

(Aus dem Institut für Land-, Umwelt- und Energietechnik der Universität für Bodenkultur, Vorstand: ao. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. A. Zaussinger)

## **Untersuchung der Einflüsse von Trocknung und Aufbereitung auf die Saatmaisqualität**

### **1. Teil: Mechanische Beschädigungen**

Von V. NÁPLAVA, H. WEINGARTMANN und J. BOXBERGER

(Mit 6 Abbildungen)

#### **Zusammenfassung**

In der vorliegenden Arbeit wurden in einem praktischen Betrieb Art und Größe der mechanischen Beschädigungen während der gesamten Aufbereitungskette an zwei verschiedenen Hybriden untersucht. Zur Beurteilung der mechanischen Beschädigungen wurden zwei Methoden angewendet: Dye Test (visuelle Kontrolle) und Leitfähigkeitsmessungen, letztere mit zwei unterschiedlichen Gerätesystemen. Weiters wurden der ISTA Warm- und Kalttest durchgeführt.

Im Dye-Test hat das Saatgut der Hybride Dea im Vergleich zum Saatgut der Hybride Helga bis zur Kalibrierung (inklusive Elevatoren) eine höhere Empfindlichkeit gezeigt. Die Rundloch-Siebmaschinen haben eine weitere Erhöhung der mechanischen Beschädigungen verursacht. In den Schlitzloch-Siebmaschinen kam es zur deutlichen Erhöhung der mechanischen Beschädigungen vor allem bei den runden Körnern der Hybride Helga. Die nach beiden Methoden ermittelten Ergebnisse der Leitfähigkeitsmessungen stimmten gut überein. Es wurde meist eine lineare Beziehung zwischen der Leitfähigkeit und dem Ausmaß der mechanischen Beschädigungen gefunden. Es zeigte sich, daß diese Methode zur Bestimmung der Saatgutqualität in Frage kommen kann und sie könnte bei Mais von großer Bedeutung werden. Die Keimfähigkeit bzw. Triebkraft wurde insbesondere beim Saatgut der Hybride Dea durch die mechanischen Beschädigungen nicht so stark beeinflußt wie erwartet, wobei die Keimfähigkeitsverminderungen durch Keimlingsbeschädigungen verursacht worden sein dürften. Aber auch Rückseite- und Blütenstielchenbeschädigungen wiesen eine negative Korrelation zur Keimfähigkeit auf.

Schlüsselworte: Mais, Saatgut, Aufbereitung, mechanische Beschädigungen, Leitfähigkeit.

## Quality research of seed maize during drying and conditioning Part 1: mechanical damage

### Summary

In this research we concentrated on the type, size and location of the mechanical damage of two corn genotypes (hybrides) caused during processing and in a commercial plant. The analysis of the mechanical damage was realized with two methods (Dye test and conductivity test with HI-8733) at the Agricultural University in Vienna and at the Federal Institute of Plant Production in Vienna (conductivity test with ASAC-1000). The germinative faculty and germinating power were realized by the Pioneer Hi-Bred International, Inc. (Parndorf).

The hybrid Dea exhibited stronger mechanical damage in comparison with the hybrid Helga till sizing stages. The round screen machines increased the mechanical damage further. During the sizing process with slot screens, there was a significant increase of mechanical damage, whereby the round kernels of the hybrid Helga proved to be the most sensitive.

The results of the analyses of the two conductivity tests were in a good agreement with each other. There was a linear relationship between the values of the mechanical damage found in the Dye test and by electrical conductivity. It is demonstrated that this is a convenient and important method which could be used to determine the seed quality of corn. In the hybrid Dea the germinative faculty and germination power were affected by mechanical damage less than expected, the diminution of the germination was caused primarily by germ-, back side- and flower stalk damage.

Key-words: maize, seedcorn, conditioning, mechanical damage, conductivity.

### 1. Einleitung

#### 1.1 Literaturübersicht

Mehrere Autoren haben in ihren Untersuchungen die enge Beziehung zwischen Kornform und den Kornverletzungen bei der Aufbereitung gezeigt. KIE-TREIBER (1973) und FIALA (1978 a, b) untersuchten die Zusammenhänge zwischen Kornform und Saatgutqualität. Die runden Körner weisen eine höhere Empfindlichkeit bezüglich Verletzungen der Keimanlage auf und daher können häufiger Keimschäden auftreten. SCHMIDT (1978 und 1979) sowie LEIST und SCHMIDT (1978 und 1979) haben anhand gezielter Probenentnahmen im Verlauf der Saatgutaufbereitung nachgewiesen, an welchen Stellen und in welchem Ausmaß die Keimfähigkeitsverluste auftreten. JINDAL et al. (1979) untersuchten die Beschädigungsempfindlichkeit der Maiskörner mit dem unelastischen Schlaghammer in Abhängigkeit von Schlaggeschwindigkeit, Siebgröße, Korngröße, Feuchtigkeit und Temperatur. SINGH und FINNER (1983) konstruierten eine Zentrifugalschlagmaschine zur Feststellung der Beschädigungsempfindlichkeit. Aus den Ergebnissen folgt, daß die Beschädigung bei höherer Schlaggeschwindigkeit ansteigt. Bei niedriger Kornfeuchtigkeit war die Beschädigung ebenfalls größer. SPITTEL (1984) untersuchte mögliche Keimfähigkeitsverluste in Abhängigkeit von Sortentyp, Kornfeuchte und unterschiedlichen Ernteterminen (Reifegraden) sowie den Aufbereitungsbedingungen des Saatgutes. Sie hat die Stoßvorgänge in Laborversuchen simuliert. Einzelne Maiskörner wurden an bestimmten Stellen am Korn mit unterschiedlichen, aber definierten Geschwindigkeiten und verschiedenen Werkzeugformen gestoßen und anschließend wurden die äußeren Kornbeschädigungen und die Keimfähigkeit

untersucht. Die Ergebnisse zeigten, daß die hartmaisartigen Sorten viel empfindlicher sind als zahnmaisartige und daß die äußeren Kornbeschädigungen praktisch in keiner Beziehung zur Keimfähigkeit stehen. KUSTERMANN (1986) stellte bei experimentellen Laboruntersuchungen zum Verhalten von Maiskörnern unter dynamischer Belastung an unterschiedlichen Stellen ihre Oberfläche fest, daß das Ausmaß der Beschädigung mit zunehmender Relativgeschwindigkeit ansteigt. LIAO et al. (1991) entwickelten „Image processing and pattern recognition technics for real time“ für Maiskornbruch und Pericarpbeschädigung. Die Körner wurden vor den Untersuchungen mit 0,2 % Brilliant-Blue-R-250-Lösung eingefärbt. LIAO et al. (1992) entwickelten ein „machine vision system“ für ganze und zerbrochene Körner (gebrochene Krone, tip cap und längs laufende Sprünge). Die erfolgreiche Klassifizierung im Vergleich mit der menschlichen Überprüfung war 91 % resp. 93 %. Die Verarbeitungszeit betrug 1,5 s für ein Korn.

## 1.2 Problemstellung

Die Probleme der Qualitätsminderung durch die Technisierung der Saatmaisproduktion beginnen schon bei der Ernte. Im Laufe der Verarbeitung bei der Trocknung und der Aufbereitung kommt es zu weiteren Qualitäts- und Mengenverlusten durch die mechanischen Beanspruchungen. Die Qualitätsverluste bestehen vor allem in Keimfähigkeits- bzw. Feldaufgangsverminderungen, die aufgrund von mechanischen Beschädigungen und von Rissen auftreten. Die beschädigten Stellen ermöglichen den Eintritt von Mikroorganismen, erhöhen die Oxydation während der Lagerung und nach dem Anbau und wirken sich in der Folge negativ auf die Keimfähigkeit und den Feldaufgang aus.

Die vorliegende Arbeit hat deshalb folgende Ziele:

- Das Gut auf seinem Weg während der Aufbereitung zu beobachten und nach den verschiedenen Aufbereitungsmaschinen und Schüttgutförderern die Saatgutqualität unter Anwendung bestimmter Methoden im Hinblick auf die mechanischen Beschädigungen zu untersuchen, auch in Abhängigkeit von verschiedenen Maishybriden.
- Die Ergründung der Ursachen für die mechanischen Beschädigungen, diese in den einzelnen Teilschritten der Aufbereitung herauszugreifen und Hinweise für die Praxis abzuleiten, welche zur Reduzierung der mechanischen Beschädigungen beitragen.
- Die mit verschiedenen Methoden der Bestimmung von Größe und Auswirkung des Beschädigungsgrades erzielten Ergebnisse zu vergleichen und Unterschiede oder Übereinstimmung festzustellen.

## 2. Material und Methoden

### 2.1 Maishybriden und Probeentnahme

In der Kampagne 1991/92 und 1992/93 wurde Saatgut der Hybriden Dea (3839) und Helga (3902) untersucht. Diese Hybriden wurden nach den Anforderungen der Firma Pioneer und dem Bedarf der Untersuchungen und der Zielsetzung der Arbeit gewählt.

Die wichtigsten Charakteristiken der untersuchten Maishybriden sind folgende:

Dea RZ 290, eine mittelspäte Einfachhybride (FAO-Zahl 290) mit Zahnmaischarakter, gilt als anpassungsfähig, standfest, mit gleichbleibend stabilen Erträgen

Helga RZ 290, eine mittelspäte Einfachhybride (FAO-Zahl 290) mit Zahnmaischarakter, extrem dünne Spindel mit hohem Kornanteil und rascher Abreife, hohe und trockene Kornerträge, bevorzugt günstige Anbaulagen

Die Proben für die Untersuchungen wurden während des Aufbereitungsprozesses in Parndorf gezogen. Von jeder Hybride wurden wegen der unterschiedlichen Erntetermine

zwei verschiedene Partien untersucht. Die nach der Trocknung (vor dem Reibeln) gezogenen Kolbenproben wurden handgerebelt und in Plastikdosen wie auch die anderen angelieferten Saatgutproben am Institut für Land-, Umwelt- und Energietechnik der Universität für Bodenkultur gelagert. Bei jeder Probeentnahme wurden in bestimmten Zeitintervallen fünf Muster gezogen. Im Verlaufe der Untersuchungen wurden von jedem Muster vier Wiederholungen gemacht. Jeder Mittelwert weist damit einen Stichprobenumfang von 20 Messungen auf.

Die einzelnen, bei allen Partien identischen Probenahmestellen wurden so gewählt, daß der ganze Aufbereitungsprozeß umfaßt wurde, mit Schwerpunktsetzung auf die erwartungsgemäß neuralgischen Stellen (Reibeln, Elevatoren – Fördervorgänge zwischen den Aufbereitungsschritten, Kalibrieren), bei denen gehäuft mechanische Beschädigungen auftreten.

Probeentnahmestellen:

1. nach der Kolbentrocknung
2. nach dem Reibeln
3. vor der Reinigung
4. nach der Reinigung
5. Zwischenlagerung im Silo (nur bei der Hybride Helga)
5. vor dem Rundlochsieb
6. nach dem Rundlochsieb, Mittel-Fraktion (M)
7. nach dem Rundlochsieb, Groß-Fraktion (G)
8. nach dem Schlitzlochsieb, Mittel-flach-Fraktion (MF)
9. nach dem Schlitzlochsieb, Mittel-rund-Fraktion (MR)
10. nach dem Schlitzlochsieb, Groß-flach-Fraktion (GF)
11. nach dem Schlitzlochsieb, Groß-rund-Fraktion (GR)
12. nach dem Gewichtsausleser, Mittel-flach-Fraktion (MF)
13. nach dem Gewichtsausleser, Mittel-rund-Fraktion (MR)
14. nach dem Gewichtsausleser, Groß-flach-Fraktion (GF)
15. nach dem Gewichtsausleser, Groß-rund-Fraktion (GR)

## 2.2 Untersuchungen

An der Universität für Bodenkultur Wien, der Bundesanstalt für Pflanzenbau in Wien und bei der Firma Pioneer (Parndorf) wurden folgende Tests und Versuche durchgeführt:

- Dye-Test
- ISTA-Warm- und Kalttest
- Leitfähigkeitsmessungen

### 2.2.1 Dye-Test

Dieser Test wurde in der Standardmethode angewendet. Bei der Auswertung wurde er im Interesse einer genaueren Beurteilung der Kornbeschädigungen geändert.

Lösung: Eine 0,1 %ige Napthol-Blue-Black-Lösung wurde hergestellt. (1,0 g NBB + 1000 ml dest. Wasser)

Methode: Saatgut wurde in ein Becherglas gegeben, die Lösung zugegeben, bis die Körner bedeckt waren, nach der Färbedauer von ca. 30 Sekunden wurden die Körner mit fließendem Wasser gut abgewaschen und dann ausgewertet. Durch die Einfärbung werden die Beschädigungen (intensiv gefärbt) deutlich erkennbar.

Jedes einzelne Korn wurde unter der Lupe untersucht und nach der Lage und Art der Beschädigung auf folgende Weise bonitiert:

Lage der Beschädigung:	Art der Beschädigung:
Gruppe 1: Keim	Gruppe 1: Unbeschädigte Körner
Gruppe 2: Vorderseite	Gruppe 2: Flächige Beschädigung
Gruppe 3: Blütenstielchen	Gruppe 3: Spalten (Risse)
Gruppe 4: Kornkuppe	Gruppe 4: Kornbruch
Gruppe 5: Flanke	
Gruppe 6: Rückseite	
Gruppe 7: Rundum	

### 2.2.2 Leitfähigkeit

Die Leitfähigkeit einer wäßrigen Lösung ist ein Maß für die zum Ladungstransport zur Verfügung stehenden Ionen. Diese Methode wurde zur Quantifizierung der Beschädigung benützt, weil sie mit sehr kleinen Gutmengen (auch mit einem Korn) durchgeführt werden kann. Es wird die Tatsache ausgenützt, daß aus beschädigten Zellen eines Korns wesentlich mehr Elektrolyte in Lösung gehen, wenn die Körner in deionisiertes oder destilliertes Wasser getaucht werden, als bei unbeschädigten Körnern (LAMPETER 1980). Die

elektrische Leitfähigkeit des Tauchbades hängt direkt von der Elektrolytkonzentration ab. Bei den Versuchen muß berücksichtigt werden, daß das Leitfähigkeitsniveau mit steigender Temperatur zunimmt und von der Größe der Kornoberfläche und der Kornmasse abhängt – große Körner produzieren mehr Elektrolyte als kleine – und daß auch bei unbeschädigten Körnern ein gewisser Ionentransport stattfindet.

Die Berücksichtigung der Kornoberfläche erfolgte bei den Messungen mit dem Gerät HI-8733 dadurch, daß die Meßwerte auf die Kornmasse bezogen wurden. Bei den Versuchen mit dem Gerät ASAC-1000 wurden die Körner immer mit bestimmter Kalibrierung, also fast gleicher Kornoberfläche gemessen. Der grundlegende Unterschied zwischen beiden Geräten liegt darin, daß bei den Untersuchungen mit HI-8733 nur Mittelwerte für bestimmte Mengen (Gruppe) erfaßt werden, mit dem ASAC-1000 dagegen die Werte für einzelne Körner gemessen werden. Diese Tatsache wurde zur Messung verschiedenartig beschädigter Körner ausgenutzt. Bei HI-8733 ist der Abstand der Elektroden definiert, daher erfolgt die Angabe des Meßwertes in der Einheit  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Bei ASAC-1000 wird dagegen mit einem bestimmten konstanten Flüssigkeitsvolumen je Zelle gearbeitet, der Leitfähigkeitswert wird deshalb nicht auf den Elektrodenabstand bezogen ( $\mu\text{S}$ ).

#### 2.2.2.1 Leitfähigkeitsmessungen mit HI-8733

Der HI-8733 Leitfähigkeitsmeter der Firma Hanna Instruments (Deutschland) ist ein Handgerät mit Tauchsonde. Die Hauptteile sind eine 4-Ring-Tauchsonde mit eingebauter Temperatursonde, das Datenerfassungs-, Verrechnungs- und Anzeigegerät. Die Temperaturdifferenzen werden mit Hilfe des integrierten NTC-Sensorschaltkreises automatisch kompensiert.

Die Messungen wurden an der Universität für Bodenkultur im Institut für Land-, Umwelt- und Energietechnik durchgeführt. Von jedem Muster wurden vier Wiederholungen angesetzt. In Bechergläser wurden 10,0 g Körner eingelegt und 100 ml destilliertes Wasser mit einer Temperatur von 25 °C zugegeben. Die gesamte Einweichezeit betrug 52 Stunden. Die Leitfähigkeitswerte wurden bei allen Versuchen in gleichen Zeitabständen gemessen.

Die aus den Körnern übertragenen Elektrolyte verteilen sich nicht gleichmäßig im destillierten Wasser. Deshalb wurden alle Probebecher vor den Messungen gleichmäßig umgerührt, um homogene Bedingungen zu schaffen. Die Sonde wurde in die Meßlösung getaucht, die Meßwerte wurden an der Digitalanzeige abgelesen. Um das Verschleppen der Elektrolyte von einem Glasbecher in den anderen zu vermeiden, wurde die Meßelektrode zwischen einzelnen Messungen im destillierten Wasser gespült.

#### 2.2.2.2 Leitfähigkeitsmessungen mit ASAC-1000

Der ASAC-1000 („Automatic Seed Analyzer“) ermöglicht die parallele Leitfähigkeitsmessung von 100 einzelnen Körnern. Die Hauptteile der Anlage sind Datenerfassungs-, Verrechnungs- und Auswerteeinheit, Elektrodenkopf und Tablett mit 100 Zellen. In die Zellen des entsprechenden Tablett wird gleichviel destilliertes Wasser gegeben. Dann wird in jede Vertiefung ein Mais Korn eingelegt. Nach der Dateneingabe (Datum, Uhrzeit, Graphik und Partienummer) ist das Gerät zur Messung vorbereitet. Das Gerät soll eine halbe Stunde vor Meßbeginn zum Aufwärmen eingeschaltet werden.

Bei den Messungen wurde der Elektrodenkopf auf das entsprechende Tablett aufgesetzt. Die einzelnen gemessenen Werte, Klassenhäufigkeit und Verteilung der Gruppe wurden nach jeder Messung ausgedruckt. Zwischen den Messungen wurde der Elektrodenkopf wegen des Übertragens von Elektrolyten, die den Meßelektroden anhaften, in ein Tablett mit entionisiertem Wasser gegeben. Die Leitfähigkeitsanalyse mit dem ASAC-Gerät wurde an der Bundesanstalt für Pflanzenbau Wien durchgeführt. Für die Versuche wurde dasselbe Material wie bei den Messungen mit HI-8733 verwendet. Weiters wurden auch ausgesuchte Körner mit verschiedenen Beschädigungen gemessen.

#### 2.2.3 Keimfähigkeit

Die Keimfähigkeitsbestimmung wurde mit dem sogenannten ISTA-Warmtest durchgeführt. Diese Methode für die Keimfähigkeitsprüfung ist in den „Internationalen Vorschriften für die Prüfung von Saatgut“ (1985) der ISTA (Internationale Vereinigung für Saatgut) festgelegt. Das Saatgut wurde gebeizt. Die Versuche wurden teils an der Universität für Bodenkultur Wien und teils im Labor in Parndorf durchgeführt. Bedingungen und Aufenthaltsdauer im Warmraum:

+25 °C	8 Stunden pro Tag Beleuchtung
90 %–95 % rel. Luftfeuchte	6 Tage Aufenthalt

Der Warmtest wird in drei Qualitätsgruppen evaluiert. Allein die Gruppe 1 (ohne Fehler und gut entwickelte Keimlinge) gilt als keimfähig.

#### 2.2.4 Triebkraft

Die Bedeutung dieses Tests liegt in der Verwendung von Ackererde, also einem natürlichen Substrat, und in der siebentägigen Kaltphase bei 10 °C, wodurch die Keimung gezielt verzögert wird. Damit selektiert der Kalttest keimlabile Partien. Das sind Partien, die unter den optimalen Prüfungsbedingungen in Sand- oder Filterpapier noch keimen (mindestens 90 %); bei niedriger Temperatur und in Erde zeigen sich aber Keimschäden, indem ein Teil der Samen gar nicht keimt oder sich abnormal entwickelt. Der Kalttest ist, wie auch andere ähnliche Triebkraftprüfungen, im Triebkrafthandbuch der ISTA und AOSA (1983) standardisiert. Die Prüfungsbedingungen – Art des Filterpapiers, Ablagemethodik, Bodenart, pH-Wert, Feinheitsgrad und Feuchtigkeit der Erde, als auch Prüfungsdauer, -temperatur und die Beurteilung der Keimlinge – sind definiert. Der mikrobiologische Zustand der Erde ist nicht definiert.

Tabelle 1

*Mechanische Beschädigungen an den Probeentnahmestellen 1 bis 5*

Lage bzw. Art der Beschädigung	1 – vor d. Rebn	2 – nach d. Rebn	Probeentnahmestelle			
			3 – vor der Reinigung	4 – nach der Reinigung	S – Silo- Zwischenla.	5 – vor dem Rundlochs.
Relative Anteile (%)						
<b>Hybride Dea, Partie 1</b>						
gebrochene Körner	0,0	0,1	0,1	0,0	–	0,0
Keim	0,1	1,4	2,6	3,7	–	5,6
Vorderseite	0,3	2,0	2,3	2,3	–	3,5
Blütenstielchen	0,0	0,0	0,2	0,0	–	0,0
Kornkuppe	2,0	4,0	4,9	6,5	–	6,2
Flanke	0,1	0,1	0,5	0,8	–	0,3
Rückseite	0,1	0,8	1,3	0,9	–	0,7
rundum	0,0	0,1	0,1	0,2	–	0,0
Summe	2,6	8,5	12,0	14,4	–	16,3
<b>Hybride Dea, Partie 2</b>						
gebrochene Körner	0,1	0,1	0,0	0,1	–	0,1
Keim	0,4	1,7	4,1	4,4	–	7,1
Vorderseite	0,4	1,2	2,4	3,1	–	2,3
Blütenstielchen	0,2	0,1	0,0	0,0	–	0,0
Kornkuppe	0,9	3,3	5,1	6,0	–	4,5
Flanke	0,0	0,3	0,1	0,0	–	0,2
Rückseite	0,3	1,2	0,8	0,7	–	0,9
rundum	0,0	0,1	0,2	0,1	–	0,1
Summe	2,3	8,0	12,7	14,4	–	15,2
<b>Hybride Helga, Partie 1</b>						
gebrochene Körner	1,3	0,9	0,6	0,6	0,1	0,3
Keim	0,1	0,1	0,0	0,1	0,2	0,1
Vorderseite	0,2	0,1	0,2	0,1	0,6	0,1
Blütenstielchen	1,0	1,5	1,3	1,7	2,1	2,2
Kornkuppe	2,3	2,0	2,6	2,2	3,4	2,4
Flanke	0,6	0,7	0,6	0,7	1,1	0,6
Rückseite	0,6	1,2	1,4	1,5	0,3	0,7
rundum	0,0	0,5	0,7	0,5	0,5	0,7
Summe	6,1	7,0	7,4	7,4	8,3	7,1
<b>Hybride Helga, Partie 2</b>						
gebrochene Körner	1,4	0,8	0,8	0,1	0,1	0,2
Keim	0,1	0,3	0,2	0,5	0,7	0,2
Vorderseite	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Blütenstielchen	1,3	2,4	2,9	2,0	3,8	4,6
Kornkuppe	1,9	2,5	2,0	2,7	4,3	2,5
Flanke	0,3	0,8	0,5	0,6	0,9	1,1
Rückseite	0,8	0,6	0,4	0,5	0,5	0,6
rundum	0,0	0,2	0,1	0,4	0,3	0,3
Summe	5,9	7,7	7,0	6,9	10,7	9,6

Bedingungen und Aufenthaltszeiten in den Keimräumen:  
 Kaltraum: +10 °C Warmraum: +25 °C  
 ca. 85 % rel. Luftfeuchte 90 %-95 % rel. Luftfeuchte  
 7 Tage Aufenthalt 6 Tage Aufenthalt

Die Evaluierung des Kalttests erfolgt in fünf Qualitätsgruppen. Die Gruppe 1 (ohne Fehler; gut entwickelte Keimlinge) und Gruppe 2 (mit kleinen Fehlern behaftete, doch gut entwickelte Keimlinge) sind „feldtüchtig“ und werden als triebkräftig gewertet.

### 3. Ergebnisse und Diskussionen

Die Ergebnisse der Ermittlung der mechanischen Beschädigungen sind aus den Tabellen 1 (vgl. gegenüberliegende Seite) bis 4 ersichtlich.

Die Abkürzungen bedeuten:

NG – nicht getrennte Körner MF – Mittel-flach-Fraktion  
 M – Mittel-Fraktion MR – Mittel-rund-Fraktion  
 G – Groß-Fraktion GF – Groß-flach-Fraktion  
 GR – Groß-rund-Fraktion

Tabelle 2

*Mechanische Beschädigungen an den Probeentnahmestellen 5 bis 7 (Rundlochsieb)*

Lage bzw. Art der Beschädigung	Probeentnahmestelle					
	Partie 1			Partie 2		
	5 – vor dem Rundlochs.	6 – nach d. Rundlochs.	7 – nach d. Rundlochs.	5 – vor dem Rundlochs.	6 – nach d. Rundlochs.	7 – nach d. Rundlochs.
	NG	M	G	NG	M	G
Relative Anteile (%)						
Hybride Dea						
gebrochene Körner	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0
Keim	5,6	6,3	10,0	7,1	6,8	10,2
Vorderseite	3,5	8,3	2,9	2,3	4,5	3,5
Blütenstielchen	0,0	0,2	0,0	0,0	0,1	0,1
Kornkuppe	6,2	5,1	4,6	4,5	5,4	4,5
Flanke	0,3	0,4	0,2	0,2	0,4	0,3
Rückseite	0,7	1,6	0,5	0,9	1,7	0,2
rundum	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0
Summe	16,3	22,0	18,2	15,2	18,9	18,8
Hybride Helga						
gebrochene Körner	0,3	0,2	0,0	0,2	0,0	0,0
Keim	0,1	1,4	1,0	0,2	3,4	1,5
Vorderseite	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2
Blütenstielchen	2,2	4,0	1,6	4,6	6,5	3,8
Kornkuppe	2,4	2,8	2,9	2,5	2,3	2,0
Flanke	0,6	0,6	1,3	1,1	0,8	0,6
Rückseite	0,7	1,0	0,9	0,6	1,5	1,1
rundum	0,7	0,1	0,2	0,3	0,1	0,4
Summe	7,1	10,2	8,0	9,6	14,7	9,6

In den eigenen Auswertungen wurden vier Bereiche gebildet:

Bereich 1: Nicht getrennte Körner (Probeentnahmestellen 1 bis 5, also die Stationen Rebler, Aspirateur, Elevatoren und bei der Hybride Helga zusätzlich noch die Zwischenlagerung im Silo)

Bereich 2: Körner vor und nach dem Rundlochsieb (Probeentnahmestellen 5 bis 7)

Bereich 3: Körner der Mittel-Fraktion vor und nach dem Schlitzlochsieb (Probeentnahmestelle 6, 8, 9); Körner der Groß-Fraktion vor und nach dem Schlitzlochsieb (Probeentnahmestellen 7, 10, 11)

Tabelle 3

*Mechanische Beschädigungen an den Probeentnahmestellen 6 bis 11*

Lage bzw. Art der Beschädigung	Probeentnahmestelle					
	6 – nach d.	8 – nach d.	9 – nach d.	7 – nach d.	10 – nach d.	11 – nach d.
	Rundloch- sieb M	Schlitz- lochsieb MF	Schlitz- lochsieb MR	Rundloch- sieb G	Schlitz- lochsieb GF	Schlitz- lochsieb GR
Relative Anteile (%)						
<b>Hybride Dea, Partie 1</b>						
gebrochene Körner	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0
Keim	6,3	9,9	14,1	10,0	16,4	11,1
Vorderseite	8,3	12,2	8,5	2,9	6,5	6,4
Blütenstielchen	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Kornkuppe	5,1	10,4	6,3	4,6	6,8	6,2
Flanke	0,4	0,6	0,7	0,2	0,1	0,8
Rückseite	1,6	1,6	2,7	0,5	0,1	1,9
rundum	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0
Summe	22,6	34,8	32,4	18,2	30,0	26,4
<b>Hybride Dea, Partie 2</b>						
gebrochene Körner	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Keim	6,8	12,0	19,8	10,2	16,2	12,4
Vorderseite	4,5	10,5	10,0	3,5	5,3	5,8
Blütenstielchen	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0
Kornkuppe	5,4	8,9	4,5	4,5	7,3	6,7
Flanke	0,4	0,4	1,3	0,3	0,4	0,4
Rückseite	1,7	1,2	2,6	0,2	0,6	1,5
rundum	0,0	0,0	0,2	0,0	0,1	0,0
Summe	18,9	33,1	38,4	18,8	29,9	26,8
<b>Hybride Helga, Partie 1</b>						
gebrochene Körner	0,2	0,3	0,4	0,0	0,2	0,2
Keim	1,4	1,6	11,7	1,0	1,2	8,4
Vorderseite	0,1	0,2	0,9	0,1	1,0	5,7
Blütenstielchen	4,0	5,2	8,7	1,6	3,0	2,3
Kornkuppe	2,8	4,0	3,0	2,9	2,7	4,4
Flanke	0,6	0,6	2,4	1,3	1,2	3,2
Rückseite	1,0	0,5	6,0	0,9	3,1	13,6
rundum	0,1	0,1	0,8	0,2	0,6	2,0
Summe	10,2	12,5	33,9	8,0	13,0	39,8
<b>Hybride Helga, Partie 2</b>						
gebrochene Körner	0,0	1,3	0,1	0,0	0,1	0,1
Keim	3,4	1,7	15,4	1,5	1,0	9,9
Vorderseite	0,1	0,2	1,9	0,2	1,1	5,4
Blütenstielchen	6,5	9,6	14,0	3,8	5,2	4,0
Kornkuppe	2,3	3,5	3,9	2,0	3,3	3,3
Flanke	0,8	1,1	2,1	0,6	1,4	3,7
Rückseite	1,5	0,8	5,8	1,1	5,9	16,9
rundum	0,1	0,1	0,8	0,4	0,2	1,3
Summe	14,7	18,3	44,0	9,6	18,2	44,6

Bereich 4: Körner der einzelnen Fraktionen vor dem Gewichtsausleser und nach dem Gewichtsausleser (Probeentnahmestellen 8 bis 15)

Dank dieser Trennung ist es möglich, schrittweise auch den Einfluß der einzelnen Aufbereitungsmaschinen und Elevatoren auf die Entwicklung der mechanischen Beschädigungen bzw. die Verminderung der Keimfähigkeit und Triebkraft festzustellen. Von Anfang an unterschieden sich beide Hybriden grundsätzlich im relativen Anteil an gebrochenen Körnern und Blütenstielchenverletzungen.

Tabelle 4

*Mechanische Beschädigungen an den Probeentnahmestellen 8 bis 15*

Lage bzw. Art der Beschädigung	Probeentnahmestelle							
	8 - nach dem Schlitzi-lochsieb MF	12 - nach dem Gewichts-ausleser MF	9 - nach dem Schlitzi-lochsieb MR	13 - nach dem Gewichts-ausleser MR	10 - nach dem Schlitzi-lochsieb GF	14 - nach dem Gewichts-ausleser GF	11 - nach dem Schlitzi-lochsieb GR	15 - nach dem Gewichts-ausleser GR
	Relative Anteile (%)							
Hybride Dea, Partie 1								
geb broch. Körner	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
Keim	9,9	10,3	14,1	16,3	16,4	15,2	11,1	8,6
Vorderseite	12,2	10,6	8,5	7,4	6,5	4,7	6,4	3,1
Blütenstielchen	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0
Kornkuppe	10,4	5,6	6,3	4,5	6,8	4,5	6,2	4,7
Flanke	0,6	0,6	0,7	1,0	0,1	0,2	0,8	0,3
Rückseite	1,6	1,4	2,7	1,9	0,1	0,5	1,9	1,2
rundum	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2
Summe	34,8	28,7	32,4	31,1	30,0	25,2	26,4	18,1
Hybride Dea, Partie 2								
geb broch. Körner	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Keim	12,0	9,2	19,8	18,5	16,2	12,7	12,4	11,9
Vorderseite	10,5	7,1	10,0	6,8	5,3	3,9	5,8	2,1
Blütenstielchen	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Kornkuppe	8,9	5,0	4,5	4,3	7,3	5,5	6,7	4,1
Flanke	0,4	1,4	1,3	0,9	0,4	0,1	0,4	0,2
Rückseite	1,2	1,4	2,6	2,7	0,6	0,5	1,5	1,0
rundum	0,0	0,0	0,2	0,1	0,1	0,1	0,0	0,2
Summe	33,1	24,2	38,4	33,5	29,9	22,8	26,8	19,5
Hybride Helga, Partie 1								
geb broch. Körner	0,3	0,0	0,4	0,0	0,2	0,0	0,2	0,0
Keim	1,6	1,2	11,7	18,7	1,2	1,3	8,4	7,0
Vorderseite	0,2	0,5	0,9	3,8	1,0	1,5	5,7	6,5
Blütenstielchen	5,2	3,8	8,7	4,3	3,0	2,0	2,3	2,2
Kornkuppe	4,0	1,8	3,0	5,6	2,7	2,1	4,4	3,8
Flanke	0,6	1,2	2,4	1,4	1,2	0,7	3,2	1,6
Rückseite	0,5	0,6	6,0	12,8	3,1	4,1	13,6	15,0
rundum	0,1	0,0	0,8	0,1	0,6	0,1	2,0	0,5
Summe	12,5	9,1	33,9	46,7	13,0	11,8	39,8	36,6
Hybride Helga, Partie 2								
geb broch. Körner	1,3	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0
Keim	1,7	2,0	15,4	23,0	1,0	1,1	9,9	9,1
Vorderseite	0,2	0,5	1,9	2,8	1,1	1,2	5,4	6,7
Blütenstielchen	9,6	6,7	14,0	10,1	5,2	3,6	4,0	3,5
Kornkuppe	3,5	2,3	3,9	4,7	3,3	2,7	3,3	4,3
Flanke	1,1	1,2	2,1	1,9	1,4	2,1	3,7	2,3
Rückseite	0,8	1,5	5,8	15,0	5,9	5,5	16,9	13,9
rundum	0,1	0,0	0,8	0,0	0,2	0,1	1,3	0,0
Summe	18,3	14,2	44,0	57,5	18,2	16,3	44,6	39,8

## Bereich 1

Die Erhöhung des Anteils verletzter Körner der Hybride Dea von der Trocknung bis zum Rundlochsieb beträgt 13,7 %-Einheiten bei der Partie 1 und 12,9 %-Einheiten bei der Partie 2. Der größte Sprung innerhalb dieses Bereiches wurde nach dem Rebell festgestellt, und zwar um 5,9 % bzw. 5,7 %-Einheiten. Bedeutungsvoll ist auch der Einfluß der Elevatoren. Nach dem ersten Durchgang (Probeentnahmestellen 2 und 3) erhöhte sich die Zahl der mechanisch beschädigten Körner um 3,5 % bzw. 4,7 %. Die Körner waren meist an

Keim, Vorderseite und Kornkuppe beschädigt. Bei der Hybride Helga wurde es dank der Zwischenlagerung im Silo möglich, auch den Einfluß der Silobefüllung festzustellen. Der Anteil der mechanischen Beschädigungen nach dem Reibeln ist um 0,9 % (Partie 1) und um 1,8 % (Partie 2) gestiegen, wobei sich eigentlich nur die Zahl der Blütenstielchenbeschädigungen signifikant erhöhte.

#### Bereich 2

Aus den Ergebnissen folgt, daß durch das Rundlochsieb bei der Hybride Dea vor allem der Keimling und die Vorderseite, bei der Hybride Helga meist der Keimling und das Blütenstielchen beschädigt wurden, wobei die Unterschiede zwischen den Fraktionen „mittel“ und „groß“ deutlich waren.

#### Bereich 3

Im dritten Bereich wurden die Fraktionen „mittel“ und „groß“ weiter in je zwei Fraktionen, und zwar „rund“ und „flach“ geteilt. Aus den Ergebnissen folgt, daß die gesamten Beschädigungen durch das Schlitzlochsieb höher als jene durch das Rundlochsieb sind. Auch am Schlitzlochsieb wurden bei der Hybride Dea vor allem Keimling, Vorderseite und Kornkuppe beschädigt. Bei der Hybride Helga ist es zur deutlichen Erhöhung der mechanischen Beschädigungen an der ganzen Kornoberfläche gekommen. Am meisten sind aber Keimling, Blütenstielchen und Rückseite betroffen. Die runden Körner sind stärker beschädigt als die flachen Körner.

#### Bereich 4

In diesem Bereich sollte es zu keinen mechanischen Beschädigungen gekommen sein. Die Sortierung des Materials wird innerhalb der einzelnen Fraktionen aufgrund von Dichte und Oberflächenbeschaffenheit durchgeführt. Bei der Hybride Dea sind die wesentlichen Verbesserungen der Saatgutqualität bei allen Fraktionen zu erkennen. Bei der Hybride Helga ist es bei der Mittel-rund-Fraktion zu einer Erhöhung des Anteils der mechanisch beschädigten Körner gekommen. Die Erhöhung der Summen ist durch die Steigerung der mechanischen Beschädigungen von Keimling, Vorderseite bzw. Rückseite verursacht. In allen Fällen ist die Zahl der Blütenstielchen- und Rundumbeschädigungen gesunken.

Für die Leitfähigkeitsuntersuchungen wurde dasselbe Material wie bei Dye-Test, Warmtest und Kalttest benutzt. Auch bei den Leitfähigkeitsmessungen wurden von fünf Mustern vier Wiederholungen mit HI-8733 getestet. Mit ASAC-1000 wurden für jede Probeentnahmestelle und Partie 100 Körner und weiters auch die Körner mit den verschiedenen Beschädigungen untersucht. Die ermittelten Werte sind in den Abbildungen 1 und 2 für HI-8733 und in den Abbildungen 3 und 4 für ASAC-1000 ersichtlich. Die mit HI-8733 gemessenen Werte (nach 24 Stunden) wurden statistisch im Vergleich zum Dye Test verrechnet. Die Aufgabe war, den Zusammenhang zwischen Leitfähigkeit und mechanischen Beschädigungen in Abhängigkeit von der Fraktion zu finden. Als Anpassungsmethode wurde eine Lineare Regression benutzt. Die grafischen Darstellungen für die Mittel-flach-Fraktion sind in der Abbildung 5 zu sehen.

Aus den Ergebnissen folgt:

- Die Anfangswerte sind bei der Hybride Dea höher als bei der Hybride Helga.
- Die Endwerte sind bei der Hybride Dea niedriger als bei Hybride Helga.
- Die Kurvensteigung ist bei der Hybride Helga größer als bei der Hybride Dea.
- Die Streubreite der gemessenen Werte mit ASAC-1000 ist bei der Hybride Helga größer als bei der Hybride Dea.

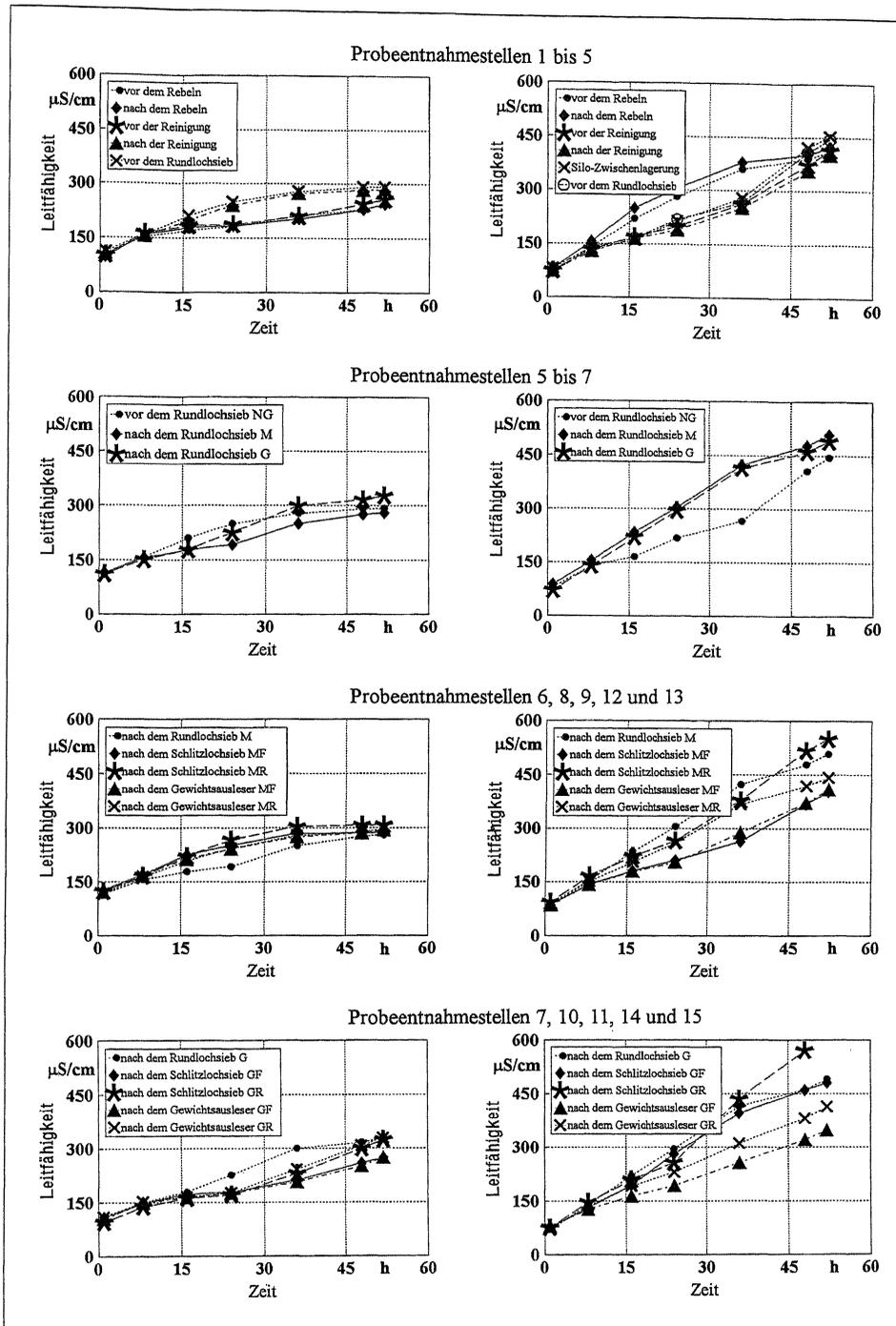


Abb. 1: Leitfähigkeitsmessungen mit HI-8733, Hybride Dea

Abb. 2: Leitfähigkeitsmessungen mit HI-8733, Hybride Helga

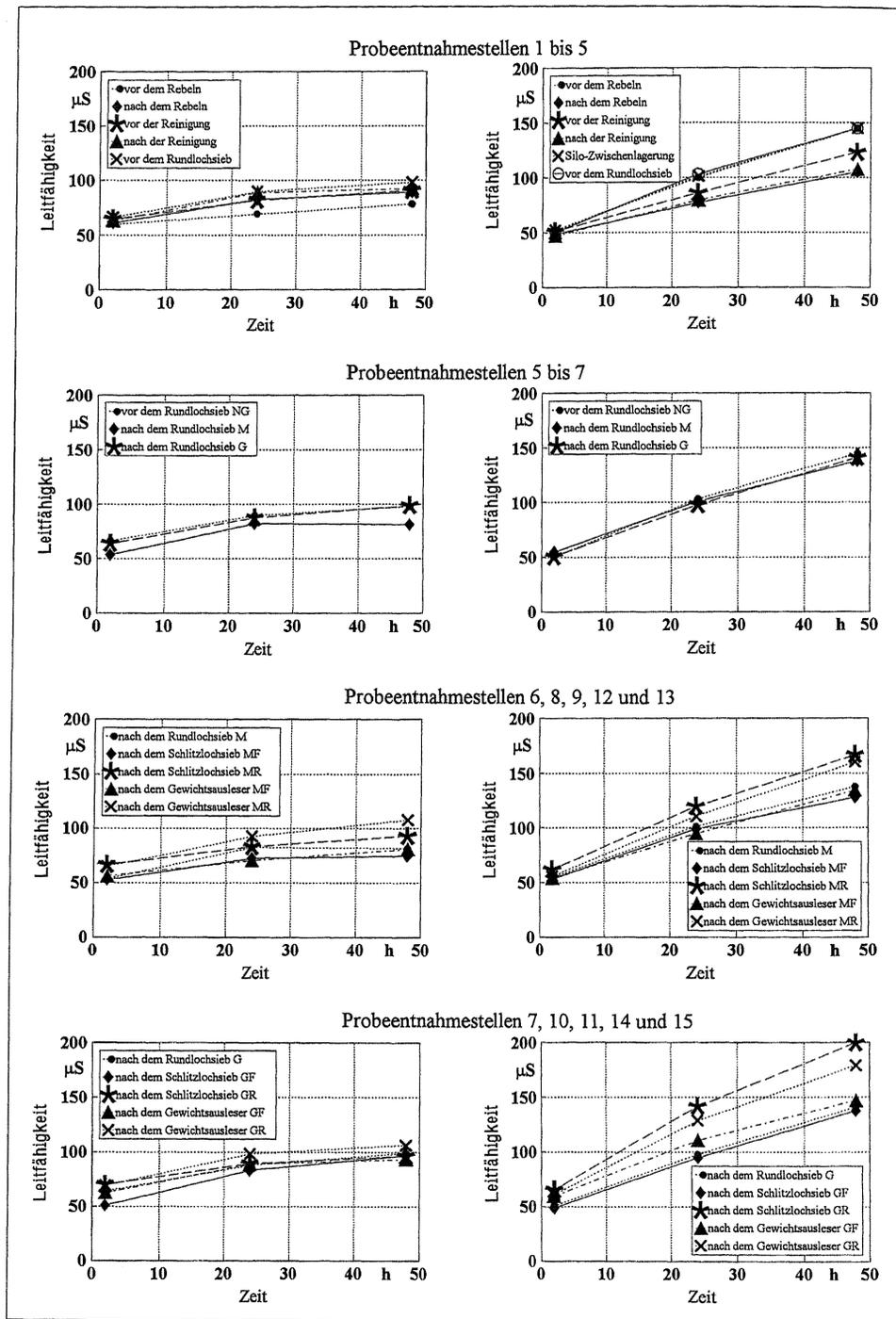


Abb. 3: Leitfähigkeitsmessungen mit ASAC-1000, Hybride Dea

Abb. 4: Leitfähigkeitsmessungen mit ASAC-1000, Hybride Helga

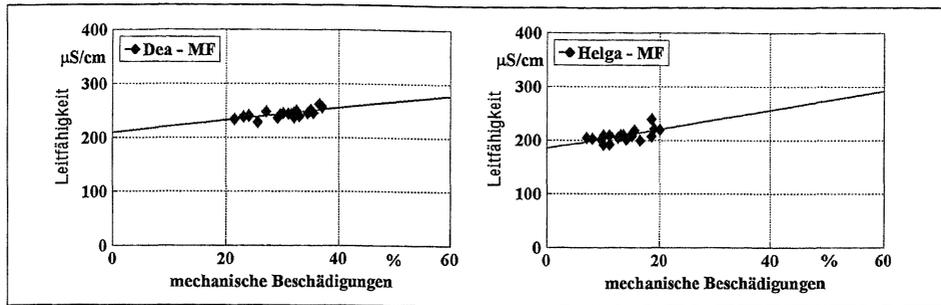


Abb. 5: Zusammenhang zwischen Leitfähigkeit und mechanischen Beschädigungen, Mittel-flach-Fraktion

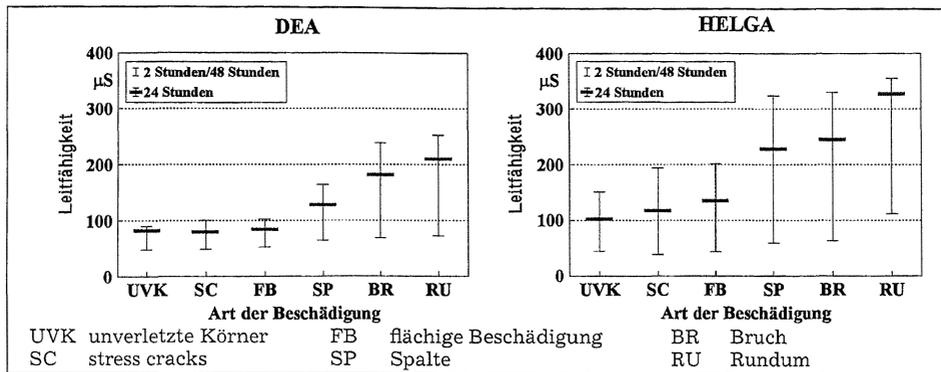


Abb. 6: Leitfähigkeit in Abhängigkeit von der Art der Beschädigung und der Prüfdauer (ASAC-1000)

- Die Differenzen der gemessenen Werte in den bestimmten Bereichen in Abhängigkeit von den Probeentnahmestellen sind bei der Hybride Dea geringer als bei der Hybride Helga.
- Die gemessenen Werte der Leitfähigkeit in Abhängigkeit von der Art der Beschädigung mit ASAC-1000 zeigen, daß, je größer die Beschädigung wurde, desto höher die Leitfähigkeit wurde. Es wurden Unterschiede zwischen den Hybriden gefunden (Abb. 6).
- Es wurde meist eine lineare Beziehung zwischen Leitfähigkeit und mechanischen Beschädigungen gefunden. Bei den Vergleichen muß berücksichtigt werden, daß für jede Fraktion und Hybride andere mechanische Beschädigungen charakteristisch sind.

Die Keimfähigkeit bzw. Triebkraft wurden bei der Firma Pioneer (Parndorf) mit ISTA-Warm- bzw. Kalttest ermittelt. Sie sind insbesondere bei der Hybride Dea durch die mechanischen Beschädigungen nicht so stark beeinflußt wie erwartet, wobei die Keimfähigkeitsverminderungen durch Keimlings-, Rückseite- und Blütenstielchenbeschädigungen verursacht wurden. Es wurde kein Einfluß des Erntezeitpunktes (Partie 1, Partie 2) auf mechanische Beschädigungen, Keimfähigkeit und Triebkraft weder bei der Hybride Dea noch bei der Hybride Helga gefunden, obwohl die beiden Erntezeitpunkte, insbesondere bei der Hybride Dea, deutlich unterschiedlich waren.

Die ermittelten Werte wurden varianzanalytisch verrechnet („One way Anova“ – Signifikanzniveau 0,05). Für den Mittelwertvergleich wurde der LSD-

(Bonferroni-)Test benutzt. Es wurde versucht, die Beziehungen zwischen mechanischen Beschädigungen und Kalttest in der Abhängigkeit von der Probenentnahmestelle zu finden (z. B. Tab. 5 für Hybride Dea und Tab. 6 und 7 für Hybride Helga). Ein Sternchen kennzeichnet ein Paar von Mittelwerten, das zum Niveau 0,05 eine signifikante Differenz aufweist. Ist die Irrtumswahrscheinlichkeit größer als 0,05, wird die Stelle freigelassen. Weiters wurden Korrelationskoeffizienten zwischen mechanischen Beschädigungen und Kalttest berechnet. Sie sind in den Tabellen 8 und 9 ersichtlich. Die statistische Auswertung im vierten Bereich wurde für beide Hybriden und für jede Fraktion mittels „t-test for paired samples“ durchgeführt. Die Ergebnisse sind in der Tabelle 10 dargestellt.

Tabelle 5

Vergleich der Mittelwerte für mechanische Beschädigungen in Abhängigkeit von den Probenentnahmestellen 1 bis 5, Hybride Dea, Partie 1 und 2

Probenentnahmestelle	$\bar{x}$ (%)	Partie 1					$\bar{x}$ (%)	Partie 2				
		Signifikanzniveau						Signifikanzniveau				
		1	2	3	4	5		1	2	3	4	5
1 – vor dem Rebellen	2,6						2,2					
2 – nach dem Rebellen	8,6	*					8,0	*				
3 – vor der Reinigung	12,0	*	*				12,7	*	*			
4 – nach der Reinigung	14,4	*	*				14,4	*	*			
5 – vor dem Rundlochsieb	16,7	*	*	*			15,2	*	*			

Tabelle 6

Vergleich der Mittelwerte für mechanische Beschädigungen in Abhängigkeit von den Probenentnahmestellen 6, 8, 9, Hybride Helga, Partie 1 und 2

Probenentnahmestelle	$\bar{x}$ (%)	Partie 1			$\bar{x}$ (%)	Partie 2		
		Signifikanzniveau				Signifikanzniveau		
		6	8	9		6	8	9
6 – n. d. Rundlochsieb M	10,2				14,7			
8 – n. d. Schlitzlochsieb MF	12,5				18,3			
9 – n. d. Schlitzlochsieb MR	33,9	*	*		44,0	*	*	

Tabelle 7

Vergleich der Mittelwerte für mechanische Beschädigungen in Abhängigkeit von den Probenentnahmestellen 7, 10, 11, Hybride Helga, Partie 1 und 2

Probenentnahmestelle	$\bar{x}$ (%)	Partie 1			$\bar{x}$ (%)	Partie 2		
		Signifikanzniveau				Signifikanzniveau		
		7	10	11		7	10	11
7 – n. d. Rundlochsieb G	8,0				9,6			
10 – n. d. Schlitzlochsieb GF	13,0				18,2	*		
11 – n. d. Schlitzlochsieb GR	39,8	*	*		44,6	*	*	

Tabelle 8

Korrelationskoeffizienten und Irrtumswahrscheinlichkeit für die Hybride Dea

Probenentnahmestelle	MEB 1	P	MEB 2	P	TRIEB 1	P	TRIEB 2	P
1 bis 5	0,688	0,000	0,664	0,000	-0,155	0,093	-0,155	0,092
5 bis 7	0,688	0,000	0,664	0,000	-0,155	0,093	-0,155	0,092
6, 8, 9	0,688	0,000	0,667	0,000	-0,165	0,086	-0,165	0,102
7, 10, 11	0,785	0,000	0,782	0,000	-0,151	0,115	-0,151	0,112

Diese statistische Auswertung bestätigt die Tatsache, daß der Gewichtsausleser die Homogenität des Saatguts durch die Aussortierung der beschädigten Körner verbessert, wobei auch die Qualität (besserer Triebkraftwert) gestiegen ist.

Tabelle 9

*Korrelationskoeffizienten und Irrtumswahrscheinlichkeit für die Hybride Helga*

Probeentnahmestelle	MEB 1	P	MEB 2	P	TRIEB 1	P	TRIEB 2	P
1 bis 5	0,645	0,000	0,682	0,000	-0,355	0,001	-0,334	0,001
5 bis 7	0,645	0,000	0,682	0,000	-0,355	0,001	-0,334	0,001
6, 8, 9	0,649	0,000	0,688	0,000	-0,356	0,001	-0,335	0,002
7, 10, 11	0,660	0,000	0,710	0,000	-0,379	0,001	-0,350	0,001

Tabelle 10

*Die Ergebnisse des t-Tests bei gepaarten Versuchen für die Körner vor und nach dem Gewichtsausleser, Hybride Dea und Helga*

Probeentnahmestelle	Dea				Helga			
	MEB		TRIEB		MEB		TRIEB	
	Mittelw.	P	Mittelw.	P	Mittelw.	P	Mittelw.	P
8	33,95		97,80		15,40		95,90	
12	26,45	0,000	99,20	0,013	11,65	0,000	95,90	1,000
9	35,40		96,90		38,95		91,70	
13	32,30	0,015	96,70	0,662	52,10	0,000	93,00	0,070
10	29,95		98,70		15,60		96,50	
14	24,00	0,001	98,60	0,678	14,05	0,151	96,60	0,847
11	26,60		97,1		42,20		92,40	
15	18,80	0,000	98,10	0,063	38,20	0,010	93,10	0,511

MEB – mechanische Beschädigungen

SC – stress cracks

TRIEB – Triebkraft

P – Irrtumswahrscheinlichkeit (zweiseitig)

8 – vor dem Gewichtsausleser, MF

9 – vor dem Gewichtsausleser, MR

10 – vor dem Gewichtsausleser, GF

11 – vor dem Gewichtsausleser, GR

12 – nach dem Gewichtsausleser, MF

13 – nach dem Gewichtsausleser, MR

14 – nach dem Gewichtsausleser, GF

15 – nach dem Gewichtsausleser, GR

Tabelle 11

*Einfluß der Beschädigungen auf die Triebkraft von Saatmais, Hybriden Dea und Helga*

Art und Lage der Beschädigung	Dea – Triebkraft (%)	Helga – Triebkraft (%)
Unverletzte Körner	99	97
Keim – Spalten	96	81
Keim – flächige Beschädigungen	99	96
Vorderseite – alle Beschädigungen	99	91
Rückseite – alle Beschädigungen	92	90
Kornkuppe – alle Beschädigungen	98	94
Blütenstielchen – alle Beschädigungen	–	92
stress cracks	97	94

Der Einfluß von Art und Lage der Beschädigung auf die Triebkraft ist in der Tabelle 11 dargestellt. Die Hybride Helga zeichnet sich durch niedrigere Triebkraftswerte aus. Bei beiden Hybriden wurde die höchste Verminderung des Kalttest-Wertes durch die Keimlings- und Rückseiteverletzungen gefunden.

### Danksagung

Der Bundesanstalt für Pflanzenbau und Samenprüfung in Wien sowie der Firma Pioneer Hi-Breds in Parndorf sei herzlich für die Kooperationsbereitschaft gedankt.

### Literatur

- AOSA, 1983: Cold Test. In: Seed Vigor Testing Handbook, 56-62. Contribution 32 to the Handbook on Seed Testing. Publ. by Association of Official Seed Analysts.
- FIALA, F., 1978 a: Einfluß der Kalibrierung auf den Anbauwert des Saatgutes von Hybridmaissorten. Jahrbuch 1977 der Bundesanstalt für Pflanzenbau und Samenprüfung in Wien, 112-165.
- FIALA, F., 1978 b: Vergleichende Labor- und Feldversuche mit Maissaatgut verschiedener Kalibragen und Kaltprüfwerte. Landwirtschaftliche Forschung 35, 219-234.
- ISTA, 1985: Internationale Vorschriften für die Prüfung von Saatgut. Seed Sci. & Technol. 13, Suppl. 1, 1-241. ISTA Zürich, Schweiz.
- JINDAL, V. K., F. L. HERUM and M. Y. HAMDY, 1979: Selected breakage characteristics of corn. Transactions of the ASAE 22, 1193-1196.
- KIETREIBER, M., 1973: Der Saatgutwert „runder Körner“ von Mais. Jahrbuch der Bundesanstalt für Pflanzenbau und Samenprüfung in Wien, 90-97.
- KUSTERMANN, M., 1986: Beanspruchung realer Körper durch Stoß - dargestellt am Beispiel des Schlages gegen ein Maiskorn. Dissertation, Universität Stuttgart.
- LAMPETER, W., 1980: Der Leitfähigkeitstest als Methode der Bestimmung der Saatgutvitalität. Wissenschaftliche Beiträge der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg.
- LEIST, N. und B. SCHMIDT, 1978: Untersuchungen zur Qualität von Hybridsaatmais. Abhängigkeit der Saatmaisqualität von der Kornform sowie der mechanischen Belastung bei der Aufbereitung. Landwirtschaftliche Forschung 35, 488-502.
- LEIST, N. und B. SCHMIDT, 1979: Weitere Untersuchungen zur Qualität von Hybridsaatmais und deren Abhängigkeit von mechanischen Kornbeschädigungen bei Ernte und Aufbereitung sowie von der Kornform. Landwirtschaftliche Forschung 36, 256-280.
- LIAO, K., M. R. PAULSEN, J. F. REID and E. E. SHAW, 1991: Real time corn kernel breakage inspection by pattern recognition. ASAE Paper No. 91-7540. American Society of Agricultural Engineers, St. Joseph, MI.
- LIAO, K., M. R. PAULSEN, J. F. REID, B. NI and E. BONIFACIO, 1992: Corn kernel shape identification by machine vision using a neural network classifier. ASAE Paper No. 92-7017. American Society of Agricultural Engineers, St. Joseph, MI.
- SCHMIDT, B., 1978: Über Ursache und Wirkung mechanischer Kornbeschädigungen bei der Aufbereitung von Hybridsaatmais aufgrund von Ergebnissen der Saatgutuntersuchung. Landwirtschaftliche Forschung 31, 229-234.
- SCHMIDT, B., 1979: Einfluß der Fraktionierung (Kalibrierung) auf die Qualität von Hybridmais, Referat anläßlich der Sitzung der Arbeitsgruppe Landtechnik und des Ausschuß Saatgut des Deutschen Maiskomittes am 13. und 14. März 1979 in Bonn und Düren.
- SINGH, S. S. and M. F. FINNER, 1983: A centrifugal impacter for damage susceptibility evaluation of shelled corn. Transactions of the ASAE 26, 1858-1983.
- SPITTEL, A., 1984: Untersuchungen über die Auswirkung dynamischer Beanspruchungen auf die Keimfähigkeit von Maissaatgut. Dissertation, Universität Bonn.

(Manuskript eingelangt am 19. Juli 1994, angenommen am 10. Oktober 1994)

Anschrift der Verfasser:

Dipl.-Ing. Dr. Vladimír NÁPLAVA, Univ.-Doz. Ass. Prof. Dipl.-Ing. Dr. Herbert WEINGARTMANN und o. Univ.-Prof. Dr. J. BOXBERGER, Institut für Land-, Umwelt- und Energietechnik, Universität für Bodenkultur, Peter-Jordan-Straße 82, 1190 Wien