

Brauweizenbericht Sachsen

**Sorteneignung, Anbauggebiete, Anbaubedingungen
in Sachsen**

**Heft 4
3. Jahrgang 1998
der Schriftenreihe der
Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft**

Impressum

Herausgeber: Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL)
August-Böckstiegel-Straße 1
01326 Dresden

Redaktion: Burkhard Zscheischler
LfL, Präsidium

Redaktionsschluß: Juli 1998

Auflage: 300

Druck: Sächsisches Digitaldruck-Zentrum Dresden

Bezug: LfL
Telefon: (03 51) 26 12-0
Fax: (03 51) 26 12-1 53

Verteilerhinweis:

Diese Informationsschrift wird von der Sächsischen Staatsregierung im Rahmen ihrer verfassungsmäßigen Verpflichtung zur Unterrichtung der Öffentlichkeit herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von Kandidaten oder Helfern während eines Wahlkampfes zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für alle Wahlen. Mißbräuchlich ist insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist auch die Weitergabe an Dritte zur Verwendung bei der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die vorliegende Druckschrift nicht so verwendet werden, daß dies als Parteinahme der Herausgeber zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte. Diese Beschränkungen gelten unabhängig vom Vertriebsweg, also unabhängig davon, auf welchem Wege und in welcher Anzahl diese Informationsschrift dem Empfänger zugegangen ist. Erlaubt ist es jedoch den Parteien, diese Informationsschrift zur Unterrichtung ihrer Mitglieder zu verwenden. Alle Rechte, auch die der Übersetzung sowie des Nachdruckes und jede Art der photomechanischen Wiedergabe, auch auszugsweise, bleiben vorbehalten. Rechtsansprüche sind aus dem vorliegenden Material nicht ableitbar.

Loggen Sie sich ein:



SachsenOnline

<http://www.sachsen.de>

... der Freistaat Sachsen im Internet

Dr. Werner H. Baier, Dr. Günther Beese, Eva Roick
Dr. habil. Erhard Albert, Dr. Christine Gebhart
Dr. Horst Zimmermann

Brauweizenbericht

Sorteneignung, Anbauggebiete, Anbaubedingungen in Sachsen

Ergebnisse eines Forschungsauftrags des
Staatsministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten
1995 - 1997

Inhaltsverzeichnis		Seite
	Verzeichnis der verwendeten Abkürzungen	4
1.	Zielstellung	5
2.	Wissensstand	5
3.	Material und Methoden	6
3.1.	Sortenprüfung und Standorteignung (Ertrag, Malz- und Brauqualität)	6
3.2.	Stickstoff-Düngung	7
3.3.	Fusariumbefall	9
3.4.	Versuchsauswertung	10
3.5.	Versuchsbedingungen	10
3.5.1.	Witterung und Wachstum	10
3.5.2.	Standortbedingungen	11
4.	Ergebnisse und Diskussion	15
4.1.	Sorteneignung	15
4.1.1.	Ertrag, Rohproteingehalt, Kornqualität	15
4.1.2.	Malz- und Brauqualität	16
4.2.	Stickstoff-Düngung	21
4.2.1.	Stickstoff-Düngungsempfehlung	21
4.2.2.	Prognose des Rohproteingehalts	22
4.3.	Fusarium-Untersuchungen	26
4.3.1.	Fusariumbefall	26
4.3.2.	Fusariumbekämpfung	32
5.	Wirtschaftliche Betrachtung	35
6.	Schlußfolgerungen	37
6.1.	Schlußfolgerungen für die landwirtschaftliche Praxis in Sachsen	37
6.2.	Schlußfolgerungen für weitere Untersuchungen und wissenschaftliche Begleitung	39
7.	Zusammenfassung	39
	Literaturverzeichnis	41
	Verzeichnis der Tabellen und Abbildungen	43
	Anhang	47

Verzeichnis der verwendeten Abkürzungen

AZ		Ackerzahl
BBCH		Skala der einheitlichen Codierung der phänologischen Entwicklungsstadien mono- und dikotyler Pflanzen
BEFU		Beratungsprogramm in Sachsen zur N-, P-, K-, Mg- und Ca-Düngung
BM		Bestimmtheitsmaß
Bodenart	L	Lehm
	sL	sandiger Lehm
Chloro		Chlorophyll-Meßwert
CYD 34401 F		Fungizid von CYANAMID, Wirkstoff Methconazol, Zulassung steht bevor
DON		Deoxynivalenol, ein von Fusarium gebildetes Toxin
ELG		Eiweißlösungsgrad = Kolbachzahl
ELISA		Enzyme Linked Immunosorbent Assay
EVG		Endvergärungsgrad
GD		Grenzdifferenz
LSV		Landessortenversuch
MQI		Malzqualitätsindex
N		Stickstoff
	N _{min}	mineralischer Stickstoff im Boden
	N _{total}	Gesamtstickstoff in der Trockensubstanz der Pflanze
NS		Niederschlag
NST		Nitrat-Schnell-Test
NstE		Natürliche Standorteinheit
	Lö	Lößboden
	V	Gesteins- und Verwitterungsboden
RP		Rohprotein
TKM		Tausendkornmasse
TS		Trockensubstanz
UL		Förderprogramm "Umweltgerechte Landwirtschaft" (UL)
	ZF I	Zusatzförderung innerhalb UL mit 20 %iger Reduzierung der N-Düngung und Einsatzverbot für Wachstumsregulatoren
VA		Varianzanalyse
VZ 45		Verzuckerungsgrad bei 45°C
ZADI		Zentralstelle für Agrardokumentation und -information

1. Zielstellung

Die Landwirtschaft in Sachsen braucht Alternativen, um dem Druck des Marktes auf die Preise herkömmlicher Produkte durch neue Absatzwege zu begegnen. Eine Alternative zur Marktfrucht Weizen für die sächsische Region ist der Brauweizenanbau, da in Deutschland, hauptsächlich in Bayern, ein ständig steigender Bedarf an braufähigem Weizen (gegenwärtig ca. 120.000 t pro Jahr) vorhanden ist. Dieser Bedarf wird nach Angaben der bayrischen Mälzer gegenwärtig zu etwa 75 % aus Frankreich gedeckt, der Rest durch Zufallskäufe von Partien mit niedrigem Rohproteingehalt aus den Lägern der Intervention oder aus Backweizenpartien des Getreidehandels mit unzureichendem Rohproteingehalt. Die sächsische Landwirtschaft ist aufgrund ihrer Struktur (Betriebs-, Schlaggröße) und der Anbaubedingungen (v.a. Witterung) in der Lage, einen Teil des Brauweizenmarktes zu bedienen. Aufgrund der Initiative des Braugerstenvereins Nord-Ost wurden bereits seit 1993 Brauweizenpartien aus sächsischen Herkünften nach Bayern geliefert. Dabei stieg der Absatz von 4 000 t 1993 (ZIMMERMANN, 1994) auf 10 000 t 1995. Nachdem 1996 Absatzschwierigkeiten aufgrund erhöhten Fusariumbefalls auftraten, lag der Absatz aus sächsischem Anbau 1997 bei 7 000 t.

Ziel des vorliegenden Projektes ist es, spezielle Anbauempfehlungen für Brauweizen in Sachsen zu erarbeiten. In einem 3jährigen Untersuchungsprogramm wurden geeignete Brauweizensorten ermittelt, gezielte Anbauverfahren getestet, der territorial und sortenabhängig unterschiedliche Fusarium-Infektionsdruck analysiert und die Möglichkeiten der Fusariumbekämpfung geprüft sowie geeignete Anbaugebiete für Brauweizen in Sachsen untersucht.

Voraussetzung für die Vermarktung von Weizen als Braugetreide sind folgende Parameter:

- geringer Rohproteingehalt im Korn,
- hohes Ertragspotential der Sorte,
- gute Malz- und Brauqualitätseigenschaften,
- geringer Fusariumbesatz am Korn.

2. Wissensstand

Der sächsische "Verein zur Förderung des Braugerstenanbaues Nord-Ost e.V." analysiert seit einigen Jahren den deutschen Braugerstenmarkt. Dabei ist festzustellen, daß für Braugerste ein seit Jahrzehnten funktionierendes System des Anbaus, der Erfassung und der Vermarktung besteht, während Brauweizen in der deutschen Landwirtschaft nur als Zufallsprodukt in Erscheinung tritt. Einen gezielten Anbau von Brauweizen gibt es in Bayern oder in anderen deutschen Bundesländern bisher nicht. Unter diesen Umständen hat man sich in Deutschland bisher nur vereinzelt mit der qualitativen Eignung von Weizensorten für Mälzer- und Brauereien befaßt. Einziges Kriterium in der Vergangenheit war bis vor wenigen Jahren nur der niedrige Rohproteingehalt. Auch bei dem aus Frankreich für Brauzwecke gekauften Weizen spielte die genetisch bedingte Qualität der Sorte offensichtlich keine Rolle. Zumindest konnte keiner der befragten Mälzer dazu eine Angabe machen.

Auch im Lehrbuch "Technologie der Brauer und Mälzer" von 1994 steht: "Im Gegensatz zur Braugerste gibt es noch keine ausgesprochenen Brauweizensorten". Die einzige Sortenfrage, die seit einigen Jahren in die Diskussion und Markterwägung kommt, ist die differenzierte Anfälligkeit der Sorten gegen *Fusarium culmorum* und *Fusarium graminearum*, weil diesen beiden Spezies der Ährenkrankheit - zwar noch nicht sicher bewiesen - eine hohe Relevanz für das Auftreten des Gushing (Überschäumen des Bieres aus der Flasche) beigemessen wird. Außerdem können Fusarien Toxine bilden, die mit heutigen Untersuchungsmethoden noch im fertigen Bier nachgewiesen werden können. Es zeichnen sich einige wenige Sorten (Atlantis und Greif) mit guter Brauqualität und guter Resistenz gegen *Fusarium* ab (BERNER, 1996). Bereits 1992 wurden am Lehrstuhl für Technologie der Brauerei I in Weihenstephan 60 Weizenmuster hinsichtlich ihrer Brauqualität und ihrer Fusariumanfälligkeit analysiert, wobei die Sorten Konsul, Kanzler, Amigo und Claudius, die heute keine Anbaubedeutung mehr haben, sehr gute Resultate erzielten (SACHER, NARZISS, 1992).

Um zur Bearbeitung des Brauweizenthemas weitere aktuelle Erkenntnisse heranzuziehen, wurden zwei Literaturrecherchen über ZADI angefertigt. Von etwa 20 neueren Beiträgen zum Thema Brauweizen, enthielten nur fünf Zitate, darunter die oben genannten, Bezugspunkte zu Brauweizensorten bzw. zum Brauweizenanbau. Zum Teilgebiet der Stickstoff-Düngung ergab die Literatur neben allgemeinen Aussagen, wie: "eine verhaltene Stickstoff-Düngung und ein Verzicht auf die Stickstoff-Spättdüngung" (HÄUSSLER, 1985) für den Brauweizenanbau keine konkrete Düngungsempfehlung. Zahlreiche Beiträge widmen sich den Ährenfusarien bei Weizen. Die ca. 200 recherchierten Artikel befassen sich hauptsächlich mit der Selektion und Züchtung resistenter Sorten und in geringem Umfang mit der Fusariumbekämpfung. Eine Übertragung dieser Erkenntnisse auf sächsische Anbaubereiche ist wegen anderer klimatischer Bedingungen als Voraussetzung für eine Fusarium-Infektion und anderer Weizensorten nur bedingt möglich. Die in Deutschland hauptsächlich in Bayern erfolgten Arbeiten zum Thema Ährenfusarium bei Weizen, dargestellt vor allem in Literaturbeiträgen von OBST, sind in

die Diskussion des Teilgebietes Fusarium im Abschnitt 4.3 einbezogen.

Wenn der Brauweizenanbau in Sachsen eine Alternative für die Landwirtschaft bieten soll, ist eine Bearbeitung des Themas unter sächsischen Bedingungen erforderlich. Das Studium der Literatur ergibt keine konkreten Hinweise für den Brauweizenanbau in Sachsen. Die in diesem Bericht nunmehr vorliegenden dreijährigen Ergebnisse lassen die im Abschnitt 6 genannten Schlußfolgerungen zu.

3. Material und Methoden

Im Rahmen des Brauweizenprojekts erfolgten dreijährige Versuche zu den folgenden Schwerpunkten:

- Prüfung der Sorten- und Standorteignung
- Untersuchungen zur Stickstoff-Düngung
- Untersuchungen zum Fusariumbefall

3.1. Prüfung der Sorten- und Standorteignung (Ertrag, Malz- und Brauqualität)

In einer Brauweizenprüfung wurden 1995, 1996 und 1997 an vier Versuchsstandorten je 12 Winterweizensorten getestet (siehe Tab. 1).

Tabelle 1: Versuchsstandorte und Sorten mit Qualitätseinstufungen

	1995	1996	1997
Brauweizenversuche			
Versuchsorte	Nossen Salbitz Forchheim Oberwiera	Nossen Salbitz Forchheim	Nossen Salbitz Forchheim Christgrün
Sorten	Borenos (A8) Zentos (A8) Tambor (A7) Tarso (A7) Ibis (A6) Batis (A6) Orestis (B5) Mikon (A7) Konsul (A6) Atlantis (B5) Ritmo (B5) Contra (B4)	Borenos (E) Zentos (E) Tambor (A) Tarso (A) Ibis (A) Batis (A) Moldau (A) Mikon (B) Konsul (B) Atlantis (B) Piko (B) Estica (B)	Borenos (E) Zentos (E) Tambor (A) Tarso (A) Batis (A) Mikon (B) Atlantis (B) Estica (B) Bold (B) Trakos (B) Thesee EU Vivant EU
Landessortenversuche			
Versuchsorte	Pommritz Havn	siehe Brauweizenversuche	siehe Brauweizenversuche
Sorten	Brauweizensorten (s o) Aron (E) Moldau (A) Piko (B) Estica (B)	Fhi (A) Bandit (A) Dakota (B) Longos (B) Flair (B)	Flair (B)

Tabelle 2: Versuchsstandorte für Malz- und Brauqualitätsuntersuchungen

	1995	1996	1997
Versuchsorte	Oberwiera Pommritz Hayn	Nossen Salbitz	Nossen Salbitz Forchheim Christgrün

Die Sortenwahl orientierte sich am Sortiment der Landessortenversuche (LSV), wobei Sorten mit genetisch bedingt geringem Rohproteingehalt sowie von Mälzern und Brauern bevorzugte Sorten in die Brauweizenprüfungen aufgenommen wurden. Ein Kernsortiment blieb alle drei Versuchsjahre erhalten, während bei Sorten mit gesichert ungünstigen Eigenschaften ein Austausch erfolgte. Die Prüfung des Brauweizensortiments fand mit verschiedenen N-Düngungsstufen statt.

In den Versuchen erfolgten Bonituren zum Entwicklungsstand und Krankheitsbefall der Sorten während der Vegetation und Ertragsfeststellungen einschließlich Tausendkorngewicht, Siebsortierung, Hektolitergewicht und Rohproteingehalt nach der Ernte.

Tabelle 2 zeigt die Versuchsstandorte, die für Malz- und Brauqualitätsuntersuchungen genutzt wurden. Dabei richtete sich die Auswahl nach dem durchschnittlichen Rohproteingehalt. Im Jahr 1995 waren nur an den Standorten Oberwiera, Pommritz und Hayn die Voraussetzungen für eine gute Brauqualität gegeben. Die Malz- und Brauanalysen der Weizenproben erfolgten parallel in drei Laboreinrichtungen:

- Landwirtschaftliche Untersuchungs- und Forschungsanstalt des Landes Sachsen-Anhalt, Außenstelle Halberstadt
- Lehrstuhl für Technologie der Brauerei I in Weihenstephan
- Versuchs- und Lehranstalt für Brauerei Berlin.

3.2. Untersuchungen zur N-Düngung

Das Brauweizensortiment wurde zur Ermittlung eines geeigneten, auf niedrige Rohproteingehalte orientierten Düngungsregimes in verschiedenen N-Düngungsstufen geprüft:

1995:

Stufe I = Brauweizenstufe

1. N-Gabe (ortsüblich, n. N_{\min} und BEFU)
2. N-Gabe reduziert (um 20 bis 30 % gegenüber LSV)
3. N-Gabe entfällt

Stufe II = LSV-Stufe

- 3 N-Gaben, ortsübliche Düngung (d.h. 1. N-Gabe n. N_{\min} und BEFU, 2. und 3. N-Gabe nach Nitrat-Schnell-Test)

Um den Einfluß der N-Düngung auf die Ertrag und Qualität besser untersuchen zu können, wurden ab 1996 vier N-Stufen geprüft.

1996/97:

Stufe I ohne Düngung

Stufe II nur 1. N-Gabe (ortsüblich, n. N_{\min} und BEFU)

Stufe III 1. N-Gabe (ortsüblich, n. N_{\min} und BEFU)

2. N-Gabe reduziert (um 20 kg zu LSV)
3. N-Gabe entfällt

Stufe IV 3 N-Gaben, ortsüblich entsprechend LSV (d.h. 1. N-Gabe nach N_{\min} und BEFU,

2. und 3. N-Gabe nach Nitrat-Schnelltest)

In diesen Versuchen erfolgten Untersuchungen zu den Beziehungen zwischen N-Düngung, N-Gehalt in der Pflanze und Rohproteingehalt zum Erntezeitpunkt. Für die Bestimmung der N-Gehalte der Pflanzen im Feldbestand wurden die folgenden Methoden genutzt:

Tabelle 3: N-Stufen der Stickstoff-Steigerungsversuche in Nauhain und Niederschöna

N-Stufe:	N-Düngung	Bemerkung
I	Ohne	
II	N-Gabe betriebsüblich minus 25%	in 2 Teilgaben
III	N-Gabe betriebsüblich (Basis)	in 2 Teilgaben
IV	N-Gabe betriebsüblich plus 25%	in 2 Teilgaben
V	N-Gabe betriebsüblich plus 50%	in 3 Teilgaben
VI	N-Gabe nach operativen N-Bemessungsmethoden (1. Gabe nach BEFU, 2. und 3. Gabe nach Nitrat-Schnell-Test)	in 3 Teilgaben

Nitrat-Schnell-Test: Mit einer Nitrat-Zange wird aus etwa zehn Halmbasisstücken Pflanzensaft gepreßt. Die darin getauchten Nitrat-Teststreifen zeigen je nach Nitratgehalt eine Farbänderung an, die mit dem Nitratecheck-Gerät in ppm Nitrat quantifiziert werden kann.

Chlorophyllwertmessung: Der Chlorophyllgehalt von Blättern wird mit dem Hydro-N-Tester bestimmt. Die Messung erfolgt auf dem Feld an mindestens 30 vollentwickelten jüngsten Weizenblättern in der Mitte (Quer- und Längsrichtung) des Blattes. Nach 30 Einzelmessungen zeigt das Gerät den Mittelwert an, der unter Einbeziehung von Sortenkorrekturfaktoren Auskunft über den N-Versorgungsgrad der Pflanzen gibt.

N_{total}-Bestimmungen: Mit einer Pflanzenanalyse wird nach Trocknen und Mahlen der Weizenpflanzen der Stickstoffgehalt in % der Trockenmasse in Standardmethode ermittelt.

Nach methodischen Voruntersuchungen 1995 erfolgten in den Versuchsjahren 1996 und 1997 in Nossen und Salbitz in allen vier Düngungsstufen (I bis IV) umfangreiche Einzelpflanzenuntersuchungen bei den Sorten Zentos, Tambor und Mikon. Dabei wurden N-Bestimmungen zu den Entwicklungszeitpunkten BBCH 30/31 (Beginn des Schossens/1-Knoten-Stadium) und BBCH 55/60 (Ährenschieben) durchgeführt. Zum Termin BBCH 55 wurden je Sorte und N-Stufe 30 ährentragende Halme etikettiert, um Stickstoffmessungen im Bestand und Rohprotein-Bestimmungen nach der Ernte von den gleichen Pflanzen zu ermöglichen. Die Bestimmung der Rohproteingehalte der Körner erfolgte im Fachbereich Landwirtschaftliche Untersuchungen der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft.

In das Untersuchungsprogramm wurden außerdem zwei N-Steigerungsversuche, die auf den Praxisstandorten Nauhain und Niederschöna 1996 und 1997 mit den in Tabelle 3 dargestellten N-Stufen erfolgten, einbezogen.

3.3. Fusariumbefall

Fusariumbefall an Weizen hat gravierende Auswirkungen auf die Verarbeitungseigenschaften. So gibt es eine Reihe Angaben zur Verschlechterung der Back- und Mahleigenschaften (BOCKMANN, 1964; ZWAATZ, 1975; u.a.).

Bei Braugetreide wird der Fusariumgehalt des Erntegutes für die Gushingbildung des Bieres verantwortlich gemacht. Im weiteren sind die beiden Arten *F. graminearum* und *F. culmorum* als Mykotoxinbildner bekannt. Da die Mykotoxine ohne Mengenverluste die Verarbeitungsschritte überstehen, muß von vornherein eine Belastung des Erntegutes ausgeschlossen werden. Derzeit sind in Deutschland noch keine Grenzwerte für Toxine von Schimmelpilzen festgelegt. Die Diskussion verschärft sich aber. Die Deutsche Brauwirtschaft will diesen Forderungen offensiv entgegenreten (BOSCH u.a., 1994). Deshalb wird in Sachsen dem Fusariumbefall und seiner evtl. Bekämpfung große Bedeutung beigegeben.

Das Untersuchungsspektrum umfaßte die in Tabelle 4 dargestellten Standorte. Außerdem erfolgten Fusariumbestimmungen bei speziellen Fusariumbekämpfungsversuchen (siehe Tabelle 5).

Im Fusariumbekämpfungsversuch am Standort Dresden Stübelallee wurde die Sorte Borenos mit *F. graminearum* und *F. culmorum* künst-

lich infiziert. Das Inokulum von *F. graminearum* wurde im zeitigen Frühjahr in einer Aufwandmenge von 3 g/m² ausgestreut. Von *F. culmorum* wurde eine Sporensuspension von 0,245 Mio. Sporen/ml (Aufwandmenge 46 ml/m²) zum Zeitpunkt BBCH 65 (etwa 50 % der Blüte) gespritzt.

Die Einschätzung des Fusariumbefalls wird von den Autoren sehr unterschiedlich gehandhabt. In Tabelle 6 sind die im Rahmen des vorliegenden Brauweizenprojektes in allen drei Versuchsjahren eingesetzten Methoden aufgeführt.

Tabelle 4: Versuchsstandorte der Fusarium-Untersuchungen in den einzelnen Versuchsjahren

	1995	1996	1997
LSV Winterweizen (Stufe mit und ohne Fungizid)	Pommritz Roda	Nossen Salbitz Pommritz Roda Forchheim Christgrün	Nossen Salbitz Pommritz Roda Forchheim Christgrün
Brauweizenversuche (Stufe mit Fungizid, reduziert N)	Nossen Salbitz Forchheim Oberwiera	Nossen Salbitz Forchheim	Nossen Salbitz Forchheim Christgrün
Praxisstandorte	Proben verschiedener sächsischer Landwirtschaftsbetriebe		

Tabelle 5: Fusariumbekämpfungsversuche

	1995		1996		1997	
Versuchsorte	Salbitz - natürliche Fusarium-Infektion (Sorten Borenos und Tambor) Dresden - künstliche Fusarium-Infektion (Sorte Borenos)					
	l/ha		l/ha		l/ha	
Kontrolle	unbehandelt		unbehandelt		unbehandelt	
Fungizide (Anwendung vor Infektion, BBCH 61)	Folicur	1,0	Folicur	1,0	Folicur	1,0
	Opus Top	1,5	Opus Top	1,5	Opus Top	1,5
	Taspa	0,5	Taspa	0,5	Taspa	0,5
	Tiptor	1,0	Tiptor	1,0	Tiptor	1,0
	Matador *)	1,0	Matador *)	1,0	Matador *)	1,0
	Radam 30 *)	4,0	CYD 34401 F *)	1,5	CYD 34401 F *)	1,5
Fungizide (Anwendung nach Infektion, BBCH 65-69)	Folicur	1,0	Folicur	1,0	Folicur	1,0
	Opus Top	1,5	Opus Top	1,5	Opus Top	1,5
	Taspa	0,5	Taspa	0,5	Taspa	0,5
	Tiptor	1,0	Tiptor	1,0	Tiptor	1,0
	Matador *)	1,0	Matador *)	1,0	Matador *)	1,0
	Radam 30 *)	4,0	CYD 34401 F *)	1,5	CYD 34401 F *)	1,5

*) nicht in Dresden (künstliche Infektion) geprüft

Tabelle 6: Fusarium-Bestimmungsmethoden und deren Einsatz

Merkmal	LSV / Brauweizenversuche	Bekämpfungsversuche	Praxisproben
Anzahl der befallenen Ähren in % je Parzelle	Feldbonitur jährlich einmal zu BBCH 75 - 83 (Milchreife)	Feldbonitur, je Jahr wöchentlich von BBCH 65 bis 85 (Blüte - Teigreife)	
Taubährigkeit in % je befallene Ähre	Feldbonitur jährlich einmal zu BBCH 75 – 83 (Milchreife)	Feldbonitur, je Jahr wöchentlich von BBCH 65 bis 85 (Blüte - Teigreife)	
Visuelle Boniturnote des Fusariumbefalls	Feldbonitur jährlich einmal zu BBCH 75 – 83 (Milchreife)	Feldbonitur jährlich einmal zu BBCH 75 - 83 (Milchreife)	
Anzahl "Rote Körner" nach "Mälzertest" (siehe Anhang, Abb. 21)	Laboruntersuchung im Erntegut 1996 u. 1997 je einmal bei LSV und monatlich (von Okt. bis Feb.) bei Brauweizenvers.		
Anzahl der Fusariumsporen, getrennt nach Fus.arten (Plattengußverfahren nach BECK, siehe Anhang, Abb. 22)	Laboruntersuchung im Erntegut jährlich einmal	Laboruntersuchung im Erntegut jährlich einmal	Laboruntersuchung im Erntegut jährlich einmal
Mycotoxingehalt Screening auf DON (ELISA-Test von BIOPHARM)		Laboruntersuchung im Erntegut 1996 u. 1997 je einmal	Laboruntersuchung im Erntegut 1996 u. 1997 je einmal
Gushing-Tests			Laboruntersuchung im Erntegut 1997 einmal
Fusariumproteineinheiten (ELISA Bestimmung an der Universität Göttingen)	Laboruntersuchung im Erntegut 1997 einmal in Salbitz	Laboruntersuchung im Erntegut 1997 einmal in Salbitz	

3.4. Versuchsauswertung

Der vorliegende Bericht umfaßt zwei- bzw. dreijährige Ergebnisse der Projektschwerpunkte aus dem Untersuchungszeitraum 1995 - 1997. Einjährige Versuchsergebnisse, dargestellt im Anhang und in den vorangegangenen Zwischenberichten, dienen lediglich zur Orientierung da diese Prüfungen nicht mehrjährig erfolgten. Zur Auswertung der Ergebnisse wurden statistische Methoden (Varianzanalyse, Regressionsanalyse) und das Datenerfas-

sungs- und Auswertungsprogramm EFDAS genutzt.

3.5. Versuchsbedingungen

3.5.1. Witterung und Wachstum

1995: Überdurchschnittliche Temperaturen im November und Dezember 1994 ermöglichten, nach einem etwas zögernden Aufgang des Weizens im Oktober, eine recht gute Vorwinterentwicklung. Aufgrund des milden Winters wurden nirgends Auswinterungsschäden festgestellt. Durch die lange Bestockungsphase

entwickelten sich hohe Bestandesdichten. Die kalte und niederschlagsreiche Witterung bis Mitte Juni führte zu einer starken Beanspruchung der Standfestigkeit und damit bei anfälligen Sorten (Borenos) zu Lager. Während der naßkalten Witterung entwickelten sich Mehltau und Blattseptoria, im Erzgebirge (Forchheim) außerdem sehr stark Fußkrankheiten. Ährenfusariosen blieben witterungsbedingt gering. Extreme Hitze mit Gewitterschauern im Juli verstärkte das Lager z. T. erheblich (Nossen). Die schnelle Abreife führte auf LÖ- und V-Standorten zu mäßigen Erträgen, niedriger TKM und hohen RP-Gehalten.

1996: Die Witterung im Anbaujahr 1995/96 war gekennzeichnet durch eine langanhaltende Frostperiode von Anfang November bis März, die vor allem in Forchheim zu Auswinterungsschäden führte. Der Vegetationsbeginn erfolgte drei bis vier Wochen zu spät. Durch die feuchtkühle Witterung im Mai konnten dennoch eine gute Bestockung stattfinden und sich mittlere bis hohe Bestandesdichten entwickeln. Aufgrund des feuchten und zu kalten Sommers (siehe Abb. 9 bis 14 im Anhang), kam es zu einer sehr langsamen und späten Abreife (Gelbreife in Forchheim Ende August/Anfang September) bei hohen Erträgen, wodurch der Rohproteingehalt im Mittel unter den Durchschnitt der Jahre gesenkt wurde. Der Krankheitsdruck war allgemein gering, erst mit der verzögerten Reife traten Abreifekankheiten auf. Es entwickelte sich in allen sächsischen Anbaugebieten ein sehr starker Fusariumbefall, der in Forchheim Extremwerte erreichte (s.a. dargestellte Wettersituation im Abschnitt Fusarium-Untersuchungen).

1997: Nach einer optimalen Aussaat und einem zügigen Aufgang im Herbst 1996 gingen die Bestände witterungsbedingt schon zeitig in die Vegetationsruhe. Von Ende November bis Mitte Februar herrschten Temperaturen bis -20°C . Die geschlossene Schneedecke verhinderte Auswinterungsschäden, schwächte aber die Bestände in Forchheim und Christgrün. Bei kühler und feuchter Witterung im April entwickelten sich die Bestände langsam, vor allem in Christgrün, wo bis Ende April Frost

herrschte. Höhere Temperaturen im Mai beschleunigten die Pflanzenentwicklung, Trockenheit Ende Juni/Anfang Juli beeinträchtigte die Kornfüllung in Nossen und Forchheim. 1997 trat allgemein mittlerer Befall mit Mehltau, Septoria und Ährenfusarium auf, in Nossen, Forchheim, Christgrün und Roda starker Befall mit Fußkrankheiten. Der Unkrautbewuchs in Christgrün war, aufgrund eines dünnen und kurzen Pflanzenbestandes auf steinigem Boden, erhöht.

Graphische Darstellungen der Temperaturhöhen und Niederschlagsmengen während der Vegetationsperioden der drei Versuchsjahre befinden sich im Anhang (Abb. 9 bis 14). Darin werden die geringen Temperaturen und hohen Niederschläge Anfang Juli 1996 verdeutlicht, die wesentlichen Einfluß auf die Versuchsergebnisse hatten.

3.5.2. Standortbedingungen

Die Versuche erfolgten auf den in Tabelle 7 beschriebenen Standorten, die repräsentativ sind für sächsische Anbaugebiete. Tabelle 8 zeigt die Fruchtfolgegestaltung, wobei die Stellung des Brauweizens nach Weizen 1997 in Nossen durch erforderlichen Flächenaustausch bedingt war, 1996 jedoch aufgrund der sehr hohen N_{\min} -Gehalte in Salbitz gezielt gewählt wurde.

Aufgrund der unterschiedlichen N_{\min} -Gehalte der einzelnen Standorte zu Vegetationsbeginn, war die N-Düngung der Versuche sehr verschieden (Tabelle 9). So konnte 1996 in Nossen wegen des sehr hohen N_{\min} -Gehalts nur eine niedrige 1. N-Gabe erfolgen und auf die 2. N-Gabe verzichtet werden. Die geplanten vier N-Düngungsstufen wurden deshalb nicht realisiert. Angaben zu Fungiziden und Wachstumsregulatoren im Anhang (Tabellen 31 - 33).

Tabelle 7: Kurzbeschreibung der Versuchsstandorte

Versuchsorte	Kreis	NStE	AZ	Boden	Höhe ü. NN (m)	Jahresdurchschnitt	
						Temp. (°C)	NS (mm)
Brauweizenversuche							
Nossen	Meißen	Lö4	65	L	255	8,1	643
Salbitz	Torgau-Oschatz	Lö3	86	L	126	8,8	596
Forchheim	Mittl. Erzgebirgskr.	V8	33	sL	565	6,5	879
Oberwiera	Chemnitzer Land	Lö5	54	L	273	7,9	578
Christgrün	Vogtlandkreis	V5	35	sL	430	7,4	722
Landessortenversuche							
Roda	Leipziger Land	Lö4	68	L	224	8,6	711
Pommritz	Bautzen	Lö4	61	L-sL	230	8,6	698
Hayn	Sangerhausen (Sn.-Anh)	V5	35-45	L	441	6,5	618

Tabelle 8: Vorfrüchte an den Versuchsstandorten 1995 bis 1997

Versuchsorte	Jahr	1. Vorfrucht	2. Vorfrucht
Brauweizenversuche			
Nossen	1995	Silomais	Wintergerste
	1996	Winterraps	Klee grasgemenge
	1997	Winterweizen	Silomais
Salbitz	1995	Futtererbsen	Winterweizen
	1996	Winterweizen	Zuckerrüben
	1997	Hafer	Futtererbsen
Forchheim	1995	Wintergerste	Klee grasgemenge
	1996	Feldgras	Feldgras
	1997	Weidelgras	Kartoffeln
Oberwiera	1995	Grünmais	Einj. Weidelgras
Christgrün	1997	Klee grasgemenge	Braugerste
Landessortenversuche			
Roda	1995	Hafer	Hafer
	1996	Winterraps	Sommergerste
	1997	Winterraps	Wintergerste
Pommritz	1995	Runkelrüben	Winterweizen
	1996	Hafer	Winterweizen
	1997	Einjähriges Weidelgras	Kartoffeln

Tabelle 9: N-Düngung und N_{min}-Gehalt an den Versuchsstandorten 1995 bis 1997

Versuchsorte			1995	1996	1997
Brauweizenversuche					
Nossen	N _{min}		112	153	45
	N-Düngung	I	-	0	0
		II	-	20	60
		III	40	20	60+20
		IV	40	20+0+40	60+40+40
Salbitz	N _{min}		65	140	41
	N-Düngung	I	-	0	0
		II	-	50	90
		III	50+35	50+20	90+20
		IV	50+50	50+40+40	90+40+40
Forchheim	N _{min}		62	41	54
	N-Düngung	I	-	0	0
		II	-	60	40
		III	45+30	60	40+10
		IV	45+40+40	60+20+30	40+30+40
Oberwiera	N _{min}		70		
	N-Düngung	III	60+26		
		IV	60+40+40		
Christgrün	N _{min}				27
	N-Düngung	I			0
		II			60
		III			60+10
		IV			60+30+50
Landessortenversuche					
Roda	N _{min}		66	96	109
	N-Düngung		50+30+50	40+60	30+30+50
Pommritz	N _{min}		88	76	41
	N-Düngung		30+40+20	40+35+50	60+40+50

Tabelle 10: Kornertrag relativ, Brauweizenversuche 1995 – 1997
Mittel der Sorten und Versuchsorte, N-Düngungsstufe III (red. N)

Jahre	Ertrag relativ zur Bezugsbasis (B)			
	1995	1996	1997	95 - 97
Anz. Vers.	4	3	4	11
Borenos (E) B	91	99	99	96
Zentos (E) B	95	101	103	100
Tambor (A) B	108	100	97	102
Tarso (A) B	101	96	98	98
Ibis (A)	109	96		
Batis (A) B	103	99	108	103
Moldau (A)		97		
Orestis (B)	100			
Mikon (B) B	103	101	96	100
Konsul (B)	92	95		
Atlantis (B) B	99	103	99	100
Ritmo (B)	110			
Piko (B)		99		
Estica (B)		100	110	
Bold (B)			98	
Trakos (B)			100	
Contra (C)	104			
<i>Thesée EU</i>			106	
<i>Vivant EU</i>			112	
Mittel B (dt/ha)	67,1	85,3	68,8	72,7
GD 5 %	6	5	6	4
Mittel der Versuchsorte (dt/ha)				
Nossen	71,9	105,2	69,9	82,3
Salbitz	72,6	87,7	94,0	84,8
Oberwiera	68,4			
Forchheim	55,6	63,0	50,0	56,2
Christgrün			61,4	

4. Ergebnisse und Diskussion

4.1. Sorteneignung

4.1.1. Ertrag, Rohprotein, Kornqualität

Die geprüften Winterweizensorten werden anhand Ertrag und Rohproteingehalt auf ihre Eignung für den Brauweizenanbau dargestellt und diskutiert. Wichtige Voraussetzungen für die Eignung einer Sorte sind ein gutes Ertragsniveau und ein niedriger Rohproteingehalt im Korn. Durch Reduzierung der N-Düngung kann der Rohproteingehalt gesenkt werden, die Erträge der Sorten sollten dabei noch in einem angemessenen Bereich liegen (vgl. Abschnitt 4.2., S. 20). Die Leistungen der Sorten in Ertrag und Rohproteingehalt der N-Düngungsstufe III (reduzierte N-Düngung) enthalten die Tabellen 10 und 11.

Für den Brauweizenanbau bestehen aus der Sortensicht mehrere Möglichkeiten in der Sortenstrategie:

1. Die Sorte besitzt sowohl gute Brau- als auch gute Backqualität (E-, bzw. A-Weizen). Damit wäre bei einem zu hohen Rohproteingehalt, verursacht z. B. durch ungünstige Witterung, der Absatz als Backweizen zu ökonomisch günstigen Bedingungen gewährleistet.
2. Die Sorte besitzt neben guter Brauqualität ein hohes Ertragspotential (B- und C-Weizen). Dadurch bestünden für Betriebe in den nicht für Qualitätsweizenanbau geeigneten Gebieten bzw. für Betriebe mit Zusatzstufe I im Förderprogramm UL günstige Voraussetzungen für eine Alternative zum Qualitätsweizenanbau.

Die Auswahl der jährlich geprüften zwölf Brauweizensorten richtete sich nach dem aktuellen Sortiment und berücksichtigte oben genannte Gesichtspunkte. Wegen dieser Vorauswahl sind im Prüfsortiment hauptsächlich ertragsstarke Sorten enthalten. Nur die Sorte Borenos mit einem relativen Ertrag von 96 % im dreijährigen Mittel ist ertragsschwächer. Diese ältere Sorte (Zulassungsjahr 1987) mit abnehmender Bedeutung für den Backweizenanbau wird jedoch von den Mälzern und Brauern bisher bevorzugt.

Bei den Rohproteinwerten (Tabelle 11) konnten in Düngungsstufe III im Mittel des Kern-

sortiments in den Versuchsjahren 1996 und 1997 die für Brauweizen erforderlichen Gehalte von < 11,5 % ($f = 5,7$) erreicht werden. 1995 lagen die Rohproteinwerte aufgrund mäßiger Erträge und niedriger TKM, bedingt durch die heiße Witterung während der Kornfüllungsphase, allgemein auf einem sehr hohen Niveau. Im Sortenvergleich liegt nur Mikon in allen drei Versuchsjahren unter dem Durchschnitt des Kernsortiments. Die Sorten Zentos, Batis, Atlantis und Estica zeigen vergleichbar niedrige RP-Gehalte in zwei Versuchsjahren. Damit kommt zum Ausdruck, daß bei diesen Sorten ein etwas geringerer Rohproteingehalt genetisch determiniert und damit eine wichtige Voraussetzung für die Eignung als Brauweizen gegeben ist. Für die Sorte Tarso konnte im dreijährigen Mittel ein signifikant höherer Rohproteingehalt nachgewiesen werden, wodurch sie aus dieser Sicht als Brauweizen weniger geeignet erscheint.

Die Einschätzung der Versuchsstandorte macht deutlich, daß sowohl auf den Lö- als auch auf den V-Standorten niedrige Rohproteingehalte bei gutem Ertragsniveau durch ein geeignetes Düngungsregime zu realisieren sind. Die Standortbedingungen können jedoch in Verbindung mit Jahreseffekten erheblich auf den RP-Gehalt einwirken (z.B. Salbitz 1995, Christgrün 1997). So sind in Abhängigkeit von der Jahreswitterung und den Anbaubedingungen (Vorfrucht, Bodenstickstoff) starke Schwankungen im Rohproteingehalt zu verzeichnen, die vorhandene, genetisch bedingte Sortenunterschiede überlagern.

Allgemein ist erkennbar, daß der Rohproteingehalt bei Winterweizen in wärmeren Anbaugebieten höhere Werte erreicht und sich diese Regionen daher besser für den Anbau Backweizen eignen, während in kühleren, feuchteren Lagen (Vorgebirge, Mittelgebirge) der Rohproteingehalt häufiger in einem niedrigeren Bereich liegt und hier besser den Anforderungen an Brauweizen entspricht. Sortenbedingt werden allgemein nur E-Weizen die höchsten Rohproteingehalte erzielen. A-Weizen nehmen eine Mittelstellung zwischen E- und B-/C-Sorten ein, wobei größere genetisch bedingte Sortenunterschiede erkennbar sind (Tarso, Batis).

**Tabelle 11: Rohproteingehalt (%), Brauweizenversuche 1995 - 1997
Mittel der Sorten und Versuchsorte, N-Düngungsstufe III (red. N)**

			Rohproteingehalt (%), f = 5,7			
Jahre			1995	1996	1997	95 - 97
Anz. Vers.			4	3	4	11
Borenos	(E)	B*)	13,4	11,0	11,3	11,9
Zentos	(E)	B*)	14,0	11,3	10,9	12,1
Tambor	(A)	B*)	13,3	11,7	11,6	12,2
Tarso	(A)	B*)	13,8	11,8	11,9	12,6
Ibis	(A)		13,6	12,3		
Batis	(A)	B*)	13,3	11,8	10,7	11,9
Moldau	(A)			12,0		
Orestis	(B)		12,6			
Mikon	(B)	B*)	12,8	11,2	10,7	11,6
Konsul	(B)		13,6	11,9		
Atlantis	(B)	B*)	13,8	11,0	10,9	12,0
Ritmo	(B)		12,4			
Piko	(B)			12,0		
Estica	(B)			11,1	10,1	
Bold	(B)				10,9	
Trakos	(B)				10,8	
Contra	(C)		13,2			
<i>Thesée EU</i>					10,2	
<i>Vivant EU</i>					10,2	
Mittel B*)			13,5	11,4	11,1	12,1
GD 5 %			0,7	0,8	0,7	0,4
Mittel der Versuchsorte						
Nossen			12,9	12,3	10,0	11,7
Salbitz			15,2	10,6	11,9	12,6
Oberwiera			12,1			
Forchheim			13,7	11,4	9,8	11,6
Christgrün					12,8	

*) B = Bezugsbasis

4.1.2. Malz- und Brauqualität

Die Malz- und Brauqualität einer Sorte wird von mehr als 30 Parametern beeinflusst. Die konkrete Ausprägung der Qualitätsparameter ist teils genetisch determiniert, teils durch die Standort- und Umweltbedingungen der Herkunft des Getreides und durch agronomische Maßnahmen beeinflusst. Die Qualitätsparameter stehen in vielfältigen Wechselwirkungen und können im technologischen Prozeß der Verarbeitung sehr unterschiedlich erwünscht sein. Diese Merkmale nur durch Sortenwahl zusammenzufügen, wird stets schwierig sein; häufig bedarf es noch einer Korrektur durch

das Mälzungsverfahren (SACHER, NARZISS, 1992) um optimale Braumalze zu erzielen.

Im Rahmen des vorliegenden Projekts konnten zur Beurteilung der Sorteneignung nur die wichtigsten Parameter herangezogen werden. Nach Auswertung der Literatur und der mündlichen Absprachen zwischen dem Braugertenverein Nord-Ost und Mälzern bzw. Brauern wurden als wichtigste Qualitätsmerkmale für die Untersuchungen die in Tabelle 12 dargestellten Kriterien festgelegt.

Die Malz- und Brauqualitätsanalysen erfolgten in drei verschiedenen Laboreinrichtungen. Al-

le drei Labors sind auf das Gebiet der Malz- und Brauqualitätsuntersuchungen bei Getreide, insbesondere bei Gerste, spezialisiert, haben jedoch mit Brauweizen unterschiedliche Laborerfahrungen. Nach einer Studie von SCHMIEDER, 1996, ist davon auszugehen, daß zwischen Gerste und Weizen bei vielen Merkmalen keine gravierenden Unterschiede auftreten, daß es aber einige Beziehungen gibt, bei denen Gerste und Weizen im malz- und brautechnologischen Verarbeitungsprozeß deutlich voneinander abweichen. Es handelt sich dabei vor allem um den Weichgrad, die Malzausbeute, die Malzmürbigkeit und den Friabilimeterwert, sowie die Merkmale des Eiweißes, insbesondere die Eiweißlöslichkeit. Diese Merkmale sind artenbedingt und lassen sich durch geeignete technologische Veränderungen angleichen. Bisher wenig standardisierte Verfahren dieser technologischen Angleichung von Gerste und Weizen haben möglicherweise Analyseunterschiede in den einzelnen Labors zur Folge. Um eine höhere Sicherheit und Akzeptanz der Ergebnisse zu erzielen, erfolgten die Analysen des gesamten Brauweizensortiments parallel in den drei autorisierten Labors. Die statistische Auswertung ergab jährlich signifikante Unterschiede zwischen den Laboreinrichtungen. Da diese Unterschiede meist nur in der absoluten Höhe der Analysewerte auftraten und Sortenrelationen gleich blieben, ist eine Mittelbildung über die drei Labors zur Sortenbewertung möglich.

Die Ergebnisse in den folgenden Tabellen sowie die im Anhang enthaltenen Ergebnisse der Einzeljahre resultieren aus der Mittelbildung über Versuchsstandorte und Labors. Tabelle 13 zeigt die dreijährigen Ergebnisse der Malz- und Brauqualität des aus acht Weizensorten bestehenden Kernsortiments. Um übersichtlich alle in Tabelle 13 enthaltenen Merkmale in die Einschätzung der Sorteneignung einzubeziehen, erscheint eine Sortenrangfolge je Merkmal und die Bildung einer Rangsumme je Sorte (Tabelle 14) geeignet. Diese Rangsumme und der sich daraus ergebende Gesamttrank kann zur Charakterisierung der Malz- und Braueignung einer Sorte genutzt

werden. So haben die Sorten Borenos, Tambor, Estica, Zentos, Atlantis und Batis mit den niedrigeren Rangsummen gute Malz- und Brauqualität, während Tarso weniger geeignet ist.

Je nach Sorte ist es dabei unterschiedlich, welche Qualitätsmerkmale den Optimalwerten am besten gerecht werden. Die Sorte Borenos, die mit der geringsten Rangsumme am geeignetsten erscheint, zeigt beim Merkmal Viskosität den günstigsten Wert des Sortiments und liegt bei den anderen Merkmalen im mittleren Wertebereich. Tambor und Estica haben jeweils bei zwei Merkmalen den ersten Rang innerhalb des Kernsortiments, wobei Tambor optimale Werte bei Kolbachzahl und Viskosität erreicht, während Estica bei Eiweiß und VZ 45°C im Sortiment führend ist. Die Entscheidung einer Mälzerei bzw. Brauerei für eine Sorte richtet sich nach den technischen Gegebenheiten und Erfahrungen bei der Verarbeitung. So sind Borenos und Atlantis, die entsprechend der dreijährigen Ergebnisse sehr gute Braueignung besitzen, nach wie vor bei den Mälzern und Brauern sehr gefragt, während die ebenfalls gut geeigneten Sorten wie Tambor, Estica und Zentos sich erst langsam am Markt etablieren. Anhand der Tabelle 14 wird die Sorte Mikon mit der Rangsumme 32 insgesamt als etwas geringer eingeschätzt, obwohl sie bei Endvergärungsgrad und Eiweiß sehr gute Werte zeigt.

Der Einfluß der Versuchsorte auf die Malz- und Brauqualität des Sortiments ist bei einigen Merkmalen signifikant. Aufgrund der unterschiedlichen Versuchsorte in den Einzeljahren können besondere Eignungsgebiete für gute Malz- und Brauqualität nur schwer festgelegt werden. Bei einem Vergleich von Nossen und Salbitz (Tab. 34 bis 40 im Anhang) wird deutlich, daß in Salbitz bei den Merkmalen Extraktgehalt und VZ 45°C und in Nossen beim Merkmal Viskosität die Werte den Optimalbereichen besser entsprechen. Deutlich ungünstigere Ergebnisse bei allen Merkmalen sind am Standort Christgrün (nur 1997) zu verzeichnen.

Tabelle 12: Malz- und Brauqualitätsparameter mit Optimalbereichen

Parameter	Erklärung	Optimalbereich
Eiweiß im Malz	Beeinflußt vor allem Extraktausbeute und Haltbarkeit des Bieres (Trübung)	< 11,5 % bei F = 5,7
Malzextrakt (Fein)	Charakterisiert die vergärbare Substanz des Malzes und damit die mögliche Ausbeute	> 81 % TS
Kolbachzahl (= Eiweißlösungsgrad)	drückt den Anteil des im Mälzungsprozeß durch Enzyme gelösten Eiweißes aus	38 - 41 %, möglichst hoch
Löslicher Stickstoff	ergibt sich aus Rohproteingehalt und Eiweißlösungsgrad, hat Bedeutung für die Hefeernährung und damit für die Geschmacks- und Schaumbildung	700 - 870 mg/100 g Malz, möglichst hoch
VZ 45 (= Verzuckerungsgrad bei 45 °C)	Charakterisiert die Enzymaktivität und beeinflusst damit die Lösungseigenschaften des Malzes	35 - 42 %, möglichst hoch
Endvergärungsgrad	ergibt den Anteil der alkoholischen Ausbeute aus dem Extraktgehalt	>78 %
Viskosität der Würze	Beeinflußt die Filtrierbarkeit des Bieres und die Schaumbildung	< 1,65 mPas

Jahresbedingte Schwankungen treten ebenfalls auf. So wird der Eiweißgehalt im Malz, analog zum Rohproteingehalt im Korn (siehe Abschnitt 4.2., S. 20) von der Jahreswitterung beeinflusst. Stehen in einzelnen Jahren witterungsbedingt nur Partien mit RP-Gehalten über dem Grenzwert von 11,5% ($f = 5,7$) zur Verfügung, werden die Mälzer den Kompromiß der Verarbeitung aufgrund der Kenntnis sonstiger Merkmale trotzdem eingehen.

Um bei der Beurteilung der Malz- und Braueignung zusätzlich zur Sortenrangfolge eine weitere Methode der Qualitätseinschätzung in die Auswertung einzubeziehen, erfolgte die Berechnung des Malzqualitätsindex (MQI) (nach ZABEL u. a., 1995). Dabei werden die Merkmale VZ 45°C, Friabilimeterwert, Extraktgehalt N-frei und Endvergärungsgrad berücksichtigt und nach den Transformationsgleichungen (T) gewichtet:

$$\begin{aligned}
 \text{VZ 45°C} & \quad T = 0,400x - 10,37 \\
 \text{Friabilimeterwert} & \quad T = 0,236x - 9,42 \\
 \text{Extraktgehalt N-frei} & \quad T = 2,586x - 179,9 \\
 \text{Endvergärungsgrad} & \quad T = 0,889x - 66,5 \\
 \text{Retransformation:} & \quad (\text{transformierte Werte} \\
 & \quad \times 0,207) - 1,38 = \text{MQI}
 \end{aligned}$$

Da Analyseergebnisse zum Friabilimeterwert nur aus Halberstadt zur Verfügung standen, liegen den MQI in Tabelle 15 ausschließlich diese Ergebnisse zugrunde.

Tabelle 15 verdeutlicht durch die Gegenüberstellung von MQI und Rangsumme, daß bei der Einschätzung der Sorteneignung zwischen beiden Methoden zur Beurteilung der Malz- und Brauqualität nur geringe Abweichungen auftreten. Sorten mit geringen Rangsummen (21 - 29) konnte auch durch Berechnung der MQI eine gute Malz- und Brauqualität bestätigt werden. Die ungünstigeren Eigenschaften der Sorte Tarso wurden ebenfalls bekräftigt. Nur der Sorte Mikon wird durch den MQI eine bessere Qualität bescheinigt, als bei Beurteilung anhand der Rangsumme.

In die bisherige Diskussion zur Malz- und Brauqualität waren nur die acht dreijährig geprüften Sorten des Kernsortiments einbezogen. Das gesamte Prüfsortiment umfaßte in den drei Versuchsjahren außerdem noch 17 weitere Winterweizensorten, die nur ein- bzw. zweijährig hinsichtlich ihrer Malz- und Braueignung geprüft wurden.

Tabelle 13: Malz- und Brauqualität 1995 - 1997 (N = 9 Versuche; Mittel aus drei Labors)

	Malz-extrakt Fein (% TS)	Eiweiß, F = 5,7 (%)	lösl. N (mg/100g)	Kolbach- zahl (ELG) (%)	Viskosität (mPas)	Endvergä- rungsgrad (%)	VZ 45°C (%)
Optima	> 83,0	< 11,5	700 - 870	38 - 41	< 1,65	> 78,0	38 - 42
Sorten							
Borenos	84,6	11,0	787	40,7	1,62	78,7	40,5
Zentos	84,3	10,8	772	40,9	1,65	78,9	39,9
Tambor	84,0	11,1	793	41,1	1,62	79,0	42,6
Tarso	83,8	11,4	790	39,5	1,74	77,8	40,4
Batis	85,4	10,8	801	42,6	1,68	78,1	39,9
Mikon	84,2	10,8	746	39,5	1,71	79,3	43,0
Atlantis	85,1	10,7	738	39,3	1,66	79,2	39,1
Estica *)	84,7	10,5	714	39,2	1,68	79,1	41,2
Mittel N=7	84,5	10,9	775	40,5	1,67	78,7	40,8
GD (5%)	0,7	0,5	34	2,0	0,03	0,3	1,3

*) geringere Anzahl von Versuchen (N = 8) nicht in Mittelbildung einbezogen

Tabelle 14: Malz- und Brauqualität 1995 - 1997, Rangfolge der Sorten je Merkmal

	Malz- extrakt Fein	Eiweiß, F = 5,7	lösl. N	Kolbach- zahl	Viskosität	Endver- gärungs- grad	VZ 45°C	Rang- summe	Gesamt- rang
Borenos	4	4	4	3	1	6	2	24	1
Zentos	5	3	5	2	2	5	4	26	2
Tambor	7	5	2	1	1	4	6	26	2
Tarso	8	6	3	4	6	8	3	38	5
Batis	1	3	1	7	4	7	4	27	3
Mikon	6	3	6	4	5	1	7	32	4
Atlantis	2	2	7	5	3	2	5	26	2
Estica *)	3	1	8	6	4	3	1	26	2

*) geringere Anzahl von Versuchen (N = 8)

Tabelle 15: Malz- und Brauqualität 1995 - 1997, Vergleich von MQI und Rangsumme (N = 9 Versuche, nur Labor Halberstadt)

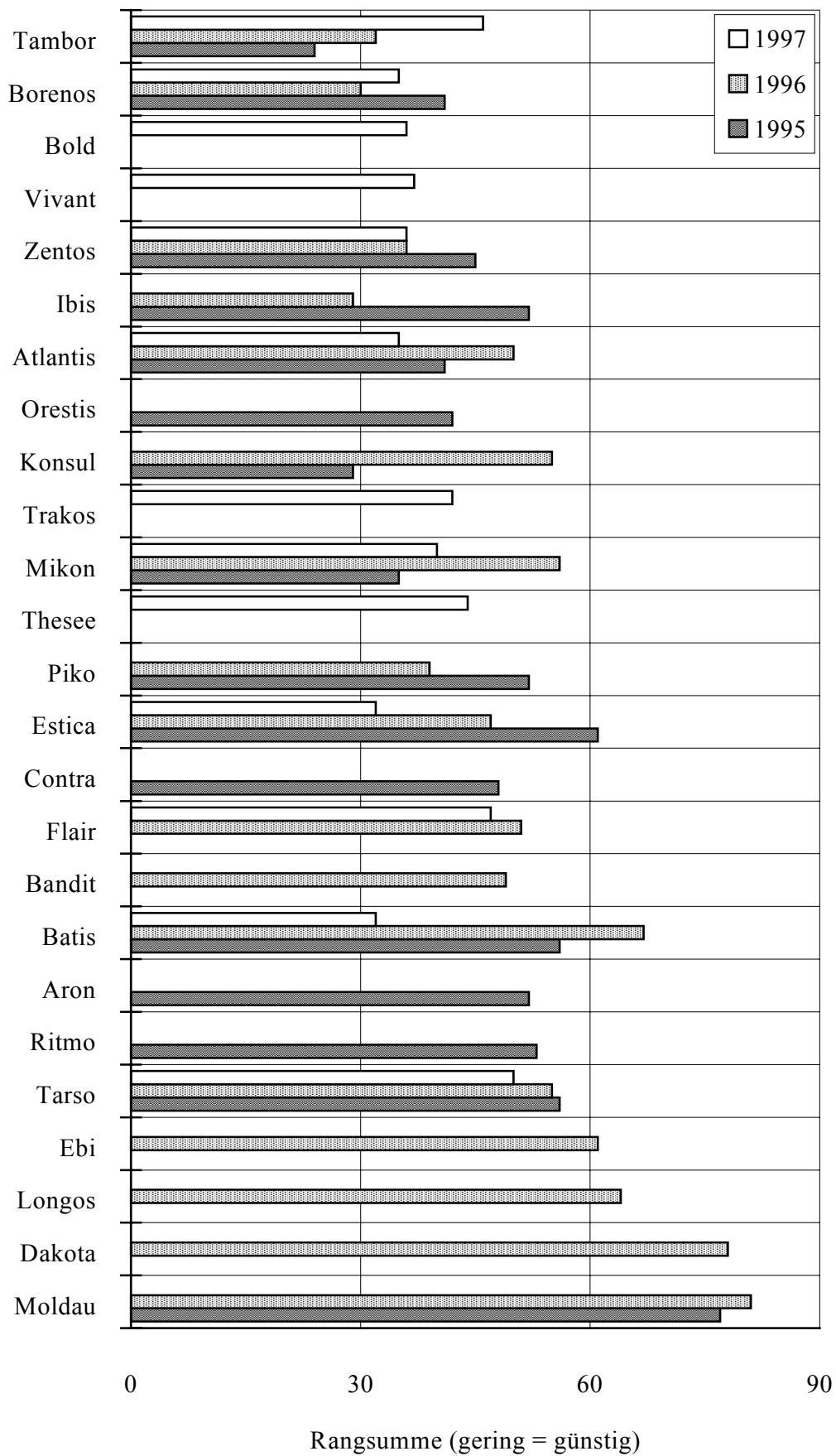
Sorten	MQI	Rangsumme
Atlantis	5,8	24
Estica *)	5,8	22
Tambor	5,6	29
Borenos	5,5	21
Mikon	5,4	34
Batis	5,3	29
Zentos	5,2	25
Tarso	3,6	38

*) geringere Anzahl von Versuchen (N = 8)

Um auch diese Sorten, für die keine gesicherten Ergebnisse vorliegen, auf Malz- und Brauqualität einzuordnen, sind in Abbildung 1 ihre Rangsummen pro Versuchsjahr dargestellt. Die Abbildung läßt erkennen, daß neben den mehrjährig geprüften Sorten mit guter Malz- und Brauqualität, auch einige 1997 neu geprüften Sorten, wie Bold, Vivant und Trakos bei weiteren Untersuchungen Beachtung finden sollten. Die Sorte Vivant eine von Mälzern und Brauern bevorzugte französische Sorte, zeigt somit auch unter sächsischen Bedingungen gute Braueigenschaften. Ein- und zweijährig gute Einschätzungen der Sorten

Ibis, Orestis, Piko und Konsul hätten eine Fortsetzung ihrer Prüfung gerechtfertigt, die jedoch aus Gründen des Sortenwechsels in der Praxis bzw. des Fusariumbefalls nicht erfolgte. Auch Sorten, die bereits im ersten oder zweiten Versuchsjahr nur geringe Malz- bzw. Braueignung zeigten wurden ausgetauscht. Aufgrund dieser jährlich getroffenen Vorausswahl erklärt sich die insgesamt gute Einschätzung der Malz- und Brauqualität des dreijährig geprüften Kernsortiments, wobei die Sorten Tambor, Borenos, Zentos, Atlantis, Mikon und Estica die besten Malz- und Braueigenschaften besitzen.

Abbildung 1: Malz- und Brauqualität, Sortenrangfolge nach Rangsummen



4.2. Stickstoff-Düngung

4.2.1. Stickstoff-Düngungsempfehlung

Die bei Brauweizen notwendigen niedrigen Rohproteingehalte können, im Zusammenhang mit der Wahl einer geeigneten Sorte, nur über eine zurückhaltende N-Düngung, in Abhängigkeit von Bodenqualität, Vorfrucht und verfügbarem Stickstoff, erreicht werden. Angemessene Erträge müssen aber noch gewährleistet sein. Ein Schwerpunkt des Brauweizenprojekts bestand in der qualitätsorientierten Düngungsempfehlung.

Ausgangspunkt war die Prüfung des Brauweizensortiments in verschiedenen N-Düngungsstufen. So konnten im Vergleich zur Qualitätsweizendüngung mehrere Varianten mit reduzierter N-Düngung getestet werden. In der Tabelle 16 sind die Merkmale Ertrag und Rohproteingehalt der vier N-Stufen der Jahre 1996 und 1997 dargestellt. Dabei handelt es sich um Mittelwerte eines Kernsortiments aus sieben Sorten von Salbitz und Nossen.

Die Ergebnisse verdeutlichen, daß die Reduzierung der N-Düngung in den Stufen II und III, einerseits die Rohproteingehalte um 1,5 bis 2 %, auf das für Brauweizen erforderliche Niveau von < 11,5 %, senkt, andererseits aber einen Minderertrag von rund 5 - 10 dt/ha gegenüber der Qualitätsweizenstufe (Stufe IV) bewirkt. Laut Wirtschaftlichkeitsrechnung (Abschnitt 5, S. 34) kann dieser Ertragsverlust beim Brauweizenanbau akzeptiert werden, wenn er mit der erforderlichen Senkung des Rohproteingehalts einhergeht.

Also erscheint eine N-Düngung entsprechend der Stufe III geeignet für Brauweizen. Zu beachten ist dabei das bodenbürtige N-Angebot. Schläge mit sehr hohen N_{\min} -Gehalten im Frühjahr sind für den Brauweizenanbau ungeeignet. Auch die im Abschnitt 4.1.1. diskutierten Zusammenhänge zwischen Sorte und Rohproteingehalt spielen bei der N-Düngung eine Rolle. So können Sorten mit genetisch determiniert niedrigem Rohproteingehalt bei vergleichsweise hoher N-Düngung noch Brauqualität erreichen. Weiteren Einfluß auf Ertrag und Rohproteingehalt hat die Jahreswitterung. Dabei besteht ein Zusammenhang zwischen dem Ertrag und dem Rohproteingehalt. Werden durch Witterungsbedingungen und Bestandsführung hohe Erträge erreicht, ist wegen des Verdünnungseffekts ein niedriger Rohproteingehalt zu erwarten. Bei schneller Abreife bei Trockenheit und Hitze ist dagegen mit hohen Rohproteingehalten zu rechnen.

Unter Beachtung dieser Gesichtspunkte und bei Einbeziehung der Versuchsergebnisse sowie der praktischen Erfahrungen von Produzenten kann für den Brauweizenanbau in Sachsen folgende allgemeine N-Düngungsempfehlung gegeben werden:

1. N-Gabe nach N_{\min} und BEFU, ortsüblich,
2. N-Gabe nach Nitratschnelltest, evt. um 10 bis 20 kg reduziert,
3. N-Gabe entfällt.

Tabelle 16: Ertrag und Rohproteingehalt je Düngungsstufe 1996 - 97 (N = 4 Versuche)

	N-Stufe	Ertrag (dt/ha)	Rohproteingehalt (%), f = 5,7
I	ohne Düngung	71,2	10,3
II	nur 1. N-Gabe (ortsüblich, nach N_{\min} und BEFU)	83,8	10,7
III	1. N-Gabe (ortsüblich, nach N_{\min} und BEFU) 2. N-Gabe reduziert gegenüber Stufe IV 3. N-Gabe entfällt	89,2	11,2
IV	3 N-Gaben, (ortsüblich, d.h. 1. N-Gabe nach N_{\min} und BEFU, 2. und 3. N-Gabe nach Nitrat-Schnelltest)	94,3	12,7

4.2.2. Prognose des Rohproteingehalts

Um Beziehungen zwischen N-Düngung, N-Gehalt in der Pflanze und Rohproteingehalt zum Erntezeitpunkt zu quantifizieren, wurden in den drei Versuchsjahren des Brauweizenprojekts umfangreiche Messungen in allen vier N-Düngungsstufen der Brauweizenversuche durchgeführt und statistisch ausgewertet. Ziel dieser Untersuchungen war, eine Prognose des Rohproteingehalts zu einem möglichst frühen Entwicklungszeitpunkt des Pflanzenbestandes (z.B. BBCH 55/60) zu ermöglichen. Dabei ging es hauptsächlich um die Aussage, ob sich die untersuchte Partie als Brauweizen eignet (RP < 11,5%; f = 5,7) oder ob durch eine weitere N-Gabe noch Backqualität zu erreichen ist.

1995 erfolgten methodische Voruntersuchungen, wobei nachgewiesen werden konnte, daß die mit Schnelltests auf dem Feld ermittelten Nitrat- und Chlorophyllwerte mit den labormäßig bestimmten N_{total} -Werten korrelieren. Damit erwiesen sich beide Schnelltest-Methoden als geeignet, den aktuellen Stickstoff-Versorgungsgrad des Weizens im Feldbestand widerzuspiegeln und sollten 1996 und 1997 hinsichtlich ihrer Korrelationen zum Rohproteingehalt im reifen Korn getestet werden.

Die Auswertung dieser Einzelpflanzenuntersuchungen zeigte, daß Beziehungen zwischen dem Stickstoffgehalt der Pflanzen im Feldbestand und dem Rohproteingehalt im reifen Korn bestehen. Diese Korrelationen sind zum Termin BBCH 55 (Ährenschieben) mit einem höheren Bestimmtheitsmaß (BM) besser statistisch gesichert als zum Termin BBCH 30/31 (Beginn des Schossens). Demzufolge ist eine Schlußfolgerung auf den zu erwartenden Rohproteingehalt einer Partie zum späten Zeitpunkt sicherer, obwohl auch zum Termin BBCH 30/31 einige Beziehungen sogar mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 0,1 % statistisch signifikant sind.

Es wurde außerdem festgestellt, daß die Beziehungen zum Rohproteingehalt bei den Merkmalen Chlorophyllwert, N_{total} und N-

Düngung durch quadratische Funktionen und beim Merkmal Nitratgehalt durch lineare Funktionen besser beschrieben werden. In der folgenden Tabelle 17 sind die Bestimmtheitsmaße der ermittelten Korrelationen (quadratisch bzw. linear) des Termins BBCH 55 für die Jahre 1996 und 1997 dargestellt. Die Ergebnisse des Termins BBCH 30/31 können dem Anhang entnommen werden (Tab. 41). Eine Mittelbildung über beide Jahre führte bei den Korrelationen zu einem geringeren, aber trotzdem statistisch hoch signifikanten Bestimmtheitsmaß. Aus diesem Ergebnis ist zu schlußfolgern, daß die Beziehungen zwischen dem N-Versorgungsstatus der Weizenpflanzen und den Rohproteingehalten zur Ernte entsprechend der Witterung, dem Ertragsniveau und der N-Bereitstellung stark jahresabhängig sind. Die Tabelle 17 zeigt auch Unterschiede zwischen den drei Sorten. So sind bei der Sorte Zentos die Beziehungen am besten nachvollziehbar, während die Sorte Mikon etwas differenzierter reagiert.

Weiterhin wurde untersucht, ob zwischen der Höhe der N-Düngung und den jeweiligen Rohproteingehalten Beziehungen bestehen (siehe Tabelle 18). Dabei konnten Unterschiede zwischen den beiden Versuchsstandorten nachgewiesen werden. Am Standort Salbitz sind die Korrelationen bei allen drei Sorten hoch signifikant, während in Nossen 1996 und im Mittel der beiden Versuchsjahre keine Zusammenhänge zwischen Düngung und Rohproteingehalt nachgewiesen werden konnten. Diese Tatsache ist darauf zurückzuführen, daß 1996 in Nossen bedingt durch die Gülledüngung des Vorjahres sowohl ein sehr hoher N_{min} -Gehalt als auch eine hohe N-Nachlieferung des Bodens auftraten.

Bedingt durch das hohe bodenbürtige N-Angebot führte die mineralische Düngung nur zu einer geringen Beeinflussung des Rohproteingehalts.

Die in den Tabellen 17 und 18 erkennbaren Jahres- und Sortenunterschiede sollen anhand der graphischen Darstellung einiger Beziehungen (Abbildung 2 bis 4) diskutiert werden.

Tabelle 17: Korrelationen zwischen N-Messungen (BBCH 55/60) und Rohproteingehalt, mehrjährig

Sorte	Ort	Beziehung zwischen:	Termin 2 (BBCH 55/60)		
			1996 BM	1997 BM	96 - 97 BM
Zentos	Salbitz	Chloro : RP (Ernte)	0,59 ***	0,55 ***	0,47 ***
		Nitrat : RP (Ernte)	0,22 **	0,59 ***	0,35 ***
		N _{total} : RP (Ernte)	0,67 ***	0,68 ***	0,70 ***
	Nossen	Chloro : RP (Ernte)	0,36 ***	0,57 ***	0,73 ***
		Nitrat : RP (Ernte)	0,46 ***	0,75 ***	0,54 ***
		N _{total} : RP (Ernte)	0,65 ***	0,75 ***	0,82 ***
Tambor	Salbitz	Chloro : RP (Ernte)	0,41 ***	0,49 ***	0,35 ***
		Nitrat : RP (Ernte)	0,43 ***	0,52 ***	0,13 ***
		N _{total} : RP (Ernte)	0,57 ***	0,73 ***	0,65 ***
	Nossen	Chloro : RP (Ernte)	0,26 ***	0,24 ***	0,46 ***
		Nitrat : RP (Ernte)	0,15 **	0,62 ***	0,26 ***
		N _{total} : RP (Ernte)	0,21 *	0,54 ***	0,49 ***
Mikon	Salbitz	Chloro : RP (Ernte)	0,23 **	0,42 ***	0,34 ***
		Nitrat : RP (Ernte)	0,22 **	0,62 ***	0,22 ***
		N _{total} : RP (Ernte)	0,31 ***	0,39 ***	0,32 ***
	Nossen	Chloro : RP (Ernte)	0,011	0,42 ***	0,56 ***
		Nitrat : RP (Ernte)	0,089 *	0,43 ***	0,27 ***
		N _{total} : RP (Ernte)	0,03	0,49 ***	0,59 ***

* signifikant P = 0,05 ** signifikant P = 0,01 *** signifikant P = 0,001

Tabelle 18: Korrelationen zwischen N-Düngung und Rohproteingehalt

Sorte	Ort	Beziehung zwischen:	1996 BM	1997 BM	96 - 97 BM
Zentos	Salbitz	N-Düng. : RP (Ernte)	0,41 ***	0,66 ***	0,54 ***
	Nossen	N-Düng. : RP (Ernte)	0,21 **	0,64 ***	0,0017
Tambor	Salbitz	N-Düng. : RP (Ernte)	0,59 ***	0,81 ***	0,71 ***
	Nossen	N-Düng. : RP (Ernte)	0,08	0,57 ***	0,034
Mikon	Salbitz	N-Düng. : RP (Ernte)	0,53 ***	0,54 ***	0,52 ***
	Nossen	N-Düng. : RP (Ernte)	0,07	0,44 ***	0,021

Die Korrelationsgleichungen der abgebildeten Funktionen (1996 und 1997) und der zweijährigen Beziehungen des Standorts Salbitz befinden sich im Anhang (Tab. 42).

Aus den Abbildungen 2 bis 4 wird deutlich, daß mit gleichen Nitrat- oder Chlorophyllgehalten in den einzelnen Jahren und auch bei den drei Sorten unterschiedliche Rohproteingehalte erreicht werden. Dabei wurde im Versuchsjahr 1997 der Rohproteingrenzwert schneller, d.h. schon bei geringeren Stickstoffgehalten in der Pflanze, überschritten. Ein Vergleich der drei Sorten zeigt deutlich, daß die Sorte Mikon in allen Beispielen höhere N-Gehalte toleriert bevor der Grenzwert von 11,5 % erreicht ist. Hier spielen das jahresspezifische Ertragsniveau und die genetisch determinierten Sorteneigenschaften eine Rolle. Um exakte Rohproteinprognosen zu errechnen, müßten diese Einflußgrößen durch das Einfü-

gen von Korrekturfaktoren berücksichtigt werden. Nach den durchgeführten dreijährigen Untersuchungen liegen solche Korrekturfaktoren noch nicht vor, eine Schätzung des Rohproteingehalts für den Brauweizenanbau in der Praxis ist deshalb nur in Form der im Anhang dargestellten Funktionsgleichungen (Tab. 42 sowie Abb. 15 und 16) möglich. Anhand der zweijährigen Gleichung würden sich folgende Grenzwerte für den Brauweizenanbau am Standort Salbitz ergeben:

Die Tabelle 19 zeigt deutlich, daß bei der Sorte Mikon wesentlich höhere Stickstoffgehalte als bei den anderen beiden Sorten möglich sind, ohne daß der Rohproteingehalt in einen für Brauweizen ungünstigen Bereich steigt.

Wird der Erwartungsertrag einer Brauweizenpartie zusätzlich in die Regressionsfunktion aufgenommen, verbessert sich die Vorhersagegenauigkeit des Nitratschnelltests bzw. des

Hydro-N-Testers bezüglich der Korn-Rohproteingehalte zur Ernte. Das Bestimmtheitsmaß für die Beziehungen zwischen N-Düngung/N-Angebot und Rohproteingehalt im reifen Korn erhöht sich bei Einbeziehung des Ertrags in die Regression ebenfalls. Dieses Ergebnis weist erneut darauf hin, daß das jeweilige Ertragsniveau für die Höhe der Rohproteingehalte von beachtlicher Bedeutung ist. Unter Berücksichtigung des zu erwartenden Ertrags wäre es somit möglich, anhand der ermittelten Nitrat- oder Chlorophyllwerte oder der Höhe des N-Angebots eine Prognose des

Rohproteingehalts mit einer Sicherheit von etwa 50 bis 70 % zu geben. Graphische Darstellungen und die dazugehörigen Funktionsgleichungen sollen am Beispiel der Sorte Zentos diese Zusammenhänge veranschaulichen (siehe Anhang Abb. 15 u. 16).

Die Auswertung der N-Steigerungsversuche an Praxisstandorten ergab, daß die für die Sorte Zentos 1997 errechneten Grenzwerte für Chlorophyllwert und N-Düngung an Praxis- und Versuchsstandorten übereinstimmten.

Abbildung 2: Zusammenhang zwischen Nitratwert Termin 2 (BBCH 55) und Rohproteingehalt, Standort Salbitz

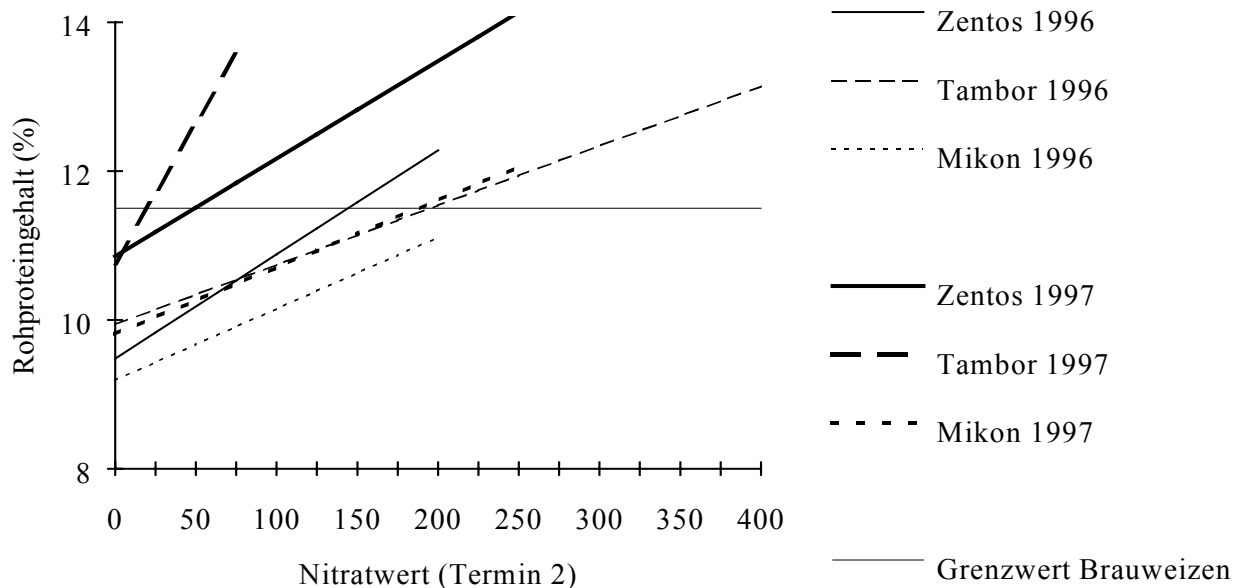


Abbildung 3: Zusammenhang zwischen Chlorophyllwert Termin 2 (BBCH 55) und Rohproteingehalt, Standort Salbitz

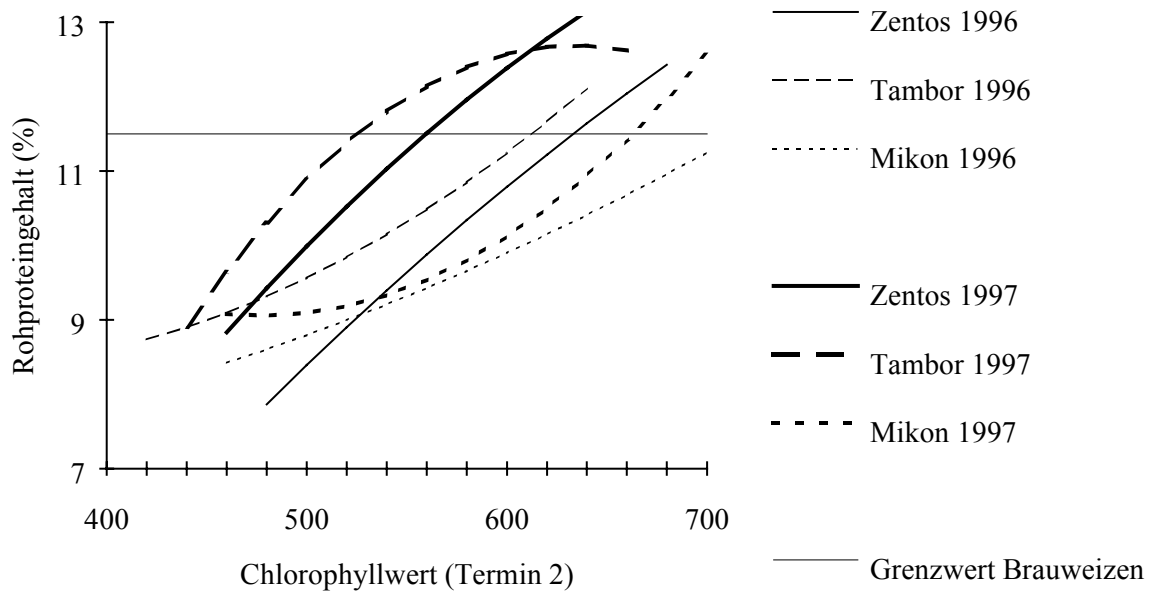


Abbildung 4: Zusammenhang zwischen N-Düngung und Rohproteingehalt, Standort Salbitz

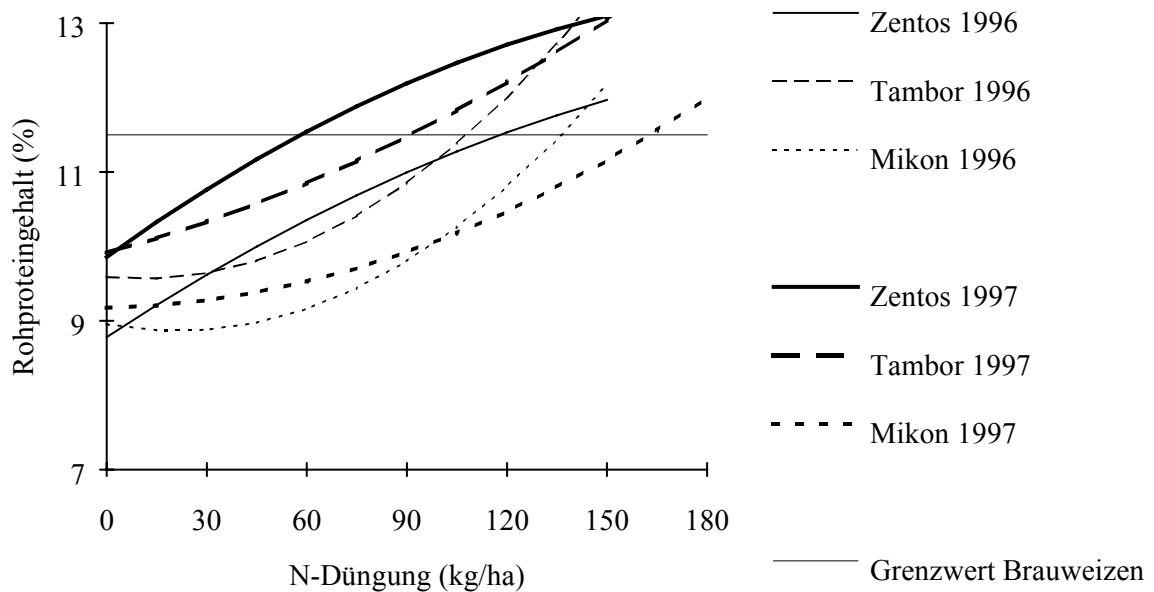


Tabelle 19: Grenzwerte für Brauweizenanbau in Salbitz, Mittel 1996 - 97

	Chlorophyllwert BBCH 55	Nitratwert (ppm) BBCH 55	N-Düngung (kg/ha)
Zentos	594	96	91
Tambor	568	106	104
Mikon	674	213	157

4.3. Fusarium-Untersuchungen

4.3.1. Fusariumbefall

Erste Untersuchungen zum Fusariumbefall des Ernteguts erfolgten als Vorlauf dieses Projekts bereits 1994 an sächsischen Praxisproben und an Proben der LSV Winterweizen. Nachdem diese Analysen für das Jahr 1994 fusariumfreie Winterweizenpartien nachwiesen, war die Situation des Fusariumbefalls in den drei Versuchsjahren des Brauweizenprojekts sehr unterschiedlich. So folgte dem Jahr 1995 mit sehr geringem Fusariumbefall, 1996 ein Jahr mit extrem hohen Befallswerten und 1997 ein Jahr mit mittlerem Fusariumauftreten. Die beiden für den Brauweizenanbau bedeutenden Fusariumarten *Fusarium culmorum* und *Fusarium graminearum* wurden 1995 in einer Größenordnung von 0 und 10 Keimen/g nachgewiesen, während 1996 die Werte im Bereich von 10 bis 500 Keimen/g (in Forchheim bis 2000 Keime/g) lagen und 1997 durchschnittlich 10 bis 100 Keime/g auftraten. Die Toleranzgrenze von 70 bis 80 Fusariumkeimen/g überschritten 1996 somit viele Weizenpartien wesentlich. Für das 3-jährige Brauweizenprojekt wird dieser hohe Infektionsdruck mit Fusarien 1996 zur besseren Differenzierung der Ergebnisse als günstig eingeschätzt, da in den anderen beiden Versuchsjahren für sächsische Anbaubedingungen "normale" Infektionsbedingungen herrschten.

Als Gründe für einen Befall mit Ährenfusariosen sind die Witterungsbedingungen während der Weizenblüte zu betrachten. Dabei werden Temperaturen von $>15^{\circ}\text{C}$ und 24 Stunden Befuchtung der Pflanzen während der Blüte als günstige Infektionsbedingungen definiert (OBST, 1997). Nach Auswertung der Wetterdaten der drei Versuchsjahre ist es aber erforderlich, diese Voraussetzungen zu überdenken, da im Jahr 1996 an den Versuchsstandorten nur wenige Tage diese Bedingungen erfüllten (siehe Witterungsverläufe im Anhang, Abb. 17 bis 20). In den Untersuchungen aus Bayern

werden die Infektionsbedingungen nach neueren Veröffentlichungen noch strenger gefaßt (OBST, 1998), die Infektionstemperatur mit 18°C angesetzt. Diesen Ansätzen kann nach sächsischen Beobachtungen nicht gefolgt werden.

WEINERT und WOLF stellen überzeugend dar, daß die Fusariuminfektion zunächst über ein blühendes Ährchen erfolgt. Der Pilz breitet sich über die Ährenspindel basipetal aus und infiziert so weitere unterhalb der Erstinfektionsstelle liegende Ährchen. In Höhe des erstinfizierten Ährchens kommt es allerdings zu einer Art Gefäßverschluß und oberhalb liegende Ährenanteile welken und werden taubährig. So ist auch zu erklären, daß nicht jedes Kümmerkorn fusariuminfiziert sein muß.

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Fusarium-Untersuchungen in den Brauweizenversuchen dargestellt und diskutiert. Die Tabelle 20 zeigt die zwei- bzw. dreijährigen Ergebnisse des geprüften Kernsortiments. Einzelwerte der Sorten und Jahre sind der Tab. 43 des Anhangs zu entnehmen. Eine Mittelbildung über alle drei Versuchsjahre war aufgrund des jährlichen Sortenwechsels schwierig und bei einigen Merkmalen wegen eines abweichenden Boniturschemas 1995 nicht möglich. Auch die unterschiedliche Befallsstärke in den einzelnen Versuchsjahren hatte Einfluß auf die Versuchsauswertung. So wurden die extrem hohen Befallswerte am Standort Forchheim 1996 (578,3 Fusariumkeime/g in Forchheim gegenüber 43,9 in Nossen und 25,8 in Salbitz) nicht in die mehrjährige Verrechnung der Ergebnisse einbezogen. Bei einzelnen Sorten traten große Unterschiede zwischen den Versuchsjahren beim Merkmal Fusarium-Keimzahl je Gramm auf. Die Sorte Zentos hatte 1996 einen hohen, die Sorte Batis einen relativ geringen Besatz mit Fusariumkeimen, im Jahr 1997 waren die Relationen umgekehrt. Ausschlaggebend dafür sind meist Einzelwerte. So weist z.B. Batis 1997 nur an einem der vier Ver-

suchsorte einen starken Befall mit Fusariumkeimen auf, während an den anderen Standorten bei Batis keine Fusariumkeime nachgewiesen wurden. Aufgrund dieser Ungleichverteilung der Einzelwerte ist die statistische Auswertung mittels Varianzanalyse beim Merkmal Fusariumbefall in Keimen/g nicht möglich, die vorgenommene Mittelbildung soll trotzdem Tendenzen der Sortenreaktionen verdeutlichen. Unter Einbeziehung der in Tabelle 20 dargestellten Merkmale kann eingeschätzt werden, daß die Sorten Borenos, Zentos und Batis meist einen höheren Fusariumbefall aufweisen, während Mikon, Tarso, Tambor und Atlantis geringere Befallswerte haben.

Als eine weitere und vor allem schnellere Fusariumbestimmungsmethode wurde der Fusariumnachweis 1997 in einigen Ernteproben zusätzlich mittels ELISA-Tests an der Universität Göttingen durchgeführt (siehe Anhang Tab. 45). Die statistische Auswertung dieser Ergebnisse konnte nur bei den Ernteproben aus der Anbaustufe ohne Fungizid Korrelationen zwischen der im Plattengußverfahren ermittelten

Anzahl an Fusariumkeimen/g und der mit ELISA-Test nachgewiesenen Menge an Fusariumproteineinheiten bestätigen. Diese einjährigen Erkenntnisse bedürfen weiterführender Untersuchungen.

Um die Fusariumanfälligkeit zu veranschaulichen, sind die Sorten in der Abbildung 5 unter Einbeziehung von drei wichtigen Merkmalen für den Fusariumbefall graphisch dargestellt. Die Abbildung verdeutlicht noch einmal die geringe Fusariumbelastung der Sorten Mikon, Tarso, Atlantis und Tambor gegenüber den hohen Werten bei Batis, Borenos und Zentos. Vergleichbare Angaben von ZIMMERMANN, 1997, stufen die Sorte Atlantis ebenfalls als wenig fusariumanfällig ein, stellen Tambor und Batis jedoch als Sorten mit mittlerer Anfälligkeit dar. Im Rahmen des Brauweizenprojekts durchgeführte Fusarium-Untersuchungen an Sorten der LSV Winterweizen bestätigen die Einordnung von Tambor und Batis in der mittleren Anfälligkeit (siehe Anhang Tab. 44 und Abb. 23).

Tabelle 20: Fusariumbefall in den Brauweizenversuchen, (Stufe red. N, mit Fung.)

	Anzahl befallene Ähren BBCH 83/85 (%)	Befall je Ähre BBCH 83/85 (%)	Anz. "Rote Körner" (%)	Fus. culmorum und Fus. Graminearum (Keime/g)	
				96 - 97	95 - 97
Jahre	96 - 97	96 - 97	96 - 97	96 - 97	95 - 97
Anz. Vers.	6	6	6	6	10
Sorte					
Borenos	0,13	48,8	1,5	74,8	46,9
Zentos	0,15	31,7	0,5	45,3	27,4
Tambor	0,10	41,0	0,8	10,6	6,5
Tarso	0,06	39,2	0,4	18,8	11,5
Batis	0,08	27,9	1,2	156,4	94,1
Mikon	0,05	16,3	0,3	13,9	8,8
Atlantis	0,09	23,4	0,6	8,3	5,2
Estica	0,08	40,0	2,0	19,2	
GD 5%	0,07	27,1	0,9	*)	*)
Mittel	0,09	33,6	0,9	43,4	28,6

*) Varianzanalyse aus statistischer Sicht nicht möglich, da keine Normalverteilung der Werte

Der unterschiedliche Fusariumbefall einzelner Sorten der Brauweizenversuche im Vergleich zu Landessortenversuchen ist möglicherweise durch das jeweilige N-Düngungsregime der Versuche bedingt. So war bei den Sorten der Brauweizenversuche, unter dem Einfluß der reduzierten N-Düngung, die Anzahl der Fusariumkeime je Gramm Erntegut geringer, als bei den Sorten der LSV mit normaler N-Düngung in drei Gaben (siehe Tab. 21). Grund dafür könnte die zügigere Abreife des Weizens durch das Fehlen der dritten N-Gabe in den Brauweizenversuchen sein. Weiterhin ist der Tabelle 21 zu entnehmen, daß ein deutlicher Unterschied im Fusariumbefall zwischen dem Anbau mit und ohne Fungizid besteht. Dabei liegen die höheren Befallswerte meist in der Variante mit Fungizid. Eine mögliche Schlußfolgerung wäre somit, daß eine Fungizidbehandlung, die auf Krankheiten wie Mehltau, Septoria oder andere ausgelegt ist, den Fusariumbefall erhöht (Sequenzmycose).

Daß auch die Standortbedingungen den Fusariumbefall beeinflussen, wird durch die Darstellungen der Befallssituation an den einzelnen Versuchsorten (Abb. 6 und 7) verdeutlicht und durch die Auswertung der Praxisproben (Tab. 23, S. 30) bestätigt. Dabei sind die geographische Lage und die dadurch bestimmte Witterung zum Infektionszeitpunkt (Weizenblüte) ausschlaggebend. So war an den wärmeren Standorten Nossen und Salbitz aufgrund günstigerer Bedingungen für eine Primärinfektion allgemein ein höherer Fusariumbefall als etwa in Forchheim und Christgrün, den höheren und kühleren Lagen, zu verzeichnen. Die extrem hohe Anzahl von Fusariumsporen 1996 in Forchheim ist durch bisher definierte Infektionsbedingungen während der Weizenblüte nicht zu erklären, sondern muß auf zu feuchte und kühle Witterung zur Reife zurückgeführt werden.

Abbildung 5: Fusariumbefall Brauweizenversuche 1996-97, Stufe II (red. N), N = 6 Versuche

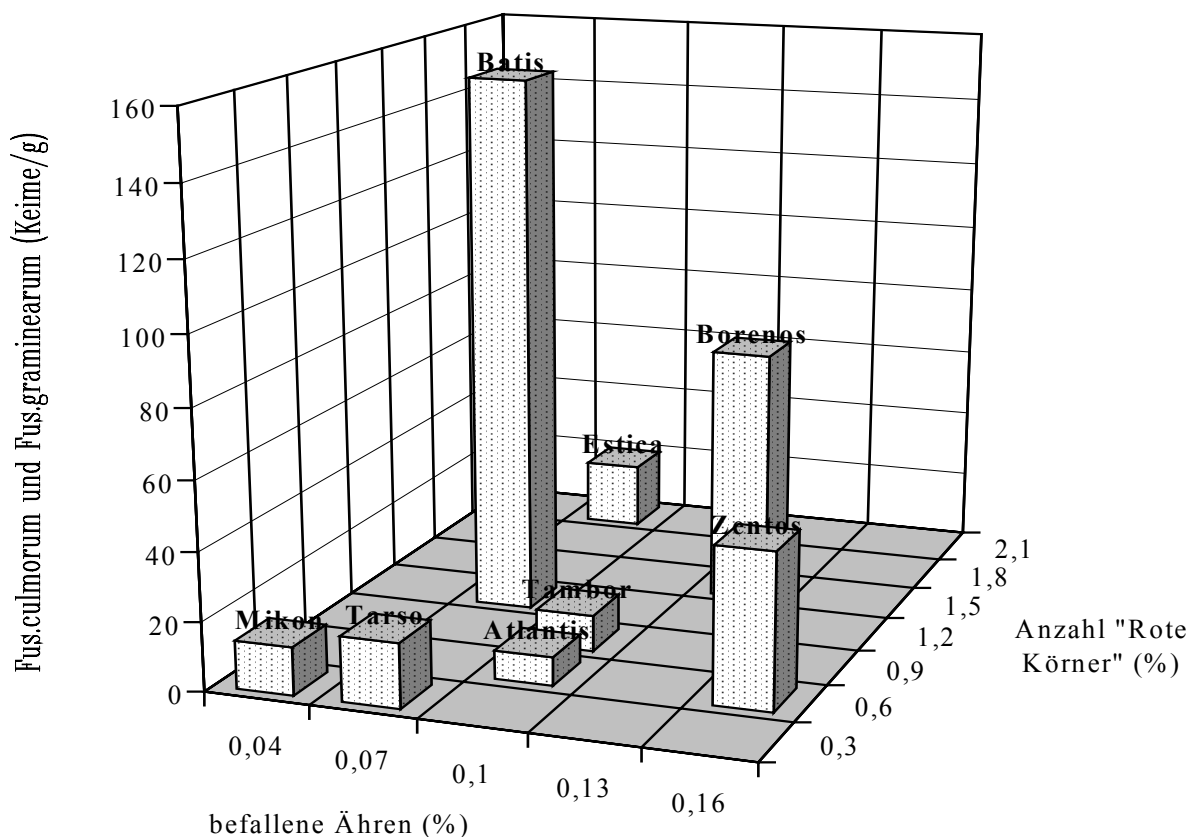


Abbildung 6: Fusariumbefall der Versuchsstationen, 1996, 1997 (LSV, mit Fungizid)
Merkmal Anzahl befallene Ähren zu BBCH 75 - 83 (%)

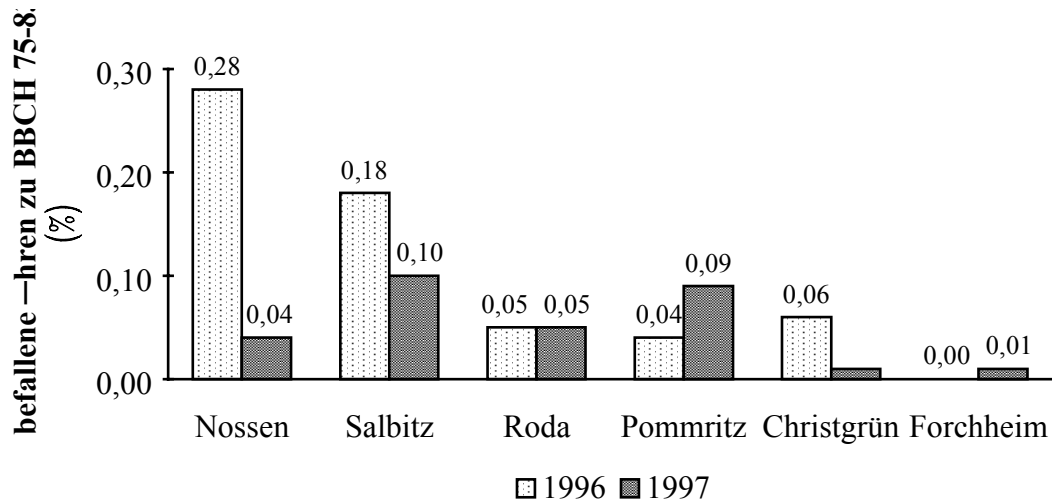


Tabelle 21: Ährenfusarium - F. culmorum und F. graminearum (Keime/g), vergleichbare p.a.

N-Stufe Fung.-Stufe Anz. Vers.	Fus. Culmorum und Fus. graminearum (Keime/g)			
	reduziert N mit Fung.	96 - 97		95 - 97
		mit Fung.	ohne Fung.	normal N ohne Fung.
Zentos	45,3	15,0	20,6	11,0
Tambor	10,6	57,8	17,0	21,5
Tarso	18,8	94,8	20,4	10,3
Estica	19,2	23,2	10,7	7,2*)
Ritmo		115,0	63,8	41,5
Contra		120,7	32,8	39,6
Mittel N = 4	23,5	47,7	17,2	12,5
Mittel N = 6		71,1	27,6	21,8

*) geringere Anzahl von Versuchen

**Abbildung 7: Fusariumbefall der Versuchsstationen, 1996, 1997, (LSV, mit Fungizid)
Merkmal Fus. culmorum und Fus. graminearum (Keime/g)**

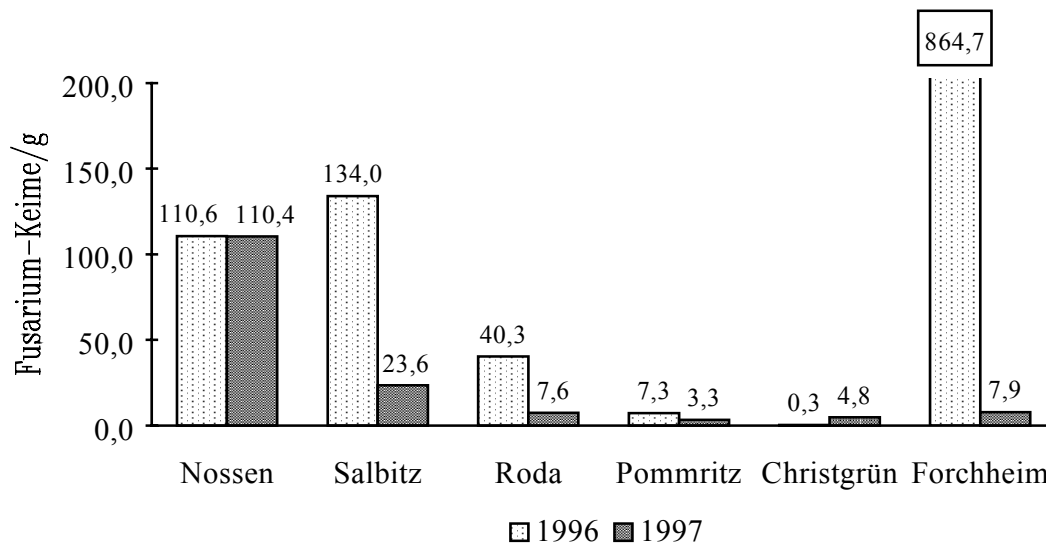
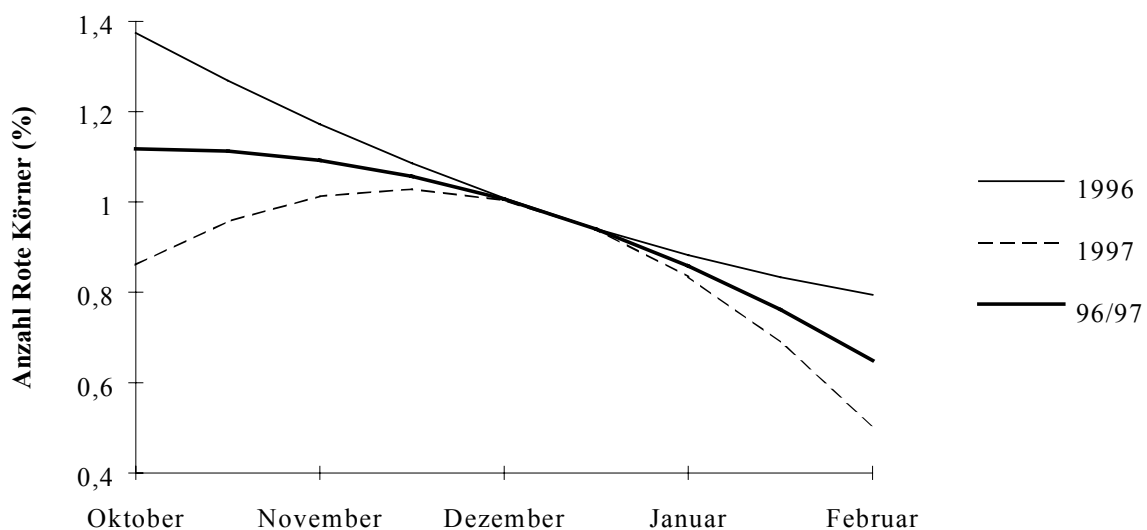


Abbildung 8: Abnahme der "Roten Körner" 1996 - 97 (nach Mälzertest)



Untersuchungen an normal gelagertem Erntegut über fünf Monate, jeweils im vierwöchigen Abstand, ermöglichen eine Aussage zum Verhalten der Fusariumpilze während der Lagerung. Abbildung 8 zeigt, daß der Fusariumpilz in seinen Strukturen bei fortschreitender Normlagerung nicht mehr nachweisbar ist. Vom Pilz gebildete Mycotoxine bleiben während der Lagerung jedoch im Korn bestehen. Die Fusarium-Untersuchungen an sächsischen Praxisproben ermöglichen, zusätzlich zur Einstufung der Sortenanfälligkeit (Tabelle 22), eine Beurteilung zum Einfluß der Vorfrüchte auf den Fusariumbefall (Tabelle 24) und die Einschätzung des Fusariumbefalls in Abhän-

gigkeit von der Anbauregion (Tabelle 23). Sorten, die sich in den Parzellenversuchen als stärker fusariumanfällig erwiesen (Ritmo, Borenos), zeigten unter den Bedingungen der landwirtschaftlichen Praxis ebenfalls einen hohen Fusariumbefall. Geringer anfällige Sorten (Atlantis, Mikon) der Brauweizenversuche hatten auch in den Praxisproben nur geringe Befallswerte. Bei der Einschätzung der Vorfruchtwirkung wird in verschiedenen Literaturangaben (BECK, u. a., 1993; OBST, 1997; RINTELEN, 1997; SUTY, MAULER-MACHNIK, 1996) auf die erhöhte Fusariumgefahr nach Mais, aufgrund infizierter Stoppelnrückstände, hingewiesen. Die im Rahmen des

Brauweizenprojekts untersuchten Proben machten zusätzlich ein erhöhtes Fusariumrisiko nach Feldgras-Vorfrucht deutlich. Grasbestände sind stets mit unterschiedlichen Fusariumspezies infiziert und sind deshalb ebenfalls eine nicht wünschenswerte Vorfrucht für die Brauweizenproduktion.

Eine Einteilung der sächsischen Anbauggebiete hinsichtlich ihres Fusariumbefalls ist aufgrund ungenügender Repräsentanz der untersuchten Proben durch unterschiedliche Probenanzahl je Herkunftskreis zum gegenwärtigen Zeitpunkt noch schwierig. In der Tendenz zeigen die Regionen der Kreise Meißen, Vogtlandkreis,

Mittweida und Westweißeritzkreis die höheren Fusariumbefallswerte. Der Einfluß der Wechselwirkung Standort - Vorfrucht ist dabei zu beachten, da z.B. im Vogtland- und Westweißeritzkreis ein großer Anteil an Gräservermehrungs- und Grünlandflächen vorhanden ist und der Brauweizenanbau im Kreis Meißen überwiegend in Betrieben erfolgt, die auch Gräservermehrung haben. In einer Region mit allgemein erhöhter Fusariumanfälligkeit kann jedoch durch Beachtung der Vorfrucht- und der Sortenwahl das Fusariumrisiko eingeschränkt werden.

Tabelle 22: Fusariumbefall an sächsischen Winterweizen-Praxisproben 1995 - 97 (Mittelwerte je Sorte)

Sorte	Anzahl	F.culmorum (Keime/g)	F.graminearum (Keime/g)	F.cul. und F.gram. (Keime/g)
Atlantis	10	0,0	0,0	0,0
Contra	2	0,0	0,0	0,0
Greif	3	0,0	0,0	0,0
Ibis	2	0,0	0,0	0,0
Tarso	2	0,0	0,0	0,0
Aron	3	0,0	0,5	0,5
Alidos	2	1,5	0,0	1,5
Zentos	16	0,5	1,1	1,6
Mikon	8	0,0	4,5	4,5
Batis	7	4,2	1,4	5,6
Toronto	3	0,0	15,5	15,5
Tambor	9	23,7	2,9	26,6
Bussard	7	25,3	1,6	26,9
Kontrast	6	4,7	39,5	44,2
Borenos	18	72,7	33,4	106,1
Ritmo	3	136,0	4,0	140,0
Mittel	101	21,5	9,9	31,4

Tabelle 23: Fusariumbefall an sächsischen Winterweizen-Praxisproben 1995–97 (Mittelwerte/Herkunftskreis)

Herkunft (Kreis)	Anzahl	F.culmorum (Keime/g)	F.graminearum (Keime/g)	F.cul. und F.gram. (Keime/g)
Delitzsch	3	0,0	0,0	0,0
Muldentalkreis	2	0,0	0,0	0,0
Freiberg	4	0,9	0,0	0,9
Leipziger Land	11	0,0	1,1	1,1
Niederschl. Oberlausitzkr.	6	1,7	0,0	1,7
Löbau-Zittau	2	0,0	2,0	2,0
Torgau-Oschatz	4	0,4	5,7	6,1
Bautzen	5	7,1	0,0	7,1
Döbeln	10	0,0	7,2	7,2
Sächs. Schweiz	11	0,2	8,3	8,5
Riesa-Großenhain	6	3,8	10,1	13,9
Zwickauer Land	2	14,8	0,0	14,8
Westweißeritzkreis	3	68,3	0,0	68,3
Mittweida	9	0,5	68,3	68,8
Vogtlandkreis	3	140,2	0,0	140,2
Meißen	9	135,9	11,7	147,6
Mittel	90	21,8	10,9	32,7

Tabelle 24: Fusariumbefall an sächsischen Winterweizen-Praxisproben 1995 – 97 (Mittelwerte je Vorfrucht)

Vorfrucht	Anzahl	F.culmorum (Keime/g)	F.graminearum (Keime/g)	F.cul. und F.gram. (Keime/g)
Kartoffeln	4	0,8	0,0	0,8
Wintergerste	2	0,8	0,0	0,8
Sommergerste	3	0,0	1,3	1,3
Winterraps	25	1,5	0,5	2,0
Erbsen	6	0,8	4,0	4,8
Zuckerrüben	11	0,8	4,1	4,9
Klee	4	7,0	0,0	7,0
Stillegung	3	0,0	7,5	7,5
Mais	14	0,7	20,3	21,0
Feldgras	5	87,9	20,6	108,5
Mittel	77	6,9	6,4	13,3

4.3.2. Fusariumbekämpfung

Als Standard in der Bekämpfung der Ährenfusarien gilt der Wirkstoff Tebuconazole; in 1 l Folicur oder Matador sind 250 g davon enthalten. Bei bekanntem (!) Infektionstermin ist eine frühzeitig-kurative Ährenbehandlung - der Handlungsspielraum beträgt nur 1-2 Tage - wirkungsvoller als eine vorbeugende. Die gezielte Bekämpfung der Ährenfusarien ist für die Praxis noch nicht befriedigend gelöst (OBST, 1997, 1998). Das Hauptaugenmerk ist deshalb auf den Pflanzenbau zu legen. Gesicherte Erkenntnisse für ein höheres Infektionsrisiko liegen zur Fruchtfolge Mais - Weizen vor (OBST, 1998). Aus der Praxis ist bekannt, daß die pfluglose Bestellung nach Mais den Befall erheblich steigern kann (ZIMMERMANN, 1997). Bezugnehmend auf die Literatur werden hier die Fusariumbekämpfungsversuche des Brauweizenprojekts dargestellt und diskutiert. Dabei richtet sich die Auswertung auf die dreijährigen Versuchsergebnisse.

In der Tabelle 25 sind die dreijährigen Ergebnisse der Bekämpfungsversuche bei natürlicher Infektion dargestellt. Die pflanzenbaulichen Voraussetzungen zu Fruchtfolge und Bodenbearbeitung entsprachen den Anforderungen für einen geringen Fusariumbefall. Die statistische Auswertung ergab keine signifi-

kanten Unterschiede zwischen den Sorten Borenos und Tambor - beide Sorten reagieren also gleich auf die Fungizide. Tabelle 25 zeigt die Mittel beider Sorten. Einzelergebnisse befinden sich im Anhang (Tab. 46).

Zwischen den Fungiziden wurden signifikante Unterschiede nachgewiesen. Die besten Bekämpfungserfolge erzielten Folicur und CYD 34401 F, sowohl bei der Behandlung vor, als auch nach der Infektion (siehe Tabelle 25). Eine Ertragssteigerung gegenüber der unbehandelten Kontrolle konnte mit allen eingesetzten Mitteln erreicht werden, sie beruht aber nicht ausschließlich auf der Bekämpfung von Fusarien, sondern auch auf andere Getreidekrankheiten.

Tabelle 26 zeigt die dreijährigen Ergebnisse der Bekämpfungsversuche mit künstlicher Fusarium-Infektion. Es wird deutlich, daß durch die Inokulation der Fusariumsporen ein starker Anstieg des Fusariumbefall erreicht werden konnte. Alle zur Fusariumbekämpfung eingesetzten Fungizide reduzierten den Befall gegenüber der inokulierten Kontrolle, erzielten jedoch keinen ausreichenden Bekämpfungserfolg. Als günstigste Variante der Fusariumbekämpfung ist, in Übereinstimmung mit den Ergebnissen der Versuche mit natürlicher Infektion, die Behandlung mit Folicur zu bewerten.

**Tabelle 25: Versuchsergebnisse Fusarium-Bekämpfungsversuch Salbitz, mehrjährig
Mittel der Sorten Borenos und Tambor**

Stufe	Behandlung	Anzahl befallene Ähren ¹ BBCH 83 (%)	Befall je Ähre BBCH 83 (%)	F. culmorum und F. graminearum (Keime/g)		Ertrag Relativ
				96 - 97	95-97	
		96 - 97	96 - 97	96 - 97	95-97	95-97
1	Kontrolle	0,20	43,0	101,2	70,2	100
vor natürl. Infektion						
2	Folicur	0,12	36,0	6,8	6,8	110
3	Opus Top	0,12	32,5	48,4	37,0	113
4	Taspa	0,20	34,4	39,2	28,0	112
5	Tiptor	0,14	38,3	23,2	20,6	110
6	Matador	0,10	28,2	79,2	52,9	111
7*)	CYD 34401 F	0,09	38,9	12,4		
Mittel N = 5		0,14	33,9	39,4	29,1	111
nach natürl. Infekt.						
8	Folicur	0,12	28,7	7,6	9,7	110
9	Opus Top	0,11	30,4	29,9	25,3	113
10	Taspa	0,21	41,1	32,3	24,4	113
11	Tiptor	0,17	35,2	26,7	18,6	111
12	Matador	0,09	16,9	28,0	18,9	112
13*)	CYD 34401 F	0,08	15,0	7,5		
Mittel N = 5		0,14	30,5	24,9	19,4	112
GD 5%		0,08	20,0	**)	**)	4

*) Prüfung nur 1996 und 1997, nicht in Mittelbildung einbezogen

**) VA aus statistischer Sicht nicht möglich, da keine Normalverteilung der Werte

Tabelle 26: Fusarium-Infektions-/Bekämpfungsversuch Dresden 95-97, Sorte Borenos

Stufe		Anzahl befallene	Befall je Ähre	Fus.culmorum und
1	Kontrolle (unbehandelt)	47,3	9,2	99,4
2	Kontrolle (unbehandelt,	70,0	22,4	1446,5
vor künstlicher Infektion				
3	Folicur	55,7	13,6	680,4
4	Opus Top	64,3	14,4	1197,9
5	Taspa	64,7	18,0	1307,2
6	Tiptor	66,3	16,8	824,3
MW N = 4		62,8	15,7	1002,4
nach künstlicher Infektion				
7	Folicur	61,7	14,2	791,4
8	Opus Top	67,0	18,3	1071,1
9	Taspa	67,7	19,5	1327,9
10	Tiptor	67,3	17,4	1056,8
MW N = 4		65,9	17,4	1061,8

*) VA aus statistischer Sicht nicht möglich, da keine Normalverteilung der Werte

Tabelle 27: Wirkung der einzelnen Fungizide, Sorte Borenos, mehrjährig

Behandlungstermin	Salbitz		Dresden
	Fus.culmorum Fus. graminearum (Keime/g)	DON (µg/kg)	Fus.culmorum Fus. graminearum (Keime/g)
	95 - 97	96 - 97	95 - 97
Kontrolle	102,3	424	99,4
Kontrolle inokuliert			1446,5
Folicur vor Infektion	4,8	167	680,4
Folicur nach Infektion	15,3	265	791,4
Opus Top vor Infektion	52,6	1185	1197,9
Opus Top nach Infektion	33,3	861	1071,1
Taspa vor Infektion	37,4	1052*)	1307,2
Taspa nach Infektion	28,6	494*)	1327,9
Tiptor vor Infektion	25,8	269*)	824,3
Tiptor nach Infektion	19,4	187*)	1056,8
Matador vor Infektion	50,7	309	
Matador nach Infektion	31,0	342	
CYD 34401 F vor Infektion	18,8**)	142	
CYD 34401 F nach Infekt.	7,4**)	194	

*) nur 1997

**)

nur 1996 - 97

In der folgenden Tabelle 27 und 28 sind am Beispiel der Sorte Borenos die Wirkungen der einzelnen Fungizide auf die Reduzierung der Fusariumkeimzahl je Gramm im Vergleich mit den DON-Werten (DON = Deoxynivalenol, bei Weizen als Leittoxin zu werten) dargestellt. Damit kann noch einmal verdeutlicht werden, daß bei einem Einsatz von Folicur oder CYD 34401 F die besten Bekämpfungserfolge zu erwarten sind, das Fungizid Tiptor aber ebenfalls zur Reduzierung eines Fusariumbefalls geeignet erscheint. Anhand der dargestellten DON-Werte läßt sich diese Einschätzung der Fungizidwirkungen bestätigen. Damit zeichnen sich Korrelationen zwischen den DON-Werten und den Fusarium-Keimzahlen/g ab, so daß beide Fusariumbestimmungsmethoden zur Wiedergabe des aktuellen Fusariumbefalls geeignet erscheinen.

Durch statistische Berechnung mittels Regressionsanalysen in den Fusariumbekämpfungsversuchen konnten jedoch keine

signifikanten Korrelationen ermittelt werden. Berechnungen der Korrelationen unter Einbeziehung mehrerer Sorten der LSV (1997) ergaben dagegen signifikante Beziehungen zwischen DON-Werten und den Fusarium-Keimzahlen/g. Die zu erwartende Höhe der Fusarium-Keimzahl/g bzw. des DON-Werts ist demzufolge anhand der Weizensorte sicherer abzuschätzen, als anhand des eingesetzten Fungizids. Ein Grund dafür kann z.B. die von vielen äußeren Einflüssen (Witterung, Applikationszeitpunkt) abhängige Wirkung der Fungizide auf den Fusarium-Pilz und auf die DON-Bildung des Pilzes sein. Entscheidend für den Bekämpfungserfolg ist die Wahl des richtigen Bekämpfungszeitpunkts. Der Zeitpunkt der Fusariumbekämpfung ist, wie schon einleitend zitiert, generell auf wenige Tage begrenzt. Die besten Wirkungen sind bei einer Fungizidbehandlung 1 bis 2 Tage nach der Infektion zu erwarten (OBST, 1997, 1998; OBST, v. GEISSENTHAL, HUBER, 1992).

**Tabelle 28: Wirkung des Behandlungstermins, mehrjährig, Sorte Borenos
Mittel über die Fungizide, N = Anzahl Fungizide**

Versuchsort, Behandlung,	Anzahl befallene	Befall je Ähre	Fus. culmorum	Ertrag
Dresden 1995 - 97				
Kontrolle (unbehandelt,	70,0	22,4	1446,5	
Vor Infektion, N = 4	62,8	15,7	1002,4	
Nach Infektion, N = 4	65,9	17,4	1061,8	
Salbitz 1996 - 97				
Kontrolle (unbehandelt)	0,24	41,0	147,4	100
Vor Infektion, N = 6	0,16	34,4	44,6	107
Nach Infektion, N = 6	0,17	27,6	27,3	106

In Übereinstimmung mit diesen Angaben konnten im Rahmen des Brauweizenprojekts in den Versuchen mit natürlicher Infektion (in Salbitz) durch kurative Fungizidbehandlungen zum Zeitpunkt BBCH 69 (Ende der Blüte) bessere Bekämpfungserfolge erreicht werden, als bei vorbeugenden Behandlungen zum Termin BBCH 61 (Beginn der Blüte). Die Ergebnisse der Versuche mit künstlicher Infektion (in Dresden) zeigen, im Gegensatz dazu, bei einem Fungizideinsatz vor der Infektion/Inokulation etwas geringere Fusariumwerte (siehe Tab. 28). Möglicherweise waren in diesen Infektionsversuchen durch die sehr große Anzahl gleichzeitiger Primärinfektionen die Wirkungen der Fungizide bei Applikation nach der Infektion nicht mehr ausreichend.

5. Wirtschaftliche Betrachtung

Die wirtschaftliche Seite des Brauweizenanbaus soll anhand einer Deckungsbeitragsrechnung, in Anlehnung an die Datensammlung "Deckungsbeiträge Pflanzen- und Tierproduktion im Freistaat Sachsen" (LfL, 1996), dargestellt werden. Durch Gegenüberstellung der Kosten und Erlöse von Qualitäts- und Futterweizen mit Kosten und Erlösen von gezielt angebautem Brauweizen, ergibt sich die Möglichkeit einer Anbauentscheidung aus finanzieller Sicht. Wichtigste Unterschiede sind die geringeren Kosten für die Düngung im Brauweizenanbau, der dadurch geringere Ertrag und der höhere Erlös (siehe Tabelle 29). In die Darstellung wurden auch Angaben zu Dec-

kungsbeiträgen von Backweizenpartien, die aufgrund eines zu geringen RP-Gehalts als Brauweizen vermarktet werden, einbezogen.

Für landwirtschaftliche Betriebe, die nach dem Programm UL, Zusatzförderung Stufe I arbeiten, sind in der Tabelle 30 einige Daten zur wirtschaftlichen Betrachtung zusammengestellt. Die erforderliche Reduzierung der N-Düngung nach dem Programm UL, Zusatzförderung I stimmt mit den Bedingungen der Produktion von Brauweizen grundsätzlich überein. So werden die nach dem Programm UL, Zusatzförderung I erreichten Rohproteingehalte der Weizenpartien in einem Bereich liegen, der für den Absatz als Brauweizen günstig ist.

Beide Tabellen zur Deckungsbeitragsrechnung machen deutlich, daß durch den Absatz einer Weizenpartie als Brauweizen höhere Deckungsbeiträge realisiert werden. Dabei erzielen Back- bzw. Futterweizenpartien mit witterungs- oder standortbedingt niedrigem Rohproteingehalt höhere Deckungsbeiträge bei der Vermarktung für Brauzwecke, als gezielt angebaute Brauweizen. Entscheidenden Einfluß auf die Höhe der Marktleistung und des Deckungsbeitrags haben der tatsächlich erreichte Ertrag der Brauweizensorte (vergleiche Abschnitt 4.1.1., S. 13) und der erzielte Erlös je dt., der in Abhängigkeit vom Rohproteingehalt gezahlt wird und jährlichen Schwankungen unterliegt, aber evt. durch Anbauverträge abgesichert werden kann.

**Tabelle 29: Vergleich der Deckungsbeiträge, Lößstandorte;
Bewirtschaftung nach üblicher landwirtschaftl. Praxis mit UL-Grundförderung**

	Brot-/Futterweizen			Brauweizen			
	Qualitätsweizen (E)	Brotweizen (A)	Futterweizen (B/C)	Brotweizen, RP zu gering (A)	Futterweizen, RP zu gering (B/C)	Gezielt Brauweizen (A)	Gezielt Brauweizen (B/C)
Marktleistung:							
Ertrag (dt/ha)	65	70	73	70	73	65	68
Erlös/dt (DM)	27	25	23	27	27	27	27
Leistung (DM)	1.755	1.750	1.679	1.890	1.971	1.755	1.836
Flächenprämie (DM)	660	660	660	660	660	660	660
UL-Grundförder. (DM)	80	80	80	80	80	80	80
Summe Marktleistung (DM)	2.495	2.490	2.419	2.630	2.711	2.495	2.576
Variable Kosten:							
Saatgut (DM) *)	108	108	108	108	108	108	108
Pflanzenschutz (DM)	241	241	220	241	220	241	220
Versicherung (DM)	16	16	14	16	14	16	14
Düngung (DM)	365	335	320	335	320	285	290
Trocknung (DM)	70	70	70	70	70	70	70
Var. Maschinenkosten (DM)	250	250	240	250	240	240	230
Summe var. Kosten (DM)	1.050	1.020	972	1.020	972	960	932
Deckungsbeitrag (DM)	1.445	1.470	1.447	1.610	1.739	1.535	1.644

*) 50% Saatgutinneneinsatz

**Tabelle 30: Vergleich der Deckungsbeiträge, Lößstandorte;
Bewirtschaftung nach Zusatzförderung I des Programms UL**

	Brot-/Futterweizen		Brauweizen	
	Brotweizen (A)	Futterweizen (B/C)	Brauweizen (A)	Brauweizen (B/C)
Marktleistung:				
Ertrag (dt/ha)	60	63	60	63
Erlös/dt (DM)	25	23	27	27
Leistung (DM)	1.500	1.449	1.620	1.701
Flächenprämie (DM)	660	660	660	660
UL-Grundförderung (DM)	80	80	80	80
UL-Zusatzförder. I (DM)	120	120	120	120
Summe Marktleistung (DM)	2.360	2.309	2.480	2.561
Variable Kosten:				
Saatgut (DM) *)	108	108	108	108
Pflanzenschutz (DM)	160	160	160	160
Versicherung (DM)	12	12	12	12
Düngung (DM)	260	260	260	260
Trocknung (DM)	60	60	60	60
Var. Maschinenkosten (DM)	240	240	240	240
Summe var. Kosten (DM)	840	840	840	840
Deckungsbeitrag (DM)	1.520	1.469	1.640	1.721

*) 50% Saatgutinneneinsatz

6. Schlußfolgerungen

6.1. Schlußfolgerungen für die landwirtschaftliche Praxis in Sachsen

Sorteneignung: Für den Sorteneinsatz zur Produktion von Brauweizen ergeben sich unter Berücksichtigung des Standorts, der Produktionsintensität und wirtschaftlicher Aspekte unterschiedliche Strategien:

1. Für Betriebe mit gezielter Produktion von Qualitätsweizen (E- und A-Sorten) ergibt sich bei witterungsbedingt niedrigem Rohproteingehalt eine kostengünstige Vermarktung als Brauweizen, falls die Sorte neben guter Backqualität auch eine gute Eignung als Brauweizen aufweist (z. B. Borenos, Zentos, Tambor).
2. Betriebe, die nach dem Programm UL mit Zusatzförderung I arbeiten, erreichen erfahrungsgemäß nicht sicher die Parameter für Qualitätsweizen. Die hier eingesetzten A-, B- oder C-Weizen sollten die alternative Verwendung als Back-, Futter- oder Brauweizen ermöglichen (z.B. Zentos, Tambor, Estica, Atlantis).
3. In klimatisch ungünstigeren Lagen kann mit dem Anbau von ertragreichen Futterweizensorten (B- und C-Weizen), die gleichzeitig gute Braueigenschaften besitzen, ebenfalls eine rentable Brauweizenproduktion erreicht werden. Durch ertragsbetonte N-Düngung realisieren diese Sorten recht hohe Kornerträge bei genetisch bedingt niedrigem Rohproteingehalt (z.B. Estica, Atlantis).

Für die Brauweizensortenstrategie stellt sich somit aus der Sicht des Ertrags und des Rohproteingehalts die Forderung nach alternativen Verwendungsmöglichkeiten der eingesetzten Sorten. Aus den mehrjährigen Prüfungen ist erkennbar, daß ein gezielter Brauweizenanbau weniger mit A- und E-Weizensorten, sondern eher mit B- und C-Sorten erfolgversprechend ist. Dennoch bleibt auch für den Qualitätsweizenanbauer bei witterungsbedingt niedrigem Rohproteingehalt die alternative Vermarktung als Brauweizen eine wirtschaftlich interessante Variante.

N-Düngung: Die in die Untersuchungen einbezogenen operativen N-Bedarfsbestimmungen (Nitratschnelltest, Chlorophyllwertbestimmung) erlauben nach den bisherigen Er-

gebnissen zum Zeitpunkt BBCH 55/60 (Ährenschieben) eine akzeptable Prognose des Rohproteingehalts der Körner zur Ernte. Die Prognosegenauigkeit wird durch das witterungsabhängige Ertragsniveau und die N-Nachlieferung nach dem Ährenschieben stark beeinflusst. Da es sich hierbei um nicht abschätzbare Einflußfaktoren handelt, wird die Rohproteinvorhersage mit einem Risiko behaftet bleiben. Die drei untersuchten Sorten können bei Überschreiten folgender Grenzwerte keine Brauqualität erreichen:

	Zentos / Tambor	Mikon
Chlorophyllwert BBCH 55:	580	670
Nitratwert (ppm) BBCH 55:	100	200
N-Düngung (kg/ha):	100	150

Standorte mit sehr hohen N_{\min} -Gehalten scheiden für den Brauweizenanbau grundsätzlich aus. Durch eine gezielte N-Düngung ist es möglich, den Rohproteingehalt einer Weizenpartie auf das für Brauweizen erforderliche Niveau zu senken. Folgende Düngungsempfehlung kann für Brauweizen in Sachsen gegeben werden:

1. N-Gabe nach N_{\min} und BEFU, ortsüblich,
2. N-Gabe nach Nitratschnelltest, evt. um 10 bis 20 kg reduziert,
3. N-Gabe entfällt.

Durch Stickstofftests und Rohproteinprognose zum Zeitpunkt BBCH 55/60 ist die Möglichkeit vorhanden, eine Weizenpartie die den Rohproteingrenzwert für Brauweizen nicht erreichen wird, rechtzeitig mit einer 3. N-Gabe in Richtung Backweizen zu steuern.

Fusariumbefall: Unter sächsischen Bedingungen kann je nach Jahreswitterung ein geringer oder ein erhöhter Fusariumbefall auftreten. Infektionsbedingungen, die in bayerischen Arbeiten mit Temperaturen von > 15 °C verbunden mit ausreichender Befeuchtung der Bestände während der Blühperiode definiert sind, können mit dem Auftreten der Infektionen unter sächsischen Bedingungen nur schwer in Übereinstimmung gebracht werden. Hier besteht noch Forschungsbedarf um den

Infektionszeitraum und die Infektionsbedingungen evt. zu erweitern oder neu zu definieren.

Eine unterschiedliche Fusariumanfälligkeit der Sorten konnte nachgewiesen werden. Geringe Fusariumbefallswerte haben die Sorten Mikon, Atlantis, Tambor, Tarso, während bei Borenos, einer von den Mälzern und Brauern bevorzugten Sorte, und bei Ritmo meist mit höherem Befall zu rechnen ist. Aus der Sicht des Fusariumbefalls sind daher Borenos und Ritmo als Brauweizensorten nicht zu empfehlen.

Nach den dreijährigen Untersuchungen lassen sich in der Tendenz für Sachsen unterschiedliche Befallsgebiete erkennen. Ein großer Teil der sächsischen Anbauggebiete weist einen geringen Fusariumbefallsdruck, von durchschnittlich 0 bis 15 Fusariumkeimen (*Fus. culmorum* und *Fus. graminearum*) je Gramm Erntegut auf. Erhöhte Fusariumwerte mit durchschnittlich 70 bis 150 Fusariumkeimen je Gramm, und damit über der Toleranzgrenze von etwa 80 Fusariumkeimen je Gramm, lagen nur in einigen Gebieten der Kreise Meißen, Vogtlandkreis, Mittweida und Westweißritz vor, wobei den Wechselwirkungen zwischen Anbauregion und Vorfrucht eine Bedeutung zukommt.

Der Fusariumbefallsdruck kann durch eine geeignete Bestandesführung wesentlich beeinflusst werden. Dabei ist vor allem die Wirkung der Vorfrucht zu beachten, da nach Mais- und Feldgrasvorfrucht ein erhöhter Befall zu erwarten ist. Auch soll sich der Fusariumdruck durch pfluglose Bodenbearbeitung aufgrund der oberflächlich verbleibenden Stoppelrückstände erhöhen. Weiterhin zeigten die Untersuchungen, daß eine reduzierte N-Düngung, die eine schnellere Reife der Ähren bewirkt, möglicherweise mit einer Verringerung der Ährenfusariosen verbunden ist.

Im erntereifen Korn vorhandene Fusariumpilze verlieren im Normallager allmählich ihre Struktur, gebildete Mycotoxine bleiben jedoch erhalten.

Die im Rahmen des Brauweizenprojekts praktizierte Nachweismethode für Fusariumkeime wird bei Praxisproben an Bedeutung verlieren, da zukünftig andere, schnellere Methoden der Fusariumbestimmung (z.B. Analyse der Fusariumproteine) als Screening zur Verfügung stehen.

Ein Zusammenhang zwischen der Fusariumbelastung des Weizens und dem Gushing des Bieres konnte im vorliegenden dreijährigen Untersuchungsprogramm, aufgrund des sehr geringen Auftretens von Gushing, nicht nachgewiesen werden. Da in der Braubranche jedoch noch immer die Meinung besteht, daß bei Weizen zwischen Fusarium und Gushing ein Zusammenhang vorhanden ist, sind weiterführende Untersuchungen zur Klärung dieser Beziehungen erforderlich. Solche Untersuchungen werden 1998 an Aufwüchsen aus Sachsen durchgeführt.

Die Fusariumbekämpfung gestaltet sich schwierig. Eine Wirkung gegen Fusarium konnte bei den Mitteln Folicur und CYD 34401 F (Wirkstoffe Metconazol und Tebuconazol) nachgewiesen werden, die Terminsetzung der Bekämpfung muß aber sehr sensibel gehandhabt werden. Die besten Wirkungen werden beim Fungizideinsatz kurz nach der Primär-Infektion (ca. Ende der Blüte = BBCH 69) erreicht. Fungizidbehandlungen zu wesentlich früheren Entwicklungszeitpunkten des Weizenbestandes (BBCH 30 - 61), gegen andere Getreidekrankheiten wie Mehltau, Septoria u.a., können fördernd auf den Befall mit Ährenfusarium wirken (Sequenzmycose) und höhere Mycotoxingehalte verursachen.

Standorteignung: Die Standortfrage für den Brauweizenanbau wird vorrangig durch die Vorfrucht, den Bodenstickstoffgehalt und das N-Nachlieferungsvermögen entschieden. Die Vorfrucht hat einerseits großen Einfluß auf den Stickstoff im Boden und damit den Rohproteingehalt im Korn, zum anderen scheiden Mais- und Feldgrasvorfrucht wegen erhöhter Fusariumgefahr grundsätzlich aus. Weizen als Vorfrucht zu Brauweizen wurde nicht gesondert geprüft und kommt aus Gründen guter fachlicher Praxis sowie bei der Bewirtschaftung nach dem Förderprogramm UL, vor allem wegen des erhöhten Pilzinfektionspotentials, für den umweltbewußten Landwirt nicht in Frage.

Zur Realisierung der niedrigen Rohproteingehalte ist beim Brauweizenanbau die Wirkung des bodenbürtigen Stickstoffs zu beachten. Standorte mit hohen N_{\min} -Gehalten und umfangreicher organischer Düngung sind ungeeignet. Feuchtkühle Anbauggebiete eignen sich für die Produktion von Brauweizen eher als trockene und warme Lagen, in denen durch die

schnellere Abreife des Korns die Rohprotein-gehalte in der Regel höher sind.

Die Witterungsbedingungen sind auch für Ährenfusariosen ausschlaggebend. In kühleren und trockneren Gebieten ist die Fusariumgefahr geringer. In den traditionellen Weizenanbaugebieten behält daher weiterhin der Qualitätsweizen seine Vorrangstellung, dagegen ist der Brauweizen in Übergangslagen durchaus eine günstige Alternative.

6.2. **Schlußfolgerungen für weitere Untersuchungen und wissenschaftliche Begleitung**

Sorten: An zwei bis drei geeigneten Standorten sind jährlich analog zur Mahl- und Backqualitätsprüfung die neuen Winterweizensorten auf ihre Braueignung zu untersuchen. Mälzer und Brauer erhalten durch jährliche Informationen (Agrarberatung, Öffentlichkeitsarbeit) über die neuen Sorten, vor allem über deren malz- und brautechnologische Eignung, aktuelle Erkenntnisse zum Sortiment.

N-Düngung: Die Rohprotein-Prognose ist durch die Einbeziehung von Jahres- und Standorteinflüssen weiter zu verbessern. Dazu sind weitere Versuchsanstellungen mit laufenden N-Messungen nötig. Weitere Untersuchungen zur Quantifizierung des sortenspezifischen Einflusses der N-Düngung auf den Rohproteingehalt sind im Zusammenhang mit der Rohprotein-Prognose erforderlich.

Fusarium: Großer Bedarf an weiterer wissenschaftlicher Begleitung besteht auf dem Gebiet der Fusariumproblematik, da sowohl beim Fusariumbefall als auch bei der Fusariumbekämpfung wesentliche Fragestellungen noch nicht geklärt sind. Weitere Untersuchungen sind vor allem erforderlich, um zu klären, unter welchen Bedingungen (Vorfrucht, Bodenbearbeitung, Witterung) eine Fusariuminfektion auftritt. Umfangreichere Erkenntnisse über diese Zusammenhänge könnten in der weiteren wissenschaftlichen Bearbeitung Fusarium-Prognosen ermöglichen.

Jährliche Aktualisierungen des Sortenspektrums hinsichtlich Fusarium-Resistenz/-Toleranz sind erforderlich. Es ist nach geeigneten und schnelleren Nachweismethoden für Fusariumpilze, Toxine und Pilzeiweißverbindungen zu suchen. Der Zusammenhang zwischen Fu-

sarium und Gushing ist in Zusammenarbeit mit den brautechnologischen Untersuchungseinrichtungen weiter zu prüfen.

7. **Zusammenfassung**

Der Anbau von Brauweizen ist eine Alternative zur herkömmlichen Produktion. In Deutschland besteht gegenwärtig ein jährlicher Bedarf an ca. 120.000 t braufähigem Weizen, der bisher vorrangig durch Importe aus Frankreich gedeckt wurde. Für die Verarbeitung fordern die Mälzereien Partien mit einem niedrigen Rohproteingehalt ($< 11,5$ bei $f = 5,7$), guten Malz- und Brauqualitätseigenschaften sowie einem geringen Fusariumbesatz. Im landwirtschaftlichen Interesse steht dabei der Anbau geeigneter Sorten mit einem guten Ertragspotential und günstigen Anbau- und Resistenzeigenschaften (Standfestigkeit, Frühreife, Resistenz bzw. Toleranz gegen Fusarium u. a. Pilzkrankheiten).

Eine Literaturrecherche ergab nur wenige Informationen zum Komplex Brauweizenanbau. Über Sorten und ihre Verarbeitungseigenschaften liegen nur vereinzelt und z.T. widersprüchliche Erkenntnisse vor. Zur N-Düngung sind nur sehr allgemeine Angaben zu finden. Die Fusariumproblematik wird in einer Vielzahl nationaler sowie internationaler Literaturbeiträge wissenschaftlich dargestellt, diese Erkenntnisse sind jedoch nicht ungeprüft auf sächsische Anbaugebiete zu übertragen. Im Forschungsprojekt wurden von 1995 bis 1997 25 Sorten auf ihre Eignung zur Produktion von Brauweizen geprüft. Im ersten Untersuchungsabschnitt erfolgte die Prüfung in den Merkmalen Rohproteingehalt, Malz- und Brauqualität sowie in den Ertrags- und Anbaueigenschaften. Von den geprüften Sorten weisen acht Sorten gute Verarbeitungs- und Leistungseigenschaften als Brauweizen auf. So zeigen Borenos, Tambor, Estica, Zentos und Atlantis nach dreijähriger Prüfung sowie Bold, Vivant und Trakos nach dem ersten Prüfungsjahr eine gute Eignung. Fünf der geprüften Sorten (Tarso - dreijährig geprüft, Dakota, Moldau, Longos und Ebi - einjährig geprüft) erwiesen sich vor allem hinsichtlich der Malz- und Brauqualität als nicht geeignet. Die einjährigen Qualitätsuntersuchungen bedürfen noch der mehrjährigen Bestätigung. Für den Einsatz einer Sorte als Brauweizen kann je nach Ve-

rarbeitungsziel des landwirtschaftlichen Betriebs zwischen drei Strategien gewählt werden:

1. Bei gezielter Produktion von Qualitätsweizen ergibt sich bei witterungsbedingt niedrigem Rohproteingehalt eine kostengünstige Vermarktung als Brauweizen, falls die angebaute Sorte neben einer guten Back- auch eine gute Brauqualität aufweist
2. In Betrieben, die nach dem UL-Förderprogramm mit Zusatzförderung I (vergl. Verz. der Abkürzungen, S. 4) arbeiten, sollten die eingesetzten Weizensorten alternativ als Back-, Futter- oder Brauweizen zu verwenden sein.
3. In klimatisch ungünstigeren Lagen kann mit dem Anbau von ertragreichen Futterweizensorten, die auch gute Braueigenschaften besitzen, ebenfalls rentabel Brauweizen produziert werden.

Dabei ist neben dem Standort, der Produktionsintensität und der Wirtschaftlichkeit auch die Sortenakzeptanz der Mälzer und Brauer (z.B. Borenos, Atlantis) zu berücksichtigen.

Der zweite Untersuchungsabschnitt befaßte sich mit der Stickstoff-Düngung. Im Ergebnis dieser Untersuchungen konnte eine N-Düngungsempfehlung für den gezielten Brauweizenanbau erarbeitet werden. So ist eine N-Düngung mit vollständiger 1. N-Gabe, reduzierter 2. N-Gabe und ohne 3. N-Gabe geeignet, den für Brauweizen erforderlichen niedrigen Rohproteingehalt zu realisieren. Die weiteren Untersuchungen zur N-Problematik verfolgten das Ziel, eine Rohproteinprognose zu ermöglichen, um schon zu einem frühen Zeitpunkt (BBCH 55/60) im Weizenbestand die spätere Nutzung der Partie als Brauweizen (bei zu erwartendem niedrigem RP-Gehalt) oder als Back- bzw. Futterweizen festzulegen.

Anhand der durchgeführten umfangreichen N-Bestimmungen wurde deutlich, daß eine akzeptable Rohprotein-Prognose möglich ist, diese jedoch durch äußere Faktoren (Witterung, Standort) stark beeinflusst wird.

Der dritte Untersuchungsabschnitt galt der Fusariumthematik. Bei der Bestimmung des Fusariumbefalls standen verschiedenen Methoden zur Verfügung. Welche dieser Methoden am geeignetsten ist, konnte nicht endgültig geklärt werden. Die Einstufung der geprüften Sorten hinsichtlich ihrer Fusariumanfälligkeit erfolgte deshalb in Zusammenfassung der unterschiedlichen Fusariumbestimmungen. Dabei sind nach dreijährigen Untersuchungen die Sorten Mikon, Atlantis, Tambor und Tarso als gering anfällig zu bezeichnen, während bei Borenos und Ritmo mit starkem Befall gerechnet werden muß. Als fusariumfördernde Einflußfaktoren erwiesen sich feuchte Witterung während und nach der Blüte, Mais- und Feldgrasvorfrucht sowie auf andere Getreidekrankheiten ausgerichteter Fungizideinsatz. Proben aus dem Anbau mit reduzierter N-Düngung zeigten dagegen geringeren Fusariumbefall.

Für die Fusariumbekämpfung sind nur die Mittel Folicur und CYD 34401 F (Wirkstoffe Metconazol und Tebuconazol) geeignet, ausreichende Wirkungen können nur durch den richtigen Bekämpfungstermin (ca. Ende der Blüte) erreicht werden. Zusammenhänge zwischen der Fusariumbelastung des Erntegutes und dem Gushing des Weizenbieres (Überschäumen aus der Flasche) waren bisher nicht nachzuweisen. Unter Beachtung aller Versuchsergebnisse von 1995 bis 1997 zeigen folgende Sorten für den Brauweizenanbau in Sachsen die günstigsten Eigenschaften:

Tambor	sehr gute Braueignung, A-Weizen, gute Fusariumresistenz
Atlantis	sehr gute Braueignung, B-Weizen, sehr gute Fusariumresistenz
Borenos	sehr gute Braueignung, E-Weizen, aber stark fusariumanfällig
Zentos	gute Braueignung, E-Weizen, aber 1996 hoher Fusariumbefall
Estica	gute Braueignung, B-Weizen, gute Fusariumresistenz
Mikon	mittlere Braueignung, B-Weizen, sehr gute Fusariumresistenz

Literaturverzeichnis

- BECK, R.; SÜSS, A.; LEPSCHY, J., 1993: "Fusarien verantwortlich für Bierfehler?", Pflanzenschutzpraxis 2, S. 26 - 29
- BERNER, C., 1996: "Preiszuschlag für Brauweizen", Agrarmarkt, S. 9
- BOCKMANN, H., 1964: "Qualität und Backfähigkeit von Weizen bei Befall mit *Septoria nodorum* Berk. und *Fusarium culmorum* Link." Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes 36/1, S. 5 - 10
- BOSCH, H.; TESSIN, N.; BELLMER, H.-G.; BÄßLER, H.M.S., 1994: "Überprüfung der Eignung von Enzymimmunoassays (ELISA) für die Mykotoxinanalytik in der Brauwirtschaft", Monatsschrift für Brauwissenschaft 6, S. 196 - 202
- HÄUSSLER, T., 1985: "Der Anbau von Brauweizen", Brauwelt Nr. 6, S. 209 - 210
- KUNZE, W., 1994: Technologie der Brauer und Mälzer, Verlag VLB Berlin, 7. Auflage, S.150
- LfL, 1996: "Datensammlung - Deckungsbeiträge Pflanzen- und Tierproduktion"
- MAULER-MACHNIK, A.; ZAHN, K., 1994: "Ährenfusariosen an Weizen - neue Erkenntnisse zur Epidemiologie und zur Bekämpfung mit Folicur (Tebuconazole)", Pflanzenschutznachrichten Bayer 47, 2
- OBST, A., 1997: "Partielle Taubährigkeit (*Fusarium culmorum*) des Weizens - Ähreninfektion und Befallsverlauf, Resistenzmechanismen und Sortenreaktionen", Bayrische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenschutz, Sondernummer 1/97
- OBST, A., 1998: "Zur Epidemiologie, Prognose und Bekämpfung von *Fusarium graminearum*, dem Erreger der Partiellen Taubährigkeit des Weizens", unveröffentlichte Studie
- OBST, A.; LEPSCHY-v. GEISSENTHAL, J.; HUBER, G., 1992: "Zur gezielten Bekämpfung der Ährenfusariosen bei Weizen - Beobachtungen und Versuchsergebnisse aus Bayern.", Gesunde Pflanzen 2, S. 40 - 47
- RINTELEN, J., 1997: "Fusarium graminearum hat sich erst in den letzten Jahren ausgebreitet", Bayrische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenschutz, Sondernummer 1/97
- RINTELEN, J., 1997: "Zwei unterschiedliche Populationen von *Gibberella zeae* (*Fusarium graminearum*)", Bayrische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenschutz, Sondernummer 1/97
- SACHER, B.; NARZIß, L., 1992: "Rechnerische Auswertung von Kleinmälzungsversuchen mit Winterweizen unter besonderer Berücksichtigung der Ernte 1991", Monatsschrift für Brauwissenschaft 12/92, S. 404 - 412
- SCHMIEDER, W., 1996: "Probleme der Brauqualität beim Einsatz von Winterweizen", unveröffentlichte Studie
- SUTY, A.; MAULER-MACHNIK, A., 1996: "Ährenfusariose an Weizen - neue Erkenntnisse zur Epidemiologie und Bekämpfung von *Gibberella zeae*, der Hauptfruchtform von *Fusarium graminearum* mit Folicur", Pflanzenschutznachrichten Bayer 49, 1
- WEINERT, J.; WOLF, G., 1995: "Abschlußbericht DEG-Forschungsprojekt"
- ZABEL, S.; SCHMIEDER, W.; MEYER, L.; HARTMANN, G., 1995: "Qualitätsuntersuchungen zu Getreide Ernte 1995", Landwirtschaftliche Untersuchungs- und Forschungsanstalt Sachsen-Anhalt, Halle, S. 13
- ZIMMERMANN, G., 1997: "Ährenfusariosen bei Winterweizen in Bayern und Ausprägung der Resistenz von aktuellen Sorten", Bayrische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenschutz, Sondernummer 1/97
- ZIMMERMANN, H., 1994: "Brauweizen aus Sachsen", Brauwelt 134, S. 700 - 701
- ZWAATZ, B., 1975: "Ährenfusariosen des Weizens - Ertrags- und Qualitätsminderung." Pflanzenarzt 28/4, S. 48 - 50

Verzeichnis der Tabellen

- Tabelle 1: Versuchsstandorte und Sorten mit Qualitätseinstufungen
- Tabelle 2: Versuchsstandorte für Malz- und Brauqualitätsuntersuchungen
- Tabelle 3: N-Stufen der Stickstoff-Steigerungsversuche in Nauhain und Niederschöna
- Tabelle 4: Versuchsstandorte der Fusariumuntersuchungen in den einzelnen Versuchsjahren
- Tabelle 5: Fusariumbekämpfungsversuche
- Tabelle 6: Fusarium-Bestimmungsmethoden und deren Einsatz
- Tabelle 7: Kurzbeschreibung der Versuchsstandorte
- Tabelle 8: Vorfrüchte an den Versuchsstandorten 1995 bis 1997
- Tabelle 9: N-Düngung und N_{\min} -Gehalt an den Versuchsstandorten 1995 bis 1997
- Tabelle 10: Kornertrag relativ, Brauweizenversuche 1995 – 1997
Mittel der Sorten und Versuchsorte, N-Düngungsstufe III (red. N)
- Tabelle 11: Rohproteingehalt (%), Brauweizenversuche 1995 - 1997
Mittel der Sorten und Versuchsorte, N-Düngungsstufe III (red. N)
- Tabelle 12: Malz- und Brauqualitätsparameter mit Optimalbereichen
- Tabelle 13: Malz- und Brauqualität 1995 - 1997 (N = 9 Versuche; Mittel aus drei Labors)
- Tabelle 14: Malz- und Brauqualität 1995 - 1997, Rangfolge der Sorten je Merkmal
- Tabelle 15: Malz- und Brauqualität 1995 - 1997, Vergleich von MQI und Rangsumme
(N = 9 Versuche, nur Labor Halberstadt)
- Tabelle 16: Ertrag und Rohproteingehalt je Düngungsstufe 1996 - 97 (N = 4 Versuche)
- Tabelle 17: Korrelationen zwischen N-Messungen (BBCH 55/60) und Rohproteingehalt, mehrjährig
- Tabelle 18: Korrelationen zwischen N-Düngung und Rohproteingehalt
- Tabelle 19: Grenzwerte für Brauweizenanbau in Salbitz, Mittel 1996 - 97
- Tabelle 20: Fusariumbefall in den Brauweizenversuchen, (Stufe red. N, mit Fung.)
- Tabelle 21: Ährenfusarium - *F. culmorum* und *F. graminearum* (Keime/g), vergleichb. Orte je Jahr
- Tabelle 22: Fusariumbefall an sächsischen Winterweizen-Praxisproben 1995 - 97
(Mittelwerte je Sorte)
- Tabelle 23: Fusariumbefall an sächsischen Winterweizen-Praxisproben 1995 – 97
(Mittelwerte je Herkunftskreis)
- Tabelle 24: Fusariumbefall an sächsischen Winterweizen-Praxisproben 1995 – 97
(Mittelwerte je Vorfrucht)
- Tabelle 25: Versuchsergebnisse Fusarium-Bekämpfungsversuch Salbitz, mehrjährig
Mittel der Sorten Borenos und Tambor
- Tabelle 26: Versuchsergebnisse Fusarium-Infektions-/Bekämpfungsversuch Dresden 95-97,
Sorte Borenos
- Tabelle 27: Wirkung der einzelnen Fungizide, Sorte Borenos, mehrjährig
- Tabelle 28: Wirkung des Behandlungstermins, mehrjährig, Sorte Borenos
Mittel über die Fungizide, N = Anzahl Fungizide
- Tabelle 29: Vergleich der Deckungsbeiträge, Lößstandorte;
Bewirtschaftung nach üblicher landwirtschaftl. Praxis mit UL-Grundförderung

- Tabelle 30: Vergleich der Deckungsbeiträge, Lößstandorte;
Bewirtschaftung nach Zusatzförderung I des Programms UL
- Tabelle 31: Fungizidbehandlung an den Versuchsstandorten 1995 bis 1997
- Tabelle 32: Anwendung von Wachstumsregulatoren in den Versuchen 1995 bis 1997
- Tabelle 33: Termine von Aussaat, Aufgang und Ernte der Versuche 1995 bis 1997
- Tabelle 34: Malz- und Brauqualität 1995, 1996, 1997; Malzextrakt Fein (%TS)
(Mittel aus drei Labors)
- Tabelle 35: Malz- und Brauqualität 1995, 1996, 1997; Eiweiß im Malz (%)
(Mittel aus drei Labors)
- Tabelle 36: Malz- und Brauqualität 1995, 1996, 1997; löslicher Stickstoff (mg/100g)
(Mittel aus drei Labors)
- Tabelle 37: Malz- und Brauqualität 1995, 1996, 1997; Kolbachzahl (=ELG) (%)
(Mittel aus drei Labors)
- Tabelle 38: Malz- und Brauqualität 1995, 1996, 1997; Viskosität (mPas)
(Mittel aus drei Labors)
- Tabelle 39: Malz- und Brauqualität 1995, 1996, 1997; Endvergärungsgrad (%)
(Mittel aus drei Labors)
- Tabelle 40: Malz- und Brauqualität 1995, 1996, 1997; VZ 45°C (%)
(Mittel aus drei Labors)
- Tabelle 41: Korrelationen zwischen N-Messungen (BBCH 30/31) und Rohproteingehalt
- Tabelle 42: Korrelationsgleichungen der Beziehungen zwischen Chlorophyll-, Nitratwert,
N-Düngung und Rohproteingehalt (Ernte), Standort Salbitz
- Tabelle 43: Fusariumbefall in verschiedenen Brauweizenversuchen, 1995, 1996, 1997, Mittelwerte
der Sorten und Orte, (Stufe reduziert N, mit Fungizid)
- Tabelle 44: Fusariumbefall in LSV, Mittelwerte 1996 - 97 der Sorten
- Tabelle 45: Fusariumbefall - Vergleich der Bestimmungsmethoden Plattengußverfahren und ELISA-
-Test, LSV Salbitz 1997
- Tabelle 46: Versuchsergebnisse Fusarium-Bekämpfungsversuch Salbitz, Mittel 1995 - 97
Sorten Borenos und Tambor

Verzeichnis der Abbildungen

- Abbildung 1: Malz- und Brauqualität, Sortenrangfolge nach Rangsummen
- Abbildung 2: Zusammenhang zwischen Nitratwert Termin 2 (BBCH 55) und Rohproteingehalt, Standort Salbitz
- Abbildung 3: Zusammenhang zwischen Chlorophyllwert Termin 2 (BBCH 55) und Rohproteingehalt, Standort Salbitz
- Abbildung 4: Zusammenhang zwischen N-Düngung und Rohproteingehalt Standort Salbitz
- Abbildung 5: Fusariumbefall Brauweizenversuche 1996-97, Stufe II (red. N), N = 6 Versuche
- Abbildung 6: Fusariumbefall der Versuchsstationen, 1996, 1997 (LSV, mit Fungizid) Merkmal Anzahl befallene Ähren zu BBCH 75 - 83 (%)
- Abbildung 7: Fusariumbefall der Versuchsstationen, 1996, 1997, (LSV, mit Fungizid) Merkmal Fus. culmorum und Fus. graminearum (Keime/g)
- Abbildung 8: Abnahme der "Roten Körner" 1996 - 97 (nach Mälzertest)
- Abbildung 9: Nossen: Niederschläge 1995, 1996 und 1997 im Vergleich zum langjähr. Mittel
- Abbildung 10: Nossen: Temperaturen 1995, 1996 und 1997, Dekadenmittelwerte
- Abbildung 11: Salbitz: Niederschläge 1995, 1996 und 1997 im Vergleich zum langjähr. Mittel
- Abbildung 12: Salbitz: Temperaturen 1995, 1996 und 1997, Dekadenmittelwerte
- Abbildung 13: Forchheim: Niederschl. 1995, 1996 und 1997 im Vergleich zum langj. Mittel
- Abbildung 14: Forchheim: Temperaturen 1995, 1996 und 1997, Dekadenmittelwerte
- Abbildung 15: Zusammenhang zwischen Chlorophyllwert und Rohproteingehalt
- Abbildung 16: Zusammenhang zwischen Nitratwert und Rohproteingehalt
- Abbildung 17: Tageseinzelwerte von Temperatur und Niederschlag während der Blühperiode (20 Tage) in Nossen 1995, 1996 und 1997
- Abbildung 18: Tageseinzelwerte von Temperatur und Niederschlag während der Blühperiode (20 Tage) in Salbitz 1995, 1996 und 1997
- Abbildung 19: Tageseinzelwerte von Temperatur und Niederschlag während der Blühperiode (20 Tage) in Forchheim 1995, 1996 und 1997
- Abbildung 20: Tageseinzelwerte von Temperatur und Niederschlag während der Blühperiode (20 Tage) in Christgrün 1996 und 1997
- Abbildung 21: Ablaufschema des "Mälzertests" (Anzahl Rote Körner), Durchführung bei Zimmertemperatur
- Abbildung 22: Ablaufschema Plattengußverfahren (Fusariumkeime/g)
- Abbildung 23: Fusariumbefall LSV, Stufe mit Fungizid 1996 - 97, N = 11 Versuche

Abbildung 9: Niederschläge 1995, 1996 und 1997 im Vergleich zum langjährigen Mittel

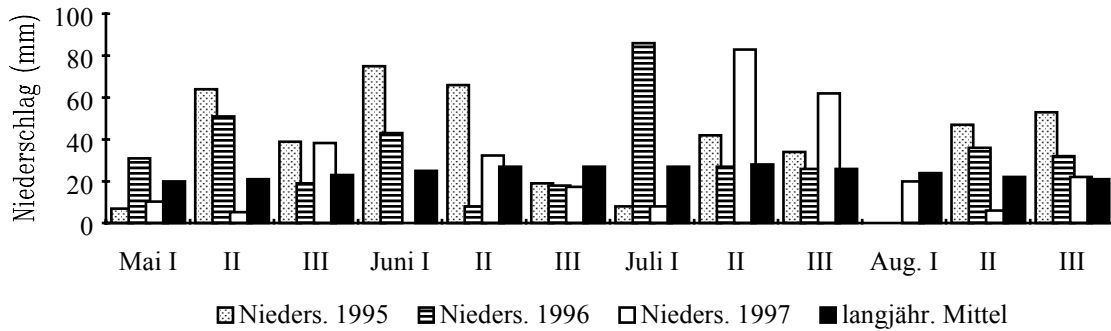


Abbildung 10: Temperaturen 1995, 1996 und 1997, Dekadenmittelwerte

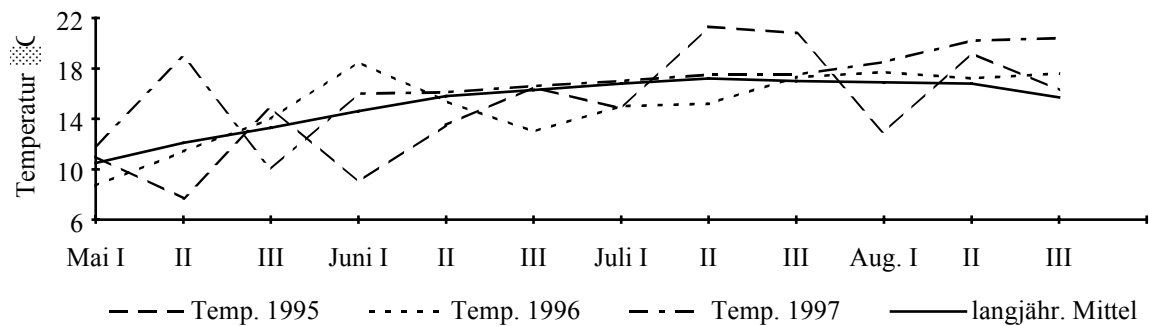


Abbildung 11: Niederschläge 1995, 1996 und 1997 im Vergleich zum langjährigen Mittel

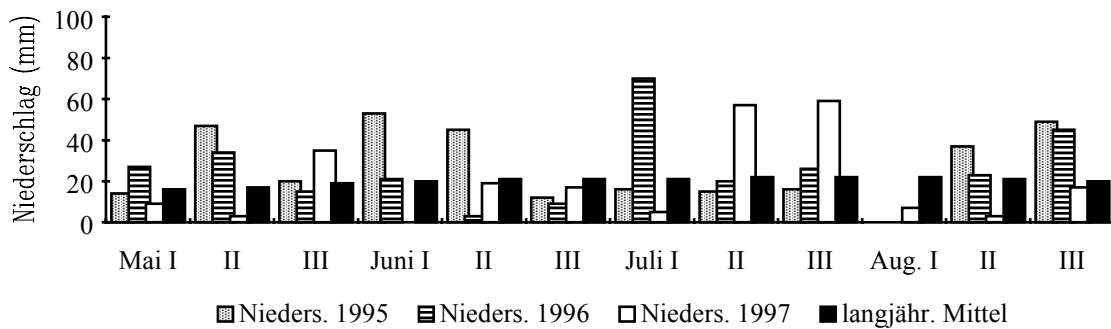


Abbildung 12: Temperaturen 1995, 1996 und 1997, Dekadenmittelwerte

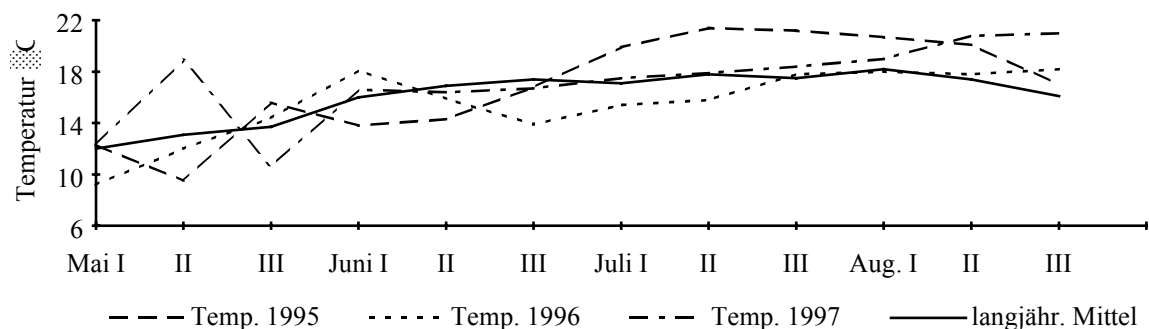


Abbildung 13: Niederschläge 1995, 1996 und 1997 im Vergleich zum langjährigen Mittel

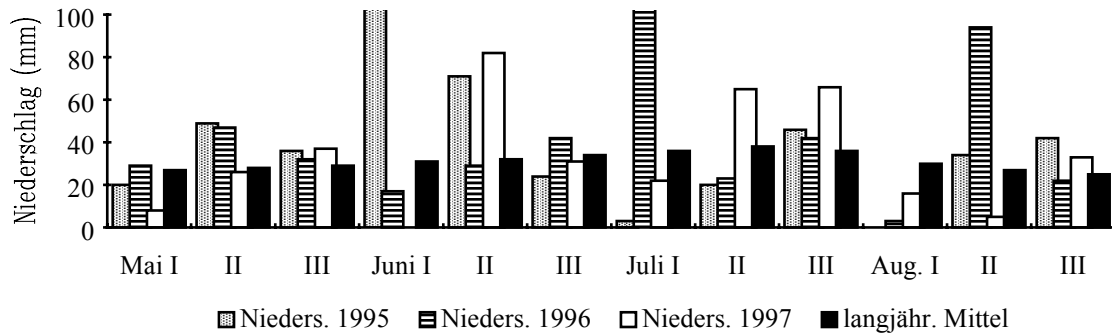


Abbildung 14: Temperaturen 1995, 1996 und 1997, Dekadenmittelwerte

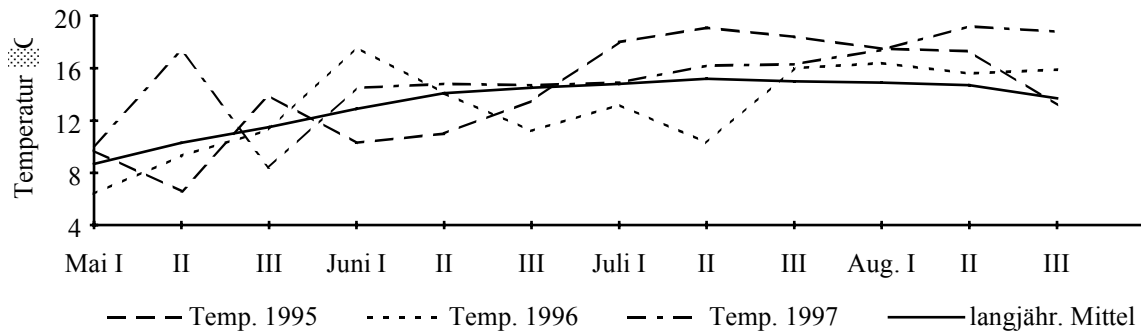


Tabelle 31: Fungizidbehandlung an den Versuchsstandorten 1995 bis 1997

Versuchsorte	Fungizidbehandlung		
	1995	1996	1997
Brauweizenversuche			
Nossen	0,75 l/ha Falimorph zu BBCH 30 (29.4.) 1,0 l/ha Tiptor zu BBCH 61 (20.6.)	1,0 l/ha Juwel zu BBCH 59 (17.6.)	1,0 l/ha Juwel zu BBCH 39 (26.5.)
Salbitz	1,3 l/ha Sportak Alpha + 0,4 l/ha Falimorph zu BBCH 30 (27.4.) 1,5 l/ha Opus Top zu BBCH 55 (7.6.)	1,0 l/ha Juwel zu BBCH 51 (14.6.)	1,0 l/ha Juwel zu BBCH 47 (26.5.)
Forchheim	1,5 l/ha Opus Top + 0,5 l/ha Corbel zu BBCH 51 (20.6.)	1,5 l/ha Opus Top zu BBCH 51 (26.6.)	1,0 l/ha Juwel zu BBCH 49 (9.6.)
Oberwiera	0,5 l/ha Colt zu BBCH 23 (6.5.) 1,25 l/ha Folicur zu BBCH 71 (19.6.)		
Christgrün			0,6 l/ha Pronto + 0,8 l/ha Amistar (10.6.)
Landessortenversuche			
Roda	1,5 l/ha Sportak Alpha + 1,0 l/ha Corbel zu BBCH 33 (4.5.) 1,5 l/ha Opus Top zu BBCH 55 (14.6.)	1,5 l/ha Opus Top zu BBCH 49 (10.6.)	0,8 l/ha Harvesan zu BBCH 34 (14.5.) 1,0 l/ha Juwel zu BBCH 47 (3.6.)
Pommritz	0,5 l/ha Cercobin FL zu BBCH 37 (16.5.) 1,5 l/ha Opus Top zu BBCH 46 (22.5.)	0,7 l/ha Brio zu BBCH 32 (21.5.) 1,0 l/ha Pronto zu BBCH 49 (7.6.)	1,0 l/ha Impuls zu BBCH 32 (13.5.) 0,6 l/ha Amistar + 0,8 l/ha Pronto zu BBCH 49 (5.6.)

Tabelle 32: Anwendung von Wachstumsregulatoren in den Versuchen 1995 bis 1997

Versuchsorte	Wachstumsregulatorbehandlung		
	1995	1996	1997
Brauweizenversuche			
Nossen	0,75 l/ha Cycocel 720 zu BBCH 31 (2.5.) 0,5 l/ha Terpal C zu BBCH 45 (24.5.)	1,5 l/ha Cycocel 720 zu BBCH 31 (14.5.) 0,5 l/ha Terpal C zu BBCH 39 (31.5.)	1,0 l/ha Cycocel 720 zu BBCH 31 (8.5.)
Salbitz	1,25 l/ha Cycocel zu BBCH 30 (26.4.) 0,5 l/ha Cycocel zu BBCH 37 (22.5.)	1,3 l/ha Cycocel zu BBCH 30 (3.5.) 1,0 l/ha Cycocel zu BBCH 32 (23.5.)	1,5 l/ha Cycocel 720 zu BBCH 30 (29.4.)
Forchheim	-	-	-
Oberwiera	-		
Christgrün			-
Landessortenversuche			
Roda	1,5 l/ha Cycocel 720 zu BBCH 33 (4.5.) 0,6 l/ha Terpal C zu BBCH 38 (23.5.)	0,8 l/ha Cycocel zu BBCH 31 (18.5.)	0,8 l/ha Cycocel zu BBCH 32 (9.5.)
Pommritz	1,0 l/ha Cycocel 720 zu BBCH 31 (3.5.)	1,0 l/ha Cycocel zu BBCH 32 (18.5.)	1,2 l/ha Cycocel zu BBCH 30 (5.5.)

Tabelle 33: Termine von Aussaat, Aufgang und Ernte der Versuche 1995 bis 1997

Versuchsorte	Jahr	Aussaat (Datum)	Aufgang (Datum)	Ernte (Datum)
Brauweizenversuche				
Nossen	1995	12.10.94	30.10./02.11.	11.08.95
	1996	11.10.95	23./25.10.	26.08.96
	1997	15.10.96	30.10./02.11.	09.08.97
Salbitz	1995	06.10.94	25./28.10	07.08.95
	1996	06.10.95	15.10.	21.08.96
	1997	15.10.96	02.11.	12.08.97
Forchheim	1995	07.10.94	01./05.11.	19.08.95
	1996	06.10.95	14./17.10.	20.09.96
	1997	08.10.96	24./27.10.	27.08.97
Oberwiera	1995	17.10.94	01./03.11.	04.08.95
Christgrün	1997	10.10.96	24./27.10.	12.08.97
Landessortenversuche				
Roda	1995	10.10.	30./31.10.	09. + 12.08.
	1996	10.10.	19.10.	24.08.
	1997	09.10.	21./23.10.	08. + 15.08.
Pommritz	1995	12.10.	02.11.	04.08.
	1996	10.10.	27.10.	23.08.
	1997	11.10.	24.10.	11.08.

**Tabelle 34: Malz- und Brauqualität 1995, 1996, 1997; Malzextrakt Fein (%TS)
(Mittel aus drei Labors)**

Extrakt Fein (%TS)				
	1995	1996	1997	optimal > 83,0
	N=3 Vers.	N=2 Vers.	N=4 Vers.	95 - 97 N=9 Vers.
Borenos	83,5	85,8	84,8	84,6
Zentos	82,9	85,7	84,5	84,3
Aron	(82,4)			
Tambor	83,1	85,1	84,2	84,0
Tarso	83,1	84,7	83,9	83,8
Konsul	83,3	83,7		
Ibis	83,4	85,1		
Batis	85,0	84,7	86,0	85,4
Moldau	(82,9)	83,5		
Orestis	83,7			
Mikon	83,2	84,4	84,7	84,2
Atlantis	84,2	85,4	85,6	85,1
Estica	(82,4)	85,0	85,7	(84,7)
Ritmo	84,9			
Piko	(83,0)	85,0		
Contra	84,6			
Bold			84,6	
Trakos			85,6	
Thesee			86,5	
Vivant			85,3	
Ebi		82,8		
Bandit		85,2		
Dakota		82,1		
Longos		83,9		
Flair		84,7	83,2	
Mittel N=7 Sorten	83,6	85,1	84,8	84,5
GD 5 %	1,3	1,6	0,8	0,7
Ortsmittel				
Nossen		84,8	85,0	
Salbitz		85,4	85,4	
Forchheim			86,3	
Christgrün			82,6	
Oberwiera	84,3			
Pommritz	83,2			
Hayn	83,3			

() geringere Anzahl von Prüfungen, nicht in Mittelbildung einbezogen

Tabelle 35: Malz- und Brauqualität 1995, 1996, 1997; Eiweiß im Malz (%)
(Mittel aus drei Labors)

Eiweiß (%); F = 5,7				
	1995	1996	1997	optimal < 11,5
	N=3 Vers.	N=2 Vers.	N=4 Vers.	N=9 Vers.
Borenos	12,1	10,7	10,4	11,0
Zentos	12,2	10,6	9,9	10,8
Aron	(12,4)			
Tambor	11,9	10,8	10,5	11,1
Tarso	12,2	11,5	10,8	11,4
Konsul	11,9	11,5		
Ibis	12,1	11,0		
Batis	11,5	11,3	10,0	10,8
Moldau	(12,6)	11,6		
Orestis	11,7			
Mikon	11,7	10,7	10,2	10,8
Atlantis	11,9	10,5	9,9	10,7
Estica	(12,3)	10,9	9,5	(10,5)
Ritmo	11,0			
Piko	(12,5)	11,7		
Contra	11,5			
Bold			10,4	
Trakos			10,0	
Thesee			9,5	
Vivant			9,4	
Ebi		13,5		
Bandit		12,1		
Dakota		14,0		
Longos		12,2		
Flair		12,2	11,9	
Mittel N=7 Sorten	11,9	10,8	10,2	10,9
GD 5 %	0,9	1,6	0,6	0,5
Ortsmittel				
Nossen		11,3	9,3	
Salbitz		10,4	10,2	
Forchheim			8,7	
Christgrün			12,8	
Oberwiera	11,9			
Pommritz	12,7			
Hayn	11,1			

() geringere Anzahl von Prüfungen, nicht in Mittelbildung einbezogen

**Tabelle 36: Malz- und Brauqualität 1995, 1996, 1997; löslicher Stickstoff (mg/100g)
(Mittel aus drei Labors)**

löslicher Stickstoff (mg/100g)				
	optimal 700 - 870			
	1995 N=3 Vers.	1996 N=2 Vers.	1997 N=4 Vers.	95 - 97 N=9 Vers.
Borenos	841	751	764	787
Zentos	870	746	712	772
Aron	(841)			
Tambor	853	757	767	793
Tarso	849	771	754	790
Konsul	848	734		
Ibis	903	779		
Batis	885	738	789	801
Moldau	(786)	638		
Orestis	791			
Mikon	820	653	736	746
Atlantis	827	678	703	738
Estica	(767)	728	681	(714)
Ritmo	768			
Piko	(815)	797		
Contra	790			
Bold			683	
Trakos			779	
Thesee			729	
Vivant			664	
Ebi		876		
Bandit		846		
Dakota		842		
Longos		748		
Flair		801	729	
Mittel N=7 Sorten	849	722	746	775
GD 5 %	62	87	40	34
Ortsmittel				
Nossen		751	635	
Salbitz		693	792	
Forchheim			654	
Christgrün			905	
Oberwiera	865			
Pommritz	871			
Hayn	811			

() geringere Anzahl von Prüfungen, nicht in Mittelbildung einbezogen

**Tabelle 37: Malz- und Brauqualität 1995, 1996, 1997; Kolbachzahl (=ELG*) (%)
(Mittel aus drei Labors)**

Kolbachzahl (=ELG) (%)				
	1995	1996	1997	optimal 38 - 41
	N=3 Vers.	N=2 Vers.	N=4 Vers.	N=9 Vers.
Borenos	39,6	40,3	41,7	40,7
Zentos	40,8	40,4	41,2	40,9
Aron	(38,7)			
Tambor	40,9	39,8	41,9	41,1
Tarso	39,7	38,4	39,9	39,5
Konsul	40,7	36,6		
Ibis	42,8	40,0		
Batis	44,2	35,4	45,0	42,6
Moldau	(35,7)	31,7		
Orestis	38,8			
Mikon	40,1	34,9	41,3	39,5
Atlantis	39,7	36,8	40,3	39,3
Estica	(36,2)	38,4	41,1	(39,2)
Ritmo	39,7			
Piko	(37,2)	38,7		
Contra	39,5			
Bold			37,7	
Trakos			45,0	
Thesee			43,8	
Vivant			39,9	
Ebi		37,0		
Bandit		39,5		
Dakota		34,2		
Longos		34,9		
Flair		37,3	34,9	
Mittel N=7 Sorten	40,7	38,0	41,6	40,5
GD 5 %	3,1	4,3	2,2	2,0
Ortsmittel				
Nossen		37,9	39,1	
Salbitz		38,1	44,4	
Forchheim			42,7	
Christgrün			40,2	
Oberwiera	41,5			
Pommritz	39,0			
Hayn	41,7			

() geringere Anzahl von Prüfungen, nicht in Mittelbildung einbezogen

*) ELG = Eiweißlösungsgrad

**Tabelle 38: Malz- und Brauqualität 1995, 1996, 1997; Viskosität (mPas)
(Mittel aus drei Labors)**

Viskosität (mPas)				
	1995	1996	1997	optimal < 1,65
	N=3 Vers.	N=2 Vers.	N=4 Vers.	95 - 97 N=9 Vers.
Borenos	1,61	1,60	1,64	1,62
Zentos	1,65	1,61	1,66	1,65
Aron	(1,64)			
Tambor	1,61	1,61	1,64	1,62
Tarso	1,73	1,74	1,75	1,74
Konsul	1,61	1,61		
Ibis	1,59	1,56		
Batis	1,67	1,68	1,70	1,68
Moldau	(1,70)	1,75		
Orestis	1,63			
Mikon	1,66	1,74	1,73	1,71
Atlantis	1,64	1,68	1,66	1,66
Estica	(1,62)	1,69	1,70	(1,68)
Ritmo	1,66			
Piko	(1,66)	1,73		
Contra	1,61			
Bold			1,66	
Trakos			1,62	
Thesee			1,70	
Vivant			1,66	
Ebi		1,73		
Bandit		1,69		
Dakota		1,74		
Longos		1,69		
Flair		1,65	1,71	
Mittel N=7 Sorten	1,65	1,66	1,68	1,67
GD 5 %	0,04	0,09	0,04	0,03
Ortsmittel				
Nossen		1,62	1,67	
Salbitz		1,71	1,71	
Forchheim			1,57	
Christgrün			1,79	
Oberwiera	1,68			
Pommritz	1,66			
Hayn	1,62			

() geringere Anzahl von Prüfungen, nicht in Mittelbildung einbezogen

**Tabelle 39: Malz- und Brauqualität 1995, 1996, 1997; Endvergärungsgrad (%)
(Mittel aus drei Labors)**

Endvergärungsgrad (%)				
	1995	1996	1997	optimal > 78,0
	N=3 Vers.	N=2 Vers.	N=4 Vers.	95 - 97 N=9 Vers.
Borenos	78,6	78,4	78,9	78,7
Zentos	78,3	78,5	79,5	78,9
Aron	(78,7)			
Tambor	78,7	78,8	79,4	79,0
Tarso	77,4	78,2	78,0	77,8
Konsul	79,1	79,2		
Ibis	78,4	78,8		
Batis	77,7	78,5	78,2	78,1
Moldau	(78,2)	78,7		
Orestis	78,5			
Mikon	79,1	78,8	79,6	79,3
Atlantis	78,9	79,4	79,4	79,2
Estica	(78,9)	78,5	79,4	(79,1)
Ritmo	77,6			
Piko	(79,3)	79,0		
Contra	78,2			
Bold			81,1	
Trakos			78,7	
Thesee			77,9	
Vivant			79,7	
Ebi		77,4		
Bandit		77,1		
Dakota		78,1		
Longos		78,7		
Flair		78,8	80,0	
Mittel N=7 Sorten	78,4	78,6	79,0	
GD 5 %	0,4	0,8	0,5	
Ortsmittel				
Nossen		78,4	79,5	
Salbitz		78,8	78,8	
Forchheim			79,6	
Christgrün			78,0	
Oberwiera	78,1			
Pommritz	78,7			
Hayn	78,4			

() geringere Anzahl von Prüfungen, nicht in Mittelbildung einbezogen

Tabelle 40: Malz- und Brauqualität 1995, 1996, 1997; VZ 45°C *) (%)
(Mittel aus drei Labors)

VZ 45°C (%)				
	1995	1996	1997	optimal 38 - 42
	N=3 Vers.	N=2 Vers.	N=4 Vers.	N=9 Vers.
Borenos	38,8	41,0	41,4	40,5
Zentos	39,6	38,3	41,0	39,9
Aron	(40,5)			
Tambor	41,9	41,8	43,6	42,6
Tarso	38,6	40,9	41,4	40,4
Konsul	40,5	39,3		
Ibis	41,6	41,6		
Batis	40,0	35,4	42,0	39,9
Moldau	(38,5)	37,4		
Orestis	40,1			
Mikon	41,3	42,6	44,4	43,0
Atlantis	38,3	36,8	40,8	39,1
Estica	(39,7)	41,8	41,6	(41,2)
Ritmo	36,6			
Piko	(41,3)	42,2		
Contra	36,7			
Bold			41,8	
Trakos			46,1	
Thesee			42,5	
Vivant			39,6	
Ebi		39,3		
Bandit		38,7		
Dakota		34,9		
Longos		39,3		
Flair		37,5	41,2	
Mittel N=7 Sorten	39,8	39,6	42,1	40,8
GD 5 %	1,6	3,0	1,8	1,3
Ortsmittel				
Nossen		38,8	38,2	
Salbitz		40,3	40,8	
Forchheim			45,7	
Christgrün			43,7	
Oberwiera	39,1			
Pommritz	38,7			
Hayn	41,6			

() geringere Anzahl von Prüfungen, nicht in Mittelbildung einbezogen

*) VZ = Verzuckerungsgrad

Tabelle 41: Korrelationen zwischen N-Messungen (BBCH 30/31) und Rohproteingehalt

Sorten	Ver- suchsorte	Termin 1 (BBCH 30/31)				
		Beziehung zwischen:	1996 BM		1997 BM	
Zentos	Salbitz	Chloro : RP (Ernte)	0,19	**	0,55	***
		Nitrat : RP (Ernte)	0,17	**	0,57	***
		N _{total} : RP (Ernte)	0,38	***	0,62	***
	Nossen	Chloro : RP (Ernte)	0,09	*	0,27	***
		Nitrat : RP (Ernte)	0,25	***	0,62	***
		N _{total} : RP (Ernte)	0,42	***	0,62	***
Tambor	Salbitz	Chloro : RP (Ernte)	0,23	**	0,28	***
		Nitrat : RP (Ernte)	0,49	***	0,58	***
		N _{total} : RP (Ernte)	0,20	**	0,54	***
	Nossen	Chloro : RP (Ernte)	0,04		0,33	***
		Nitrat : RP (Ernte)	0,03		0,33	***
		N _{total} : RP (Ernte)	0,07		0,28	***
Mikon	Salbitz	Chloro : RP (Ernte)	0,03		0,17	**
		Nitrat : RP (Ernte)	0,17	**	0,14	*
		N _{total} : RP (Ernte)	0,08	*	0,25	***
	Nossen	Chloro : RP (Ernte)	0,02		0,22	**
		Nitrat : RP (Ernte)	0,004		0,38	***
		N _{total} : RP (Ernte)	0,02		0,23	***

BM = Bestimmtheitsmaß

* signifikant P = 0,05

** signifikant P = 0,01

*** signifikant P = 0,001

Tabelle 42: Korrelationsgleichungen der Beziehungen zwischen Chlorophyll-, Nitratwert, N-Düngung und Rohproteingehalt (Ernte), Standort Salbitz

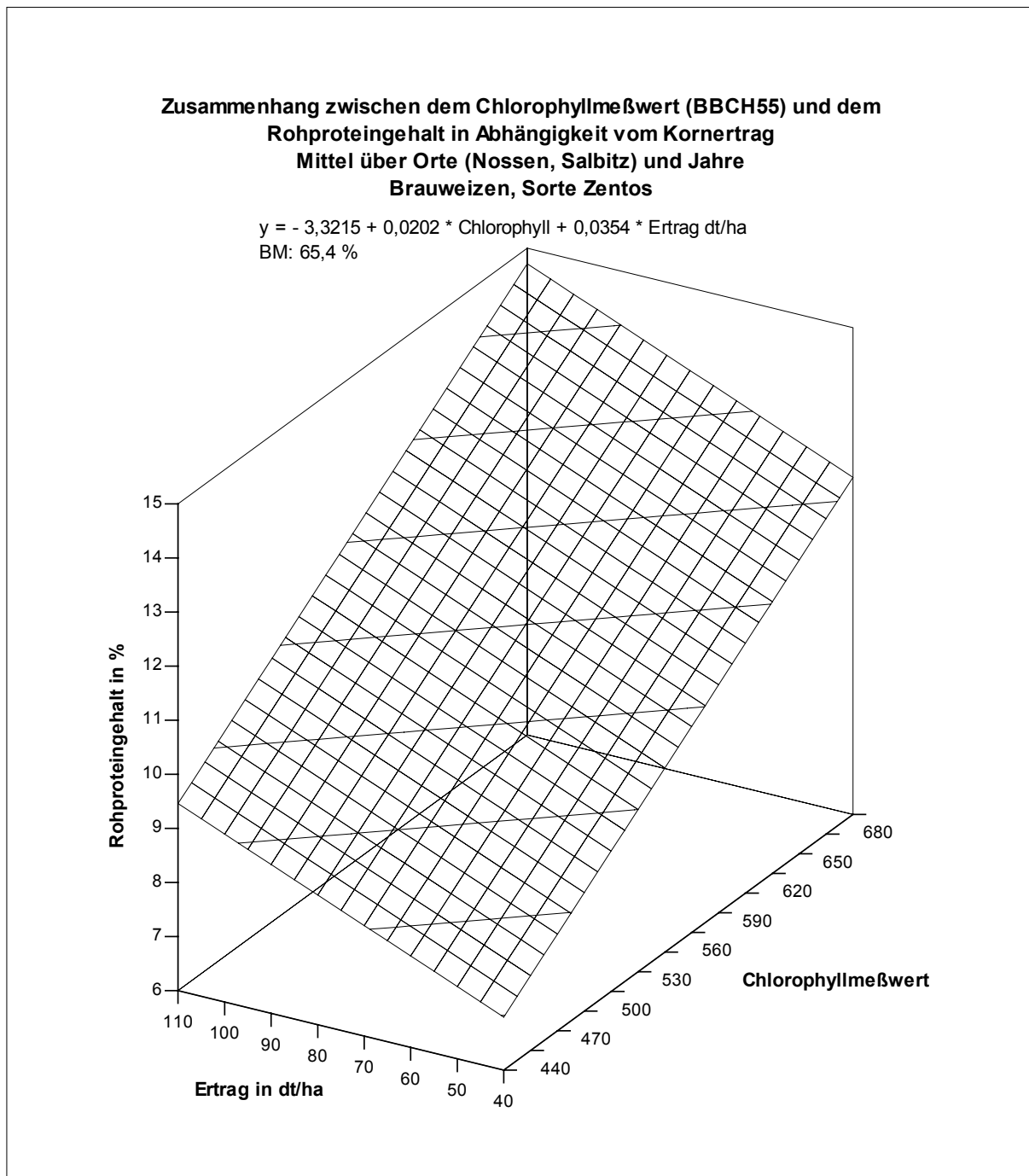
Zentos	Chlorophyllwert BBCH 55 : Rohproteingehalt Ernte		
	1996	$y = -9,4512+0,045444x-0,000019519x^2$	BM = 0,59 ***
	1997	$y = -12,4977+0,0624795x-0,00003502x^2$	BM = 0,55 ***
	96/97	$y = -14,7837+0,0666244x-0,00003769x^2$	BM = 0,47 ***
	Nitratgehalt BBCH 55 : Rohproteingehalt Ernte		
	1996	$y = 9,48+0,014x$	BM = 0,22 **
	1997	$y = 10,85+0,013x$	BM = 0,59 ***
	96/97	$y = 10,046+0,015x$	BM = 0,35 ***
	N-Düngung : Rohproteingehalt Ernte		
1996	$y = 8,7787+0,02963x-0,00005579x^2$	BM = 0,41 ***	
1997	$y = 9,8568+0,03245x-0,00007229x^2$	BM = 0,66 ***	
96/97	$y = 9,2384+0,02672x-0,00001938x^2$	BM = 0,54 ***	
Tambor	Chlorophyllwert BBCH 55 : Rohproteingehalt Ernte		
	1996	$y = 11,8751-0,0224544x+0,000035663x^2$	BM = 0,41 ***
	1997	$y = -27,7765+0,12767x-0,0001007x^2$	BM = 0,49 ***
	96/97	$y = -12,4335+0,06945x-0,000048075x^2$	BM = 0,35 ***
	Nitratgehalt BBCH 55 : Rohproteingehalt Ernte		
	1996	$y = 9,94+0,008x$	BM = 0,43 ***
	1997	$y = 10,76+0,0375x$	BM = 0,52 ***
	96/97	$y = 10,82+0,00636x$	BM = 0,13 ***
	N-Düngung : Rohproteingehalt Ernte		
1996	$y = 9,5858-0,004246x+0,00020344x^2$	BM = 0,59 ***	
1997	$y = 9,9159+0,01204x+0,00005872x^2$	BM = 0,81 ***	
96/97	$y = 9,6482+0,00725x+0,00010283x^2$	BM = 0,71 ***	
Mikon	Chlorophyllwert BBCH 55 : Rohproteingehalt Ernte		
	1996	$y = 6,9861-0,00256212x+0,000012361x^2$	BM = 0,23 **
	1997	$y = 25,28435-0,067959x+0,000071149x^2$	BM = 0,42 ***
	96/97	$y = 20,25492-0,050264x+0,000055314x^2$	BM = 0,34 ***
	Nitratgehalt BBCH 55 : Rohproteingehalt Ernte		
	1996	$y = 9,19+0,0096x$	BM = 0,22 **
	1997	$y = 9,81+0,00898x$	BM = 0,62 ***
	96/97	$y = 9,49+0,00942x$	BM = 0,22 ***
	N-Düngung : Rohproteingehalt Ernte		
1996	$y = 8,9551-0,0085612x+0,00019973x^2$	BM = 0,53 ***	
1997	$y = 9,17256+0,0010166x+0,00008147x^2$	BM = 0,54 ***	
96/97	$y = 8,98605+0,0011333x+0,00009548x^2$	BM = 0,52 ***	

BM = Bestimmtheitsmaß

** signifikant P = 0,01

*** signifikant P = 0,001

Abbildung 15: Zusammenhang zwischen Chlorophyllwert und Rohproteingehalt (Ernte) in Abhängigkeit vom Kornertrag, (zweijährig, Mittel über Nossen und Salbitz)



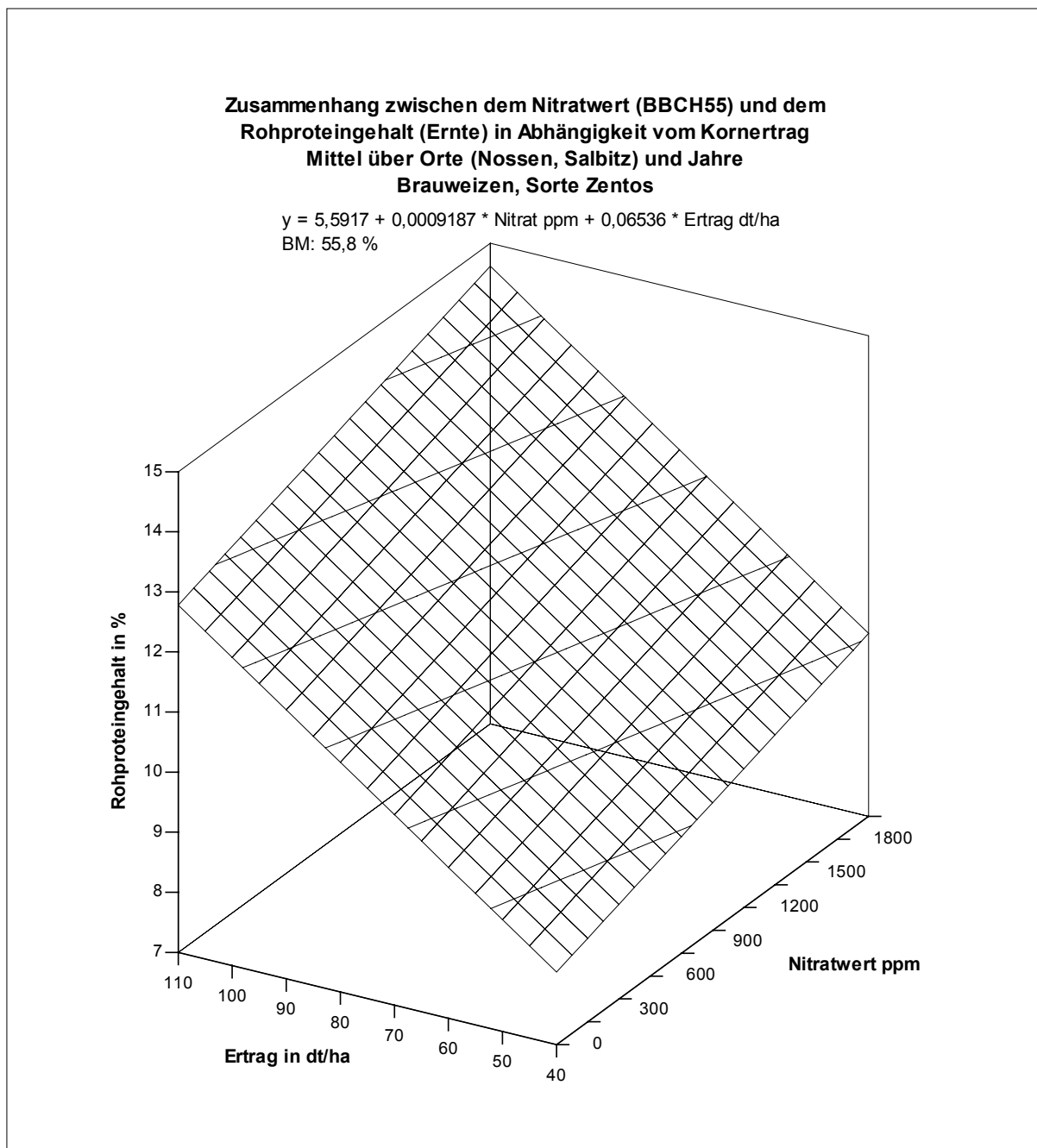
BM = Bestimmtheitsmaß

weitere Funktionsgleichungen (ohne Abbildung):

Tambor $y = 4,2103 + 0,0102 \cdot \text{Chloro} + 0,02234 \cdot \text{Ertrag}$ BM = 42,3 %

Mikon $y = 1,4212 + 0,01566 \cdot \text{Chloro} - 0,0003034 \cdot \text{Ertrag}$ BM = 46,1 %

Abbildung 16: Zusammenhang zwischen Nitratwert und Rohproteingehalt



BM = Bestimmtheitsmaß

weitere Funktionsgleichungen (ohne Abbildung):

Tambor $y = 8,6345 + 0,00158 * \text{Nitrat} + 0,03453 * \text{Ertrag}$ BM = 31,3 %

Mikon $y = 8,2836 + 0,00126 * \text{Nitrat} + 0,02363 * \text{Ertrag}$ BM = 31,2 %

Abbildung 17: Tageseinzelnwerte von Temperatur und Niederschlag während der Blühperiode (20 Tage) in Nossen 1995, 1996 und 1997

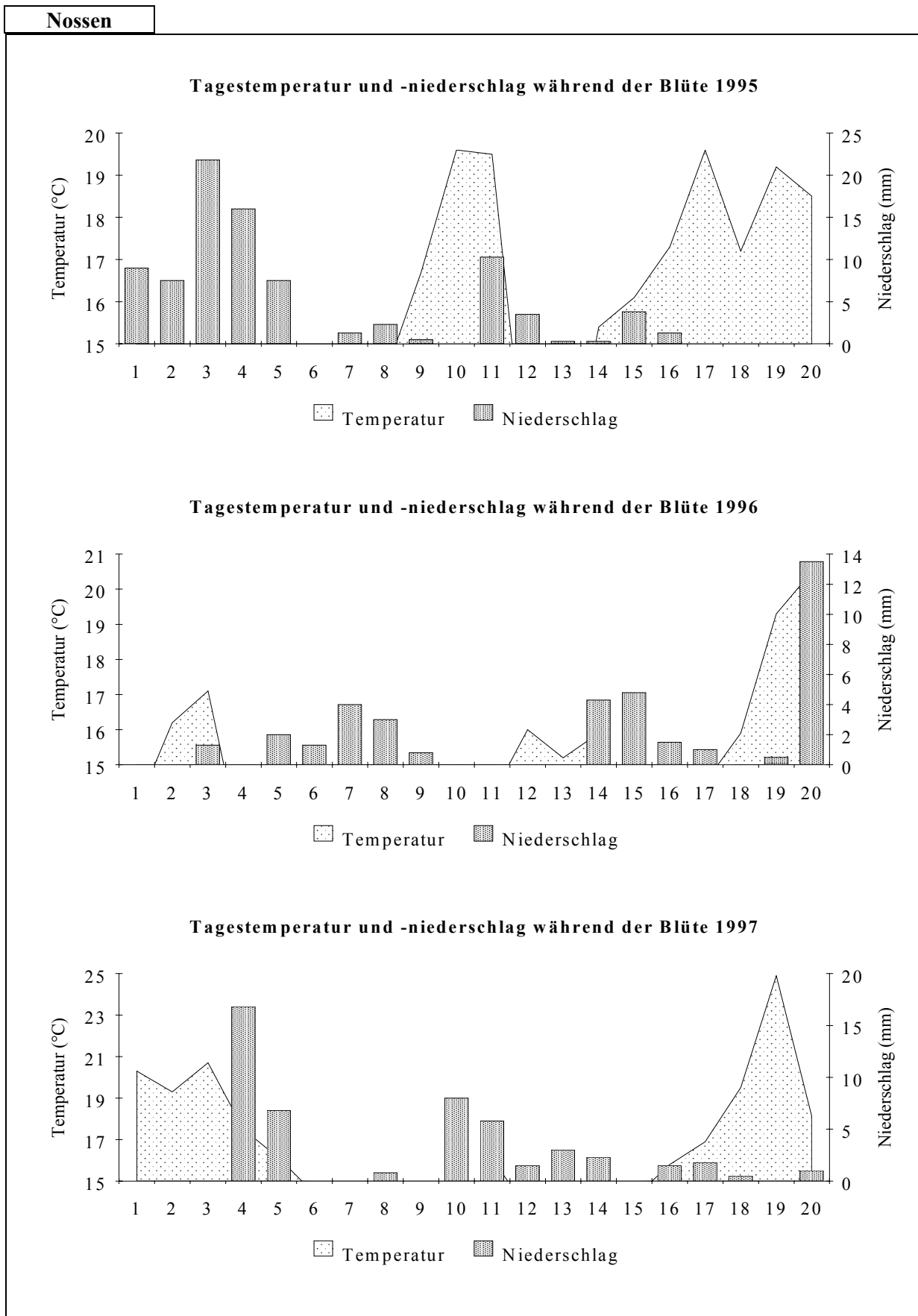


Abbildung 18: Tageseinzelnwerte von Temperatur und Niederschlag während der Blühperiode (20 Tage) in Salbitz 1995, 1996 und 1997

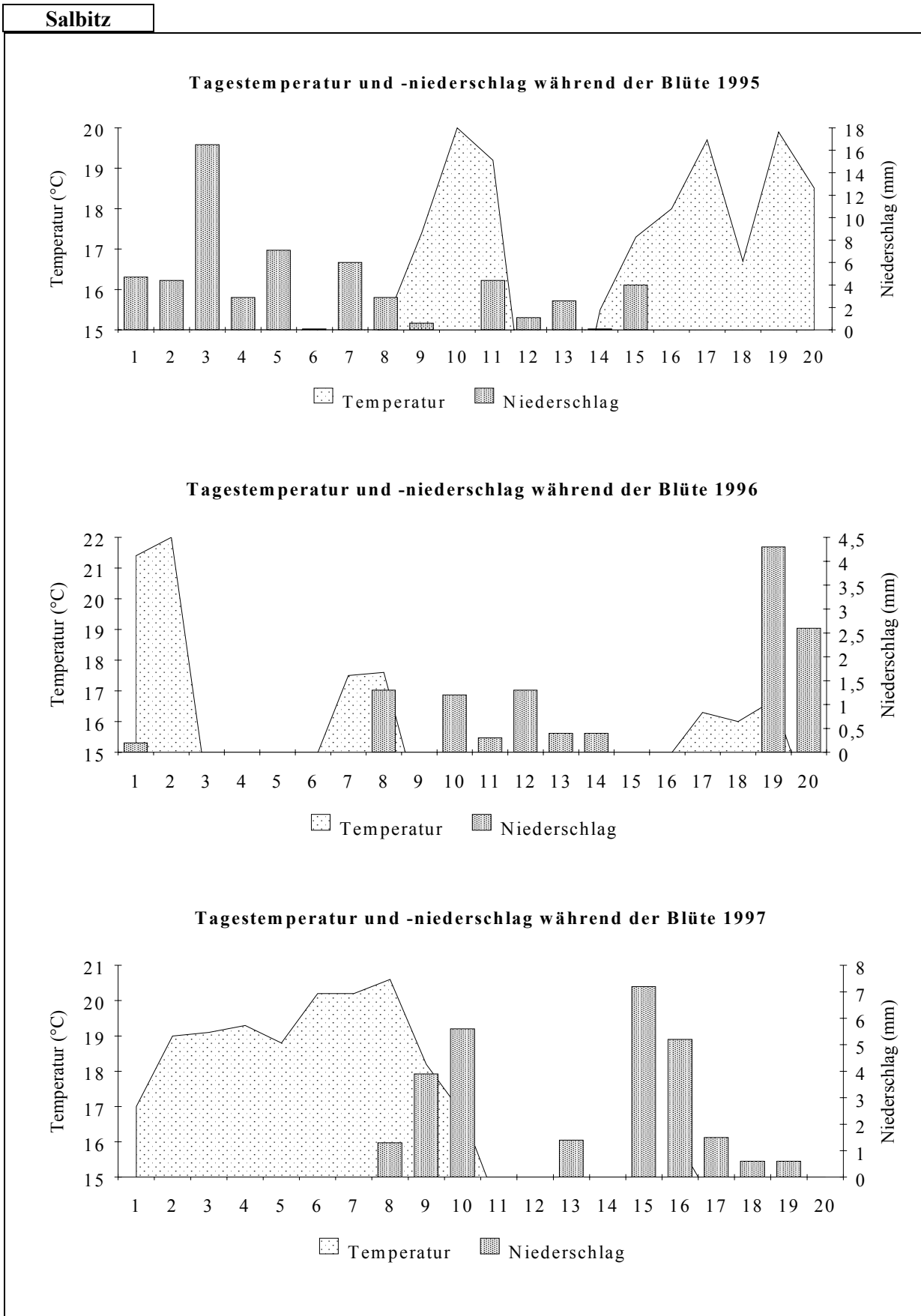


Abbildung 19: Tageseinzelwerte von Temperatur und Niederschlag während der Blühperiode (20 Tage) in Forchheim 1995, 1996 und 1997

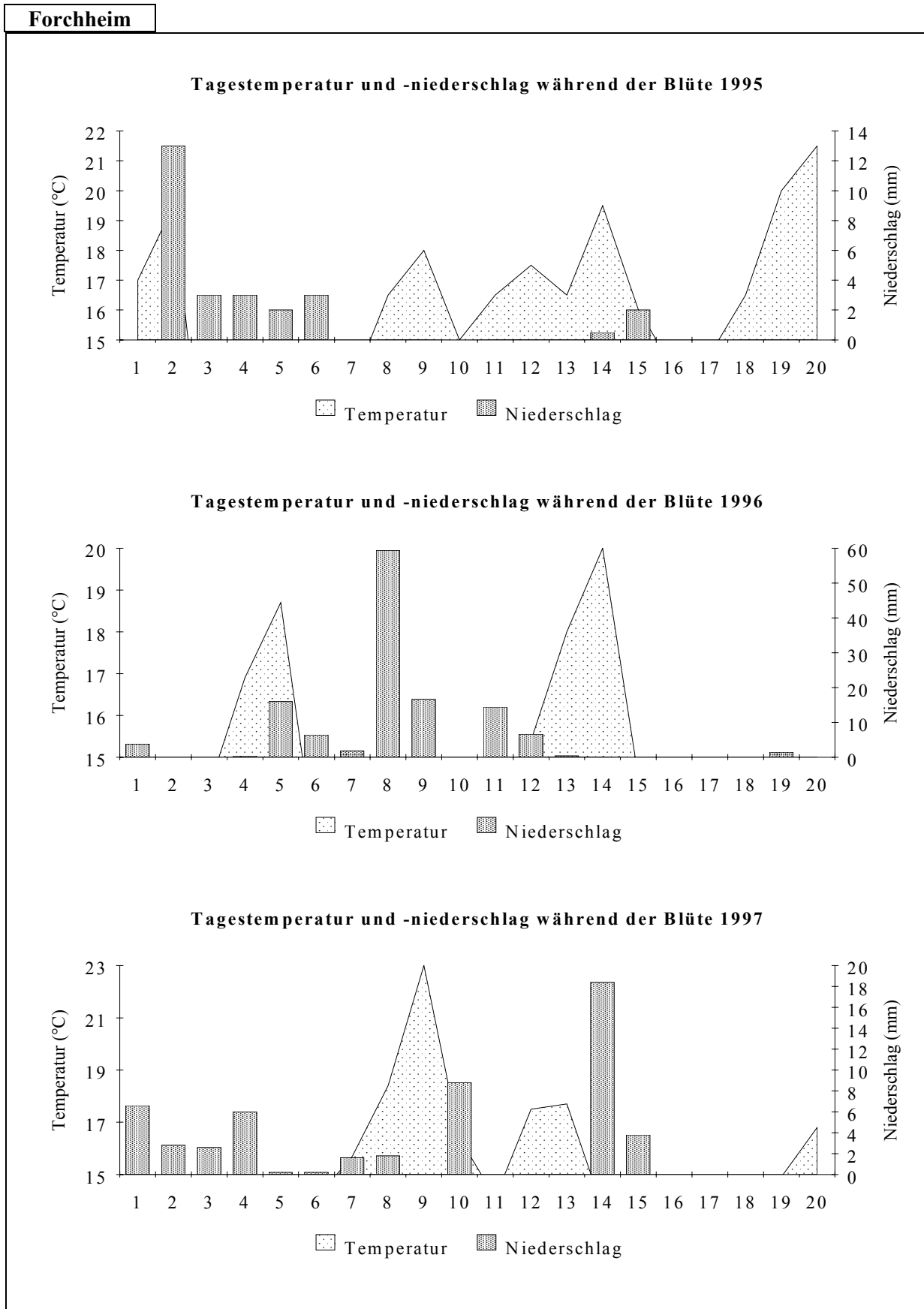


Abbildung 20: Tageseinzelnwerte von Temperatur und Niederschlag während der Blühperiode (20 Tage) in Christgrün 1996 und 1997

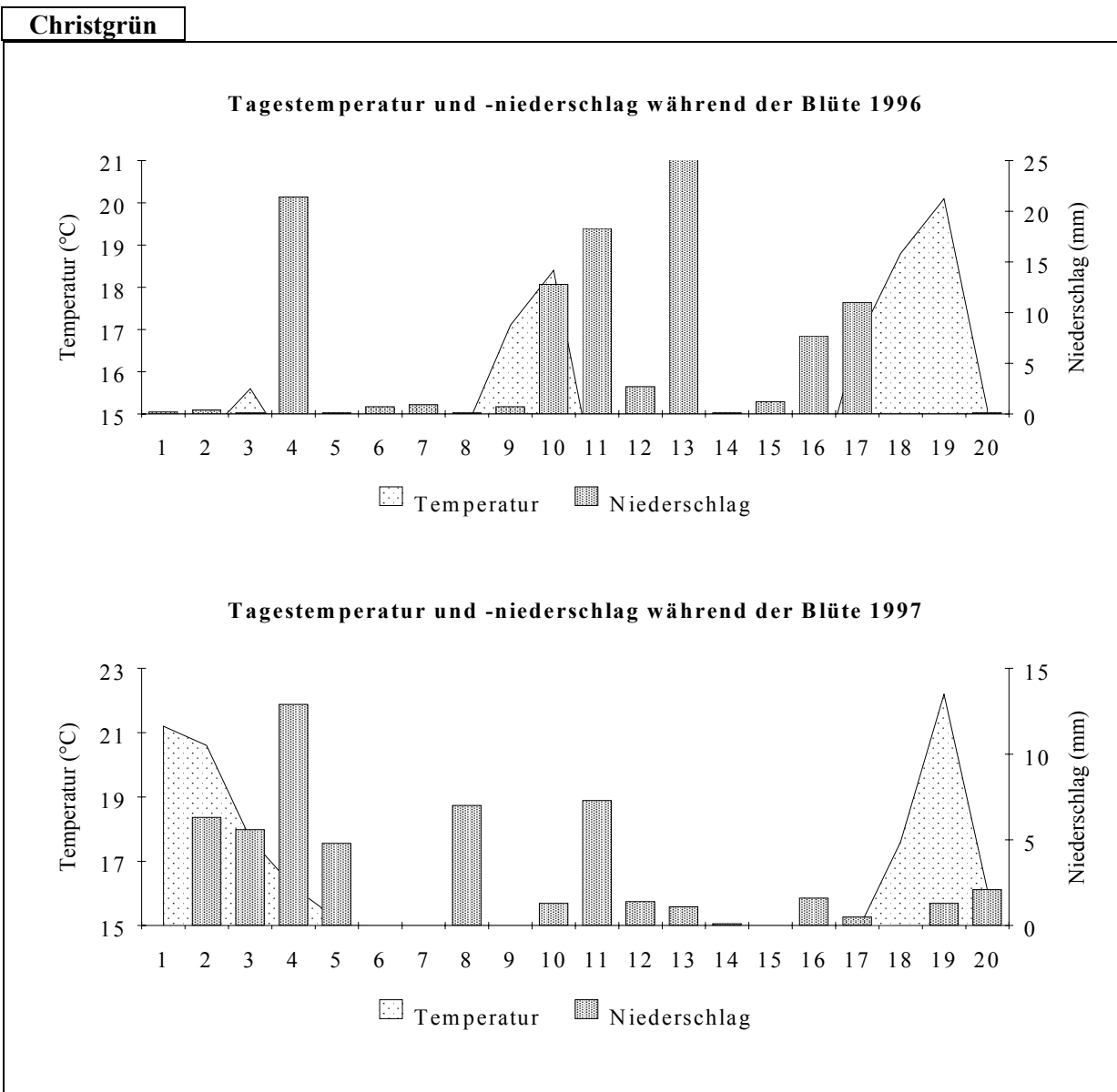


Abbildung 21: Ablaufschema des "Mälzertests" (Anzahl Rote Körner), Durchführung bei Zimmertemperatur

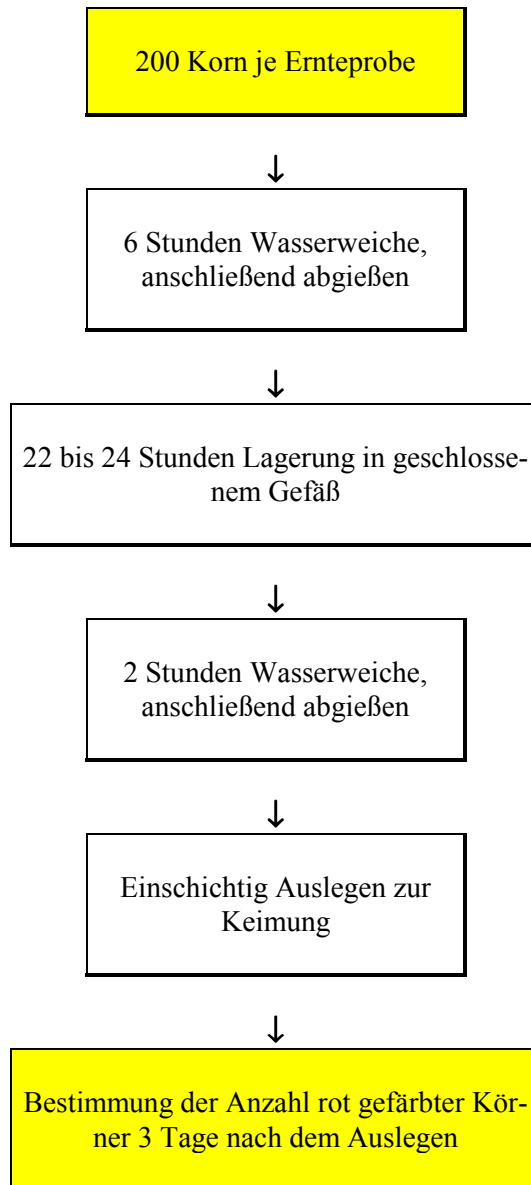
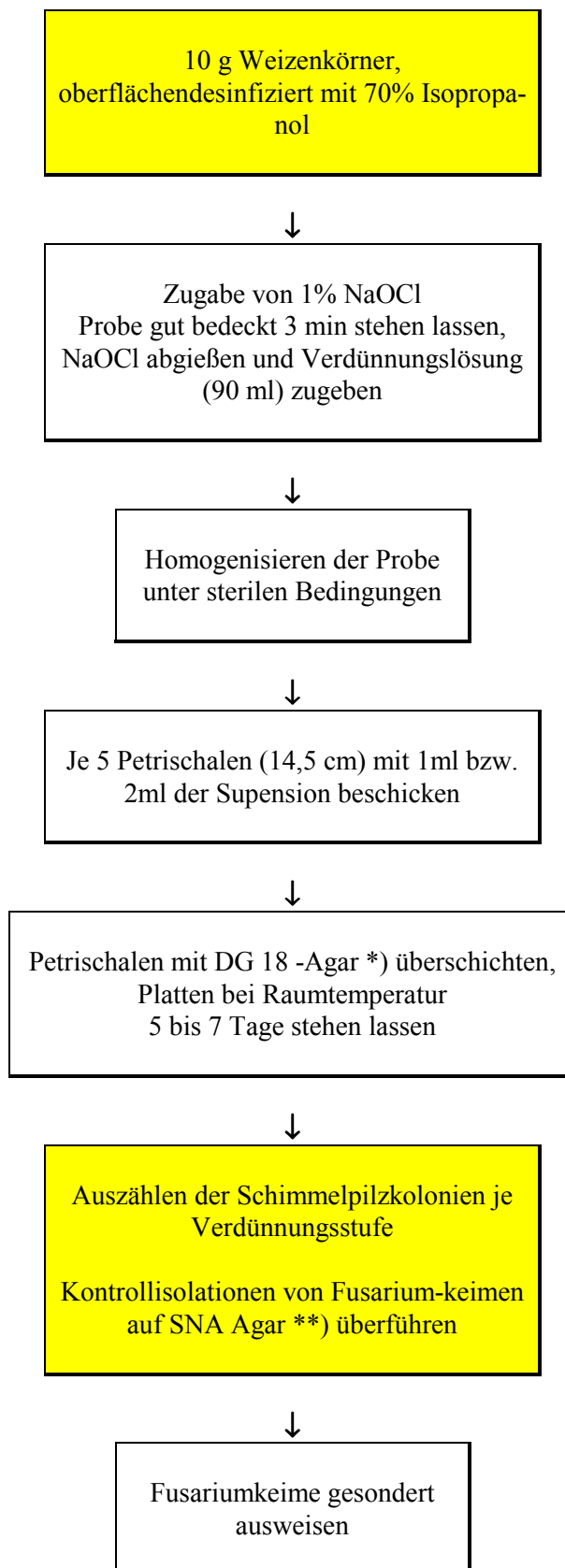


Abbildung 22: Ablaufschema Plattengußverfahren (Fusariumkeime/g)



*) Oxoid Code CM 729

**) nach NIRENBERG, 1991

Tabelle 43: Fusariumbefall in verschiedenen Brauweizenversuchen, 1995, 1996 und 1997, Mittelwerte der Sorten und Orte, (Stufe reduziert N, mit Fungizid)

	Anzahl befallene Ähren BBCH 83/85 (%)		Befall je Ähre BBCH 83/85 (%)		Anzahl "Rote Körner" (%)		Fus. culmorum und Fus. graminearum (Keime/g)		
	96	97	96	97	96	97	95*)	96	97
Jahr	96	97	96	97	96	97	95*)	96	97
Anz. Vers.	2	4	2	4	2	4	4	2	4
Sorten									
Borenos B	0,34	0,03	45,7	50,4	1,9	1,3	5,0	75,0	74,8
Zentos B	0,41	0,03	36,0	29,6	1,0	0,3	0,4	109,3	13,4
Tambor B	0,28	0,01	44,5	39,2	0,7	0,9	0,4	11,7	10,0
Tarso B	0,16	0,02	45,0	36,4	0,6	0,3	0,5	20,5	17,9
Ibis	0,25		40,5		2,2		53,1	49,7	
Batis B	0,22	0,01	40,5	21,6	1,1	1,3	0,8	29,5	219,9
Moldau	0,13		40,5		0,4			16,7	
Orestis							0,9		
Mikon B	0,13	0,01	39,0	5,0	0,5	0,1	1,1	36,3	2,8
Konsul	0,21		42,2		1,3		10,9	22,5	
Atlantis B	0,26	0,01	42,8	13,8	1,0	0,4	0,4	25,0	0,0
Ritmo							0,3		
Piko	0,23		35,3		1,6			16,3	
Estica B	0,21	0,02	38,8	40,6	2,9	1,6		5,5	26,0
Bold		0,01		46,9		0,3			5,3
Trakos		0,01		40,4		0,8			1,8
Contra							0,1		
Thesee		0,01		29,1		2,0			1,3
Vivant		0,11		62,4		0,5			14,2
Mittel B	0,25	0,02	41,5	29,6	1,2	0,8	1,2	39,1	45,6
GD 5%	0,13	0,04	14,8	44,4	1,5	1,1	**)	**)	**)
Orte									
Nossen	0,34	0,01	65,1	23,5	1,4	0,2	0,4	54,1	23,6
Salbitz	0,16	0,04	18,0	57,3	1,0	1,0	1,6	24,1	148,2
Forchheim		0,001		8,8		0,3	0,0		0,2
Christgrün		0,01		28,8		1,6			10,3
Oberwiera							2,9		

*) 1995 Werte aus der Stufe ohne Fungizid

***) VA aus statistischer Sicht nicht möglich, da keine Normalverteilung der Werte

Tabelle 44: Fusariumbefall in LSV, Mittelwerte 1996 - 97 der Sorten

	Anzahl befallene Ähren BBCH 77/83 (%)		Befall je Ähre BBCH 77/83 (%)		Anzahl "Rote Körner" (%)		Fus. culmorum und Fus. graminearum (Keime/g)	
N = 11 Versuche								
Fung.Beh.	ohne	mit	ohne	mit	ohne	mit	ohne	mit
Sorten								
Zentos	0,12	0,10	23,8	37,5	0,7	1,0	13,0	10,7
Tambor	0,08	0,07	34,6	32,6	1,0	1,0	25,4	41,4
Tarso	0,04	0,05	35,2	47,0	0,3	0,2	12,2	54,9
Batis	0,05	0,06	41,5	24,5	1,1	1,1	11,5	29,6
Moldau	0,04	0,02	25,0	30,1	0,6	0,5	16,8	34,5
Ritmo	0,20	0,18	44,5	42,9	1,2	1,3	47,6	75,0
Estica	0,08	0,07	34,4	39,6	1,3	2,1	7,2	13,1
Contra	0,16	0,12	43,0	39,5	0,5	0,9	46,8	68,0
MW N=8	0,10	0,08	35,3	36,7	0,8	1,0	22,6	40,9
GD 5%	0,06	0,05	18,2	20,0	0,6	0,8	*)	*)

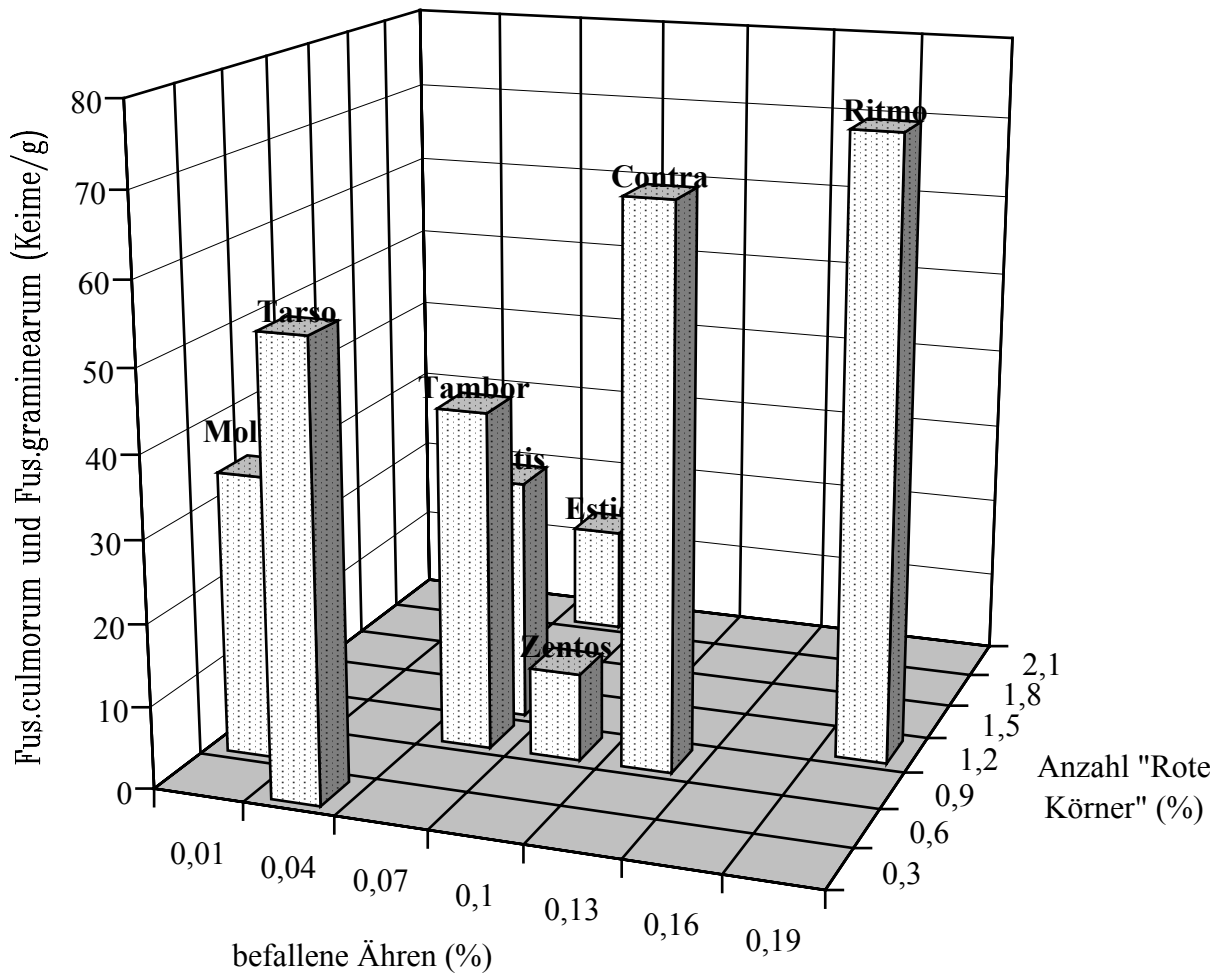
*) VA aus statistischer Sicht nicht möglich, da keine Normalverteilung der Werte

**Tabelle 45: Fusariumbefall - Vergleich der Bestimmungsmethoden
Plattengußverfahren und ELISA-Test, LSV Salbitz 1997**

Sorten	ohne Fungizid		mit Fungizid	
	Fus.gesamt (Keime/g) nach Plattenguß- verfahren	Fusariumprotein- einheiten (ng FPE/g) nach ELISA-Test	Fus.gesamt (Keime/g) nach Plattenguß- verfahren	Fusariumprotein- einheiten (ng FPE/g) nach ELISA-Test
Zentos	44,0	221	11,5	331
Tambor	4,5	576	31,5	725
Tarso	16,0	319	117,5	491
Batis	5,0	411	65,5	411
Moldau	14,5	224	27,5	243
Ritmo	51,0	4166	28,5	3021
Estica	15,5	257	17,5	280
Bold	0,0	142	1,0	145
Contra	9,0	676	37,5	1503

Abbildung 23:

Fusariumbefall LSV, Stufe mit Fungizid 1996 - 97, N = 11 Versuche



**Tabelle 46: Versuchsergebnisse Fusarium-Bekämpfungsversuch Salbitz, Mittel 1995 - 97
Sorten Borenos und Tambor**

Stufe	Behandlung	Anzahl befallene Ähren BBCH 77/83 96 - 97 (%)		Befall je Ähre BBCH 77/83 96 - 97 (%)		Fus.culmorum und Fus. graminearum 95 - 97 (Keime/g)		Ertrag relativ 95 - 97	
		Borenos	Tambor	Borenos	Tambor	Borenos	Tambor	Borenos	Tambor
1	Kontrolle (unbehandelt)	0,24	0,16	41,0	45,0	102,3	38,1	100	100
vor natürl. Infektion									
2	Folicur	0,13	0,11	32,4	39,6	4,8	8,8	108	112
3	Opus Top	0,17	0,09	32,6	32,4	52,6	21,5	113	113
4	Taspa	0,24	0,17	34,2	34,7	37,4	18,5	113	111
5	Tiptor	0,14	0,15	34,6	42,1	25,8	15,3	112	108
6	Matador	0,15	0,07	33,3	23,1	50,7	55,0	112	110
7*)	Radam 30					0,0	2,1	106	105
7**)	CYD 34401 F	0,10	0,08	39,4	38,5	18,8	5,9	107	104
Mittel N=5 Fungizide GD 5%		0,17 0,10	0,12 0,06	33,4 16,9	34,4 21,7	34,3 65,1 ***)	23,8 61,2 ***)	112 9	111 6
nach natürl. Infekt.									
8	Folicur	0,16	0,08	24,5	33,0	15,3	4,1	112	108
9	Opus Top	0,14	0,09	30,0	30,8	33,3	17,4	116	110
10	Taspa	0,25	0,17	34,5	47,6	28,6	20,2	111	114
11	Tiptor	0,23	0,11	39,6	30,9	19,4	17,9	112	110
12	Matador	0,13	0,05	17,8	15,9	31,0	6,8	115	109
13*)	Radam 30					0,0	4,5	112	107
13**)	CYD 34401 F	0,11	0,06	19,3	10,6	7,4	7,5	105	106
Mittel N = 5 GD 5%		0,18 0,15	0,10 0,08	29,3 25,6	31,6 36,7	25,5 54,6 ***)	13,3 41,9 ***)	113 9	110 5

*) Prüfung nur 1995, nicht in Mittelbildung einbezogen

***) Prüfung nur 1996 und 1997, nicht in Mittelbildung einbezogen

***) VA aus statistischer Sicht nicht möglich, da keine Normalverteilung der Werte

Autoren:

Dr. Werner H. Baier, Dr. Günther Beese, Dipl. Gartenb. Ing. Eva Roick
Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL)
Fachbereich Sortenprüfung und Feldversuchswesen
Waldheimer Str. 219
01683 Nossen

Dr. habil Erhard Albert
LfL, Fachbereich Bodenkultur und Pflanzenbau
Gustav-Kühn-Str. 8
04159 Leipzig

Dr. Christine Gebhart
LfL, Fachbereich Integrierter Pflanzenschutz
Alttrachau 7
01139 Dresden

Dr. Horst Zimmermann
Braugerstenverein Nord-Ost e.V.
Zur Bayerhöhe 27
01665 Burkhardswalde

Die nächsten Titel im Rahmen der Schriftenreihe:

Wirkung von Pflanzenstärkungsmitteln auf verschiedene Kulturarten

Verschuldung privater Haushalte in Sachsen

Flachs in Sachsen – umweltgerecht und wirtschaftlich

Forschung im Auftrag der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft