

ABSCHLUSSBERICHT

Beitrag der Sortenwahl zur Risikominderung und Risikostreuung in landwirtschaftlichen Betrieben am Beispiel Winterweizen



IMPRESSUM

Titel

Beitrag der Sortenwahl zur Risikominderung und Risikostreuung in landwirtschaftlichen Betrieben
am Beispiel Winterweizen

Berichtszeitraum

2019-2021

Herausgeber

Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern
Institut für Pflanzenproduktion und Betriebswirtschaft

Sachgebiet Biostatistik und Sortenwesen

Dorfplatz 1/OT Gülzow • 18276 Gülzow-Prüzen

Telefon: 03843/789-0

Fax: 03843/789-111

poststelle@lfa.mvnet.de

www.lfamv.de

Autor

Dr. Volker Michel • Telefon: 03843 789-210

Titelfoto

Volker Michel

Gülzow, 27.09.2021

INHALT

1	Zusammenfassung.....	6
2	Einleitung.....	8
3	Komplexe Sortenbewertung – Gesamtheit der wertbestimmenden Eigenschaften .	9
4	Winterfestigkeit – Risikominderung hinsichtlich erheblicher Produktions- ausfälle; exemplarische Methodenbeschreibung für komplexe Bewertungen	12
4.1	Einführung.....	12
4.2	Material und Methoden zur Einschätzung der Winterfestigkeit im Einzelversuch.....	13
4.3	Auswertungsansatz für den Gesamtdatensatz	14
4.4	Sorteneinstufung	15
4.5	Gesamtbewertung von Sorten durch einen Index – exemplarische Methodenbeschreibung für alle Merkmale.....	16
4.6	Beitrag der Winterfestigkeit für die Gesamtbewertung von Sorten und die Sortenempfehlungen der LFA	18
4.7	Grobabschätzung ökonomischer Effekte - exemplarisch für alle Merkmale	20
5	Fallzahlstabilität – Risikominderung hinsichtlich Vermarktung	24
5.1	Einführung.....	24
5.2	Material und Methoden zur Einschätzung sowie Parameter zur Charakterisierung der Sortenspezifik	26
5.3	Sorteneinstufung	28
5.4	Beitrag der Fallzahlstabilität für die Gesamtbewertung von Sorten und die Sortenempfehlungen der LFA	29
6	Resistenz gegenüber Ährenfusarium – Risikominderung hinsichtlich Vermarktung und gesundheitlicher Belastung der Verbraucher	32
6.1	Einführung.....	32
6.2	Material und Methoden zur Einschätzung der Sortenspezifik	33
6.3	Sorteneinstufung	33
6.4	Beitrag der Ährenfusariumresistenz für die Gesamtbewertung von Sorten und die Sortenempfehlungen der LFA	35
7	Stickstoffaneignung – Risikominderung hinsichtlich Umweltbelastung	38
7.1	Einführung.....	38
7.2	Material und Methoden zur Einschätzung der Sortenspezifik	38
7.3	Sorteneinstufung	39
7.4	Beitrag der Stickstoffaneignung für die Gesamtbewertung von Sorten und die Sortenempfehlungen der LFA	40
8	Ökostabilität – Risikominderung hinsichtlich zunehmender Witterungsextreme und ertragslimitierender Anbaubedingungen	42
8.1	Einführung.....	42
8.2	Material und Methoden zur Einschätzung der Umweltstabilität.....	42
8.2.1	Ökovalenz	43
8.2.2	Ökoregression.....	43
8.3	Sorteneinstufung	44

8.4	Beitrag der Parameter der Umweltstabilität für die Gesamtbewertung von Sorten und die Sortenempfehlungen der LFA.....	47
9	Gesamtbewertung, horizontaler und vertikaler Sortenvergleich	50
10	Literatur, Quellen.....	54
11	Abkürzungen	56

TABELLENVERZEICHNIS

Tab. 1:	In der LFA berücksichtigte Sorteneigenschaften und deren Relevanz für unterschiedliche Zielfunktionen.....	11
Tab. 2:	Vermehrungsflächen auswinterungsgefährdeter Sorten in Deutschland vs. MV	19
Tab. 3:	Sortenspezifische Schätzwerte für die mittlere Fallzahl unter Belastungsbedingungen, mehrjährig überregionale Auswertung, Kernsortiment 2020	28
Tab. 4:	Übersetzung von Fusarium-Einstufungen in der BSL in wertende Symbole in den Beratungsmaterialien der LFA.....	35
Tab. 5:	Parameter der Ökostabilität, ausgewählte Sorten aus dem LSV-Sortiment 2020	44
Tab. 6:	Herleitung der Gesamtbewertung als Index aus den Boni für Einzelmerkmale, Stand 2020 für vier codierte Beispiel-Sorten.....	50
Tab. 7:	Gesamtbewertung als Index für unterschiedliche Anbausituationen, Stand 2020	51
Tab. 8:	Sortenempfehlungen der LFA unter unterschiedlichen Anbaubedingungen, Stand 2021.....	53

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abb. 1:	Auszug aus dem LFA-Flyer „Sortenempfehlung Winterweizen 2020/21“	9
Abb. 2:	Sortenunterschiede in der Winterfestigkeit (Foto: V. Michel, Gülzow, 2017, Sorten Brilliant und Mirage).....	12
Abb. 3:	Sortenunterschiede in der Winterfestigkeit in einem randomisierten Sortenversuch (Foto: V. Michel, 2016).....	12
Abb. 4:	Weihenstephaner Kastenmethode, Dornburg 2021 (Foto: Ch. Guddat, TLLLR)	14
Abb. 5:	Einstufung von Winterweizensorten im Merkmal Winterfestigkeit, mehrjährig Stand 2021.....	15
Abb. 6:	Explorative Darstellung der Verteilung der Relativerträge von B- und C-Weizensorten (2011-2016, Anbaugebiet D-Nord + MV-Süd).....	16
Abb. 7:	Boni / Mali beim Merkmal Winterfestigkeit in der Indexberechnung der LFA.....	18
Abb. 8:	Grobe Annahmen über die Eintrittswahrscheinlichkeit (%) von Auswinterungsjahren und deren Intensität.	21
Abb. 9:	Szenarien über die Ertragsverluste unterschiedlich eingestufter Sorten (- bis ++) bei unterschiedlich intensiven Auswinterungsereignissen	22
Abb. 10:	Szenarien über die Erlösverluste unterschiedlich eingestufter Sorten (-- bis ++) bei unterschiedlich intensiven Auswinterungsereignissen sowie im langjährigen Mittel.....	22
Abb. 11.:	Durchschnittsniveau aller Sorten in der Fallzahl bei belasteten Versuchen (2010 bis 2017)	24
Abb. 12:	Verteilung der Fallzahlen der Sorten in LSV, Mecklenburg-Vorpommern 2017; Ranking ausgewählter Sorten	25
Abb. 13:	Abstufung von Weizenpartien im Zeitraum 2010 -2016; Auswertung der Referenzbetriebe MV (MICHEL & ZIESEMER, 2017)	26
Abb. 14:	Fallzahlen der Sorte RGT Reform im Vergleich zum adjustierten Durchschnitt aller Sorten, mehrjährig, Stand bis 2017	29
Abb. 15:	Fallzahlen der Sorte Bonanza im Vergleich zum adjustierten Durchschnitt aller Sorten, mehrjährig, Stand bis 2017	29
Abb. 16:	Boni / Mali beim Merkmal Fallzahlstabilität in der Indexberechnung der LFA.....	30
Abb. 17:	Sortenspezifische DON-Gehalte unter Belastungsbedingungen (LfL Bayern, 2020)	34
Abb. 18:	Zusammenhang zwischen Einstufung in Beschreibender Sortenliste und DON-Werten (Datengrundlage lt. Abb. 17).....	34
Abb. 19:	Boni / Mali beim Merkmal Resistenz gegenüber Ährenfusarium in der Indexberechnung der LFA, A-Sorten.....	36
Abb. 20:	Anteile der Resistenzgruppen gegenüber Ährenfusarium in der Beschreibenden Sortenliste 2020 und im LSV MV 2020	37

Abb. 21:	Sortenspezifische N-Entzüge und Proteingehalte, Anbaugebiet D-Nord mehrjährig, Stand 2020.....	40
Abb. 22:	Boni / Mali für die N-Effizienz in der Indexberechnung der LFA	41
Abb. 23:	Ökoregression der Sorte Ponticus	46
Abb. 24:	Ökoregression der Sorte KWS Talent	46
Abb. 25:	Boni / Mali für die Ökovalenz in der Indexberechnung der LFA.....	47
Abb. 26:	Boni / Mali für die Ökoregression in der Indexberechnung der LFA.....	48

1 Zusammenfassung

Künftig wird dem Intensivierungsfaktor Züchtung / Sorte eine vergleichsweise besonders große Rolle zukommen, da insbesondere Pflanzenschutz und Düngung agrarpolitisch zunehmend restriktiv gesteuert werden. Züchtung und Sortenwahl können einen Beitrag zur Anpassung an sich verändernde klimatische wie auch agrarpolitische Rahmenbedingungen und gesellschaftliche Anforderungen leisten. Die Sortenempfehlung der LFA basiert auf überdurchschnittlichen Leistungen in Ertrag und Vermarktungsqualität bei gleichzeitiger Vermeidung größerer sortenbedingter Risikoeigenschaften in kritischen Situationen. Eine herausragende Rolle misst die LFA auch Eigenschaften der Vermarktungssicherheit, Ertragsstabilität, Nährstoffeffizienz und insbesondere Risikofaktoren wie Auswinterung zu. Regional bedeutsame Eigenschaften, die mit hohen Risiken für Produktivität, Stabilität, Vermarktung, Verarbeitung, Verbraucher, Klimaanpassung oder Umwelt einhergehen, werden in der Gesamtbewertung von Sorten stark gewichtet.

Ausgewählte Risikomerkmale werden in diesem Bericht hinsichtlich der Relevanz in der Sortenwahl diskutiert:

Eine gute **Winterfestigkeit** von Weizensorten wurde in ca. einem von vier bis fünf Jahren in MV bzw. in Landesteilen gefordert. Eine abnehmende Tendenz ist bislang nicht festzustellen. Gerade in wärmeren Wintern befinden sich viele Sorten oft nicht hinreichend in Vegetationsruhe, um einen abrupt eintretenden u.U. nur kurzfristigen Temperatursturz sicher zu überstehen. Um in der Sortencharakterisierung nicht nur auf natürliche Auswinterungen im Freilandversuch angewiesen zu sein – dann ist es u.U. bereits zu spät – werden in Länderkooperation Provokationsversuche angelegt, die i.d.R. eine frühzeitige Einschätzung neuer junger Sorten erlaubt, bevor sie große Verbreitung erfahren. Die Ergebnisse zeigen eine hochgradig relevante Differenzierung der Sorten in der Winterfestigkeit sowie mögliche gravierende Ertragsausfälle bis hin zum Totalausfall. Im Bericht wird dargestellt, in welcher Weise die Sorteneinstufung in der Winterfestigkeit regional und nach Saatzeit differenziert in die Gesamtbewertung und Anbauempfehlung einfließt. Aktuell erkennt man an den Vermehrungszahlen in MV, dass winterschwache Sorten in MV im Unterschied zu Deutschland insgesamt kaum noch vermehrt werden. Das Sortenspektrum ist hinsichtlich Winterfestigkeit maßgeblich durch die Beratung der LFA geprägt. Betriebe, welche die Empfehlungen in ihrer Mehr-Sorten-Strategie berücksichtigen, können Auswinterungsschäden zwar nicht absolut sicher ausschließen, aber das Risiko, den betrieblichen Anteil geschädigter Schläge sowie den Schädigungsgrad spürbar senken.

Die **Fallzahlstabilität** von Weizensorten hat hohe Relevanz für die Vermarktungssicherheit und für die Verarbeitungsqualität. Auch diese Eigenschaft wird witterungsbedingt nur in Einzeljahren bedeutsam, kann aber dann gravierende Erlöseinbußen bewirken. Aktuell werden keine Provokationsversuche angelegt, die Sorteneinstufung ist also auf natürliche Ereignisse angewiesen. Um trotzdem möglichst frühzeitig zu Sorteneinschätzungen zu kommen, bezieht die LFA Ergebnisse aus belasteten Versuchen aus dem gesamten Bundesgebiet ein. Dies ist insofern gerechtfertigt, als diese Eigenschaft nicht ausgeprägt regionalspezifisch ist. In der Fallzahlstabilität gibt es starke Abstufungen zwischen den Weizensorten. Im Bericht wird dargelegt, in welcher Weise die Fallzahlstabilität in die Sortenberatung der LFA unter Berücksichtigung der Qualitätsgruppe und der Reifeinstufung von Sorten einfließt. Die Öffentlichkeitsarbeit der LFA ist auch hinsichtlich der Fallzahlstabilität im Anbauspektrum der Sorten in MV wiederzufinden.

Der Befall von Weizen mit Ährenfusariosen kann neben Einbußen in Ertrag und Kornqualität auch zur Belastung des Erntegutes mit Mykotoxinen führen. Die **Resistenz gegenüber Ährenfusarium** ist ein wichtiger Baustein zur Risikominderung hinsichtlich Vermarktung und gesundheitlicher Belastung der Verbraucher. Das Risiko ist beim Anbau des Weizens nach Mais, vor allem Körnermais, aber z.B. auch im Stoppelweizenanbau stark erhöht. Insofern berücksichtigt die LFA die Resistenz gegenüber Ährenfusarium besonders im Zusammenhang mit der Sortenempfehlung für spezielle Fruchtfolgestellungen. Zudem werden Sorten mit besonders hohem Risikopotenzial prinzipiell nicht

mehr geprüft. Die Züchtung hat erhebliche Fortschritte in der Resistenz erzielt, somit sind geeignete Sorten für kritische Fruchtfolgestellungen verfügbar. Mit diesen weitgehend resistenten Sorten kann der Landwirt als Lebensmittelunternehmer dem Risiko-Minimierungs-Gebot gerecht werden. Weitere Zuchtfortschritte in einer noch besseren Kombination von Fusariumresistenz und Ertragspotenzial sind zu erwarten.

Die Versorgung der Bestände mit Stickstoff ist einerseits in besonderem Maße bedeutsam für Ertrag und Qualität des Weizens, andererseits stellen regelmäßige Stickstoffüberhänge eine Umweltbelastung dar. Sorten mit einem überdurchschnittlichen **Stickstoffaneignungsvermögen** leisten einen relevanten Beitrag zur Verringerung von Stickstoffausträgen. Die Differenzierung der Sorten ist nicht unerheblich. Innerhalb der mehrjährig im LSV geprüften, also bereits positiv vorselektierten Sorten liegt die Spannweite bei ca. ± 20 kg/ha N. Sorten mit einem hohen N-Aneignungsvermögen sind zudem entweder ertrags- oder proteinstark oder sie haben eine ausgewogene gute Kombination beider Merkmale. Die Nutzung von Sorten mit hoher N-Aneignung stellt somit eine Win-win-Situation für Wirtschaftlichkeit und Umweltwirkung und zudem einen Gratisfaktor dar. Die N-Aneignung der Sorten wurde seit 2021 in die Flyer der Sortenempfehlung der LFA aufgenommen und stößt in der Praxis auf Interesse.

Vor dem Hintergrund der Klimaveränderung einerseits und der Problematik der Wirtschaftlichkeit auf leichten Böden andererseits spielen Ertragsstabilität und Ertragsreaktionen auf limitierende Bedingungen eine zunehmende Rolle. Dieser Aspekt wird hinsichtlich der Sortencharakteristik mit Methoden zur Bewertung der **Ökostabilität** untersucht. Der Parameter **Ökovalenz** bewertet die relative Ertragsstabilität einer Sorte. Die *Ökoregression* differenziert zwischen Sorten, die tendenziell eher unter Hohertragsbedingungen gut abschneiden (Intensivsorten) und Sorten, die eher unter limitierenden Bedingungen relativ (!) gut abschneiden (Extensivsorten). Unter den mehrjährig geprüften Sorten gibt es in diesen Parametern signifikante Unterschiede, die für ausgewählte Sorten eine nach Standortbedingungen differenzierte Empfehlung erlauben. Eingeschränkt lassen sich Rückschlüsse auf die Trockentoleranz ziehen. Mit diesen Einschätzungen erfolgt im Zuge der Züchtung und Sortenprüfung sukzessive eine Anpassung an den sich ebenfalls gleitend vollziehenden Wandel der klimatischen Bedingungen. Es wäre allerdings überzogen zu erwarten, dass sich mit der Sortenwahl alle Probleme des Weizenanbaus auf Trockenstandorten lösen lassen. Die Sortenunterschiede in der Ökostabilität sind eher graduell als prinzipiell.

Mit der Reduktion von Risiken in den beschriebenen Eigenschaften leistet die Sortenprüfung der LFA einen erheblichen Beitrag für Ertragsstabilität, Vermeidung existenzieller Ertragseinbrüche, Vermarktungssicherheit, gesundes Erntegut, geringe Umweltbelastung und Klimaanpassung. In den letzten Jahren ist als Resonanz deutlich wahrzunehmen, dass Praktiker zunehmend die Fokussierung von Produktivität graduell und mit Augenmaß in Richtung Risikominderung verschieben.

Aufgrund der besonders beim Weizen sehr großen Anzahl wertbestimmender Sorteneigenschaften ist eine rein subjektiv-intuitive Gesamtbewertung jeder Sorte kaum sortengerecht möglich. Die im Bericht methodisch aufgezeigte **regionale Gesamtbewertung von Sorten durch einen Index** erlaubt adäquate Gewichtungen der Eigenschaften, eine für alle Sorten identische Herangehensweise der Vergabe von Boni oder Mali für günstige bzw. ungünstige Eigenschaften und führt in der Gesamtbewertung zu einem gerechteren objektivierten Ranking der Sorten. Im Ergebnis werden den Betrieben Sortenempfehlungen für spezielle Anbausituationen und für die Umsetzung einer betrieblichen Mehrsortenstrategie gegeben, welche im mehrjährigen Mittel besonders leistungsfähig sind und gleichzeitig die Produktion stabilisieren und Risiken mindern.

2 Einleitung

In einfachen Agrarstatistiken oder auch in Fachgesprächen entsteht oft der Eindruck, der Naturalertrag sei der alles entscheidende Faktor zur Beurteilung des Standes oder der Entwicklungen in der pflanzlichen Produktion. Dieser Umstand mag ursächlich dafür sein, dass auch in der Frage der Pflanzenzüchtung, der Sortenprüfung und der Sortenwahl in der Praxis nicht selten unterstellt wird, es ginge fast nur um das Ertragspotenzial. So findet sich z.B. im ‚Diskussionspapier Ackerbaustrategie 2035‘ des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL, 2019) folgende Aussage: „Bei der Sortenwahl ist im Wesentlichen immer noch die Ertragsleistung sowie die Qualitäts- und Inhaltsstoffe für die Landwirtinnen und Landwirte entscheidend; hier muss eine stärkere Anbauberatung im Hinblick auf regional spezifische die Gesamtleistung positiv beeinflussende und somit den Ertrag sichernde Faktoren (Resistenzen, Frosthärte, Trockentoleranz) erfolgen...“.

Eine derart einseitige Fokussierung auf Ertrag und Vermarktung bestand allerdings selbst in Höchstsertragszeiten um die Jahrtausendwende bei wenig limitierenden Rahmenbedingungen in der offiziellen Sortenprüfung des Bundessortenamtes und der meisten Bundesländer so nicht. Bereits im Zulassungsverfahren hat das Bundessortenamt z.B. der Resistenz und Standfestigkeit eine so hohe Gewichtung gegeben, dass dies in der Praxis und Privatberatung nicht selten zu der Kritik führte, Gesundheit zulasten von Ertrag zu fördern.

Diese Strategie bewirkte, dass bereits in der vorgelagerten Pflanzenzüchtung Resistenz und Standfestigkeit wesentliche Zuchtziele sein mussten, da dies Voraussetzung für Zulassung und damit Vertriebsfähigkeit war. Im Ergebnis haben wir heute ein in Deutschland zugelassenes Weizensortiment, dass bezüglich Resistenz deutlich besser aufgestellt ist als vor etwa 20 Jahren. Züchtung und Sortenberatung und letztlich natürlich die Praxis sind auf erwartete zunehmende Restriktionen im Pflanzenschutz dadurch bezüglich der Sortenfrage tendenziell nun besser vorbereitet.

Nach der Sortenzulassung prüfen in Deutschland Dienststellen aller Bundesländer vertriebsfähige Sorten auf die regionale Eignung. Um der Regionalität gerecht zu werden, verschiebt sich die Gewichtung von Eigenschaften zwischen den Regionen und gegenüber den Zulassungskriterien des Bundes regionalspezifisch. So gewichteten einige Länderdienststellen in Regionen mit sehr günstigen stabilen Anbaubedingungen und geringen regionalen Risiken (wie u.a. Auswinterung) den Ertrag tatsächlich überdurchschnittlich hoch.

Die LFA hat in der Sortenbewertung dahingegen schon seit langem Eigenschaften der Vermarktungssicherheit, Ertragsstabilität, Nährstoffeffizienz und insbesondere Risikofaktoren wie Auswinterung ein großes Gewicht in Relation zum Ertrag gegeben. Regional bedeutsame Eigenschaften, die mit hohen Risiken für Produktivität, Vermarktung, Verbraucher oder Umwelt einhergehen, wurden besonders hoch gewichtet. In der Öffentlichkeitsarbeit widmet das Sachgebiet Sortenwesen und Biostatistik der LFA der Risikominderung und Risikostreuung im Betrieb regelmäßig breiten Raum. In den letzten Jahren ist als Resonanz deutlich wahrzunehmen, dass Praktiker zunehmend die Fokussierung auf Produktivität graduell und mit Augenmaß in Richtung Risikominderung verschieben.

Diese regionalen Gewichtungen dürfen im Detail nie längerfristig in Stein gemeißelt sein. Veränderungen der Rahmenbedingungen - klimatisch, politisch / restriktiv, Marktbedarf, relative Vorzüglichkeit ... - führen notwendigerweise immer zum Überdenken und Verschieben der Gewichtungen von Sorteneigenschaften und somit auch der Versuchsmethodik.

In diesem Abschlussbericht wird nicht eine einzelne, klar abgegrenzte Fragestellung empirisch untersucht und ausgewertet, sondern er soll einen Überblick über Hintergründe, Ansätze und Vorgehensweisen der LFA hinsichtlich der Sortenempfehlung von Winterweizen unter besonderer Be-

rücksichtigung der Risikominderung geben. Insofern werden insbesondere die Datensatz-Beschreibungen und die Auswertungsansätze der vielfältigen Einzelaspekte nur soweit vertieft, wie es für das Grundverständnis erforderlich ist.

3 Komplexe Sortenbewertung – Gesamtheit der wertbestimmenden Eigenschaften

Beim Winterweizen untersucht das Bundessortenamt aktuell neben vielen rein beschreibenden Eigenschaften (Registerprüfung: Unterscheidbarkeit, Beständigkeit, Homogenität) 32 wertbestimmende Sorteneigenschaften, davon 18 im Feld oder der Versuchsstation und 14 im Labor analytisch bestimmte (BUNDESSORTENAMT, 2021). Deren Bedeutung und Gewichtung fällt selbstverständlich sehr unterschiedlich aus. Zur Zulassung angemeldete Stämme werden per gesetzlicher Definition dann zugelassen, wenn sie in „der Gesamtheit der wertbestimmenden Eigenschaften gegenüber den zugelassenen vergleichbaren Sorten eine deutliche Verbesserung erwarten lassen“ – in der Anbaueignung oder in der Verwertungseignung oder in der Kombination von beidem.

Auf regionaler Ebene stellt die LFA im komprimierten Flyer „Sortenempfehlung Winterweizen 2020/21“ unter regionalem Aspekt aktuell 17 wertbestimmende Sorteneigenschaften dar, wobei dies nicht eine Teilmenge der Merkmale der Beschreibenden Sortenliste, sondern regionalspezifisch angepasst ist (Abb. 1). Darüber hinaus fließen in die Sortenbewertung und -empfehlung weitere spezifisch für MV ermittelte Parameter ein, die sich auf Nährstoffeffizienz, Ertragsstabilität und Reaktion bei ertragslimitierenden Bedingungen wie Trockenheit beziehen. Da diese Kennziffern z.T. einen erhöhten Abstraktionsgrad aufweisen, werden sie nicht alle im komprimierten Flyer ‚Sortenempfehlung‘ aufgenommen, sondern anderweitig, z.T. in Prosa verbalisiert in die Praxis getragen. In Tab. 1 werden diese Sorteneigenschaften zu betroffenen Zielkategorien in Beziehung gebracht - besonders relevante und in diesem Bericht vertiefte Bezüge sind herausgehoben.

Bezugs- basis dt/ha:	Kornertrag ¹			Bestandesdichte	Winterfestigkeit	Reifezeit	Pflanzenlänge	Standfestigkeit	Resistenz gegenüber						Qualität		
	2015-2020								Mehltau	Blattseptoria	Braunrost	Gelbrost	Halmbbruch	Ährenfusarium	HLG	Fallzahlstabilität	Rohprotein ³
	D-Nord relativ	Eignung Trocken- standorte	ohne Beh. ²														
87,3			dt/ha														
E-Weizen																	
Ponticus	97	+	-9	5	+	m	k/m	+++	++	o	o	+	-	o	++	++	8
Moschus	93	+	-10	5	+	m	m	++	++	+	o	++	o	++	++	++	9
KWS Emerick	94	o	-9	4	++	m	m	+	+	+	o	++	o	+	++	+	7
Opal	96	+	-5	4	++	msp	m	+	+	+	-	++	o	++	++	o-	5+
Chaplin	94	o	-9	6	+	msp	k/m	+	+	+	+	++	o	+	++	-	5
A-Weizen																	
RGT Reform	98	+	-10	6	++	m	k	+	+	+	+	o-	o	+	++	++	4

Abb. 1: Auszug aus dem LFA-Flyer „Sortenempfehlung Winterweizen 2020/21“

Gerade bei eher seltenen Ereignissen wie Auswinterung ist die prognostische Abschätzung der Eintritts-Wahrscheinlichkeiten und deren jeweilige Intensität nur sehr hypothetisch. Zudem sind diese Wahrscheinlichkeiten durch Klimawandel in ständiger Veränderung begriffen. Eine präzise ökonomische Kalkulation, wie eine konkrete Sorteneinstufung wirtschaftlich bzw. in Relation zum Ertrag zu bewerten ist, läuft dann schnell auf ‚Milchmädchenrechnungen‘ hinaus (eine Erwartung oder Prognose, die wegen falscher Annahmen fehlerhaft ist (de.wiktionary.org)). Nur zur Veranschaulichung der Grundprinzipien wird eine Kalkulation bis zu mittleren Erwartungswerten für den Erlösausfall am Beispiel Auswinterung dargestellt und diskutiert (Kap. 4.7). In Sortenprüfssystemen

wird stattdessen Index-Bewertungen der Vorzug gegeben. Diese sind robuster als verzerrungsanfällige komplexe Kalkulationen, welche auf einer Vielzahl Einflussgrößen basieren, von denen die Mehrzahl nur sehr vage abgeschätzt werden kann. Ebenfalls nur am Beispiel Winterfestigkeit wird der Index-Ansatz exemplarisch vertieft (Kap. 4.5).

In praxi erfolgt die Bewertung von Eigenschaften, die zwar selten eintreten, dann aber gravierende Auswirkungen haben, nicht auf einer mittleren Eintritts-Erwartung (Wahrscheinlichkeit) basierend, sondern betont risikominimierend. Der risikobetonte Ansatz läuft hinsichtlich einer fraglichen Sortenempfehlung auf folgendes Grundprinzip hinaus: solange es zu risikobehafteten Sorten Alternativsorten gibt, die sich in Produktivität, Qualität usw. nicht signifikant und relevant schlechter darstellen, hat der Aspekt der Risikovermeidung Priorität. Außer der Vermeidung möglicherweise existenzieller Einbrüche in Betrieben hängt daran auch der Ruf der Officialberatung: sollte im Folgejahr einer Empfehlung z.B. eine sehr starke Auswinterung eintreten, der ein großer Anteil empfohlener Sorten nicht gewachsen ist, so lässt sich rückwirkend schwer argumentieren, dass man mit so einem Ereignis nicht gerechnet hat, da man es z.B. nur einmal in ca. 10-15 Jahren erwartete.

Der Schwerpunkt und die besondere Schwierigkeit der Sorteneinschätzung liegt bei diesen selten beanspruchten Eigenschaften vorrangig in der möglichst gut reproduzierbaren praxisrelevanten Einstufung der Sorten. Diese Aufgabe ist erschwert durch die meist kurze Lebensdauer einer Sorte - es besteht nicht die Gelegenheit sie einer Langzeitanalyse zu unterziehen.

Auf ausgewählte in Tabelle 1 hervorgehobene Risikomerkmale wird in den weiteren Kapiteln vertieft eingegangen. Dabei handelt es sich vor allem um Eigenschaften, die zwar nur in einzelnen Jahren bzw. eher selten beansprucht werden, die aber im Falle des Eintretens erhebliche Risiken bis hin zum Totalverlust mit sich bringen können. Abschließend wird im Kap. 9 die Gesamtbewertung von Sorten unter Nutzung eines Index, in den alle wertbestimmenden Eigenschaften gewichtet einfließen, beispielhaft aufgezeigt.

Tab. 1: In der LFA berücksichtigte Sorteneigenschaften und deren Relevanz für unterschiedliche Zielfunktionen

Sorteneigenschaft / Merkmal	Ertrag	Agronomie	Vermarktung	Verarbeitung	Verbraucher	Klimaanpassung	Umwelt	Produktionsrisiko
Qualitätsgruppe			X	X	X			
HLG			X					
Fallzahlstabilität ¹⁾			X	X	X			X
Proteingehalt			X	X	X		X	
Kornertrag Intensität 1	X						X	X
Kornertrag Intensität 2	X							
Minderertrag Intensität 1	X	X					X	X
Standfestigkeit ¹⁾	X	X					X	X
Resistenzen gegenüber:	X	X				X	X	X
- Mehltau								
- Blattseptoria								
- Braunrost								
- Gelbrost								
- Halmbruch		X						
- Ährenfusarium		X	X		X			
Reifezeit		X				X		
Pflanzenlänge		X						
Bestandesdichte		X						
Winterfestigkeit ¹⁾	X	X				X		X
Wuchstyp Herbst			X			X		X
N – Aneignung			X				X	
Ökostabilität						X		X
Ökoregression		X				X		X

¹⁾ selteneres Eintreten, aber ggf. erhebliche Einbußen bis Totalverlust
 Intensität 1: ohne Fungizide, ohne /reduzierter Einsatz von Wachstumsregulatoren
 Intensität 2: ortsüblich, integrierter Pflanzenschutz
 X in folgenden Kapiteln vertiefte Zusammenhänge

4 Winterfestigkeit – Risikominderung hinsichtlich erheblicher Produktionsausfälle; exemplarische Methodenbeschreibung für komplexe Bewertungen

4.1 Einführung

Die Winterfestigkeit ist ein vielschichtiges Merkmal, das von zahlreichen Faktoren beeinflusst wird. Art, Zeitpunkt und Dauer der Kälteeinwirkung spielen ebenso eine Rolle wie Vorwinterentwicklung bzw. Entwicklungsstadium und Abhärtung der Pflanzen, Stickstoffüberhang, Sortenhabitus, Schneebedeckung und nicht zuletzt auch Krankheits- oder Virusbefall im Herbst.

Die letzten Jahre waren tendenziell durch einen Temperaturanstieg auch in den Wintermonaten geprägt. Aufgrund dieser Tatsache könnte man annehmen, dass das Risiko von Auswinterungen sinkt. In dem durch die LFA in der Sortenprüfung beobachteten Zeitraum von 1992 bis 2020 traten in den Jahren 1996, 2003, 2007, 2012, 2014 und 2016 sorten-, jahres- und regionalspezifisch unterschiedlich starke Auswinterungen in Sortenversuchen auf - also etwa in einem von vier bis fünf Jahren. Eine abnehmende Häufigkeit von Auswinterungsereignissen ist damit über diesen Zeitraum in keiner Weise zu erkennen.

Die klassische Erfrierung bei sehr starkem Frost ohne Schneebedeckung zeigte sich 1996. Bei den nachfolgenden Auswinterungen war die Ursachenkonstellation verschoben: Temperaturen von mehr als 5 °C über einen längeren Zeitraum führen zur Unterbrechung der Vegetationsruhe und die Getreidepflanzen sind bei plötzlich eintretenden Frostereignissen u.U. nicht mehr ausreichend abgehärtet. Bei den Auswinterungsereignissen 2016 waren einige Weizensorten, im Gegensatz zu Wintergersten, bereits ab ca. -14 °C von Winterschäden betroffen - Temperaturen, die Winterungen eigentlich aushalten sollten. In dieser Neigung zu einer instabilen Vegetationsruhe scheint es gerade beim Winterweizen große Sortendifferenzierungen zu geben, welche ursächlich mit dem Auswinterungsrisiko zusammenhängen. Darin liegt auch die Ursache, dass - in Abweichung zu traditionellen Lehrvorstellungen - winterschwache Weizensorten stärker auswintern als Wintergerste. In der Regel betrifft dies Sorten, die im Herbst sehr wüchsig sind und dies oft durch eine aufrechte Blattstellung noch nach Vegetationsende anzeigen. Aber auch heute noch ist selbst bei winterfesteren Sorten der reine Frosttod möglich: im Winter 2020/21 wurden dafür ausreichende Tiefsttemperaturen gemessen, so z.B. am 10.2.2021 in Niedersachsen örtlich -26° C. Die in Deutschland in diesem Zeitabschnitt überwiegend vorhandene Schneedecke dürfte aber extreme Schäden verhindert haben.



Abb. 2: Sortenunterschiede in der Winterfestigkeit (Foto: V. Michel, Gülzow, 2017, Sorten Brilliant und Mirage)



Abb. 3: Sortenunterschiede in der Winterfestigkeit in einem randomisierten Sortenversuch (Foto: V. Michel, 2016)

4.2 Material und Methoden zur Einschätzung der Winterfestigkeit im Einzelversuch

Die Vielfalt der Ursachen für Auswinterungsschäden zeigt, wie komplex sich das Merkmal Winterfestigkeit darstellt. Insofern ist die praxisrelevanteste Basis zur Einstufung von Sorten die Bonitur in betroffenen Sortenversuchen im Freiland. Auch bei harter Beanspruchung gab es in jedem betroffenen Versuch Sorten, die nahezu ungeschädigt waren, andererseits traten in einigen Versuchen auch Totalausfälle ein. Dazwischen gab es alle Abstufungen. Vor diesem Hintergrund haben sich einige Länderdienststellen entschlossen, die Winterfestigkeit von Weizensorten unter Nutzung gezielter Provokation intensiver zu untersuchen.

In jedem Einzelversuch hatten die geprüften Sorten identische Bedingungen (*ceteris paribus*), was den direkten Vergleich erlaubt. Dagegen variieren bei Praxisauswinterungen auf verschiedenen Schlägen neben dem Faktor ‚Sorte‘ gleichzeitig mehrere andere relevante Einflussgrößen. Dies macht die Bedeutung des Exaktversuches auch bei der Einschätzung der Winterfestigkeit deutlich. Versuchsstandorte wie Dedelow in der brandenburgischen Uckermark und Tützpatz in MV weisen vergleichsweise häufig Auswinterungsdruck auf - für die Sortencharakterisierung können sie als Provokationsstandorte gelten. In 2016 waren Tützpatz und Dedelow deutschlandweit die einzigen betroffenen Versuchsstandorte. Durch die detaillierte Bonitur der Sorten in den LSV und den Wertprüfungen an diesen Standorten konnte abgewendet werden, dass (ansonsten leistungsstarke) Sorten aus mehreren Zulassungsjahrgängen ohne jegliche Kenntnis der Winterfestigkeit in die Praxis einzogen.

Die ausschließliche Konzentration auf Freilandversuche, wie sie derzeit das BSA betreibt, birgt allerdings folgendes Problem: die Einstufung junger Sorten im Merkmal Winterfestigkeit wäre jahrelang nicht möglich, wenn dieses Merkmal längere Zeit, vor allem in allen drei Wertprüfungsjahren nicht beansprucht wurde. Tritt dann Auswinterung ein, so sind solche Sorten u.U. schon weit in der Praxis verbreitet und die Bonitur im Feldversuch käme ggf. zu spät, um große Ausfälle in ganzen Regionen zu vermeiden. Diese Situation gab es u.a. im Winter 2002/2003 im Osten Deutschlands.

Daher führen verschiedene Landesanstalten unter Koordinierung der TLLLR (Planung und Durchführung) und der LFA (Auswertungsmethodik) in Kooperation mit anderen Länderdienststellen und Partnern (auch aus Polen) Provokationsversuche durch. Dazu gehören Versuche mit der Weihenstephaner Kastenmethode (Abb. 4) sowie Gefrierversuche in Klimakammern. In den Weihenstephaner Kästen wird Schneebedeckung verhindert und somit Kahlfröste simuliert und ein intensives schnelles Durchfrieren nicht nur oberirdisch, sondern auch des Wurzelraumes provoziert. Gemeinsam mit den Resultaten der Sortenversuche im Freiland bilden die Ergebnisse der Provokationsversuche die Grundlage für die Bewertung. Mittels mehrjährig überregionaler Auswertung der umfangreichen Daten lässt sich die Winterfestigkeit der Sorten stabil einschätzen.



Abb. 4: Weihenstephaner Kastenmethode, Dornburg 2021 (Foto: Ch. Guddat, TLLLR)

4.3 Auswertungsansatz für den Gesamtdatensatz

Die Ergebnisse aus Belastungsversuchen werden, sofern sie ausreichend differenzieren, durch die TLLLR in einen langjährigen überregionalen Datenpool eingepflegt. Dieser beinhaltet die Ergebnisse der Provokationsversuche aus mehreren Jahren und der Freilandergebnisse zur Winterfestigkeit aus Wertprüfungen und Landessortenversuchen. An diesen Daten erfolgt die statistische Auswertung durch die LFA. Aufgrund der hochgradigen Lückigkeit / Unbalanciertheit der Daten einerseits und der Einbeziehung unterschiedlicher Methoden (Freiland, Kastenanlage, Klimakammer) andererseits erwies sich der Methodenkomplex der ‚Hohenheim-Gülzower-Serienauswertung‘ (MICHEL, 2015) als der Sachlage adäquater Modellansatz.

Die Analyse der Varianzkomponenten lässt folgende Aussagen zu: Es gab trotz gewisser „Sorte x Umwelt – Interaktionen“ signifikante, sehr gut reproduzierbare Sortenunterschiede in der Winterfestigkeit über die Methoden, Jahre und Orte hinweg. Während der Methodenkomplex ‚Kastenanlage‘ sehr hoch mit den Freilandergebnissen korreliert ist, ist die genetische Korrelation der Sorten zwischen Klimakammer und Freiland nur mittel. Die geringere Korrelation zwischen Klimakammer und Freiland ist fachlich plausibel: die Auswinterungsursache in der Klimakammer ist eng eingegrenzt und deckt nur *einen* Aspekt der möglichen Ursachenkomplexe für Auswinterungen ab. Zudem werden die Einflussfaktoren dort im Gegensatz zu Freiland und Kastenanlage jährlich identisch gesteuert. Dieser Aspekt ist aber dessen unbenommen auch relevant für das Freiland. Insofern kann eine gesicherte mittlere Korrelation trotzdem als Informationsgewinn auch für das Freiland gewertet werden. Die Freilandmethode wurde im Auswertungsverfahren als Ziel-Methode definiert, denn die Aussagen sollen letztlich für den Freilandanbau in der Praxis gelten. Die Definition als Ziel-Methode bedeutet, dass die Effekte aus Freilandergebnissen mit vollem Gewicht, die der Kastenanlagen mit leicht gemindertem Gewicht und die Klimakammerergebnisse mit deutlicher

verringertem Gewicht (aufgrund der geringeren Korrelation) in der zusammenfassenden Auswertung eingehen. Im Ergebnis werden gewichtete Sortenmittelwerte geschätzt, die als bestmögliche Maßzahl für das Freiland gewertet werden können und sich an der Boniturskala 1-9 anlehnen (Abb. 5).

4.4 Sorteneinstufung

In Abb. 5 ist ein umfassendes Sortiment aufgrund der langjährigen Auswertung eingestuft. Die adjustierten Schätzwerte je Sorte liegen auf einer Skala 1 bis 9, sie werden entsprechend des Rankings jeder Sorte in ein wertendes Symbol ++ bis - - gewandelt. Diese Symbole dienen der Gruppierung der Sorten u.a. im Flyer ‚Sortenempfehlung der LFA‘ (Abb. 1). Zu den Schätzwerten sind Intervalle ausgewiesen, wobei geringere Schenkellängen auf höhere Schätzgenauigkeit aufgrund größerer Datenbasis hinweisen. Sie sind nicht als Streuungsmaß zu interpretieren. Wenn sich die Schenkel zweier Sorten nicht überlappen, deutet dies auf einen sicheren Sortenunterschied hin. Zwischen den winterfesten und kritischen Sorten ist eine relativ trennscharfe Abgrenzung möglich, die Übergänge zum und im mittleren Bereich sind naturgemäß gleitend.

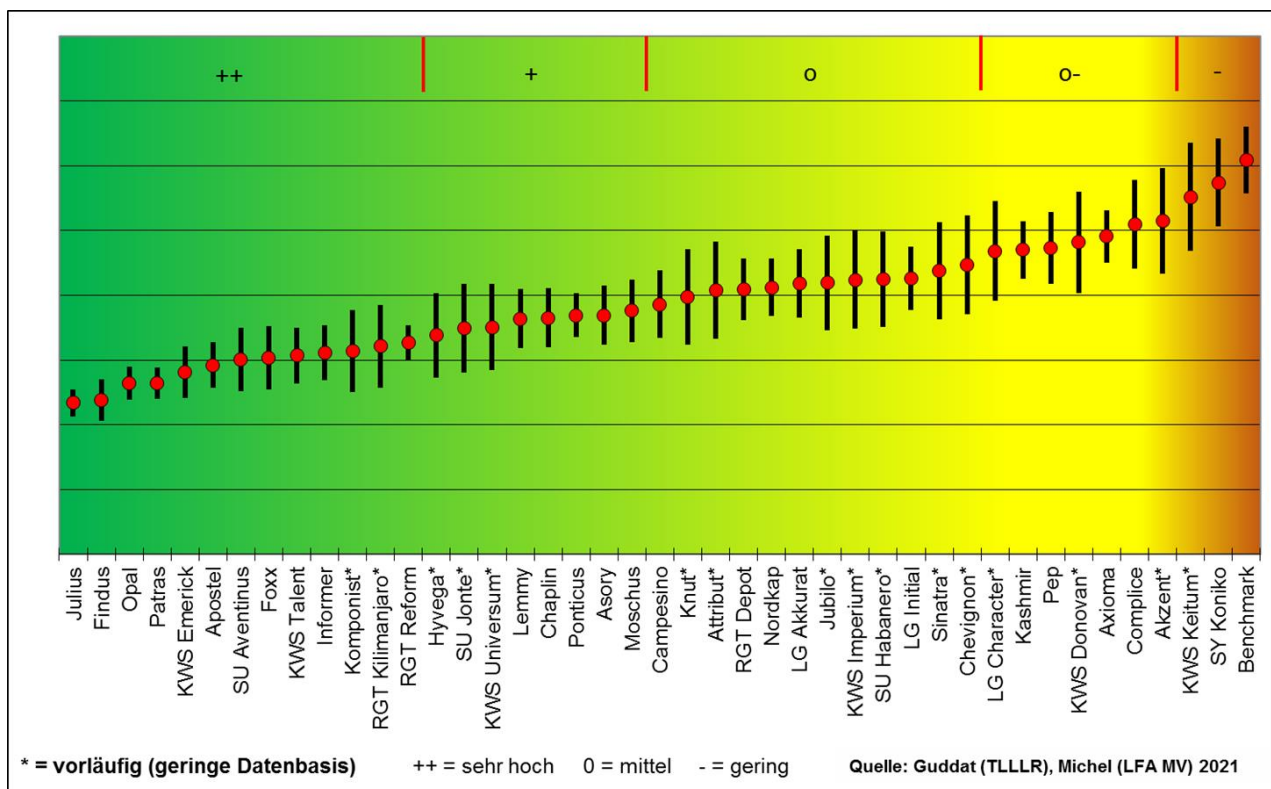


Abb. 5: Einstufung von Winterweizensorten im Merkmal Winterfestigkeit, mehrjährig Stand 2021

Abb. 6 beleuchtet beispielhaft Auswirkungen schlechter Winterfestigkeit in kritischen Einzelsituationen. Der Box-Plot stellt die Verteilung der Relativerträge von B- und C-Weizensorten über alle Versuche des Zeitraumes 2011-2016 explorativ dar. Dieser Zeitraum ist von besonderem Interesse, da 2016 die letzten größeren Auswinterungen in Versuchen und Praxis auftraten. Die Negativausreißer einzelner Sorten standen nahezu ausnahmslos im Zusammenhang mit dem Auswinterungsereignis in 2016. Speziell die Sorten Benchmark und Porthus waren Neuzulassungen, die 2015/16 in der Vermehrung extrem expandierten und ein Jahr später aufgrund ihrer unbenommen sonst sehr guten Leistungseigenschaften breiten Einsatz in der Praxis auch in MV gefunden

hätten. Aufgrund dieser Ergebnisse verschwanden diese Sorten aus der Vermehrung in MV und verblieben nur in weniger gefährdeten Regionen Deutschlands.

Interessanterweise stehen reziprok positive Ausreißer z.B. der winterfesten Sorten Bonanza und Bosporus mit guter Winterfestigkeit im Zusammenhang – eine Eigenschaft der Relativzahlen positiv eingestufte Sorten von Negativeffekten der Vergleichsbasis relativ (!) zu profitieren, ohne natürlich auf der Absolut-Skala tatsächlich durch ein Auswinterungsereignis einen Ertragsgewinn zu erzielen.

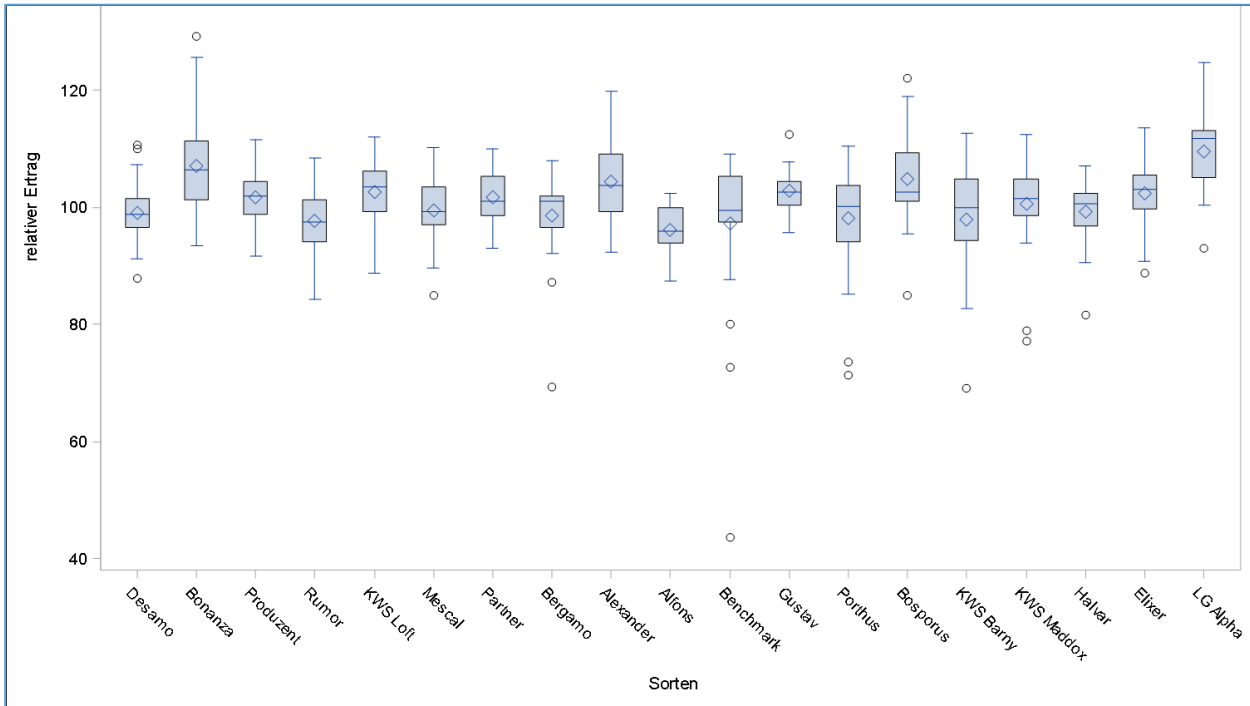


Abb. 6: Explorative Darstellung der Verteilung der Relativerträge von B- und C-Weizensorten (2011-2016, Anbaubereich D-Nord + MV-Süd)

4.5 Gesamtbewertung von Sorten durch einen Index – exemplarische Methodenbeschreibung für alle Merkmale

Die diskutierte Komplexität der wertbestimmenden Eigenschaften, ihre Interaktion mit regionalen und anbauspezifischen Besonderheiten und der Anspruch, letztlich eine Gesamtbewertung jeder Sorte über alle ihre positiven und negativen Eigenschaften hinweg in einem Ranking münden zu lassen sind die Gründe, dass verschiedene Prüfsysteme (z.B. für Wertprüfungen des BSA, EU-Sortenversuche Mais beim DMK) einen Index für vergleichende Gesamtbewertungen von Sorten verwenden.

Für die interne Gewichtung im Mittel des Anbaubereiches wurde für MV folgender Index-Ansatz gewählt: Der Ertrag bildet auf der Prozentskala als Relativertrag die Ausgangsbasis. Jedes weitere wertbestimmende Merkmal, hier also z.B. die Winterfestigkeit, erhält eine ebenfalls auf diese Skala standardisierte Bewertung: bei überdurchschnittlichen Ausprägungen erhält die Sorte einen Bonus (im positiven Wertebereich), einen Malus bei unterdurchschnittlichen Ausprägungen. Eine ökonomische Standardisierung würde innerhalb einer Vermarktungsgruppe zu identischem Ranking führen, da Kosten und Erlöse/Einheit durch das *ceteris paribus*-Prinzip in Sortenversuchen nicht vari-

ieren. Einen methodisch ähnlichen Index-Ansatz verwendet u.a. das Bundessortenamt zur Entscheidung über Weiterprüfung vs. Beendigung im Wertprüfungsverlauf: die reine ‚Ertragszahl‘ ergibt sich dort nur aus den gewichteten Relativerträgen der beiden Intensitätsstufen, die ‚Ertragswertzahl‘ dagegen wird adaptiert durch Einstufungen in Resistenz, Agronomie und Qualität – ohne die Prozent-Skala zu verlassen.

Dieser Index aus allen Merkmalen lt. Tab. 1 beinhaltet einen subjektiven Erfahrungsansatz und strategische Aspekte der Sortimentsentwicklung. Er wird mit neuen Erkenntnissen - z.B. zum Auswinterungsrisiko - immer wieder nachjustiert. Dieser Index wird nur LFA-intern als unterstützendes Arbeitsmaterial verwendet und auch nie alleinig für das Ranking der Sorten in der Gesamtbewertung herangezogen. Vielmehr ist er eine unterstützende Komponente in der Entscheidungsfindung. Eine Stärke dieses Index gegenüber einer intuitiv simultanen Bewertung über derart viele Merkmale hinweg ist, dass alle Sorten konsequent dem gleichen Bewertungsansatz unterzogen werden.

Der Index über alle wertbestimmenden Merkmale ergibt sich aus:

$$INDEX_{Sorte} = Relativertrag_{Sorte} + \sum_{i=1}^n Bonus|Malus_{i, Sorte} \quad \text{mit } i = \text{Merkmal } 1 \cdots n$$

Prinzipien für Vergabe Boni / Mali:

- Je nach Merkmal werden Boni/Mali differenziert vergeben, z.B. nach:
 - Saatzeit u.a. bei Winterfestigkeit
 - Qualitätsgruppen u.a. bei Fallzahlstabilität
 - Bodenbearbeitung u.a. Mulchsaat bei Ährenfusarium
 - Verwendung u.a. Weizen-Qualitätsgruppen
- Die häufigste bzw. typischste Einstufung im aktuellen Sortiment ist in der Bonus-Kurve auf 0 gesetzt.
- Im gesamten Bewertungsbereich verläuft die Kurve stetig ohne Bruchstellen / Knicks. Dies entspricht der Natur der Sorteneigenschaften, die ebenfalls gleitend variieren, wodurch auch die Wirkungen auf Produktionsziele gleitend variieren.
- Der Malus-Bereich verläuft i.d.R. steiler als der Bonus-Bereich (z.B. hat bei Mehltau der Unterschied zwischen den Einstufungen ++ und + wenig Relevanz für Sortenwahl und Pflanzenschutzstrategie, der Unterschied zwischen - und -- aber erhebliche).
- Kleine Mali können in der Index-Gesamtbewertung durch andere positive Eigenschaften kompensiert werden. Ausgesprochen kritische Ausprägungen werden durch den steilen Verlauf im Malus-Bereich aber so stark ‚abgestraft‘, dass sie schwer kompensiert werden können (Strategie der Vermeidung großer Risiken).

4.6 Beitrag der Winterfestigkeit für die Gesamtbewertung von Sorten und die Sortenempfehlungen der LFA

Abb. 7 zeigt den Beitrag der Winterfestigkeit in der Indexberechnung – differenziert für drei Saatzeitabschnitte. Der Beitrag dieses Merkmals in der Index-Gesamtbewertung über alle Merkmale wird in Kap. 9 aufgezeigt. Die Prinzipien für die Vergabe von Boni / Mali wurden in Kap. 4.5 dargestellt.

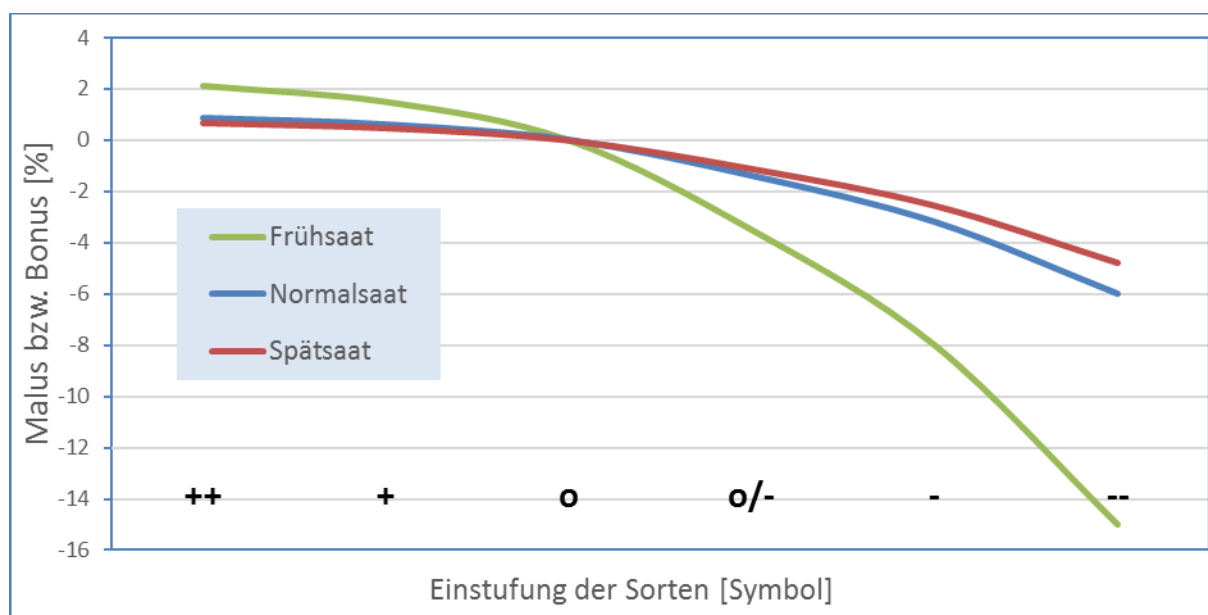


Abb. 7: Boni / Mali beim Merkmal Winterfestigkeit in der Indexberechnung der LFA

regionalspezifische Faustregeln:

Eine mittlere bis leicht negative Einstufung einer Sorte in der Winterfestigkeit ist natürlich ein Malus, aber nicht zwingend ein absolutes Ausschlusskriterium. Sortenwahl ist immer ein Kompromiss unter simultaner Berücksichtigung vieler Eigenschaften (Tab. 1). Keine (!) Sorte hatte bislang alle bestmöglichen Einstufungen in sich vereinigt.

Auf Basis der Sorteneinstufungen in Gruppen ist ein regional differenziertes Risikomanagement in Bezug auf die Gefahr von Auswinterungsschäden möglich. Im kontinental geprägten Süd-Osten des Landes MV ist von Sorten mit der Einstufung „-“, oder gar „--“, abzuraten. Im betrieblichen risikoausgleichenden Sortenspektrum sollte ein erheblicher Anteil die Einstufung „+“ bzw. „++“ aufweisen. Dagegen kann sich das Sortenspektrum im maritimeren Nord-West-Mecklenburg und im Küstenbereich (BKR 158) etwas in Richtung mittlerer Einstufung „o“ und zu kleinem Anteil auch in „o-“, verschieben, u.a. um im Gegenzug insbesondere der Fallzahlstabilität in dieser niederschlagsreicheren Region größere Gewichtung zu geben. Auch in dieser Region ist aber davon abzuraten, noch weiter in den Bereich riskanter Einstufungen zu gehen. Denn auch bezüglich des regionalen Auswinterungsrisikos bestätigen Ausnahmen die Regel: im Jahr 2014 gab es fast nur in dieser eigentlich weniger riskanten Region Auswinterungen, weil dort kein Schnee lag. In Rostock-Biestow hatten winterschwache Sorten 2014 eine Ertragseinbuße bis zu ca. 40%.

Aktuell erkennt man am Vergleich der Vermehrungszahlen in MV im Vergleich zu Deutschland insgesamt, dass winterschwache Sorten in MV nicht oder kaum vermehrt werden (Tab. 2). So sind z.B. Benchmark und Porthus negativ eingestuft. Nordkap hat im Ergebnis aller bundesweiter Daten

noch die mittlere Einstufung o erhalten, ist aber speziell in MV auffällig geworden und wurde daher von den VO-Firmen hier beendet.

Tab. 2: Vermehrungsflächen auswinterungsgefährdeter Sorten in Deutschland vs. MV

Sorte	Einstufung (Symbol)	Anteil an der Vermehrungsfläche WW in	
		Deutschland	MV
Benchmark	-	2,2 %	0 %
Porthus	-	1,2 %	0 %
Nordkap	o	1,4 %	0 %
SUMME		4,8 %	0 %

Dahinter steht eine Sortenstrategie der regionalen VO-Firmen und eine Sortennachfrage aus der Praxis, welche inzwischen hinsichtlich Winterfestigkeit stark von Information und Beratung durch die LFA geprägt sind.

Die letzten drei Auswinterungsereignisse der Jahre 2012, 2014 und 2016 bestätigten nahezu ausnahmslos das jeweils vorher durch die LFA und Partner geschätzte Risikopotenzial und Ranking der Sorten – in Versuchen ebenso wie in der Praxis. Betriebe, welche die Empfehlungen in ihrer Mehr-Sorten-Strategie berücksichtigen, können Auswinterungsschäden zwar nicht absolut sicher ausschließen, aber das Risiko, den betrieblichen Anteil geschädigter Schläge sowie den Schädigungsgrad spürbar senken.

Die Ergebnisse zur Winterfestigkeit wurden vielfältig in die Praxis getragen, insbesondere auf Feldtagen und Vortragsveranstaltungen, in den Fachinformationen der LFA-Homepage sowie u.a. in folgenden themenspezifischen Veröffentlichungen und Vorträgen (GUDDAT & MICHEL, 2007; 2013, GUDDAT et al., 2013, 2016; SACHER et al., 2016; MICHEL, 2003, 2012a; MICHEL & HARTMANN, 2003; MICHEL & GUDDAT, 2012; MICHEL et al., 2012).

4.7 Grobabschätzung ökonomischer Effekte - exemplarisch für alle Merkmale

Eine ökonomisch vergleichende Kalkulation für die relative Vorzüglichkeit von Sorten, welche damit den Index-Ansatz zur Bestimmung eines Sortenrankings weiter objektiviert, ist theoretisch optimal, sofern die Eingangsgrößen bekannt sind. Die Optimalität setzt voraus, dass eine Vielzahl von Einflüssen prognostisch hinreichend exakt quantifiziert werden können. Ist dies nicht gegeben, entstehen leicht verzerrte bis hin zu absurden Bewertungen. Bei der isolierten Bewertung z.B. der Ertragsunterschiede von Sorten wäre eine ökonomische Kalkulation unproblematisch, da für dieses Merkmal im Sortenwesen (a) eine sehr breite Datenbasis vorliegt und (b) die Variationen weitgehend normalverteilt sind. Gerade die in diesem Bericht in den Fokus genommenen Risikomerkmale weisen zu o.g. Voraussetzungen (a) und (b) völlig konträre Eigenschaften auf: sie treten selten und unregelmäßig auf, die Datenbasis ist sehr dünn und zudem extrem schief verteilt. Im Detail ergeben sich im Konkreten für das Beispiel Winterfestigkeit folgende Schwierigkeiten für eine belastbare ökonomische Kalkulation:

- Die Wahrscheinlichkeit des Eintritts von Auswinterungsjahren ist nur sehr vage abschätzbar.
- Innerhalb der Auswertungsjahre ist die Intensität des Auswinterungsdrucks sehr verschieden, die Anteile verschiedener Intensitätsgrade sind noch unsicherer einschätzbar.
- Die Wahrscheinlichkeit des Eintritts einer Auswinterung und deren Intensitäten sind keine Konstanten, sondern gerade aktuell einem ausgeprägten Wandel durch Klimaveränderung unterzogen. Dies macht die Kalkulation von mittleren Erwartungswerten noch unsicherer.
- Die quantitative Reaktion der Sorten mit unterschiedlich eingestufte Winterfestigkeit ist ebenso vage, tatsächlich lassen die Ergebnisse der Provokationsversuche glücklicherweise zwar ein Ranking zu, aber keine hinreichend verwertbare Quantifizierung.
- In Auswinterungsjahren zeigt sich zu sehr unterschiedlichen Zeitpunkten,
 - ob ein Umbruch angesagt ist und ob/ welche Sommerungen noch sinnvoll sein könnten (spät bestellte Sommerungen nach Umbruch von Winterungen reagieren mit großer Variation und geringer wirtschaftlicher Vorhersagbarkeit),
 - in welchem Maße die Intensität in Düngung und Pflanzenschutz zurückgenommen werden sollte (auch diese Entscheidungen basieren auf großer Unsicherheit).

Beide Aspekte fließen im Weiteren nicht in die Kalkulation ein.

- Die Annahme z.B. eines mittleren Ertragsniveaus oder des Preises für Erntegut sind Augenblickswerte, die immer wieder aktualisiert werden müssen. Eine Quantifizierung mit einem Index ist dagegen mittelfristig robust z.B. gegenüber Preisschwankungen.

Die anderen in diesem Bericht diskutierten Risikomerkmale sind ökonomisch noch schwerer fassbar als Winterfestigkeit.

Ein Beispiel für die große Unsicherheit bei Risiko-Kalkulationen: Nach einem Auswinterungsereignis in Nordwestmecklenburg 2016 wurden die Sortendemonstrationen der Agrargenossenschaft Köchelstorf z.T. als umbruchwürdig eingeschätzt, blieben aber für einen Feldtag stehen. Tatsächlich zeigte sich im Laufe des Jahres, dass die Bestände kompensieren konnten und nahezu normale Erträge lieferten.

Insofern soll nachfolgende Kalkulation kein Beitrag zur konkreten vergleichenden Sortenbewertung sein, sondern Wirkungsketten aufzeigen und mögliche bzw. durchschnittlich zu erwartende Ausfälle unter gewissen Annahmen grob aufzeigen. Für fiktiv angenommene Sorten mit unterschiedlicher Eingruppierung in der Winterfestigkeit wurde vereinfacht angenommen, dass sie in allen anderen Eigenschaften gleichwertig sind – was natürlich in der Realität nie der Fall ist.

Die Zusammenhänge sind grafisch visualisiert. Die Ausweisung der Eingangswerte im Detail wurde bewusst unterlassen. Der Zweck dieser subjektiven Szenarien ist tatsächlich nur das didaktische theoretische Aufzeigen der Wirkungsketten - dies im Wissen, dass die Eingangsgrößen nicht nur ‚nach dem Komma‘ sondern grundsätzlich zu vage für belastbare Kalkulationen sind.

Zunächst wird eine Annahme für die Eintrittswahrscheinlichkeit unterschiedlich intensiver Auswinterungsjahre getroffen (Abb. 8). Dass ca. in 1/5 der Jahre zumindest in Teilen von MV Auswinterungen eintreten entspricht der Häufigkeit der Beobachtungen in MV seit 1992 – in diesem Zeitraum deutet noch nichts auf die Abnahme der Eintrittswahrscheinlichkeit hin – wüchsige Sorten könnten sogar zunehmend betroffen sein. Viel unsicherer ist die Quantifizierung des unterschiedlich intensiven Auswinterungsdrucks – dafür gibt es keine auch nur halbwegs belastbare Datenlage mit Stichprobenumfängen > 3. Schon aus diesem Grunde sind alle nachfolgenden Kalkulationen ‚Milchmädchenrechnungen‘. In Abb. 8 wurden daher die konkret angenommenen Werte nur für die Rubrik „ohne Auswinterung“ ausgewiesen.

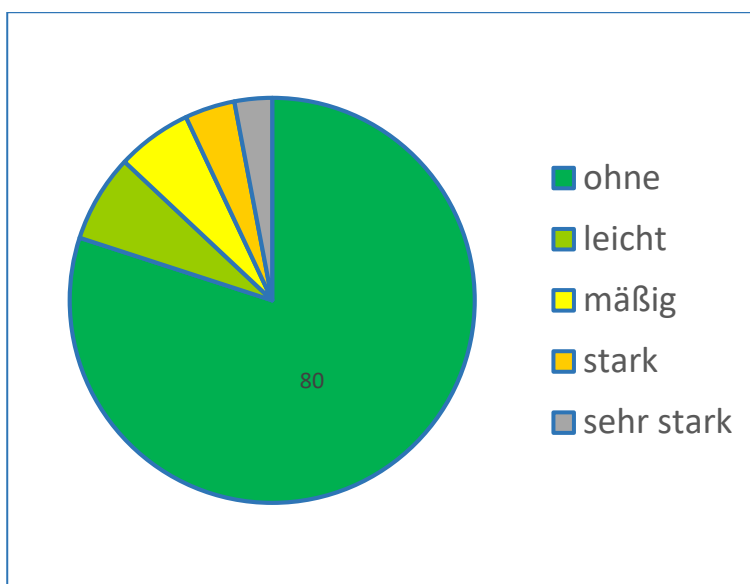


Abb. 8: Grobe Annahmen über die Eintrittswahrscheinlichkeit (%) von Auswinterungsjahren und deren Intensität.

Die Annahmen der Ertragsverluste bei Sorten mit unterschiedlich eingestufte Winterfestigkeit bei unterschiedlich intensiven Auswinterungsereignissen sind noch weniger belastbar – trotzdem sind die visualisierten Grundprinzipien plausibel (Abb. 9).

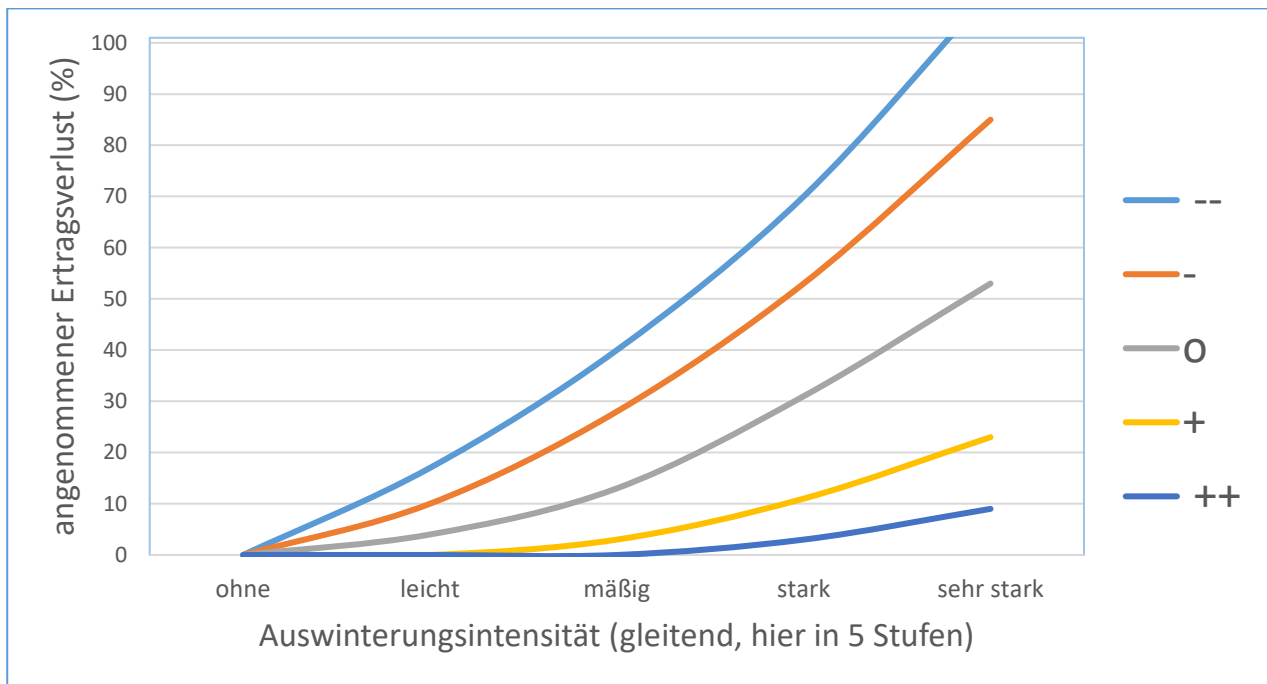


Abb. 9: Szenarien über die Ertragsverluste unterschiedlich eingestufter Sorten (-- bis ++) bei unterschiedlich intensiven Auswinterungsereignissen

Führt man Abb. 8 und 9 zusammen und unterstellt Weizenerträge in Nicht-Auswinterungsjahren (z.B. 80 dt/ha) und einen Weizenpreis (z.B. 16 €/dt), so lassen sich zum einen die Erlöseinbußen in unterschiedlich intensiven Auswinterungsjahren kalkulieren und zum anderen aufgrund der Gewichtung der Eintrittswahrscheinlichkeiten auch die langjährig mittleren Erlöseinbußen (Abb. 10, gewichtetes Mittel). Weiter als bis zum Erlös wurde nicht kalkuliert. Wie oben dargelegt können Effekte auf die Kostenstruktur (Aufwandsreduktion bei Auswinterungsschäden, Neuanlage einer Sommerung ...) nicht belastbar kalkuliert werden.

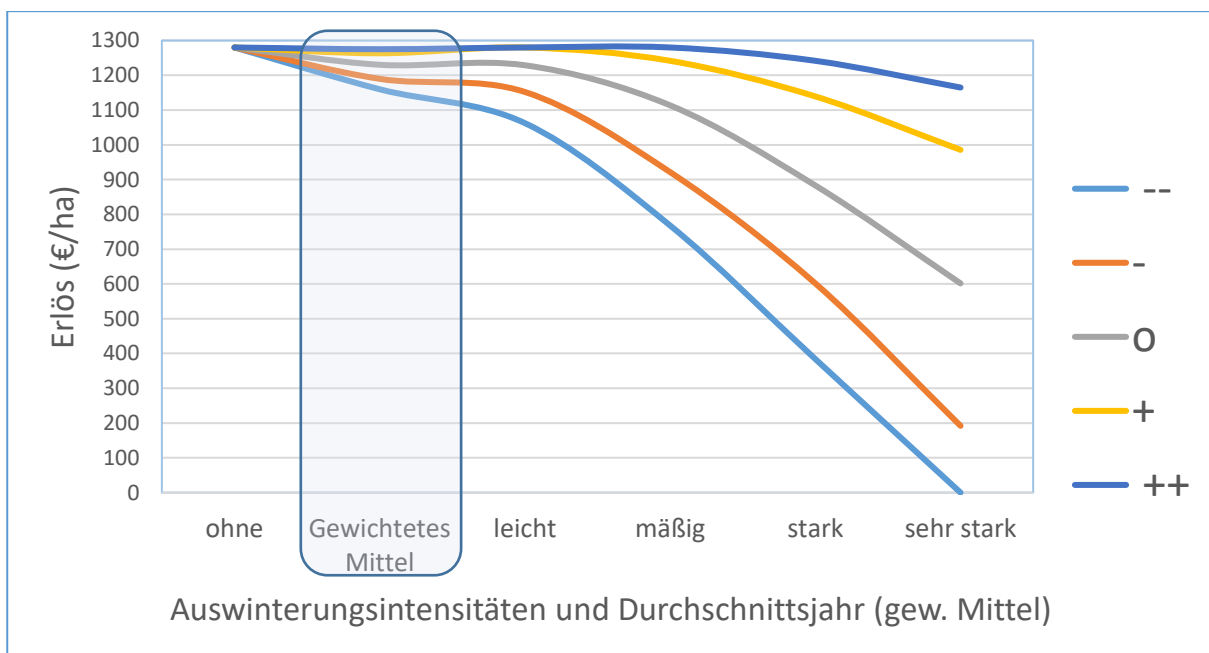


Abb. 10: Szenarien über die Erlösverluste unterschiedlich eingestufter Sorten (-- bis ++) bei unterschiedlich intensiven Auswinterungsereignissen sowie im langjährigen Mittel

Im Durchschnitt vieler Jahre erscheinen - bei den angenommenen Wahrscheinlichkeiten - die Einbußen moderat, je nach Sorte bis ca. 150 €/ha. Allerdings reagiert das gewichtete langjährige Mittel äußerst sensibel bereits auf leichte Verschiebungen der Wahrscheinlichkeits - Annahmen. In Einzeljahren mit intensivem Auswinterungsdruck sind die Erlöseinbußen winterschwacher Sorten aber erheblich und können existenzgefährdend ausfallen. In praxi erfolgt die Bewertung derartiger Eigenschaften daher nicht überwiegend aufgrund einer vage geschätzten mittleren Eintritts-Erwartung (Wahrscheinlichkeit), sondern betont risikominimierend. Dieser Bewertungsansatz findet seinen Niederschlag im Indexbeitrag (Bonus/Malus) für Winterfestigkeit in Abb. 7 (Kap. 4.6).

5 Fallzahlstabilität – Risikominderung hinsichtlich Vermarktung

„Nasses und warmes Erntewetter ist das verdrießlichste, was einen Landwirt treffen kann“ (Albrecht Daniel Thaer).

5.1 Einführung

Andauernde Nässe in der Ab- und Vollreife stellt ein erhebliches Qualitätsrisiko für Backweizen dar - besonders in der häufiger von atlantischen Tiefdruckausläufern tangierten norddeutschen Tiefebene. Die letzten gravierenden Auswuchsprobleme traten in den Jahren 2010, 2011 und 2017 auf. In Abb. 11 stellt jeder Datenpunkt das adjustierte Durchschnittsniveau über alle Sorten in jeweils einem Landessortenversuch dar. Es sind ausschließlich Versuche abgebildet, in denen mindestens eine Sorte unter der kritischen Marke 220 s lag. Auch in den Jahren 2012, 2014 und 2015 traten bei einzelnen Sorten also hin und wieder Probleme auf, wobei dann aber das Gros der Sorten in diesen Jahren offensichtlich keine Probleme hatte.

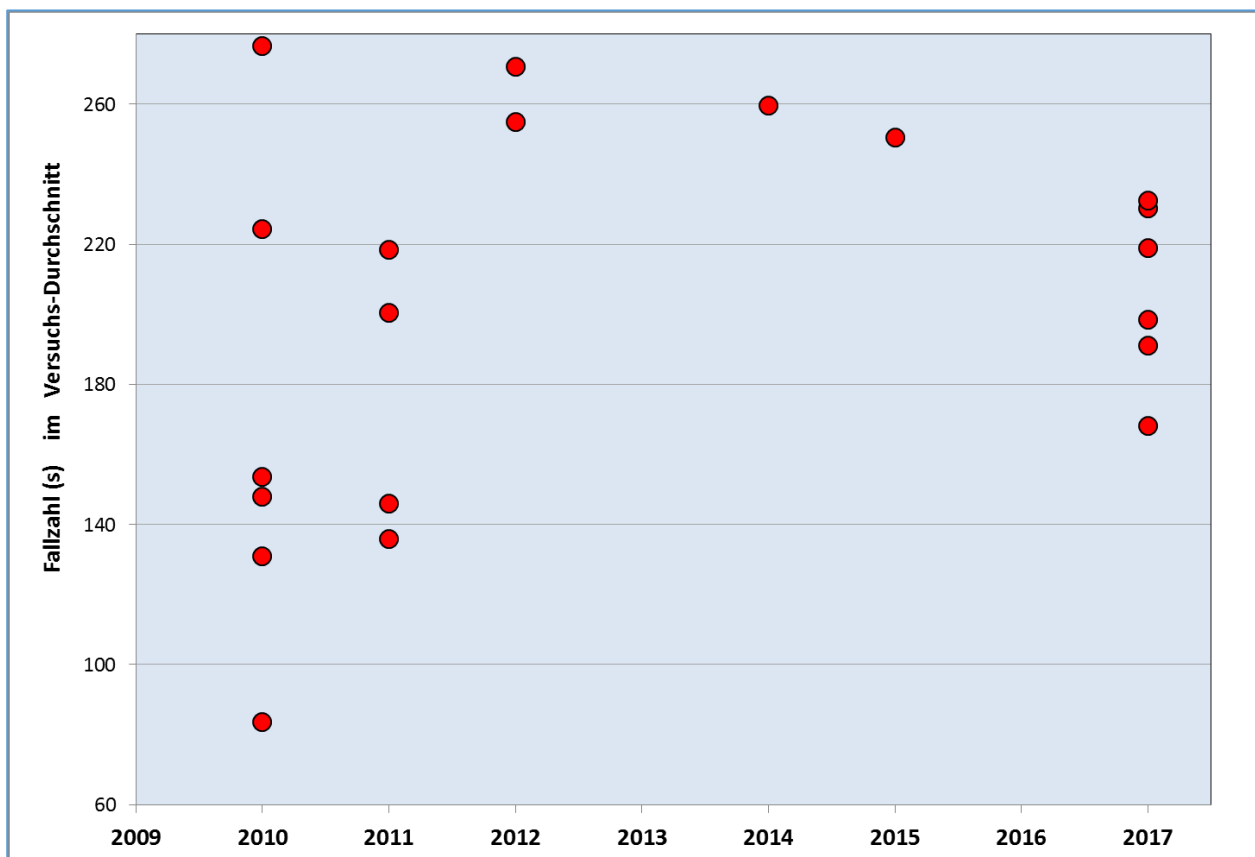


Abb. 11.: Durchschnittsniveau aller Sorten in der Fallzahl bei belasteten Versuchen (2010 bis 2017)

Die Höhe der Fallzahl wird vorwiegend durch die Qualitätseigenschaften der Stärke und die Aktivität der sie abbauenden Enzyme bestimmt. Zu niedrige Fallzahlen beeinträchtigen die Backqualität, insbesondere die mechanische Festigkeit der Teige und die Krumenelastizität der Brote. Eine geringe Fallzahl als Ausdruck des Stärkeabbaus ist nicht zwangsläufig mit (sichtbarem) Auswuchs gleichzusetzen, sondern kennzeichnet zunächst den beginnenden Stärkeabbau und ein Ansteigen

der Enzymaktivität und damit den Keimungsbeginn (versteckter oder latenter Auswuchs). Unter extremen Bedingungen ist sichtbarer Auswuchs in den Ähren zu beobachten.

Auswuchsneigung ist eine Eigenschaft von Getreidesorten, infolge kurzer Keimruhe und bei hoher Kornfeuchte nach Erreichen der Voll- bzw. Totreife frühzeitig zu keimen. Dabei gibt es keine Auswuchsfestigkeit im absoluten Sinne, sondern eher graduelle Unterschiede zwischen den Sorten. Eine absolut auswuchsfeste Sorte würde zur Saat nicht nur verzögert, sondern gar nicht keimen. Auswuchsfestere Sorten können die Qualitätsparameter, insbesondere die Fallzahl, unter kritischen Reife- und Erntebedingungen länger halten, vermindern das Risiko von Qualitätsverlusten und somit erheblicher Preisabschläge. Andererseits bewirken sehr hohe Fallzahlen u.U. zu trocken backende Teige und zu geringe Rösche. Das Fallzahloptimum eines Weizens für eine gute Backqualität sollte zwischen 220 s und etwa 300 s liegen (MICHEL & STÖLKEN, 2010). Allerdings werden ‚zu‘ hohe Fallzahlen aktuell im Handel nicht bestraft.

Für das letzte stärkere Belastungsjahr 2017 ist in Abb. 12 die Verteilung der Fallzahlen der Sorten an den LSV-Standorten dargestellt. In allen 6 Versuchen gab es sowohl Sorten mit unkritischen Werten als auch gleichzeitig Sorten mit Werten unter der kritischen Grenze 220 s. Das Ranking der Sorten war trotz unterschiedlich starken Belastungsdrucks an den Standorten weitgehend konstant und entsprach auch dem der mehrjährigen Einschätzung. Die zu diesem Zeitpunkt mehrjährig gut eingeschätzten Sorten sind im Ranking vergleichend dargestellt. Dies ist allerdings nur eine verallgemeinerte didaktische Veranschaulichung und ergibt sich nicht ausschließlich und auch nicht im konkreten Werteniveau aus den dargestellten sechs Versuchen in 2017.

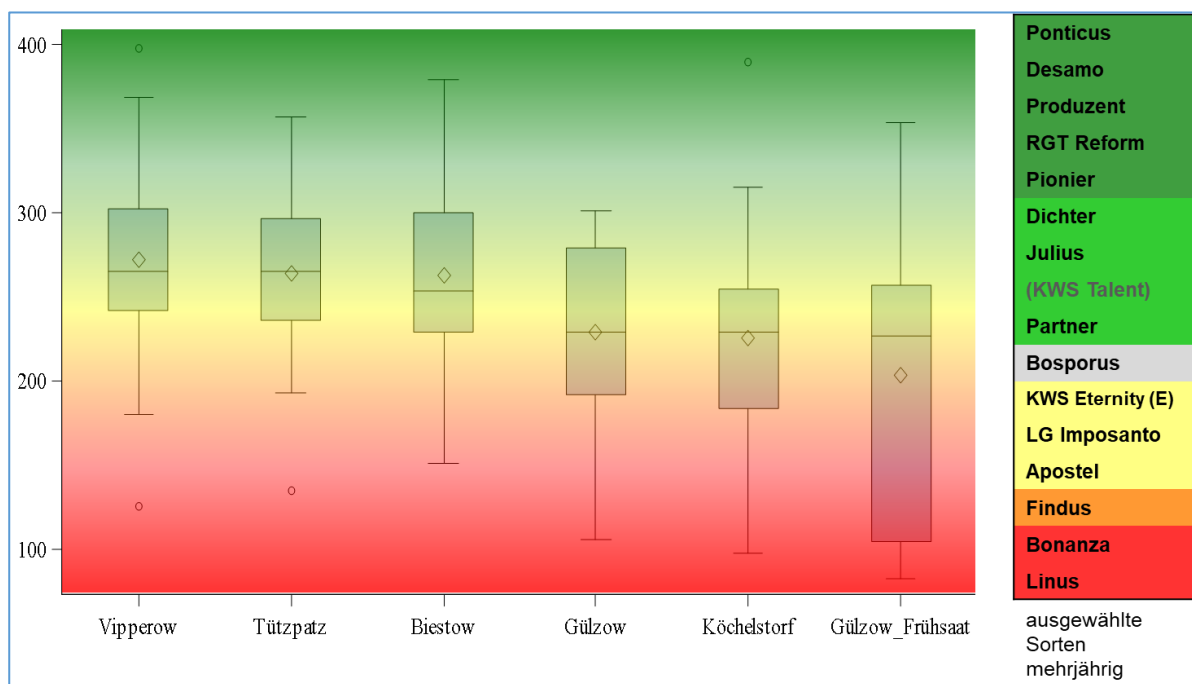


Abb. 12: Verteilung der Fallzahlen der Sorten in LSV, Mecklenburg-Vorpommern 2017; Ranking ausgewählter Sorten

Im Handel werden Weizenpartien nahezu ausnahmslos auf Fallzahl untersucht. Wird eine vorgegebene Grenze unterschritten (üblich 220 s, aber auch 230 s oder 240 s) so wird die Partie i.d.R. sofort auf Futterweizen abgewertet, selbst wenn es sich um eine Elitesorte handelt und alle anderen Qualitätsparameter optimal sind. Zusätzliche Einbußen durch die Abstufung entstehen bei Nichterfüllung der häufig auf eine definierte Qualität abgeschlossenen Kontrakte.

Abb. 13 gibt einen Eindruck hinsichtlich der Häufigkeit qualitätsbedingter Abstufungen bei als E-, A- und B-Weizen eingestuften Sorten in der Praxis in unterschiedlichen Jahren. Wie bereits in Abb. 11 zeigen sich Abstufungen besonders in den Fallzahl-Belastungsjahren 2010 und 2011, 2017 ist noch nicht einbezogen. Die ebenfalls nicht unerhebliche Umstufung in geringere Qualität im Jahr 2014 war nicht der Fallzahl, sondern jahresbedingt sehr geringen Proteingehalten geschuldet. Der gewichtige Unterschied liegt darin, dass bei Fallzahlbelastung selbst E- und A-Sorten sofort in C-Weizen umgestuft werden (geringste Qualität, Verwertung als Futter), dagegen gab es im Protein schwachen Jahr 2014 kaum Umstufungen zu C-Weizen, sondern nur um eine, maximal zwei tiefere Qualitätsstufen.

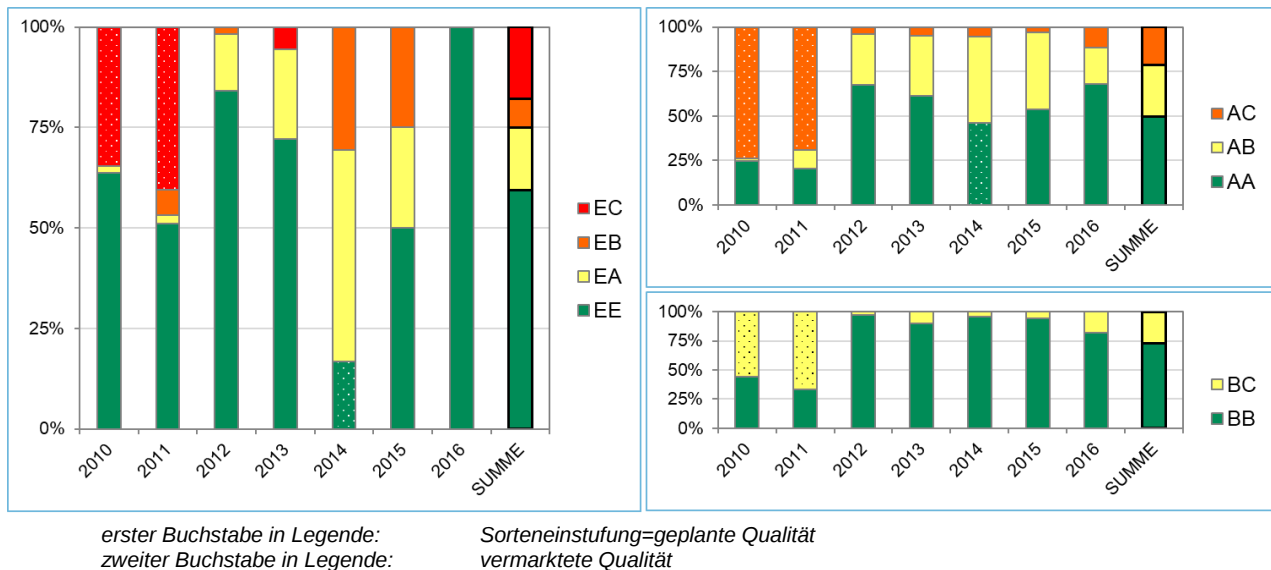


Abb. 13: Abstufung von Weizenpartien im Zeitraum 2010 -2016; Auswertung der Referenzbetriebe MV (MICHEL & ZIESEMER, 2017)

5.2 Material und Methoden zur Einschätzung sowie Parameter zur Charakterisierung der Sortenspezifität

In der Sortenprüfung wird die Auswuchsfestigkeit nicht direkt bewertet, sondern analog zum Handel deren Begleiterscheinung, die Fallzahl und in jüngerer Zeit, besonders durch die LFA, deren sortenspezifische Stabilität. Die traditionelle Fallzahl-Einstufung von Weizensorten in der Beschreibenden Sortenliste (BSL) des Bundessortenamtes war nicht hinreichend aussagefähig, denn in diese Fallzahl-Einstufung flossen Ergebnisse aus den überwiegenden Versuchen ohne besonders kritische Witterungssituationen ein. Damit waren folgende Probleme / Verzerrungen in der Sorteneinschätzung verbunden:

- Ohne Stressbedingungen liegen nahezu alle Qualitätssorten immer im optimalen oder sogar im überhöhten Bereich. Die überwiegende Anzahl unkritischer Versuchsergebnisse kann Ergebnisse aus einigen kritischen Situationen im Mittelwert derart überlagern, dass die Sortenspezifität unter kritischen Bedingungen nicht mehr erkennbar ist.
- Die sortenspezifische Dynamik unter Stressbedingungen, also der Beginn und die Geschwindigkeit des Sinkens der Fallzahl wird oft nicht erkannt. Sorten, welche im Mittelwert aller Versuche unauffällig sind, könnten allerdings in der Reaktion auf Nässe sehr kritisch sein und darin übersehen werden.

- Letzterer Aspekt wird u.U. noch dadurch verschärft, dass Sorten mit einem schnellen und steilen Abfall der Fallzahl in unkritischen Situationen besonders hohe Fallzahlen aufweisen können.

Daher führte die LFA die Sorteneigenschaft **Fallzahlstabilität** ein. Diese Einstufung stößt überregional auf großes Interesse. Inzwischen verwendet auch das BSA diese Merkmalsdefinition als ergänzende Einstufung in der Beschreibenden Sortenliste. Die methodische Grundlage dieser Einstufung basiert in der LFA auf folgenden Adaptionen:

- Es werden nur Versuchsergebnisse unter Stressbedingungen herangezogen, in denen
 - ein definierter Mindestanteil der Sorten im kritischen Bereich liegt,
 - nicht alle Sorten nahe der methodischen Untergrenze 60 s liegen, sondern gut differenzieren.
- Die Auswertung erfolgt mit einem gemischten Modell (Mixed in SAS®), die Schätzung adjustierter Mittelwerte erfolgt nach der Kleinstquadratmethode (least squares means), damit die hochgradig unbalancierte Datenstruktur nicht zu verzerrtem Sortenranking führt.
- Die Messwerte werden vor Auswertung log-transformiert. Dies bewirkt eine überproportionale Stauchung überhöhter Fallzahlen, sodass einzelne überhöhte Fallzahlen nicht die relevanteren sehr niedrigen überkompensieren. Außerdem werden Ergebnisse aus besonders belasteten Versuchen in der Gewichtung aufgewertet. Die ermittelten Schätzwerte werden nach Modelldurchlauf in die praxisgerechte verständliche Skaleneinheit [s] rücktransformiert.
- Um eine möglichst breite Datenbasis für eine stabile robuste Sorteneinschätzung zu gewinnen, werden überregionale Daten von Landessortenversuchen und auch Wertprüfungen einbezogen. Dies ist insofern gerechtfertigt, als zwar Regionalspezifität hinsichtlich des Witterungsrisikos besteht, kaum aber hinsichtlich der Sortenreaktion in kritischen Situationen (deutlich höhere Heritabilität dieses Merkmals im Vergleich z.B. zum Ertrag).

In Analogie zur umfangreich diskutierten Problematik bei der Winterfestigkeit besteht auch bei der Fallzahlstabilität das Problem, dass nach mehreren Jahren ohne natürliche Belastung im Freiland junge Sorten nicht mehr einschätzbar sind und ggf. erst nach gravierenden Verlusten in der Praxis auffallen. Sehr erfolgreich war eine zeitweilig in der LFA eingeführte künstliche Auswuchs-Provokation im Labor (MICHEL & STÖLKEN, 2010), die allerdings aus Kapazitätsgründen nicht aufrechterhalten werden konnte. In einer Klimakammer wurde unter konstanten Bedingungen frisches Erntegut der Sorten einer Provokation nach einem Standard (ADL, 1983) ausgesetzt. Dabei wurden die Proben angefeuchtet und unter definierten Bedingungen einer Keimung ausgesetzt. Zu gestaffelten Zeitpunkten (ca. 5-10) wurden die Ernteproben jeder einzelnen Sorte entnommen, getrocknet, gemahlen und die Fallzahl bestimmt. Anhand der Entwicklung der Fallzahlen über die Provokationsstufen ließen sich Sortendifferenzierungen in der Fallzahlstabilität sicher und praxisrelevant feststellen.

Es bestätigte sich besonders in den Provokationen, dass letztlich keine Sorte absolut auswuchsfest ist, dass die Sorten die Fallzahlen aber unterschiedlich lange konstant halten können. Zudem bestätigten die Untersuchungen, dass Sorten, die mit einer sehr hohen Fallzahl in der unprovokierten Variante in die Provokation einsteigen, nicht unbedingt auswuchsfest bzw. fallzahlstabil sein müssen. Die Fallzahl kann bei einigen dieser Sorten sehr schnell abfallen, während einzelne andere Sorten mit einer mittleren Ausgangs-Fallzahl auf ihrem Niveau längere Zeit verharren und dann sehr langsam abfallen können.

5.3 Sorteneinstufung

Für jede Sorte wird ein adjustierter Mittelwert [s] geschätzt und, sofern eine in Anzahl und Werteneiveau ausreichend belastbare Datengrundlage vorliegt, in den Beratungsmaterialien der LFA ausgewiesen. Entsprechend des Rankings der Sorten werden diese numerischen Einstufungen für die Öffentlichkeitsarbeit mit wertenden Symbole ++ bis - - gruppiert (Tab. 3). Diese Symbole stellen das Ranking und die Risikoeinschätzung in den Vordergrund. Dagegen suggeriert ein geschätzter mittlerer Erwartungswert, dass genau dieser Wert auch in praxi eintritt. Dies ist jedoch nicht der Fall - über sehr viele Umwelten kann der Schätzwert als mittlerer Erwartungswert gelten. Dies beinhaltet, dass ca. ½ der Werte unter, ca. ½ der Werte über diesem Erwartungswert liegen. In jeder Einzelsituation hängt die erzielte Fallzahl außer von der Sorte von den jeweiligen Randbedingungen wie Auswuchsdruck, Entwicklungsstadium, Erntetermin u.a. ab.

Tab. 3: Sortenspezifische Schätzwerte für die mittlere Fallzahl unter Belastungsbedingungen, mehrjährig überregionale Auswertung, Kernsortiment 2020

Nr.	Sorte	Qualitätsgruppe	Fallzahl [s] Schätzung Mittelwert	Fallzahl Sym- bol im Flyer
1	Ponticus	E	393	+++
2	Moschus	E	382	+++
3	KWS Emerick	E	273	+
4	Chaplin	E	207	-
5	Opal	E	234	o
6	Messino	[A]	270	+
7	RGT Reform	A	330	+++
8	Findus	A	199	--
9	Apostel	A	250	o
10	Nordkap	A	223	-
11	LG Initial	A	239	o
12	Asory	A	238	o
13	KWS Fontas	A	236	o
14	Lemmy	A	193	--
15	Hymalaya	AH	236	o
16	RGT Depot	A	234	o
24	Linus	A	148	---
26	RGT Kilimanjaro	[A]	285	+
27	Complice	[B]	235	o
34	Bosporus	B	249	o
35	Informer	B	253	o
36	KWS Talent	B	310	++
37	Boss	B	259	o
38	Argument	B	262	o
42	Benchmark	B	279	+
43	Chevignon	[B]	270	+
200	Linus	A	148	---
201	Bonanza	B	170	--

Zur Visualisierung auffälliger Sorten im sicheren bzw. im kritischen Segment werden nachfolgend zwei ausgewählte Sorten beispielhaft dargestellt. Die zentrale Diagonale charakterisiert das Durchschnittsniveau aller Sorten. Jeder Punkt stellt das Ergebnis eines Versuches dar, auf der x-Achse das mittlere Versuchsniveau aller Sorten gegen die y-Achse mit dem Wert der konkret dargestellten Sorte.

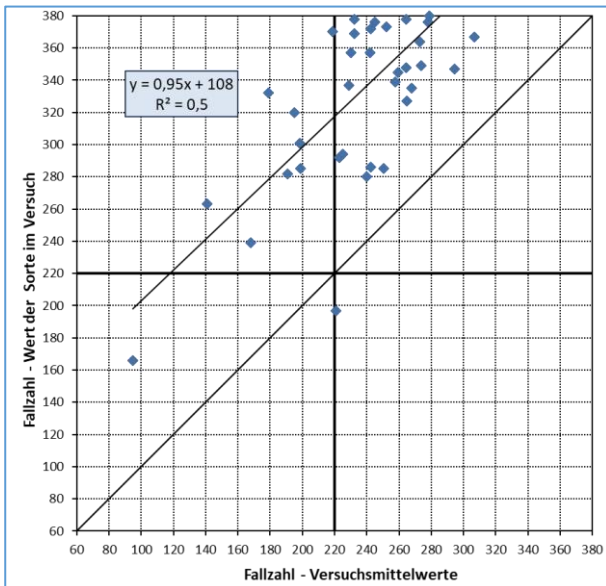


Abb. 14: Fallzahlen der Sorte RGT Reform im Vergleich zum adjustierten Durchschnitt aller Sorten, mehrjährig, Stand bis 2017

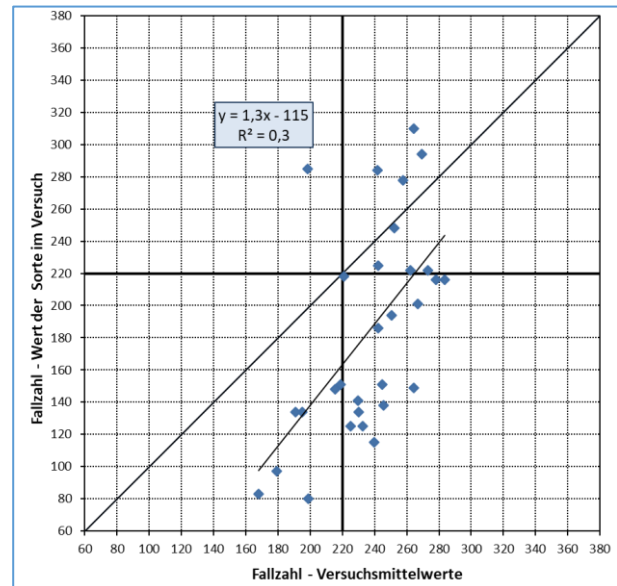


Abb. 15: Fallzahlen der Sorte Bonanza im Vergleich zum adjustierten Durchschnitt aller Sorten, mehrjährig, Stand bis 2017

Abb. 14 zeigt die relativ fallzahlstabile Sorte RGT Reform. Außer in einem Ausnahmefall liegt sie im gesamten Skalenbereich über dem Mittel der Sorten. In vielen Versuchen, in welchen das Gros der Sorten unter 220 s lag, konnte die Sorte noch die Qualitätsnorm halten. In kritischen Witterungssituationen hält sie die Fallzahl länger im sicheren Bereich als das Gros der Sorten.

Abb. 15 zeigt die häufig kritisch reagierende Sorte Bonanza. Sie stellt sich in einigen Fällen zwar als sogar überdurchschnittlich dar, erbringt aber zu häufig abstürzende Fallzahlen, selbst wenn das Versuchsmittel noch über 220 s liegt.

5.4 Beitrag der Fallzahlstabilität für die Gesamtbewertung von Sorten und die Sortenempfehlungen der LFA

Zum regionalen Aspekt kann eingeschätzt werden, dass das Risiko vom maritimeren NW in Richtung des zunehmend kontinentalen SO abnimmt. Dies ist also diametral entgegengesetzt zur Differenzierung des Auswinterungsrisikos (Kap. 4.1). Sofern Einstufungen bei konkurrierenden Sorten nicht ausgeprägt kritisch, sondern noch im eher mittleren Bereich liegen, kann in der Abwägung der Sorteneigenschaften zu folgender Gewichtung geraten werden:

- Im NW von MV kompensiert eine sehr gute Fallzahlstabilität eine nur mittlere bis leicht unterdurchschnittliche Winterfestigkeit in der Gesamtbewertung.
- Im SO von MV kompensiert eine sehr gute Winterfestigkeit eine mittlere bis leicht unterdurchschnittliche Fallzahlstabilität in der Gesamtbewertung.

Vor dem Hintergrund regionaler Unterschiede in der Wahrscheinlichkeit des Eintritts auswuchsfördernder Witterung im Erntezeitraum und notwendiger Abwägungen bei der Gesamtbewertung über alle Wert bestimmenden Eigenschaften können also auch Sorten mit eingeschränkter Fallzahlstabilität ihre punktuelle Anbauberechtigung haben. Dabei sollte aber besonders bei diesen labilen Sorten der betriebliche Anbauumfang so begrenzt werden, dass bei Druschreife eine zügige Beerntung vorrangig dieser Sorten möglich ist. Darauf wird im Beratungsmaterial der LFA sortenspezifisch hingewiesen.

Auch die Reifestaffelung der Sorten ist eine Möglichkeit, das Auswuchsrisiko ausgleichend zu puffern. So gehörte z.B. die frühreife Sorte Cubus nicht zu den fallzahlstabilen Sorten, der anteilige Anbau solcher frühreifen Sorten hat aber bei bestimmten Witterungskonstellationen bewirkt, dass ein Teil der Bestände mit der frühen Sorte noch sicher mit guten Fallzahlen geerntet werden konnten – je nachdem wann die kritische Periode einsetzte.

Bezüglich frühreifer Sorten wie Cubus ist anzumerken, dass sie in Versuchen häufig ungerechtfertigt schlecht eingestuft werden, da sie einerseits früher die Vollreife erreichen, andererseits aber - entgegen der Praxis - erst mit dem Gesamtversuch beerntet werden (können). Damit sind solche Sorten im Versuch ggf. einem längeren Zeitraum den Auswuchs fördernden Bedingungen ausgesetzt als das Hauptsortiment. Frühe Sorten mit mittlerer bis schwacher Fallzahlstabilität sollten in der Praxis vorrangig geerntet werden, selbst wenn die Rapsernte im Betrieb noch nicht abgeschlossen ist.

Die grundsätzliche Herangehensweise mit Boni für einen Gesamt-Index ist unter Kap. 4.5 beschrieben. Nachfolgend wird daher in Abb. 16 nur die Funktion für Boni/Mali beim Merkmal Fallzahlstabilität ohne nochmalige Kommentierung der Herangehensweise und Nutzung dargestellt. Aufgrund der mit steigender Qualitätseinstufung steigenden wirtschaftlichen Bedeutung der Fallzahl werden die Funktionen im Bereich der backfähigen Weizen nach Qualitätsgruppe differenziert. Auch eine ökonomische Kalkulation wurde stellvertretend nur für das Merkmal Winterfestigkeit aufgezeigt (Kap. 4.7). Der Beitrag der Fallzahlstabilität in der Index-Gesamtbewertung über alle Merkmale wird in Kap. 8 vorgestellt.

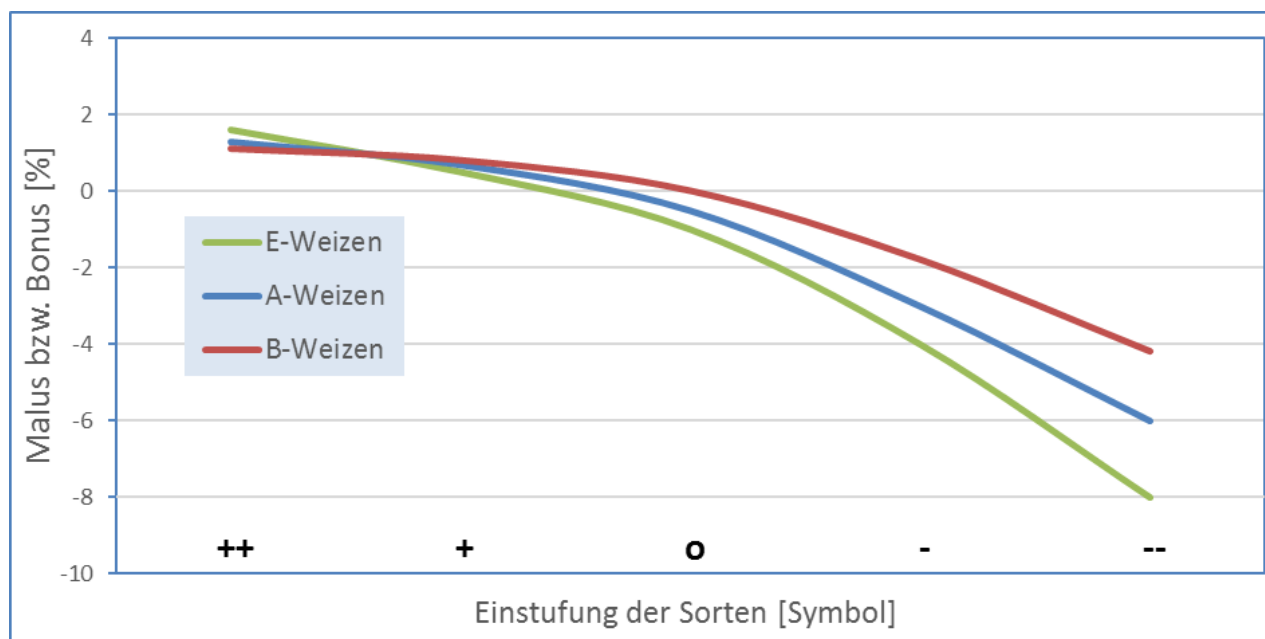


Abb. 16: Boni / Mali beim Merkmal Fallzahlstabilität in der Indexberechnung der LFA

Die LFA-Beurteilungen haben sich in praxi in kritischen Jahren regelmäßig weitgehend bestätigt, so die Rückmeldungen von Landwirten, Landhandel und Saatgutwirtschaft. Auch in diesem Risikomerkmall bauen die Landwirte in MV aufgrund der LFA-Empfehlungen überproportional viele Fallzahl stabile Sorten an.

Eine typische Auswirkung der Ergebnisse der LFA auf Entscheidungen der Saatgutvertreiber und Landwirte zeigt der zu Abb. 15 (Kap. 5.3) diskutierte Fall der Sorte Bonanza. Diese Sorte wurde im Belastungsjahr 2017 auffällig. Daraufhin verschwand sie weitgehend und schnell aus der Vermehrung - trotz der andererseits in 2016 gezeigten guten Winterfestigkeit und insgesamt in vielen Eigenschaften guten Einstufungen. Offensichtlich sind viele Akteure nicht der Strategie gefolgt, dass das Positive das Kritische voll kompensiert, sondern haben das große Risiko vermieden.

Die Ergebnisse zur Fallzahlstabilität wurden vielfältig in die Praxis getragen, insbesondere auf Feldtagen und Vortragsveranstaltungen, in den Fachinformationen der LFA-Homepage sowie u.a. in folgenden themenspezifischen Veröffentlichungen und Vorträgen (MICHEL & PIENZ, 2010; MICHEL et al., 2010; MICHEL & STÖLKEN, 2010; MICHEL, 2012, MICHEL & ZIESEMER, 2017).

6 Resistenz gegenüber Ährenfusarium – Risikominderung hinsichtlich Vermarktung und gesundheitlicher Belastung der Verbraucher

6.1 Einführung

Fusariumpilze in der Ähre verursachen einerseits Ertragsverluste durch Ausbildung von Schmachtkorn und partielle Taubährigkeit, andererseits u.U. verminderte Verarbeitungsqualität (Fallzahlen und Sedimentationswerte). Erheblich brisanter ist allerdings das damit verbundene Risiko der Bildung von Mykotoxinen - vornehmlich Deoxynivalenol (DON), aber auch Zearalenon (ZEA) und andere. Diese Mykotoxine stellen - in Abhängigkeit von Konzentration bzw. aufgenommener Dosis - ein erhebliches Gesundheitsrisiko für Mensch und Tier dar. Werden Höchstmengen überschritten, ergibt sich damit auch ein Vermarktungsrisiko für die Landwirte – im Extremfall wird die Charge Sondermüll.

Auf das Risiko des Befalls haben viele Faktoren Einfluss. Treten mehrere Risikofaktoren in Kombination auf, steigt das Risiko erheblich. Hinsichtlich der **Witterung** bestehen Infektionsbedingungen bei feuchtwarmer Witterung zur Blüte und zeitlich langer Blüte. Die weitere Belastung nach Ausgangsinfektion steigt bei wechselfeuchter Witterung, Taubildung, Temperaturen über 16°- 20°, in lagernden Beständen und bei schlechten Ernte- und Lagerungsbedingungen. Besonders gravierend ist der Faktor **Vorfrucht**: nach Mais, insbesondere Körnermais, kann der Infektionsdruck hoch sein, aber auch bei Anbau nach Weizen oder Triticale. Gerade bei den kritischen Vorfrüchten ist die **Bodenbearbeitung** ein wesentlicher Faktor. Lange Zeit wurde die Alternative wendend vs. nicht wendend zugunsten des Pflügens diskutiert. Derzeit wird eher die intensive Zertrümmerung der Stoppel in Verbindung mit rottefördernden Maßnahmen (halb-krumentiefe Einarbeitung, Vermischung) im Vordergrund gesehen, unabhängig davon ob dies in einer wendenden Weise erfolgt (MEHRLÄNDER-ARBEITSGRUPPE, 2010). Unter kritischen Witterungsbedingungen kann ein **Fungizideinsatz** in der Blüte (Abschlussbehandlung) erfolgreich sein, ist allerdings im Zusammenhang mit einem engen Zeitfenster nicht immer ausreichend wirksam. Das Risiko hohen Fusariumbefalls in der Ähre differenziert auch **regional**. Allerdings korrespondiert dies im Wesentlichen mit den zwei genannten ursächlichen Einflüssen (a) Witterungsrisiko (vor dem Hintergrund regional-klimatischer Unterschiede) und (b) Fruchtfolge/Vorfrucht (betroffen sind besonders Körnermais-Anbaugebiete). Anbaugebiete in Mecklenburg-Vorpommern gehören in langjähriger Betrachtung nicht zu den kritischsten Gebieten. Allerdings gibt es Ausnahmejahre, wie z.B. 2007 (WILLERT, 2007 bezugnehmend auf den Bericht der Besonderen Erntetermineitlung 2007): im aktuellen Jahr 2021 war Mecklenburg-Vorpommern überdurchschnittlich stark betroffen. Hinsichtlich der **Anbauverfahren** kann sehr starke Einkürzung und überhöhte Stickstoffdüngung die Befallsintensität erhöhen. Dagegen reduziert eine sorgfältige und intensive **Getreidereinigung** (insbesondere Schmachtkornreduktion) und qualitätsgerechte **Lagerung** die Mykotoxinbelastung.

Der Faktor **Sorte** wird nachfolgend vertieft. Es ist nicht der gravierendste Einzelfaktor, er spielt aber eine maßgebliche risikomindernde Rolle, wenn andere Faktoren dazukommen, insbesondere bei der kritischen Vorfrucht Mais oder auch beim Stoppelweizenanbau ohne Saatfurche (GUDDAT et al., 2008).

Für die Landwirte als Lebensmittelunternehmer gilt: (a) Höchstwerte sind einzuhalten, bzw. (sofern dies nicht realisiert werden konnte) (b) das allgemeine Risiko-Minimierungs-Gebot muss beachtet worden sein. Es geht also nicht nur um die (retrospektiv) erzielte Produktqualität, sondern zur Vorsorgepflicht zählt auch die vorausschauende Absicherung der Prozessqualität. Vor dem Hintergrund der Unwägbarkeiten der Witterung hat nach Mais und Getreide neben der geeigneten Bodenbearbeitung zusätzlich die Sortenwahl eine herausgehobene vorbeugende Bedeutung für die vorsorgende Risikominimierung.

6.2 Material und Methoden zur Einschätzung der Sortenspezifik

Die Datenlage der Sortenversuche allein in Mecklenburg-Vorpommern ermöglicht keine valide Einschätzung der Sortenunterschiede. Zudem besteht auch keine regionale Adaption der Resistenz von Sorten gegenüber Ährenfusarium und Neigung von Sorten zur Bildung von Mykotoxinen. Daher basiert die Einstufung der LFA auf Ergebnissen des Bundessortenamtes sowie der LfL Bayern. Die Auswertungen der LfL Bayern erfolgen nach methodischen Ansätzen aus Gülzow (MICHEL, 2015), insofern ist die LFA methodisch beteiligt.

In Deutschland zugelassene Sorten werden vom Bundessortenamt in der Anfälligkeit gegenüber Ährenfusarium eingestuft. Grundlage ist eine mehrortige und mehrjährige Resistenzprüfung mit erhöhtem Infektionsdruck. Seit 2004 erfolgt dies praxisnah durch ausgebrachte befallene Maisstoppelein. Ermittelt wird die partielle Taubährigkeit in Prozent, welche für die Beschreibende Sortenliste in ganzzahlige Ausprägungsstufen (1-9) übersetzt wird (BUNDESSORTENAMT, 2021).

In Bayern erfolgen die Provokationsversuche ähnlich wie beim Bundessortenamt. Im Vordergrund der Merkmalerfassung steht in Bayern allerdings nicht der Fusariumbefall, sondern der DON-Gehalt. Die mehrjährige Auswertung erfolgt mit der Hohenheim-Gülzower Methode (MICHEL, 2015). Es zeigt sich, dass die ermittelten Rangfolgen der Sorten über die Jahre hinreichend stabil sind. Die besonders kritischen Sorten können zuverlässig erkannt werden. Im mittleren Bereich der BSA-Einstufungen sind die Rangfolgen in der DON-Bildung allerdings nicht absolut klar bestimmbar. Frühere Analysen der LfL Bayern (ZIMMERMANN & WOSNITZA, 2003) bestimmten folgende Zusammenhänge:

- Fusariumbefall und DON-Gehalt sind hoch korreliert ($r=0,89$)
- Fusariumbefall unter natürlichen Infektionsbedingungen ist hoch korreliert zu den Untersuchungen unter künstlicher Provokation ($r=0,90$)

Somit wird das Risikopotenzial von Sorten hinsichtlich der Mykotoxinbelastung sowohl mit der Einstufung des Bundessortenamtes wie auch durch die Auswertungen der LfL Bayern hinsichtlich Ährenfusarium und gleichzeitig DON-Risiko gut beschrieben.

Auch eine Erhebung in Mecklenburg-Vorpommern bestätigte, dass eine kritische Einstufung in der Beschreibenden Sortenliste mit einem erhöhten Risiko hoher DON-Gehalte einhergeht (WILHELM, 2010). Es zeigte sich zudem eine hohe Korrelation zwischen Befall mit dem Fusarium-Erreger *F. graminearum* und der DON-Belastung. Das erhöhte Risiko der Vorfrucht Mais bei pflugloser Bodenbearbeitung wurde bestätigt.

6.3 Sorteneinstufung

Primäre Basis der Sorteneinstufungen in Beratungsmaterial der LFA ist die Benotung in Ausprägungsstufen (APS 1-9) in der jeweils aktuellsten Beschreibenden Sortenliste des Bundessortenamtes. Im Einzelfall erfolgt sekundär eine Adaption aufgrund der ermittelten DON-Belastung (NICKL, 2018; LFL BAYERN, 2020; s. Abb. 17) oder der Einschätzung der Sortenkommission nach Absolvierung zweijähriger EU-Sortenversuche.

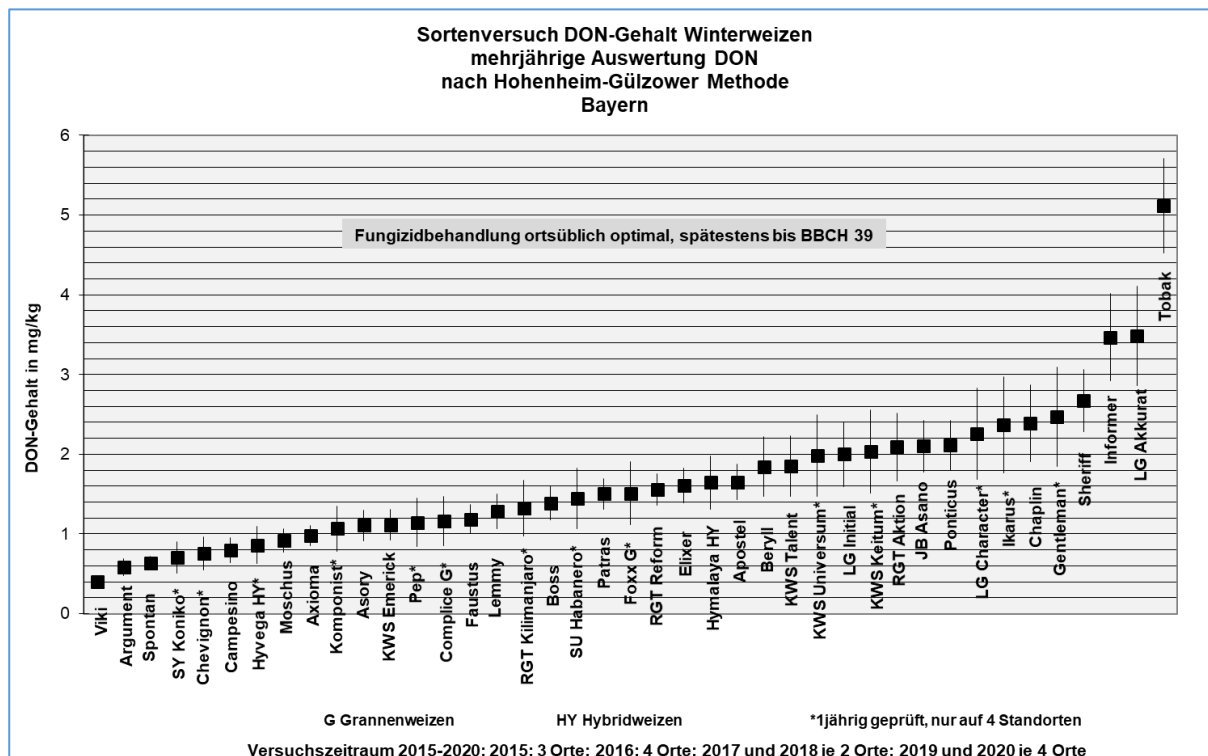


Abb. 17: Sortenspezifische DON-Gehalte unter Belastungsbedingungen (LfL Bayern, 2020)

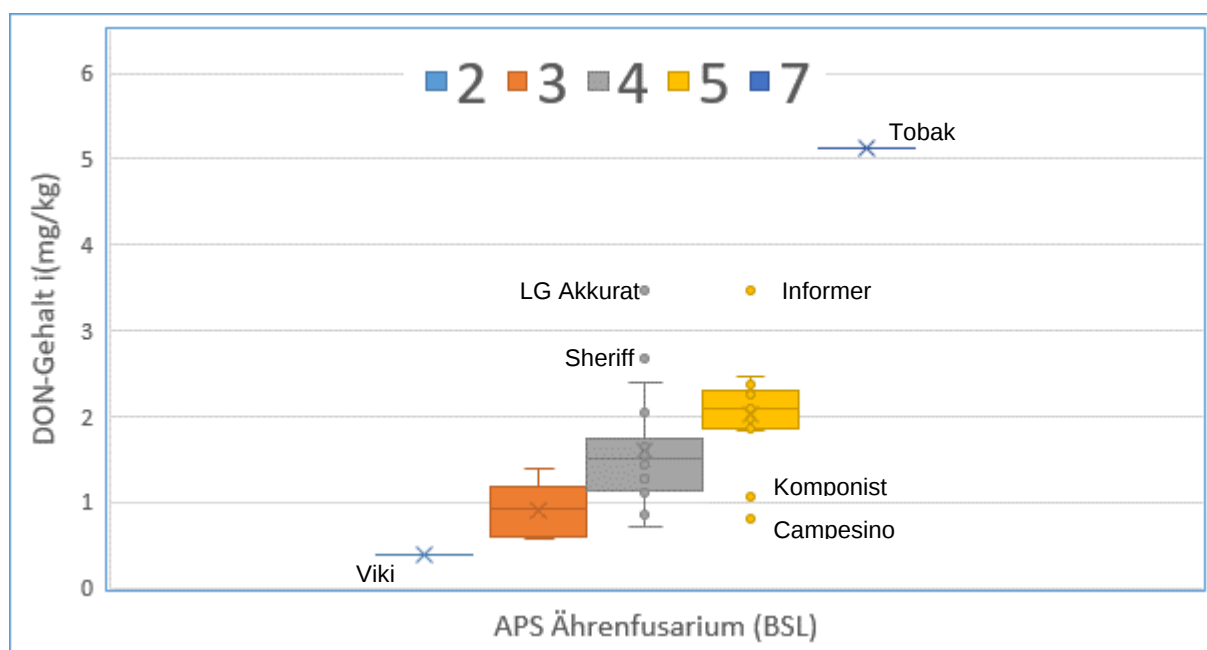


Abb. 18: Zusammenhang zwischen Einstufung in Beschreibender Sortenliste und DON-Werten (Datengrundlage lt. Abb. 17)

Abb. 18 zeigt, dass für das Gros der Sorten ein klarer Zusammenhang zwischen der Einstufung in der Resistenz gegenüber Ährenfusarium und realisierten DON-Belastungen besteht – die Hälften-spielräume überlappen sich nicht. Insbesondere sind sehr gute Einstufungen (≤ 3) erblich sicherer als kritische Einstufungen (>5). Im Bereich mittlerer Einstufungen scheint es bei konkreten Sorten Ausnahmen zu geben, welche aber die allgemeine Regel nicht grundsätzlich infrage stellen.

Die Einstufungen laut BSL und deren Adaptionen werden für Beratungsmaterialien der LFA in ein wertendes Symbol gewandelt (-- bis +++) (Tab. 4).

Tab. 4: Übersetzung von Fusarium-Einstufungen in der BSL in wertende Symbole in den Beratungsmaterialien der LFA

Einstufung in BSL (APS 1-9)	wertendes Sym- bol (LFA)	Anmerkungen
2	+++	für hinsichtlich Fusarium kritische Anbau-Situationen prädesti- niert
3	++	
4	+	Übereinstimmung der APS zu DON-Werten
	o/+	innerhalb der Sorten mit APS 4 erhöhte DON-Werte
5		
	o	Übereinstimmung der APS zu DON-Werten
	o/-	innerhalb der Sorten mit APS 5 erhöhte DON-Werte
6	-	Sorten mit erhöhtem Risiko hinsichtlich DON-Belastung, insbe- sondere ungeeignet für hinsichtlich Fusarium kritische Anbau- situationen
7	- -	

6.4 Beitrag der Ährenfusariumresistenz für die Gesamtbewertung von Sorten und die Sortenempfehlungen der LFA

Vor dem Hintergrund der möglichen gesundheitlichen Belastungen beim Verbraucher oder bei Nutztieren infolge des Befalls mit Ährenfusarium misst die LFA das Merkmal Ährenfusariumresistenz eine im Vergleich zu anderen Schaderregern deutlich erhöhte Rolle bei.

Berücksichtigung der Fusariumresistenz in den Sortenempfehlungen der LFA:

- Die LFA vermeidet grundsätzlich Empfehlungen besonders riskanter Einstufungen (APS $\geq$ 6).
- Für eher unkritische Anbausituationen wie z.B. Weizenanbau nach Raps kommen auch Sorten mit mittlerer Einstufung in Betracht („+“ APS 4 und „o“ APS 5).
- Die LFA empfiehlt für den Weizenanbau nach Mais nur Sorten mit einer Mindesteinstufung „++“ (APS $\leq$ 3). Diese Sorten sind im Weizenanbau nach Mais, besonders Körnermais, von großer Bedeutung.
- Ausnahme-Sorten (Abb. 18) werden in den Beratungsunterlagen der LFA mit Zwischennoten ausgewiesen (Tab. 4), um auf das u.U. gegenüber der Einstufung in der BSL günstigere oder kritischere Verhalten hinsichtlich DON-Risiko aufmerksam zu machen.

Für die Gesamtbewertung einer Sorte fließt die Einstufung in Ährenfusarium als Bonus/Malus für den Gesamt-Index ein. Es erfolgt dabei eine Differenzierung nach Vorfrucht (Abb. 19). Die grundsätzliche Herangehensweise mit Boni für einen Gesamt-Index ist unter Kap. 4.5 beschrieben.

Nachfolgend erfolgt daher keine nochmalige Kommentierung der Herangehensweise. Auch eine ökonomische Kalkulation wurde beispielhaft nur für das Merkmal Winterfestigkeit aufgezeigt (Kap. 4.7). Der Beitrag dieses Merkmals in der Index-Gesamtbewertung über alle Merkmale wird in Kap. 9 vorgestellt.

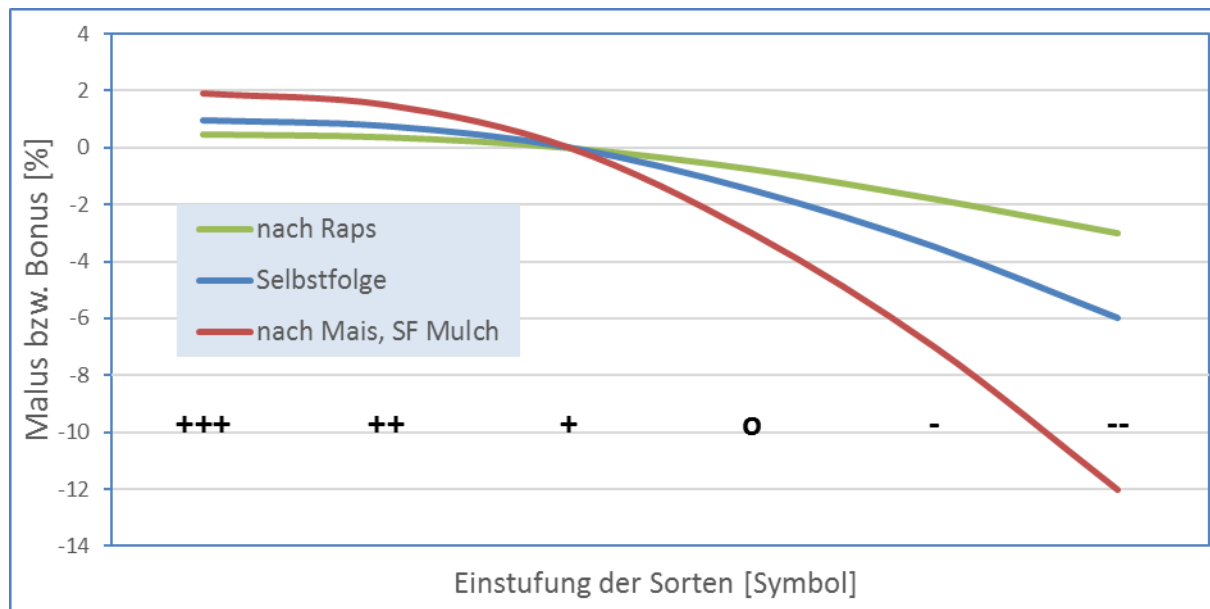


Abb. 19: Boni / Mali beim Merkmal Resistenz gegenüber Ährenfusarium in der Indexberechnung der LFA, A-Sorten

Bei zunehmend restriktiver Zulassung von Pflanzenschutzmitteln wird die natürliche Resistenz immer mehr zum zentralen Faktor des vorbeugend integrierten Pflanzenschutzes und der Minderung des PSM-Einsatzes.

Hinsichtlich der Fusariumanfälligkeit haben die Akteure im Sortenprüfsystem – Züchter, Bundessortenamt und Länderdienststellen für das Sortenwesen, auch die LFA – langfristig und vorausschauend dafür Sorge getragen, dass der Anteil Sorten mit hohem Resistenzlevel sich in den letzten 20 Jahren stetig erhöhte. In der Beschreibenden Sortenliste sind inzwischen knapp 20% der Sorten mit $APS \leq 3$ eingestuft (Abb. 20). Z.T. konnten diese ertraglich noch nicht vollständig zu den mittel eingestuften Sorten aufschließen, hier ist weiterer Züchtungsfortschritt zu erwarten.

Abb. 20 zeigt im Vergleich zur aktuellen Verteilung der Resistenzeinstufungen aller Sorten in der Beschreibenden Sortenliste 2020 auch die Verteilung im Sortiment der LSV Winterweizen 2020 der LFA. Deutlich wird die Vermeidungsstrategie der LFA hinsichtlich sehr kritischer Sorteneinstufungen (≥ 6). Der relative Schwerpunkt liegt aktuell noch im Bereich mittlerer, häufig ertragsbetonter Einstufungen. Im Zuge weiteren Züchtungsfortschritts hinsichtlich der Kombination von Resistenz und Ertrag wird sich der Anteil sehr sicherer Sorten erhöhen. Derzeit sind diese überwiegend noch auf Empfehlungen für den Anbau nach Mais beschränkt. Dabei ist zu beobachten, dass die Praxis diesen Sortenempfehlungen für den Anbau nach Mais überwiegend folgt.

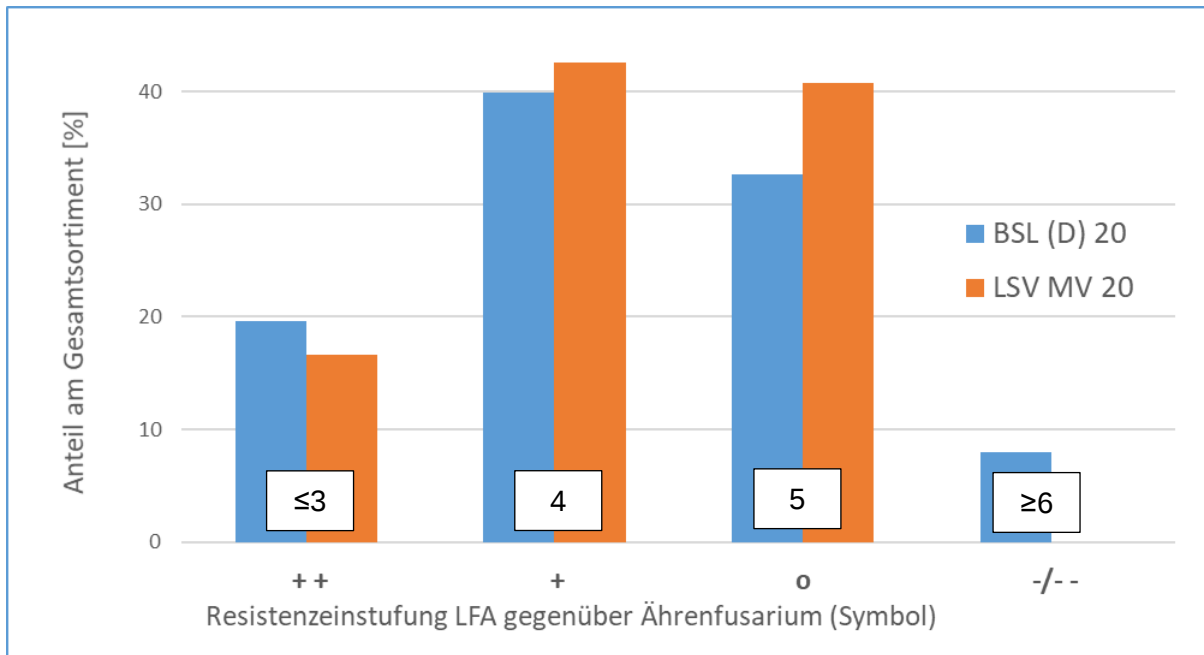


Abb. 20: Anteile der Resistenzgruppen gegenüber Ährenfusarium in der Beschreibenden Sortenliste 2020 und im LSV MV 2020

Die Ergebnisse zur Ährenfusariumresistenz und zur DON-Belastung wurden vielfältig in die Praxis getragen, insbesondere auf Feldtagen und Vortragsveranstaltungen, in den Fachinformationen der LFA-Homepage sowie in der Gemeinschaftsveröffentlichung mit GUDDAT et al. (2008).

7 Stickstoffaneignung – Risikominderung hinsichtlich Umweltbelastung

7.1 Einführung

Stickstoffdüngung ist eine besonders ertrags- und qualitätswirksame anbautechnische Maßnahme. Winterweizen spricht auf Stickstoffdüngung bis in den Bereich hoher Zufuhr mit vergleichsweise steilem Ertragsanstieg und einem Maximum erst bei sehr hohen Gaben an. Dabei steht besonders beim Weizen sowohl die Wirkung auf Ertrag als auch die Wirkung auf den Proteingehalt im Fokus. Wie beim Raps war demzufolge die Stickstoffdüngung traditionell sehr hoch, besonders auch im Qualitätsweizen dominierten Mecklenburg-Vorpommern.

Andererseits wurde erkannt, dass Stickstoffüberhänge ökologisch schwerwiegende Auswirkungen haben können, auf Grund- und Oberflächengewässer wie auch klimawirksam auf die Atmosphäre. Daraufhin wird in jüngerer Zeit die Stickstoffdüngung verstärkt reglementiert, dieser agrarumwelt-politische Prozess bleibt noch im Flusse. Mit einer Limitierung steigt die Bedeutung einer effizienten Nutzung des verfügbaren und zugeführten Stickstoffs erheblich – sowohl hinsichtlich Produktivität, Vermarktungsqualität wie auch hinsichtlich Umweltentlastung.

Hinsichtlich des effizienten Umgangs mit Stickstoff stößt auch die Sortenwahl zunehmend auf Interesse, da sie ggf. als Gratisseffekt genutzt werden kann. Es werden Sorten gesucht, die sich bei gegebener N-Düngung in der Kombination von Ertrag und Proteingehalt überdurchschnittlich viel Stickstoff aneignen. Im Zuge allein der regulären Sortenprüfung können die zugrundeliegenden pflanzenphysiologischen Prozesse im Detail nicht geklärt werden. Vielmehr wird In- und Output festgehalten, die dazwischenliegenden Prozesse stellen eine ‚Blackbox‘ dar.

Da Ertrag und Proteingehalt negativ korreliert sind, eignet sich als zusammenfassendes Bewertungskriterium von Sorten ihre N-Aneignung bei gegebener Düngung. Die N-Aneignung ist proportional zum Proteinertrag und bei gegebener Düngung identisch zum N-Entzug.

7.2 Material und Methoden zur Einschätzung der Sortenspezifik

Für den Sortenvergleich ist es erforderlich, dass jeder Einzelversuch nach dem *ceteris paribus* – Prinzip geführt wird. D.h. alle Sorten erhalten in je einem Einzelversuch die gleiche Düngung und sind somit in den Effekten auf Ertrag, Proteingehalt und N-Entzug direkt vergleichbar. Alle zusammenfassenden Sortenvergleiche über Orte und Jahre basieren auf den Reaktionsunterschieden (Effekten) in den einbezogenen Einzelversuchen. Sofern in jedem Einzelversuch einheitlich gedüngt wird, ist es für das Gesamtergebnis unschädlich, dass in unterschiedlichen Einzelversuchen unterschiedlich gedüngt wird (und zwar aufgrund der jeweiligen Inputwerte in der Düngungskalkulation). Eine Verzerrung der Mittelwerte wird durch die Anwendung eines adäquaten gemischten Modells verhindert (MICHEL, 2015). Im Nachgang zur Sortencharakterisierung in dieser Hauptphase der Sortenprüfung ergeben sich u.U. neue Hypothesen hinsichtlich spezifischer Düngungsstrategien für einzelne Sorten. Die Prüfung solcher Annahmen kann ggf. in nachfolgenden Sorten×Düngung-Versuchen mit wenigen ausgewählten Sorten erfolgen. So wird z.B. aktuell die Sorte Ponticus (E) im LSV neben der Variante mit der für den Versuch vorgegebenen Düngung in einer Zusatzvariante mit um 30 kg/ha N erhöhter N-Düngung, welche für E-Sorten unter Voraussetzung entsprechender Erträge möglich ist, geprüft.

Unter Einhaltung des *ceteris paribus* Prinzips gilt im Einzelversuch:

$$N_Saldo_{Sorte} = N_Düngung_{Versuch\ einheitlich} - N_Entzug_{Sorte}$$

Im Zuge der Auswertung der mehrjährigen Versuchsdaten mit der Hohenheim-Gülzower-Methode (MICHEL, 2015) werden u.a. adjustierte Mittelwerte (*lsmeans*) für den Parameter *N_Entzug* ermittelt.

Speziell für die Auswertung der Sortenversuche gilt aufgrund einheitlicher Düngung:
 $N_Entzug \propto N_Saldo$; ($\propto$ für *proportional*)

Im Weiteren konzentriert sich die Darstellung auf den N-Entzug. Je höher das N-Aneignungsvermögen einer Sorte, desto besser ist aus praxisrelevanter Sicht die N-Effizienz. Andere Ansätze zur Bewertung der N-Effizienz gehen der N-Dynamik bei unterschiedlichem N-Angebot ursächlich auf den Grund. Dies kann ein Sorten-Prüfsystem in der Hauptphase allerdings, wie oben dargelegt, nicht leisten – dafür ist die Anzahl einzuschätzender Sorten zu groß und deren Lebensdauer zu kurz. Folgeversuche mit ausgewählten Sorten können dafür Grundlage sein. Im Weiteren werden in diesem Bericht hohe N-Aneignung, hoher N-Entzug und gute N-Effizienz synonym verwendet. Entsprechend der üblichen Benennung im Sortenprüfwesen steht aber der Begriff der N-Aneignung im Vordergrund.

7.3 Sorteneinstufung

Abb. 21 zeigt bei gegebener Düngung (konstant je Einzelversuche) erhebliche Unterschiede in der N-Aneignung der Sorten. Die Spannweite liegt bei ca. ± 20 kg/ha N. Dabei sind viele sehr schwache vermarktungsfähige Sorten nicht enthalten, da sie frühzeitig aus der Prüfung genommen werden – sonst wäre die Spanne noch größer. Da die Sortenwahl ein quasi kostenfreier Gratisfaktor ist, ist diese Spanne von nicht unerheblicher Relevanz.

Auffällig ist aktuell die deutlich überdurchschnittliche N-Effizienz zweier proteinstarker E-Weizen: Ponticus und Moschus. Die herausstechende Kombination von Ertrag und Protein der E-Sorte Ponticus scheint sich in besonderem Maße regionalspezifisch auf D-Standorten in MV auszuprägen. Dieser Sortentyp rechtfertigt die in der DüV vorgesehenen möglichen Aufschläge um 30 kg/ha N bei E-Sorten, sofern die Ertragserwartung dieser E-Sorten in den Bereich von A-Sorten reicht. Dies war Veranlassung für die Aufnahme eines Zusatzprüfgliedes ‚Ponticus+30N‘ in den LSV Winterweizen Gülzow 2019 - 2021.

Die Sorte Asory ist ein Beispiel für hohe N-Effizienz, die aus hohem Ertragsniveau bei geringerem Proteingehalt resultiert. Dagegen stellt die Sorte Pep mit hoher N-Effizienz eine in Ertrag und Proteingehalt ausgewogene gute Kombination dar.

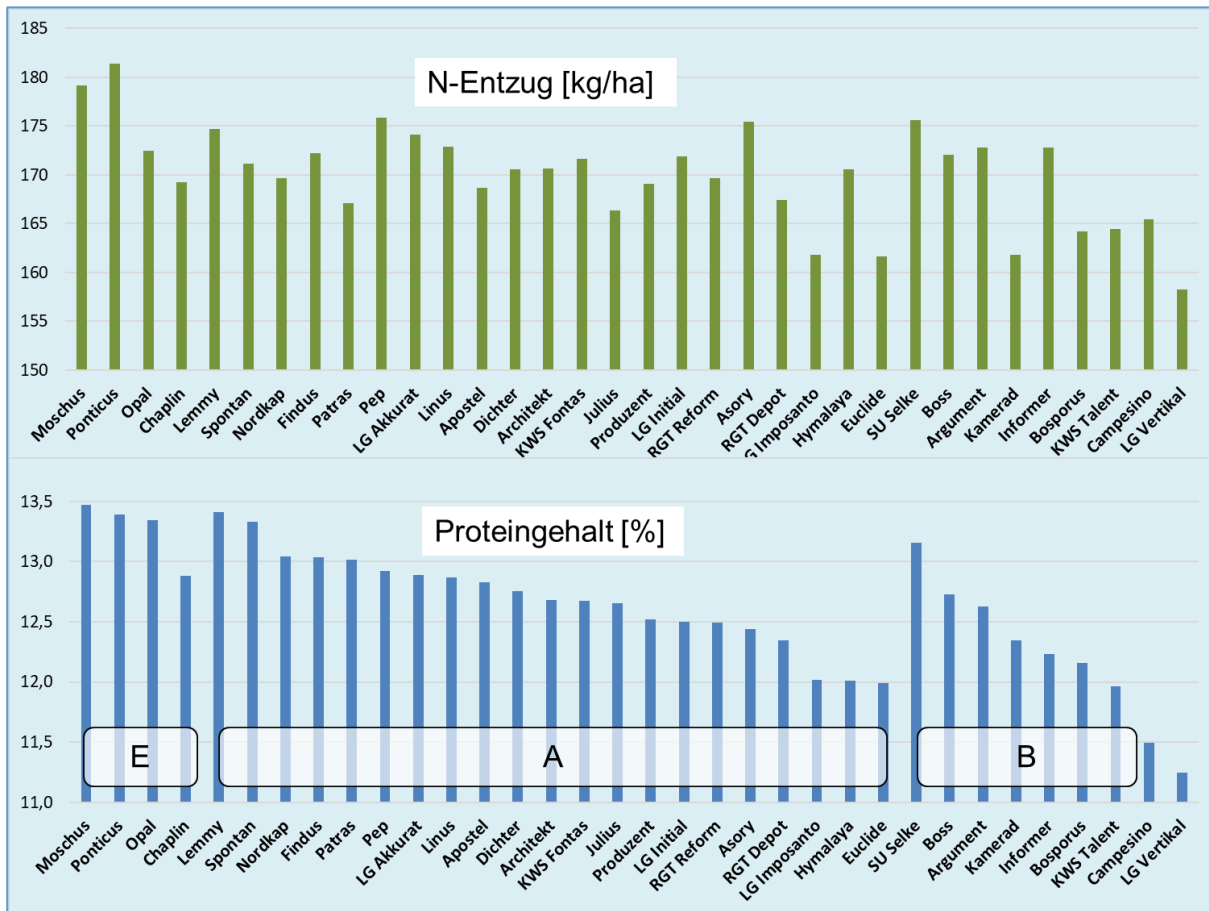


Abb. 21: Sortenspezifische N-Entzüge und Proteingehalte, Anbaugebiet D-Nord mehrjährig, Stand 2020

7.4 Beitrag der Stickstoffaneignung für die Gesamtbewertung von Sorten und die Sortenempfehlungen der LFA

Ertrag und Protein gehen beide bereits als Einzelmerkmale in die Indexrechnung ein.

$$N - \text{Entzug} = N - \text{Aneignung} \propto \text{Kornertrag} \times \text{Proteingehalt} ; \quad (\propto \text{ für proportional})$$

Insofern fließt die N-Aneignung bereits automatisch durch die Boni für die beiden Ausgangsmerkmale in die Indexrechnung ein. Eigenständige Boni für die N-Aneignung honorieren quasi zusätzlich die gute Kombination beider Parameter. Aus diesem Grunde werden diese zusätzlichen Boni/Mali vergleichsweise klein gehalten, um eine Übergewichtung durch doppelte Berücksichtigung zu vermeiden (Abb. 22).

Für die Gesamtbewertung einer Sorte fließt die Einstufung als Bonus/Malus in den Gesamt-Index ein. Die grundsätzliche Herangehensweise mit Boni für einen Gesamt-Index ist unter Kap. 4.5 beschrieben. Nachfolgend erfolgt daher keine nochmalige Kommentierung der Herangehensweise. Auch eine ökonomische Kalkulation wurde beispielhaft nur für das Merkmal Winterfestigkeit aufgezeigt (Kap. 4.7). Der Beitrag dieses Merkmals in der Index-Gesamtbewertung über alle Merkmale wird in Kap. 9 vorgestellt.

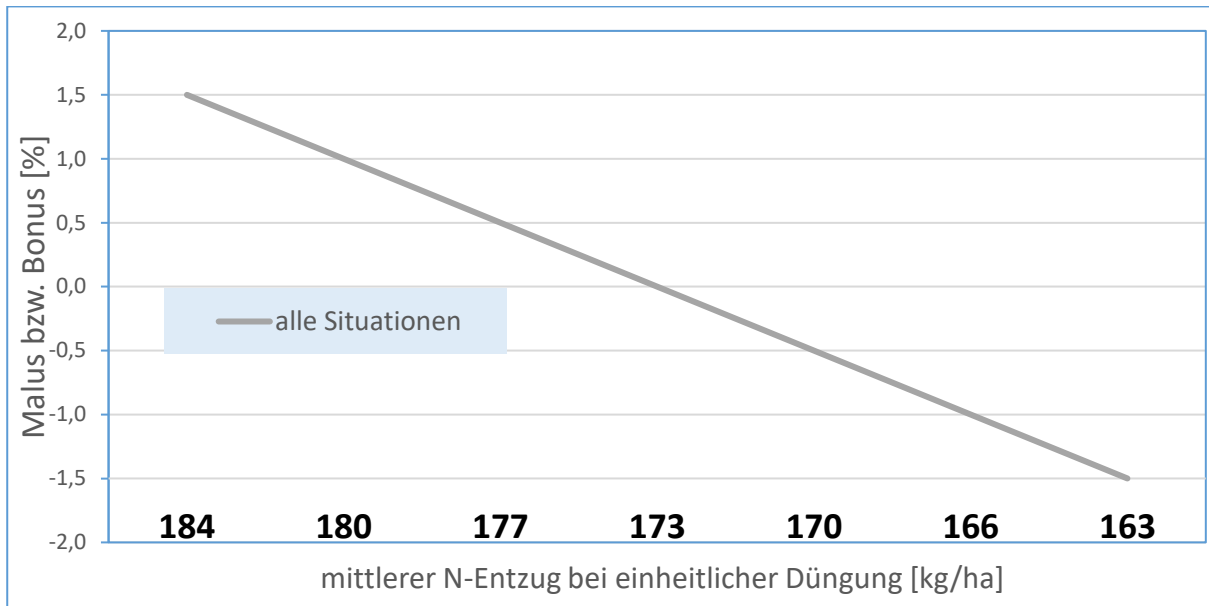


Abb. 22: Boni / Mali für die N-Effizienz in der Indexberechnung der LFA

Bezüglich des Ziels geringer N-Austräge in die Umwelt zeigen die Auswertungen, dass allein durch Sortenempfehlungen der LFA die N-Salden kostenfrei um ca. 15 – 25 kg N/ha verbessert werden können. Somit leistet die Sortenwahl bereits jetzt einen relevanten Beitrag zur Verringerung von N-Austrägen in die Umwelt. In der Auswahl der Sorten zur Empfehlung sowie in jeglicher Öffentlichkeitsarbeit des Sortenwesens der LFA wird dieser Aspekt hervorgehoben. Er stößt bei vielen Praktikern auf großes Interesse. Nicht zuletzt aus diesem Grunde beträgt die Vermehrungsfläche der oben diskutierten Sorte Ponticus mit abgehoben günstiger N-Aneignung in MV ca. 14%, in Deutschland insgesamt dagegen nur 4%.

Die Ergebnisse zum N-Aneignungsvermögen von Sorten wurden vielfältig in die Praxis getragen, insbesondere auf Feldtagen und Vortragsveranstaltungen, in den Fachinformationen der LFA-Homepage sowie u.a. in folgenden themenspezifischen Veröffentlichungen und Vorträgen (MICHEL, 2010, 2016, 2018a, 2018b; MICHEL et al., 2015; MICHEL & BULL, 2019).

8 Ökostabilität – Risikominderung hinsichtlich zunehmender Witterungsextreme und ertragslimitierender Anbaubedingungen

8.1 Einführung

Witterungsextreme, insbesondere längere Trockenheitsphasen, beeinträchtigen die Ertragsbildung und die Ertragsstabilität erheblich. Im Zuge des tendenziellen Klimawandels steigt die Anforderung an die Trockentoleranz bei gleichzeitiger großer ökologischer Stabilität von Sorten - möglichst weiterhin auf hohem Grund-Leistungsniveau. Auf leichten Böden, insbesondere in den Anbaugebieten MV-Süd und D-Süd, trifft dies in besonderem Maße zu.

Die Bewertung von Eigenschaften wie Trockentoleranz durch Praxiserfahrungen oder kleine Versuchsserien ist oft sehr unsicher, vage bzw. hypothetisch. So ist häufig zu beobachten, dass z.B. Sorten, die in einem als trocken charakterisierten Jahr gut abgeschnitten haben, übereilt als trockentolerant eingeschätzt werden. Damit wird die Spezifik und deren Einfluss auf Sorten auf die zusammenfassende Beurteilung der Wasserversorgung reduziert, die u.U. den stärksten subjektiven Eindruck über das Jahr hinterlassen hat. Tatsächlich zeichnet sich aber jedes, sich immerhin auf 10 bis 11 Monate erstreckende Anbaujahr durch eine große Zahl von spezifischen Besonderheiten hinsichtlich Witterungsverlauf, Befall, Arbeitserledigung u.v.m. aus, die in ihrer Kombination einzigartig sind. Auf alle diese Einflüsse reagieren Sorten spezifisch. Daher sind die Ursachen für eine spezifische Jahresreaktion einer Sorte nicht ohne weiteres ableitbar. Dies erschließt sich ggf. für einzelne Sorten erst durch mehrjährige massenstatistische Betrachtungen. Für viele Sorten ist erfahrungsgemäß zu erwarten, dass einzelne Jahresreaktionen keine verallgemeinerungsfähige reproduzierbare Interpretation zulassen.

8.2 Material und Methoden zur Einschätzung der Umweltstabilität

Methodisch wurden unterschiedliche Ansätze zur Charakterisierung der Umweltstabilität und - mit Einschränkungen - der Trockenheitstoleranz verfolgt (MICHEL & ZENK, 2010). Alle Ansätze, welche die mittlere Reaktion je einer Sorte je Jahr oder je Region als Grundlage der Analyse ihrer Reaktionen betrachteten, stellten sich als zu wenig belastbar heraus. Die Anzahl Jahre bzw. Regionen ist je Sorte Prüfsystem bedingt einerseits zu gering und andererseits sind diese Reaktionen innerhalb eines Jahres oder einer Region in der Regel durchaus nicht in sich stabil und gleichgerichtet.

Als am ehesten belastbar zeigten sich massenstatistische Auswertungen über viele Jahre, unterschiedliche Anbaugebiete und Versuchsstandorte mit einer Vielzahl von Ergebnissen je Sorte, um sortenspezifische Einschätzungen zu objektivieren und mit hinreichender Präzision zu beschreiben.

Nachfolgend vorgestellte Parameter wurden von den Autoren angepasst, in SAS® programmiert (SAS, 1999) und in die PIAFStat-Verfahren der „Hohenheim-Gülzower-Serienauswertung“ integriert (MICHEL, 2015). Damit werden in einem Durchlauf der Versuchsserienauswertung für die Sortenversuche einer Fruchtart automatisch außer der mittleren Ausprägung (z.B. Ertragserwartung) auch die nachfolgend vorgestellten Parameter der Umweltreaktion ermittelt und bereitgestellt.

8.2.1 Ökovalenz

Die Ökovalenz ist ein Varianzparameter, welcher die Umweltstabilität von Sorten im auszuwertenden Merkmal (z.B. Ertrag) charakterisiert. Je höher der Schätzwert für eine Sorte ist, desto weniger stabil war sie im Prüfzeitraum, desto größer waren also die Schwankungen der Sorte×Umwelt-Effekte (Umweltreaktionen) der Sorte bzw. ihrer Relativerträge von Versuch zu Versuch. Sorten mit vergleichsweise kleiner Ökovalenz waren dagegen über alle Versuche (unter allen Umweltbedingungen) stabiler. Methodische Grundlage ist die Analyse der Sorte×Umwelt – Wechselwirkungen. In der routinemäßigen Auswertung der mehrjährigen Sortenversuchsserien mit der Hohenheim-Gülzower-Serienauswertung werden automatisch die Wechselwirkungseffekte Sorte×Umwelt ermittelt. Die Varianz dieser Wechselwirkungseffekte Sorte×Umwelt wird als Ökovalenz ausgegeben. Da Varianzen aufgrund ihrer Skalierung vergleichsweise schwer interpretierbar sind, wird in den PIAFStat-Verfahren die Quadratwurzel der Ökovalenz ausgegeben. Diese ist im Gegensatz zur Ökovalenz auf der gewohnten Skalierungsebene (z.B. dt/ha) interpretierbar.

Die Ökovalenz wird vom PIAFStat-Verfahren nur für Sorten ausgegeben, welche in mindestens 20 Versuchen geprüft wurden. Unterhalb dieser Größenordnung sind Varianzparameter i.d.R. nicht belastbar, die Ausweisung der Werte würde zwangsläufig zu Über- und Fehlinterpretationen führen.

8.2.2 Ökoregression

Die Ökoregression basiert ebenso auf der Analyse der Wechselwirkungseffekte Sorte×Umwelt, beschreibt aber nicht deren Varianz, sondern die lineare Abhängigkeit der Umweltreaktionen einer Sorte (y) vom adjustierten Durchschnittslevel der jeweiligen Umwelten (x). Beide Variablen (Wertepaare $x; y$) werden im Zuge der Hohenheim-Gülzower Auswertung im gemischten Modell geschätzt und für die Ermittlung der Ökoregressionen genutzt.

Je Sorte wird der lineare Anstieg b geschätzt. Er gibt Hinweise darauf, ob Sorten dem ‚Extensivtyp‘ ($b < 1$) oder eher dem ‚Intensivtyp‘ ($b > 1$) zugeordnet werden können. Das Gros der Sorten liegt nahe bei $b = 1$ bzw. unterscheidet sich nicht signifikant von $b = 1$.

Wenn z.B. ein Versuch ein um 10 dt/ha erhöhtes Ertragsniveau (im adjustierten Mittel aller Sorten) zeigt, so läge eine ‚Normalsorte‘ ebenfalls um 10 dt/ha über den Erträgen, die sie unter mittleren Umweltbedingungen erzielt. Eine Sorte mit $b = 0,8$ würde unter den gleichen Gunstbedingungen ihren Ertrag nur um 8 dt/ha steigern, könnte aber im Gegenzug unter ungünstigen Bedingungen relativ zu Normalsorten profitieren. Der Extensivtyp weist tendenziell höhere Relativerträge bei geringem Ertragsniveau des Versuches / der Umwelt auf. Der Intensivtyp weist höchste Relativerträge bei idealen Ertragsbedingungen auf.

Im PIAFStat-Auswertungsverfahren wird für jede Sorte der Parameter b auf signifikante Abweichung von $b = 1$ getestet. Eine Ausgabe des Parameters b erfolgt nur für Sorten, bei denen (a) wie bei der Ökovalenz mindestens 20 Versuchsergebnisse vorliegen und zusätzlich (b) o.g. Signifikanz besteht. Damit werden Über- und Fehlinterpretationen vermieden.

8.3 Sorteneinstufung

Tab. 5 zeigt Parameter der Ökostabilität des Sortimentes Winterweizen 2020 in MV.

Tab. 5: Parameter der Ökostabilität, ausgewählte Sorten aus dem LSV-Sortiment 2020

Sorte	Relativ- Ertrag (%) 2015-20	Standard- Fehler Ertrag	Anzahl Ver- suche je Sorte	Wurzel der Ökovalenz (dt/ha)	Öko- Regression (dt/ha)
Ponticus	97	1,3	55	5,0	0,9
Moschus	93	1,4	35	6,6	0,8
KWS Emerick	94	1,5	29	5,4	
Opal	96	1,7	29	7,8	0,8
Chaplin	94	1,5	34	3,8	
RGT Reform	98	1,2	196	4,4	
LG Initial	100	1,4	75	3,9	1,1
Asory	101	1,4	55	4,7	
Findus	94	1,3	51	5,4	0,9
Apostel	95	1,3	70	4,7	
KWS Fontas	98	1,4	53	4,8	
Lemmy	95	1,4	51	4,3	
Nordkap	95	1,2	126	4,0	
RGT Depot	100	1,4	43	4,0	
Pep	99	1,6	34	3,9	
Foxx	100	1,6	27	4,4	
LG Akkurat	98	1,6	35	3,3	1,1
Architekt	99	1,6	32	3,9	
Ikarus	96	1,7	27	4,6	
SU Aventinus	101	1,7	25	5,1	
Informer	104	1,4	74	5,3	1,1
KWS Talent	100	1,3	61	6,9	1,2
Boss	96	1,4	37	4,0	
Argument	99	1,4	50	6,0	
SU Selke	98	1,6	38	4,0	
Campesino	103	1,7	31	5,2	1,1
LG Vertikal	102	1,7	25	4,7	
Julius	95	1,2	157	5,8	
Linus	100	1,6	31	3,9	0,9
Produzent	98	1,4	57	4,6	0,9
Spontan	93	1,5	26	3,5	
Dichter	98	1,6	31	8,2	0,8
Patras	92	1,4	37	6,1	0,9
Kamerad	96	1,4	65	3,3	

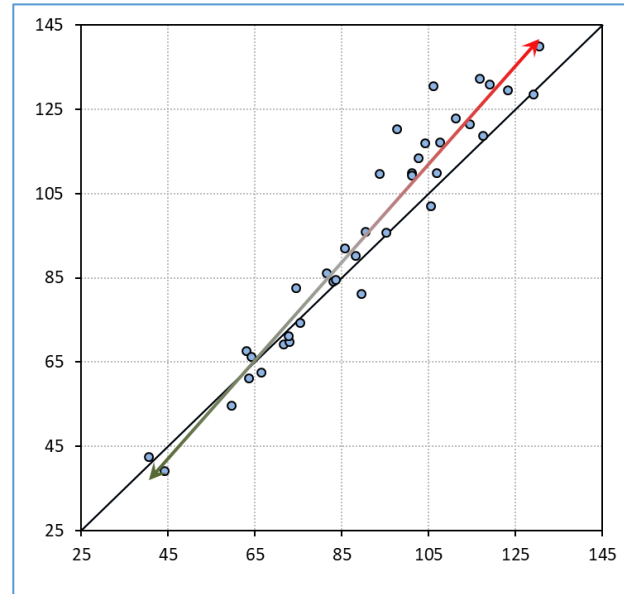
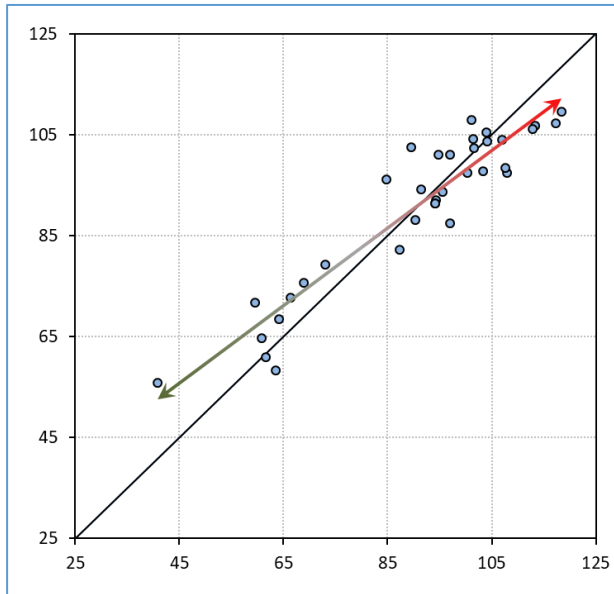
Ad Ökovalenz

Die sortenspezifische Reaktion auf Trockenheit ist nur eine von mehreren möglichen Ursachen für niedrige oder erhöhte Ökovalenz. Auch wenig winterfeste Sorten reagieren z.B. mit erhöhten Werten, wenn im Prüfzeitraum Winterfestigkeit belastet wurde. Dies zeigt sich u.a. in Abb. 6 (Kap. 4.4): die Sorte Benchmark zeigt dort auswinterungsbedingte negative Ausreißer. Ausreißer haben besonders starke Auswirkungen auf den Schätzwert für die Ökovalenz. In vielen Auswertungen zeigte sich, dass Sorten mit hohen Ökovalenzen i.d.R. nicht etwa normalverteilt stärker streuen, sondern dass die Ursache in Ausreißern begründet ist. Erhöhte Ökovalenz-Werte einzelner Sorten sind also Veranlassung, die Ursachen bei den betroffenen Sorten gezielt zu untersuchen, um gegebenenfalls die Sortenempfehlung und Hinweise zur Sorten spezifischen Anbautechnik darauf auszurichten. Aber auch die Analyse der Ökoregression kann eine praxisrelevante Erklärung für erhöhte Ökovalenzen liefern. Erhebliche Abweichungen von $b = 1$ in der Ökoregression bewirken zwangsläufig höhere Werte in der Ökovalenz und bieten damit eine Erklärung der höheren Werte. Solche Sorten sind dann nicht als prinzipiell instabil einzuschätzen, sondern sie passen eher für Bedingungen mit besten Ertragsvoraussetzungen ($b > 1$) oder für ertragslimitierte Situationen ($b < 1$).

Ad Ökoregression

Abb. 23 zeigt die Ökoregression für die Sorte Ponticus, Abb. 24 für KWS Talent. Die eingezeichnete Diagonale mit $b = 1$ stellt jeweils das Normverhalten (quasi die theoretische Durchschnittssorte) dar. Beide beispielhaft ausgewählten Sorten schneiden das Normverhalten im relevanten Wertebereich: Ponticus liegt im Bereich geringer bis mittlerer Erträge tendenziell über dem Sortenmittel ($b < 1^*$). KWS Talent liegt im mittleren bis hohen Ertragsbereich tendenziell über dem Sortenmittel ($b > 1^*$). Es gibt auch Sorten ohne Schnittpunkt der Diagonale im Wertebereich, unabhängig vom Anstieg. Das ist oft in der Qualitätsgruppe begründet (E-Sorten unter, C-Sorten über der Diagonale).

Erwartungsgemäß streuen die Einzelversuchsergebnisse um den mittleren Kurvenverlauf. Im Durchschnitt vieler Schläge ist z.B. bei Ponticus tendenziell eine gewisse Vorzüglichkeit bei ertragslimitierenden Situationen zu erwarten. Die Streuung um diesen Trend zeigt aber auch, dass dies nicht in jedem Einzelfall realisiert wird. Das ist angesichts der vielen zusätzlichen gleichzeitig wirkenden Einflüsse nicht anders zu erwarten. Tatsächlich war es eher überraschend, dass für einige Sorten Signifikanzen gefunden wurden - angesichts der bekanntermaßen sehr vielen und komplexen Einflüsse auf Sorteneffekte ist es hervorzuheben, dass trotz dieser Komplexität eine signifikante Beziehung zu einer einzigen Einflussgröße gefunden wurde. Dem Autor sind aus anderen Analysen zur Sorten×Umwelt-Interaktion keine praktikablen Beispiele bekannt, in denen klare Beziehungen nachgewiesen wurden – weder bei uni- noch bei multivariaten Einflusstrukturen. Voraussetzung für diesen Erfolg ist das Vorgehen in der Sortenprüfung MV, langjährige Daten incl. vorgelagerter Wert- und EU-Prüfungen und benachbarte Übergangsregionen einzubeziehen (MICHEL, 2015).



Je ein Datenpunkt (x, y) pro Einzelversuch, in dem die ‚Sorte‘ geprüft wurde,
 x = adjustiertes Mittel aller Sorten, y = Ertrag ‚Sorte‘ in diesem Einzelversuch; x und y in dt/ha

Abb. 23: Ökoregression der Sorte Ponticus

Abb. 24: Ökoregression der Sorte KWS Talent

Einschränkend muss betont werden, dass auch durch den Parameter Ökoregression noch keine ursächliche Wirkung gefunden ist, da z.B. ein geringes Ertragsniveau eines Versuches unterschiedlichste Ursachen haben kann. Wasserdefizit in Kombination von Niederschlag und Boden sollte eine der häufigeren Ursachen gewesen sein, vor allem in den letzten Versuchsjahren. Aber dies erklärt das unterschiedliche Ertragsniveau in den Umwelten / Versuchen nur anteilig. Für eine genauere Quantifizierung dieses Anteils steht keine hinreichend belastbare verallgemeinerungsfähige Grundlage bereit.

8.4 Beitrag der Parameter der Umweltstabilität für die Gesamtbewertung von Sorten und die Sortenempfehlungen der LFA

Ad Ökovalenz

Abb. 25 zeigt die Vergabe von Boni bzw. Mali für den Parameter Ökovalenz. Sehr große Werte in diesem Parameter (Symbol ---) werden mit einem besonders starken Malus ‚bestraft‘. Aufgrund der limitierenden Faktoren bei Weizenanbau in Selbstfolge sind die Boni / Mali beim Stoppelweizenanbau gegenüber der Blattvorfrucht Raps etwas stärker gestaffelt.

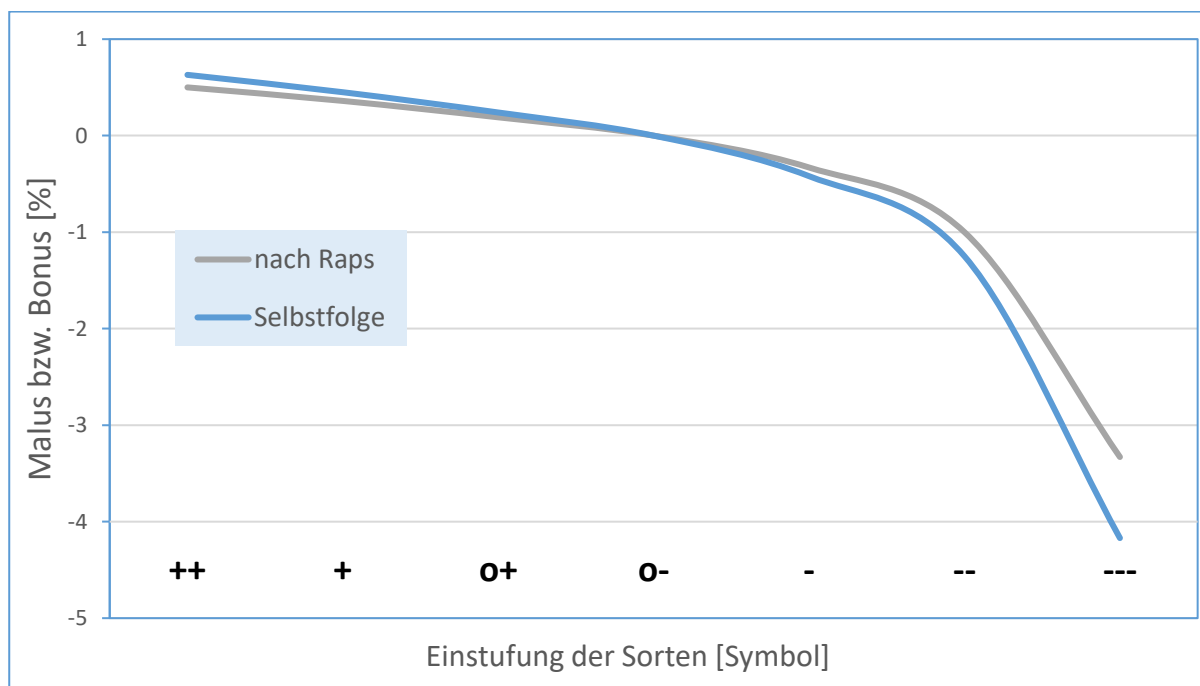


Abb. 25: Boni / Mali für die Ökovalenz in der Indexberechnung der LFA

Ad Ökoregression

Abb. 26 zeigt die Vergabe von Boni bzw. Mali für den Parameter Ökoregression. Die Ökoregression fließt nur für die Sorteneinschätzung für leichte Böden in den Gesamtindex ein. Sorten mit $b > 1$ weisen auf diesen Standorten ein erhöhtes Risiko hinsichtlich Ertragsstabilität auf, während Sorten mit $b < 1$ eine höhere Stabilität, meist auch eine überdurchschnittliche Trockenheitstoleranz, erwarten lassen. Auf eine reziproke Bewertung für bessere Weizenstandorte wurde bewusst verzichtet, da in MV auch auf diesen Standorten wiederkehrend mit Trockenjahren zu rechnen ist, in denen Trockentoleranz zwar nicht im gleichen Maße, aber doch auch vorteilhaft ist.

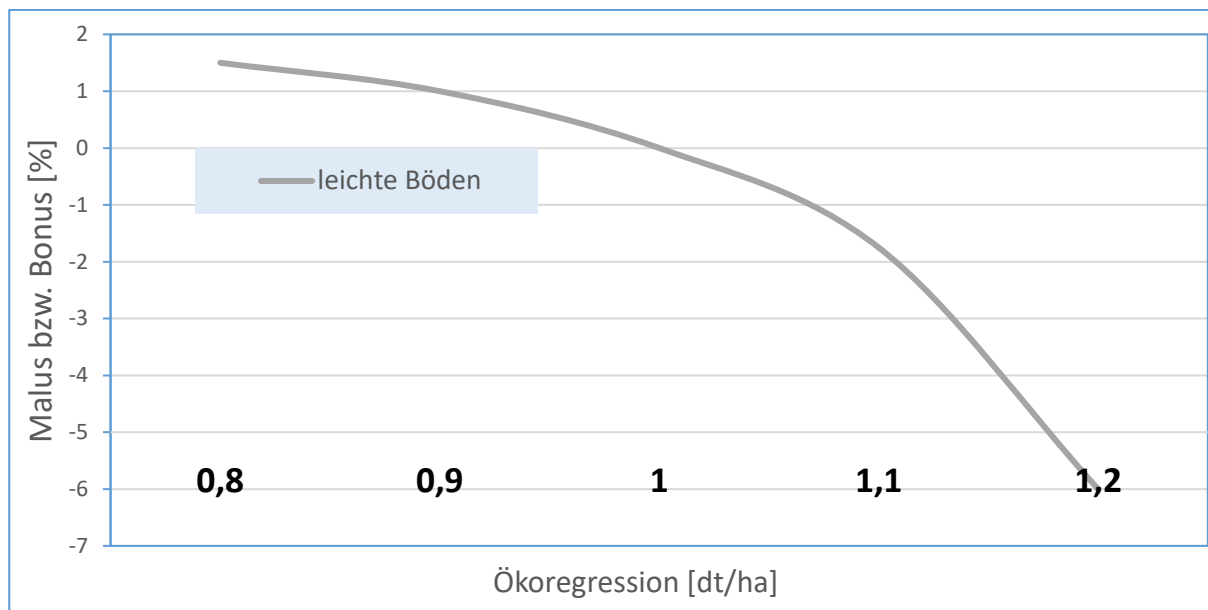


Abb. 26: Boni / Mali für die Ökoregression in der Indexberechnung der LFA

Für die Gesamtbewertung einer Sorte fließt die Einstufung beider Parameter als Bonus/Malus in den Gesamt-Index ein. Die grundsätzliche Herangehensweise mit Boni für einen Gesamt-Index ist unter Kap. 4.5 beschrieben. Nachfolgend erfolgt daher keine nochmalige Kommentierung der Herangehensweise. Auch eine ökonomische Kalkulation wurde beispielhaft nur für das Merkmal Winterfestigkeit aufgezeigt (Kap. 4.7). Der Beitrag dieses Merkmals in der Index-Gesamt-bewertung über alle Merkmale wird in Kap. 9 vorgestellt.

Es ist auffällig, dass tendenziell die höheren Qualitätsgruppen (E und auch A) häufiger günstigere Parameter für die Ökostabilität aufweisen als die ertragsbetonen (B, C). Dies könnte bedeuten, dass bei den ertragsbetonen Sortentypen das hohe Ertragspotenzial nur unter optimalen Bedingungen ausgeschöpft werden kann, bei Trockenheit fallen die Erträge dann steiler ab, als in den hohen Qualitäten.

Die Jahre 2018-2020 bevorteilten Sorten, die mit Trockenphasen besser umgehen können. Dadurch erfolgte automatisch eine Selektion trockentoleranter Sorten bei der Entscheidung über neu zu empfehlende Sorten.

Bereits jetzt sind im Sortenspektrum der Anbauggebiete in Mecklenburg-Vorpommern Unterschiede zum benachbarten niederschlagsbegünstigten Anbaugebiet 'östliches Hügelland (SH)' und zum im Niederschlag benachteiligten Anbaugebiet 'D-Süd' (überwiegend Brandenburg) auszumachen. Diese Unterschiede sind teilweise in der standortspezifischen Anforderung an die Trockenheitsto-

leranz begründet. So kann in Ostholstein auf besten Standorten mit oft sicherer Niederschlagsversorgung der Schwerpunkt auf ausgesprochen ertragsstarke Brot- (B) und Futterweizensorten (C) gelegt werden, die unter diesen Bedingungen Spitzenleistungen erbringen können, unter suboptimalen Bedingungen z.T. aber deutlich abfallen können. Im Anbaugebiet D-Nord (überwiegend MV) spielt Trockentoleranz verbunden mit hohem Grundertrag eine deutliche größere Rolle. Der Anbau hat sich hier zum Qualitäts- (A) und Eliteweizen (E) verschoben. Ertragsbetonte A-Sorten sind hier den besten B-Sorten im Ertrag bereits ebenbürtig. In den Anbaugebieten MV-Süd (und besonders D-Süd) spielt Trockentoleranz für die Ertrags- und Qualitätssicherung eine übergeordnete Rolle. Hier muss regelmäßig mit ausgeprägten Trockenheitsperioden gerechnet werden.

Die Parameter Ökovalenz und Ökoregression wären durch Praktiker in Beratungsmaterial (z.B. Faltblätter) nicht leicht intuitiv zu bewerten, da sie einen vergleichsweise hohen Abstraktionsgrad aufweisen. Umfangreiche Interpretationshinweise wären in diesen Materialien nicht förderlich. Daher werden derzeit diese Parameter nur in internem Material dargestellt (Tab. 5). Im Kontext der Gesamtbewertung fließt dies in die verbalen Aussagen in den Sortenempfehlungen ein.

Abschließend soll aber auch betont werden, dass die spezifische Eignung z.B. für Trockenstandorte Grenzen hat. Es wäre überzogen zu erwarten, dass sich mit der Sortenwahl alle Probleme des Weizenanbaus auf Trockenstandorten lösen lassen. Die Sortenunterschiede in der Ökostabilität sind eher graduell als prinzipiell.

Die Ergebnisse zur Ökostabilität wurden auf Feldtagen und Vortragsveranstaltungen sowie in themenspezifischen Veröffentlichungen und Vorträgen in die Praxis getragen (PIENZ et al., 2018; MICHEL & Zenk, 2010).

9 Gesamtbewertung, horizontaler und vertikaler Sortenvergleich

Die Zusammenführung der Bewertungen der Sorteneigenschaften in jedem Einzelmerkmal (Boni, Mali) zu einem Gesamt-Index wurde in Kap. 4.5 dargelegt. Wie dort gezeigt ergibt sich ein Index für die Gesamtbewertung über alle wertbestimmenden Merkmale:

$$INDEX_{Sorte} = Relativertrag_{Sorte} + \sum_{i=1}^n Bonus|Malus_{i, Sorte} \quad \text{mit } i = \text{Merkmal } 1 \dots n$$

Tab. 6 zeigt für vier aus Tab. 7 ausgewählte codierte Sorten, wie sich die Gesamtbewertung aus der gewichteten Zusammenführung der Boni aus allen Einzel-Merkmalen herleitet. Dies ist hier nur für die Standard-Anbausituation (typische Weizenböden, Aussaat um letzte Septemberdekade, Blattvorfrucht) dargestellt.

Tab. 6: Herleitung der Gesamtbewertung als Index aus den Boni für Einzelmerkmale, Stand 2020 für vier codierte Beispiel-Sorten

Merkmal	Sorte (codiert)			
	K	R	E	S
	Bonus (Indexbeitrag; %)			
Herbstwüchsigkeit	0,0	0,0	0,0	0,0
Auswinterung	1,2	0,6	0,2	0,0
Lager	0,0	0,6	0,9	0,0
Reifezeit	0,0	0,0	0,0	-0,9
Ährenfusarium	0,4	-0,8	0,4	-3,0
Halmbruch	-0,3	0,1	-0,3	-1,0
Blattseptoria	0,2	-0,4	0,2	-1,3
Braunrost	-0,3	-0,1	-0,1	-1,4
Gelbrost	-0,7	0,1	0,2	0,2
DTR	0,2	-0,6	0,2	-0,6
Mehltau	0,5	0,0	0,5	-3,3
Spelzenbräune	0,1	-0,1	0,1	-0,1
HLG	1,0	-0,5	0,0	0,0
TKM	0,0	0,0	0,0	0,0
Fallzahl	0,0	-12,0	-0,5	0,0
Rohprotein	2,0	-0,9	3,7	-4,3
Ökoregression	0,0	0,0	0,0	0,0
Wurzel(Ökovalenz)	0,2	0,2	0,2	0,1
N-Aneignung	erst ab 2021 eingeflossen			
Summe Boni	4	-14	6	-16
Relativertrag	93	99	94	98
INDEX GESAMT	97	85	99	82

Schwächen in den in diesem Bericht besonders betrachteten Risikomerkmale (rot, fett) sind ggf. mit überdurchschnittlich hohen Mali belegt, so dass sie die Gesamtbewertung einer Sorte stark beeinflussen. Starke Schwächen in diesen Merkmalen sind nur schwer kompensierbar.

Ein Gesamtindex wird im Zuge der Sortenbewertung in der LFA beim Winterweizen außer für die in Tab. 6 dargestellte ‚Normalsituation‘ für fünf weitere Anbausituationen ermittelt (Tab. 7):

Anbausituation	Kürzel in Tab. X2
• Normalsituation	norm
• leichte Böden	IB
• Spätsaat	SS
• Frühsaat	FS
• Selbstfolge (Pflug)	SF
• Selbstfolge in Mulchsaat	Mu

Tab. 7: Gesamtbewertung als Index für unterschiedliche Anbausituationen, Stand 2020

A-Sorte codiert	Ertrag	ME	Bo-nus	spezielle Eignung horizontal					Sortenvergleich vertikal					
	(%)	St. 1	norm	IB	SS	FS	SF	Mu	norm	IB	SS	FS	SF	Mu
A	102	-10	0	0	-1	1	-2	-3	101	101	100	102	99	98
B	104	-10	-3	0	-1	-1	-3	-4	101	101	101	101	99	97
C	98	-10	3	2	0	2	0	-1	101	102	101	103	101	100
D	101	-11	-1	-1	0	2	2	-1	100	99	100	102	102	99
E	94	-5	6	1	0	1	3	4	99	100	99	101	102	103
F	101	-10	-2	2	0	0	-4	-5	99	100	99	99	95	94
G	100	-10	-2	-2	-1	-1	-1	-3	98	97	98	97	97	95
H	100	-10	-2	0	1	-4	-1	-2	98	98	99	94	97	96
I	98	-10	0	-1	0	-3	-1	-1	98	97	98	95	97	96
J	100	-9	-3	0	0	-4	-2	-5	98	98	98	93	96	93
K	93	-13	4	2	-2	4	0	1	97	99	95	101	97	98
L	99	-9	-2	-3	-2	3	-2	-2	97	94	95	99	95	94
M	96	-10	0	-1	2	-6	1	0	96	95	97	90	96	95
N	95	-8	1	3	2	-5	0	-1	96	98	98	91	95	95
O	94	-12	2	5	4	-1	1	0	96	100	100	95	96	95
P	94	-9	-1	3	-1	4	0	0	94	97	92	97	94	94
Q	92	-9	-1	3	1	-1	-1	-4	91	94	92	90	90	87
R	99	-12	-14	0	0	1	-1	-4	85	86	85	86	84	81
S	98	-12	-16	-3	1	-6	-12	-25	82	79	84	76	70	57

Ertrag (%) Stufe 2 (mit Fungiziden) mit 80%, Stufe 1 (ohne Fungizide) mit 20% gewichtet

ME St. 1 Minderertrag in Stufe 1 zu Stufe 2 (dt/ha)

Bonus norm Bonus in Summe aller wertbestimmenden Eigenschaften unter Standardbedingungen (Saat 15.9. bis 10.10., Blattvorfrucht, i.d.R. Raps)

spezielle Eignung horizontal: Bonus unter speziellen Anbaubedingungen in Differenz zu ‚Bonus norm‘

Sortenvergleich vertikal: vom Relativertrag abgeleitete Wertzahl (%) unter Berücksichtigung der Boni

spezielle Eignung – horizontale Betrachtung in Tab. 7

Dieser Tabellenbereich dient der horizontalen Betrachtung für jeweils eine Sorte (in je einer Zeile): in welchen Anbausituationen zeigt sie gegenüber der ‚Normalsituation‘ Vorzüge oder Risiken? Exemplarisch soll die Sorte ‚S‘ diskutiert werden: Die negativen Boni in einigen Anbausituationen erscheinen extrem. Hintergrund ist die hohe Fusariumanfälligkeit, die das Risiko hoher Mykotoxinbelastung besonders in diesen Anbausituationen mit sich bringt. Nach einer rein wirtschaftlichen Kalkulation auf Basis geschätzter mittlerer Eintrittswahrscheinlichkeiten würde der Malus u.U. geringer ausfallen. Hier greift aber der Ansatz der Risikominimierung speziell bei dieser die Gesundheit von Mensch und Tier betreffenden Eigenschaft. Zudem sind Eintrittswahrscheinlichkeit und Reaktion unterschiedlich anfälliger Sorten nur sehr vage abschätzbar. In einem dann eintretenden starken Belastungsjahr könnten die Vermarktungs- oder auch Gesundheitsprobleme ausufern.

Sortenvergleich – vertikale Betrachtung in Tab. 7

Dieser Tabellenbereich dient dem vertikalen Vergleich der Sorten untereinander in je einer Anbausituation (in je einer Spalte). Das Ranking der Sorten ist in den Anbausituationen – in begrenztem Maße – unterschiedlich. Daraus ergeben sich differenzierte Sorten-Rangfolgen für unterschiedliche Anbausituationen.

Diese unterschiedlichen Rangfolgen sind allerdings nicht die alleinige Basis für Sortenempfehlungen unter unterschiedlichen Bedingungen. Vorrangig dienen sie der Voreinschätzung und Präferenzen besonders junger Sorten. Ausgewählte Sorten, die sich einerseits in den LSV (Normalsituation) als zur Region passend erwiesen haben und andererseits in Tab. 7 eine positive Präferenz für einzelne Anbausituationen zeigten, werden gegenüber dem ersten LSV-Jahr um ein – zwei Jahre zeitverzögert in kleine Sonder-Versuche gestellt (LSV-Frühsaat, LSV-Spätsaat, LSV-Grenzstandort oder LSV-Selbstfolge).

Da die o.g. sechs Grund-Anbausituationen in unterschiedlichen Kombinationen auftreten können, werden in Tab. 8 für neun Kombinationen spezifische Empfehlungen gegeben. Diese Tabelle wird – jährlich aktualisiert - auf der Homepage der LFA bereitgestellt. Da aus dem Erfordernis einer betrieblichen Risikostreuung heraus ohnehin eine Mehrsortenstrategie empfohlen wird, ist anzuraten, Sorten entsprechend der Positionierungen in Tab. 8 gezielt zu streuen und zu platzieren. Dadurch können die Anbaurisiken weiter abgebaut und das Betriebsergebnis stabilisiert und gesichert werden. Schwächen und Stärken von Sorten können im betrieblichen Sortenspektrum stabilisierend und risikomindernd verteilt werden.

Tab. 8: Sortenempfehlungen der LFA unter unterschiedlichen Anbaubedingungen, Stand 2021

mittlere und bessere Standorte (überwiegend im Anbaugebiet D-Nord)						WW-Grenzstandorte (überwiegend in MV-Süd)		
Blatt-Vorfrucht				Selbstfolge		Blatt-Vorfrucht		
Saat auch vor 15.9.	Saat ca. * 15.9-10.10.	Saat auch ab 10.10.	nach Mais **	Saat um 20.- 25.9.	(Mulch-Saat)	Saat auch vor 15.9.	Saat ca. * 15.-30.9.	Nach Mais **
KWS Emerick Julius Findus RGT Reform Informer ***	Ponticus Informer LG Initial Fox RGT Depot LG Charakter SU Aventinus Chevignon	Informer Asory Moschus Complice RGT Reform Lennox (WeW)	Opal Moschus Argument	Argument Linus (FZ)	Argument Opal	Findus Julius KWS Emerick	Ponticus RGT Reform Complice	Opal Moschus Complice

10 Literatur, Quellen

- ADL, 1983: Fachbereichsstandard „Qualitätsprüfung von Getreideneuzüchtungen“ - Bestimmung der Auswuchsneigung bei Brotgetreide durch Provokationsversuch. TGL 39473/04. Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR. Berlin 1983.
- BMEL, 2019: Diskussionspapier Ackerbaustrategie 2035. Stand Dezember 2019
- Bundessortenamt, 2021: Beschreibende Sortenliste 2021. ISSN 2190-6130
- Guddat, Ch. & Michel, V., 2007: Einschätzung der Winterfestigkeit von Winterweizen- und Wintertriticalesorten. Bauernzeitung 48(2007)14: 22.
- Guddat, Ch., Schreiber, E., Michel, V. et al., 2008. Verlustreiches Pilzgift. Bauernzeitung 49(2008)39: 26-27.
- Guddat, Ch. & Michel, V., 2013: Einschätzung der Winterfestigkeit von Winterweizensorten. Getreidetagung AG Getreideforschung. Detmold. 14.03.2013. Tagungsbroschüre.
- Guddat, Ch., Schreiber, E.; Michel, V & Zenk, A., 2013: Die der Kälte trotzen. Bauernzeitung 54(2013)36: 46-48.
- Guddat, Ch., Michel, V. & Zenk, A, 2016: Winterfestigkeit von Winterweizensorten - Im kalten Ostwind ohne Schnee. Bauernzeitung 57(2016)21: 22-23.
- LfL Bayern, 2020: Versuchsergebnisse aus Bayern 2020, Sortenversuche Winterweizen DON-Gehalte. Präsentation per E-Mail bereitgestellt.
- Mehrländer-Arbeitsgruppe, 2010: Minderung von Ährenfusariosen und Mykotoxinen bei pflugloser Bodenbearbeitung. Mehrländer-Arbeitsgruppe Mykotoxine der amtlichen Pflanzenschutzdienste der Bundesländer. 30.09.2010.
- Michel, V., 2003: Vorbeugen für die nächste Aussaat - Winterfestigkeit der Getreidesorten beachten. Verbandsnachrichten des Bauernverbandes M-V e.V. 7(2003) : 13.
- Michel, V. & Hartmann, G., 2003: Welche Sorte ist winterfest?. Bauernzeitung 44(2003)23: 15-16.
- Michel, V., 2010: Vortrag. N-Problematik bei Weizensorten. Weizentag Mecklenburg-Vorpommern. Köchelstorf. 23.06.2010.
- Michel, V. & Pienz, G., 2010: Sortenrat Winterweizen 2010/11 - Auswuchsfestigkeit ist gefragt. Informationsheft des Saatgutverbandes M/V e.V. Ausgabe 17/2010: 128-129.
- Michel, V., Pienz, G. & Gruber, H., 2010: Niedrige Fallzahlen und viel Auswuchs. Bauernzeitung 51(2010)36: 7.
- Michel, V. & Stölken, B., 2010: Fallzahlstabilität aktueller Weizensorten. LMS - aktuell 6/2010: 44-51.
- Michel, V., & Zenk, A., 2010: Eignung von Winterweizensorten unter speziellen Anbaubedingungen und Einführung neuer Parameter zur Bewertung von Sorten unter besonderer Berücksichtigung klimatischer Veränderungen. Forschungsbericht 6/10 2008-2010.
- Michel, V., 2012a: Vortrag. Winterfestigkeit - ein komplexes Merkmal. Vorpommerscher Getreidetag. Groß Kiesow. 14.06.2012.

- Michel, V., 2012b: Vortrag. Sortenwahl im Winterweizen - Fallzahlstabilität hat herausragende Bedeutung. Wintertagung der I.G. ‚Qualitätsgetreideanbau‘. Gristow. 01.02.2012.
- Michel, V. & Guddat, Ch., 2012: Auswinterung beim Winterweizen. Innovation 3(2012): 10-12.
- Michel, V., Zenk, A.; Guddat, Ch. & Verch, G., 2012: Diese Sorten hielten durch. DLG Saatgut-Magazin Sommer (2012): 12-14.
- Michel, V., 2015: Analysen zur Anwendung der ‚Hohenheim-Gülzower-Serienauswertung‘ im regionalisierten Sortenversuchswesen in Mecklenburg-Vorpommern. Dissertation. 30.9.2015. Berlin.
- Michel, V., Pienz, G.; Gruber, H. & Rutzen, C., 2015: Gratisfaktor für die N-Bilanz. Bauernzeitung 56(2015)35: 13.
- Michel, V., 2016: Vortrag. Sortenwahl und N-Effizienz. Boden- und Düngungstag MV. Güstrow 18.02.2016.
- Michel, V. & Ziesemer, A., 2017: Vortrag. Hielten einige Weizensorten die Fallzahl?. Auswertung des Mähdruschfruchtanbaus in Versuchen und Praxis. Werder. 28.11.2017.
- Michel, V., 2018a: Hat die Züchtung / Sortenprüfung Antworten auf die DüV. KWS-Seminar. Linstow. 27.11.2018.
- Michel, V., 2018b: Vortrag. Hat die Weizenzüchtung Antworten auf die DüV? Ceravis-Fachveranstaltung. Malchin. 18.01.2018.
- Michel, V. & Bull, I., 2019: Vortrag. Aspekte der Sortenwahl und N-Düngung. Weizentag Mecklenburg-Vorpommern. Köchelstorf. 19.06.2019.
- Nickl, U., 2018: Innovation. 3/2018. S. 4-5
- Pienz, G. Zenk, A. & Michel, V., 2018: Vortrag. Sortenreaktion 2018 im mehrjährigen Kontext (Teil: Umweltstabilität). Auswertung des Mähdruschfruchtanbaus in Versuchen und Praxis. Goldewin. 29.11.2018.
- Sacher, M.; Hartmann, G.; Guddat, Ch.; Michel, V. & Barthelmes, G., 2016: Winterhärte ist wichtig. Bauernzeitung 57(2016)38: 22-26
- SAS Institute, Inc., 1999: SAS/STAT User's Guide, version 8, Cary, NC, USA.
- Wilhelm, E. 2010: Fusariumbefall und Mykotoxinbelastung von Winterweizen unter verschiedenen Anbaubedingungen in Mecklenburg-Vorpommern – Auswertung einer neunjährigen Erhebung. Masterarbeit. Rostock.
- Willert, S. M., 2007: Fusariumtoxingehalt bei Weizen – zur Ernte 2007 ein Problem?. Landpost. 25.8.2007.
- Zimmermann, G. & Wosnitza, A., 2003: Vortrag. Zusammenhang zwischen Fusarium-Ährenbefall und Mykotoxingehalt bei Weizen. Getreidetagung Detmold, 2003

11 Abkürzungen

APS	Ausprägungsstufe (in Beschreibender Sortenliste)
BMEL	Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft
BSA	Bundessortenamt
BSL	Beschreibende Sortenliste
b	Anstieg einer linearen Regressionsfunktion
D	Deutschland (hier als Region)
DON	Deoxynivalenol
DüV	Düngeverordnung
FS	Frühsaat
LFA	Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei MV
LSV	Landessortenversuch
MV	Mecklenburg-Vorpommern
N	Sickstoff
NW	Nord-Westen (von MV)
o.g.	oben genannt
s	Sekunde(n)
s.	siehe ...
SAS®	Statistical Analysis System (Software)
SF	Selbstfolge (hier Weizen nach Weizen)
SO	Süd-Osten (von MV)
SS	Spätsaat
TLLLR	Thüringer Landesamt für Landwirtschaft und Ländlichen Raum
u.U.	unter Umständen
VO	Vermehrungsorganisation
ZEA	Zearalenon