

Forschungsbericht

Eignung von Winterweizensorten unter speziellen Anbaubedingun- gen und Einführung neuer Parameter zur Bewertung von Sorten unter besonderer Berücksichtigung klimatischer Veränderungen

Forschungs-Nr.: 6/10

Laufzeit: 2008-2010

**verantw.
Themenbearbeiter:** Dipl. agr. Ing. Volker Michel

Mitarbeiter: Dr. Andrea Zenk

September 2010

Themenbearbeiter

Institutsleiter

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	2
2	Zielstellung	2
3	Kriterien zur indirekten Beurteilung der Eignung von Sorten unter speziellen Anbaubedingungen	3
4	Sortenversuche unter speziellen Anbaubedingungen	5
4.1	Frühsaat	5
4.2	Spätsaat	6
4.3	Selbstfolge	7
4.4	Grenzstandort	8
5	Neue Parameter zur Einschätzung der Umweltstabilität und der Trockentoleranz	9
5.1	Ökovalenz (Öko_SE)	10
5.2	Ökoregression (Öko_b)	11
5.3	Trockentoleranz (Tt_b)	13
6	Gesamtbewertung von Sorten am Beispiel „Eignung für Trockenstandorte“	17
7	Zusammenfassung und Schlussfolgerungen	22

1 Einführung

Aufgrund der großen wirtschaftlichen Bedeutung und des hohen, gestiegenen betrieblichen Anbauanteils von Winterweizen ist die Differenziertheit der Anbaubedingungen hinsichtlich Bodengüte, Saatzeit und Vorfrucht stark gestiegen. Dies führte in den letzten Jahren zu einem wachsenden Bedarf an Sortenempfehlungen für diese speziellen Bedingungen. Die Differenziertheit der Anforderungen an Sorten wird sich im Zuge des tendenziellen Klimawandels und der damit einher gehenden Jahresschwankungen weiter erhöhen. So wird insbesondere die Zunahme ausgedehnter Trockenperioden im Vorsommer Trockentoleranz und auch Frühreife bei gleichzeitiger großer ökologischer Stabilität auf hohem Leistungsniveau erfordern.

Die Landesforschungsanstalt bewertet seit einigen Jahren Weizensorten sehr differenziert für die Eignung unter unterschiedlichen Anbaubedingungen und gibt entsprechende Empfehlungen zur Sortenwahl und -platzierung. Speziell die Eignung für Trockenstandorte wird intensiv bewertet. Damit erfolgt im Zuge der Sortenprüfung und des stetigen Sortenwechsels eine automatische gleitende Anpassung an die sich im Durchschnitt ebenfalls gleitend vollziehende, allerdings von großen Schwankungen begleitete Klimaänderung. Grundlage bilden einerseits Versuche mit ausgewählten Sortimenten unter speziellen Bedingungen (Trockenstandort, Frühsaat, Selbstfolge; s.a. 4). Diese Versuche sind als Ergänzung zum Landessortenversuch zu sehen. Darüber hinaus wird das Eigenschaftsprofil jeder Sorte (Ertragsstruktur, Resistenzen, Standfestigkeit, Winterfestigkeit, Qualitäten etc.) hinsichtlich der Passfähigkeit und der Risikominimierung unter verschiedenen Anbaubedingungen bewertet (s.a. 3). Diese beiden Standbeine der differenzierten Sortenbewertung sollen durch die Einführung bzw. Nutzung der hier vorgestellten biostatistischen Parameter ergänzt werden, um in der komplexen Gesamtbewertung zu noch besser reproduzierbaren, abgesicherten Aussagen zu gelangen. Diese Parameter werden nach Programmanpassungen am PIAFStat-Auswertungsverfahren „Hohenheim-Gülzower-Serienauswertung“ automatisch im Zuge der Auswertung des langjährigen Datenpools der regionalen Sortenversuche bereitgestellt. Die zugrunde liegenden umfangreichen Datenbestände lassen die Gewinnung objektiverer und reproduzierbarer Parameter für die Umweltstabilität und die Trockenheitstoleranz erwarten.

Die Bewertung der Trockentoleranz von Sorten wird besonders vertieft und die Herangehensweise bei der Gesamtbewertung der Sorten dargelegt (s.a. 6).

2 Zielstellung

- Verbesserung der Empfehlung und Platzierung von Sorten unter differenzierten Anbaubedingungen für die landwirtschaftliche Praxis,
- präzisere Einschätzung von Sorten hinsichtlich ihrer Umweltstabilität und ihrer Eignung für spezielle Anbaubedingungen,
- Ausweisung von Sorten mit verbesserter Adaption an zu erwartende klimatische Trends, insbesondere an Trockenheit,
- Darstellung der Gewinnung und Interpretation praxisrelevanter Parameter für die Einschätzung der Umweltstabilität und der Trockenheitstoleranz

3 Kriterien zur indirekten Beurteilung der Eignung von Sorten unter speziellen Anbaubedingungen

Die in Deutschland zugelassenen Sorten, aber auch die in EU-Sortenversuchen offiziell geprüften EU-Sorten sind sehr detailliert in den wertbestimmenden Eigenschaften beschrieben. Gesicherte Kenntnisse zu ihrer spezifischen Reaktion auf besondere Anbaubedingungen wie Anbau auf Grenzstandorten, Früh- oder Spätsaat oder Anbau in Weizenselbstfolge liegen zum Zeitpunkt der Zulassung und Markteinführung aber noch kaum vor. Hierfür können spezielle Sortenversuche und Praxisexperimente unter diesen Bedingungen angelegt werden (s.a. 4), die aber erst zeitverzögert reproduzierbare Aussagen erbringen. Insofern ist es sehr sinnvoll, aus den bekannten wertbestimmenden Eigenschaften bereits eine Abschätzung der Eignung für spezielle Bedingungen zu prognostizieren. Zudem kann dadurch bereits eine straffe Vorselektion erfolgen, so dass in den Sonderversuchen nur eine begründete kleine Zahl von Sorten aufgenommen werden braucht.

Der Weizenanbau unter Bedingungen, die von den optimalen Spannen hinsichtlich Bodengüte oder Saatzeit abweichen bzw. nach kritischen Vorfrüchten erhöht die Risiken des Anbaus und die Ertragsschwankungen. So kann z.B. eine extrem vorgezogene Aussaatzeit in mehreren Jahren in Folge sehr gute Ergebnisse erzielen, in einem Jahr mit besonders ausgeprägtem Herbstwachstum und nachfolgenden starken Kahlfrösten können dann allerdings extreme Ausfälle bis hin zur Umbruchwürdigkeit der Bestände eintreten. Insofern ist durch den Landwirt zum einen abzuwägen, wie weit man die Frühsaat auf seinem Standort vorzieht. Zum anderen können aus Sicht der Sortenwahl die Risiken abgemildert werden, wenn man in der Frühsaat Sorten mit starker Herbstwüchsigkeit und schwacher Winterfestigkeit meidet. Dieses Beispiel zeigt, dass die Risikoverminderung einen zentralen Aspekt der Sortenwahl unter o.g. Bedingungen darstellt, der bedeutsamer ist als Durchschnittserträge aus Versuchen in u.U. unkritischen Jahren

In Tab. 1 sind die wichtigsten zu berücksichtigenden Eigenschaften in Ihrer Bedeutung für die einzelnen Anbaubedingungen tabellarisch dargestellt. Daraus wird ersichtlich, dass die einzelnen Sorten für jede Anbausituation eine ganze Palette passender Eigenschaften kombinieren sollten. In der Regel wird es allerdings kaum eine Sorte geben, die durchweg die optimale Kombination zeigt oder gar nicht geeignet ist. Hier sind Kompromisse im Sinne einer wertenden komplexen Abwägung erforderlich. Grundsatz hierbei muss es sein, besonders ausgeprägte Risiken auszuschließen. So ist z.B. (s.o.) eine Sorte mit schwacher Winterfestigkeit in Kombination mit starker Wüchsigkeit im Herbst für die Frühsaat grundsätzlich auszuschließen, auch wenn sie sich in mehreren Jahren (mit u.U. milden Wintern oder ohne Überwachung im Herbst) gut in der Frühsaat gezeigt hat. So hatte die LFA z.B. die damals sehr verbreitete Sorte Tommi für den Anbau 2006/07 grundsätzlich empfohlen, aber aufgrund der Wüchsigkeit und Winterschwäche von der Frühsaat abgeraten. Leider wurde Tommi in einigen Betrieben aufgrund mehrjährig recht guter Erfahrungen trotzdem in Frühsaat angebaut. Die Bedingungen des Herbstes und Winters 2006/07 führten dann zu massiven Auswinterungen, die besonders massiv die Sorte Tommi bei früher Aussaat betrafen.

Eigenschaften, die mit weniger großen Anbaurisiken verbunden sind und ggf. z.B. durch entsprechende Pflanzenschutzmaßnahmen flankiert werden können, erhalten in diesem Abwägungsprozess eine geringere Priorität. So können bei der Bewertung der Frühsaateignung z.B. bei der Mehltaresistenz eher Abstriche akzeptiert werden, als bei den oben diskutierten Eigenschaften Winterfestigkeit und Wüchsigkeit im Herbst.

Es wird an dieser Stelle darauf verzichtet, aktuelle Weizensorten zu bewerten. Die Gesamtbewertung aufgrund des hier diskutierten Eigenschaftskomplexes, aufgrund von zusätzlichen Feldversuchen sowie aufgrund der vorgestellten neuen Parameter erfolgt unter besonderer Berücksichtigung der Trockentoleranz zusammenfassend im Abschnitt 6.

Tab. 1: Besondere Anforderungen an Weizensorten unter speziellen Anbaubedingungen

Merkmal	Stoppelweizen	Früh-saat	Spät-saat	leichte Böden
Standfestigkeit	✓✓	✓✓	↓	↓
unterdurchschnittlicher Fungizideffekt	✓✓	✓✓	↓	✓
Septoria-, Mehltau-Resistenz	✓✓	✓✓	↓	
Halnbruch-Resistenz	✓✓	✓✓		
Ährenfusarium-Resistenz	✓ bei Mulch		✓✓✓ Mais	
DTR-Resistenz	✓ bei Mulch			
frühe bis mittlere Reife	✓ vor Raps		✓	✓
Winterfestigkeit		✓✓	✓✓	✓
Bestandesdichte (Note in BSL)	(ab 4)	bis 5 (Hybride >4)	ab 5	bis 5
Wüchsigkeit im Herbst	✓✓	- (✓ Hybride)		✓
Korn-Qualität				✓✓
Rohproteingehalt	✓			✓✓
sonstige Charakteristik	„robust“, gute Durchwurzelung		Frühjahrs-Bestocker	eher längerstrohig

- ✓ überdurchschnittlich gute Ausprägung anzustreben
- ↓ unterdurchschnittliche Ausprägung kann toleriert werden
- ungünstige Eigenschaft

Im Abschnitt 6 ist speziell für Trockenstandorte, damit also auch für leichte Böden, das in Tab. 1 aufgeführte Eigenschaftsprofil in seiner Bedeutung und Begründung detailliert diskutiert.

4 Sortenversuche unter speziellen Anbaubedingungen

Die Landesforschungsanstalt prüft seit einigen Jahren Weizensorten auf Eignung unter den vom LSV abweichenden Anbaubedingungen: Frühsaat, (Spätsaat nur einjährig), Weizen-selbstfolge und auf einem Grenzstandortschlag am Versuchsstandort Gülzow. Diese Versu-che sind als Ergänzung zum Landessortenversuch zu sehen. Sie werden zwar überwiegend nur einortig mit ausgewählten Sortimenten durchgeführt, der Verbleib geeigneter Sorten im Sortiment ist aber im Vergleich zum LSV langjähriger. Die Versuchsergebnisse sollen zeigen, ob die vorab im Zuge der Sortimentsauswahl getroffenen Einschätzungen aufgrund des Ei-genschaftsprofils der Sorten sich auch im Versuchsergebnis unter praxisähnlichen Bedingun-gen bestätigen. Eine uneingeschränkte Empfehlung für eine spezielle Anbausituation erfordert sowohl ein passendes Eigenschaftsprofil als auch die Bestätigung der Eignung durch positive Versuchsergebnisse.

Nachfolgend werden Sortimente (Tab. 2,4,6,8) und Ertragsauswertungen (Tab. 3,5,7,9) für Weizensortenversuche unter bestimmten Anbaubedingungen vorgestellt und an einigen Sor-ten beispielhaft interpretiert. Auf eine tiefer gehende Versuchsauswertung wird hier verzichtet.

4.1 Frühsaat

Tab. 2: Sortiment des Sortenversuches Frühsaat Gülzow 2009

Name		KennNr WW	Vertrieb	Zulass.- jahr	Prüfjahr Frühsaat
Brilliant	A	3175	SW Seed	2005	2
Discus	A	3430	DSV/IG	2007	2
Türkis	A	2991	SW Seed	2004	2
Dekan	B	2486	KWS Lochow	1999	2
Mulan	B	3366	Saaten Union	2006	2
Tabasco	Ck	3632	Saaten Union	2008	1
Hybred	BH	2932	Saaten Union	2003	1

Tab. 3: Kornerträge (rel) 2008 – 09 in Frühsaat im Vergleich zur Normalsaat

		2008		2009	
		Frühsaat	Normalsaat	Frühsaat	Normalsaat
Aussaart		07.09.07	22.09.07	04.09.08	24.09.08
Brilliant	A	92	96	96	103
Discus	A	106	100	97	99
Türkis	A	95	94	103	102
Dekan	B	101	107	102	100
Mulan	B	106	104	102	95
Tabasco	Ck			95	108
Hybred	BH	106		99	
100% = dt/ha (N=5)		87,5	108,3	106,8	90,2
GD (5 %)		3,5	6,3	6,7	8,5

Die in Tab. 3 vorgestellte Ertragsauswertung ist nur ein Aspekt der Frühsaattauglichkeit von Sorten. Im Wesentlichen hat diese Ertragsprüfung vor allem die Aufgabe, die aufgrund der unter Abschnitt 3 diskutierten Voraussetzungen für die Frühsaat zu überprüfen. Im Gegensatz zur Auswertung von Landessortenversuchen mit einer größeren Anzahl Versuchsstandorte je Jahr können bei diesem einortigen Ergebnis nur grobe Effekte interpretiert werden.

Nachfolgen werden beispielhaft für einzelne Sorten Aussagen zur Fröhsaateignung getroffen (s.a. Tab. 3 und 13). Die Sorte **Brilliant** zeigt in Fröhsaat deutlich geringere Relativerträge, was in Übereinstimmung mit der Nichtempfehlung für Fröhsaaten aufgrund sonstiger Eigenschaften steht. **Discus** bringt aufgrund seines unter Abschnitt 3 diskutierten Eigenschaftsprofils, insbesondere aufgrund der schwachen Herbstwüchsigkeit, beste Voraussetzungen für die Fröhsaat mit. Diese Eignung wird auch durch das Ertragsergebnis 2008 bestätigt, während das Ergebnis von 2009 im normalen Streubereich liegt. **Türkis** wird von der LFA ebenfalls aufgrund seiner Eigenschaftspalette für die Fröhsaat empfohlen. Das relative Ertragsergebnis unterscheidet sich kaum zwischen Fröhsaat und Normalsaat, so dass die Fröhsaateignung nicht in Frage gestellt werden braucht. **Hybred** als Hybridweizensorte zeigt ganz deutlich, dass sie unter Fröhsaatbedingungen höhere Relativerträge erbringt. Hintergrund sind die aufgrund der sehr hohen Saatgutkosten deutlich reduzierten Saatstärken bei Hybridweizen. Nur bei Fröhsaat reicht das hohe Bestockungsvermögen von Hybriden aus, um das Ertragspotential dieses Sortentyps auszuschöpfen.

4.2 Spätsaat

Tab. 4: Sortiment des Sortenversuches Spätsaat Tützpatz 2009

Name		KennNr	Vertrieb	Zulass. jahr	Prüfjahr Spätsaat
Winterweizen					
Akteur	E	WW 2998	DSV/IG	2003	1
Toras	A	WW 3057	SW Seed	2004	1
Cubus	A	WW 2787	KWS Lochow	2002	1
JB Asano	A	WW 3660	BayWa	2008	1
Mulan	B	WW 3366	Saaten Union	2006	1
Inspiration	B	WW 3530	BayWa	2007	1
Wechselweizen (Sommerweizen)					
Ethos	E	WS 836	Saaten Union	2007	1
Triso	E	WS 702	IG Pflanzenzucht	1996	1

Tab. 5: Kornerträge (rel) 2009 Spätsaat im Vergleich zur Normalsaat

Aussaart:		Normalsaat	Spätsaat
		25.09.08	20.10.08
Winterweizen			
Akteur	E	96	95
Toras	A		98
Cubus	A		99
JB Asano	B	104	102
Mulan	B	100	103
Inspiration	B		99
Wechselweizen (Sommerweizen)			
Ethos	E		102
Triso	E		101
100% = dt/ha (N=3)		125,4	115,3
GD (5 %)		4,3	9,4

Unter den Anbaubedingungen des Erntejahres 2009 war die Spätsaat der Normalsaat deutlich unterlegen (Tab. 5). Dieses einjährige, einortige Ergebnis soll nicht überinterpretiert werden, die Verallgemeinerungsfähigkeit ist gering. Interessant ist, dass die Sorte **Mulan** sowohl in

Frühsaat (s.a. Tab. 3) als auch in Spätsaat hohe Relativerträge erzielte. Mulan wird von der LFA als Sorte mit einer besonders breiten Aussaatspanne empfohlen (s.a. Tab. 13). Die gegenüber Früh- und Spätsaat geringeren Relativerträge bei Normalsaat bedeuten nicht, dass Mulan bei optimalen Saatterminen abfällt, nur die Relativzahl zu anderen Sorten (die eher Normalsaat erfordern) ist geringer!

4.3 Selbstfolge

Tab. 6: Sortiment der Sortenversuche Weizenselbstfolge 2009

Name	KennNr WW	Vertrieb	Prüfjahre LSV	Gülzow	Tützpatz
				Prüfglied-Nr. It Versuchsplan	
Türkis A	2991	SW Seed	6	1	1
Potenzial A	3328	DSV/IG	4	2	2
Discus A	3430	DSV/IG	3	3	3
Jenga A	3511	BayWa	3	4	4
Pamier A	3637	SW Seed	2	5	5
Dekan B	2486	KWS Lochow	7	6	6
Hermann C	3110	Nickerson	5	7	7
Tabasco Ck	3632	Saaten Union	2	8	8

Tab. 7: Kornerträge (rel) 2004 – 09, Mittelwert Gülzow und Tützpatz

Name	2007	2008	2009	2004-2009	Versuche n
Türkis A	97	90	98	96	16
Potenzial A		103	104	104	8
Discus A			104		
Jenga A		106	104	106	8
Pamier A			96		
Dekan B	96	99	96	98	12
Hermann C	106	110	106	107	12
Tabasco Ck			106		
100 % = dt/ha (N=3)	47,3	105,2	87,9	85,4	

In Tab. 7 werden die Erträge in Selbstfolge nicht im direkten Vergleich zu Blattvorfrüchten dargestellt, sondern die unter Selbstfolge erzielten Relativerträge zwischen den Sorten direkt verglichen (vertikaler Vergleich). **Türkis** ist aktuell aufgrund seiner Eigenschaftspalette, insbesondere auch aufgrund der guten Halmbruchresistenz von der LFA noch für die Selbstfolge empfohlen. Allerdings handelt es sich aufgrund der inzwischen zurückgegangenen Relativerträge - sowohl in Selbstfolge wie auch in den LSV nach Blattfrüchten - um eine auslaufende Empfehlung. **Potenzial** ist noch nicht langjährig in Selbstfolge geprüft. Aufgrund seines Eigenschaftsprofils wie auch aufgrund der zweijährigen Ertragsergebnisse wurde Potenzial neu in die Empfehlung für Selbstfolge aufgenommen (s.a. Tab. 13). Beim Anbau von Potenzial muss aber speziell in der Selbstfolge auf die schwächere Halmbruchresistenz hingewiesen werden. **Hermann** hat langjährig seine Eignung für die Selbstfolge unter Beweis gestellt und passt auch vom Eigenschaftsprofil in dieses Segment. Die LFA empfiehlt Hermann nicht mehr allgemein, sondern nur speziell im Segment ‚Selbstfolge‘.

4.4 Grenzstandort

Tab. 8: Sortiment des Sortenversuches Grenzstandort 2009

Name		KennNr WW	Vertrieb	Zulass. jahr	Prüfjahre LSV
Akteur	E	2998	DSV/IG	2003	6
Cubus	A	2787	KWS Lochow	2002	8
Toras	A	3057	SW Seed	2004	6
Brilliant	A	3175	SW Seed	2005	5
Potenzial	A	3328	DSV/IG	2006	4
Discus	A	3430	DSV/IG	2007	3
JB Asano	A	3660	BayWa	2008	2
Hybred	BH	2932	Saaten Union	2003	6
Julius	B	3580	KWS Lochow	2008	2
Hermann	C	3110	Nickerson	2004	5
Tabasco	Ck	3632	Saaten Union	2008	2
Hybnos 1	CH	2511	Saaten Union	1999	1

Tab. 9: Kornerträge (rel) 2007–09 am Standort Gülzow im Vergleich zwischen Grenzstandort (AZ 25-30) und LSV (AZ 40-50)

Sorte		LSV Gülzow			Gülzow-Grenzstandort		
		2007	2008	2009	2007	2008	2009
Akteur	E	92	96	95	95	98	92
Brilliant	A	108	104	105	105	102	108
Potenzial	A		108	111		112	116
Hermann	C		115	114		104	103
Discus	A			101			109
JB Asano	A			108			102
Julius	B			102			101
Tabasco	C			110			115
dt/ha (N=2)		90.9	99.4	88.6	64.1	65.9	65.8
GD (5%)		7.0	5.7	8.5	10.5	20.7	8.9

Am Standort Gülzow bietet sich die Möglichkeit ein ausgewähltes Weizensortiment auf Ackerzahlen 25 bis 30 im direkten Vergleich zum LSV mit Ackerzahlen zwischen 40 und 50 zu vergleichen. Im langjährigen Mittel wurde in den Gülzower LSV ein Ertragsniveau von 96 dt/ha erzielt, auf dem Gülzower Grenzstandort dagegen nur 63 dt/ha. Die sortenspezifisch unterschiedlichen Relativerträge in den letzten drei Jahren zeigt Tab. 9 für die Sorten, die orthogonal im Standard-LSV und auch im LSV-Grenzstandort geprüft wurden. Die im mehrjährigen Durchschnitt geschätzten Mindererträge auf dem Grenzstandort sind zusätzlich in der Zusammenfassung von Tab. 14 aufgeführt.

Der Vorteil dieses Versuchsansatzes an einem Standort liegt im direkten Vergleich unter identischen Witterungs- und weitgehend gleichen Anbau- und Befallsbedingungen. Aufgrund der Betrachtung eines Einzelstandortes kann dieser Vergleich aber trotzdem nur eine Ergänzung zur Gesamtauswertung aller LSV und zur Bewertung des Eigenschaftsprofils der Sorten sein.

Bei den dreijährig geprüften Sorten, sind keine durchgehend klaren Tendenzen erkennbar. Es wird deutlich, wie schwer die Eignung für Trockenstandorte festzustellen ist. Eine Überinterpretation einzelner Versuchsergebnisse oder Praxisbeobachtungen unter Trockenbedingungen sollte daher unbedingt vermieden werden. Ursache dafür ist sicherlich auch die große Differenziertheit, in welcher Weise, in welchem Entwicklungsstadium des Versuchs oder der einzelnen Sorte und in welcher Wechselbeziehung mit den Bodenbedingungen Trockenheit wirksam wird.

Dieser Umstand macht bereits deutlich, dass die Bewertung der Trockentoleranz aus Versuchsergebnissen eine methodisch tiefer gehende Analyse der Ursache-Wirkungs-Beziehung erfordert (s.a. 5).

5 Neue Parameter zur Einschätzung der Umweltstabilität und der Trockentoleranz

Die Bewertung von Eigenschaften wie Trockentoleranz aus Praxiserfahrungen oder in kleinen Versuchsserien ist oft sehr unsicher, vage bzw. hypothetisch (s.a. 4.4). So ist häufig zu beobachten, dass z.B. Sorten die in einem Trockenjahr gut abgeschnitten haben als trocken tolerant eingeschätzt werden. Damit wird der spezifische Einfluss dieses Jahres auf die Trockenheit reduziert, die u.U. den stärksten subjektiven Eindruck über das Jahr hinterlassen hat. Tatsächlich zeichnet sich aber jedes Jahr durch eine große Zahl von spezifischen Witterungs-, Befalls-, arbeitswirtschaftlichen u.v.a. Besonderheiten aus, die in ihrer Kombination einzigartig sind. Daher sind die Ursachen für eine spezifische Jahresreaktion einer Sorte nicht ohne weiteres ableitbar.

Hier bieten massenstatistische Auswertungen über viele Jahre, unterschiedliche Anbaugebiete und Versuchsstandorte mit einer Vielzahl von Ergebnissen je Sorte unter unterschiedlichsten Bedingungen eine sehr gute Möglichkeit, solche Hypothesen zu objektivieren, zu belegen oder aufzugeben, oder auch neue Hypothesen über die Sortenspezifika aufzustellen.

Nachfolgend vorgestellte Parameter wurden von den Autoren angepasst, in SAS programmiert und in die PIAFStat-Verfahren der „Hohenheim-Gülzower-Serienauswertung“ integriert. Damit werden in einem Durchlauf der Versuchsserienauswertung für die Sortenversuche einer Fruchtart automatisch auch diese Parameter ermittelt und ausgegeben (s.a. Tab. 10).

In Tab. 10 ist ein Auszug des Originaloutputs der Serienauswertung dargestellt. Außer den geschätzten mittleren Erträgen, Angaben zum Versuchsumfang u.a. sind auch die neuen Parameter ausgewiesen. Herleitung und Interpretation dieser drei Parameter ergibt sich aus 5.1. bis 5.3. In einigen Fällen ist die Interpretation der unterschiedlichen Parameter gleichgerichtet in Richtung Trockentoleranz (z.B. Bussard, Brilliant) oder geringer Trockentoleranz (z.B. Tommi). In anderen Fällen stimmen die Aussagen aber auch nicht völlig überein (Türkis). Bei Türkis ist daher davon auszugehen, dass die geringe Ökoregression (höhere Relativerträge in Versuchen mit geringerem Ertragsniveau) nicht im Zusammenhang zur Trockentoleranz steht, sondern in anderen ertragsbeeinflussenden Faktoren begründet ist.

Es ist auffällig, dass tendenziell die höheren Qualitätsgruppen (E und auch A) häufiger günstigere Parameter für die Trockentoleranz aufweisen, als die ertragsbetonen (B, C). Das heißt, dass bei den ertragsbetonen Sortentypen das hohe Ertragspotenzial nur unter optimalen Bedingungen ausgeschöpft werden kann, bei Trockenheit fallen die Erträge dann deutlicher ab, als in den hohen Qualitäten. Im Ergebnis dieses Zusammenhanges hat sich auch in der Praxis eine deutliche Anbaudifferenzierung herausgebildet: In den Trockengebieten Ostdeutschlands dominieren Qualitätssorten, in den niederschlagsbevorzugten gebieten Nordwestdeutschlands dominieren B- und C- Weizen.

Die drei Parameter sind durch Praktiker in Beratungsmaterial (z.B. Faltblätter) nicht ausreichend intuitiv zu bewerten, da sie einen vergleichsweise hohen Abstraktionsgrad aufweisen. Umfangreiche Interpretationshinweise wären in diesem Material nicht förderlich. Daher werden derzeit diese Parameter nur in internem Material dargestellt (Tab. 10). Im Kontext der Gesamtbewertung fließt dies in die verbalen Aussagen in den Sortenempfehlungen ein.

Eine Gesamtbeurteilung der Sorten hinsichtlich der Eignung für Trockenstandorte erfolgt in Abschnitt 6.

Tab. 10: Automatischer Output der Versuchsserienverrechnung mit neuen Parametern; Winterweizen 2004-09 - Auszug

Kenn-Nr.	Name	BB	Q	Ertrag rel.		neue Parameter			Anzahl Werte	
				D Nord	MV Süd	Öko_SE	Öko_b	Tt_b	Zielgebiet	Gesamt
	100%=			97,8 dt/ha	83,6 dt/ha					
WW 02998	Akteur	B	E	93	92	6,1	0,9		38	76
WW 03647	Adler		E	93	[92]	5,3			15	25
WW 03197	Magister		E	92	[90]	3,9			17	22
WW 03382	Skagen		E	94	[94]	5,2		0,2	20	37
WW 01641	Bussard		E	85	83	5,8	0,8	0,2	25	61
WW 02787	Cubus		A	98	99	4,0		[0,1]	23	69
WW 02991	Türkis		A	97	97	4,6	0,9	[-0,1]	61	144
WW 03175	Brilliant	B	A	97	97	4,6	0,9	[0,1]	30	68
WW 03328	Potenzial	B	A	102	102	4,3	0,9		25	57
WW 03430	Discus	B	A	99	99	4,0	0,9	[-0,1]	21	58
WW 03461	Format		A	96	95	3,5			15	31
WW 03511	Jenga		A	101	101	3,7			21	57
WW 03660	JB Asano	B	A	102	103	4,2			22	62
WW 03637	Pamier		A	98	97	4,6			12	26
WW 02880	Tommi		A	98	97	5,2	1,1	[-0,1]	69	172
WW 03057	Toras		A	96	95	5,5	0,9		25	70
WW 03046	Akratos		A	99	100	4,7			16	56
WW 03327	Chevalier		A	99	101	5,4	0,8		7	22
WW 01968	Batis		A	97	95	3,7	1,0	[-0,0]	38	104
WW 03190	Schamane		A	98	97	5,0		-0,1	21	47
WW 03074	Sobi		A	96	[94]	3,5		-0,1	17	29
WW 02839	SW Tataros		A	95	[93]	6,4		-0,2	11	26
WW 02932	Hybred		BH	101	101	4,2			13	52
WW 03366	Mulan	B	B	100	99	4,3			27	73
WW 03580	Julius	B	B	101	101	4,6			22	62
WW 02486	Dekan		B	98	97	4,1		-0,1	30	78
WW 03530	Inspiration		B	103	[102]	4,0	1,1		7	27
WW 03040	Solitär		B	97	[95]	3,8		-0,1	15	37
WW 03110	Hermann	B	C	102	101	4,5			35	134
WW 03632	Tabasco	B	CK	104	105	5,9	1,1		19	55

5.1 Ökovalenz (Öko_SE)

Die Ökovalenz charakterisiert die Ertragssicherheit (Umweltstabilität) einer Sorte. Im Zusammenhang mit der vergleichenden Sortenbewertung gilt eine Sorte dann als stabil, wenn ihre Leistung sich proportional zum Ertragspotential der Umwelt (Ort*Jahr) verhält (agronomisches / dynamisches Konzept) (THOMAS, E., Feldversuchswesen, Verlag Eugen Ulmer Stuttgart, 2006, S.353-356). Dies kommt in stabilen Relativerträgen zum Ausdruck. Das so genannte statische Konzept der Ökostabilität, wonach eine Sorte unter allen Standortbedingungen gleiche Absoluterträge realisiert, ist nicht realistisch - eine derartige Form der absoluten Stabilität (z.B. durch absolute Trockentoleranz) ist kaum denkbar.

Methodische Grundlage ist die Analyse der Sorte*Umwelt – Wechselwirkungen. In der routinemäßigen Auswertung der mehrjährigen Sortenversuchsserien mit dem Verfahren der Hohenheim-Gülzower-Serienauswertung werden automatisch die Wechselwirkungseffekte Sorte*Umwelt ermittelt (Umwelt hier = Ort*Jahr*Typ, also im Gegensatz zum Gesamtmodell der

Sortenschätzung ohne spezifische Wechselwirkungen $S*O$, $S*J$...). Die Varianz dieser Wechselwirkungseffekte Sorte*Umwelt wird als Ökovalenz ausgegeben. Da Varianzen aufgrund ihrer Skalierung vergleichsweise schwer interpretierbar sind, wird in dem hier vorgestellten Verfahren die Quadratwurzel der Ökovalenz gebildet und diese wird „Öko_SE“ bezeichnet (SE von **s**tandard **e**rro**r**). Sie ist auf der gewohnten Skalierungsebene (z.B. dt/ha) interpretierbar.

Je höher der Wert des Öko_SE einer Sorte ist, desto weniger stabil war sie, desto größer waren also die Schwankungen der Rangierung der Sorte bzw. der Relativerträge dieser Sorte von Versuch zu Versuch (Tab. 10, Abb. 1). Sorten mit vergleichsweise sehr kleinem Öko_SE waren dagegen über alle Versuche sehr stabil.

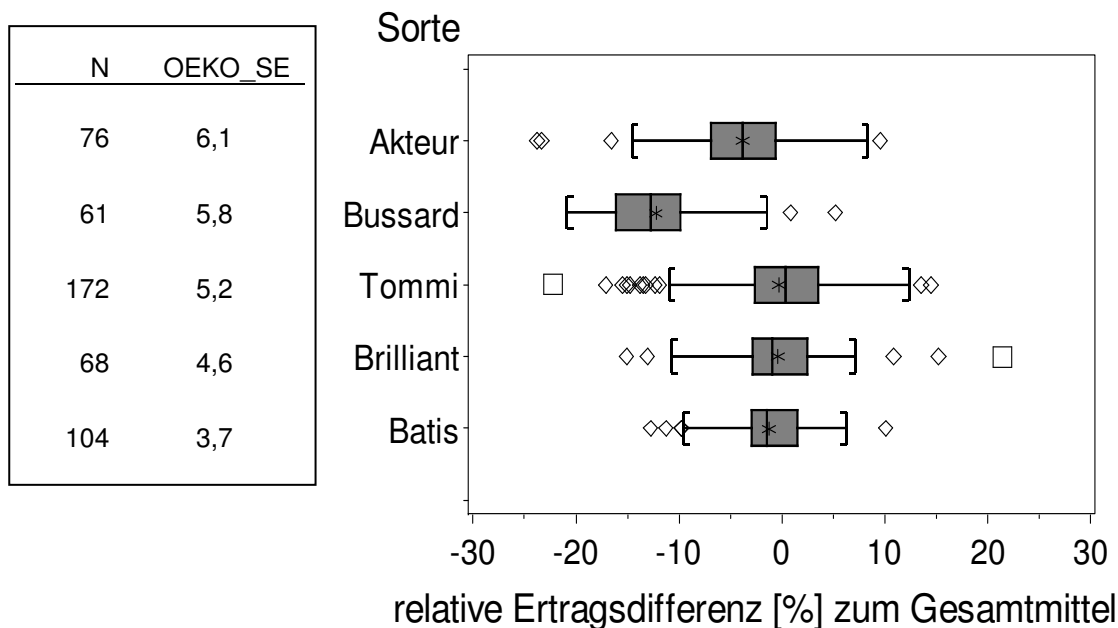


Abb. 1: Variation der relativen Ertragsdifferenz zum adjustierten Versuchsmittel am Beispiel 5 ausgewählter Sorten (Box-Plot)

In Abb. 1 ist zu erkennen, dass Sorten mit einer hohen Ökovalenz (also auch hohem Öko_SE) größere Schwankungen der Relativerträge zeigen, als Sorten mit geringer Ökovalenz (z.B. Batis). Am Beispiel der Sorten Akteur und Tommi wird aber auch deutlich, dass Sorten mit erhöhten Schwankungen nicht schlechthin eine größere Varianz zeigen, sondern dass sie eher gehäuft Ausreißer aufweisen. Bei diesen beiden Sorten sind diese Ausreißer dadurch erklärbar, dass Akteur in Versuchen mit erhöhter Septoria-Belastung und Tommi in Versuchen mit Auswinterungsproblemen im Jahr 2007 durch negative Ausreißer aufgefallen sind. Erhöhte Ökovalenz-Werte sollten also Veranlassung sein, die Ursachen bei den betroffenen Sorten gezielt zu untersuchen, um gegebenenfalls die Sortenempfehlung und Hinweise zur Sorten spezifischen Anbautechnik darauf auszurichten. Auch die Analyse der Ökoregression (s.a. 5.2) kann eine Erklärung für erhöhte Ökovalenzen liefern.

Die Ökovalenz und entsprechend auch der Öko_SE können erst bei einer ausreichenden Zahl von Ergebnissen je Sorte hinreichend reproduzierbar eingeschätzt werden. Daher werden in dem hier erarbeiteten Verfahren die Öko_SE automatisiert nur für Sorten ausgewiesen, die in mindestens 20 Versuchen geprüft wurden (Tab. 10). Das sind in der Regel nur mehrjährig geprüfte Sorten.

5.2 Ökoregression (Öko_b)

Die Ökoregression kann Hinweise darauf geben, warum Sorten u.U. vom agronomischen Konzept der Ertragsstabilität (s.o.) abweichen. So können einzelne Sorten dem „Extensiv-

oder dem „Intensivtyp“ zugeordnet werden. Extensivsorten weisen vergleichsweise höhere Relativerträge bei ungünstigeren Bedingungen auf, bessere Bedingungen werden aber nicht voll ausgeschöpft. Intensivsorten weisen vergleichsweise höchste Relativerträge unter Optimalbedingungen auf.

Als Index für die Abstufung der jeweiligen Umweltverhältnisse von „ungünstigeren Bedingungen“ bis zu „Optimalbedingungen“ werden hier die adjustierten Versuchs-Mittelwerte benutzt. Der Parameter ‚Ökoregression‘ ist hier der lineare Regressionskoeffizient für die funktionale mittlere Abhängigkeit der Erträge einer Sorte in den Einzelversuchen von den adjustierten Versuchs-Mittelwerten (Mittel aller Sorten). Im Durchschnitt aller Sorten ist der Anstieg per Definition = 1. Das bedeutet, mit einem Anstieg des Versuchsniveaus um z.B. 10 dt/ha steigen auch die Sortenleistungen im Mittel um 10 dt/ha.

In dem vorgestellten Verfahren wird basierend auf den unter ‚Ökovalenz‘ vorgestellten Sorte*Umwelt – Wechselwirkungseffekten die Ökoregression je Sorte geschätzt und auf signifikante Abweichung von 1 getestet. Um eine Überinterpretation u.U. nur zufälliger Trends zu vermeiden, werden im PIAFStat-Verfahren „Hohenheim-Gülzower Methode“ nur Ökoregressionen für Sorten mit einem von „1“ signifikanten Unterschied als „Öko_b“ ausgewiesen (Tab. 10).

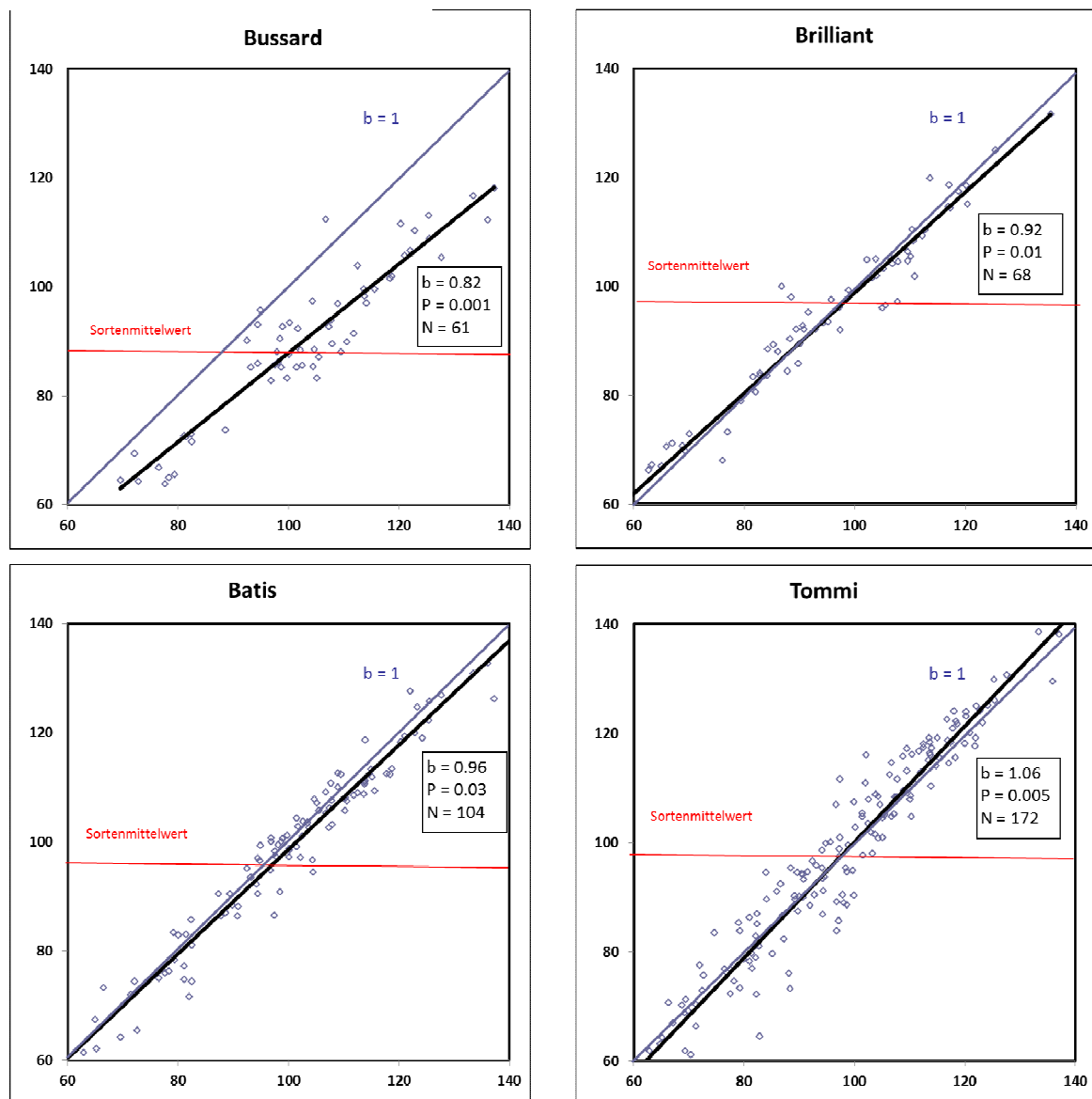
Interpretation: $b > 1$ Hinweis auf „Intensivsorte“

$b < 1$ Hinweis auf „Extensivsorte“

Die Sorte Bussard ($b=0,82$) ist als typische Sorte mit geringeren Ansprüchen an die Ertragsfähigkeit zu erkennen (Abb. 2, Tab. 10). (Die Bezeichnung „Extensivsorte“ wäre für Bussard allerdings missverständlich, da sie bekanntermaßen eine hohe Pflanzenschutzintensität erfordert.) Als Sorte mit herausragender E-Qualität liegt sie ohnehin unter dem Sortenmittel ($b=1$ – Linie). Je höher das Ertragsniveau in den Versuchen aber war, desto größer wurde der Abstand zu diesem Sortenmittel. Höhere Relativerträge erzielte Bussard tendenziell also bei unterdurchschnittlichem Ertragsniveau. Bei b-Werten, die sich weniger stark von 1 unterscheiden, ist dieser Zusammenhang visuell nicht in gleichem Maße war zunehmen. Auch bei Brilliant ($b=0,92$) und Batis ($b=0,96$) sind die Abweichungen von 1 zwar signifikant – im Durchschnitt vieler Schläge ist also tendenziell eine gewisse Vorzüglichkeit bei ertragslimitierenden Situationen zu erwarten. Die Streuung um diesen Trend zeigt aber auch, dass dies nicht in jedem Einzelfall zu erwarten ist. Analoges gilt für die eher zu den Extensiv-Typen zählende Sorte Tommi ($b=1,06$). Nur für eine geringe Anzahl Sorten sind also sehr markante Abweichungen vom mittleren Verhalten zu erwarten ($b \leq 0,8$ bzw. $b \geq 1,2$).

Einschränkend muss auch betont werden, dass alleine durch den Parameter Ökoregression noch keine ursächliche Wirkung gefunden ist, wodurch z.B. ein geringes Ertragsniveau eines Versuches begründet war. Hier liefert der Parameter ‚Trockentoleranz‘ eine konkreteren Bezug auf tatsächliche Dürresituationen (s.a. 5.3).

y = Ertrag je Sorte in Einzelversuchen



x = adjustiertes Versuchsniveau aller Sorten

Abb. 2: Ökoregression von vier Sorten mit signifikanten Effekten ($P < 0,05$)

5.3 Trockentoleranz (Tt_b)

Die Ökoregression lässt die Interpretation offen, ob z.B. eine „Extensivsorte“ ($\text{Öko}_b < 1$) bei Trockenheit und/oder leichten Böden oder bei extensiver Führung oder bei ursächlich völlig anders bedingten ertragsschwächeren Versuchen gut abgeschnitten hat. Mit dem Parameter „Trockentoleranz“ soll der Versuch unternommen werden, die Sortenreaktionen zielgerichteter mit Trockenstresssituationen in Beziehung zu bringen.

Im Abschnitt 5.2 sind die Versuchsmittelwerte als Index für die jeweiligen Umweltverhältnisse beschrieben. Dies wird hier durch einen abgewandelten Index ersetzt, der die Dürresituation in einer einzelnen stetigen Zahl beschreibt. Hierzu sollen auf Basis der wissenschaftlichen Grundlagen der Berechnungssteuerung (KLATT, F. u.a., Die Steuerung der Berechnung nach dem Berechnungsdiagramm. - Zeitschr. f. Landeskultur, Bd. 8, Heft 2, 1967, S. 89 - 98) die Anzahl Dürretage während der Vegetation ausgewiesen werden. Künftig denkbar wäre auch die Angabe der Anzahl Dürretage in wichtigen Entwicklungsabschnitten wie der Bestockung, dem

Ährenschieben oder der Kornfüllung. Im Ergebnis sollen trockenolerantere Sorten beschrieben werden, die bei überdurchschnittlichem Dürrestress bessere Relativerträge erbringen.

Zur Ermittlung der Anzahl Dürretage je Versuchsstandort und Jahr werden Tageswerte von Temperatur und Niederschlag von 25 Wetterstationen des Deutschen Wetterdienstes (DWD) sowie von 3 LFA-eigenen Wetterstationen aufbereitet. Die Daten des DWD werden für eine Bearbeitungsgebühr von derzeit 75,00 Euro zum 1.8. des jeweiligen Jahres der LFA zur Verfügung gestellt. Damit stehen die Daten vor der Auswertungssaison zur Verfügung und können in die routinemäßigen Serienauswertungen einfließen. Je nach geografischer Lage werden jedem Versuchsstandort eine oder mehrere Wetterstationen (Mittelwertbildung) zugeordnet.

In Anlehnung an Klatt u.a. (1967) erfolgt eine rückwirkende Quantifizierung der „Anzahl Dürretage“ in Abhängigkeit von der Ackerzahl (s. a. Spalte „Faktor“ in Tab. 12;), den Niederschlägen sowie der Temperatur während des kritischen Vegetationsabschnittes. Für jeden Tag wird im gleitenden 20-tägigen Verlauf (Summenbildung über 20 Tage) die Differenz aus gefallenem Niederschlag und Tageszusatzwasserbedarf ermittelt. Für den Zeitraum vom 15. April bis 15. Juli (besonders Dürre relevanter Zeitraum bei Winterweizen) werden dann die Tage gezählt, die ein Defizit über 40 mm Wasser aufweisen. Im Ergebnis werden je Versuch (Ort*Jahr) der Anbauggebiete D-Nord, MV-Süd und D-Süd die Anzahl Dürretage ausgewiesen (Tab. 11, 12). Für die westlich gelegenen Anbauggebiete ‚Ostholstein‘ und ‚Sandböden Nordhannover‘ erwies sich die ermittelte Anzahl Dürretage als nicht hinreichend plausibel, daher werden diese Anbauggebiete zur Ermittlung der Regression nicht herangezogen.

Mit 12 (D-Nord), 25 (MV-Süd) und 44 (D-Süd) Dürretagen unterscheiden sich die drei einbezogenen Anbauggebiete im Mittel der Versuchsstandorte und Jahre erheblich (Tab. 11). Zwischen den Jahren sind naturgemäß große Schwankungen zu verzeichnen: D-Nord (0 bis 20); MV-Süd (2 bis 45); D-Süd (16 bis 68). Die Schwankungsbreiten benachbarter Anbauggebiete überlappen sich, die zwischen D-Nord und D-Süd allerdings kaum. Dies unterstreicht die Bedeutung der Quantifizierung der Dürresituation an den Standorten in jedem einzelnen Jahr, eine allgemeine einmalige Standortbeschreibung erfüllt den Zweck der Charakteristik von Dürresituationen nicht hinreichend.

Tab. 11: Anzahl Dürretage 2003 bis 2008 nach Anbaugebieten

Anbaugebiet		Tage mit Defizit > 40 mm						Mittel
		2003	2004	2005	2006	2007	2008	
D-Nord	4	16	4	15	14	0	20	12
MV-Süd	45	39	2	17	26	18	45	25
D-Süd	5	64	16	32	42	44	68	44
Jahresmittel		39	7	22	27	21	44	27

Bei Betrachtung der einzelnen Versuchsstandorte (Tab. 12) wird die durchschnittliche Spreizung zwischen den Standorten noch deutlicher. Die Vorzugsstandorte Boldebeck, Gülzow und Granskevitz weisen im Mittel nur 8-9 Dürretage auf. Dagegen ist der Standort Dürrenhofe mit 51 Dürretagen zu nennen. Interessant ist auch der Unterschied zwischen den „normal-LSV“ am Standort Gülzow mit 8 Dürretagen und dem Grenzstandort Gülzow mit 21 Dürretagen – dieser Unterschied ergibt sich bei gleichem Witterungsverlauf nur aus dem Unterschied in der Bodengüte. Der Grenzstandort Gülzow wird folglich dem Anbaugebiet MV-Süd zugeordnet.

Tab. 12: Anzahl Dürretage 2003 bis 2008 je Versuchsstandort

Anbau gebiet	BKR	Land		AZ	Faktor *	Tage mit Defizit > 40 mm							
						2003	2004	2005	2006	2007	2008	Mittel	
D-Nord	4	101	11	Boldebuck	45	1,08	14	0	11	8	0	22	9
				Groß Kiesow	42	1,11	22	0	17	21	0	15	13
				Gülzow	48	1,04	12	0	10	6	0	18	8
				Tützpatz	48	1,04	8	0	14	5	0	21	8
		12	Prenzlau	54	0,96	37	28	16	25	2	24	22	
	158	11	Biestow	45	1,08	23	0	19	11	0	37	15	
			Granskevitz	54	0,96	9	3	19	10	0	5	8	
Köchelstorf			53	0,97	3	0	16	25	0	16	10		
MV-Süd	45	102	11	Gülzow G	30	1,25	26	2	22	18	11	49	21
				Neuhof	49	1,03	12	5	3	10	0	33	11
				Vipperow	30	1,25	58	1	13	33	11	58	29
			12	Badingen	43	1,10	49	1	22	25	31	42	28
				Berge	40	1,14	51	5	26	42	22	60	34
			13	Beetzendorf	45	1,08	35	0	21	25	22	40	24
			109	3	Lüchow-Clenze	40	1,14	39	2	15	27	32	34
D Süd	5	104	12	Dürrenhofe	30	1,25	73	21	43	48	51	68	51
				Güterfelde	35	1,19	53	8	25	37	36	67	38
				Nuhnen	34	1,20	69	11	27	37	48	68	43
				Thyrow	25	1,29	60	23	34	44	41	68	45

* „Faktor“ ist eine Funktion der Ackerzahl (AZ) und berücksichtigt den Faktor Boden bei der Kalkulation der Anzahl Dürretage (nach: Taschenbuch der Melioration - Beregnung in der Pflanzenproduktion, Hrsg. W. Breunig, VEB Dt. Landwirtschaftsverlag, Berlin 1969, 190 S.).

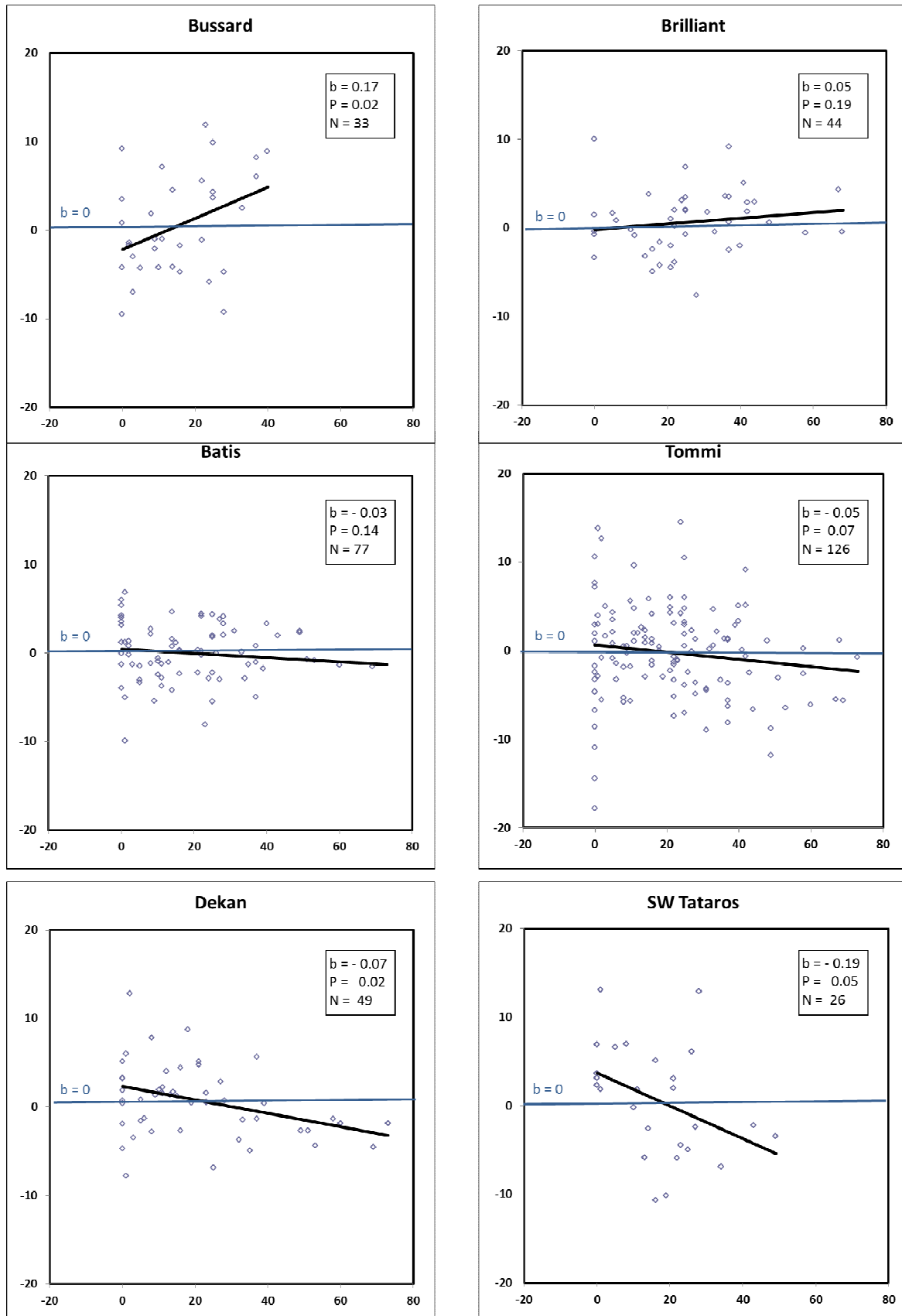
Die unter ‚Ökovalenz‘ vorgestellten Sorte*Umwelt – Wechselwirkungseffekte werden analog zur Ökoregression, hier aber zur Anzahl Dürretage, durch eine lineare Regression in Beziehung gesetzt und auf signifikante Abweichung von 0 getestet. Um eine Überinterpretation u.U. nur zufälliger Trends zu vermeiden, werden auch hier nur Regressionskoeffizienten für Sorten mit einem von „0“ signifikanten Unterschied ausgewiesen (Tab. 10).

Interpretation: $b < 0$ Hinweis hohe Wasseransprüche

$b > 0$ Hinweis auf Trockentoleranz

Abb. 3 zeigt bei einigen Sorten relativ klare spezifische Reaktionen auf Trockenstress. Die Sorte Bussard weist unter Trockenstressbedingungen signifikant höhere Relativerträge aus, was dem Ergebnis der Ökoregression entspricht. Brilliant (positiv) und Tommi (negativ) bestätigen das Ergebnis der Ökoregression tendenziell ebenfalls, ohne dass Signifikanz vorliegt. Dagegen zeigen Dekan und SW Tataros signifikante - überdurchschnittlich negative - Reaktionen auf Trockenstress. Bei beiden Sorten war dieser Effekt aus der Ökoregression noch nicht ableitbar. Damit zeichnet sich durch den neuen Parameter „Trockentoleranz“ ein wertvoller Informationsgewinn ab.

y = Abweichung Sorte*Umwelt vom Durchschnitt der Sorte (dt/ha)



x = Tage mit Wasserddefizit > 40 mm

Abb. 3: Regression bezüglich Trockentoleranz von sechs Sorten (Signifikanzschwelle $P < 0,05$)

6 Gesamtbewertung von Sorten am Beispiel „Eignung für Trockenstandorte“

Nachfolgend wird die Bewertung der Trockentoleranz von Sorten vertieft und die Methodik der Gesamtbewertung der Sorten dargelegt.

Im Zuge des tendenziellen Klimawandels steigt die Anforderung an die Trockentoleranz und an Frühreife bei gleichzeitiger großer ökologischer Stabilität auf hohem Leistungsniveau. Auf leichten Böden, insbesondere in den Anbaugebieten MV-Süd und D-Süd (Abb. 4) trifft dies in besonderem Maße zu. Die Problematik Frühreife wird in einem gesonderten Thema bearbeitet, so dass hier im Weiteren die Eignung für Trockenstandorte analysiert und diskutiert wird.

Bereits jetzt sind im Sortenspektrum der Anbaugebiete in Mecklenburg-Vorpommern deutliche Unterschiede zum benachbarten niederschlagsbegünstigten Anbaugebiet ‚östliches Hügelland (SH)‘ und zum im Niederschlag benachteiligteren Anbaugebiet ‚D-Süd‘ (überwiegend Brandenburg) auszumachen. Diese Unterschiede sind in hohem Maße in der standortspezifischen Anforderung an die Trockenheitstoleranz 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 würden. Im Anbaugebiet D-Nord (überwiegend MV) spielt Trockentoleranz verbunden mit hohem Grundertrag bereits 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. (Abb. 4)

Zwischen den Anbaugebieten gibt es naturgemäß gleitende Übergänge. So können die Bedingungen hinsichtlich Bodengüte und Niederschlag in Nordwestmecklenburg auch als Übergang zwischen D-Nord zu Ostholstein betrachtet werden. Es liegt ein Gradient über die Anbaugebiete 3 ► 4 ► 45 ► 5 vor (Abb. 4) von guter Niederschlagsversorgung und höheren Tongehalten im Anbaugebiet 3 bis zu ausgeprägten Trockenstandorten bei niedrigen Tongehalten im Anbaugebiet 5.

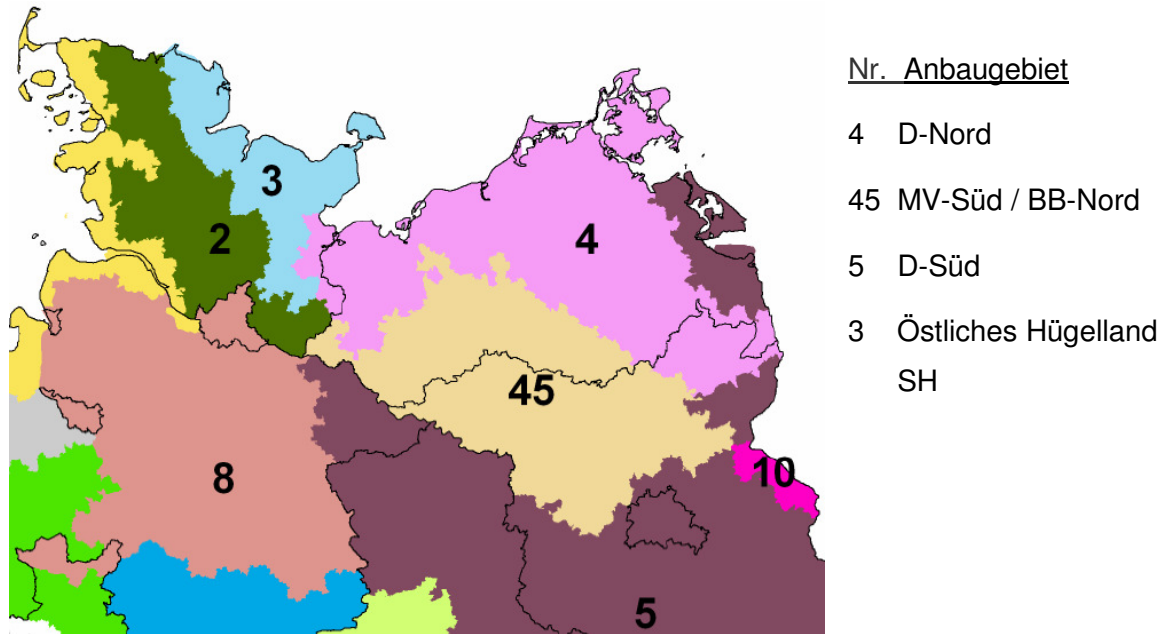


Abb. 4: Ausgewählte Anbaugebiete für Winterweizen in Nordostdeutschland

Die Landesforschungsanstalt bewertet seit einigen Jahren sehr intensiv die Eignung für Trockenstandorte. Die daraus abgeleiteten Empfehlungen basieren auf folgenden methodischen Grundlagen, die im Zusammenhang zu bewerten sind:

1. Bewertung des Eigenschaftsprofils jeder Sorte
2. Vergleich der Relativerträge je Sorten in Landessortenversuchen (LSV) im Anbaugebiet D-Nord mit denen in MV-Süd, indirekt auch mit denen in D-Süd
3. Ertragsunterschied je Sorte zwischen dem Sortenversuch ‚Grenzstandort Gülzow‘ und dem LSV Gülzow
4. Statistische Parameter der ‚Ökostabilität‘:
 - a. Ökovalenz
 - b. Ökoregression
 - c. Trockentoleranz

ad 1: Der grundlegende Ansatz für diese Herangehensweise wurde im Abschnitt 3 vorgestellt. Tab. 1 zeigt (u.a.) die wichtigsten zu berücksichtigenden Eigenschaften bei Trockenstandorten. Die Einschätzung aller aktuell empfohlenen Sorten in diesen Merkmalen ist in Tab. 14 aufgeführt.

Sorten für Trockenstandorte sollten eine gute Einstufung im Hektolitergewicht und im Tausendkorngewicht aufweisen. Solche Sorten sind in Trockenphasen während der Kornfüllung eher in der Lage noch Kornqualitäten zu erreichen, die ohne Qualitätsabstufung vermarktet werden können. Auch im Rohproteingehalt sollten die Sorten im oberen Segment der Qualitätsgruppe liegen, da die Stickstoffmobilisierung bzw. auch die Düngewirkung auf Trockenstandorten kritischer sein kann. Diese diskutierten Qualitätsaspekte spielen eine erhebliche Rolle, da auf den leichteren Böden in MV überwiegend Qualitätsweizen angebaut wird.

Im Ertragsaufbau sind eher Einzelährentypen, am wenigsten Bestandestypen geeignet. In der Bestandesdichte sollte als Faustzahl die Ausprägungsstufe 5 in der Beschreibenden Sortenliste möglichst nicht überschritten werden. Bestände mit zu hoher Bestandesdichte reagieren bei Trockenheit oft mit zu großen Ertrags- und Qualitätsverlusten. Sorten mit einer guten Wüchsigkeit im Herbst können vor Winter ein kräftiges Wurzelsystem ausbilden und bei früh eintre-

tender Trockenheit tiefere Bodenschichten besser erschließen. Sorten mit zügiger Ertragsbildung und entsprechend früher bis mittlerer Reife kommen häufig besser mit einer Vorsommertrockenheit zurecht, die längere Vegetationszeit mittelspäter und später Sorten wird auf Trockenstandorten meist nicht ertragswirksam.

Häufig werden von den Landwirten auf Trockenstandorten längerstrohige Sorten bevorzugt. Unterstellt wird dabei eine Korrelation zwischen Halm- und Wurzellänge. Im Einzelfall muss dies allerdings nicht immer übereinstimmen, so dass letztendlich die tatsächlichen erzielten Leistungen in Versuchen auf Trockenstandorten entscheidend sind.

Erfahrungsgemäß ist das Auswinterungsrisiko auf leichten Böden erhöht. Daher sollte auch die Einstufung im Merkmal Winterfestigkeit mindestens auf mittlerem Niveau liegen.

ad 2: In den Empfehlungsmaterialien der LFA wird das Ertragspotenzial der Sorten für die beiden Anbauggebiete D-Nord und MV-Süd ausgewiesen (s.a. Tab. 14). Die Versuche für das Anbauggebiet MV-Süd waren tendenziell ausgeprägter von Trockenheit betroffen (ca. 14 dt/ha Ertragsunterschied im Mittel aller Sorten und Versuche). Für Trockenstandorte sind vorzugsweise die Sorten geeignet, die im Anbauggebiet MV-Süd einen höheren oder gleichen Relativertrag erbringen wie im Anbauggebiet D-Nord und dieses mit unter 1. geforderten Eigenschaften kombinieren. Trotz des erheblichen Unterschiedes im absoluten Ertragsniveau unterscheiden sich die Relativerträge zwischen den Anbaugebieten je Sorte jedoch in geringerem Maße, als oft angenommen (Tab. 14). Zum Anbauggebiet D-Süd erfolgen indirekte Vergleiche.

ad 3: Der unter 2. diskutierte Vergleich der Relativerträge D-Nord und MV-Süd wird ergänzt um einen speziellen Sortenversuch „Weizen auf Grenzstandorten“ am Standort Gülzow. An diesem Standort bietet sich die Möglichkeit ein ausgewähltes Weizensortiment auf Ackerzahlen 25 bis 30 im direkten Vergleich zum LSV mit Ackerzahlen zwischen 40 und 50 zu vergleichen. Im langjährigen Mittel wurde in den Gülzower LSV ein Ertragsniveau von 96 dt/ha erzielt, auf dem Gülzower Grenzstandort dagegen nur 63 dt/ha. Die sortenspezifisch unterschiedlichen Mindererträge auf dem Grenzstandort zeigt Tab. 14. Der Vorteil dieses Ansatzes liegt im direkten Vergleich unter identischen Witterungs- und weitgehend gleichen Anbau- und Befallsbedingungen. Aufgrund der Betrachtung eines Einzelstandortes kann dieser Vergleich aber trotzdem nur eine Ergänzung zur vielortigen langjährigen Auswertung aller LSV (siehe ad. 2) darstellen. (s.a. Tab. 9)

ad 4: Ökovalenz, Ökoregression und Trockentoleranz der aktuell empfohlenen Sorten sind in Tab. 14 ausgewiesen (s.a. 5.1 – 5.3). Es ist ersichtlich, dass sich in Mecklenburg-Vorpommern in Empfehlung und Anbau besonders Sorten durchgesetzt haben, die sich durch eine gute Reaktion auch unter ertrags-begrenzenden Bedingungen auszeichnen ($\text{Öko}_b \sim 0,9$). Mit dieser Strategie sind die Betriebe relativ gut auf die tendenziell zunehmenden Probleme mit Dürresituationen vorbereitet.

Gesamtbewertung und Empfehlung

In Tab. 14 sind die für Trockenstandorte besonders relevanten Parameter für zur Aussaat 2009 empfohlene Sorten (Empfehlung D-Nord und MV-Süd) zusammengefasst. Grün hinterlegt sind günstige, orange eher kritische Ausprägungen aus der Sicht des Anbaus auf Trockenstandorten.

Es ist ersichtlich, dass kaum eine Sorte durchweg die optimale Kombination zeigt, wie z.B. Akteur. Die Gesamtbeurteilung der Sorten erfordert daher eine komplexe und wichtende Abwägung. Grundsatz hierbei muss es sein, besonders ausgeprägte Risiken zu vermeiden bzw. Sorten mit mehreren kombinierten Schwachstellen kritischer zu betrachten (siehe z.B. Tommi). Die Sorte Brilliant z.B. zeigt sich dagegen überwiegend sehr geeignet für Trockenbedingungen, die geringe TKM sollte nicht überbewertet werden, zumal das Hektolitergewicht (HLG) als wesentliches Vermarktungskriterium der Kornqualität sehr gut ist.

Die Sortenempfehlung der LFA für Trockenstandorte / Weizengrenzstandorte im Vergleich zu den typischen Weizenböden ist in Tab. 13 analog zu Beratungsmaterialien der LFA dargestellt. Dabei wird auf Weizengrenzstandorten differenziert zwischen der Empfehlung für traditionelle Saattermine und für die Frühsaat, die gerade auf Trockenstandorten im Interesse einer guten Vorwinterentwicklung verbreitet ist. Zudem wird unter Berücksichtigung der Spätsaateignung sowie der Fusariumresistenz (z.B. Toras, Akratos) eine Sortenempfehlung für den Anbau nach Mais ausgewiesen. Für Weizengrenzstandorte wird keine Sortenempfehlung für den Stoppelweizenanbau ausgesprochen, da Stoppelweizen günstigere Standortbedingungen erfordert. Dieses Beratungsinstrument wird ständig aktualisiert unter www.lfamv.de in der Rubrik Fachinfos / Sorten / Sortenempfehlungen bereitgestellt.

Tab. 13: Empfehlung von Weizensorten für spezielle Anbaubedingungen hier speziell auch für Weizengrenzstandorte (Trockenstandorte)

mittlere und bessere Standorte (überwiegend im Anbaugebiet D-Nord)					auch für WW-Grenzstandorte (überwiegend in MV-Süd)			
Blatt-Vorfrucht			Selbstfolge		Blatt-Vorfrucht			
Saat auch vor 15.9.	Saat 15.9.-10.10	Saat auch ab 1.10	nach Mais	Saat um 20.-25.9.	(Mulchsaat)	Saat auch vor 15.9.	Saat ca. 15.-30.9.	nach Mais
Discus Türkis Dekan Mulan (Hybriden)	Potenzial JB Asano Tommi Julius Tabasco	Akteur Cubus Mulan JB Asano	Toras Pamir Discus Magister	Hermann Potenzial Türkis	Hermann Jenga Discus	Discus (Hybriden)	Brilliant Potenzial Cubus Akteur Chevalier	Toras Discus Brilliant Cubus Akratos

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 oder z.B. in der Selbstfolge etc. lösen lassen. Die Sortenunterschiede sind hier eher graduell und nicht prinzipiell. Da aber aus dem Erfordernis der Risikostreuung heraus ohnehin eine Mehrsortenstrategie empfohlen wird, ist unbedingt anzuraten, diese Sorten entsprechend der Empfehlung in Abb. 13 gezielt zu platzieren. Dadurch können die Anbaurisiken weiter abgebaut und das Betriebsergebnis stabilisiert und gesichert werden.

Tab. 14: Für Trockenstandorte besonders relevanten Parameter und Einstufung aktuell empfohlener Sorten (D-Nord oder MV-Süd)

Textbezug		ad 2		ad 3	ad 1								ad 4		
Name	Q	Ertrag D- Nord *	Ertrag MV- Süd *	Minder- ertrag Gülzow Grenzst. (dt/ha)	HLG	TKG (BSL)	Roh- pro- tein (BSL)	Reife- zeit (BSL)	Be- standes- dichte (BSL)	Herbst- wüchsigkeit	Winter- festig- keit	Pflanzen- länge (BSL)	Öko- varianz	Öko- regres- sion	Tro- cken- toleranz
Akteur	E	93	92	-25	+	groß	8	msp	5	stark	+	m/l	auffällig	0,9	
Potenzial	A	102	102	-26	+	gering	5-	msp	6	stark	o	k/m	normal	0,9	
Brilliant	A	97	97	-28	+	gering	5	m	5	normal	++	k/m	normal	0,9	[0,1]
Türkis	A	97	97	-39	o	mittel	5	m	4	normal	++	m	normal	0,9	[-0,1]
Discus	A	99	99	(-22)	++	gering	6-	m	6	normal	++	m/l	normal	0,9	[-0,1]
Cubus	A	98	99	-34	o	mittel	4+	mf	5	normal	+	k/m	normal		[0,1]
Tommi	A	98	97	-33	-	mittel	6	msp	4	stark	o/-	m	erhöht	1,1	[-0,1]
JB Asano	A	102	103	(-32)	+	groß	5	mf	4	norm./stark	o/-	m	normal		
Toras	A	96	95	-35	o	mittel	6	msp	6	normal	++	m	erhöht	0,9	
Julius	B	101	101	(-28)	+	groß	4	msp	6	normal	++	m	normal		
Dekan	B	98	97	-32	o	gering	4	m	5	normal	o	k/m	normal		-0,1
Mulan	B	100	99	-44	o	groß	4	m	6	normal	+	m	normal		
Tabasco	Ck	104	105	(-25)	-	mittel	3	sp	5	normal	o	k	erhöht	1,1	
Hermann	C	102	101	-37	--	mittel	3	msp	6	normal	o	m	normal		

BSL Beschreibende Sortenliste (nach Ausprägungsstufe1-9; Rohprotein: ± Korrektur durch LFA für MV)

* 100 % Relativtrag entspricht: 98 dt/ha im AG D-Nord, 84 dt/ha im AG MV-Süd

7 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Die Differenziertheit der Anforderungen an Winterweizensorten wird sich im Zuge des tendenziellen Klimawandels und der damit einher gehenden Jahresschwankungen weiter erhöhen.

Häufigere Trockenperioden im Vorsommer werden zunehmend Trockentoleranz und auch Frühreife bei gleichzeitiger großer ökologischer Stabilität von Weizensorten auf hohem Leistungsniveau erfordern. Die Problematik Frühreife wird in einem gesonderten Thema bearbeitet, so dass hier vorrangig auf die Eignung für Trockenstandorte eingegangen wird.

Im Zuge der Sortenprüfung und des stetigen Sortenwechsels erfolgt eine automatische gleitende Anpassung an die sich im Durchschnitt ebenfalls gleitend vollziehende, allerdings von großen Schwankungen begleitete Klimaänderung.

Derzeit beruht die spezifische Empfehlung der LFA für besondere Anbaubedingungen (Trockenstandort, Frühsaat, Selbstfolge) im Wesentlichen auf zwei Grundlagen:

- Das Eigenschaftsprofil jeder Sorte (Ertragsstruktur, Resistenzen, Standfestigkeit, Winterfestigkeit, Qualitäten etc.) wird hinsichtlich der Passfähigkeit und der Risikominimierung für verschiedene Anbaubedingungen bewertet. Diese Einschätzung ist insbesondere auch hinsichtlich der Sortimentsbildung wichtig, da zu diesem Zeitpunkt von jungen Sorten noch keine ausreichenden Versuchsergebnisse vorliegen.
- Diese Voreinschätzung müssen die Sorten in Feldversuchen unter den o.g. speziellen Bedingungen bestätigen. Die LFA prüft seit einigen Jahren Weizensorten auf Eignung unter den vom LSV abweichenden Anbaubedingungen: Frühsaat, Weizenselbstfolge und auf einem Grenzstandortschlag am Versuchsstandort Gülzow. Diese Versuche sind als Ergänzung zum Landessortenversuch zu sehen. Sie werden zwar überwiegend nur einortig mit ausgewählten Sortimenten durchgeführt, der Verbleib geeigneter Sorten im Sortiment ist aber im Vergleich zum LSV langjähriger.

Der Vergleich der Sortenleistungen zwischen LSV Gülzow (Ertragsniveau um 96 dt/ha) und dem Sortenversuch auf dem Gülzower Grenzstandort (Ertragsniveau um 63 dt/ha) ermöglicht die Beurteilung der Sortenreaktion auf leichten Böden unter ansonsten identischen Bedingungen. Bei den dreijährig geprüften Sorten, sind keine durchgehend klaren Tendenzen erkennbar. Es wird deutlich, wie schwer die Eignung für Trockenstandorte festzustellen ist. Eine Überinterpretation einzelner Versuchsergebnisse oder Praxisbeobachtungen unter Trockenbedingungen sollte daher unbedingt vermieden werden.

Diese beiden o.g. Bausteine der spezifischen Sortenempfehlung werden durch die in dieser Arbeit vorgestellten neun Parameter ergänzt bzw. untersetzt:

- Ökovalenz (Öko_SE)
- Ökoregression (Öko_b)
- Trockentoleranz (Tt_b)

Die dafür genutzten massenstatistische Auswertungen der Landessortenversuche über mehrere Anbaugemeinden, viele Jahre und Versuchsstandorte mit einer Vielzahl von Ergebnissen je Sorte, die unter unterschiedlichsten Bedingungen erzielt wurden, bieten eine sehr gute Möglichkeit, Aussagen hinsichtlich Stabilität und Trockentoleranz von Sorten zu objektivieren.

Die Ökovalenz charakterisiert die Ertragssicherheit bzw. Umweltstabilität von Sorten. Je höher der Schätzwert für eine Sorte ist, desto weniger stabil war sie, desto größer waren also die Schwankungen der Rangierung der Sorte bzw. der Relativerträge dieser Sorte von Versuch zu Versuch. Sorten mit vergleichsweise sehr kleiner Ökovalenz waren dagegen über alle Versuche sehr stabil.

Erhöhte Ökovalenz-Werte sind Veranlassung, die Ursachen bei den betroffenen Sorten gezielt zu untersuchen, um gegebenenfalls die Sortenempfehlung und Hinweise zur Sorten spezifischen Anbautechnik darauf auszurichten.

Die Ökoregression gibt Hinweise darauf, ob Sorten dem Extensivtyp (Koeffizient $b < 1$) oder dem Intensivtyp ($b > 1$) zugeordnet werden können. Extensivsorten weisen tendenziell höhere Relati-

verträge bei ungünstigeren Bedingungen auf. Intensivsorten weisen höchste Relativerträge unter Optimalbedingungen auf. Nur eine geringe Anzahl Sorten zeigt allerdings markante Abweichungen ($b \leq 0,8$ bzw. $b \geq 1,2$) vom mittleren Verhalten.

Mit dem Parameter Trockentoleranz werden die Ertragsrelationen der Sorten direkt mit Trockenstresssituationen in den Versuchen in Beziehung gesetzt. Grundlage ist die Schätzung der Anzahl Dürretage in den einzelnen Versuchen im Zeitraum des größten Wasserbedarfs. Koeffizienten > 0 weisen auf gute Trockentoleranz hin, Koeffizienten < 0 auf hohe Wasseransprüche. Die Fortschreibung dieses Parameters erfordert die Pflege des Datenpools zu Klimadaten, insbesondere den Datenimport vom Deutschen Wetterdienst.

Mit durchschnittlich 12 Dürretagen in D-Nord, 25 in MV-Süd und 44 in D-Süd unterscheiden sich die drei einbezogenen Anbauggebiete im Mittel der Versuchsstandorte und Jahre augenfällig. Die Jahresschwankungen waren allerdings erheblich, wobei sich benachbarte Anbauggebiete in der Schwankungsbreite überlappten. Dürresituation müssen für die einzelnen Standorte jahresspezifisch beschrieben werden - eine allgemeine einmalige Standortbeschreibung erfüllt den Zweck der Charakteristik von Dürresituationen nicht hinreichend.

Mit diesen Parametern werden in der komplexen Gesamtbewertung noch besser reproduzierbare, abgesicherte Empfehlungen zur Platzierung von Sorten unter differenzierten Anbaubedingungen für die landwirtschaftliche Praxis erzielt.

Die in der LFA programmierten PIAFStat-Auswertungsverfahren für Versuchsserien stellen diese neuen Parameter als Sekundärergebnis automatisch im Zuge der Ertragsauswertung zur Verfügung.

Bereits jetzt sind im Sortenspektrum der Anbauggebiete in Mecklenburg-Vorpommern deutliche Unterschiede zum benachbarten niederschlagsbegünstigten Anbaugebiet ‚östliches Hügelland (SH)‘ und zum im Niederschlag benachteiligteren Anbaugebiet ‚D-Süd‘ (überwiegend Brandenburg) auszumachen. Diese Unterschiede sind in hohem Maße in der standortspezifischen Anforderung an die Trockenheitstoleranz begründet.

Tendenziell weisen die höheren Qualitätsgruppen (E und auch A) häufiger günstigere Parameter für die Trockentoleranz auf, als die ertragsbetonteren (B, C). Die in Praxis und Sortenempfehlung in Mecklenburg-Vorpommern zunehmende Orientierung auf Qualitätsweizen spiegelt die Praxisrelevanz der Parameter wieder.

In Mecklenburg-Vorpommern haben sich in Empfehlung und Anbau besonders Sorten durchgesetzt, die sich durch eine gute Reaktion auch unter ertragsbegrenzenden Bedingungen auszeichnen (Öko_b $\sim 0,9$). Mit dieser Strategie ist die Sortenberatung der LFA und sind die Betriebe relativ gut auf die tendenziell zunehmend zu erwartenden Probleme mit Dürresituationen vorbereitet.

In der Regel gibt es kaum eine Sorte, die durchweg optimale Eigenschaften und Ergebnisse zeigt oder gar nicht geeignet ist. Hier sind Kompromisse im Sinne einer wertenden komplexen Abwägung erforderlich. Grundsatz hierbei muss es sein, besonders ausgeprägte Risiken auszuschließen.

Es muss betont werden, dass die spezifische Eignung z.B. für Trockenstandorte Grenzen hat. Mit der Sortenwahl lassen sich nicht alle Probleme des Weizenanbaus auf Trockenstandorten oder z.B. in Fröhsaat, Spätsaat oder in der Selbstfolge lösen. Die Sortenunterschiede sind hier eher graduell und nicht prinzipiell.

Die Differenzierung der Sortenempfehlung für Mecklenburg-Vorpommern 1. für das Anbaugebiet D-Nord und 2. für MV-Süd zielt darauf ab, die regionalspezifisch unterschiedlichen Anforderungen an die Trockentoleranz optimal zu berücksichtigen.

Neben der allgemeinen regionalen Sortenempfehlung für Winterweizen (Faltblatt) wird von der LFA eine gesonderte Empfehlung für den Anbau von Winterweizen unter speziellen Anbaubedingungen herausgegeben. Diese spezielle Empfehlung wird von den Landwirten in Mecklenburg-Vorpommern intensiv genutzt. Damit stellt sie ein wichtiges Segment der Sortenwahl und -platzierung in Mecklenburg-Vorpommern dar.