allem aufgrund des Befalls mit Schneeschimmel.

In den Jahren 2012 und 2016 war der Anteil der Proben, welche aufgrund von einem zu hohen Befall mit Schneeschimmel abgelehnt wurden, mit einem Anteil von 30 bzw. 44 % relativ hoch, was sich auch in der Keimfähigkeit widerspiegelte. Dies kann damit erklärt werden, dass 2016 ein sehr nasses Jahr war mit viel Niederschlag bis in den Juni und auch das Jahr 2014 präsentierte sich eher feucht.

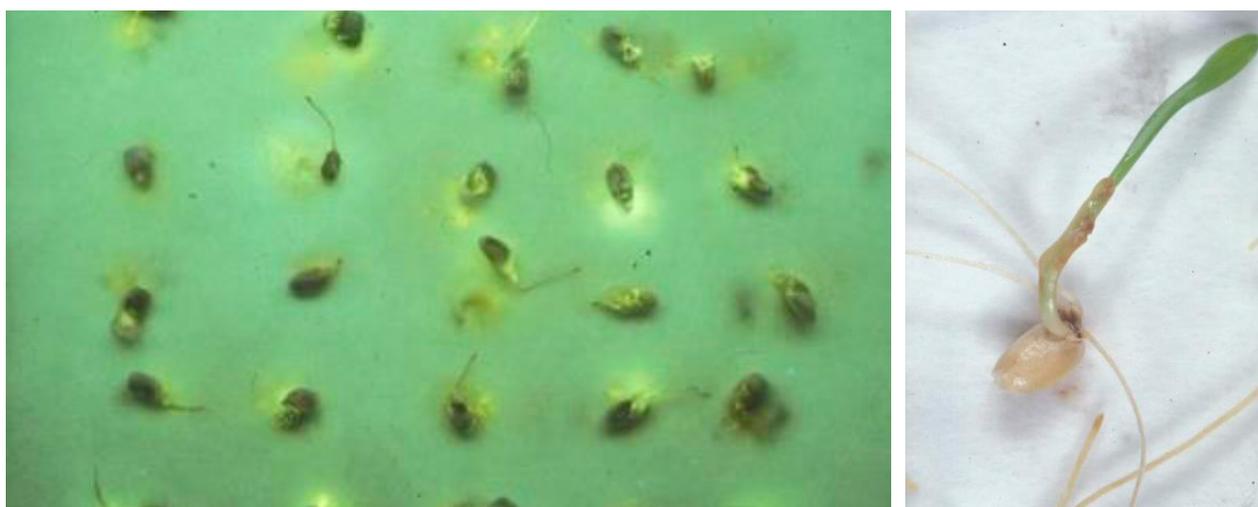


Abb. 3 | Fluoreszierende Weizenkörner (links), Keimling mit Symptomen der Spelzenbräune, Knötchen (rechts). (Foto: Agroscope)



Abb. 4 | Mit Flugbrand befallene Gersten- und Weizenähre. (Foto: Agroscope)

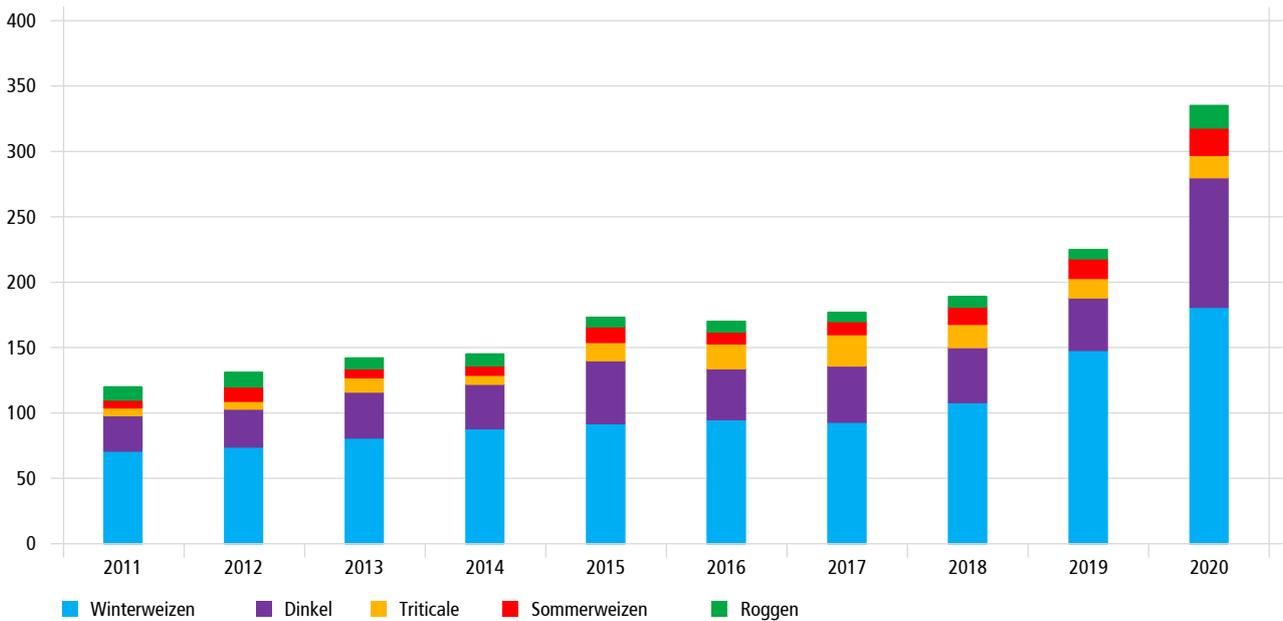


Abb. 5 | Anzahl untersuchter Saatgut-Posten von Winterweizen, Dinkel, Triticale, Sommerweizen und Roggen in den Jahren 2011 bis 2020.

Der Anteil der Proben mit einem zu hohen Befall mit Stink- oder Zwergbrand stieg bis ins Jahr 2009 auf 17 % an (Bänziger *et al.*, 2012). 2010 und 2011 lag er bei 12 %, danach sank er bis zum Jahr 2016 auf 4 % abgelehnter Posten und blieb seit 2017 auf einem sehr geringen Niveau (0,3 bis 1,5 %). Dies kann sicher auf die konsequente Prüfung des Bio-Saatgutes und die veränderten klimatischen Bedingungen zurückgeführt werden. Der Anteil des hauptsächlich bodenbürtigen Befalls mit Zwergbrand spielte in höheren Lagen mit längeren Kälteperioden und Schnee eine wichtigere Rolle (siehe Abschnitt Zwergbrand: Anbauregionen und Höhenlage).

Die Spelzenbräune spielte während der letzten 10 Jahre aufgrund wenig anfälliger Sorten keine Rolle mehr und wurde daher seit dem Jahr 2019 nicht mehr untersucht.

Keimfähigkeit nach Getreideart von 2011 bis 2020

Die durchschnittliche Keimfähigkeit von Dinkel war über alle Jahre mit 98 bis 100 % sehr hoch. Bei Winterweizen lag sie nur im Jahr 2016 mit 83 % unter der Mindestkeimfähigkeit von 85 %. Bei Sommerweizen, Roggen und Triticale lag sie mehrmals unter dem gesetzlichen Mindestwert. Die Jahre mit dem tiefsten Mittelwert über alle Arten waren die Jahre 2012, 2014 und 2016, wobei das Jahr 2016 das schlechteste war (Tab. 3).

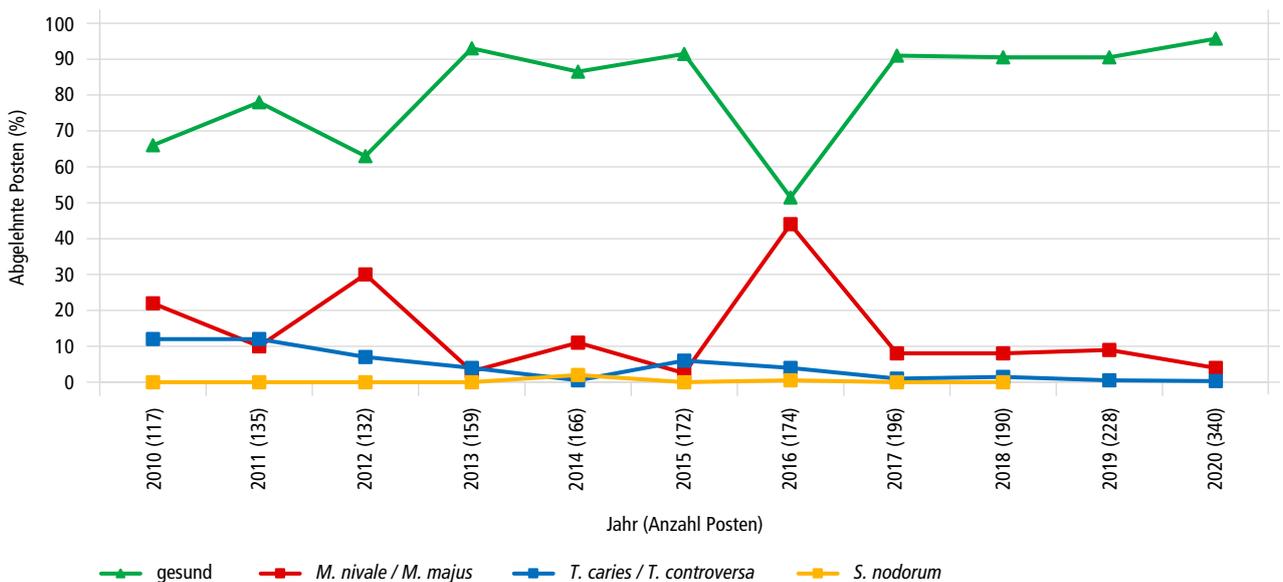


Abb. 6 | Anteil aufgrund der Qualität (Krankheiten) gesunder bzw. abgelehnter Posten in den Jahren 2010 bis 2020. Gemittelte Werte über alle Getreidearten hinweg. Schneeschimmel (*Microdochium nivale*/*M. majus*), Stink- und Zwergbrand (*Tilletia caries*/*T. controversa*), Spelzenbräune (*Septoria nodorum*).

Tab. 3 | Mittelwert der Keimfähigkeit in Prozent der verschiedenen Getreidearten in den Jahren 2011 bis 2020 (grau unterlegt: Keimfähigkeit unter dem Mindestwert).

Jahr	Getreideart					
	Dinkel	Winter Weizen	Sommer Weizen	Roggen	Triticale	Mittel (Art)
2011	98	94	78	86	92	90
2012	100	89	73	80	82	85
2013	99	96	93	89	86	93
2014	99	95	79	80	75	86
2015	99	96	87	86	85	91
2016	99	83	81	74	67	81
2017	99	94	88	88	87	91
2018	99	92	90	88	86	91
2019	99	92	91	84	90	91
2020	99	93	93	87	90	93
Mittel (Jahr)	99	92	85	84	84	

Befall mit Schneeschimmel von 2011 bis 2020

Der Befall mit Schneeschimmel war ebenfalls in den Jahren 2012, 2014 und 2016 am grössten, was sich in einem hohen Anteil abgelehnter Posten bei allen Getreidearten zeigte (Abb. 7). Bei Sommerweizen hatte das Jahr 2012 mit 82 % einen sehr hohen Anteil an Proben über der Schadschwelle. 2016 war das Jahr mit den meisten abgelehnten Winterweizenposten (36 %). Zwischen 2017 bis 2020 war der Krankheitsdruck immer sehr tief. Roggen und Triticale waren durchwegs stärker befallen als Weizen, und Sommerweizen wies meistens einen höheren Befall auf als Winterweizen. Diese Resultate zeigten auch den direkten Einfluss des Schneeschimmelfalles auf die Keimfähigkeit.

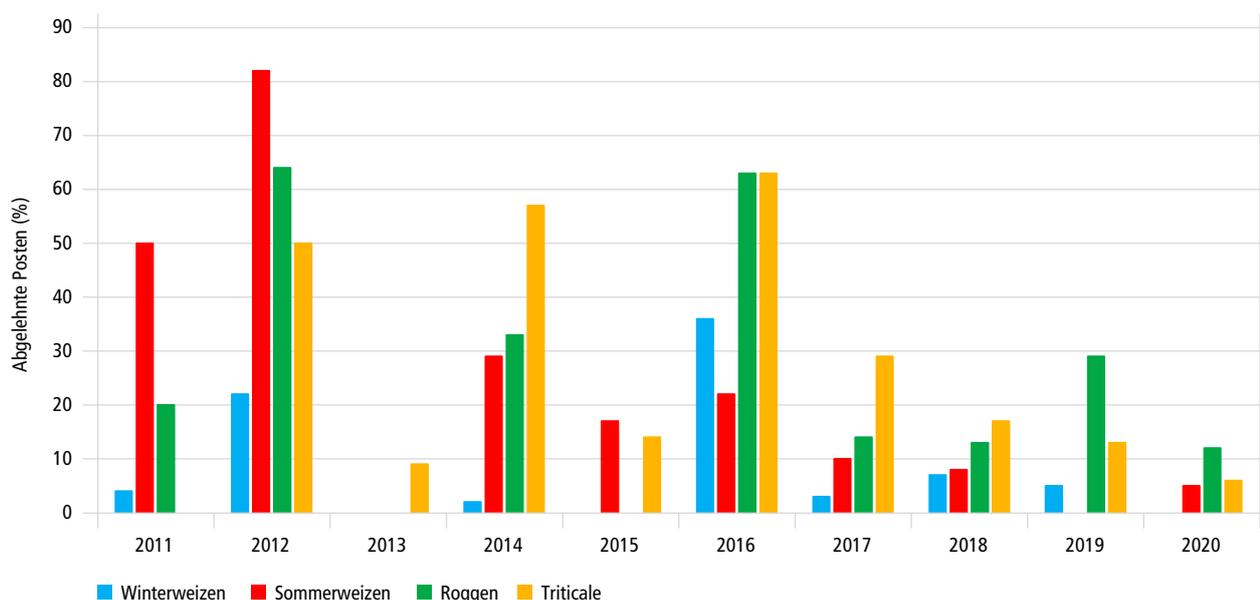


Abb. 7 | Anteil der Proben mit zu hohem Schneeschimmelfall in Prozent bei den verschiedenen Getreidearten in den Jahren 2011 bis 2020.

Sortenunterschiede beim Befall mit Schneeschimmel

Eine unterschiedliche Anfälligkeit der Sorten gegenüber Schneeschimmel wurde ebenfalls beobachtet (Tab. 4). Dinkel wies allgemein eine geringe Anfälligkeit auf, während Triticale am stärksten befallen war. Weizen war im Schnitt zwar nur mässig befallen, trotzdem gab es aber Sortenunterschiede. Zum Beispiel waren die Sorten «Aszita», «Hanswin», «Lorenzo», «Scaro», «Tengri» und «Titlis» klar weniger befallen als die Sorten «Arnold», «Bockris» und «CH Nara». Sommerweizen, Roggen und Triticale waren anfälliger gegenüber Schneeschimmel als Winterweizen. Der Wechsel auf die Sorte «Larossa» bei Triticale im Jahr 2016/17 führte zu deutlich tieferen Befallswerten. Bei Sommerweizen war die Sorte «Diavel» mit einem durchschnittlichen Befall von 2,6 % deutlich weniger anfällig als die Sorte «Fiorina» mit 9,8 %. Diese Resultate zeigen, dass die Sortenwahl und damit die Resistenzzüchtung entscheidende Faktoren für die Saatgutgesundheit sind.

Befall mit Stink- und Zwergbrand von 2011 bis 2020

Generell lag das Vorkommen von Stink- und Zwergbrand in den letzten zehn Jahren auf einem sehr tiefen Niveau. Die Anzahl stark kontaminierter Posten nahm über die Jahre kontinuierlich ab. Lagen im Jahr 2011 noch 12 Posten über der Schadschwelle, war es im Jahr 2020 nur noch ein einziger Posten. In den Jahren 2011, 2013, 2015 und 2018 gab es vor allem bei Weizen auch mehrere Posten mit Zwergbrandbefall (Abb. 8). Triticale- und Roggenposten wiesen noch nie einen zu hohen Befall (über der Schadschwelle) mit Stink- oder Zwergbrand auf.

Tab. 4 | Durchschnittlicher Schneeschimmel-Befall (Mittelwert/Median) bei den häufigsten Sorten aller Getreidearten (2011–2020), Anzahl Posten pro Sorte mind. 10, Farbskala von grün = tief bis rot = hoch.

	Mittelwert % Befall	Median % Befall		Mittelwert % Befall	Median % Befall
Winterweizen			Dinkel		
Arnold	8,2	8,0	Oberkulmer Rotkorn	0,5	0,0
Aszita	2,1	2,0	Ostro	0,4	0,0
Ataro	5,1	4,0	Titan	0,8	0,0
Baretta	3,0	3,0	Tauro	0,5	0,0
Bockris	6,1	4,0	Zürcher Oberländer RK	0,4	0,0
CH Claro	7,1	3,5	Mittel	0,5	0,0
CH Nara	5,3	4,5	Triticale		
Forel	3,5	3,0	Larossa	6,2	5,0
Hanswin	2,9	2,5	Trialdo	18,9	14
Lorenzo	4,1	1,5	Cosinus	15,2	10
Ludwig	4,7	3,0	Bedretto	6,9	4,5
Molinera	6,5	3,0	Mittel	11,8	8,4
Montalbano	4,4	3,0	Roggen		
Pizza	4,9	2,0	Recrut	8,4	6,0
Runal	5,0	2,0	Matador	7,0	6,0
Scaro	2,7	1,5	Mittel	7,7	6,0
Siala	4,9	3,0	Sommerweizen		
Tengri	3,3	2,0	Fiorina	9,8	5,0
Titlis	3,9	2,5	Diavel	2,6	2,0
Wiwa	3,4	3,0	Mittel	6,2	3,5
Mittel	4,5	3,1			

Zwergbrand: Anbauregionen und Höhenlage

Insgesamt waren es 11 Anbauregionen, in welchen Zwergbrand zwischen 2011 und 2020 beobachtet wurde. Dabei lagen alle Parzellen über 500 m ü. M., mehr als die Hälfte der Parzellen (65 %) lag sogar über 600 m ü. M. Die höchst gelegenen Felder befanden sich auf 800 m

ü. M., z. B. auf dem Randen-Gebirge bei Schaffhausen oder in Belpberg im Kanton Bern (Tab. 5). Das Risiko für die Krankheit bei einem Anbau in höheren Lagen hatte sich demnach bestätigt. Wegen den tieferen Temperaturen und der länger anhaltenden Schneedecke fand der Krankheitserreger hier die optimalen Bedingungen.

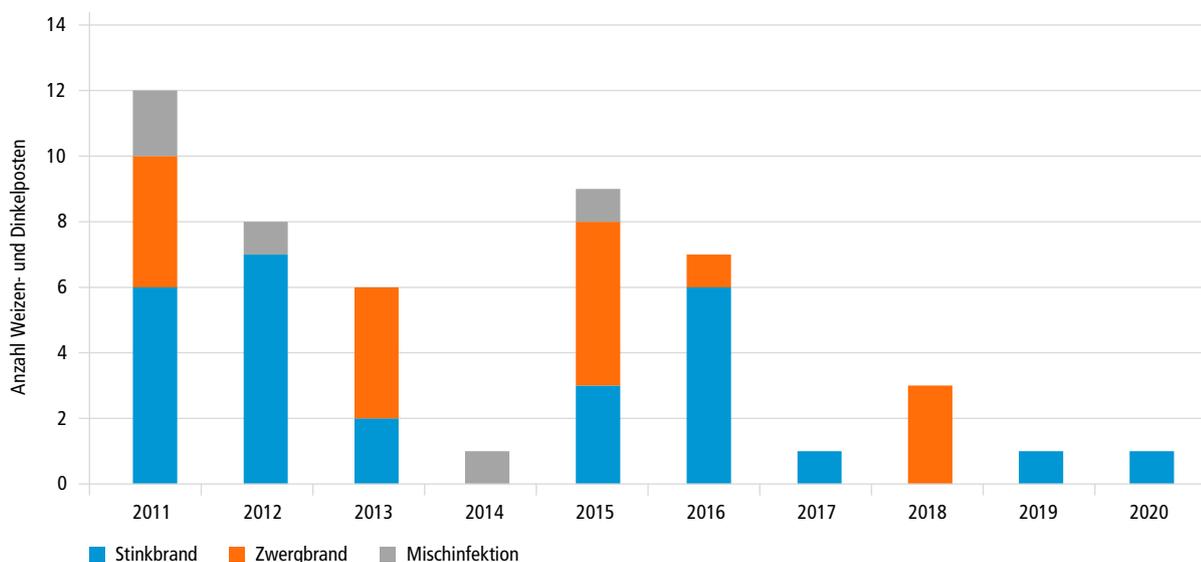


Abb. 8 | Anzahl Posten über der Schadschwelle von Stink- und Zwergbrand mit 10 Sporen pro Korn bei Weizen und Dinkel in den Jahren 2011 bis 2020.

Einfluss der klimatischen Bedingungen

Schneevorkommen

Der Winter 2012/2013 hatte aussergewöhnlich viel Schnee. Ebenfalls waren die Anzahl Schneetage in den Wintern 2014/2015, 2017/2018 und 2010/2011 zahlreicher als in den übrigen Jahren (Wetterstation Bassersdorf, detaillierte Schnee-Statistik). In Abb. 9 werden diese Werte mit den Jahren mit mehr Zwergbrandbefall verglichen. Diese zeigen ein ähnliches Bild.

Niederschläge

Das Jahr 2016 brachte im Frühling von April bis Juni sehr viel Niederschlag (Meteo-Schweiz, 2016, Tab. 6) und führte allgemein zu einer schlechten Keimfähigkeit sowie einem hohen Anteil an Posten mit erhöhtem Schneeschimmelbefall (Tab. 3, Abb. 7).

Temperatur

Das Klima war in den letzten zehn Jahren (2011–2020) aussergewöhnlich warm. Sieben von zehn Jahren gingen als überdurchschnittlich warme Jahre in die Statistik ein (Klimareport Meteo-Schweiz, Tab. 6). Diese Bedingungen sorgten für ein optimales Pflanzenwachstum nach der Saat und weniger Probleme mit samenbürtigen Krankheiten. Dies widerspiegelte sich auch im Gesundheitszustand des untersuchten Saatgutes ab. So war ab dem Jahr 2017 der Anteil an Proben über der Schadschwelle auch dementsprechend geringer.

Tab. 5 | Anbauregionen mit Zwergbrandvorkommen und die entsprechenden Höhenmeter.

1	Zürich	530 m ü. M
2	Zürich	650 m ü. M
3	Zürich	600 m ü. M
4	Zürich	610 m ü. M
5	Schaffhausen (Randen)	800 m ü. M
6	Schaffhausen	658 m ü. M
7	Bern	585 m ü. M
8	Bern (Belpberg)	800 m ü. M
9	Fribourg	658 m ü. M
10	Fribourg	596 m ü. M
11	Neuenburg	764 m ü. M

Tab. 6 | Klima-Report Meteo-Schweiz.

Jahr	Beschreibung
2011	gesamtschweizerisch das wärmste Jahr seit Messbeginn 1864
2014	das wärmste seit Messbeginn, damit war es knapp wärmer als 2011
2015	ein neuer Rekordwert. Zusammen mit den bisherigen Rekordüberschüssen aus den Jahren 2014 und 2011 liegen damit drei Jahre in kurzer Folge in praktisch demselben Extrembereich
2016	regional (Alpennordseite) das niederschlagsreichste erste Halbjahr seit Messbeginn
2017	im landesweiten Mittel das sechswärmste seit Messbeginn
2018	in der Schweiz das wärmste seit Messbeginn
2019	das fünftwärmste seit Messbeginn
2020	ebenso warm wie das bisherige Rekordjahr 2018

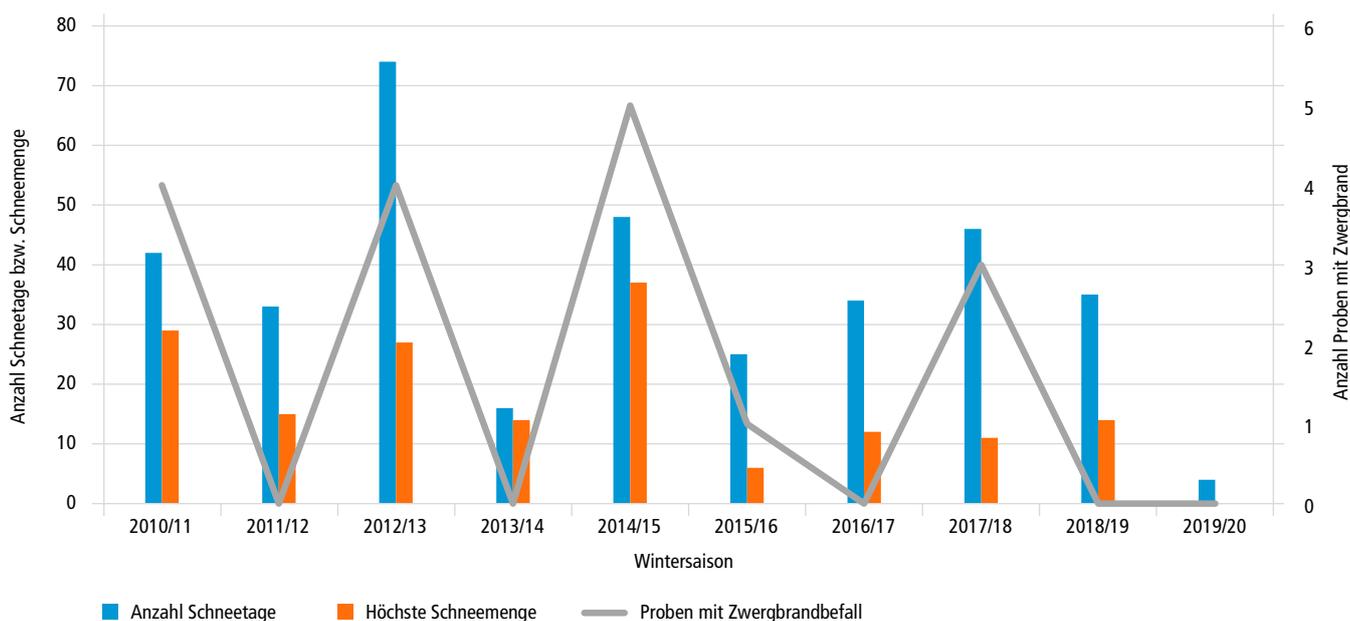


Abb. 9 | Anzahl Schneetage und Schneemenge in cm der Wintermonate in den Jahren 2010/2011 bis 2019/2020 verglichen mit dem Zwergbrandbefall.

Schlussfolgerungen und Ausblick

Seit 2017 hat die Zahl der Saatgutposten, die gesund und demnach unbehandelt ausgesät werden konnten, deutlich zugenommen. Dabei spielten die Witterung sowie die konsequente Saatgutkontrolle eine zentrale Rolle. Da immer mehr Saatgutproduzenten auf eine pestizidfreie Anbauform umstellen, könnten Krankheiten, die bisher mit Fungiziden gut bekämpft wurden, sich jedoch schneller wieder ausbreiten. Um den nachhaltigen Getreideanbau weiterhin zu sichern und den Ausbruch von problematischen Krankheiten zu verhindern, wird die Gesundheitskontrolle und Zertifizierung von Saatgut noch wichtiger. Hinzu kommt, dass ab 2023 im Rahmen der Umsetzung der parlamentarischen Initiative 19.475 (BLW, 2022) neue Massnahmen in Kraft treten, um die Risiken beim Einsatz von Pflanzenschutzmitteln zu reduzieren. Die Massnahmen enthalten Anpassungen im ökologischen Leistungsnachweis (ÖLN) und Programme für den Ackerbau, die Dauerkulturen, den Gemüse- und Beerenanbau und die Tierhaltung. Mit der parlamentarischen Initiative sollen die Risiken beim Einsatz von Pflanzenschutzmitteln bis 2027 mindestens halbiert werden. Durch die Untersuchungen von Agroscope in der Saatgut-Gesundheitsprüfung kann das vertiefte Wissen über die Entwicklung und das Auftreten von samenbürtigen Krankheiten Aufschluss darüber geben, wann gezielte Behandlungen notwendig sind (Monitoring). Die Untersuchungen helfen somit, die Schweizer Qualität im Getreideanbau zu erhalten und zu fördern. Damit sich die samenbürtigen Krankheiten nicht stärker ausbreiten, ist die Einhaltung der Empfehlung «ungeeignet für die Aussaat ohne Behandlung» essenziell.

Die Unterscheidung von Stinkbrand und Zwergbrand ist insofern von Bedeutung, da eine Infektion mit Zwergbrand hauptsächlich über kontaminierte Böden erfolgt. Somit genügt es nicht, befallsfreies Saatgut zu verwenden. In kalten, schneereichen Wintern kann er auch in tieferen Lagen auftreten. Im Allgemeinen zeigten die Untersuchungen jedoch, dass ein Befall mit Zwergbrand vor allem in höheren Lagen über 500 m eine Rolle spielt. In diesen Regionen liegt der Schnee länger und die Brandsporen haben mehr Zeit, den Keimling zu befallen. Wie wichtig wenig anfällige Sorten sind, zeigte sich bei Triticale, bei welchem ein Sortenwechsel zu geringerem Befall mit Schneeschimmel führte. Zwar gibt es keine vollständige Resistenz gegenüber Schneeschimmel und Stink- und Zwergbrand, es wurden jedoch substanzielle Unterschiede in der Anfälligkeit gegenüber diesen Krankheiten beobachtet.

Bei der Züchtung neuer Getreidesorten sollte daher vermehrt auf die Resistenz gegen samenbürtige Krankheiten geachtet werden. Bis jetzt gibt es in der Schweiz noch keine Weizensorte, die nebst der Brand-Resistenz auch den agronomischen und qualitativen Ansprüchen genügt, um durch die offizielle Prüfung zu kommen. Bei der Züchtung werden die neuen Linien künstlich inokuliert und während mindestens zwei Jahren auf ihre Widerstandsfähigkeit gegen Stinkbrand geprüft. Erste potentiell resistente Linien sind in der Vermehrung. Da die bekannten Resistenzen gegen Stinkbrand bei Weizen zu finden sind, erweist sich die Züchtung bei Dinkel als schwieriger (Getreidezüchtung Peter Kunz, pers. Mitteilung).

Das Angebot wirksamer und für den biologischen Anbau zugelassener Beizmittel ist bis anhin sehr begrenzt. Neben den biologischen Saatbeizmitteln Cerall® und Cedomon® (*Pseudomonas chlororaphis*), steht seit 2022 in der Schweiz auch eine auf Dampf basierende Behandlung mit ThermoSem® zur Verfügung. Diese Art von Dampfpasteurisierung tötet Krankheitserreger ab, welche sich auf der Oberfläche und in den äusseren Schichten des Kornes befinden (Schneeschimmel, samenbürtige Septoria und Stinkbrand), schützt aber nicht gegen bodenbürtige Krankheiten. Diese Behandlungen zeigen auch keine Wirkung gegen Erreger, die sich im Embryo befinden, wie den Flugbrand. Hier wäre eine Warmwasserbehandlung (45 °C während 2h), als bis jetzt einzig wirksame, nicht chemische Saatgutbehandlung, denkbar (Winter *et al.*, 1997, 1998). Diese Behandlung ist jedoch sehr energieintensiv (Rücktrocknung) und für grosse Mengen technisch und logistisch schwer umsetzbar. Ein gezielter Einsatz für begrenzte Mengen an wertvollem Basis- oder Importsaatgut oder auch die Aussaat von warmwasserbehandeltem Saatgut ohne Rücktrocknung wäre vorstellbar (z. B. bei mit Flugbrand infizierter Gerste). Zum letzten Punkt wurden bei Agroscope bereits erste erfolgversprechende Versuche durchgeführt (Bänziger *et al.*, 2022).

Ebenfalls eine gute Wirkung gegen Schneeschimmel wurde mit einer Saatgutbehandlung mit *Galla chinensis* (chinesische Galle) erzielt (Vogelgsang *et al.*, 2013). Zurzeit laufen Versuche mit verschiedenen Formulierungen sowie dem Vergleich mit der europäischen Galle/Galläpfel (*Galla turcicum*), um eine effiziente und kostengünstige Alternative zu entwickeln.

Im neu gestarteten Agroscope-Projekt «HealthyStart», welches zusammen mit Partnern aus der Praxis und der

Getreidebranche entstanden ist, werden Methoden zum molekularen Nachweis von Flugbrand im Gerstensaatzgut sowie von bodenbürtigen Krankheiten wie Zwergbrand und Schneeschimmel entwickelt. Damit kann operativ und regelmässig auf Flugbrand im Saatgut getestet werden, was auch für den Import von Saatgut von Bedeutung ist. Zum anderen können Getreideproduzenten abschätzen, ob die für die Aussaat vorgesehenen Parzel-

len belastet sind. Die Entwicklung dieser Methoden ist ein wichtiger Fortschritt für die nachhaltige Regulierung samen- und bodenbürtiger Krankheiten. ■

Dank

Ein grosses Dankeschön geht an Cecilia Panzetti und Seraina Klaus, welche eine grossartige Unterstützung bei den Untersuchungen der vielen Proben geleistet haben.

Literatur

- Bänziger, I., Kägi, A., Vogelgsang, S., Klaus, S., Hebeisen, T., Büttner-Mainik, A., Sullam, K. E. (2022). Comparison of thermal seed treatments to control snow mold in wheat and loose smut of barley. *Frontiers in Agronomy*, Volume 3, Article 775243
- Bänziger, I., Zanetti, S., Hebeisen, T., Graff, L., Vogelgsang, S. (2012). 15 Jahre Gesundheitsuntersuchungen von Bio-Getreidesaatgut an Agroscope. *Agrarforschung Schweiz* 3 (1), 12–19.
- Bio Suisse (2020). Medienmitteilung. *Bio knackt beim Marktanteil die 10 Prozent-Hürde*. <https://www.bio-suisse.ch/de/unser-verband/medien/medienmitteilungen/detail/bio-knackt-beim-marktanteil-die-10-prozent-huerde.html>
- Bio Suisse (n.d.). Richtlinien. https://www.bio-suisse.ch/dam/jcr:60a9626c-ec40-4033-a631-64419f24396f/Bio_Suisse_Richtlinien_2022_DE.pdf
- Bundesamt für Landwirtschaft. (2022). *Verordnungspaket Parlamentarische Initiative*. <https://www.blw.admin.ch/blw/de/home/politik/agrarpolitik/parlamentarischeinitiative.html>
- fenaco (2021). Medienmitteilung. *fenaco nimmt erste Dampfanlage der Schweiz für ökologische Saatgutbehandlung in Betrieb*. <https://www.fenaco.com/artikel/fenaco-nimmt-erste-dampfanlage-der-schweiz-fuer-oekologische-saatgutbehandlung-betrieb>
- Jowa (2020). Medienmitteilung. *Migros setzt bei Brot aus der JOWA-Bäckerei auf komplett pestizidfrei angebauten Weizen*. https://jowa.ch/fileadmin/JOWA/200615_MM_DE_Migros_Pestizidfreier_Weizenbau.pdf
- Kietreiber, M. (1981). Filterpapier-Fluoreszenztest für die Feststellung von *Septoria nodorum* in *Triticum aestivum* unter Berücksichtigung des in Keimruhe befindlichen Saatgutes. *Seed Science and Technology* 9, 717–723.
- Kietreiber, M. (1984). Wheat: dwarf bunt, common bunt (stinking smut), smooth-spored bunt (stinking smut). *ISTA Handbook on Seed Health Testing*, Working sheet No 53, 1–4
- Meteo-Schweiz (n.d.). *Klimareport 2016*. <https://www.meteoschweiz.admin.ch/service-und-publikationen/publikationen/berichte-und-bulletins/2017/klimareport-2016.html>
- Swissem (n.d.). Statistiken. <https://www.swissem.ch/de/statistiken/>
- Vogelgsang, S., Bänziger, I., Krebs, H., Legro, R.J., Sanchez-Sava, V., Forrer, H.R. (2013). Control of *Microdochium majus* in winter wheat with botanicals - from laboratory to the field. *Plant Pathology* 62, 1020–1029.
- Wetterstation Bassersdorf (n.d.). http://www.wetter-bassersdorf.ch/details_schnee.php
- Winter, W., Rüeegger, A., Bänziger, I., Krebs, H. (1997). Beizung nach Schadschwellen: Ergebnisse mit Sommerweizen. *Agrarforschung Schweiz* 4 (1), Separater Farbteil
- Winter, W., Rüeegger, A., Bänziger, I., Krebs, H. (1997). Warm- und Heisswasserbehandlung gegen Auflaufkrankheiten. *Agrarforschung Schweiz* 4 (11–12), 467–470.
- Winter, W., Rüeegger, A., Bänziger, I., Krebs, H. (1998). Getreidebrände und Gerste-Streifenkrankheit sanft behandeln. *Agrarforschung Schweiz* 5 (1), 29–32.