

---

## Feldversuche: Leitfaden für Landwirte

---

Dr. K. STEIN-BACHINGER  
Dr. J. BACHINGER  
R. VÖGEL  
Dr. A. WERNER

August 2000

Feldversuche auf landwirtschaftlichen Betrieben: Leitfaden für Landwirte zur

## Durchführung produktionsbezogener Experimente

Dr. A. Werner ist Leiter und Dr. K. Stein-Bachinger, Dr. J. Bachinger Mitarbeiter im Zentrum für Agrarlandschafts- und Landnutzungsforschung (ZALF) e.V., Institut für Landnutzungssysteme und Landschaftsökologie, Eberswalder Str. 84, 15374 Müncheberg

R. Vögel ist Mitarbeiter der Landesanstalt für Großschutzgebiete (LAGS) Haus am Stadtsee 1-4, 16225 Eberswalde

### Gefördert durch:

Deutsche Bundesstiftung Umwelt,  
Osnabrück

*landschaft am Beispiel des Biosphären-  
reservates Schorfheide-Chorin*

*Beispielvorhaben im Rahmen des  
BMBF/DBU-Verbundprojektes: „Naturschutz  
in der offenen agrargenutzten Kultur-*



sowie durch das: Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten und das Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Raumordnung des Landes Brandenburg

### Ansprechpartner:

Institut für Landnutzungssysteme und Landschaftsökologie (im ZALF), Eberswalder Str. 84, 15374 Müncheberg

Dr. Johann Bachinger, Tel. 033432-82265, e-mail: [jbachinger@zalf.de](mailto:jbachinger@zalf.de)

Dr. Karin Stein-Bachinger, Tel. 033432-82346, e-mail: [kstein@zalf.de](mailto:kstein@zalf.de), Fax. 033432-82387

### Danksagung:

Die Autoren möchten sich bei folgenden Landwirten und Beratern für die sehr konstruktive Zusammenarbeit sowie die Möglichkeit der Prüfung spezieller Erntetechnik und Versuchsanlagen bedanken:

Herrn Heiner Petersen, Landwirtschaftsbetrieb Ökodorf Brodowin

Herrn Stefan Palme und Herrn Bernd Landwehr, Landwirtschaftsbetrieb Gut Wilmersdorf

Herrn Michael Staar, Gut Hirschau

Herrn Cornelius Sträßer und Herrn Raschid ElKafif, Öko-Landbau-Beratung, Versuchs- und Beratungsring Berlin Brandenburg e.V. (ÖLB e.V.)

Für die Bildmontagen möchten wir uns herzlich bei Herrn Roman Jacobi bedanken.

### Herausgeber:

Rationalisierungs-Kuratorium für Landwirtschaft (RKL)

Leiter: Dr. Hardwin Traulsen

Am Kamp 13, 24768 Rendsburg, Tel. 04331-847940, Fax: 04331-847950

Internet: [www.rkl-info.de](http://www.rkl-info.de); E-mail: [mail@rkl-info.de](mailto:mail@rkl-info.de)

<b>Inhaltsverzeichnis</b>	<b>Seite</b>
<b>1 Einführung in die Nutzung des Leitfadens</b> .....	1072
<b>2 Formulierung relevanter Versuchsfragen</b> .....	1074
<b>2.1 Voreinschätzung</b> .....	1075
<b>2.2 Fragen zur Problemidentifikation</b> .....	1076
<b>2.3 Erläuterung wesentlicher Grundbegriffe</b> .....	1078
2.3.1 Welche Prüffaktoren können gewählt werden?.....	1078
2.3.2 Welche Prüffaktoren und Stufen können angelegt werden? .....	1079
<b>3 Grundprinzipien bei der Durchführung von Feldversuchen</b> .....	1082
<b>3.1 Vorbereitungen</b> .....	1085
3.1.1 Saatgutuntersuchungen .....	1085
3.1.2 Saatgutmengenberechnung .....	1086
3.1.3 Auswahl der Versuchsfläche .....	1086
3.1.4 Vorbereitungen für das Feld.....	1090
3.1.5 Mindestflächengröße.....	1090
<b>3.2 Datenerhebung</b> .....	1091
3.2.1 Schätzen / Bonitieren .....	1091
3.2.2 Messen / Zählen.....	1093
3.2.3 Ernten / Wiegen .....	1093
3.2.4 Probenahme für Analysen.....	1094
<b>4 Versuchsspezifische Fragen</b> .....	1095
<b>4.1 Technische Ausstattung</b> .....	1095
<b>4.2 Anlageformen von Feldversuchen</b> .....	1096
4.2.1 Tast-/Orientierungsversuche .....	1097
4.2.2 Langparzellenanlagen .....	1099
4.2.2.1 Langparzellenanlage ohne Wiederholungen.....	1099
4.2.2.2 Langparzellenanlage mit Wiederholungen .....	1101
4.2.3 Fensterversuche.....	1103
4.2.4 Zweifaktorielle Versuchsanlagen.....	1105
4.2.4.1 Zweifaktorielle Versuchsanlagen ohne Wiederholungen.....	1106
4.2.4.2 Zweifaktorielle Versuchsanlagen mit Wiederholungen (Typ A) .....	1108
4.2.4.3 Zweifaktorielle Versuchsanlagen mit Wiederholungen (Typ B) .....	1110
<b>4.3 Wie sollen die Daten dokumentiert werden?</b> .....	1112
<b>5 Auswertungshinweise</b> .....	1114
<b>6 Literaturverzeichnis</b> .....	1117
<b>7 Anhang</b> .....	1118
Vorlage: Versuchsprotokoll A .....	1118
Vorlage: Versuchsprotokoll B .....	1119
Beispiel: Versuchsdokumentation.....	1120
<b>8 Stichwortverzeichnis</b> .....	1121

<b>An die Nutzer:</b>
<b>Durch die Einarbeitung neuer Erkenntnisse/Erfahrungen der Nutzer kann der Leitfaden eine größtmögliche Praxisreife erlangen. Daher sind die Autoren über Anregungen zur Verbesserung dieser Version dankbar.</b>

## 1 Einführung in die Nutzung des Leitfadens

Für landwirtschaftliche Betriebe besteht aufgrund des sich verschärfenden Wettbewerbes sowie steigender Qualitätsansprüche in bezug auf Verkaufsprodukte immer stärker der Bedarf, individuelle produktions- und standortspezifische Informationen und Kenntnisse hinsichtlich der Optimierung der innerbetrieblichen Produktionsverfahren zu erhalten. Darüber hinaus werden Anforderungen von Seiten des Umwelt- und Naturschutzes gestellt, die ggf. eine Änderung bzw. Anpassung von Anbauverfahren verlangen. In vielen Bereichen ist dieses Wissen nicht ausreichend verfügbar. Die Gründe hierfür basieren u. a. darauf, dass

- klassische Feldversuche bereits bei der Versuchsplanung bzw. -anlage häufig eine zu geringe Umsetzungsorientierung aufweisen,
- durch standortspezifische und versuchstechnische Einflussfaktoren die Übertragbarkeit auf die jeweilige Situation des Betriebes erschwert bzw. nicht ermöglicht wird,
- vor allem für ökologisch wirtschaftende Betriebe wenig Versuche von offizieller Seite durchgeführt wurden und werden, in denen standörtliche bzw. fruchtfolgebedingte Besonderheiten Berücksichtigung finden.

Der klassische Feldversuch in Form von Exaktversuchen in Versuchsstationen von Universitäten oder Landesanstalten erfolgt unter kontrollierten Anbaubedingungen mit relativ hoher Präzision und Reproduzierbarkeit. Die betriebsspezifischen Bedingungen, wie Standorteigenschaften (Qualität, Heterogenität u. ä.), Fruchtfolgen, Maschinenpark und Produktionsintensität können dabei meist nicht ausreichend berücksichtigt werden.

Um dieser Problematik, die durch zurückgehende Forschungsgelder weiter verschärft wird, Rechnung zu tragen, müssen vom Landwirt alternative Lösungswege beschritten werden, um die Produktionsverfahren des eigenen Betriebes zu optimieren. Einen innovativen Lösungsansatz stellen sogenannte 'On-Farm Experimente' dar. Die Bearbeitung von pflanzenbaulichen Problemen im Rahmen von selbst geplanten und durchgeführten Versuchen auf dem eigenen Betrieb unter Verwendung der vorhandenen Technik und Arbeitskapazitäten bietet folgende Möglichkeiten:

- Durch die gezielte Herangehensweise ist man gezwungen, sich mit Problemen auf dem eigenen Betrieb konstruktiv auseinanderzusetzen. Dadurch erfolgt ein bewussterer Umgang mit dem eigenen Betrieb und seinen Abläufen.
- Bestimmte Fragestellungen können entsprechend des zu leistenden Zeitaufwandes über Jahre hinweg verfolgt und Problemlösungen für die spezifischen Gegebenheiten des Betriebes erarbeitet werden.

- Die Problematik der Übertragbarkeit von Ergebnissen ist durch die unmittelbare Nähe von Problemstellung und -lösung deutlich verringert.
- Die Überprüfung vorliegender Ergebnisse aus Exaktversuchen bzw. von anderen Standorten kann unter den konkreten Bedingungen der 'nachfragenden' Betriebe erfolgen.
- Eine abgestimmte Durchführung von Versuchen und die Zusammenführung der Ergebnisse im Rahmen von Versuchs- bzw. Beratungsringen kann den Nutzen für alle beteiligten Betriebe deutlich erhöhen und die Beratung effizienter gestalten.

Die Abfolge und Kernpunkte der im Leitfaden dargestellten Kapitel werden im Folgenden dargestellt:

- Zunächst soll anhand einiger **Leitfragen** die Problemidentifikation sowie die Formulierung relevanter Versuchsfragen erleichtert werden (Kap. 2). Ein Beispielskatalog hinsichtlich der unterschiedlichen Kulturen sowie wichtiger steuerbarer Einflussfaktoren, die als mögliche Prüffaktoren herangezogen werden können, soll die Auswahl unterstützen (Kap. 2.3.1).
- Daran anschließend werden einige **Grundprinzipien** bei der Durchführung von Feldversuchen, die berücksichtigt werden müssen, verschiedene Vorbereitungen vor Anlage im Feld sowie unterschiedliche Formen der Datenerhebung näher erläutert (Kap. 3).
- Detaillierte Hinweise zu **speziellen Anlageformen**, die sich für 'On-Farm Experiments' eignen, finden sich in Kapitel 4. Die Wahl möglicher Versuchsanlagen soll anhand wichtiger Kriterien, die individuell (z.B. aufgrund der vorhandenen Erntetechnik) zu gewichten sind, erleichtert werden. Beispiele für die **Datendokumentation** werden dargestellt (Kap. 4.3).
- Möglichkeiten der **Datenauswertung** werden anhand einfacher Rechenbeispiele erläutert (Kap. 5).
- Beispielhaft werden Vorlagen für ein **Versuchsprotokoll** und für die **Dokumentation von Versuchsfrage bis zur Auswertung** angeboten (Kap. 7 Anhang).
- Mit Hilfe eines **Stichwortverzeichnisses** können gewünschte Inhalte schnell und leicht gefunden werden (Kap. 8).

Der vorliegende Leitfaden soll somit einzelne Landwirte, Betriebszusammenschlüsse, Versuchsringe und Berater bei ihrer Versuchsarbeit unterstützen. Dabei werden

- Methoden zur selbständigen Planung und Durchführung von pflanzenbaulichen Versuchen verfügbar gemacht, mit dem Ziel, in den Betriebsablauf integrierte, systematische Weiterentwicklungen von Anbauverfahren und -strategien zu ermöglichen.
- Mit Hilfe des Leitfadens soll auch eine Standardisierung bei der Durchführung von Versuchen in landwirtschaftlichen Betrieben erfolgen.
- Der Gesamtnutzen des erarbeiteten Wissens erhöht sich, wenn langfristig nicht nur der/die experimentierende/n Betrieb/e, sondern weiteren interessierten Betrieben die Ergebnisse zugänglich gemacht werden. Dies kann beispielsweise im Rahmen von Versuchsringen erfolgen, in denen sich motivierte und interessierte Betriebe zusammenschließen, um Erfahrungen und Informationen auszutauschen und um die eigene Arbeit zu optimieren.

- Als weitere Perspektive ist eine, über dieses Organ hinausgehende Veröffentlichung der gewonnenen Ergebnisse mittels Informationsmedien, wie Rundbriefe, Rundfaxe, Internet oder Seminare denkbar, um diese wertvollen Informationen breiter zu streuen und den Nutzen zu erhöhen.

Die Art und Weise der Nutzung des vorliegenden Leitfadens hängt stark von den Erfahrungen und dem Vorwissen des Nutzers ab. Erfahrenen Versuchsanstellern kann diese Arbeit als Nachschlagewerk und zum Ausbau ihres Wissens dienen, weniger Erfahrenen können hilfreiches Basiswissen und wichtige Hinweise zur Durchführung und Auswertung der Praxisversuche vermittelt werden. Es ist jedoch auch für erfahrene Versuchspraktiker ratsam, den Leitfaden in der bestehenden Kapitelabfolge zu studieren und sowie ggf. die Versuchsarbeit in Zusammenarbeit mit der Beratung zu planen, durchzuführen und auszuwerten.

Allgemein gilt, dass 'On-Farm Experiments' keinen Ersatz für Exaktversuche von staatlichen und privaten Forschungseinrichtungen bieten, sondern als Ergänzung bzw. als Mittel zum Wissenstransfer auf die Praxisebene (z.B. eines konkreten Betriebes) dienen.

Modifikationen der vorgeschlagenen Versuchsanlagen (Kap. 4; z.B. Anzahl von Faktorstufen und Wiederholungen) sind problemlos möglich. Dies gilt auch für die Übertragung auf gartenbauliche Fragestellungen.

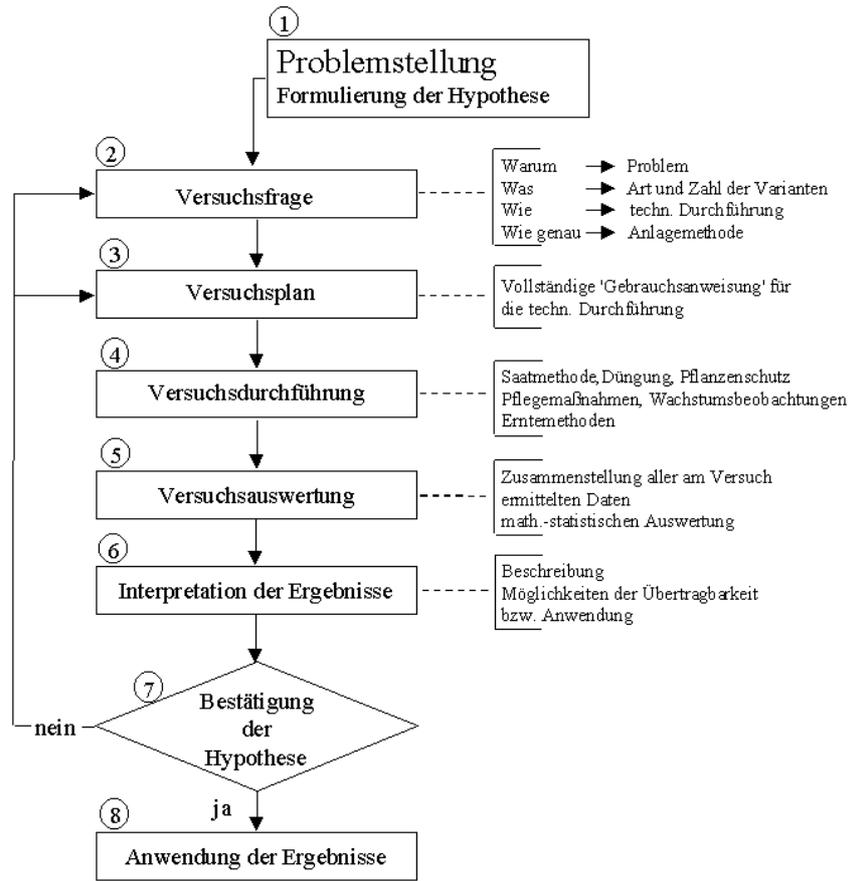
## 2 Formulierung relevanter Versuchsfragen

Zu Beginn jeder Versuchsplanung steht die Versuchsfrage. Diese sollte so einfach und konkret wie möglich formuliert werden, um alle Faktoren und Bedingungen für den Versuch so klar zu gestalten, wie es für die Beantwortung der Frage erforderlich ist. Durch die Versuchsfrage wird festgelegt, welche Wirkungen bestimmter Maßnahmen auf ein Versuchsobjekt geprüft werden sollen.

<b>Vereinfacht sind im wesentlichen drei Fragen zu berücksichtigen:</b>	
Warum will ich es wissen?	⇒ Welches Problem besteht in meinem Betrieb? Festlegung der Prüfmerkmale, bei denen die Wirkungen nachgewiesen werden sollen (z.B. Ertrag, Qualität) (Kap. 2.3)
Was will ich wissen?	⇒ Festlegung der Prüffaktoren (z.B. Düngungs-, Sortenfragen, Aussaatzeitpunkt, -stärke) (Kap. 2.3)
Wie genau will ich es wissen?	⇒ Festlegung der Anlageform (z.B. einfache oder komplexere Versuche) (Kap. 4.2)

In Anlehnung an Bätz et al. (1982) und Wagner & Prediger (1994) kann die Planung und Durchführung anhand des folgenden Ablaufschemas verdeutlicht werden (Abb. 1):

Ausgehend von der Problemstellung wird die Versuchsfrage formuliert. Es folgt die Aufstellung des Versuchsplanes. Nach der Durchführung des Versuches stehen die erhobenen Daten für die Auswertung zur Verfügung. Der Auswertung schließt sich die Interpretation der Ergebnisse an. Ihr folgt die Entscheidung, ob die aufgeworfene Versuchsfrage beantwortet werden kann oder nicht. Bei Bestätigung kann sich die Anwendung der erzielten Ergebnisse in der Praxis anschließen. Ist dies nicht der Fall, kann die Versuchsfrage bzw. der Versuchsplan modifiziert werden.



**Abb.1: Planung und Durchführung von Versuchen**

## 2.1 Voreinschätzung

(für Versuchsansteller mit Versuchserfahrungen!)

Falls bereits eigene Versuche durchgeführt wurden, wäre es günstig, die bisherigen Erfahrungen noch einmal genau zu reflektieren, um eine kritische Selbsteinschätzung von Aufwand und Nutzen, der damit verbunden war, vornehmen zu können. Dies kann sehr hilfreich sein für die Formulierung bzw. Konzipierung neuer Versuche inkl. der Einschätzung der zeitlichen Erfordernisse. Dabei ist es wichtig, folgenden Grundsatz zu berücksichtigen:

***Aus Fehlern kann man nur lernen, wenn man sie erkannt hat!***

a) Bei welchen Kulturen und mit welcher Fragestellung wurden bereits Versuche in Eigenregie angelegt?

1.) .....

2.) .....

b) Wie hoch war der Zeitaufwand? (wenn möglich, Angaben in Stunden)

- zur Vorbereitung: bei 1.) ..... bei 2.).....
- zur Aussaat: bei 1.) ..... bei 2.) .....
- zur Ernte: bei 1.) ..... bei 2.) .....
- zur Auswertung: bei 1.) ..... bei 2.) .....

c) Wurden aussagefähige/verwertbare Ergebnisse erzielt?

Wenn nicht: warum?            Wenn ja: welche?

bei 1.) .....  
 .....

bei 2.) .....  
 .....

d) War der Aufwand lohnend im Verhältnis zum erzielten Ergebnis?

bei 1.) .....  
 bei 2.) .....

e) Welche konkreten neuen Fragen sind aus den Ergebnissen (auch erkannte Fehler sind Ergebnisse!) ableitbar, die im Rahmen weiterer Versuche näher bearbeitet werden sollen/können?

.....  
 .....  
 .....  
 .....

## 2.2 Fragen zur Problemidentifikation

Die folgenden Fragen sollen zunächst eine Hilfestellung zur Problemidentifikation und Formulierung von Versuchsfragen bzw. zur Auswahl für den Betrieb wichtiger Versuchskulturen bieten.

- In Kapitel 2.3 werden anschließend wichtige Grundbegriffe für die Versuchsdurchführung erläutert.
- Mit Hilfe der Kapitel 2.3.1 und 2.3.2 kann dann eine Konkretisierung der Versuchsfrage entsprechend des identifizierten Problems erfolgen.

### Beispiele:

- Eines der wichtigsten Zielgrößen ist sicherlich, welche pflanzenbaulichen Maßnahmen zur Verbesserung des ökonomischen Betriebserfolges (z.B. Ertragssicherung/-steigerung sowie Qualitätsaspekte, Reduzierung des Betriebsmittel- und Arbeitszeitaufwandes) beitragen können.
- Neben dem bisherigen Fruchtartenspektrum des Betriebes ist jede weitere Kultur, (z.B. Prüfung der Anbaueignung bislang nicht angebaute Kulturen), denkbar/möglich.

- 1) Welche drei Kulturen erlangen die höchsten Anbauanteile?  
 a) ..... b) ..... c) .....
- 2) Welche drei Kulturen erlangen den höchsten Deckungsbeitrag?  
 a) ..... b) ..... c) .....
- 3) Welche bislang noch nicht angebauten Kulturen sollen hinsichtlich ihrer Anbaueignung geprüft werden?  
 a) ..... b) ..... c) .....
- 4) Welche Hauptprobleme bestehen im Bereich Pflanzenproduktion unter Berücksichtigung von drei aus 1) - 3) auszuwählenden wichtigen Kulturen? ( $x^1$ ): ankreuzen)

	Kultur 1	Kultur 2	Kultur 3
Probleme mit:	.....	.....	.....
Betriebsmittelaufwand	<input type="checkbox"/> $x^1$ )	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ertragssicherung/-steigerung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Qualität	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Verunkrautung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Krankheiten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Untersaaten / Zwischenfrüchte	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vorfruchteinfluss	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sortenwahl	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Anbautechnik	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

5) Anhand dieser Gruppierung soll nun eine Entscheidung hinsichtlich der wichtigsten Kultur/en sowie der potentiell zu bearbeitenden Probleme getroffen werden.

- |              |              |
|--------------|--------------|
| a) Kultur/en | b) Problem/e |
| .....        | .....        |
| .....        | .....        |
| .....        | .....        |

Die weitere Konkretisierung der Versuchsfrage kann entsprechend des Vorschlags unter 2.3.2 erfolgen.

### 2.3 Erläuterung wesentlicher Grundbegriffe

Jeder Feldversuch ist durch bestimmte Elemente gekennzeichnet. Die in Tabelle 1 dargestellte Begriffsbestimmung soll dazu dienen, dass eine eindeutige Verwendung der Begriffe gewährleistet ist, um Missverständnissen vorzubeugen.

**Tab. 1:** Begriffsbestimmungen

Element eines Versuches	Beispiele / Erläuterung		
Prüfmerkmal	zu untersuchendes Problem z.B. Verbesserung von: Ertrag, Qualität, Reduzierung von: Krankheitsbefall, Unkrautbesatz		
Prüffaktor = Variante = Versuchsglied = Prüfglied	Sorte	Düngung	Saatstärke
Stufen des Prüffaktors qualitativ (a) und quantitativ (b)	(a): Sorten: A, B, C etc.	(b): Düngungshöhen 0, 150, 300 dt Stallmist	(b): 200, 300, 400 Körner/qm
Wiederholungen (Wdh)	mindestens 3, besser 4 und mehr Wiederholungen je Stufe (hängt von Bodenheterogenität des Versuchsstandortes ab und von der gewünschten Aussagesicherheit bzw. der vorhandenen Ertragsmesstechnik)		
Teilstück = Parzelle	kleinste, nicht mehr teilbare Einheit im Versuch		
Teilstückgröße, -form	je nach verfügbarer Technik, Bodenheterogenität, Pflanzenart und -zahl festzulegen		
Randomisation	zufällige oder 'gerechte' Verteilung der Prüfglieder und Wiederholungen im Versuch zum Ausgleich zufälliger Variationsursachen (z.B. Bodenunterschiede) und zufällige Verteilung des Versuchsfehlers als Voraussetzung für die statistische Auswertung		
Randwirkung	Auswirkungen an den Stirnenden in die Teilstücke hinein sowie an den Seitenrändern (z.B. durch Überlappungsbereiche von Düngerstreuer oder Feldspritzen)		

### 2.3.1 Welche Prüffaktoren können gewählt werden?

Eine Konkretisierung der Versuchsfrage sowie Festlegung der zu prüfenden Kultur bzw. der Prüffaktoren kann folgendermaßen durchgeführt werden: Ausgewählt wird z.B. eine Kultur,

- a) die für den ökonomischen Betriebserfolg große Bedeutung erlangt hat und/oder bei der hoher Optimierungsbedarf hinsichtlich pflanzenbaulicher Probleme besteht,
  - b) die bislang noch nicht, bzw. nicht in größerem Umfang angebaut wurde und deren Anbau-eignung unter Variation verschiedener Aussaattechniken geprüft werden soll, da Erfahrungen am Standort fehlen,
  - c) für umwelt- und naturschutzrelevante Fragestellungen.
- Entsprechend des identifizierten Problems (= Prüfmerkmal: z.B. Ertrag) werden in der Tab. 2

bestimmte steuerbare Einflussfaktoren, die direkte Auswirkungen auf das Prüfmerkmal haben, benannt. Diese Einflussfaktoren stellen gleichzeitig mögliche Prüffaktoren für einen Versuch dar. Auf die Darstellung weiterer unbeeinflussbarer Faktoren (z.B. Klima) wurde verzichtet. Die Auswahl der Prüffaktoren soll mit Hilfe dieser Tabelle erleichtert werden. Um Wiederholungen zu vermeiden, wurden jeweils Getreide, Hackfrüchte, Körnerleguminosen und weitere Ackerkulturen zusammengefasst, sowie Feldfutterbau und Grünland.

**Tab. 2: Auswahl potentieller Prüffaktoren**

<b>Kultur</b>	<b>Problem Prüfmerkmal</b>	<b>wichtige steuerbare Einflussfaktoren/ potentielle Prüffaktoren (siehe Beispiele Tab. 3)</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Getreide</li> <li>• Hackfrüchte</li> <li>• Körnerleguminosen</li> <li>• sonst. Ackerkulturen</li> <li>• neue bzw. Spezialkulturen</li> </ul>	Ertrag Qualität	Vorfrucht Saatzeit Saatstärke Reihenabstand Sorten Düngung PSM <sup>x)</sup> Bodenbearbeitung
	Verunkrautung	Bodenbearbeitung mechanische, thermische Behandlung PSM <sup>x)</sup> Vorfrucht Saatzeit Sorte Düngung
	Krankheiten	Vorfrucht Sorten Saatzeit Saatstärke PSM <sup>x)</sup>
	Untersaat Zwischenfrucht	Saatstärke Saatzeit Gemengepartner Ausbringungsverfahren
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Feldfutterbau</li> <li>• Grünland</li> </ul>	Ertrag Qualität	Gemengepartner Saatzeit Art: z.B. Blanksaat oder Untersaat (Feldfutter) Düngung Schnittzeitpunkt Besatzdichte (Tiere/ha)

Deutlich höherer Versuchsaufwand bei Sortenversuchen ist zu beachten!!

<sup>x)</sup> (PSM = Pflanzenschutzmittel)

### 2.3.2 Welche Prüffaktoren und Stufen können angelegt werden?

Versuche sollten möglichst einfach, aber dennoch so konzipiert sein, dass die Versuchsfrage auch hinreichend genau beantwortet werden kann. Zu berücksichtigen ist jedoch, dass in der Regel nach dem ersten Versuchsjahr noch keine endgültige Entscheidung über Änderungen z.B. des Anbauverfahrens getroffen werden können, da mindestens Untersuchungsergebnisse

aus zwei Jahren nötig sind, um relativ sichere Aussagen zuzulassen. Beispielsweise können sich aber auch bei extremen Witterungsverhältnissen die Ergebnisse aus zwei Jahren widersprechen, so dass ein weiteres Untersuchungsjahr sinnvoll und notwendig ist.

**Ein Versuch setzt sich zusammen aus der:**

- Anzahl der Prüffaktoren (z.B. Düngung, Sorte, Pflanzenschutz usw., vgl. Tab. 2
- Anzahl der Stufen eines jeden Prüffaktors (z.B. geringe, mittlere, hohe Düngung vgl. Tab. 3
- Anzahl der Wiederholungen der Stufen des Prüffaktors.

Die Parzellenzahl ergibt sich aus der Multiplikation Prüffaktoren x Stufen x Wiederholungen.

◆ **Prüffaktoren:**

Die Auswahl der **Prüffaktoren** (z.B. Saatzeit etc.) muss genau überlegt werden. An den **Prüfmerkmalen** (z.B. Ertrag) sollte die Wirkung des Prüffaktors eindeutig beobachtet und bestimmt werden können. Daher ist es wichtig, dass alle übrigen nicht zu prüfenden Faktoren (z.B. Bodenbearbeitung, Düngung etc.) auf allen Versuchspartellen in gleicher Weise durchgeführt werden (Ceteris-paribus-Prinzip). Nur der/die ausgewählten Prüffaktor/en werden im Versuch variiert.

◆ **Stufen der Prüffaktoren:**

Grundsätzlich unterscheidet man zwischen **quantitativer und qualitativer Abstufung der Prüffaktoren** (MUNZERT 1992):

⇒ Soll z.B. der Einfluss steigender Düngergaben auf den Ertrag untersucht werden, wird man diesen quantitativen Prüffaktor in mehrere Stufen gleichen Abstands - evtl. auch unter Verwendung einer ungedüngten Kontrolle - untersuchen.

Das bedeutet, dass sich die Stufen der quantitativen Prüffaktoren auf Aufwandmengen bei Dünger und Pflanzenschutz oder Reihentfernung, Saatstärken etc. beziehen und variieren lassen. Sinnvoll ist ein Vergleich zum betriebs- oder ortsüblichen Verfahren zu ziehen und hierauf bezogen eine geringere und höhere Stufe zu wählen. Diese Art Versuche beinhalten demnach mindestens drei Stufen, da zwei Stufen das Reaktionsverhalten auf das Prüfmerkmal nicht eindeutig erkennen lassen.

⇒ Prüffaktoren mit qualitativer (diskreter) Abstufung sind z.B. bestimmte Sorten einer Pflanzenart, verschiedene Formen eines Düngers oder verschiedene Wirkstoffe eines Pflanzenschutzmittels. Meistens bezieht man die Versuchsaussagen auf mitgeprüfte Standardverfahren (Vergleichssorte, gängiges Düngemittel, PSM etc.).

❖ **Einfaktorielle Versuche:**

Es wird ein Prüffaktor (z.B. Saatstärke) in verschiedenen Stufen untersucht.

In der folgenden Tabelle werden einige Beispiele anhand des Winterweizens aufgeführt, um mögliche Stufen für verschiedene Prüffaktoren zu verdeutlichen. (Die angegebene Parzellenzahl ergibt sich jeweils auf Grundlage eines Prüffaktors x Stufen x Wiederholungen.)

**Tab. 3:** Prüffaktoren und Stufen für Winterweizenversuche

Kultur	Prüffaktor	Stufen	Beispiele	Wiederholungen <sup>x)</sup>	Parzellenanzahl
Winterweizen	Saatstärke	3	200, 300, 400 Körner/qm	4	12
	Saattermin	3	früh, mittel, spät	5	15
	Untersaat	2	ja/nein	3	6
	Sorten	5	Sorte A - E	6	30
	Striegeln	2	ja/nein	4	8
	Düngung	3	hoch, mittel, gering	4	12
	Bodenbearb.	2	pflug/pfluglos	4	8

<sup>x)</sup> die gewählten Wiederholungsanzahlen sind beispielhaft gewählt!

Sinnvoll erscheint es, wenn die Reaktionsrichtung unbekannt ist, dass man neben der betriebsüblichen Stufe eine höhere oder geringere Stufe prüft, bzw. im Falle von Untersaaten- oder Bodenbearbeitungsversuchen zwei Stufen (mit/ohne) geprüft werden können.

Die Anzahl der Wiederholungen kann je nach Erntemöglichkeit unter Berücksichtigung der Kriterien, die unter 4.1 (S.24) aufgeführt sind, festgelegt werden.

#### ❖ Mehrfaktorielle Versuche:

In mehrfaktoriellen Versuchen werden zwei und mehr Prüffaktoren in verschiedenen Stufen untersucht, d.h. die Prüffaktoren sind Kombinationen der Stufen der Prüffaktoren.

Es interessiert vornehmlich das Zusammenwirken der Faktoren, weniger die generelle Wirkung eines Faktors. Jeder Faktor muss mindestens aus 2 Stufen bestehen. Die Kennzeichnung einer Kombination ergibt sich aus den Stufennummern der Faktoren. Aus dem Produkt der Stufenzahl je Faktor errechnet sich die Gesamtzahl der Kombinationen je Wiederholung.

**Tab. 4:** Beispiel eines zweifaktoriellen Versuches

Faktor A = 3 Sorten A 1 = Sorte 1 A 2 = Sorte 2 A 3 = Sorte 3	Faktor B = Düngung B 1 = 100 kg N/ha B 2 = 150 kg N/ha
------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------

Kombination der beiden Faktoren A und B:

A 1 B 1 = Sorte 1, 100 kg N/ha  
A 1 B 2 = Sorte 1, 150 kg N/ha  
usw.

Die Kombination der drei Sorten mit den zwei Düngungsstufen ergeben insgesamt 6 Parzellen. Bei dreifacher Wiederholung würden sich 18 Einzelparzellen ergeben. (Kap. 4.2.4)

**Zusammenfassend sollten folgende Empfehlungen zur Formulierung von Versuchsfragen beachtet werden:**

Wichtig ist, dass in Abhängigkeit der spezifischen Situation und Problemstellung des Betriebes **konkrete Versuchsfragen** formuliert werden.

***Nur eine klare Frage kann eine klare Antwort ergeben!***

Jeder Versuch bedeutet einen **zeitlichen, technischen und personellen Mehraufwand**. Daher ist genau zu überlegen, an welchen Stellen entsprechend der betrieblichen Voraussetzungen dies auch wirklich geleistet werden kann bzw. gewünscht wird. ***Erhoffter Nutzen und zu erwartender Zeitaufwand sollten grob ökonomisch bewertet und verglichen werden.***

***Der Mehraufwand an Zeit und Arbeitskraft zur Planung und Durchführung des Versuches muss bereits zu Beginn eingeplant sein !***

Um Erfahrungen mit der Durchführung eigener Versuche zu erlangen, ist anzuraten, ***möglichst wenige verschiedene Versuche im ersten Jahr anzulegen***. Daher sollte an dieser Stelle eine klare Entscheidung getroffen werden. Weitere benannte Kulturen/Probleme können in Folgejahren untersucht werden.

Die konkrete Formulierung einer geeigneten Versuchsfrage kann nun nach eindeutiger Festlegung folgender Kriterien erfolgen:

**Beispiel: 1-faktorieller Versuch**

- a) Prüfmerkmal/e: Weizenertrag und -qualität
- b) Prüffaktor: Sorten
- c) Stufen des Prüffaktors: Sorte 1, Sorte 2, Sorte 3

***Versuchsfrage: Welchen Einfluss hat die Sortenwahl (z.B. drei Weizensorten) auf Ertrag und Qualität***

### **3 Grundprinzipien bei der Durchführung von Versuchen**

Zunächst soll anhand eines einfachen Beispiels verdeutlicht werden, warum bestimmte grundsätzliche Bedingungen für einen aussagefähigen Versuch erforderlich sind (in Anlehnung an Gomez & Gomez 1984):

Ein Landwirt möchte eine neue Weizensorte (Sorte A) mit der bisher angebauten vergleichen (Sorte B). Er legt zwei Parzellen gleicher Größe nebeneinander an und sät Sorte A neben Sorte B. Die Ertragsmessung ergab, dass Sorte B einen höheren Ertrag erbrachte.

Er folgert, dass Sorte B ertraglich Sorte A überlegen ist. Das muss jedoch nicht so sein: Es wird angenommen, dass jede Differenz im Ertrag der beiden Sorten nur durch die Sorten und nichts anderes bedingt sei. Das ist natürlich nicht wahr. Selbst wenn die gleiche Sorte auf beiden Parzellen angebaut worden wäre, hätte es Ertragsunterschiede geben können. Andere nicht steuerbare Faktoren, wie Bodenqualität, Wasserversorgung, Schädlings- und Krankheitsdruck sowie eine unterschiedlich bewirtschaftungsbedingte Vorgeschichte (z.B. frühere Schlagteilung) beeinflussen außerdem den Ertrag.

Wegen dieser anderen Einflussfaktoren (den sogenannten Störfaktoren) muss eine aussagefähige Ermittlung des Ertrages zweier Sorten ein Verfahren bedingen, bei dem der sortenbedingte Unterschied von Störfaktoren getrennt werden kann. Das bedeutet, dass ein Versuch so angelegt werden muss, dass entschieden werden kann, ob der ermittelte Unterschied sortenbedingt ist oder durch o.a. Störfaktoren hervorgerufen wurde. Der Versuchsansteller muss demnach nicht nur die Ertragsdifferenz zwischen den Parzellen der beiden Sorten wissen, sondern auch zwischen Parzellen der gleichen Sorte. Dieser versuchsbedingte Fehler kann nur erfasst werden, wenn mindestens 2 Parzellen (Wiederholungen) mit der gleichen Sorte bzw. der gleichen Behandlung angelegt wurden, die sich möglichst im Einfluss des Störfaktors wie z. B. Bodenunterschiede unterscheiden.

Um den statistischen Anforderungen für eine biometrische Auswertung zu genügen, müsste außerdem die Randomisation (= zufällige Anordnung der Prüfglieder und Wiederholungen) zum Ausschluss systematischer Fehler, die ebenfalls zu Fehlinterpretationen führen würden, erfüllt sein. Dem kann jedoch im Rahmen des 'On-Farm Experiments' nur schwer (u.a. mit hohem zeitlichen Aufwand beim Einmessen des Versuches) im vollen Umfange Rechnung getragen werden. Eine varianzanalytische Auswertung kann daher bei Anlagen ohne Randomisation nur mit Einschränkungen erfolgen.

Eine Möglichkeit, diese Problematik zu verringern, wäre, den gleichen Versuch auf verschiedenen Schlägen anzulegen. Diese können dann als Wiederholungen dienen und mit statistischen Verfahren ausgewertet werden. Voraussetzung ist, dass die Schläge ein ähnliches Ertragsniveau (Standortgüte, Vorfrucht) aufweisen.

Dabei ist allgemein zu berücksichtigen, dass es zwischen zwei Faktoren zu Wechselwirkungen kommen kann. Das heißt, dass der Einfluss des ersten Faktors (z. B. 1. Prüffaktor: Winterweizensorten) auf das zu untersuchende Merkmal (Ertrag, Qualität usw.) von einem zweiten Faktor (z. B. 2. Prüffaktor: Aussaatstärke oder Störfaktor wie unterschiedlicher Standortgüte, Vorfrucht) stark bis gegenläufig beeinflusst werden kann.

In Kapitel 4.2 und 5 werden Beispiele für mögliche Anlageformen sowie Hinweise für die Auswertung der Versuche gegeben.

## **Grundsätzliches, das bei der Planung eines Versuches zu berücksichtigen ist:**

### ◆ **Zeit vorhanden ?**

Der Aufwand zur Anlage eines Versuches lohnt sich nur, wenn auch die Ernte bzw. weitere vorgesehene Maßnahmen (Bonituren etc.) zu den hierfür notwendigen Zeiten tatsächlich ausreichend genau, d.h. mit dem erforderlichen Zeitaufwand, durchgeführt werden können;

⇒ die gesamte Planung eines Versuches muss unter Berücksichtigung der Vegetationsperiode und der damit verbundenen Arbeitsspitzen erfolgen. Erhoffter Nutzen und zu erwartender Zeitaufwand sollten grob ökonomisch bewertet werden.

### ◆ **Je aufwendiger um so genauer !**

Anlageform, notwendiger Zeitaufwand und Technik sowie Aussagefähigkeit/-Sicherheit eines Versuches stehen in unmittelbarem Zusammenhang;

⇒ je höher die Aussagesicherheit (Anwendung bestimmter statistischer Verfahren) sein soll, um so höher ist entsprechend der Anlageform (echte Wiederholungen, Randomisation) der notwendige Zeitaufwand zu kalkulieren bzw. spezifische Technik erforderlich.

### ◆ **Ist die Technik vorhanden ?**

Wenn eine Ertragsermittlung stattfinden soll, ist zumindest

⇒ eine Hofwaage erforderlich, um auch bei den einfachsten Anlageformen konkrete Ernteerhebungen durchführen zu können. Ist dies nicht der Fall, kann gegebenenfalls die Hofwaage eines benachbarten Betriebes genutzt werden, jedoch ist der hierzu erforderliche zusätzliche Fahraufwand einzukalkulieren.

⇒ Weitere Möglichkeiten der Ertragsmessung: Achslastwaage (für alle Kulturen), Durchflusswaage am Mähdrescher (bei Körnerfrüchten); hierbei ist außerdem eine Waage zur Kalibrierung erforderlich!

### ◆ **Ausreichende Fachkenntnis ?**

Bei Fragen, die eine Ertragsermittlung nicht erfordern, z.B. Zwischenfruchtanbau, Unkrautregulierung etc. ist

⇒ ausreichend Zeit für Bonituren bzw. zum Erüben des Bonitierens einzuplanen.

### ◆ **Wo ?**

Zugunsten der Übertragbarkeit von Ergebnissen bei **neuen** Versuchsfragen sollte

⇒ mehreren parallelen Tastversuchen auf verschiedenen Flächen der Vorzug gegeben werden gegenüber einem Einzelversuch mit differenziertem Versuchsdesign (echte Wiederholungen, mehrere Prüffaktoren etc.).

### ◆ **Lesbare und auswertbare Notizen !**

Führen eines detaillierten Versuchsprotokolls von Anlage bis zur Datenerhebung ist

⇒ entscheidend für spätere Auswertung und Interpretation von Ergebnissen sowie die Ableitung weiterer Handlungsempfehlungen.

### ◆ **Mitarbeiter einbeziehen !**

Eine Grundvoraussetzung für eine erfolgreiche Versuchsdurchführung ist das

⇒ möglichst frühzeitige und intensive Einbeziehen des beteiligten technischen Personals (Schlepperfahrer, Mähdrescherfahrer).

## 3.1 Vorbereitungen

### 3.1.1 Saatgutuntersuchungen

Zur Errechnung der erforderlichen Saatgutmenge sind Angaben über Keimfähigkeit und TKM (Tausendkornmasse) unerlässlich. Im Falle von Z-Saatgut sind diese auf den entsprechenden Verpackungen ersichtlich. Wenn Saatgut aus eigenem Nachbau verwendet wird, müssen diese Werte selbst erhoben werden. Hierbei ist darauf zu achten, dass durch eine ausreichende Reinigung Kümmer- und Bruchkörner sowie Fremdsamen entfernt wurden.

Wichtig ist außerdem, rechtzeitig die eigenen Untersuchungen einzuplanen (Untersuchungsbeginn mindestens zwei Wochen vor Aussaat).

#### TKM-Bestimmung

- 4 x 100 Körner getrennt auszählen (Bruchkorn und Unkrautsamen müssen entfernt werden)
- wiegen der Proben mit Hilfe einer Briefwaage und Umrechnung auf 1000 Körner

Bsp.:	5,1 g	
	5,3 g	
	4,9 g	
	5,3 g	
	-----	
Mittelwert:	5,2 g	□ TKM = 52 g

#### ***Keimfähigkeitstest***

Die meisten landwirtschaftlichen Samen sind in bezug auf die Keimung als

- lichtneutral einzustufen: Getreide, Mais, Leguminosen, Raps, Rübsen.
- Lichtkeimer: Licht ist während der Keimprüfung bindend vorgeschrieben. Hierzu zählen alle Grasarten sowie Gelb-, Schwarz- und Sareptasenf.
- Dunkelkeimer: Phacelia, Kürbis und die meisten Gemüsearten.

Erforderliches Material für den Keimfähigkeitstest: - Petrischalen oder Teller  
 - Filterpapier/Fließpapier oder Serviettenpapier oder ähnliches

Nach vorangegangener TKM-Ermittlung ist eine erneute Zählung nicht mehr erforderlich. Die vier Einzelproben der TKM-Bestimmung werden für die Untersuchungen herangezogen.

Die Samen werden, um ein besseres Auszählen zu ermöglichen, in Reihen zu je 10 Körner ausgelegt. Diese können aber auch über das ganze Keimbett gleichmäßig verteilt werden. Wichtig ist, dass sich die Samen nicht berühren.

Das Keimbett muss während der gesamten Dauer gleichmäßig und ausreichend feucht sein. Hierbei ist das Wasser (Leitungswasser) so zu dosieren, dass sich kein Wasserfilm um die einzelnen Samen bilden kann. Über Nachfeuchten und die dafür notwendige Wassermenge muss von Fall zu Fall entschieden werden. Die richtige Feuchtigkeit kann bei Papierkeimbetten mittels 'Fingerprobe' geprüft werden. Das Papier darf nur so feucht sein, dass sich beim Pressen kein Wasserfilm um die Finger bildet. Die Keimprüfung erfolgt bei Zimmertemperatur (20°C). Für eine einheitliche Beurteilung sollte in der Regel **nach drei bis vier Tagen ausgezählt werden**. Man sollte dabei möglichst jeden Tag nachsehen, ob Körner bereits gekeimt sind und diese entnehmen. Ansonsten verpilzt u. U. das Keimbett so stark, dass die Auswertung nach 3-4 Tagen stark beeinträchtigt sein kann. Als normal gekeimt gelten Samen, deren Keimlinge ein gut entwickeltes Wurzelsystem aufweisen. Beschädigte oder deformierte sowie angefaulte Keimlinge, bei denen die Infektionsursache im Samen liegt, sind bei der Zählung auszuschließen.

Ist anzunehmen, dass sich das Saatgut noch in Keimruhe befindet, kann folgendes Verfahren angewendet werden (vgl. Wagner 1979):

- Vorkühlen: Das Saatgut kommt während einer Vorlaufzeit von 7 Tagen, auf das entsprechend angefeuchtete Keimbett ausgelegt, bei einer Temperatur zwischen 5°C und 10°C in den Kühlschrank. Die Vorkühlzeit bleibt bei den Auszählfristen unberücksichtigt.

### 3.1.2 Saatgutmengenberechnung

Die Aussaatmengeberechnung (kg/ha) kann auf Kornzahlbasis (z.B. 400 Körner pro m<sup>2</sup>) unter Berücksichtigung von Keimfähigkeit und TKM erfolgen.

Beispiel: Ziel sind 400 keimfähige Körner pro m<sup>2</sup>:

$$\frac{\text{Körner pro m}^2 \cdot \text{TKM (g)}}{\text{Keimfähigkeit (\%)}} \gg \frac{400 \cdot 52}{92} = 226 \text{ kg/ha}$$

### 3.1.3 Auswahl der Versuchsfläche

#### Grundsätzliches:

Versuche dürfen nicht ohne genaue Vorüberlegung auf irgendeinem Schlag angelegt werden. Die Versuchsfläche ist immer als repräsentative Stichprobe eines Standortes (Gebietes) zu verstehen und sollte daher möglichst einheitliche Prüfungsvoraussetzungen bieten.

## Wichtige Kriterien zur Auswahl der Versuchsfläche

### Lage und Beschaffenheit:

- möglichst gleichmäßige Flächen auswählen  
günstig sind: Vorinformationen über Bodenqualität etc. (evtl. aus Karten, Bodenuntersuchungen, visuellen Urteilen, Erträge der Vorjahresfrüchte...)
- Versuche deutlich außerhalb von Vorgewenden, Feldwegen und Feldgrenzen anlegen  
großzügiges Einrücken ins Feld: mindestens 20-30 m
- in Hanglagen: Flächen mit der geringsten Neigung bevorzugen
- bei unvermeidbaren Hanglagen: Bodenausgleich durch Anlagerichtung des Versuches möglich (z.B. Anordnung der Prüffaktoren bzw. der Wiederholungen **quer** zu den Bodenunterschieden)
- möglichst nicht über Kiesadern, nassen Stellen, in Fluss- und Bachnähe, Senken und Schatten von Bäumen
- keine Versuche an Stellen mit verdeckten Bodenverdichtungen aus dem Vorjahr aufgrund von Fahrspuren und Wegen

### Behandlung/Vorbereitung:

- auf Versuchsfläche: möglichst einheitliche Behandlung vor Versuchsbeginn (einheitliche Fruchtart, Düngung, Bodenbearbeitung).
- zur Bearbeitung spezifischer Fragen der Schlagheterogenität: vor Anlage eines Versuches gezielt Teilbereiche markieren, die diesen Anforderungen entsprechen (z.B. gute und schlechte Bereiche im Schlag)

### Markierung:

- sichere Markierung von mindestens drei Eckpunkten für das Wiederfinden des Versuches im Schlag unabdingbar
- Orientierungshilfen (z.B. Bäume, Strommasten, Wege etc.) verwenden
- zur exakteren Markierung: z.B. Stäbe, Fahrgassen
- da Markierungsstäbe u.U. gestohlen werden, ist das Ausmessen mindestens eines Eckpunktes des Versuches anzuraten bzw. Orientierungshilfen zu dokumentieren!

Bei der Wahl der Anlagerichtung ist die Anpassung an die Bodenheterogenität besonders zu berücksichtigen. Für das Prüfmerkmal Ertrag und viele andere Prüfmerkmale führen einseitige Bodenunterschiede zu großen Versuchsfehlern. Eine ideal homogene Versuchsfläche wird man nicht ausfindig machen können. Umso wichtiger ist die kritische Beurteilung einer Versuchsfläche hinsichtlich erkennbarer Bodenunterschiede, deren Einfluss auf das Versuchsergebnis durch eine geeignete Anlagemethode weitgehend auszugleichen ist:

⇒ Variieren die Bodenunterschiede stärker in eine Richtung (z.B. mittlerer heller Schlagbereich, Abb. 2), so sollten die Wiederholungen je Prüfglied quer zu den Bodenunterschieden angelegt werden.

⇒ Wenn die Bodenunterschiede keine eindeutige Richtung erkennen lassen, dann können

- die Hauptwindrichtung,
- die Himmelsrichtung (Sonneneinstrahlung),
- die Geländegestaltung z. B. Hangrichtung und
- andere Faktoren, von denen Einflüsse in einer bestimmten Richtung ausgehen, für die Versuchsanlage bestimmend sein.

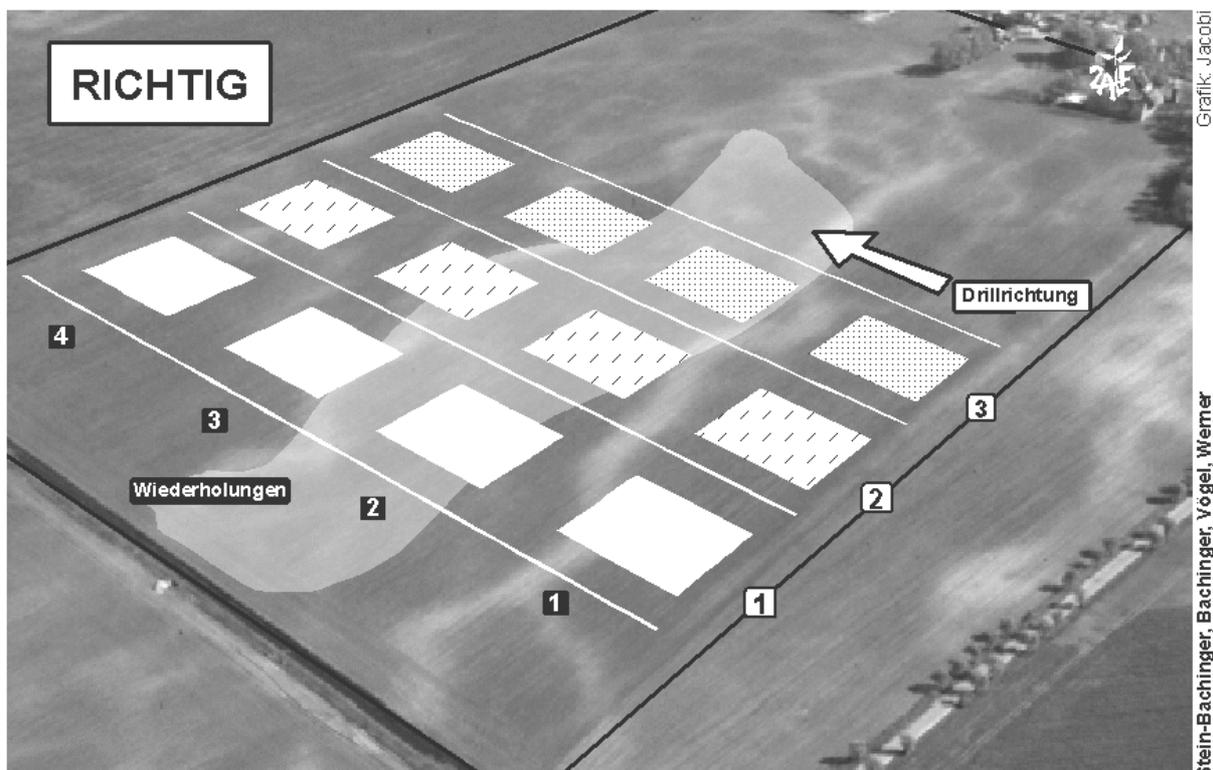
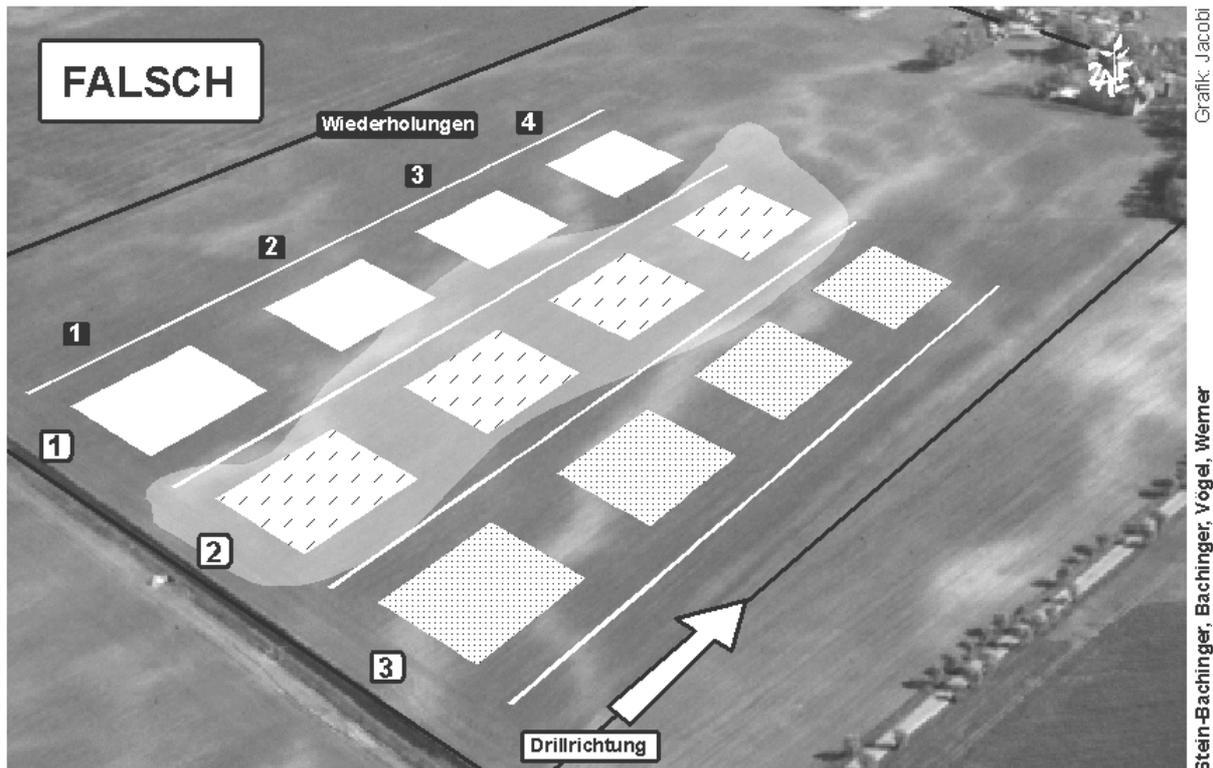
### Beispiel:

In Abbildung 3 sind die Bereiche in der Mitte des Schlages deutlich heller (= Sandlinse - überzeichnet zur besseren Erkennbarkeit). Die einzelnen Prüfglieder sowie geplante Wiederholungen der einzelnen Prüfglieder dürfen daher nicht in Längsrichtung erfolgen, sondern sollten, wie dargestellt, **quer** zu den Bodenunterschieden angelegt werden. Wird dies nicht berücksichtigt, so führen die Bodenunterschiede zwischen den Prüfgliedern zu Fehlinterpretationen der Ergebnisse, da im Beispiel die Erträge sämtlicher Wiederholungen des mittleren Prüfgliedes von der Sandlinse negativ beeinflusst würden.

### Zusammenfassend lässt sich sagen:

Bei Vorhandensein von

- weitgehend homogenen Schlägen (z.B. geringe Bodenunterschiede bzw. Hangneigung):
  - ⇒ die Gesamtgröße eines Versuches kann in Abhängigkeit der Größe des Schlages konzipiert werden
  - ⇒ die Anzahl der Wiederholungen kann eingeschränkt werden (evtl. 4 Wiederholungen sind ausreichend).
- heterogenen Schlägen:
  - ⇒ bevorzugt die Bereiche auswählen, die weitgehend homogen sind. In Abhängigkeit der Größe eines Versuches sind hier jedoch u.U. enge Grenzen gesetzt.
  - ⇒ durch die Wahl der Versuchsanlage sowie eine ausreichende Anzahl an Wiederholungen (> 4) sollte versucht werden, die bodenbedingten Unterschiede auszugleichen. (Anordnung der Prüffaktoren bzw. Wiederholungen quer zu den Bodenunterschieden; die Bodenunterschiede innerhalb der einzelnen Wiederholungen sollten möglichst gering sein)



**Abb. 2: Berücksichtigung von Bodenunterschieden bei Anlage eines Versuches zur Prüfung von drei Aussaatstärken (1 - 3) mit 4 Wiederholungen (1. Wdh - 4. Wdh) - nicht randomisierte Langparzellenanlage**

### 3.1.4 Vorbereitungen für das Feld

#### Lageplan:

Anhand einer Schlagkarte wird ein Lageplan (wenn möglich maßstabsgerecht) für den geplanten Versuch angefertigt (z.B. als Kopie der Schlagkarte).

Mögliche Fixpunkte (Feldränder, Bäume, Weggabelungen etc.) zum späteren Einmessen der Eckpunkte können bereits eingetragen werden.

#### Versuchsprotokoll:

Die Anlage eines Versuchsprotokolls mit den erforderlichen Eckdaten kann begonnen werden, sobald Versuchsfrage und Schlag ausgewählt wurden (Beispiel s. Anhang).

#### Markierung im Feld:

- Fixpunkte (Bäume, Mast etc.) als Orientierungshilfen
- Stäbe (wichtig ‚mähdrescherschonendes‘ Material z.B. Bambus; Plastikstäbe ungünstig, da es bei versehentlichem Mitdrusch zu Verunreinigung des Erntegutes durch Plastikteile kommt, die mit den üblichen Reinigungsmethoden in Abhängigkeit des Materials schwer zu entfernen sind)
- Fahrgassen

### 3.1.5 Mindestflächengröße

Pauschale Angaben über die Mindestflächengröße für einen Gesamtversuch können nicht gegeben werden, da eine starke Abhängigkeit besteht zwischen:

- Fragestellung: u.a. Anzahl der Faktoren und Stufen
- Anlageform, Anzahl der Wiederholungen
- Bodenheterogenität, Bearbeitungstechnik, Erntetechnik - Wägemöglichkeiten.

Bei Verwendung von Durchflusswaagen ist eine Länge der Kernparzellen von ca. 30m bei 5-6m Schnittbreite ausreichend. Dazu sind etwa 15-20 m im Einfahrbereich der einzelnen Parzellen zu addieren, um verlässliche Ertragswerte aus der zu beerntenden Parzelle zu ermitteln. Erst nach dieser Fahrstrecke ist die, durch den Druschprozess verursachte, zeitliche Verzögerung des Erntegutflusses bis zur Messeinheit kompensiert.

Da allgemein eine höhere Genauigkeit mit steigender Parzellengröße zu erwarten ist, wird zum gegenwärtigen Zeitpunkt, da noch nicht genügend Praxiserfahrungen vorliegen, eine Brutto-Parzellengröße von ca. 500 m<sup>2</sup> bei ausreichender Schlaggröße (> 3 ha) empfohlen. Bei einem einfaktoriellen Versuch mit drei Stufen des Prüffaktors und 5 Wiederholungen entsteht hierdurch unter Einbeziehung der Zwischenwege ein Flächenbedarf von ca. 1 - 2 ha.

## 3.2 Datenerhebung

Welche Daten erhoben werden, muss sich zweifelsfrei aus dem Versuchsplan bzw. der Versuchsbeschreibung ergeben. Einflüsse, die nicht von Prüffaktoren ausgehen (u.a. Niederschlag, Temperatur, außergewöhnlicher Infektions- oder Schädlingsdruck), sollten ebenfalls, soweit wie möglich, dokumentiert werden. Zur Gewinnung von betriebsbezogenen Wetterdaten empfiehlt sich die Verwendung von automatischen Wetterstationen.

Die Datenerhebung gliedert sich in:

- Schätzen, d.h. bonitieren (bewerten) der betreffenden Merkmalsausprägung  
Beispiel: Krankheiten, Schädlinge, Deckungsgrad der Kulturpflanze bzw. des Unkrautbesatzes
- Messen oder Zählen  
Beispiel: Wuchshöhe, Pflanzen bzw. Ähren/m<sup>2</sup>
- Ernten / Wiegen  
Beispiel: Ertrag
- Probenahme für Analyse  
Beispiel: Qualitätsparameter, wie Rohproteingehalt, Fallzahl

Je nach Merkmal umfasst die Datenermittlung:

- alle Teilstücke (z.B. bei Ertragsermittlung) oder
- nur bestimmte Teilstücke: repräsentative Stichproben, Einzelpflanzen, z.B. Ertragsversuch anhand einer Zufallsstichprobe: Ähren/m<sup>2</sup>, TKM, Bonituren (Krankheiten, Schädlinge).

Die sonstigen im Versuch konstant gehaltenen Faktoren (z.B. einheitliche Bodenbearbeitung, Düngung etc.) sollten im Versuchsprotokoll festgehalten werden (Beispiel s. Anh.).

### 3.2.1 Schätzen/Bonitieren

Wiederholte Schätzungen und Bonituren sollten immer an derselben Stellen innerhalb von Parzellen (Reihen) bzw. mit einheitlichen Flächengrößen durchgeführt werden. Der Datenermittlung muss eine ausreichend große und repräsentative Stichprobe (vgl. Tab 5) zugrunde liegen. Die jeweilige Methode muss für den gesamten Versuch einheitlich durchgeführt werden.

### Grundsätzliches für die Durchführung von Schätzungen/Bonituren:

**Jede Schätzung ist subjektiv beeinflusst und somit nicht unbedingt vergleichbar.**

**Folgende Regeln sollten beachtet werden:**

- Beobachtungen an einem Versuch möglichst von derselben Person
- schwer definierbare Merkmale u.U. fotografieren
- an einer bzw. mehreren Wiederholungen während eines Boniturdurchganges an derselben Stelle einen Überblick über die eigene Schätzgenauigkeit verschaffen
- nicht gegen die Sonne bonitieren (optimal: Seitenlicht)
- Randpflanzen und Lückennachbarn von der Beurteilung ausschließen
- ein Merkmal möglichst am gleichen Tage bonitieren
- alle Beobachtungen mit Datum und Parzellenkennzeichnung versehen

### Bewertungsskalen:

Bewertungsskala von 'sehr gering' (Note 1) bis 'sehr stark' (Note 9)

0	keine Feststellung
1	fehlende oder sehr geringe Ausprägung eines Merkmals
3	geringe Ausprägung eines Merkmals
5	mittlere Ausprägung eines Merkmals
7	starke Ausprägung eines Merkmals
9	sehr starke (total) Ausprägung eines Merkmals

Die Noten 2, 4 und 6 charakterisieren die Zwischenstadien. Im Zweifelsfall sollte immer die schlechtere Note vergeben werden, um weitere Unterteilungen auszuschließen.

Die Skalenwerte können, je nach zu bonitierendem Merkmal, eine positive und negative Aussage darstellen.

z.B. Note 1 für Lagerneigung = kein Lager ➤ beste Note

Note 1 für Massenbildung = keine oder sehr geringe Massenbildung ➤ schlechte Note

☛ Bei Festlegung des Boniturschemas klare Einteilung vornehmen und dokumentieren.

### Beispiele für Boniturmerkmale:

- Mängel im Feldaufgang (z.B. Lückigkeit des Bestandes)
- Auswinterungsschäden
- Krankheiten und tierische Schädlinge
- Verunkrautung/Lückigkeit (% Flächenanteil)
- Standfestigkeit/Lager

Anschauliche Beispiele zum Bonitieren sowie der Entwicklungsstadien (EC- bzw. BBCH-Code) können aus Produktinformationen von Pflanzenschutzmittelherstellern entnommen werden, wie zum Beispiel:

- Pilzkrankheiten und Schadsymptome im Getreidebau, BASF
- Pflanzenschutz-Produktinformation 2000, DuPont
- Bestimmungsschlüssel für Pilzkrankheiten an Getreide, CIBA-GEIGY
- Zur Erfassung des Unkrautdeckungsgrades wird der ‚Göttinger Schätzrahmen‘ (= ¼ m<sup>2</sup> großer Stahlrahmen) empfohlen (DIERCKS u. HEITEFUSS 1990).

### 3.2.2 Messen / Zählen

Wiederholte Zählungen und Messungen sollten immer an derselben Stelle bei Parzellen (Reihen) bzw. Pflanzen durchgeführt werden. Der Datenermittlung muss eine ausreichend große und repräsentative Stichprobe zugrunde liegen. Die jeweilige Methode muss für den gesamten Versuch einheitlich sein.

**Tab. 5: Bewertung und Bedeutung einiger Mess- und Zählraten** (verändert nach Wagner u. Prediger 1994)

Merkmal	Bewertung	Definition/Durchführung	Aussage über
Keimdichte	Anzahl	Ermittlung der Pflanzenzahl pro laufenden Meter in jeder Kern-Parzelle, mindestens an 5 Drillreihen pro Parzelle (bei lückigen Beständen bis 10 erhöhen!) <sup>*)</sup>	Saatgutqualität, Einfluss produktionstechnischer Maßnahmen, Sorteneigenschaften
Bestandesdichte	Anzahl	Anzahl der ähren- bzw. rispenträgenden Halme an derselben Stelle wie Keimdichte <sup>*)</sup>	
Pflanzenlänge	cm	Bestandeshöhe (mittels Messlatte) an 20-30 Pflanzen pro Parzelle (Mittelwertbildung) <sup>*)</sup>	Einfluss von Sorte, Düngung, PSM u.ä.
Fehlstellen	Anzahl	Anzahl der fehlenden Pflanzen innerhalb der Erntefläche oder Größe der Fehlstellen <sup>*)</sup>	Einfluss produktionstechnischer Maßnahmen
Lücken	cm	Ermittlung der Lückenlänge an allen Reihen einer Parzelle und Umrechnung in % <sup>*)</sup>	

<sup>\*)</sup> Zählstellen auf gesamte Kernparzelle sowohl in Quer- wie auch in Längsrichtung verteilen!

### 3.2.3 Ernten / Wiegen

Vielfach ist der Ertrag (Bsp. Korn, Stroh) das wichtigste Prüfmerkmal. Außerdem kann die Gewichtsermittlung von Aussaatmengen, Düngung, Pflanzenschutz von Interesse sein. Im allgemeinen genügt bei Mengen über 100 kg eine Genauigkeit bei der Angabe von maximal einer Dezimalstelle.

- Die Ertragsermittlung kann über:
- Handernte
  - Hofwaage
  - Achslastwaage
  - Durchflusswaage am Mähdröschler erfolgen.

Im Gegensatz zur Beerntung von Hackfrüchten mit gleichmäßigem Reihenabstand ist bei der Beerntung von Druschfrüchten darauf zu achten, dass bei der Versuchsbeerntung zur exakten Berechnung der Erntefläche ein Drusch auf voller Mähdruschbreite sicherzustellen ist. Dies ist im allgemeinen nur durch sogenannten „Kerndrusch“ auf den zu beerntenden Versuchsstreifen bzw. -parzellen und nicht durch das sonst übliche „Anschlussfahren“ zu erreichen. Dies gilt im besonderem Maße bei der Verwendung von Durchflusswaagen am Mähdröschler und der damit möglichen deutlichen Verkleinerung der Versuchspartellen (Kap. 4.2.2 - 4.2.4).

Wegen der Messverzögerung, die beim Durchgang des Erntegutes durch die Druschorgane entsteht, und dem damit verbundenen systematischen Fehler ist beim Partellendrusch stets die gleiche Druschrichtung einzuhalten.

Für Tastversuche (Kap. 4.2.1) ist zu berücksichtigen, dass die Größe der zu vergleichenden Großpartellen im Schlag, bedingt durch das notwendige Freimähen des Gesamtschlages, nur ungenau zu ermitteln ist. **Somit ist die Mindestbreite einer Langpartelle bzw. eines Versuchsstreifens so zu wählen, dass eine Versuchsbeerntung mit voller Mähdruschbreite (Kerndrusch) gewährleistet ist.** Die Breite der Reststreifen zwischen den Versuchserntestreifen soll zwischen halber und ganzer Mähdruschbreite liegen, um die Druschleistung des Mähdröschlers nicht zusätzlich durch unproduktive Druschstrecken zu reduzieren. Diese Empfehlungen zur Streifenbreite gelten neben den Tastversuchen auch für alle weiteren Anlageformen (4.2.2-4.2.4).

Eine Handernte mehrerer m<sup>2</sup> pro Partelle unter Verwendung sog. Big Packs (Großsäcke) erfordert einen deutlich höheren Zeitaufwand und eine entsprechende Versuchsdrusch-einrichtung (z. B. Standdruschmaschine in Kooperation mit Landesforschungseinrichtung, Saatzüchtfirmen u.ä.) und ist damit für die Praxis nur bei nicht Druschfrüchten wie Futter- und Hackfrüchten eingeschränkt empfehlenswert.

### 3.2.4 Probenahme für Analyse

Sollen z.B. bei Getreide Qualitätsuntersuchungen (Rohproteingehalt, Fallzahl, TKM etc.) durchgeführt werden, ist pro Partelle eine repräsentative Probenahme (z.B. aus Korntank oder Anhänger) erforderlich. Im allgemeinen sind ca. 500 g Material ausreichend. Sollen Backtests durchgeführt werden, ist vorher mit dem Labor abzuklären, wieviel Probenmaterial benötigt wird.

- ☛ Wichtig ist, die Tüten entsprechend des Versuchsprotokolls ausreichend zu beschriften, so dass später bei Erhalt der Analysewerte eine eindeutige Identifikation möglich ist. Zur Sicherheit einen zusätzlichen Zettel mit Tütenbeschriftung dem Probenmaterial beilegen!

## 4 Versuchsspezifische Fragen

### 4.1 Technische Ausstattung

Die Anlage und Auswertung eines Versuches richtet sich nach den technischen Möglichkeiten, die dem Betrieb zur Verfügung stehen. Insbesondere die Ertragsermittlung erfordert bei den meisten Versuchsanstellungen spezielle Technik, um den zeitlichen und arbeitstechnischen Mehraufwand zu minimieren. Detaillierte Informationen werden bei der Beschreibung der verschiedenen Versuchsanlagen gegeben (Kap. 4.2).

#### Mögliche Versuchsanlagen in Abhängigkeit der technischen Ausstattung

Wägemöglichkeit	Versuchsanlage	Bemerkungen
keine	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tastversuche (4.2.1)</li> <li>- Langparzellenversuche (4.2.2)</li> <li>- Fensterversuche (4.2.3)</li> <li>- Zweifaktorielle Versuchsanlagen (4.2.4)</li> </ul>	<p>Versuche ohne Ertragsermittlung zur Bonitur: z.B. des Striegeleinsatzes auf den Unkrautbesatz, der Effekte einer Pflanzenschutzmaßnahme auf den Krankheitsbefall</p>
<b>Hofwaage</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tastversuche (4.2.1)</li> <li>- Langparzellenversuche ohne Wiederholung (4.2.2.1) sowie</li> <li>- beide Anlagen als Parallelversuche auf verschiedenen Schlägen</li> </ul>	<p>Ertragsermittlungen sind, je nach Entfernung zur Waage, mit vertretbarem Zeit- und Arbeitsaufwand möglich</p>
<b>Achslastwaage</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tastversuche (4.2.1)</li> <li>- Langparzellenversuche ohne Wiederholungen (4.2.2.1)</li> <li>- Anlageformen mit Wiederholungen sind denkbar, erfordern jedoch einen großen zeitlichen Aufwand</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- die Nutzung der Waage erfordert einen befestigten Untergrund (Pflasterweg, Straße o.ä.),</li> <li>- auch geeignet für Kulturen ohne Mähdruschernte,</li> <li>- geringerer zeitlicher Aufwand gegenüber Ertragsermittlung mit Hofwaagen, da Waagennutzung direkt am Feldrand möglich</li> </ul>
Durchflußwaage (am Mähdrescher)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tastversuche (4.2.1)</li> <li>- Langparzellenversuche mit und ohne Wiederholungen (4.2.2)</li> <li>- Fensterversuche (4.2.3)</li> <li>- Zweifaktorielle Versuchsanlagen (4.2.4)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nur Typen verwendbar, die während der Druschfahrt den Wechsel zu ‚neuer Ladung‘ o. ä. ermöglichen!</li> <li>- nur geeignet für die Ernte von Körnerfrüchten,</li> <li>- vergleichsweise sehr geringer zeitlicher Mehraufwand bei der Ertragsermittlung</li> <li>- um Druschverzögerungen möglichst gering zu halten, sollte eine weitere Person das Entfernen der Markierungsstäbe übernehmen</li> <li>- Einarbeitungszeit für die sichere Bedienung von Durchflußwaagen bei der Versuchsbeerntung erforderlich</li> <li>- Zusätzliche Person zur Bedienung der Durchflußwaage auf dem Mähdrescher sinnvoll</li> </ul>

## 4.2 Anlageformen

Die Auswahl von Versuchsanlagen ist, wenn sie den Erfordernissen von 'On-Farm Experimenten' gerecht werden soll, eingeschränkt.

Im Folgenden wird aus diesem Grunde eine Auswahl von Versuchsanlagen vorgestellt, die eine selbständige Durchführung seitens der Landwirte von der Anlage bis zur Ernte sowie Auswertung ermöglichen. Zur besseren Beurteilung werden jeweils folgende Kriterien angegeben:

- ① Kennzeichnung und Anwendung
- ② Eignung für Versuchsfragen
- ③ Beispiel
- ④ Technik
- ⑤ Zeitaufwand <sup>1) 2)</sup>
- ⑥ Auswertung
- ⑦ Aussagegenauigkeit

1) Angaben beziehen sich jeweils nur auf die eigentliche Messung. Installation (bei Achslastwaage) bzw. Kalibrierung (bei Durchflusswaage) der Waage sind zusätzlich zu berücksichtigen.

2) Angaben sind abhängig von der Erfahrung des Versuchsanstellers

- ◆ Je nach Anspruch des Landwirtes kann ausgewählt werden, welche Anlageform zur Klärung seiner Fragen in den gesamten Betriebsablauf integriert werden kann, bzw. welche Aussage er hieraus ableiten kann.
- ◆ Die Darstellung der verschiedenen Versuchsanlagen beginnt mit der einfachsten Variante, der Tastversuche. Die weiteren Beispiele erfolgen unter dem Aspekt einer kontinuierlichen Erhöhung der Aussagesicherheit, was jedoch mit einem steigenden Zeitaufwand sowie spezifischer Technik verbunden ist.
- ◆ Grundsätzlich ist die Beantwortung der Frage/n von sehr hohem Interesse, da in jedem Fall ein zeitlicher, technischer und personeller Mehraufwand erforderlich ist.

<b>Überblick: Zeitaufwand <sup>*)</sup> bei der Durchführung von Feldversuchen</b>	Stunden
Aneignung von Grundkenntnissen, Formulierung der Versuchsfragen, Planung, Auswahl des Schlages, Zeichnen des Versuchsplans etc.	ca. 24 h
Anlage/Markierung im Feld etc., je nach Anlageform	1- 3 h
Bonituren, je nach Anlageform und Prüfmerkmal	2 - 5 h
Ernte, je nach Anlageform und Wägemöglichkeit	1 - 8 h
Mehraufwand durch Aufstellung der Achslastwaage	1 - 2 h
Mehraufwand durch Kalibrierung von Achslastwaage und Durchflusswaagen	0,5 - 2 h
Auswertung der Daten und Nachbereitung des Versuchs	1 - 6 h
Sortenversuche sind wegen der notwendigen Trennung bei Ernte und Lagerung mit deutlich erhöhtem Aufwand verbunden!	

<sup>\*)</sup> bisherige Erfahrungen aus zwei Versuchsjahren

#### 4.2.1 Tast-/Orientierungsversuche



Abb. 3: Prüfung von zwei Stufen eines Prüffaktors durch Halbierung des Gesamtschlages

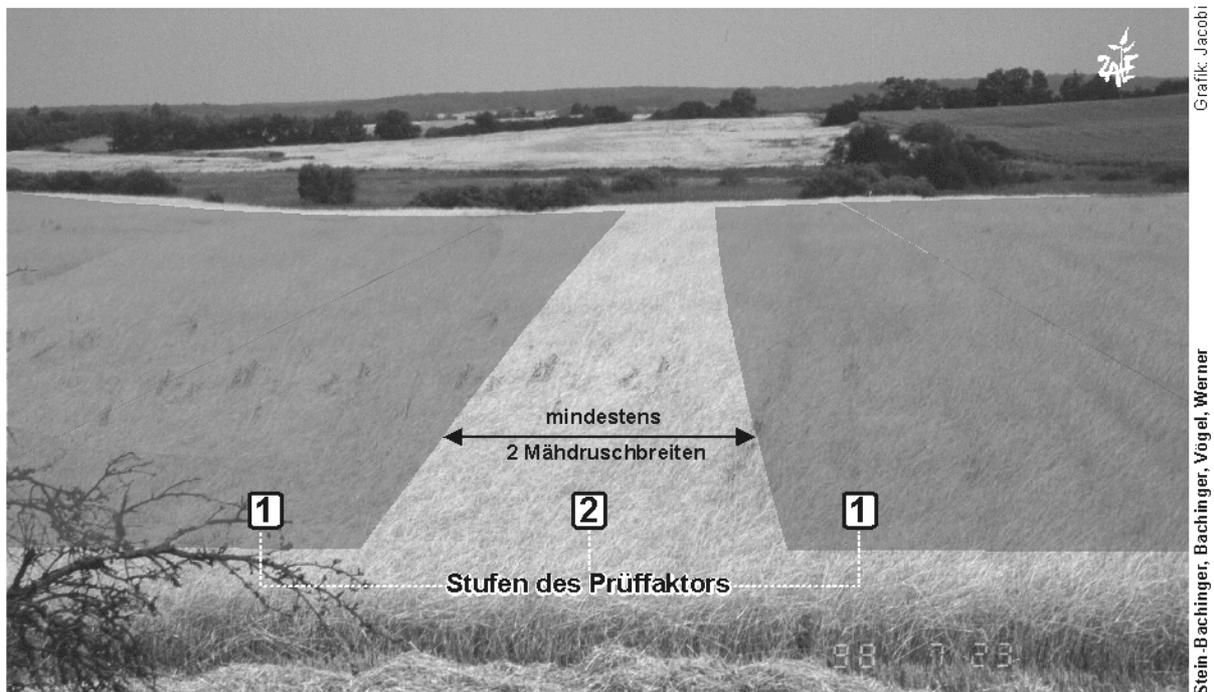


Abb. 4: Prüfung von zwei Stufen eines Prüffaktors durch Anlage eines schmalen Streifens im Schlag bei der Ansaat, um Kerndrusch (eine Mähdruschbreite) zu ermöglichen

① **Kennzeichnung und Anwendung von Tast-/Orientierungsversuchen:**

Um die Wirkungen verschiedener Behandlungen (z.B. Sorten oder unterschiedliche Düngung bei Winterweizen) ohne großen versuchsbedingten Aufwand grob zu ermitteln, werden auf einem bzw. mehreren Schlägen sogenannte Tast-/Orientierungsversuche angelegt.

Der Schlag wird entsprechend der Variantenwahl halbiert, gedrittelt etc. oder ein breiter Streifen gesondert behandelt. Zur Ertragsermittlung werden die Großteilstücke getrennt beerntet, um somit einen ersten Überblick über z.B. Ertragsunterschiede zu erhalten. In jedem Falle muss gewährleistet sein, dass der Versuch im Hinblick auf die Bodenheterogenität so angelegt wird, dass die Varianten von den Bodenunterschieden möglichst gleichermaßen betroffen sind.

② **Eignung für:**

Fragen zu Fruchtfolgegestaltung, Saatzeitpunkten, Saatstärken, Sorten, Unkrautbekämpfung, Bodenbearbeitung, Düngung, Pflanzenschutz, Untersaaten, Gemengepartner, neuen Kulturen

③ **Beispiel (Abb. 3 u. 4):** Prüfung von zwei Sorten

a) Halbierung des Gesamtschlages > Bedingung: genaue Flächengrößen müssen bekannt sein; Beerntung kann auch auf Teilflächen beschränkt werden.

b) Bestehen wegen möglicher Ertragseinbußen o.ä. zu große Bedenken, die Hälfte eines Schlages mit dem betriebsunüblichen Verfahren zu bestellen, kann auch ein schmaler Streifen (mindestens zwei Mähdruschbreiten; Kap. 3.2.3) entsprechend bewirtschaftet werden.

☐ Bedingung: genaue Flächengrößen müssen bekannt sein:

④ **Technik:** betriebsübliche Geräte, Wägemöglichkeit: Hofwaage ausreichend

⑤ **Zeitaufwand:**

Wägemöglichkeit	Zeitaufwand				Bemerkungen
	bei Anlage		bei Ernte <sup>1)</sup>		
keine	0,5 h	Eckpunkte markieren	je nach Bonitur der Prüfmerkmale		keine Ertragsermittlung
Hofwaage	0,5 h	"	> 1 h	Entfernung zwischen Waage und Versuchsfeld ausschlaggebend	räumlich unflexibel
Achslastwaage	0,5 h	"	ca. 1 h	zuzüglich Installation und Kalibrierung	befestigter Untergrund nötig
Durchflusswaage	0,5 h	"	< 0,5 h	zuzüglich Kalibrierung	relativ geringer Mehraufwand

<sup>1)</sup> getrennte Erfassung der Großteilstücke (u. U. mehrere Mähdruschbreiten, Kap. 3.2.3) notwendig. Längenermittlung: messen; Breite: entsprechend der Mähdrusch- und Drillbreite berechnen.

⑥ **Auswertung:** Visuelle Vergleiche bzw. Gesamtertrag pro Großteilstück

⑦ **Aussagegenauigkeit:** gering

Treten Unterschiede auf, so können diese als Indiz genommen werden, dass es sich lohnt, zur weiteren Bearbeitung der Frage eine exaktere Versuchsanlage zu wählen.

Falls keine Unterschiede auftreten, kann jedoch nicht abgeleitet werden, dass die Anlage eines exakten Versuches sich erübrigt, da mögliche Unterschiede bzw. keine Unterschiede auch zufällig

(d.h. durch unbekannte Einflussgrößen, z.B. Bodenunterschiede) bedingt sein können. Daher sollte in Abhängigkeit des Zeitaufwandes, den eine exaktere Versuchsanlage bedarf, entschieden werden, ob dies im Interesse des Betriebes möglich/sinnvoll ist. Bei neuen Fragestellungen lohnt es sich, auf mehreren Schlägen (evtl. mit unterschiedlicher Bodengüte) oder in Zusammenarbeit mit anderen Betrieben vergleichbare Tastversuche anzulegen. Dadurch erhöht sich die Aussagesicherheit.

## 4.2.2 Langparzellenanlagen

### 4.2.2.1 Langparzellenanlage ohne Wiederholung



**Abb. 5: Prüfung von drei Stufen eines Prüffaktors in einer Langparzellenanlage ohne Wiederholung**

#### ① Kennzeichnung und Anwendung von Langparzellenanlagen ohne Wiederholung:

Mehrere Stufen eines Prüfgliedes werden in langen Parzellen nebeneinander angelegt. Im einfachsten Falle werden keine Wiederholungen durchgeführt.

Entsprechend der Mähdruschbreite werden mindestens zwei Drillmaschinenbreiten je Stufe angelegt (Kap. 3.2.3). Um Randeffekte auszuschließen, sollte nur der mittlere Bereich zur Ertragsermittlung jeweils gesondert geerntet werden (Kerndrusch). In jedem Falle muss gewährleistet sein, dass der Versuch im Hinblick auf die Bodenheterogenität so angelegt wird, dass die Bodenunterschiede möglichst quer zur Richtung der Streifen verlaufen, um das Ergebnis nicht zu verfälschen (s. Abb 3).

② **Eignung für:**

Fragen zu Fruchtfolgestellung, Saatzeiten, Saatstärken, Sorten, Unkrautbekämpfung, Bodenbearbeitung, Düngung, Pflanzenschutz, Untersaaten, Gemengepartner, neue Kulturen

③ **Beispiel (Abb. 5):**

in einen Schlag integriert: 3 Anwendungsstufen, z.B. Saatstärken

Bedingung: ⇒ die Länge der einzelnen Teilstücke muss ermittelt werden

**Achtung:** ⇒ die Anlage ist so anzulegen, dass bei der Ernte Leerfahrten mit dem Mährescher vermieden werden und eine sichere Beerntung im Kernparzellenbereich durch eine ausreichend Streifenbreite gesichert werden kann (Kap. 3.2.3)

④ **Technik:**

Betriebsübliche Geräte. Bei der Ernte muss eine getrennte Erfassung und Wägung der Einzelvarianten erfolgen. Wägemöglichkeit: Hofwaage, Achslastwaage, Durchflusswaage

⑤ **Zeitaufwand:**

Wägemöglichkeit	Zeitaufwand				Bemerkungen
	bei Anlage		bei Ernte <sup>1)</sup>		
keine	1,5 h	einmessen, markieren	je nach Bonitur der Prüfmerkmale		keine Ertragsermittlung
Hofwaage	1,5 h	"	> 2,5 h	Entfernung zwischen Waage und Versuchsfeld ausschlaggebend	räumlich unflexibel
Achslastwaage	1,5 h	"	ca. 1,5 h	zzgl. Installation und Kalibrierung	befestigter Untergrund nötig
Durchflusswaage	1,5 h	"	ca. 0,5 h	zzgl. Kalibrierung	relativ geringer Mehraufwand

- <sup>1)</sup> individuell je nach Anzahl der Stufen des Prüfgliedes zu kalkulieren  
 - die Länge der Streifen muss bekannt sein, multiplizieren mit Mähdruschbreite/n

⑥ **Auswertung:**

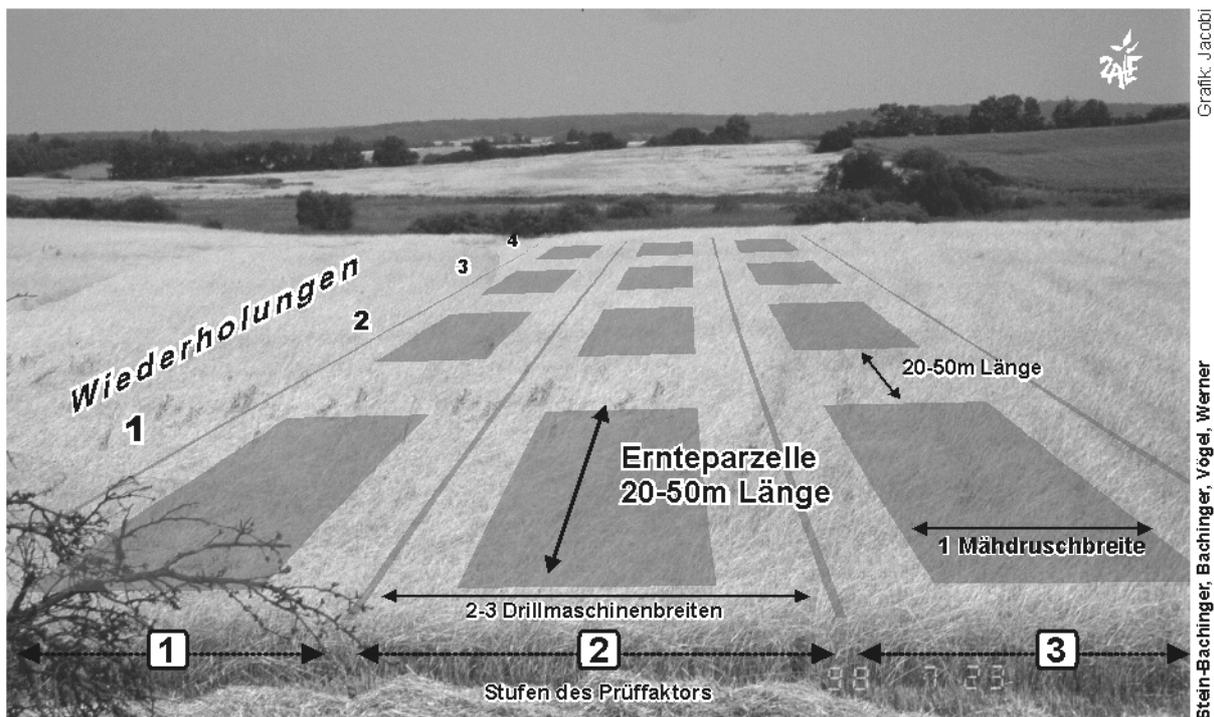
Visuelle Vergleiche bzw. je eine Ertragsangabe pro Parzelle

⑦ **Aussagegenauigkeit:**

Aufgrund des Fehlens von Wiederholungen ist nur ein Überblick hinsichtlich der Prüfung einer bestimmten Fragestellung möglich. Eine statistische Auswertung kann nicht erfolgen, wenn der Versuch nur einmal, d.h. auf einem Schlag durchgeführt wird.

Bei neuen Fragestellungen lohnt es sich, auf mehreren Schlägen gleiche Versuche dieser Art anzulegen. Wenn der Versuch auf mindestens 3 Schlägen parallel angelegt wird, ist auch eine statistische Verrechnung möglich, so dass auftretende Unterschiede sicherer interpretiert werden können.

### 4.2.2.2 Langparzellenanlage mit Wiederholungen



**Abb. 6: Prüfung von drei Stufen eines Prüffaktors in einer Langparzellenanlage mit vier Wiederholungen**

① **Kennzeichnung und Anwendung von Langparzellenanlagen mit Wiederholungen:**

Die Stufen der Prüfglieder werden in langen Parzellen nebeneinander angelegt. Um eine statistische Auswertung zu ermöglichen, werden die Langparzellen in mindestens 3-5 Wiederholungen (etwa gleicher Länge) zur Ernte unterteilt und bei der Ernte durch ausreichend große Zwischenstreifen (20 - 50m) voneinander abgesetzt.

Zum Vergleich mehrerer Varianten nebeneinander werden in Abhängigkeit der Mähdruschbreite mindestens 2 Drillmaschinenbreiten je Variante angelegt (Kap.3.2.3).

Um Randeffekte auszuschließen, sollte nur der mittlere Bereich zur Ertragsermittlung gesondert geerntet werden. Die Ernte der Zwischenstreifen in Längsrichtung kann nach bzw. während (bei Vorhandensein einer Durchflusswaage) des Versuches erfolgen.

In jedem Fall muss gewährleistet sein, dass der Versuch im Hinblick auf die Bodenheterogenität so angelegt wird, dass die Bodenunterschiede quer zur Anlageform verlaufen.

② **Eignung für:**

Fragen zu Saatzeitpunkten, Saatstärken, Sorten, Unkrautbekämpfung, Bodenbearbeitung, Düngung, Pflanzenschutz, Untersaaten, Gemengepartner, neue Kulturen

③ **Beispiel (Abb. 6):**

im Schlag integriert: 3 Sorten, 4 Wiederholungen (1 - 4)

**Achtung:** Die Anlage ist so anzulegen, dass bei der Ernte Leerfahrten mit dem Mähdrusch vermieden werden und eine sichere Beerntung im Kernparzellenbereich durch eine ausreichende Streifenbreite gesichert werden kann (mind. 1,5 Mähdruschbreiten) (Kap. 3.2.3)



④ **Technik:**

Für die Ertragsermittlung ist es notwendig, dass je Wiederholung eine getrennte Erfassung stattfinden kann. Dies ist nur mittels zusätzlicher Durchflusswaage auf dem Mähdrescher in vertretbarer Zeit möglich.

⑤ **Zeitaufwand:**

Wägemöglichkeit	Zeitaufwand				Bemerkungen
	bei Anlage		bei Ernte <sup>1)</sup>		
keine	ca.2 h	einmessen, markieren	je nach Bonitur der Prüfmerkmale		keine Ertragsermittlung
Hofwaage	"	"	zu hoch		nicht möglich
Achslastwaage	"	"	wahrscheinlich zu hoch	die Zwischenbereiche in Längsrichtung müssten zuerst geerntet werden	wahrscheinlich nicht praktikabel
Durchflusswaage	"	"	ca. 1,5 h	zzgl. Kalibrierung	relativ geringer Mehraufwand

<sup>1)</sup> getrennte Erfassung der Großteilstücke (mehrere Mähdruschbreiten) notwendig.  
Längenermittlung: messen, Breite: entsprechend der Mähdrusch- und Drillbreite berechnen.

⑥ **Auswertung:**

Mittelwertbildung, Standardabweichung, Variationskoeffizient, Box-Plot-Darstellung, Varianzanalyse (mit Einschränkung)

⑦ **Aussagegenauigkeit:**

Eine Randomisation der Prüfglieder im eigentlichen Sinne ist nicht erfolgt, doch kann bei entsprechender Wiederholungszahl ( $\geq 4$ ), ausreichend breiten Zwischenstreifen (20-50 m zwischen den Ernteparzellen in Längsrichtung) und Wahl der Lage des Versuches (z.B. Wiederholungen quer zu den Bodenunterschieden) ermöglicht werden, dass eine gerechte Verteilung der Prüfglieder entsprechend der Bodenheterogenitäten gewährleistet ist. Es besteht die Möglichkeit, eine varianzanalytische Verrechnung mit Einschränkungen vorzunehmen. Die Aussagefähigkeit ist dadurch deutlich höher gegenüber Kap. 4.2.2.1.

Bei einer höheren Anzahl an Wiederholungen ( $\geq 5$ ) ist auch eine höhere Aussagesicherheit möglich.

### 4.2.3 Fensterversuche

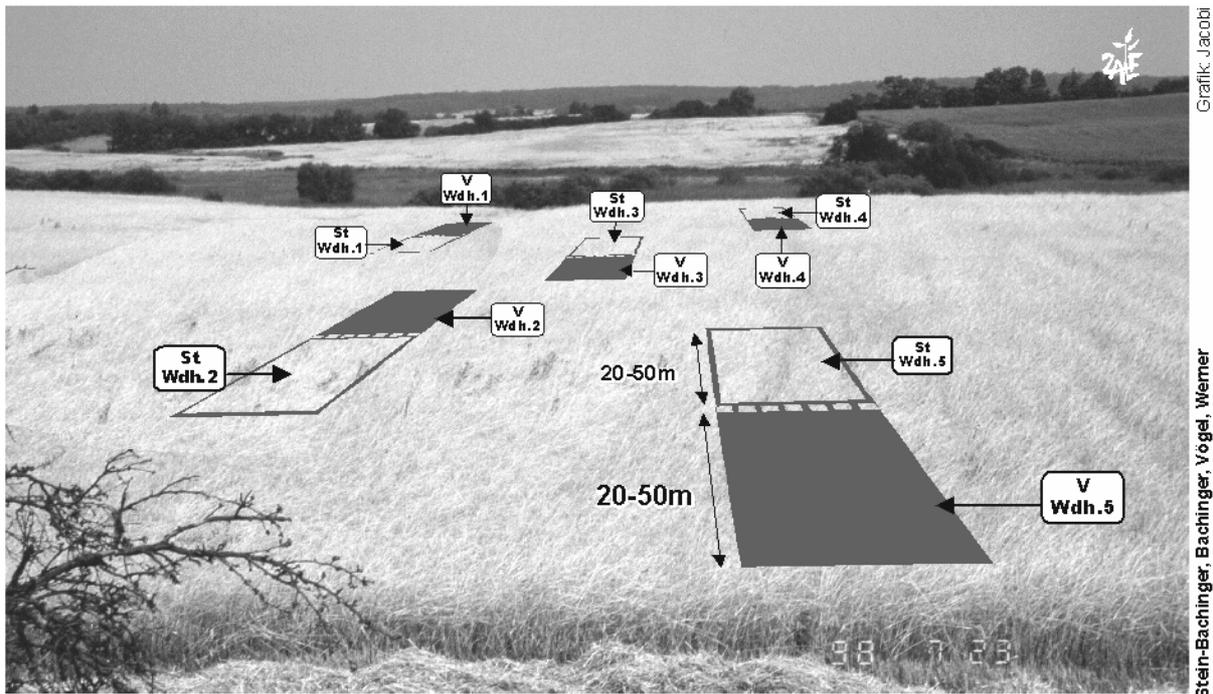


Abb. 7: Prüfung von zwei Stufen eines Prüffaktors in 5-facher Wdh. (Bsp. St = Striegel; V = Vergleichsvariante ohne Striegel)

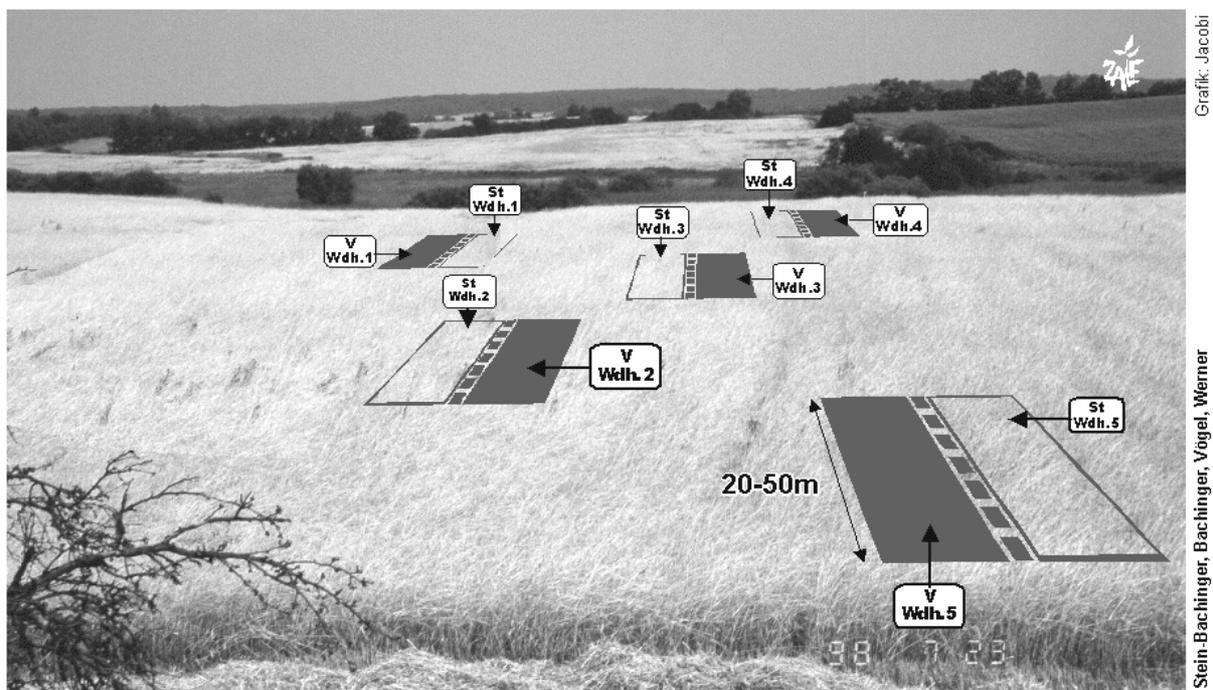


Abb. 8: Prüfung von zwei Stufen eines Prüffaktors in 5-facher Wiederholung

① **Kennzeichnung und Anwendung von Fensterversuchen:**

In einem Schlag werden definierte Teilbereiche entsprechend der jeweiligen Fragestellung gesondert behandelt. Zur Prüfung des Striegeleinsatzes oder einzelner Düngungs-/Pflanzenschutzmaßnahmen, um unbekannte sowie mögliche negative Effekte auf dem gesamten Schlag gering zu halten.

Erforderlich ist, dass bei entsprechender Bearbeitung eine Markierung der Fenster im Feld mit Stangen erfolgt, die zur Ernte gut wiederzufinden ist. Es muss darauf geachtet werden, dass die Wiederholungen entsprechend der Bodenheterogenität angelegt werden, d.h. vergleichbare Bodenverhältnisse für jede Wiederholung (behandelt/unbehandelt) vorliegen.

② **Eignung für:**

Fragen zu Unkrautregulierung, Düngung, Pflanzenschutz, Qualitätsfragen (Rohprotein, TKM - z.B. auch Handerte möglich: Ähren abschneiden; Tap. 5 Erntestellen dabei auf gesamte Kernparzelle sowohl in Quer- wie auch in Längsrichtung verteilen!)

③ **Beispiel (Abb. 7 u. 8):**

Striegelfenster, Düngefenster, Spritzfenster ⇔ behandelt/unbehandelt

Der gesamte Schlag wird gestriegelt, bis auf die dunkel dargestellten Bereiche:

Bsp.: 5 Parzellen mit Striegel (St/Wdh. 1 - St/Wdh. 5) und

5 Vergleichsparzellen ohne Striegel (dunkel gezeichnete Stellen: V/Wdh.1 - V/Wdh. 5);

Breite: 1 Arbeitsbreite, Länge: mindestens 20-50m lang

dazwischen: Trennstreifen (mit der Anwendung der darauf folgenden Kernparzelle);

bei der Erntermittlung mittels Durchflusswaage erforderlich (ca. 30 m), um zwei

hintereinander liegende Parzellen wegen der Verweilzeit des Erntegutes im

Mähdröschler technisch sauber getrennt beernten zu können.

④ **Technik:**

- ohne Erntermittlung: Bonitur der 10 Parzellen je nach Fragestellung
- Durchflusswaage zur effektiven Erntermittlung erforderlich

⑤ **Zeitaufwand:**

Wäge- möglich- keit	Zeitaufwand				Bemerkungen
	bei Anlage <sup>1)</sup>		bei Ernte <sup>2)</sup>		
keine	ca.2 h	Markie- rung von 5 Wdh.	je nach Bonitur der Prüfmerkmale		keine Ertrags- ermittlung
Hofwaage	"	"	zu hoch		nicht möglich
Achslast- waage	"	"	zu hoch		nicht möglich
Durchfluss- waage	"	"	ca. 2,5 h	zzgl. Kalibrierung	praktisch kein Mehraufwand

<sup>1)</sup> durch Aussetzen des Striegels, der Düngung oder Spritzung leicht zu bewerkstelligen, eine exakte Markierung im Feld ist sehr wichtig, um die entsprechenden Stellen zur Ernte wiederzufinden

<sup>2)</sup> Längenermittlung: messen, Breite: entsprechend der Mähdrusch- und Drillbreite berechnen.

⑥ **Auswertung:**

varianzanalytische Auswertung möglich

⑦ **Aussagegenauigkeit:**

entsprechend der Anzahl der Wiederholungen ( $\geq 5$ ) ist eine relativ hohe Aussagegenauigkeit gegeben.

#### 4.2.4 Zweifaktorielle Versuchsanlagen

Wenn zwei und mehr Prüffaktoren in den Versuch einbezogen sind, die große Teilstücke verlangen, werden im Rahmen faktorieller Parzellenversuche Spalt- bzw. Streifenanlagen verwendet. Manche Faktoren sind nur auf großen Teilstücken zu prüfen, da sie:

- technisch nur auf relativ großen Teilstücken angewendet und variiert werden können (z.B. Bodenbearbeitung),
- ihre Wirkung nur auf relativ großen Teilstücken deutlich ausprägen können (z.B. Standweiten) oder
- starke Nachbarwirkungen aufweisen (z.B. Festmiststreuer) und deshalb große Ränder erforderlich machen.

Von **Spaltanlagen** spricht man, wenn ein Großteilstück (Haupteinheit) in Kleinteilstücke (Untereinheit) aufgespalten wird. Dabei wird auf einer Großparzelle eine Stufe des Faktors mit dem größeren Flächenanspruch geprüft, während gleichzeitig sämtliche Stufen des zweiten Faktors als Kleinparzellen in der Großparzelle liegen. In einem Block (Wiederholung) finden sich demnach alle Stufen der Haupteinheit einmal und alle Stufen der Untereinheit mehrmals wieder (MUNZERT 1992).

Für Versuchsfragen, die nur auf Großparzellen untersucht werden können (z.B. Bodenbearbeitung), werden **Streifenanlagen** zur Durchführung gewählt. Kennzeichnend für diesen Versuchstyp ist, dass zwei einfaktorielle Blockversuche im rechten Winkel übereinander liegen und so jeweils Streifen mit gleicher Stufe des Faktors entstehen. Beide Faktoren werden dann mit annähernd gleicher Genauigkeit geprüft, während die Wechselwirkung beider Faktoren mit höherer Genauigkeit untersucht wird (MUNZERT 1992).

Im Rahmen von 'On-Farm Experiments' können diese Anlageformen nur vereinfacht angewendet werden, da eine vollständige Randomisation aus technischen und zeitlichen Gründen nicht erfolgen kann. Eine statistische Auswertung ist damit nur eingeschränkt möglich. Im Folgenden werden daher vereinfachte Versuchsanlagen vorgeschlagen, mit denen zwei Prüffaktoren mit vertretbarem zeitlichen Mehraufwand untersucht werden können. Ähnlich wie bei der Langparzellenanlage mit hintereinanderliegenden (und damit nicht randomisierten) Wiederholungen (Kap. 4.2.2.2) handelt es sich auch bei den unter Kap 4.2.4.2 beschriebenen Anlagen um „unechte“ Wiederholungen.



Der zeitliche Aufwand für Planung, Markierung im Feld sowie Anlage und Beerntung von 2-faktoriellen Versuchen ist deutlich größer als bei einfaktoriellen Versuchsanlagen!

#### 4.2.4.1 Zweifaktorielle Versuchsanlage ohne Wiederholung



Grafik: Jacobi

Stein-Bachinger, Bachinger, Vögel, Werner

Abb. 9: Prüfung von zwei Prüffaktoren mit drei Stufen des ersten Prüffaktors (1 - 3, z.B. 3 Düngungsstufen) und zwei Stufen des zweiten Prüffaktors (z.B. a = Sorte 1, b = Sorte 2)

#### ① Kennzeichnung und Anwendung zweifaktorieller Versuchsanlagen ohne Wiederholung:

Zur Untersuchung von zwei Prüffaktoren.

Diese Versuchsanlagen können verwendet werden, wenn die optimale Teilstückgröße für die zu prüfenden Faktoren unterschiedlich ist. Dabei besteht die Möglichkeit, den Faktor, der die kleinere Teilstückgröße braucht, innerhalb einer Stufe des Faktors zu variieren, der größere Teilstücke verlangt. Zu diesem Zweck werden die Großteilstücke des Faktors I (z.B. Düngung 1-3) in Kleinteilstücke für die Stufen des Faktors II (z.B. Sorten a, b) aufgespalten.

Beispiel Sorten-Düngungsversuch:

Düngerstufen erfordern Teilstücke mit großen Rändern, um eine Nachbarwirkung auszuschließen und mit großen Ernteteilstücken, da die Bestandesstruktur auf den einzelnen Düngungsstufen sehr unterschiedlich sein kann. Dagegen sind Sortenunterschiede auf relativ kleinen Teilstücken erfassbar.

Bei der Planung wird zunächst eine Versuchsanlage für den Großteilstückfaktor I (vergleichbar Langparzellenanlage) entwickelt. Anschließend wird jedes Großteilstück entsprechend der Stufen des Faktors II in Längsrichtung (a, b) geteilt.

#### ② Eignung für:

Fragen zu folgenden Faktorkombinationen:

Düngung (Großteilstück)	-	Sorten (Kleinteilstück)
Saattermin (Großteilstück)	-	Sorten (Kleinteilstück)
Saattermin (Großteilstück)	-	Aussaatzstärke (Kleinteilstück)
Saattermin (Großteilstück)	-	Unkrautbekämpfung (Kleinteilstück)

③ **Beispiel (Abb.9):**

2 Prüffaktoren: Düngung (mit 3 Stufen) und Sorten (mit 2 Stufen)

Die Großteilstücke der drei Stufen des Faktors I (z.B. Düngung 1-3) enthalten alle Stufen des Faktors II (2 Sorten: a, b); ohne Wiederholungen

Durchführung:

Zunächst werden die Stufen des Faktors I angelegt.

Für die spätere Unterteilung der Großteilstücke in je 2 Langparzellen (Kleinteilstücke) für die Sorten wird je Großteilstück eine Fläche von 4-5 Sämaschinenbreiten gedüngt.

Innerhalb jedes Großteilstückes werden die Stufen des Faktors II (je 2 Sorten) mit mindestens zwei Arbeitsbreiten pro Sorte gedrillt.

z.B.: 6 Einzelteilstücke.

Die Ertragsermittlung erfolgt analog zu 4.2.2.2 in den Kernparzellen.

④ **Technik:**

Betriebsübliche Geräte

⑤ **Zeitaufwand:**

Wägemöglichkeit	Zeitaufwand				Bemerkungen
	bei Anlage <sup>1)</sup>		bei Ernte <sup>2)</sup>		
keine	ca. 2 h	einmessen, markieren	je nach Bonitur der Prüfmerkmale		keine Ertragsermittlung
Hofwaage	"	"	ca. 3 h	Entfernung zwischen Waage und Versuchsfeld ausschlaggebend	räumlich unflexibel
Achslastwaage	"	"	ca. 2 h	zzgl. Installation und Kalibrierung	befestigter Untergrund nötig
Durchflusswaage	"	"	ca. 1 h	zzgl. Kalibrierung	praktisch kein Mehraufwand

<sup>1)</sup> exaktes Einmessen der Großteilstücke erforderlich

<sup>2)</sup> getrennte Erfassung der Großteilstücke (mehrere Mähdruschbreiten) notwendig.  
Längenermittlung: messen, Breite: entsprechend der Mähdrusch- und Drillbreite berechnen.

⑥ **Auswertung:**

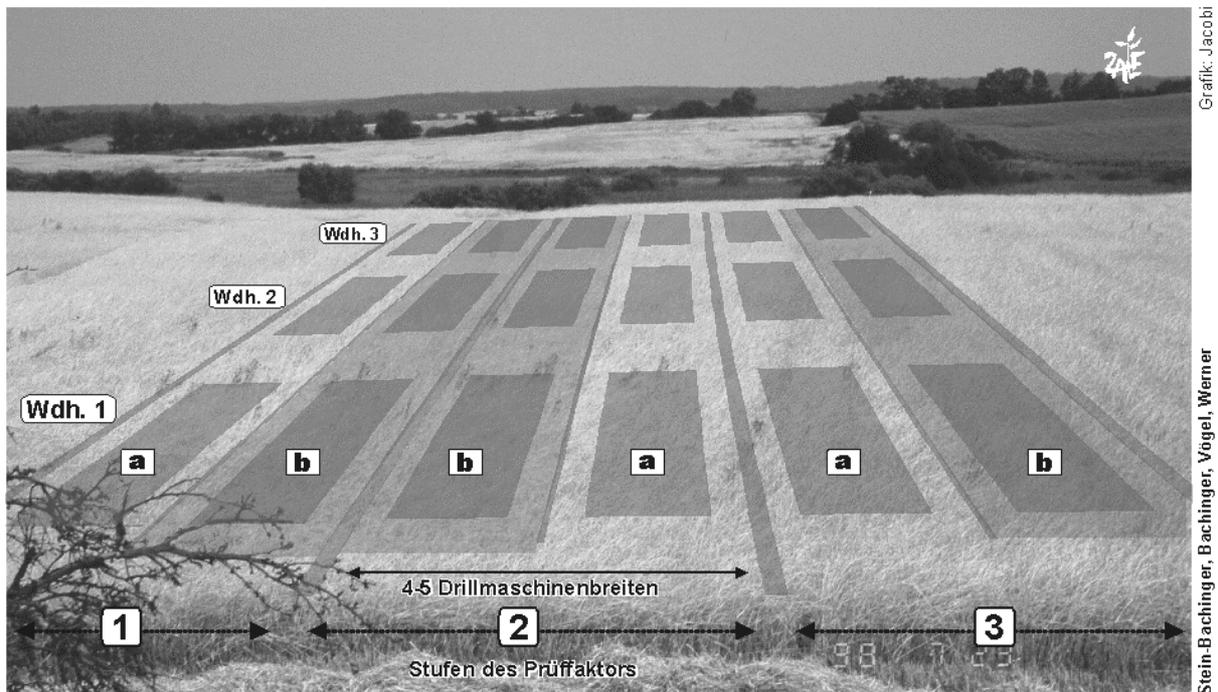
Visuelle Vergleiche bzw. je eine Ertragsangabe pro Parzelle

⑦ **Aussagegenauigkeit:**

Aufgrund des Fehlens von Wiederholungen ist, wenn der Versuch nur auf einem Schlag durchgeführt wird, nur ein Überblick hinsichtlich der Prüfung einer bestimmten Fragestellung möglich. Eine statistische Auswertung kann nicht erfolgen.

Entsprechend 4.2.2.1 lohnt es sich bei neuen Fragestellungen, auf mehreren Schlägen bzw. verschiedenen Betrieben gleiche Versuche dieser Art anzulegen. Wenn der Versuch auf mindestens 3 Schlägen parallel angelegt wird, ist auch eine statistische Verrechnung möglich, so dass auftretende Unterschiede sicherer interpretiert werden können.

#### 4.2.4.2 Zweifaktorielle Versuchsanlage mit Wiederholungen (Typ A)



**Abb. 10: Prüfung von zwei Prüffaktoren mit drei Stufen des ersten Prüffaktors (1 - 3, z.B. 3 Düngungsstufen) und zwei Stufen des zweiten Prüffaktors (z.B. a = Sorte 1, b = Sorte 2), 3 Wiederholungen**

#### ① Kennzeichnung und Anwendung von zweifaktorielle Versuchsanlage mit Wiederholungen (Typ A):

Zur Untersuchung von zwei Prüffaktoren.

Wie unter Kap. 4.2.4.1 beschrieben, können diese Versuchsanlagen verwendet werden, wenn die optimale Teilstückgröße für die zu prüfenden Faktoren unterschiedlich ist. Dabei besteht die Möglichkeit, den Faktor, der die kleinere Teilstückgröße braucht, innerhalb einer Stufe des Faktors zu variieren, der größere Teilstücke verlangt. Zu diesem Zweck werden die Großteilstücke des ersten Faktors I (z.B. Düngung) in Kleinteilstücke für die Stufen des Faktors II (z.B. Sorten) aufgespalten.

Beispiel Sorten-Düngungsversuch:

Düngerstufen erfordern Teilstücke mit großen Rändern, um eine Nachbarwirkung auszuschließen und mit großen Ernteteilstücken, da die Bestandesstruktur auf den einzelnen Düngungsstufen sehr unterschiedlich sein kann. Dagegen sind Sortenunterschiede auf relativ kleinen Teilstücken erfassbar.

Bei der Planung wird zunächst eine Versuchsanlage für den Großteilstückfaktor (I) entwickelt. Anschließend wird jedes Großteilstück entsprechend der Stufen des Faktors II in Längsrichtung (a, b) geteilt.

② **Eignung für:**

Fragen zu folgenden Faktorkombinationen:

Düngung (Großteilstück)	-	Sorten (Kleinteilstück)
Saattermin (Großteilstück)	-	Sorten (Kleinteilstück)
Saattermin (Großteilstück)	-	Aussaatzstärke (Kleinteilstück)
Saattermin (Großteilstück)	-	Unkrautbekämpfung (Kleinteilstück)

③ **Beispiel (Abb. 10):**

2 Prüffaktoren: Düngung (mit 3 Stufen) und Sorten (mit 2 Stufen)

Die Großteilstücke der drei Stufen des Faktors I (z.B. Düngung 1-3) enthalten alle Stufen des Faktors II (2 Sorten: a, b); 3 Wiederholungen

Durchführung:

Zunächst werden die Stufen des Faktors I angelegt.

Für die spätere Unterteilung der Großteilstücke in je 2 Langparzellen (Kleinteilstücke) für die Sorten wird je Großteilstück eine Fläche von 4-5 Sämaschinenbreiten gedüngt.

Innerhalb jedes Großteilstückes werden die Stufen des Faktors II (je 2 Sorten) mit mindestens zwei Arbeitsbreiten pro Sorte gedrillt.

Mindestens sollten drei Wiederholungen jeder Faktorkombination durchgeführt werden.

z.B.: 6 x 3 Wiederholungen = 18 Einzelteilstücke (teilverzerrt).

Die Ertragsermittlung erfolgt analog zu 4.2.2.2 in den Kernparzellen.

④ **Technik:**

Für die Ernte ist eine Durchflusswaage erforderlich.

⑤ **Zeitaufwand:**

Wägemöglichkeit	Zeitaufwand				Bemerkungen
	bei Anlage <sup>1)</sup>		bei Ernte <sup>2)</sup>		
keine	ca. 3 h	einmessen, markieren	je nach Bonitur der Prüfmerkmale		keine Ertragsermittlung
Hofwaage	"	"	zu hoch		nicht möglich
Achslastwaage	"	"	zu hoch		nicht möglich
Durchflusswaage	"	"	ca. 1,5 h	zzgl. Kalibrierung	einzige Wägemöglichkeit

<sup>1)</sup> exaktes Einmessen der Großteilstücke erforderlich

<sup>2)</sup> Die Wiederholungen (Minimum: 3) würden analog zu dem Beispiel in 4.2.2.2 hintereinander liegen. Zur Ernte sollte jeweils die mittlere Arbeitsbreite je Kleinteilstück erfasst werden. Längenermittlung: messen, Breite: entsprechend der Mähdrusch- und Drillbreite berechnen.

⑥ **Auswertung:**

Varianzanalytische Auswertung eingeschränkt möglich

### ⑦ Aussagegenauigkeit:

Eine Randomisation der Prüfglieder im eigentlichen Sinne ist nicht erfolgt, doch kann bei entsprechender Wiederholungszahl ( $\geq 3$ ), ausreichend breiten Zwischenstreifen (20-50 m zwischen den Ernteparzellen in Längsrichtung) und Wahl der Lage des Versuches (z.B. Wiederholungen quer zu den Bodenunterschieden) ermöglicht werden, dass eine gerechte Verteilung der Prüfglieder entsprechend der Bodenheterogenitäten gewährleistet ist. Es besteht die Möglichkeit, eine varianzanalytische Verrechnung mit Einschränkung vorzunehmen. Die Aussagefähigkeit ist dadurch deutlich höher gegenüber 4.2.4.1. Der auf den Großteilstücken geprüfte Faktor wird mit geringerer Präzision geprüft.

### 4.2.4.3 Zweifaktorielle Versuchsanlage mit Wiederholungen (Typ B)

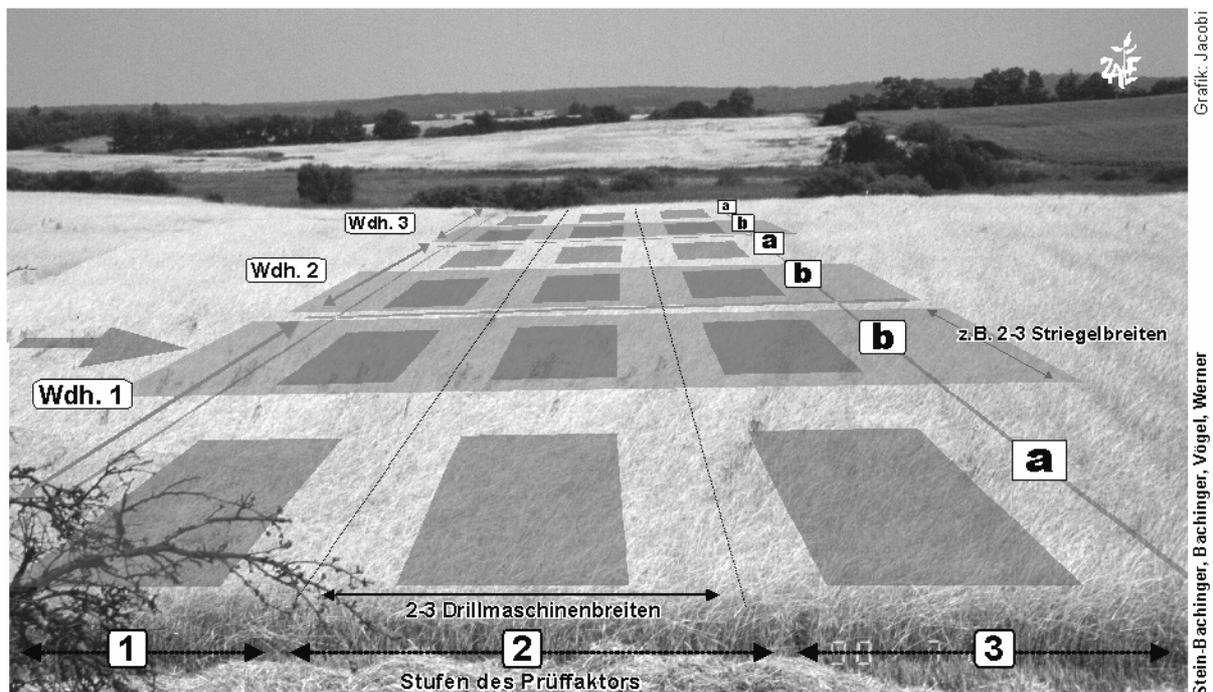


Abb. 11: Prüfung von zwei Prüffaktoren mit drei Stufen des ersten Prüffaktors (1 - 3, z.B. 3 Aussaatstärken) und zwei Stufen des zweiten Prüffaktors (z.B. a = ohne Striegel, b = mit Striegel), 3 Wiederholungen

### ① Kennzeichnung und Anwendung einer zweifaktorielle Versuchsanlage mit Wiederholungen (Typ B):

Sollen in einem Versuch zwei Faktoren geprüft werden, kann auch die oben abgebildete Versuchsanlage gewählt werden. Kennzeichnend für diesen Anlagentyp ist, dass zwei einfaktorielle Versuche im rechten Winkel übereinander liegen und so jeweils Streifen mit gleicher Stufe eines Faktors entstehen. Untersuchungen der Wechselwirkungen zwischen den Prüffaktoren sind eingeschränkt möglich. Wichtig ist dann, dass solche Anlagen auf möglichst homogenen Flächen angelegt werden, da die Randomisation stark eingeschränkt ist.

Zum Vergleich von zwei Prüffaktoren nebeneinander werden mindestens zwei Arbeitsbreiten je Prüffaktor angelegt. Die Gesamtlänge des Versuches ist relativ hoch (300-600 m), da die Wiederholungen im Gegensatz zu Typ A in Längsrichtung liegen müssen.

② **Eignung für:**

Faktoren, die zeitlich unabhängig voneinander sind:

- Aussaatstärke - Striegeln
- Bodenbearbeitung - Düngung
- Düngung - Sorten
- Bodenbearbeitung - Unkrautbekämpfung

**nicht geeignet** für Prüffaktoren, deren Anlage technologisch gekoppelt ist:

- z.B.: Saattermin/Aussaatstärke
- Saattermin/Sorte

③ **Beispiel (Abb. 11):**

zweifaktorielle Versuchsanlage Typ B mit 3 Wiederholungen

Bsp.: Kombination von Aussaatstärke (Faktor I) und Unkrautregulierung (Striegeln) (Faktor II): die Versuchsanlage wird aus einer Langparzellenanlage (Anwendungsstufen 1-3 entsprechend 3 Aussaatstärken) und quer dazu durch Striegeleinsatz (b) bzw. ohne Striegeleinsatz (a) kombiniert.

Mindestens sollten drei Wiederholungen jeder möglichen Faktorkombination durchgeführt werden.

- z.B.: 6 x 3 Wiederholungen = 18 Einzelteilstücke (teilverzweigt).

Die Ertragsermittlung erfolgt analog zu 4.2.2.2 in den Kernparzellen.

④ **Technik:**

Durchflusswaage zur Erntermittlung unbedingt erforderlich.

⑤ **Zeitaufwand:**

Wägemöglichkeit	Zeitaufwand				Bemerkungen
	bei Anlage <sup>1)</sup>		bei Ernte <sup>1)</sup>		
keine	ca. 3 h	einmessen, markieren	je nach Bonitur der Prüfmerkmale		keine Ertragsermittlung
Hofwaage	"	"	zu hoch		nicht möglich
Achslastwaage	"	"	zu hoch		nicht möglich
Durchflusswaage	"	"	ca. 2 h	zzgl. Kalibrierung	einzige Wägemöglichkeit

<sup>1)</sup> exaktes Einmessen für Faktor I und II erforderlich, da eine sichere Markierung gewährleistet sein muss  
<sup>2)</sup> Längenermittlung: messen, Breite: entsprechend der Mähdrusch- und Drillbreite berechnen.

⑥ **Auswertung:**

Varianzanalytische Auswertung eingeschränkt möglich

⑦ **Aussagegenauigkeit:**

Eine Randomisation der Prüfglieder im eigentlichen Sinne ist nicht erfolgt, doch kann bei entsprechender Wiederholungszahl ( $\geq 3$ ), ausreichend breiten Zwischenstreifen (20-50 m zwischen den Ernteparzellen in Längsrichtung) und Wahl der Lage des ermöglicht werden, dass eine gerechte Verteilung der Prüfglieder entsprechend der Bodenheterogenitäten gewährleistet ist. Es besteht die Möglichkeit, eine varianzanalytische Verrechnung mit Einschränkung vorzunehmen.

Die beiden Prüffaktoren werden mit annähernd gleicher Präzision geprüft.

**4.3 Wie sollen die Daten dokumentiert werden?**

Wichtig ist, dass

- ① Versuchsplan
- ② Versuchsprotokoll und
- ③ Datenprotokoll gemeinsam aufbewahrt werden.

Der genaue Versuchsplan bildet die Grundlage für die Datendokumentation. So ist in jedem Fall gewährleistet, dass die Teilstückergebnisse ersichtlich sind.

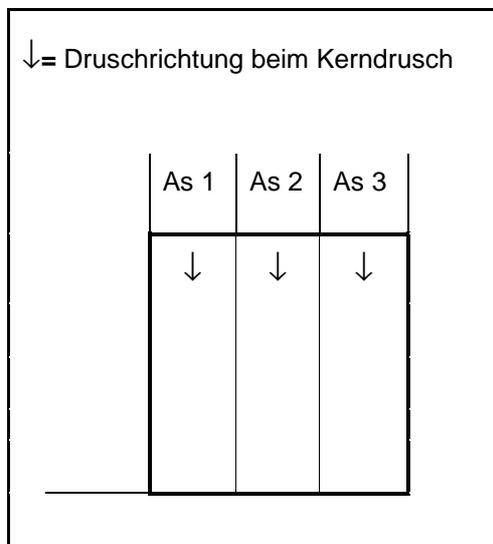
Berechnungen bzw. Sortierungen nach Prüfgliedern können später erfolgen.

**a) Beispiel für die Datendokumentation einer Langparzellenanlage ohne Wiederholungen (Kap. 4.2.2.1):**

- Ernte mittels Hof-, Achslast- oder Durchflusswaage:

Prüfmerkmal: Ertrag  
 Prüffaktor: Aussaatstärke (As)  
 Stufen: As 1: 200 keimfähige Körner/qm  
 As 2: 300 keimfähige Körner/qm  
 As 3: 400 keimfähige Körner/qm

Erforderlich sind Angaben zu:      ➡ Länge und Breite der Einzelparzellen,  
                                                  ➡ Gewicht der Ladung pro Prüfglied



<b>Datendokumentation:</b>			
- entsprechend der Versuchsanlage			
- Längenangabe in: <u>m</u>			
- Gewichtsangaben in: <u>kg</u> bzw. <u>dt/ha</u>			
Maßangaben der Erntestreifen	As 1	As 2	As 3
Länge: z.B. <u>120 m</u>			
Breite: z.B. <u>6 m</u>			

**b) Beispiel für die Datendokumentation einer Langparzellenanlage mit 4 Wiederholungen (Kap. 4.2.2.2):**

- Ernte mittels Durchflusswaage:
  - die Angaben können direkt in dt/ha in den Versuchsplan eingetragen werden
  - dabei ist es notwendig, dass während der Beerntung die Ladungsnummern in den Versuchsplan notiert werden (entweder durch eine zweite Person oder durch den Fahrer nach Beerntung jedes einzelnen Parzellenstreifens).

Prüfmerkmal: Ertrag

Prüffaktor: Aussaatstärke (As)

Stufen: As 1: 200 keimfähige Körner/qm

As 2: 300 keimfähige Körner/qm

As 3: 400 keimfähige Körner/qm

↓ = Druschrichtung beim Kerndrusch

	As 1	As 2	As 3
	↓	↓	↓
4. Wdh.	As 1	As 2	As 3
3. Wdh.	As 1	As 2	As 3
2. Wdh.	As 1	As 2	As 3
20-50m			
20-50m 1. Wdh.	As 1	As 2	As 3

<b>Datendokumentation:</b>		<b>Beispiel</b>		
		<b>As 1</b>	<b>As 2</b>	<b>As 3</b>
4. Wdh.	<b>51</b>	<b>53</b>	<b>50</b>	
3. Wdh.	<b>55</b>	<b>57</b>	<b>53</b>	
2. Wdh.	<b>56</b>	<b>58</b>	<b>55</b>	
1. Wdh.	<b>58</b>	<b>61</b>	<b>58</b>	

- entsprechend der Versuchsanlage  
- Gewichtsangaben in: dt/ha

## 5 Auswertungshinweise

### Grundsätzliche Anmerkungen:

- Die Wirkung der Prüffaktoren (z.B. Einfluss der Aussaatstärke) auf die beobachteten Prüfmerkmale (z.B. Ertrag) kann durch verschiedene Auswertungsverfahren ermittelt werden. Zu berücksichtigen ist, dass bei Feldversuchen unter Praxisbedingungen eine Reihe von Faktoren vorhanden sind, die die Präzision stärker reduzieren können, als dies in Kleinparzellenversuchen der Fall ist:

Dies sind z.B.:

- Betriebsübliche Technik
- Anlagemethode
- Versuchselemente (Teilstückgröße, Teilstückform, Blockgröße, Blockform, Anlagerichtung)
- Bodenheterogenität
- Versuchskapazität (Arbeitsspitzen)
- Versuchsdurchführung.

- Für die statistische Auswertung von Feldversuchen unter Praxisbedingungen können, da große Einschränkungen bei der Versuchsanlage erforderlich sind, nur bestimmte Verfahren verwendet werden. Voraussetzung ist, dass mehrere Wiederholungen pro Prüfgliedstufe (entweder auf einem Schlag oder bei Anlageformen ohne Wiederholung in Form von Parallelversuchen auf mehreren Schlägen bzw. Betrieben) angelegt und ermittelt werden.

Anhand von Ergebnissen aus einem Jahr können noch keine sicheren Schlussfolgerungen für mögliche Bewirtschaftungsänderungen getroffen werden. Auch sind z.B. Ertragsunterschiede unter 3-5 dt/ha bei verschiedenen Varianten kritisch zu betrachten. Hier muss sich in Folgejahren zeigen, ob die Maßnahme auch wirklich den gewünschten Erfolg weiterhin zeigt.

Einfache statistische Berechnungen (Mittelwerte, Standardabweichung, Variationskoeffizient) können mit Tabellenkalkulationsprogrammen (z.B. Excel, Lotus, Quattro Pro) bzw. Taschenrechner selbst durchgeführt werden. Für statistische Verfahren (Box-Whisker-Plot, Varianzanalysen) ist entsprechende Software erforderlich.

**Von Seiten der Autoren wird angeboten, bei Problemen der Datenauswertung behilflich zu sein.**

Im folgenden werden einige einfache Verfahren der Verrechnung von Versuchsergebnissen näher erläutert.

### a) Arithmetisches Mittel:

Summe aller Messwerte ( $x_i$ ) geteilt durch die Anzahl aller Messwerte ( $n$ ):

$$\bar{x} = 1/n \sum x_i$$

Rechengang:

Messwerte: 54 dt 58 dt 62 dt 51 dt 60 dt

Mittelwert ( $\bar{x}$ ):  $54 + 58 + 62 + 51 + 60 = 286 : 5 = 57$

Bedeutung: Der mittlere Ertrag aus dem Versuch beträgt 57 dt.

### b) Standardabweichung:

Zwei Verteilungen können z.B. gleiche Mittelwerte aber völlig verschiedene Streuungen aufweisen. Die Standardabweichung gibt ein Maß für die Streuung der Einzelwerte um den Mittelwert an. Alle Messwerte gehen in die Rechnung ein.

Rechengang:

Messwerte: 54 dt 58 dt 62 dt 51 dt 60 dt

Anzahl aller Messwerte:  $n = 5$     □     $n - 1 = 4$

Mittelwert ( $\bar{x}$ ): s. o. = 57

Differenz zwischen jedem einzelnen Messwert und dem Mittelwert,  
Multiplikation der Differenzen mit sich selbst (quadrieren),

$$54 - 57 = -3 \times -3 = 9$$

$$58 - 57 = 1 \times 1 = 1$$

$$62 - 57 = 5 \times 5 = 25$$

$$51 - 57 = -6 \times -6 = 36$$

$$60 - 57 = 3 \times 3 = 9$$

Addition: Summe 80

dividiert durch  $n-1$   $80 / 4 = 20$

Wurzel: aus 20 = 4,47

$$\rightarrow s \approx 4,5$$

Bedeutung: Im Durchschnitt weichen die Versuchswerte um 4,5 dt vom Mittelwert (57 dt) ab.

### c) Variationskoeffizient:

Will man die Streuungen mehrerer Stichproben mit verschiedenen Mittelwerten vergleichen, so muss man dabei die unterschiedlich großen Mittelwerte berücksichtigen. Der Variationskoeffizient gibt in Prozent das Verhältnis der Standardabweichung zum Mittelwert (= prozentuale Streuung der Einzelwerte um den Mittelwert) an.

Zum Vergleich mehrerer Stichproben ist der Variationskoeffizient aussagefähiger als die Standardabweichung, da ein Vergleich zeigt, bei welcher Stichprobe in Wirklichkeit die Streuung relativ größer ist.

Rechengang:

Standardabweichung ( $s$ ) x 100% dividiert durch den Mittelwert

analog des o.a. Rechenbeispiels     $VK = 4,5 \times 100 / 57 = 7,9 \%$

Beispiel: 3 Aussaatstärken (As 1 - As 3), 4 Wiederholungen, Angaben in dt/ha

Ertragsmessung	Wiederholungen	Mittelwert (dt)	Standardabweichung (dt)	Variationskoeffizient (%)
Aussaatstärke 1 (As 1)	4	54	3,6	6,7
Aussaatstärke 2 (As 2)	4	57	2,7	4,7
Aussaatstärke 3 (As 3)	4	51	2,8	5,7

Bedeutung: Die Ertragswerte von Aussaatstärke 1 schwanken um 6,7 % um den mittleren Ertrag (54 dt).

Betrachtet man nur die Standardabweichung, so erscheint die Variabilität bei As 2 und As 3 gleich zu sein. Der Vergleich der Variationskoeffizienten zeigt jedoch, dass die Streuung bei As 3 höher ist als As 2.

#### d) Variationsbreite

Die Variationsbreite wird gebildet aus dem kleinsten und größten Wert:

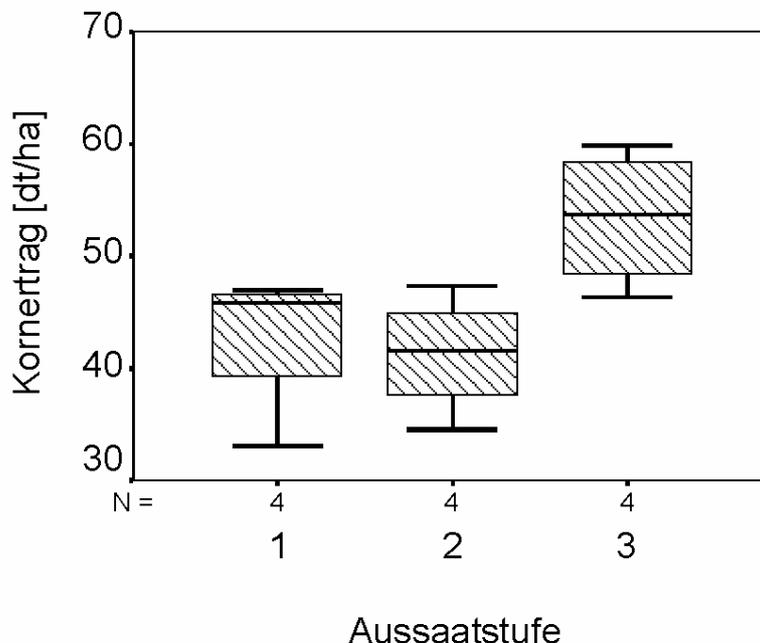
$$V = x_{\max} - x_{\min}$$

$x_{\max}$  = größter Messwert

$x_{\min}$  = kleinster Messwert

#### e) Box-Whisker-Plot

Will man auf einen Blick Mittelwert und Streuungsmaße mehrerer Verteilungen miteinander vergleichen, so bietet sich ein Box-Whisker-Plot an (Köhler et al. 1996). Dabei wird jede Stichprobe durch ein Rechteck (Box) dargestellt. In diesem Kasten befinden sich 50 % aller Messwerte. An beiden Enden der Box werden sogenannte Whiskers (Schnurrhaare) angehängt, die den Abständen von  $x_{\min}$  (kleinstem Wert) bis  $x_{\max}$  (größtem Wert) entsprechen, d.h. die Gesamtlänge der Box mit den beiden Whiskers stellt die Variationsbreite dar.



In Abbildung 14 sind die Erträge dreier Aussaatstärken (1 - 3) eines Langparzellenversuches mit 4 Wiederholungen (Kap. 4.2.2.2) dargestellt. Bei Saatstärke 3 liegen 50 % (=Box) der Messwerte oberhalb der vergleichbaren Box von Saatstärke 1 und 2. Die Saatstärken 1 und 2 unterschieden sich in der Lage der Boxen nur sehr gering, d.h. hier sind keine nennenswerten Unterschiede aufgetreten.

Aus formalstatistischen Gründen ist für eine Verwendung des Box-Whisker-Plots angeraten, mehr als fünf Wiederholungen anzulegen.

Abb. 12: Erträge dreier Saatstärken im Box-Whisker-Plot

## f) Varianzanalytische Verfahren

Auf eine detaillierte Darstellung varianzanalytischer Verfahren wird an dieser Stelle verzichtet, da spezielle Vorkenntnisse und Rechenprogramme erforderlich sind. Ein entscheidender Vorteil dieser Verfahren besteht in der getrennten Berücksichtigung signifikanter Unterschiede zwischen einzelnen Wiederholungen (Blöcke), die z. B. durch Bodenunterschiede bedingt sein können (s. Abb. 2). Dadurch lassen sich auch feinere Unterschiede zwischen den Faktoren bzw. Faktorstufen abgesichern. Weiterführende Angaben finden sich z. B. in KÖHLER et al. (1996).

## 6 Literaturverzeichnis

AUTORENKOLLEKTIV - BÄTZ et al. (1982): Einführung in die Methodik des Feldversuchs. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, 327 S.

DIERCKS R. u. R. HEITEFUSS (1990): Integrierter Landbau .- BLV-Verlagsgesellschaft München, S. 154-156

GOMEZ, K. A. u. A.A. GOMEZ (1984): Statistical Procedures for Agricultural Research. An International Rice Research Institute Book. Second Edition. John Wiley & Sons. New York, Chichester, Brisbane, Toronto, Singapore

KÖHLER, W., G. SCHACHTEL u. P. VOLESKE (1996): Biostatistik. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg 285 S..

MUNZERT, M. (1992): Einführung in das pflanzenbauliche Versuchswesen. Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg, 163 S.

SCHUSTER, H. u. J. v. LOCHOW (1978): Anlage und Auswertung von Feldversuchen. DLG-Verlag, Frankfurt/Main, 231 S.

WAGNER, F. (1979): Landwirtschaftliche Samen und Saaten. ACG-Verlag, Sindelfingen, 98 S.

WAGNER, F. u. G. PREDIGER (1994): Der Feldversuch - Durchführung und Technik. Selbstverlag F. Wagner, Bad Hersfeld.

*Das Projekt wurde dankenswerterweise durch die finanzielle Unterstützung der Deutschen Bundesstiftung Umwelt ermöglicht. Die Arbeiten wurden außerdem gefördert durch das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten und das Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten des Landes Brandenburg.*

## 7. Anhang

Versuchsprotokoll A

Betrieb .....

Erntejahr: .....

Schlag: ..... Schlag-Nr.: ..... Schlaggröße: .....ha Ackerzahl: ..... (von ..... bis..... )

Fruchtart: ..... Sorte: ..... Versuchsbeginn: ..... Aussattermin: .....

Allgemeine schlagbezogene Angaben	
letzte Bodenuntersuchung am: ..... Ergebnis: P ....., K ....., Mg ..... (mg/100g), pH ..... Vorfrucht: ..... Vorfruchtertrag : .....dt/ha Zwischenfrucht: .....	Düngung: Stallmist: .....dt/ha Datum: ..... Art: ..... Gülle: .....qm/ha Datum: ..... Art: ..... Kalk: .....dt/ha Datum: ..... Art: ..... P:.....kg/ha Datum: ..... Art: ..... K:.....kg/ha Datum: ..... Art: ..... 1.N:.....kg/ha Datum: ..... Art: ..... 2.N:.....kg/ha Datum: ..... Art: ..... 3.N:.....kg/ha Datum: ..... Art: .....
Saatbettvorbereitung: ..... Drillreihenabstand: ..... cm Saatbettqualität: ..... Drilltechnik: ..... Schätzung der Bodenheterogenität der Versuchsfläche: hoch ( ) mittel ( ) gering ( )	Maßnahmen der Bestandesführung (Datum): PSM1: ..... PSM2: ..... PSM3: ..... Striegeln: ..... Hacken: ..... Erntermittlung mittels: Hofwaage ( ) Achslastwaage ( ) Durchflußwaage ( )
Bemerkungen:	



**Beispiel: Versuchsprotokoll B**

**Versuchsfrage:**

Wie hoch ist der Einfluss der Aussaatstärke auf den Winterweizen-Ertrag?

**Prüfmerkmal:** Ertrag

☞ **Überlegungen zur Auswahl des Schlages (Kap. 3.1.3)**

☞ **Versuchsprotokoll beginnen** (Details über schlagbezogene und versuchsspezifische Angaben dokumentieren)

**Versuchsplanung:**

einfaktorieller Versuch

- ◆ Prüffaktor: Aussaatstärke (As)
- ◆ gewählte Stufen des Prüffaktors: 3
  - As 1 = 200 keimfähige Körner/qm
  - As 2 = 300 keimfähige Körner/qm
  - As 3 = 400 keimfähige Körner/qm

Eine Stufe entspricht der bisher üblichen Aussaatstärke

**Vorbereitungen für die Aussaat:**

Saatgutuntersuchungen(**Kap.3.1.1**):

- ◆ bei Nachbau: TKM, Keimfähigkeit
- ◆ bei Z-Saatgut: entsprechend der Packungsangaben

Aussaatmengenberechnung nach ermittelten Angaben (**Kap.: 3.1.2**)

z.B. As 1 = 113 kg/ha  
As 2 = 170 kg/ha  
As 3 = 226 kg/ha

**Anlageform:**

in Abhängigkeit der vorhandenen Erntetechnik analog der allgemeinen Anweisungen sowie des möglichen Zeitaufwandes auswählen (Kap. 4)

**Durchflusswaage:**

- z.B. Langparzellenanlage mit 4 Wdh. (1-4)
- ca. 20-50 m Länge/Parzelle
- zwischen den Wdh. ca. 20-50 m breite Querstreifen

Streifenbreite:

**Aussaat:** in Abhängigkeit der Schnittbreite des Mähdreschers mindestens 2 Sämaschinenbreiten, um zu gewährleisten, dass zur

**Ernte:** (Kap. 3.2.3) mindestens 1,5 Mähdruschbreiten im Kernparzellenbereich für Kerndrusch vorhanden sind und die verbleibenden Randstreifen mindestens 1/2 bis höchstens 3/4 Mähdrescherschnittbreiten betragen (unproduktive Fahrten mit Mähdrescher vermeiden!).

**Markierung:** s. allg. Anweisungen

**Skizze des Versuches:**

	As 1	As 2	As 3
	□	□	□
4. Wdh.	As 1 4	As 2 4	As 3 4
Querstreifen			
3. Wdh.	As 1 3	As 2 3	As 3 3
2. Wdh.	As 1 2	As 2 2	As 3 2
30-50m			
20-50m 1. Wdh.	As 1 1	As 2 1	As 3 1

**Datendokumentation:** Beispiel

- entsprechend der Versuchsanlage
- z.B. Angaben in dt/ha (bei Durchflusswaagemessung) ansonsten in kg

Wdh/Faktoren	As 1	As 2	As 3
4	51	53	50
3	55	57	53
2	56	58	55
1	58	61	58

## 8 Stichwortverzeichnis

<b>A</b>	
Achslastwaage.....	1095
Arithmetisches Mittel.....	1115
Auswahl der Versuchsfläche .....	1086, 1087
Auswertung von Versuchsergebnissen.....	1114
<b>B</b>	
Bewertungsskala zum Bonitieren .....	1092
Bodenunterschiede.....	1087, 1088
Bonitieren.....	1091, 1092
Boniturmerkmale.....	1092
Box-Whisker-Plot.....	1116
<b>D</b>	
Datenauswertung.....	1114
Datendokumentation .....	1112
Datenerhebung .....	1091
Durchflußwaage.....	1095
<b>E</b>	
Einfaktorielle Versuche .....	1080
Erntefläche.....	1093
Ertragsermittlung .....	1093
<b>F</b>	
Fensterversuche .....	1103
<b>G</b>	
Größe der Parzellen .....	1090, 1093
Grundprinzipien für Versuchsdurchführung .....	1082
<b>H</b>	
Heterogenität (des Bodens) auf Schläge .....	1087, 1088
Hofwaage.....	1095
<b>K</b>	
Keimfähigkeit .....	1085
<b>L</b>	
Lageplan .....	1090
Langparzellenanlagen .....	1099
ohne Wiederholung.....	1099
mit Wiederholungen .....	1101
<b>M</b>	
Markierung.....	1087
Messen .....	1093
Mindestparzellengröße .....	1090
Mittelwertbildung.....	1115
<b>O</b>	
Orientierungsversuche .....	1097

<b>P</b>	
Parzelle .....	1078
Planung eines Versuches.....	1084
Probenahme für Analyse .....	1094
Prüffaktor .....	1078, 1079
Prüfglied.....	1078
Prüfmerkmal .....	1078
<b>Q</b>	
qualitative Stufen eines Prüffaktors.....	1080
quantitative Stufen eines Prüffaktors .....	1080
<b>R</b>	
Randwirkung.....	1078
Randomisation.....	1078
<b>S</b>	
Saatgutmengenberechnung .....	1086
Saatgutuntersuchung .....	1085
Keimfähigkeit.....	1085
TKM .....	1085
Schätzen .....	1091, 1092
Schätzrahmen.....	1093
Spaltanlage.....	1105
Standardabweichung.....	1115
Streifenanlage.....	1105
Stufen des Prüffaktors .....	1078
<b>T</b>	
Tastversuche .....	1097
Tausendkornmasse (TKM).....	1085
Teilstück.....	1078
<b>V</b>	
Variante.....	1078
varianzanalytische Verfahren .....	1117
Variationskoeffizient.....	1115
Variationsbreite .....	1116
Versuchsanlagen .....	1096
Versuchsflächenauswahl.....	1086, 1087
Versuchsfragen.....	1074, 1082
Versuchsglied/Variante/Prüfglied .....	1078
Versuchsprotokoll .....	1118-1120
Vorbereitungen für das Feld.....	1090
<b>W</b>	
Wahl der Versuchsanlage .....	1095
Wiegen.....	1093
<b>Z</b>	
Zählen .....	1093
Zeitaufwand .....	1094
Zweifaktorielle Versuche .....	1081