

(Aus dem Institut für Pflanzenbau der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn,
Lehrstuhl für Speziellen Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, BRD)

Zur Bedeutung der Saatgutqualität des Weizens für die Sicherheit des Feldaufgangs und die Kompensation von Streßfaktoren an Samen und Keimling unter dem Einfluß unterschiedlicher Nähr- und Wirkstoffapplikationen¹

Von K.-U. HEYLAND und M.-E. MEER

(Mit 4 Abbildungen)

Zusammenfassung

In den Versuchsjahren 1984/85 bis 1986/87 wurden mit Sommer- und Winterweizensaatgut Laborversuche, Gefäß- und Feldversuche auf dem Gelände der Universität Bonn sowie in Oldenburg und Wetze angelegt. Das Ziel der Arbeit war, Belastungen, denen Saatgut ausgesetzt ist, aufzuzeigen und Möglichkeiten zur Verminderung dieser Streßeinflüsse vorzuschlagen. Unter Verwendung verschiedener pflanzenbaulich relevanter Substanzen wurden die Faktoren Korngröße, mechanische Belastung, Saattechnik, Saatstärke und chemische Dosierung variiert.

Die Ergebnisse lassen sich in folgenden Punkten zusammenfassen:

1. Ungebeiztes kleinkörniges Sommer- und Winterweizensaatgut kann den Wachstumsvorsprung ungebeizten großkörnigen Saatgutes nicht aufholen. Durch eine Fungizidzugabe kann jedoch die Vitalität kleiner Körner so verbessert werden, daß nahezu die Leistung großer gebeizter Körner erreicht wird.
2. Laborversuche zeigen, daß sich eine mechanische Belastung negativ auf die frühe Jugendentwicklung des Sommerweizens auswirkt. Durch eine Anlagerung von Fungizid + Wachstumsregulator + Dünger und/oder dem Einsatz von großkörnigem Saatgut kann eine mechanische Belastung in Grenzen kompensiert werden.
3. Eine exakt applizierte 200-Körner-Einzelkornsaat mit großkörnigem Saatgut durchgeführt bewirkt im Feldversuch beim Winterweizen, in Verbindung mit einer anhaftenden Fungizidbeizung, keine Kornertragsverluste gegenüber einer 400-Körner-Drillsaat.

¹ Auszug aus der Dissertation von M.-E. MEER mit gleichnamigen Titel, Bonn 1989. Dank gebührt den Firmen KLEINWANZLEBENER SAATZUCHT AG, SAREA GmbH und SUET GmbH für die Hilfestellung bei der Inkrustierung, der LUFÄ Bonn für die Bereitstellung der Klimaräume und den Firmen BAYER AG, LOCHOW-PETKUS GmbH und SCHERING AG für die großzügige und aktive Unterstützung bei der Versuchsdurchführung.

4. Unter Laborbedingungen reagiert feinkörniges Saatgut auf eine exakte Mitelanlagerung nach der Kornzahl mit abnehmender Vitalität, bedingt durch den höheren Beizmittelaufwand/Korn. Grobkörniges Saatgut ist von Natur aus so vital, daß eine geringere Beizmenge/Korn bei der Dosierung in Abhängigkeit von der Kornzahl ausreicht.
5. Das Wirkungsmodell „Saat“ führt eine Zusammenfassung der gewonnenen Erkenntnisse vor.

Schlüsselworte: Weizen, Saatverfahren, Saatgutbehandlung, Streßfaktoren, Ertrag.

The significance of seedquality of wheat for the certainty of field emergence and the compensation of stress on seed and embryo influenced by coated or dressed nutritive or active substances

Summary

Different stresses during seed production and germination or emergence determine the future growth and development of a plant. To model these effects, different levels of loads were established by using kernels of wheat that had been subjected to defined mechanical impacts or were dressed or coated with varying amounts of nitrogen-fertilizer, growth regulators or fungicides. In addition the interaction with seed-size and plant population were determined. This research was conducted in 1984/85 until 1986/87 under laboratory and field conditions at the University of Bonn and other locations in the Federal Republic of Germany.

1. Growth retardation of seedlings from smaller grains can be compensated to some extent by using fungicidal seed dressings or coatings.
2. Effects of mechanical load, as it can occur in a combine, will be reduced with larger seeds or with those, that are dressed with a combination of N-fertilizer plus fungicides plus a growth-regulator.
3. By using a precision seed technique, a sowing density of 200 fungicid dressed kernels per squaremeter can make the same yield as the conventional density of 400 kernels per squaremeter.
4. Calculating the fungicide dose on a per kernel base results in a lower vitality with smaller grains compared to a dose per weight base.
5. A descriptive model was used to show the system interactions.

Key-words: wheat, sowing technique, seed coating, stress, yield.

1. Einleitung und Problemstellung

Ein gesunder, ertragreicher Getreidebestand verlangt Saatgut hochwertiger Qualität. Die qualitätsbestimmenden Eigenschaften des Saatgutes lassen sich nach GERM (1966) und KRUG (1969) unterteilen in Keimfähigkeit, Triebkraft, Feldaufgang, Gesundheitszustand und Tausendkorngewicht. Die Korngröße, die als Maß für die Saatgutqualität dient, übt entscheidenden Einfluß auf die Ertragsbildung aus (HEYLAND 1976, 1984, KLAPP 1967, KRUG 1969, MALLACH 1929, PIEPER 1952, STEINER 1980).

Zur Bekämpfung samenbürtiger Krankheiten am Getreide werden Saatgutbehandlungen eingesetzt. Bei der Beizung handelt es sich um eine prophylaktische Behandlung, da die samenbürtigen Krankheitserreger nach den ersten sichtbaren Symptomen nur in wenigen Fällen effektiv zu bekämpfen sind (HEITFUSS 1975, GRAHL 1982, PRILLWITZ 1982, TUCHLENSKI 1983, HEINTZE 1984). Im Vergleich

zur Pflanzenschutzspritzen benötigt eine gezielte, exakt dosierte Anlagerung an das Korn eine geringere Wirkstoffmenge (EHLE et al. 1984). Die Inkrustierung, die für Getreide noch die Ausnahme darstellt (BEER 1983), bietet die Möglichkeit, dem Saatgut in einer anhaftenden, neutralen Saatschutzmittelschicht weitere Substanzen beizugeben, die das Pflanzenwachstum positiv beeinflussen können (KOHSEK 1984). Die abriebfeste, vollständige Umhüllung (WIESER 1982, 1983 a und 1983 b, SAUCHEZ 1984) stellt einen Schutz vor kleinsten Rissen und gegen Auflaufkrankheiten dar.

Zur Ausschöpfung des Ertragspotentials der Pflanzen und zur Bekämpfung von Pilzkrankheiten kommt, neben den züchterischen Maßnahmen, dem Einsatz von Fungiziden eine entscheidende Bedeutung zu. Die Trockenhaftbeize Abavit² richtet sich gegen pilzliche Krankheitserreger, die sich sowohl auf als auch unter der Samenschale befinden (KREMER-SCHILLINGS et al. 1985). Einer der Schadereger, der Echte Mehltau (*Erysiphe graminis*) kann durch eine Saatgutbehandlung mit Baytan³, welches als eine Wirkstoffkomponente Triadimenol enthält, bekämpft werden (FROHBERGER 1978, TRÄGNER-BORN und VAN DEN BOOM 1978, BUCHENAUER 1984). Aus verschiedenen Untersuchungen ist bekannt, daß nach einer Saatgutbehandlung mit Triadimenol neben der Gibberellinsäuresynthese (BUCHENAUER und RÖHNER 1981, 1982) auch das Wurzel-, Sproß- und Koleoptilwachstum durch eine verminderte Zellstreckung gehemmt wird (FÖRSTER et al. 1980). Durch eine gleichzeitige GA3-Applikation kann diese Hemmung eingeschränkt bzw. aufgehoben werden (KNAPP 1962, LEH 1958).

Das sich zum Saatgut entwickelnde Korn ist während seiner gesamten Entwicklung abiotischen und biotischen Streßfaktoren ausgesetzt, die eine Ausprägung seines genetisch festgelegten Leistungsvermögens einschränken. Mechanische Schäden am Saatgut bieten Eintrittsmöglichkeiten für Schaderreger und Beizmittel (FUCHS et al. 1973, KOHSEK und EHLE 1982, LINSS 1984).

Eine optimale Saatgutqualität in Kombination mit günstigen Anbaubedingungen beeinflusst die Bestandesdichte positiv und gestattet eine Reduzierung der Saatgutmenge (FURRER 1965, FURRER und STAUFFER 1978, HEYLAND 1983). Eine verringerte Aussaatstärke bewirkt Mehrleistungen in Form einer besseren Keimung, Überwinterung, Bestockung, Standfestigkeit, Kornzahl/Ähre und Tausendkorngewicht (BACHTHALER 1971, FURRER 1965, FURRER und STAUFFER 1970, 1978, ZWEIFLER 1955). Nach HEEGE und MÜLLE (1977) kann bei gleichem Reihenabstand von 9 cm die Einzelkornsaat im Vergleich zur Drillsaat 5 % Mehrertrag erzielen.

Im Rahmen chemischer Streßeinwirkungen prüfte GEHLEN (1973) den Einfluß von Nährlösungen unterschiedlicher Konzentrationen auf das Verhalten der Keimwurzeln von Weizensorten und gelangt zu dem Ergebnis, daß schon die geringste Menge der verwendeten Nährlösungen sich hemmend auf das Wurzelwachstum auswirken. Das Ziel dieser Arbeit ist es, Belastungen, denen Saatgut ausgesetzt ist, aufzuzeigen und Möglichkeiten zur Verminderung dieser negativen Einflußfaktoren vorzuschlagen. Unter Verwendung verschiedener Applikationsverfahren (Beizung und Inkrustierung) und dem Einsatz von pflanzenbaulich relevanten Substanzen (Fungizid, Wachstumsregulator und Dünger) wurden die Faktoren Korngröße, mechanische Belastung, Saattechnik, Saatstärke und chemische Dosierung variiert.

² Abavit ist eingetragenes Warenzeichen der SCHERING AG.

³ Baytan ist eingetragenes Warenzeichen der BAYER AG.

2. Versuchsanlage

2.1 Laborversuch

Um unter standardisierten Licht-, Temperatur- und Feuchteverhältnissen Ergebnisse von jungen Keimlingen zu erhalten, wurden Laboruntersuchungen in den Jahren 1984 bis 1987 in der Vegetationsanlage des Instituts für Pflanzenbau der Universität Bonn und in den Klimaräumen der LUFÄ Bonn vorgenommen. Je Wiederholung konnten 100 Körner, nach einer eintägigen Vorkühlung im Kühlschrank, ausgelegt werden. Der mit vier Wiederholungen angelegte Sommerweizen- (Sorte Ralle) und mit zwei Wiederholungen angelegte Winterweizenversuch (Sorte Sperber) umfaßt die in Tabelle 1 genannten Faktoren: Korngröße, Saatgutbehandlungsverfahren, Saatgutbehandlungsmittel, Wirkstoffbemessung und -konzentration und Mechanische Belastung.

Tabelle 1

Aufstellung aller Versuchsfaktoren

1. Korngröße:		Sommerweizen	Winterweizen
		2,0–2,5 mm	2,0–2,5 mm
		2,5–2,8 mm	2,5–3,0 mm
		> 2,8 mm	> 3,0 mm
2. Saatgutbehandlungsverfahren:			
Sommerweizen (Ralle)	–	Beizung (Be) (mit Triadimenol)	
	–	Inkrustierung (I) (nach SAREA)	
Winterweizen (Sperber)	–	Beizung (Be) (mit Abavit)	
	–	Inkrustierung (I) (nach KWS)	
3. Saatgutbehandlungsmittel:			
Sommerweizen (Ralle)	–	Kontrolle (K)	
	–	Fungizid (F)	
	–	Wachstumsregulator (W)	
	–	Dünger (D)	
	–	Fungizid + Dünger (F + D)	
	–	Fungizid + Wachstumsregulator (F + W)	
	–	Wachstumsregulator + Dünger (W + D)	
	–	Fungizid + Wachstumsregulator + Dünger (F + W + D)	
Winterweizen (Sperber)	–	Beize + Abavit (BeF)	
	–	Inkrustierung + Abavit (IF)	
	–	Inkrustierung + Abavit + Dünger nach Gewicht (IFD)	
	–	Inkrustierung + Abavit + Dünger nach Kornzahl (IFDT)	
4. Wirkstoffbemessung und -konzentration:			
	–	100 % nach Gewicht dosiert	
	–	50 % nach Gewicht dosiert	
	–	33 % nach Gewicht dosiert	
	–	100 % nach Kornzahl dosiert	
	–	50 % nach Kornzahl dosiert	
	–	33 % nach Kornzahl dosiert	
5. Mechanische Belastung:			
	–	unbelastet	
	–	3 Sekunden Belastung	
	–	10 Sekunden Belastung	
6. Saatstärke:			
	–	160 Körner/m ² – (S1)	
	–	220 Körner/m ² – (S2)	
	–	330 Körner/m ² – (S3)	
7. Saattechnik:			
	–	100 Körner/m ² Einzelkornsaat	
	–	200 Körner/m ² Einzelkornsaat	
	–	200 Körner/m ² Drillsaat	
	–	400 Körner/m ² Drillsaat	

Beim Sommer- und Winterweizen handelt es sich um nachfolgend aufgeführte, pflanzenwirksame Substanzen:

Fungizid: Baytan (Triadimenol) bei der Sorte Ralle, Abavit (Prochloraz und Carboxin) bei der Sorte Sperber
Wachstumsregulator: GA3
Dünger: Hercules-Ureaform 38N (synthetischer organischer Stickstoffdünger auf Harnstoffbasis mit 38 % N)

2.2 Gefäßversuch

Zur Klärung spezieller Versuchsfragen, die aufgrund sätechnischer Schwierigkeiten im Feldversuch nur bedingt durchführbar sind, und zur Gewinnung von niederschlagsunabhängigen Werten bei standardisiertem Einzelpflanzenstandraum wurde in den Jahren 1985 und 1986 ein Gefäßversuch mit dem Sommerweizen Ralle mit zwei Wiederholungen angelegt.

Zur Prüfung gelangten die in Tabelle 1 aufgeführten Versuchsfaktoren: Korngröße, Saatgutbehandlungsverfahren, Saatgutbehandlungsmittel, Wirkstoffbemessung und -konzentration und Mechanische Belastung.

Die Pflanzen wurden einzeln in Rohrabschnitten auf Vegetationswagen in Holzwannen mit einer Pflanzendichte von 330 Pflanzen/m² angezogen. Gleichzeitig wurden Reservepflanzen angesetzt, so daß nicht aufgelaufene Pflanzen nach 21 Tagen ersetzt werden konnten und ein 100%iger Feldaufgang gegeben war.

2.3 Kleinparzellenversuch

Ein Kleinparzellenversuch der ausschließlich mit großkörnigem Sommerweizensaatgut durchgeführt wurde, diente zur Überprüfung des Gefäßversuchs unter Freilandbedingungen und zur Klärung des Einflusses unterschiedlicher Saatstärken. Er umfaßte in den Jahren 1985 und 1986 mit zwei Wiederholungen die Faktoren Saatgutbehandlungsverfahren, Saatgutbehandlungsmittel, Wirkstoffbemessung und -konzentration, Mechanische Belastung und Saatstärke (Tab. 1).

Das Versuchsfeld gehört zu der Niederterrasse des Rheins. Bei dem Boden handelt es sich um den Bodentyp Parabraunerde mit der Bodenart mittelschwerer feinsandiger Lehm.

2.4 Feldversuch

Zur Überprüfung der Wechselwirkungen von Standort, Saattechnik, Korngröße und Mittelanelandung diente ein zweijähriger Winterweizenversuch mit der Sorte Sperber auf folgenden Standorten: Dikopshof bei Bonn (1985/86 und 1986/87), Goldenstedt bei Oldenburg i. O. (1985/86), Langförden bei Oldenburg i. O. (1986/87) und Wetze (1985/86 und 1986/87). Das Versuchsgut Dikopshof befindet sich auf der Mittelterrasse des Rheins. Bei dem Bodentyp handelt es sich um eine Parabraunerde aus Löß mit der Bodenart sandiger Lehm. Der Versuch bei Oldenburg stand im ersten Jahr auf sandigem Lehm mit 2,9 % Humus und im zweiten Jahr auf schwach tonigem Schluff mit 2,4 % Humus. In Wetze handelt es sich um einen Boden aus Löß mit einem pH-Wert von 6,7 und einer Bodenzahl von 85/90.

Der mit zwei Wiederholungen angelegte Feldversuch umfaßte auf allen drei Standorten die Faktoren Korngröße, Saatgutbehandlungsmittel und Saattechnik (Tab. 1). In Oldenburg und Wetze wurde die Einzelkornsaat mit einem Walter und Wintersteiger Einzelkornsäugerät (Reihenabstand 18 cm) abgelegt. Auf dem Dikopshof erfolgte die Einzelkornsaat mit einer Einzelkornsämaschine Princip Monoair GS (Reihenabstand 10 cm).

Die biometrische Auswertung der Ergebnisse erfolgte am Regionalen Hochschulrechenzentrum der Universität Bonn mit Hilfe des Statistikprogrammpaketes „SAS“. Sämtliche Versuche sind aufgrund der Vielzahl an Versuchsfaktoren und -fragestellungen in orthogonalen Teilgruppierungen verrechnet worden.

3. Versuchsergebnisse und Diskussion

3.1 Zur Frage der Auswirkung negativer Einflußfaktoren auf das Saatgut

3.1.1 Kleinkörnigkeit

Die Korngröße übt entscheidenden Einfluß auf die Vitalität des Saatgutes aus. So weisen kleinkörniges Sommer- und Winterweizensaatgut, im Vergleich zu großkörnigem Saatgut, im Labor geringere Keimfähigkeits- und Triebkraft-

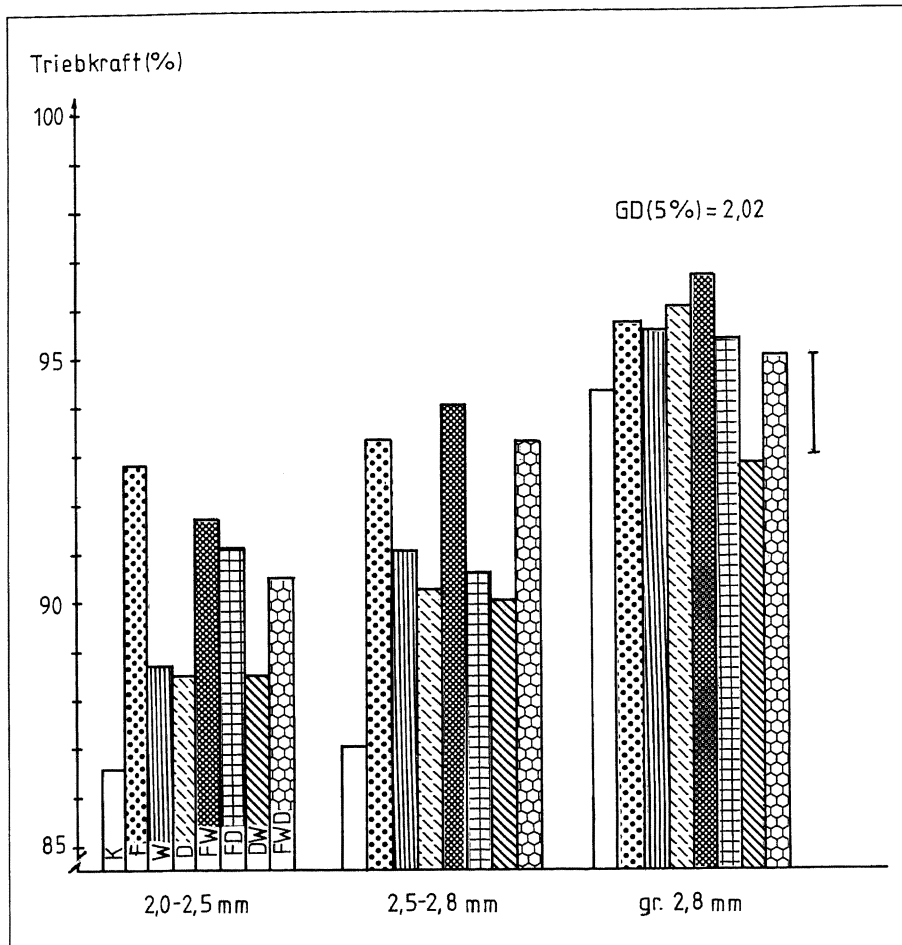


Abb. 1: Der Einfluß unterschiedlicher Saatgutbehandlungsmittel und Korngrößen (vgl. Tab. 1) auf die Triebkraft des Sommerweizens (Laborversuch) (\bar{x} = 4 Wähl., 2 Jahre, 2 Saatgutbehandlungsverfahren)

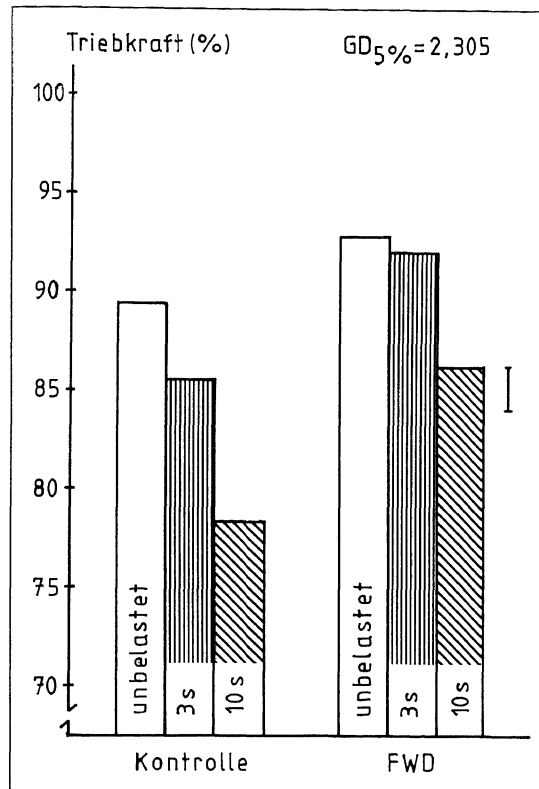
ergebnisse auf (Abb. 1). Dies findet sich auch in der Literatur bei MALLACH (1929), KRUG (1969), HEYLAND (1976) und SCHEER (1983) bestätigt. Die gefundenen Unterschiede zwischen der klein- und großkörnigen Sommerweizenfraktion betragen beim Merkmal Keimfähigkeit nach vier Tagen 3 %, nach acht Tagen 5 % und bei der Triebkraft nach 14 Tagen etwa 6 %.

Bei den Ertragsparametern Ährendichte, Tausendkorngewicht, Kornzahl/Pflanze und Kornertrag finden sich in den Varianzanalysen keine absicherbaren Differenzen zwischen den Korngrößen. Es lassen sich dennoch tendenzielle Unterschiede zwischen klein- und großkörnigem Saatgut im Einzelpflanzen-ertrag und im Kornertrag nachweisen. Ähnliche Ergebnisse finden sich bei AUSTENSON und WALTON (1970).

3.1.2 Mechanische Belastungen

Belastungen mechanischer Art, denen das Saatgut bei der Ernte und Aufarbeitung ausgesetzt ist, können die Saatgutqualität verschlechtern (FUCHS et al. 1973,

Abb. 2: Der Einfluß unterschiedlicher mechanischer Belastungen und Saatgutbehandlungsmittel auf die Triebkraft des Sommerweizens (Laborversuch) (\bar{x} = 4 Wdhl., 2 Jahre, 3 Korngrößen, 2 Verfahren)



LINSS 1984). Die Vitalität erfährt mit steigender mechanischer Belastung einen Abfall in der Triebkraft (Abb. 2), der in Abhängigkeit von der Belastungsstärke unterschiedlich stark ausgeprägt ist. So ist nur ein geringfügiger Unterschied zwischen den Varianten unbelastet und drei Sekunden Belastung feststellbar, der jedoch durch einen Anstieg der Belastungsdauer von drei auf zehn Sekunden erheblich größer wird.

Aufgrund dieses Stresses ist eine zügige Pflanzenentwicklung bei belastetem Saatgut gehemmt. Dies läßt sich im Gefäßversuch durch einen um zwei Tage verzögerten Feldaufgang belegen. Gleichzeitig sinkt der Feldaufgang bei der stärksten Belastung um bis zu 20 %.

Im weiteren Wachstum und der Entwicklung sind bei den aufgelaufenen Pflanzen keine statistisch absicherbaren Einflüsse durch das unterschiedlich mechanisch belastete Saatgut festzustellen. Die geringen Varianzen lassen darauf schließen, daß selbst die hier verwendete höchste Belastung (zehn Sekunden) keine nachteiligen Auswirkungen auf den Ertrag zur Folge hat.

3.1.3 Pflanzenbauliche Streifeinwirkungen

Die Einzelkornsaat gewährleistet eine exaktere Tiefenablage und einen günstigeren Einzelpflanzenstandraum als die Drillsaat. Dadurch ist eine geringere Ausaatstärke von 100 oder 200 Körnern möglich, was jedoch ein qualitativ hochwertiges Saatgut voraussetzt. Die pflanzenbaulichen Vorteile einer Einzelkornsaat zeigen sich beim Winterweizen in einem überlegenen Feldaufgang gegenüber den Drillsaatvarianten. Dies findet sich in der Literatur bei KERSTING (1982) bestätigt.

Die Konkurrenz und Streßsituation der enger stehenden Pflanzen bei 200- und 400-Körner-Drillsaat setzt sich nach dem Aufgang ungemindert fort, was sich in einer geringeren Bestockungsrate/Pflanze gegenüber der Einzelkornsaat niederschlägt.

Die Bedeutung der Saatgutqualität für die Einzelkornsaat äußert sich darin, daß kleinkörniges Saatgut, im Gegensatz zu großkörnigem Saatgut, mit einer 200-Körner-Einzelkornsaat ausgebracht 3 dt/ha weniger Kornertrag als eine 400-Körner-Drillsaat erbringt. Großkörniges Saatgut liefert dagegen bei 200-Körner-Einzelkornsaat den Höchstertrag im Vergleich zu 400-Körner-Drillsaat. Dies läßt den Rückschluß zu, daß zur Erzielung des Höchstertrages bei einer geringen Aussaatmenge hochwertiges Saatgut eingesetzt werden sollte.

3.2 Zur Frage der Kompensation verschiedenartiger Belastungen

Eine Applikation verschiedener Saatgutbehandlungsmittel ergibt für den Sommerweizen beim Merkmal Triebkraft (Abb. 1) in der kleinsten Saatgutfraktion die größten Unterschiede. In der kleinkörnigen Variante 2,0 bis 2,5 mm bedingen alle zugesetzten Substanzen gegenüber der Kontrolle eine höhere Triebkraft. Das Fungizid und die Kombinationen mit diesem Mittel wirken besonders vorteilhaft. Durch den stimulierenden Einfluß des Fungizids kann die Triebkraft kleinkörnigen Saatgutes nahezu auf das Niveau großer Körner angehoben werden. In der großkörnigen Fraktion zeigen sich dagegen nur geringe Unterschiede durch eine Mittelzugabe auf die Triebkraft (Abb. 1).

Der positive Einfluß des Fungizids setzt sich in den Merkmalen Feldaufgang und Sproßfrischgewicht fort, dagegen ist eine starke Hemmung des Wurzelwachstums zu erkennen. Die Angaben von BUCHENAUER (1977) und BUCHENAUER und RÖHNER (1981, 1982) werden in ihren Untersuchungen bezüglich der hemmenden Fungizidwirkung auf das Wurzelwachstum bestätigt. Im Vergleich dazu löst eine Zugabe des Wachstumsregulators das höchste Sproßfrischgewicht und die längsten Sprosse aus (LEH 1958, KNAPP 1962).

Im Gegensatz zum Sommerweizen reagiert kleinkörniges, mit Fungizid gebeiztes Winterweizensaatgut auf eine zusätzliche Inkrustierung bzw. Düngieranlagerung mit absinkender Keimfähigkeit und einer sinkenden Triebzahl/m². Große Winterweizenkörner reagieren dagegen analog zum Sommerweizen. Die weitere Ertragsstruktur des Winterweizens zeigt, ähnlich dem Sommerweizen, keine Signifikanz in der Interaktion Korngröße*Saatgutbehandlung. Es ist zu beachten, daß es sich bei der Kontrollvariante im Winterweizenversuch um ein angebeiztes Fungizid handelt.

Im Kleinparzellenversuch ist unter Verwendung großkörnigen Saatgutes in der Wechselwirkung Saatgutbehandlungsmittel*Saatstärke eine Steigerung des Feldaufgangs und Kornertrags in der Aussaatstärke 160 Körner/m² durch eine Fungizidzugabe möglich. Aus Tabelle 2 wird deutlich, daß eine Fungizidzugabe in der Dünn- und Dichtsaat tendenziell zu einer Verbesserung führt, die jedoch in der Dünnsaat stärker ausgeprägt vorliegt. Eine Erklärung dafür ist in der geringeren Saatstärke von 160 Körnern/m² (S1) zu sehen, in der die zwischenpflanzliche Konkurrenz weniger stark vorhanden ist als bei 330 Körnern/m² (S3).

Wie in Tabelle 2 bestätigt wird, bewirkt das Fungizid in der Dünnsaat einen Anstieg des Kornertrags auf das Niveau der Dichtsaat. Diese Zusammenhänge verdeutlichen, daß bei einer Fungizidanlagerung eine Reduzierung des Saatgutaufwands keinen Rückgang im Kornertrag bedingt. Weiterhin ist in dünnen

Tabelle 2

*Entwicklung der Bestandes- und der Ertragsstruktur des Sommerweizens in Abhängigkeit von der Saatstärke und den Saatgutbehandlungsmitteln (Kleinparzellenversuch)
(\bar{x} = 2 Wdhl., 2 Jahre, 2 Saatgutbehandlungsverfahren)*

	FA (%)	KD (1/m ²)	TZ/ Pflanze	AD (1/m ²)	Kornertrag (dt/ha)
S1 (Kontrolle)	80,12	133,37	2,75	320,93	47,81
S1 (Fungizid)	86,31	143,87	2,93	399,12	58,33
S3 (Kontrolle)	72,37	241,12	2,18	444,37	54,88
S3 (Fungizid)	95,31	317,43	1,87	496,31	59,75
GD _{5%}	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	6,699

Beständen eine Bestandesführung pflanzengerechter durchführbar als in dichten Beständen. Dünne Pflanzenbestände sind ebenfalls einem geringeren Krankheits- und Schädlingsdruck ausgesetzt, was zusätzlich eine Reduzierung des Pflanzenschutzmitteleinsatzes zur Folge hat. Diese wirtschaftlichen und pflanzenbaulichen Vorteile sind mit einem ökologischen Vorteil verbunden, da die gezielte Anlagerung des Fungizids an das Korn eine umweltschonende Maßnahme darstellt. Das Mittel gelangt unmittelbar dort zur Wirkung, wo es benötigt wird, wobei die ausgebrachte Wirkstoffmenge deutlich geringer ist als bei einer Pflanzenschutzspritzung.

Mit Hilfe einer Mittelanlagerung aus Fungizid + Wachstumsregulator + Dünger wurde an Sommerweizen im Gefäßversuch untersucht, ob und inwieweit eine mechanische Belastung reduziert werden kann.

Beim Merkmal Triebkraft zeigt sich, daß die Mittelkombination Fungizid + Wachstumsregulator + Dünger eher in der Lage ist, mechanischen Streß zu kompensieren als die Kontrolle ohne Mittelzusatz (Abb. 2). Dies bestätigt sich sowohl beim Merkmal Feldaufgang als auch beim Sproßfrischgewicht, wobei die gebeizte Variante Fungizid + Wachstumsregulator + Dünger ein höheres Gewicht aufweist als die Kontrolle ohne Mittelzusatz. Im Vergleich dazu treten bei einer Inkrustierung mit Fungizid + Wachstumsregulator + Dünger keine Unterschiede zur Kontrolle bei den einzelnen Belastungsstufen auf. Eine mögliche Erklärung für das geringe Sproßfrischgewicht der inkrustierten Variante FWD im Vergleich zur gebeizten Variante FWD liegt in der vollständigen Saatgutumhüllung, die zwar einen Schutz des Keimlings vor infektiösen Krankheiten bietet, aber gleichzeitig ein Hindernis für den beschädigten Keimling bei der Wasseraufnahme und beim Austritt aus dem Keim bedeutet (LINSS 1984).

In der weiteren pflanzlichen Entwicklung des Winterweizens überlagert der Faktor Saatechnik den der inneren Saatgutqualität (Korngröße). Bezogen auf die Interaktion Jahr*Standort*Saatechnik weist die 200-Körner-Einzelkornsaat im ersten Jahr einen höheren bzw. gleichen Kornertrag gegenüber der 400-Körner-Drillsaat auf allen Standorten auf. Verglichen mit dem ersten Untersuchungsjahr zeigt die Einzelkornsaat im zweiten Jahr auf allen geprüften Standorten ein den Drillsaatvarianten vergleichbares Ertragsniveau. Lediglich der Standort Wetze zeigt einen Nachteil der Einzelkornsaat auf. Dies läßt den Rückschluß zu, daß bei entsprechender Saatbettbereitung in allen Umwelten (Jahr*Standort) die 200-Körner-Einzelkornsaat im Höchstertragsbereich liegen kann.

Bei einer Einzelkornsaat besteht neben den pflanzenbaulichen Effekten zusätzlich ein ökonomischer Vorteil, da durch die Saatgutreduzierung von 400 auf 200 Körnern/m² die Kosten für den Saatgutaufwand halbiert werden.

3.3 Zur Frage der Optimierung von Wirkstoffbemessung und -konzentration

Bei der handelsüblichen Dosierung nach Gewicht erhält jede Gewichtseinheit Saatgut die gleiche Bemessung an Beizmittel, unabhängig von der jeweiligen Korngröße (Tab. 3).

Tabelle 3

Berechnung der Beizmitteldosierung einzelner Korngrößen des Sommerweizens in Abhängigkeit vom Gewicht

Die Fraktion 2,0—2,5 mm erhält je 100 g 0,033 g Beizmittel=0,0000087 g/Korn
Die Fraktion 2,5—2,8 mm erhält je 100 g 0,033 g Beizmittel=0,0000120 g/Korn
Die Fraktion >2,8 mm erhält je 100 g 0,033 g Beizmittel=0,0000140 g/Korn

Dies bedeutet, daß in einer Saatgutpartie kleiner Körner das einzelne Korn, aufgrund der höheren Anzahl Körner in der Partie, weniger Beizmittel erhält als das Korn in einer großkörnigen Partie.

In der vorliegenden Arbeit erfolgte eine zusätzliche Dosierung in Abhängigkeit von der Kornzahl, wobei jedes Korn die gleiche Menge an Beizmittel erhält. Dies bedeutet, daß eine Einheit kleinkörniges Saatgut, aufgrund der höheren Anzahl Körner in der Partie, mehr Beizmittel erhält als eine Gewichtseinheit Saatgut mit großen Körnern (Tab. 4).

Tabelle 4

Berechnung der Beizmitteldosierung einzelner Korngrößen des Sommerweizens in Abhängigkeit von der Kornzahl

Die Fraktion 2,0—2,5 mm erhält je 100 g 0,045 g Beizmittel=0,0000118 g/Korn
Die Fraktion 2,5—2,8 mm erhält je 100 g 0,033 g Beizmittel=0,0000118 g/Korn
Die Fraktion >2,8 mm erhält je 100 g 0,026 g Beizmittel=0,0000118 g/Korn

In den Versuchen reagiert kleinkörniger (2,0 bis 2,5 mm) gebeizter Sommerweizen im Labor auf eine Bemessung nach der Kornzahl mit geringeren Keimfähigkeitsergebnissen als die nach Gewicht gebeizte Variante. Großkörniges Saatgut (>2,8 mm) zeigt dagegen, nach Kornzahl behandelt, für das Merkmal Keimfähigkeit nur einen geringfügigen Unterschied zur Bemessung nach Gewicht. Für den Winterweizen treffen die Aussagen ebenfalls zu, wobei die großkörnige, nach Kornzahl behandelte Partie, deutlich bessere Ergebnisse in der Keimfähigkeit erzielt als die vergleichbare Behandlung nach Gewicht. Diese Laborergebnisse beweisen, daß kleinkörniges Saatgut auf eine Bemessung des Wirkstoffs nach der Kornzahl mit einem Abfall in der Vitalität reagiert, großkörniges Saatgut dagegen gleich gut oder besser als bei einer Gewichtsdosierung. Eine Erklärung für das unterschiedliche Verhalten der Korngrößen kann in einer Überbeizung der kleinen Körner bei einer Bemessung nach der Kornzahl liegen. Großkörniges Saatgut benötigt aufgrund seiner Vitalität nur eine geringe Beizmenge, was einer Bemessung nach der Kornzahl entspricht.

In Abbildung 3 sind die Beizmittelmengen je Korn für die nach Gewicht und nach Kornzahl applizierten Kornfraktionen des Sommerweizens dargestellt. Anhand der obigen Ergebnisse entspricht die für das Saatgut vorteilhafteste Beizmittelmenge für kleine bis mittlere Korngrößen dem Graphen, der die nach Gewicht gebeizten Körner beschreibt. Für mittlere bis große Kornfraktionen gilt der Graph, der die nach Kornzahl gebeizten Körner beschreibt. Die gestrichelte

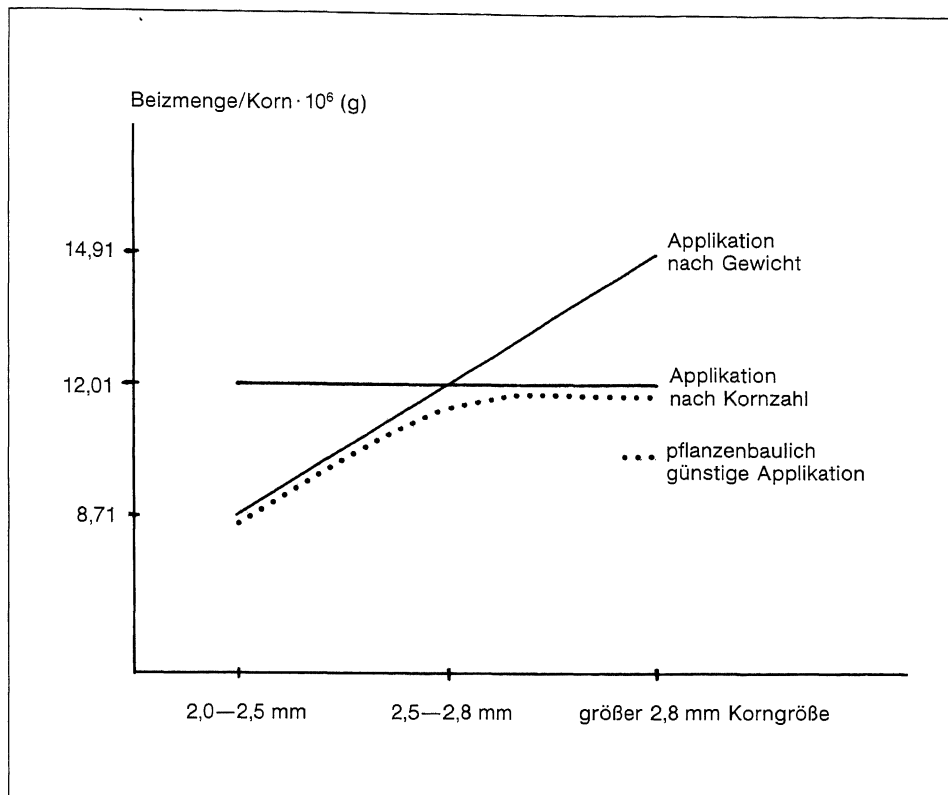


Abb. 3: Beizmittelmenge/Korn für die Wirkstoffbemessung nach Gewicht und Kornzahl am Beispiel des Sommerweizens

Kurve stellt in dieser Abbildung die theoretisch optimale Beizmittelmenge je Korn dar. Um eine Überbeizung zu vermeiden, erhält die kleine Saatgutfraktion eine Bemessung nach Gewicht, große Körner werden bereits durch eine geringe Beizmittelmenge gefördert, so daß eine Bemessung nach der Kornzahl ausreicht.

Beim Winterweizen sind nach dem Auflaufen der Pflanzen, mit Ausnahme der Triebzahl/m², in der weiteren Entwicklung keine abzusichernden Unterschiede zwischen der Bemessung nach Gewicht (IFD) und Kornzahl (IFDT) bei den jeweiligen Korngrößen aufgetreten. Feldbedingungen überlagern durch pflanzenbaulich kompensatorische Einflüsse solche Effekte, die durch unterschiedliche Wirkstoffbemessung entstehen können.

Für eine überhöhte Beizmittelzugabe bei der Bemessung nach der Kornzahl in der kleinkörnigen Fraktion spricht ebenfalls die Tatsache, daß bei abnehmender Konzentration auf 33 % die Keimfähigkeit steigt. Großkörniges Saatgut zeigt dagegen eine geringfügige Abnahme in der Keimfähigkeit bei einer 33%igen Dosierung nach der Kornzahl.

3.4 Die Bedeutung der Saatgutbehandlung in einem Wirkungsmodell „Saat“

In Abbildung 4 werden Möglichkeiten der Einflußnahme auf das Saatgut von der Saatgutbeschaffenheit bis hin zur Aussaat dargestellt.

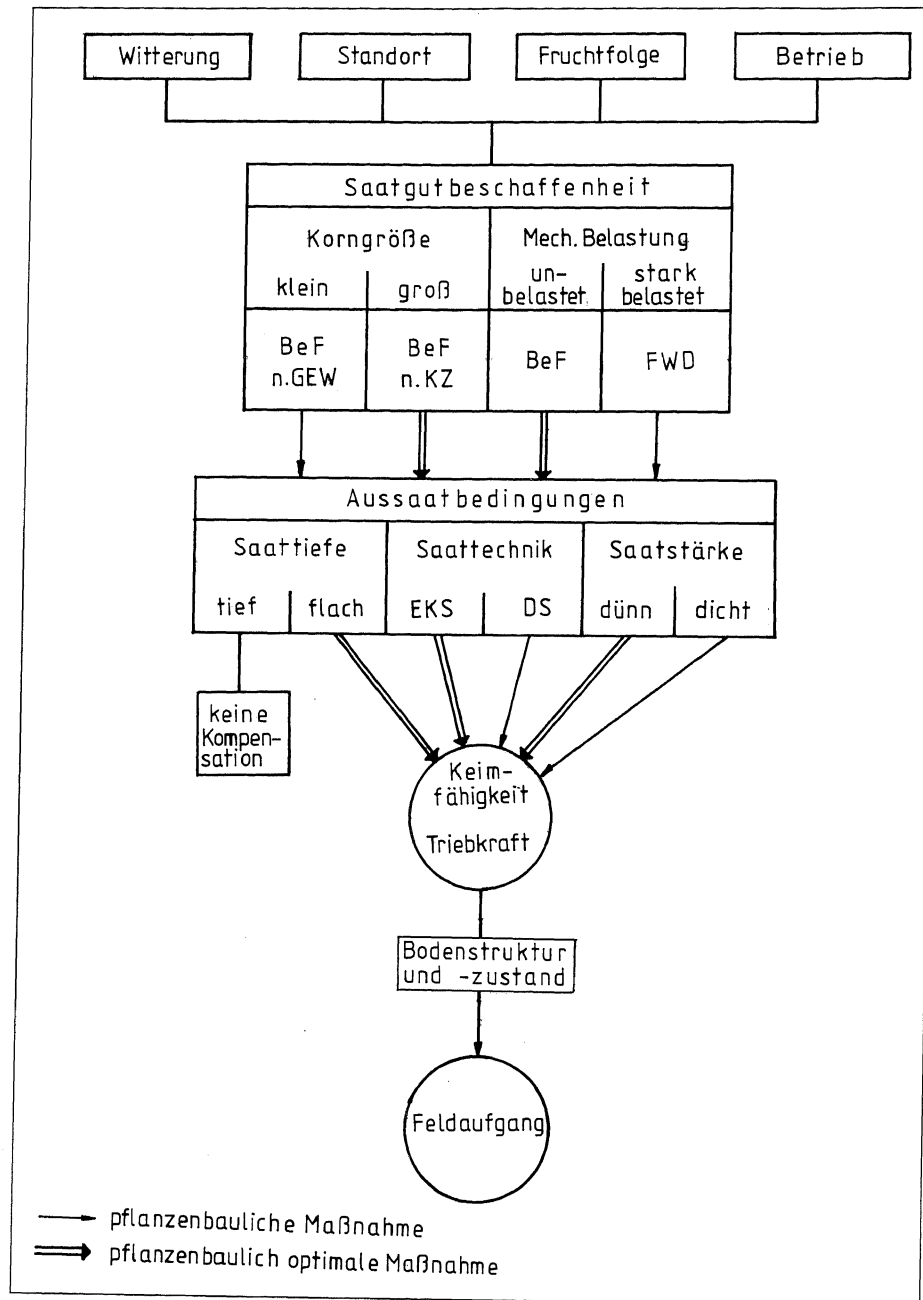


Abb. 4: Wirkungsmodell „Saat“

Die Wahl des Saatguts wird von betriebswirtschaftlichen Aspekten, der Fruchtfolgegestaltung und den Standortgegebenheiten mit der vorhandenen Witterung beeinflusst.

Das Saatgut selbst ist von unterschiedlicher Beschaffenheit, so daß klein- und großkörnige Fraktionen auftreten und in Abhängigkeit von der Ernte und Aufbereitung das Saatgut keine Belastung bis hin zu starken Belastungen aufweisen kann. Kleinkörniges Saatgut kann durch die Anlagerung einer Beizung mit Fungizid, nach Gewicht dosiert, in seiner Vitalität verbessert werden. Bei großkörnigem Saatgut bietet sich zum Schutz des Saatgutes ebenfalls eine Beizung an, bei der eine Bemessung in Abhängigkeit von der Kornzahl erfolgen sollte. Mechanisch belastetes Saatgut kann durch eine Anlagerung aus Fungizid+Wachstumsregulator + Dünger in seiner Qualität verbessert werden.

Bei der Aussaat beeinträchtigen pflanzenbauliche Streßfaktoren (Saattiefe, Saattechnik und Saatstärke) die Saatgutvitalität, wobei die Nachteile, die ein zu tief im Boden abgelegtes Saatgut erfährt, nicht kompensiert werden können. Eine Einzelkornsaat erbringt gegenüber einer Drillsaat nicht nur einen ökonomischen Vorteil durch eine Saatguteinsparung sondern auch eine Reduzierung der zwischenpflanzlichen Konkurrenz. Bei einer 200-Körner-Einzelkornsaat und einer vergleichbaren Drillsaat bietet sich zur Stärkung des Saatgutes eine Kombination mit einem Fungizid an. Ein Rückgang in der Saatedichte bewirkt bei gleichem Reihenabstand bei den herkömmlichen Säverfahren einen größeren Pflanzenabstand und verbessert damit die Wachstumsbedingungen der Pflanzen. Durch eine zusätzliche Fungizidapplikation unmittelbar an das Korn ist ein gezielter Pflanzenschutzmitteleinsatz gegeben. Die ausgebrachte Wirkstoffmenge ist deutlich geringer als beim großflächigen Pflanzenschutzmittel- und/oder Düngemittleinsatz.

Die Anforderungen für einen hohen Feldaufgang und gesicherten Ertrag lassen sich folgendermaßen charakterisieren:

- großkörniges, unbelastetes Saatgut
- Dosierung in Abhängigkeit von der Korngröße nach Gewicht oder Kornzahl mit einem Fungizid
- flache Saattiefe
- Aussaat als 200-Körner-Einzelkornsaat mit optimalem Standraum

Literatur

- AUSTENSON, H. M. and P. D. WALTON, 1970: Relationship between initial seed weight and mature plant characters in spring wheat. *Can. J. Plant Sci.* Vol. 50, 53—58.
- BACHTHALER, G., 1971: Der Einfluß von Drillweite und Saatstärke auf den Ertrag und Qualität von Winterweizen unter verschiedenen ökologischen Bedingungen. *Z. Acker und Pflanzenbau* 134, 25—41.
- BEER, E., 1983: Hinweise zur Beizung von Sommergetreide. *Landwirtschaftsbl. Weser Ems* 130, 4, 5—6.
- BUCHENAUER, H., 1977: Mode of action and selectivity of fungicides which interfere with ergosterol biosynthesis. *Proc. Brit. Crop Prot. Conf. Pests and Disease* Vol. 3, 699—711.
- BUCHENAUER, H., 1984: Stand der Fungizidresistenz bei Getreidekrankheiten am Beispiel der Halmbruchkrankheit und des Echten Mehltaus. *Gesunde Pflanzen* 36, 161—170.
- BUCHENAUER, H. and E. RÖHNER, 1981: Effect of Triadimefon and Triadimenol on growth on various plant species as well as on gibberellin content and sterol metabolism in shoots of barley seedlings. *Pesticide Biochemistry and Physiology* 15, 58—70.
- BUCHENAUER, H. and E. RÖHNER, 1982: Aufnahme, Translokation und Transformation von Triadimefon in Kulturpflanzen. *Z. f. Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz* 89, 385—398.
- EHLE, H. et al., 1984: Getreidebeizung nach dem Verbot von quecksilberhaltigen Beizmitteln. *Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzdienst* 36, 106—108.
- FÖRSTER, H. et al., 1980: Nebenwirkungen der systemischen Fungizide Triadimefon und Triadimenol auf Gerstenpflanzen I. Beeinflussung von Wachstum und Ertrag. *Z. f. Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz* 87, 473—492.
- FROHBERGER, P. E., 1978: Baytan, ein neues systemisches Breitband-Fungizid mit besonderer Eignung für die Getreidebeizung. *Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer* 31, 1, 11—24.

- FUCHS, H., G. WEIGAND, A. GAMBER und A. WENNINGER, 1973: Über den Einfluß organischer Beizmittel auf das Keimverhalten von Weizensaatgut in Abhängigkeit vom Zustand des Kornes, von Auflaufbedingungen und Beizdosis. Nachrichtenbl. Dt. Pflanzenschutzdienst 25, 117—121.
- FURRER, O. J., 1965: Einfluß von Drillweite, Saatmenge und Hacken auf Entwicklung und Ertrag von Probus-Winterweizen. Schweiz. landw. Forschung 1, 92—105.
- FURRER, O. J. und W. STAUFFER, 1970: Einfluß von Drillweite und Saatmenge bei Sommerweizen. Schweiz. landw. Forschung 9, 361—379.
- FURRER, O. J. und W. STAUFFER, 1978: Einfluß von Drillweite, Saatmenge, N-Düngung und CCC-Anwendung bei Winterweizen (*Triticum aestivum* L.) und Korn (*Triticum Spelta* L.). Schweiz. landw. Forschung 17, 29—34.
- GEHLEN, W., 1973: Experimentelle Untersuchungen des Einflusses von Nährlösungen unterschiedlicher Konzentration auf das Verhalten der Keimwurzeln von Weizensorten. Dipl.-Arbeit, Bonn.
- GERM, H., 1966: Qualitätsprobleme beim Saatgut. Der Förderungsdienst 14, 43—48.
- GRAHL, A., 1982: Saatgutbeizung bei Getreide. „Wintertagung 1982“ der Österreichischen Gesellschaft für Land- und Forstwirtschaftspolitik, Wien, 97—108.
- HEEGE, H. und G. MÜLLE, 1977: Technik bei der Aussaat von Getreide. Neuzeitliche Bestelltechnik, KTBL-Schrift 212, 88—100.
- HEINTZE, R., 1984: Beizung des Saatgetreides — wichtiger Grundstein für eine gute Ernte. Chemie und Technik in der Landw. 35, 4.
- HEITEFUSS, R., 1975: Pflanzenschutz, Grundlagen der praktischen Phytomedizin. Georg Thieme Verlag, Stuttgart.
- HEYLAND, K.-U., 1976: Sind Saatgutwechsel und Saatgutvermehrung im Getreide ertragssteigernd? Landwirtschaftliche Zeitschrift 143, 618—619.
- HEYLAND, K.-U., 1983: Produktionsverfahren im Getreidebau mit Zukunft. XII Landwirtschaftliche Fachgespräche in: Z-Saatgut setzt sich durch. Herausgeber: Gemeinschaftsfonds Saatgetreide, 59—87.
- HEYLAND, K.-U., 1984: Pflanzenbauliche Möglichkeiten zur Beeinflussung der Saatgutqualität bei Getreide. Bericht über die Arbeitstagung 1984 der Arbeitsgemeinschaft der Saatzuchtleiter, Gumpenstein, 129—142.
- KERSTING, E., 1982: Unkrautbekämpfung bei Getreide-Einzelkornsaat. DLG Mitt. 97, 245—246.
- KLAPP, E., 1967: Lehrbuch des Acker- und Pflanzenbaues. Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg, 6. Auflage.
- KNAPP, R., 1962: Wirkungen von Behandlungen mit Gibberellinen auf die Entwicklung von Pflanzen. Angewandte Botanik 36, 221—258.
- KOHSIEK, H., 1984: Getreidebeizung — heute und in der Zukunft. DLG Mitt. 99, 942—943.
- KOHSIEK, H. und H. EHLE, 1982: Getreidebeizung ohne Quecksilber. Gesunde Pflanzen 34, 235—242.
- KREMER-SCHILLINGS, W. et al., 1985: Abavit Trockenhaftbeize — Ein neuer Weg in der Beiztechnik. Gesunde Pflanzen 37, 362—365.
- KRUG, H., 1969: Der somatische Saatgutwert. Die Bodenkultur 20, 50—64.
- LEH, H.-O., 1958: Versuche über die Wirkung von Gibberellinsäure auf einige Kulturpflanzen. Z. Pflanzenernährung, Bodenkunde 83, 234—244.
- LINSS, H., 1984: Versuche über das Keimverhalten von geschädigtem Gerstensaatzgut nach Behandlung mit Beizmitteln. Gesunde Pflanzen 36, 204—207.
- MALLACH, J., 1929: Untersuchungen über die Bedeutung von Korngröße und Einzelkorngewicht beim Saatgut. Diss. Hamburg (Math.-Naturwiss. Fak.). In: Wiss. Archiv für Landwirtschaft, Abt. A., Bd. 2, 219—295.
- PIEPER, H., 1952: Das Saatgut. Paul Parey Verlag, 2. Auflage.
- PRILLWITZ, H.-G., 1982: Biologische und wirtschaftliche Aspekte zum Einsatz von quecksilberfreien Beizmitteln. Die Bodenkultur 33, 164—171.
- SAUCHEZ, J., 1984: Anmerkungen zur Rapsinkrustierung. Raps 2, 136—137.
- SCHEER, M., 1983: Die Saat als Mittel zur Optimierung inner- und zwischenpflanzlicher Konkurrenzverhältnisse bei Winterweizen und Möglichkeiten der Regulation durch Pflanzenschutz und N-Düngung. Diss. Bonn (Inst. für Pflanzenbau).
- STEINER, A. M., 1980: Aktuelle Probleme der Keimfähigkeits- und Triebkraftuntersuchung bei Körnerfrüchten. Niederschrift über die 34. Sitzung des DLG-Ausschusses für landw. Saatguterzeugung in Wiesbaden.
- TRÄGNER-BORN, J. und T. VAN DEN BOOM, 1978: Über Ergebnisse von Freilandversuchen mit Baytan einem neuen systemischen Getreidebeizmittel. Pflanzenschutz Nachrichten Bayer 31, 1, 25—38.
- TUCHLENSKI, H., 1983: Auch Sommergetreide beizen — Schutz von außen und innen. Chemie und Technik in der Landw. 34, 2, 32—34.

- WIESER, F., 1982: Neuzeitliche Verfahren der Saatgutbehandlung, Pillierung und Inkrustierung. *Die Bodenkultur* 33, 118—139.
- WIESER, F., 1983 a: Die Saatgutinkrustierung — eine neue Entwicklung in der Saatgutvorbehandlung. „Wintertagung 1983“ der Österreichischen Gesellschaft für Land- und Forstwirtschaftspolitik, Wien, 163—178.
- WIESER, F., 1983 b: Die Sameninkrustierung im Dienste des Umweltschutzes. *Praktische Landtechnik* 12, 389—391.
- ZWEIFLER, E., 1955: Winterroggen-Saatstärkenversuch mit drei Reihenweiten im Trockengebiet. *Jahrb. d. Bundesanst. f. Pflanzenbau u. Samenprüfung in Wien*.

(Manuskript eingelangt am 26. November 1990, angenommen am 12. Dezember 1991)

Anschrift der Verfasser:

Prof. Dr. Klaus-Ulrich HEYLAND und Dr. M.-E. MEER-ROHBECK, Institut für Pflanzenbau der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, Lehrstuhl für Speziellen Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Katzenburgweg 5, D-5300 Bonn 1