



- Aktuelle Hinweise zur Winterfestigkeit von Winterweizen -

Langversion

Stand: 12.03.2010

Besuchen Sie uns auch im Internet:
www.tll.de/ainfo

Impressum

Herausgeber: Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft
Naumburger Str. 98
07743 Jena
Tel. 03641/68 30
Fax 03641/68 33 90

2. geänderte Auflage

Fertigstellung: März 2010

Autoren: **Abteilung Pflanzenproduktion:**
Dipl.-Ing. agr. Ch. Guddat, Dipl.-Ing. agr. E. Schreiber, Dr. M. Farack
Tel. 036 427/868 114, Fax 036 427/22 340

Einleitung

Die Wintermonate 2008/2009 und 2009/2010 zeigten sehr deutlich, dass in Thüringen trotz Klimawandel immer wieder mit strengen Frösten zu rechnen ist. So lag die Durchschnittstemperatur im Januar 2009 um 2,1 °C und im Januar 2010 um etwa 3,5 °C unter dem vieljährigen Mittel. Die Tiefstwerte sanken dabei z.T. unter minus 20 °C. Der meist hohen und lang anhaltenden Schneebedeckung der Saaten war es 2009 zu verdanken, dass starke Auswinterungen zumeist ausblieben. Wie es im Frühjahr 2010 aussehen wird, bleibt abzuwarten.

Die gegenwärtigen Witterungsbedingungen zeigen, dass eine ausreichende Winterfestigkeit in Thüringen nach wie vor ein wichtiges Kriterium bei der Sortenwahl ist. So gilt es Auswinterungsschäden, die aus dem Anbau von Sorten mit unbekannter Winterfestigkeit resultieren (zuletzt im Jahr 2003), zu vermeiden.

Bei Auswinterungsschäden ist im Wesentlichen zwischen Frostschäden durch Erfrierungen und Schäden infolge von Sauerstoffmangel und Pilzbefall zu unterscheiden. Die hier beschriebenen Ergebnisse und Einschätzungen zur Winterfestigkeit von Winterweizensorten beziehen sich ausschließlich auf Frostschäden.

Ursachen für Auswinterungsschäden und Winterfestigkeit der Getreidearten

Frostschäden treten hauptsächlich bei Temperaturen unter einem art- und sortenspezifischen Grenzwert auf. In den Pflanzenzellen kommt es zu irreversiblen Schäden in Folge von Wasserentzug bzw. Eisbildung. Die Schädigung schreitet von der Blattspitze zur Basis fort. Ältere Pflanzenteile werden stärker in Mitleidenschaft gezogen als jüngere. Zum wirklichen Kältetod der Pflanze kommt es, wenn auch der Vegetationskegel und/oder die Wurzeln absterben. Der Grad der Zellschädigung ist von den erreichten Tiefsttemperaturen, der Geschwindigkeit der Temperaturabnahme, der Dauer der Belastung und der Art ihres Abklingens sowie vom Grad der Abhärtung der Pflanzen abhängig.

Gemindert werden kann die Frosteinwirkung durch Schnee. Vor allem die Wurzeln werden dadurch geschützt (bei bestimmten Wuchstypen der Vegetationskegel), austrocknende Winde von den Pflanzen fern gehalten und extreme Temperaturdifferenzen (Tag/Nacht) abgemildert. Bereits eine Schneedecke von 3 cm hat eine Schutzwirkung von bis zu 10 °C. Bei gleichen Temperaturen ist also die Frostbelastung auf schneefreier Flächen um ein vielfaches höher als bei Schneebedeckung. Allerdings nimmt die Gefahr von Schäden durch parasitären Pilzbefall sowie Ersticken infolge Sauerstoffmangel unter langanhaltender / verharschter Schneedecke zu.

Entscheidend für die Widerstandsfähigkeit gegenüber Kälte ist das Entwicklungsstadium, in dem sich die Pflanze befindet. Die größte Kälteresistenz besitzen ungekeimte Samen. Dagegen ist gekeimter, noch nicht aufgelaufener Samen besonders frostgefährdet. Ebenso sind Bestände im Ein- bis Zwei-Blatt-Stadium stärker von Auswinterung bedroht, weil die Nährstoffreserven der Samen erschöpft sind und bei Wechselfrösten die kleinen Wurzeln schnell abreißen. Relativ frosthart ist dagegen das Dreiblattstadium, in dem Weizen am günstigsten in den Winter geht. Bestockte Pflanzen verfügen mit ihren größeren Nährstoffreserven über ein gutes Regenerationsvermögen. Beim Übergang in die generative Phase (ab ES 30) steigt die Frostempfindlichkeit wieder sprunghaft an. Bei Spätfrösten im Mai ist besonders das Gynoceum gefährdet.

Grundsätzlich ist zwischen folgenden **Auswinterungsursachen** zu unterscheiden.

Dauerfrostperioden kennzeichnen ein allmähliches Absinken der Temperatur und eine größere Dauer der Kälteperioden. Der Frost dringt zwar meist bis in tiefere Bodenschichten ein und kann auch die Wurzel in Mitleidenschaft ziehen. Jedoch geht der Frostbelastung bei einem relativ langsamen Absinken der Temperaturen eine Abhärtungsphase mit einer Erhöhung der Frostresistenz des Getreides voraus. Im allgemeinen gelten Temperaturen um den Gefrierpunkt von einer Woche als ausreichend für die Abhärtung von Wintergetreide. Der Vorgang der Abhärtung ist bei höheren Temperaturen reversibel, kann sich aber nach Enthärtungsperioden und erneutem langsamen Absinken der Temperaturen wiederholen. Das Abklingen der Belastung erfolgt meist allmählich, was für die Pflanze weniger

gefährlich ist als ein schnelles Auftauen, bei dem durch zu rasches Einwässern in die Zelle irreversible Schädigungen entstehen können. Schäden treten meist durch überlanges Anhalten der Kälte auf.

Frosteinbrüche zeichnen sich dadurch aus, dass die Temperaturen, oft begleitet von austrocknenden Winden, stark abfallen. Sie belasten die Zellen des Getreides besonders durch die hohe Geschwindigkeit der Temperaturabnahme. Zudem treffen sie die Pflanzen oft auch in unabgehärtetem Zustand. Zu fürchten sind vor allem Frosteinbrüche im Frühjahr, wenn das Getreide bereits enthärtet oder schon im Übergang zur generativen Phase ist.

Strahlungsfröste treten bei niedriger Luftfeuchte, Windstille und klarer Witterung durch die nächtliche Temperaturabstrahlung des Bodens auf. Bodenunterschiede und Bewuchs können die Abstrahlungsstärke variieren. Auf geneigten Böden fließt die Kaltluft in sogenannte Kältelöcher. Die entstehenden Schädigungen sind oft lokal begrenzt.

Extremen Belastungen sind Pflanzen auch in Wechselfrostperioden ausgesetzt, wenn nächtliche Frostbelastung (Strahlungsfrost oder noch nicht aus dem Boden gewichener Dauerfrost) mit Tagestemperaturen, die deutlich über dem Gefrierpunkt liegen, abwechseln. Bei gefrorenem Boden kommt es dabei zum Wurzelabriss durch Hochfrieren beziehungsweise zum Vertrocknen nach Sonneneinstrahlung durch tagsüber auftretenden Wassermangel.

Indirekte Frostschäden entstehen durch die Frosteinwirkung auf den Boden. Sein Volumen vergrößert sich bei Kälte. Es kommt dadurch zu Wurzelbeschädigungen und der kapillare Wassernachschub aus dem Boden wird unterbunden. Mit Hilfe von Walzen besteht im Frühjahr die Möglichkeit, so bald der Boden tragfähig ist, diesem Zustand entgegen zu wirken.

Eisbrand tritt auf, wenn sich über den Pflanzen Eiskecken bilden und nachfolgend eine starke Sonneneinstrahlung erfolgt.

Schnees Schäden entstehen nach langanhaltenden hohen Schneedecken. Sie können biotischer als auch abiotischer Natur sein. Zu ersterer zählt man die Schwächeparasiten *Typhula incarnata* und *Fusarium*-Arten. Beide finden unter Schnee auf ungefrorenem Boden optimale Entwicklungsbedingungen und können in schneereichen Wintern besonders in Vorgebirgslagen ganze Bestände vernichten. *Typhula* befällt fast ausschließlich Wintergerste. Oft werden vor allem zweizeilige Sorten geschädigt. *Fusarium* (Schneesimmelpilz) ist weniger wirtsspezifisch und befällt alle Getreidearten. Üppige Pflanzenbestände sind besonders gefährdet. Langanhaltende Schneedecken, besonders aber Harsch, können durch Sauerstoffmangel zum Ersticken der Pflanzen führen. Ähnliche Wirkung haben auch Wasseransammlungen auf gefrorenem Boden.

Schlechte Saatbettbedingungen durch zu tiefe und zu flache Saat erhöhen das Auswinterungsrisiko. Infolge zu tiefer Saat kommt es zur Ausbildung eines langen Halmhebers. Reißt er ab, ist die Pflanze vom Wurzelsystem getrennt. Zu flache Saaten sind sehr frostempfindlich, weil dann der Vegetationspunkt (Ährenanlage an der Halmbasis) ohne isolierende Schutzschicht eher erfriert.

Zusätzlich können Überschwemmungen und Vernässungen in Senken Schäden an den Winterungen verursachen.

Winterfestigkeit der Getreidearten

Nach einer ausreichenden Abhärtungsphase übersteht in der Regel Roggen Temperaturen von -18 bis -25 °C, Winterweizen und Wintertriticale -15 bis -20 °C und Wintergerste -12 bis -15 °C unbeschadet. Winterhafer und Winterdurum weisen eine noch geringere Winterfestigkeit als Wintergerste auf. Die Unterschiede zwischen den Getreidearten schließen jedoch sortenbedingte Differenzierungen in der Winterfestigkeit innerhalb einer Getreideart nicht aus.

Häufigkeit und Ausmaß von Kälteperioden und Auswinterungsschäden

Aufgrund des Vergleiches von Auswinterungsschäden in einzelnen Bundesländern und Angaben aus osteuropäischen Ländern ist davon auszugehen, dass die Auswinterungsgefahr zunimmt, je kontinentaler das Klima ist. Jahre mit Auswinterungen traten im ostdeutschen Raum in zeitlich unregelmäßigen Abständen auf und ließen sich nicht voraussagen.

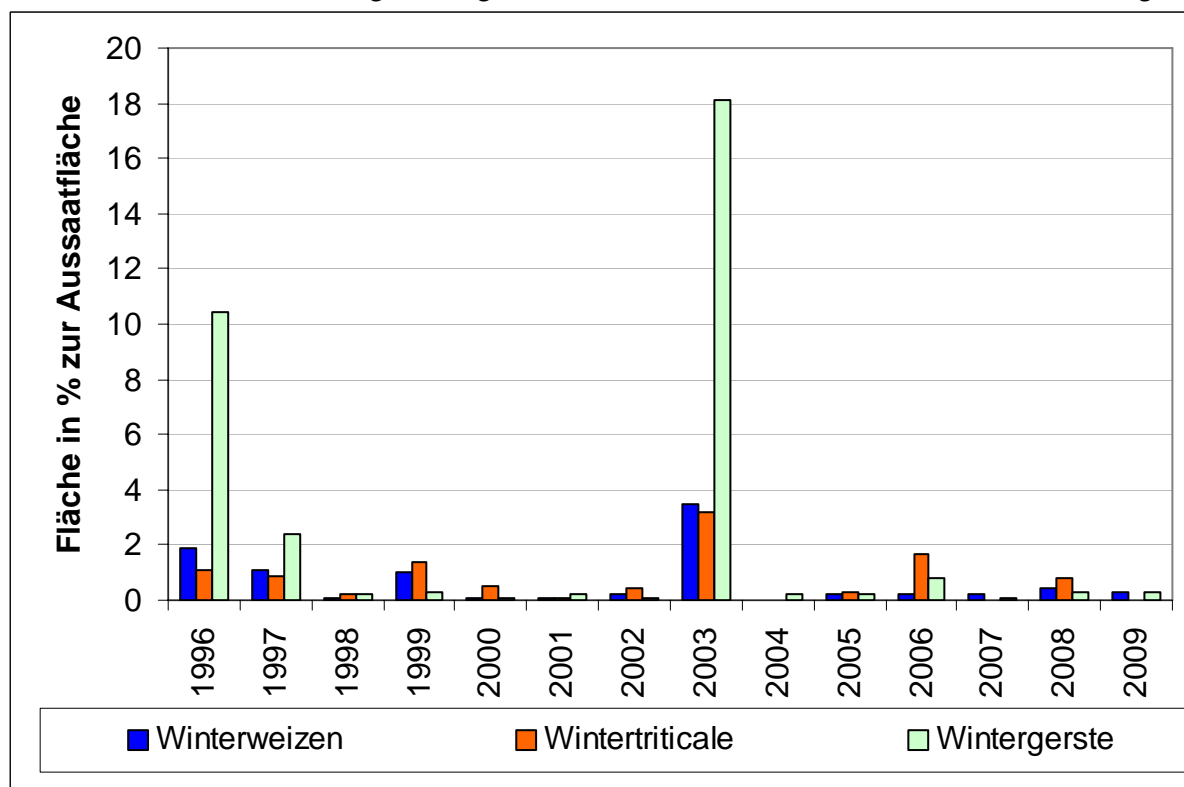


Abbildung 1: Wegen Auswinterung und anderer Schäden neu zu bestellende Flächen bei Winterweizen, Wintergerste und Wintertriticale in Thüringen (Thüringer Landesamt für Statistik 1996-2009)

Das Risiko war hier, wie das Jahr 2003 zeigte, jedoch größer als in den westlichen und nordwestlichen Bundesländern. In Thüringen wurden vor dem Winter 2003 im Jahr 1996 die letzten größeren Auswinterungsschäden (Dauer- und Wechselfrostperioden) registriert, wobei 10,4 % oder knapp 6.900 ha Wintergerste sowie 1,9 % oder ca. 3.400 ha Winterweizen neu bestellt werden mussten (Abb. 1). Im Jahr 2003 wurden 18,1 % (11.600 ha) Wintergerste und 3,5 % (7.300 ha) Winterweizen umgebrochen und neu gedrillt. Bei Wintertriticale und Winterroggen waren es im gleichen Jahr 3,2 % (600 ha) bzw. 1,9 % (200 ha), die auswinteren und wiederbestellt wurden.

In den letzten 30 Jahren wichen, z.B. am Standort Dornburg (Randlage des Thüringer Beckens), die mittleren Dezember- (6 x), Januar- (11 x) und Februartemperaturen (8 x) deutlich, das heißt um mehr als $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$, vom vieljährigen Mittel ab (Tab. 1). Dabei wurden Monatsmittel von bis zu $-7,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ erreicht. Solche Werte kamen nur zustande, wenn Perioden mit extrem tiefen Nachttemperaturen auftraten.

Unter dem Durchschnitt liegende Monatsmittel sind ein Indiz für den „Kältestress“, den die Pflanzen im Winter ausgesetzt waren.

Fehlende Winterhärte bei Getreide kann, wie zuletzt im Vegetationsjahr 2002/2003, zu erheblichen wirtschaftlichen Verlusten in der Landwirtschaft führen. Nach Schätzungen der „Vereinigten Hagel“ betragen die Schäden im oben genannten Winter in Deutschland bei Getreide und Winterraps ca. 64 Mio. Euro. Sie setzten sich aus Saatgutverlust des Wintergetreides und Kosten für Umbruch und Neubestellung zusammen und lagen bei Getreide zwischen 180 und 230 Euro/ha (Lindloff 2003). Unberücksichtigt blieben hierbei das niedrigere Ertragsniveau des Sommergetreides gegenüber Wintergetreide sowie die Ertragsver-

luste bei zu spät erfolgtem Umbruch oder nicht umgebrochenen, aber teilgeschädigten Wintergetreideflächen.

Tabelle 1: Mittlere Monatstemperaturen (° C) ausgewählter Jahre im Vergleich zum langjährigen Mittel am Standort Dornburg

Erntejahr	Dezember	Januar	Februar
1964	-4,4	-3,0	0,1
1965	-0,2	0,8	-2,7
1966	2,6	-4,2	3,2
1969	-2,7	0,9	-2,3
1970	-5,7	-2,2	0,5
1972	3,5	-3,4	3,2
1979	0,1	-3,8	-2,4
1982	-2,8	-2,8	0,3
1985	1,4	-6,1	-4,1
1986	4,6	0,5	-8,2
1987	2,0	-7,4	-0,6
1991	0,7	1,7	-2,4
1996	-2,8	-4,9	-3,0
1997	-4,1	-4,0	4,1
2003	-1,3	-0,5	-2,7
2004	1,0	-0,6	2,4
2005	0,6	2,1	-1,8
2006	0,8	-3,7	-1,1
2007	4,5	4,7	4,0
2008	1,2	4,1	3,4
2009	0,3	-3,4	0,2
2010	-0,3	-4,9	0,1
vieljähriges Mittel	0,6	-0,9	-0,1

Maßnahmen zur Begrenzung des Auswinterungsrisikos

An erster Stelle bei den Möglichkeiten zur Risikominimierung steht die Wahl einer winterfesten Sorte. Grundlage dafür ist eine sortenspezifisch unterschiedlich starke Neigung zu Auswinterung bei den Wintergetreidearten Winterweizen, Wintergerste und Wintertriticale. Bei Winterroggen genügen alle Sorten auch extremsten Ansprüchen an die Frosthärte, allerdings kann das Hochfrieren des Bodens und das Abreißen der Wurzel die Bestände gefährden. Weitere Voraussetzung für eine gute Überwinterung ist die optimale Gestaltung von Saatbettbereitung, Saattermin, Saatstärke, Saattiefe und Nährstoffversorgung.

Möglichkeiten der Einschätzung der Winterfestigkeit von Getreidesorten

Gegenwärtig werden in Thüringen folgende Möglichkeiten zur Einschätzung der Winterfestigkeit bei Getreidesorten genutzt:

1. Note des Bundessortenamtes „Neigung zu Auswinterung“, die auf Grundlage von Auswinterungsbonituren in Feldversuchen erstellt werden (Wertprüfungen und Landessortenversuche zur Fortschreibung der Beschreibenden Sortenliste)

Bedeutung der Noten des BSA bei „Neigung zu Auswinterung“:

1 = fehlend oder sehr gering	4 = gering bis mittel	7 = stark
2 = sehr gering bis gering	5 = mittel	8 = stark bis sehr stark
3 = gering	6 = mittel bis stark	9 = sehr stark

2. Auswinterungsbonitur in den Feldversuchen im Rahmen der Landessortenversuche
3. Auswinterungsbonitur in Kastenanlagen (Weihenstephaner Kastenmethode)
4. Bonitur von Kälteschäden in Klimakammerversuchen

Die Boniturnoten der unter Punkt 2-4 genannten Methoden entsprechen in ihrer Bedeutung den unter Punkt 1 beschriebenen Noten des Bundessortenamtes.

Recht zuverlässige Informationen zur Winterfestigkeit der Sorten liefern in Jahren mit strengen Frösten ohne Schneedecke Ergebnisse aus Freilandversuchen, wie Landessortenversuche und Wertprüfungen. Deutliche Sortendifferenzierungen in der Winterfestigkeit, wie im Winter 2003, ließen sich an den Standorten der Landessortenversuche in den letzten Jahren aber nur selten feststellen. Ähnliches traf für die Standorte der Wertprüfungen des Bundessortenamtes zu, das 2003 letztmalig in der Lage war, die Winterfestigkeit von Getreidesorten einzuschätzen. Für jüngere Sorten mit z.T. beträchtlicher Anbauausdehnung gibt es derzeit jedoch keine offizielle Einstufung in der Beschreibenden Sortenliste des Bundessortenamtes. Die Folge einer fehlenden Einschätzung der Winterfestigkeit war bisher, dass zum Teil Sorten ohne Kenntnis der Winterfestigkeit empfohlen wurden, unter ihnen auch stärker auswinterungsgefährdete.

Deshalb nutzt die TLL in Kooperation mit anderen Landesanstalten, Züchtern und dem Bundessortenamt bei Winterweizen seit 2005 zusätzlich zu den Auswinterungsbonituren aus Feldversuchen die Weihenstephaner Kastenmethode und die Prüfung der Frostresistenz in Klimakammern zur Einschätzung der Sorten.

Methodik der Weihenstephaner Kastenmethode und der Frosthärteprüfung in Klimakammern

Für die Weihenstephaner Kastenmethode werden Kästen (am Standort Dornburg z.B. in einer Größe von 300 cm x 75 cm x 20 cm) auf einem Gestell angebracht, so dass sie sich etwa 60 cm über dem Boden befinden. Damit ist eine Zufuhr kalter Luft auch an der Unterseite der Kästen gewährleistet, wodurch die Erde in den Kästen durchfrieren kann. Die Aussaat des Weizens erfolgt im Oktober, um eine möglichst ausreichende Vorwinterentwicklung zu erreichen. Die Prüfglieder werden zu je 2 Reihen von je 30 cm Länge mit jeweils 14 Körnern in 3 Wiederholungen gesät. Der Reihenabstand beträgt ca. 4,6 cm. Dazu wird gebeiztes Saatgut verwendet, um Einflüsse durch samenbürtige Krankheitserreger auszuschalten. Die Kästen sind mit einer Überdachungsmöglichkeit versehen, wodurch die Pflanzen schneefrei gehalten werden können. Mit Hilfe dieser Methode können die jungen Pflanzen beim Öffnen der Dächer niedrigen Temperaturen und Wechselfrösten ohne Schutz ausgesetzt werden (Abb. 2). Die Weihenstephaner Kastenmethode kommt dem Prinzip der Winterfestigkeitsprüfung in Feldversuchen recht nahe, garantiert in der Wirkung aber eine härtere Prüfung. Hinzu kommt, dass die Kästen häufig durchfrieren, so dass die Frostwirkung auf die Wurzel erhöht wird. Angestrebt wird eine mehrmalige Bonitur der Frostschäden. Die erste Bonitur erfolgt, wenn die Blattabfrierungen deutliche Differenzierungen erkennen lassen (Abb. 3). Bei Verstärkungen der Schäden sind weitere Bonituren zweckmäßig. Bei Vegetationsbeginn bzw. Wiederergrünen der Versuche im Frühjahr wird die Abschlussbonitur durchgeführt (nach DOLESCHEL, MEIER 2004). Die vergebenen Boniturnoten für die Neigung zu Auswinterung entsprechen den Ausprägungsstufen nach dem Schema des BSA. Die Prüfung erfolgt am Standort Dornburg in Thüringen sowie an jeweils einem Standort der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft, des Bundessortenamtes und eines Züchterhauses.

Die Frosthärteprüfung in Klimakammern ist für das beteiligte Züchtungsunternehmen ein langjährig bewährtes Verfahren zur Einschätzung der Frosthärte von Weizensorten bzw. -stämmen. In Kästen werden je 10 Prüfglieder, darunter 3 Standards (sehr winterhart, winterhart und nicht winterhart) angezogen. Pro Prüfglied werden 13-14 Körner ausgesät. Anschließend erfolgt das Auszählen und bei Bedarf das Vereinzeln auf jeweils 10 Einzelpflanzen. Die Pflanzen werden auf 6-7 cm Länge zurück geschnitten. Die Prüfung wird mit 4 Wiederholungen angelegt. Nach erprobter Methode werden die Pflanzen zuerst abgehärtet und danach stärkeren Frösten ausgesetzt. Die Auswertung erfolgt über eine optische Bonitur der Pflanzen sowie die Auszählung der überlebenden Pflanzen. Für die Einstufung in verschiedene Winterhärteklassen werden die optische Bonitur zu einem Drittel und die

Auszählung zu zwei Dritteln herangezogen (nach RICHTER 2006). Diese Untersuchungen erfolgen im Auftrag der TLL mit verschlüsselten Sortennummern, so dass eine neutrale Bewertung gesichert ist.



Abbildung 2: Weihenstephaner Kastenmethode, verschließbare Kastenanlagen werden schneefrei gehalten und die Pflanzen unmittelbar der Kälte ausgesetzt



Abbildung 3: Unterschiede in der Winterfestigkeit (Frostresistenz) von Winterweizensorten in der Kastenanlage nach Weihenstephaner Kastenmethode

Auswertung der Daten

Die Datengrundlage für die Einschätzung der Winterfestigkeit bildeten Ergebnisse aus den Wertprüfungen des Bundessortenamtes, den Landessortenversuchen in den ostdeutschen Bundesländern, den Versuchen nach Weihenstephaner Kastenmethode und den Versuchen zur Frosthärte in Klimakammern. Die Anzahl der einbezogenen Versuche in Abhängigkeit von der Methode und den Jahren sind Tab. 2 zu entnehmen.

Tabelle 2: Datengrundlage für die Einschätzung der Winterfestigkeit von Winterweizensorten nach Methoden und Jahren

Methode	Anzahl Versuche						
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Wertprüfungen und Landesortenversuche im Freiland	68	1	0	22	24	1	6
Weihenstephaner Kastenmethode	0	0	1	2	2	2	4
Klimakammer	1	1	1	1	1	1	1

Die statistische Auswertung und Interpretation der umfangreichen Daten erfolgte durch die Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern (V. Michel und A. Zenk). Der Datensatz war aufgrund des in den Jahren gleitenden Sortimentswechsels, der Langjährigkeit und der Großräumigkeit hochgradig unbalanciert, d.h. lückig. Eine einfache Analyse über Mittelwertbildung wäre bei dieser Datenstruktur extrem verzerrungsanfällig. Weiterhin erschwerten die unterschiedlichen Methoden (Freiland, Kastenanlage, Klimakammer) die Auswertung, wobei letztlich eine zusammenfassende Einschätzung der Sorten über alle Methoden hinweg das Ziel war. Als adäquates Verfahren bot sich die Hohenheim-Gülzower-Serienauswertung an (siehe unter www.lfamv.de).

Die Analyse der Varianzkomponenten ließ folgende Aussagen zu:

Es gab trotz „Sorte x Umwelt – Interaktionen“ signifikante Sortenunterschiede in der Winterfestigkeit über die Methoden, Jahre und Orte hinweg. Die Jahre beeinflussten die Sortenrangfolge, in der Klimakammer allerdings erwartungsgemäß weniger. Dominant waren aber die Sortenunterschiede im Mittel der Jahre. Die Ergebnisse der Freilandversuche entsprachen weitgehend der methodenübergreifenden Gesamtauswertung. Dies ist nicht als fehlende Wechselwirkung zu interpretieren, sondern hatte andere Ursachen. Einerseits

stammten die meisten Daten aus Freilandversuchen, also bestimmten diese auch maßgeblich die Gesamtauswertung. Zum anderen sind die Ursachen im Freiland, die zu Auswinterungsschäden führen, sehr vielfältig (besonders Jahreseffekte). Entsprechend fiel es dem Modell schwerer, die Effekte im Freiland als innere Einheit zu fassen und abzugrenzen. Die Klimakammer führte zu einer deutlichen signifikanten und spezifischen Sortenbewertung. Dies war auch so zu erwarten, da hier definierte Ursachen erzeugt werden. Sie entsprechen aber nur einer der vielen möglichen Auswinterungsursachen im Freiland. Durch die definierten Bedingungen ist auch das Vertrauensintervall enger eingegrenzt, als in Freilandversuchen.

Folgende genetischen Korrelationen zwischen den Methoden wurden geschätzt:

Freiland zu Klimakammer: 0,51

Freiland zu Kastenanlage: 0,97

Kastenanlage zu Klimakammer: 0,49.

Die geringere Korrelation zwischen Klimakammer und Freiland ist fachlich gut erklärbar: Die Auswinterungsursache in der Klimakammer ist eng eingegrenzt und deckt nur einen einzigen Aspekt der möglichen Ursachenkomplexe für Auswinterungen ab. Dieser Aspekt ist aber dessen unbenommen relevant für das Freiland. Insofern muss eine gesicherte Korrelation von 0,53 als Informationsgewinn auch für das Freiland gewertet werden. Die Freilandmethode wurde im Auswertungsverfahren als Ziel-Methode definiert, denn die Aussagen sollten letztlich auch für das Freiland gelten. Die anderen Methoden waren eine wichtige Ergänzung. Sie besitzen jedoch eine geringere Repräsentativität für das Freiland, da die Vielfalt der Auswinterungsfaktoren nicht exakt simuliert werden kann. Die Definition als Ziel-Methode bedeutet, dass die Effekte aus Freilandergebnissen mit vollem Gewicht, die der Kastenanlagen mit leicht gemindertem Gewicht (wegen der hohen Korrelation) und die Klimakammerergebnisse mit deutlichem verringertem Gewicht (wegen der relativ geringen Korrelation) in der zusammenfassenden Auswertung eingehen.

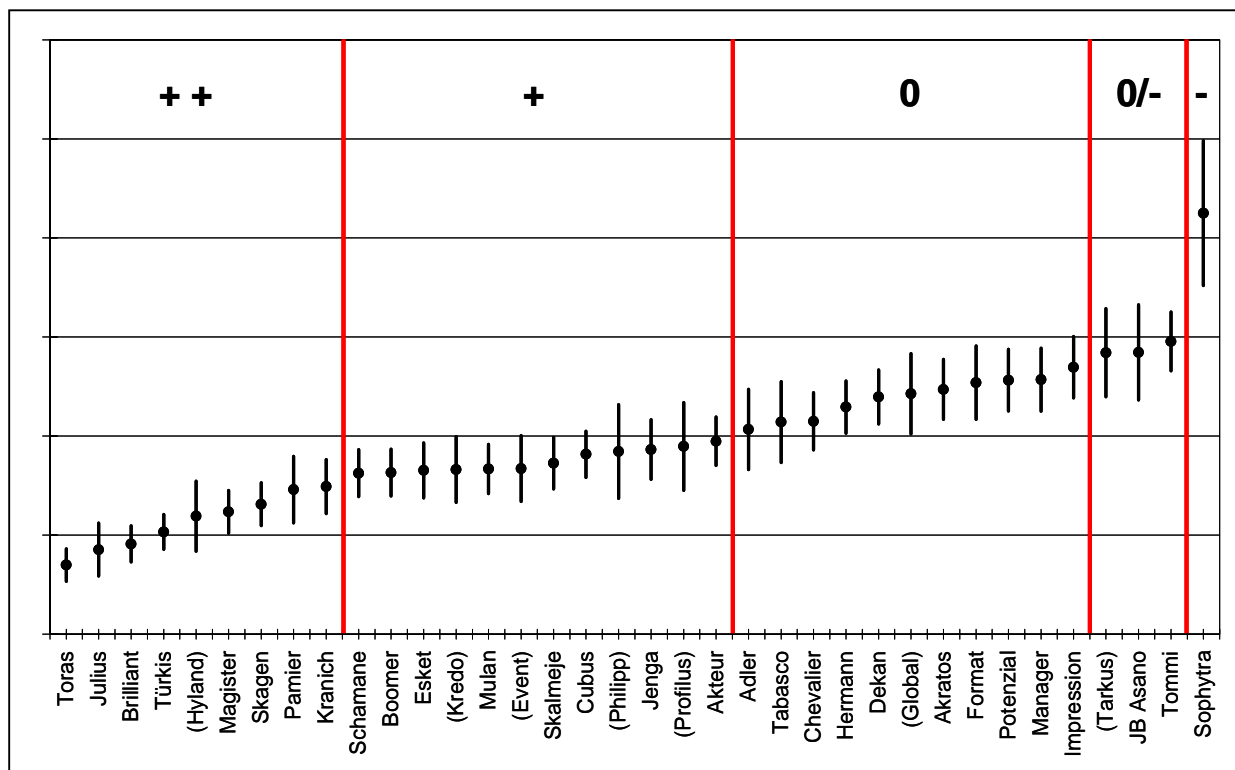


Abbildung 4: Einschätzung der Winterfestigkeit aktuell geprüfter Winterweizensorten (Datenbasis 2003 – 2009) mit Intervallen für den paarweisen Vergleich (90%)

Symbolik: ++ = sehr gut; + = gut; 0 = mittel; 0/- = geringer; - = gering
(...) = vorläufige Einschätzung

Quelle: Ch. Guddat (TLL), V. Michel, A. Zenk (LfAMV) 2009

Im Ergebnis wurden gewichtete Sortenmittelwerte geschätzt (Abb. 4), die als bestmögliche Maßzahl für das Freiland gewertet werden können, stetig sind und sich am Skalenbereich 1-9 anlehnen. Zu diesen Schätzwerten sind als grobe Orientierung Intervalle ausgewiesen, wobei geringere Schenkellängen auf höhere Schätzgenauigkeit aufgrund größerer Datenbasis hinweisen. Wenn sich die Schenkel zweier Sorten nicht überlappen, deutet dies auf einen deutlichen bzw. sicheren Sortenunterschied hin. Da die geschätzten Werte nicht unmittelbar metrisch interpretierbar sind, wurden sie mit dem Ziel der besseren Anschaulichkeit und einer praxisrelevanten Sortengruppierung in eine klassifizierende, intuitiv verständliche Symbolik umgesetzt.

Ergebnisse und Einschätzung der Winterfestigkeit aktueller Winterweizensorten

Nach den vorliegenden Ergebnissen wurden die wichtigsten mehrjährig geprüften Sorten mit aktueller Anbaubedeutung in der Winterfestigkeit eingeschätzt. Unberücksichtigt blieb dabei das unterschiedliche Regenerationsvermögen der Sorten. Die sichere Einschätzung von Sorten mit einer sehr geringeren Datenbasis war nicht möglich, weshalb diese nachfolgend nicht aufgeführt werden.

Winterfestigkeit sehr hoch (++): Toras, Julius, Brilliant, Türkis, Magister, Skagen, Pamier, Kranich

Winterfestigkeit hoch (+): Schamane, Boomer, Esket, Mulan, Skalmeye, Cubus, Jenga, Akteur

Der Anbau von Sorten mit einer hohen bis sehr hohen Winterfestigkeit bietet in Thüringen die größte Sicherheit vor Auswinterungsschäden und führt nur unter extremen Frostbedingungen zu Ausfällen.

Winterfestigkeit mittel (o): Adler, Tabasco, Chevalier, Hermann, Dekan, Akratos, Format, Potenzial, Manager, Impression

Sorten mit mittlerer Winterfestigkeit sind unter Thüringer Bedingungen nur in einzelnen Jahren (typische Auswinterungsjahre) stärker von Auswinterungen betroffen.

Winterfestigkeit mittel bis geringer (o/-): JB Asano, Tommi

Bei Sorten mit einer geringeren Winterfestigkeit ist in einzelnen Jahren (typische Auswinterungsjahre) mit starken Auswinterungsschäden, z.T. sogar mit Totalverlusten zu rechnen.

Winterfestigkeit gering (-): Sophytra

Sorten mit geringer Winterfestigkeit sind wegen des hohen Auswinterungsrisikos für den Anbau in Thüringen nicht geeignet.

Wegen der Bedeutung weiterer wichtiger Eigenschaften (Ertrag, Qualität, Resistenz) sind immer Kompromisse bei der Sortenwahl erforderlich. Allerdings sollte in Thüringen auf Gesamtbetriebsebene eine kritische Schwelle in der Winterfestigkeit nicht unterschritten werden. Der Anbau von Sorten mit mittlerer bzw. mittlerer bis geringerer Winterfestigkeit ist unter Thüringer Bedingungen zwar gerechtfertigt, wenn sie sich durch andere positive Eigenschaften besonders auszeichnen. Eine zu hohe Anbaukonzentration von Sorten mit mittlerer bzw. mittlerer bis geringerer Winterfestigkeit ist jedoch zu vermeiden. Bewährt hat sich eine größere betriebliche Sortenvielfalt zur Reduzierung des Anbaurisikos.

Was ist bei Auswinterungsschäden zu tun?

Einschätzung der Schäden

Die sichere Einschätzung der Überwinterungsrate auf einem Schlag ist die grundlegende Voraussetzung für rechtzeitige Maßnahmen zur Schadensbegrenzung.

Sofern die Felder schneefrei sind und die Frostperiode beendet ist, sind die Bestände kritisch unter die Lupe zu nehmen. Um die Auswinterungsschäden exakt einschätzen zu können, interessieren vor allem die Pflanzenvitalität, die Bestandesdichte, die Pflanzenverteilung und der Schaderregerbefall.

Als erstes muss geklärt werden, ob die Winterung überlebt hat. Die Wintergerste gilt als empfindlichste Getreideart. Wenn sie eine einheitlich graugelbe Farbe zeigt, große Teile

der Blattmasse abgestorben sind und nur die Basis noch grün erscheint, ist zu klären, ob sich die Pflanzen regenerieren können. Mit einem einfachen Schnelltest lässt sich die Lebensfähigkeit feststellen. Dazu werden einige repräsentative Pflanzen aus dem frostfreien Boden vorsichtig entnommen und die Erde mit Wasser abgespült. Die Wurzeln und den Trieb kürzt man auf zirka 1 bis 2 cm ein und wickelt die Pflanzen in feuchtes (nicht nasses!), saugfähiges Papier (zum Beispiel Küchenpapier) ein. Dieses wird in einen Foliebeutel gesteckt und verschlossen. So wird ein Austrocknen der Probe vermieden. Bei Zimmertemperatur sind etwa nach drei bis vier Tagen lebensfähige Pflanzen daran zu erkennen, dass sowohl die Wurzeln als auch der Trieb mit dem Wachstum begonnen haben. Dieser Test eignet sich gut bei Gerste, für Weizen ist er wegen des trägeren Verhaltens weniger geeignet. Hier sollte das etwas zeitaufwendigere, aber in der Aussage sichere Einpflanzen im Sand zur Anwendung kommen. Bis zum Abwaschen der Wurzeln entspricht die Vorgehensweise der des oben beschriebenen Schnelltests. Für die weitere Untersuchung sind nur Pflanzen mit unbeschädigten Wurzeln zu verwenden. Ihre Blätter und Wurzeln werden auf 4 cm bis 5 cm eingekürzt. Danach setzt man die Getreidepflanzen, nicht tiefer als sie im Feld gestanden haben, in feuchten Sand in Blumentöpfen oder flachen Kisten. Der Bestockungsknoten liegt dabei 2 cm bis 4 cm unter der Oberfläche des Bodens. In einem hellen Raum bei Zimmertemperaturen aufgestellt sind die Pflanzen mäßig feucht zu halten. Nach 14 Tagen wird der Schaden beurteilt, indem die Wurzelballen vorsichtig untersucht werden. Bestockungsknoten und Wurzeln sind die lebenswichtigen Organe. Das sicherste Indiz für die Lebensfähigkeit ist der Neuaustrieb an den Wurzeln. Bei vitalen Pflanzen zeichnet sich der helle Wurzeltrieb deutlich von den schmutziggelben Alturzeln ab. Die Beurteilung des Austriebes am Blatt ist nicht so eindeutig, weil hier ein vorübergehender „Scheinaustrieb“ vorkommen kann.

Bei gequollenen oder gespitzten Samenkörnern sollte man ähnlich verfahren. Je nach Entwicklungsstand werden die Körner in feuchten Sand gedrückt, beziehungsweise flach eingebracht und nach 14 Tagen ebenfalls die Wurzeln beurteilt. Beim Einschätzen der Überwinterung ist zu beachten, dass die normale Pflanzenzahl im Frühjahr 60 bis 80 Prozent der im Herbst ausgesäten keimfähigen Körner beträgt. Erst wenn die Überwinterungsrate unter 40 Prozent liegt, wird ein kritischer Bereich erreicht.

Förderung des Wachstums bei noch ausreichender Bestandesdichte

Pflanzenverluste müssen sich nicht in jedem Fall auf den Ertrag auswirken. Getreide ist wie keine andere Fruchtart in der Lage, Ausfälle in gewissem Umfang durch stärkere Bestockung, höhere Kornzahl je Ähre und höheres Tausendkorngewicht auszugleichen. Optimale und kritische Werte für die Einschätzung der Bestandesdichte sind in Tab. 3 angegeben. Wesentliche Kriterien bei Umbruchentscheidungen sind die Vitalität der Pflanzen und die Verteilung der überlebenden Pflanzen auf dem Feld. Ein relativ gleichmäßig dünner Pflanzenbestand kann selbst bei sehr niedriger Ährenzahl (50 bis 100 Stück je Quadratmeter) noch einen wirtschaftlich vertretbaren Ertrag erzielen.

Das Leistungspotential von teilgeschädigtem Wintergetreide kann durch gezielte Maßnahmen der Bestandesführung wesentlich verbessert werden. Dazu zählen die Förderung durch eine zeitige, schnell wirksame erste N-Gabe auf schneefreiem, ungefrorenem Boden, der Walzeneinsatz, eine frühe Wachstumsreglergabe von 0,5-0,8 l/ha CCC zur Bestockung sowie die gezielte Unkrautbekämpfung. Auf verkrusteten Böden und Flächen mit Typhula- und Schneeschimmelbefall kann ein vorsichtiges Aufstriegeln ratsam sein. Das Eindringen der Sommerform oder der Aufbau von Mischbeständen ist hinsichtlich ungleichmäßiger Reife und eingeschränkter Verwertung abzulehnen.

Umbruch bei zu geringer Bestandesdichte

Schwierig ist die Entscheidung bei großen Pflanzenausfällen. Aus Tab. 3 ist ersichtlich, dass eine Umbruchempfehlung für Getreide unter den gegenwärtigen Rahmenbedingungen erst dann in Frage kommt, wenn weniger als 20 Prozent des optimalen Pflanzenbestandes überwintert hat. Aus praktischer Sicht stellt jedoch meist die sehr ungleichmäßige

Pflanzenverteilung nach der Auswinterung das Hauptproblem dar. Dann sind auch Richtwerte nicht mehr hilfreich.

Grundsätzlich ist vor jedem voreiligen Umbruch zu warnen, weil diese Maßnahme zusätzliche Kosten verursacht, aber auch die niedrigeren Erträge der für die Wiederbestellung geeigneten Sommerkulturen geringere Deckungsbeiträge zur Folge haben. Kalkulationen zur Wirtschaftlichkeit ergaben, dass ein Umbruch erst dann sinnvoll ist, wenn der zu erwartende Ertrag des Wintergetreides infolge der Frostschäden um mehr als 50 Prozent unter dem sonst üblichen Niveau liegt (Tab. 4).

Fällt die Entscheidung zu Gunsten des Umbruchs, bestimmen – abgesehen von den Vermarktungsmöglichkeiten – ganz entscheidend der bisher erfolgte Herbizideinsatz, aber auch die Fruchtfolge und der Saattermin die in Frage kommenden Sommerungen.

Tabelle 3: Richtwerte für die Bestandesdichte (Pflanze je Quadratmeter) bei Wintergetreide

	Wintergerste	Winterweizen	Winterroggen
Pflanzenzahl im Herbst (Keimdichte)	250-350	300-450	250-350
optimale Pflanzenzahl im Frühjahr	200-300	250-400	200-300
kritische Pflanzenzahl im Frühjahr	120-140	130-160	120-150
Richtwerte für den Umbruch	60	80	60

Quelle: nach Kratzsch, Bernburg

Tabelle 4: Kalkulation zur Wirtschaftlichkeit des Umbruches

Position	ME	Winterweizen	Neuansaat Sommerweizen	Neuansaat Sommerfuttergerste
geplanter Ertrag	dt/ha	70	50	50
50 % Ertrag bei Teilauswinterung	dt/ha	35		
Preis	EUR/dt	11	11	9,0
Erlös	EUR/ha	385	550	450
Kosteneinsparung zu WW (ohne Bestandesetablierung)	EUR/ha		-40	30
Mehrkosten für Umbruch/Neuansaat (Saatgut, var. Maschinenkosten, Personal)	EUR/ha		-185	-185
Grenzwert (umbruchkostenfreie Leistung)	EUR/ha	385	325	295