

Lager. Schließlich wachsen die Lagerkräfte an, wenn man die Scheibe steil stellt.

Wahl der Kegelrollenlager der Scheibenlagerung

Für die Lager werde eine Lebensdauer von 8000 Stunden verlangt. Dann gilt die Formel:

$$Q = s \cdot P; \quad s_{8000 \text{ Std.}} = 2,5$$

Q = relative Tragfähigkeit nach Katalog.

Erforderliche relative Tragfähigkeit:

Lager B: $Q = 2,5 \cdot 2080 = 5200 \text{ kg}$
 Lager A: $Q = 2,5 \cdot 1460 = 3650 \text{ kg}$

Gewählt wurde für das Lager B das Kegelrollenlager SKF 32307

Tragfähigkeit bei 50 U/min $Q = 5700 \text{ kg}$
 statische Tragfähigkeit $Q_0 = 5600 \text{ kg}$
 für das Lager A das Kegelrollenlager SKF 32210
 Tragfähigkeit bei 50 U/min $Q = 4650 \text{ kg}$
 statische Tragfähigkeit $Q_0 = 4550 \text{ kg}$.

Kurzzeitige stoßweise Belastungen sollen keine wesentlichen bleibenden Verformungen im Lager hinterlassen. Dafür ist die sogenannte statische Tragfähigkeit Q_0 maßgebend. Unter der Annahme, daß die Stoßspitzen die statische Tragfähigkeit um das Doppelte überschreiten dürfen*), ergeben sich folgende Stoßfaktoren:

Lager B: $\frac{2 Q_0}{P_B} = \frac{2 \cdot 5600}{2080} = 5,4$
 Lager A: $\frac{2 Q_0}{R_A} = \frac{2 \cdot 4650}{1460} = 6,36$

Auf hartem, steinigem Boden kann man etwa mit maximalen Stoßfaktoren von 3,5—4,0 rechnen. Die Stoßspitzen werden also von den gewählten Lagern sicher aufgenommen.

DK 631.312.001

*) Palmgreen: Grundlagen der Wälztechnik S. 103.

„Ein Lager, das mit nennenswerter Geschwindigkeit wirklich umlaufen soll, darf jedoch niemals, auch nicht während kurzer Zeit, höher belastet werden als mit dem zweifachen der statischen Tragzahl.“

Résumé:

Dr.-Ing. W. Söhne: „The Calculation of Forces in the Bearings of Disc Ploughs.“

The Author gives precise directions for the determination and calculation of forces in the bearings of disc ploughs. First of all, two systems of co-ordinates, one in relation to the frame of the plough, the other to the disc-plane are defined. This is followed by the conversion of forces and moments from one system of co-ordinates to the other. A suitable method of graphic illustration is employed for this purpose. The paper concludes with the calculations required for the determination of the forces in the bearings of a heavy disc plough.

Dr.-Ing. W. Söhne: «Calcul du dimensionnement des paliers d'une charrue à disque.»

L'auteur indique une méthode précise pour le calcul du dimensionnement des paliers d'une charrue à disque. Pour cela, il détermine d'abord deux systèmes de coordonnées, l'un correspondant à la charrue par rapport au sol, l'autre par rapport au disque. Suit la conversion des forces et moments d'un système dans l'autre, pour laquelle l'auteur a choisi une démonstration appropriée. Il termine en donnant un exemple des calculs effectués pour une grosse charrue à disque.

Dr.-Ing. W. Söhne: „Cálculo de fuerza en un arado de discos.“

El autor presenta un método exacto para calcular las fuerzas que solicitan al arado de discos. Establece en primer lugar dos sistemas de coordenadas aplicables al arado de discos, uno en el plano de marcha y otro en el plano de los discos. Sigue la conversión de las fuerzas y momentos de un sistema de coordenadas en las del otro, para lo cual se ha escogido una relación conveniente. Al final, como ejemplo, se hace el cálculo de las fuerzas en un arado de discos pesado.

Dipl.-Phys. H. Fisseler: Domäne Stauffenburg:

Die Vorausberechnung der Fehlstellenzahl beim maschinellen Verhacken

maschinellen Verhacken zu erwartenden Fehlstellenzahl für heute übliche Drillmaschinensaat, für exakte Einzelkornsaat und für die Aussaat durch Gleichstandsdrillschare. Die Ergebnisse beantworten neben anderen die Frage, unter welchen Bedingungen ein maschinelles Verhacken insbesondere von einkeimiger Zuckerrübensaat heute möglich ist. Bezüglich einer allgemeinen Kritik des maschinellen Verhackens sei auf eine Arbeit von Prof. Dr. Knolle¹⁾ verwiesen, in der sich auch die bis dahin bekannten Formeln zur Berechnung der Fehlstellenzahl aus Feldmessungen, sowie Untersuchungen über die Häufigkeit von Folgen nichtkeimender Körner finden. Der Verfasser hat 1948 für exakte Einzelkornsaat die Fehlstellenzahl in Abhängigkeit von der Keimfähigkeit berechnet. Die Anwendung der Ergebnisse einer Untersuchung von Prof. Dr. Blenk²⁾ ermöglicht eine allgemeine Vorausberechnung der Fehlstellenzahl auch für übliche Drillmaschinensaat und gemäß dem veröffentlichten Versuchsmaterial auch eine Beurteilung der Gleichstandsdrillschare.

Im Folgenden werden unter maschinell Verhacken alle Verfahren verstanden, bei denen die behackten sowie die unbehackten Streifen konstante, vorgegebene Längen haben. Das maschinelle Verhacken kann entweder mit einer üblichen Hackmaschine, die annähernd senkrecht zu den Drillreihen fährt, oder aber mit einer in Richtung der Drillreihen fahrenden Maschine, die z. B. rotierende Hackwerkzeuge trägt, erfolgen. Das zweite Verfahren wird in den USA häufig angewandt, ist aber mit dem Nachteil einer zusätzlich erforderlichen Maschine und der mangelnden Möglichkeit, mehrmals quer zu den Drillreihen hacken zu können, belastet.

Die wichtigsten der in den folgenden Rechnungen benutzten Größen sind nachfolgend zusammengestellt und in 2 Abbildungen erläutert. Abbildung 1 zeigt einen Ausschnitt aus

Ziel der Untersuchung ist eine Vorausberechnung der beim einer Drillreihe, in der einzelne Körner mit gleichmäßigem Abstand ausgelegt worden sind. Der Streifen der Breite u bleibt unbehackt. Abbildung 2 zeigt zwei willkürlich aus einer Drillreihe herausgegriffene benachbarte Pflanzen mit dem Abstände L . Die beim maschinellen Verhacken unberührt gebliebenen Streifen der Breite u sind wieder eingezeichnet. Die relative Lage dieser Streifen zu den Pflanzen bleibt dem Zufall überlassen.

- 1-g Keimfähigkeit
- a mittlerer Kornabstand
- A Blockchenabstand
- u Länge des unbehackten Streifens (Blockchenlänge)
- d Pflanzendurchmesser beim Hacken

$u' = u - d = \bar{n} \cdot a$
 \bar{n} Mittlere Körnerzahl im Streifen der Breite $u - d$

$$\bar{n} = n + r$$

$[n \geq 0, \text{ ganzzahlig, } 0 \leq r < 1]$

L Lückenlänge
 $L = (x + y) A$
 $[x \geq 0, \text{ ganzzahlig, } 0 \leq y < 1]$

F_r relative Fehlstellenzahl (Fehlstellenzahl durch Blockchenzahl)

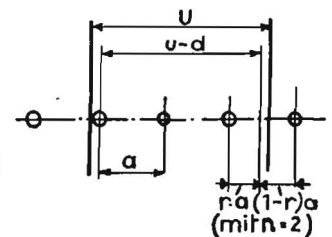


Abb. 1

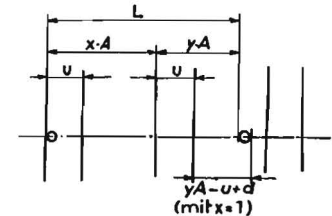


Abb. 2

Zur näheren Erläuterung der oben gegebenen Definitionen für die Größen n und r sowie x und y mögen folgende Beispiele dienen:

¹⁾ W. Knolle: Techn. i. d. Ldw. Bd. 21 S. 51 f. (1940)

²⁾ H. Blenk: Zs. f. angew. Math. u. Mech. Bd. 31 Heft 8/9 (1951)

Es sei $\bar{n} = 1,3$; dann ist $n = 1$ und $r = 0,3$

Es sei $\mathcal{L} = 3,7A$; dann ist $x = 3$ und $y = 0,7$

Eine Fehlstelle entsteht immer dann, wenn im unbehackten Streifen dem Blöckchen, keine unbeschädigte Pflanze steht. Dafür sind im wesentlichen zwei Ursachen verantwortlich:

1. Im unbehackten Streifen ist überhaupt kein Korn ausgelegt worden.
2. Keines der im Blöckchen ausgelegten Körner war unter den ihm gebotenen Bedingungen in der Lage, ein lebensfähiges Pflänzchen zu bilden.

Zu Punkt 2 ist zu sagen, daß der Anteil der Körner, die auf dem Felde tatsächlich auflaufen, meistens wesentlich unter der im Laboratorium ermittelten Keimfähigkeit liegt. Er wird durch Faktoren beeinflusst, die starken zeitlichen und örtlichen Schwankungen unterliegen und ist daher nur aus Feldversuchen als wahrscheinlicher Wert für bestimmte Bedingungen anzugeben. Im Folgenden soll unter der Keimfähigkeit $1 - q$ stets die Keimfähigkeit auf dem Felde verstanden werden. Es wird weiter angenommen, daß die Keimfähigkeit für ein betrachtetes Feldstück eine Konstante ist. Der Fall stark streuender Keimfähigkeit wird in einer späteren Arbeit behandelt. Bei der Frage nach der Fehlstellenzahl sind zwei Wege grundsätzlich zu unterscheiden, nämlich deren Bestimmung aus Feldmessungen unmittelbar vor dem Verhacken und deren Berechnung aus einer als bekannt angenommenen Keimfähigkeit. Der letztere Weg ist für die Beurteilung allgemeiner Zusammenhänge von entscheidender Bedeutung, während der erstere für den praktischen Landwirt, der sich die Frage vorlegt, ob er ein bestimmtes Feld maschinell verhacken kann, im allgemeinen der wichtigere ist.

Bei der Untersuchung der Fehlstellenzahl, die im Durchschnitt durch eine Lücke der Länge \mathcal{L} verursacht wird, sieht man, daß alle Möglichkeiten, quer durch diese Lücke hindurchzuhacken, während einer Verschiebung der Hackmaschine um die Länge A in Reihenrichtung erhalten werden. Von diesen Möglichkeiten

liefert der Bruchteil $\frac{y \cdot A - u'}{A}$ $x + 1$ Fehlstellen, während x Fehlstellen vom Bruchteil $\frac{A - (yA - u')}{A}$ geliefert werden.

Diese Zahlen sind die Wahrscheinlichkeiten für das Entstehen von $x + 1$ bzw. x Fehlstellen beim Hacken quer durch die Lücke \mathcal{L} . Im Mittel werden damit

$\frac{(yA - u')(x + 1) + x[A - (yA - u')]}{A}$, das sind $\frac{\mathcal{L} - u'}{A}$ Fehl-

stellen durch die eine Lücke der Länge \mathcal{L} verursacht. Lücken der Länge $\mathcal{L} < u'$ tragen nicht zur Fehlstellenbildung bei. Die gesamte Fehlstellenzahl F längs einer Meßstrecke B wird durch Zählen und Ausmessen aller auf dieser Strecke liegenden N Lücken, die länger als u' sind, errechnet

$$F = \sum_{\mathcal{L} > u'} \frac{\mathcal{L} - u'}{A} = 1/A \left(\sum_{\mathcal{L} > u'} \mathcal{L} - Nu' \right)$$

$$F_r = \frac{F}{B/A} = \frac{1}{B} \left(\sum_{\mathcal{L} > u'} \mathcal{L} - Nu' \right) \quad (1).$$

Als wesentlich einfacher und infolgedessen in der praktischen Anwendung auch zuverlässiger hat sich nach der Erfahrung des Verfassers folgendes Verfahren erwiesen: Man fertigt sich eine Vorrichtung, die im wesentlichen der bei Hackmaschinen üblichen Schutzrolle gleicht. Zwei angeschärfte drehbare Scheiben sind im Abstände u' voneinander befestigt und werden quer zu den Drillreihen über das Feld gezogen. Um einen brauchbaren Mittelwert für die Fehlstellenzahl zu bekommen, geschieht das an verschiedenen Stellen. Danach zählt man die durch die beiden Scheiben markierten Blöckchen, in denen keine Pflanze steht, und teilt diese Zahl durch die Zahl der insgesamt überquerten Drillreihen. Dieser Quotient ist die gesuchte relative Fehlstellenzahl.

Zur Vorausberechnung der relativen Fehlstellenzahl aus der Keimfähigkeit führt am einfachsten folgende Überlegung: Im Streifen der Breite u' mögen n Körner ausgelegt sein. Der

Streifen wird zu einer Fehlstelle, wenn kein einziges der in ihm liegenden n Körner aufgelaufen ist. Die Wahrscheinlichkeit dafür ist q^n . Kennt man nun neben der Keimfähigkeit die Wahrscheinlichkeit $w_{(n)}$ dafür, genau n Körner im Streifen vorzufinden, so wird die relative Fehlstellenzahl berechenbar

$$F_r = \sum_{n=0 \rightarrow \infty} \left(w_{(n)} \cdot q^n \right) \quad (2).$$

Diese Formel zeigt unmittelbar, daß bei vorgegebenen q und \bar{n} die relative Fehlstellenzahl am kleinsten wird, wenn alle Körner mit gleichem Abstände ausgelegt werden.

Für diesen Fall der exakten Einzelkornsaat können bei einkeimigen Samen im unbehackten Streifen der Breite $u = (n + r)a + d$ maximal entweder n oder aber $n + 1$ unbeschädigte Pflanzen stehen, entsprechend der Zahl der im Streifen der Breite $u' = u - d$ ausgelegten Körner. Wie Abbildung 1 unmittelbar zeigt, ist die Wahrscheinlichkeit für den ersten Fall mit n Pflanzen gleich $\frac{(1-r)a}{a}$ und für den zweiten

Fall mit $n + 1$ Pflanzen gleich $\frac{ra}{a}$. Da eine Fehlstelle immer nur dann entsteht, wenn im Streifen kein einziges aufgelaufenes Korn liegt, müssen im ersten Fall mindestens n und im zweiten Falle mindestens $n + 1$ nichtkeimende Körner aufeinander folgen. Die Wahrscheinlichkeit dafür ist q^n bzw. q^{n+1} . Zusammenfassend erhält man bei exakter Einzelkornsaat die Wahrscheinlichkeit für eine Fehlstelle, die gesuchte relative Fehlstellenzahl

$$F_r = q^{n+1} \cdot r + q^n \cdot (1-r) = q^n [1 - r(1-q)] \quad (3).$$

Blenk hat in der oben angeführten Arbeit bei Vergleichen von Gleichstandsdrillscharen mit Drillmaschinen üblicher Bauart die relative Häufigkeit der Körnerzahl n im Streifen vorgegebener Breite gemessen und dabei die beachtenswerte Feststellung gemacht, daß bei einer Drillmaschine üblicher Bauart die relative Häufigkeit der verschiedenen n -Werte mit erstaunlicher Genauigkeit der von Poisson angegebenen Verteilung für seltene Ereignisse entspricht. Wenn im Durchschnitt \bar{n} Körner im betrachteten Streifen liegen, dann wird die Wahrscheinlichkeit dafür, genau n Körner im Streifen vorzufinden,

$$w_{(n)} = \frac{e^{-\bar{n}} \cdot \left(\frac{\bar{n}}{n}\right)^n}{n!} \quad \text{für übliche Drillmaschinen} \quad (4).$$

Einsetzen dieser Verteilung in die Formel (2) liefert die relative Fehlstellenzahl für übliche Drillmaschinensaat

$$F_r = e^{-\bar{n}} \sum_{n=0 \rightarrow \infty} \frac{(\bar{n}q)^n}{n!} = e^{-\bar{n}} \cdot e^{\bar{n}q} = e^{-\bar{n}(1-q)}$$

$$F_r = e^{-(1-q)\bar{n}} \quad (5).$$

Mit diesen Ergebnissen (Formel (3) und (5)) läßt sich für jeden denkbaren Fall, wenn die Keimfähigkeit einigermaßen sicher bekannt ist, aus der Zahl \bar{n} die ja aus der Streifenbreite und der Saatmenge resultiert, die relative Fehlstellenzahl vorausberechnen und zwar für exakte Einzelkornsaat und übliche Drillsaat. Die Werte für Gleichstandsdrillen liegen innerhalb dieser Grenzen und werden noch genauer behandelt.

Durch logarithmieren erhält man aus (5) und (3)

$$\log F_r = -(1-q)\bar{n} \log e \quad (5a).$$

$$\log F_r = n \log q + \log [1 - r(1-q)] \quad (3a).$$

$$= n \log q \quad (\text{falls } r = 0)$$

Beschränkt man sich bei der exakten Einzelkornsaat auf ganzzahlige \bar{n} also $r = 0$, so lassen sich alle interessierenden Zusammenhänge auf einfach-logarithmischem bzw. doppelt-logarithmischem Papier als Gerade darstellen. Besonders sei darauf hingewiesen, daß für $q = 1$ und damit $F_r = 1$ die Steigung der Kurve $F_r = f(q)$ für Drillmaschinensaat und

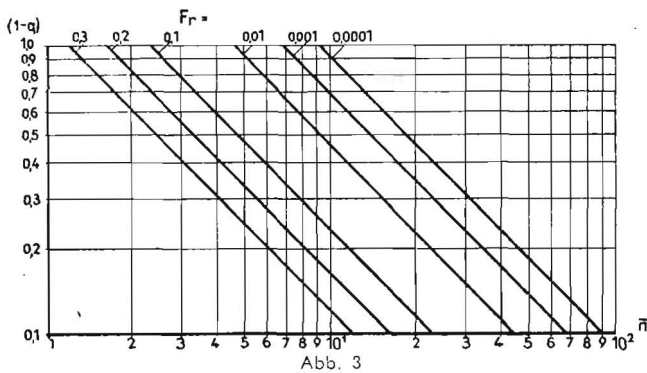


Abb. 3

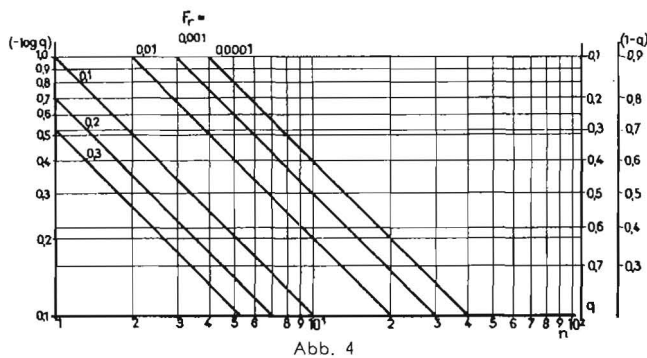


Abb. 4

Einzelkornsaat gleich ist. Das bedeutet praktisch, daß für kleine Keimfähigkeiten die Gleichstandsdrillsaat oder eine Folge gleichmäßig ausgelegter Körner der mit üblichen Maschinen gedrihten Folge nicht oder praktisch nur unmerklich überlegen ist.

Nochmaliges logarithmieren von (5a) und (3a) liefert (unter Beschränkung auf ganzzahlige \bar{n} für die Einzelkornsaat):

$$\log(1-q) = -\log \bar{n} + \log(-\log F_r) - \log \log c \quad (5b)$$

$$\log(-\log q) = -\log \bar{n} + \log(-\log F_r) \quad (3b)$$

Mit F_r als Parameter ergibt $(1-q) = f(\bar{n})$ auf doppelt-logarithmischem Papier eine Schar paralleler Geraden der Steigung -1 für die übliche Drillsaat. Für die Einzelkornsaat mit der Einschränkung $r=0$ ergibt $(-\log q) = f(\bar{n})$ abermals mit F_r als Parameter auf doppelt-logarithmischem Papier wieder eine Schar von parallelen Geraden mit der Steigung -1 . Gibt man eine bestimmte Fehlstellenzahl vor, die nicht überschritten werden soll, so findet man auf der gezeichneten Geraden die zusammengehörigen Wertepaare für die Keimfähigkeit und die Körnerzahl \bar{n} im Streifen der Breite u' . Die Abbildungen 3 und 4 zeigen diese Zusammenhänge.

Bei der für exakte Einzelkornsaat geltenden Abbildung 4 ist darauf zu achten, daß nur die Wertepaare mit ganzzahligem \bar{n} exakt auf einer Geraden liegen. Läßt man z. B. eine relative Fehlstellenzahl von 10% zu, so findet man bei einer Keimfähigkeit von 30% die Körnerzahl \bar{n} für Aussaat mit üblicher Drillmaschine zu 7,7 und für Einzelkornsaat zwischen 6 und 7.

In Tabelle I sind die errechneten relativen Fehlstellenzahlen für \bar{n} von 1 bis 9 und Keimfähigkeiten von 30% bis 90% zusammengestellt. Die oberste Zahl in der Dreiergruppe gilt für übliche Drillmaschinen, die mittlere für ein Gleichstandsdrillschar und die untere für exakte Einzelkornsaat.

Die Werte für das Gleichstandsdrillschar sind aus den von Blenk mitgeteilten Verteilungskurven für $\bar{n} = 2,33, 4,55$ und 7 berechnet. Trägt man $\log F_r = f(\bar{n})$ mit q als Parameter auf, so liegen die drei Werte jeweils recht gut auf einer Geraden, die durch $F_r = 1$ und $\bar{n} = 0$ geht und zwischen der entsprechenden Geraden für die Poisson-Verteilung und der Kurve für die Einzelkornsaat liegt. Diesen Geraden sind die Werte für \bar{n} von 2 bis 6 für das Gleichstandsdrillschar entnommen.

Die kritische Betrachtung der mitgeteilten Formeln und Zahlen läßt einige exakte Schlüsse zu, die mit den Erfahrungen der Praktiker gut übereinstimmen. Nach dem maschinellen Verhacken und dem anschließenden Vereinzeln soll eine bestimmte Pflanzenzahl z. B. 90 000 Rüben je ha stehen. Zur Erreichung dieses Zieles gibt es, wenn man quer hacken will, heute in der Praxis zwei Möglichkeiten:

a) Die Körnerzahl \bar{n} wird (etwa nach der Tabelle) so hoch gewählt, daß die relative Fehlstellenzahl F_r praktisch 0 wird (z. B. unter 1% bleibt), so daß die Zahl der Pflanzen praktisch gleich der Zahl der unbehackten Blöckchen ist. Bei der heutigen Keimfähigkeit von etwa 30–40% für M-Samen³⁾ ist das Verfahren wegen der erforderlichen hohen Körnerzahlen mit ihren bekannten Nachteilen praktisch nicht zu empfehlen.

b) Man gibt die Körnerzahl im unbehackten Streifen vor, entnimmt der Tabelle die relative Fehlstellenzahl und wählt die Zahl der unbehackten Streifen je ha um den Faktor

$$\frac{1}{1 - F_r}$$

Tabelle I

Relative Fehlstellenzahl in Abhängigkeit von der Keimfähigkeit $(1-q)$ und der Körnerzahl \bar{n} im Streifen der Breite u —d. F_r [%]

\bar{n}	$1-q$ [%]							
	100	90	80	70	60	50	40	30
1	37	41	45	50	55	61	67	74
2	0	10	20	30	40	50	60	70
2,33	14	17	20	25	30	37	45	55
4,55	0	1,0	4,0	9,0	16	25	36	49
5	9,7	12	16	20	25	31	39	50
6	5	7,4	11	15	20	27	36	48
7	0	0,70	2,9	6,9	13	21	31	44
8	5,0	6,7	9,1	12	17	22	30	41
9	0	2	4,4	7,8	12	18	27	38
10	0	0,10	0,80	2,7	6,4	13	22	34
11	1,8	2,7	4,1	6,1	9,1	14	20	30
12	0	0,5	1,4	3,1	6,0	10	17	27
13	0	0,010	0,16	0,81	2,6	6,3	13	24
14	4,55	1,1	1,7	2,6	4,1	6,5	10	16
15	0	0,2	0,71	1,8	3,7	7,1	13	22
16	0	0,0051	0,090	0,50	1,7	4,5	10	20
17	5	0,67	1,1	1,8	3,0	5,0	8,2	14
18	0	0,1	0,45	1,2	2,8	5,8	11	20
19	0	0,0010	0,032	0,24	1,0	3,1	7,8	17
20	6	0,25	0,45	0,82	1,5	2,7	5,0	9,1
21	0	0,03	0,15	0,51	1,4	3,3	7,0	14
22	0	0,0001	0,0064	0,073	0,41	1,6	4,7	12
23	7	0,091	0,18	0,37	0,74	1,5	3,0	6,1
24	0	0,0048	0,049	0,21	0,68	1,9	4,6	10
25	0	10 ⁻⁵	0,0013	0,022	0,16	0,78	2,8	8,2
26	8	0,034	0,075	0,17	0,37	0,82	1,8	4,1
27	0	10 ⁻⁶	0,00026	0,0066	0,065	0,40	1,7	5,7
28	9	0,012	0,030	0,075	0,18	0,45	1,1	2,7
29	0	10 ⁻⁷	5,1·10 ⁻⁷	0,0020	0,026	0,20	1,0	4,0

Die Reihenfolge in den Dreiergruppen ist: übliche Drillsaat, Gleichstandsdrillschar, exakte Einzelkornsaat.

³⁾ G. Czechanowski: Mitt. d. DLG Bd. 67 Heft 10 S. 151 f. (1952)

größer als die je ha gewünschte Pflanzenzahl, indem man den Blöckchenabstand A um den Faktor $(1 - F_r)$ kleiner wählt als den gewünschten mittleren Pflanzenabstand. Die Möglichkeit, quer zu hacken, wird hierbei durch starke Abweichungen der Standweite vom Sollwert erkauft. Ertragsminderung ist bei der heutigen geringen Keimfähigkeit nicht zu vermeiden. Trotzdem wird diese Methode in den USA offenbar angewandt, teilweise sogar ohne nachfolgendes Vereinzeln.

Die mitgeteilten Zahlenwerte für F_r zeigen folgendes:

1. Das maschinelle Querhacken nach Verfahren a) oder b) ist unter heutigen Verhältnissen, von äußerst günstigen Lagen abgesehen, auf keinen Fall zu empfehlen.

2. Bei Anwendung eines der genannten Verfahren ist es praktisch gleichgültig, ob man eine übliche Drillmaschine oder ein Gleichstandsdrillschar verwendet oder gar die einzelnen Knäuel in exakt gleichen Abständen auslegt, solange die Keimfähigkeit so niedrig bleibt wie heute.

3. Wenn es gelingt, die Keimfähigkeit erheblich zu erhöhen (durch Verbesserung des Saatgutes, der Bodenbearbeitung, der gleichmäßigen Tiefenlage, der Wettervorhersage usw.) wird das maschinelle Querhacken möglich und vorteilhaft. Bei 70 % Keimfähigkeit entnimmt man beispielsweise der Tabelle, daß F_r für die Drillmaschine mit 6—7 Körnern, für das Gleichstandsdrillschar mit 5—6 Körnern und für die exakte Einzelkornsaat mit 3—4 Körnern im unbehackten Streifen unter 1 % bleibt. Die Überlegenheit der exakten Einzelkornsaat wird um so größer, je weiter die Keimfähigkeit gesteigert werden kann. Bei Anwendung des Verfahrens b) würde z. B. bei drei Körnern im Streifen der Blöckchenabstand um 3 % bei der Einzelkornsaat, um 8 % beim Gleichstandsdrillschar und um 12 % bei der Drillmaschine verringert werden müssen.

Die hier am Beispiel des maschinellen Verhackens gezeigten Zusammenhänge gelten sinngemäß auch für Dibbelsaat. Sie geben ferner Aufschluß über die minimale Saatmenge beim Verhacken von Hand. Wird etwa mit der Maschine jeweils nur ein schmaler Streifen weggehakt, so ist das Verfahren praktisch ein markiertes Handverhacken. Bei einer Keimfähigkeit von 68 % käme man bei einer Breite des von Hand zu verhackenden Streifens von z. B. 16 cm auf mittlere Kornabstände von 4 cm für die Einzelkornsaat, 2,9 cm für Gleichstandsdrillschare und 2,3 cm für übliche Drillmaschinen, wenn die Fehlstellenzahl unter 1 % bleiben soll. Bei Verzicht auf die Markierungshacke läßt sich F_r noch etwas kleiner halten. Wie man sieht, lassen sich Abstände erreichen, die groß genug sind, um mit der langen Hacke zu vereinzeln. Nur muß man bedenken, daß für diese Möglichkeit nicht der mittlere, sondern der geringste Abstand zwischen den einzelnen Körnern maßgebend ist, welcher nur bei der Einzelkornsaat gleich dem errechneten Wert ist, sonst aber erheblich kleiner sein kann. Hier dürfte die Einzelkornsaat entscheidend gegenüber den heutigen Drillmaschinen und auch gegenüber den Gleichstandsdrillschar im Vorteil sein. Die Einsparung an Saatgut und vor allem an Handarbeit durch die Möglichkeit mit der langen Hacke zu vereinzeln — wenn nicht starke Verunkrautung sowieso ein Verkrehlen oder Verziehen erfordert — wäre so bemerkenswert, daß die Entwicklung von Maschinen, die wirklich einzelne Körner in gleichen Abständen auslegen, als wünschenswert angesehen werden muß, falls die Hoffnung besteht, die Keimfähigkeit wesentlich zu steigern.

Es sei noch erwähnt, daß eine exakt arbeitende Einzelkornmaschine, die jede Drillreihe in mehrere benachbarte aufspalten würde, bereits heute das Vereinzeln mit der langen Hacke und auch ein sinnvolles Querhacken zuließe. Wird z. B. jede Drillreihe in 3 parallele Reihen von etwa 4 cm Abstand aufgespalten, so muß man bei einer etwa der heutigen entsprechenden Keimfähigkeit von 32 % im Streifen $12 = 3 \text{ mal } 4$ Körner auslegen, um mit F_r unter 1 % zu bleiben. Bei einer Blöckchenlänge von 16 cm würde der Minimalabstand benachbarter Körner 4 cm betragen. Gibt man für diesen Fall nach Verfahren b) $6 = 3 \text{ mal } 2$ Körner im Streifen vor, was bei einem Mindestkornabstand von 4 cm einer Blöckchenlänge von 8 cm entspricht, so muß man den Blöckchenabstand um 12 % verkleinern, um den gewünschten

Bestand zu erhalten. Die Standweitenänderung, deren relative Häufigkeit leicht berechnet werden kann, bleibt erträglich. Vereinzeln mit der langen Hacke ist möglich, mehrfaches Querhacken würde vorteilhaft sein.

Im Zusammenhang mit dem Verfahren b) ist noch zu klären, unter welchen Bedingungen man auf ein Vereinzeln überhaupt verzichten kann. Dazu berechnet man die Wahrscheinlichkeit $w_{(m)}$ dafür, im Streifen mit n Körnern genau m Pflanzen vorzufinden

$$w_{(m)} = \binom{n}{m} (1-q)^m \cdot q^{n-m} \quad (6)$$

Speziell für $m = 1$, also für Streifen, die nicht mehr vereinzelt werden müssen, wird $w_{(1)} = n (1-q) q^{n-1}$.

Die Zahl dieser Streifen, bezogen auf alle Streifen, in denen mindestens eine Pflanze steht, ergibt den Bruchteil $w'_{(1)}$ von Streifen, die nicht mehr vereinzelt werden müssen.

Sie ist:

$$\text{allgemein } w'_{(1)} = \frac{1}{1 - F_r} \sum_{n=0}^{\infty} n (1-q) q^{n-1} \cdot w_{(n)} \quad (7)$$

$$\text{für übliche Drillmaschinen } w'_{(1)} = \frac{\bar{n} \cdot (1-q) \cdot F_r}{1 - F_r} \quad (8)$$

$$\text{für Einzelkornsaat } w'_{(1)} = \frac{n (1-q) q^{n-1} \left[(1-r) + \frac{n+1}{n} q \right]}{1 - F_r} - \frac{1-q}{q} \cdot \frac{F_r \cdot n}{1 - F_r} \quad (\text{falls } r = 0).$$

Die in Tabelle II ausgerechneten Zahlen zeigen, vom trivialen Wert $n = 1$ bei Einzelkornsaat abgesehen, daß man es sich nur bei sehr geringen Keimfähigkeiten und sehr

Tabelle II

Relativzahl der Blöckchen mit genau einer Pflanze: $w'_{(1)}$ [%] (bezogen auf alle Blöckchen mit mindestens einer Pflanze)

n	(1-q) [%]							
	100	90	80	70	60	50	40	30
1	100	100	100	100	100	100	100	100
2	59	63	65	70	73	78	81	85
3	0	18	33	46	57	67	75	82
4	33	37	40	47	51	59	66	73
5	0	2,7	10	19	31	43	55	67
6	16	19	24	29	37	42	51	63
7	0	0,4	2,6	7,6	16	27	40	54
8	7,3	10	14	18	24	33	40	51
9	0	0,04	0,6	2,8	7,8	16	28	43
10	3,4	5,0	7,3	11	16	22	33	42
11	0	0,005	0,15	1,0	3,7	9,6	20	34
12	1,5	2,4	3,9	6,4	10	16	24	37

Die obere Zahl gilt jeweils für exakte Einzelkornsaat, die untere jeweils für übliche Drillmaschinensoat.

kleinen Körnerzahlen im Streifen leisten kann, nach dem maschinellen Verhacken auf ein Vereinzeln zu verzichten. Diesen scheinbaren Vorteil erkauft man natürlich wieder durch erhebliche Schwankungen der Standweite. Die gleichzeitige Betrachtung beider Tabellen zeigt das eindringlich. Wenn man auf hohe Erträge von der Fläche Wert legen muß, ist ein Vereinzeln nicht zu umgehen, es sei denn, es würden Keimfähigkeiten nahe 1 erreicht, woran wohl vorläufig nicht zu denken ist. Eine wesentliche Erleichterung der Pflegearbeiten ist durch Aufspaltung der Drillreihen, durch Entwicklung von Einzelkornmaschinen und stetige Verbesserung der Keimfähigkeit des einkeimigen Samens zu erreichen.

DK 631.316.001

Résumé:

Dipl.-Phys. H. Fisseler: "The Pre-calculation of the Number of Failures in Mechanical Hoeing Systems."

The number of "misses" which may be expected when mechanical hoeing methods are employed is calculated in combination with the reproductive ability and the number of seeds placed in the furrow. This calculation is made for the exact single seeding method, for seeding by the normal seed drill and also for seeding by use of the equalised seed drills which have been on the market for some years now. The possibilities of attaining a fixed output by the use of mechanical hoeing systems are discussed. It is shown that, even when considered from the most favourable aspect, mechanical hoeing cannot yet be recommended. With the reproductive capacity of the turnip seeding usual in Germany, there is no superiority worth mentioning when using mechanical hoeing systems, either in combination with the exact single seeding method or with the equalised seed drill, over the conventional seed drill method. Attention is drawn to the fact that by splitting open the seeded rows and use of the exact single seeding method, mechanical hoeing can also be employed, even under unfavourable conditions, and a substantial reduction in the subsequent separation operations obtained. Finally, the number of rows which, after mechanical hoeing has been performed, do not have to be separated manually is calculated. It is proved that, for the time being, it is impossible to eliminate separation operations if maximum yields are desired.

Dipl.-Phys. H. Fisseler: «Le calcul du nombre de manques lors du démarrage mécanique.»

Le nombre de manques à attendre lors d'un sarclage mécanique est calculé en fonction de la germination et du nombre de grains semés dans la bande non sarclée, d'une part pour un semis monograin, d'autre part pour un semis à l'aide des machines ordinaires, ou encore pour des semis en poquets, au moyen des semoirs apparus sur le marché, depuis quelques années. Les possibilités offertes pour atteindre un nombre déterminé, lors du démarrage mécanique, sont sous-pesées. Il résulte de ces réflexions que, sauf des cas avantageux, le démarrage mécanique ne peut pas, en

règle générale, être recommandé actuellement. Tel que cela se présente aujourd'hui en Allemagne, étant donné la germination moyenne des graines de betteraves (monogermes), le semis en poquets ou le semis monograin sont nettement plus avantageux que les semis au moyen des semoirs ordinaires, lors du démarrage mécanique, en ce qui concerne le nombre de manques. L'attention est attirée sur le fait que, lors de l'éclaircissage des lignes, et lors des semis monograins, le démarrage mécanique est possible, même dans des conditions désavantageuses, et apporte en même temps une facilité pour terminer l'opération. L'auteur calcule encore le nombre approximatif de bandes qui n'auront pas besoin d'un démarrage à la main après le travail mécanique. Il conclut en disant que jusqu'à ce jour, pour obtenir des rendements maxima, on ne peut supprimer le démarrage à la main.

H. Fisseler: „Evaluación previa del número de fallos en las operaciones de preparar con máquina semillas monogermen de remolacha.“

Estúdiase el número de fallos con qué se debe contar en las operaciones de desintegrar a máquina los glomerulos de remolacha y se calcula numéricamente en relación con el poder germinativo cuando se aspira a una siembra perfecta con las sembradoras en líneas y las sembradoras especiales que se encuentran en el mercado desde hace algunos años. Se examinan las posibilidades indicadas al dividir una cantidad determinada. Resulta que — prescindiendo de los casos más favorables — la división de las semillas no puede recomendarse hoy de un modo general. Respecto a la germinación de las semillas de remolacha en el campo alemán, no se ha apreciado superioridad notable al estudiar los fallos de las semillas monogermen, comparando las máquinas sembradoras a golpes y en líneas con las nuevas sembradoras especiales. Se señala que con la semilla en líneas dejando las semillas distanciadas aisladas, es decir sembrando un solo grano en cada golpe, se hace posible la entresaca (aclareo) mecánica.

Se calcula, en fin, numéricamente la proporción de terreno limpio después de la entresaca. Resulta que para obtener grandes rendimientos no se puede prescindir de la entresaca por ahoras.

Dr.-Ing. H. Trienes:

Beitrag zur Frage des Körnerbruchs in Wurfelevatoren

Institut für Landtechnische Grundlagenforschung der FAL Braunschweig-Völkenrode

Die Beschädigungen, die dem Korn durch Wurfelevatoren zugefügt werden, sind bekanntlich teilweise so hoch, daß sie nicht übersehen werden können.¹⁾ Im Rahmen allgemeiner Strömungsuntersuchungen an Dreschmaschinen wurden an einem Wurfelevator Versuche über den Körnerbruch durchgeführt.

Am Wurfelevator einer handelsüblichen Dreschmaschine wurden im Herbst 1950 mit kleinen Mengen Getreide und Leguminosen mehrere Förderversuche durchgeführt. Die dabei auftretenden Schäden wurden bestimmt. Ganz allgemein ist zu diesen Versuchen zu sagen, daß sie sich wegen der geringen Mengen des Versuchsgutes quantitativ nicht ohne weiteres auf die Wirklichkeit übertragen lassen. Im Dreschbetrieb ergeben sich durch die größeren Mengen, die verarbeitet werden, gewiß andere Absolutwerte; doch die mitgeteilten Versuchsergebnisse geben ein anschauliches, qualitativ richtiges Bild der Schäden, die durch den Wurfelevator hervorgerufen werden.

Als Versuchsgut wurde benutzt:

1. Weizen: Breustedts Teutonen
2. Gerste: Strengs Franken III
3. Erbsen: Strubes frühe grüne Viktoria.

Von allen drei Fruchtarten wurden Proben der Ernten 1949 und 1950 verwendet.

Die Drehzahlen des Wurfelevators waren:

$$n_G = 1280 \text{ U/min für Getreide}$$
$$n_H = 0,65 n_G = 832 \text{ U/min für Hülsenfrüchte.}$$

Für die Versuche war eine Seitenwand des Steigrohres durch eine Glaswand ersetzt. Schon bei den ersten Orientierungsversuchen konnte beobachtet werden, daß das Versuchsgut nicht glatt durch das Steigrohr geworfen wird, sondern in Zickzackbewegungen, von Wand zu Wand abprallend, nach

oben gelangt. Das besagt aber, daß die Abwurfrichtung nicht mit der Achse des Steigrohres übereinstimmt.

Die dem Auge erkennbaren gebrochenen und beschädigten Körner wurden von Hand aus dem geförderten Versuchsgut entfernt und gewogen. Der Bruchanteil in Gewichtsprozent der ursprünglichen Probemenge ergibt sich aus:

$$\text{Bruch in \%} = \frac{\text{Gewicht des Bruchkornes}}{\text{Gewicht der Probe}} \cdot 100$$

Die Auswahl des Bruchkornes mit dem Auge stimmt aber nicht genau mit den tatsächlichen Schäden überein; diese zeigen sich erst im Keimversuch.

Zunächst wurde nun ermittelt, ob durch das Springen der Körner von Wand zu Wand das Korn beschädigt wird. Dazu wurde das Probegut durch den Elevator geschickt, an dem das Steigrohr einmal anmontiert war und einmal nicht. Es konnten keine Unterschiede festgestellt werden. Dadurch ergibt sich, daß der gesamte Schaden durch das Flügelrad, bei Gerste durch das Zusammenwirken von Flügelrad und Entgranner, verursacht wird. Alle folgenden Versuche wurden daher mit Steigrohr durchgeführt.

In Tabelle 1 sind die Ergebnisse der Versuchsreihe A wiedergegeben, in der die Versuchsproben (2 Parallelversuche) durchgegeben wurden. Das Probengewicht war bei Getreide 50 bis 60 g und bei Erbsen 200 bis 250 g.

Tabelle 1
Bruch in Gew. % der Versuchsreihe A

Frucht	Ernte 1949		Ernte 1950	
	Vers. 1	Vers. 2	Vers. 1	Vers. 2
Weizen	8,5 %	7,3 %	1,1 %	0,9 %
Gerste	4,1 %	3,6 %	0,85 %	1,26 %
Erbsen	32,3 %	35,2 %	17,5 %	15,2 %

¹⁾ R. Finkenzeller: Das Körnerbrechen beim Dreschen. RKT-Schrift 102, Berlin 1941.