

Aus dem Institut für Pflanzenzüchtung,
Saatgutforschung und Populationsgenetik
der Universität Hohenheim
Fachgebiet Saatgutwissenschaften und -technologie
Prof. Dr. M. Kruse

Inhomogenität in Getreidesaatgutpartien
Ursachen und Konsequenzen
für die Saatgutprobenahme

Dissertation
zur Erlangung des Grades eines Doktors der Agrarwissenschaften
der Fakultät Agrarwissenschaften
der Universität Hohenheim

vorgelegt von
Sven Schmohl

aus Esslingen a.N.

August 2008

Die vorliegende Arbeit wurde am 25.08.2008 von der Fakultät Agrarwissenschaften der Universität Hohenheim als „Dissertation zur Erlangung des Grades eines Doktors der Agrarwissenschaften“ angenommen.

Tag der mündlichen Prüfung : 18.02.2009

- 1. Prodekan : Prof. Dr. W. Bessei
- 1. Prüfer : Prof. Dr. M. Kruse
- 2. Prüfer : Prof. Dr. H. - P. Piepho
- 3. Prüfer : Prof. Dr. K. Köller

Universität Hohenheim
Institut für Pflanzenzüchtung, Saatgutforschung und Populationsgenetik
Fachgebiet Saatgutwissenschaften und -technologie
Prof. Dr. M. Kruse

Inhomogenität in Getreidesaatgutpartien
Ursachen und Konsequenzen
für die Saatgutprobenahme

vorgelegt von
Sven Schmohl
Dipl. Agrarbiologe

Danksagung

Mein besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. M. Kruse für die Überlassung des Themas, die Bereitstellung des Arbeitsplatzes und die intensive Betreuung, die immer fruchtbaren Ratschläge und seine große Geduld.

Danken möchte ich auch Herr Dipl. agr. oec. R. Funk, dem Leiter der Versuchsstation 401 der Universität Hohenheim, an der ich die Untersuchungen durchführen durfte, sowie allen Mitarbeitern der Versuchsstation. Vor allem bei Herrn Zingel möchte ich mich noch einmal für die tatkräftige Unterstützung bei der Versuchsdurchführung bedanken.

Herzlich danken möchte ich auch Herr Dr. Axel Goeritz und den Mitarbeitern der LUFA Nord-West sowie Frau Dr. Andrea Jonitz und den Mitarbeitern LUFA Augustenberg, ohne deren Tatkräftige Unterstützung bei der Durchführung der Probenuntersuchung die Realisierung dieser Arbeit nicht möglich gewesen wäre.

Herzlichen Dank auch Prof. Dr. Steiner, Herrn Dr. Ghiasvand Ghiasi und Herrn Dr. Ghasem Tohidloo für ihre stete Hilfsbereitschaft und ihre Geduld bei der Diskussion fachlicher Fragen, Hannelore Brandt und Susanne Spieß für die wertvolle „moralische“ und technische Unterstützung und Susanne Meyer für die Hilfe bei organisatorischen Fragen.

Allen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des Instituts für Pflanzenzüchtung, Saatgutforschung und Populationsgenetik sei für die ausgesprochen angenehme, freundschaftliche und kollegiale Atmosphäre gedankt.

Meiner Familie

Inhaltsverzeichnis

Danksagung	I
Inhaltsverzeichnis	I
Abkürzungen, Einheiten & Definitionen	II
1 Einleitung	1
2 Material und Methoden	4
2.1 Anlagenausführung	4
2.2 Probenahme	5
2.3 Probenuntersuchung	8
2.3.1 Reinheitsuntersuchung	8
2.3.2 Keimfähigkeitsuntersuchung	8
2.3.3 Besatzuntersuchung	9
2.3.4 Bestimmung des Siebabgangs	10
2.3.5 Bestimmung der Tausendkornmasse (TKM)	10
2.3.6 Bestimmung der Einzelkornmassenstreuung	10
2.4 Statistische Auswertung	10
2.4.1 Analyse der Rohdaten	10
2.4.2 Trendanalyse	13
2.4.3 Homogenitätsprüfung	14
2.4.4 Prüfung trendbedingter Inhomogenität	15
2.5 Simulation zur Prüfung verschiedener Probenahmepläne	16
3 Ergebnisse	18
3.1 Rohdatenanalyse	18
3.1.1 Korrelationen zwischen der Keimfähigkeit und den Qualitätsmerkmalen Reinheit, Besatz, Siebabgang und Tausendkornmasse	18
3.1.2 Lage und Zusammensetzung von „abweichenden Erstproben“	19
3.2 Ergebnisse der Partie 1 (Winterweizen)	23
3.2.1 Entwicklung der Inhomogenität während der Saatgutaufbereitung	23
3.2.2 Trendanalyse	25
3.2.3 Simulationsergebnisse	28
3.3 Ergebnisse der Partie 2 (Winterweizen)	32
3.3.1 Entwicklung der Inhomogenität während der Saatgutaufbereitung	32
3.3.2 Trendanalyse	34
3.3.3 Simulationsergebnisse	37
3.4 Ergebnisse der Partie 3 (Sommerweizen)	41
3.4.1 Entwicklung der Inhomogenität während der Saatgutaufbereitung	41
3.4.2 Trendanalyse	43
3.4.3 Simulationsergebnisse	46
3.5 Ergebnisse der Partie 4 (Sommerweizen)	50
3.5.1 Entwicklung der Inhomogenität während der Saatgutaufbereitung	50
3.5.2 Trendanalyse	51
3.5.3 Simulationsergebnisse	54
3.6 Ergebnisse der Partie 5 (Hafer)	58
3.6.1 Entwicklung der Inhomogenität während der Saatgutaufbereitung	58

3.6.2	Trendanalyse.....	59
3.6.3	Simulationsergebnisse	62
3.7	Ergebnisse der Partie 6 (Hafer)	65
3.7.1	Entwicklung der Inhomogenität während der Saatgutaufbereitung	65
3.7.2	Trendanalyse.....	66
3.7.3	Simulationsergebnisse	68
3.8	Ergebnisse der Partie 7 (Hafer)	71
3.8.1	Entwicklung der Inhomogenität während der Saatgutaufbereitung	71
3.8.2	Trendanalyse.....	72
3.8.3	Simulationsergebnisse	75
3.9	Ergebnisse der Partie 8 (Sommergerste)	78
3.9.1	Entwicklung der Inhomogenität während der Saatgutaufbereitung	78
3.9.2	Trendanalyse.....	79
3.9.3	Simulationsergebnisse	84
3.10	Ergebnisse der Partie 9 (Sommergerste)	91
3.10.1	Entwicklung der Inhomogenität während der Saatgutaufbereitung	91
3.10.2	Trendanalyse.....	92
3.10.3	Simulationsergebnisse	92
3.11	Übersicht der Ergebnisse	98
3.11.1	Häufigkeit von Inhomogenität und trendbedingter Inhomogenität in Abhängigkeit von Aufbereitungszustand und Qualitätsmerkmal	98
3.11.2	Trendausbildung in Abhängigkeit von Aufbereitungszustand und Qualitätsmerkmal	99
3.11.3	Probenahme.....	100
4	Diskussion	103
4.1	Einführung	103
4.2	Probenahme, Probenteilung und Probenuntersuchung	107
4.3	Vergleichbarkeit von Untersuchungsergebnissen zur Inhomogenität	109
4.4	Entwicklung der Inhomogenität während der Saatgutaufbereitung	110
4.5	Simulation	121
5	Schlussfolgerungen	128
6	Zusammenfassung	130
7	Summary	132
8	Literaturverzeichnis	134
9	Anhang.....	144
9.1	Rohdaten der Reinheitsuntersuchung	144
9.2	Rohdaten der Keimfähigkeitsuntersuchung.....	146
9.3	Rohdaten der Besatzuntersuchung.....	147
9.3.1	Besatz mit Weizen.....	153
9.3.2	Besatz mit Ackerfuchsschwanz.....	154
9.3.3	Besatz mit weißem Gänsefuß	155
9.3.4	Besatz mit Klettenlabkraut	157
9.3.5	Besatz mit Ackervogelknöterich	159
9.4	Rohdaten der Untersuchung des Siebabganges (Sortierung).....	161

9.5	Rohdaten der Untersuchung der Tausendkornmasse (TKM)	163
9.6	Trendanalyse der Reinheitsergebnisse.....	165
9.7	Trendanalyse der Keimfähigkeitsergebnisse.....	167
9.8	Trendanalyse des Besatzes.....	168
9.8.1	Besatz mit Weizen.....	168
9.8.2	Trendanalyse des Besatzes mit weißem Gänsefuß	168
9.8.3	Besatz mit Klettenlabkraut	170
9.8.4	Besatzes mit Ackervogelknöterich	171
9.9	Trendanalyse des Siebabganges (Sortierung).....	172
9.10	Trendanalyse der Tausendkornmasse (TKM)	174
	Tabellarischer Lebenslauf	176
	eidesstattliche Erklärung	177

Abkürzungen, Einheiten & Definitionen

Abkürzungen:

Kap.	Kapitel	Fa.	Firma
Tab.	Tabelle	Mio.	Millionen
Abb.	Abbildung	engl.	englisch
d.h.	das heißt	ISTA	International Seed Testing Association
ff.	folgende		
usw.	und so weiter	AOSA	Association of Official Seed Analysts
vgl.	vergleiche		
z.B.	zum Beispiel	BDP	Bund deutscher Pflanzenzüchter
bzw.	beziehungsweise		
ca.	circa (ungefähr)	Forts.	Fortsetzung

Definitionen:

- Der Begriff **Heterogenität** wird im Weiteren im Sinne von „aus Ungleichartigem zusammengesetzt“ verwendet. Ein Material, das aus Bestandteilen verschiedener chemischer und / oder physikalischer Eigenschaften besteht, wird unabhängig von Aufbau und der Verteilung der Bestandteile als heterogen bezeichnet.
- Im Gegensatz dazu wird der Begriff **homogen** im Sinne von „gleichmäßig aufgebaut, einheitlich“ verwendet. Es wird damit explizit Bezug auf die räumliche Verteilung der Bestandteile eines Materials genommen. Sind die Anteile der verschiedenen Bestandteile eines Materials in einem Untersuchungsobjekt an jedem Ort gleich, so wird es als homogen bezeichnet. Geht die Variation der Zusammensetzung eines Materials in einem Untersuchungsobjekt über eine zufallsgemäße Variation hinaus, so wird es im Folgenden in Abgrenzung zu dem Begriff heterogen als **inhomogen** bezeichnet.
- Der Begriff **Genauigkeit** (engl. accuracy) umfasst nach ISO/DIN 5725 die zwei Qualitätskriterien **Richtigkeit** (engl. trueness) und **Präzision** (engl. precision). Die Richtigkeit gibt dabei die Übereinstimmung des Messwertes mit dem „wahren“ Wert an, die Präzision die Variation des Messwertes im Falle wiederholter Messungen. Nach dieser Norm wird ein Messergebnis als **akzeptierter Messwert** bezeichnet, wenn es eine festgelegte Genauigkeit garantiert.
- Im Text wird der Begriff „**Rohware**“ grundsätzlich für ungereinigtes Saatgut verwendet. Im Gegensatz dazu wird der Begriff „**Saatware**“ nur für Saatgut gebraucht, welches die Reinigung durchlaufen hat.
- Im Folgenden wird aus Gründen der einfacheren Verständlichkeit auch dann von **Samen** gesprochen, wenn es sich im botanischen Sinne um Früchte bzw. **Spelzfrüchte** handelt.

1 Einleitung

Nach Erhebungen des Statistischen Bundesamtes lag die Getreideanbaufläche im Wirtschaftsjahr 2004/5 in Deutschland bei ca. 6,4 Mio. ha. Mehr als 50 % der insgesamt 11,9 Mio. ha ackerbaulich genutzten Flächen entfielen dabei auf den Getreideanbau (*Anonymus*, 2006a). Des Weiteren lag nach Schätzungen des BDP der Saatgutwechsel bei rund 54 % der Getreideanbaufläche. Mit einem Umsatz von 210,7 Mio. Euro (*Anonymus*, 2006b) entfielen 23 % des Gesamtumsatzes der Saatgutsparte alleine auf Saatgut der Hauptgetreidearten Weizen, Gerste, Roggen, Hafer und Triticale.

Der Erzeugung von Verbrauchssaatgut für die Getreideproduktion kommt also zum einen eine hohe wirtschaftliche Bedeutung zu. Wegen seiner Bedeutung als potenzielles Verbreitungsmedium für Unkrautsamen kann zum Anderen der Wert von qualitativ hochwertigem Verbrauchssaatgut für die Erhaltung der Produktivität landwirtschaftlich genutzter Flächen nicht hoch genug eingeschätzt werden.

Dies sind mit Gründe dafür, dass in Deutschland nur Saatgutpartien in Verkehr gebracht werden dürfen, die festgelegte Anerkennungskriterien erfüllen. Ob eine Saatgutpartie die geforderten Kriterien erfüllt, wird in einem mehrere Stufen umfassenden Verfahren geprüft. Am Ende des Verfahrens steht eine Beschaffenheitsprüfung, bei der eine vom Produzenten eingesendete Probe von der anzuerkennenden Saatgutpartie auf Reinheit, Keimfähigkeit und Besatz kontrolliert und anderes wird (*Anonymus*, 2006c).

Das Gewicht der Einsendungsprobe bei Getreide darf 1 kg nicht unterschreiten. Die Beschaffenheit dieser Probe entscheidet darüber, ob eine Getreidesaatgutpartie mit bis zu 30.000 kg in den Handel gebracht werden darf oder nicht.

Wenn aufgrund nicht repräsentativer Einsendungsproben 3 % der geprüften Parteien fälschlicherweise aberkannt würden, resultierten daraus bei einem Gesamtumsatz von 210,7 Mio. Euro Umsatzeinbußen von rund 6 Mio. Euro.

Ebenso gravierend sind die Folgen fälschlich anerkannter Parteien. Wenn hier bei 3 % der Parteien ein Besatz mit hartnäckigen Unkräutern wie Flughäfer (*Avena fatua* L.) vorläge und diese wegen nicht repräsentativer Einsendungsproben in den Verkehr gebracht würden, wäre dieses schwer zu bekämpfende Unkraut auf fast 1 % der gesamten ackerbaulich genutzten Flächen Deutschlands verbreitet. Aus diesem Grund ist es das Ziel der Saatgutprüfung, unter Anwendung normierter Prüfverfahren verlässlich die Eigenschaften einer Saatgutpartie festzustellen und zu bescheinigen. Der Begriff „verlässlich“ weist darauf hin, dass es sich bei dem Messergebnis um einen akzeptierten Messwert handelt (vgl. Definitionen).

Die Verlässlichkeit muss dabei für jeden Arbeitsschritt des Prüfverfahrens gegeben sein, da in einem mehrstufigen Verfahren jede Stufe für sich Fehler produziert (Cochran, 1977). Die (Un-) Genauigkeit des am Ende der Saatgutprüfung berichteten Ergebnisses ergibt sich dabei anteilig aus den Fehlern der beteiligten Stufen, Pro-

benahme, -vorbereitung und -analyse. Der Anteil der beiden letzten Schritte am Gesamtfehler des berichteten Messergebnisses wird branchenübergreifend mit generell 20 % angegeben (Kurfürst, 1993). Im Bereich der Saatgutprüfung liegt der Anteil dieser Schritte, abhängig von Kulturart und Untersuchungsmerkmal, zwischen 20 % und 50 % (Miles, 1963; Harte & Scott, 1989). Bis zu 80 %, mindestens aber 50 % der (Un-) Genauigkeit eines im Zuge einer Saatgutprüfung berichteten Ergebnisses ist also auf den Prozess der Probenahme zurückzuführen. Dies ist mit ein Grund dafür, dass seit Bestehen der Saatgutprüfung die Probenahme Gegenstand von Diskussionen ist. Nobbe (1869) forderte schon zu Beginn der Saatgutprüfung: „Die für eine Qualitätsuntersuchung einer infrage stehenden Saatgutpartie herangezogene Probe muss deren durchschnittliche Qualität so genau wie möglich wiedergeben.“. In heterogenen Gütern stellt dabei die Verteilung der Bestandteile innerhalb der zu beprobenden Einheit ein zentrales Problem für diese Forderung dar (Pitard, 1993). Je ungleichmäßiger die Bestandteile verteilt sind, d.h. je inhomogener das zu beprobende Gut ist, desto größer ist die Gefahr, dass die Anteile der Bestandteile in der Probe (Einsendungsprobe) nicht mit den Anteilen der Bestandteile in der Grundgesamtheit (Saatgutpartie) übereinstimmen. Diese Problematik ist bei der Beschaffenheitsprüfung von Partien von Körnerfruchtarten im Allgemeinen und bei Saatgutpartien im Besonderen von Relevanz, da diese regelmäßig durch Inhomogenität gekennzeichnet sind (Miles *et al.*, 1954; Coster, 1993; *Anonymus*, 1967). Ohne die Kenntnis der räumlichen Verteilung der interessierenden Merkmale kann die Eigenschaft einer Partie bezüglich dieser Merkmale nur dann zuverlässig bestimmt werden, wenn Erstproben zufällig verteilt über die ganze Partie in ausreichender Anzahl genommen werden. Aus dem Fehlen von Informationen über die räumliche Verteilung wertgebender Merkmale in Saatgutpartien resultiert eine Unsicherheit, die bei einer Saatgutpartie von 30 t zu Angaben über die notwendige Anzahl an Erstproben führt, die von maximal 30 (Miles, 1963) bis hin zu mindestens 40 (ISTA, 2006) reichen. Generell ist eine starke Variation der Angaben über die notwendige Anzahl an Erstproben für den Erhalt einer repräsentativen Mischprobe aus Getreidepartien festzustellen (ICC, 1960; Miles, 1963; *Anonymus*, 1963; AOSA, 1990; ISTA, 2006). Eine auf einer wissenschaftlichen Grundlage basierende Analyse von Probenahmeintensitäten wurde erstmals von Miles und Mitarbeitern (Miles *et al.*, 1958), später von Kruse (1997) und Paoletti und Mitarbeitern (Paoletti *et al.*, 2003) durchgeführt. Miles analysierte dazu den Variationsbeitrag von Probenahme, -aufbereitung und -analyse bei der im Zuge der Saatgutprüfung durchgeführten Reinheitsuntersuchung (Miles, 1963). Durch die Einführung von Dispersionsfaktoren entwickelten Harte und Scott (1989) dieses System weiter. Sie bezogen dabei die jeweiligen Variationsbeiträge auf die theoretisch zu erwartende Variation. Mit Hilfe hypothetischer Annahmen über diese Dispersionsfaktoren führte Kruse (1997) erstmals Simulationen zur Prüfung von Probenahmeplänen durch. Bei Untersuchungen zur Detektion gentechnisch ver-

änderter Samen in Saatgutpartien wurde von Paoletti (Paoletti *et al.*, 2003) schließlich die räumliche Verteilung der interessierenden Komponenten in den Saatgutpartien untersucht und in einer Simulation zur Prüfung von Probenahmeplänen verwendet. Wegen des geringen Anteils gentechnisch veränderter Samen in einer Saatgutpartie und der physikalischen Identität von genetisch veränderten und unveränderten Samen folgte die Verteilung der gentechnisch veränderten Samen in den „Volumeneinheiten“ einer Saatgutpartie dabei einer Poisson-Verteilung.

Diese Arbeit greift den Ansatz der Überprüfung der Effizienz verschiedener Probenahmeszenarios mittels einer Simulation auf und versucht die hypothetischen Annahmen mit Untersuchungsergebnissen über die in den untersuchten Getreidesaatgutpartien gefundenen Variationsstrukturen zu ergänzen. Da es Hinweise darauf gibt, dass die räumliche Verteilung bestimmter wertgebender Merkmale wie Reinheit und Besatz in einer Partie einer gewissen Systematik unterliegt (Wold, 1957; Debney, 1960; Bould, 1986), soll dabei der Versuch unternommen werden, den Zusammenhang zwischen Probenahmeort bzw. -zeitpunkt (bei der Probenahme aus dem fließenden Saatgut) und Merkmalswert zu quantifizieren und seinen Einfluss auf die Effizienz ausgewählter Probenahmeplänen zu prüfen.

Unabhängig von der verlässlichen Erhebung der wertgebenden Merkmale einer Saatgutpartie durch verbesserte Probenahmepläne bleibt jedoch das Problem, dass bei dem Anbau von Saatgut aus einer uneinheitlichen Partie auch ein entsprechend uneinheitlicher Feldbestand resultiert (Chowings, 1968). Eine routinemäßige Untersuchung von kommerziellen Saatgutpartien auf Inhomogenität, die hier Abhilfe schaffen könnte, wird mit den derzeitigen Testverfahren jedoch allgemein als zu arbeits- und kostenintensiv angesehen (Steiner & Meyer, 1990; Banyai, 1987; Bould, 1976). So ist beispielsweise bei den bei Getreidesaatgutpartien üblichen Größen von 15 t bis 30 t für die Prüfung von Inhomogenität die Untersuchung von 20 Proben (Erstproben) vorgeschrieben, die aus einer Partie entnommen und getrennt voneinander untersucht werden. Die Zielsetzung bei der Verarbeitung von Getreidesaatgut muss also auch die Vermeidung von Inhomogenität sein. Um auch für dieses Ziel verwertbare Informationen zu bekommen, wurden die Untersuchungen dieser Arbeit an ungereinigten und gereinigten kommerziellen Getreidesaatgutpartien durchgeführt, die von der Rohware bis hin zum verkaufsfertigen Saatgut mehrfach beprobt wurden.

Zusammenfassend waren folgende Fragestellungen gegeben:

- Aus welchen Gründen bildet sich Inhomogenität in Getreidesaatgutpartien aus?
- Wie wirkt sich die Art des Probenahmeplanes auf seine Robustheit und Effizienz aus?

2 Material und Methoden

2.1 Anlagenausführung

Alle Probenahmen wurden in der Versuchsstation 401 der Universität Hohenheim durchgeführt. Da davon ausgegangen werden muss, dass die bauartbedingten Merkmale einer Saatgutaufbereitungsanlage die Stärke und Art der Inhomogenität von Saatgutpartien beeinflussen, folgt eine Charakterisierung der dortigen Transport-, Saatgutaufbereitungs- und Siloanlagen.

Transportanlage:

- Bandförderer (Ausführung: gemuldet, offen, Breite: 300 mm, Fa. Denis Prive)
- Bandförderer (Ausführung: flach, eingefasst, Breite: 150 mm, Fa. Denis Prive, Typ SV 25)
- Doppelelevator (Ausführung: Gurtbecher, Becher geschlossen, Fa. Röber, Typ 450 D)
- Einfachelevator (Ausführung: Gurtbecher, Becher offen, Fa. Röber, Typ 250 E SANFON)
- Getreidelaufrohre mit 150 mm Ø

Saatgutaufbereitungsanlage:

- Vorreiniger (Ausführung: Windsichter, Sieb: 10 mm Rundloch, Fa. Röber, Typ Röber's Mähdrusch-Aspirateur 25)
- Staubabscheider (Fa. Cimbria - Unigrain Ltd., Typ Cyclofan CF-30)
- Saatgutbereitung (Ausführung: Windsichter, Sieb, Fa. Petkus, Typ Petkus 300)
- Hochleistungssegmenttrieb (Ausführung: Trommeltrieb, Fa. Petkus, Typ 450 D)
- Beizgerät (Ausführung Nassbeizer, Fa. Samatec, Typ BA 101-4/F)

Siloanlagen:

- Silo groß (Ausführung: rechteckiges Glattwandsilo, H x B x T: 6,5 x 2,5 x 2,5 m³, Einfüllöffnung zentral, Trichterneigung u. -höhe: 45°/ 0,5 m, Auslauföffnung 150 x 150 mm², Fa. Wilstrup Pierre a/s)
- Silo klein (Ausführung: rechteckiges Glattwandsilo, H x B x T: 6,5 x 1,5 x 2,5 m³, Einfüllöffnung randständig, Trichterneigung u. -höhe: ~45° / 1,05 m, Auslauföffnung 150 x 150 mm², Fa. Wilstrup Pierre a/s)

Für die Probenahme aus dem Silo wurde ein großes Silo in seiner Höhe in fünf Abschnitte von ca. 1,25 m eingeteilt. Der oberste Abschnitt wurde über die Einfüllöffnung, der unterste Abschnitt (Auslasstrichter) über die Belüftungsöffnung beprobt. Die dazwischenliegenden 3 Abschnitte wurden jeweils mit 3 Öffnungen versehen (Abbildung 2.2.1). Mittels eines Probenstechers konnten so auf den oberen vier Abschnitten je 9 Segmente, auf dem untersten Abschnitt ein Segment beprobt werden. Im Weiteren wird dieses mit Öffnungen versehene Silo als Beprobungssilo bezeichnet.

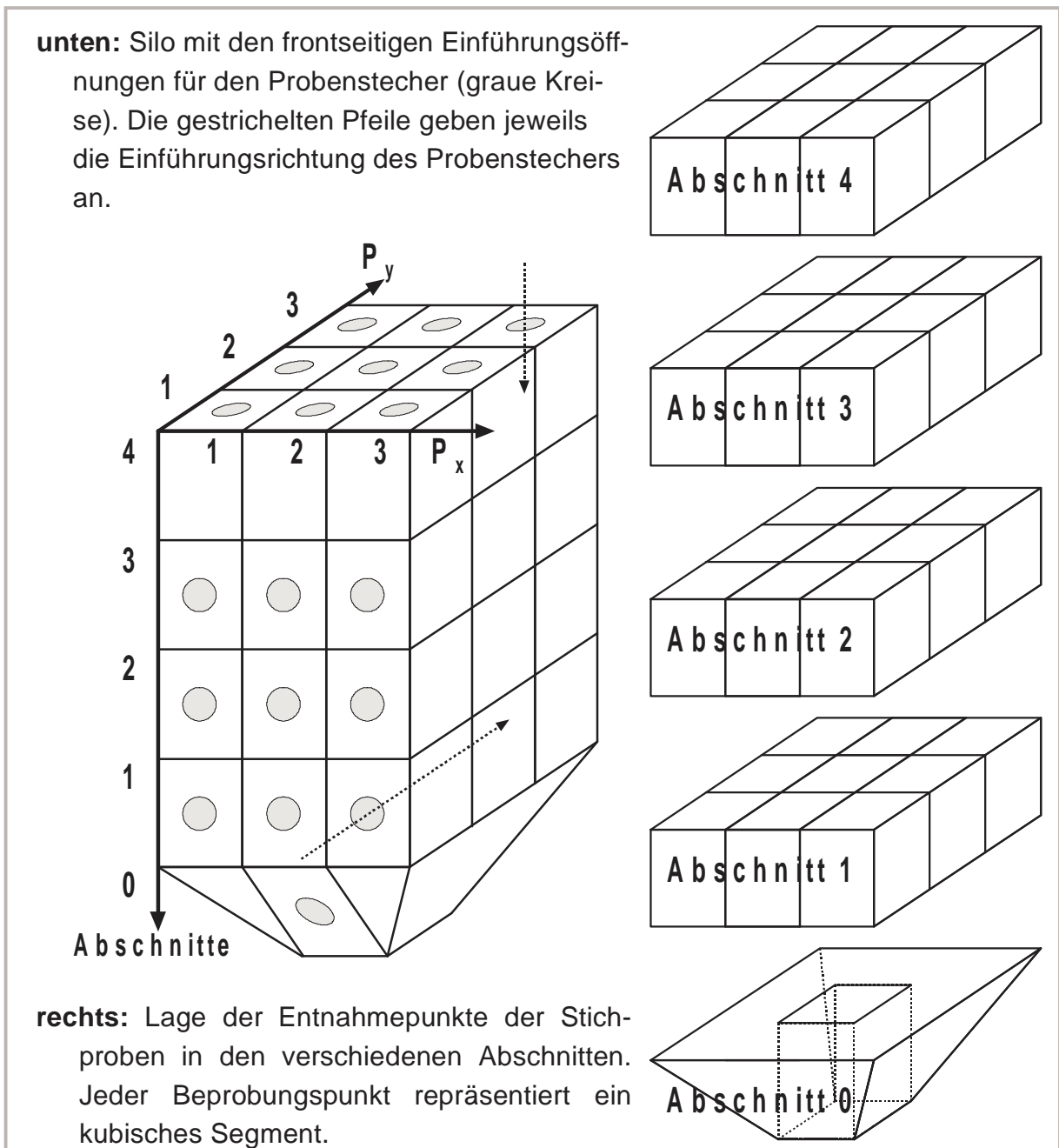


Abbildung 2.1.1 Schematische Darstellung des Beprobungssilos

2.2 Probenahme

Untersucht wurden insgesamt 9 Partien Getreidesaatgut (Tabelle 2.2.1). Die Rohware von Partie 1 - 5 und Partie 8 wurde direkt bei der Anlieferung vom Feld (Beprobungspunkt 1 "BP1"), nach der Vorreinigung im Beprobungssilo (Beprobungspunkt 2 "BP2") und bei einem Umlauf vor der Reinigung (Beprobungspunkt 3 "BP3") beprobt. Nach der Reinigung wurde die Saatware nochmals im Beprobungssilo (Beprobungspunkt 4 "BP4"), beim Umlauf in ein Lagerungssilo (Beprobungspunkt 5 "BP5") und direkt vor der Absackung (Beprobungspunkt 6 "BP6") beprobt. Bei Partie 6, 7 und 9 wurde die vorgereinigte Rohware (BP3) und die Saatware (BP5) jeweils bei 4 bis 6 Umläufen wiederholt beprobt (Abbildung 2.2.1).

Tabelle 2.2.1 Informationen zu den beprobten Partien

Partie	Kulturart	Erntejahr	FG	Reinigungsint. ²⁾ / Anerkennung	Siebgröße / Trieurlochung	Menge vor / nach Reinigung (t)
1	Winter-Weizen	2003	15,3 %	2 / ja	2,25 / 5,5 + 7,0	10,6 / 8,8
2	Winter-Weizen	2003	15,2 %	1 / ja	2,25 / 5,5 + 7,0	26,2 / 21,9
3	Sommer-Weizen	2003	15,2 %	2 / ja	2,25 / 5,5 + 7,0	14,5 / 13,4
4	Sommer-Weizen	2003	15,3 %	1 / ja ¹⁾	2,25 / 5,5 + 7,0	27,5 / 26,0
5	Hafer	2003	12,0 %	1 / ja	2,00 / 5,5 + 7,0	30,4 / 24,5
6	Hafer	2004	10,7 %	3 / ja	2,25 / 5,5 + 7,0	17,0 / 12,3
7	Hafer	2004	11,2 %	1 / ja ¹⁾	2,00 / 5,5 + 7,0	32,6 / 26,2
8	Sommer-Gerste	2003	12,4 %	1 / ja ¹⁾	2,50 / 5,5 + 7,0	31,7 / 26,4
9	Sommer-Gerste	2004	13,2 %	1 / ja ¹⁾	2,50 / 5,5 + 7,0	35,7 / 31,1

¹⁾ wurde zur Anerkennung in 2 Teilpartien aufgeteilt
FG: Feuchtigkeitsgehalt bei Annahme

²⁾ Anzahl der Reinigungsdurchgänge bis zur Beprobung
für die Saatgutenerkennung

Die Entnahmeorte und Entnahmezeitpunkte der Stichproben waren dabei durch technische Faktoren wie der Zugänglichkeit für eine Probenahme, die maximale Bearbeitungsgröße einer Einzelprobe und die Einstellungsmöglichkeiten des automatischen Probennehmers vorgegeben. Für die Beprobung des Schüttgutstromes an den Beprobungspunkten 1 und 6 wurde eine spezielle Schaufel verwendet, die den gesamten rechteckigen Querschnitt des eingefassten, flachen Bandförderers erfasst.

An den Beprobungspunkten 2 und 4 wurden die Proben mithilfe eines automatischen Probennehmers (Spaltenbreite 20 mm, Fa. Rationel Kornservice a/s, Typ Sample Taker 200 DVB) aus dem Schüttgutstrom entnommen (Abbildung 2.2.2).

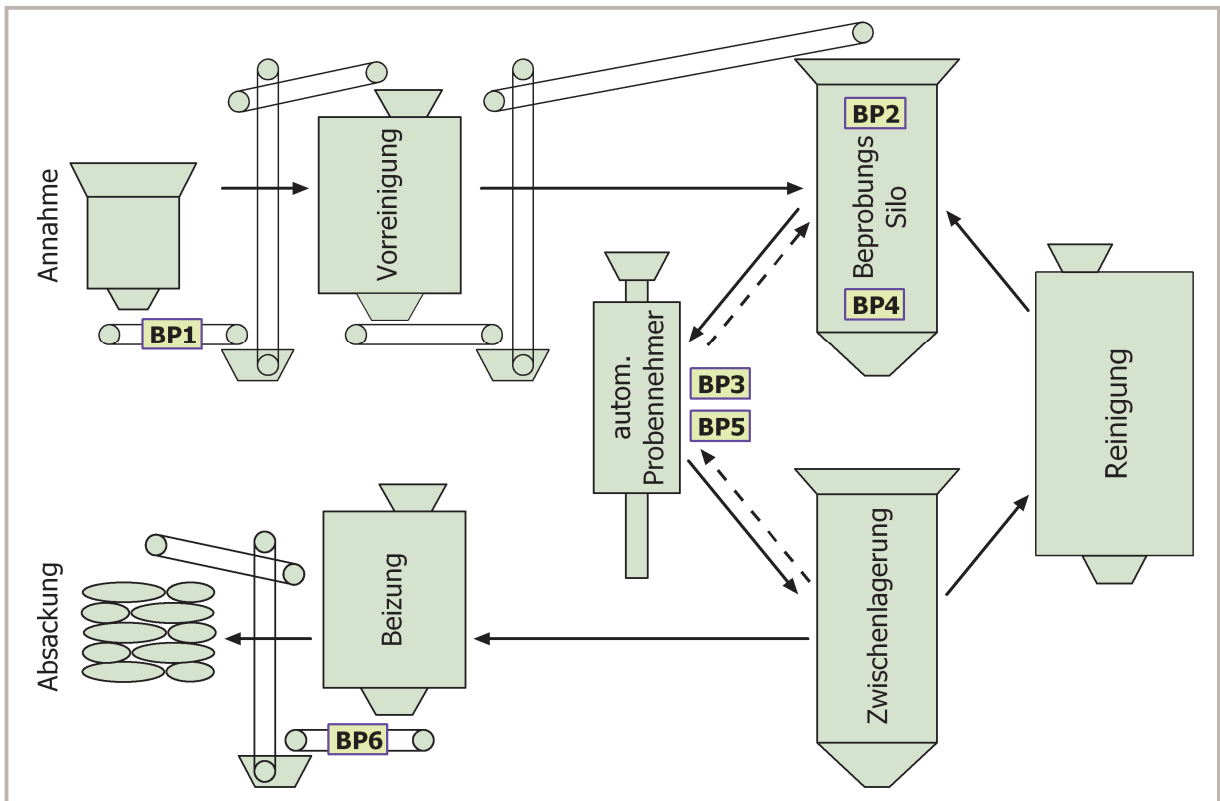


Abbildung 2.2.1 Schematische Darstellung der Beprobungspunkte der Roh- bzw. Saatware bei der Aufbereitung.

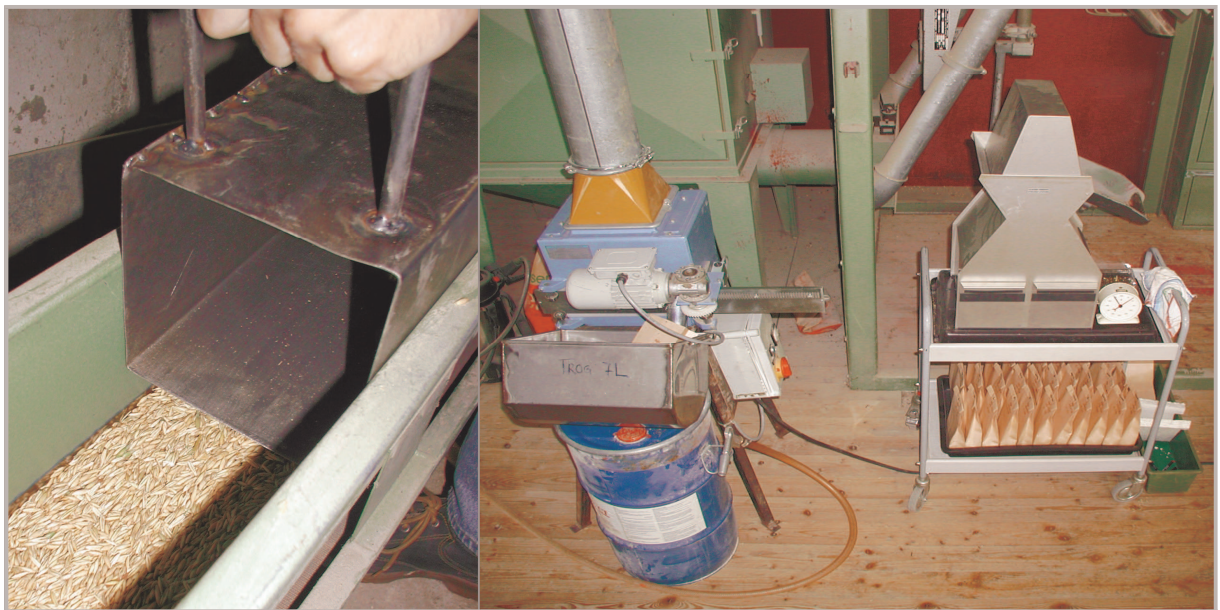


Abbildung 2.2.2 Schaufel (li.), automatischer Probennehmer und Riffelteiler (re.), die bei der Beprobung des fließenden Saatgutes eingesetzt wurden.

Die Bearbeitungszeit t_B einer Partie variiert mit der Größe und Bearbeitungsgeschwindigkeit. Daraus resultiert eine schlechte Vergleichbarkeit der Ergebnisse von

Erstproben, die an verschiedenen Beprobungspunkten aus einer Partie entnommen wurden. Aus diesem Grund wird der Entnahmezeitpunkt t_E einer bei einem Umlauf aus einer Partie entnommenen Erstproben an der Bearbeitungszeit t_B der Partie an dem jeweiligen Beprobungspunkt relativiert und als Bearbeitungsfortschritt D_f (%) angegeben.

Die Beprobung des Beprobungssilos (BP3, BP5) erfolgte mit einem Probenstecher mit öffnbarer und verschließbarer Probenkammer (Abbildung 2.2.3). Bei der die Saatgutaufbereitung begleitenden Beprobung von Partie 1 - 5 und 8 wurden zwischen 50 und 60, bei der wiederholten Beprobung von Partie 6, 7 und 9 zwischen 20 und 30 Erstproben pro Probenahme gezogen. Die Größe der Erstproben betrug zwischen 0,5 kg und 1 kg. Die Erstproben wurden mittels 16-fach Riffelteilers (Spaltenbreite 20 mm, Fa. Rationel Kornservice a/s), entsprechend der Vorschriften der „International Seed Testing Association“ (ISTA, 2006) auf eine Größe der Untersuchungsprobe von 120 - 130 g herunter geteilt. Alle Untersuchungsproben wurden getrennt untersucht.

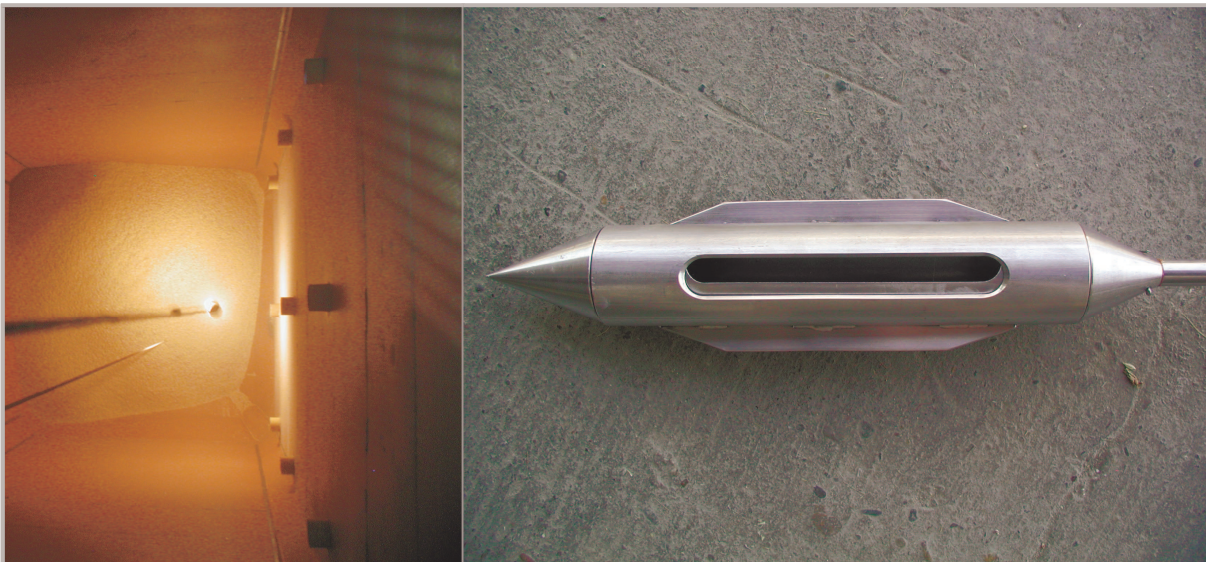


Abbildung 2.2.3 Beprobungssilo mit den Einführungsöffnungen (li.) für den Probenstecher (re.).

2.3 Probenuntersuchung

2.3.1 Reinheitsuntersuchung

Die Reinheitsuntersuchung wurde nach Kap. 3 der ISTA-Vorschriften (ISTA, 2006) durchgeführt. Zusätzlich zu den in den ISTA-Vorschriften genannten Fraktionen wurde bei der Fraktion Reine Samen noch der Anteil reiner nackter Samen und reiner bespelzter Samen erfasst.

2.3.2 Keimfähigkeitsuntersuchung

Die Keimfähigkeitsuntersuchung wurde nach Kap. 5 der ISTA-Vorschriften (ISTA, 2006) durchgeführt. Abweichend davon wurden 4 Wiederholungen à 50 Samen

untersucht. Bei den Partien 4, 6, 7 und 9 wurde keine Keimfähigkeitsbestimmung durchgeführt.

2.3.3 Besatzuntersuchung

Die Besatzuntersuchung wurde nach Kap. 4 der ISTA-Vorschriften (ISTA, 2006) durchgeführt. Abweichend davon enthielten die Untersuchungsproben ca. 3000 Samen. Insgesamt wurden bei den Besatzuntersuchungen 79 verschiedene Spezies gefunden (vgl. Tabelle 9.3.1 & Tabelle 9.3.2). Davon waren 50 Spezies nur durch Einzelereignisse, d.h. in weniger als 10 Proben von 1944 untersuchten Proben, vertreten. Diese wurden von der weiteren Analyse ausgeschlossen. Die Auswahlkriterien für die verbleibenden Spezies waren Folgende:

- Häufigkeit des Auftretens in einer oder mehreren der untersuchten Kulturarten.
- Bedeutung als Ungras bzw. Unkraut nach Dresbach (1981) Brouwer & Stählin (1975) und Leist (1983).
- Form, Größe und Oberflächenbeschaffenheit der Samen.

Aufgrund dieser Kriterien wurden in die weitere Analyse *Triticum aestivum* L., *Alopecurus myosuroides* Huds., *Chenopodium album* L., *Galium aparine* L. und *Polygonum aviculare* L. aufgenommen (Tabelle 2.3.1).

Tabelle 2.3.1 Kurzbezeichnung, Form, Größe und Oberflächenbeschaffenheit der berücksichtigten Spezies (nach Brouwer & Stählin, 1975, verändert)

Kurzbez.	SP1	SP2	SP3	SP4	SP5
Familie (triv.)	Süßgräser	Süßgräser	Gänsefußgewächse	Rötegewächse	Knöterichgewächse
Familie	Poaceae	Poaceae	Chenopodiaceae	Rubiaceae	Polygonaceae
Gattung / Spezies	<i>Triticum aestivum</i>	<i>Alopecurus myosuroides</i>	<i>Chenopodium album</i>	<i>Galium aparine</i>	<i>Polygonum aviculare</i>
Trivialname	Weizen	Ackerfuchschwanz	weißer Gänsefuß	Klettenlabkraut	Ackervogelknöterich
Länge (L)	6,5	5,5	1,2	2,8	2,3
Breite (B)	3,1	2,2	1,2	2,8	1,4
Dicke (D)	2,5	0,4	0,75	2,6	1,0
Oberfläche	glatt	behaart	glatt	rau	rau
TKG (g)	42	0,7	n.b.	n.b.	n.b.
Anhängsel	keine	begrannt	häufig noch in Fruchtschale	selten noch Wiederhaken	z.T. mit Perigonresten
Querschnitt (B•D)	oval	linsenförmig	linsen- bis diskusförmig	rund bis oval	dreikantig
Längsschnitt (L•D)	eiförmig	länglich-eiförmig	linsen- bis diskusförmig	rund bis oval	eiförmig-zugespitzt

2.3.4 Bestimmung des Siebabgangs

Für die Bestimmung wurde die Fraktion Reine Samen halbiert (ca. 60 - 70 g). Die Arbeitsprobe wurde mit einem Plansieb (Berliner Siebmaschine) 5 min bei einem Hub von 21 mm und einer Frequenz von $240 \text{ U}/\text{min}$ auf einem gefrästen Langlochsieb (23 x 45) gesiebt. Die Siebgröße entsprach dabei der bei der Reinigung eingesetzten Siebgröße (Tabelle 2.2.1). Notiert wurde der Massenprozentanteil der Samen mit Untergröße.

2.3.5 Bestimmung der Tausendkornmasse (TKM)

Für die Bestimmung wurden die Fraktion Reine Samen auf eine Größe von ca. 70 g heruntergeteilt und die genaue Masse bestimmt. Die Arbeitsprobe wurde dann mit einer Zählmaschine (Fa. Pfeuffer, Typ Contador) gezählt und das Gewicht pro 1000 Samen errechnet.

2.3.6 Bestimmung der Einzelkornmassenstreuung

Ziel war die Bestimmung der Einzelkornmassenstreuung der Roh- und Saatware einer Partie. Dazu wurden die Fraktionen Reine Samen aller gezogenen Untersuchungsproben einer Partie vereinigt und aus dieser Sammelprobe mittels Probenteilers eine repräsentative Teilprobe der Mischprobe gewonnen. Von der Rohware und der Saatware jeder Partie wurde so je eine Mischprobe erstellt. Die Mischproben wurden dann mittels des Probenteilers auf eine Größe von rund 2500 Samen heruntergeteilt. Die Masse aller Einzelkörner dieser Proben wurde mit einer Feinwaage (Fa. Precisa, Typ 120 A mit einer Auflösung von 0,1 mg) bestimmt und die Standardabweichung errechnet.

2.4 Statistische Auswertung

Alle statistischen Auswertungen wurden mit SAS v8.2 (SAS INSTITUTE INC., 1988^a); SAS INSTITUTE INC., 1988^b); SAS INSTITUTE INC., 1988^c) und SAS Sytem for Mixed Models (Littell *et al.*, 1996) durchgeführt.

2.4.1 Analyse der Rohdaten

Ausreißerbereinigung und Transformation

Stark abweichende Werte in einer Stichprobe beeinflussen die Lage- und Streuungsmaße unterschiedlich. Lage- und Streuungsmaße, die nicht oder nur wenig auf stark abweichende Beobachtungen reagieren, werden als robuste Schätzer bezeichnet. Ein robuster Schätzer für die Streuung ist der Median der absoluten Abweichungen vom Median, kurz MAD (Hampel, 1974). Die Größe der Abweichung der über den MAD berechneten Standardabweichung von der mittels arithmetischen Mittelwertes berechneten Standardabweichung kann wegen der Robustheit des MAD als Hinweis auf einzelne stark abweichende Werte dienen. Bei einer Abweichung der beiden

Standardabweichungen voneinander um mehr als 30 % wurde für die Prüfung von Inhomogenität der R-Test herangezogen (vgl. Kap. 2.4.3).

Zusätzlich zur Erhebung der Lage- und Streuungsparameter wurden die Rohdaten einer Prüfung auf Ausreißer nach dem Verfahren von Anscombe & Tukey (1963) unterzogen. Mit Ausnahme der Tausendkornmasse wurden keine Messwerte verworfen. Bei der TKM wurden 14 Messwerte von 1944 von der weiteren Analyse ausgeschlossen.

Für eine weitere Analyse der vorliegenden Rohdaten wurden diese auf die Übereinstimmung mit einer Normal-, Binomial- und Poissonverteilung geprüft. Für die Signifikanzprüfung wurde ein χ^2 -Anpassungstest (Hartung, 1991) mit der Nullhypothese $H_0 = \text{„Identität“}$ und Irrtumsniveau $\alpha = 0.05$ eingesetzt. Die Klasseneinteilung wurde jeweils so vorgenommen, dass die erwartete Häufigkeit in jeder Klasse nie kleiner als 1 und in weniger als 20% der Klassen kleiner 5 ist.

Zur Beseitigung von Schiefe und zur Erreichung von Varianzhomogenität wurden die Rohdaten vor der weiteren Analyse transformiert (Tabelle 2.4.1).

Die transformierten Daten wurden jeweils mittels Kolmogoroff-Smirnov-Anpassungstests auf Normalverteilung geprüft. Das Irrtumsniveau bei Verwerfen der Annahme der Identität der Verteilung der transformierten Rohdaten mit einer Normalverteilung war mit $\alpha = 0.05$ angesetzt.

Tabelle 2.4.1 Verteilungsformen von Rohdaten und anzuwendende Transformationen (nach Hartung, 1991 verändert).

Verteilung	Namen	Transformationsformel ¹⁾
Binomial	Arcus-Sinus	$f(z) = (n + \frac{1}{2})^{1/2} \cdot \left[\arcsin \left(\frac{(z + \frac{3}{8})^{1/2}}{(n + \frac{3}{4})^{1/2}} \right) \right]$
Poisson	Wurzel	$f(z) = (z + \frac{3}{8})^{1/2}$
Prozentwerte	Logarithmische	$f(x) = \ln(x)$

1): $n = \text{Anzahl untersuchter Einheiten/Individuen (hier Anzahl untersuchter Samen pro Stichprobe)}$;
 $z = \text{Anzahl an Merkmalsträgern}$; $x = \text{Anteil an Merkmalsträgern in Prozent}$.

Bei erfolgreicher Transformation der Rohdaten durch mehrere Transformationsarten kam diejenige zur Anwendung, bei der die bessere Übereinstimmung der Rohdaten mit der jeweiligen Verteilung zu beobachten war. Mit den in den verschiedenen Transformationen eingesetzten Faktoren ($\frac{1}{2}$, $\frac{3}{8}$, $\frac{3}{4}$) ist nach Hartung (1991) eine optimale Anpassung an eine Normalverteilung und eine Varianzstabilisierung zu erreichen. Zur Anwendung konnten nur Transformationsarten kommen, bei denen eine Rücktransformation der Daten möglich war. Diese Notwendigkeit ergibt sich aus der Verwendung der Resultate in der nachfolgende Simulation. Die transformierten

Daten wurden für die Signifikanzprüfung der Unterschiede zwischen den verschiedenen Beprobungspunkten sowie für die Trendanalyse eingesetzt.

Bestimmung von Zusammenhängen zwischen Keimfähigkeit und den Qualitätsmerkmalen Reinheit, Siebabgang und Tausendkornmasse

Zur Bestimmung von Zusammenhängen zwischen den erhobenen Qualitätsmerkmalen wurde eine Korrelationsanalyse nach Bravais-Pearson durchgeführt. Die Analyse wurde mit transformierten Daten durchgeführt.

Berechnung der Konfidenzintervalle der Partiemittelwerte

Für die Berechnung des Konfidenzintervalls des mittleren Partiewertes an den verschiedenen Beprobungspunkten wurden folgende Formeln verwendet:

Berechnung der Intervallgrenzen von μ mittels der Quantile der t - Verteilung (entnommen aus Hartung, 1991):

$$[\bar{x} - t_{(N-1, \alpha/2)} \cdot s_e \cdot \sqrt{(1/N)} \leq \mu \leq \bar{x} + t_{(N-1, 1-\alpha/2)} \cdot s_e \cdot \sqrt{(1/N)}] \quad \text{TKM}$$

Berechnung der Intervallgrenzen von p (Pearson Clopper Werte) mittels der Quantile der F-Verteilung (entnommen aus Hartung, 1991):

$$[mF_{(2m, 2(n-m+1), \alpha/2)} \cdot 1/((n - m + 1) + mF_{(2m, 2(n-m+1), \alpha/2)}) \leq p \leq (m + 1)F_{(2(m+1), 2(n-m), 1-\alpha/2)} \cdot 1/((n - m) + (m+1)F_{(2(m+1), 2(n-m), 1-\alpha/2)})] \quad \text{Reinheit, Keimfähigkeit und Siebabgang}$$

Berechnung der Intervallgrenzen λ mittels der Quantile der Chi Quadrat -Verteilung (entnommen aus Hartung, 1991):

$$[0,5 \cdot \chi^2_{(2x, \alpha/2)} \leq \lambda \leq 0,5 \cdot \chi^2_{(2x+2, 1-\alpha/2)}] \quad \text{Besatz}$$

\bar{x} = mittleren Merkmalswertes in den Stichproben eines Beprobungspunktes, t = Quantile der t-Verteilung,

α = Irrtumswahrscheinlichkeit, s_e = Streuung der Erstproben, N = Anzahl der Erstproben,

μ = Erwartungswert des mittleren Merkmalswertes eines Beprobungspunktes

m = mittlere Anzahl an Merkmalsträgern in den Stichproben eines Beprobungspunktes, F = Quantile der F-Verteilung,

n = durchschnittliche Anzahl an Samen in den Stichproben eines Beprobungspunktes, p = Erwartungswert des mittleren Anteiles an Merkmalsträgern eines Beprobungspunktes,

x = mittlere Häufigkeit von Merkmalsträgern in den Erstproben eines Beprobungspunktes, χ^2 = Quantile der Chi Quadrat Verteilung,

λ = Erwartungswert der mittleren Häufigkeit von Merkmalsträgern in den Erstproben eines Beprobungspunktes.

Bestimmung von „abweichenden Erstproben“

Die Berechnung der „abweichenden Erstproben“ erfolgte in Abhängigkeit von Kulturart und Qualitätsmerkmal nach:

$$| \bar{x} - x_i | > 10 \cdot \sigma_t$$

Die Berechnung der theoretischen Streuung erfolgt nach den in Tabelle 2.4.3 angegebenen Formeln. Bei dem Qualitätsmerkmal Keimfähigkeit traten starke Unterschiede im Streuungsniveau der verschiedenen Kulturarten auf. Hier wurde der Grenzwert für die Kulturarten Hafer und Gerste auf einen Wert von $5 \cdot \sigma_t$ herabgesetzt.

2.4.2 Trendanalyse

Die Trendanalyse sollte klären, ob und wenn ja, welcher Zusammenhang zwischen Probenahmezeitpunkt bzw. -ort und der Ausprägung der untersuchten Merkmale besteht.

Für die sequenzielle Probenahme, d.h. die Probenahme aus dem fließenden Saatgut (BP1, BP3, BP5 und BP6) wurde die Trendanalyse in zwei Stufen durchgeführt. In der ersten Stufe wurde eine lineare Regression, in der zweiten Stufe eine nicht-lineare Regression angepasst (Tabelle 2.4.2). Die Varianzaufklärung der jeweiligen Stufen wurde mittels F-Tests geprüft. Da in Summe eine Irrtumswahrscheinlichkeit von 0,05 nicht überschritten werden sollte, wurde für die Ermittlung des kritischen F-Wertes in den jeweiligen Stufen die Irrtumswahrscheinlichkeit mittels Bonferroni-Korrektur auf $\alpha = 1-(0,95)^{1/2}$ herabgesetzt. Ergänzend zur linearen Funktion wurde für die nicht lineare Regression eine Sinusfunktion gewählt. Diese erlaubt sowohl eine Anpassung an die in den Rohdaten zu beobachtenden zyklischen wie auch die nicht linearen Strukturen.

Für die Analyse der Proben, die dem „stationären“ Saatgut im Silo entnommen wurden (BP2, BP4), wurde die Trendanalyse mittels einer multiplen linearen Regression gerechnet (Tabelle 2.4.2). Die Aufnahme eines Parameters in das Modell erfolgte bei einer signifikanten Reduktion des mittleren Fehlerquadrats. Aus den sich dabei ergebenden Parameterkombinationen wurde diejenige Kombination ausgewählt, die zur größten Fehlerquadratreduktion führte. Die Prüfung der Parameter und Parameterkombinationen erfolgte mittels F-Tests. Die bei der Prüfung zugelassene Irrtumswahrscheinlichkeit lag bei $\alpha = 0,05$.

Tabelle 2.4.2 Formeln der linearen, der nicht linearen und der multiplen Regression.

Art	Regression	Regressionsformel	Parameter
sequenziell	linear	$y = a_{01} + a_1 \cdot D_f$	a_0 =Basiswert ($a_{01} + a_{02}$) a_1 =Steigung
	zyklisch	$y = a_{02} + [a_2 \cdot \sin(a_3 \cdot \frac{1}{2} \pi + a_4 \cdot D_f)]$	a_2 =Amplitudengröße* a_3 =Phasenverschiebung a_4 =Frequenz (°/%)
	gemischt	$y = a_0 + a_1 \cdot D_f + [a_2 \cdot \sin(a_3 \cdot \frac{1}{2} \pi + a_4 \cdot D_f)]$	D_f =Bearbeitungsfortschritt (%)
stationär	multipl	$y = a_0 + a_1 \cdot x_1 + a_2 \cdot x_2 + a_3 \cdot x_3 + a_4 \cdot x_4 + a_5 \cdot x_5$ x_1 =Silohöhe [Abschnitt(m)] x_2 =Silobreite [P_x (m)] x_3 =Silotiefe [P_y (m)] x_4 =Radius [P_r (m)] x_5 = $\cos(4 \cdot \text{Winkel}^\circ)$ [P_w]	a_0 =Basiswert a_1 =höhenabh. Änderung a_2 =breitenabh. Änderung a_3 =tiefenabh. Änderung a_4 =radiusabh. Änderung a_5 =winkelabh. Änderung

Art = Probenahmeart (sequenziell: Beprobung während eines Umlaufes, stationär: Beprobung im Silo), Y= abhängige Variable (wertgebendes Merkmal z.B. Reinheit, Keimfähigkeit, ...) π = Pi (3,14..) D_f : (vgl. Kapitel 2.2)

Zusätzlich zu den schon bestehenden Prädiktorvariablen „Abschnitt“, P_x und P_y wurden Radius und Winkel als weitere Prädiktorvariablen hinzugenommen. Die

Cosinusfunktion erlaubt dabei eine Anpassung an die in den Rohdaten zu beobachtenden spezifischen Abweichungen der aus den Eckpunkten des Silos Entnommenen Proben.

Die im Appendix angegebene Zyklusdauer t_λ wird wie der Bearbeitungsfortschritt D_f (vgl. Kapitel 2.2) an der Bearbeitungszeit t_B der Partie relativiert. Im Gegensatz zum Bearbeitungsfortschritt D_f bleibt die Zyklusdauer t_λ dimensionslos. Sie berechnet sich aus der Frequenz a_4 wie folgt: $t_\lambda = 2\pi / (a_4 \cdot 100 \%)$. Dabei ist der Kehrwert $\lambda = 1/t_\lambda$ die Anzahl an Zyklen pro Umlauf.

Als Randbedingung für alle signifikanten Modelle galt zusätzlich, dass innerhalb des Definitionsbereiches der unabhängigen Variable D_f : $\{0 \leq D_f \leq 100\}$ gilt $f^{-1}_{(y)} \geq 0$.

2.4.3 Homogenitätsprüfung

Tabelle 2.4.3 Berechnungsformeln der Streuungsquadrate (Varianzen)

Merkmal	theoretische Varianz		beobachtete Varianz
Reinheit Keimfähigk. Siebabgang	$\sigma^2_t = \frac{\bar{P} \cdot (100 - \bar{P})}{n}$	$\bar{P} = \frac{\sum P}{N}$	$S^2_e = \frac{N \cdot \sum P^2 - (\sum P)^2}{N \cdot (N-1)}$
Besatz	$\sigma^2_t = \bar{Z}$	$\bar{Z} = \frac{\sum Z}{N}$	$S^2_e = \frac{N \cdot \sum Z^2 - (\sum Z)^2}{N \cdot (N-1)}$
TKM	$\sigma^2_t = \frac{S^2_{EKM}}{n}$	$S^2_{EKM} = \frac{n \cdot \sum X^2 - (\sum X)^2}{n \cdot (n-1)}$	$S^2_e = \frac{N \cdot \sum X^2 - (\sum X)^2}{N \cdot (N-1)}$

Tabelle 2.4.4 Tests für die Bestimmung der Inhomogenität.

Test	Prüfgröße	kritischer Wert
R - Test	$R = \frac{X_{max} - X_{min}}{(\sigma^2_t)^{1/2}}$	$R_c = Q_{((1-\alpha), N, \infty)} \cdot \sqrt{f}$
H - Test	$H = \frac{S^2_e}{\sigma^2_t} - f$	$H_c = (F_{((1-\alpha), N, \infty)} - 1) \cdot f$
D - Test	$D = \left[(H+f)^{1/3} + \frac{2}{9 \cdot (N-1)} - 1 \right] \cdot \left[\frac{9 \cdot (N-1)}{2} \right]^{1/2}$	$D_c = u_{(1-\alpha)}$

n = Anzahl untersuchter Einheiten/Individuen in der Stichprobe

N = Anzahl an Stichproben

Z = Anzahl an Merkmalsträgern

P = Anteil an Merkmalsträgern in Prozent

X = Merkmalswert einer Einheit/Individuums

σ^2_t = theoretische Varianz, s^2_e = beobachtete Varianz,

s^2_{EKM} = Varianz der EKM

$X_{max} - X_{min}$ = Spannweite

α = Irrtumswahrscheinlichkeit

f = Faktor für zusätzliche Streuung nach ISTA-Vorschriften (ISTA, 2006)

Für die Bestimmung der Inhomogenität bzw. Überprüfung der Homogenität von Saatgutpartien wurden verschiedene Verfahren erarbeitet (Legatt, 1950; Westmacott & Linehan, 1960; Miles^{a)} *et al.*, 1960; Bould, 1975; Tattersfield, 1977; Thomson, 1972; Banyai *et al.*, 1990). Den verschiedenen Tests liegt das Prinzip zu Grunde, eine bei reiner Zufallsstreuung zu erwartende Streuung mit der bei einem Stichprobensatz beobachteten Streuung zu vergleichen (Tabelle 2.4.3).

Für den Vergleich wird im Falle des Heterogenitätstests (H-Test) die Standardabweichung als Streuungsmaß, im Falle des Spannweitentests (R-Test) die Spannweite als Streuungsmaß herangezogen (Tabelle 2.4.4). Die hier verwendeten Tests zur Homogenitätsprüfung sind den aktuellen ISTA-Vorschriften (ISTA, 2006) entnommen. Der R-Test ist dabei zwar etwas weniger genau als der H-Test, erfasst jedoch auch einzelne stark abweichende Ergebnisse und ist insbesondere auch bei Beschaffenheitsmerkmalen anwendbar, bei denen Ergebnisse in Bereichen nahe 100 % bzw. 0 % zu erwarten sind (Steiner & Meyer, 1989; Steiner & Meyer, 1990).

Die kritischen Werte, bei deren Überschreitung die Annahme der Homogenität verworfen werden muss, können beim H-Test den Quantilen der F-Verteilung $F_{((1-\alpha),N,\infty)}$ und beim R-Test den Quantilen der studentisierten Spannweite $Q_{((1-\alpha),N,\infty)}$ entnommen werden. Ein Stichprobenumfang wird hier jeweils gleich unendlich gesetzt, da in den Tests die Identität zwischen der beobachteten Varianz / Spannweite und der theoretisch zu erwartenden Varianz / Spannweite in einer idealen (unendlich großen) Stichprobe geprüft wird. Aus Gründen der Vergleichbarkeit der Ergebnisse wurden die H-Werte entsprechend einem von Tattersfield (1977) vorgeschlagenen D-Test transformiert (Tabelle 2.4.4).

Diese Transformation beseitigt die bei H- und R-Werten bestehende Abhängigkeit des Ergebnisses vom Stichprobenumfang. Abweichend von den ISTA-Vorschriften wurde für die Signifikanzprüfung nicht eine Irrtumswahrscheinlichkeit von $\alpha = 0,01$ sondern von $\alpha = 0,05$ angesetzt. Ziel dieser Änderung war die Bildung von Inhomogenität zuverlässig zu erkennen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass dies mit einer Erhöhung der Gefahr der fälschlichen Einstufung einer Partie als inhomogen einhergeht.

Für die Prüfung der Homogenität der Partien bei den Untersuchungsmerkmalen Siebabgang und Tausendkornmasse wurden die in den ISTA-Vorschriften angegebenen Multiplikationsfaktoren der theoretischen Variation (im Weiteren als Expansionsfaktoren bezeichnet) von Reinheits- und der Keimfähigkeitsuntersuchungen übernommen. Diese sind mit $f = 1,1$ bei dem leichtfließenden Saatgut des Weizens und $f = 1,2$ bei dem schwerfließenden Saatgut von Hafer und Gerste angegeben.

2.4.4 Prüfung trendbedingter Inhomogenität

Die Homogenitätsprüfung wurde nach dem in Kap. 2.4.3 beschriebenen Verfahren nochmals für die Residualstreuung bzw. die Residualvarianz der Trendanalyse ange-

wandt. Lässt sich für die Residuen, d.h. die Streuung ohne Trend, keine signifikante Inhomogenität mehr nachweisen, wird von der Trendbedingtheit der Inhomogenität ausgegangen.

2.5 Simulation zur Prüfung verschiedener Probenahmepläne

Auf Grundlage der bei der Trendanalyse ermittelten Regressionsfunktionen und der für die jeweiligen Qualitätsparameter relevanten Wahrscheinlichkeitsfunktionen wurden mittels Computersimulation Datenpunkte generiert. Die für die jeweiligen Qualitätsmerkmale eingesetzten Wahrscheinlichkeitsfunktionen* waren:

- Binomialverteilung $B(n,p)$ (Reinheit, Keimfähigkeit, Siebabgang)
- Poissonverteilung $P_o(\lambda_{(n)})$ (Besatz)
- Normalverteilung $N(\mu_T, \sigma_{T(n)}^2)$ (TKM)

* n = Anzahl untersuchter Einheiten/Individuen in der Stichprobe
 λ = Anzahl an Merkmalsträgern

N = Anzahl der Stichproben
 p = Anteil an Merkmalsträgern

Effekte wie Überdispersion und Autokorrelation wurden in diesem vereinfachten Modell nicht berücksichtigt.

Die generierte Datenpunkte entstammen einem 2 stufigen Modell mit folgenden Komponenten:



Je Partie, Beprobungspunkt und Qualitätsmerkmal wurden so 5.000.000 mit einem Bearbeitungsfortschritt D_f verknüpften Datenpunkte generiert.

Tabelle 2.5.1 Angewendete Kombinationen von Probengröße und Probenanzahl

Probenanzahl (N)	2	3	4	5	6	7	8	9	10	20	30	40	50
Probengröße (n)	12500	8333	6250	5000	4167	3571	3125	2778	2500	1250	833	625	500

In einem zweiten Schritt wurden diese Datenpunkte mit verschiedenen Probenahmeplänen beprobt. Die Probenahmepläne unterschieden sich dabei durch die Probenanzahl, die Probengröße und den Probenahmezeitpunkt (Bearbeitungsfortschritt D_f). Die Probengröße und die Probenanzahl waren über die Mindestgröße für Einsendungsproben bei Getreidesaatgutpartien von 1 kg, entsprechend ca. 25.000 Samen (ISTA; 2006) miteinander gekoppelt (Tabelle 2.5.1).

Die Probenahmezeitpunkte wurden:

- zufällig gewählt, entsprechend einer zufälligen Auswahl von zu beprobenden Säcken aus einer Saatgutpartie (zufällige Beprobung).
- in konstanten Zeitabständen gewählt, wie es z.B. bei der Entnahme von Proben aus fließendem Saatgut mittels automatischen Probennehmers der Fall ist (systematische Beprobung).
- zufällig innerhalb feststehender Zeitintervalle gewählt, entsprechend beispielsweise der Entnahme von Proben aus dem oberen, mittleren und unteren Drittel eines Silos (geschichtete Beprobung).

Dieser Prozess wurde je Partie und Beprobungspunkt mindestens 5000-fach wiederholt, sodass ebenso viele Einsendungsproben generiert wurden. Der Standardfehler s_e der Einsendungsproben wurde als Parameter für die Qualität des Probenahmeplanes herangezogen.

3 Ergebnisse

Die Präsentation der Ergebnisse erfolgt in drei Abschnitten. Im ersten Abschnitt werden Teile der Rohdatenanalyse vorgestellt. Dargestellt werden die Ergebnisse der Korrelationsanalyse des physiologischen Qualitätsmerkmals Keimfähigkeit mit den physikalischen Qualitätsmerkmalen Reinheit, Besatz, Siebabgang und Tausendkornmasse sowie das Auftreten von stark vom Mittel der jeweiligen Partien und Beprobungspunkt abweichender Erstproben. Im zweiten Abschnitt werden die Ergebnisse der an den Rohdaten durchgeführten Analysen zu Inhomogenität und Trend sowie die Ergebnisse der Simulation zur Prüfung der verschiedenen Probenahmepläne nach Partien getrennt dargestellt. Im dritten Abschnitt wird eine Übersicht der partiebezogenen Ergebnisse zu Trendausbildung, Inhomogenität und Probenahme bei den untersuchten Getreidesaatgutpartien gegeben.

3.1 Rohdatenanalyse

3.1.1 Korrelationen zwischen der Keimfähigkeit und den Qualitätsmerkmalen Reinheit, Besatz, Siebabgang und Tausendkornmasse.

In der Rohware der untersuchten Partien sind Korrelationen zwischen Keimfähigkeit, Tausendkornmasse, Siebabgang und Reinheit zu beobachten (Tabelle 3.1.1).

Tabelle 3.1.1 Korrelationen zwischen den Keimfähigkeitswerten von Erstproben und ihrer Tausendkornmasse, dem Siebabgang und ihren Reinheitswerten.

Partie	Zustand	Tausendkornmasse		Siebabgang		Fraktion Reine Samen	
1	Rohware	¹⁾ 0,23	0,055 ²⁾	-0,21	0,069	-0,09	0,463
	Saatware	0,03	0,771	-0,08	0,407	-0,08	0,416
2	Rohware	0,12	0,124	-0,08	0,294	-0,01	0,926
	Saatware	0,02	0,797	-0,04	0,636	-0,09	0,325
3	Rohware	0,21*	0,029	-0,41**	0,000	-0,47**	0,000
	Saatware	0,05	0,602	-0,17	0,086	0,01	0,938
5	Rohware	0,51**	0,000	~	~	0,54**	0,000
	Saatware	-0,17	0,130	~	~	0,01	0,959
8	Rohware	0,41**	0,000	-0,46**	0,000	0,16	0,063
	Saatware	0,28**	0,001	-0,48**	0,000	-0,11	0,213

1) Korrelationskoeffizient (*signifikant, **hochsignifikant)

2) Irrtumswahrscheinlichkeit

Bei maximalen Korrelationskoeffizienten von 0,51 müssen die Zusammenhänge als locker eingestuft werden. Mit steigender Tausendkornmasse geht dabei eine steigende Keimfähigkeit, mit steigendem Siebabgang eine sinkende Keimfähigkeit einher. Bei dem Zusammenhang zwischen Keimfähigkeit und Reinheit besteht offensichtlich eine Abhängigkeit von der untersuchten Kulturart. Bei der Weizenpartie

3 besteht hier ein negativer bei der Haferpartie 5 ein positiver Zusammenhang. Während bei der Weizenpartie 3 eine Korrelation der Keimfähigkeit mit allen drei geprüften Merkmalen zu beobachten ist, beschränkt sich der Zusammenhang bei der Haferpartie 5 auf der Keimfähigkeit mit Tausendkornmasse und Reinheit, bei der Gerstenpartie 8 auf Keimfähigkeit mit Tausendkornmasse und Siebabgang.

Die in der Rohware zu beobachtenden Zusammenhänge finden sich nur in der Saatware der Gerstenpartie 8 wieder. Während der Zusammenhang zwischen Keimfähigkeit und Siebabgang dabei nahezu gleich bleibt, schwächt er sich mit einem Korrelationskoeffizienten von 0,28 bei Keimfähigkeit und Tausendkornmasse weiter ab.

3.1.2 Lage und Zusammensetzung von „abweichenden Erstproben“

Reinheit

In der Rohware der Partien 1, 3, 5, 6 und 8 sind einzelne Erstproben zu beobachten, die stark vom Gesamtmittel des Beprobungspunktes abweichen (Tabelle 3.1.2). Mit Ausnahme des 5. Umlaufes der Saatware von Partie 6 treten sie vorzugsweise bei der Annahme oder bei der darauf folgenden Beprobung im Beprobungssilo auf. Die während eines Beprobungsdurchlaufes fortlaufend vergebene Nummerierung der Erstproben zeigt dabei keine Häufung zu einem bestimmten Zeitpunkt bzw. an einem bestimmten Ort.

Tabelle 3.1.2 Ergebnis der Reinheitsuntersuchung von Erstproben, die stark ($10 \cdot \sigma_t$) vom Gesamtmittel der Erstproben eines Beprobungspunktes abweichen.

Partie	Probenahmeort und -intensität	Nr.	BP-Mittel (%)	Reinheit Anteile (%)		
				FRS	SaA	tV
Weizen	1 BP2 / 19 EP	13	98,36	96,31	0,24	3,45
		5	98,15	95,98	0,03	3,99
	3 BP1 / 48 EP	24	98,15	95,97	0,23	3,80
		20	98,33	89,10	0,08	10,82
Hafer	5 BP1 / 60 EP	60	98,33	95,43	0,01	4,56
		1	99,13	96,72	0,17	3,11
	6 BP3 2.Uml./ 21 EP	1	98,61	95,34	3,95	0,71
		8	98,61	88,52	11,10	0,38
	6 BP5 5.Uml./ 20 EP	14	98,93	99,40	0,00	0,60
Gerste	8 BP1 / 49 EP	32	97,92	95,52	0,00	4,48

BP = Beprobungspunkt (1: Annahme, 2: Beprobungssilo vor Reinigung, 3: Umläufe (1-4) vor Reinigung, 5: Umläufe (1-6) nach Reinigung), EP: Gesamtzahl der an einem Beprobungspunkt erhobenen Erstproben.

Nr.: laufende Nummer der Erstproben eines Beprobungspunktes, FRS: Fraktion Reine Samen, SaA: Samen anderer Arten tV: technische Verunreinigungen.

Abgesehen von dem 4. Umlauf der Haferpartie 6 ist als Ursache der verringerten Reinheit ein erhöhter Anteil an technischen Verunreinigungen anzusehen. Im Falle des 4. Umlaufs der Haferpartie 6 ist die partiell auftretende Verringerung der Fraktion Reine Samen auf einen starken Besatz mit Samen des weißen Gänsefußes zurückzuführen (vgl. Abbildung 3.7.2 & Tabelle 7.3.5)

Keimfähigkeit

Mit jeweils einem Beprobungspunkt vor und nach Reinigung ist das Auftreten der „abweichenden Erstproben“ bei der Keimfähigkeit bei den Weizenpartien 2 und 3 sowie der Gerstenpartie 8 gleichmäßig auf Roh- und Saatware verteilt (Tabelle 3.1.2).

Tabelle 3.1.3 Ergebnis der Keimfähigkeitsuntersuchung von Erstproben, die stark ($>10 \cdot \sigma_t$ / $>5 \cdot \sigma_t$) vom Gesamtmittel der Erstproben eines Beprobungspunktes abweichen.

Partie	Probenahmeort und -intensität	Nr.	BP-Mittel (%)	KF-Test Anteile (%)			
				normal	anomal	tot	
Weizen	2	BP3 / 62 EP	17	92,20	67,1	32,9	0,0
			28	92,20	65,0	34,0	1,0
			34	92,20	48,0	22,5	29,5
			59	92,20	71,0	25,5	3,5
	2	BP6 / 51 EP	10	94,43	76,0	21,0	3,0
			12	94,43	54,5	44,0	1,5
			36	94,43	55,0	44,0	1,0
			40	94,43	54,0	45,0	1,0
	3	BP2 / 19 EP	8	96,29	82,5	14,0	3,5
	3	BP4 / 19 EP	12	90,11	53,0	45,0	2,0
			14	90,11	65,0	34,0	1,0
	Hafer*	5	BP1 / 60 EP	27	82,68	68,0	4,0
58				82,68	66,5	1,5	32,0
59				82,68	68,0	0,0	32,0
60				82,68	60,5	3,0	36,5
5		BP2 / 37 EP	13	88,74	74,0	2,5	23,5
Gerste*	8	BP1 / 49 EP	32	93,04	81,0	4,0	15,0
	8	BP5 / 52 EP	38	97,77	79,0	20,0	1,0

BP = Beprobungspunkt (1: Annahme, 2: Beprobungssilo vor Reinigung, 3: Umlauf vor Reinigung, 4: Beprobungssilo nach Reinigung, 5: Umlauf nach Reinigung, 6: Absackung), **EP**: Gesamtzahl der an einem Beprobungspunkt erhobenen Erstproben. **Nr.:** laufende Nummer der Erstproben eines Beprobungspunktes.

Bei der Haferpartie 5 treten die „abweichenden Erstproben“ nur in der Rohware auf. Mit Ausnahme der Annahme der Haferpartie 5 ist keine Systematik in der Lage der

„abweichenden Erstproben“ zu erkennen. Im Fall der Annahme der Haferpartie 5 treten die „abweichenden Erstproben“ gehäuft am Ende der Beprobung auf. Während die verringerte Keimfähigkeit bei Weizen nahezu ausschließlich an einen erhöhten Anteil anomaler Keimlinge gebunden ist, ist bei Hafer ein erhöhter Anteil toter Samen die Ursache der verringerten Keimfähigkeit. Bei der Gerstenpartie 8 ist ein Wechsel der Ursache im Laufe der Saatgutaufbereitung zu beobachten. Vor der Reinigung sind vorrangig tote Samen, nach der Reinigung anomale Keimlinge als Ursache der reduzierten Keimfähigkeit zu nennen.

Besatz

Im Falle des Besatzes wurde das Auftreten von „abweichenden Erstproben“ nicht analysiert.

Siebabgang

Insgesamt ist das Auftreten der „abweichenden Erstproben“ bei dem Siebabgang eher selten. Abgesehen von der Haferpartie 7 treten die „abweichenden Erstproben“ nur in der Saatware auf (Tabelle 3.1.5).

Tabelle 3.1.5 Ergebnis der Siebabgangsuntersuchung von Erstproben, die stark ($>10\sigma_t$) vom Gesamtmittel der Erstproben eines Beprobungspunktes abweichen.

Partie	Probenahmeort und		Nr.	BP-Mittel (%)	Siebabgang (%)
	-intensität				
Weizen	3	BP1 / 48 EP	48	3,33	18,5
	6	BP3 3.Uml./ 21 EP	2	11,63	52,7
Hafer			5	6,15	12,6
	7	BP5 1.Uml./ 22 EP	7	6,15	13,1
			9	6,15	15,2
			10	6,15	14,5
Gerste	8	BP2 / 37 EP	1	13,96	23,2

BP = Beprobungspunkt (1: Annahme, 2: Beprobungssilo vor Reinigung, 3: Umlauf vor Reinigung, 4: Beprobungssilo nach Reinigung, 5: Umlauf nach Reinigung, 6: Absackung), EP: Gesamtzahl der an einem Beprobungspunkt erhobenen Erstproben. Nr.: laufende Nummer der Erstproben eines Beprobungspunktes.

Die Lage ihres Auftretens zeigt dabei jedoch eine deutliche Systematik. Bei der Haferpartie 6 und 7 sowie der Gerstenpartie 8 ist ihr Auftreten immer am Beginn der Umläufe bzw. im untersten Teil des Beprobungssilos lokalisiert, wogegen bei der Weizenpartie 3 die „abweichenden Erstproben“ am Ende des Umlaufes auftreten.

Tausendkornmasse

Das Auftreten der „abweichenden Erstproben“ ist bei der Tausendkornmasse auf die Weizenpartien 3 und 4 beschränkt. Bei Partie 3 ist das Auftreten der „abweichenden Erstprobe“ auf die Saatware, bei Partie 4 auf die Rohware beschränkt. In beiden Fäl-

len sind die „abweichenden Erstproben“ dabei am Ende des Umlaufes lokalisiert (Tabelle 3.1.6).

Tabelle 3.1.6 Ergebnis der Untersuchung der TKM von Erstproben, die stark ($>10 \cdot \sigma_t$) vom Gesamtmittel der Erstproben eines Beprobungspunktes abweichen.

Partie	Probenahmeort und -intensität	Nr.	BP-Mittel (g)	TKM (g)
Weizen	3	BP5 / 36 EP	36	39,07
	4	BP3 / 61 EP	57	40,80

BP = Beprobungspunkt (1: Annahme, 2: Beprobungssilo vor Reinigung, 3: Umlauf vor Reinigung, 4: Beprobungssilo nach Reinigung, 5: Umlauf nach Reinigung, 6: Absackung), **EP**: Gesamtzahl der an einem Beprobungspunkt erhobenen Erstproben. **Nr.:** laufende Nummer der Erstproben eines Beprobungspunktes.

3.2 Ergebnisse der Partie 1 (Winterweizen)

3.2.1 Entwicklung der Inhomogenität während der Saatgutaufbereitung

Mit Ausnahme der Qualitätsmerkmale Tausendkornmasse und Keimfähigkeit sind die D-Werte der Weizenpartie 1 in der Rohware deutlich höher als in der Saatware (Abbildung 3.2.1 & Abbildung 3.2.2). Bis auf die beiden erstgenannten Merkmale ist in der Saatware keine signifikante Inhomogenität festzustellen. Bei der Tausendkornmasse tritt an allen nach der Reinigung durchgeführten Beprobungen signifikante Inhomogenität auf. Bei der Keimfähigkeit ist dies nur bei der Beprobung direkt nach der Reinigung der Fall.

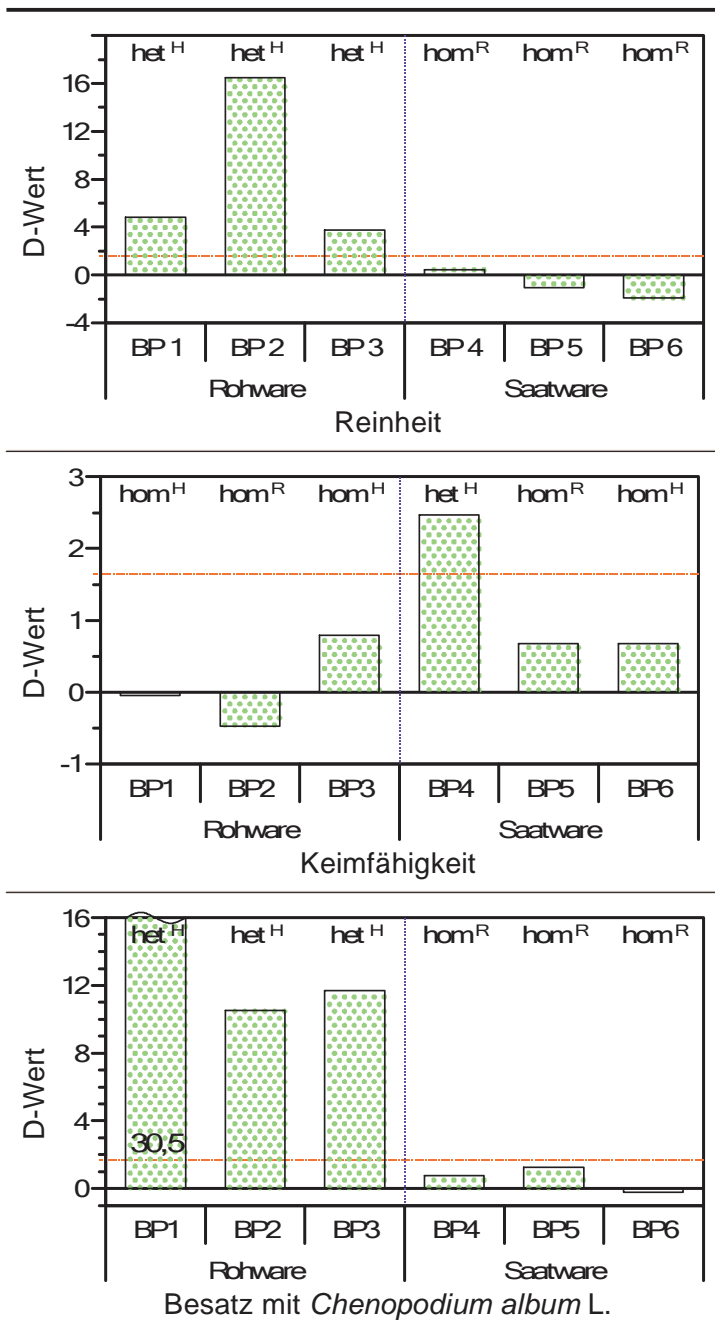


Abbildung 3.2.1 Entwicklung der Inhomogenität der bei Partie 1 erhobenen Qualitätsmerkmale während der Saatgutaufbereitung

BP1: Annahme, **BP2:** Beprobungssilo vor Reinigung, **BP3:** Umlauf vor Reinigung, **BP4:** Beprobungssilo nach Reinigung, **BP5:** Umlauf nach Reinigung, **BP6:** Absackung, **1.Uml - 6.Uml:** Beprobung bei wiederholten Umläufen (max. 6) zwischen zwei Silos, **grüne Balken:** Inhomogenitätsmaß ($D \leq 0$: homogen, $D > 0$: inhomogen), **rote Linie:** kritischer Wert ($\alpha=0.05$) für Homogenitätsannahme des D-Wertes, **blaue Linie:** Reinigung signifikante Inhomogenität nach H-Test / R-Test nachweisbar (**het^{H/R}**) oder nicht nachweisbar (**hom^{H/R}**).

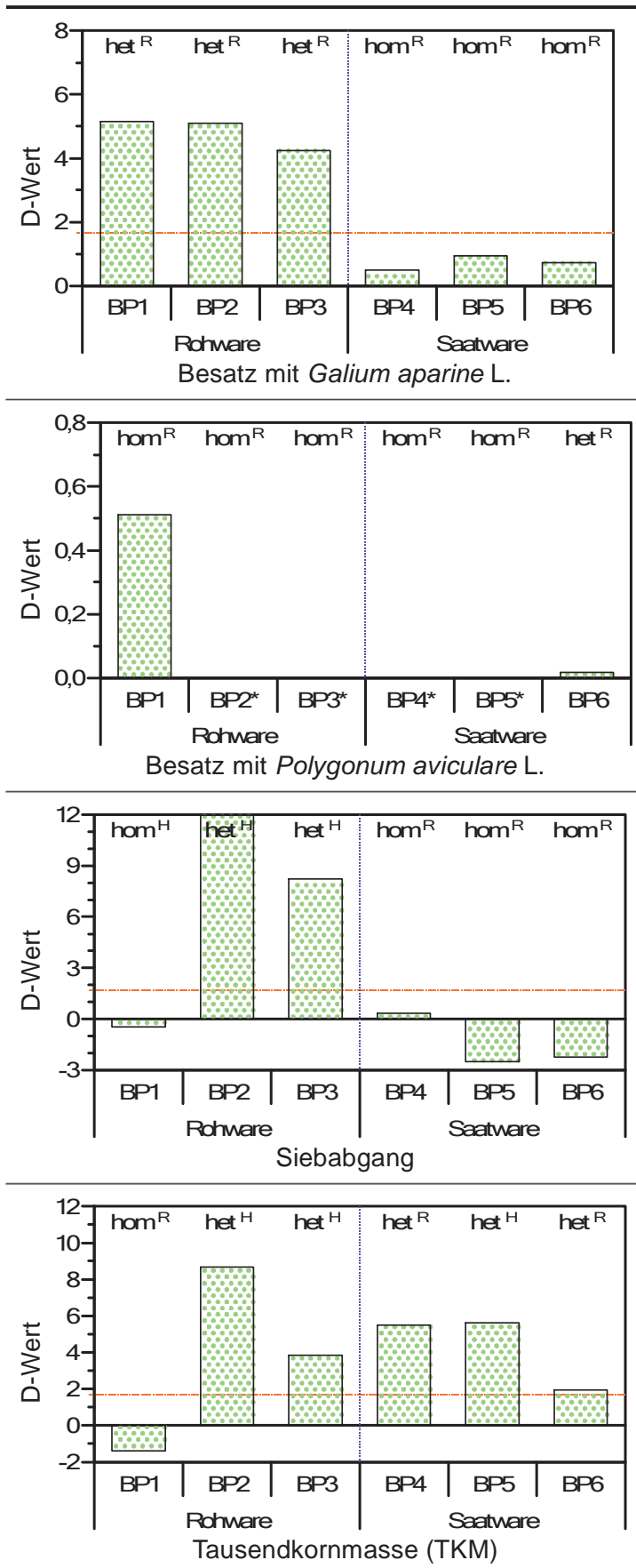


Abbildung 3.2.2 (Forts.) Entwicklung der Inhomogenität der bei Partie 1 erhobenen Qualitätsmerkmale während der Saatgutaufbereitung

BP1: Annahme, **BP2:** Beprobungssilo vor Reinigung, **BP3:** Umlauf vor Reinigung, **BP4:** Beprobungssilo nach Reinigung, **BP5:** Umlauf nach Reinigung, **BP6:** Absackung, **1.Uml - 6.Uml:** Beprobung bei wiederholten Umläufen (max. 6) zwischen zwei Silos, **grüne Balken:** Inhomogenitätsmaß ($D \neq 0$: homogen, $D > 0$: inhomogen), **rote Linie:** kritischer Wert ($\alpha=0.05$) für Homogenitätsannahme des D-Wertes, **blaue Linie:** Reinigung signifikante Inhomogenität nach H-Test / R-Test nachweisbar (**het^{H/R}**) oder nicht nachweisbar (**hom^{H/R}**).

3.2.2 Trendanalyse

In der Weizenpartie 1 tritt eine relevante Ausbildung von Trends nur bei den Qualitätsmerkmalen Siebabgang und Tausendkornmasse auf. Dort ist an allen Beprobungspunkten der Rohware und an $\frac{2}{3}$ der Beprobungspunkte der Saatware ein Trend zu beobachten.

Der Anteil der durch den Trend erklärten Variation steigt bei dem Siebabgang von 45 % bei der Annahme auf 87 % vor der Reinigung. Direkt nach der Reinigung (BP4) ist kein Trend nachweisbar. Bezüglich der TKM liegt der Anteil der durch den Trend erklärten Variation in der Rohware zwischen 35 % und 80 %. Nach der Reinigung liegt der trendbedingte Variationsanteil zwischen 51 % und 70 %. Direkt nach der Reinigung ist kein Trend nachweisbar.

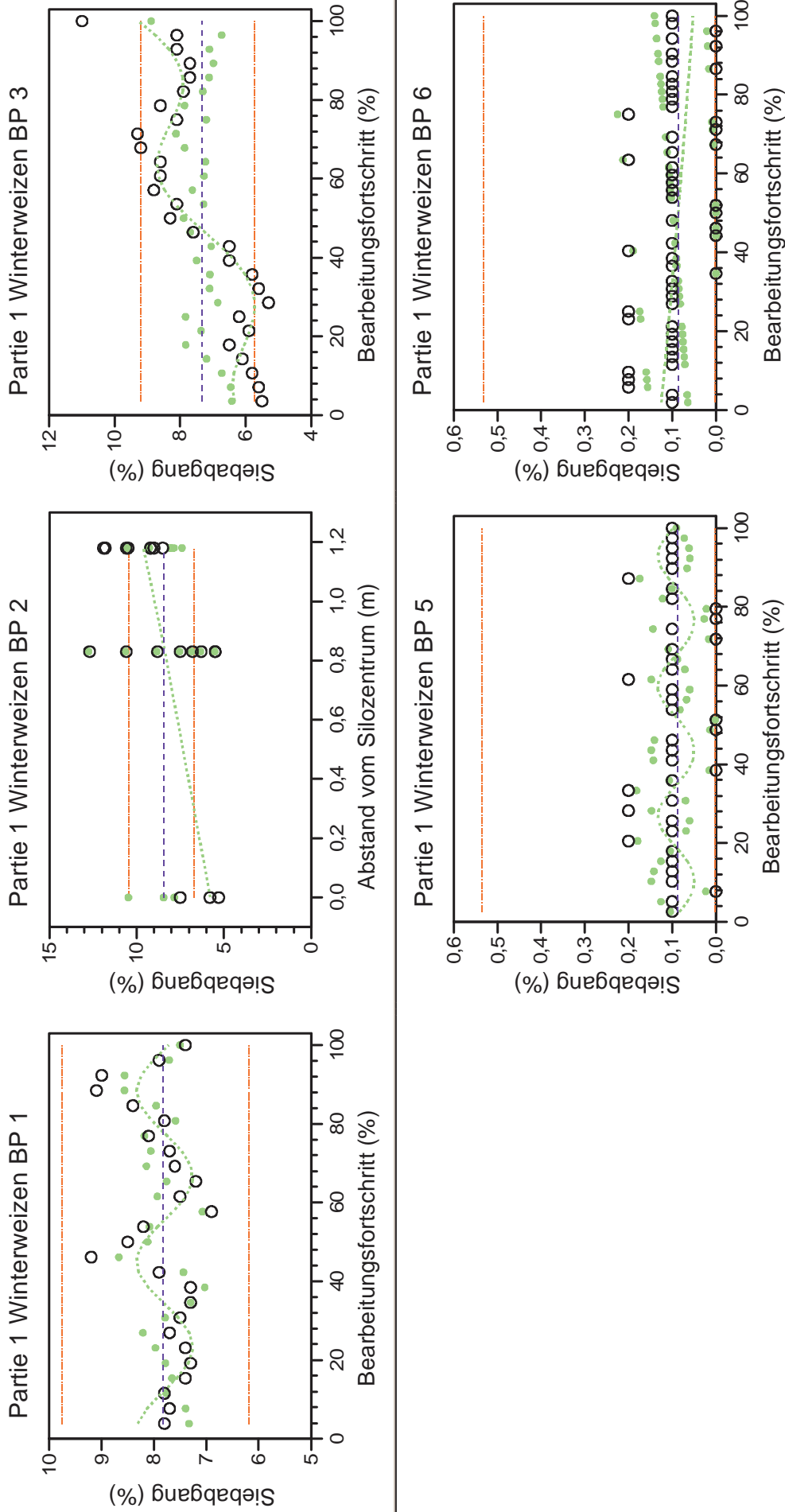
Siebabgang

Der Siebabgang (Abbildung 3.2.3) weist bei der Annahme (BP1) einen zyklischen Trend auf. Bei der folgenden Beprobung der Partien 1 im Beprobungssilo (BP2) nimmt der Anteil an Samen mit Untergröße mit zunehmendem Abstand vom Silozentrum zu. Bei der Entleerung des Beprobungssilos (BP3) wächst der Siebabgang mit zunehmender Entleerung des Silos deutlich an. Überlagert wird diese Zunahme von regelmäßigen Schwankungen mit einer Zyklusdauer t_λ von 0,56. Bei der nach der Reinigung folgenden Beprobung (BP5) und bei der Absackung (BP6) sind nur noch Trends geringer Stabilität und Ausprägung zu beobachten. Die kürzeste Zyklusdauer t_λ liegt nach der Reinigung bei 0,33.

Tausendkornmasse

Bei der Annahme unterliegt die TKM der Erstproben der Partie 1 (Abbildung 3.2.4) regelmäßigen Schwankungen. Im Beprobungssilo (BP2) ist ein horizontaler Gradient in der Breite des Silos vorhanden. Bei der nachfolgenden Entleerung des Silos (BP3) nimmt die TKM der Erstproben kontinuierlich ab. Diese Abnahme wird durch periodische Schwankungen mit einer Zyklusdauer t_λ von 0,53 überlagert. In abgeschwächter Form findet sich dieser Trend noch in den der Reinigung folgenden Umläufen (BP5 und BP6) wieder.

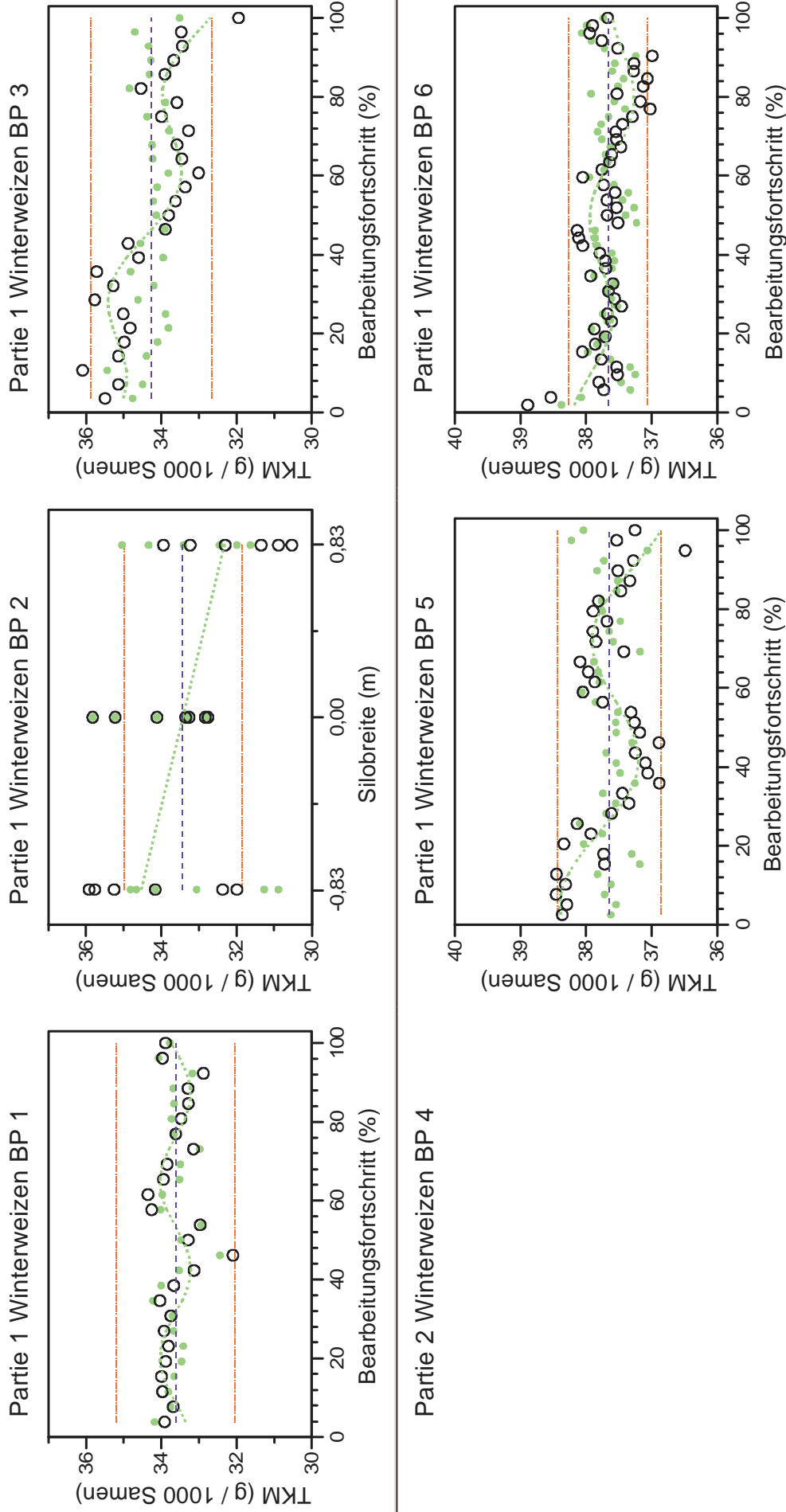
Abbildung 3.2.3 Systematische Trends des Siebabganges in der Weizenpartie 1 an verschiedenen Beprobungspunkten.



BP1: Annahme, **BP2:** Beprobungssilo vor Reinigung, **BP3:** Umlauf vor Reinigung, **BP4:** Beprobungssilo nach Reinigung, **BP5:** Umlauf nach Reinigung, **BP6:** Absackung, 1. Uml - max. 6. Uml: Beprobung bei wiederholten Umläufen.

- - - Mittelwert, Trend, O Werte der Erstproben, - - - Grenzen des Konfidenzintervalls, ● trendbereinigte Werte

Abbildung 3.2.4 Systematische Trends der Tausendkorntmasse in der Winterweizenpartie 1 an verschiedenen Beprobungspunkten.



BP1: Annahme, **BP2:** Beprobungssilo vor Reinigung, **BP3:** Umlauf vor Reinigung, **BP4:** Beprobungssilo nach Reinigung, **BP5:** Umlauf nach Reinigung, **BP6:** Absackung, **1. Uml - max. 6.Uml:** Beprobung bei wiederholten Umläufen.

○ Werte der Erstproben, ● Mittelwert, Trend, --- Grenzen des Konfidenzintervalls, ● trendbereinigte Werte

3.2.3 Simulationsergebnisse

Siebabgang

Für die Simulation des Siebabganges von Erstproben, die direkt vor der Reinigung (BP3) aus Partie 1 gezogen wurden, ergibt sich für den Standardfehler s_e einer Einsendungsprobe aus zwei zufällig aus der Partie gezogenen Erstproben ein Wert von ca. 0,81 %, bei zwei systematisch gezogenen Erstproben 0,40 % und bei zwei zufälligen Erstproben aus zwei Schichten ein Wert von 0,34 % (Abbildung 3.2.5). Bei zufälliger und systematischer Probenahme fällt s_e bei zunehmender Erstprobenanzahl stetig ab. Dagegen ist bei der geschichteten Probenahme bei einer Erstprobenanzahl von drei ein Anstieg von s_e auf 0,39 % zu beobachten. Im Falle der systematischen und geschichteten Probenahme ist bei Einsendungsproben aus 10 oder mehr Erstproben keine nennenswerte Verringerung von s_e mehr festzustellen. Im Gegensatz dazu sinkt s_e in diesem Bereich bei einer zufälligen Probenahme noch von 0,39 % auf 0,23 % ab.

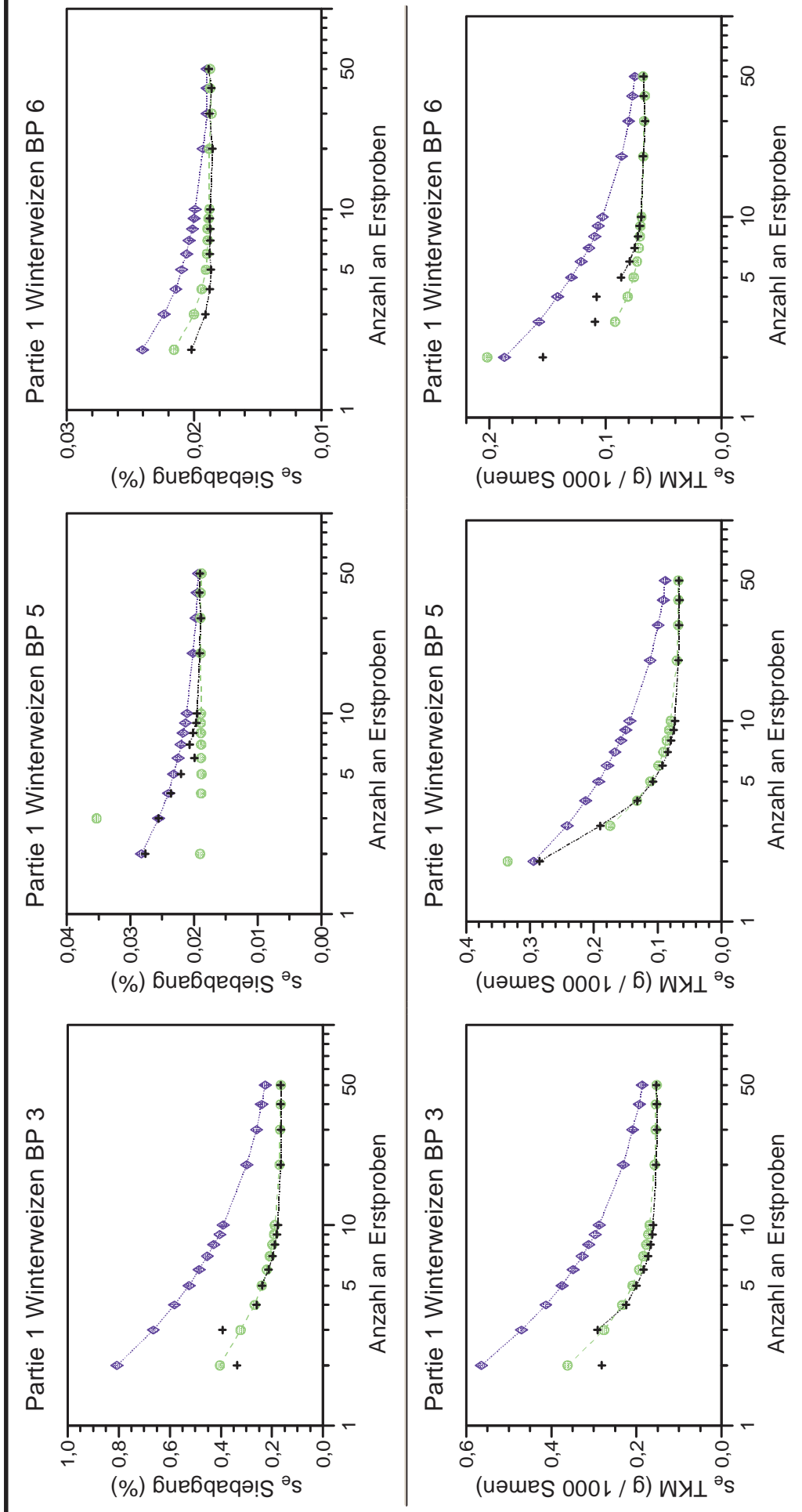
Für den nach der Reinigung durchgeführten Umlauf (BP5) liefert die Simulation bei zufälliger Probenahme zweier Erstproben einen Standardfehler von 0,028 %. Die Werte von s_e liegen hier bei systematischer Probenahme bei 0,019 % und bei geschichteter Probenahme bei 0,028 %. Bis auf einen starken Anstieg von s_e auf einen Wert von 0,035 % im Falle einer Einsendungsprobe aus drei Erstproben ist bei der systematischen Probenahme keine Veränderung von s_e bei Erhöhung der Erstprobenanzahl festzustellen. Ein Wert des Standardfehlers der Einsendungsprobe von 0,019 % wird bei der geschichteten Probenahme bei einer Einsendungsprobe aus 10 Erstproben, bei der zufälligen Probenahme bei einer Einsendungsprobe aus 30 Erstproben erreicht (Tabelle 3.2.1).

Für die Absackung (BP6) liefert die Simulation einer Einsendungsprobe aus zwei zufällig entnommenen Erstproben einen Standardfehler von 0,024 %. Die Werte von s_e liegen in diesem Fall bei systematischer Probenahme 0,022 % und bei geschichteter Probenahme bei 0,020 %. Bei einer Erhöhung der Erstprobenanzahl sinkt bei allen drei Probenahmeschemata der Standardfehler s_e kontinuierlich ab. Eine Änderung der oben genannten Reihenfolge erfolgt nicht. Im Falle der systematischen und geschichteten Probenahme ist bei vier bzw. drei oder mehr Erstproben keine nennenswerte Verringerung von s_e mehr festzustellen. Der Standardfehler liegt dann bei 0,0194 % bzw. 0,0191 %. Dieser Wert wird bei zufälliger Probenahme erst bei einer Einsendungsprobe aus mehr als 30 Erstproben erreicht.

Tausendkornmasse

Für die Simulation der Tausendkornmasse von Erstproben, die direkt vor der Reinigung (BP3) aus Partie 1 gezogen wurden, ergibt sich für den Standardfehler s_e einer Einsendungsprobe aus zwei zufällig aus der Partie gezogenen Erstproben ein Wert von 0,56 g, bei zwei systematisch gezogenen Erstproben 0,36 g und bei zwei zufälligen Erstproben aus zwei Schichten ein Wert von rund 0,28 g.

Abbildung 3.2.5 Standardfehler s_e von Einsendungsproben bei verschiedenen Beprobungsschemata, Erstprobengrößen und -anzahlen.



Standardfehler s_e der Abbildungen beinhaltet die **trend- und stichprobenbedingte Streuung**.

◆: geschichtete Probenentnahme, ●: systematische Probenentnahme, ◆: zufällige Probenentnahme.

BP1: Annahme, BP2: Beprobungssilo vor Reinigung, BP3: Beprobungssilo nach Reinigung, BP5: Umlauf nach Reinigung, BP6: Absackung, 1. Uml - max. 6.Uml: Beprobung bei wiederholten Umläufen.

Bei zufälliger und systematischer Probenahme fällt s_e bei zunehmender Erstprobenanzahl stetig ab. Dagegen ist bei der geschichteten Probenahme bei einer Erstprobenanzahl von drei ein Anstieg von s_e auf 0,29 g zu beobachten. Im Falle der systematischen und geschichteten Probenahme ist bei Einsendungsproben aus 10 oder mehr Erstproben keine nennenswerte Verringerung von s_e mehr festzustellen. Der Standardfehler liegt dann bei rund 0,16 g. Im Gegensatz dazu sinkt s_e in diesem Bereich bei einer zufälligen Probenahme noch von 0,29 g auf 0,19 g ab.

Für den nach der Reinigung durchgeführten Umlauf (BP5) liefert die Simulation bei zufälliger Probenahme zweier Erstproben einen Standardfehler von 0,29 g. Bei einer Erhöhung der Erstprobenanzahl der Einsendungsprobe sinkt bei allen drei Probenahmeschemata der Standardfehler s_e kontinuierlich ab. Bei drei Erstproben liegt der Standardfehler bei geschichteter und systematischer Probenahme mit Werten von 0,17 g bzw. 0,19 g auf vergleichbarem Niveau. Der Standardfehler der Einsendungsprobe bei zufälliger Probenahme liegt bei dieser Erstprobenanzahl bei 0,24 g. Die Reihenfolge der Standardfehler s_e (zufällig) > s_e (systematisch) > s_e (geschichtet) bleibt bei weiterer Erhöhung der Erstprobenanzahl bestehen. Ab einer Erstprobenanzahl von 30 Stück ist bei geschichteter und systematischer Probenahme keine nennenswerte Verringerung von s_e mehr festzustellen. Der Wert liegt dann bei 0,0675 g.

Tabelle 3.2.1 Standardfehler s_e für Einsendungsproben aus gereinigter Saatware der Winterweizenpartie 1 bei 2, 10 und 30 Erstproben in Abhängigkeit vom Probenahmeschema. Erstprobenanzahl $EP_{(GD)}$ mit Standardfehler $s_{e(GD)}$, bei der sich der Standardfehler der verschiedenen Probenahmeschemata bei weiterer Erhöhung der Erstprobenanzahl um weniger als 2 % verringert (Grenzwertdifferenz). Bei systematischer und geschichteter Probenahme notwendige Erstprobenanzahl $EP_{(AV)}$ um einen zu dem Standardfehler $s_{e(GD)}$ der zufälligen Probenahme gleichwertigen oder kleineren Standardfehler $s_{e(AV)}$ zu erreichen.

Merkmal	BP	Pr.Sch.	$s_{e(2)}$	$s_{e(10)}$	$s_{e(30)}$	$EP_{(GD)}$	$s_{e(GD)}$	$EP_{(AV)}$	$s_{e(AV)}$
Siebabg. (%)	5	ran.	0,0283	0,0211	0,0197	7	0,0220	~	~
		sys.	0,0190	0,0190	0,0190	4	0,0190	4	0,0190
		ges.	0,0276	0,0195	0,0189	20	0,0191	6	0,0199
Siebabg. (%)	6	ran.	0,0241	0,0199	0,0190	5	0,0210	~	~
		sys.	0,0216	0,0188	0,0186	4	0,0194	3	0,0200
		ges.	0,0202	0,0187	0,0188	3	0,0191	2	0,0202
TKM (g)	5	ran.	0,2943	0,1436	0,0995	≥ 50	0,0882	~	~
		sys.	0,3351	0,0798	0,0679	30	0,0679	8	0,0860
		ges.	0,2849	0,0732	0,0668	20	0,0675	7	0,0840
TKM (g)	6	ran.	0,1871	0,1027	0,0801	≥ 50	0,0746	~	~
		sys.	0,2020	0,0690	0,0668	7	0,0713	6	0,0728
		ges.	0,1539	0,0693	0,0660	30	0,0660	8	0,0721

EP: Anzahl an Erstproben, aus denen die Einsendungsprobe erstellt wurde. **BP:** Beprobungspunkte (5: Umlauf nach Reinigung, 6: Absackung, 1.Uml - 6.Uml: Beprobung bei wiederholten Umläufen (max. 6). Pr.Sch.: Probenahmeschemata (ran.: zufällig, sys.: systematisch, ges.: geschichtet).

Für die Absackung (BP6) liefert die Simulation einer Einsendungsprobe aus zwei zufällig entnommenen Erstproben einen Standardfehler von 0,19 g. Die Werte von s_e liegen in diesem Fall bei systematischer Probenahme bei 0,20 g und bei geschichteter Probenahme bei 0,15 g. Bei zufälliger und systematischer Probenahme fällt s_e bei zunehmender Erstprobenanzahl stetig ab. Dagegen ist bei der geschichteten Probenahme bei einer Steigerung der Erstprobenanzahl von drei auf vier ein gleich bleibender Standardfehler von 0,11 g zu beobachten. Erst bei einer weiteren Erhöhung der Erstprobenanzahl stellt sich auch hier eine kontinuierliche Abnahme von s_e ein. Bei einer Erhöhung der Erstprobenanzahl der Einsendungsprobe sinkt bei allen drei Probenahmeschemata der Standardfehler s_e kontinuierlich ab. Im Falle der systematischen und geschichteten Probenahme ist bei Einsendungsproben aus sieben bzw. dreisig oder mehr Erstproben keine nennenswerte Verringerung von s_e mehr festzustellen. Ihr Wert liegt dann bei 0,071 g bzw. 0,066 g. Dagegen sinkt s_e in diesem Bereich bei einer zufälligen Probenahme von mehr als 0,10 g auf 0,08 g ab.

3.3 Ergebnisse der Partie 2 (Winterweizen)

3.3.1 Entwicklung der Inhomogenität während der Saatgutaufbereitung

Bezüglich der Qualitätsmerkmale Reinheit und Tausendkornmasse ist die Inhomogenität der Rohware gleich bleibend auf mittlerem bis hohem Niveau. Bei den Besatzarten Klettenlabkraut und Ackervogelknöterich liegt sie auf gleich bleibend niedrigem Niveau. Bei Keimfähigkeit und Siebabgang ist eine Zunahme, bei Besatz mit weißem Gänsefuß eine Abnahme der Inhomogenität von der Annahme hin zur Reinigung festzustellen (Abbildung 3.3.1 & Abbildung 3.3.2). Direkt nach der Reinigung tritt beim Besatz mit Klettenlabkraut und der TKM signifikante Inhomogenität auf. Bei

der TKM bleibt diese bei allen folgenden Beprobungen bestehen, während sich die Inhomogenität beim Besatz mit Klettenlabkraut auflöst. Eine neuerliche Ausbildung von Inhomogenität ist bei dem Qualitätsmerkmal Keimfähigkeit zu beobachten.

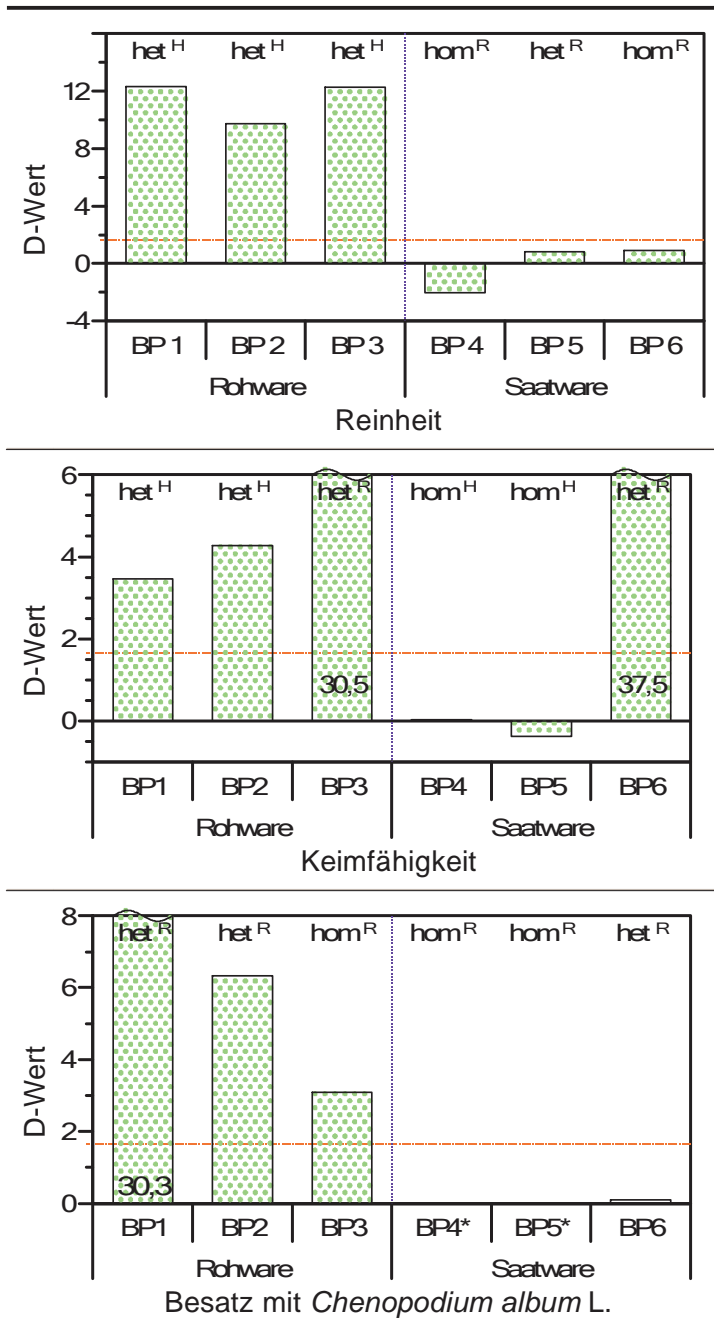


Abbildung 3.3.1 Entwicklung der Inhomogenität der bei Partie 2 erhobenen Qualitätsmerkmale während der Saatgutaufbereitung

BP1: Annahme, **BP2:** Beprobungssilo vor Reinigung, **BP3:** Umlauf vor Reinigung, **BP4:** Beprobungssilo nach Reinigung, **BP5:** Umlauf nach Reinigung, **BP6:** Absackung, **1.Uml - 6.Uml:** Beprobung bei wiederholten Umläufen (max. 6) zwischen zwei Silos, **grüne Balken:** Inhomogenitätsmaß ($D \leq 0$: homogen, $D > 0$: inhomogen), **rote Linie:** kritischer Wert ($\alpha=0.05$) für Homogenitätsannahme des D-Wertes, **blaue Linie:** Reinigung signifikante Inhomogenität nach H-Test / R-Test nachweisbar (**het^{H/R}**) oder nicht nachweisbar (**hom^{H/R}**).

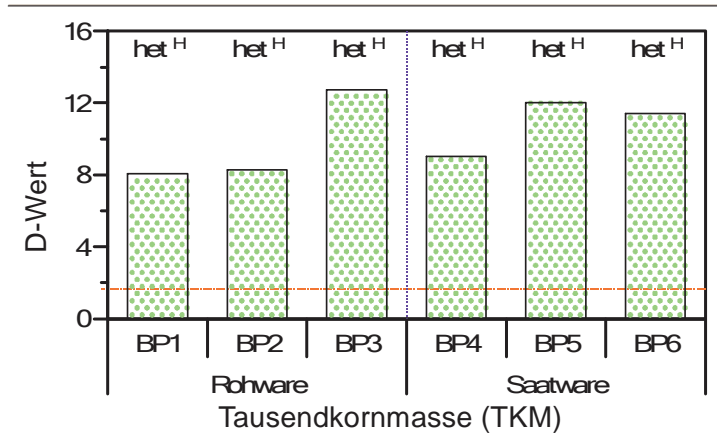
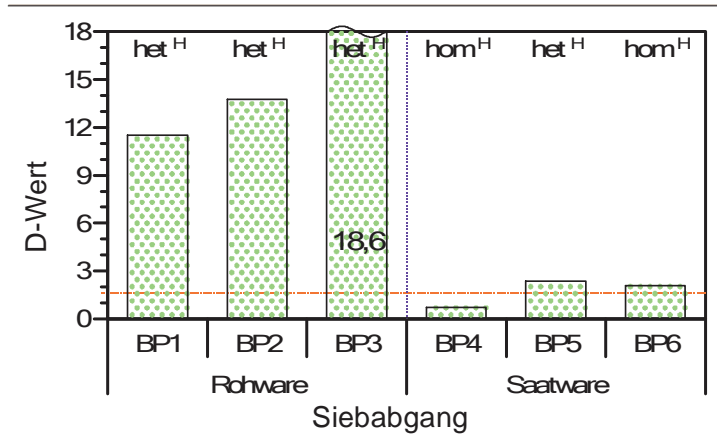
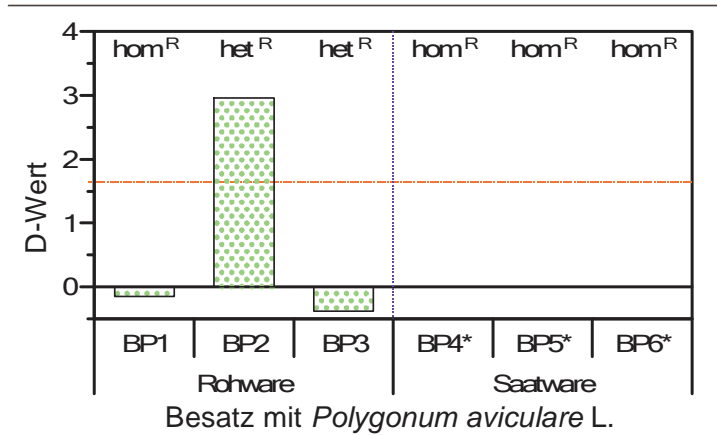
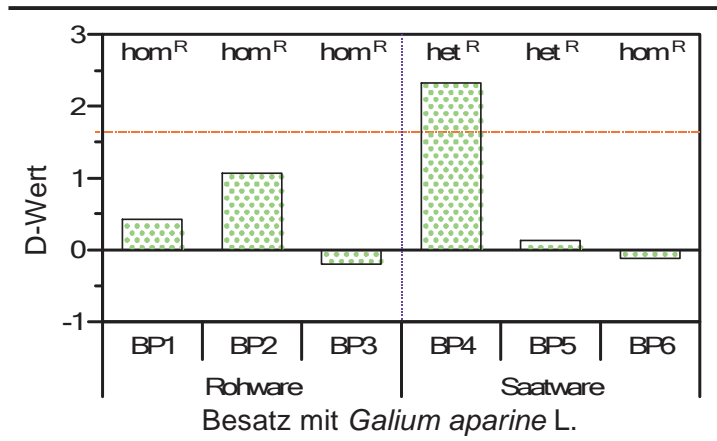


Abbildung 3.3.2 (Forts.) Entwicklung der Inhomogenität der bei Partie 2 erhobenen Qualitätsmerkmale während der Saatgutaufbereitung

BP1: Annahme, **BP2:** Beprobungssilo vor Reinigung, **BP3:** Umlauf vor Reinigung, **BP4:** Beprobungssilo nach Reinigung, **BP5:** Umlauf nach Reinigung, **BP6:** Absackung, **1.Uml - 6.Uml:** Beprobung bei wiederholten Umläufen (max. 6) zwischen zwei Silos, **grüne Balken:** Inhomogenitätsmaß ($D \leq 0$: homogen, $D > 0$: inhomogen), **rote Linie:** kritischer Wert ($\alpha=0.05$) für Homogenitätsannahme des D-Wertes, **blaue Linie:** Reinigung
Signifikante Inhomogenität nach H-Test / R-Test nachweisbar (**het^{H/R}**) oder nicht nachweisbar (**hom^{H/R}**).

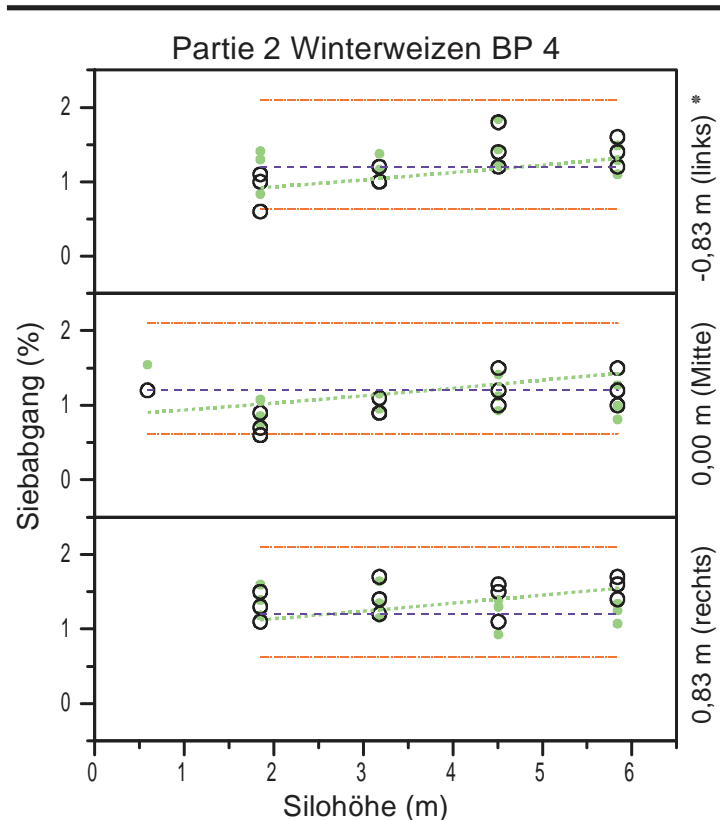
3.3.2 Trendanalyse

In der Weizenpartie 2 tritt eine relevante Ausbildung von Trends nur bei den Qualitätsmerkmalen Siebabgang und Tausendkornmasse auf. In der Rohware ist bei der Tausendkornmasse an $\frac{2}{3}$ und bei dem Siebabgang an allen Beprobungspunkten ein Trend nachweisbar. In der Saatware ist bei beiden Merkmalen an allen Beprobungspunkten ein Trend vorhanden.

Die trendbedingte Variation des Siebabganges steigt von 26 % bei der Annahme auf 83 % vor der Reinigung. Diese Entwicklung ist auch in der Saatware zu beobachten. Die durch den Trend erklärte Variation steigt hier von 35 % direkt nach der Reinigung (BP4) auf fast 58 % zum Zeitpunkt der Absackung (BP6). Der Anteil der durch den Trend erklärten Variation der Tausendkornmasse liegt bei der Rohware zwischen 25 % und 80 %. Die trendbedingte Variation nimmt dabei von der Annahme (BP1) hin zur Reinigung (BP3) zu. Nach der Reinigung liegt der trendbedingte Variationsanteil zwischen 46 % und 62 %, wobei die höchsten Werte in den der Reinigung folgenden Umläufen (BP5, BP6) erreicht werden.

Siebabgang

Bei der Annahme (BP1) ist eine periodische Schwankung des Siebabganges festzustellen (Abbildung 3.3.3 & Abbildung 3.3.4). Bei der nachfolgenden Beprobung im Beprobungssilo (BP2) ist diese nicht nachzuweisen, dafür nimmt dort, mit zunehmendem Abstand vom Silozentrum,



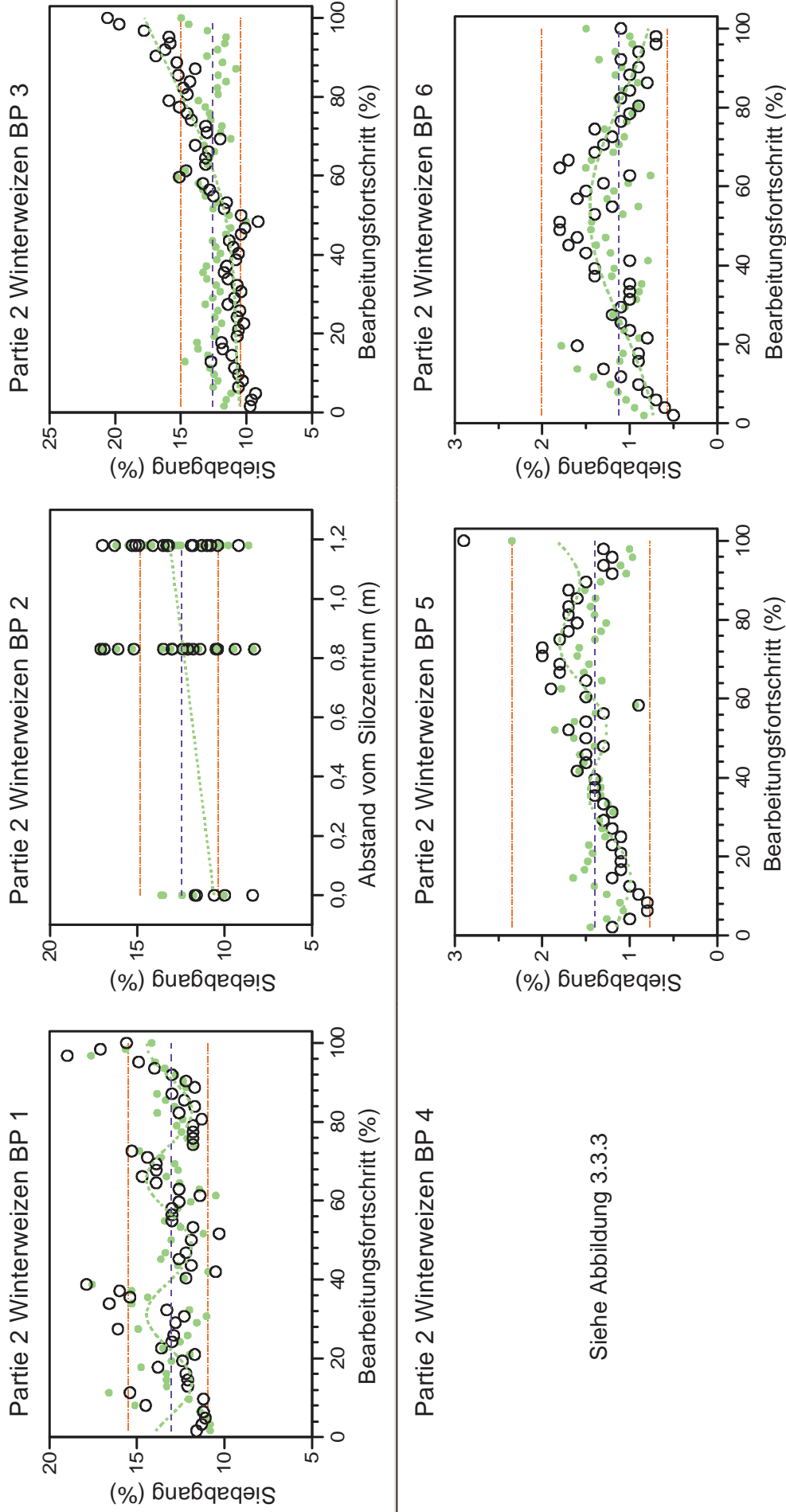
dem Abstand vom Silozentrum, der Anteil der Samen mit Untergröße zu. Mit fortschreitender Entleerung des Beprobungssilos (BP3) wächst der Siebabgang deutlich an. Überlagert wird diese Zunahme von einer regelmäßigen Schwankung mit einer Zyklusdauer t_λ von 0,37.

Abbildung 3.3.3 Räumliche Gradienten des Siebabganges der Weizenpartie 2 im Beprobungssilo. Der Hauptgradient liegt in Richtung der Silohöhe. Rechts des Diagramms ist die Silobreite festgehalten.

- - - Mittelwert
 Trend
 O Werte der Erstproben
 - - - Grenzen des Toleranzintervalls
● trendbereinigt Werte

BP1: Annahme, BP2: Beprobungssilo vor Reinigung, BP3: Umlauf vor Reinigung, BP4: Beprobungssilo nach Reinigung, BP5: Umlauf nach Reinigung, BP6: Absackung, *: Silobreite

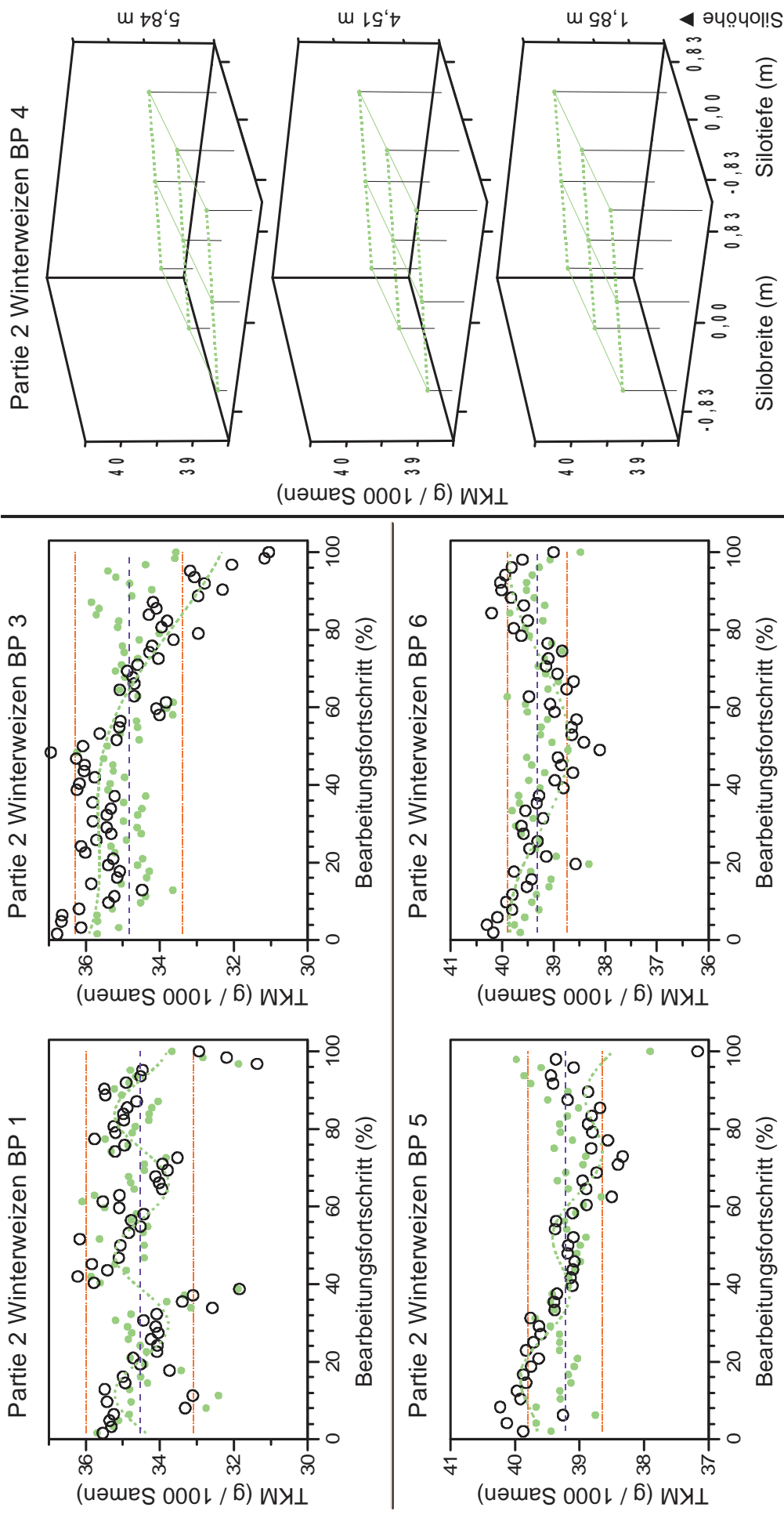
Abbildung 3.3.4 Systematische Trends des Siebabganges in der Weizenpartie 2 an verschiedenen Beprobungspunkten.



Siehe Abbildung 3.3.3

BP1: Annahme, **BP2:** Beprobungssilo vor Reinigung, **BP3:** Umlauf vor Reinigung, **BP4:** Beprobungssilo nach Reinigung, **BP5:** Umlauf nach Reinigung, **BP6:** Absackung, **1. Uml - max. 6.Uml:** Beprobung bei wiederholten Umläufen.
 - - - Mittelwert, Trend, ○ Werte der Erstproben, --- Grenzen des Konfidenzintervalls, ● trendbereinigte Werte

Abbildung 3.3.5 Systematische Trends der Tausendkorntmasse in der Winterweizenpartie 2 an verschiedenen Beprobungspunkten.



BP1: Annahme, **BP2:** Beprobungssilo vor Reinigung, **BP3:** Umlauf vor Reinigung, **BP4:** Beprobungssilo nach Reinigung, **BP5:** Umlauf nach Reinigung, **BP6:** Absackung, **1. Uml - max. 6. Uml:** Beprobung bei wiederholten Umläufen.
 - - - - - Mittelwert, Trend, ○ Werte der Erstproben, - - - - - Grenzen des Konfidenzintervalls, ● trendbereinigte Werte

Dieser Trend, überlagert von einem Gradienten zwischen linker und rechter Seite des Silos, findet sich in Form eines mit der Höhe ansteigenden Siebabganges bei der Beprobung des Beprobungssilos (BP4) wieder. Auch die im folgenden Umlauf (BP5) und bei der Absackung (BP6) beobachtbaren Trends des Siebabganges sind bei Partie 2 deutlich ausgeprägt.

Tausendkornmasse

Bei der Annahme (BP1) unterliegt die TKM der Erstproben der Partie 2 regelmäßigen Schwankungen (Abbildung 3.3.5). Bei dem der Reinigung vorangehenden Umlauf (BP3) nimmt die TKM der Erstproben kontinuierlich ab. Diese Abnahme wird von einer periodischen Schwankung mit einer Zyklusdauer t_λ von 1,0 überlagert. Sie kann auch nach der Reinigung im Beprobungssilo (BP4) noch in Form einer mit der Höhe abnehmenden TKM nachgewiesen werden. Dieser Gradient wird noch von Gradienten zwischen linker und rechter und Vorder- und Hinterseite des Silos überlagert. Bei der Absackung der Partie 2 ist nur noch eine Schwankung der TKM mit einer Zyklusdauer t_λ von 0,91 vorhanden.

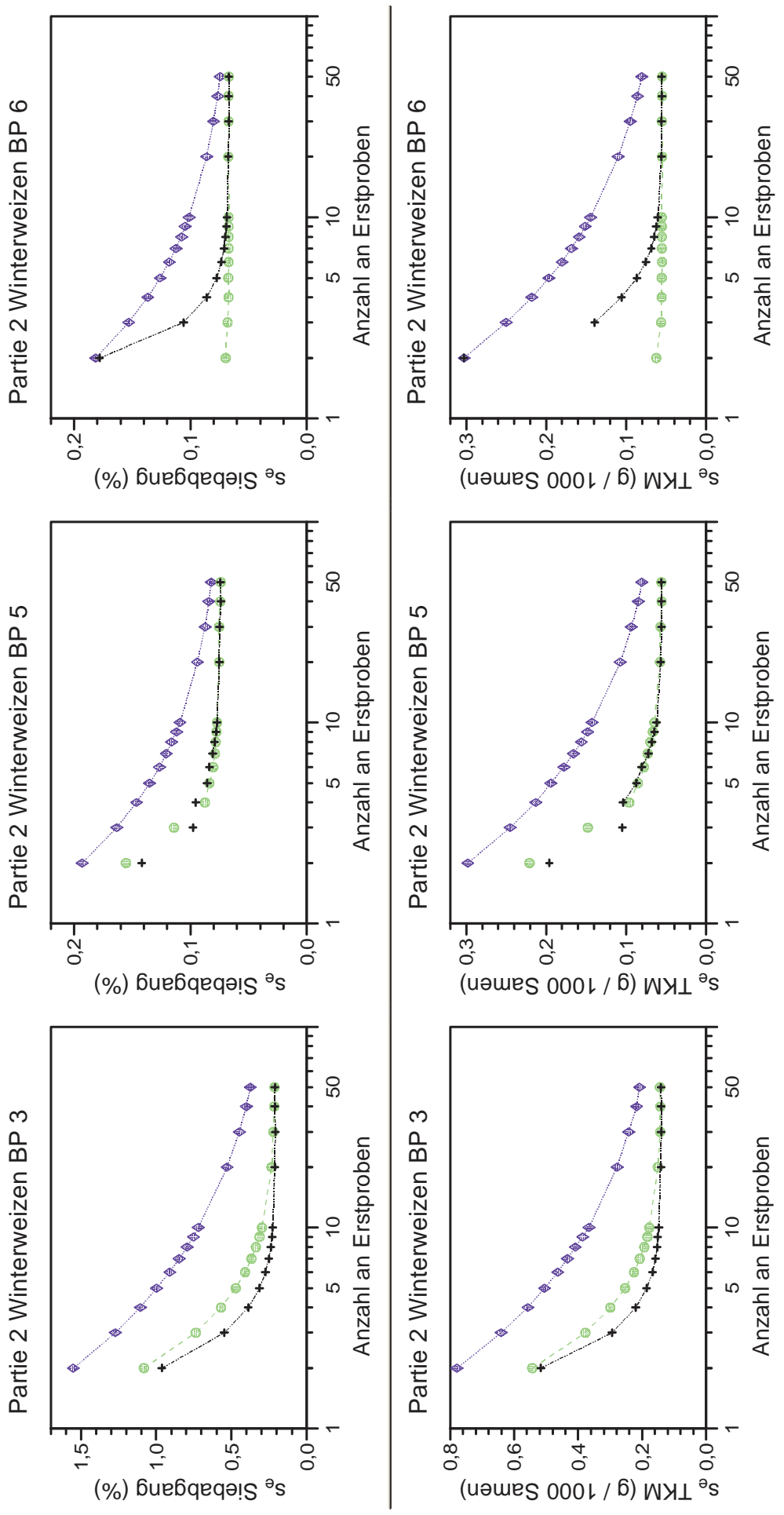
3.3.3 Simulationsergebnisse

Siebabgang

Für die Simulation des Siebabganges von Erstproben, die direkt vor der Reinigung (BP3) aus Partie 2 gezogen wurden, ergibt sich für den Standardfehler s_e einer Einsendungsprobe bei zufälliger Entnahme zweier Erstproben ein Wert von 1,55 %, bei systematischer Entnahme 1,08 % und bei geschichteter Entnahme ein Wert von 0,96 %. Bei allen Probenahmeschemata fällt s_e bei zunehmender Erstprobenanzahl stetig ab, wobei die Reihenfolge s_e (zufällig) > s_e (systematisch) > s_e (geschichtet) erhalten bleibt (Abbildung 3.3.6). Im Falle der geschichteten Probenahme ist ab neun, im Falle der systematischen ab zehn Erstproben keine nennenswerte Verringerung mehr von s_e festzustellen. Mit Standardfehlern von 0,23 % bzw. 0,29 % unterschreiten sie zu diesem Zeitpunkt schon den Standardfehler von 0,38 % bei zufälliger Probenahme von 50 Erstproben.

Für den nach der Reinigung durchgeführten Umlauf (BP5) liefert die Simulation bei zufälliger Probenahme zweier Erstproben einen Standardfehler von 0,19 %. Die Werte von s_e liegen hier bei systematischer Probenahme bei 0,15 % und bei geschichteter Probenahme bei 0,14 %. Im Vergleich liefert bei Einsendungsproben mit weniger als vier Erstproben die geschichtete Probenahme den kleinsten Standardfehler, bei mehr Erstproben ist s_e (systematisch) am kleinsten. Das zufällige Probenahmeschema erreicht bei Einsendungsproben aus 50 Erstproben einen Wert des Standardfehlers s_e von 0,082 %. Dieser Wert wird bei einer Erstellung der Einsendungsprobe mittels systematischer und geschichteter Probenahme jeweils ab sieben Erstproben unterschritten (Tabelle 3.3.1).

Abbildung 3.3.6 Standardfehler s_e von Einsendungsproben bei verschiedenen Beprobungsschemata, Erstprobengrößen und -anzahlen.



Standardfehler s_e der Abbildungen beinhaltet **trend- und stichprobenbedingte Streuung**.

\blacktriangle : geschichtete Probenentnahme, \bullet : systematische Probenentnahme, \blacklozenge : zufällige Probenentnahme.

BP1: Annahme, **BP2**: Beprobungssilo vor Reinigung, **BP3**: Umlauf vor Reinigung, **BP4**: Beprobungssilo nach Reinigung, **BP5**: Umlauf nach Reinigung, **BP6**: Absackung, **1. Uml - max. 6.Uml**: Beprobung bei wiederholten Umläufen.

Für die Absackung (BP6) liefert die Simulation einer Einsendungsprobe aus zwei zufällig entnommenen Erstproben einen Standardfehler von 0,18 %. Bei systematischer Probenahme liegen die Werte von s_e bei 0,07 % und bei geschichteter Probenahme bei 0,18 %. Bei steigender Erstprobenanzahl nimmt der Standardfehler s_e der geschichteten Probenahme stark ab, sodass dieser ab 20 Erstproben mit einem Wert von 0,067 % mit dem der systematischen Probenahme zu vergleichen ist. Bei zufälliger Probenahme wird dieser Wert auch bei Einsendungsproben aus 30 Erstproben nicht erreicht.

Tausendkornmasse

Für die Simulation der Tausendkornmasse von Erstproben, die direkt vor der Reinigung (BP3) aus Partie 2 gezogen wurden, ergibt sich für den Standardfehler s_e einer Einsendungsprobe aus zwei zufällig aus der Partie gezogenen Erstproben ein Wert von 0,78 g, bei zwei systematisch gezogenen Erstproben 0,54 g und bei zwei zufälligen Erstproben aus zwei Schichten ein Wert von 0,52 g. Bei allen Probenahmeschemata fällt s_e bei zunehmender Erstprobenanzahl stetig ab, wobei die Reihenfolge s_e (zufällig) > s_e (systematisch) > s_e (geschichtet) erhalten bleibt. Bei geschichteter Probenahme erreicht s_e bei 10 Erstproben, bei systematischer Probenahme bei 20 Erstproben ein Wert von 0,15 g. Im weiteren ist bei beiden keine nennenswerte Verringerung von s_e mehr festzustellen. Bei zufälliger Probenahme nimmt s_e bis zu einer Erstprobenanzahl von 50 Stück stetig ab und erreicht dann einen Wert von 0,21 g.

Tabelle 3.3.1 Standardfehler s_e für Einsendungsproben aus gereinigter Saatware der Winterweizenpartie 2 bei 2, 10 und 30 Erstproben in Abhängigkeit vom Probenahmeschema. Erstprobenanzahl $EP_{(GD)}$ mit Standardfehler $s_{e(GD)}$, bei der sich der Standardfehler der verschiedenen Probenahmeschemata bei weiterer Erhöhung der Erstprobenanzahl um weniger als 2 % verringert (Grenzwertdifferenz). Bei systematischer und geschichteter Probenahme notwendige Erstprobenanzahl $EP_{(AV)}$ um einen zu dem Standardfehler $s_{e(GD)}$ der zufälligen Probenahme gleichwertigen oder kleineren Standardfehler $s_{e(AV)}$ zu erreichen.

Merkmal	BP	Pr.Sch.	$s_e(2)$	$s_e(10)$	$s_e(30)$	$EP_{(GD)}$	$s_{e(GD)}$	$EP_{(AV)}$	$s_{e(AV)}$
Siebabg. (%)	5	ran.	0,1931	0,1090	0,0875	≥ 50	0,0823	~	~
		sys.	0,1554	0,0771	0,0754	7	0,0789	6	0,0805
		ges.	0,1417	0,0771	0,0750	7	0,0808	7	0,0808
Siebabg. (%)	6	ran.	0,1814	0,1012	0,0802	≥ 50	0,0744	~	~
		sys.	0,0697	0,0671	0,0673	3	0,0681	2	0,0697
		ges.	0,1781	0,0685	0,0673	7	0,0711	6	0,0735
TKM (g)	5	ran.	0,2980	0,1427	0,0934	≥ 50	0,0803	~	~
		sys.	0,2209	0,0645	0,0572	40	0,0558	6	0,0777
		ges.	0,1962	0,0620	0,0558	20	0,0568	7	0,0725
TKM (g)	6	ran.	0,3027	0,1445	0,0950	≥ 50	0,0807	~	~
		sys.	0,0623	0,0555	0,0555	3	0,0563	2	0,0623
		ges.	0,3032	0,0605	0,0558	20	0,0557	6	0,0754

EP: Anzahl an Erstproben, aus denen die Einsendungsprobe erstellt wurde. **BP:** Beprobungspunkte (5: Umlauf nach Reinigung, 6: Absackung, 1.Uml - 6.Uml: Beprobung bei wiederholten Umläufen (max. 6). **Pr.Sch.:** Probenahmeschemata (ran.: zufällig, sys.: systematisch, ges.: geschichtet).

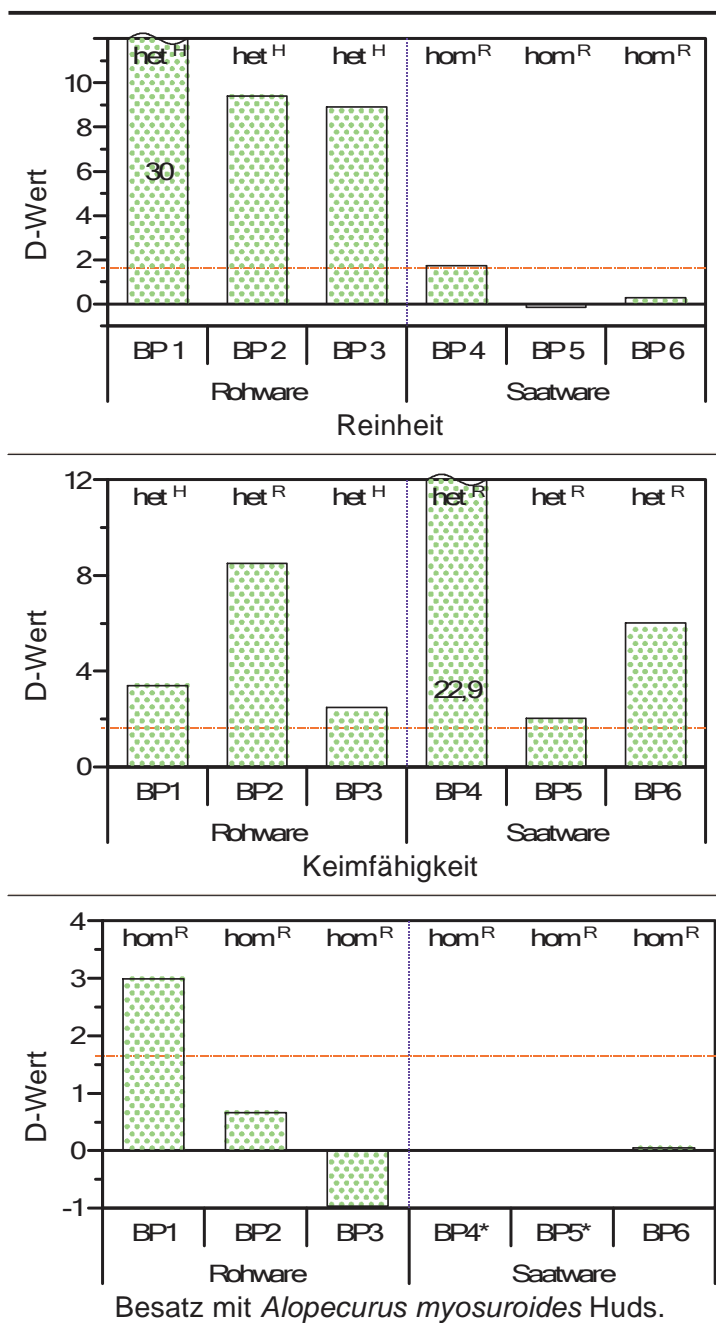
Für den nach der Reinigung durchgeführten Umlauf (BP5) liefert die Simulation bei zufälliger Probenahme zweier Erstproben einen Standardfehler von 0,30 g. Die Werte von s_e liegen hier bei systematischer Probenahme bei 0,22 g und bei geschichteter Probenahme bei 0,20 g. Im Vergleich liefert bei Einsendungsproben mit weniger als vier Erstproben die geschichtete Probenahme den kleinsten Standardfehler, bei mehr Erstproben ist der Standardfehler systematischer Probenahme am kleinsten. Das zufällige Probenahmeschema erreicht bei Einsendungsproben aus 30 Erstproben einen Wert des s_e von 0,08 g. Dieser Wert wird bei einer Erstellung der Einsendungsprobe mittels systematischer und geschichteter Probenahme ab sechs bzw. ab sieben Erstproben unterschritten.

Für die Absackung (BP6) liefert die Simulation einer Einsendungsprobe aus zwei zufällig entnommenen Erstproben einen Standardfehler von 0,30 g. Die Werte von s_e liegen in diesem Fall bei systematischer Probenahme bei 0,06 g und bei geschichteter Probenahme bei rund 0,30 g. Bei steigender Erstprobenanzahl nimmt der Standardfehler s_e der geschichteten Probenahme stark ab, sodass ihr Standardfehler ab 20 Erstproben mit einem Wert von 0,055 g mit dem der systematischen Probenahme zu vergleichen ist. Bei zufälliger Probenahme wird dieser Wert auch bei Einsendungsproben aus 30 Erstproben nicht erreicht.

3.4 Ergebnisse der Partie 3 (Sommerweizen)

3.4.1 Entwicklung der Inhomogenität während der Saatgutaufbereitung

Bei der Reinheit und dem Besatz mit weißem Gänsefuß, Ackerfuchsschwanz und Vogelknöterich liegen die D-Werte zum Zeitpunkt der Annahme (BP1) zwischen drei (Ackerfuchsschwanz) und 40 (weißer Gänsefuß). Nach der Annahme werden die Partien bezüglich dieser Merkmale zunehmend homogener (Abbildung 3.4.1 & Abbildung 3.4.2). Nach der Reinigung ist keine neuerliche Ausbildung von Inhomogenität zu beobachten. Auch bezüglich des Siebabgangs ist vor der Reinigung eine stetige Zunahme der Homogenität zu beobachten. Nach der Reinigung wächst die Inhomogenität jedoch kontinuierlich an,



jedoch kontinuierlich an, sodass bei der Absackung wieder signifikante Inhomogenität vorhanden ist. Die Partie weist bei den Qualitätsmerkmalen TKM und Keimfähigkeit an allen Beprobungspunkten signifikante Inhomogenität auf. Im Gegensatz zur Tausendkornmasse sind bei der Keimfähigkeit aber deutlich stärkere Schwankungen des Inhomogenitätsniveaus während der Aufbereitung festzustellen.

Abbildung 3.4.1 Entwicklung der Inhomogenität der bei Partie 3 erhobenen Qualitätsmerkmale während der Saatgutaufbereitung.

BP1: Annahme, **BP2:** Beprobungssilo vor Reinigung, **BP3:** Umlauf vor Reinigung, **BP4:** Beprobungssilo nach Reinigung, **BP5:** Umlauf nach Reinigung, **BP6:** Absackung, **1.Uml - 6.Uml:** Beprobung bei wiederholten Umläufen (max. 6) zwischen zwei Silos, **grüne Balken:** Inhomogenitätsmaß ($D \leq 0$: homogen, $D > 0$: inhomogen), **rote Linie:** kritischer Wert ($\alpha=0.05$) für Homogenitätsannahme des D-Wertes, **blaue Linie:** Reinigung signifikante Inhomogenität nach H-Test / R-Test nachweisbar (**het^{H/R}**) oder nicht nachweisbar (**hom^{H/R}**).

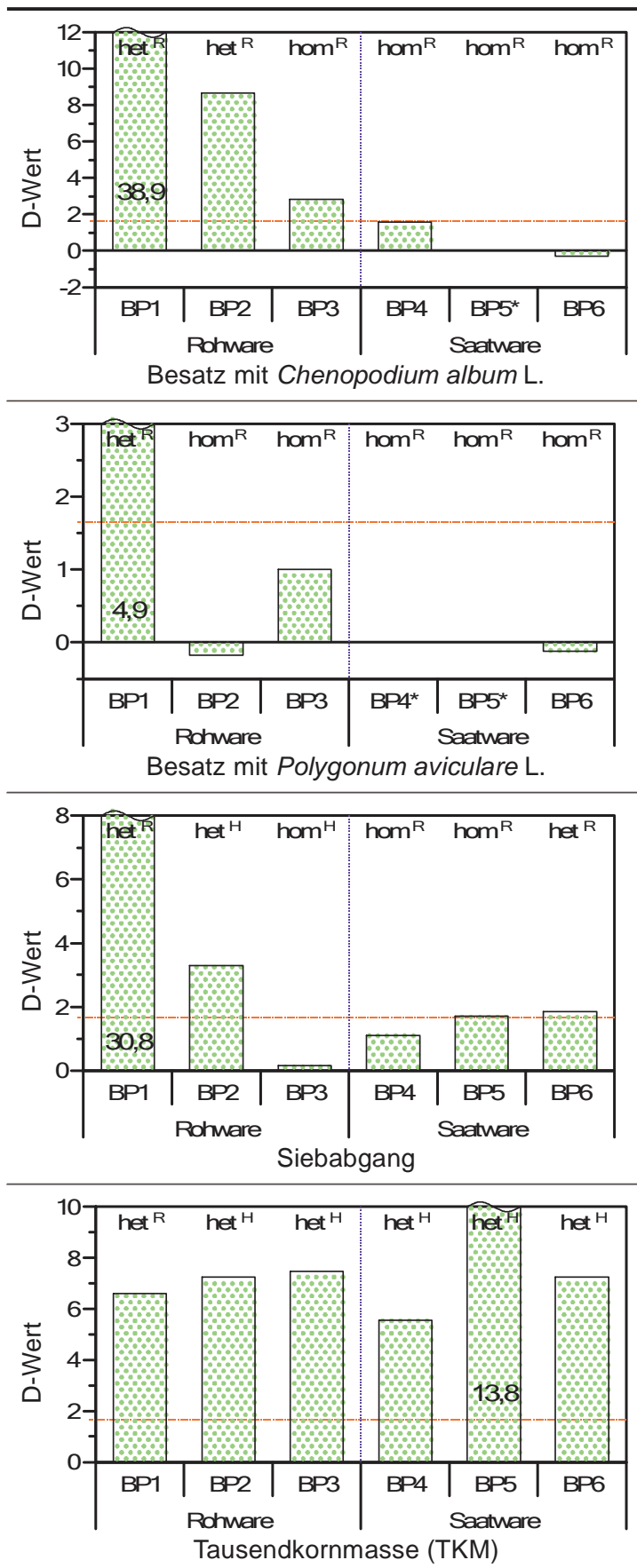


Abbildung 3.4.2 (Forts.) Entwicklung der Inhomogenität der bei Partie 3 erhobenen Qualitätsmerkmale während der Saatgutauflbereitung.

BP1: Annahme, **BP2:** Beprobungssilo vor Reinigung, **BP3:** Umlauf vor Reinigung, **BP4:** Beprobungssilo nach Reinigung, **BP5:** Umlauf nach Reinigung, **BP6:** Absackung, **1.Uml - 6.Uml:** Beprobung bei wiederholten Umläufen (max. 6) zwischen zwei Silos, **grüne Balken:** Inhomogenitätsmaß ($D \leq 0$: homogen, $D > 0$: inhomogen), **rote Linie:** kritischer Wert ($\alpha=0.05$) für Homogenitätsannahme des D-Wertes, **blaue Linie:** Reinigung signifikante Inhomogenität nach H-Test / R-Test nachweisbar (**het^{H/R}**) oder nicht nachweisbar (**hom^{H/R}**).

3.4.2 Trendanalyse

In der Weizenpartie 3 tritt eine relevante Ausbildung von Trends bei den Qualitätsmerkmalen Reinheit und Tausendkornmasse auf. In der Rohware ist bei der Reinheit an allen und bei der Tausendkornmasse an $\frac{2}{3}$ der Beprobungspunkte ein Trend nachweisbar. In der Saatware kehrt sich dies um.

Die trendbedingte Variation steigt bei beiden Merkmalen in der Rohware von der Annahme bis zur Reinigung von unter 25 % auf über 75 %. Diese Entwicklung ist bei der Tausendkornmasse auch in der Saatware zu beobachten. Die durch den Trend erklärte Variation steigt hier von rund 50 % direkt nach der Reinigung (BP4) auf fast 70 % zum Zeitpunkt der Absackung (BP6). Bei der Reinheit ist keine klare Entwicklung zu erkennen.

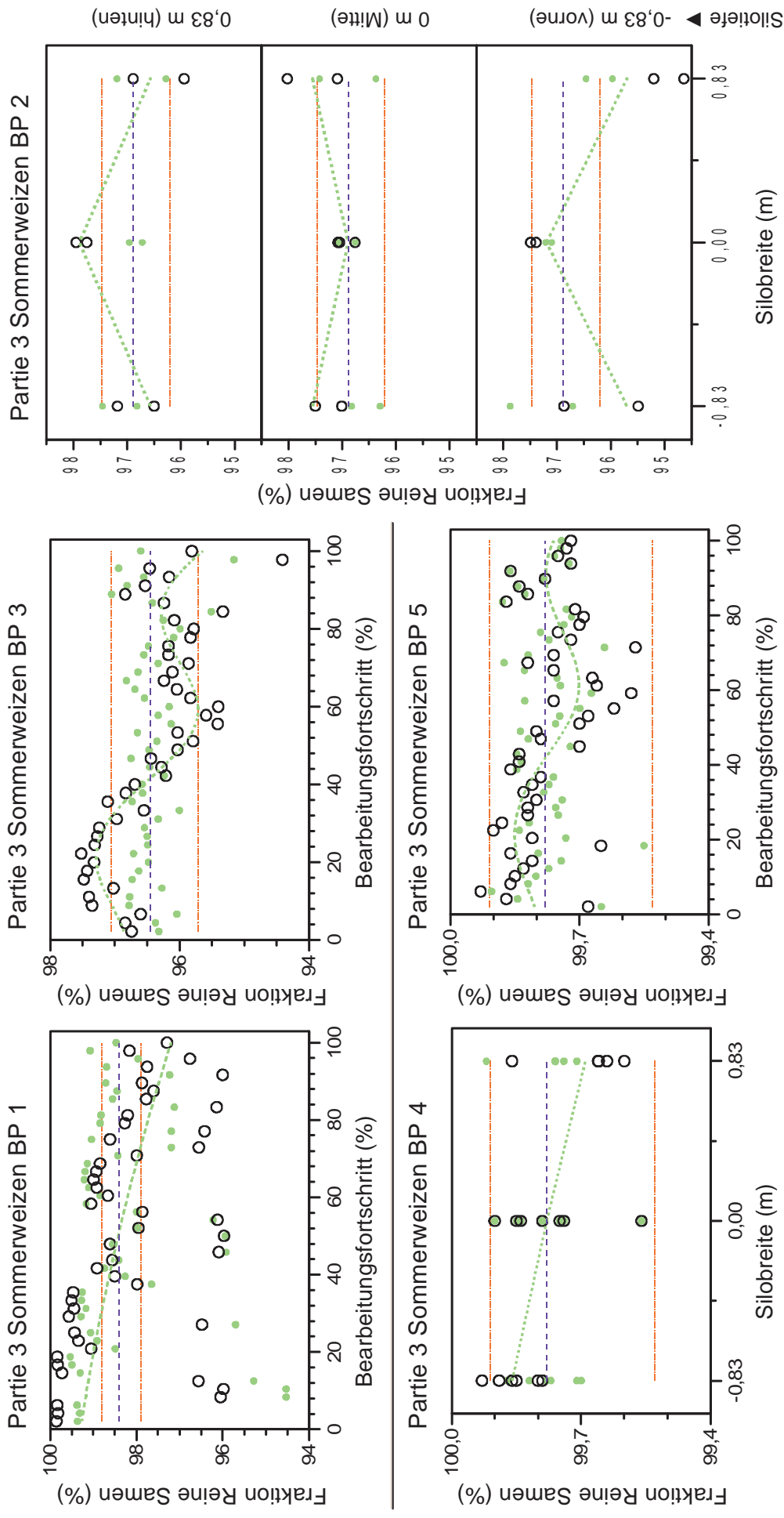
Reinheit

Bei allen Probenahmen während der Durchläufe, vor und nach der Reinigung, ist eine systematische Abnahme der Reinheit zu beobachten (Abbildung 3.4.3). Diese Abnahme wird nach der Annahme noch von Schwankungen mit einer Zyklusdauer t_λ von mindestens 0,63 überlagert. Im Beprobungssilo sind regelmäßig horizontale Gradienten in Silobreite und Silotiefe vorhanden.

Tausendkornmasse

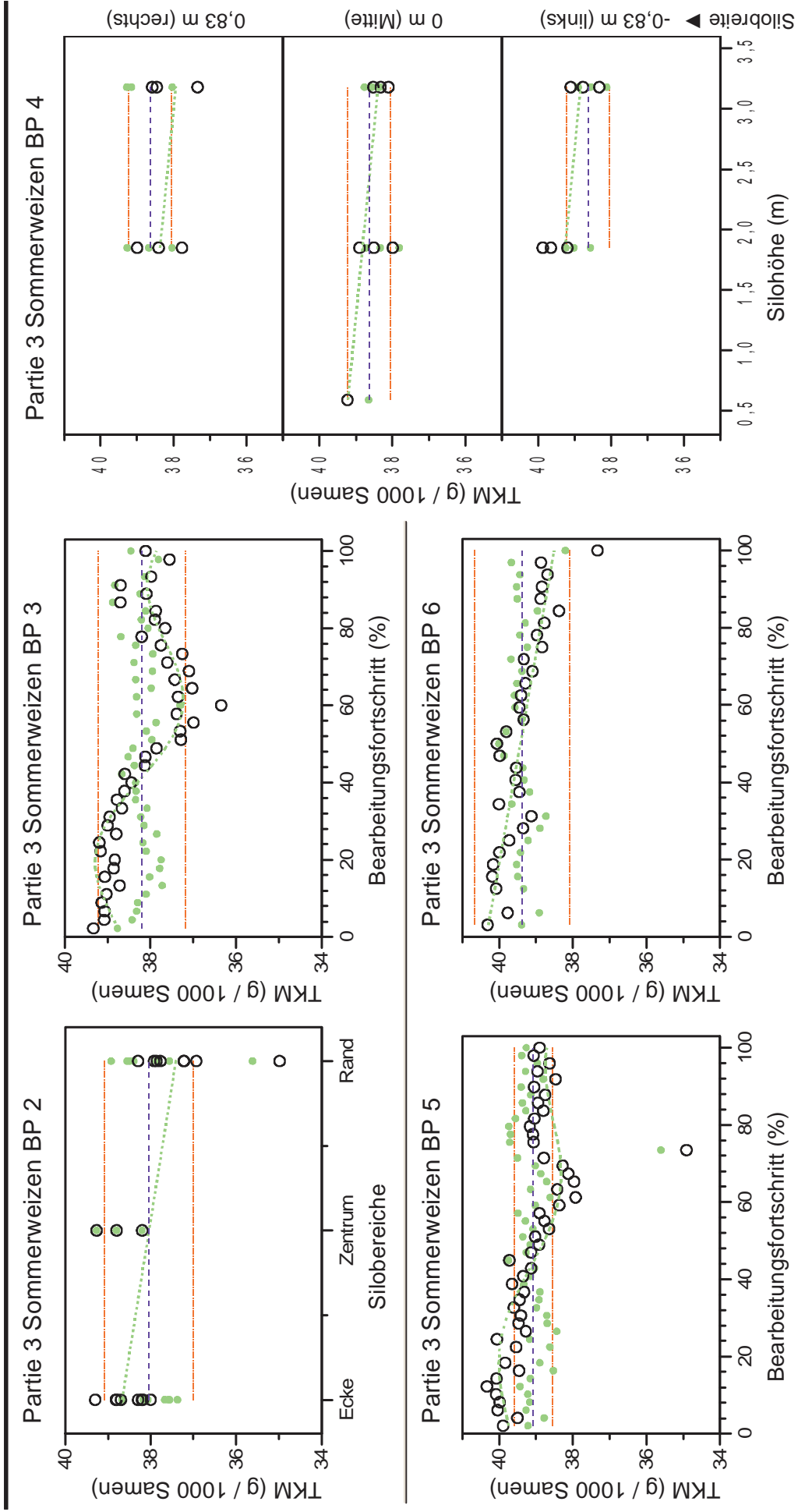
Bei Partie 3 ist zum Zeitpunkt der Annahme kein signifikanter Trend nachweisbar (Abbildung 3.4.4). Bei der nachfolgenden Beprobung der Partie im Silo ist ein deutlicher Gradient zwischen den Ecken und den restlichen Bereichen des Silos zu erkennen. Im folgenden Umlauf (BP3) nimmt die TKM der Erstproben kontinuierlich ab. Diese Abnahme wird durch Schwankungen mit einer Zyklusdauer t_λ von 0,71 überlagert. Nach der Reinigung kann diese Abnahme auch im Beprobungssilo (BP4) noch in Form einer mit der Höhe abnehmenden TKM nachgewiesen werden. Dieser Trend bleibt bis zur Absackung bestehen.

Abbildung 3.4.3 Systematische Trends der Fraktion Reine Samen in der Sommerweizenpartie 3 an verschiedenen Beprobungspunkten.



BP1: Annahme, BP2: Beprobungssilo vor Reinigung, BP3: Umlauf vor Reinigung, BP4: Beprobungssilo nach Reinigung, BP5: Umlauf nach Reinigung, BP6: Absackung,
 1. Uml - max. 6.Uml: Beprobung bei wiederholten Umläufen.
 - - - Mittelwert, - - - - - Trend, ○ Werte der Erstproben, - - - - - Grenzen des Konfidenzintervalls, ● trendbereinigte Werte

Abbildung 3.4.4 Systematische Trends der Tausendkorntrends in der Sommerweizenpartie 3 an verschiedenen Beprobungspunkten.



BP1: Annahme, **BP2:** Beprobungssilo vor Reinigung, **BP3:** Umlauf vor Reinigung, **BP4:** Beprobungssilo nach Reinigung, **BP5:** Umlauf nach Reinigung, **BP6:** Absackung,
1. Uml - max. 6. Uml: Beprobung bei wiederholten Umläufen.
 - - - Mittelwert, - - - - - Trend, ○ Werte der Eisproben, - - - - - Grenzen des Konfidenzintervalls, ● trendbereinigte Werte

3.4.3 Simulationsergebnisse

Reinheit

Bei der Erstellung einer Einsendungsprobe aus zwei Erstproben, die bei der Annahme (BP1) aus der Partie 3 gezogen werden, beträgt der Standardfehler s_e in Abhängigkeit von dem angewandten Beprobungsschema 0,44 % bei zufälliger, 0,31 % bei systematischer und 0,23 % bei geschichteter Entnahme der Erstproben (Abbildung 3.4.5). Bei einer Erhöhung der Erstprobenanzahl sinkt bei allen drei Probenahmeschemata der Standardfehler s_e kontinuierlich ab, wobei die Reihenfolge s_e (zufällig) > s_e (systematisch) > s_e (geschichtet) erhalten bleibt. Bei der geschichteten Probenahme ist ab 10 Erstproben, bei der systematischen Probenahme ab 30 Erstproben keine nennenswerte Verringerung von s_e mehr festzustellen. Mit einem Wert von 0,08 % liegt ihr Standardfehler dann deutlich unter dem Wert, der von Einsendungsproben bei zufälliger Entnahme von 30 Erstproben erreicht wird.

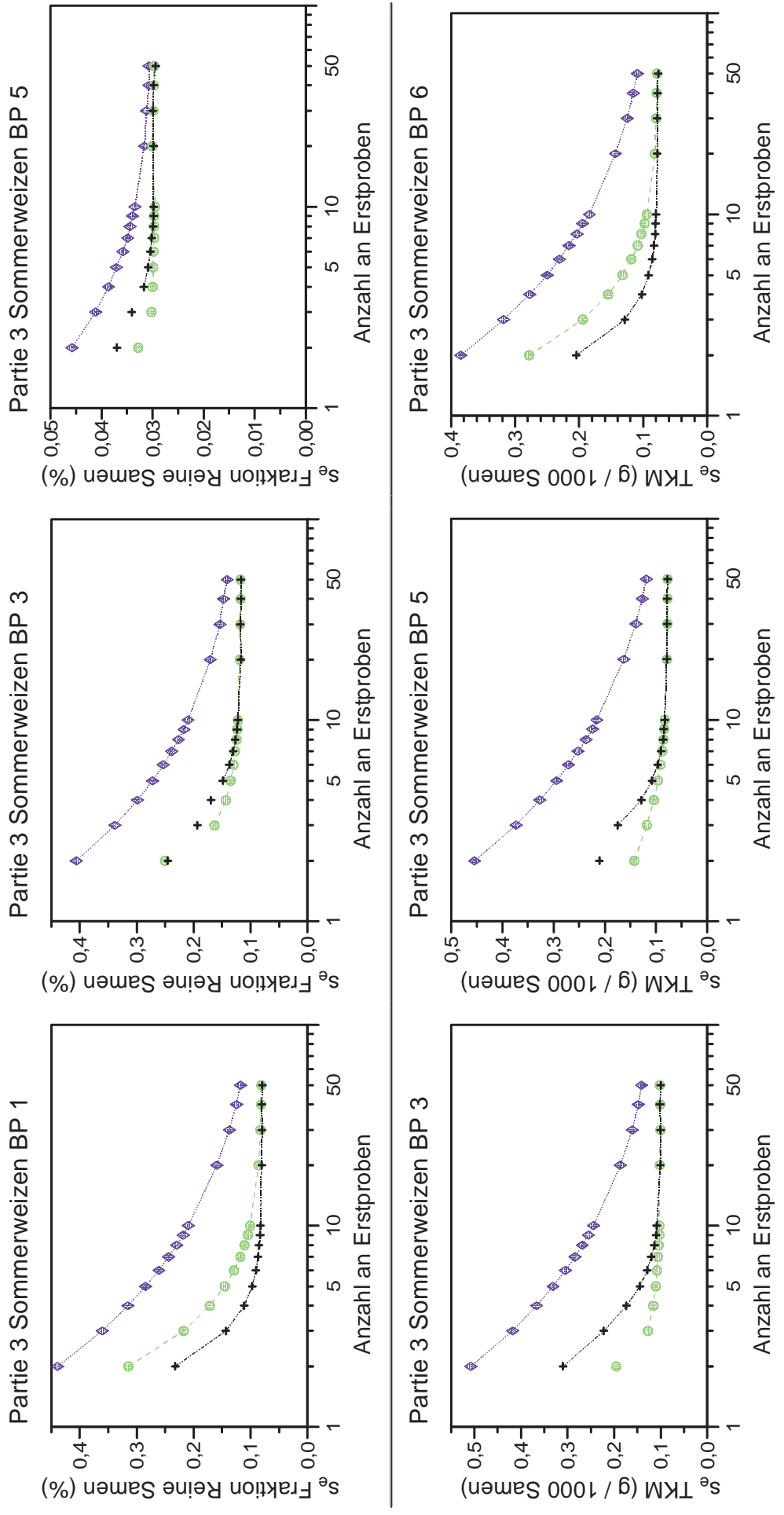
Für den direkt vor der Reinigung durchgeführten Umlauf (BP3) liefert die Simulation bei zufälliger Probenahme zweier Erstproben einen Standardfehler der Einsendungsprobe von 0,41 %. Die Werte von s_e liegen hier bei systematischer und geschichteter Probenahme bei 0,25 %. Der Standardfehler bei geschichteter Probenahme liegt bei einer Erhöhung der Anzahl an Erstproben auf drei und mehr stets über dem der systematischen Probenahme, nähert sich diesem jedoch zunehmend an. Ab einer Erstprobenanzahl von 10 ist kein Unterschied zwischen systematischer und geschichteter Probenahme mehr festzustellen. Der Wert des Standardfehlers der Einsendungsprobe liegt dann bei rund 0,12 %. Der niedrigste Wert, der bei zufälliger Probenahme erreicht wird, liegt bei 0,14 %.

Für den der Reinigung folgenden Umlauf (BP5) liefert die Simulation einer Einsendungsprobe aus zwei zufällig entnommenen Erstproben einen Standardfehler von 0,046 %. Die Werte von s_e liegen in diesem Fall bei systematischer Probenahme 0,033 % und bei geschichteter Probenahme bei 0,037 %. Bei einer Erhöhung der Erstprobenanzahl sinkt bei allen drei Probenahmeschemata der Standardfehler s_e kontinuierlich ab. Eine Änderung der oben genannten Reihenfolge erfolgt nicht. Im Falle der systematischen und geschichteten Probenahme ist ab drei bzw. fünf Erstproben keine nennenswerte Verringerung von s_e mehr festzustellen. Der Standardfehler liegt dann bei rund 0,030 % bzw. 0,031 %. Dieser Wert wird bei zufälliger Probenahme erst bei mehr als 30 Erstproben erreicht (Tabelle 3.4.1).

Tausendkornmasse

Für die Simulation der Tausendkornmasse von Erstproben, die direkt vor der Reinigung (BP3) aus Partie 1 gezogen wurden, ergibt sich für den Standardfehler s_e einer Einsendungsprobe aus zwei zufällig aus der Partie gezogenen Erstproben ein Wert von ca. 0,51 g, bei zwei systematisch gezogenen Erstproben 0,20 g und bei zwei zufälligen Erstproben aus zwei Schichten ein Wert von rund 0,31 g.

Abbildung 3.4.5 Standardfehler s_e von Einsendungsproben bei verschiedenen Beprobungsschemata, Erstprobengrößen und -anzahlen.



Standardfehler s_e der Abbildungen beinhaltet **trend- und stichprobenbedingte Streuung**.

◆: geschichtete Probenentnahme, ●: systematische Probenentnahme, ◆: zufällige Probenentnahme.

BP1: Annahme, **BP2**: Beprobungssilo vor Reinigung, **BP3**: Beprobungssilo nach Reinigung, **BP4**: Umlauf vor Reinigung, **BP5**: Umlauf nach Reinigung, **BP6**: Absackung, 1. Uml - max. 6. Uml: Beprobung bei wiederholten Umläufen.

Bei allen Probenahmeschemata fällt s_e bei zunehmender Erstprobenanzahl stetig ab, eine Veränderung der Reihenfolge der Standardfehler der Probenahmeschemata erfolgt nicht. Im Falle der geschichteten Probenahme ist ab 9, im Falle der systematischen ab 6 Erstproben keine nennenswerte Verringerung von s_e mehr festzustellen. Im Gegensatz dazu fällt bei zufälliger Probenahme s_e in dem Bereich von 10 bis 50 Erstproben noch um mehr als 50 % von 0,3 g auf 0,14 g ab.

Für den nach der Reinigung durchgeführten Umlauf (BP5) liefert die Simulation bei zufälliger, geschichteter und systematischer Probenahme zweier Erstproben Standardfehler der Einsendungsprobe von 0,45 g, 0,21 g und 0,14 g. Bei einer Erhöhung der Erstprobenanzahl wird der Standardfehler s_e bei allen drei Probenahmeschemata stetig kleiner. Bei Erhöhung der Erstprobenanzahl auf 8 Stück erreicht der Standardfehler mit einem Wert von 0,086 g bei geschichteter und systematischer Probenahme selbes Niveau. Bei dieser Erstprobenanzahl liegt der Standardfehler bei zufälliger Probenahme bei 0,24 g. Ab einer Erstprobenanzahl von 20 Stück ist bei geschichteter und systematischer Probenahme keine nennenswerte Verringerung von s_e mehr festzustellen. Ihr Standardfehler liegt mit einem Wert von 0,079 g deutlich unter dem Wert von 0,12 g, der bei einer zufälligen Probenahme von 50 Erstproben erreicht wird.

Tabelle 3.4.1 Standardfehler s_e für Einsendungsproben aus gereinigter Saatware der Sommerweizenpartie 3 bei 2, 10 und 30 Erstproben in Abhängigkeit vom Probenahmeschema. Erstprobenanzahl $EP_{(GD)}$ mit Standardfehler $s_{e(GD)}$, bei der sich der Standardfehler der verschiedenen Probenahmeschemata bei weiterer Erhöhung der Erstprobenanzahl um weniger als 2 % verringert (Grenzwertdifferenz). Bei systematischer und geschichteter Probenahme notwendige Erstprobenanzahl $EP_{(AV)}$ um einen zu dem Standardfehler $s_{e(GD)}$ der zufälligen Probenahme gleichwertigen oder kleineren Standardfehler $s_{e(AV)}$ zu erreichen.

Merkmal	BP	Pr.Sch.	$s_{e(2)}$	$s_{e(10)}$	$s_{e(30)}$	$EP_{(GD)}$	$s_{e(GD)}$	$EP_{(AV)}$	$s_{e(AV)}$
Reinheit (%)	5	ran.	0,0457	0,0334	0,0312	7	0,0349	~	~
		sys.	0,0328	0,0295	0,0298	3	0,0302	2	0,0328
		ges.	0,0370	0,0298	0,0299	5	0,0309	3	0,0341
TKM (g)	5	ran.	0,4540	0,2156	0,1397	≥ 50	0,1193	~	~
		sys.	0,1423	0,0828	0,0779	20	0,0789	3	0,1180
		ges.	0,2108	0,0829	0,0784	20	0,0791	5	0,1079
TKM (g)	6	ran.	0,3849	0,1843	0,1249	≥ 50	0,1090	~	~
		sys.	0,2782	0,0942	0,0801	30	0,0801	7	0,1088
		ges.	0,2043	0,0800	0,0782	20	0,0780	4	0,1020

EP: Anzahl an Erstproben, aus denen die Einsendungsprobe erstellt wurde. **BP:** Beprobungspunkte (5: Umlauf nach Reinigung, 6: Absackung, 1.Uml - 6.Uml: Beprobung bei wiederholten Umläufen (max. 6). Pr.Sch.: Probenahmeschemata (ran.: zufällig, sys.: systematisch, ges.: geschichtet).

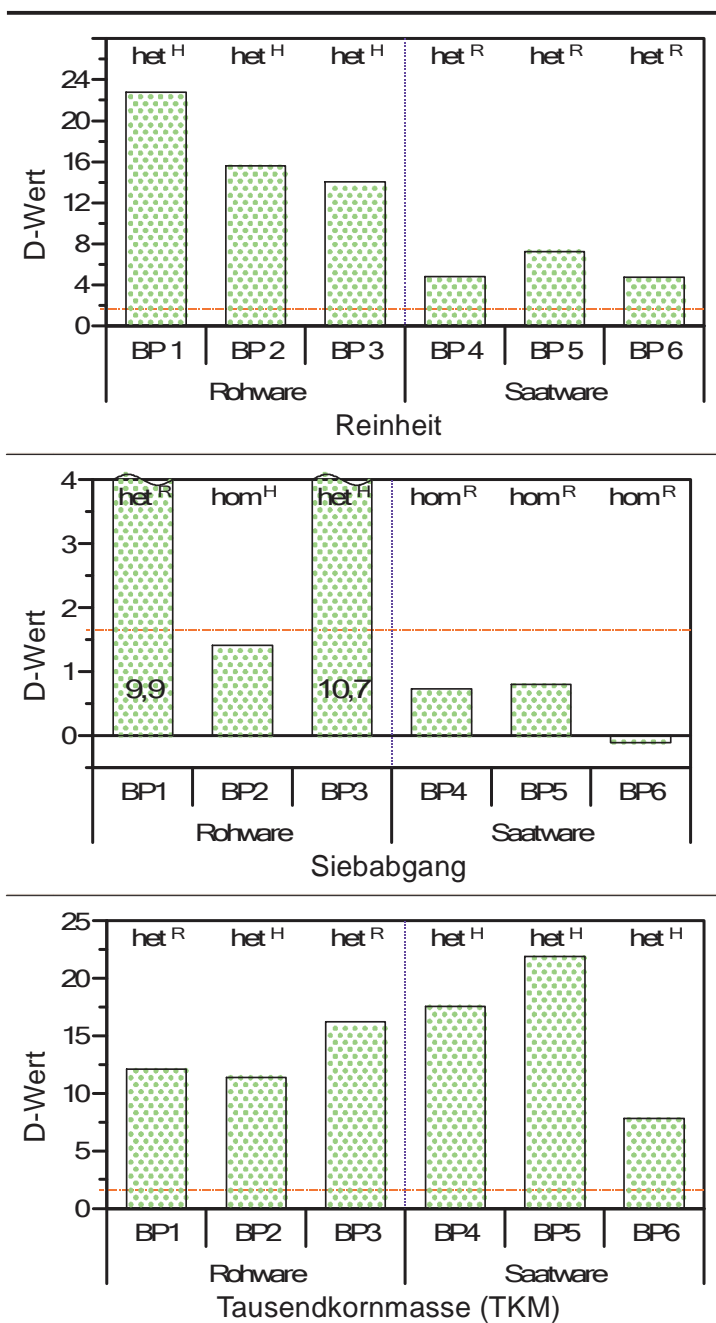
Für die Absackung (BP6) liefert die Simulation einer Einsendungsprobe aus zwei zufällig entnommenen Erstproben einen Standardfehler von 0,38 g. Die Werte von s_e liegen in diesem Fall bei systematischer Probenahme bei 0,28 g und bei geschichteter Probenahme bei 0,2 g. Bei einer Erhöhung der Erstprobenanzahl der Einsen-

dungsprobe sinkt bei allen drei Probenahmeschemata der Standardfehler s_e kontinuierlich ab, wobei die Reihenfolge s_e (zufällig) > s_e (systematisch) > s_e (geschichtet) erhalten bleibt. Im Falle der geschichteten und systematischen Probenahme ist ab 20 bzw. 30 Erstproben keine nennenswerte Verringerung von s_e mehr festzustellen. Der Standardfehler liegt dann bei 0,078 g bzw. 0,080 g. Bei zufälliger Probenahme liegt der Standardfehler hier bei 0,125 g.

3.5 Ergebnisse der Partie 4 (Sommerweizen)

3.5.1 Entwicklung der Inhomogenität während der Saatgutaufbereitung

Die Inhomogenitätsentwicklung der Rohware zeigt bei Siebabgang, Besatz mit weißem Gänsefuß, Klettenlabkraut und Vogelknöterich deutliche Schwankungen, deren Spitzen in signifikanter Inhomogenität resultieren (Abbildung 3.5.1 & Abbildung 3.5.2). Mit Ausnahme des weißen Gänsefußes ist bei diesen Merkmalen nach der Reinigung keine Inhomogenität mehr nachweisbar. Bezüglich der Reinheit tritt die höchste Inhomogenität mit einem D-Wert von 24 bei der Annahme auf. Bis zur Reinigung nimmt die Homogenität stetig zu, jedoch ist auch nach der Reinigung bei der Reinheit noch signifikante Inhomogenität festzustellen. Die bei der Annahme noch moderate aber schon signifikante Inhomogenität der Tausendkornmasse wächst im Laufe der weiteren Aufbereitung der Partie stetig an. Bei Absackung ist zwar eine Abnahme der Inhomogenität zu verzeichnen, Homogenität kann aber nicht hergestellt werden.



stetig zu, jedoch ist auch nach der Reinigung bei der Reinheit noch signifikante Inhomogenität festzustellen. Die bei der Annahme noch moderate aber schon signifikante Inhomogenität der Tausendkornmasse wächst im Laufe der weiteren Aufbereitung der Partie stetig an. Bei Absackung ist zwar eine Abnahme der Inhomogenität zu verzeichnen, Homogenität kann aber nicht hergestellt werden.

Abbildung 3.5.1 Entwicklung der Inhomogenität der bei Partie 4 erhobenen Qualitätsmerkmale während der Saatgutaufbereitung.

BP1: Annahme, **BP2:** Beprobungssilo vor Reinigung, **BP3:** Umlauf vor Reinigung, **BP4:** Beprobungssilo nach Reinigung, **BP5:** Umlauf nach Reinigung, **BP6:** Absackung, **1.Uml - 6.Uml:** Beprobung bei wiederholten Umläufen (max. 6) zwischen zwei Silos, **grüne Balken:** Inhomogenitätsmaß ($D \leq 0$: homogen, $D > 0$: inhomogen), **rote Linie:** kritischer Wert ($\alpha=0.05$) für Homogenitätsannahme des D-Wertes, **blaue Linie:** Reinigung signifikante Inhomogenität nach H-Test / R-Test nachweisbar (**het^{H/R}**) oder nicht nachweisbar (**hom^{H/R}**).

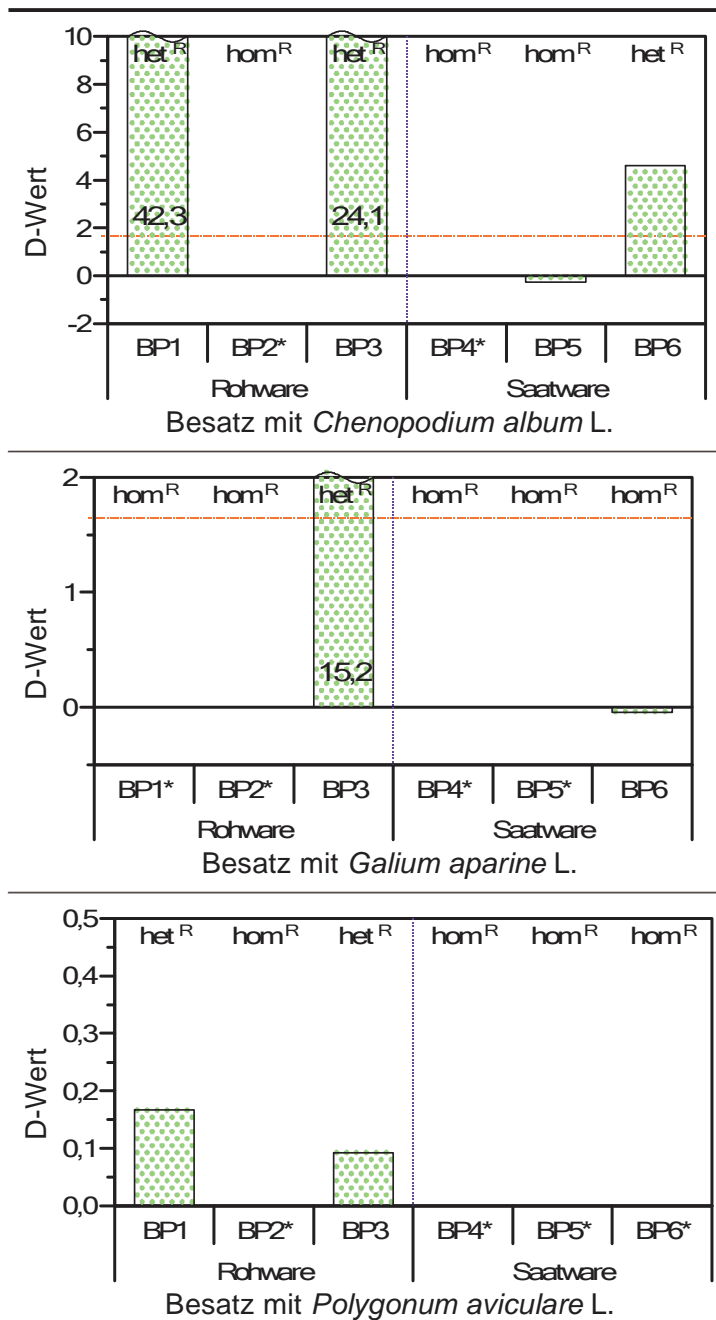


Abbildung 3.5.2 (Forts.) Entwicklung der Inhomogenität der bei Partie 4 erhobenen Qualitätsmerkmale während der Saatgutaufbereitung.

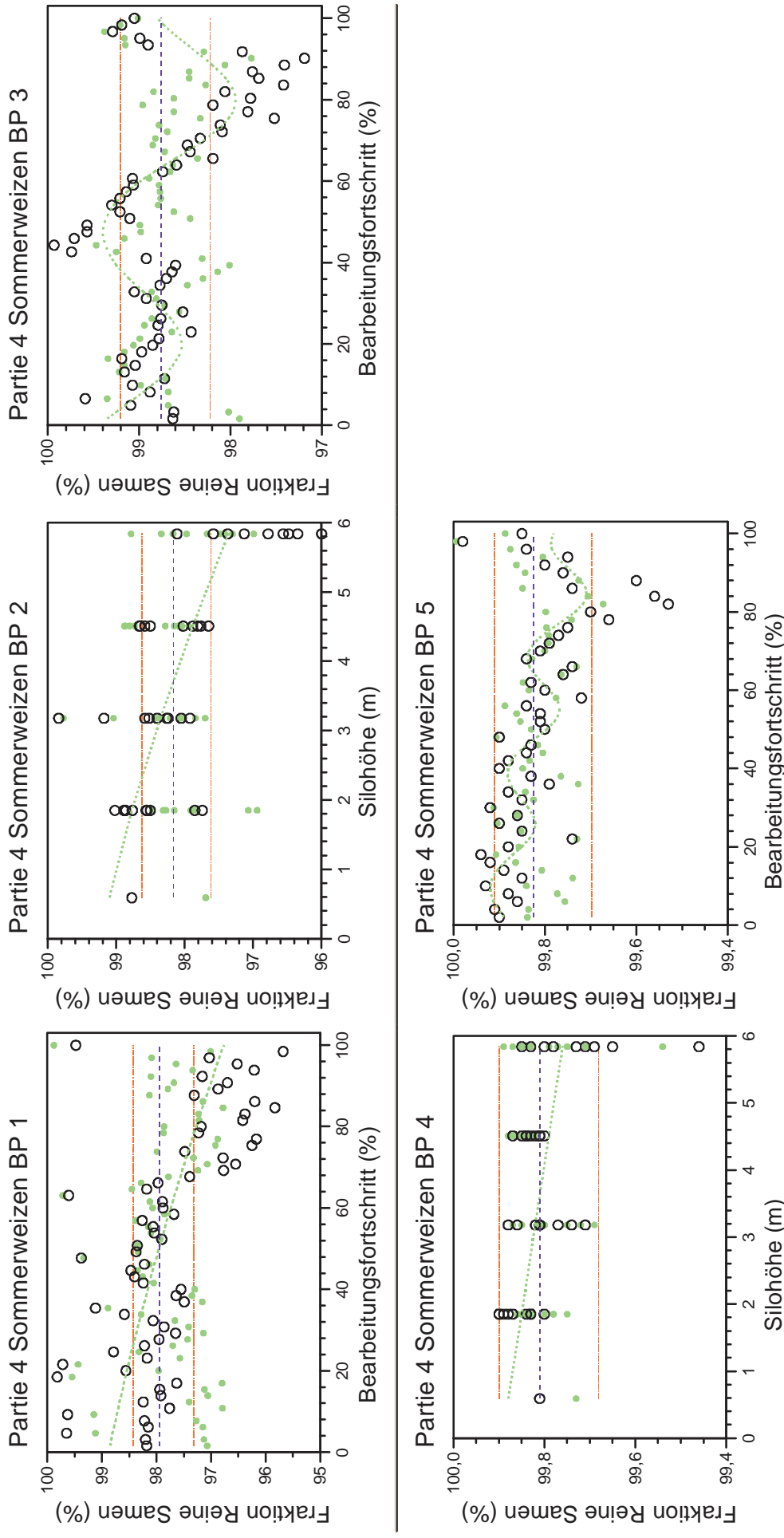
BP1: Annahme, **BP2:** Beprobungssilo vor Reinigung, **BP3:** Umlauf vor Reinigung, **BP4:** Beprobungssilo nach Reinigung, **BP5:** Umlauf nach Reinigung, **BP6:** Absackung, **1.Uml - 6.Uml:** Beprobung bei wiederholten Umläufen (max. 6) zwischen zwei Silos, **grüne Balken:** Inhomogenitätsmaß ($D \leq 0$: homogen, $D > 0$: inhomogen), **rote Linie:** kritischer Wert ($\alpha=0.05$) für Homogenitätsannahme des D-Wertes, **blaue Linie:** Reinigung Signifikante Inhomogenität nach H-Test / R-Test nachweisbar (**het**^{H/R}) oder nicht nachweisbar (**hom**^{H/R}).

3.5.2 Trendanalyse

In der Weizenpartie 4 ist bei den Qualitätsmerkmalen Reinheit und Tausendkornmasse eine Ausbildung von Trends zu beobachten. In der Rohware ist bei der Reinheit an allen und bei der Tausendkornmasse an $\frac{2}{3}$ der Beprobungspunkte ein Trend nachweisbar. In der Saatware kehrt sich dieses Verhältnis um.

Der trendbedingte Anteil der Variation liegt in der Rohware zwischen 33 % und 70 %, in der Saatware zwischen 27 % und 78 %. Eine klare Entwicklung der Trendstärke ist bei keinem der Merkmale zu erkennen.

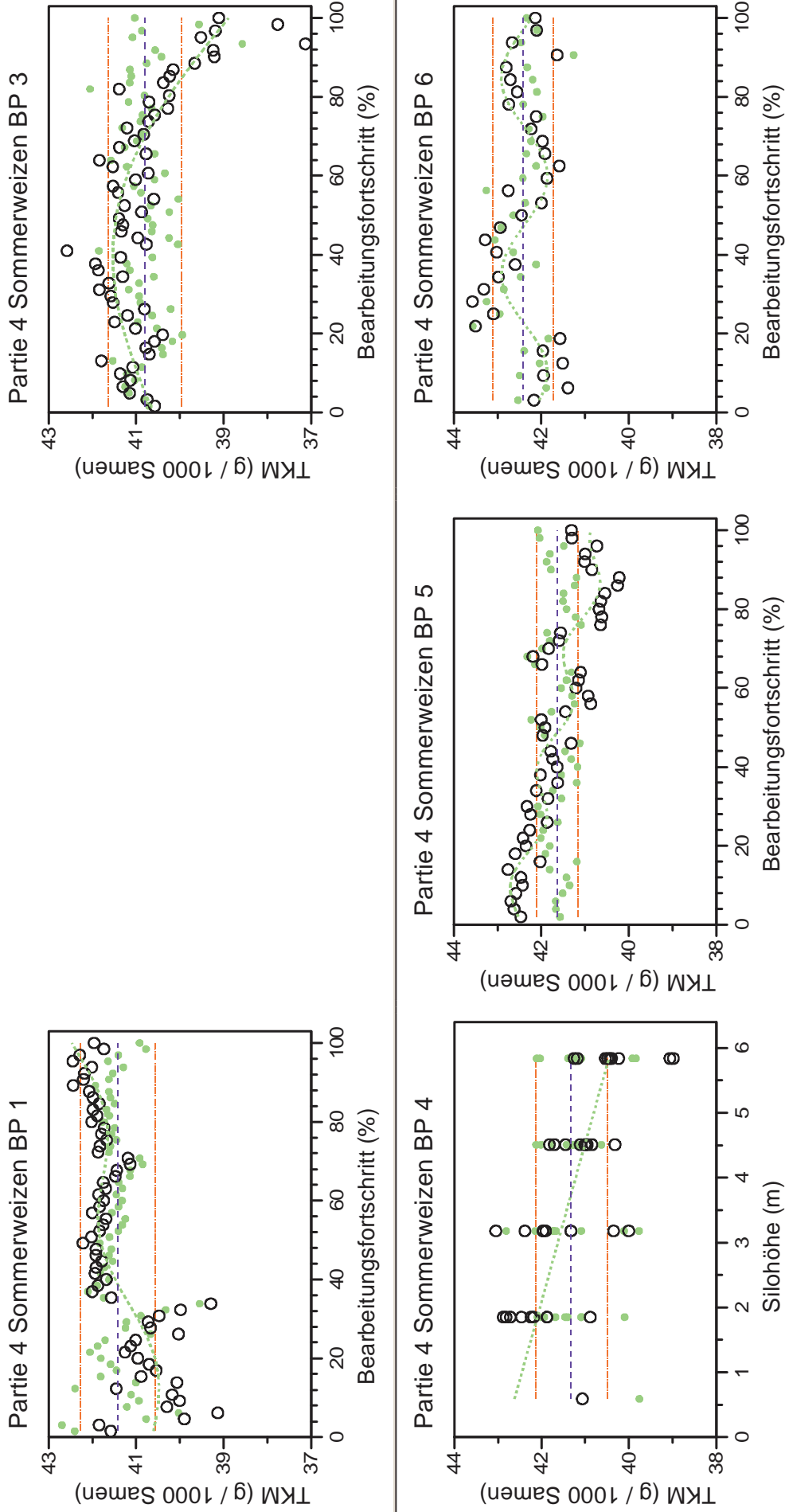
Abbildung 3.5.3 systematische Trends der Fraktion Reine Samen in der Weizenpartie 4 an den verschiedenen Beprobungspunkten.



BP1: Annahme, **BP2:** Beprobungssilo vor Reinigung, **BP3:** Umlauf vor Reinigung, **BP4:** Beprobungssilo nach Reinigung, **BP5:** Umlauf nach Reinigung, **BP6:** Absackung
1.Uml - max. 6.Uml: Beprobung bei wiederholten Umläufen.

○ Werte der Erstproben, ● Mittelwert, Trend, --- Grenzen des Konfidenzintervalls, ● trendbereinigte Werte

Abbildung 3.5.4 Systematische Trends der Tausendkorntmasse in der Sommerweizenpartie 4 an verschiedenen Beprobungspunkten.



BP1: Annahme, **BP2:** Beprobungssilo vor Reinigung, **BP3:** Umlauf vor Reinigung, **BP4:** Beprobungssilo nach Reinigung, **BP5:** Umlauf nach Reinigung, **BP6:** Absackung, **1. Uml - max. 6. Uml:** Beprobung bei wiederholten Umläufen.

— Mittelwert, Trend, ○ Werte der Erstproben, --- Grenzen des Konfidenzintervalls, ● trendbereinigte Werte

Reinheit

Bei allen Durchläufen der Weizenpartie 4 ist, vor und nach der Reinigung, eine systematische Abnahme der Reinheit zu beobachten (Abbildung 3.5.3). Diese Abnahme wird nach der Annahme von Schwankungen mit einer Zyklusdauer t_λ von 0,29 überlagert. Im Beprobungssilo (BP2 u. BP4) ist ein höhenbedingter Trend vorhanden.

Tausendkornmasse

Während der Annahme der Partie 4 ist ein stetiger Anstieg der TKM festzustellen, der von einer regelmäßigen Schwankung mit einer Zyklusdauer t_λ von 0,71 überlagert wird (Abbildung 3.5.4). Bei dem der Reinigung vorangehenden Umlauf (BP3) hat sich dieser Trend umgekehrt. Die TKM der Erstproben nimmt hier kontinuierlich ab. Nach der Reinigung im Beprobungssilo (BP4) nimmt die TKM mit der Höhe ab. Bei der Absackung der Partie 4 ist nur noch eine periodische Schwankung der TKM vorhanden.

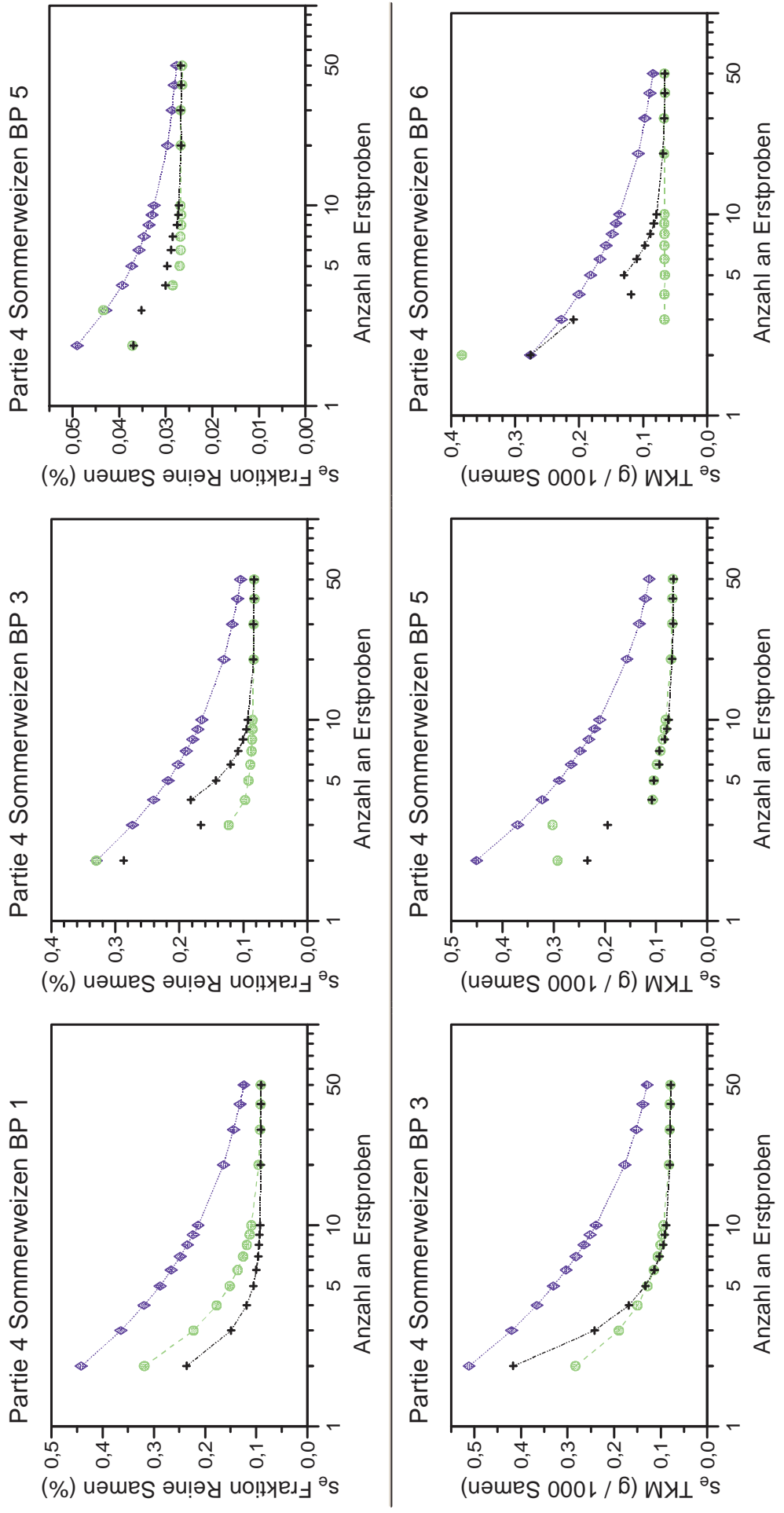
3.5.3 Simulationsergebnisse

Reinheit

Für die Simulation des Anteils reiner Samen in den Erstproben, die direkt bei der Annahme (BP1) aus Partie 4 gezogen wurden, ergibt sich für den Standardfehler s_e einer Einsendungsprobe aus zwei zufällig aus der Partie gezogenen Erstproben ein Wert von 0,44 %, bei zwei systematisch gezogenen Erstproben 0,32 % und bei zwei zufälligen Erstproben aus zwei Schichten ein Wert von 0,24 % (Abbildung 3.5.5). Bei allen Probenahmeschemata fällt s_e bei zunehmender Erstprobenanzahl stetig ab, wobei die Reihenfolge s_e (zufällig) > s_e (systematisch) > s_e (geschichtet) erhalten bleibt. Im Falle der geschichteten Probenahme ist ab 10, im Falle der systematischen ab 30 Erstproben keine nennenswerte Verringerung von s_e mehr festzustellen. Ihr Standardfehler liegt dann bei ca. 0,093 % und ist damit um $\frac{1}{3}$ niedriger als der Standardfehler einer Einsendungsprobe aus 30 zufällig gezogenen Erstproben.

Für den direkt vor der Reinigung durchgeführten Umlauf (BP3) ergibt sich bei zufälliger und systematischer Probenahme zweier Erstproben ein Standardfehler s_e der Einsendungsprobe von ca. 0,33 %. Bei zwei zufälligen Erstproben aus zwei Schichten liegt der Standardfehler bei 0,29 %. Bei zufälliger und systematischer Probenahme fällt s_e bei zunehmender Erstprobenanzahl stetig ab. Dagegen ist bei der geschichteten Probenahme bei einer Erstprobenanzahl von 4 ein Anstieg von s_e auf 0,18 % zu beobachten. Ab 20 Erstproben erreichen systematische und geschichtete Probenahme denselben Standardfehler von 0,085 %. Im weiteren ist keine nennenswerte Verringerung von s_e mehr festzustellen. Im Gegensatz dazu sinkt s_e in diesem Bereich bei einer zufälligen Probenahme noch von 0,13 % auf 0,1 % ab.

Abbildung 3.5.5 Standardfehler s_e von Einsendungsproben bei verschiedenen Beprobungsschemata, Erstprobengrößen und -anzahlen.



Standardfehler s_e der Abbildungen beinhaltet **trend- und stichprobenbedingte Streuung**.

◆: geschichtete Probenentnahme, ●: systematische Probenentnahme, ◆: zufällige Probenentnahme.

BP1: Annahme, BP2: Beprobungssilo vor Reinigung, BP3: Beprobungssilo nach Reinigung, BP4: Umlauf nach Reinigung, BP5: Umlauf nach Reinigung, BP6: Absackung, 1. Uml - max. 6.Uml: Beprobung bei wiederholten Umläufen.

Für den direkt nach der Reinigung durchgeführten Umlauf (BP5) liefert die Simulation einer Einsendungsprobe aus zwei zufällig entnommenen Erstproben einen Standardfehler von 0,049 %. Die Werte von s_e liegen in diesem Fall bei systematischer und bei geschichteter Probenahme bei rund 0,037 %. Bei einer Steigerung der Erstprobenanzahl auf 3 Stück ist bei systematischer Probenahme ein Anstieg des Standardfehlers der Einsendungsprobe auf einen Wert von 0,043 % festzustellen. Im Falle der geschichteten Probenahme ist hier ein gegenüber 2 Erstproben nahezu gleich bleibender Standardfehler von 0,35 % zu beobachten. Bei einer weiteren Erhöhung der Erstprobenanzahl stellt sich bei allen Beprobungsschemata eine kontinuierliche Abnahme von s_e mit der Reihenfolge s_e (zufällig) > s_e (geschichtet) > s_e (systematisch) ein. Der Standardfehler der zufälligen Probenahme bei 30 Erstproben beträgt 0,029 %. Dieser Wert wird bei systematischer Probenahme ab 5 und bei geschichteter Probenahme ab 8 Erstproben unterschritten (Tabelle 3.5.1).

Tausendkornmasse

Für die Simulation der Tausendkornmasse von Erstproben, die direkt vor der Reinigung (BP3) aus Partie 2 gezogen wurden, ergibt sich für den Standardfehler s_e einer Einsendungsprobe aus zwei zufällig aus der Partie gezogenen Erstproben ein Wert von 0,51 g, bei zwei systematisch gezogenen Erstproben 0,29 g und bei zwei zufälligen Erstproben aus zwei Schichten ein Wert von 0,42 g. Im Vergleich liefert bei Einsendungsproben aus weniger als 6 Erstproben die systematische Probenahme den kleinsten Standardfehler, gefolgt von der geschichteten Probenahme. Das zufällige Probenahmeschema erreicht bei Einsendungsproben aus 30 Erstproben einen Wert des s_e von 0,15 g. Dieser Wert wird bei einer Erstellung der Einsendungsprobe mittels systematischer ab 4 und bei geschichteter Probenahme ab 5 Erstproben unterschritten.

Für den nach der Reinigung durchgeführten Umlauf (BP5) liefert die Simulation bei zufälliger, systematischer und geschichteter Probenahme zweier Erstproben jeweils einen Standardfehler von 0,45 g, 0,29 g und 0,23 g. Bei einer Steigerung der Erstprobenanzahl auf 3 Stück ist bei systematischer Probenahme ein Anstieg von s_e auf einen Wert von 0,3 g, bei geschichteter Probenahme ein im Vergleich zum sonstigen Verlauf von s_e verzögerter Abfall zu beobachten. Ab 4 Erstproben unterschreiten die Standardfehler von systematischer und geschichteter Probenahme 0,11 g und sind in ihrem Verlauf übereinstimmend. Dieses Niveau wird bei zufälliger Entnahme von 50 Erstproben mit einem Wert von 0,14 g noch deutlich überschritten.

Für die Absackung (BP6) liefert die Simulation bei zufälliger und geschichteter Probenahme zweier Erstproben einen Standardfehler der Einsendungsprobe von 0,28 g, bei systematischer Entnahme der Erstproben ein Standardfehler der Einsendungsprobe von 0,38 g. Bei einer Erhöhung der Erstprobenanzahl auf 3 Stück nimmt der Standardfehler s_e der systematischen Probenahme auf einen Wert von 0,067 g ab und zeigt im weiteren keine Änderungen mehr. Dieser Wert wird bei geschichteter

Probenahme bei 30 Erstproben erreicht und bei weiterer Erhöhung der Erstprobenzahl nicht relevant unterschritten. Bei zufälliger Probenahme wird dieser Wert auch bei Einsendungsproben aus 50 Erstproben nicht erreicht.

Tabelle 3.5.1 Standardfehler s_e für Einsendungsproben aus gereinigter Saatware der Sommerweizenpartie 4 bei 2, 10 und 30 Erstproben in Abhängigkeit vom Probenahmeschema. Erstprobenanzahl $EP_{(GD)}$ mit Standardfehler $s_{e(GD)}$, bei der sich der Standardfehler der verschiedenen Probenahmeschemata bei weiterer Erhöhung der Erstprobenanzahl um weniger als 2 % verringert (Grenzwertdifferenz). Bei systematischer und geschichteter Probenahme notwendige Erstprobenanzahl $EP_{(AV)}$ um einen zu dem Standardfehler $s_{e(GD)}$ der zufälligen Probenahme gleichwertigen oder kleineren Standardfehler $s_{e(AV)}$ zu erreichen.

Merkmal	BP	Pr.Sch.	$s_{e(2)}$	$s_{e(10)}$	$s_{e(30)}$	$EP_{(GD)}$	$s_{e(GD)}$	$EP_{(AV)}$	$s_{e(AV)}$
Reinheit (%)	5	ran.	0,0490	0,0325	0,0287	30	0,0287	~	~
		sys.	0,0372	0,0268	0,0268	5	0,0270	4	0,0285
		ges.	0,0369	0,0272	0,0268	8	0,0276	7	0,0285
TKM (g)	5	ran.	0,4505	0,2103	0,1325	≥ 50	0,1134	~	~
		sys.	0,2922	0,0810	0,0681	30	0,0681	4	0,1068
		ges.	0,2341	0,0758	0,0665	30	0,0665	4	0,1082
TKM (g)	6	ran.	0,2764	0,1372	0,0972	≥ 50	0,0847	~	~
		sys.	0,3831	0,0670	0,0674	3	0,0668	3	0,0668
		ges.	0,2759	0,0790	0,0674	30	0,0674	9	0,0832

EP: Anzahl an Erstproben, aus denen die Einsendungsprobe erstellt wurde. **BP:** Beprobungspunkte (5: Umlauf nach Reinigung, 6: Absackung, 1.Uml - 6.Uml: Beprobung bei wiederholten Umläufen (max. 6). **Pr.Sch.:** Probenahmeschemata (ran.: zufällig, sys.: systematisch, ges.: geschichtet).

3.6 Ergebnisse der Partie 5 (Hafer)

3.6.1 Entwicklung der Inhomogenität während der Saatgutaufbereitung

Bei Reinheit, Keimfähigkeit und der Tausendkornmasse liegt mit D-Werten zwischen 12 und 40 moderate bis hohe Inhomogenität bei der Annahme vor. Mit den weiteren Bearbeitungsschritten (BP2, BP3) der Rohware nimmt die Inhomogenität stetig ab. Direkt nach der Reinigung lässt sich in Partie 5 bezüglich der Qualitätsmerkmale Reinheit, Tausendkornmasse und Keimfähigkeit keine Inhomogenität mehr nachweisen (Abbildung 3.6.1 & Abbildung 3.6.2). Im Falle von Reinheit und Tausendkorn-

bleibt die Saatware der Partie 5 homogen, wogegen bei der Keimfähigkeit zum Zeitpunkt der Absackung wieder signifikante Inhomogenität nachweisbar ist. Bezüglich des Besatzes mit Vogelknöterich lässt sich während der gesamten Aufbereitung der Partie 5 keine Inhomogenität nachweisen (Abbildung 3.6.2).

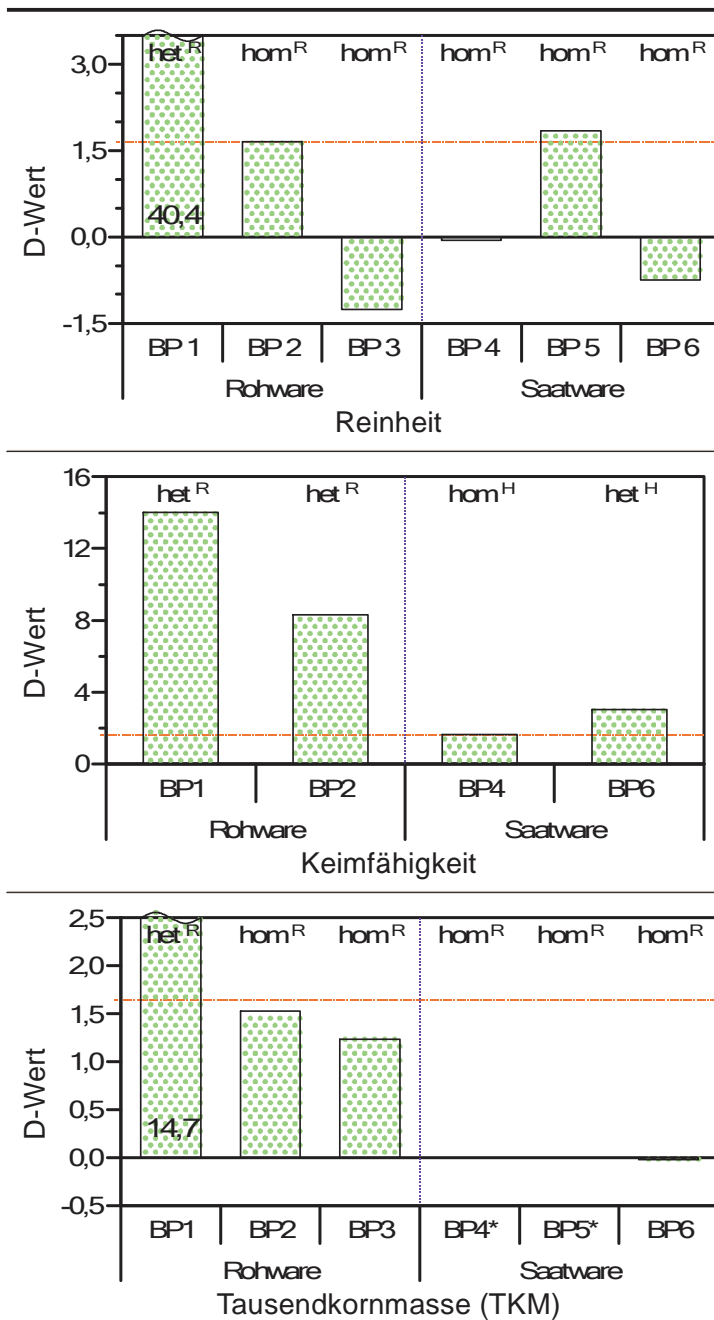


Abbildung 3.6.1 Entwicklung der Inhomogenität der bei Partie 5 erhobenen Qualitätsmerkmale während der Saatgutaufbereitung.

BP1: Annahme, **BP2:** Beprobungssilo vor Reinigung, **BP3:** Umlauf vor Reinigung, **BP4:** Beprobungssilo nach Reinigung, **BP5:** Umlauf nach Reinigung, **BP6:** Absackung, **1.Uml - 6.Uml:** Beprobung bei wiederholten Umläufen (max. 6) zwischen zwei Silos, **grüne Balken:** Inhomogenitätsmaß ($D \neq 0$: homogen, $D > 0$: inhomogen), **rote Linie:** kritischer Wert ($\alpha=0.05$) für Homogenitätsannahme des D-Wertes, **blaue Linie:** Reinigung signifikante Inhomogenität nach H-Test / R-Test nachweisbar (**het^{H/R}**) oder nicht nachweisbar (**hom^{H/R}**).

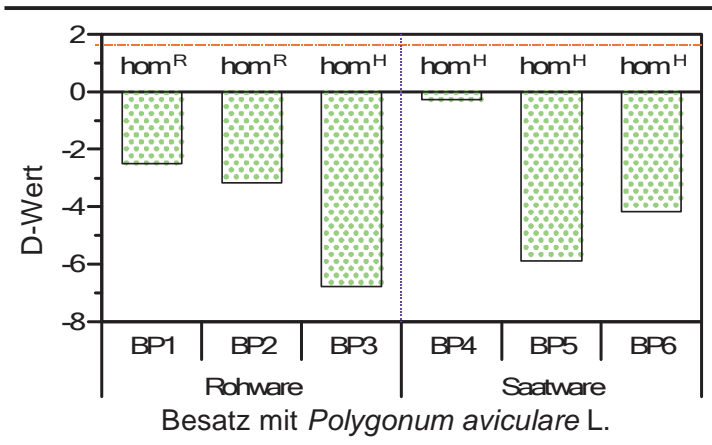


Abbildung 3.6.2 (Forts.) Entwicklung der Inhomogenität der bei Partie 5 erhobenen Qualitätsmerkmale während der Saatgutaufbereitung

BP1: Annahme, **BP2:** Beprobungssilo vor Reinigung, **BP3:** Umlauf vor Reinigung, **BP4:** Beprobungssilo nach Reinigung, **BP5:** Umlauf nach Reinigung, **BP6:** Absackung, **1.Uml - 6.Uml:** Beprobung bei wiederholten Umläufen (max. 6) zwischen zwei Silos, **grüne Balken:** Inhomogenitätsmaß ($D \leq 0$: homogen, $D > 0$: inhomogen), **rote Linie:** kritischer Wert ($\alpha=0.05$) für Homogenitätsannahme des D-Wertes, **blaue Linie:** Reinigung signifikante Inhomogenität nach H-Test / R-Test nachweisbar (**het**^{H/R}) oder nicht nachweisbar (**hom**^{H/R}).

3.6.2 Trendanalyse

Die Haferpartie 5 zeigt bei den Qualitätsmerkmalen Reinheit und Tausendkornmasse regelmäßig eine Ausbildung von Trends. In der Roh- und Saatware ist bei der Reinheit und der TKM jeweils an $\frac{2}{3}$ der Beprobungspunkte ein Trend nachweisbar.

Der trendbedingte Anteil der Variation liegt in der Rohware bei der Reinheit zwischen 12 % und 19 %, bei der TKM um 14 %. In der Saatware ist bei der Reinheit ein trendbedingter Variationsanteil von 19 % bis 37 %, bei der TKM von 22 % bis 50 % festzustellen.

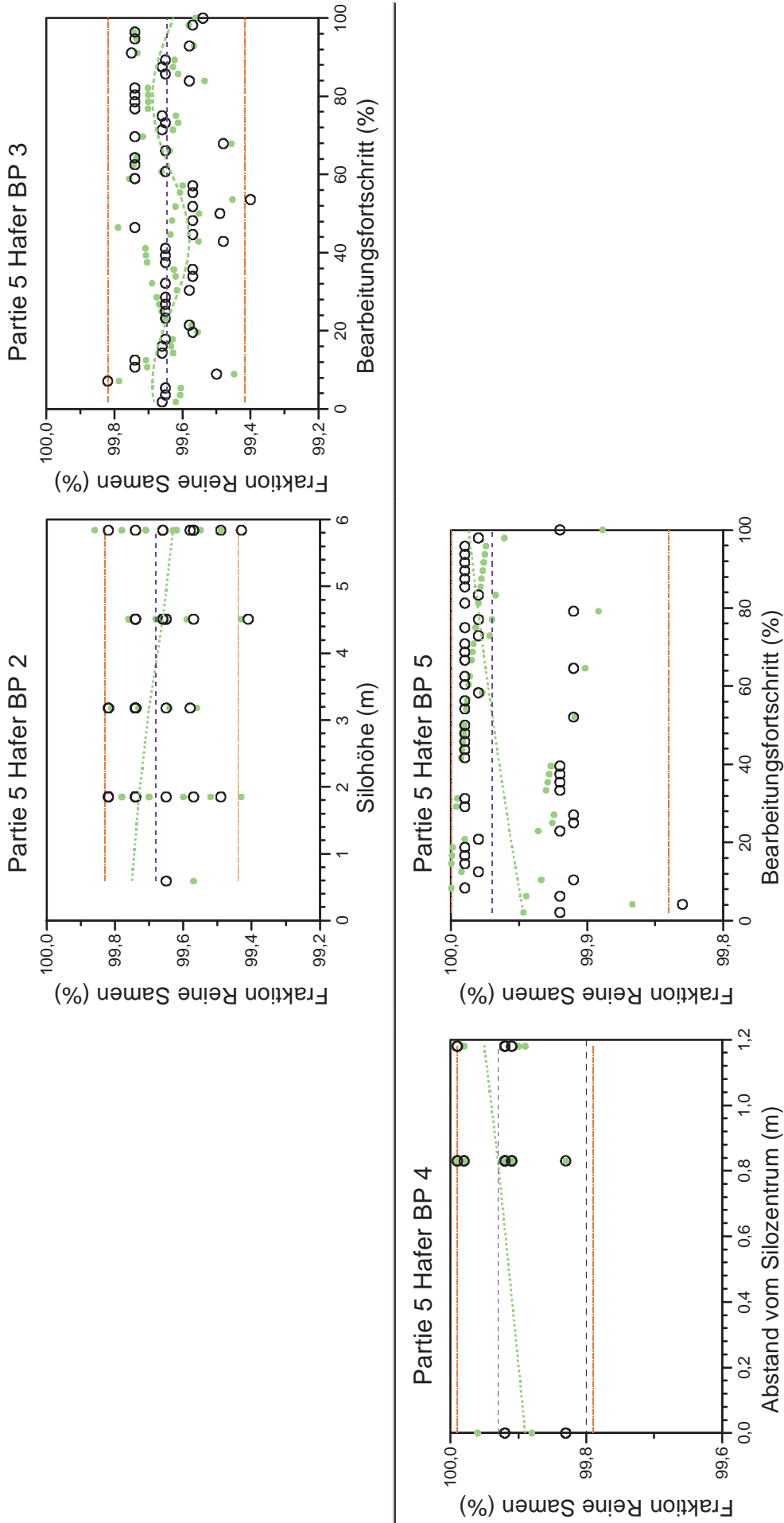
Reinheit

Zum Zeitpunkt der Annahme lässt sich kein Trend in der Haferpartie 5 nachweisen. In der folgenden Beprobung im Beprobungssilo (Partie 5 BP2) ist eine Abnahme der Reinheit mit zunehmender Höhe zu beobachten (Abbildung 3.6.3). In der weiteren Aufbereitung kehrt sich dieser Trend um, sodass bei der Saatware (Partie 5 BP5) eine signifikante Zunahme der Reinheit während eines Durchlaufs registriert werden kann. Bei der vorangegangenen Beprobung der Saatware der Haferpartie 5 im Beprobungssilo (Partie 5 BP4) ist dabei ein Gradient mit steigender Reinheit der Proben vom Zentrum des Silos weg zu beobachten.

Tausendkornmasse

Die Haferpartie 5 weist bei der Annahme (BP1), dem Umlauf vor der Reinigung (BP3) und der Absackung (BP6) einen signifikanten zyklischen Trend auf (Abbildung 3.6.4). Mit Werten zwischen 0,59 und 0,83 verändert sich die Zyklusdauer t_λ des Trends dabei kaum. Nach der Reinigung ist im Beprobungssilo (BP4) eine leichte Abnahme des TKM mit zunehmender Entnahmhöhe festzustellen. Dieser Gradient wird von deutlich stärkeren Gradienten in Richtung der Silobreite und Silotiefe überlagert.

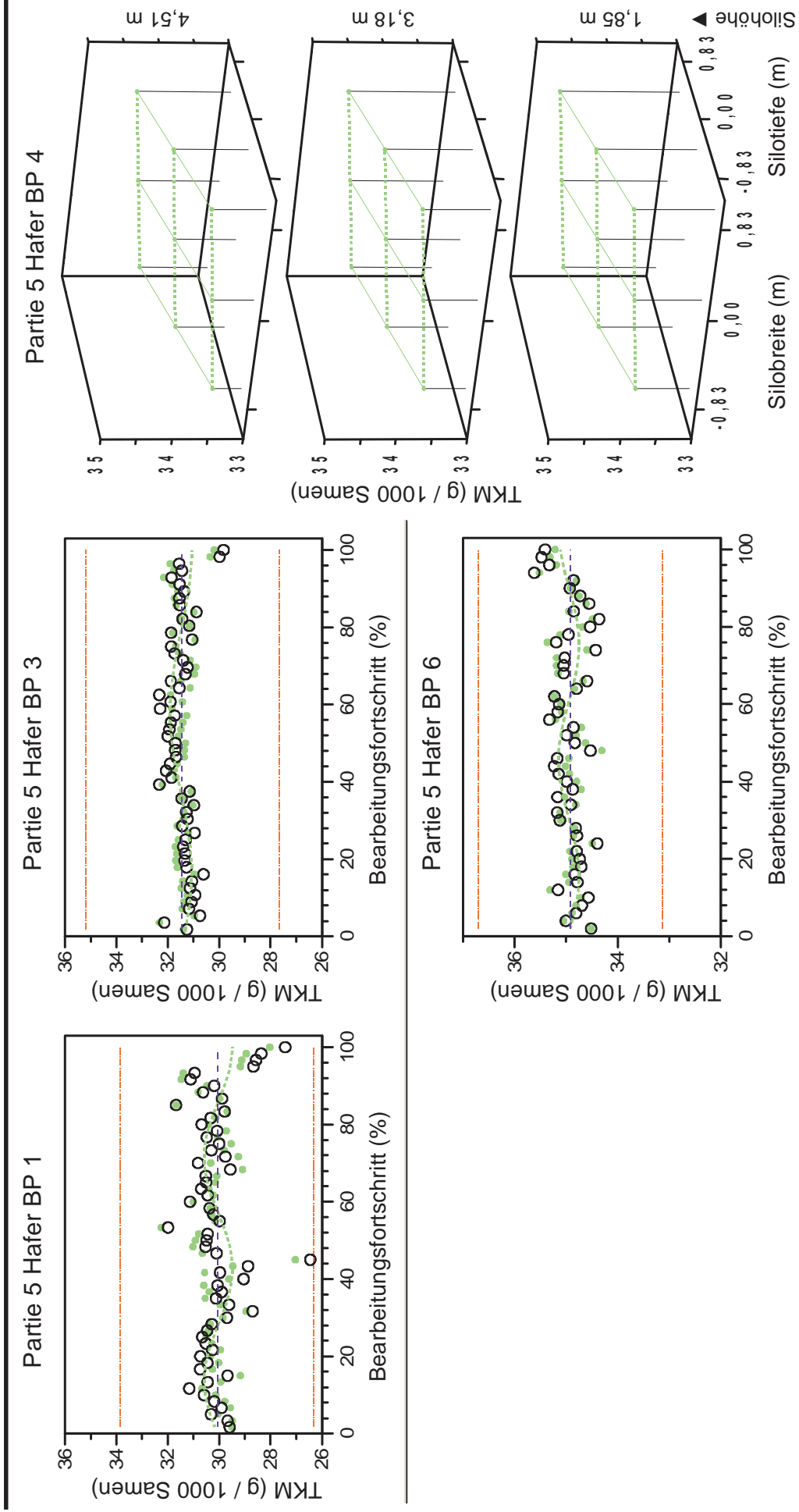
Abbildung 3.6.3 Systematische Trends der Fraktion Reine Samen in der Haferpartien 5 an den verschiedenen Beprobungspunkten.



BP1: Annahme, **BP2:** Beprobungssilo vor Reinigung, **BP3:** Umlauf vor Reinigung, **BP4:** Beprobungssilo nach Reinigung, **BP5:** Umlauf nach Reinigung, **BP6:** Absackung
1.Uml - max. 6.Uml: Beprobung bei wiederholten Umläufen.

- - - Mittelwert, Trend, ○ Werte der Erstproben, --- Grenzen des Konfidenzintervalls, ● trendbereinigte Werte

Abbildung 3.6.4 Systematische Trends der Tausendkornmasse von Erstproben aus Haferpartien 5 an verschiedenen Beprobungspunkten.



BP1: Annahme, BP2: Beprobungssilo vor Reinigung, BP3: Umlauf vor Reinigung, BP4: Beprobungssilo nach Reinigung, BP5: Umlauf nach Reinigung, BP6: Absackung, 1. Uml - max. 6. Uml: Beprobung bei wiederholten Umläufen.

--- Trend, ● Mittelwert, --- Grenzen des Konfidenzintervalls, ● trendbereinigte Werte

3.6.3 Simulationsergebnisse

Reinheit

Für die Annahme (BP1) der Haferpartie 5 liefert die Simulation einheitlich für alle Entnahmeschemas und Entnahmeintensitäten von Erstproben einen Standardfehler von rund 0,079 % (Abbildung 3.6.5).

Für den direkt vor der Reinigung durchgeführten Umlauf (BP3) ergibt sich bei zufälliger und geschichteter Probenahme zweier Erstproben ein Standardfehler s_e der Einsendungsprobe von 0,046 %. Bei zwei systematisch gezogenen Erstproben liegt der Standardfehler bei 0,042 %. Bei steigender Erstprobenanzahl nimmt der Standardfehler s_e der geschichteten Probenahme stark ab, sodass er ab 20 Erstproben mit einem Wert von 0,037 % mit dem der systematischen Probenahme zu vergleichen ist. Bei zufälliger Probenahme wird dieser Wert erst bei Einsendungsproben aus 50 Erstproben erreicht.

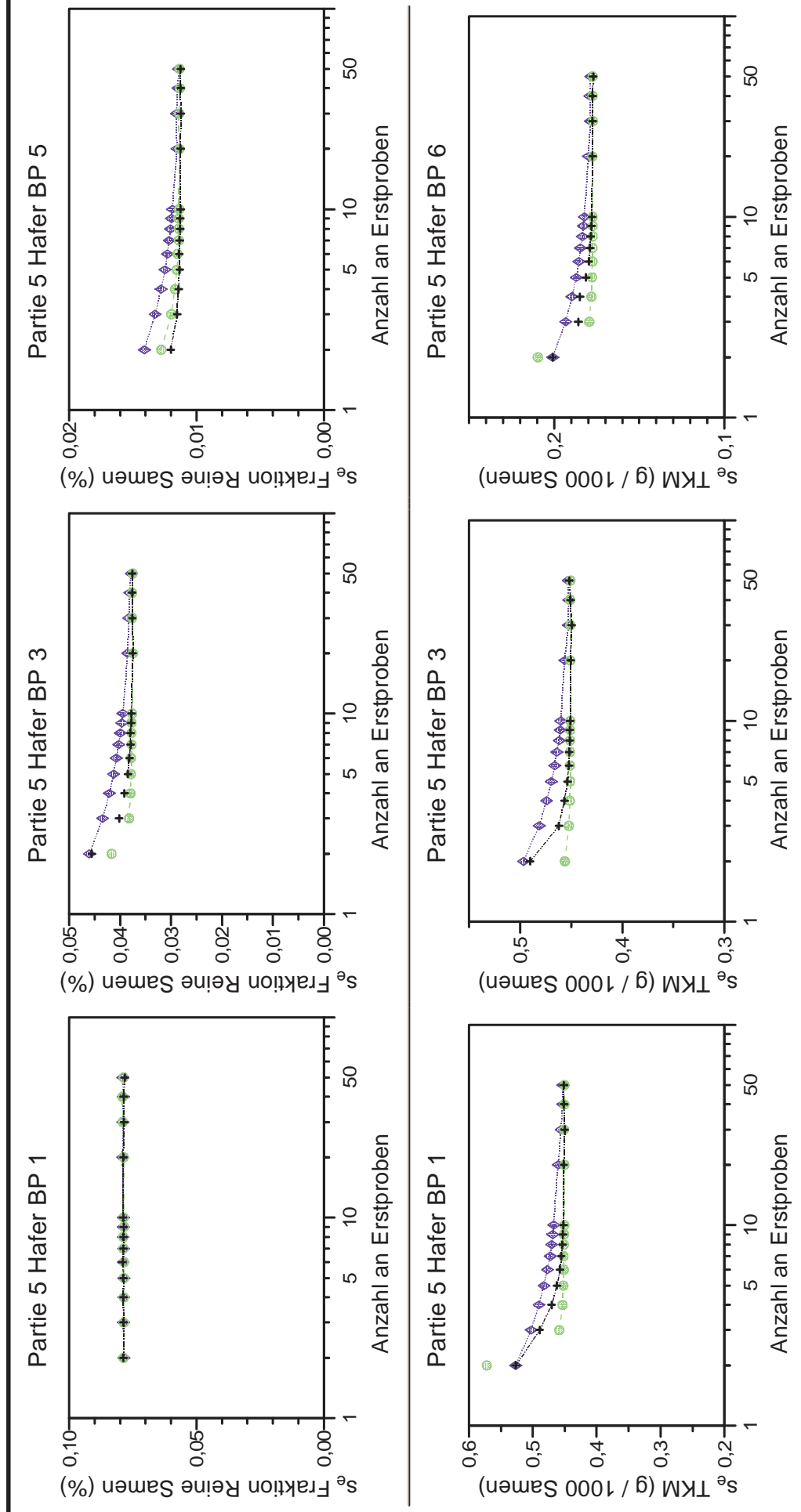
Für den nach der Reinigung durchgeführten Umlauf (BP5) liefert die Simulation bei zufälliger, systematischer und geschichteter Probenahme zweier Erstproben jeweils einen Standardfehler von 0,014 %, 0,013 % und 0,012 %. Bei einer weiteren Erhöhung der Erstprobenanzahl stellt sich bei allen Beprobungsschemata eine kontinuierliche Abnahme von s_e mit der Reihenfolge s_e (zufällig) > s_e (systematisch) > s_e (geschichtet) ein. Der Standardfehler der zufälligen Probenahme von 0,0116 % bei 30 Erstproben wird bei systematischer Probenahme ab 5 und bei geschichteter Probenahme ab 3 Erstproben unterschritten.

Tausendkornmasse

Für die Annahme (BP1) liefert die Simulation bei zufälliger und geschichteter Probenahme zweier Erstproben einen Standardfehler von 0,53 g. Die Werte von s_e liegen hier bei systematischer Probenahme bei 0,57 g. Bei einer Erhöhung der Anzahl an Erstproben auf drei und mehr fällt der Standardfehler von Einsendungsproben aus systematischer Probenahme unter den Standardfehler geschichteter Probenahme, der Standardfehler von Einsendungsproben aus geschichteter Probenahme unter den Standardfehler zufälliger Probenahme. Ab einer Erstprobenanzahl von 20 Stück ist kein Unterschied mehr zwischen systematischer und geschichteter Probenahme festzustellen. Der Wert des Standardfehlers der Einsendungsprobe liegt dann bei rund 0,45 g. Dieser Wert wird auch bei zufälliger Entnahme von 50 Erstproben nicht erreicht.

Für den vor der Reinigung durchgeführten Umlauf (BP3) liefert die Simulation bei zufälliger, geschichteter und systematischer Probenahme zweier Erstproben Standardfehler von 0,5 g, 0,46 g und 0,49 g. Bei einer Erhöhung der Erstprobenanzahl der Einsendungsprobe wird der Standardfehler s_e bei allen drei Probenahmeschemata stetig kleiner. Ab einer Erstprobenanzahl von fünf Stück ist bei systematischer, ab zehn Erstproben bei geschichteter Probenahme keine nennenswerte Verringerung von s_e mehr festzustellen.

Abbildung 3.6.5 Standardfehler s_e von Einsendungsproben bei verschiedenen Beprobungsschemata, Erstprobengrößen und -anzahlen.



Standardfehler s_e beinhaltet **trend- und stichprobenbedingte Streuung**.

◆: geschichtete Probenentnahme, ●: systematische Probenentnahme, ◆: zufällige Probenentnahme.

BP1: Annahme, **BP2**: Beprobungssilo vor Reinigung, **BP3**: Beprobungssilo nach Reinigung, **BP4**: Umlauf nach Reinigung, **BP5**: Umlauf nach Reinigung, **BP6**: Absackung, **1. Uml - max. 6.Uml**: Beprobung bei wiederholten Umläufen.

Der Standardfehler der Einsendungsprobe liegt dann bei 0,451 g. Bei zufälliger Entnahme von 50 Erstproben liegt der Standardfehler der Einsendungsprobe bei 0,453 g.

Für die Absackung (BP6) liefert die Simulation einer Einsendungsprobe aus zwei zufällig entnommenen Erstproben einen Standardfehler von 0,20 g. Die Werte von s_e liegen in diesem Fall bei systematischer Probenahme bei 0,21 g und bei geschichteter Probenahme bei 0,20 g. Bei einer Erhöhung der Erstprobenanzahl sinkt der Standardfehler der Einsendungsprobe aus systematisch gezogenen Erstproben so stark ab, dass die Reihenfolge der Standardfehler im weiteren s_e (zufällig) $>$ s_e (geschichtet) $>$ s_e (systematisch) ist. Bei 30 Erstproben erreicht der Standardfehler der zufälligen Probenahme einen Wert von 0,179 g. Dieser Wert wird bei systematischer und geschichteter Probenahme ab 10 Erstproben unterschritten (Tabelle 3.6.1).

Tabelle 3.6.1 Standardfehler s_e für Einsendungsproben aus gereinigter Saatware der Haferpartie 5 bei 2, 10 und 30 Erstproben in Abhängigkeit vom Probenahmeschema. Erstprobenanzahl $EP_{(GD)}$ mit Standardfehler $s_{e(GD)}$, bei der sich der Standardfehler der verschiedenen Probenahmeschemata bei weiterer Erhöhung der Erstprobenanzahl um weniger als 2 % verringert (Grenzwertdifferenz). Bei systematischer und geschichteter Probenahme notwendige Erstprobenanzahl $EP_{(AV)}$ um einen zu dem Standardfehler $s_{e(GD)}$ der zufälligen Probenahme gleichwertigen oder kleineren Standardfehler $s_{e(AV)}$ zu erreichen.

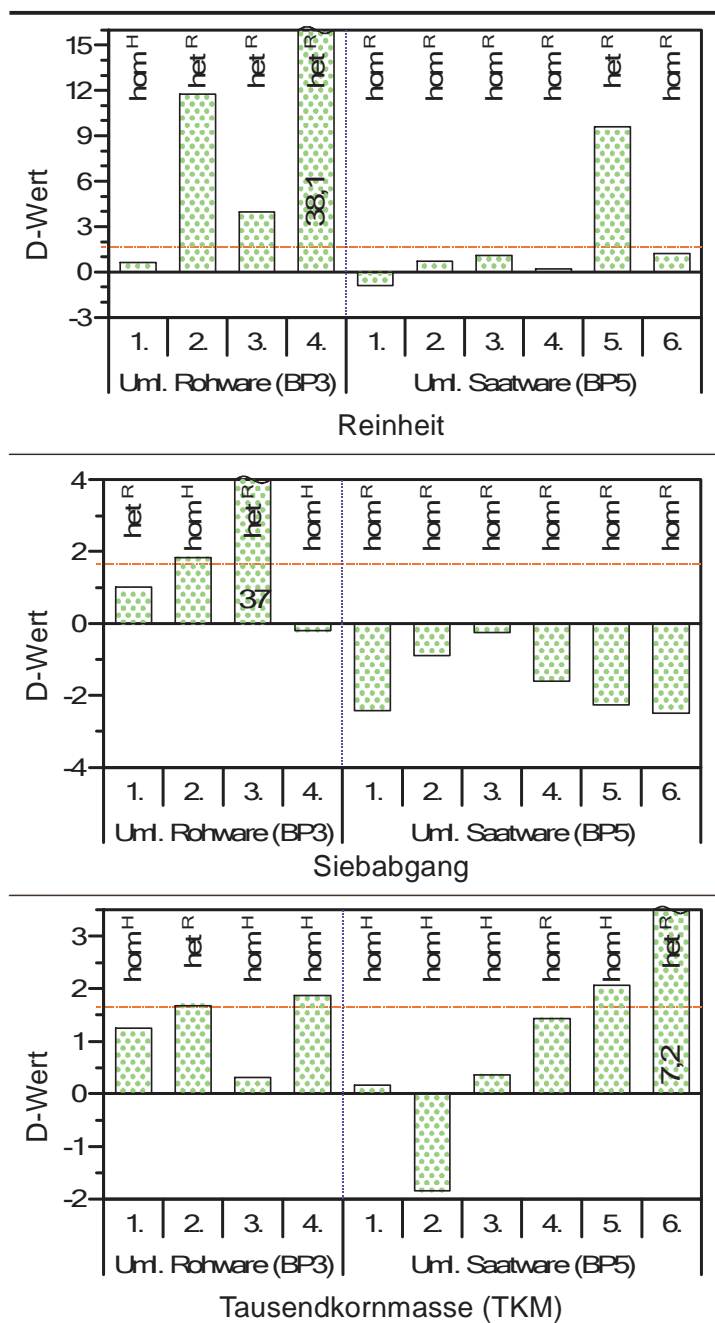
Merkmal	BP	Pr.Sch.	$s_{e(2)}$	$s_{e(10)}$	$s_{e(30)}$	$EP_{(GD)}$	$s_{e(GD)}$	$EP_{(AV)}$	$s_{e(AV)}$
Reinheit (%)	5	ran.	0,0141	0,0119	0,0116	5	0,0125	~	~
		sys.	0,0128	0,0114	0,0114	4	0,0117	3	0,0120
		ges.	0,0120	0,0113	0,0112	3	0,0115	2	0,0120
TKM (g)	6	ran.	0,2009	0,1822	0,1787	3	0,1932	~	~
		sys.	0,2095	0,1773	0,1772	3	0,1794	3	0,1794
		ges.	0,2008	0,1778	0,1775	3	0,1857	3	0,1857

EP: Anzahl an Erstproben, aus denen die Einsendungsprobe erstellt wurde. **BP:** Beprobungspunkte (5: Umlauf nach Reinigung, 6: Absackung, 1.Uml - 6.Uml: Beprobung bei wiederholten Umläufen (max. 6). **Pr.Sch.:** Probenahmeschemata (ran.: zufällig, sys.: systematisch, ges.: geschichtet).

3.7 Ergebnisse der Partie 6 (Hafer)

3.7.1 Entwicklung der Inhomogenität während der Saatgutaufbereitung

In den wiederholten Umläufen der Rohware ist bei den Merkmalen Reinheit und Siebabgang eine ansteigende, bei der Tausendkornmasse eine gleich bleibende Inhomogenität zu beobachten (Abbildung 3.7.1 & Abbildung 3.7.2). Bei allen drei Merkmalen ist die Entwicklung der Inhomogenität noch von starken Schwankungen gekennzeichnet. In den nach der Reinigung durchgeführten Umläufen bleibt die Partie 6 bezüglich dem Siebabgang homogen. Bei der Reinheit tritt im fünften Umlauf als Einzelereignis signifikante Inhomogenität auf. Bezüglich des Qualitätsmerkmals TKM



ist ein kontinuierlicher Anstieg der Inhomogenität festzustellen, sodass im sechsten Umlauf wieder signifikante Inhomogenität vorhanden ist. Bei dem Besatz mit Weizen, weißem Gänsefuß und Klettenlabkraut tritt deutlich Inhomogenität nur bei Klettenlabkraut in den ersten zwei Umläufen der Rohware auf. In den folgenden Umläufen und bei der Saatware ist bezüglich des Besatzes keine Inhomogenität mehr nachweisbar.

Abbildung 3.7.1 Entwicklung der Inhomogenität der bei Partie 6 erhobenen Qualitätsmerkmale während der Saatgutaufbereitung.

BP1: Annahme, **BP2:** Beprobungssilo vor Reinigung, **BP3:** Umlauf vor Reinigung, **BP4:** Beprobungssilo nach Reinigung, **BP5:** Umlauf nach Reinigung, **BP6:** Absackung, **1.Uml. - 6.Uml.:** Beprobung bei wiederholten Umläufen (max. 6) zwischen zwei Silos, **grüne Balken:** Inhomogenitätsmaß ($D \leq 0$: homogen, $D > 0$: inhomogen), **rote Linie:** kritischer Wert ($\alpha=0.05$) für Homogenitätsannahme des D-Wertes, **blaue Linie:** Reinigung signifikante Inhomogenität nach H-Test / R-Test nachweisbar (**het^{H/R}**) oder nicht nachweisbar (**hom^{H/R}**).

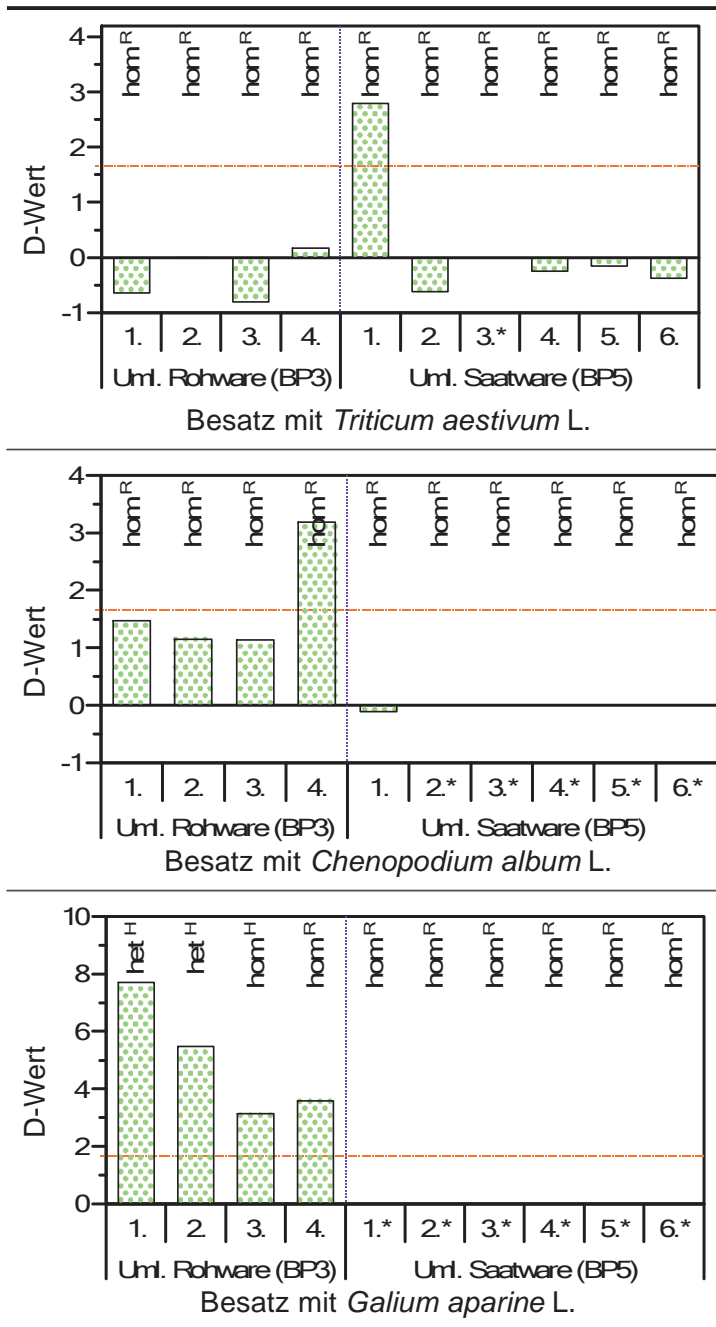


Abbildung 3.7.2 (Forts.) Entwicklung der Inhomogenität der bei Partie 6 erhobenen Qualitätsmerkmale während der Saatgutaufbereitung

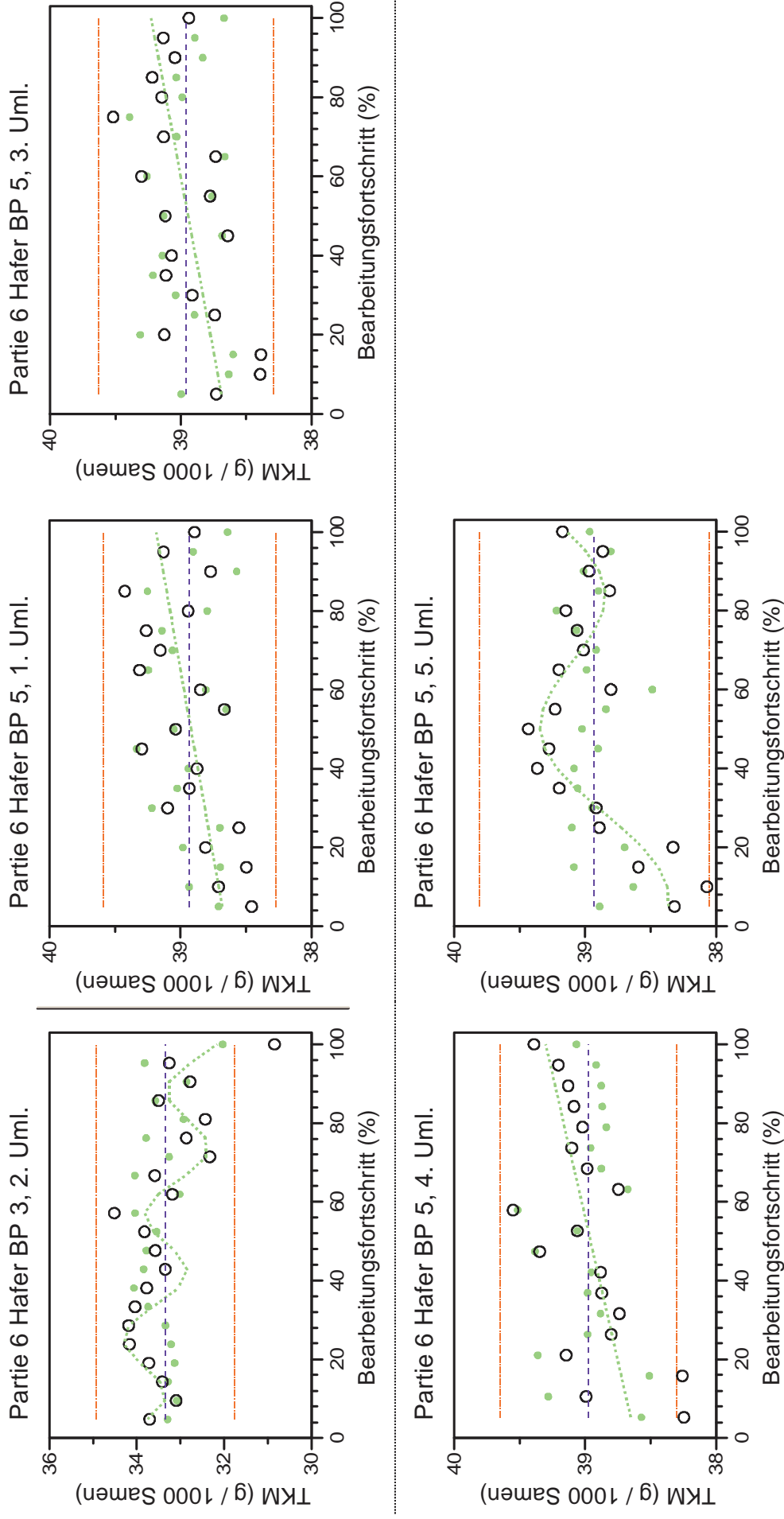
BP1: Annahme, **BP2:** Beprobungssilo vor Reinigung, **BP3:** Umlauf vor Reinigung, **BP4:** Beprobungssilo nach Reinigung, **BP5:** Umlauf nach Reinigung, **BP6:** Absackung, **1.Uml - 6.Uml:** Beprobung bei wiederholten Umläufen (max. 6) zwischen zwei Silos, **grüne Balken:** Inhomogenitätsmaß ($D \leq 0$: homogen, $D > 0$: inhomogen), **rote Linie:** kritischer Wert ($\alpha=0.05$) für Homogenitätsannahme des D-Wertes, **blaue Linie:** Reinigung signifikante Inhomogenität nach H-Test / R-Test nachweisbar (**het**^{H/R}) oder nicht nachweisbar (**hom**^{H/R}).

3.7.2 Trendanalyse

Wie die Haferpartie 6 zeigt, ist bei dem Qualitätsmerkmal Tausendkornmasse regelmäßig eine Ausbildung von Trends zu beobachten. In der Rohware ist bei $\frac{1}{4}$, in der Saatware bei $\frac{2}{3}$ der Beprobungspunkte ein Trend nachweisbar.

Der trendbedingte Anteil der Variation liegt in der Rohware bei 62 %, in der Saatware zwischen 32 % und 77 %. In der Saatware ist dabei eine Tendenz zur Zunahme der trendbedingten Variation mit der Anzahl der Umläufe zu beobachten.

Abbildung 3.7.3 Systematische Trends der Tausendkorngewichte in der Haferpartie 6 an verschiedenen Beprobungspunkten.



BP1: Annahme, **BP2:** Beprobungssilo vor Reinigung, **BP3:** Umlauf vor Reinigung, **BP4:**Beprobungssilo nach Reinigung, **BP5:** Umlauf nach Reinigung, **BP6:** Absackung, **1. Uml - max. 6.Uml:** Beprobung bei wiederholten Umläufen.

○ Werte der Erstproben, ● Mittelwert, --- Trend, --- Grenzen des Konfidenzintervalls, ● trendbereinigte Werte

Tausendkornmasse

In der Rohware der Partie 6 tritt entweder kein Trend (BP3, 1. Uml. und 3. - 4. Uml.) oder ein leichter Abfall des TKM, überlagert von periodischen Schwankungen (BP3, 2. Uml.) auf (Abbildung 3.7.3). Nach der Reinigung baut sich in der Partie 6 ein Trend hoher Stabilität (BP5, 1. - 6. Uml.) auf. Die TKM nimmt dabei während des Umlaufes gleichmäßig zu. Teilweise (5. Uml.) ist dieser Trend noch von Schwankung mit einer Zyklusdauer t_λ von 0,77 überlagert.

3.7.3 Simulationsergebnisse

Tausendkornmasse

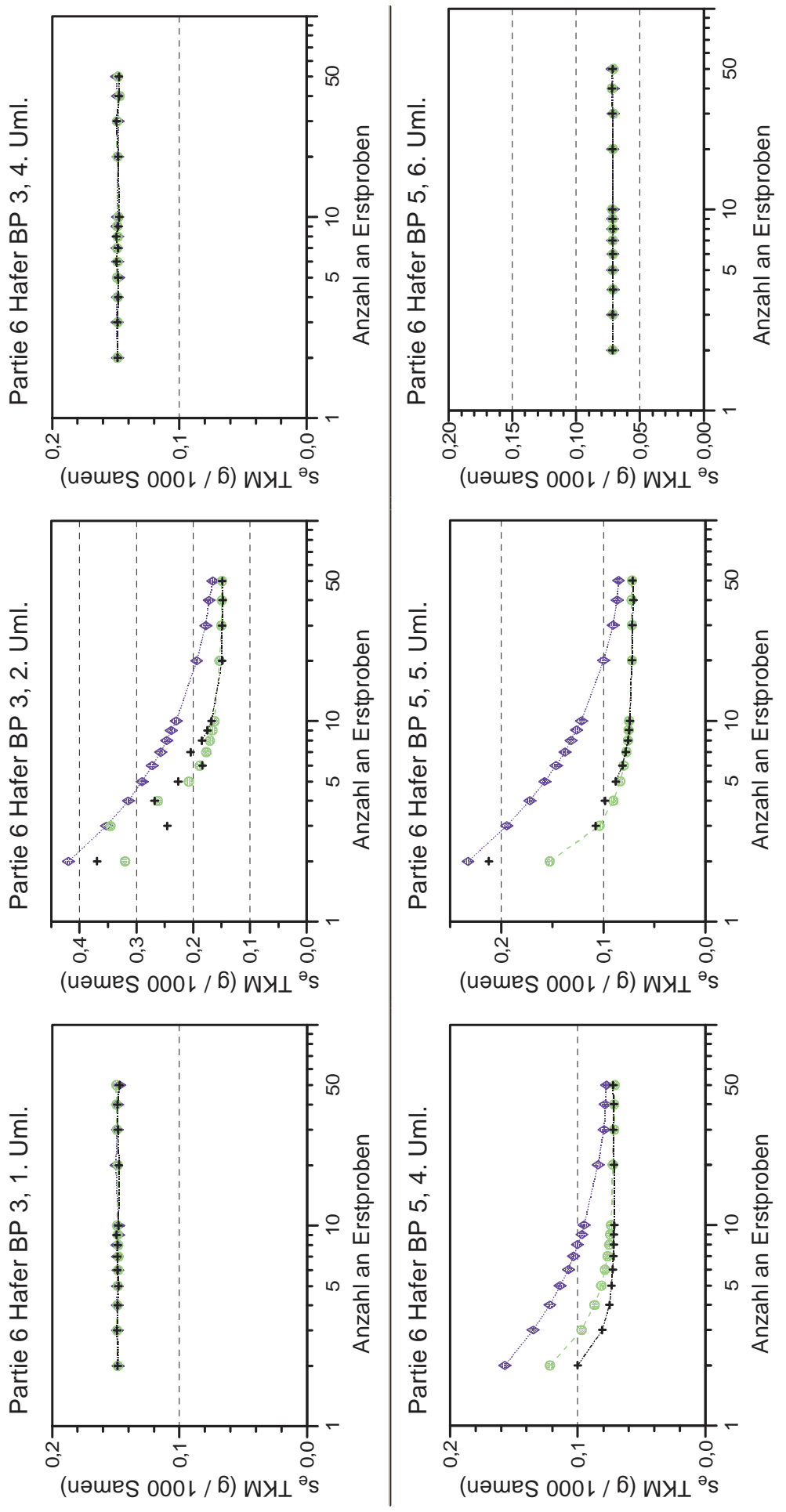
Für den ersten Umlauf (BP3, 1.Uml.) der Rohware von Haferpartie 6 liefert die Simulation einheitlich für alle Entnahmeschemata und Entnahmeintensitäten von Erstproben einen Standardfehler von rund 0,15 g (Abbildung 3.7.4).

Für den 2. Umlauf (BP3, 2.Uml.) ergeben sich bei zufälliger, geschichteter und systematischer Probenahme zweier Erstproben ein Standardfehler s_e der Einsendungsprobe von 0,42 g, 0,37 g und 0,32 g. Im Bereich bis zu acht Erstproben pro Einsendungsprobe nimmt das angewandte Probenahmeschema starken Einfluss auf den resultierenden Standardfehler der Einsendungsprobe. Im Vergleich zum sonstigen Verlauf des Standardfehlers bei systematischer Probenahme ist s_e bei einer Erstprobenanzahl von drei und vier Erstproben auf Werte von 0,35 g bzw. 0,26 g angehoben. Dagegen ist bei geschichteter Probenahme zu beobachten, dass bei einer Erstprobenanzahl von drei und sechs Stück der Standardfehler mit Werten von 0,25 g bzw. 0,18 g gegenüber dem restlichen Verlauf deutlich abgesenkt ist. Ab einer Erstprobenanzahl von 10 Stück haben sich die Verläufe der Standardfehler bei systematischer und geschichteter Probenahme stabilisiert. Der Wert des Standardfehlers der Einsendungsprobe liegt dann bei 0,17 g bzw. 0,16 g. Bei einer zufälligen Entnahme der Erstproben wird dieser Wert erst bei 50 Erstproben erreicht.

Für den vierten Umlauf (BP5, 4. Uml.) der Saatware von Haferpartie 6 liefert die Simulation bei zufälliger, systematischer und geschichteter Probenahme zweier Erstproben jeweils einen Standardfehler von 0,16 g, 0,12 g und 0,10 g (Tabelle 3.7.1). Bei einer weiteren Erhöhung der Erstprobenanzahl stellt sich bei allen Beprobungsschemata eine kontinuierliche Abnahme von s_e mit der Reihenfolge s_e (zufällig) > s_e (systematisch) > s_e (geschichtet) ein. Der Standardfehler der zufälligen Probenahme bei 30 Erstproben von 0,08 g wird bei systematischer Probenahme ab sechs und bei geschichteter Probenahme ab vier Erstproben unterschritten.

Für den fünften nach der Reinigung durchgeführten Umlauf (BP5, 5. Uml.) liegt der Standardfehler bei zufälliger und geschichteter Probenahme zweier Erstproben bei 0,23 g und 0,21 g. Die Werte von s_e liegen hier bei systematischer Probenahme bei 0,15 g.

Abbildung 3.7.4 Standardfehler s_e^* von Einsendungsproben bei verschiedenen Beprobungsschemata, Erstprobengrößen und -anzahlen.



Standardfehler s_e beinhaltet **trend- und stichprobenbedingte Streuung**.

◆: geschichtete Probenentnahme, ●: systematische Probenentnahme, ◆: zufällige Probenentnahme.

BP1: Annahme, **BP2**: Beprobungssilo vor Reinigung, **BP3**: Umlauf vor Reinigung, **BP4**: Beprobungssilo nach Reinigung, **BP5**: Umlauf nach Reinigung, **BP6**: Absackung, **1. Uml - max. 6.Uml**: Beprobung bei wiederholten Umläufen.

Bei einer Erhöhung der Anzahl an Erstproben auf 3 und mehr fällt der Standardfehler von Einsendungsproben aus geschichteter Probenahme mit einem Wert von 0,11 g auf das Niveau systematischer Probenahme. Ab einer Erstprobenanzahl von 20 Erstproben ist bei geschichteter und systematischer Probenahme ab 7 Erstproben keine nennenswerte Verringerung von s_e mehr festzustellen. Der Standardfehler der Einsendungsprobe liegt dann bei 0,072 g bzw. 0,077 g. Bei zufälliger Entnahme von 30 Erstproben liegt der Standardfehler der Einsendungsprobe dagegen bei 0,091 g. Für den sechsten Umlauf (BP5, 6.Uml.) der Saatware liefert die Simulation einheitlich für alle Entnahmeschemata und Entnahmeintensitäten von Erstproben einen Standardfehler von rund 0,071 g.

Tabelle 3.7.1 Standardfehler s_e für Einsendungsproben aus gereinigter Saatware der Haferpartie 6 bei 2, 10 und 30 Erstproben in Abhängigkeit vom Probenahmeschema. Erstprobenanzahl $EP_{(GD)}$ mit Standardfehler $s_{e(GD)}$, bei der sich der Standardfehler der verschiedenen Probenahmeschemata bei weiterer Erhöhung der Erstprobenanzahl um weniger als 2 % verringert (Grenzwertdifferenz). Bei systematischer und geschichteter Probenahme notwendige Erstprobenanzahl $EP_{(AV)}$ um einen zu dem Standardfehler $s_{e(GD)}$ der zufälligen Probenahme gleichwertigen oder kleineren Standardfehler $s_{e(AV)}$ zu erreichen.

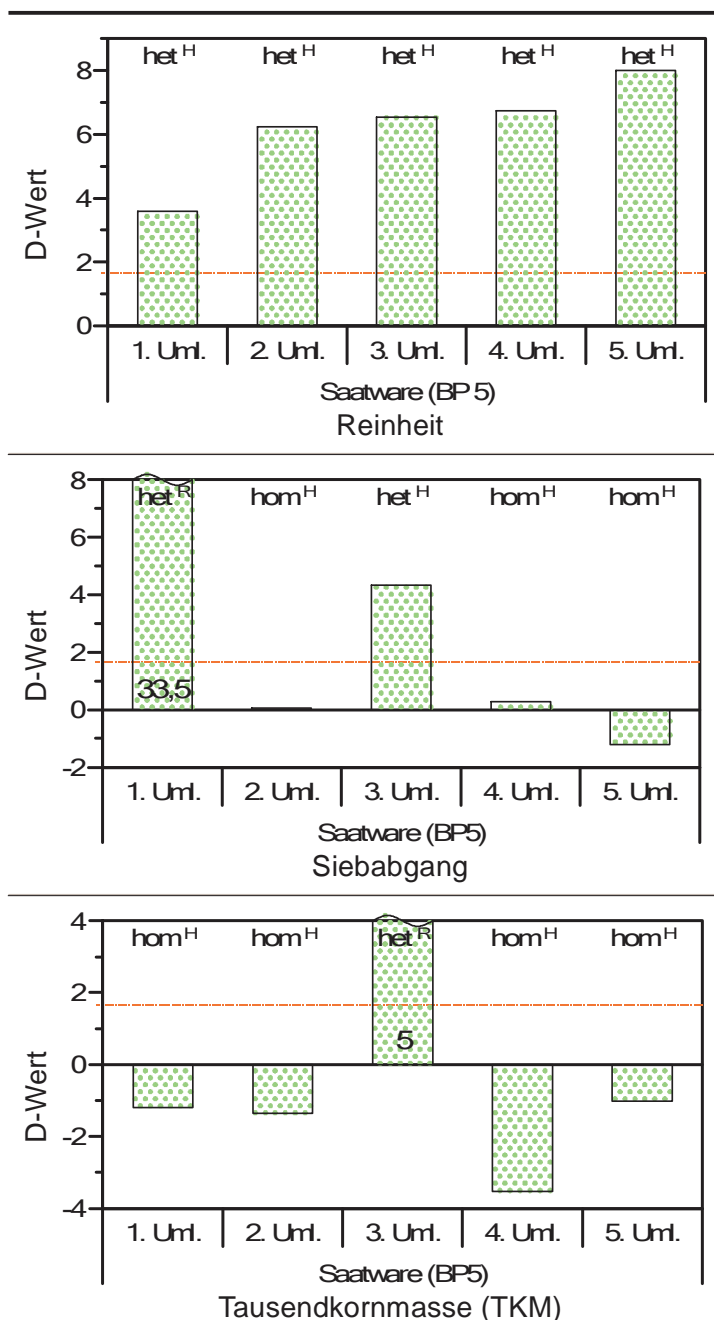
Merkmal	BP Pr.Sch.	$s_{e(2)}$	$s_{e(10)}$	$s_{e(30)}$	$EP_{(GD)}$	$s_{e(GD)}$	$EP_{(AV)}$	$s_{e(AV)}$	
TKM (g)	5, 4. Uml.	ran.	0,1572	0,0952	0,0795	30	0,0795	~	~
		sys.	0,1219	0,0739	0,0715	7	0,0766	6	0,0786
		ges.	0,1001	0,0714	0,0721	5	0,0736	4	0,0753
TKM (g)	5, 5. Uml.	ran.	0,2323	0,1214	0,0905	40	0,0865	~	~
		sys.	0,1525	0,0749	0,0719	7	0,0774	5	0,0835
		ges.	0,2119	0,0740	0,0717	20	0,0718	6	0,0814

EP: Anzahl an Erstproben, aus denen die Einsendungsprobe erstellt wurde. **BP:** Beprobungspunkte (5: Umlauf nach Reinigung, 6: Absackung, 1.Uml - 6.Uml: Beprobung bei wiederholten Umläufen (max. 6). Pr.Sch.: Probenahmeschemata (ran.: zufällig, sys.: systematisch, ges.: geschichtet).

3.8 Ergebnisse der Partie 7 (Hafer)

3.8.1 Entwicklung der Inhomogenität während der Saatgutaufbereitung

Die Entwicklung der Inhomogenität in den wiederholten Umläufen der Saatware von Partie 7 ist bei Siebabgang und Tausendkornmasse durch die Ausbildung kurzzeitiger Inhomogenität gekennzeichnet. In der überwiegenden Anzahl der Umläufe kann bei diesen Merkmalen keine Inhomogenität nachgewiesen werden. Besatz mit Klettenlabkraut ist bei Partie 7 zwar vorhanden, Inhomogenität lässt sich jedoch auch hier nicht nachweisen (Abbildung 3.8.1 & Abbildung 3.8.2). Im Falle der Reinheit und des Besatzes mit Weizen zeigt Partie 7 eine stetig ansteigende signifikante Inhomogenität in den wiederholten Umläufen.



genität in den wiederholten Umläufen.

Abbildung 3.8.1 Entwicklung der Inhomogenität der bei Partie 7 erhobenen Qualitätsmerkmale während der Saatgutaufbereitung.

BP1: Annahme, **BP2:** Beprobungssilo vor Reinigung, **BP3:** Umlauf vor Reinigung, **BP4:** Beprobungssilo nach Reinigung, **BP5:** Umlauf nach Reinigung, **BP6:** Absackung, **1.Uml. - 6.Uml.:** Beprobung bei wiederholten Umläufen (max. 6) zwischen zwei Silos, **grüne Balken:** Inhomogenitätsmaß ($D \leq 0$: homogen, $D > 0$: inhomogen), **rote Linie:** kritischer Wert ($\alpha=0.05$) für Homogenitätsannahme des D-Wertes, **blaue Linie:** Reinigung signifikante Inhomogenität nach H-Test / R-Test nachweisbar (**het^{H/R}**) oder nicht nachweisbar (**hom^{H/R}**).

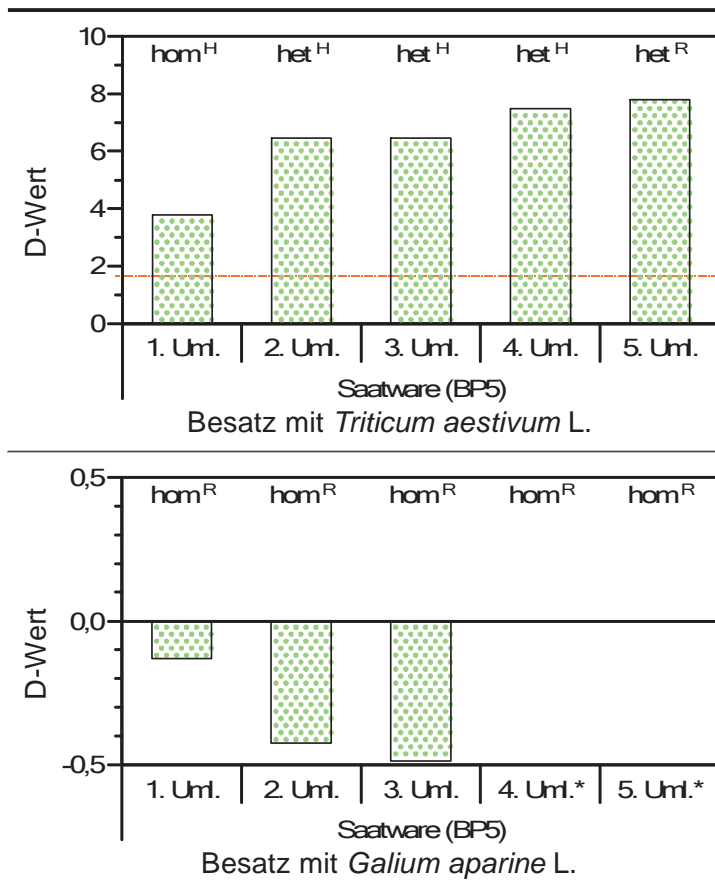


Abbildung 3.8.2 (Forts.) Entwicklung der Inhomogenität der bei Partie 7 erhobenen Qualitätsmerkmale während der Saatgutaufbereitung.

BP1: Annahme, **BP2:** Beprobungssilo vor Reinigung, **BP3:** Umlauf vor Reinigung, **BP4:** Beprobungssilo nach Reinigung, **BP5:** Umlauf nach Reinigung, **BP6:** Absackung, **1.Uml - 6.Uml:** Beprobung bei wiederholten Umläufen (max. 6) zwischen zwei Silos, **grüne Balken:** Inhomogenitätsmaß ($D \leq 0$: homogen, $D > 0$: inhomogen), **rote Linie:** kritischer Wert ($\alpha=0.05$) für Homogenitätsannahme des D-Wertes, **blaue Linie:** Reinigung signifikante Inhomogenität nach H-Test / R-Test nachweisbar (**het^{H/R}**) oder nicht nachweisbar (**hom^{H/R}**).

3.8.2 Trendanalyse

Bei der nur in gereinigtem Zustand beprobten Haferpartie 7 ist bei den Qualitätsmerkmalen Reinheit und Besatz mit Weizen an allen Beprobungspunkten ein Trend vorhanden.

Der trendbedingte Anteil der Variation liegt bei der Reinheit zwischen 34 % und 74 %, bei dem Besatz mit Weizen zwischen 32 % und 57 %. Der trendbedingte Variationsanteil bei der Reinheit steigt dabei im Laufe der Umläufe stetig an.

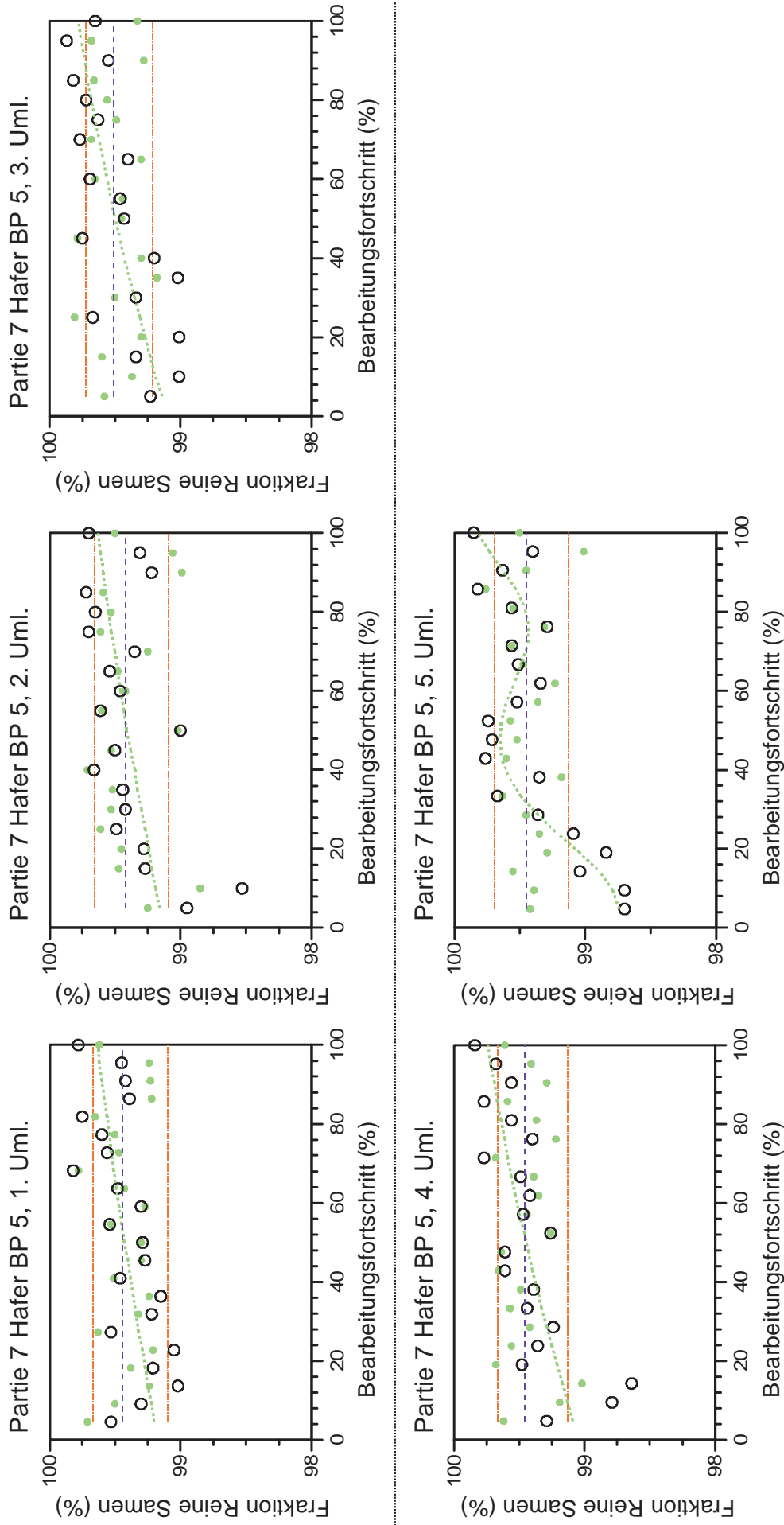
Reinheit

Bei Partie 7 zeigt die Saatware bei den Durchläufen eine ansteigende Reinheit (Abbildung 3.8.3). Der Trend bleibt dabei über alle Umläufe hinweg stabil. Im letzten Umlauf ist dieser Trend noch von einer Schwankung mit einer Zyklusdauer t_λ von 0,71 überlagert.

Besatz mit Weizen

Bei allen Umläufen nimmt die Besatzstärke der Erstproben von anfänglich rund 100 Weizenkaryopsen pro Erstprobe auf rund 35 Weizenkaryopsen pro Erstprobe ab (Abbildung 3.8.4). Eine Veränderung des Trends in den aufeinander folgenden Umläufen tritt nicht auf.

Abbildung 3.8.3 systematische Trends der Fraktion Reine Samen in der Haferpartien 7 an den verschiedenen Beprobungspunkten.

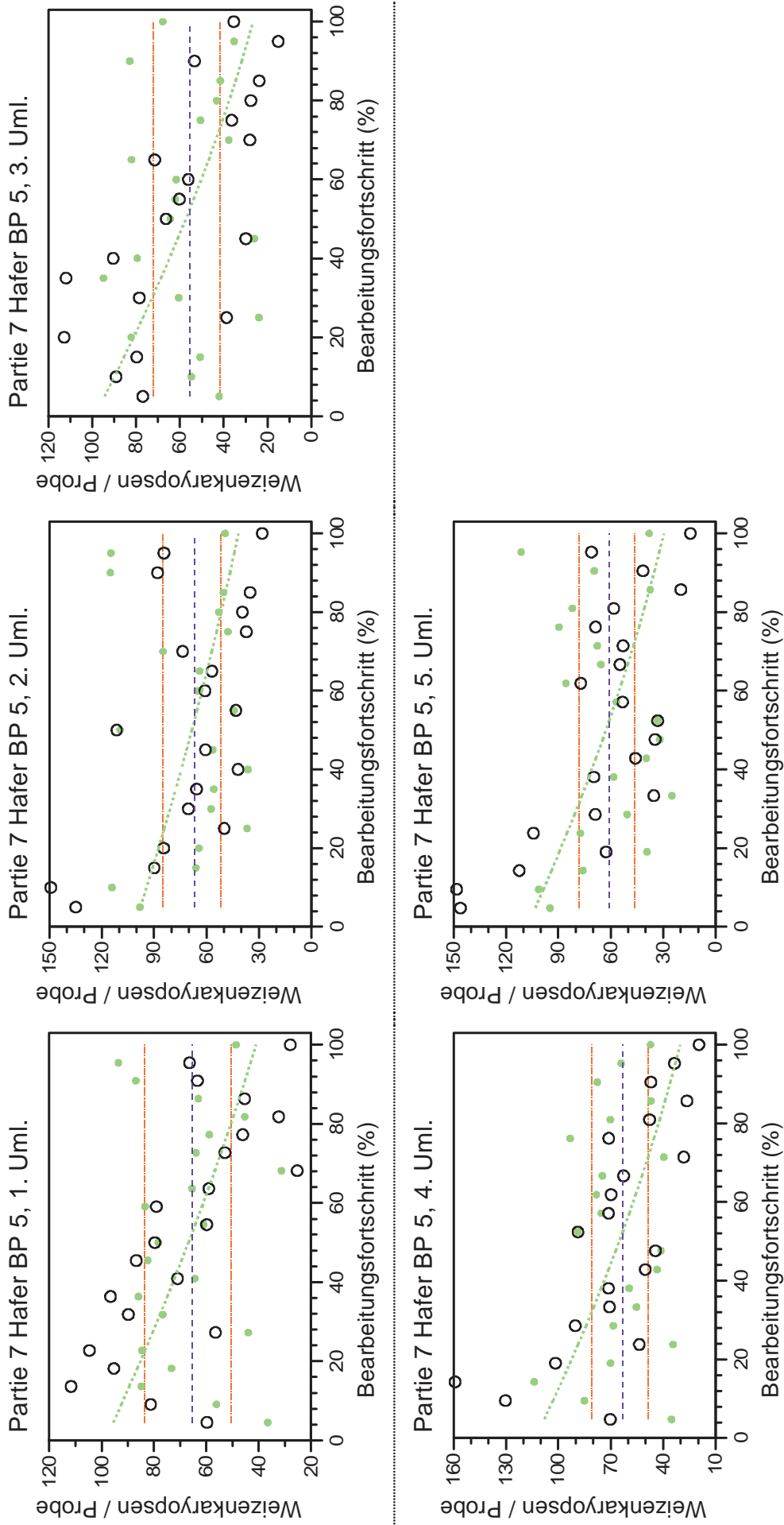


BP1: Annahme, **BP2:** Beprobungssilo vor Reinigung, **BP3:** Umlauf vor Reinigung, **BP4:** Beprobungssilo nach Reinigung, **BP5:** Umlauf nach Reinigung, **BP6:** Absackung

1.Uml - max. 6.Uml: Beprobung bei wiederholten Umläufen.

--- Mittelwert, Trend, ○ Werte der Erstproben, --- Grenzen des Konfidenzintervalls, ● trendbereinigte Werte

Abbildung 3.8.4 Systematische Trends der Besatzstärke (Weizen) von Erstproben* aus der Haferpartie 7.



BP1: Annahme, **BP2:** Beprobungssilo vor Reinigung, **BP3:** Umlauf vor Reinigung, **BP4:** Beprobungssilo nach Reinigung, **BP5:** Umlauf nach Reinigung, **BP6:** Absackung,
1. Uml - max. 6.Uml: Beprobung bei wiederholten Umläufen, *: Angaben für eine Erstprobengröße von 10.000 Samen.

3.8.3 Simulationsergebnisse

Reinheit

Für den ersten Umlauf (BP5, 1. Uml.) der Saatware von Haferpartie 7 liefert die Simulation einer Einsendungsprobe aus zwei zufällig, systematisch und geschichtet entnommenen Erstproben einen Standardfehler von 0,10 %, 0,08 % und 0,07 %. Bei einer weiteren Erhöhung der Erstprobenanzahl stellt sich bei allen Beprobungsschemata eine kontinuierliche Abnahme von s_e mit der Reihenfolge s_e (zufällig) > s_e (systematisch) > s_e (geschichtet) ein (Abbildung 3.8.5). Der Standardfehler 40 zufällig entnommener Erstproben von 0,052 % wird bei geschichteter Probenahme ab vier und bei systematischer Probenahme ab sieben Erstproben unterschritten (Tabelle 3.8.1).

Beim vierten Umlauf (BP5, 4. Uml.) liegt der Standardfehler zweier zufällig entnommener Erstproben bei 0,15 %. Die Werte von s_e liegen in diesem Fall bei systematischer Probenahme bei 0,11 % und bei geschichteter Probenahme bei 0,09 %. Bei einer Erhöhung der Erstprobenanzahl der Einsendungsprobe sinkt bei allen drei Probenahmeschemata der Standardfehler s_e kontinuierlich ab. Eine Änderung der oben genannten Reihenfolge erfolgt nicht. Im Falle der geschichteten Probenahme ist bei Einsendungsproben aus sechs und mehr, bei systematischer Probenahme bei 20 und mehr Erstproben keine nennenswerte Verringerung von s_e mehr festzustellen. Der Standardfehler liegt dann bei rund 0,049 %. Dieser Wert wird bei zufälliger Probenahme auch bei Einsendungsproben aus 30 Erstproben nicht erreicht.

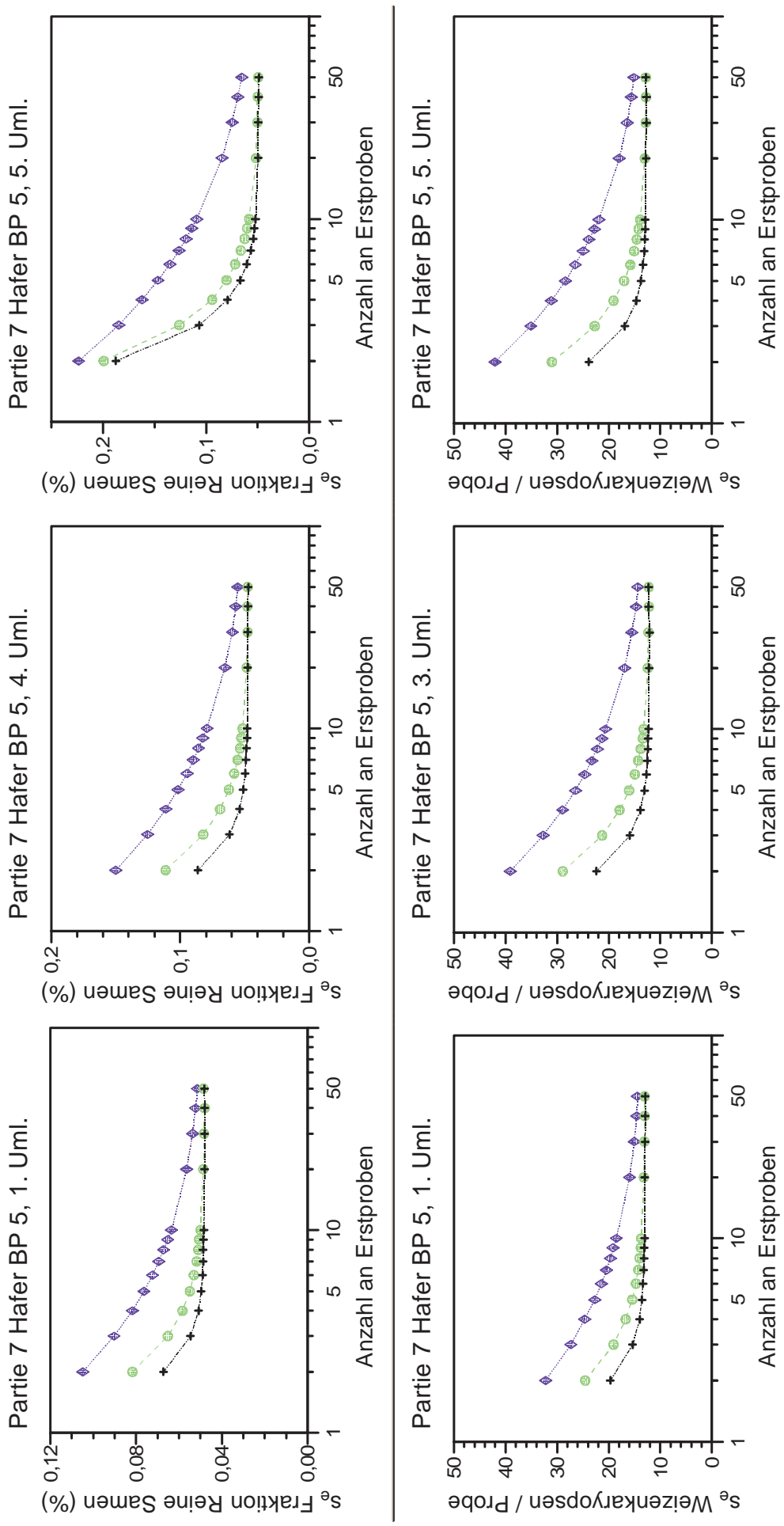
Für den fünften Umlauf (BP5, 5. Uml.) liefert die Simulation bei zufälliger, systematischer und geschichteter Probenahme zweier Erstproben jeweils einen Standardfehler von 0,22 %, 0,20 % und 0,19 %. Bei der Erhöhung der Erstprobenanzahl stellt sich bei allen Beprobungsschemata eine kontinuierliche Abnahme von s_e mit der Reihenfolge s_e (zufällig) > s_e (systematisch) > s_e (geschichtet) ein. Der Standardfehler 50 zufällig entnommener Erstproben von 0,065 % wird bei systematischer Probenahme ab acht und bei geschichteter Probenahme ab sechs Erstproben unterschritten.

Besatz mit Weizen

Für den ersten Umlauf (BP5, 1. Uml.) der Saatware von Haferpartie 7 liefert die Simulation bei zufälliger, geschichteter und systematischer Probenahme zweier Erstproben Standardfehler von 32 Samen, 25 Samen und 20 Samen. Bei einer Erhöhung der Erstprobenanzahl der Einsendungsprobe wird der Standardfehler s_e bei allen drei Probenahmeschemata stetig kleiner. Ab einer Erstprobenanzahl von sieben Stück ist bei systematischer, ab fünf Erstproben bei geschichteter Probenahme keine nennenswerte Verringerung von s_e mehr festzustellen. Der Standardfehler der Einsendungsprobe liegt dann bei 14,3 bzw. 13,6 Samen. Bei zufälliger Entnahme von 30 Erstproben liegt der Standardfehler der Einsendungsprobe bei 15 Samen.

Für den dritten Umlauf (BP5, 3. Uml.) liegt der Standardfehler einer Einsendungsprobe aus zwei zufällig, systematisch und geschichtet entnommenen Erstproben bei 39 Samen, 29 Samen und 22 Samen.

Abbildung 3.8.5 Standardfehler s_e von Einsendungsproben bei verschiedenen Beprobungsschemata, Erstprobengrößen und -anzahlen.



Standardfehler s_e beinhaltet **trend- und stichprobenbedingte Streuung**. *: Angaben zum Besatz sind auf eine Erstprobengröße von 10.000 Samen bezogen.
 -+ : geschichtete Probenentnahme, -o : systematische Probenentnahme, -◇ : zufällige Probenentnahme.
BP1: Annahme, **BP2**: Beprobungssilo vor Reinigung, **BP3**: Beprobungssilo nach Reinigung, **BP4**: Beprobungssilo nach Reinigung, **BP5**: Umlauf nach Reinigung, **BP6**: Absackung,
1. Uml - max. 6.Uml: Beprobung bei wiederholten Umläufen.

Bei einer weiteren Erhöhung der Erstprobenanzahl stellt sich bei allen Beprobungsschemata eine kontinuierliche Abnahme von s_e mit der Reihenfolge s_e (zufällig) > s_e (systematisch) > s_e (geschichtet) ein. Der Standardfehler der zufälligen Probenahme bei 50 Erstproben liegt bei 14,4 Samen. Er wird bei geschichteter Probenahme ab vier und bei systematischer Probenahme ab sieben Erstproben unterschritten.

Beim fünften Umlauf (BP5, 5. Uml.) liegt der Standardfehler zweier zufällig entnommener Erstproben bei 42 Samen. Die Werte von s_e liegen in diesem Fall bei systematischer Probenahme bei 31 und bei geschichteter Probenahme bei 24 Samen. Bei einer Erhöhung der Erstprobenanzahl der Einsendungsprobe sinkt bei allen drei Probenahmeschemata der Standardfehler s_e kontinuierlich ab. Eine Änderung der oben genannten Reihenfolge erfolgt nicht. Im Falle der geschichteten Probenahme ist bei Einsendungsproben aus sechs und mehr, bei systematischer Probenahme bei 20 und mehr Erstproben keine nennenswerte Verringerung von s_e mehr festzustellen. Der Standardfehler liegt dann bei rund 13,0 bzw. 13,3 Samen. Bei zufälliger Probenahme von 50 Erstproben liegt der Standardfehler s_e bei 15,1 Samen.

Tabelle 3.8.1 Standardfehler s_e für Einsendungsproben aus gereinigter Saatware der Haferpartie 7 bei 2, 10 und 30 Erstproben in Abhängigkeit vom Probenahmeschema. Erstprobenanzahl $EP_{(GD)}$ mit Standardfehler $s_{e(GD)}$, bei der sich der Standardfehler der verschiedenen Probenahmeschemata bei weiterer Erhöhung der Erstprobenanzahl um weniger als 2 % verringert (Grenzwertdifferenz). Bei systematischer und geschichteter Probenahme notwendige Erstprobenanzahl $EP_{(AV)}$ um einen zu dem Standardfehler $s_{e(GD)}$ der zufälligen Probenahme gleichwertigen oder kleineren Standardfehler $s_{e(AV)}$ zu erreichen.

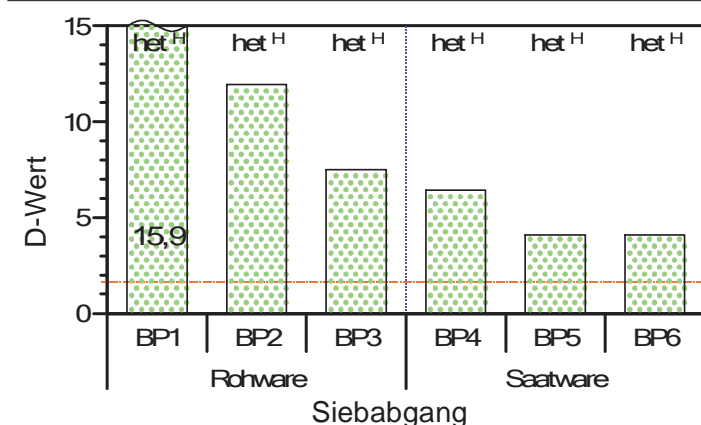
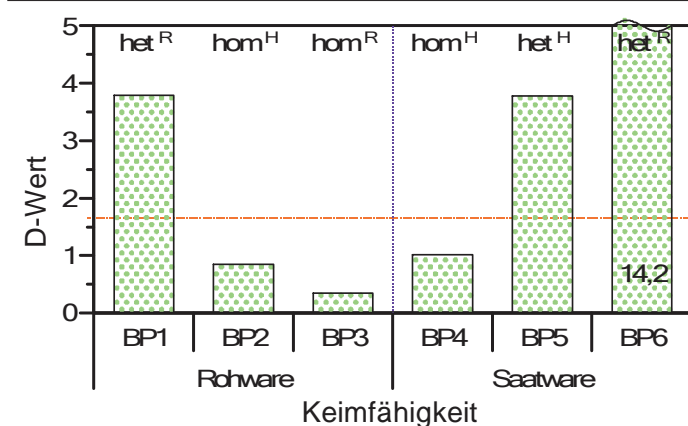
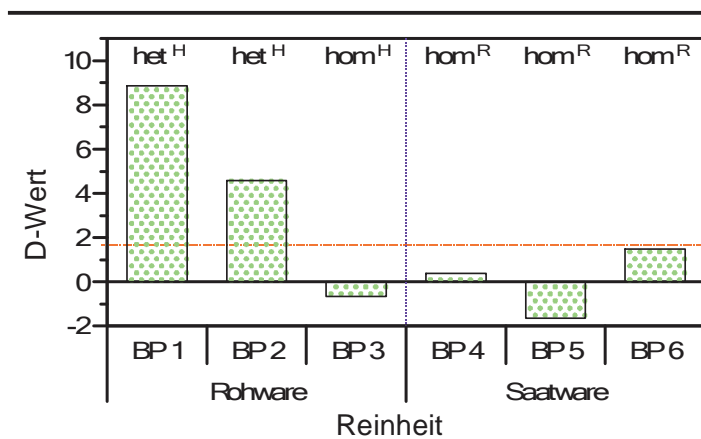
Merkmal	BP Pr.Sch.	$s_{e(2)}$	$s_{e(10)}$	$s_{e(30)}$	$EP_{(GD)}$	$s_{e(GD)}$	$EP_{(AV)}$	$s_{e(AV)}$	
Reinheit (%)	5, 1. Uml.	ran.	0,1049	0,0635	0,0536	40	0,0522	~	~
		sys.	0,0817	0,0499	0,0482	7	0,0517	7	0,0517
		ges.	0,0672	0,0483	0,0479	5	0,0496	4	0,0508
Reinheit (%)	5, 4. Uml.	ran.	0,1499	0,0793	0,0596	≥ 50	0,0554	~	~
		sys.	0,1113	0,0517	0,0478	20	0,0486	8	0,0538
		ges.	0,0862	0,0481	0,0476	6	0,0496	4	0,0540
Reinheit (%)	5, 5. Uml.	ran.	0,2237	0,1092	0,0748	≥ 50	0,0654	~	~
		sys.	0,1991	0,0583	0,0503	30	0,0503	8	0,0626
		ges.	0,1873	0,0521	0,0493	20	0,0496	6	0,0606
Besatz mit Weizen (n)	5, 1. Uml.	ran.	32,23	18,53	15,04	40	14,55	~	~
		sys.	24,54	13,69	13,09	7	14,25	7	14,25
		ges.	19,69	13,02	12,96	5	13,57	4	14,02
Besatz mit Weizen (n)	5, 3. Uml.	ran.	39,09	20,59	15,52	≥ 50	14,35	~	~
		sys.	28,90	13,24	12,29	20	12,42	7	14,29
		ges.	22,37	12,26	12,08	6	12,69	4	13,82
Besatz mit Weizen (n)	5, 4. Uml.	ran.	42,05	21,90	16,41	≥ 50	15,14	~	~
		sys.	31,02	13,91	12,82	20	13,00	7	15,05
		ges.	23,88	12,88	12,70	6	13,32	4	14,61

EP: Anzahl an Erstproben, aus denen die Einsendungsprobe erstellt wurde. **BP:** Beprobungspunkte (5: Umlauf nach Reinigung, 6: Absackung, 1.Uml - 6.Uml: Beprobung bei wiederholten Umläufen (max. 6). Pr.Sch.: Probenahmeschemata (ran.: zufällig, sys.: systematisch, ges.: geschichtet).

3.9 Ergebnisse der Partie 8 (Sommergerste)

3.9.1 Entwicklung der Inhomogenität während der Saatgutaufbereitung

Mit D-Werten zwischen 4 und 16 liegt bezüglich der Qualitätsmerkmale Reinheit, Keimfähigkeit und Tausendkornmasse zum Zeitpunkt der Annahme geringe bis moderate Inhomogenität vor. Besatz tritt nicht auf. Nach der Annahme werden die Partien zunehmend homogener (Abbildung 3.9.1 & Abbildung 3.9.2). Direkt nach der Reinigung ist die Partie in Bezug auf die Merkmale Reinheit und Keimfähigkeit homogen. Bezüglich der Reinheit bleibt die Partie nach der Reinigung homogen. Dagegen ist bei der Keimfähigkeit nach der Reinigung wieder ein starker



Anstieg der Inhomogenität zu beobachten, sodass bei der Absackung signifikante Inhomogenität vorhanden ist. Bei den Merkmalen Siebabgang und Tausendkornmasse ist auch direkt nach der Reinigung noch signifikante Inhomogenität nachweisbar. Im weiteren ist zwar eine Tendenz zur Abnahme der Inhomogenität zu beobachten, jedoch ist zum Zeitpunkt der Absackung noch signifikante Inhomogenität vorhanden.

Abbildung 3.9.1 Entwicklung der Inhomogenität der bei Partie 8 erhobenen Qualitätsmerkmale während der Saatgutaufbereitung.

BP1: Annahme, **BP2:** Beprobungssilo vor Reinigung, **BP3:** Umlauf vor Reinigung, **BP4:** Beprobungssilo nach Reinigung, **BP5:** Umlauf nach Reinigung, **BP6:** Absackung, **1.Uml - 6.Uml:** Beprobung bei wiederholten Umläufen (max. 6) zwischen zwei Silos, **grüne Balken:** Inhomogenitätsmaß ($D \neq 0$: homogen, $D > 0$: inhomogen), **rote Linie:** kritischer Wert ($\alpha=0.05$) für Homogenitätsannahme des D-Wertes, **blaue Linie:** Reinigung signifikante Inhomogenität nach H-Test / R-Test nachweisbar (**het**^{H/R}) oder nicht nachweisbar (**hom**^{H/R}).

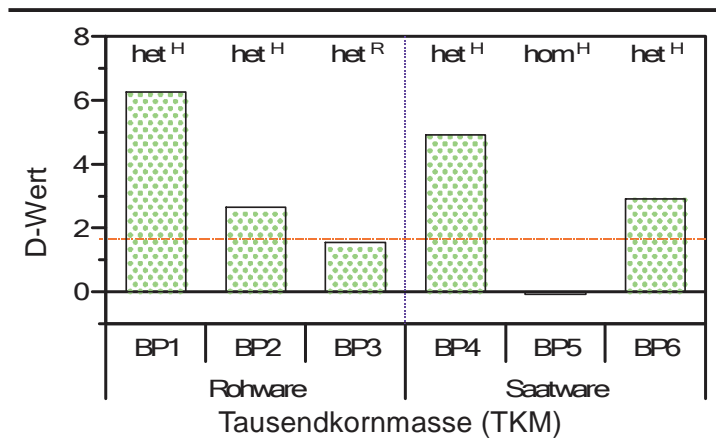


Abbildung 3.9.2 (Forts.) Entwicklung der Inhomogenität der bei Partie 8 erhobenen Qualitätsmerkmale während der Saatgutaufbereitung.

BP1: Annahme, **BP2:** Beprobungssilo vor Reinigung, **BP3:** Umlauf vor Reinigung, **BP4:** Beprobungssilo nach Reinigung, **BP5:** Umlauf nach Reinigung, **BP6:** Absackung, **1.Uml - 6.Uml:** Beprobung bei wiederholten Umläufen (max. 6) zwischen zwei Silos, **grüne Balken:** Inhomogenitätsmaß ($D \leq 0$: homogen, $D > 0$: inhomogen), **rote Linie:** kritischer Wert ($\alpha=0.05$) für Homogenitätsannahme des D-Wertes, **blaue Linie:** Reinigung signifikante Inhomogenität nach H-Test / R-Test nachweisbar (**het^{H/R}**) oder nicht nachweisbar (**hom^{H/R}**).

3.9.2 Trendanalyse

Die Gerstenpartie 8 zeigt bei den Qualitätsmerkmalen Reinheit, Keimfähigkeit, Sieb-
abgang und Tausendkornmasse regelmäßig eine Ausbildung von Trends. Bei allen
Merkmalen ist an allen Beprobungspunkten der Rohware und an $\frac{2}{3}$ der Beprobungs-
punkte der Saatware ein Trend nachweisbar.

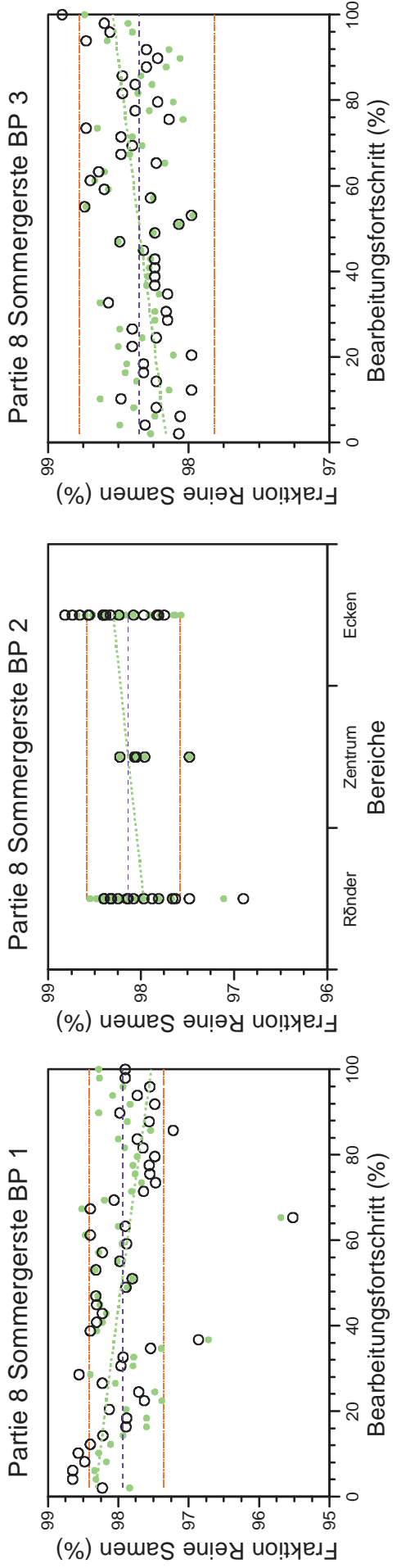
Der trendbedingte Anteil der Variation liegt bei der Reinheit in der Rohware zwischen
16 % und 25 %, in der Saatware zwischen 16 % und 23 %, bei der Keimfähigkeit in
der Rohware zwischen 15 % und 44 %, in der Saatware zwischen 43 % und 48 %.
Die trendbedingten Variationsanteile des Siebabganges liegen in der Rohware zwi-
schen 33 % und 74 %, in der Saatware zwischen 25 % und 35 %, bei der TKM in der
Rohware zwischen 12 % und 15 %, in der Saatware zwischen 34 % und 63 %.

In der Rohware ist bei Keimfähigkeit, Sieb-
abgang und Tausendkornmasse eine
Zunahme des trendbedingten Variationsanteiles zu beobachten. Bei Keimfähigkeit
und Tausendkornmasse ist eine schrittweise Zunahme des trendbedingten Variati-
onsanteiles auch nach der Reinigung zu beobachten.

Reinheit

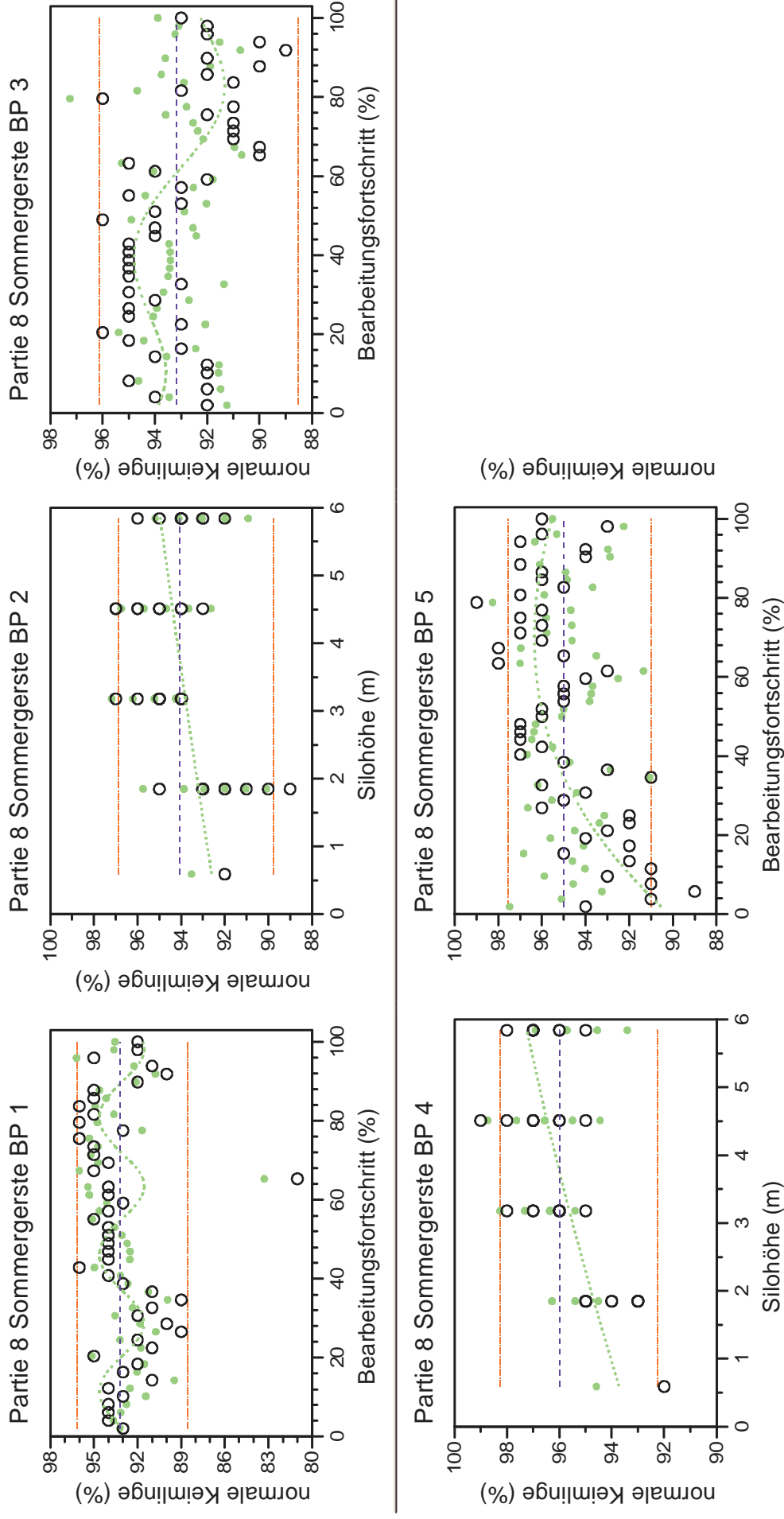
Bei der Annahme der Gerstenpartie 8 ist ein Trend abnehmender Reinheit vorhanden
(Abbildung 3.9.3). Im nachfolgenden Beprobungssilo (BP2) ist ein deutlicher horizon-
taler Gradient mit niedriger Reinheit in den Randbereichen und hoher Reinheit in den
Ecken des Silos festzustellen. Bei der Entleerung des Beprobungssilos steigen die
Reinheitswerte der genommenen Proben dann kontinuierlich an. Bei der der Reini-
gung folgenden Befüllung des Beprobungssilos bildet sich wiederum ein horizontaler
Gradient, diesmal in der Breite des Silos aus. Bei der Absackung ist eine deutliche
Schwankung des Reinheitswertes mit einer Zyklusdauer t_λ von 0,5 vorhanden.

Abbildung 3.9.3 systematische Trends der Fraktion Reine Samen in der Gerstenpartie 8 an den verschiedenen Beprobungspunkten.



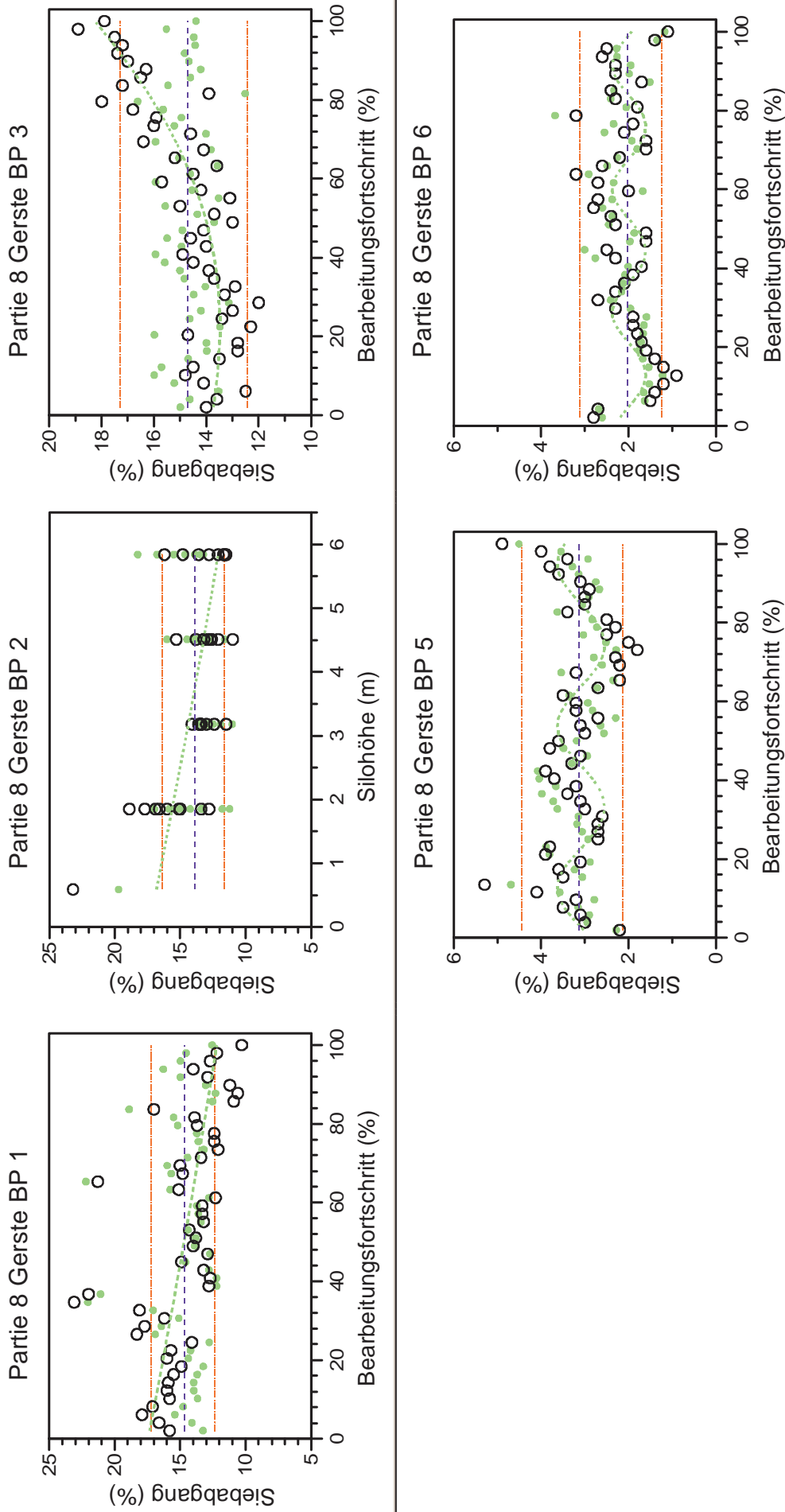
BP1: Annahme, **BP2:** Beprobungssilo vor Reinigung, **BP3:** Umlauf vor Reinigung, **BP4:** Beprobungssilo nach Reinigung, **BP5:** Umlauf nach Reinigung, **BP6:** Absackung
1.Uml - max. 6.Uml: Beprobung bei wiederholten Umläufen, Bereiche: Silo wurde in Rand-, Eck- und Zentralbereiche eingeteilt.
 - - - Mittelwert, Trend, O Werte der Erstproben, - - - Grenzen des Konfidenzintervalls, ● trendbereinigte Werte

Abbildung 3.9.4 systematische Trends der Keimfähigkeitswerte in der Gerstenpartie 8 an den verschiedenen Beprobungspunkten.



BP1: Annahme, **BP2:** Beprobungssilo vor Reinigung, **BP3:** Umlauf vor Reinigung, **BP4:** Beprobungssilo nach Reinigung, **BP5:** Umlauf nach Reinigung, **BP6:** Absackung
1.Uml - max. 6.Uml: Beprobung bei wiederholten Umläufen, Bereiche: Silo wurde in Rand-, Eck- und Zentralbereiche eingeteilt.
 - - - Mittelwert, Trend, ○ Werte der Erstproben, - - - Grenzen des Konfidenzintervalls, ● trendbereinigte Werte

Abbildung 3.9.5 Systematische Trends des Siebabganges in der Gerstenpartie 8 an verschiedenen Beprobungspunkten.

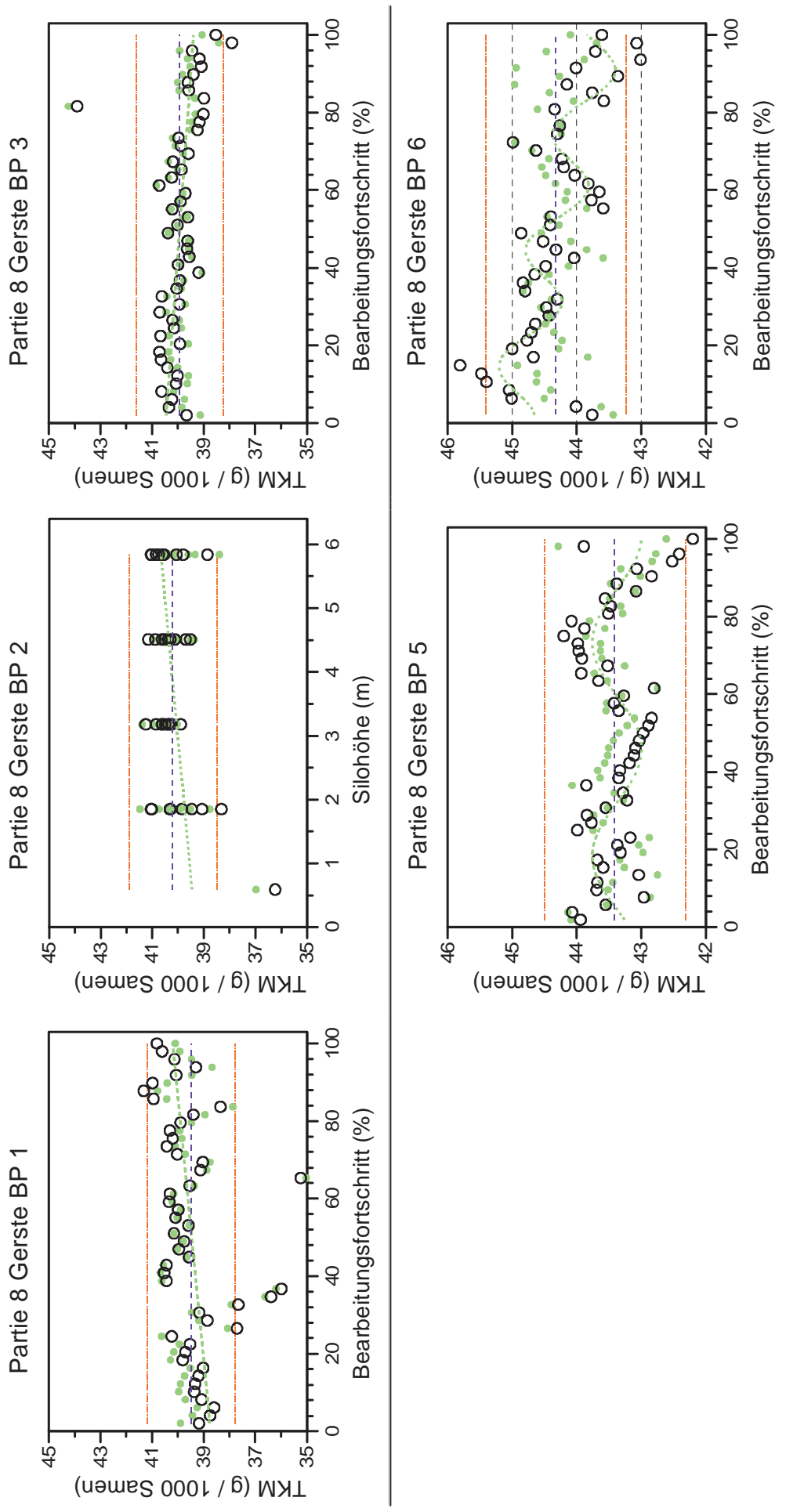


BP1: Annahme, **BP2:** Beprobungssilo vor Reinigung, **BP3:** Umlauf vor Reinigung, **BP4:** Beprobungssilo nach Reinigung, **BP5:** Umlauf nach Reinigung, **BP6:** Absackung, **1. Uml - max. 6.Uml:** Beprobung bei wiederholten Umläufen.

○ Werte der Erstproben, ● trendbereinigte Werte

- - - Mittelwert, Trend, - · - · - Grenzen des Konfidenzintervalls,

Abbildung 3.9.6 Systematische Trends der Tausendkorntmasse in der Gerstenpartie 8 an verschiedenen Beprobungspunkten.



BP1: Annahme, **BP2:** Beprobungssilo vor Reinigung, **BP3:** Umlauf vor Reinigung, **BP4:** Beprobungssilo nach Reinigung, **BP5:** Umlauf nach Reinigung, **BP6:** Absackung, **1. Uml - max. 6. Uml:** Beprobung bei wiederholten Umläufen.

○ Werte der Erstproben, ● trendbereinigte Werte, --- Grenzen des Konfidenzintervalls, --- Trend

Keimfähigkeit

Die Zyklusdauer t_λ der bei der Annahme vorhandenen Schwankungen der Keimfähigkeit steigt in dem folgenden Umlauf (BP3) von einem Wert von 0,34 auf einen Wert von 0,71 an (Abbildung 3.9.4). Bei der dazwischen liegenden Lagerung im Beprobungssilo ist ein signifikanter räumlicher Gradient mit in der Höhe des Silos zunehmender Keimfähigkeit vorhanden. Dieser Gradient ist auch bei der Befüllung des Beprobungssilos nach der Reinigung nachweisbar. Bei der folgenden Entleerung (Partie 8, BP5) steigt die Keimfähigkeit der Proben kontinuierlich an.

Siebabgang

Der bei der Annahme der Gerstenpartie 8 vorhandene abnehmende Trend des Siebabgangs ist bei der nachfolgenden Beprobung der Partie 8 im Beprobungssilo (BP2) noch in Form eines höhenbedingten Gradienten vorhanden (Abbildung 3.9.5). Bei der folgenden Entleerung des Beprobungssilos ist ein Anstieg des Siebabganges in den Proben zu verzeichnen. Nach der Reinigung (BP4) ist kein Trend nachweisbar. Im folgenden Umlauf und bei der Absackung ist eine periodische Schwankung des Siebabgangs zu beobachten. Dabei nimmt die Amplitude der Schwankung ab und gleichzeitig sinkt die Zyklusdauer t_λ von 0,42 auf 0,31.

Tausendkornmasse

Bei der Annahme der Gerstenpartie 8 ist eine stetige Zunahme der TKM zu beobachten (Abbildung 3.9.6). Im nachfolgenden Beprobungssilo (BP2) nimmt die TKM mit der Höhe kontinuierlich zu. Bei der Entleerung des Silos (BP3) ist dann ein Absinken der TKM der Erstproben zu verzeichnen. Nach der Reinigung lässt sich dieser Trend nicht mehr nachweisen. Im ersten Umlauf der Saatware (BP5) schwankt die TKM periodisch. In der folgenden Absackung überlagert diese Schwankung die gleichmäßige Abnahme der TKM.

3.9.3 Simulationsergebnisse

Reinheit

Für die Annahme (BP1) der Gerstenpartie 8 liefert die Simulation einer Einsendungsprobe aus zwei zufällig, systematisch und geschichtet entnommenen Erstproben einen Standardfehler von 0,19 %, 0,15 % und 0,12 %. Bei allen Probenahmeschemata fällt s_e mit zunehmender Erstprobenanzahl stetig ab, wobei die Reihenfolge s_e (zufällig) > s_e (systematisch) > s_e (geschichtet) erhalten bleibt (Abbildung 3.9.7). Im Falle der geschichteten Probenahme ist ab sechs, im Falle der systematischen Probenahme ab zehn Erstproben keine nennenswerte Verringerung von s_e mehr festzustellen. Ihr Standardfehler liegt dann bei ca. 0,09 %. Der Standardfehler einer Einsendungsprobe aus 30 zufällig gezogenen Erstproben liegt bei 0,16 %.

Für den direkt vor der Reinigung durchgeführten Umlauf (BP3) ergibt sich bei zufälliger, systematischer und geschichteter Probenahme zweier Erstproben ein Standardfehler s_e der Einsendungsprobe von 0,11 %, 0,10 % und 0,09 %. Bei allen Probenah-

meschemata fällt s_e bei zunehmender Erstprobenanzahl stetig ab. Der niedrigste Wert von s_e beträgt bei geschichteter und systematischer Probenahme 0,081 %, bei zufälliger Probenahme 0,082 %. Der jeweilige Minimalwert wird bei geschichteter Entnahme bei sechs Erstproben, bei systematischer Entnahme bei neun Erstproben und bei zufälliger Entnahme bei fünfzig Erstproben erreicht.

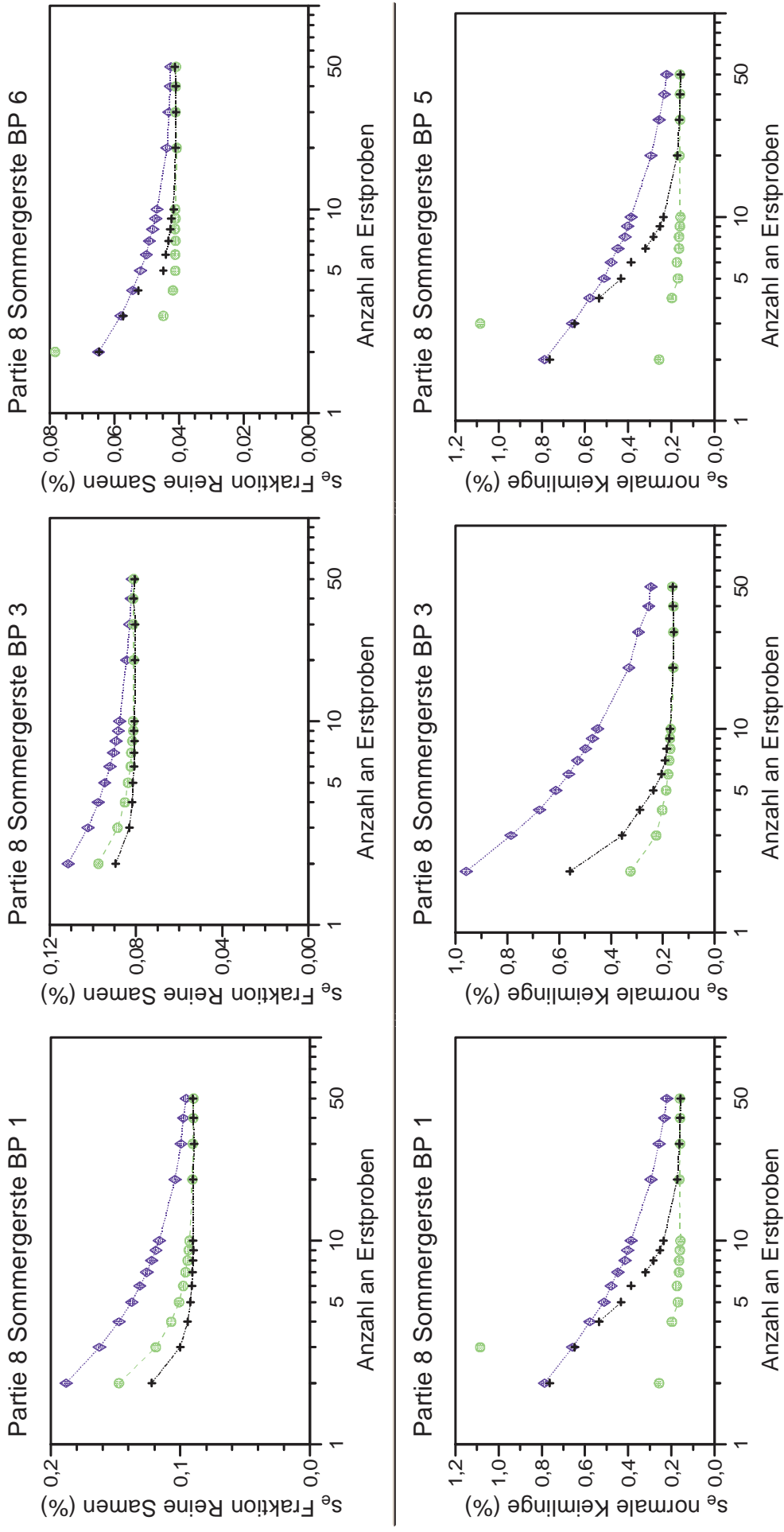
Für die Absackung (BP6) liegt der Standardfehler einer Einsendungsprobe aus zwei zufällig und zwei geschichtet entnommenen Erstproben bei je 0,06 %. Die Werte von s_e liegen in diesem Fall bei systematischer Probenahme bei 0,08 %. Bei einer Steigerung der Erstprobenanzahl auf drei Stück fällt bei systematischer Probenahme der Standardfehler der Einsendungsprobe auf einen Wert von 0,044 % und liegt damit unter den Standardfehlern von zufälliger und geschichteter Probenahme. Bis zu einer Erstprobenanzahl von vier Stück sind die Standardfehler von geschichteter und zufälliger Probenahme nahezu identisch, bei weiterer Erhöhung der Erstprobenanzahl fällt der Standardfehler der geschichteten Probenahme unter den der zufälligen Probenahme. Im Weiteren bleibt die Reihenfolge s_e (zufällig) > s_e (geschichtet) > s_e (systematisch) erhalten. Bei 20 Erstproben liegt der Standardfehler zufälliger Probenahme bei 0,043 % und zeigt bei Erhöhung der Erstprobenanzahl keine relevante Verringerung mehr. Dieser Wert wird bei systematischer Probenahme ab vier und bei geschichteter Probenahme ab sieben Erstproben unterschritten (Tabelle 3.9.1).

Keimfähigkeit

Bei der Annahme (BP1) der Partie 8 liefert die Simulation einer Einsendungsprobe aus zwei zufällig entnommenen Erstproben einen Standardfehler von 0,79 %. Die Werte von s_e liegen in diesem Fall bei systematischer und bei geschichteter Probenahme bei 0,26 % und 0,76 %. Bei der systematischen Probenahme ist bei einer Steigerung der Erstprobenanzahl auf 3 Stück ein scharfer Anstieg des Standardfehlers der Einsendungsprobe auf einen Wert von 1,10 % festzustellen, der sich in abgeschwächter Form noch einmal bei einer Erstprobenanzahl von sechs Stück wiederholt. Bei einer weiteren Erhöhung der Erstprobenanzahl ist keine relevante Veränderung des Standardfehlers mehr festzustellen. Der Wert von s_e liegt dann bei 0,16 %. Bis zu einer Erstprobenanzahl von vier Stück sind die Standardfehler von geschichteter und zufälliger Probenahme nahezu identisch, bei weiterer Erhöhung der Erstprobenanzahl fällt der Standardfehler der geschichteten Probenahme unter den der zufälligen Probenahme und erreicht bei einer Erstprobenanzahl von 30 Stück mit einem Wert von 0,16 % das Niveau der systematischen Beprobung. Der kleinste Standardfehler der zufälligen Probenahme liegt bei 0,22 %.

Für den vor der Reinigung durchgeführten Umlauf (BP3) liefert die Simulation bei zufälliger Probenahme zweier Erstproben einen Standardfehler von 0,96 %. Die Werte von s_e liegen hier bei systematischer Probenahme bei 0,32 % und bei geschichteter Probenahme bei 0,56 %.

Abbildung 3.9.7 Standardfehler s_e von Einsendungsproben bei verschiedenen Beprobungsschemata, Erstprobengrößen und -anzahlen.



Standardfehler s_e beinhaltet **trend- und stichprobenbedingte Streuung**.

•+•: geschichtete Probenentnahme, •: systematische Probenentnahme, •♦•: zufällige Probenentnahme.

BP1: Annahme, **BP2**: Beprobungssilo vor Reinigung, **BP3**: Beprobungssilo nach Reinigung, **BP5**: Umlauf nach Reinigung, **BP6**: Absackung, **1. Uml - max. 6.Uml**: Beprobung bei wiederholten Umläufen.

Bei allen Probenahmeschemata fällt der Standardfehler mit zunehmender Erstprobenanzahl kontinuierlich ab. Im Vergleich liefert bei Einsendungsproben mit weniger als 30 Erstproben die systematische Probenahme den kleinsten Standardfehler, bei mehr Erstproben ist s_e (geschichtet) am kleinsten. Das zufällige Probenahmeschema erreicht bei Einsendungsproben aus 50 Erstproben einen Wert s_e von 0,25 %. Dieser Wert wird bei einer Erstellung der Einsendungsprobe mittels systematischer Probenahme ab drei, bei einer geschichteten Probenahme ab fünf Erstproben unterschritten.

Für die direkt nach der Reinigung erfolgten Beprobung (BP5) liegt der Standardfehler einer Einsendungsprobe aus zwei zufällig, systematisch und geschichtet entnommenen Erstproben bei 1,18 %, 0,78 % und 0,84 %. Bei einer Erhöhung der Erstprobenanzahl sinkt der Standardfehler der Einsendungsprobe aus geschichtet gezogenen Erstproben so stark ab, dass die Reihenfolge der Standardfehler im weiteren s_e (zufällig) > s_e (systematisch) > s_e (geschichtet) ist. Der Standardfehler der zufälligen Probenahme zeigt bis 50 Erstproben eine relevante Verringerung. Der Wert liegt dann bei 0,27 %. Dieser Wert wird bei systematischer Probenahme ab sieben und bei geschichteter Probenahme ab fünf Erstproben unterschritten.

Siebabgang

Für die Simulation des Siebabganges von Erstproben, die direkt vor der Reinigung (BP3) aus Partie 1 gezogen wurden, ergibt sich für den Standardfehler s_e einer Einsendungsprobe aus zwei zufällig entnommenen Erstproben einen Standardfehler von 1,01 % (Abbildung 3.9.8). Die Werte von s_e liegen in diesem Fall bei systematischer Probenahme bei 0,70 % und bei geschichteter Probenahme bei 0,66 %. Bei einer Erhöhung der Erstprobenanzahl der Einsendungsprobe sinkt bei allen drei Probenahmeschemata der Standardfehler s_e kontinuierlich ab. Eine Änderung der oben genannten Reihenfolge erfolgt nicht. Im Falle der systematischen Probenahme ist bei 20 und im Falle der geschichteten Probenahme bei 10 oder mehr Erstproben keine nennenswerte Verringerung von s_e mehr festzustellen. Der Standardfehler liegt dann bei 0,23 %. Dieser Wert wird bei zufälliger Probenahme auch bei einer Einsendungsprobe aus 50 Erstproben nicht erreicht.

Für den nach der Reinigung durchgeführten Umlauf (BP5) liefert die Simulation bei zufälliger und geschichteter Probenahme zweier Erstproben einen Standardfehler von 0,29 %. Der Wert von s_e liegt hier bei systematischer Probenahme bei 0,32 %. Erst bei einer Erhöhung der Erstprobenanzahl auf vier fällt der Standardfehler systematischer Beprobung mit einem Wert von 0,13 % deutlich unter den Wert des Standardfehlers zufälliger Beprobung. Bei einer Erstprobenanzahl von fünf fällt auch der Standardfehler geschichteter Beprobung mit einem Wert von 0,16 % unter den Wert des Standardfehlers zufälliger Beprobung. Im Weiteren bleibt die Reihenfolge von s_e (zufällig) > s_e (geschichtet) > s_e (systematisch) erhalten. Bei Einsendungsproben aus 20 oder mehr Erstproben liegen systematische und geschichtete Probenahme mit einem

Wert von 0,11 % auf selbem Niveau. Ab dieser Erstprobenanzahl zeigt sich auch bei geschichteter Entnahme der Erstproben keine bedeutende Abnahme des Standardfehlers mehr. Der Standardfehler bei zufälliger Entnahme der Erstproben verringert sich dagegen gleichmäßig bis 50 Erstproben und liegt dann bei 0,12 %.

Bei der Absackung (BP6) liegt der Standardfehler s_e der Einsendungsprobe bei zufälliger, systematischer und geschichteter Probenahme zweier Erstproben bei 0,21 %, 0,12 % und 0,20 %. Bei der systematischen Entnahme von drei Erstproben ist ein starker Anstieg von s_e auf einen Wert von 0,27 % zu beobachten. Bei einer weiteren Erhöhung der Erstprobenanzahl fällt s_e unter das Anfangsniveau und erreicht ab sechs Erstproben mit 0,09 % seinen niedrigsten Wert. Ein Wert des Standardfehlers von 0,09 % wird bei der geschichteten Probenahme erst bei einer Einsendungsprobe aus 20 Erstproben erreicht. Bei der zufälligen Probenahme liegt der Standardfehler einer Einsendungsprobe aus 50 Erstproben mit 0,10 % noch über diesen Werten.

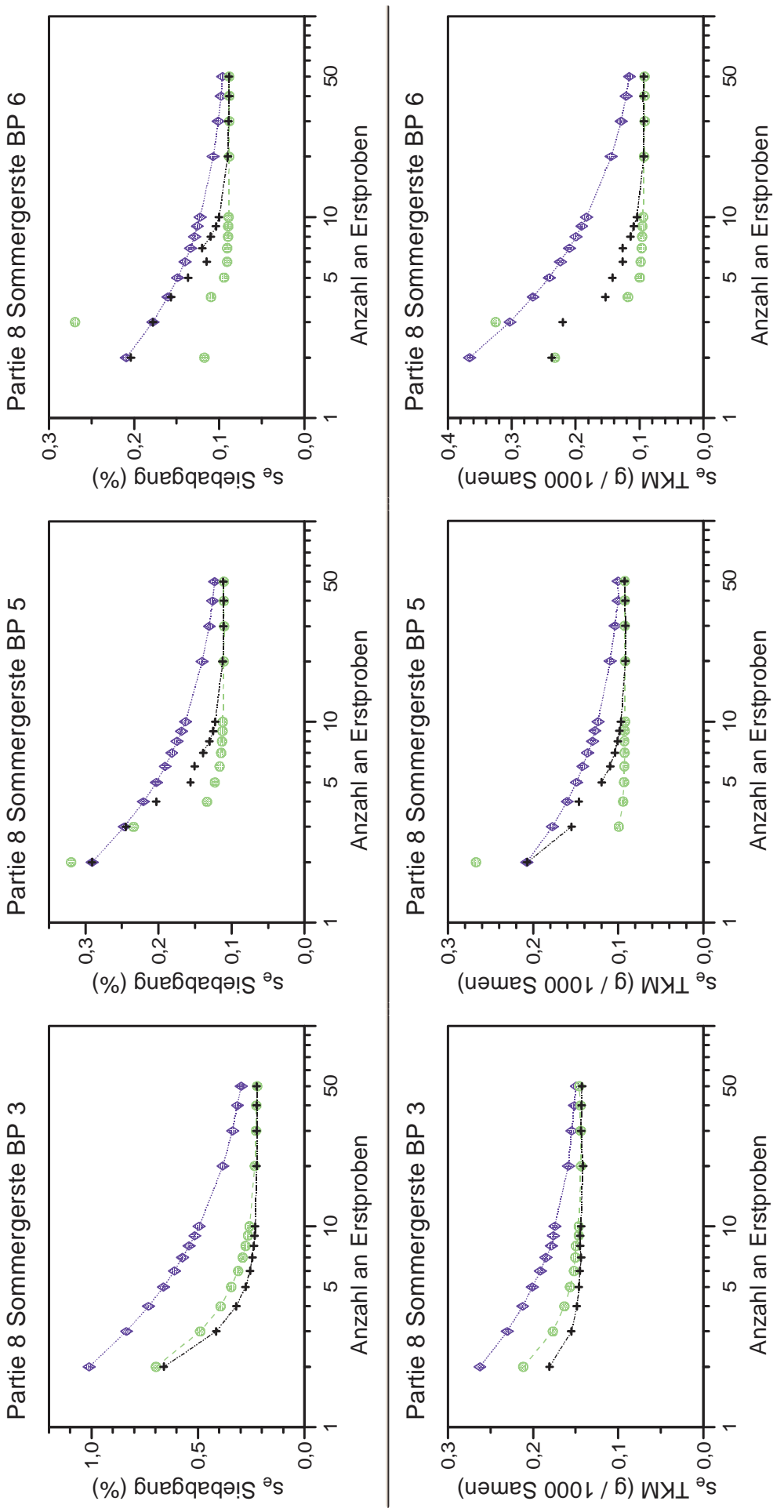
Tausendkornmasse

Für den direkt vor der Reinigung durchgeführten Umlauf (BP3) von Gerstenpartie 8 liefert die Simulation einer Einsendungsprobe aus zwei zufällig, systematisch und geschichtet entnommenen Erstproben einen Standardfehler von 0,26 g, 0,21 g und 0,18 g. Bei einer weiteren Erhöhung der Erstprobenanzahl stellt sich bei allen Beprobungsschemata eine kontinuierliche Abnahme von s_e mit der Reihenfolge s_e (zufällig) > s_e (systematisch) > s_e (geschichtet) ein. Der kleinste Standardfehler der zufälligen Probenahme von 0,15 g wird bei geschichteter Probenahme ab vier und bei systematischer Probenahme ab acht Erstproben unterschritten.

Für die Simulation der Tausendkornmasse von Erstproben, die direkt nach der Reinigung (BP5) aus Partie 8 gezogen wurden, ergibt sich für den Standardfehler s_e einer Einsendungsprobe aus zwei zufällig und geschichtet aus der Partie gezogenen Erstproben ein Wert von 0,21 g. Bei zwei systematisch gezogenen Erstproben liegt s_e bei 0,27 g. Bei systematischer Probenahme fällt s_e bei Erhöhung der Erstprobenzahl rasch ab, sodass ab sechs Erstproben keine relevante Änderung von s_e mehr auftritt. Der Wert des Standardfehlers liegt dann bei 0,09 g. Dagegen ist bei der geschichteten Probenahme bei einer Steigerung der Erstprobenanzahl von drei auf vier ein gleich bleibender Standardfehler von 0,15 g zu beobachten. Ein Wert des Standardfehlers von 0,09 g wird bei 20 Erstproben erreicht. Im Falle der systematischen Probenahme nimmt der Standardfehler der Einsendungsproben kontinuierlich ab. Bei 50 Erstproben liegt der Standardfehler bei 0,10 g.

Für die Absackung (BP6) liegt der Standardfehler einer Einsendungsprobe aus zwei zufällig entnommenen Erstproben bei 0,37 g. Die Werte von s_e liegen in diesem Fall bei systematischer Probenahme bei 0,23 g und bei geschichteter Probenahme bei 0,24 g. Bei zufälliger Probenahme fällt s_e bei zunehmender Erstprobenanzahl stetig. Dagegen ist bei der systematischen Probenahme bei einer Erstprobenanzahl von drei ein Anstieg von s_e auf 0,33 g zu beobachten.

Abbildung 3.9.8 Standardfehler s_e von Einsendungsproben bei verschiedenen Beprobungsschemata, Erstprobengrößen und -anzahlen.



Standardfehler s_e beinhaltet **trend- und stichprobenbedingte Streuung**.

•+: geschichtete Probenentnahme, •-: systematische Probenentnahme, •◇: zufällige Probenentnahme.

BP1: Annahme, **BP2**: Beprobungssilo vor Reinigung, **BP3**: Beprobungssilo nach Reinigung, **BP5**: Umlauf nach Reinigung, **BP6**: Absackung, **1. Uml - max. 6.Uml**: Beprobung bei wiederholten Umläufen.

Danach fällt der Standardfehler von Einsendungsproben aus systematisch entnommenen Erstproben rasch ab. Bei geschichteter Probenahme ist eine vorübergehende Stagnation von s_e bei Einsendungsproben aus drei und sieben Erstproben festzustellen. Im Falle der systematischen und geschichteten Probenahme ist bei Einsendungsproben aus 20 oder mehr Erstproben keine nennenswerte Verringerung von s_e mehr festzustellen. Der Standardfehler liegt dann bei rund 0,093 g. Im Gegensatz dazu sinkt s_e in diesem Bereich bei einer zufälligen Probenahme noch von 0,144 g auf 0,116 g ab.

Tabelle 3.9.1 Standardfehler s_e für Einsendungsproben aus gereinigter Saatware der Gerstenpartie 8 bei 2, 10 und 30 Erstproben in Abhängigkeit vom Probenahmeschema. Erstprobenanzahl $EP_{(GD)}$ mit Standardfehler $s_{e(GD)}$, bei der sich der Standardfehler der verschiedenen Probenahmeschemata bei weiterer Erhöhung der Erstprobenanzahl um weniger als 2 % verringert (Grenzwertdifferenz). Bei systematischer und geschichteter Probenahme notwendige Erstprobenanzahl $EP_{(AV)}$ um einen zu dem Standardfehler $s_{e(GD)}$ der zufälligen Probenahme gleichwertigen oder kleineren Standardfehler $s_{e(AV)}$ zu erreichen.

Merkmal	BP	Pr.Sch.	$s_{e(2)}$	$s_{e(10)}$	$s_{e(30)}$	$EP_{(GD)}$	$s_{e(GD)}$	$EP_{(AV)}$	$s_{e(AV)}$
Reinheit (%)	6	ran.	0,0649	0,0468	0,0430	20	0,0437	~	~
		sys.	0,0784	0,0412	0,0411	4	0,0419	4	0,0419
		ges.	0,0647	0,0417	0,0409	5	0,0449	7	0,0433
Keimfähigkeit (%)	5	ran.	1,1798	0,5433	0,3335	≥ 50	0,2730	~	~
		sys.	0,7779	0,2034	0,1498	40	0,1427	7	0,2512
		ges.	0,8413	0,1564	0,1405	20	0,1430	5	0,2515
Siebabg. (%)	5	ran.	0,2908	0,1630	0,1305	≥ 50	0,1230	~	~
		sys.	0,3194	0,1120	0,1100	6	0,1161	5	0,1229
		ges.	0,2907	0,1223	0,1109	20	0,1120	10	0,1223
Siebabg. (%)	6	ran.	0,2093	0,1224	0,1013	40	0,0981	~	~
		sys.	0,1176	0,0891	0,0882	6	0,0908	5	0,0946
		ges.	0,2038	0,1004	0,0893	20	0,0900	20	0,0900
TKM (g)	5	ran.	0,2076	0,1238	0,1038	40	0,1000	~	~
		sys.	0,2670	0,0919	0,0924	4	0,0945	3	0,0995
		ges.	0,2068	0,0969	0,0915	20	0,0918	9	0,0986
TKM (g)	6	ran.	0,3662	0,1830	0,1287	≥ 50	0,1158	~	~
		sys.	0,2324	0,0944	0,0919	5	0,0998	5	0,0998
		ges.	0,2375	0,1041	0,0935	20	0,0933	8	0,1146

EP: Anzahl an Erstproben, aus denen die Einsendungsprobe erstellt wurde. **BP:** Beprobungspunkte (5: Umlauf nach Reinigung, 6: Absackung, 1.Uml - 6.Uml: Beprobung bei wiederholten Umläufen (max. 6). **Pr.Sch.:** Probenahmeschemata (ran.: zufällig, sys.: systematisch, ges.: geschichtet).

3.10 Ergebnisse der Partie 9 (Sommergerste)

3.10.1 Entwicklung der Inhomogenität während der Saatgutaufbereitung

Die Entwicklung der Inhomogenität in den wiederholten Umläufen der Saatware von Partie 7 ist bei Siebabgang durch die Ausbildung kurzzeitiger, signifikanter Inhomogenität gekennzeichnet (Abbildung 3.10.1). Bezüglich des Merkmals Reinheit ist in Partie 7 keine deutliche Inhomogenität vorhanden. Eine klare Entwicklung der Inhomogenität der Partie 7 bezüglich dem Merkmal Tausendkornmasse ist nicht zu erkennen, Homogenität stellt sich in den wiederholten Umläufen jedoch nicht ein.

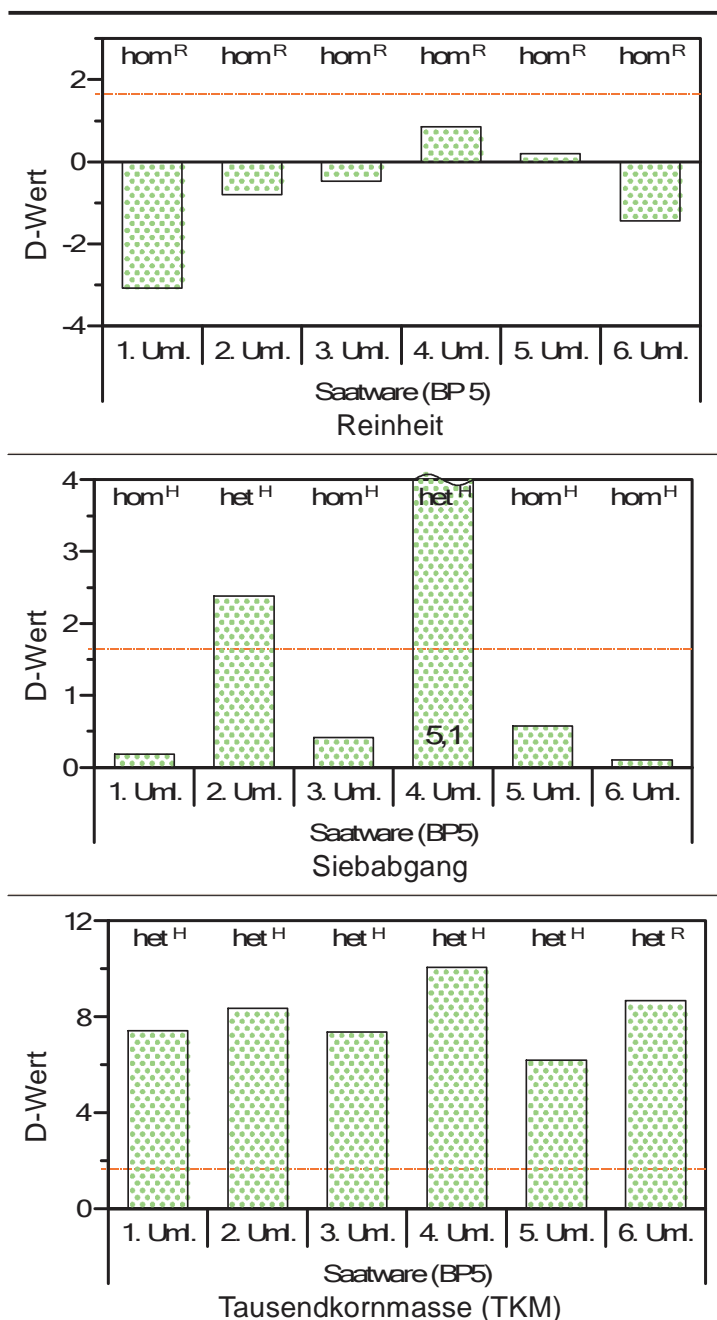


Abbildung 3.10.1 Entwicklung der Inhomogenität der bei Partie 2 erhobenen Qualitätsmerkmale während der Saatgutaufbereitung.

BP1: Annahme, **BP2:** Beprobungssilo vor Reinigung, **BP3:** Umlauf vor Reinigung, **BP4:** Beprobungssilo nach Reinigung, **BP5:** Umlauf nach Reinigung, **BP6:** Absackung, **1.Uml. - 6.Uml.:** Beprobung bei wiederholten Umläufen (max. 6) zwischen zwei Silos, **grüne Balken:** Inhomogenitätsmaß ($D \leq 0$: homogen, $D > 0$: inhomogen), **rote Linie:** kritischer Wert ($\alpha=0.05$) für Homogenitätsannahme des D-Wertes, **blaue Linie:** Reinigung signifikante Inhomogenität nach H-Test / R-Test nachweisbar (**het^{H/R}**) oder nicht nachweisbar (**hom^{H/R}**).

3.10.2 Trendanalyse

Die nur in gereinigtem Zustand beprobte Gerstenpartie 9 zeigt bei den Qualitätsmerkmalen Siebabgang und Tausendkornmasse regelmäßig eine Ausbildung von Trends. Dabei ist jeweils an allen Beprobungspunkten der Saatware ein Trend nachweisbar.

Der trendbedingte Anteil der Variation liegt bei dem Siebabgang zwischen 57 % und 78 %, bei der Tausendkornmasse zwischen 44 % und 86 %.

Bei den Umläufen der Saatware der Partie 9 ist bei dem Siebabgang eine schrittweise Zunahme des trendbedingten Variationsanteiles zu beobachten, der nach Erreichen eines Maximums im vierten Umlauf auf hohem Niveau verbleibt. Bei der Tausendkornmasse ist anfänglich ebenfalls eine Zunahme des trendbedingten Variationsanteiles festzustellen, im Weiteren ist jedoch keine Tendenz zu erkennen.

Siebabgang

Bei den Beprobungen der wiederholten Umläufe der Gerstenpartie 9 (Abbildung 3.10.2) ist ein äußerst stabiler Trend festzustellen. Der Anteil an Samen mit Untergröße in den Erstproben nimmt dabei im Laufe der Umläufe von anfänglich rund 1 % auf rund 2,2 % in den letzten Erstproben zu.

Tausendkornmasse

In den wiederholten Umläufen der Gerstenpartie 9 ist ein stabiler Trend der TKM festzustellen (Abbildung 3.10.3). Die TKM der Erstproben nimmt dabei während der Umläufe stetig ab. Zum Teil wird dieser Trend noch von Schwankungen mit einer Zyklusdauer t_λ um den Wert von 0,91 überlagert.

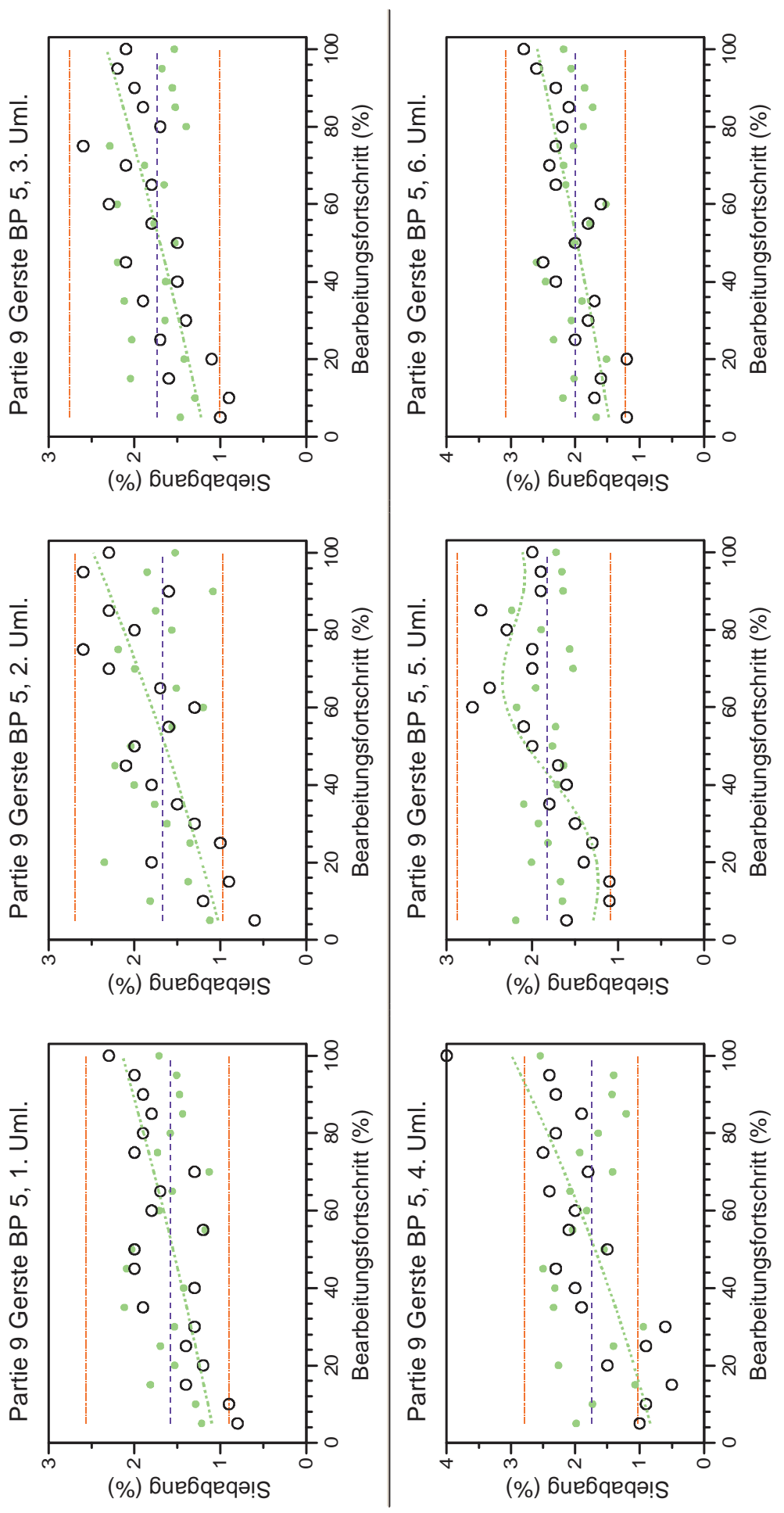
3.10.3 Simulationsergebnisse

Siebabgang

Für den ersten Umlauf (BP5, 1. Uml.) der Saatware von Gerstenpartie 9 liefert die Simulation einer Einsendungsprobe aus zwei zufällig, systematisch und geschichtet entnommenen Erstproben einen Standardfehler von 0,24 %, 0,18 % und 0,14 % (Abbildung 3.10.4). Bei einer weiteren Erhöhung der Erstprobenanzahl stellt sich bei allen Beprobungsschemata eine kontinuierliche Abnahme von s_e mit der Reihenfolge s_e (zufällig) > s_e (systematisch) > s_e (geschichtet) ein. Der kleinste Standardfehler der zufälligen Probenahme von 0,089 % wird bei geschichteter Probenahme ab vier und bei systematischer Probenahme ab acht Erstproben unterschritten (Tabelle 3.10.1).

Für die Simulation des Siebabganges des fünften Umlaufes (BP5, 5. Uml.) der Partie 9 ergibt sich für den Standardfehler s_e einer Einsendungsprobe aus zwei zufällig aus der Partie gezogenen Erstproben ein Wert von 0,31 %, bei zwei systematisch gezogenen Erstproben 0,12 % und bei zwei zufälligen Erstproben aus zwei Schichten ein Wert von 0,16 %. Im Vergleich liefert bei Einsendungsproben aus weniger als fünf Erstproben die systematische Probenahme den kleinsten Standardfehler, gefolgt von der geschichteten Probenahme.

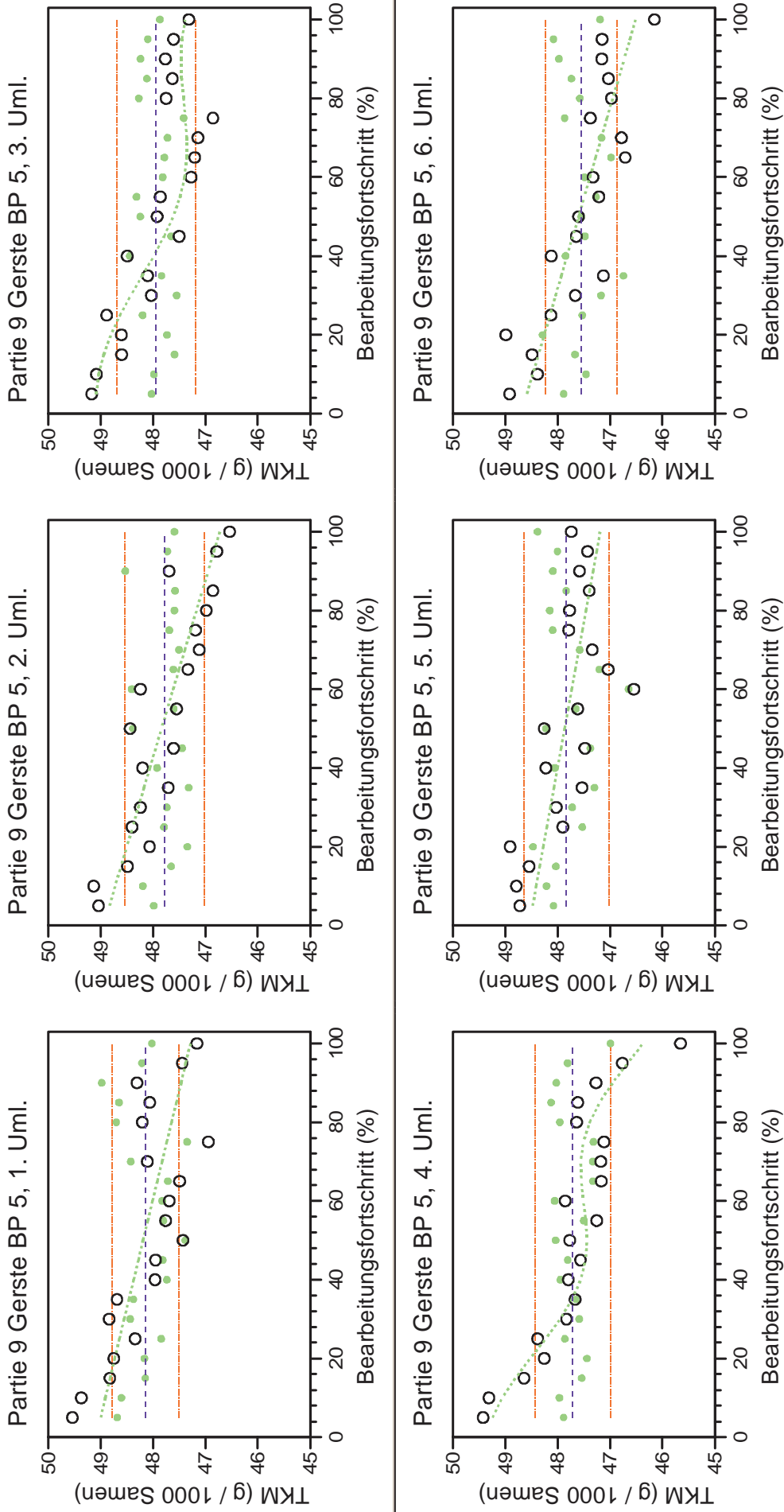
Abbildung 3.10.2 Systematische Trends des Siebabganges in der Gerstenpartie 9 an verschiedenen Beprobungspunkten.



BP1: Annahme, **BP2:** Beprobungssilo vor Reinigung, **BP3:** Umlauf vor Reinigung, **BP4:** Beprobungssilo nach Reinigung, **BP5:** Umlauf nach Reinigung, **BP6:** Absackung, **1. Uml - max. 6. Uml:** Beprobung bei wiederholten Umläufen.

— Mittelwert, Trend, ○ Werte der Erstproben, --- Grenzen des Konfidenzintervalls, ● trendbereinigte Werte

Abbildung 3.10.3 Systematische Trends der Tausendkommasse in der Gerstenpartie 9 an verschiedenen Beprobungspunkten.



BP1: Annahme, **BP2:** Beprobungssilo vor Reinigung, **BP3:** Umlauf vor Reinigung, **BP4:** Beprobungssilo nach Reinigung, **BP5:** Umlauf nach Reinigung, **BP6:** Absackung, **1. Uml - max. 6.Uml:** Beprobung bei wiederholten Umläufen.

- - - Mittelwert, Trend, ○ Werte der Erstproben, - - - Grenzen des Konfidenzintervalls, ● trendbereinigte Werte

Das zufällige Probenahmeschema erreicht bei Einsendungsproben aus 50 Erstproben einen Wert des s_e von 0,10 %. Dieser Wert wird bei einer Erstellung der Einsendungsprobe mittels systematischer Probenahme ab vier, bei einer geschichteten Probenahme ab fünf Erstproben unterschritten.

Beim sechsten Umlauf (BP5, 6. Uml.) von Partie 9 liegt der Standardfehler zweier zufällig entnommener Erstproben bei 0,25 %. Die Werte von s_e liegen in diesem Fall bei systematischer Probenahme bei 0,19 % und bei geschichteter Probenahme bei 0,15 %. Bei einer Erhöhung der Erstprobenanzahl der Einsendungsprobe sinkt bei allen drei Probenahmeschemata der Standardfehler s_e kontinuierlich ab. Eine Änderung der oben genannten Reihenfolge erfolgt nicht. Im Falle der geschichteten Probenahme ist bei Einsendungsproben aus sechs und mehr, bei systematischer Probenahme bei 20 und mehr Erstproben keine nennenswerte Verringerung von s_e mehr festzustellen. Der Standardfehler liegt dann jeweils bei 0,091 %. Dieser Wert wird bei zufälliger Probenahme auch bei Einsendungsproben aus 50 Erstproben nicht erreicht.

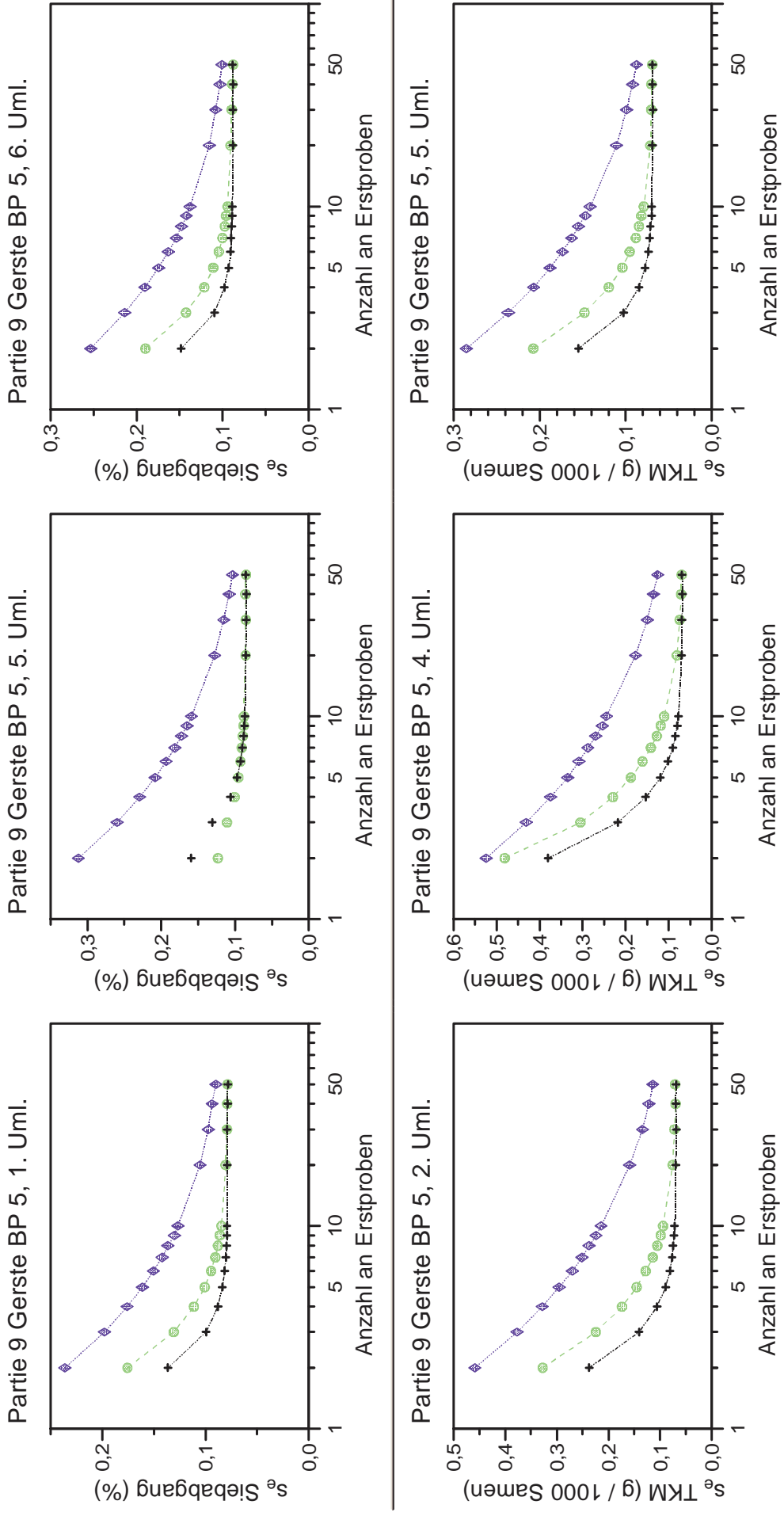
Tausendkornmasse

Für den zweiten Umlauf (BP5, 2. Uml.) der Saatware von Gerstenpartie 9 liefert die Simulation bei zufälliger Entnahme zweier Erstproben einen Standardfehler der Einsendungsprobe von 0,46 g. Bei systematischer Entnahme der Erstproben liegt der Standardfehler der Einsendungsprobe bei 0,33 g und bei geschichteter Entnahme bei 0,24 g. Bei allen Probenahmeschemata fällt s_e bei zunehmender Erstprobenanzahl stetig ab, wobei die Reihenfolge s_e (zufällig) > s_e (systematisch) > s_e (geschichtet) erhalten bleibt. Im Falle der geschichteten Probenahme ist ab 20, im Falle der systematischen Probenahme ab 40 Erstproben keine nennenswerte Verringerung von s_e mehr festzustellen. Ihr Standardfehler liegt dann bei ca. 0,07 g und damit um rund 36 % niedriger als der Standardfehler einer Einsendungsprobe aus 50 zufällig gezogenen Erstproben.

Beim vierten Umlauf (BP5, 4. Uml.) der Saatware liegt der Standardfehler bei zufälliger, systematischer und geschichteter Probenahme zweier Erstproben bei 0,52 g, 0,48 g und 0,38 g. Bei einer Erhöhung der Erstprobenanzahl der Einsendungsprobe wird der Standardfehler s_e bei allen drei Probenahmeschemata stetig kleiner. Ab einer Erstprobenanzahl von 20 Stück ist bei geschichteter Probenahme keine nennenswerte Verringerung von s_e mehr festzustellen. Der Standardfehler der Einsendungsprobe liegt dann bei 0,07 g. Bei systematischer und zufälliger Probenahme erreicht der Standardfehler bei 50 Erstproben ein Wert von 0,07 g bzw. 0,13 g.

Beim fünften Umlauf (BP5, 5. Uml.) liegt der Standardfehler zweier zufällig entnommener Erstproben bei 0,28 g. Die Werte von s_e liegen in diesem Fall bei systematischer Probenahme bei 0,21 g und bei geschichteter Probenahme bei 0,15 g. Bei einer Erhöhung der Erstprobenanzahl der Einsendungsprobe sinkt bei allen drei Probenahmeschemata der Standardfehler s_e kontinuierlich ab.

Abbildung 3.10.4 Standardfehler s_e von Einsendungsproben bei verschiedenen Beprobungsschemata, Erstprobengrößen und -anzahlen.



Standardfehler s_e beinhaltet **trend- und stichprobenbedingte Streuung**.

•+•: geschichtete Probenentnahme, •-•: systematische Probenentnahme, •♦•: zufällige Probenentnahme.

BP1: Annahme, **BP2**: Beprobungssilo vor Reinigung, **BP3**: Umlauf vor Reinigung, **BP4**: Beprobungssilo nach Reinigung, **BP5**: Umlauf nach Reinigung, **BP6**: Absackung, **1. Uml - max. 6.Uml**: Beprobung bei wiederholten Umläufen.

Eine Änderung der oben genannten Reihenfolge erfolgt nicht. Im Falle der geschichteten Probenahme ist bei 9 Erstproben, im Falle der systematischen Probenahme bei 20 und mehr Erstproben keine nennenswerte Verringerung mehr von s_e festzustellen. Der Standardfehler liegt dann bei 0,070 g und 0,071 g. Der Standardfehler bei zufälliger Probenahme bei einer Einsendungsprobe aus 50 Erstproben liegt demgegenüber bei 0,087 g.

Tabelle 3.10.1 Standardfehler s_e für Einsendungsproben aus gereinigter Saatware der Gerstenpartie 9 bei 2, 10 und 30 Erstproben in Abhängigkeit vom Probenahmeschema. Erstprobenanzahl $EP_{(GD)}$ mit Standardfehler $s_{e(GD)}$, bei der sich der Standardfehler der verschiedenen Probenahmeschemata bei weiterer Erhöhung der Erstprobenanzahl um weniger als 2 % verringert (Grenzwertdifferenz). (Grenzwertdifferenz). Bei systematischer und geschichteter Probenahme notwendige Erstprobenanzahl $EP_{(AV)}$ um einen zu dem Standardfehler $s_{e(GD)}$ der zufälligen Probenahme gleichwertigen oder kleineren Standardfehler $s_{e(AV)}$ zu erreichen.

Merkmal	BP	Pr.Sch.	$s_{e(2)}$	$s_{e(10)}$	$s_{e(30)}$	$EP_{(GD)}$	$s_{e(GD)}$	$EP_{(AV)}$	$s_{e(AV)}$
Siebabg. (%)	5, 1. Uml.	ran.	0,2361	0,1266	0,0973	≥ 50	0,0899	~	~
		sys.	0,1756	0,0846	0,0792	20	0,0803	8	0,0879
		ges.	0,1364	0,0792	0,0792	6	0,0814	4	0,0879
Siebabg. (%)	5, 5. Uml.	ran.	0,3124	0,1590	0,1154	≥ 50	0,1034	~	~
		sys.	0,1232	0,0879	0,0853	6	0,0925	4	0,1006
		ges.	0,1595	0,0866	0,0848	7	0,0900	5	0,0971
Siebabg. (%)	5, 6. Uml.	ran.	0,2535	0,1382	0,1081	≥ 50	0,1008	~	~
		sys.	0,1898	0,0943	0,0894	20	0,0908	7	0,1003
		ges.	0,1483	0,0889	0,0880	6	0,0908	4	0,0978
TKM (g)	5, 2. Uml.	ran.	0,4590	0,2144	0,1341	≥ 50	0,1144	~	~
		sys.	0,3275	0,0942	0,0724	40	0,0704	7	0,1141
		ges.	0,2371	0,0719	0,0685	20	0,0694	4	0,1059
TKM (g)	5, 4. Uml.	ran.	0,5248	0,2445	0,1501	≥ 50	0,1258	~	~
		sys.	0,4814	0,1104	0,0746	≥ 50	0,0698	9	0,1187
		ges.	0,3800	0,0773	0,0697	20	0,0702	5	0,1196
TKM (g)	5, 4. Uml.	ran.	0,2848	0,1412	0,0991	≥ 50	0,0874	~	~
		sys.	0,2074	0,0791	0,0703	20	0,0713	8	0,0845
		ges.	0,1550	0,0696	0,0682	9	0,0698	4	0,0845

EP: Anzahl an Erstproben, aus denen die Einsendungsprobe erstellt wurde. **BP:** Beprobungspunkte (5: Umlauf nach Reinigung, 6: Absackung, 1.Uml - 6.Uml: Beprobung bei wiederholten Umläufen (max. 6). Pr.Sch.: Probenahmeschemata (ran.: zufällig, sys.: systematisch, ges.: geschichtet).

3.11 Übersicht der Ergebnisse

3.11.1 Häufigkeit von Inhomogenität und trendbedingter Inhomogenität in Abhängigkeit von Aufbereitungszustand und Qualitätsmerkmal

Bezüglich des Qualitätsmerkmals Reinheit weist die Rohware der untersuchten Getreidepartien an mehr als der Hälfte aller Beprobungspunkte Inhomogenität auf. Nach der Reinigung ist der Anteil inhomogener Beprobungspunkte deutlich reduziert. Er ist mit 43 % bei den Haferpartien am größten, gefolgt von den Weizenpartien mit 33 % und den Gerstepartien mit 0 % (Tab. 3.11.1). Dabei ist bei den Weizen- und Haferpartien mit 25 % bzw. 33 % der Anteil trendbedingter Inhomogenität in der Saatware entweder gleich oder größer als in der Rohware.

Tabelle 3.11.1 Anteil (%) inhomogener Beprobungspunkte nach H/R-Test und Anteil trendbedingter Inhomogenität innerhalb der inhomogenen Beprobungspunkte in Abhängigkeit von Kulturart, Aufbereitungszustand und Qualitätsmerkmal.

Merkmal	Art ►	Weizen		Hafer		Gerste	
	Zustand	Rohware	Saatware	Rohware	Saatware	Rohware	Saatware
Reinheit	Inh _{total} (%)	100	33	57	43	67	0
	Inh _{trend} (%)*	25	25	0	33	0	0
Keimfähigkeit	Inh _{total} (%)	67	56	100	50	33	67
	Inh _{trend} (%)*	17	0	0	100	0	50
Weizen	Inh _{total} (%)	~	~	0	21	0	0
	Inh _{trend} (%)*	~	~	0	100	0	0
Besatz mit Ackerfuchsschwanz	Inh _{total} (%)	0	0	0	0	0	0
	Inh _{trend} (%)*	0	0	0	0	0	0
weißer Gänsefuß	Inh _{total} (%)	75	17	0	0	0	0
	Inh _{trend} (%)*	0	0	0	0	0	0
Klettenlabkraut	Inh _{total} (%)	33	17	29	0	0	0
	Inh _{trend} (%)*	25	0	50	0	0	0
Ackervogelknöterich	Inh _{total} (%)	33	17	29	0	0	0
	Inh _{trend} (%)*	25	0	50	0	0	0
Siebabgang	Inh _{total} (%)	75	17	50	18	100	55
	Inh _{trend} (%)*	33	50	0	0	0	60
Tausendkornmasse	Inh _{total} (%)	92	100	14	14	100	89
	Inh _{trend} (%)*	27	25	100	0	33	50

*: bezogen auf Anzahl inhomogener Beprobungspunkte.

Bei der Keimfähigkeit schwankt der Anteil der Beprobungspunkte mit nachweisbarer Inhomogenität in der Rohware zwischen 33 % und 100 %, in der Saatware zwischen 50 % und 67 %. Bei der Gersten- und der Haferpartie lässt sich die Inhomogenität mit einem Anteil trendbedingter Inhomogenität von 50 % bzw. 100 % weitgehend bzw. vollständig auf Trends zurückführen.

Mit Ausnahme des Besatzes mit weißem Gänsefuß bei den Weizenpartien liegt das Maximum an Inhomogenität in der Rohware bei 33 % der Beprobungspunkte. Trendbedingte Inhomogenität tritt mit 25 % bis 30 % nur bei Besatz mit Klettenlabkraut und Ackervogelknöterich in den Weizen- und Haferpartien auf. Mit einem Anteil an Beprobungspunkten mit signifikanter Inhomogenität von 0 % und 21 % spielt Inhomogenität im Besatz bei der Saatware eine untergeordnete Rolle. Mit Ausnahme der Haferpartien, dort aber mit 100 %, ist keine trendbedingte Inhomogenität in der Saatware festzustellen.

Mit einem Anteil von 50 % bis 100 % inhomogener Beprobungspunkte in Rohware und 17 % bis 55 % inhomogener Beprobungspunkte in der Saatware ist die Häufigkeit von Inhomogenität bei dem Siebabgang mit den bei Reinheit und Keimfähigkeit in der Rohware beobachtete Anteilen vergleichbar. In der Saatware ist der Anteil von Inhomogenität bei dem Siebabgang deutlich höher als bei der Reinheit und mit der bei Keimfähigkeit vergleichbar. Trendbedingte Inhomogenität ist mit Anteilen von 50 % bzw. 60 % nur in der Saatware der Weizen- und Gerstepartien von Bedeutung. Mit einem Anteil von 92 % bis 100 % inhomogener Beprobungspunkte in der Rohware und 89 % bis 100 % inhomogener Beprobungspunkte in der Saatware liegt die Häufigkeit von Inhomogenität in der Tausendkornmasse bei den Kulturarten Gerste und Weizen deutlich über der bei Hafer beobachteten Häufigkeit von jeweils 14 %. Während trendbedingte Inhomogenität mit 27 % bis 100 % in der Rohware noch bei allen Kulturarten eine Rolle spielt, ist sie mit 50 % in der Saatware nur noch bei den Gerstenpartien von Bedeutung.

3.11.2 Trendausbildung in Abhängigkeit von Aufbereitungszustand und Qualitätsmerkmal

Tabelle 3.11.2 Anteil (%) trendbehafteter Beprobungspunkte in Abhängigkeit von Aufbereitungszustand und Qualitätsmerkmal.

	Qualitätsmerkmal	Rohware	Saatware
	Reinheit	43 %	72 %
	Keimfähigkeit	50 %	29 %
	Weizen	0 %	22 %
Besatz mit	Ackerfuchsschwanz	0 %	0 %
	weißer Gänsefuß	41 %	3 %
	Klettenlabkraut	41 %	3 %
	Ackervogelknöterich	18 %	0 %
	Siebabgang	63 %	59 %
	TKM	68 %	74 %

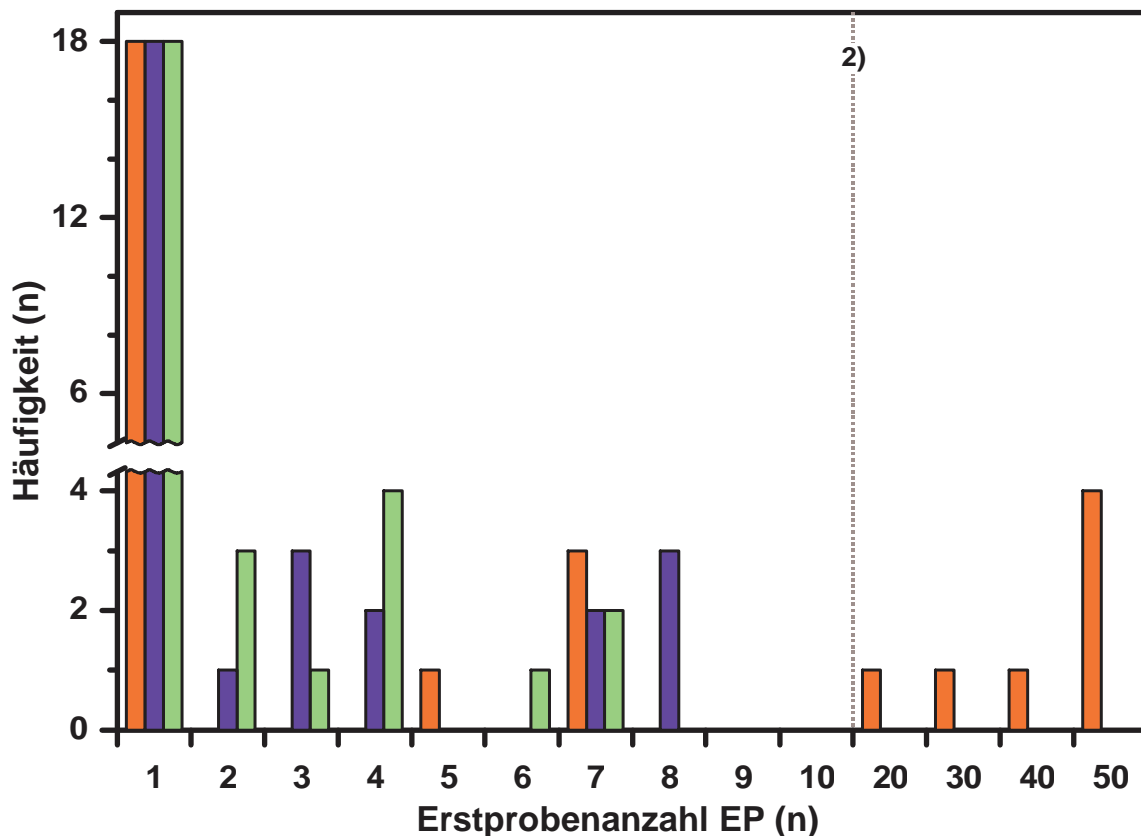
In der Saatware der hier untersuchten Partien kann die Ausbildung von Gradienten bzw. Trends mit 74 % und 72 % am häufigsten bei den Qualitätsmerkmalen Tausendkornmasse, Reinheit gefolgt von Siebabgang mit 59 % beobachtet werden. Die niedrigste Trendhäufigkeit weisen die Qualitätsmerkmale Keimfähigkeit und Besatz mit 29 % bzw. 22 % auf (Tabelle 3.11.2).

In der Rohware sind die Unterschiede in der Trendhäufigkeit bei den erhobenen Qualitätsmerkmalen deutlich geringer. Bei der Tausendkornmasse und dem Siebabgang ist mit 68 % bzw. 63 % am häufigsten ein Trend zu beobachten, gefolgt von Keimfähigkeit und Reinheit mit 50 % bzw. 43 %. Am seltensten sind bei dem Besatz Trends zu beobachten. Im Falle des Besatzes mit weißem Gänsefuß und Klettenlabkraut ist hier an 41 % der untersuchten Beprobungspunkte ein Trend festzustellen.

3.11.3 Probenahme

Übersicht aller Beprobungspunkte der fließenden Saatware, an denen das Qualitätsmerkmal Reinheit erhoben wurde:

Abbildung 3.11.1 Häufigkeitsverteilung der zum Erreichen der Grenzwertdifferenz (Zunahme der Genauigkeit des Standardfehlers s_e erstmals $\leq 2\%$) notwendigen Erstprobenanzahl $EP_{(GD)}$ des zufälligen Probenahmeschemas¹⁾. Zusätzlich sind die Häufigkeitsverteilungen der bei systematischer und geschichteter Probenahme erforderlichen Erstprobenanzahlen $EP_{(AV)}$ dargestellt, die für das Erreichen eines zum Standardfehler $s_{e(GD)}$ der zufälligen Probenahme äquivalenten Standardfehlers $s_{e(AV)}$ notwendig sind.



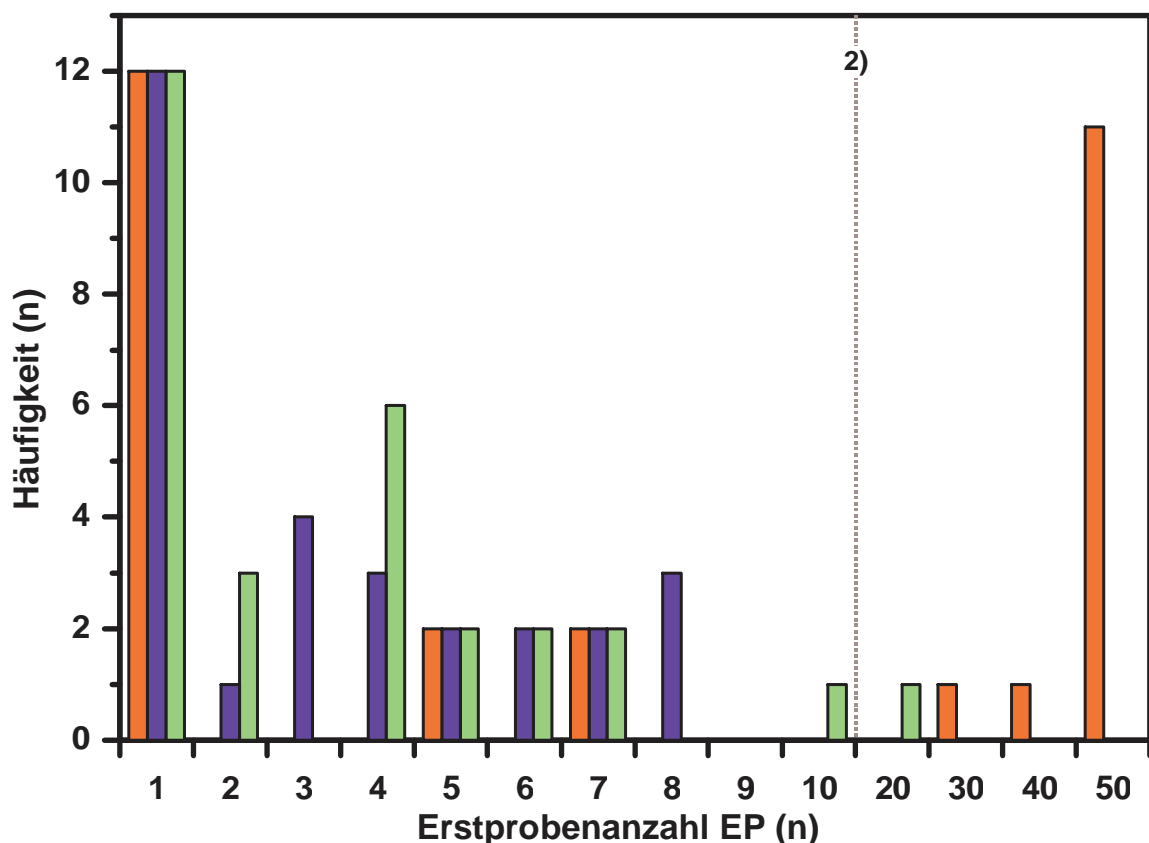
1) ■ : Erstprobenanzahlen $EP_{(GD)}$ des zufälligen Probenahmeschemas. ■ : äquivalente Erstprobenanzahlen $EP_{(AV)}$ des systematischen Probenahmeschemas. ■ : Erstprobenanzahlen $EP_{(AV)}$ des geschichteten Probenahmeschemas.

2) Die gestrichelte Linie markiert den Vorschlag für die maximale Anzahl an Erstproben (siehe Kap. 4.4)

Im Falle der Reinheit liegt die für die Unterschreitung der Grenzwertdifferenz von 2 % Genauigkeitszunahme des Standardfehlers $s_{e(GD)}$ notwendigen Anzahl an Erstproben $EP_{(GD)}$ bei dem zufälligen Probenahmeschema mit zwei Ausnahmen über 20 Erstproben (Abbildung 3.11.1). Äquivalente Standardfehler $s_{e(AV)}$ werden bei systematischer und geschichteter Probenahme bei einer deutlich niedrigeren Erstprobenanzahl $EP_{(AV)}$ erreicht. Bei systematischer Probenahme liegt der höchste Wert bei acht Erstproben, bei geschichteter Probenahme bei sieben Erstproben.

Übersicht aller Beprobungspunkte der fließenden Saatware, an denen das Qualitätsmerkmal Siebabgang erhoben wurde:

Abbildung 3.11.2 Häufigkeitsverteilung der zum Erreichen der Grenzwertdifferenz (Zunahme der Genauigkeit des Standardfehlers s_e erstmals $\leq 2\%$) notwendigen Erstprobenanzahl $EP_{(GD)}$ des zufälligen Probenahmeschemas¹⁾. Zusätzlich sind die Häufigkeitsverteilungen der bei systematischer und geschichteter Probenahme erforderlichen Erstprobenanzahlen $EP_{(AV)}$ dargestellt, die für das Erreichen eines zum Standardfehler $s_{e(GD)}$ der zufälligen Probenahme äquivalenten Standardfehlers $s_{e(AV)}$ notwendig sind.



1) ■ : Erstprobenanzahlen $EP_{(GD)}$ des zufälligen Probenahmeschemas. ■ : äquivalente Erstprobenanzahlen $EP_{(AV)}$ des systematischen Probenahmeschemas. ■ : Erstprobenanzahlen $EP_{(AV)}$ des geschichteten Probenahmeschemas.

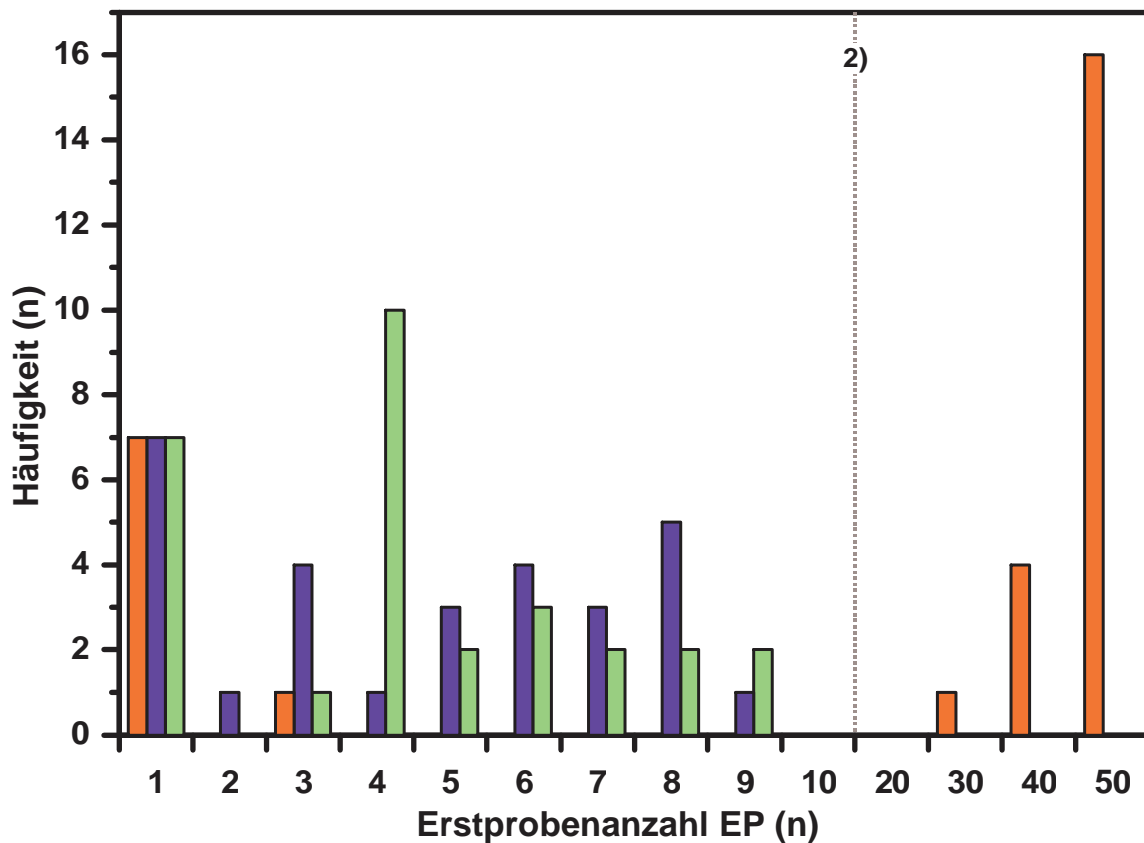
2) Die gestrichelte Linie markiert den Vorschlag für die maximale Anzahl an Erstproben (siehe Kap. 4.4)

Bei dem Qualitätsmerkmal Siebabgang wird, mit Ausnahme von vier Fällen, bei der zufälligen Beprobung die Grenzwertdifferenz bei mehr als 30 Erstproben erreicht (Abbildung 3.11.2). Identisch mit den Ergebnissen der Simulation bei Reinheit ist die maximal notwendige äquivalente Erstprobenanzahl $EP_{(AV)}$ bei systematischer Pro-

benahme von acht Stück. Deutlich höher reicht die notwendige äquivalente Erstprobenanzahl bei geschichteter Probenahme. Hier sind für das Erreichen eines zum zufälligen Probenahmesystem gleichwertigen Standardfehlers $s_{e(AV)}$ in einem Fall 10, in einem zweiten Fall 20 Erstproben notwendig.

Übersicht aller Beprobungspunkte der fließenden Saatware, an denen das Qualitätsmerkmal Tausendkornmasse erhoben wurde:

Abbildung 3.11.3 Häufigkeitsverteilung der zum Erreichen der Grenzwertdifferenz (Zunahme der Genauigkeit des Standardfehlers s_e erstmals $\leq 2\%$) notwendigen Erstprobenanzahl $EP_{(GD)}$ des zufälligen Probenahmeschemas¹⁾. Zusätzlich sind die Häufigkeitsverteilungen der bei systematischer und geschichteter Probenahme erforderlichen Erstprobenanzahlen $EP_{(AV)}$ dargestellt, die für das Erreichen eines zum Standardfehler $s_{e(GD)}$ der zufälligen Probenahme äquivalenten Standardfehlers $s_{e(AV)}$ notwendig sind.



1) ■ : Erstprobenanzahlen $EP_{(GD)}$ des zufälligen Probenahmeschemas. ■ : äquivalente Erstprobenanzahlen $EP_{(AV)}$ des systematischen Probenahmeschemas. ■ : Erstprobenanzahlen $EP_{(AV)}$ des geschichteten Probenahmeschemas.

2) Die gestrichelte Linie markiert den Vorschlag für die maximale Anzahl an Erstproben (siehe Kap. 4.4)

Bei dem Qualitätsmerkmal Tausendkornmasse wird die Grenzwertdifferenz bei zufälliger Probenahme in 88 % der Fälle erst bei Erstprobenanzahlen von mehr als 20 Stück unterschritten. Die jeweils zum Standardfehler $s_{e(AV)}$ des zufälligen Probenahmeschemas gleichwertigen Standardfehler werden bei systematischer wie auch geschichteter Probenahme bei weniger als neun Erstproben erreicht (Abbildung 3.11.3).

4 Diskussion

4.1 Einführung

Die Variation von Qualitätsmerkmalen innerhalb einer Saatgutpartie entsteht bei verschiedenen Schritten der Saatgutproduktion. Zum Einen rührt sie von einem uneinheitlichen Feldbestand her, zum anderen kann sie durch wechselnde Bedingungen bei Ernte und Lagerung des Saatgutes bedingt sein (Tabelle 4.4.1).

Tabelle 4.1.1 Faktoren, die zu Variation von Qualitätsmerkmalen in Saatgutpartien führen können (verändert nach Copeland & McDonald, 1995).

Variation durch Unterschiede in	
Bedingungen	im Feldbestand
	bei Ernte
	bei Lagerung

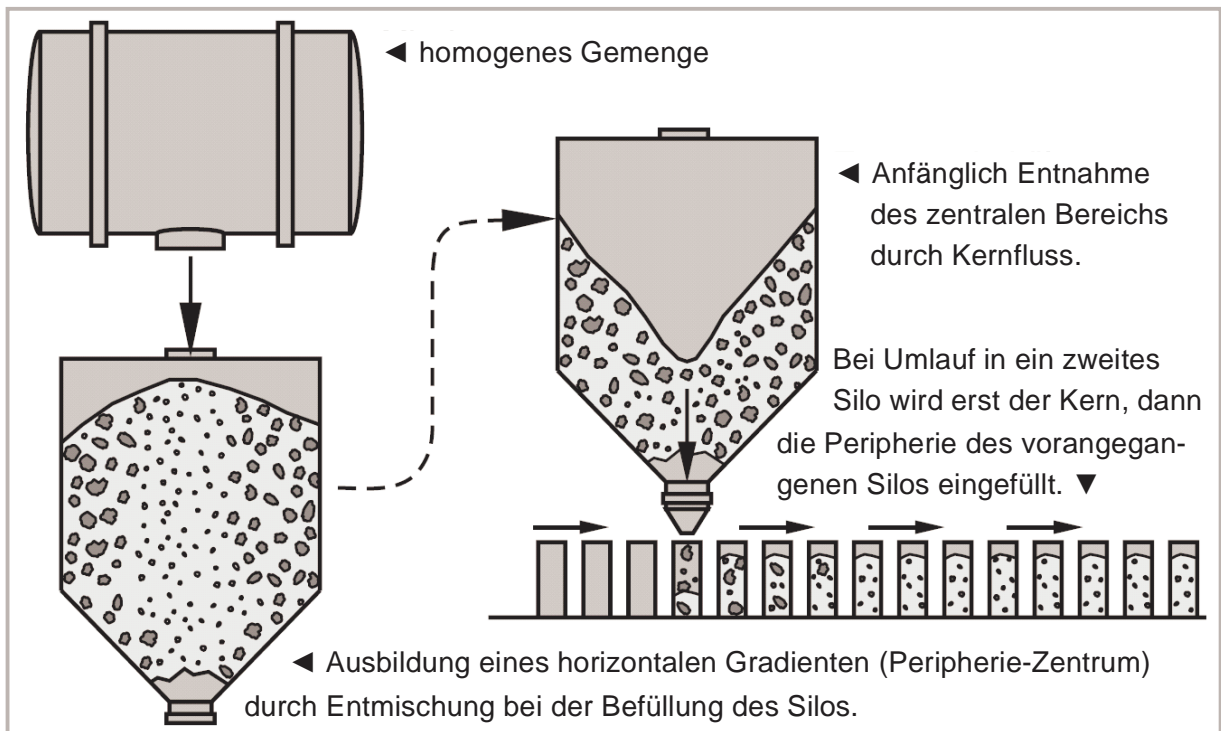
Die Trocknung, Reinigung, Kühlung und Belüftung des Saatgutes soll bestehende Variation des Saatgutes ausgleichen und die Bildung neuer Variation bei Lagerung verhindern. Jedoch verursachen diese Aufbereitungsschritte selbst und der dabei stattfindende Transport der Saatgutpartie wieder Variation. Verschiedene Untersuchungen (Hesse & Borß, 1978; Fiscus *et al.*, 1971; Eckhoff *et al.*, 1988; Hanzelik, 1971; Hall, 1974; Bunch, 1960; Foster & Holman, 1973) zeigen, dass durch die auftretenden mechanischen Belastungen insbesondere die Qualitätsmerkmale Reinheit und Siebabgang durch die Bildung von Bruchkorn, Abrieb und Ausdrusch negativ beeinflusst werden. Variation entsteht hier beispielsweise durch die mit der Tiefe zunehmende Lagerungsdichte von Saatgut im Silo (Hesse & Borß, 1978), durch uneinheitliche Stabilität bzw. Widerstandsfähigkeit der Samen gegen mechanische Belastungen bedingt durch variierende Feuchtigkeitsgehalte (Bunch, 1960; Eckhoff *et al.*, 1988) und durch während der Aufbereitung variierende Schadensintensität der eingesetzten Komponenten (Hall, 1974). Die Ergebnisse von Hill *et al.* (1981) zeigen, dass mit den mechanischen Belastungen bei Transport auch direkt ein Anstieg der Inhomogenität bezüglich dem Merkmal Reinheit verbunden ist. Die generell bei Saatgutpartien bei steigender Partiegröße zu beobachtende Zunahme der Variation bzw. Inhomogenität (Tattersfield, 1977; Bould & Andersen, 1987; Fokanov & Leonte`va, 1981; Jørgensen & Kristensen, 1990; Coster, 1990; Kruse & Steiner, 1995; Kruse, 1999) dürfte mit auf diese Effekte zurückzuführen sein. Indirekt beeinflussen mechanische Belastungen des Saatgutes bzw. die daraus resultierenden Beschädi-

gungen auch das Qualitätsmerkmal Keimfähigkeit. Auch wenn äußerlich keine Anzeichen von Beschädigungen vorhanden sind, kann häufig nach erfolgter mechanischer Belastung ein Keimfähigkeitsverlust des Saatgutes nachgewiesen werden (Lulo, 1973; Kubota & Kanzaki, 1975; Hoffman & McDonald, 1981; Arkhipov *et al.*, 1982). Bei massiven Beschädigungen kann dieser Effekt noch durch den Kontakt des Keimlings mit Beizmitteln und der damit verbundenen phytotoxischen Wirkung des Beizmittels (Black & Bewley, 2000) verstärkt werden.

Ein weiterer Faktor, der zwar keine neue Variation in eine Partie einführt, jedoch deren Variationsstruktur stark beeinflusst, sind Sortierungsprozesse. Diese Prozesse führen zu einer Auftrennung der Merkmalsträger in Abhängigkeit von Stärke bzw. Größe der Merkmalsausprägung und verursachen damit Inhomogenität (Pitard, 1993). Die Chance eines Merkmalsträgers bestimmter Ausprägung, in eine Erstprobe zu gelangen, wird dann nicht mehr nur durch seine relative Häufigkeit bestimmt, sondern auch von dem Zeitpunkt bzw. dem Ort der Ziehung der Erstprobe. Zur besseren Unterscheidung wird die Beziehung zwischen Merkmalsausprägung und Probenahmezeitpunkt im Weiteren als Trend bezeichnet, die Beziehung zwischen Merkmalsausprägung und Probenahmeort dagegen als Gradient. In der Saatware der hier untersuchten Partien kann die Ausbildung von Gradienten und Trends am häufigsten bei den Qualitätsmerkmalen Tausendkornmasse, Reinheit und Siebabgang, gefolgt von den Qualitätsmerkmalen Keimfähigkeit und dem Besatz mit Weizen, beobachtet werden (vgl. Tabelle 3.11.2). Auch in anderen Untersuchungen kann in Saatgutpartien das Wirken von Sortierungsprozessen beobachtet werden (Niffenegger, 1989; Wold, 1957; Wold, 1968; Debney, 1960). Eingehender sind diese Sortierungsprozesse bei technischen Schüttgütern untersucht worden. Im Wesentlichen handelt es sich dabei um Segregations- und Agglomerationsprozesse, welche ablaufen, sobald ein Gemenge, dessen Bestandteile sich hinsichtlich Partikelgröße, Partikelform, Partikeloberfläche oder Dichte hinreichend unterscheiden, bewegt wird (Schulze, 2006; Heidenreich *et al.*, 2003; Khan *et al.*, 2004; Newey *et al.*, 2004; Duran, 1999). Da sich die betrachteten Qualitätsmerkmale Reinheit, Besatz, Siebabgang und Tausendkornmasse ebenfalls hinsichtlich der genannten physikalischen Eigenschaften unterscheiden, kann davon ausgegangen werden, dass die in technischen Schüttgüter gemachten Beobachtungen auch für Saatgutpartien zutreffen. Die Ergebnisse dieser Untersuchung zeigen, dass sich in den Silos regelmäßig Gradienten ausbilden (vgl. Trendanalyse Beprobungssilo vor Reinigung (BP2) und Beprobungssilo nach Reinigung (BP4)). Gleichzeitig treten die wesentlichen Veränderungen vorhandener Trends bzw. die Entstehung von Trends zwischen der Befüllung und Entleerung der Silos auf (vgl. Abbildung 3.3.3 - Abbildung 3.3.5, Abbildung 3.4.3 & Abbildung 3.4.4, Abbildung 3.6.3 & Abbildung 3.6.4, Abbildung 3.9.3). Die wesentlichen Sortierungsprozesse treten dabei bei der Befüllung der Silos mit dem Saatgut auf. Erklärungen hierfür sind bei Feustel (1987), Gupta (2003) und Hoppe (2003) gegeben. Für das

Bestehenbleiben der Gradienten ist die Entleerung von entscheidender Bedeutung. Wie auch bei anderen Schüttgütern kann sich bei der Entleerung von Saatgutpartien Massenfluss (das Schüttgut des gesamten Siloquerschnitts bewegt sich gleichmäßig nach unten) oder Kernfluss (bevorzugtes Auslaufen eines vertikalen Teilsegmentes des Schüttgutes beim Abziehen) ausbilden.

Abbildung 4.1.1 Aufbau eines vertikalen Gradienten im Schüttgut durch Kernfluss (nach Schulze, 2006 verändert)



Tritt beim Entleeren Kernfluss auf, so führt der beim Befüllen des Silos im Saatgut ausgebildete „horizontale Gradient“ beim Entleeren zum Aufbau eines Trends (Abbildung 4.1.1).



Abbildung 4.1.2 Blick von oben auf Haferpartie 5 während der Entleerung des Silos. Eine deutlich vom umgebenden Bereich abgesetzte Trichterbildung ist zu erkennen.

Dass in den Silos der hier untersuchten Aufbereitungsanlage Kernfluss vorlag, kann, insbesondere bei den Haferpartien (Abbildung 4.1.2), aufgrund deutlicher Trichterbildung während des Entleerens als gesichert angenommen werden (Heinrici, 2005). Bezüglich des Kernflusses ist es möglich, den Aufbau eines Silos so auszulegen, dass es nicht zu Kernfluss kommt (Schulze, 2006). Selbst wenn die Silobauart vorgegeben ist, kann durch nachträgliche bauliche Veränderungen Massenfluss in einem Silo, in dem es ursprünglich zu Kernfluss kam, erreicht werden (Fürl *et al.*, 2003). Dies und die Reduzierung der Anzahl von Zwischenlagerungen, insbesondere der Saatware, können daher als wirksame Mittel gegen die Ausbildung von Trends in Getreidesaatgutpartien angesehen werden. Das derzeitige Anerkennungsverfahren bringt es jedoch mit sich, dass die gereinigten Saatgutpartien vor der Absackung bis zum Erhalt der Anerkennung wenigstens einmal zwischengelagert werden müssen. Die nicht obligatorische Beschaffenheitsprüfung (Anonymus, 2007a), welche auf der Anerkennung einer Saatgutpartie aufgrund der Beschaffenheit der Rohware beruht, würde diese Zwischenlagerung hinfällig werden lassen und eine Absackung des Saatgutes unmittelbar nach der Reinigung ermöglichen.

Periodische Schwankung des Verunreinigungsgrades werden auch von Paoletti *et al.* (2006) bei der Untersuchung von Sojabohnenpartien festgestellt. Eine Erklärung für die in dieser Untersuchung auftretenden periodischen Schwankungen der Qualitätsmerkmale mit bis zu 3,4 Zyklen pro Umlauf ($t_\lambda > 0,3$) könnte darin liegen, dass bei der Entleerung eines Silos sich Phasen dominierenden Kernflusses und Massenflusses periodisch abwechseln. Während der Phasen des Massenflusses kommt es dabei zu einer Vermischung der beim Befüllen ausgebildeten Gradienten wogegen diese in den Phasen dominierenden Kernflusses erhalten bleiben.

Indirekt können sich die Sortierungsprozesse auch auf ein physiologisches Merkmal wie die Keimfähigkeit auswirken. Bould & Arthur (1978) stellen beispielsweise fest, dass ein bezüglich der TKM selektives Probenahmeverfahren auch bezüglich der Keimfähigkeit selektiv ist. Von einer positiven Korrelation zwischen Keimfähigkeit und Tausendkornmasse berichten auch Uprety und Mitarbeiter (Uprety *et al.*, 1981) und Ceccarelli & Pegiat (1980). Eine weitere Ursache dieses Zusammenhangs ist, dass ein unterdurchschnittliches Gewicht von Samen oft auf Krankheitsbefall (McDonald & Copland, 1996; Morrison, 1999) und einen unzulänglichen Entwicklungsgrad (Black & Bewley, 1994) der Karyopsen zurückzuführen ist. Die Zusammenhänge zwischen Tausendkornmasse und Keimfähigkeit und der Einfluss der mechanischen Belastungen auf die Keimfähigkeit lassen sich auch in dieser Untersuchung beobachten. Dabei ist eine positive Korrelation zwischen Tausendkornmasse und Keimfähigkeit sowie eine negative Korrelation zwischen Keimfähigkeit und Siebabgang zu erwarten, da zwischen Größe der Samen und ihrem Gewicht ja ein direkter physikalischer Zusammenhang besteht (vgl. Tabelle 3.1.1). Interessant ist, dass die Korrelation zwischen Keimfähigkeit und Fraktion Reine Samen bei der Weizenpartie 3 negativ und

bei der Haferpartie 5 positiv ist. Ein hoher Anteil an reinen Samen könnte auf eine hohe Reinigungsintensität bei der Ernte hindeuten. Wenn durch mechanische Beschädigungen die Keimfähigkeit der Samen leidet, würde das in einer negativen Korrelation zwischen Keimfähigkeit und der Fraktion Reine Samen resultieren. Die Keimfähigkeit der mechanisch belastbaren Hafersamen kann dagegen durch eine gründliche Reinigung mit vollständigerer Abtrennung kleiner Samen nur profitieren. Die Folge ist eine positive Korrelation zwischen Keimfähigkeit und Fraktion Reine Samen bei Hafer.

4.2 Probenahme, Probenteilung und Probenuntersuchung

Besonderes Augenmerk ist in dieser Untersuchung möglichen Fehlerquellen bei Entnahme, Aufbereitung und Untersuchung der Proben zu widmen.

Für die Entnahme der Erstproben aus dem Probenahmesilo wurde ein spezieller Probenstecher, für die Entnahme der Erstproben aus dem fließenden Saatgutstrom ein automatischer Probennehmer eingesetzt. Die zur Gewinnung der Untersuchungsproben aus den Erstproben notwendige Reduzierung wurde mittels eines Riffelteilers durchgeführt.

Damit in der Untersuchung der Erstproben ausschließlich die in den Partien auftretende Variation zum Tragen kommt, ist von den genannten Geräten zu fordern, dass sie keine über die Zufallsstreuung hinausgehende Variation hervorrufen. Da für die Bewertung der Inhomogenität die richtige Wiedergabe des Erwartungswertes der Partie notwendig ist, dürfen die eingesetzten Geräte auch nicht selektiv wirken und dadurch systematische Abweichungen vom Erwartungswert verursachen.

Die Probenteilung ist hier als weniger kritisch einzuschätzen. Mehrere Autoren kommen in ihren Untersuchungen zu dem Schluss, dass bei sachgerechter Bedienung der für die Probenteilung konzipierten Geräte die nach Zufallsstreuung zu erwartende Genauigkeit erreicht wird (Neeb & Bornscheuer, 1961; Shenberger, 1962; Kruse 1996). Zu diesem Ergebnis kommt auch Coster (1990) bei der Prüfung der Genauigkeit eines automatischen Probennehmers mittels einer synthetischen Saatgutmischung von Gerste mit Verunreinigungen aus Raps, Knaulgras und Weizen. Bei sachgerechter Anwendung des automatischen Probennehmers kann Coster ebenfalls keine signifikante Abweichung von der zufallsgemäßen Streuung feststellen.

Durch die Einhaltung der in den ISTA-Vorschriften festgehaltenen Regeln zur Probenahme und Probenteilung (ISTA, 2006) wurde dabei versucht, die sachgerechte Anwendung des in dieser Untersuchung eingesetzten automatischen Probennehmers und des Probenteilers sicherzustellen.

Probenstecher sind bezüglich ihrer Genauigkeit als kritisch zu beurteilen. Bei Saatgutmischungen von Gräsern und Saatgutpartien von Soja kann Copeland (1999) bei allen von ihm geprüften Probenstechern signifikante Abweichungen der Stichproben vom Erwartungswert nachweisen. Copeland kann zeigen, dass eine Ursache hierfür

in der starken Inhomogenität der beprobten Säcke und in den zum Teil großen Unterschieden der Fließeigenschaften von Samen in Saatgutmischungen liegt. Im Falle von Sojasaatgut ist nach Copeland die Ursache in der, im Verhältnis zu der Samengröße, relativ kleinen Einlassöffnungen der Probenstecher zu sehen.

Unter den in dieser Untersuchung gegebenen Bedingungen ist die Wahrscheinlichkeit einer selektiven Wirkung des im Beprobungssilo verwendeten Probenstechers gering, jedoch nicht vollständig auszuschließen.

Neben diesen Variationsquellen existieren noch die Variation innerhalb einer „Prüfeinrichtung“ und die Variation zwischen verschiedenen „Prüfeinrichtungen“. Nach Miles (1963) belaufen sich diese jeweils auf rund $\frac{1}{3}$ der bei einer Untersuchungsprobe auf Grund ihrer Größe und dem mittleren Merkmalswert der Grundgesamtheit zu erwartenden Variation. Um diese Variationsquellen zu minimieren, wurde die Untersuchung durch die Anwendung der ISTA-Vorschriften (ISTA, 2006) einer strikten Standardisierung unterzogen. Um den Einfluss der Variationen zwischen verschiedenen Untersuchungsanstellern auf die Erstproben zu unterbinden, wurden alle an einer Partie erhobenen Erstproben immer in einem Labor untersucht.

Problematisch ist die Variation innerhalb einer „Prüfeinrichtung“. Zwar wurde versucht die Untersuchung der Erstproben in einem Labor auf eine Person zu beschränken, jedoch unterliegt auch diese einer zeitlichen Variation. Eine verbleibende Variation unbekannter Größe kann hier also nicht ausgeschlossen werden. Bei der Bestimmung signifikanter Inhomogenität wurden zur Berücksichtigung der in der Praxis auftretenden Variation in den ISTA-Vorschriften Korrekturfaktoren (vgl. Kap. 2.4.3) eingeführt. In diesen ist, da sie über empirisch beobachtete Variationen in den Ergebnissen von Saatgutprüfungen ermittelt wurden, auch die oben genannte „Variation innerhalb einer Prüfeinrichtung“ berücksichtigt, solange sich diese in praxisüblichen Bereichen bewegt. Anders verhält es sich mit der möglichen Einführung eines systematischen Fehlers bei der Beprobung der Saatgutpartien im Beprobungssilo. Die hieraus resultierende Abweichung vom wahren Merkmalswert der Saatgutpartie führt zu einer Über- oder Unterschätzung der theoretisch zu erwartenden Streuung und damit auch zu einem Fehler in der Bewertung der Inhomogenität.

Die Prüfung der Probenahmeschemata erfolgte anhand der Daten, die an den umlaufenden Saatgutpartien erhoben wurden. Hier wurden alle Proben mittels eines automatischen Probenehmers gewonnen. Die Problematik eines systematischen Fehlers, wie sie bei den mittels Probenstechers gewonnenen Erstproben auftreten könnte, ist daher nicht gegeben. Es bleibt also nur die Möglichkeit, dass zu der schon in der Saatgutpartie vorhandenen Variation durch die Probenaufbereitung noch eine zusätzliche Variation hinzukommt. Bei der durch die Probenaufbereitung eingeführten Variation handelt es sich dabei um zufällige Abweichungen bzw. eine zufällige Variation. Daher wird, wenn in der Saatgutpartie ein Trend vorhanden ist, der Anteil der durch den Trend erklärten Variation an der insgesamt zu beobachtenden Variation

verringert. Durch einen Fehler dieser Art wird die Bedeutung des Trends für die in der Saatgutpartie auftretende Variation also unterschätzt.

Unter dem hier verfolgten Ansatz werden die verschiedenen Probenahmeschemata auf ihre Wirksamkeit bei der Erfassung systematischer (trendbedingter) Variation hin geprüft und verglichen. Bei der Interpretation der Simulationsergebnisse ist daher zu berücksichtigen, dass durch die Möglichkeit einer „fehlerhaften“ zusätzlichen Variation bei der Probenaufbereitung die Probenahmeschemata benachteiligt sind, die sich als besonders wirksam bei der Erfassung systematischer Variation erweisen.

4.3 Vergleichbarkeit von Untersuchungsergebnissen zur Inhomogenität

Die Entscheidung, ob eine Partie inhomogen ist oder nicht, ist von mehreren Faktoren abhängig. Einfluss auf den Wert der Prüfgrößen nimmt die Art des untersuchten Saatgutes, die untersuchte Probengröße, die Anzahl untersuchter Proben und die für die Testentscheidung angewandte Irrtumswahrscheinlichkeit.

In vielen Untersuchungen sind vollständige Angaben über die Anzahl untersuchter Partien, die Kulturart und die Häufigkeit des Auftretens von Partien verschiedener Klassen von H-Werten bzw. D-Werten vorhanden. Die Angabe zur untersuchten Probengröße ist dabei schon in die Berechnung des H- bzw. D-Wertes eingeflossen. Die zur Bestimmung des kritischen Wertes der Prüfgrößen notwendige Angabe zur Beprobungsintensität fehlt jedoch häufig. In diesen Fällen wird für einen Vergleich von der Beprobungsintensität ausgegangen, die sich aus der maximal zulässigen Partiegröße für die jeweilige Kulturart nach den ISTA-Vorschriften ergibt. Für das Irrtumsniveau wird, entsprechend dem in dieser Untersuchung angesetzten Irrtumsniveau, ein Wert von 0,05 angesetzt.

Tabelle 4.3.2 Kritische Werte der Prüfgröße für die Bestimmung des Anteiles inhomogener Partien in Vergleichsuntersuchungen (verändert nach ISTA, 2006)

Samen	Partiegröße	Proben*	Reinheit		Keimfähigkeit		Besatz	
			H _{crit}	D _{crit}	H _{crit}	D _{crit}	H _{crit}	D _{crit}
leicht-fließend	10t - 20t	10 - 20	0,97 - 0,65	1,73	0,97 - 0,65	1,73	1,23 - 0,82	1,95
	≤ 25t	20	0,65	1,73	0,65	1,73	0,82	1,95
.....								
schwer-fließend	10t - 20t	10 - 20	1,06 - 0,71	1,80	1,06 - 0,71	1,80	1,94 - 1,29	2,44
	≤ 25t	20	0,71	1,80	0,71	1,80	1,29	2,44

Proben*: Anzahl unabhängiger Erstproben (Mindestanzahl - Höchstzahl bei Heterogenitätstest).

Grundsätzlich ist auch zu beachten, dass die Ergebnisse der einzelnen Beprobungspunkte nicht unabhängig sind. Insbesondere bei Auftreten von Trends als Folge gerichteter Entmischungsprozesse muss im Falle der Beprobung bei wiederholten

Umläufen mit positiver Autokorrelation zwischen den Ergebnissen benachbarter Beprobungspunkte gerechnet werden. Im Vergleich zu anderen Untersuchungen kann es dann zu einer höheren Häufigkeit von Inhomogenität kommen. Auch wurde in dieser Untersuchung für die Prüfung der Homogenität von Partien hoher Reinheit der R-Test angewendet, wogegen in den Vergleichsuntersuchungen grundsätzlich der H-Test angewendet wurde. Bei hohen Reinheitswerten ist der H-Test konservativer als der R-Test, hält also länger an der Nullhypothese der Homogenität fest. Auch dies kann zu einer im Vergleich höheren Häufigkeit von Inhomogenität bei dieser Untersuchung führen.

Wie in der Einführung zur Diskussion erläutert, bilden sich Gradienten insbesondere im Silo aus. Beim Entleeren kommt es wieder zu einer teilweisen Vermischung der beim Befüllungsprozess der Silos getrennten Fraktionen. Bei den Proben, die aus dem Beprobungssilo entnommen wurden, ist daher im Vergleich zu den Proben, die während der Umläufe mittels automatischen Probennehmers gezogen wurden, generell eine größere Streuung zu erwarten. Die während der Aufbereitung der Saatgutpartien bei den Beprobungssilos (BP2, BP4) häufig auftretenden Inhomogenitätsspitzen können daher im Gesamtverlauf der Inhomogenitätsentwicklung etwas geglättet werden.

4.4 Entwicklung der Inhomogenität während der Saatgutaufbereitung

Reinheit

In der Saatware der untersuchten Getreidepartien ist mit 43 % bei Hafer am häufigsten, gefolgt von Weizen mit 33 % und Gerste mit 0 % Inhomogenität zu beobachten (vgl. Tabelle 3.11.1). In den von Chowings (1968) durchgeführten Untersuchungen liegen die Anteile inhomogener Partien bei Weizen und Gerste bei 13 % und 9 %. Generell weisen die Untersuchungen zu Inhomogenität in Saatgutpartien einer Kulturart einen großen Schwankungsbereich auf. So ist beispielsweise der Anteil inhomogener Partien bei Klee als Vertreter einer Kulturart mit leichtfließenden Samen je nach Untersuchung mit 0 % (Chowings, 1968) bis 25 % (Thomson, 1965) angegeben. Bei Weidelgräsern als Kulturarten mit schwerfließendem Saatgut variiert die Angabe zu dem Anteil an Partien mit signifikanter Inhomogenität zwischen 7 % (Jørgensen *et al.*, 1989) und 43 % (Chowings, 1968). Diese Schwankungen der Inhomogenitätshäufigkeit innerhalb der Kulturarten sind auch in dieser Untersuchung zu beobachten (vgl. Tab. 3.11.1). Bei den untersuchten Weizenpartien liegt die Inhomogenitätshäufigkeit bei den kleineren Partien 1 und 3 bei 0 %, bei den größeren Partien 2 und 4 bei 33 % und 100 %. Auch bei den Haferpartien schwankt die Häufigkeit von Inhomogenität zwischen 100 % bei der Haferpartie 7 und 17 % bzw. 0 % bei den Haferpartien 6 und 5. Gründe für die Schwankungen dürften zum Einen sein, dass hier die eingangs genannten Faktoren wie Partiegröße, Feuchtigkeitsgehalt, Auf-

bereitungsart und Transporthäufigkeit einen starken Einfluss auf die Ausbildung von Inhomogenität bei der Reinheit nehmen. Zum Anderen muss auch in Betracht gezogen werden, dass der Unterschied der Häufigkeit von Inhomogenität in der Haferpartie 5 und 6 gegenüber Haferpartie 7 auf eine positive Autokorrelation der Ergebnisse aufeinander folgender Beprobungspunkte zurückzuführen ist. Insbesondere bei Partie 7 sind bezüglich der Reinheit sehr stabile Trends zu beobachten, die mit an der Ausbildung der Inhomogenität beteiligt sein könnten.

Nach der Annahme wird die Rohware der Parteien 3, 4, 5 und 8 rasch homogener, die Parteien 1 und 2 zeigen keine Veränderungen und bei Partie 6 ist ein Anstieg der Inhomogenität zu beobachten. Vorzugsweise bei der Annahme ist über alle Kulturarten und Parteien hinweg das Auftreten von „abweichenden Erstproben“ zu beobachten. Diese treten zufällig während der Umläufe bzw. in den Silos auf. Dies deutet darauf hin, dass es sich bei der anfänglichen Inhomogenität um die im Feld auftretende und durch den Ernteprozess verursachte Variabilität des Reinheitswertes der Parteien handelt. Im Falle der Parteien 4, 5 und 8 geht mit der nach der Vorreinigung zu beobachtendem Anstieg der Reinheit (Tabelle 9.1.1 & Tabelle 9.1.2) auch eine Homogenisierung der Parteien einher. Es kann angenommen werden, dass durch die Vorreinigung die bei Annahme noch existierenden Extreme beseitigt und damit die Inhomogenität der Parteien reduziert wird. Obwohl in der Rohware der Partie 3 kein Anstieg der Reinheit zu beobachten ist, ist auch bei ihr ein deutlicher Anstieg der Homogenität zu beobachten. Die Ursache könnten die ablaufenden Entmischungsprozesse sein, die zur Ausbildung bzw. Verstärkung der ebenfalls beobachteten Trends führen. Bei starker Uneinheitlichkeit der Parteien bei Annahme, gekennzeichnet durch das Auftreten der „abweichenden Erstproben“, ist es denkbar, dass diese eher zu einer Ver- als zu einer Entmischung und damit zu einer Homogenisierung der Partie führen. Vermutlich gilt dies auch für die Parteien 4 und 5, die mit D-Werten > 20 bei der Annahme ebenfalls erhebliche Inhomogenität aufweisen. Für die Ursachen der Entwicklungen der Inhomogenität der Parteien 1, 2 und 6 kann keine eindeutige Erklärung gegeben werden. Jedoch kann davon ausgegangen werden, dass die Entwicklung ihrer Inhomogenität ebenfalls durch das Zusammenspiel von Ausgangsvariation, Entmischungsprozessen und vermutlich auch dem Auftreten von mechanischen Belastungen beeinflusst wird. In der gereinigten Saatware ist nur bei der Haferpartie 7 und der Weizenpartie 4 regelmäßig signifikante Inhomogenität vorhanden. Die Ursache dieser Inhomogenität könnte in den bei diesen Parteien in den ebenfalls regelmäßig auftretenden Trends bzw. Gradienten liegen. Zwar sind Trends und Gradienten in der Reinheit auch bei den Parteien 3, 5 und 8 zu beobachten, im Gegensatz zu diesen zeichnen sich die Gradienten bzw. Trends und die Streuungsentwicklung bei Partie 4 und 7 jedoch durch eine gleich bleibende Ausprägung der Trends, durch zunehmende Trendstärke und ein stetiges Anwachsen der Spannweite aus (Tabelle 9.1.1 & Tabelle 9.1.2; Tabelle 9.6.1 und Tabelle 9.6.2). Dies deutet

auf das kontinuierliche Wirken gerichteter Entmischungsprozesse hin. Die Fraktion Reine Samen der Partie 7 ist nach der Reinigung mit einem Wert von 99,4 % gegenüber 99,6 % und mehr, niedriger als in den restlichen Partien. Damit ist bei Partie 7 generell eine größere Streuung zu erwarten.

Ein weiterer Faktor, der auf die in den Partien beobachtete Streuung des Reinheitswertes in der Saatware ein Einfluss zu haben scheint, ist die Größe der Partien und die Anfälligkeit des Saatgutes für Beschädigungen. Festzustellen ist zum Einen, dass bei den jeweils größeren Partien einer Kulturart nach der Reinigung eine geringere Einschränkung der beobachteten Standardabweichung erreicht wird (Tabelle 4.4.1).

Tabelle 4.4.1 Partiegrößen der Weizen- und Haferpartien und durchschnittliche Reduktion der Streuung (Standardabweichung) der Reinheitswerte nach der Reinigung.

Partie / Kulturart		Größe	Reduktion
1	Winterweizen	8,8 t	91,4 %
3	Sommerweizen	13,4 t	90,9 %
2	Winterweizen	21,9 t	86,8 %
4	Sommerweizen	26,0 t	87,3 %
6	Hafer	12,3 t	94,9 %
5	Hafer	24,5 t	92,0 %
8	Sommergerste	26,4 t	67,9 %

Zum Anderen ist die nach der Reinigung verbleibende Standardabweichung bei den mechanisch anfälligeren Kulturarten größer als bei den mechanisch robusteren Kulturarten. So weist beispielsweise die mit 12,4 % Feuchtigkeitsgehalt unter dem Grenzwert für ausreichende mechanische Belastbarkeit der Gerste von 13 % (Hanzelik, 1971) liegende Gerstenpartie 8 die geringste Streuungsreduktion auf. Die in einem weiten Feuchtigkeitsbereich mechanisch äußerst belastbareren Haferpartien (Bunch, 1960) weisen dagegen die höchste Streuungsreduktion auf. Als notwendige Ausgangssituation für die Ausbildung von Inhomogenität ist jedoch die nach der Reinigung verbleibende Variabilität bzw. Heterogenität der Partien von zentraler Bedeutung für die Ausbildung von Inhomogenität.

Keimfähigkeit

Mit einem Anteil von 50 % bis 67 % inhomogener Beprobungspunkte in der Saatware ist bezüglich des Qualitätsmerkmals Keimfähigkeit in den untersuchten Saatgutpartien regelmäßig Inhomogenität nachzuweisen (vgl. Tabelle 3.11.1). Chowings (1968) berichtet in seinen Untersuchungen bei Gerste von einem Anteil inhomogener Partien von rund 18 % und bei Weizen von 53 %. Zu dem Anteil inhomogener Partien bei Hafer liegen keine Ergebnisse anderer Untersuchungen vor. Auch bei der Keim-

fähigkeit ist eine große Variabilität der Angaben zu dem Anteil inhomogener Partien festzustellen. Der Anteil inhomogener Saatgutpartien wird beispielsweise bei Weidelgräsern als Vertreter einer Kulturart mit schwerfließendem Saatgut mit 4 % (Thomson, 1965) bis 33 % (Chowings, 1968, Tattersfield, 1977) angegeben. Bei Klee als Vertreter einer Kulturart mit leichtfließendem Saatgut von 17 % (Chowings, 1968) bis 33 % (Tattersfield, 1977).

Die Ursache der Inhomogenität bei Hafer und Gerste lässt sich bei 50 % bis 100 % der untersuchten Beprobungspunkte auf einen Trend zurückführen. Bei diesen Kulturarten lässt sich im Falle von Hafer in der Rohware, im Falle der Gerstenpartien auch in der Saatware ein Zusammenhang zwischen der Keimfähigkeit und der Tausendkornmasse herstellen (vgl. Tabelle 3.1.1). Für diese wiederum ist bei nahezu allen Partien regelmäßig die Ausbildung von Trends zu beobachten. Im Gegensatz dazu ist die Inhomogenität der Weizenpartien nicht auf einen Trend zurückzuführen. Die eingehendere Untersuchung der Keimfähigkeitsergebnisse der Beprobungspunkte, an denen hohe Inhomogenität auftritt, zeigt, dass sie primär durch wenige vom mittleren Keimfähigkeitswert stark abweichende Erstproben verursacht wird (Tabelle 3.1.3).

Den laufenden Nummern der Erstproben zufolge sind diese zufällig in der Partie verteilt. Der hohe Anteil an anomalen Keimlingen, auf den die reduzierte Keimfähigkeit der „abweichenden Erstproben“ zurückzuführen ist, deutet auf mechanische Beschädigungen der Samen als Ursache hin (Cicero *et al.*, 1998). Dies würde auch erklären, warum im Falle des robusten Hafers primär tote Samen und bei Gerste zum Zeitpunkt der Annahme überwiegend tote und nach den Belastungen durch die Saatgutaufbereitung im fünften Umlauf dagegen überwiegend anomale Keimlinge zu beobachten sind.

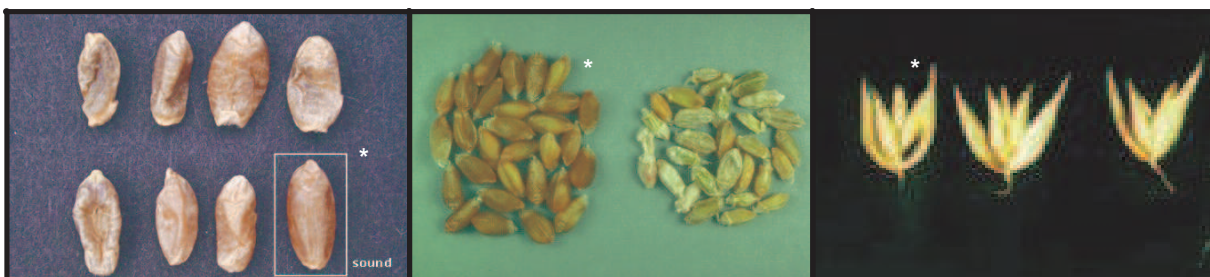
Ebenfalls in Betracht gezogen werden muss, dass durch die subjektive Definition anomaler Keimlinge bei der Probenanalyse noch erhebliche Variabilität in die Keimfähigkeitsergebnisse eingeführt werden kann. Bei einem von Don und Mitarbeitern (1990) durchgeführten Ringversuch an Saatgutproben mit Anteilen von anomalen Keimlingen zwischen 20 % und 83 % treten zwischen den teilnehmenden Laboren signifikant unterschiedliche Keimfähigkeitsergebnisse auf. Bei einer Homogenitätsprüfung hätte die Analysestreuung für sich schon zu einem (fälschlichen) Verwerfen der Homogenitätsannahme einer Partie geführt. Da im Falle dieser Untersuchungen alle zu einer Partie gehörenden Erstproben in einem Labor untersucht wurden, ist die Gefahr der exzessiven Streuung durch Laborvariation jedoch auszuschließen. Darüber hinaus ist bei den üblichen Anteilen anomaler Keimlinge der im Anerkennungsverfahren geprüften Einsendungsproben aus kommerziellen Getreidesaatgutpartien die Gefahr einer exzessiven Analysestreuung gering. So kann Tattersfield (1976) in einer von ihr durchgeführten Untersuchung zur Variation der Keimfähigkeitsergeb-

nisse von Einsendungsproben aus Weizenpartien keine Abweichung von der zu erwartenden Stichprobenstreuung feststellen.

Bemerkenswert ist, dass in der mit rund 22 t größten Weizenpartie 2 auch die mit Werten von 30,5 und 37,5 höchsten D-Werte auftreten. Dies könnte ebenfalls mit der bei zunehmender Partiegroße steigenden Stärke der Belastungen des Saatgutes zusammenhängen. Generell ist bei allen drei untersuchten Weizenpartien 1, 2 und 3 in der Rohware nach der Annahme ein Anstieg der Inhomogenität festzustellen. Ebenso lässt sich in der Saatware direkt nach der Reinigung oder in einem der folgenden Umläufe signifikante Inhomogenität nachweisen. Ein Zusammenhang mit vorhandenen Trends kann nicht hergestellt werden. Dafür ist regelmäßig das Auftreten stark abweichender Erstproben mit einem hohen Anteil anomaler Keimlinge zu beobachten. Dies deutet darauf hin, dass bei Weizen die partielle Ausbildung mechanischer Beschädigungen eine wichtige Rolle bei der Bildung von Inhomogenität spielt.

Die Inhomogenitätsentwicklung der Haferpartie 5 wie auch die Gerstenpartie 8 zeichnen sich durch eine zunehmende Homogenität der Rohware, gefolgt von zunehmender Inhomogenität bei der Saatware aus. Diese Entwicklung ist geprägt durch zwei Prozesse. Die anfängliche Homogenisierung ist auf die Beseitigung von tauben und ausgedroschenen Haferkörnern bzw. Samen, die durch Krankheitsbefall und / oder Stress ihre Keimfähigkeit eingebüßt haben (vgl. Tabelle 3.1.3). Diese können durch ihr reduziertes Gewicht bei der Vorreinigung per Windsichtung gut abgetrennt werden (Abbildung 4.4.1).

Abbildung 4.4.1 Vergleich gesunder bzw. entwickelter Samen mit unvollständig entwickelten oder kranken Samen. Von links nach rechts: Befall durch amer. Weizenhalmwespe (*Cephus cinctus* Norton) *Anonymus*, 2007c, Ährenfusariose (*Fusarium culmorum*) *Anonymus*, 2007d Ährchen von Saathafer (*Avena sativa* L.) mit unterschiedlich entwickelten endständigen (dritten) Haferkorn *Anonymus*, 2007e.



* Normal entwickelte Samen bzw. normal entwickeltes Ährchen.

Gleichzeitig bauen sich in beiden Partien Trends auf, die über die Reinigung hinweg erhalten bleiben (vgl. Abbildung 3.9.4 & Tabelle 9.7.1). In der Saatware beider Partien ist dann trendbedingte Inhomogenität nachweisbar. In beiden Fällen ist die Trendausbildung der Keimfähigkeit vermutlich auf die eingangs genannte Korrelation zwischen Tausendkornmasse und Keimfähigkeit zurückzuführen.

Besatz

Der Anteil an Beprobungspunkten mit signifikanter Inhomogenität in der Saatware liegt in Abhängigkeit von Kulturart und Besatzart zwischen 0 % und 21 % (vgl. Tabelle 3.11.1). Dies stimmt mit der von Thomson (1965) und Chowings (1968) festgestellten Häufigkeiten signifikanter Inhomogenität von 14 % bis 21 % bei leichtfließendem Saatgut von Klee gut überein. Eine Ausnahme bildet die Häufigkeit von 60 % signifikanter Inhomogenität bei dem Besatz der Saatware der Haferpartie 7 mit Weizenkaryopsen. Mit einem durchschnittlichen Besatz von 66 Weizenkaryopsen pro 10.000 Hafersamen ist die Besatzstärke mit der Rohware vergleichbar, bei der der Anteil von Inhomogenität mit bis zu 75 % deutlich höher als in der Saatware liegt. Da von der Rohware der Partie 7 keine Daten erhoben wurden, kann nicht entschieden werden, ob der hohe Besatz auf Defizite bei der Reinigung oder auf im Transportsystem verbliebene Weizenkaryopsen zurückzuführen ist. Unabhängig von der Ursache ist aber festzustellen, dass eine der häufigsten Verunreinigungen in Getreidesaatgutpartien aus anderen Getreidearten besteht (Leist, 1983). Mit Ausnahme des Besatzes mit Samen des Klettenlabkrautes finden sich die höchsten Inhomogenitäten bei den Partien zum Zeitpunkt der Annahme. Dies ist so zu erwarten, da die Ursache des Besatzes in der Verunkrautung des Feldbestandes liegt. Nur bei schlecht geführten Beständen mit sehr hoher Verunkrautung tritt der Fall ein, dass eine Unkrautart gleichmäßig über den Feldbestand verteilt ist. Im Normalfall dagegen variiert die Dichte einer Unkrautart innerhalb eines Feldbestandes sehr stark (Anonymus, 2007b; Johnson *et al.*, 1995). Flecken mit hoher Unkrautkonzentration (Abbildung 4.4.2) sorgen dann für eine partiell auftretende Verunreinigung des Saatgutes mit Unkrautsamen einer Art.

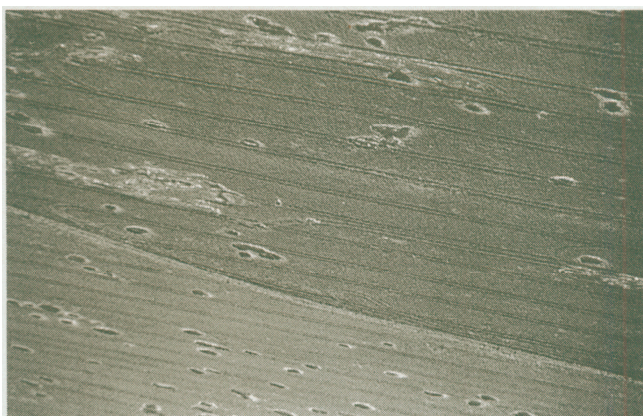


Abbildung 4.4.2 Verunkrautung eines Luzernenbestandes (*Medicago sativa* L.) mit Seide (*Cuscuta campestris* Yunck.) (nach Copeland & McDonald, 1995). Deutlich zu sehen ist das punktuelle Auftreten der Verunkrautung (dunkle Flecken).

Im Laufe der weiteren Aufbereitung nimmt die Homogenität der Rohware bei den Weizenpartien bezüglich des Besatzes mit Ackerfuchsschwanz, weißem Gänsefuß und Ackervogelknöterich kontinuierlich zu. Die Ursache hierfür liegen zum einen in einer starken Verringerung der Besatzstärke durch die Vorreinigung (vgl. Tabelle 9.3.3 u. ff.). Zum anderen führen die Bearbeitungsprozesse bei Vorliegen von Nestern mit hohem Unkrautbesatz zu einer zunehmenden Homogenisierung durch Vermischung. In den Fällen niedriger und konstanter Besatzstärken von $\leq 1,6$ Samen

pro 10.000 Samen ist die Entwicklung der Homogenität bzw. der D-Werte in der Rohware von unregelmäßigen Schwankungen gekennzeichnet. Man kann davon ausgehen, dass es während der Bearbeitung eines Gemenges bzw. einer Saatgutpartie zu Trennung und Vermischung der Komponenten im Wechsel kommt, was zu den beobachteten unregelmäßigen Schwankungen des D-Wertes führt. Bei höheren Besatzstärken, wie z.B. dem Besatz der Haferpartie 6 mit rund 80 Klettenlabkrautsamen pro 10.000 ist ein Zusammenhang zwischen Inhomogenität und Trendstärke zu erkennen. Das Auftreten hoher D-Werte geht hier mit dem Auftreten stärkerer Trends einher (Abbildung 3.7.2, Tabelle 9.8.4). Direkt nach der Reinigung ist nur in dem Besatz der Weizenpartie 2 mit Klettenlabkraut und in dem Besatz der Haferpartie 7 mit Weizenkaryopsen Inhomogenität festzustellen. Mit den weiteren Transportschritten nimmt auch bei den anderen Besatzarten die Inhomogenität zu, sodass zum Zeitpunkt der Absackung im Besatz der Weizenpartie 1 mit Klettenlabkraut und im Besatz der Weizenpartien 2 und 4 mit weißem Gänsefuß signifikante Inhomogenität zu verzeichnen ist. Die bei den wiederholten Umläufen der Partien ablaufenden Segregations- und Agglomerationsprozesse führen also, wenn auch durch die niedrigen Besatzstärken etwas verlangsamt, doch zu einer Akkumulation der Besatzsamen. Durch eine gründliche Reinigung kann also die Ausbildung von Inhomogenität direkt nach der Reinigung verhindert werden. Auch Torres *et al.* (1995) können bei der Untersuchung der Inhomogenität von entsprechend gereinigten Getreidesaatgutpartien bezüglich des Merkmales Besatz nur selten die Ausbildung von Inhomogenität feststellen. Mit zunehmender Anzahl an Umläufen steigt aber wieder das Risiko, dass erneut Inhomogenität entsteht. Wold (1968) stellt hierzu fest, dass bei einer ursprünglich homogenen Partie durch Segregation in weiteren Transportschritten wieder Inhomogenität entstehen kann. Ganz deutlich wird dieser Prozess in den wiederholten Umläufen der Saatware von Haferpartie 7. Bedingt durch die hohe Besatzstärke der Saatware ist hier auch nach der Reinigung eine Ausbildung von Trends zu beobachten (vgl. Abbildung 3.8.4). Wie schon in der Rohware der Haferpartie 6 zu beobachten, werden die Trends von einem stetigen Anstieg der Inhomogenität begleitet (vgl. Abbildung 3.8.2), die klar auf den Trend rückführbar ist.

Siebabgang

Mit einem Anteil von 17 % bis 55 % inhomogener Beprobungspunkte in der Saatware liegt die Häufigkeit von Inhomogenität bei dem Siebabgang höher als bei den Qualitätsmerkmalen Reinheit und Besatz (vgl. Tabelle 3.11.1). Als Ursache hierfür sind 2 Faktoren zu nennen. Zum einen sind für den Siebabgang sehr wirksame Entmischungsprozesse zu beobachten. Diese äußern sich in der Saatware der Weizen- und Gerstenpartien in einem mit 50 % bzw. 60 % hohen Anteil an trendbedingter Inhomogenität. Zusätzlich sind sie daran zu erkennen, dass die in der Rohware auftretenden „abweichenden Erstproben“ nicht zufällig in der Partie verteilt sind, sondern sich in Übereinstimmung mit den jeweils zu beobachtenden Trendverläufen am

Beginn oder am Ende der Beprobungsdurchgänge finden (vgl. Tabelle 3.1.5). Hier ist die Entmischung so weit fortgeschritten, dass sich die Samen mit unterdurchschnittlicher Größe in starkem Maß zu Beginn bzw. am Ende der Partie konzentrieren. Diese „Orte“ mit extrem vom mittleren Merkmalswert der Partie abweichenden Eigenschaften verursachen dann eine signifikante Inhomogenität die nichtmehr durch die stetigen Trends erfassen werden.

Da in der Rohware noch kein bedeutender Unterschied zwischen der Häufigkeit von Inhomogenität bei den Merkmalen Reinheit und Siebabgang festzustellen ist, beruht der Unterschied der Inhomogenität in der Saatware vermutlich auf der im Vergleich zu den unerwünschten Fraktionen bei Reinheit und Besatz schlechteren Abtrennbarkeit von Samen mit Untergröße. Die nach der Reinigung bezüglich dieser unerwünschten Fraktion verbleibende höhere Variabilität in Verbindung mit der offensichtlich hohen Wirksamkeit der Segregationsprozesse führt dann im Anschluss an die Reinigung sehr schnell wieder zur Ausbildung von Trends und trendbedingter Inhomogenität.

Mit D-Werten zwischen 0 und 37 reicht der Zustand der Rohware der untersuchten Partien von perfekter Homogenität bis zu starker Inhomogenität. Starke Inhomogenität ($D \geq 20$) ist dabei, unabhängig von der Kulturart, an das Auftreten von Erstproben mit stark abweichenden Werten des Siebabganges verbunden. Eine deutliche Tendenz zur Homogenisierung im Laufe der Aufbereitung der Rohware ist nur bei der Weizenpartie 3 zu beobachten. Bei ihr wird auch als einziger der untersuchten Partien schon in der Rohware ein Anteil von 1 % Samen mit Untergröße unterschritten (vgl. Tabelle 9.4.1 & Tabelle 9.4.2). Im Falle der anderen Partien liegt der prozentuale Anteil des Siebabganges höher und es ist regelmäßig die Ausbildung von Inhomogenität zu beobachten. Nach der Reinigung treten noch bei den Weizenpartien 2 und 3, bei der Haferpartie 7 sowie den Gerstenpartien 8 und 9 Inhomogenitäten auf. Festzustellen ist, dass auch hier mit Ausnahme der Weizenpartie 3 der Anteil an Samen mit Untergröße größer als 1 % ist (Tabelle 4.4.2).

Tabelle 4.4.2 Durchschnittswerte des Siebabganges und des Besatzes mit Weizenkaryopsen in der Saatware der untersuchten Partien.

Kulturart Partie	Weizen				Hafer		Gerste	
	1	2	3	4	6	7	8	9
Siebabgang (%)	0,10	1,27	0,01	0,11	0,17	1,77	2,80	1,80

Eine Erklärung für die Bedeutung des Anteiles an Samen mit Untergröße für die Häufigkeit der Ausbildung von Inhomogenität könnte in der notwendigen Anzahl an Samen mit Untergröße für die Ausbildung von Trends liegen. 1 % Samen mit Untergröße entspricht mindestens 100 Samen mit Untergröße pro 10.000 Samen, eher aber mehr, da es sich um Massenprozent handelt und die Samen mit Untergröße eine geringere Masse als der Durchschnitt der Probe aufweisen. Bei der Besatzuntersuchung ist bei dieser Größenordnung von „Fremdsamen“ noch regelmäßig die

Ausbildung von Trends festzustellen. Dies wäre auch eine Erklärung für die große Häufigkeit trendbedingter Inhomogenität. Neben der unscharfen Abtrennung als Ursache für die hohen Werte an Samen mit Untergröße in der gereinigten Saatware muss im Falle der Gerstenpartien die Bildung von Bruchkorn, im Falle der Haferpartien das Freidreschen von Haferkaryopsen mit in Betracht gezogen werden.

Tausendkornmasse

Mit einem Anteil von 89 % bis 100 % inhomogener Beprobungspunkte in der Saatware liegt die Häufigkeit von Inhomogenität bei den Kulturarten Gerste und Weizen deutlich über der bei Hafer beobachteten Häufigkeit von Inhomogenität (vgl. Tabelle 3.11.1). In dieser Untersuchung wurde für den Expansionsfaktor der theoretischen Varianz bei der TKM die in den ISTA-Vorschriften für Reinheit und Besatz angegebenen Werte von 1,1 bei Weizen bzw. 1,2 bei Gerste und Hafer übernommen. Während dies bei Hafer zu einer mit anderen Qualitätsmerkmalen vergleichbaren Häufigkeit von Inhomogenität in der Saatware führt, liegt die Häufigkeit von Inhomogenität in der Saatware von Weizen mit 100 % deutlich über der bei anderen Qualitätsmerkmalen beobachteten Häufigkeit. Grundsätzlich muss bei der Tausendkornmasse bedacht werden, dass der hohe Anteil inhomogener Beprobungspunkte auch an der Bestimmung der Streuung der Einzelkornmasse liegen kann. Wird diese zu hoch bzw. zu niedrig eingestuft, so resultiert daraus eine Unter- bzw. Überschätzung der Häufigkeit von Inhomogenität. Die in dieser Untersuchung bei den Haferpartien ermittelte mehrgipfelige Einzelkornmassenverteilung deckt sich jedoch gut mit den zur Korngrößenverteilung bei Hafer gemachten Feststellungen von Bilanski und Mitarbeitern (1962). Es wird daher davon ausgegangen, dass das angewandte Verfahren vertrauenswürdige Ergebnisse liefert. Wenn die hier bei Weizen und Gerste gefundenen hohen Anteile an Inhomogenität jedoch nicht auf die Einzelkornmassenbestimmung zurückzuführen sind und die Saatgutpartien einer praxisüblichen Aufbereitung unterzogen wurden, so muss dies bei dem Versuch einer Bewertung der Inhomogenität berücksichtigt werden. Eine Möglichkeit dazu wäre die Veranschlagung höherer Expansionsfaktoren, wie sie beispielsweise für das Qualitätsmerkmal Besatz angesetzt werden.

Trotz der höheren Einzelkornmassenstreuung der Haferpartien ist die Streuung der TKM bei diesen durchgehend niedriger als die der Weizen- und Gerstenpartien (vgl. Tabelle 9.5.1 & Tabelle 9.5.2). Der Grund hierfür ist darin zu sehen, dass die bei der Einzelkornmassenbestimmung festgestellte Streuung auf Unterschiede der Kornausbildung an den Haferferrispen beruht. Bei der Bestimmung der Tausendkornmasse wird jedoch die Summe vieler, genauer von 1000 Samen gebildet. Die Unterschiede der Samen an einer Rispe sind damit nivelliert. Bei der TKM kommen also nur „großräumige“ Unterschiede der Samenmasse, z.B. auf Ebene des Feldbestandes, zum Tragen. Hafer baut jedoch, eine ausreichende Wasserversorgung vorausgesetzt, sehr einheitliche Bestände auf (Frahm, 1985). In Verbindung mit seiner mechanischen

Robustheit ist daher im vom Feld abgefahrenen Erntegut keine starke Variation zu erwarten. Dies zeigt sich auch darin, dass im Gegensatz zu Weizen bei Hafer keine „abweichenden Erstproben“ auftreten (Tabelle 3.1.6). Bei dieser Ausgangslage kommen als Ursache von Inhomogenität bei Hafer nur Entmischungsprozesse bzw. die daraus resultierende Ausbildung von Trends infrage. Jedoch ist nur bei weniger als 50 % der geprüften Beprobungspunkte in den Haferpartien eine Trendbildung zu beobachten. Mit 75 % bis 100 % trendbehafteten Beprobungspunkten kommt es bei den Gersten- und Weizenpartien dagegen deutlich häufiger zur Ausbildung von Trends (Tabelle 4.4.3).

Tabelle 4.4.3 Durchschnittliche Trendstärke¹⁾ und Trendhäufigkeit²⁾ bei den geprüften Kulturarten.

Art		Weizen		Hafer		Gerste		
		Zustand	Rohware	Saatware	Rohware	Saatware	Rohware	Saatware
Trend	Häufigkeit (%)		75	92	43	50	100	88
	Stärke (%)		55	57	39	38	14	65

1) Bestimmtheitsmaß R, 2) Anteil trendbehafteter Beprobungspunkte

Trotzdem ist bei diesen an maximal 50 % der Beprobungspunkte die beobachtete Inhomogenität alleine auf den Trend zurückzuführen. Die in der Roh- wie auch der Saatware der Weizenpartien beobachtete Variation der TKM entfällt ungefähr hälftig auf „Trend“-Variation und „Rest“-Variation (Tabelle 4.4.3). Da die Gesamtvariation im Mittel 5 Mal größer als die aus der EKM abgeleitete Stichprobenvariation ist (vgl. Tabelle 9.5.1 & Tabelle 9.5.2), verursacht jede der Streuungsquellen (trendbedingte Streuung und „Rest“-Streuung) für sich alleine schon signifikante Inhomogenität. Anders liegt der Fall bei der Rohware der Gerstenpartien. Hier ist die Gesamtvariation im Mittel „nur“ 2 Mal größer als die aus der EKM abgeleitete Stichprobenvariation. Die „Rest“-Variation beträgt hier rund 76 % der Gesamtvariation, ist also weitgehend für die Inhomogenität verantwortlich. Die Situation in der Saatware ist mit der der Weizenpartien vergleichbar. Das Verhältnis von Gesamtvariation und erwarteter Stichprobenvariation liegt wiederum bei einem Faktor 5, wobei mit 65 % hier der größere Teil der Gesamtvariation auf den Trend entfällt. Gleichwohl verursachen immer noch beide Variationsquellen für sich signifikante Inhomogenität.

Bei der Entwicklung der Inhomogenität (D-Wert) der Rohware sind zwei gegenläufige Tendenzen zu erkennen. Während die Rohware der Haferpartie 5 und der Gerstenpartie 8 mit den ersten Aufbereitungsschritten zunehmend homogener wird, ist bei den Weizenpartien das Gegenteil der Fall. Bei den Weizenpartien wird der Anstieg der Inhomogenität der Rohware von der Ausbildung von Trends zunehmender Stärke begleitet (Tabelle 9.10.1 & Tabelle 9.10.2), sodass hier die Ausbildung systematischer Abweichung der ausschlaggebende Faktor zu sein scheint. Die Ausbildung von Trends mit steigender Stärke ist allerdings auch in der Rohware der Partie 8 und 5 zu

beobachten. Gründe für die beobachtete Homogenisierung könnte im Fall der Haferpartie 5 die starke Einschränkung der Variabilität der TKM durch die Vorreinigung sein. Mit einer Zunahme der TKM um fast 1,5 g gegenüber maximal 0,7 g in den Weizen und Gerstenpartien wird hier offensichtlich eine für die TKM bedeutende Fraktion abgetrennt. In der Rohware der Partie 8 kann eine solche Einschränkung nicht beobachtet werden. Der Grund scheint hier also eher in der unterschiedlichen Bedeutung der Variationsquellen in Roh- und Saatware zu liegen. Anhand der Variationsstruktur ist zu sehen, dass im Verlauf der Aufbereitung der anfangs dominierende Teil der zufälligen Schwankungen der TKM, definiert über die Reststreuung, durch den Aufbau von Gradienten zu Gunsten einer systematischen Variation der TKM in der Partie abgebaut wird. In der Rohware kommt daher die Trendbildung einer Homogenisierung durch Nivellierung der anfänglich dominierenden zufälligen Schwankungen gleich.

Bei den Weizenpartien 2, 3 und 4 sowie der Haferpartien 5 und 6 ist die Übereinstimmung der Entwicklung von Trend und Inhomogenität auch in der Saatware zu beobachten. Die Zunahme der Trendstärke geht hier immer mit einem Anwachsen der Inhomogenität einher. Die bei der Absackung der Weizenpartien erhobenen Daten bilden dabei allerdings eine Ausnahme. Hier ist, unabhängig von der Entwicklung bestehender Trends, bei allen Partien eine Homogenisierung festzustellen. Da die Trendstärke weiter zunimmt, kann dies nur mit einer Abnahme der Reststreuung erklärt werden, wobei die Ursache hierfür unklar ist. Des Weiteren ist bei den Weizenpartien auch ein Einfluss der Partiegröße auf die Ausbildung von Inhomogenität festzustellen. So weist die Saatware der mit 26 t größten Weizenpartie 4 mit D-Werten zwischen 7 und 22 die größte, die Saatware der mit 8,8 t kleinste Weizenpartie 1 mit D-Werten zwischen 2 - 5 die kleinste Inhomogenität auf.

Vergleichbar ist die Situation im letzten Umlauf der Saatware von Partie 6. Trotz signifikanter Inhomogenität ist hier kein Trend nachweisbar. Dem 6. Umlauf geht allerdings eine Phase voraus, in der bei stetig ansteigender Trendstärke von 33 % auf 77 % auch der D-Wert kontinuierlich ansteigt. Eine mögliche Erklärung für die Inhomogenität im sechsten Umlauf könnte daher eine „vollständige“ Entmischung als Endstadium der Trendentwicklung sein, in deren Folge auch der Trend verschwindet. Beachtenswert ist auch die Tatsache, dass bei den Partien 1, 4, 5 und 8 und damit über alle Kulturarten hinweg ein Anstieg der Inhomogenität nach der Reinigung festzustellen ist. Dies ist sicherlich auch darauf zurückzuführen, dass die Tausendkornmasse das Merkmal ist, welches durch die Reinigung am wenigsten eingeengt wird. Trends bzw. Gradienten bleiben daher über die Reinigung hinweg erhalten oder bilden sich, wie im Falle der Haferpartie 5 zu beobachten ist, direkt nach der Reinigung in besonders ausgeprägter Form aus.

4.5 Simulation

Bei der simulierten Beprobung der Rohware der Haferpartie 5 und 6 sowie der Saatware der Haferpartie 6 bei den Qualitätsmerkmalen Tausendkornmasse und Fraktion Reine Samen sind in 4 der dargestellten Fälle die Standardfehler s_e der verschiedenen Beprobungsschemata identisch und zeigen bei einer Erhöhung der Erstprobenanzahl keine Veränderung (vgl. Abbildung 3.6.5: BP1, Abbildung 3.7.4: BP3, 3. + 4. Uml., BP5 6. Uml.). Dies ist darauf zurückzuführen, dass an diesen Beprobungspunkten kein Trend nachweisbar ist. Ohne Trend wird in der Simulation ausschließlich die zufällige Stichprobenstreuung berücksichtigt. Für die Größe der Streuung der Erstproben ist dann nur die durch sie erfasste Anzahl an Samen und der Erwartungswert der Partie oder im Falle der Tausendkornmasse die Einzelkornmassenstreuung von Bedeutung. Da diese Faktoren bei den jeweiligen Erstprobenanzahlen für alle drei Probenahmeschemata identisch sind, treten zwischen den Probenahmeschemata bei gleichen Erstprobenanzahlen keine Unterschiede auf.

Die Ursache, dass zwischen den verschiedenen Erstprobenanzahlen kein Unterschied auftritt, ist ebenfalls auf das ausschließliche Wirken der zufälligen Stichprobenstreuung zurückzuführen. In diesem Fall sind die Ergebnisse der zu einer Mischprobe gehörigen Erstproben voneinander unabhängig. Hier ist die Streuung der Einsendungsprobe, die der Standardfehler s_e wiedergibt, nur von der Größe bzw. der Anzahl an Samen der Einsendungsprobe abhängig. Die Anzahl an Samen ist in der Simulation mit einer Anzahl von 25.000 Samen konstant und teilt sich bei den verschiedenen Erstprobenintensitäten nur auf eine größere oder kleinere Anzahl an Erstproben auf. Vor diesem Hintergrund ist klar, dass bei reinem Wirken der Stichprobenstreuung, unabhängig vom Qualitätsmerkmal und von der Kulturart, der Standardfehler s_e der Einsendungsprobe über alle Erstprobenintensitäten hinweg konstant bleibt. Ganz unabhängig vom angewandten Entnahmesystem reicht in diesem Fall also die einmalige Entnahme einer Erstprobe der Größe von 25.000 Samen aus (vgl. Abbildung 3.11.1 - Abbildung 3.11.3).

In einem Großteil der anderen Fälle sind die geschichtete und die systematische Probenahme der zufälligen Probenahme überlegen. Der Grund hierfür ist darin zu sehen, dass bei Vorliegen einer systematischen Merkmalsänderung innerhalb der Partie diese durch die zufällige Entnahme von Erstproben nur teilweise erfasst wird. Die aus diesen Erstproben erstellte Einsendungsprobe beinhaltet die systematische Merkmalsänderung daher nur zum Teil. Der Standardfehler der Einsendungsprobe ist folglich um den Anteil der systematischen Merkmalsänderung vergrößert. Mit zunehmender Anzahl an Erstproben verringert sich dieser Anteil, da die Wahrscheinlichkeit der vollständigen Erfassung der systematischen Änderung steigt.

Das häufige Auftreten von Trends in der Saatware (Tabelle 3.11.2) zeigt, dass der Ort bzw. der Zeitpunkt der Entnahme einer Probe aus einer Saatgutpartie von großer Bedeutung für die Ausprägung der Qualitätsmerkmale ist. Hartung (Hartung, 1991)

führt aus, dass nur der Ausgleich unbekannter Einflüsse dem Randomisieren zu überlassen ist. Dagegen sollte die Zuordnung von Faktoren (in diesem Fall Ort bzw. Zeitpunkt der Entnahme einer Probe), die einen großen Einfluss auf die Ausprägung eines Merkmalswertes haben, nicht dem Zufall überlassen werden, sondern im Modell (in diesem Fall dem Probenahmeschema) Berücksichtigung finden. Eine auf die Saatgutbeprobung übertragbare Situation liegt auch im Feldversuchswesen vor. Hier wird versucht, durch spezielle Prüfpläne systematische Variation (Bodeneffekte usw.) zusammen mit der zufälligen Variation zu erfassen, um diese von den eigentlich interessierenden Faktoren (Düngung, Sorteneigenschaften usw.) zu trennen. Schuster & Lochow (1979) können zeigen, dass es für die gemeinsame Erfassung beider Variationskomponenten effizienter ist, eine rein zufällige Verteilung der Prüfglieder durch eine gelenkte „zufallsgemäße“ oder eine „gerechte“ Verteilung zu ersetzen.

Ausnahmen von der Überlegenheit systematischer und geschichteter Probenahme sind nur vereinzelt bei der systematischen Probenahme bei Erstprobenanzahlen von weniger als 4 Stück zu beobachten (Abbildung 3.2.5: Siebabgang BP5, TKM BP5 + BP6, Abbildung 3.5.5: Reinheit BP3 + BP5, TKM BP6, Abbildung 3.6.5: TKM BP1 + BP6, Abbildung 3.9.7: Reinheit BP6, Keimfähigkeit BP1). Ursache hierfür könnte eine spezifische Wechselwirkung zwischen dem systematischen Probenahmesystem und dem vorhandenen Trend sein. Diese führt bei den Erstprobenanzahlen von zwei oder drei Stück zu einem sprunghaften Anstieg des Standardfehlers der Einsendungsprobe. Ausschlaggebend hierfür scheint die Zyklusdauer der zyklischen bzw. gemischten Trends zu sein. Während bei Zyklusdauern t_λ von mehr als $\frac{2}{3}$ der Bearbeitungszeit t_B dieser sprunghafte Anstieg des Standardfehlers häufig zu beobachten ist, tritt er bei Zyklusdauern t_λ von weniger als $\frac{2}{3}$ der Bearbeitungszeit t_B nicht auf. Dies deutet darauf hin, dass die Wechselwirkung in einer Interferenz zwischen der Intervalldauer t_i der Probenentnahme und der Zyklusdauer t_λ des Trends liegt. Wenn die Intervalldauer t_i der Zyklusdauer t_λ oder einem ganzzahligen Vielfachen davon entspricht, geht die gesamte Amplitude der Merkmalsänderung eines Zyklus in den Standardfehler der Einsendungsprobe ein. Abhilfe kann hier bei der systematischen Probenahme nur geschaffen werden, indem die Intervalldauer t_i der Probenentnahme maximal die Hälfte der Zyklusdauer t_λ beträgt, besser aber deutlich unter der Zyklusdauer liegt ($t_i \ll t_\lambda$). Die maximale Anzahl an Zyklen, die in dieser Untersuchung aufgetreten sind, beträgt 3,4. Dies entspricht einer Zyklusdauer t_λ von 0,30. Es sollte daher spätestens nach einem Bearbeitungsfortschritt D_f von 15 % und dann alle weiteren 15 % (entsprechend einer Halbwelle) eine Beprobung erfolgen. Daraus ergibt sich bei systematischer Beprobung für die Vermeidung von Interferenzen eine notwendige Mindestanzahl an Erstproben von 7 Stück. Erst ab dieser Erstprobenanzahl ist das systematische Probenahmeschema robust gegenüber der Art der Trendausprägung.

Interferenzen sind auch bei der geschichteten Probenahme zu beobachten. Wegen der Zufälligkeit des Entnahmezeitpunktes innerhalb des Entnahmeintervalls t_i sind diese jedoch wesentlich schwächer ausgebildet als bei der systematischen Probenahme (vgl. Abbildung 3.2.5: Siebabgang BP5, Abbildung 3.5.5: Siebabgang BP5, Abbildung 3.7.4: Siebabgang BP5, Abbildung 3.9.8: Siebabgang BP5).

Nach den Ergebnissen der Simulation ist in den meisten Fällen beim Vorliegen eines Trends bei zufälliger Entnahme der Erstproben aus der Saatware durch eine Erhöhung der Erstprobenanzahl auf bis zu 50 Stück eine relevante Zunahme der Genauigkeit ($> 2\%$) der Einsendungsprobe zu verzeichnen (vgl. Tabelle 3.2.1 - Tabelle 3.10.1; Abbildung 3.11.1 - Abbildung 3.11.3). Damit wird die von Miles und Mitarbeitern für die zufällige Entnahme von Erstproben gemachte Obergrenze für einen relevanten Gewinn an Genauigkeit von anfänglich 20 (Miles *et al.*, 1960) und später 30 Erstproben (Miles, 1963) überschritten. Miles zieht jedoch als Kriterium für den Genauigkeitsgewinn die durch eine Erhöhung der Erstprobenintensität erreichbare Verringerung der Toleranzen bei der Prüfung von Testergebnissen heran. Es ist daher zu berücksichtigen, dass die in dieser Untersuchung bestimmte Genauigkeit der Einsendungsproben nur eine Teilkomponente der von Miles zur Berechnung der Toleranzen herangezogenen Varianz ist. Diese enthält zusätzlich noch Varianzkomponenten aus den Untersuchungsschritten der Einsendungsprobe. Die Varianzkomponente aus der Probenziehung steht bei Miles daher in Relation zu den übrigen Varianzkomponenten und verliert damit an Relevanz für den im Gesamten möglichen Genauigkeitsgewinn.

Der Standardfehler $s_{e(GD)}$ des zufälligen Probenahmeschemas, der bei Unterschreiten der Grenzwertdifferenz vorliegt, wird bei dem systematischen und dem geschichteten Probenahmeschema mit Ausnahme eines Falles (vgl. Abbildung 3.11.2) schon bei weniger als 20 Erstproben erreicht. Dies bedeutet, dass das systematische und das geschichtete Probenahmeschema wesentlich effizienter bei der Erfassung des durch den Trend bedingten Variationsanteiles sind. Daher sind bei diesen 10 Erstproben ausreichend um eine mit dem zufälligen Probenahmeschema vergleichbare oder bessere Genauigkeit zu erzielen. Zu einem vergleichbaren Ergebnis kommen auch Ambrosio und Mitarbeiter (Ambrosio *et al.*, 2004) bei dem Vergleich der Effizienz verschiedener Probenahmesysteme bei der Bestimmung der Samenbank im Boden eines Versuchsfeldes. Die Beprobungspunkteanzahl konnte bei systematischer Verteilung der Beprobungspunkte über die Versuchsfläche im Vergleich zur zufallsgemäßen Verteilung der Beprobungspunkte bei gleicher Genauigkeit um $\frac{1}{3}$ reduziert werden.

Hinzu kommt, dass die Grenzwertdifferenz bei Vorliegen eines Trends mit dem zufälligen Probenahmeschema in den meisten Fällen erst bei einer Erstprobenanzahl von mehr als 30 Stück erreicht wird. Da dies bei den gegebenen Partiegrößen nach ISTA die vorgeschriebene Anzahl an Erstproben ist, wird mit 10 Erstproben nicht nur eine

mit dem bei Grenzwertdifferenz des zufälligen Probenahmeschemas vergleichbare oder bessere Genauigkeit erzielt, sondern, da diese ebenfalls auf einer zufälligen Auswahl der Erstproben beruht, auch eine bessere Genauigkeit wie die einer nach ISTA Regularien erstellten Einsendungsprobe.

Gegenüber den anderen Probenahmeschemata erweist sich das systematische Probenahmesystem als besonders effizient bei der Erfassung rein zyklischer Trends, deren Zyklusdauer t_λ zwischen $\frac{2}{3}$ und dem dreifachen der Bearbeitungszeit t_B liegen. Dabei wird bei einer ausreichenden Erstprobenanzahl durch die festen Zeitabstände zwischen den Entnahmen der Erstproben der zyklische Trend jeweils an vergleichbaren oder komplementären Punkten, z.B. Nulldurchgang und Nulldurchgang oder Maximum und Minimum, beprobt. Im Mittel ist damit die zyklische Merkmalsänderung nicht in die Einsendungsprobe eingegangen oder ausgeglichen worden. Bei einer Zyklusdauer t_λ zwischen $\frac{2}{3}$ und dem Dreifachen der Bearbeitungszeit t_B ist schon bei zwei bzw. drei Erstproben die Intervalldauer t_i mit 0,5 bzw. 0,33 kurz genug, um bei der Beprobung beide Halbwellen des zyklischen Trends zu erfassen. Bei der weiteren Erhöhung der Erstprobenanzahl werden bei der systematischen Beprobung zwar nicht mehr die komplementären bzw. vergleichbaren Punkte des Zyklus getroffen, jedoch wird dies durch die größere Anzahl an Erstproben und damit vollständiger „Abtastung“ des Trends ausgeglichen. Nach den Ergebnissen dieser Arbeit ist die systematische Probenahme auch bei gemischten Trends überlegen, wenn deren Zyklusdauer t_λ zwischen $\frac{2}{3}$ und dem Dreifachen der Bearbeitungszeit t_B liegt. Zusätzlich muss das Verhältnis zwischen dem linearen Anteil der Merkmalsänderung und dem periodischen Anteil der Merkmalsänderung unter einem Wert von 3 liegen. Die Stärken des systematischen Probenahmeschemas kommen auch bei zyklischen Trends kürzerer Zyklusdauer t_λ zum Tragen, jedoch können dann bei Beprobungsdichten unterhalb von 4 Erstproben die eingangs erwähnten Interferenzen auftreten.

Das geschichtete Probenahmeschema weist bei der Erfassung von linearen Trends grundsätzlich den geringsten Standardfehler auf. Der Grund hierfür liegt in der Kombination der Stärken von zufälliger und systematischer Probenahme. Durch die Beprobung äquivalenter Teilstücke der Partie wird bei der geschichteten Probenahme wie bei der systematischen Probenahme die durch den linearen Trend verursachte Merkmalsänderung zwischen den Teilstücken durch die Erstproben erfasst. Durch das Mischen der Einsendungsprobe kann so die trendbedingte Merkmalsänderung ausgeglichen werden. Bei der geschichteten Entnahme der Proben erfolgt die Entnahme der Erstprobe innerhalb eines Teilstückes jedoch zufällig. Als Nachteil resultiert daraus, dass die Erfassung der Merkmalsänderung zwischen den Teilstücken etwas ungenauer wie im Falle der systematischen Probeentnahme ist. Der Nachteil der systematischen Probenahme ist jedoch, dass die innerhalb eines Teilstückes gegebene Änderung des Merkmalswertes nicht beseitigt wird und nicht

schätzbar ist. Wird beispielsweise die erste Stichprobe am Ende eines Teilstückes gezogen, so werden alle folgenden Stichproben ebenfalls am Ende ihres Teilstückes gezogen. Der Mittelwert der Partie wird in der Einsendungsprobe bei systematischer Probenahme also mit einer Ungenauigkeit in der Größenordnung der Merkmalsänderung innerhalb eines Teilstückes bestimmt. Hier kommt der Vorteil der zufälligen Probenentnahme innerhalb der Teilstücke bei geschichteter Probenahme zum Tragen. In ihrem Fall wird die Merkmalsänderung innerhalb der Teilstücke in Summe der Erstproben nivelliert. Da die Bedeutung der Merkmalsänderung innerhalb eines Teilstückes gerade bei niedrigen Erstprobenzahlen maßgebend für die Genauigkeit der Einsendungsprobe ist, ist hierin der entscheidende Vorteil des geschichteten Probenahmesystems bei der Erfassung linearer Trends zu sehen.

Neben den linearen Trends ist eine Überlegenheit des geschichteten Entnahmesystems z.T. auch bei gemischten Trends zu beobachten. Beispiele hierfür sind die Partie 2, Siebabgang und Tausendkornmasse am Beprobungspunkt 3, Partie 7, Reinheit im 5. Umlauf, Partie 8 Siebabgang am Beprobungspunkt 3 und Partie 9, Tausendkornmasse im 4. Umlauf. Dies hat zwei Ursachen. Einerseits ist in diesen Fällen die Merkmalsänderung durch den linearen Anteil 3 bis 5 Mal größer als die des periodischen Anteils. Andererseits ist die Zyklusdauer t_λ so lang ($> 3 \cdot t_B$), dass der gemischte Trend während eines Durchlaufes trotzdem stetig wachsend bzw. sinkend ist. In beiden Fällen sind die Verhältnisse für die Beprobung mit denen bei Vorliegen eines rein linearen Trends vergleichbar.

Betrachtet man das geschichtete und das systematische Probenahmesystem für sich, so ist hier nach den Ergebnissen der Simulation mit Ausnahme der Tausendkornmasse in der überwiegenden Anzahl der Fälle ab einer Erstprobenanzahl von 20 Stück eine Genauigkeitszunahme des Standardfehlers von 2 % unterschritten. Im Einzelnen wird eine notwendige Anzahl der Erstproben von 20 Stück für eine Unterschreitung der Grenzwertdifferenz bei dem geschichteten Probenahmeschema einmal im Falle des Qualitätsmerkmal Siebabgang und dreimal im Falle des Qualitätsmerkmal Tausendkornmasse überschritten.

Bei dem systematischen Probenahmeschema kann im Vergleich zum geschichteten Probenahmeschema häufiger eine relevante Genauigkeitszunahme durch eine Erhöhung der Erstprobenanzahl über 20 Stück erreicht werden. In einem Fall liegt hier bei dem Qualitätsmerkmal Reinheit, in zwei Fällen bei dem Siebabgang und in neun Fällen bei der Tausendkornmasse die notwendige Erstprobenanzahl für Erreichen der Grenzwertdifferenz über 20 Stück.

Wenn das Potenzial der erreichbaren Genauigkeit der Einsendungsprobe bei geschichteter Probenahme bzw. systematischer Probenahme voll ausgeschöpft werden soll, wären hier Erstprobenanzahlen von 30 bzw. 40 Stück vorzuschlagen.

Die Umsetzung der sich hier als vorteilhaft erwiesenen geschichteten und systematischen Probenahmeschemata kann auf verschiedenen Wegen erfolgen.

Bei der Beprobung abgesackter Saatware würde eine Nummerierung der Säcke in der Reihenfolge ihrer Befüllung eine ideale Voraussetzung für die Realisierung der systematischen und geschichteten Probenahme und damit einer optimierten Probenahme bieten. Aber auch ohne diese ergeben sich Möglichkeiten für eine Optimierung der Probenahme. Bei abgesackter Saatware auf Paletten kann beispielsweise davon ausgegangen werden, dass die Paletten nacheinander beladen wurden. In diesem Fall ist es sinnvoll, die Anzahl zu beprobender Säcke gleichmäßig auf die vorhandenen Paletten zu verteilen. Eine weitere Möglichkeit bietet die bei amtlich anerkanntem Z-Saatgut fortlaufende Nummerierung der Etiketten. Über die Größe der Partie und die jeweils in einem Sack befindliche Menge an Saatgut kann die Gesamtzahl an Säcken aus einer Saatgutpartie ermittelt werden. Aus der Anzahl an Säcken, aus der Proben zu entnehmen sind, und der Gesamtzahl an Säcken einer Partie ergibt sich dann ein optimaler „Abstand“ der zu beprobenden Säcke. Die Umsetzung dieser Abstände bei der Beprobung kann dann über die Nummern auf den Etiketten erfolgen.

Bei der Beprobung fließenden Saatgutes bietet der automatische Probennehmer eine einfache Umsetzung der systematischen Probenahme. Coster (1990) kommt zu dem Schluss, dass dieser eine kostengünstige und leistungsfähige Möglichkeit darstellt, richtige und präzise Mischproben aus Schüttgut in Großbehältern zu erhalten. Für die bei Getreiden üblichen Partiegrößen von 15 t bis 30 t ist derzeit nach ISTA eine Anzahl von 30 bis 43 Erstproben vorgeschrieben. Bei dem in dieser Untersuchung eingesetzten automatischen Probennehmer lag das Gewicht der einzelnen Erstproben je nach Kulturart und Transportgeschwindigkeit bei rund 0,5 kg. Das Gewicht einer Mischprobe aus 30 bis 43 Erstproben würde sich also bei dem eingesetzten Probennehmer auf 15 kg bis 21 kg belaufen. Bei einer Reduzierung der Mischproben um das 15 bis 40 fache auf die für die Einsendungsprobe gewünschte Größe von 1 kg ist eine sachgemäße Reduzierung der Mischprobe unabdingbar, da sonst die Gefahr besteht, dass die Einsendungsprobe nicht mehr den „wahren Wert“ der Mischprobe wiedergibt (Bould, 1978; Johnston & Tattersfield, 1972).

Für die Bewertung der hier gefundenen Ergebnisse müssen zwei wichtige Einschränkungen gemacht werden. Zum Ersten können die hier genannten Zahlenwerte nur als erste Orientierung dienen, da die auftretenden Trends neben der Kulturart höchstwahrscheinlich auch von der Anlagenausführung und der Partiegröße beeinflusst werden. Die Ergebnisse müssen daher in weiteren Untersuchungen validiert werden. Zum Zweiten muss bemerkt werden, dass bei rund 30 % der hier vorgestellten Simulationsergebnisse die nach Beseitigung des Trend verbliebene Reststreuung immer noch signifikant über der zu erwartenden theoretischen Streuung liegt (Tabelle 4.5.4). Die hier angewandte Simulation reicht also nicht aus, um die Variationsstruktur von Saatgutpartien vollständig zu erklären und sollte daher noch erweitert werden. Hierfür ist eine weitergehende Untersuchung der Ursachen der verbliebenen Reststreu-

ung notwendig. Es ist zu klären, inwieweit diese auf einen zusätzlich zum Probenahmefehler entstehenden Analysefehler zurückzuführen ist. Unter dem Analysefehler werden hierbei alle Fehler zusammengefasst, die durch Probenteilungen, Messungsgenauigkeiten und den Analysten entstehen.

Tabelle 4.5.4 Vergleich von Residual- und theoretischer Streuung bei verschiedenen Partien und Merkmalen

Partie	Merkmal	Status	BP	σ_{res}	σ_{theo}	Ratio	H/R-Test
2	Siebabgang	Rohware	3	0,999	0,815	1,23	het
		Saatware	5	0,338	0,224	1,51	het
	TKM	Saatware	6	0,325	0,227	1,43	het
3	Reinheit	Rohware	1	1,132	0,237	4,77	het
	TKM	Saatware	5	0,603	0,311	1,94	het
4	Reinheit	Rohware	1	0,755	0,275	2,75	het
		Saatware	3	0,385	0,243	1,59	het
	TKM	Rohware	5	0,062	0,051	1,22	het
		Saatware	3	0,535	0,341	1,57	het
	TKM	Saatware	5	0,327	0,182	1,80	het
		Saatware	6	0,471	0,289	1,63	het
7	Reinheit	Saatware	5, 2. Uml.	0,245	0,138	1,77	het
	Reinheit	Rohware	1	0,471	0,260	1,81	het
8	Keimfähigkeit	Rohware	1	2,132	1,799	1,18	het
	Siebabgang	Saatware	6	0,499	0,381	1,31	het
		TKM	Rohware	3	0,766	0,717	1,07
9	TKM	Saatware	5, 5. Uml.	0,454	0,284	1,60	het

BP = Beprobungspunkte (1: Annahme, 2: Beprobungssilo vor Reinigung, 3: Umlauf vor Reinigung, 4: Beprobungssilo nach Reinigung, 5: Umlauf nach Reinigung, 6: Absackung; **1.Uml - max. 6.Uml**: Beprobung bei wiederholten Umläufen zwischen zwei Silos),

σ_{res} = nicht durch den Trend erklärte Reststreuung
het = heterogen nach H- oder R-Test

σ_{theo} = theoretisch erwartete Stichprobenstreuung,

Weiter ist zu klären, ob zusätzlich zu dem Trend Bereiche in den Partien existieren, in denen deutlich über die „zufallsgemäße“ Streuung hinausgehende Abweichungen auftreten. Für die Existenz solcher Bereiche spricht das Auftreten der „abweichenden Erstproben“, die zumindest im Falle der Reinheit und der Keimfähigkeit zufällig in der Partie verteilt auftreten. Diese Bereiche könnten mittels serieller Korrelationen wie sie in Zeitreihenmodellen zum tragen kommen, beschrieben werden. Erläuterungen zu Zeitreihenmodellen finden sich bei Box & Jenkins (1976). Möglichkeiten zur Datenanalyse und Modellierung von Zeitreihenmodellen sind in SAS v8.2 durch die Prozedur ARIMA gegeben.

5 Schlussfolgerungen

Für die Praxis ergeben sich aus den Ergebnissen folgende Schlussfolgerungen:

- Bei Getreidesaatgutpartien muss grundsätzlich in jeder Partie von Inhomogenität ausgegangen werden. Dabei sind die TKM und der Siebabgang die empfindlichsten Merkmale für den Nachweis von Inhomogenität. Beim Vorliegen eines Verdachts auf Inhomogenität in einer Getreidesaatgutpartie sind diese Merkmale daher besonders geeignet für eine Überprüfung der Inhomogenität. Darüber hinaus ist bei diesen Merkmalen eine maschinelle und damit schnelle und kostengünstige Erhebung möglich.
- Für die in der fertigen Saatgutpartie vorliegende Inhomogenität ist nicht eine mögliche Inhomogenität des Feldbestands, sondern die Saatgutaufbereitung verantwortlich. Vom Feldbestand kann also nicht auf die abgesackte Saatware geschlossen werden.
- Beim Merkmal Besatz ist der Zustand der Partie nach der Reinigung ausschlaggebend für den Nachweis von Inhomogenität. Durch eine gründliche Reinigung kann der mögliche Nachweis von Inhomogenität in der Saatware weitgehend vermieden werden.
- Die Ausbildung von Schüttkegel und Kernfluss bei der Befüllung und Entleerung von Silos sind Ursachen der Entstehung von Trends und führen damit zu trendbedingter Inhomogenität. Bei technischen Schüttgütern kommen Techniken zum Einsatz, die Kernfluss unterbinden. Diese Techniken sollten so weit als möglich Anwendung beim Bau von Saatgutsilos finden.
- Die Zwischenlagerungen des Saatgutes in Silos ist die maßgebliche Quelle trendbedingter Inhomogenität in der Saatware. Sie ist daher auf ein notwendiges Minimum zu reduzieren. Das unmittelbare Aufeinanderfolgen von Vorreinigung, Reinigung, Trocknung und Absackung ohne Zwischenlagerung wäre optimal. Zumindest ist eine Absackung direkt nach der Reinigung zu empfehlen. Die nicht obligatorische Beschaffenheitsprüfung würde eine Absackung des Saatgutes unmittelbar nach der Reinigung ermöglichen und ist daher unter dem Gesichtspunkt der Vermeidung bzw. Reduzierung von Inhomogenität in Getreidesaatgutpartien zu unterstützen.
- Grundsätzlich sollte der höhere Wirkungsgrad von systematischer und geschichteter Probenahme bei der Erfassung trendbedingter Inhomogenität in der Saatgutprüfung genutzt werden. Es ist daher zu empfehlen, dort wo möglich, die zufällige Entnahme von Erstproben durch eine systematische bzw. geschichtete Entnahme von Erstproben zu ersetzen. Möglichkeiten hierzu sind in der Saatgutverkehrskontrolle durch die gleichmäßige Auswahl der zu beprobenden Säcke aus den Paletten und den darauf befindlichen Lagen und im Anerkennungsverfahren durch den

Einsatz automatischer Probenehmer bei der Erstellung der Mischproben gegeben. Des Weiteren wäre zu empfehlen, Maßnahmen zu ergreifen, die grundsätzlich eine systematische oder geschichtete Probenahme ermöglichen. Dies könnte durch die Vergabe von fortlaufenden Nummern bei der Absackung einer Getreidesaatgutpartie realisiert werden.

- Wenn die gleichmäßige Beprobung einer Partie sichergestellt ist, kann die bei Partiegrößen von 15 bis 30 t nach ISTA Vorschriften vorgegebene Anzahl von 30 bis 40 zufallsgemäß gezogenen Erstproben ohne Genauigkeitsverlust auf 10 bis 20 Proben reduziert werden. Als weitere Konsequenz ist daher in der Saatgutprüfung eine Änderung bzw. eine Erweiterung bestehender Vorschriften zur Probenahme zu fordern, insoweit diese bei der Prüfung von Saatgutpartien ausschließlich eine zufällige und keine systematische oder geschichtete Probenahme vorsehen.

6 Zusammenfassung

Ziel dieses Projektes ist es, Inhomogenität in Getreidesaatgutpartien zu quantifizieren und deren Ursachen zu analysieren, um Vorschläge für eine verbesserte Berücksichtigung bestehender Inhomogenität bei der Saatgutprobenahme zu erarbeiten. Auch sollten Empfehlungen zur Vermeidung von Inhomogenität während der Saatgutaufbereitung gegeben werden.

Hierzu wurden die Größe und die Struktur der Variation der Qualitätsmerkmale Reinheit, Besatz, Keimfähigkeit, Tausendkornmasse (TKM) und Siebabgang innerhalb von kommerziellen Saatgutpartien von Hafer (3 Partien), Weizen (4 Partien) und Gerste (2 Partien) bestimmt. Um die Veränderung der Variation während der Saatgutaufbereitung zu erfassen, wurden an bis zu 10 Beprobungspunkten von der Annahme bis zur Absackung aus dem fließenden Saatgutstrom jeweils 50 bis 60 Erstproben mittels eines automatischen Probennehmers entnommen. Zusätzlich konnten mithilfe eines speziellen Probenstechers bei jeder Zwischenlagerung einer Saatgutpartie in einem präparierten Silo Erstproben von 37 Positionen in dem Silo entnommen werden. Die insgesamt 1944 Erstproben wurden separat auf oben genannte Qualitätsmerkmale hin untersucht. Zur Prüfung auf Inhomogenität wurde in Abhängigkeit von Mittelwert und Variationsstruktur entweder ein H-Test oder ein R-Test nach den ISTA-Vorschriften durchgeführt. Für die Analyse der Veränderung der Variation während der Aufbereitung wurden die H-Werte in D-Werte transformiert. Zusätzlich wurden die Ergebnisse der Erstproben jeder Partie bei jedem Beprobungspunkt mittels Regressionsanalysen auf systematische Gradienten hin untersucht.

An den insg. 57 Beprobungen aller Partien konnte in bis auf einen Fall immer signifikante Inhomogenität bezüglich mindestens eines Qualitätsmerkmals nachgewiesen werden. In der Art und dem Ausmaß der Inhomogenität zeigten sich große Unterschiede zwischen den Qualitätsmerkmalen und den Kulturarten. In der Rohware lag bei den drei Kulturarten der Anteil inhomogener Beprobungen bei der TKM zwischen 14 % und 100 %, bei der Keimfähigkeit zwischen 33 % und 100 %, beim Siebabgang zwischen 50 % und 100 %, bei der Reinheit zwischen 57 % und 100 % und beim Besatz zwischen 0 % und 75 %. In der Saatware lag bei den drei Kulturarten der Anteil inhomogener Beprobungen beim Siebabgang zwischen 17 % und 55 %, bei der TKM zwischen 14 % und 100 %, bei der Reinheit zwischen 0 % und 43 % und bei der Keimfähigkeit zwischen 50 % und 67 %.

Die Ergebnisse zeigen zudem, dass bei den Merkmalen Siebabgang und Reinheit die anfänglich eher stochastische Streuung der Saatgutqualität in der vom Feld angelieferten Rohware während der Aufbereitung des Saatgutes durch systematische Gradienten ersetzt wird. Im Falle der TKM sind systematische Gradienten schon bei der Anlieferung der Rohware vorhanden, nehmen in ihrer Stärke aber ebenfalls während der Aufbereitung des Saatgutes zu. In der Saatware sind bei der TKM und der Reinheit mit insgesamt 74 % bzw. 72 % der Beprobungen häufig syste-

matische Gradienten zu beobachten, gefolgt von Siebabgang mit 59 % und Keimfähigkeit mit 29 % der Beprobungen. Beim Besatz treten in der Saatware mit weniger als 5 % der Beprobungen selten systematische Gradienten auf.

In der fertigen Saatware verursachen die systematischen Gradienten bei der Keimfähigkeit bis zu 100 %, bei der TKM und dem Siebabgang bis zu 60 % und bei der Reinheit bis zu 33 % der beobachteten Inhomogenität. Allein beim Besatz trat keine durch systematische Gradienten verursachte Inhomogenität auf, häufig allerdings deshalb, weil die Partien nahezu frei von Besatz waren.

Hauptursache für die Ausbildung von Gradienten und damit der Ausbildung von Inhomogenität ist die Kombination von Segregationsprozessen und Kernfluss bei der Befüllung und Entleerung der Silos. Hinzu kommt insbesondere im Fall der Keimfähigkeit die mechanische Belastung des Saatgutes während der Aufbereitung. Die Betrachtung der bei der Ausbildung von Inhomogenität kritischen Prozesse in der Saatgutaufbereitung zeigt, dass neben der Auswahl geeigneter Fördertechniken und der Begrenzung der Partiegröße der Einsatz geeigneter Saatgutsilos im Sinne einer bauartlichen Vermeidung von Kernfluss sowie die Umgehung unnötiger Zwischenlagerungen von Saatgutpartien wichtige Maßnahmen zur Vermeidung von Inhomogenität sind.

Das häufige Auftreten systematischer Gradienten in der Saatware und der Rohware legt eine systematische oder geschichtete Beprobung nahe. Bei der systematischen Probenahme werden konstante Zeitabstände zwischen den Entnahmen von Erstproben eingehalten. Dagegen erfolgt bei der geschichteten Probenahme die Entnahme einer Erstprobe zu einem zufällig gewählten Zeitpunkt innerhalb feststehender Zeitintervalle. Diese Probenahmeschemata wurden deshalb in Computersimulation anhand der ermittelten Daten auf Ihre Effizienz hin geprüft. Es zeigte sich, dass bei diesen Probenahmeschemata mit einer Entnahme von nur 10 Erstproben dieselbe Genauigkeit der Einsendungsprobe erreicht wird, die mit einer zufälligen Entnahme von 30 Erstproben, wie sie nach den derzeitigen ISTA-Vorschriften vorgeschrieben ist, erreicht wird. Vorsicht ist jedoch geboten, da bei einer weiteren Verringerung der Erstprobenanzahl bei systematischer oder geschichteter Probenahme Interferenzen zwischen den systematischen Gradienten und den Probenverteilungen entstehen können, die die Genauigkeit der Einsendungsprobe stark beeinträchtigen würden.

Anhand dieser Ergebnisse aus einer Aufbereitungsanlage aus einem Betrieb konnten erstmalig die Inhomogenität in Getreidesaatgutpartien und deren Ursachen im Detail untersucht und aus experimentellen Daten von kommerziellen Saatgutpartien Schlussfolgerungen für die weitere Verbesserung von Probenahmeverfahren erarbeitet werden.

7 Summary

The objective of this research was to quantify inhomogeneity and evaluate its formation in cereal seed lots. The results were used to compile proposals for a better in seed sampling schemes and to give recommendations to avoid inhomogeneity formation during seed processing.

For this purpose, the extent and structure of the variation in the seed quality criteria, purity, other seed count, germination, thousand seed mass and size grading were determined within seed lots as well as their change during seed processing. Three commercial seed lots of oat, four of wheat and two of barley were sampled at up to 10 stations from the delivery point to the bagging of the lots. At each station 50 to 60 primary samples were taken out of the seed flow by means of an automatic sampler. Additionally, the seed lots were temporarily stored in a prepared silo in which primary samples could be taken from 37 places with a special sampling stick. All primary samples, in total 1944, were analyzed separately. As a function of average value and variation structure of the seed quality criteria the evaluation of the inhomogeneity was done by either an H-test or a R-test according to the ISTA rules. To compare the inhomogeneity of a particular seed lot at different stations of seed processing, the H-values were transformed into D-values. Additionally, for each seed quality criteria at each station of seed processing the results of the primary samples were analysed by means of regression analyses to detect systematic gradients.

From a total of 57 stations, 56 showed significant inhomogeneity in at least one seed quality criteria. There were significant differences between the seed quality criteria and the crop species in terms of composition as well as extent of inhomogeneity. In the unprocessed seed lots the proportion of stations with significant inhomogeneity were between 14 and 100 % for thousand seed mass, 33 and 100 % for germination, 50 and 100 % for size grading, 57 and 100 % for purity and between 0 and 75 % for other seed count. After cleaning, the proportion of stations with significant inhomogeneity were between 17 and 55 % for size grading, 14 and 100 % for thousand seed mass, 0 and 43 % for purity and between 50 - 67 % for germination.

During the seed processing the initially stochastic dispersion of the seed quality criteria size grading and purity at the delivery point were increasingly replaced by systematic gradients. In case of thousand seed mass, systematic gradients were already present at the delivery point. However, the determination of the observed gradients increased during the processing.

In the processed seed lots the seed quality criteria thousand seed mass and purity with 74 % and 72 % respectively showed most frequently systematic gradients at the sampling stations, followed by seed grading with 59 % and germination with 29 %. Other seed count showed rarely systematic gradients with less than 5 % of the stations.

In the processed seed lots the systematic gradients entailed inhomogeneity in up to 100 % of the stations for germination, in up to 60 % for thousand seed mass and in up to 33 % for size grading and purity. In the case of other seed count the systematic gradients did not cause inhomogeneity, however for the most part because the lots were almost free from other seeds.

The main reasons for the formation of gradients, and thus for the formation of inhomogeneity, are segregation effects in combination with core flow during filling and discharging silos. Additionally, in the case of the germination the mechanical load of the seeds during the processing is an important factor for the formation of inhomogeneity. Therefore, besides the use of suitable conveying devices and the limitation of lot size, the use of suitable silos in respect to the prevention of core flow and the evasion of unnecessary interim storage are important steps for the avoidance of inhomogeneity.

The frequent occurrence of systematic gradients in processed and unprocessed seed lots recommends a systematic or stratified sampling scheme. In case of systematic sampling the primary samples are drawn in constant time intervals. In case of stratified sampling the primary samples have to be drawn within constant periods of time, whereas the time within the intervals is at random. These sampling schemes and the random sampling scheme were evaluated in computer simulations in terms of their accuracy and efficiency. The simulations were using the data collected from the cereal seed lots. The systematic and the stratified sampling of only 10 primary samples results in the same accuracy of the submitted sample as 30 primary samples collected at random according to the present ISTA rules. In case of interference between the systematic and stratified sampling scheme and the systematic gradients, a further decrease of the number of primary samples could lead to a strong impair of the accuracy of the submitted sample. Therefore in terms of these sampling schemes a further reduction of sampling intensity is not advisable.

On the basis of the results obtained from commercial seed lots produced in one seed processing plant of one enterprise, inhomogeneity and its causes in cereal seed lots could be studied in detail. From the experimental data of commercial seeds lots conclusions for the further improvement of sampling procedures could be compiled.

8 Literaturverzeichnis

ANSCOMBE F.J., TUKEY J.W. , 1963. The examination and analysis of residuals. *Technometrics*, A journal of statistics for the physical, chemical and engineering sciences, 5: 141-160. American Statistical Association, Alexandria, USA.

ANONYMUS, 1963. Sampling seed: offered for importation under the seed act. *Agricultural Marketing Service: AMS / United States Department*, Vol. 508 (4). Washington DC, USA.

ANONYMUS, 1967. ISO R 542: Oilseeds Sampling. *International Organization for Standardization. Official Journal of the European Communities*, Folder 9: 70-75.

ANONYMUS, 2006a. Statistisches Bundesamt Deutschland, Land- und Forstwirtschaft, Fischerei, Ackerland nach Hauptfruchtgruppen und Fruchtarten. <http://www.destatis.de/basis/d/forst/forsttab5.php>

ANONYMUS, 2006b. BDP - Bundesverband Deutscher Pflanzenzüchter, Geschäftsbericht 2005/06. http://www.food-monitor.de/docs-frei/jahresber/bdp/bdp_gb_2005.pdf.

ANONYMUS, 2006c. BDP - Bundesverband Deutscher Pflanzenzüchter, Organisation der Saatgutvermehrung. <http://www.bdp-online.de/sorten/sorten41.php>

ANONYMUS, 2007a. Nicht obligatorische Beschaffenheitsprüfung bei Z-Saatgut von Getreide. <http://www.lwk-niedersachsen.de/index.cfm/portal/pflanze/nav/184/article/5894.html>

ANONYMUS, 2007b. Spatial weed distribution: Can it be used to improve weed management. Bob Hartzler, 1999. Iowa State University. <http://www.weeds.iastate.edu/mgmt/qtr99-1/spatial.htm>

ANONYMUS, 2007c. Wheat: Grading factors, Sawfly damage. Canadian Grain Commission. <http://www.grainscanada.gc.ca/gradetools/factors/sawfly01-e.htm>.

ANONYMUS, 2007d. Fusarium scab or head blight: comparison of healthy and scabby kernels. Montana State University. <http://scarab.msu.montana.edu/Disease/DiseaseGuidewebpics/Petewebpics11-20/lmg0018.jpg>

- ANONYMUS, 2007e. Speisenackthafer: Entwicklung völlig spelzenfreidreschender Formen mit kaum behaarten Körnern. Getreidezüchtungsforschung Darzau. <http://www.darzau.de/index.php?id=5>
- AMBROSIO L., IGLESIAS L., MARIN C., DEL MONTE J.P., 2004. Evaluation of sampling methods and assessment of the sample size to estimate the weed seedbank in soil, taking into account spatial variability. *Weed Research*, Vol.44: 224-236.
- AOSA, 1990. Rules for testing seeds 1988, Revised 1989,1990. Association of official seed analysts. *Journal of Seed Technology*, Vol. 12 (3).
- ARKHIPOV M.V., SAVIN V.N., BADENKO A.L., IOFFE Y.K., GRUN L.B., 1982. A roentgenographic method with direkt X-ray magnification for the visualization of internal defects in seed material. *Soviet Agricultural Sciences* 4: 12-14.
- BANYAI J., 1987. Report of the Statistics Committee 1983-1986. Seed science and technology, proceedings of the International Seed Testing Association, 15: 499-505. Wageningen, NL.
- BANYAI J., FISCHER J., LANG Z., 1990. Improved range homogeneity test for checking seed lots. Seed science and technology, proceedings of the International Seed Testing Association, 18: 239-253. Wageningen, NL.
- BILANSKI W.K., COLLINS S.H., CHU P., 1962. Aerodynamik Properties of Seed Grains. *Agricultural Engineering*, Vol. 43 (4): 216-219.
- BLACK M., BEWLEY J.D., 1994. *Seeds: Physiology of Development and Germination*, 2nd ed., Plenum Press, New York, USA.
- BLACK M., BEWLEY J.D., 2000. *Seed Technology and its Biological Basis*. Edtrs. Michael Black, J. Derek Bewley. Sheffield Academic Press Ltd. Sheffield, UK.
- BOULD A., ANDERSEN H.J., 1987. The Swedish sub-lot system for seed lots. Seed science and technology, proceedings of the International Seed Testing Association, 15: 411-414. Wageningen, NL.
- BOULD A., 1975. The distribution of the heterogeneity value H. Seed science and technology, proceedings of the International Seed Testing Association, 3: 439-449. Wageningen, NL.
- BOULD A., 1976. The measurement of Uniformity in seed lots. *Journal of the National Institute of Agricultural Botany*, 14: 12-18. Cambridge, GB.

- BOULD A., 1978. The efficiency of several methods of reducing the composite sample to the submitted sample size. Seed science and technology, proceedings of the International Seed Testing Association, 6: 471-479. Wageningen, NL.
- BOULD A., ARTHUR T.J., 1978. The vacuum counter as sampling instrument. Seed science and technology, proceedings of the International Seed Testing Association, 6: 471-479. Wageningen, NL.
- BOULD A., 1986. ISTA Handbook on Seed Sampling. International Seed Testing Association (ISTA), Bassersdorf, CH.
- BOX G. E. P., JENKINS G. M., 1976. Time Series Analysis: Forecasting and Control, Revised Edition, San Francisco: Holden-Day.
- BROUWER W., STÄHLIN A., 1975. Handbuch der Samenkunde für Landwirtschaft, Gartenbau und Forstwirtschaft, 2.Aufl. . DLG - Verlag, Frankfurt, GER.
- BUNCH H.D., 1960. Relationship Between Moisture Content Of Seed And Mechanical Damage In Seed Conveying. Seed World, Vol. 86: 14, 16-17. Illinois, USA.
- CECCARELLI S., PEGIATTI M.T., 1980. effect of seed weight on coleoptie dimensions in barley. canadian journal of plant science 60: 221-225.
- CICERO S.M., VanDerHEIJDEN G.W.A.M., VanDerBURG W.J., BINO R.J., 1998. Evaluation of mechanical damage in seeds of maize (*Zea mays* L.) by X-ray and digital imaging. Seed science and technology, proceedings of the International Seed Testing Association, Vol. 26 Nr. 3: 603-611. Wageningen, NL.
- COCHRAN W.G., 1977. Sampling Techniques, 3rd edition. John Wiley & Sons, New York, USA.
- CHOWINGS J.W., 1968. Testing the uniformity of seed lots. Journal of the National Institute of Agricultural Botany, 11: 404-410. Cambridge, GB.
- COPELAND L.O., McDONALD M.B., 1995. Principles of Seed Science and Technology. 3rd ed., Chapman &Hall, New York, USA.
- COPELAND L.O., 1999. Efficiency of different sampling probes from sampling from different kinds of seed lots. Handout of the presentation presented at the 5th ISTA seminar on statistics in France, August 1999. unpubl.

- COSTER R.M., 1990. Evaluating of a radially moving beak automatic seed sampler using an in-laboratory method. Seed science and technology, proceedings of the International Seed Testing Association, 18: 581-588. Wageningen, NL.
- COSTER R.M., 1993. Seed lot size limitation as reflected in heterogeneity testing, a review. Seed science and technology, proceedings of the International Seed Testing Association, 21: 513-520. Wageningen, NL.
- DEBNEY E.W., 1960. Dynamic Seed Sampling Spears in the United Kingdom. Proceedings of Int. Seed Test. Assoc, 25: 174-181. Wageningen, NL.
- DON R., BARTZ J., BRYANT G.F.M., GEFFEN A. v., LUNN G., OVERAA P., STEINER A.M., 1990. Germination and terazolium testing of treated barley seed samples from glyphosate treated crops in seven ISTA stations. Seed science and technology, proceedings of the International Seed Testing Association, 18: 641-651. Wageningen, NL.
- DRESBACH C., 1981. Fremdbesatz in landwirtschaftlichen Saatgut-Anerkennungsproben des Rheinlandes - eine Bestandesaufnahme. Stand und Leistung agrarisch-chemischer und agrarbiologischer Forschung, Vorträge gehalten auf dem 92. VDLUFA-Kongress in Braunschweig 15-20 September 1980. Kongressband 1980: 319 - 327. Sauerländer Verlag, GER.
- DURAN J., 1999. Sands, Powders and Grains: an introduction to the physics of granular materials. Springer Verlag Inc., New York, USA.
- ECKHOFF S.R., WU P.C., CHUNG H.H., 1988. Moisture Content and Temperature Effects on Wisconsin Breakage Tester Results. Transactions of the ASAE, Vol 31 (4): 1241-1246.
- FEUSTEL J., 1987. Aufbereitung von Getreide und Saatgut: technolog. Verfahren, Prozesse, Ausrüstungen u. Anlagen d. Getreide- u. Saatgutlagerwirtschaft. 2. Aufl. . Fachbuchverlag, Leipzig, GER.
- FISCUS D.E., FOSTER G.H., KAUFMANN H.H., 1971. Physical Damage of Grain Caused by Various Handling Techniques. Transactions of the ASAE, Vol. 14: 480-485, 491. Illinois, USA.
- FOKANOV A.M., LEONTE`VA K.M., 1981. Substantiation of the quantity of the control unit of seed standards in seed sampling for quality analysis. Selekcija i semenovodstvo Moskva, 2: 32-34.
- FOSTER G H., HOLMAN L.E., 1973. Grain Breakage Caused by Commercial Handling Methods. Marketing Research Report No.968, United States Department of Agriculture, USA

FRAHM B., 1985. Der Landwirt: Pflanzenbau, Grünland, Landtechnik. Eugen Ulmer GmbH & Co. Stuttgart, GER.

FÜRLL C., HJORTAS T., ENSTAD G., 2003. Ergebnisse zur Konstruktion von Trockenmischfuttersilos. Schüttgut, Vol. 9 Nr. 5: 354-357.

GUPTA , BHATTACHARYYA , 2003. Handbook of Postharvest Technology: Cereals, Fruits, Vegetables, Tea, and Spices. A. Chakraverty, A. S. Mujumdar, G. S. V. Raghavan and H. S. Ramaswamy (eds.). Marcel Dekker Inc. New York, USA.

HALL G.E., 1974. Damage During Handling of Shelled Corn and Soybeans. Transactions of the ASAE, Vol. 17 (2): 335-338.

HANZELIK F., 1971. Energieaufwand für die Verformung der Gerstenkörner bei dynamischer und statischer Belastung. Zemědělská technika, 17 / 44 Bd.8: 509-518.

HARTE D.S., SCOTT D.J., 1989. Statistical Considerations on the Variability of Purity Estimates and their Measurement. June 1989. New Zealand, [unpubl.]

HARTUNG J., 1991. Statistik, Lehr- und Handbuch der angewandten Statistik, 8. durchges. Aufl. . Oldenbourg Verlag GmbH, München, GER.

HAMPEL F. R., 1974. The influence Curve and its Role in Robust Estimation. Journal of the American Statistical Association, 69: 383-393.

HEIDENREICH E., LÖWE R., STRAUCH W., 2003. Verbesserung der Mischungshomogenität und Stabilität von Feststoffmischungen durch Anpassung der Komponentenstruktur. Schüttgut, Vol. 9 Nr. 3: 172-176.

HEINRICI H., 2005. Die Schüttgutmechanische Betrachtung der Siloauslegung und ihre Anwendung auf ein Silo unter Tage. Schüttgut, Vol. 11 Nr. 6: 430-435.

HESSE T., BORSS W., 1978. Einsatz einer Spitzendrucksonde im Großsilo. Grundlagen der Landtechnik, Bd. 28 (1): 13-17.

HILL L.D., PAULSEN M.R., MOUNTS T.L., HEAKIN A.J., LIST G.R., 1981. Changes in Quality of Corn and Soybeans Between United States and England. Agric. Exp. Station, University of Illinois, Special Publication Nr. 63.

- HOFFMAN A., McDONALD M.B., 1981. Evaluation of a Horizontal Seed Conditioning Plant Using Seed Quality Tests. AOSA, Abstracts of Papers presented at the annual meeting, Newsletter 55: 14.
- HOPPE H., 2003. Moderne Schüttguttechnik für einen sicheren Betrieb von Anlagen. Schüttgut, Vol. 9 Nr. 4: 266-270.
- ICC, 1960. ICC STANDARD No. 101/1: Sampling of Grains. International Association for Cereal Science and Technology, Vienna, Austria.
- ISTA, 2006. International Rules for Seed Testing, Edition 2006. International Seed Testing Association (ISTA), Bassersdorf, CH.
- JOHNSON G.A., MORTENSEN D.A., MARTIN A.R., 1995. A simulation of herbicide use based on weed spatial distribution. Weed Research 35 (3): 197–205.
- JOHNSTON M.E.H., TATTERSFIELD J.G., 1972. Investigations into methods for obtaining working samples for purity analyses. Seed science and technology, proceedings of the International Seed Testing Association, Vol. 37, 2: 299-305.
- JØRGENSEN J., MADSEN E., JOOST VanDerBurg W., 1989. Report on experiments with bulk transport of seed lots of *Festuca rubra* and *Lolium perenne*. Reprint from the Danish State Seed Testing Station`s report, 118: 139-152.
- JØRGENSEN J., KRISTENSEN K., 1990. Heterogeneity of grass seed lots. Seed science and technology, proceedings of the International Seed Testing Association, 18: 515-523.
- KHAN Z.S., TOKARU W.A., MORRIS S.W., 2004. Oscillatory granular segregation in a long drum mixer. Europhysics Letters, Preprint.
- KRUSE M., STEINER A.M., 1995. Variation between seed lots as an estimate for the risk of heterogeneity with increasing ISTA maximum lot size. Abstracts, No. 21 ; ISTA 24th Congress Copenhagen, Seed Symposium, Copenhagen, DK.
- KRUSE M., 1996. Massnahmen zur Qualitätssicherung bei der Probenteilung in der Saatgutprüfung. Bericht über die Arbeitstagung 1996 der Arbeitsgemeinschaft der Saatzuchtleiter, BAL Gumpenstein, 26. 28. Nov. 1996.
- KRUSE M., 1997. The effect of seed sampling intensity on the representativeness of the submitted sample as depending on the heterogeneity of the seed lot. Agribiological Research, Vol. 50, 2: 128-145.
- KRUSE M., 1999. Uniformity of seed lots as a quality trait - the statistical aspects. World Seed Conference 1999, Cambridge, UK. Book of abstracts: 139-143.

- KUBOTA M., KANZAKI T., 1975. Effects of Threshing Conditions on Quality and Germinability of Threshed Grains in Malting Two Rowed Barley. Bulletin of the Chugoku National Agricultural Experiment Station, Serie A (24): 77-94.
- KURFÜRST U., 1993. Homogenität und Analysegenauigkeit - Theorie und Beispiele aus der Spurenanalytik der Elemente. GIT : Labor-Fachzeitschrift, 10: 868-875. Darmstadt, GER.
- LEGATT ,1950. Rules for Seed Testing. Proposed Revision of the Section Dealing With Sampling. Proceedings of Int. Seed Test. Assoc, Vol. 16, 2: 389-401. Wageningen, NL.
- LEIST N., 1983. Über Ergebnisse bei der Bestimmung des Besatzes und der Keimfähigkeit von Sommer- und Winterweizen aus Baden-Württemberg in den Erntejahren 1971 - 1980. Informationen für die Landwirtschaftsberatung in Baden-Württemberg 2: 17-22.
- LITTELL R.C., MILLIKEN G.A., STROUP W.W., WOLFINGER R.D., 1996. SAS Sytem for Mixed Models. SAS Institute Inc., Cary, USA.
- LULO M., 1973. A Contribution in Investigation of Influence of Different Barn Speeds in Combined Threshing Machines ZMAJ 780 SPECIAL and ZMAJ UNIVERSAL on Wheat Seed Germination in Connection with Degrees and Kinds of Mechanical Damages in Grain. Radovi-Poljoprivrednog Fakulteta Univerziteta u Sarajevu, works vol. 21-22(1973/74)24-25: 61-88.
- McDONALD M.B., COPELAND L.O.,1996. Seed Production: principles and practices. Chapman & Hall, New York, USA.
- MILES S.R., SHENBERGER L.C., CARTER A.S., REMMENGA E.E., 1954. Sampling Chaffy Seeds. 44. annual meeting, Proceedings of AOSA (Association of Official Seed Analysts): 163-170.
- MILES S.R., CARTER A.S., SHENBERGER L.C., 1958. Tolerances and sampling for purity analyses of seed. Proc. Ass. Off. Seed Anal., 48: 152-166.
- MILESa S.R., CARTER A.S., SHENBERGER L.C., 1960. Easy, Realistic Homogeneity Tests. Proceedings of Int. Seed Test. Assoc, 25: 122-137. Wageningen, NL.
- MILEsb S.R., CARTER A.S., SHENBERGER L.C., 1960. Sampling, Tolerances, and Significant Differences for Purity Analyses. Preprint, Proceedings of Int. Seed Test. Assoc, 25: 102-121. Wageningen, NL.

- MILES S.R., 1963. Handbook of tolerances and of measure of precision for seed testing. Proceedings of the International Seed Testing Association, Vol. 28, No. 3. Wageningen, NL.
- MORRISON R.H., 1999. Sampling in Seed Health Testing. Phytopathology, Vol 89: 1084-1087.
- NEEB O., BORNSCHEUER E., 1961. Über die Auswirkung verbesserter Probeziehungsmethoden auf den Repräsentivitätsgrad von Keimergebnissen. Proceedings of Int. Seed Test. Assoc, Vol 26, No 2: 140-161.
- NIFFENEGGER D., ISLEY D., EVERSON L.E., 1989. Factors affecting the outcome and usefulness of seed heterogeneity tests. Journal of Seed Technology, Vol. 13: 150-168.
- NEWAY M., OZIK J., VanDerMEER S.M., OTT E., LOSERT W., 2004. Band-in-band segregation of multidisperse granular mixtures. Europhysics Letters, Preprint.
- NOBBE J.C.F., 1869. Statut betreffend die Controle landwirtschaftlicher Saatwaren seitens der physiologischen Versuchs-Station zu Tharand. Die landwirtschaftlichen Versuchsstationen, 12: 48-51.
- PAOLETTI C., HEISSENBERGER A., MAZZARA M., LARCHER S., GRAZIOLI E., CORBISIER P., HESS N., BERBEN G., LÜBECK P.S., LOOSE M. d., MORAN G., HENRY C., BRERA C., FOLCH I., OVESNA J., VanDenEEDE G., 2006. Kernel lot distribution assessment (KeLDA): a study on the distribution of GMO in large soybean shipments. European Food Research and Technology, Vol. 224, Nr. 1: 129-139.
- PAOLETTI C., DONATELLI M., KAY S., VanDenEEDE G., 2003. Simulating kernel lot sampling, the effect of heterogeneity on the detection of GMO contaminations. Seed science and technology, proceedings of the International Seed Testing Association, 31: 629-638. Wageningen, NL.
- PITARD F.F., 1993. Pierre Gy`s sampling theory and sampling practice, heterogeneity, sampling correctness, and statistical process control. 2nd Edt., CRC Press LLC, New York, USA.
- SAS INSTITUTE INC., 1988^a). SAS Language Guide, Release 6.03 Edition. SAS Institute Inc., Cary, USA.
- SAS INSTITUTE INC., 1988^b). SAS/STAT Users`s Guide, Release 6.03 Edition. SAS Institute Inc., Cary, USA.

- SAS INSTITUTE INC., 1988^c). SAS Procedures Guide, Release 6.03 Edition. SAS Institute Inc., Cary, USA.
- SCHULZE D., 2006. Pulver und Schüttgüter: Fließeigenschaften und Handhabung. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, GER.
- SCHUSTER W.H., von LOCHOW J., 1979. Anlage und Auswertung von Feldversuchen. DLG Verlags GmbH, Frankfurt a.M., GER.
- SHENBERGER L.C., 1962. Large boerner divider for subsampling grass seed mixtures, Proceedings of Association Official Seed Analysts (AOSA), Vol. 52: 77-80
- STEINER A.M., MEYER U., 1989. Die Festlegung höchstzulässiger Partiegrößen und die Prüfung der Einheitlichkeit von Samenpartien. In: Bericht über die Arbeitstagung 1989, Arbeitsgemeinschaft der Saatzuchtleiter, Vereinigung österreichischer Pflanzenzüchter, November 1989. Gumpenstein, A. [unpubl.]
- STEINER A.M., MEYER U., 1990. H-Value and R-Value Heterogeneity Testing of Seed Lots, Properties, Sampling Intensity and Precision. Agrobiological Research (Sonderdruck), Vol. 43, No. 2.
- TATTERSFIELD J.G., 1976, Replicate variation in germination tests of some crop and pasture seeds. Seed science and technology, proceedings of the International Seed Testing Association, 4: 191-201. Wageningen, NL.
- TATTERSFIELD J.G., 1977. Further estimates of heterogeneity in seed lots. Seed science and technology, proceedings of the International Seed Testing Association, 5: 443-450. Wageningen, NL.
- THOMSON J.R., 1965. Report of the Statistics Committee 1962 - 65. 14th International Seed Testing Congress-Reports of Committees, Munich, GER. Preprint 66.
- THOMSON J.R., 1972. The Heterogeneity Test. Proceedings of Int. Seed Test. Assoc, 37: 669-679. Wageningen, NL.
- TORRES S.B., MENEZES E.O.A., LUCCA-FILHO A., FRANCO D.F., 1995. Uniformity measurement in lots of rice seeds. Proceedings of Int. Seed Test. Assoc, 23: 563-568. Wageningen, NL.
- UPRETY D.C., TOMAR O.P.S., SIROHI G.S., 1981. study of the seminal root characters in relation to seed weight in wheat cultivars. indian journal of plant physiology, 24: 162-167.

WESTMACOTT M.H., LINEHAN P.A., 1960. Measurement of uniformity in seed bulks. Proceedings of Int. Seed Test. Assoc, 25: 151-160. Wageningen, NL.

WOLD A., 1957. Methods and instruments for sampling red clover seed in bags. Proceedings of Int. Seed Test. Assoc, 22: 465-475. Wageningen, NL.

WOLD A., 1968. Developments and problems in sampling seeds. Proceedings of Int. Seed Test. Assoc, 33: 223-227. Wageningen, NL.

9 Anhang

9.1 Rohdaten der Reinheitsuntersuchung

Tabelle 9.1.1 Reinheitsergebnisse der Hafer- und Gerstenpartien.

Partie	Status	BP	Distr.	Nr	\bar{u}_A	$\bar{u}_{0,5}$	R	s_A	s_{MAD}	Test	Transf.
5 Hafer	Rohware	1	k.V.a.	60	98,33 (a)	98,63	10,04	1,329	0,319	R	T.n.e.
		2	k.V.a.	37	99,67 (b)	99,66	0,41	0,111	0,119	R	T.n.e.
	Reinigung	3	k.V.a.	56	99,64 (b)	99,65	0,42	0,085	0,119	R	T.n.e.
		4	k.V.a.	28	99,93 (c)	99,92	0,16	0,046	0,015	R	T.n.e.
	Saatware	5	k.V.a.	48	99,96 (c)	99,99	0,16	0,039	0,000	R	T.n.e.
		6	k.V.a.	50	99,94 (c)	99,95	0,24	0,037	0,022	R	T.n.e.
6 Hafer	Rohware	3/1.Uml.	normal	21	99,34 (b)	99,33	0,63	0,167	0,119	H	arcsin
		3/2.Uml.	k.V.a.	21	99,13 (ab)	99,22	2,96	0,577	0,148	R	T.n.e.
		3/3.Uml.	k.V.a.	21	99,24 (b)	99,35	1,26	0,278	0,119	R	T.n.e.
	Reinigung	3/4.Uml.	k.V.a.	21	98,61 (a)	99,28	11,00	2,473	0,163	R	T.n.e.
		5/1.Uml.	k.V.a.	20	99,97 (c)	99,98	0,08	0,025	0,015	R	arcsin
		5/2.Uml.	k.V.a.	21	100,00 (c)	100,00	0,04	0,009	0,000	R	T.n.e.
	Saatware	5/3.Uml.	k.V.a.	20	99,96 (c)	99,97	0,13	0,041	0,044	R	arcsin
		5/4.Uml.	k.V.a.	19	99,97 (c)	99,97	0,08	0,028	0,044	R	T.n.e.
		5/5.Uml.	k.V.a.	20	99,93 (c)	99,96	0,60	0,129	0,037	R	T.n.e.
		5/6.Uml.	k.V.a.	21	99,97 (c)	99,99	0,12	0,034	0,015	R	T.n.e.
7 Hafer	Saatware	5/1.Uml.	normal	22	99,41 (a)	99,44	0,80	0,220	0,208	H	arcsin
		5/2.Uml.	binomial	20	99,39 (a)	99,45	1,19	0,298	0,259	H	arcsin
		5/3.Uml.	normal	20	99,48 (a)	99,51	0,86	0,277	0,297	H	arcsin
		5/4.Uml.	binomial	21	99,43 (a)	99,47	1,20	0,291	0,208	H	arcsin
		5/5.Uml.	binomial	21	99,40 (a)	99,51	1,15	0,351	0,297	H	arcsin
8 Sommergerste	Rohware	1	k.V.a.	49	97,92 (a)	97,90	3,13	0,527	0,489	H	arcsin
		2	normal	37	98,12 (b)	98,15	1,92	0,393	0,371	H	arcsin
	Reinigung	3	normal	49	98,35 (c)	98,31	0,92	0,217	0,237	H	arcsin
		4	binomial	37	99,59 (d)	99,58	0,59	0,126	0,119	R	arcsin
	Saatware	5	k.V.a.	52	99,63 (d)	99,66	0,43	0,096	0,104	R	T.n.e.
		6	normal	47	99,57 (d)	99,58	0,68	0,143	0,133	R	arcsin
9 Sommergerste	Saatware	5/1.Uml.	normal	20	99,62 (a)	99,61	0,28	0,076	0,052	R	arcsin
		5/2.Uml.	normal	20	99,59 (a)	99,60	0,42	0,121	0,163	R	arcsin
		5/3.Uml.	binomial	20	99,58 (a)	99,60	0,56	0,132	0,082	R	arcsin
		5/4.Uml.	binomial	20	99,56 (a)	99,59	0,73	0,166	0,126	R	arcsin
		5/5.Uml.	k.V.a.	20	99,60 (a)	99,59	0,68	0,143	0,074	R	T.n.e.
		5/6.Uml.	normal	20	99,58 (a)	99,59	0,48	0,109	0,119	R	arcsin

Tabelle 9.1.2 Reinheitsergebnisse der Weizenpartien.

Partie	Status	BP	Distr.	Nr	\bar{u}_A	$\bar{u}_{0,5}$	R	s_A	s_{MAD}	Test	Transf.
1 Winterweizen	Rohware	1	normal	26	97,75 (a)	97,71	1,57	0,438	0,526	H	arcsin
		2	normal	19	98,36 (b)	98,52	3,44	1,012	0,979	H	arcsin
	Reinigung	3	k.V.a.	28	97,88 (a)	97,92	1,29	0,380	0,437	H	arcsin
		4	normal	10	99,90 (c)	99,91	0,17	0,062	0,067	R	arcsin
	Saatware	5	binomial	39	99,90 (c)	99,90	0,20	0,049	0,044	R	arcsin
		6	binomial	52	99,90 (c)	99,91	0,25	0,046	0,052	R	arcsin
2 Winterweizen	Rohware	1	k.V.a.	62	98,17 (a)	98,28	2,79	0,535	0,489	H	arcsin
		2	normal	37	98,05 (a)	98,16	2,36	0,556	0,593	H	arcsin
	Reinigung	3	normal	62	98,32 (b)	98,32	2,12	0,509	0,623	H	arcsin
		4	normal	37	99,86 (c)	99,85	0,22	0,052	0,044	R	arcsin
	Saatware	5	binomial	48	99,85 (c)	99,86	0,43	0,074	0,067	R	arcsin
		6	binomial	51	99,81 (c)	99,83	0,39	0,086	0,074	R	arcsin
3 Sommerweizen	Rohware	1	k.V.a.	48	98,15 (b)	98,39	3,89	1,288	1,497	H	arcsin
		2	Poisson	19	96,83 (a)	97,05	3,38	0,919	0,652	H	arcsin
	Reinigung	3	normal	45	96,42 (a)	96,28	3,11	0,694	0,697	H	arcsin
		4	normal	19	99,77 (c)	99,79	0,37	0,111	0,104	R	arcsin
	Saatware	5	binomial	49	99,77 (c)	99,79	0,36	0,084	0,104	R	arcsin
		6	normal	32	99,87 (c)	99,87	0,34	0,068	0,067	R	arcsin
4 Sommerweizen	Rohware	1	k.V.a.	65	97,80 (a)	97,92	4,14	0,992	0,712	H	wurzel
		2	k.V.a.	37	98,06 (a)	98,24	3,84	0,847	0,638	H	arcsin
	Reinigung	3	k.V.a.	61	98,21 (b)	98,28	2,74	0,616	0,504	H	arcsin
		4	k.V.a.	37	99,80 (c)	99,82	0,44	0,082	0,044	R	T.n.e.
	Saatware	5	k.V.a.	50	99,82 (c)	99,84	0,45	0,093	0,074	R	arcsin
		6	binomial	32	99,80 (c)	99,83	0,67	0,137	0,089	R	arcsin

BP = Beprobungspunkte (1: Annahme, 2: Beprobungssilo vor Reinigung, 3: Umlauf vor Reinigung, 4: Beprobungssilo nach Reinigung, 5: Umlauf nach Reinigung, 6: Absackung; 1.Uml - max. 6.Uml: Beprobung bei wiederholten Umläufen zwischen zwei Silos),

Distr. = Prüfung der Verteilungsart (k.V.a.: keine Übereinstimmung mit geprüften Verteilungen), Nr = Probenzahl pro Beprobungspunkt, \bar{u}_A = arithmetisches Mittel (Buchstaben in Klammern kennzeichnen signifikante Unterschiede innerhalb einer Partie $\alpha=0,05$), $\bar{u}_{0,5}$ = Median, R = Spannweite, s_A = Standardabweichung berechnet mit arithmetischem Mittel \bar{u}_A , s_{MAD} = Standardabweichung berechnet über MAD, Test = Art des angewendeten Heterogenitätstest, Transf. = angewandte Transformationsart (T.n.e. : keine Normalisierung durch Transformation erreicht).

9.2 Rohdaten der Keimfähigkeitsuntersuchung

Tabelle 9.2.1 Keimfähigkeitsergebnisse der Weizen-, Hafer- und Gerstenpartien.*

Partie	Status	BP	Distr.	Nr	\bar{u}_A	$\tilde{u}_{0,5}$	R	s_A	s_{MAD}	Test	Transf.
1 Winterweizen	Rohware	1	normal	26	97,12 (ab)	97,00	4,0	1,16	1,48	H	arcsin
		2	normal	19	97,03 (a)	97,00	4,0	1,09	1,48	R	wurzel
		3	normal	28	97,75 (bc)	98,00	4,0	1,15	1,11	H	arcsin
	Reinigung	4	normal	10	98,35 (d)	98,50	4,0	1,44	1,85	H	arcsin
		5	normal	39	98,03 (cd)	98,00	3,5	1,05	1,48	R	arcsin
	Saatware	6	binomial	52	98,42 (d)	98,50	5,0	0,94	0,74	H	T.n.e.
2 Winterweizen	Rohware	1	normal	61	91,66 (a)	92,00	10,5	2,59	2,22	H	arcsin
		2	normal	37	96,16 (c)	96,50	9,5	2,08	2,22	H	arcsin
		3	k.V.a.	62	92,20 (ab)	95,00	50,5	9,06	2,60	R	T.n.e.
	Reinigung	4	normal	37	94,62 (bc)	94,60	6,5	1,59	1,63	H	arcsin
		5	normal	48	94,15 (b)	94,00	8,5	1,58	1,48	H	arcsin
	Saatware	6	k.V.a.	51	94,43 (c)	97,50	45,5	10,59	1,48	R	T.n.e.
3 Sommerweizen	Rohware	1	normal	48	95,42 (b)	95,50	8,0	2,01	2,22	H	arcsin
		2	binomial	19	96,29 (bc)	97,50	16,5	3,60	1,48	R	T.n.e.
		3	normal	45	97,02 (c)	97,00	7,0	1,53	1,48	H	arcsin
	Reinigung	4	k.V.a.	19	90,11 (a)	98,50	47,0	14,01	1,48	R	T.n.e.
		5	binomial	49	97,22 (c)	97,50	8,0	1,40	0,74	R	T.n.e.
	Saatware	6	binomial	32	97,70 (c)	98,50	10,0	1,95	0,74	R	arcsin
5 Hafer	Rohware	1	k.V.a.	60	82,68 (a)	84,75	32,5	6,77	4,08	R	T.n.e.
		2	k.V.a.	37	88,74 (b)	90,50	23,0	4,73	2,97	R	arcsin
	Reinigung	4	normal	27	95,67 (c)	96,00	7,0	1,76	1,48	H	arcsin
		6	normal	50	95,27 (c)	95,50	7,5	1,98	1,48	H	arcsin
8 Sommergerste	Rohware	1	k.V.a.	49	93,04 (a)	94,00	15,0	2,53	1,48	R	T.n.e.
		2	normal	37	93,95 (a)	94,00	8,0	1,84	1,48	H	arcsin
		3	k.V.a.	49	93,08 (a)	93,00	7,0	1,85	2,97	R	T.n.e.
	Reinigung	4	k.V.a.	37	95,86 (c)	96,00	7,0	1,57	1,48	H	T.n.e.
		5	k.V.a.	52	94,81 (b)	95,00	10,0	2,18	2,22	H	T.n.e.
	Saatware	6	k.V.a.	47	97,77 (c)	98,00	21,0	2,91	1,48	R	T.n.e.

BP = Beprobungspunkte (1: Annahme, 2: Beprobungssilo vor Reinigung, 3: Umlauf vor Reinigung, 4: Beprobungssilo nach Reinigung, 5: Umlauf nach Reinigung, 6: Absackung; 1.Uml - max. 6.Uml: Beprobung bei wiederholten Umläufen zwischen zwei Silos),

Distr. = Prüfung der Verteilungsart (k.V.a.: keine Übereinstimmung mit geprüften Verteilungen), Nr = Probenzahl pro Beprobungspunkt, \bar{u}_A = arithmetisches Mittel (Buchstaben in Klammern kennzeichnen signifikante Unterschiede innerhalb einer Partie $\alpha=0,05$), $\tilde{u}_{0,5}$ = Median, R = Spannweite, s_A = Standardabweichung berechnet mit arithmetischem Mittel \bar{u}_A , s_{MAD} = Standardabweichung berechnet über MAD, Test = Art des angewendeten Heterogenitätstests, Transf. = angewandte Transformationsart (T.n.e. : keine Normalisierung durch Transformation erreicht).

* Wenn nicht anders angegeben, sind alle Mengenangaben in der Tabelle in Prozent (%)

9.3 Rohdaten der Besitzuntersuchung

Tabelle 9.3.1 Schlüssel* (SNr.) der aufgetretenen Arten der Besitzuntersuchung

SNr	Gattung / Spezies / Autor	Trivialname	Familie
1	<i>Avena sativa</i> L.	Saathafer	Poaceae
2	<i>Hordeum vulgare</i> L.	Saat-Gerste	Poaceae
3	<i>Lolium multiflorum</i> Lam.	Welsches Weidelgras	Poaceae
4	<i>Medicago lupulina</i> L.	Hopfenschneckenklee	Fabaceae
5	<i>Secale cereale</i> L.	Roggen	Poaceae
6	<i>Trifolium hybridum</i> L.	Schwedenkee	Fabaceae
7	<i>Trifolium pratense</i> L.	Rotklee	Fabaceae
8	<i>Trifolium repens</i> L.	Weissklee	Fabaceae
9	<i>x Triticosecale</i> Wittm.	Triticale	Poaceae
10	<i>Triticum aestivum</i> L. emend. Fiori et Paol.	Weizen	Poaceae
11	<i>Lupinus angustifolius</i> L.	schmalblättrige Lupine	Fabaceae
12	<i>Pisum sativum</i> L.	Futtererbse	Fabaceae
13	<i>Alopecurus myosuroides</i> Huds.	Ackerfuchsschwanz	Poaceae
14	<i>Alopecurus pratensis</i> L.	Wiesenfuchsschwanz	Poaceae
15	<i>Amaranthus</i> spp. L.	Amarant	Amaranthaceae
16	<i>Brassica</i> spp. L.	Kohl	Brassicaceae
17	<i>Camelina sativa</i> (L.) Crantz	Saat-Leindotter	Brassicaceae
18	<i>Campanula</i> spp. L.	Glockenblume	Campanulaceae
19	<i>Centaurea cyanus</i> L.	Kornblume	Asteraceae
20	<i>Chenopodium album</i> L.	weißer Gänsefuß	Chenopodiaceae
21	<i>Chenopodium</i> spp. L.	Gänsefuß	Chenopodiaceae
22	<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.	Ackerkratzdistel	Asteraceae
23	<i>Claviceps purpurea</i> Fr. Tul. 1883	Mutterkorn	Clavicipitaceae
24	<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) P. Beauv.	gew. Hühnerhirse	Poaceae
25	<i>Elymus (Elytrigia) spp.</i> L.	Haargerste	Poaceae
26	<i>Lolium multiflorum</i> Lam.	ital. Weidelgras	Poaceae
27	<i>Galium aparine</i> L.	Klettenlabkraut	Rubiaceae
28	<i>Galium</i> spp. L.	Labkraut	Rubiaceae
29	<i>Lapsana communis</i> L.	gew. Rainkohl	Asteraceae
30	<i>Medicago minima</i> (L.) L.	Zwergschneckenklee	Fabaceae
31	<i>Mentha arvensis</i> L.	Ackerminze	Lamiaceae
32	<i>Phacelia congesta (tanacetifolia)</i> Hook.	Büschelschön	Hydrophyllaceae
33	<i>Plantago</i> spp. L.	Wegerich	Plantaginaceae
34	<i>Poa pratensis</i> L.	Wiesenrispe	Poaceae
35	<i>Polygonum aviculare</i> L.	Ackervogelknöterich	Polygonaceae
36	<i>Polygonum convolvulus</i> L.	gew. Windenknöterich	Polygonaceae
37	<i>Persicaria lapathifolia</i> (L.) Delarbre	Ampferknöterich	Polygonaceae
38	<i>Polygonum</i> spp. L.	Knöterich	Polygonaceae
39	<i>Prunella grandiflora</i> (L.) Scholler	großblütige Braunelle	Lamiaceae

* in der folgenden Tabelle 2 sind die Arten mit der in dieser Tabelle angegebenen Schlüsselnummer (SNr.) bezeichnet.

Tabelle 9.3.1 (Forts.) Schlüssel* (SNr.) der aufgetretenen Arten der Besatzuntersuchung

SNr. Gattung / Spezies / Autor	Trivialname	Familie
40 <i>Rumex</i> spp. L.	Ampfer	Polygonaceae
41 <i>Sinapis</i> spp. L.	Senf	Brassicaceae
42 <i>Sonchus asper</i> (L.) Hill	Raue Gänsedistel	Asteraceae
43 <i>Thlaspi arvense</i> L.	Acker-Hellerkraut	Brassicaceae
44 <i>Sinapis arvensis</i> L.	Ackersenf	Brassicaceae
45 <i>Verbena officinalis</i> L.	echtes Eisenkraut	Verbenaceae
46 <i>Lolium</i> spp. L.	Lolch	Poaceae
47 <i>Dactylis glomerata</i> L.	Wiesenknäuelgras	Poaceae
48 <i>Festuca rubra</i>	Rotschwengel	Poaceae
49 <i>Poa</i> spp. L.	Rispengras	Poaceae
50 <i>Festuca</i> spp. L.	Schwengel	Poaceae
51 <i>Vicia tetrasperma</i> (L.) Schreb.	Viersamige Wicke	Fabaceae
52 <i>Myosotis</i> spp. L.	Vergißmeinnicht	Boraginaceae
53 <i>Papaver rhoeas</i> L.	Klatschmohn	Papaveraceae
54 <i>Solanum</i> spp. L.	Nachtschatten	Solanaceae
55 <i>Lolium perenne</i> L.	Deutsches Weidelgras	Poaceae
56 <i>Setaria</i> spp. P. Beauv.	Borstenhirse	Poaceae
57 <i>Avena</i> spp. L.	Hafer	Poaceae
58 <i>Alopecurus geniculatus</i> L.	Knickfuchsschwanzgras	Poaceae
59 <i>Elymus (Agropyron) spp.</i> Gaertn.	Quecke	Poaceae
60 <i>Convolvulus arvensis</i> L.	Ackerwinde	Convolvulaceae
61 <i>Eruca</i> spp. Mill.	Rauke	Brassicaceae
62 <i>Vicia lathyroides</i> L.	Platterbsenwicke	Fabaceae
63 <i>Pastinaca sativa</i> L.	Pastinak	Apiaceae
64 <i>Silene</i> spp. L.	Leimkraut	Caryophyllaceae
65 <i>Thymus</i> spp. L.	Thymian	Lamiaceae
66 <i>Trifolium</i> spp. L.	Klee	Fabaceae
67 <i>Stachys arvensis</i> (L.) L.	Acker-Ziest	Lamiaceae
68 <i>Brassica napus</i> L. emend. Metzg.	Raps	Brassicaceae
69 <i>Phleum pratense</i> L.	Wiesen-Lieschgras	Poaceae
70 <i>Euphorbia peplus</i> L.	Gartenwolfsmilch	Euphorbiaceae
71 <i>Acer</i> spp. L.	Ahorn	Aceraceae
72 <i>Bromus</i> spp. L.	Trespe	Poaceae
73 <i>Brassica oleracea</i> L.	Gemüse-Kohl	Brassicaceae
74 <i>Poa annua</i> L.	einj. Rispengras	Poaceae
75 <i>Anthemis</i> spp. L.	Hundskamille	Asteraceae
76 <i>Fatuoid hom./het.</i>		Poaceae
77 <i>Euphorbia helioscopia</i> L.	Sonnenwendwolfsmilch	Euphorbiaceae
78 <i>Persicaria maculosa</i> Gray	Flohknöterich	Polygonaceae
79 <i>Arcticum tomentosum</i> Mill.	Filzige Klette	Asteraceae

* in der folgenden Tabelle 2 sind die Arten mit der in dieser Tabelle angegebenen Schlüsselnummer (SNr.) bezeichnet.

Tabelle 9.3.2 (Forts.) Häufigkeit von Samen unterschiedlicher Spezies bei der Besatzuntersuchung der Erstproben eines Beprobungspunktes (BP)

Partie BP Nr. Ø PG	Spezies (Schlüssel siehe Tabelle 9.3.1)																													
	1	2	3	4	5	6	7	8	11	14	16	18	19	20	22	23	24	26	27	30	31	32	33	34	35	36	37	39		
Winterweizen 1	1	26	3471	0	0	0	1	1	0	0	0	1	3	29499	0	1	0	3	428	0	49	0	21	0	6	7	52	1		
	2	19	3540	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	461	1	0	1	1	272	0	0	0	18	0	0	14	6	0		
	3	28	3422	2	0	0	0	0	1	0	1	0	0	577	0	0	0	0	391	3	0	1	2	0	0	5	10	0		
	4	10	3114	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	7	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	5	39	3112	1	1	151	0	7	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	6	52	3104	1	2	1	0	12	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	20	0	0	0	0	1	1	0	0	0		
Winterweizen 2	1	61	3300	0	0	146	0	0	0	0	0	0	0	438	0	3	6	0	33	0	0	0	3	0	3	65	3	0		
	2	37	3357	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	19	0	0	2	0	18	0	0	0	0	0	2	17	1	0		
	3	62	3336	2	1	77	0	0	0	0	0	0	0	45	0	1	2	0	24	0	0	0	0	0	1	45	3	0		
	4	37	3026	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3	0	0	0	0	0	0	1	0	0		
	5	48	3115	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0		
	6	51	3065	1	2	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Winterweizen 3	1	48	3131	0	0	15	0	0	0	11	0	2	1	3041	0	8	1	0	0	2	0	0	111	3	66	35	7	0		
	2	19	3049	0	0	6	0	0	0	5	0	0	0	86	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	3	15	0	0		
	3	45	3088	0	2	5	0	0	0	10	0	0	0	158	0	3	0	0	2	0	0	0	22	0	6	15	0	0		
	4	19	3080	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	5	49	3068	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	6	32	3035	0	1	0	0	0	0	1	0	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0		
Sommerweizen 4	1	65	2792	3	0	0	0	0	0	2	0	0	0	759	0	17	27	0	0	0	0	0	0	1	1	6	0	0		
	2	37	2888	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	3	61	2937	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	68	0	11	8	0	7	0	0	0	0	1	0	1	0	0		
	4	37	7452	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	5	50	6940	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	6	32	2808	2	0	0	0	0	0	10	0	0	0	5	0	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

BP = Beprobungspunkte (1: Annahme, 2: Beprobungssilo vor Reinigung, 3: Umlauf vor Reinigung, 4: Beprobungssilo nach Reinigung, 5: Umlauf nach Reinigung, 6: Absackung wenn mehrere Angaben an einem Beprobungspunkt gemacht werden, handelt es sich um wiederholte Umläufe zwischen zwei Silos, von denen jeder separat ausgewertet wurde), Nr. = Probenzahl pro Beprobungspunkt, Ø PG = durchschnittliche Erstprobengröße (Anzahl an Samen), gestrichelte Linie deutet die Reinigung an.

* Angegeben ist die Summe der Anzahl an Samen, die in den Erstproben eines Beprobungspunktes gefunden wurden.

9.3.1 Besatz mit Weizen

Tabelle 9.3.3 Ergebnisse der Hafer- und Gerstepartien bei Besatz mit Weizen.*

Partie	Status	BP	Distr.	Nr	\bar{u}_A	$\bar{u}_A(\%)$	R	s_A	s_{MAD}	Test	Transf.
5 Hafer	Rohware	1	Poisson*	60	0,05 (ab)	0,002	1,58	0,201	0,00	R	T.n.e.
		2	k.V.a.	37	0,00 (a)	0,000	0,00	0,000	0,00	R	T.n.e.
	Reinigung	3	Poisson*	56	0,10 (b)	0,003	0,81	0,218	0,00	R	T.n.e.
		4	Poisson*	28	0,03 (ab)	0,001	0,89	0,138	0,00	R	T.n.e.
	Saatware	5	Poisson*	48	0,03 (ab)	0,001	0,88	0,144	0,00	R	T.n.e.
		6	Poisson*	50	0,05 (ab)	0,002	0,88	0,168	0,00	R	T.n.e.
6 Hafer	Rohware	3/1.Uml.	Poisson*	21	0,24 (b)	0,008	1,32	0,450	0,00	R	T.n.e.
		3/2.Uml.	Poisson*	21	0,05 (ab)	0,002	1,02	0,216	0,00	R	T.n.e.
		3/3.Uml.	Poisson*	21	0,18 (ab)	0,006	1,05	0,374	0,00	R	T.n.e.
	Reinigung	3/4.Uml.	Poisson*	21	0,18 (ab)	0,006	1,36	0,424	0,00	R	T.n.e.
		5/1.Uml.	Poisson*	20	0,22 (ab)	0,008	2,77	0,643	0,00	R	T.n.e.
	Saatware	5/2.Uml.	Poisson*	21	0,04 (ab)	0,001	0,78	0,167	0,00	R	T.n.e.
		5/3.Uml.	k.V.a.	20	0,00 (a)	0,000	0,00	0,000	0,00	R	T.n.e.
		5/4.Uml.	Poisson*	19	0,14 (ab)	0,004	0,92	0,313	0,00	R	T.n.e.
		5/5.Uml.	Poisson*	20	0,09 (ab)	0,003	0,87	0,259	0,00	R	T.n.e.
		5/6.Uml.	Poisson*	21	0,13 (ab)	0,004	0,94	0,315	0,00	R	T.n.e.
7 Hafer	Saatware	5/1.Uml.	Poisson	22	20,3 (a)	0,678	25,9	6,97	7,48	H	wurzel
		5/2.Uml.	Poisson	20	21,1 (a)	0,703	36,3	9,45	9,05	H	wurzel
		5/3.Uml.	Poisson	20	17,7 (a)	0,591	29,3	8,45	9,49	H	wurzel
		5/4.Uml.	normal	21	20,1 (a)	0,671	41,8	9,75	8,73	H	wurzel
		5/5.Uml.	Poisson	21	19,6 (a)	0,654	40,1	10,41	7,12	R	wurzel
8 Sommergerste	Rohware	1	Poisson*	49	0,17 (a)	0,005	2,02	0,446	0,00	R	T.n.e.
		2	Poisson*	37	0,05 (a)	0,002	1,02	0,233	0,00	R	T.n.e.
	Reinigung	3	Poisson*	49	0,06 (a)	0,002	1,03	0,256	0,00	R	T.n.e.
		4	Poisson*	37	0,03 (a)	0,001	1,16	0,199	0,00	R	T.n.e.
	Saatware	5	Poisson*	52	0,10 (a)	0,003	1,10	0,333	0,00	R	T.n.e.
		6	Poisson*	47	0,17 (a)	0,005	2,10	0,474	0,00	R	T.n.e.

BP = Beprobungspunkte (1: Annahme, 2: Beprobungssilo vor Reinigung, 3: Umlauf vor Reinigung, 4: Beprobungssilo nach Reinigung, 5: Umlauf nach Reinigung, 6: Absackung, 1.Uml - max. 6.Uml: Beprobung bei wiederholten Umläufen zwischen zwei Silos), Distr. = Prüfung der Verteilungsart (Poisson*: kein sign. Unterschied vorhanden, k.V.a.: keine Übereinstimmung mit geprüften Verteilungen), Nr = Probenzahl pro Beprobungspunkt, \bar{u}_A = arithmetisches Mittel (Buchstaben in Klammern kennzeichnen signifikante Unterschiede innerhalb einer Partie $\alpha=0,05$), R = Spannweite, s_A = Standardabweichung berechnet mit arithmetischem Mittel \bar{u}_A , s_{MAD} = Standardabweichung berechnet über MAD, Test = Art des angewendeten Heterogenitätstests, Transf. = angewandte Transformationsart (T.n.e. : keine Normalisierung durch Transformation erreicht).

* Wenn nicht anders angegeben, sind alle Angaben in der Tabelle in Anzahl Samen / Probe angegeben und auf eine Probengröße von \varnothing 3000 Samen bezogen.

9.3.2 Besatz mit Ackerfuchsschwanz

Tabelle 9.3.4 Ergebnisse von Weizen- und Haferpartien bei Besatz mit Ackerfuchsschwanz.*

Partie	Status	BP	Distr.	Nr	\bar{u}_A	$\bar{u}_A(\%)$	R	s_A	s_{MAD}	Test	Transf.
1 Winterweizen	Rohware	1	k.V.a.	26	0,00	(a) 0,000	0,00	0,000	0,000	R	T.n.e.
		2	k.V.a.	19	0,00	(a) 0,000	0,00	0,000	0,000	R	T.n.e.
		3	Poisson*	28	0,03	(ab) 0,001	0,90	0,142	0,000	R	T.n.e.
	Reinigung	4	Poisson*	10	0,10	(b) 0,003	0,97	0,309	0,000	R	T.n.e.
		5	k.V.a.	39	0,00	(a) 0,000	0,00	0,000	0,000	R	T.n.e.
	Saatware	6	k.V.a.	52	0,00	(a) 0,000	0,00	0,000	0,000	R	T.n.e.
3 Sommerweizen	Rohware	1	Poisson*	48	0,22	(b) 0,007	2,88	0,571	0,000	R	T.n.e.
		2	Poisson*	19	0,25	(b) 0,009	1,97	0,546	0,000	R	T.n.e.
		3	Poisson*	45	0,21	(b) 0,007	0,99	0,395	0,000	R	T.n.e.
	Reinigung	4	k.V.a.	19	0,00	(a) 0,000	0,00	0,000	0,000	R	T.n.e.
		5	k.V.a.	49	0,00	(a) 0,000	0,00	0,000	0,000	R	T.n.e.
	Saatware	6	Poisson*	32	0,03	(a) 0,001	0,98	0,174	0,000	R	T.n.e.
4 Sommerweizen	Rohware	1	Poisson*	65	0,04	(a) 0,001	1,06	0,297	0,000	R	T.n.e.
		2	k.V.a.	37	0,00	(a) 0,000	0,00	0,000	0,000	R	T.n.e.
		3	k.V.a.	61	0,00	(a) 0,000	0,00	0,000	0,000	R	T.n.e.
	Reinigung	4	k.V.a.	37	0,00	(a) 0,000	0,00	0,000	0,000	R	T.n.e.
		5	k.V.a.	50	0,00	(a) 0,000	0,00	0,000	0,000	R	T.n.e.
	Saatware	6	k.V.a.	32	0,00	(a) 0,000	0,00	0,000	0,000	R	T.n.e.
7 Hafer	Saatware	5/1.Uml.	k.V.a.	22	0,00	(a) 0,000	0,00	0,000	0,000	R	T.n.e.
		5/2.Uml.	k.V.a.	20	0,00	(a) 0,000	0,00	0,000	0,000	R	T.n.e.
		5/3.Uml.	Poisson*	20	0,10	(a) 0,003	1,06	0,264	0,000	R	T.n.e.
		5/4.Uml.	k.V.a.	21	0,00	(a) 0,000	0,00	0,000	0,000	R	T.n.e.
		5/5.Uml.	k.V.a.	21	0,00	(a) 0,000	0,00	0,000	0,000	R	T.n.e.

BP = Beprobungspunkte (**1**: Annahme, **2**: Beprobungssilo vor Reinigung, **3**: Umlauf vor Reinigung, **4**: Beprobungssilo nach Reinigung, **5**: Umlauf nach Reinigung, **6**: Absackung; **1.Uml - max. 6.Uml**: Beprobung bei wiederholten Umläufen zwischen zwei Silos),

Distr. = Prüfung der Verteilungsart (Poisson*: kein sign. Unterschied vorhanden, k.V.a.:keine Übereinstimmung mit geprüften Verteilungen), **Nr** = Probenzahl pro Beprobungspunkt, \bar{u}_A = arithmetisches Mittel (Buchstaben in Klammern kennzeichnen signifikante Unterschiede innerhalb einer Partie $\alpha=0,05$), **R** = Spannweite, s_A = Standardabweichung berechnet mit arithmetischem Mittel \bar{u}_A , s_{MAD} = Standardabweichung berechnet über MAD, **Test** = Art des angewendeten Heterogenitätstests, **Transf.** = angewandte Transformationsart (T.n.e. : keine Normalisierung durch Transformation erreicht).

* Wenn nicht anders angegeben, sind alle Angaben in der Tabelle in Anzahl Samen / Probe angegeben und auf eine Probengröße von \emptyset 3000 Samen bezogen.

9.3.3 Besatz mit weißem Gänsefuß

Tabelle 9.3.5 Ergebnisse der Weizenpartien bei Besatz mit weißem Gänsefuß.*

Partie	Status	BP	Distr.	Nr	\bar{u}_A	$\bar{u}_A(\%)$	R	s_A	s_{MAD}	Test	Transf.
1 Winterweizen	Rohware	1	normal	26	317 (c)	10,55	511	115,6	110,1	H	wurzel
		2	normal	19	20,3 (b)	0,678	50,5	12,11	9,324	H	wurzel
		3	k.V.a.	28	17,9 (b)	0,596	59,1	10,71	7,815	H	wurzel
	Saatware	4	k.V.a.	10	0,68 (a)	0,023	2,93	0,849	0,650	R	T.n.e.
		5	Poisson*	39	0,37 (a)	0,012	2,80	0,623	0,000	R	T.n.e.
		6	Poisson*	52	0,07 (a)	0,002	0,98	0,239	0,000	R	T.n.e.
2 Winterweizen	Rohware	1	k.V.a.	62	6,54 (b)	0,218	57,0	10,82	0,000	R	T.n.e.
		2	k.V.a.	37	0,45 (a)	0,015	5,48	1,083	0,000	R	T.n.e.
		3	k.V.a.	62	0,64 (a)	0,021	4,14	0,914	0,000	R	T.n.e.
	Saatware	4	k.V.a.	37	0,00 (a)	0,000	0,00	0,000	0,000	R	T.n.e.
		5	k.V.a.	48	0,00 (a)	0,000	0,00	0,000	0,000	R	T.n.e.
		6	Poisson*	51	0,02 (a)	0,001	0,98	0,129	0,000	R	T.n.e.
3 Sommerweizen	Rohware	1	k.V.a.	48	60,7 (c)	2,024	320	52,17	23,46	R	log ₁₀
		2	Poisson	19	4,45 (b)	0,148	20,1	5,558	2,591	R	T.n.e.
		3	normal	45	3,41 (b)	0,114	8,82	2,315	2,627	R	wurzel
	Saatware	4	Poisson*	19	0,36 (a)	0,012	2,92	0,721	0,000	R	T.n.e.
		5	k.V.a.	49	0,00 (a)	0,000	0,00	0,000	0,000	R	T.n.e.
		6	Poisson*	32	0,09 (a)	0,003	0,97	0,276	0,000	R	T.n.e.
4 Sommerweizen	Rohware	1	k.V.a.	65	12,1 (b)	0,404	123	16,84	1,157	R	T.n.e.
		2	k.V.a.	37	0,00 (a)	0,000	0,00	0,000	0,000	R	T.n.e.
		3	k.V.a.	61	1,13 (a)	0,038	32,1	2,979	0,000	R	T.n.e.
	Saatware	4	k.V.a.	37	0,00 (a)	0,000	0,00	0,000	0,000	R	T.n.e.
		5	Poisson*	50	0,02 (a)	0,001	0,47	0,072	0,000	R	T.n.e.
		6	Poisson*	32	0,18 (a)	0,006	3,13	0,512	0,000	R	T.n.e.

BP = Beprobungspunkte (1: Annahme, 2: Beprobungssilo vor Reinigung, 3: Umlauf vor Reinigung, 4: Beprobungssilo nach Reinigung, 5: Umlauf nach Reinigung, 6: Absackung, 1.Uml - max. 6.Uml: Beprobung bei wiederholten Umläufen zwischen zwei Silos),

Distr. = Prüfung der Verteilungsart (Poisson*: kein sign. Unterschied vorhanden, k.V.a.: keine Übereinstimmung mit geprüften Verteilungen), Nr = Probenzahl pro Beprobungspunkt, \bar{u}_A = arithmetisches Mittel (Buchstaben in Klammern kennzeichnen signifikante Unterschiede innerhalb einer Partie $\alpha=0,05$), R = Spannweite, s_A = Standardabweichung berechnet mit arithmetischem Mittel \bar{u}_A , s_{MAD} = Standardabweichung berechnet über MAD, Test = Art des angewendeten Heterogenitätstests, Transf. = angewandte Transformationsart (T.n.e. : keine Normalisierung durch Transformation erreicht).

* Wenn nicht anders angegeben, sind alle Angaben in der Tabelle in Anzahl Samen / Probe angegeben und auf eine Probengröße von \emptyset 3000 Samen bezogen.

Tabelle 9.3.6 Ergebnisse der Haferpartie 6 bei Besatz mit weißem Gänsefuß.*

Partie	Status	BP	Distr.	Nr	\bar{u}_A	$\bar{u}_A(\%)$	R	s_A	s_{MAD}	Test	Transf.
6 Hafer	Rohware	3/1.Uml.	Poisson	21	2,23 (bc)	0,074	5,99	1,872	2,496	R	wurzel
		3/2.Uml.	normal	21	3,01 (bc)	0,100	7,50	2,035	1,185	R	wurzel
		3/3.Uml.	Poisson	21	2,04 (b)	0,068	6,66	1,712	1,710	R	wurzel
	Reinigung	3/4.Uml.	normal	21	3,08 (c)	0,103	10,2	2,711	3,546	R	wurzel
		5/1.Uml.	Poisson*	20	0,14 (a)	0,005	1,03	0,330	0,000	R	T.n.e.
		5/2.Uml.	k.V.a.	21	0,00 (a)	0,000	0,00	0,000	0,000	R	T.n.e.
	Saatware	5/3.Uml.	k.V.a.	20	0,00 (a)	0,000	0,00	0,000	0,000	R	T.n.e.
		5/4.Uml.	k.V.a.	19	0,00 (a)	0,000	0,00	0,000	0,000	R	T.n.e.
		5/5.Uml.	k.V.a.	20	0,00 (a)	0,000	0,00	0,000	0,000	R	T.n.e.
		5/6.Uml.	k.V.a.	21	0,00 (a)	0,000	0,00	0,000	0,000	R	T.n.e.

BP = Beprobungspunkte (1: Annahme, 2: Beprobungssilo vor Reinigung, 3: Umlauf vor Reinigung, 4: Beprobungssilo nach Reinigung, 5: Umlauf nach Reinigung, 6: Absackung, 1.Uml - max. 6.Uml: Beprobung bei wiederholten Umläufen zwischen zwei Silos),

Distr. = Prüfung der Verteilungsart (Poisson*: kein sign. Unterschied vorhanden, k.V.a.: keine Übereinstimmung mit geprüften Verteilungen), **Nr** = Probenzahl pro Beprobungspunkt, \bar{u}_A = arithmetisches Mittel (Buchstaben in Klammern kennzeichnen signifikante Unterschiede innerhalb einer Partie $\alpha=0,05$), **R** = Spannweite, s_A = Standardabweichung berechnet mit arithmetischem Mittel \bar{u}_A , s_{MAD} = Standardabweichung berechnet über MAD, **Test** = Art des angewendeten Heterogenitätstests, **Transf.** = angewandte Transformationsart (T.n.e. : keine Normalisierung durch Transformation erreicht).

* Wenn nicht anders angegeben, sind alle Angaben in der Tabelle in Anzahl Samen / Probe angegeben und auf eine Probengröße von \emptyset 3000 Samen bezogen.

9.3.4 Besatz mit Klettenlabkraut

Tabelle 9.3.7 Ergebnisse der Weizenpartien bei Besatz mit Klettenlabkraut.*

Partie	Status	BP	Distr.	Nr	\bar{u}_A	$\bar{u}_A(\%)$	R	s_A	s_{MAD}	Test	Transf.
1 Winterweizen	Rohware	1	normal	26	14,22 (b)	0,474	27,5	5,787	6,302	R	wurzel
		2	Poisson	19	11,98 (b)	0,399	23,9	5,683	6,430	R	wurzel
		3	normal	28	12,18 (b)	0,406	20,4	4,856	5,393	R	wurzel
	Saataware	4	k.V.a.	10	0,377 (a)	0,013	1,83	0,599	0,000	R	T.n.e.
		5	Poisson*	39	0,561 (a)	0,019	2,87	0,748	0,000	R	T.n.e.
		6	Poisson*	52	0,368 (a)	0,012	2,89	0,588	0,000	R	T.n.e.
2 Winterweizen	Rohware	1	k.V.a.	61	0,486 (b)	0,016	2,63	0,644	0,000	R	T.n.e.
		2	Poisson*	37	0,430 (b)	0,014	3,37	0,645	0,000	R	T.n.e.
		3	Poisson*	62	0,346 (b)	0,012	1,81	0,509	0,000	R	T.n.e.
	Saataware	4	Poisson*	37	0,084 (a)	0,003	1,98	0,336	0,000	R	T.n.e.
		5	Poisson*	48	0,019 (a)	0,001	0,97	0,131	0,000	R	T.n.e.
		6	Poisson*	51	0,037 (a)	0,001	0,98	0,176	0,000	R	T.n.e.
3 Sommerweizen	Rohware	1	k.V.a.	48	0,000 (a)	0,000	0,00	0,000	0,000	R	T.n.e.
		2	k.V.a.	19	0,000 (a)	0,000	0,00	0,000	0,000	R	T.n.e.
		3	Poisson*	45	0,039 (b)	0,001	0,95	0,192	0,000	R	T.n.e.
	Saataware	4	k.V.a.	19	0,000 (a)	0,000	0,00	0,000	0,000	R	T.n.e.
		5	k.V.a.	49	0,000 (a)	0,000	0,00	0,000	0,000	R	T.n.e.
		6	k.V.a.	32	0,000 (a)	0,000	0,00	0,000	0,000	R	T.n.e.
4 Sommerweizen	Rohware	1	k.V.a.	65	0,000 (a)	0,000	0,00	0,000	0,000	R	T.n.e.
		2	k.V.a.	37	0,000 (a)	0,000	0,00	0,000	0,000	R	T.n.e.
		3	k.V.a.	61	0,122 (a)	0,004	7,22	0,663	0,000	R	T.n.e.
	Saataware	4	k.V.a.	37	0,000 (a)	0,000	0,00	0,000	0,000	R	T.n.e.
		5	k.V.a.	50	0,000 (a)	0,000	0,00	0,000	0,000	R	T.n.e.
		6	Poisson*	32	0,036 (a)	0,001	1,03	0,131	0,000	R	T.n.e.

BP = Beprobungspunkte (1: Annahme, 2: Beprobungssilo vor Reinigung, 3: Umlauf vor Reinigung, 4: Beprobungssilo nach Reinigung, 5: Umlauf nach Reinigung, 6: Absackung, 1.Uml - max. 6.Uml: Beprobung bei wiederholten Umläufen zwischen zwei Silos),

Distr. = Prüfung der Verteilungsart (Poisson*: kein sign. Unterschied vorhanden, k.V.a.: keine Übereinstimmung mit geprüften Verteilungen), Nr = Probenzahl pro Beprobungspunkt, \bar{u}_A = arithmetisches Mittel (Buchstaben in Klammern kennzeichnen signifikante Unterschiede innerhalb einer Partie $\alpha=0,05$), R = Spannweite, s_A = Standardabweichung berechnet mit arithmetischem Mittel \bar{u}_A , s_{MAD} = Standardabweichung berechnet über MAD, Test = Art des angewendeten Heterogenitätstests, Transf. = angewandte Transformationsart (T.n.e. : keine Normalisierung durch Transformation erreicht).

* Wenn nicht anders angegeben, sind alle Angaben in der Tabelle in Anzahl Samen / Probe angegeben und auf eine Probengröße von Ø 3000 Samen bezogen.

Tabelle 9.3.8 Ergebnisse der Hafer- und Gerstepartien bei Besatz mit Klettenlabkraut.*

Partie	Status	BP	Distr.	Nr	\bar{u}_A	$\bar{u}_A(\%)$	R	s_A	s_{MAD}	Test	Transf.
6 Hafer	Rohware	3/1.Uml.	normal	21	21,69 (b)	0,723	43,2	11,53	10,30	H	wurzel
		3/2.Uml.	normal	21	24,97 (c)	0,833	40,6	9,825	11,12	H	wurzel
		3/3.Uml.	Poisson	21	23,10 (bc)	0,770	29,3	7,456	7,657	H	wurzel
	Reinigung	3/4.Uml.	Poisson	21	26,38 (c)	0,880	25,0	8,301	11,19	R	wurzel
		5/1.Uml.	k.V.a.	20	0,000 (a)	0,000	0,00	0,000	0,000	R	T.n.e.
		5/2.Uml.	k.V.a.	21	0,000 (a)	0,000	0,00	0,000	0,000	R	T.n.e.
	Saatware	5/3.Uml.	k.V.a.	20	0,000 (a)	0,000	0,00	0,000	0,000	R	T.n.e.
		5/4.Uml.	k.V.a.	19	0,000 (a)	0,000	0,00	0,000	0,000	R	T.n.e.
		5/5.Uml.	k.V.a.	20	0,000 (a)	0,000	0,00	0,000	0,000	R	T.n.e.
5/6.Uml.		k.V.a.	21	0,000 (a)	0,000	0,00	0,000	0,000	R	T.n.e.	
7 Hafer	Saatware	5/1.Uml.	Poisson*	22	0,086 (a)	0,003	1,02	0,272	0,000	R	T.n.e.
		5/2.Uml.	Poisson*	20	0,086 (a)	0,003	0,85	0,250	0,000	R	T.n.e.
		5/3.Uml.	Poisson*	20	0,038 (a)	0,001	0,75	0,161	0,000	R	T.n.e.
		5/4.Uml.	k.V.a.	21	0,000 (a)	0,000	0,00	0,000	0,000	R	T.n.e.
		5/5.Uml.	k.V.a.	21	0,000 (a)	0,000	0,00	0,000	0,000	R	T.n.e.
9 Sommergerste	Saatware	5/1.Uml.	k.V.a.	20	0,000 (a)	0,000	0,00	0,000	0,000	R	T.n.e.
		5/2.Uml.	k.V.a.	20	0,000 (a)	0,000	0,00	0,000	0,000	R	T.n.e.
		5/3.Uml.	k.V.a.	20	0,000 (a)	0,000	0,00	0,000	0,000	R	T.n.e.
		5/4.Uml.	k.V.a.	20	0,000 (a)	0,000	0,00	0,000	0,000	R	T.n.e.
		5/5.Uml.	Poisson*	20	0,060 (a)	0,002	1,23	0,415	0,000	R	T.n.e.
		5/6.Uml.	k.V.a.	20	0,000 (a)	0,000	0,00	0,000	0,000	R	T.n.e.

BP = Beprobungspunkte (1: Annahme, 2: Beprobungssilo vor Reinigung, 3: Umlauf vor Reinigung, 4: Beprobungssilo nach Reinigung, 5: Umlauf nach Reinigung, 6: Absackung, 1.Uml - max. 6.Uml: Beprobung bei wiederholten Umläufen zwischen zwei Silos),

Distr. = Prüfung der Verteilungsart (Poisson*: kein sign. Unterschied vorhanden, k.V.a.: keine Übereinstimmung mit geprüften Verteilungen), **Nr** = Probenzahl pro Beprobungspunkt, \bar{u}_A = arithmetisches Mittel (Buchstaben in Klammern kennzeichnen signifikante Unterschiede innerhalb einer Partie $\alpha=0,05$), **R** = Spannweite, s_A = Standardabweichung berechnet mit arithmetischem Mittel \bar{u}_A , s_{MAD} = Standardabweichung berechnet über MAD, **Test** = Art des angewendeten Heterogenitätstests, **Transf.** = angewandte Transformationsart (T.n.e. : keine Normalisierung durch Transformation erreicht).

* Wenn nicht anders angegeben, sind alle Angaben in der Tabelle in Anzahl Samen / Probe angegeben und auf eine Probengröße von \emptyset 3000 Samen bezogen.

9.3.5 Besatz mit Ackervogelknöterich

Tabelle 9.3.9 Ergebnisse der Weizenpartien bei Besatz mit Ackervogelknöterich.*

Partie	Status	BP	Distr.	Nr	\bar{u}_A	$\bar{u}_A(\%)$	R	s_A	s_{MAD}	Test	Transf.
1 Winterweizen	Rohware	1	Poisson*	26	0,202 (b)	0,007	1,67	0,404	0,000	R	T.n.e.
		2	k.V.a.	19	0,000 (a)	0,000	0,00	0,000	0,000	R	T.n.e.
		3	k.V.a.	28	0,000 (a)	0,000	0,00	0,000	0,000	R	T.n.e.
	Reinigung	4	k.V.a.	10	0,000 (a)	0,000	0,00	0,000	0,000	R	T.n.e.
		5	k.V.a.	39	0,000 (a)	0,000	0,00	0,000	0,000	R	T.n.e.
		6	Poisson*	52	0,018 (a)	0,001	0,96	0,122	0,000	R	T.n.e.
2 Winterweizen	Rohware	1	Poisson*	61	0,047 (a)	0,001	0,93	0,184	0,000	R	T.n.e.
		2	Poisson*	37	0,047 (a)	0,001	1,64	0,253	0,000	R	T.n.e.
		3	Poisson*	62	0,009 (a)	0,000	0,83	0,099	0,000	R	T.n.e.
	Reinigung	4	k.V.a.	37	0,000 (a)	0,000	0,00	0,000	0,000	R	T.n.e.
		5	k.V.a.	48	0,000 (a)	0,000	0,00	0,000	0,000	R	T.n.e.
		6	k.V.a.	51	0,000 (a)	0,000	0,00	0,000	0,000	R	T.n.e.
3 Sommerweizen	Rohware	1	k.V.a.	48	1,315 (b)	0,044	9,71	1,679	1,389	R	T.n.e.
		2	Poisson*	19	0,156 (a)	0,005	1,01	0,367	0,000	R	T.n.e.
		3	Poisson*	45	0,127 (a)	0,004	1,91	0,379	0,000	R	T.n.e.
	Reinigung	4	k.V.a.	19	0,000 (a)	0,000	0,00	0,000	0,000	R	T.n.e.
		5	k.V.a.	49	0,000 (a)	0,000	0,00	0,000	0,000	R	T.n.e.
		6	Poisson*	32	0,029 (a)	0,001	0,93	0,161	0,000	R	T.n.e.
4 Sommerweizen	Rohware	1	Poisson*	65	0,014 (a)	0,001	1,10	0,098	0,000	R	T.n.e.
		2	k.V.a.	37	0,000 (a)	0,000	0,00	0,000	0,000	R	T.n.e.
		3	Poisson*	61	0,014 (a)	0,001	1,03	0,095	0,000	R	T.n.e.
	Reinigung	4	k.V.a.	37	0,000 (a)	0,000	0,00	0,000	0,000	R	T.n.e.
		5	k.V.a.	50	0,000 (a)	0,000	0,00	0,000	0,000	R	T.n.e.
		6	k.V.a.	32	0,000 (a)	0,000	0,00	0,000	0,000	R	T.n.e.

BP = Beprobungspunkte (1: Annahme, 2: Beprobungssilo vor Reinigung, 3: Umlauf vor Reinigung, 4: Beprobungssilo nach Reinigung, 5: Umlauf nach Reinigung, 6: Absackung, 1.Uml - max. 6.Uml: Beprobung bei wiederholten Umläufen zwischen zwei Silos),

Distr. = Prüfung der Verteilungsart (Poisson*: kein sign. Unterschied vorhanden, k.V.a.: keine Übereinstimmung mit geprüften Verteilungen), **Nr** = Probenzahl pro Beprobungspunkt, \bar{u}_A = arithmetisches Mittel (Buchstaben in Klammern kennzeichnen signifikante Unterschiede innerhalb einer Partie $\alpha=0,05$), **R** = Spannweite, s_A = Standardabweichung berechnet mit arithmetischem Mittel \bar{u}_A , s_{MAD} = Standardabweichung berechnet über MAD, **Test** = Art des angewendeten Heterogenitätstests, **Transf.** = angewandte Transformationsart (T.n.e. : keine Normalisierung durch Transformation erreicht).

* Wenn nicht anders angegeben, sind alle Angaben in der Tabelle in Anzahl Samen / Probe angegeben und auf eine Probengröße von Ø 3000 Samen bezogen.

Tabelle 9.3.10 Ergebnisse der Haferpartien bei Besatz mit Ackervogelknöterich.*

Partie	Status	BP	Distr.	Nr	\bar{u}_A	$\bar{u}_A(\%)$	R	s_A	s_{MAD}	Test	Transf.
5 Hafer	Rohware	1	normal	60	13,70 (c)	0,456	38,9	6,946	6,686	R	wurzel
		2	Poisson	37	1,864 (b)	0,062	6,50	1,171	0,961	R	T.n.e.
	Reinigung	3	k.V.a.	56	1,709 (b)	0,057	4,76	1,059	0,960	R	T.n.e.
		4	k.V.a.	28	0,000 (a)	0,000	0,00	0,000	0,000	R	T.n.e.
	Saatware	5	k.V.a.	48	0,000 (a)	0,000	0,00	0,000	0,000	R	T.n.e.
		6	Poisson*	50	0,016 (a)	0,001	0,84	0,097	0,000	R	T.n.e.
6 Hafer	Rohware	3/1.Uml.	k.V.a.	21	0,000 (a)	0,000	0,00	0,000	0,000	R	T.n.e.
		3/2.Uml.	Poisson*	21	0,049 (b)	0,002	1,06	0,226	0,000	R	T.n.e.
		3/3.Uml.	k.V.a.	21	0,000 (a)	0,000	0,00	0,000	0,000	R	T.n.e.
	Reinigung	3/4.Uml.	k.V.a.	21	0,000 (a)	0,000	0,00	0,000	0,000	R	T.n.e.
		5/1.Uml.	k.V.a.	20	0,000 (a)	0,000	0,00	0,000	0,000	R	T.n.e.
		5/2.Uml.	k.V.a.	21	0,000 (a)	0,000	0,00	0,000	0,000	R	T.n.e.
	Saatware	5/3.Uml.	k.V.a.	20	0,000 (a)	0,000	0,00	0,000	0,000	R	T.n.e.
		5/4.Uml.	k.V.a.	19	0,000 (a)	0,000	0,00	0,000	0,000	R	T.n.e.
		5/5.Uml.	k.V.a.	20	0,000 (a)	0,000	0,00	0,000	0,000	R	T.n.e.
		5/6.Uml.	k.V.a.	21	0,000 (a)	0,000	0,00	0,000	0,000	R	T.n.e.

BP = Beprobungspunkte (1: Annahme, 2: Beprobungssilo vor Reinigung, 3: Umlauf vor Reinigung, 4: Beprobungssilo nach Reinigung, 5: Umlauf nach Reinigung, 6: Absackung, 1.Uml - max. 6.Uml: Beprobung bei wiederholten Umläufen zwischen zwei Silos),

Distr. = Prüfung der Verteilungsart (Poisson*: kein sign. Unterschied vorhanden, k.V.a.: keine Übereinstimmung mit geprüften Verteilungen), Nr = Probenzahl pro Beprobungspunkt, \bar{u}_A = arithmetisches Mittel (Buchstaben in Klammern kennzeichnen signifikante Unterschiede innerhalb einer Partie $\alpha=0,05$), R = Spannweite, s_A = Standardabweichung berechnet mit arithmetischem Mittel \bar{u}_A , s_{MAD} = Standardabweichung berechnet über MAD, Test = Art des angewendeten Heterogenitätstests, Transf. = angewandte Transformationsart (T.n.e. : keine Normalisierung durch Transformation erreicht).

* Wenn nicht anders angegeben, sind alle Angaben in der Tabelle in Anzahl Samen / Probe angegeben und auf eine Probengröße von \emptyset 3000 Samen bezogen.

9.4 Rohdaten der Untersuchung des Siebabganges (Sortierung)

Tabelle 9.4.1 Ergebnisse des Siebabganges der Weizenpartien.

Partie	Status	BP	Distr.	Nr	\bar{u}_A	$\tilde{u}_{0,5}$	R	s_A	SMAD	Test	Transf.	
1 Winterweizen	Rohware	1	normal	26	7,831 (bc)	7,70	2,30	0,594	0,445	H	wurzel	
		2	normal	19	8,579 (c)	8,80	7,40	2,350	2,669	H	wurzel	
		3	normal	28	7,393 (b)	7,70	5,70	1,450	1,779	H	T.n.e.	
	Reinigung	4	Poisson*	10	0,110 (a)	0,10	0,30	0,088	0,000	R	T.n.e.	
		Saatware	5	k.V.a.	39	0,095 (a)	0,10	0,20	0,056	0,000	R	T.n.e.
			6	k.V.a.	52	0,094 (a)	0,10	0,20	0,061	0,000	R	T.n.e.
2 Winterweizen	Rohware	1	k.V.a.	61	13,13 (c)	12,6	8,70	1,830	1,334	H	wurzel	
		2	normal	37	12,56 (c)	12,1	8,80	2,418	2,224	H	wurzel	
		3	k.V.a.	62	12,68 (c)	11,9	11,5	2,512	2,076	H	T.n.e.	
	Reinigung	4	Poisson	37	1,224 (ab)	1,20	1,20	0,304	0,297	H	wurzel	
		Saatware	5	Poisson	48	1,421 (b)	1,40	2,10	0,374	0,297	H	wurzel
			6	Poisson	51	1,153 (a)	1,10	1,30	0,329	0,297	H	wurzel
3 Sommerweizen	Rohware	1	k.V.a.	48	3,333 (c)	3,15	17,5	2,494	0,890	R	T.n.e.	
		2	Poisson	19	0,858 (b)	0,80	1,60	0,372	0,297	H	Log ₁₀	
		3	Poisson	45	0,909 (b)	0,80	0,90	0,244	0,297	H	T.n.e.	
	Reinigung	4	Poisson*	19	0,016 (a)	0,00	0,10	0,037	0,000	R	T.n.e.	
		Saatware	5	Poisson*	49	0,012 (a)	0,00	0,10	0,033	0,000	R	T.n.e.
			6	Poisson*	32	0,003 (a)	0,00	0,10	0,018	0,000	R	T.n.e.
4 Sommerweizen	Rohware	1	k.V.a.	65	1,694 (b)	1,60	3,80	0,687	0,445	R	wurzel	
		2	Poisson	37	1,608 (b)	1,60	1,40	0,384	0,445	H	wurzel	
		3	k.V.a.	61	1,766 (b)	2,00	2,90	0,726	0,741	H	T.n.e.	
	Reinigung	4	k.V.a.	37	0,116 (a)	0,10	0,30	0,060	0,000	R	T.n.e.	
		Saatware	5	k.V.a.	50	0,086 (a)	0,10	0,20	0,053	0,000	R	T.n.e.
			6	k.V.a.	32	0,116 (a)	0,10	0,40	0,0880,000		R	T.n.e.

BP = Beprobungspunkte (**1**: Annahme, **2**: Beprobungssilo vor Reinigung, **3**: Umlauf vor Reinigung, **4**: Beprobungssilo nach Reinigung, **5**: Umlauf nach Reinigung, **6**: Absackung, **1.Uml - max. 6.Uml**: Beprobung bei wiederholten Umläufen zwischen zwei Silos),

Distr. = Prüfung der Verteilungsart (Poisson*: kein sign. Unterschied vorhanden, k.V.a.: keine Übereinstimmung mit geprüften Verteilungen), **Nr** = Probenzahl pro Beprobungspunkt, \bar{u}_A = arithmetisches Mittel (Buchstaben in Klammern kennzeichnen signifikante Unterschiede innerhalb einer Partie $\alpha=0,05$), $\tilde{u}_{0,5}$ = Median, **R** = Spannweite, s_A = Standardabweichung berechnet mit arithmetischem Mittel \bar{u}_A , **SMAD** = Standardabweichung berechnet über MAD, **Test** = Art des angewendeten Heterogenitätstests, **Transf.** = angewandte Transformationsart (T.n.e. : keine Normalisierung durch Transformation erreicht).

Tabelle 9.4.2 Ergebnisse des Siebabganges der Hafer- und Gerstepartien.

Partie	Status	BP	Distr.	Nr	\bar{u}_A	$\tilde{u}_{0,5}$	R	s_A	s_{MAD}	Test	Transf.
6 Hafer	Rohware	3/1.Uml.	binomial	21	9,605 (b)	9,40	4,50	0,913	0,593	R	wurzel
		3/2.Uml.	Poisson	21	9,948 (bc)	9,90	4,80	1,017	0,741	H	wurzel
		3/3.Uml.	k.V.a.	21	11,63 (c)	9,60	44,5	9,435	0,741	R	T.n.e.
	Reinigung	3/4.Uml.	Poisson	21	9,824 (bc)	10,0	2,90	0,758	0,741	H	wurzel
		5/1.Uml.	k.V.a.	20	0,120 (a)	0,10	0,20	0,052	0,000	R	T.n.e.
		5/2.Uml.	Poisson*	21	0,181 (a)	0,20	0,40	0,093	0,148	R	T.n.e.
	Saatware	5/3.Uml.	Poisson*	20	0,190 (a)	0,20	0,30	0,102	0,148	R	T.n.e.
		5/4.Uml.	Poisson*	19	0,158 (a)	0,10	0,20	0,069	0,000	R	T.n.e.
		5/5.Uml.	Poisson*	20	0,185 (a)	0,20	0,20	0,067	0,000	R	T.n.e.
5/6.Uml.		k.V.a.	21	0,171 (a)	0,20	0,20	0,064	0,000	R	T.n.e.	
7 Hafer	Saatware	5/1.Uml.	k.V.a.	22	6,145 (b)	2,60	14,8	5,775	3,188	R	T.n.e.
		5/2.Uml.	Poisson	20	0,810 (a)	0,85	0,90	0,225	0,222	H	wurzel
		5/3.Uml.	normal	20	0,945 (a)	0,85	1,80	0,420	0,297	H	wurzel
		5/4.Uml.	Poisson	21	0,948 (a)	1,00	0,80	0,246	0,297	H	wurzel
		5/5.Uml.	Poisson	21	1,019 (a)	1,10	1,00	0,209	0,148	H	wurzel
8 Sommergerste	Rohware	1	normal	49	14,76 (cd)	14,1	12,8	2,744	2,520	H	wurzel
		2	normal	37	13,96 (c)	13,4	12,2	2,421	1,927	H	wurzel
	Reinigung	3	normal	49	14,77 (d)	14,5	6,90	1,702	1,779	H	wurzel
		4	Poisson	37	3,170 (b)	3,10	3,20	0,868	0,741	H	wurzel
	Saatware	5	normal	52	3,165 (b)	3,10	3,50	0,669	0,593	H	wurzel
		6	normal	47	2,057 (a)	2,10	2,30	0,552	0,593	H	wurzel
9 Sommergerste	Saatware	5/1.Uml.	Poisson	20	1,605 (a)	1,75	1,50	0,416	0,445	H	T.n.e.
		5/2.Uml.	Poisson	20	1,725 (ab)	1,75	2,00	0,563	0,667	H	wurzel
		5/3.Uml.	Poisson	20	1,760 (ab)	1,80	1,70	0,441	0,445	H	wurzel
		5/4.Uml.	normal	20	1,840 (ab)	1,95	3,50	0,812	0,667	H	wurzel
		5/5.Uml.	Poisson	20	1,855 (ab)	1,90	1,60	0,457	0,445	H	wurzel
		5/6.Uml.	Poisson	20	2,020 (b)	2,05	1,60	0,440	0,445	H	wurzel

BP = Beprobungspunkte (1: Annahme, 2: Beprobungssilo vor Reinigung, 3: Umlauf vor Reinigung, 4: Beprobungssilo nach Reinigung, 5: Umlauf nach Reinigung, 6: Absackung, 1.Uml - max. 6.Uml: Beprobung bei wiederholten Umläufen zwischen zwei Silos),

Distr. = Prüfung der Verteilungsart (Poisson*: kein sign. Unterschied vorhanden, k.V.a.: keine Übereinstimmung mit geprüften Verteilungen), **Nr** = Probenzahl pro Beprobungspunkt, \bar{u}_A = arithmetisches Mittel (Buchstaben in Klammern kennzeichnen signifikante Unterschiede innerhalb einer Partie $\alpha=0,05$), $\tilde{u}_{0,5}$ = Median, **R** = Spannweite, s_A = Standardabweichung berechnet mit arithmetischem Mittel \bar{u}_A , s_{MAD} = Standardabweichung berechnet über MAD, **Test** = Art des angewendeten Heterogenitätstest, **Transf.** = angewandte Transformationsart (T.n.e. : keine Normalisierung durch Transformation erreicht).

9.5 Rohdaten der Untersuchung der Tausendkornmasse (TKM)

Tabelle 9.5.1 Ergebnisse der TKM der Weizenpartien.

Partie	Status	BP	Distr.	Nr	\bar{u}_A (g)	c_v (%)	R	s_A	s_{MAD}	Test	s_{EKM}
1 Winterweizen	Rohware	1	k.V.a	26	33,61 (a)	1,48	2,26	0,496	0,303	R	0,0241
		2	normal	19	33,42 (a)	4,98	5,39	1,663	1,416	H	0,0241
		3	normal	28	34,27 (b)	2,91	4,15	0,996	0,981	H	0,0241
	Reinigung	4	k.V.a	10	37,61 (c)	1,89	2,51	0,709	0,192	R	0,0105
		5	normal	39	37,65 (c)	1,26	1,97	0,476	0,543	H	0,0105
		6	normal	52	37,66 (c)	0,91	1,90	0,343	0,210	R	0,0105
2 Winterweizen	Rohware	1	normal	61	34,52 (a)	2,97	4,85	1,024	0,981	H	0,0223
		2	normal	37	35,20 (b)	3,39	4,46	1,192	1,263	H	0,0223
		3	k.V.a	62	34,83 (ab)	3,80	5,90	1,325	1,356	H	0,0223
	Reinigung	4	normal	37	39,37 (c)	1,30	2,30	0,513	0,511	H	0,0088
		5	normal	48	39,22 (c)	1,40	3,06	0,551	0,506	H	0,0088
		6	normal	51	39,32 (c)	1,35	2,19	0,530	0,652	H	0,0088
3 Sommerweizen	Rohware	1	k.V.a	48	37,30 (a)	1,86	3,07	0,694	0,482	R	0,0159
		2	k.V.a	19	38,04 (b)	2,59	4,32	0,987	0,731	H	0,0159
		3	normal	44	38,21 (b)	1,99	2,99	0,762	0,970	H	0,0159
	Reinigung	4	normal	19	38,64 (c)	1,63	2,54	0,630	0,618	H	0,0123
		5	normal	48	39,07 (d)	2,16	5,42	0,844	0,592	H	0,0123
		6	normal	31	39,37 (d)	1,63	2,99	0,641	0,795	H	0,0123
4 Sommerweizen	Rohware	1	k.V.a	65	41,43 (b)	1,88	3,32	0,778	0,406	R	0,0125
		2	normal	37	40,57 (a)	2,16	3,71	0,875	1,020	H	0,0125
		3	k.V.a	61	40,80 (a)	2,33	5,46	0,951	0,599	R	0,0125
	Reinigung	4	normal	37	41,32 (b)	2,41	4,07	0,994	1,056	H	0,0106
		5	normal	50	41,64 (b)	1,70	2,55	0,707	0,861	H	0,0106
		6	normal	32	42,41 (c)	1,45	2,19	0,616	0,626	H	0,0106

BP = Beprobungspunkte (1: Annahme, 2: Beprobungssilo vor Reinigung, 3: Umlauf vor Reinigung, 4: Beprobungssilo nach Reinigung, 5: Umlauf nach Reinigung, 6: Absackung, 1.Uml - max. 6.Uml: Beprobung bei wiederholten Umläufen zwischen zwei Silos),

Distr. = Prüfung der Verteilungsart (normal*: kein sign. Unterschied vorhanden, k.V.a.: keine Übereinstimmung mit geprüften Verteilungen), **Nr** = Probenzahl pro Beprobungspunkt, \bar{u}_A = arithmetisches Mittel (Buchstaben in Klammern kennzeichnen signifikante Unterschiede innerhalb einer Partie $\alpha=0,05$), c_v = Variationskoeffizient, **R** = Spannweite, s_A = Standardabweichung berechnet mit arithmetischem Mittel \bar{u}_A , s_{EKM} = Standardabweichung der Einzelkornmasse, **Test** = Art des angewendeten Heterogenitätstests.

Tabelle 9.5.2 Ergebnisse der TKM der Hafer- und Gerstepartien.

Partie	Status	BP	Distr.	Nr	\bar{u}_A (g)	c_v (%)	R	s_A	s_{MAD}	Test	s_{EKM}
5 Hafer	Rohware	1	k.V.a	60	30,08 (a)	3,03	5,53	0,910	0,549	R	0,0713
		2	normal	36	31,43 (b)	2,39	3,56	0,751	0,491	R	0,0713
	Reinigung	3	normal	56	31,44 (b)	1,58	2,50	0,496	0,444	H	0,0713
		4	normal	28	34,04 (c)	1,33	1,79	0,453	0,366	H	0,0280
	Saatware	5	normal	48	34,41 (d)	0,63	0,92	0,217	0,216	H	0,0280
		6	normal	50	34,92 (e)	0,82	1,26	0,288	0,316	H	0,0280
6 Hafer	Rohware	3/1.Uml.	normal	21	33,33 (a)	2,36	3,28	0,786	0,638	H	0,0235
		3/2.Uml.	normal	21	33,34 (a)	2,40	3,67	0,801	0,482	R	0,0235
		3/3.Uml.	normal	21	33,34 (a)	2,01	3,11	0,669	0,470	H	0,0235
	Reinigung	3/4.Uml.	normal	21	33,37 (a)	2,46	3,33	0,822	0,993	H	0,0235
		5/1.Uml.	normal	20	38,93 (b)	0,72	0,97	0,280	0,311	H	0,0113
		5/2.Uml.	normal	21	39,00 (b)	0,52	0,67	0,201	0,182	H	0,0113
	Saatware	5/3.Uml.	normal	20	38,96 (b)	0,75	1,13	0,292	0,226	H	0,0113
		5/4.Uml.	normal	19	38,98 (b)	0,85	1,31	0,333	0,216	R	0,0113
		5/5.Uml.	normal	20	38,93 (b)	0,94	1,36	0,366	0,292	H	0,0113
		5/6.Uml.	k.V.a	21	39,15 (b)	1,69	3,58	0,661	0,342	R	0,0113
7 Hafer	Saatware	5/1.Uml.	normal	22	33,22 (a)	1,19	1,70	0,394	0,381	H	0,0184
		5/2.Uml.	normal	20	33,07 (a)	1,07	1,25	0,355	0,290	H	0,0184
		5/3.Uml.	k.V.a	20	32,95 (a)	2,53	3,94	0,833	0,281	R	0,0184
		5/4.Uml.	normal	21	32,99 (a)	0,70	0,76	0,231	0,236	H	0,0184
		5/5.Uml.	normal	21	33,07 (a)	1,21	1,47	0,399	0,394	H	0,0184
8 Sommergerste	Rohware	1	k.V.a	49	39,48 (a)	3,08	6,08	1,215	0,875	H	0,0227
		2	k.V.a	36	40,19 (b)	2,36	5,01	0,947	0,704	H	0,0227
	Reinigung	3	normal	49	39,92 (b)	2,07	6,00	0,828	0,489	R	0,0227
		4	normal	37	43,25 (c)	1,73	2,88	0,748	0,682	H	0,0146
	Saatware	5	normal	52	43,41 (c)	1,05	2,00	0,454	0,482	H	0,0146
		6	normal	46	44,32 (d)	1,37	2,80	0,606	0,600	H	0,0146
9 Sommergerste	Saatware	5/1.Uml.	normal	20	48,14 (b)	1,46	2,60	0,704	0,888	H	0,0109
		5/2.Uml.	normal	20	47,78 (ab)	1,56	2,60	0,745	0,832	H	0,0109
		5/3.Uml.	normal	20	47,94 (ab)	1,40	2,32	0,673	0,767	H	0,0109
		5/4.Uml.	normal	20	47,71 (ab)	1,78	3,77	0,849	0,648	H	0,0109
		5/5.Uml.	normal	20	47,83 (ab)	1,27	2,37	0,606	0,511	H	0,0109
		5/6.Uml.	normal	20	47,55 (a)	1,58	2,84	0,753	0,516	R	0,0109

BP = Beprobungspunkte (1: Annahme, 2: Beprobungssilo vor Reinigung, 3: Umlauf vor Reinigung, 4: Beprobungssilo nach Reinigung, 5: Umlauf nach Reinigung, 6: Absackung, 1.Uml - max. 6.Uml: Beprobung bei wiederholten Umläufen zwischen zwei Silos),

Distr. = Prüfung der Verteilungsart (normal*: kein sign. Unterschied vorhanden, k.V.a.: keine Übereinstimmung mit geprüften Verteilungen), Nr = Probenzahl pro Beprobungspunkt, \bar{u}_A = arithmetisches Mittel (Buchstaben in Klammern kennzeichnen signifikante Unterschiede innerhalb einer Partie $\alpha=0,05$), c_v = Variationskoeffizient, R = Spannweite, s_A = Standardabweichung berechnet mit arithmetischem Mittel \bar{u}_A , s_{EKM} = Standardabweichung der Einzelkornmasse, Test = Art des angewendeten Heterogenitätstests.

9.6 Trendanalyse der Reinheitsergebnisse

Tabelle 9.6.1 Regressionsparameter und Bestimmtheitsmaße der Hafer- und Gerstepartien

Partie	Status	BP	Typ	Parameter						R	t_λ
				a_0	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5		
5 Hafer	Rohware	1	~	72,24	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~	~
		2	mult.	76,05	-0,102	0,000	0,000	0,000	0,000	0,119*	~
	Reinigung	3	zyk.	75,47	0,000	0,220	0,649	0,086	~	0,189*	0,73
		4	mult.	76,76	0,000	0,000	0,000	0,391	0,000	0,144*	~
	Saatware	5	lin.	77,23	0,005	0,000	0,000	0,000	~	0,134**	~
		6	~	77,23	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~	~
6 Hafer	Rohware	3/1.Uml.	lin.	75,05	-0,011	0,000	0,000	0,000	~	0,384**	~
		3/2.Uml.	~	73,99	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~	~
		3/3.Uml.	~	74,19	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~	~
	Reinigung	3/4.Uml.	~	73,43	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~	~
		5/1.Uml.	~	77,53	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~	~
		5/2.Uml.	~	77,91	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~	~
	Saatware	5/3.Uml.	~	77,44	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~	~
		5/4.Uml.	lin.	77,23	0,007	0,000	0,000	0,000	~	0,359**	~
		5/5.Uml.	~	77,29	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~	~
		5/6.Uml.	~	77,61	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~	~
7 Hafer	Saatware	5/1.Uml.	lin.	73,96	0,015	0,000	0,000	0,000	~	0,340**	~
		5/2.Uml.	lin.	73,83	0,016	0,000	0,000	0,000	~	0,299*	~
		5/3.Uml.	lin.	73,75	0,024	0,000	0,000	0,000	~	0,533**	~
		5/4.Uml.	lin.	73,62	0,023	0,000	0,000	0,000	~	0,561**	~
		5/5.Uml.	mix.	73,56	0,026	-0,814	0,570	0,088	~	0,739**	0,71
8 Sommergerste	Rohware	1	lin.	72,05	-0,014	0,000	0,000	0,000	~	0,234**	~
		2	mult.	71,68	0,000	0,000	0,000	0,000	-0,301	0,161*	~
	Reinigung	3	lin.	71,71	0,007	0,000	0,000	0,000	~	0,250**	~
		4	mult.	75,33	0,000	-0,280	0,000	0,000	0,000	0,155*	~
	Saatware	5	~	75,47	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~	~
		6	zyk.	75,21	0,000	0,371	0,309	0,140	~	0,228**	0,45
9 Sommergerste	Saatware	5/1.Uml.	~	75,42	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~	~
		5/2.Uml.	~	75,31	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~	~
		5/3.Uml.	~	75,28	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~	~
		5/4.Uml.	~	75,23	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~	~
		5/5.Uml.	~	75,35	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~	~
		5/6.Uml.	~	75,25	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~	~

Tabelle 9.6.2 Regressionsparameter und Bestimmtheitsmaße der Weizenpartien

Partie	Status	BP	Typ	Parameter					R	t _λ		
				a ₀	a ₁	a ₂	a ₃	a ₄			a ₅	
1 Winterweizen	Rohware	1	~	71,02	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~	~	
		2	~	72,40	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~	
	Reinigung	3	mix.	71,91	-0,012	-0,527	-0,300	0,141	~	0,647**	0,45	
		4	~	76,88	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~	
	Saatware	5	~	76,91	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~	~	
		6	~	76,89	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~	~	
2 Winterweizen	Rohware	1	mix.	72,86	-0,020	-0,532	0,700	0,200	~	0,565**	0,31	
		2	mult.	73,09	-0,402	0,000	0,000	0,000	0,000	0,391**	~	
		3	mix.	73,58	-0,030	0,359	-0,096	0,082	~	0,832**	0,77	
	Reinigung	4	~	76,59	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~	
		Saatware	5	lin.	77,04	-0,009	0,000	0,000	0,000	~	0,315**	~
			6	~	76,33	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~	~
3 Sommerweizen	Rohware	1	lin.	74,32	-0,042	0,000	0,000	0,000	~	0,228**	~	
		2	mult.	69,66	0,000	0,000	-0,681	0,000	1,006	0,705**	~	
	Reinigung	3	mix.	70,10	-0,023	0,684	-0,574	0,100	~	0,762**	0,63	
		4	mult.	76,13	0,000	-0,528	0,000	0,000	0,000	0,409**	~	
	Saatware	5	mix.	76,38	-0,006	0,279	-0,382	0,090	~	0,369**	0,70	
		6	~	76,67	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~	~	
4 Sommerweizen	Rohware	1	lin.	73,21	-0,037	0,000	0,000	0,000	~	0,328**	~	
		2	mult.	74,15	-0,649	0,000	0,000	0,000	0,000	0,422**	~	
		3	mix.	72,92	-0,016	-1,121	-0,251	0,105	~	0,607**	0,60	
	Reinigung	4	mult.	76,77	-0,131	0,000	0,000	0,000	0,000	0,266**	~	
		Saatware	5	mix.	76,84	-0,010	0,259	-0,385	0,214	~	0,438**	0,29
			6	~	76,34	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~	~

BP = Beprobungspunkte (**1**: Annahme, **2**: Beprobungssilo vor Reinigung, **3**: Umlauf vor Reinigung, **4**: Beprobungssilo nach Reinigung, **5**: Umlauf nach Reinigung, **6**: Absackung, **1.Uml - max. 6.Uml**: Beprobung bei wiederholten Umläufen zwischen zwei Silos).

Typ = Regressionstyp vgl. Kap 2.4.2 (lin.: linear, zykl.: zyklisch, mix.: gemischt, mult.: multipel), **Parameter** = Parameter der jeweiligen Regressionsfunktion vgl. Kap 2.4.2, **R** = Bestimmtheitsmaß (Sternchen kennzeichnen Signifikanzniveau, *: signifikant, **: hochsignifikant), **t_λ** = Zyklusdauer (vgl. Kapitel 2.4.2) bei Auftreten eines zyklischen oder gemischten Trends.

9.7 Trendanalyse der Keimfähigkeitsergebnisse

Tabelle 9.7.1 Parameter und Bestimmtheitsmaße der Weizen-, Hafer- und Gerstenpartien

Partie	Status	BP	Typ	Parameter					R	t_λ	
				a_0	a_1	a_2	a_3	a_4			a_5
1 Winterweizen	Rohware	1	~	28,04	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~	~
		2	~	27,98	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~
		3	~	28,46	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~	~
	Reinigung	4	~	29,07	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~
		5	~	28,66	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~	~
	Saatware	6	~	28,96	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~	~
2 Winterweizen		Rohware	1	zyk.	25,60	0,000	0,675	-0,916	0,189	~	0,258**
	2		mult.	27,58	0,000	0,616	0,000	0,000	0,000	0,154**	~
	3		~	26,21	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~	~
	Reinigung	4	~	26,76	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~
		5	~	26,55	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~	~
	Saatware	6	~	27,39	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~	~
3 Sommerweizen		Rohware	1	lin.	26,59	0,012	0,000	0,000	0,000	~	0,118**
	2		~	27,74	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~
	3		~	28,02	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~	~
	Reinigung	4	~	26,31	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~
		5	~	28,13	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~	~
	Saatware	6	~	28,50	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~	~
5 Hafer		Rohware	1	~	22,95	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~
	2		mult.	24,69	0,000	0,000	0,809	0,000	0,000	0,146**	~
	Reinigung	4	mult.	27,28	0,000	0,000	-0,531	0,000	0,000	0,174**	~
		6	lin.	27,62	-0,010	0,000	0,000	0,000	~	0,104**	~
8 Sommergerste	Rohware	1	zyk.	26,11	0,000	0,612	-0,307	0,181	~	0,241**	0,35
		2	mult.	25,78	0,185	0,000	0,000	0,000	0,000	0,146**	~
		3	mix.	26,83	-0,012	-0,452	0,626	0,087	~	0,435**	0,72
	Reinigung	4	mult.	26,14	0,326	0,000	0,000	0,000	0,000	0,428**	~
		5	mix.	23,70	0,020	2,654	0,331	0,020	~	0,475**	3,14
	Saatware	6	~	28,58	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~	~

BP = Beprobungspunkte (1: Annahme, 2: Beprobungssilo vor Reinigung, 3: Umlauf vor Reinigung, 4: Beprobungssilo nach Reinigung, 5: Umlauf nach Reinigung, 6: Absackung, 1.Uml - max. 6.Uml: Beprobung bei wiederholten Umläufen zwischen zwei Silos).

Typ = Regressionstyp vgl. Kap 2.4.2 (lin.: linear, zyk.: zyklisch, mix.: gemischt, mult.: multipel), **Parameter** = Parameter der jeweiligen Regressionsfunktion vgl. Kap 2.4.2, **R** = Bestimmtheitsmaß (Sternchen kennzeichnen Signifikanzniveau, *: signifikant, **: hochsignifikant), t_λ = Zyklusdauer (vgl. Kapitel 2.4.2) bei Auftreten eines zyklischen oder gemischten Trends.

9.8 Trendanalyse des Besatzes

9.8.1 Besatz mit Weizen

Tabelle 9.8.1 Parameter und Bestimmtheitsmaße der Haferpartie 7

Partie	Status	BP	Typ	Parameter						R	t_λ
				a_0	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5		
7 Hafer	Saatware	5/1.Uml.	lin.	9,952	-0,035	0,000	0,000	0,000	~	0,454**	~
		5/2.Uml.	lin.	10,09	-0,036	0,000	0,000	0,000	~	0,319**	~
		5/3.Uml.	lin.	9,982	-0,048	0,000	0,000	0,000	~	0,518**	~
		5/4.Uml.	lin.	10,65	-0,051	0,000	0,000	0,000	~	0,567**	~
		5/5.Uml.	lin.	10,41	-0,049	0,000	0,000	0,000	~	0,449**	~

BP = Beprobungspunkte (1: Annahme, 2: Beprobungssilo vor Reinigung, 3: Umlauf vor Reinigung, 4: Beprobungssilo nach Reinigung, 5: Umlauf nach Reinigung, 6: Absackung, 1.Uml - max. 6.Uml: Beprobung bei wiederholten Umläufen zwischen zwei Silos).

Typ = Regressionstyp vgl. Kap 2.4.2 (lin.: linear, zykl.: zyklisch, mix.: gemischt, mult.: multipel), **Parameter** = Parameter der jeweiligen Regressionsfunktion vgl. Kap 2.4.2, **R** = Bestimmtheitsmaß (Sternchen kennzeichnen Signifikanzniveau, *: signifikant, **: hochsignifikant), t_λ = Zyklusdauer (bei Auftreten eines zyklischen oder gemischten Trends).

9.8.2 Trendanalyse des Besatzes mit weißem Gänsefuß

Tabelle 9.8.2 Parameter und Bestimmtheitsmaße der Haferpartie 6

Partie	Status	BP	Typ	Parameter						R	t_λ
				a_0	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5		
6 Hafer	Rohware	3/1.Uml.	~	2,457	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~	~
		3/2.Uml.	~	2,987	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~	~
		3/3.Uml.	~	2,401	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~	~
	Reinigung	3/4.Uml.	zyk.	2,543	0,000	1,487	0,045	0,091	~	0,428*	0,69
		5/1.Uml.	~	0,798	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~	~
	Saatware	5/2.Uml.	~	0,612	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~	~
		5/3.Uml.	~	0,612	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~	~
		5/4.Uml.	~	0,612	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~	~
		5/5.Uml.	~	0,612	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~	~
		5/6.Uml.	~	0,612	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~	~

BP = Beprobungspunkte (1: Annahme, 2: Beprobungssilo vor Reinigung, 3: Umlauf vor Reinigung, 4: Beprobungssilo nach Reinigung, 5: Umlauf nach Reinigung, 6: Absackung, 1.Uml - max. 6.Uml: Beprobung bei wiederholten Umläufen zwischen zwei Silos).

Typ = Regressionstyp vgl. Kap 2.4.2 (lin.: linear, zykl.: zyklisch, mix.: gemischt, mult.: multipel), **Parameter** = Parameter der jeweiligen Regressionsfunktion vgl. Kap 2.4.2, **R** = Bestimmtheitsmaß (Sternchen kennzeichnen Signifikanzniveau, *: signifikant, **: hochsignifikant), t_λ = Zyklusdauer (vgl. Kapitel 2.4.2) bei Auftreten eines zyklischen oder gemischten Trends.

Tabelle 9.8.3 Parameter und Bestimmtheitsmaße der Weizenpartien

Partie	Status	BP	Typ	Parameter						R	t_λ
				a_0	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5		
1 Winterweizen	Rohware	1	~	31,82	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~	~
		2	~	7,617	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~
		3	~	7,422	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~	~
	Saatware	4	mult.	4,115	-1,585	0,000	0,000	0,000	0,000	0,494*	~
		5	~	1,041	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~	~
		6	~	0,711	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~	~
2 Winterweizen	Rohware	1	mix.	6,524	-0,075	2,586	-0,700	0,100	~	0,639**	0,63
		2	mult.	2,017	-0,265	0,000	0,000	0,000	0,000	0,203**	~
		3	zyk.	1,229	0,000	0,605	-0,363	0,156	~	0,212**	0,40
	Saatware	4	~	0,612	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~
		5	~	0,612	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~	~
		6	~	0,638	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~	~
3 Sommerweizen	Rohware	1	lin.	10,38	0,059	0,000	0,000	0,000	~	0,123*	~
		2	~	3,335	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~
		3	mix.	4,534	-0,027	-0,952	0,512	0,070	~	0,568**	0,90
	Saatware	4	~	1,018	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~
		5	~	0,612	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~	~
		6	~	0,732	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~	~
4 Sommerweizen	Rohware	1	mix.	9,061	-0,098	2,968	-0,900	0,110	~	0,516**	0,57
		2	~	0,612	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~
		3	~	1,396	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~	~
	Saatware	4	~	0,612	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~
		5	~	0,655	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~	~
		6	~	0,772	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~	~

BP = Beprobungspunkte (**1**: Annahme, **2**: Beprobungssilo vor Reinigung, **3**: Umlauf vor Reinigung, **4**: Beprobungssilo nach Reinigung, **5**: Umlauf nach Reinigung, **6**: Absackung, **1.Uml - max. 6.Uml**: Beprobung bei wiederholten Umläufen zwischen zwei Silos).

Typ = Regressionstyp vgl. Kap 2.4.2 (lin.: linear, zyk.: zyklisch, mix.: gemischt, mult.: multipel), **Parameter** = Parameter der jeweiligen Regressionsfunktion vgl. Kap 2.4.2, **R** = Bestimmtheitsmaß (Sternchen kennzeichnen Signifikanzniveau, *:signifikant, **:hochsignifikant), t_λ = Zyklusdauer (vgl. Kapitel 2.4.2) bei Auftreten eines zyklischen oder gemischten Trends.

9.8.3 Besatz mit Klettenlabkraut

Tabelle 9.8.4 Parameter und Bestimmtheitsmaße der Weizen- und Haferpartien

Partie	Status	BP	Typ	Parameter						R	t_λ
				a_0	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5		
1 Winterweizen	Rohware	1	lin.	4,519	0,042	0,000	0,000	0,000	~	0,452**	~
		2	~	6,168	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~
	Reinigung	3	zyk.	6,316	0,000	-1,235	0,450	0,070	~	0,436**	0,90
		4	mult.	1,062	0,000	0,000	0,000	0,000	-0,562	0,505*	~
	Saatware	5	~	1,256	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~	~
		6	~	1,060	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~	~
2 Winterweizen	Rohware	1	lin.	0,803	0,008	0,000	0,000	0,000	~	0,088*	~
		2	~	1,133	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~
	Reinigung	3	~	1,050	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~	~
		4	~	0,702	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~
	Saatware	5	~	0,639	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~	~
		6	~	0,663	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~	~
6 Hafer	Rohware	3/1.Uml.	lin.	4,969	0,061	0,000	0,000	0,000	~	0,558**	~
		3/2.Uml.	~	8,960	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~	~
		3/3.Uml.	lin.	7,421	0,024	0,000	0,000	0,000	~	0,247*	~
	Reinigung	3/4.Uml.	~	9,283	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~	~
		5/1.Uml.	~	0,612	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~	~
		5/2.Uml.	~	0,612	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~	~
	Saatware	5/3.Uml.	~	0,612	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~	~
		5/4.Uml.	~	0,612	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~	~
		5/5.Uml.	~	0,612	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~	~
		5/6.Uml.	~	0,612	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~	~

BP = Beprobungspunkte (1:Annahme, 2:Beprobungssilo vor Reinigung, 3:Umlauf vor Reinigung, 4:Beprobungssilo nach Reinigung, 5:Umlauf nach Reinigung, 6:Absackung; 1.Uml - max. 6.Uml:Beprobung bei wiederholten Umläufen zwischen zwei Silos).

Typ = Regressionstyp vgl. Kap 2.4.2 (lin.:linear, zyk.:zyklisch, mix.:gemischt, mult.:multipel), Parameter = Parameter der jeweiligen Regressionsfunktion vgl. Kap 2.4.2, R = Bestimmtheitsmaß (Sternchen kennzeichnen Signifikanzniveau, *:signifikant, **:hochsignifikant), t_λ = Zyklusdauer (vgl. Kapitel 2.4.2) bei Auftreten eines zyklischen oder gemischten Trends.

9.8.4 Besatzes mit Ackervogelknöterich

Tabelle 9.8.5 Parameter und Bestimmtheitsmaße der Weizen- und Haferpartien

Partie	Status	BP	Typ	Parameter					R	t_λ	
				a_0	a_1	a_2	a_3	a_4			a_5
3 Sommerweizen	Rohware	1	lin.	0,736	0,022	0,000	0,000	0,000	~	0,290**	0,00
		2	mult.	0,820	0,000	0,000	0,000	0,000	0,247	0,223*	~
		3	~	0,771	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~	0,00
	Saatware	4	~	0,612	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~
		5	~	0,612	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~	0,00
		6	~	0,652	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~	0,00
5 Hafer	Rohware	1	zyk.	6,570	0,000	-1,933	0,388	0,159	~	0,380**	0,40
		2	mult.	3,277	0,000	0,000	0,000	-1,021	0,000	0,172*	~
		3	~	2,246	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~	0,00
	Saatware	4	~	0,612	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~
		5	~	0,612	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~	0,00
		6	~	0,636	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~	0,00

BP = Beprobungspunkte (1: Annahme, 2: Beprobungssilo vor Reinigung, 3: Umlauf vor Reinigung, 4: Beprobungssilo nach Reinigung, 5: Umlauf nach Reinigung, 6: Absackung, 1.Uml - max. 6.Uml: Beprobung bei wiederholten Umläufen zwischen zwei Silos).

Typ = Regressionstyp vgl. Kap 2.4.2 (lin.: linear, zyk.: zyklisch, mix.: gemischt, mult.: multipel), **Parameter** = Parameter der jeweiligen Regressionsfunktion vgl. Kap 2.4.2, **R** = Bestimmtheitsmaß (Sternchen kennzeichnen Signifikanzniveau, *:signifikant, **:hochsignifikant), t_λ = Zyklusdauer (vgl. Kapitel 2.4.2) bei Auftreten eines zyklischen oder gemischten Trends.

9.9 Trendanalyse des Siebabganges (Sortierung)

Tabelle 9.9.1 Parameter und Bestimmtheitsmaße der Weizenpartien

Partie	Status	BP	Typ	Parameter					R	t_λ		
				a_0	a_1	a_2	a_3	a_4			a_5	
1 Winterweizen	Rohware	1	zyk.	8,844	0,000	0,306	0,850	0,145	~	0,451**	0,43	
		2	mult.	7,623	0,000	0,000	0,000	1,860	0,000	0,357**	~	
		3	mix.	7,394	0,024	0,508	0,751	0,112	~	0,866**	0,56	
	Reinigung	4	~	1,164	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~	
		Saatware	5	zyk.	1,119	0,000	-0,189	-0,242	0,190	~	0,252*	0,33
			6	lin.	1,280	-0,003	0,000	0,000	0,000	~	0,110*	0,00
2 Winterweizen	Rohware	1	zyk.	11,48	0,000	-0,565	-0,607	0,182	~	0,264**	0,35	
		2	mult.	10,32	0,000	0,000	0,000	0,982	0,000	0,124*	~	
		3	mix.	9,750	0,032	-0,547	-0,684	0,051	~	0,831**	1,23	
	Reinigung	4	mult.	2,979	0,145	0,187	0,000	0,000	0,000	0,354**	~	
		Saatware	5	mix.	3,274	0,011	-0,232	-0,692	0,167	~	0,557**	0,38
			6	zyk.	3,282	0,000	0,588	-0,722	0,051	~	0,576**	1,23
3 Sommerweizen	Rohware	1	~	5,582	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~	~	
		2	mult.	2,940	0,000	0,000	0,438	0,000	-0,426	0,759**	~	
		3	mix.	2,755	0,007	-0,369	-0,779	0,101	~	0,698**	0,62	
	Reinigung	4	mult.	0,430	0,112	0,000	0,168	0,000	0,000	0,479**	~	
		Saatware	5	~	0,681	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~	~
			6	~	0,630	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~	~
4 Sommerweizen	Rohware	1	~	4,086	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~	~	
		2	~	4,028	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~	
		3	mix.	2,837	0,026	0,305	0,269	0,138	~	0,782**	0,46	
	Reinigung	4	mult.	0,947	0,072	0,000	0,000	0,000	0,000	0,237**	~	
		Saatware	5	lin.	0,848	0,005	0,000	0,000	0,000	~	0,239**	0,00
			6	~	1,186	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~	~

BP = Beprobungspunkte (1: Annahme, 2: Beprobungssilo vor Reinigung, 3: Umlauf vor Reinigung, 4: Beprobungssilo nach Reinigung, 5: Umlauf nach Reinigung, 6: Absackung, 1.Uml - max. 6.Uml: Beprobung bei wiederholten Umläufen zwischen zwei Silos).

Typ = Regressionstyp vgl. Kap 2.4.2 (lin.: linear, zyk.: zyklisch, mix.: gemischt, mult.: multipel), **Parameter** = Parameter der jeweiligen Regressionsfunktion vgl. Kap 2.4.2, **R** = Bestimmtheitsmaß (Sternchen kennzeichnen Signifikanzniveau, *: signifikant, **: hochsignifikant), t_λ = Zyklusdauer (vgl. Kapitel 2.4.2) bei Auftreten eines zyklischen oder gemischten Trends.

Tabelle 9.9.2 Parameter und Bestimmtheitsmaße der Hafer- und Gerstepartien

Partie	Status	BP	Typ	Parameter						R	t _λ	
				a ₀	a ₁	a ₂	a ₃	a ₄	a ₅			
6 Hafer	Rohware	3/1.Uml.	~	9,809	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~	~	
		3/2.Uml.	~	9,981	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~	~	
		3/3.Uml.	~	10,43	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~	~	
		3/4.Uml.	~	9,923	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~	~	
	Reinigung	5/1.Uml.	~	1,237	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~	~	
		5/2.Uml.	~	1,443	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~	~	
	Saatware	5/3.Uml.	lin.	1,780	-0,006	0,000	0,000	0,000	~	0,281*	0,00	
		5/4.Uml.	~	1,378	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~	~	
		5/5.Uml.	~	1,475	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~	~	
5/6.Uml.		~	1,429	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~	~		
7 Hafer	Saatware	5/1.Uml.	mix.	12,42	-0,110	2,801	-0,945	0,092	~	0,881**	0,68	
		5/2.Uml.	~	2,886	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~	~	
		5/3.Uml.	zyk.	4,762	0,000	-2,272	0,150	0,025	~	0,537**	2,51	
		5/4.Uml.	~	3,114	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~	~	
		5/5.Uml.	~	3,232	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~	~	
8 Sommergerste	Rohware	1	lin.	13,22	-0,022	0,000	0,000	0,000	~	0,331**	0,00	
		2	mult.	13,20	-0,375	0,000	0,000	0,000	0,000	0,377**	~	
		3	mix.	12,59	0,019	-1,664	0,337	0,020	~	0,737**	3,14	
	Reinigung	4	~	5,612	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~	
		Saatware	5	zyk.	5,573	0,000	0,486	-0,231	0,153	~	0,347**	0,41
			6	zyk.	4,483	0,000	-0,429	-0,650	0,200	~	0,246**	0,31
9 Sommergerste	Saatware	5/1.Uml.	lin.	3,302	0,014	0,000	0,000	0,000	~	0,571**	0,00	
		5/2.Uml.	lin.	3,168	0,019	0,000	0,000	0,000	~	0,600**	0,00	
		5/3.Uml.	lin.	3,481	0,014	0,000	0,000	0,000	~	0,569**	0,00	
		5/4.Uml.	lin.	2,817	0,027	0,000	0,000	0,000	~	0,661**	0,00	
		5/5.Uml.	mix.	3,689	0,013	-0,366	-0,059	0,079	~	0,776**	0,80	
		5/6.Uml.	lin.	3,827	0,013	0,000	0,000	0,000	~	0,594**	0,00	

BP = Beprobungspunkte (1: Annahme, 2: Beprobungssilo vor Reinigung, 3: Umlauf vor Reinigung, 4: Beprobungssilo nach Reinigung, 5: Umlauf nach Reinigung, 6: Absackung, 1.Uml - max. 6.Uml: Beprobung bei wiederholten Umläufen zwischen zwei Silos).

Typ = Regressionstyp vgl. Kap 2.4.2 (lin.: linear, zyk.: zyklisch, mix.: gemischt, mult.: multipel), Parameter = Parameter der jeweiligen Regressionsfunktion vgl. Kap 2.4.2, R = Bestimmtheitsmaß (Sternchen kennzeichnen Signifikanzniveau, *: signifikant, **: hochsignifikant), t_λ = Zyklusdauer (vgl. Kapitel 2.4.2) bei Auftreten eines zyklischen oder gemischten Trends.

9.10 Trendanalyse der Tausendkornmasse (TKM)

Tabelle 9.10.1 Parameter und Bestimmtheitsmaße der Weizenpartien

Partie	Status	BP	Typ	Parameter					R	t_λ	
				a_0	a_1	a_2	a_3	a_4			a_5
1 Winterweizen	Rohware	1	zyk.	33,63	0,000	0,414	-0,809	0,141	~	0,352*	2,2
		2	mult.	33,42	0,000	-1,322	0,000	0,000	0,000	0,292*	~
	Reinigung	3	mix.	35,67	-0,028	-0,572	0,611	0,120	~	0,830**	1,9
		4	~	37,61	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~
	Saatware	5	mix.	37,97	-0,007	0,470	0,594	0,094	~	0,696**	1,5
		6	mix.	37,99	-0,006	-0,253	-0,711	0,115	~	0,506**	1,8
2 Winterweizen	Rohware	1	zyk.	34,49	0,000	0,733	-0,284	0,174	~	0,247**	2,8
		2	~	35,20	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~
	Reinigung	3	mix.	36,66	-0,037	-0,692	0,956	0,060	~	0,796**	1,0
		4	mult.	39,96	-0,158	0,297	0,200	0,000	0,000	0,462**	~
	Saatware	5	mix.	39,90	-0,014	-0,248	1,061	0,173	~	0,624**	2,8
		6	zyk.	39,28	0,000	0,578	0,802	0,068	~	0,624**	1,1
3 Sommerweizen	Rohware	1	~	37,30	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~	~
		2	mult.	38,04	0,000	0,000	0,000	0,000	-0,631	0,364**	~
	Reinigung	3	mix.	38,96	-0,017	0,698	-0,267	0,088	~	0,828**	1,4
		4	mult.	39,41	-0,318	0,541	0,000	0,000	0,000	0,503**	~
	Saatware	5	mix.	39,88	-0,017	0,488	-0,233	0,082	~	0,489**	1,3
		6	lin.	40,35	-0,018	0,000	0,000	0,000	~	0,688**	0,0
4 Sommerweizen	Rohware	1	mix.	40,55	0,018	-0,351	-0,141	0,099	~	0,565**	1,6
		2	~	40,57	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~
	Reinigung	3	mix.	40,51	-0,019	1,900	0,035	0,029	~	0,684**	0,5
		4	mult.	42,86	-0,412	0,000	0,000	0,000	0,000	0,429**	~
	Saatware	5	mix.	42,67	-0,021	0,257	-0,517	0,213	~	0,786**	3,4
		6	zyk.	42,39	0,000	-0,535	0,196	0,126	~	0,416**	2,0

BP = Beprobungspunkte (1: Annahme, 2: Beprobungssilo vor Reinigung, 3: Umlauf vor Reinigung, 4: Beprobungssilo nach Reinigung, 5: Umlauf nach Reinigung, 6: Absackung, 1.Uml - max. 6.Uml: Beprobung bei wiederholten Umläufen zwischen zwei Silos).

Typ = Regressionstyp vgl. Kap 2.4.2 (lin.: linear, zyk.: zyklisch, mix.: gemischt, mult.: multipel), **Parameter** = Parameter der jeweiligen Regressionsfunktion vgl. Kap 2.4.2, **R** = Bestimmtheitsmaß (Sternchen kennzeichnen Signifikanzniveau, *: signifikant, **: hochsignifikant), t_λ = Zyklusdauer (vgl. Kapitel 2.4.2) bei Auftreten eines zyklischen oder gemischten Trends.

Tabelle 9.10.2 Parameter und Bestimmtheitsmaße der Hafer- und Gerstepartien

Partie	Status	BP	Typ	Parameter						R	t _λ
				a ₀	a ₁	a ₂	a ₃	a ₄	a ₅		
5 Hafer	Rohware	1	zyk.	30,03	0,000	0,550	0,042	0,109	~	0,187**	0,58
		2	~	31,43	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~
		3	zyk.	31,49	0,000	-0,413	0,213	0,076	~	0,370**	0,83
	Reinigung	4	mult.	33,62	0,135	0,207	0,351	0,000	0,000	0,500**	~
		5	~	34,41	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~	~
	Saatware	6	zyk.	34,95	0,000	-0,198	-0,041	0,105	~	0,223**	0,60
6 Hafer	Rohware	3/1.Uml.	~	33,33	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~	~
		3/2.Uml.	mix.	34,11	-0,016	-0,608	-0,300	0,200	~	0,619**	0,31
		3/3.Uml.	~	33,34	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~	~
		3/4.Uml.	~	33,37	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~	~
	Reinigung	5/1.Uml.	lin.	38,65	0,005	0,000	0,000	0,000	~	0,315**	0,00
		5/2.Uml.	~	39,00	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~	~
	Saatware	5/3.Uml.	lin.	38,66	0,006	0,000	0,000	0,000	~	0,328**	0,00
		5/4.Uml.	lin.	38,62	0,007	0,000	0,000	0,000	~	0,372**	0,00
5/5.Uml.		mix.	38,67	0,006	-0,363	0,516	0,081	~	0,772**	0,78	
5/6.Uml.		~	39,15	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~	~	
7 Hafer	Saatware	5/1.Uml.	~	33,22	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~	~
		5/2.Uml.	~	33,07	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~	~
		5/3.Uml.	~	32,95	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~	~
		5/4.Uml.	~	32,99	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~	~
		5/5.Uml.	zyk.	31,83	0,000	1,520	0,161	0,021	~	0,553**	3,00
8 Sommergerste	Rohware	1	lin.	38,73	0,015	0,000	0,000	0,000	~	0,124*	0,00
		2	mult.	39,32	0,229	0,000	0,000	0,000	0,000	0,144*	~
		3	lin.	40,47	-0,011	0,000	0,000	0,000	~	0,145**	0,00
	Reinigung	4	~	43,25	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	~	~
		5	zyk.	43,38	0,000	0,383	-0,335	0,114	~	0,335**	0,55
	Saatware	6	mix.	45,04	-0,014	0,386	-1,059	0,210	~	0,629**	0,30
9 Sommergerste	Saatware	5/1.Uml.	lin.	49,09	-0,018	0,000	0,000	0,000	~	0,577**	0,00
		5/2.Uml.	lin.	48,95	-0,022	0,000	0,000	0,000	~	0,778**	0,00
		5/3.Uml.	mix.	48,86	-0,018	0,367	0,440	0,071	~	0,814**	0,88
		5/4.Uml.	mix.	48,97	-0,025	0,414	0,848	0,084	~	0,863**	0,75
		5/5.Uml.	lin.	48,55	-0,014	0,000	0,000	0,000	~	0,438**	0,00
		5/6.Uml.	lin.	48,69	-0,022	0,000	0,000	0,000	~	0,736**	0,00

BP = Beprobungspunkte (1: Annahme, 2: Beprobungssilo vor Reinigung, 3: Umlauf vor Reinigung, 4: Beprobungssilo nach Reinigung, 5: Umlauf nach Reinigung, 6: Absackung, 1.Uml - max. 6.Uml: Beprobung bei wiederholten Umläufen zwischen zwei Silos).

Typ = Regressionstyp vgl. Kap 2.4.2 (lin.: linear, zyk.: zyklisch, mix.: gemischt, mult.: multipel),

Parameter = Parameter der jeweiligen Regressionsfunktion vgl. Kap 2.4.2, R = Bestimmtheitsmaß

t_λ = Zyklusdauer (vgl. Kapitel 2.4.2) bei Auftreten eines zyklischen oder gemischten Trends.

Tabellarischer Lebenslauf

Name:		Sven Schmohl
Geboren:	5.6.1969	in Esslingen am Neckar
Eltern:		Eberhard Schmohl Monika, geb. Hartmann
Schulbildung:	ab 1976	Grundschule (Grund- und Hauptschule Hohenkreuz in Esslingen am Neckar)
	ab 1980	Gymnasium (Schelztorgymnasium, Technisches Gymnasium der Friedrich-Ebert-Schule in Esslingen am Neckar)
	06.1989	Abitur mit allgemeiner Hochschulreife
Zivildienst:	ab 1989 bis 1991	im Rettungsdienst beim Roten Kreuz in Esslingen am Neckar
Berufsausbildung:	ab 10.1992 02.1996	Ausbildung zum Radio- und Fernsehtechniker Gesellenbrief
Studium:	ab 10.1991 bis 09.1992	Elektrotechnikstudium an der Universität Stuttgart
	ab 10.1996 bis 11.2002	Studium an der Universität Hohenheim. Fachrichtungen: allg. Pflanzenzüchtung, allg. Pflanzenbau, Pflanzenproduktion und Agrar- ökologie der Tropen und Subtropen, Mikrobiologie. Diplomarbeit: „ Sukzession, Biomasseentwicklung und Nährstoffdynamik auf Brachen traditioneller Brandrodungssysteme Zentral-Sulawesis“
	12.2002	Studienabschluss mit „Sehr gut “
Dissertation:	ab 04.2003 bis 08.2008	unter der Anleitung von Prof. Dr. M. Kruse am Institut für Pflanzenzüchtung mit dem Thema: „Inhomogenität in Getreidesaatgutpartien: Ursachen und Konsequenzen für die Saatgutaufbereitung und Probenahme“

eidesstattliche Erklärung

Hiermit erkläre ich, die vorliegende Dissertation selbstständig angefertigt zu haben. Dabei wurden nur die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt und wörtlich oder inhaltlich übernommene Stellen als solche gekennzeichnet.

Ich versichere, dass weder früher noch im Moment ein Antrag auf Eröffnung eines Promotionsverfahren unter Vorlage der hier eingereichten Dissertation gestellt wurde.

Sven Schmohl