

Landtechnische Forschung

HERAUSGEBER: KURATORIUM FÜR TECHNIK IN DER LANDWIRTSCHAFT (KTL)
LANDMASCHINEN- UND ACKERSCHLEPPER-VEREINIGUNG (LAV) IM VDMA
MAX-EYTH-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER LANDTECHNIK (MEG)

Heft 1/1967

MÜNCHEN

17. JAHRGANG

Rudolf Thaer:

Tiefenlage der Kartoffeln im Damm und Tiefenführung des Rodeschars

Institut für Landmaschinenforschung, Braunschweig-Völkenrode

1. Einleitung

Das Rodeorgan einer Kartoffelerntemaschine, insbesondere eines Sammelrodgers, soll in seinem Tiefgang so geführt werden, daß einerseits möglichst alle Kartoffeln unbeschädigt gerodet werden, andererseits die aufgenommene Bodenmenge so klein wie möglich bleibt. Deshalb ist anzustreben, daß der Weg des Rodeorgans — im folgenden kurz „Schar“ genannt — der unteren Grenze des Knollenbehanges möglichst gut angepaßt wird. Ideal wäre ein Schnitt immer entlang der Knollengrenze. Dieser ist aber aus zwei Gründen nicht erreichbar.

Erstens besteht, zum mindesten gegenwärtig, noch kein brauchbarer Weg, die Knollengrenze während des Rodens vor dem Schar laufend zu messen, um danach die Rodetiefe zu regeln. Man ist daher gezwungen, das Schar stattdessen nach der Knollengrenze nach Führungslinien, die sich auf der Ackeroberfläche befinden — Dämme oder Furchen — zu führen. Zweitens treten bei jedem Führungssystem Schwankungen des Scharweges gegenüber der vorgeschriebenen Bahn auf.

Beide Einflüsse bewirken, daß das Schar entweder einen Teil der Knollen durchschneidet oder diese sogar im Boden läßt oder daß es auf eine größere mittlere Tiefe eingestellt werden muß, als es für einen Schnitt entlang der Knollengrenze nötig wäre.

Die Güte einer Scharführung hängt folglich einmal von der Eignung der benutzten Führungslinie, zum anderen von der Exaktheit in der Nachführung des Schares ab.

Die Eignung einer Führungslinie wird davon bestimmt, wie sehr die Abstände zwischen den unten im Damm liegenden Knollen und der Führungslinie schwanken, also durch die vertikale Verteilung der Knollen relativ zu dieser Führungslinie. Die Verteilung der Knollen ist schon verschiedentlich gemessen worden [1, 2 und 3]. Die beiden erstgenannten Arbeiten gehen aber jeweils nur von einer Art Führungslinie aus und können daher nicht zum Vergleich verschiedenartiger Führungslinien dienen. Die Messungen von MARCENKO dagegen sind auf bestimmte Ausführungen zweireihiger Roder abgestimmt, außerdem nicht ohne weiteres auf mitteleuropäische Verhältnisse übertragbar.

Deshalb wurden Messungen durchgeführt, in denen auf mehreren Feldern der vertikale Abstand der tiefliegenden Knollen sowohl vom Dammfirst als auch von den Furchensohlen erfaßt wurden. Diese Messungen bilden den Hauptteil des Berichtes.

Daneben wurden als zweite Einflußgröße die von den Scharführungseinrichtungen abhängenden Schartiefenschwan-

kungen stichprobenartig untersucht, so daß Aussagen über ihre Größenordnung gemacht werden können. Damit läßt sich berechnen, welchen Einfluß Knollenverteilungen und Schartiefenschwankungen gemeinsam auf Rodetiefe und Knollenverluste ausüben, wie also Scharführungssysteme insgesamt zu beurteilen sind.¹⁾

2. Beurteilungsgrößen

2.1. Die Führungslinien

Für die Anlage der Tiefenlagemessungen und ihre Auswertung war zu überlegen, welche Maße erfaßt werden müssen und wie sie zur Beurteilung heranzuziehen sind.

Die Rodewerkzeuge sind zumeist so gestaltet, daß im Querschnitt des Dammes eine gebogene Schnittlinie entsteht, mit dem tiefsten Punkt in Dammitte. Für den Vergleich der Führungslinien genügt es aber, eine horizontale Schnittlinie zugrunde zu legen. Infolgedessen brauchen keine Koordinaten quer zum Damm berücksichtigt zu werden. Es lassen sich alle Maße in vertikalen Längsschnitten messen und darstellen.

Auf einem Kartoffelfeld stehen für die Führung des Schares in erster Linie die Dammfirste und die Furchensohlen, im folgenden zumeist kurz als Dämme oder als Furchen bezeichnet, zur Verfügung. Sie können vornehmlich auf folgende Weisen Führungslinien für das einreihige Roden darstellen (Bild 1):

- a) Damm: Das Führungsorgan läuft auf dem zu rodenden Damm.
- b) Einzelfurche: Das Führungsorgan läuft in einer Furche.
- c) Furchenmittel: In jeder an den Damm angrenzenden Furche läuft ein Führungsorgan; die Anzeigen der beiden Führungsorgane werden gemittelt. Als Furchenmittel ist demnach die in mittlerer Höhe der beiden Nachbarfurchen gedachte Linie zu verstehen (strichpunktiert in der Seitenansicht auf Bild 1 unten).

Auf diese Führungslinien sollen die Knollentiefen bezogen werden. Es ist zu beachten, daß die Führungslinien in einigen Fällen durch das Führungsorgan verformt werden, insbesondere bei der Variante 1 dann, wenn das Führungsorgan Schar und Sieborgan zu tragen hat. Auf diese als „Dammwalze“ bekannte Ausführung wird noch besonders eingegangen. Bei Verwendung der Furchen als Führungslinie oder Zwischenschaltung einer Regelanlage zwischen Füh-

¹⁾ Die Untersuchungen wurden vom früheren Institutsdirektor, Prof. Dr.-Ing. F. WIENEKE, veranlaßt und größtenteils zu seiner Zeit durchgeführt. Für finanzielle Unterstützung sei dem Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten auch an dieser Stelle gedankt.

rungsorgan und Schar sind die Verformungen der Führungslinien im allgemeinen so gering, daß deren vor dem Roden gemessene Form auch für das Roden maßgebend ist.

Da jedoch beim Roden der Boden vom Schar nicht erst oberhalb der Scharsschneide, sondern schon etwas davor angehoben wird, muß das Führungsorgan mit einem Vorlauf l vor der Scharsschneide angeordnet sein (Bild 1, oben links). Soll der Vorlauf berücksichtigt werden, so ist die Knollentiefe auf entsprechend vorverlegte Punkte der Führungslinie zu beziehen.

2.2. Begriffe

Die in den Messungen und der Auswertung benötigten Formelzeichen und Begriffe sind in Tafel 1 erläutert.

Es sei darauf hingewiesen, daß als Verlustknolle jede Knolle gezählt wird, die vom Schar angeschnitten, durchschnitten oder ganz im Boden gelassen wird. Aus diesem Grunde interessiert jeweils nur der tiefste Punkt einer Knolle (x_D , x_E und x_F auf Bild 1).

2.3. Beurteilungsmaßstäbe

Über die Knollengrenze sind weitere Festlegungen erforderlich. Es liegt nicht ohne weiteres fest, welche Knollen zu ihrer Bestimmung heranzuziehen sind und wie die Knollengrenze zwischen den Knollennestern zu ziehen ist. Auf jeden Fall wird man verlangen, daß die Knollengrenze durch die tiefsten Punkte der einzelnen Knollennester, also die Meßpunkte der Tiefstknollen, führt. Ihren Verlauf kann man sich beispielsweise nach Linie i auf Bild 2 vorstellen. Bild 2 ist für den Damm als Führungslinie gezeichnet. Die folgenden Überlegungen gelten aber auch für die Furchen als Bezugslinien.

Da die Knollengrenze in starkem Maße von der Lage der Tiefstknollen bestimmt wird, kann diese als ein Vergleichsmaß für die Beurteilung der Führungslinien verwendet werden. Die Streuung der Tiefstknollen um ihren Mittelwert oder, was laut Definition gleichbedeutend ist, um die Tiefstknollen-Äquidistante (beispielsweise für den Damm die Linie a auf Bild 2) ist für die verschiedenen Führungslinien unterschiedlich und richtet sich danach, wie gut die Führungslinie mit der Lage der Tiefstknollen korrespondiert. Der Vergleich dieser Streuungen s_{TD} , s_{TF} und s_{TF} liefert jeweils für ein Feld eine Rangordnung von Führungslinien und hat den Vorteil, daß hierfür nur die Tiefstknollen vermessen werden müssen.

Die Tiefstknollenstreuungen ermöglichen aber noch keine Bewertung der festgestellten Unterschiede. Einen Maßstab

für eine solche Bewertung liefert jedoch der Vergleich der jeweils erforderlichen Rodetiefe mit der mittleren Lage der Knollengrenze. Dafür ist es nicht erforderlich, daß die Knollengrenze in ihrem ganzen Verlauf definiert ist, es muß nur ihre mittlere Tiefe festliegen. Deshalb sei festgesetzt, daß diese gleich dem Durchschnitt der Tiefstknollenabstände von der Führungslinie, d. h. gleich dem Tiefstknollenmittel \bar{x}_T ist, für den Damm beispielsweise \bar{x}_{TD} . Demnach stellt auf Bild 2 die Tiefstknollen-Äquidistante a gleichzeitig die Mittellinie der Knollengrenze für den Damm als Führungslinie dar.²⁾

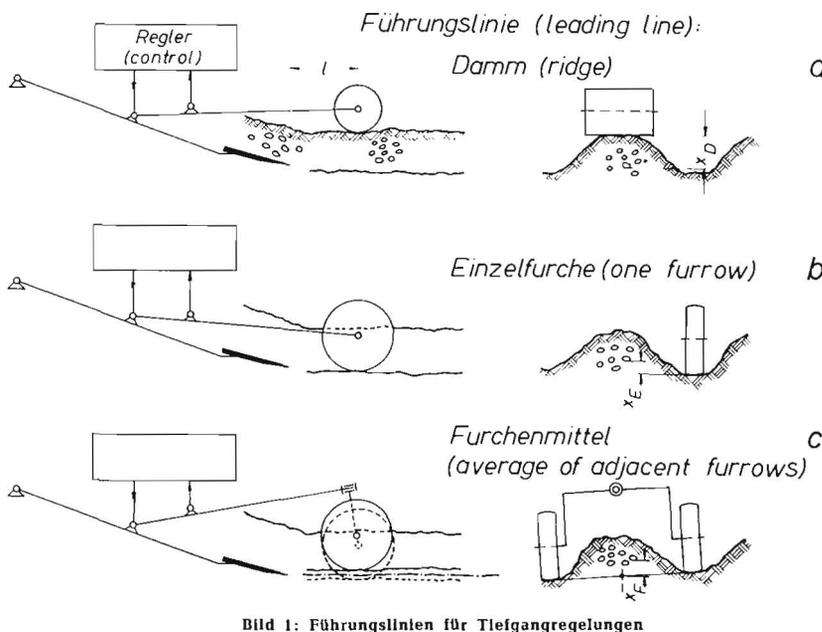
Bei einer Regelung nach einer der genannten Führungslinien können günstigstenfalls zu ihr äquidistante Schnittlinien entstehen. Die Linie a auf Bild 2 erfüllt zwar diese Bedingung, läßt aber zu viele Knollen im Boden. Deshalb muß das Schar tiefer eingestellt werden, im allgemeinen zwar nicht so tief, daß überhaupt keine Verluste entstehen, sondern nur so weit, daß eine vorgegebene Verlustquote nicht überschritten wird. Die Linie b genüge dieser Forderung. Sie liegt um das Maß u , die „Übertiefe“, unterhalb a . Die Übertiefe gibt an, um wieviel größer die Rodetiefe ist als die mittlere Tiefe der Knollengrenze. Sie ist bei feststehender Verlustquote umso kleiner, je weniger die tiefliegenden Knollen in ihrem Abstand zur Führungslinie schwanken. — Die Übertiefe ist der gesuchte Bewertungsmaßstab.

Wenn das Schar nicht exakt der Führungslinie folgt, sondern ihr gegenüber schwankt, also eine „Schartiefenstreuung“ aufweist, dann ist anstelle von u der Mittelwert \bar{u} zu verwenden. So ist die Übertiefe auch als Bewertungsmaßstab für Führungssysteme zu gebrauchen.

Für die eben dargelegte Bewertung müssen die Knollenverluste bestimmbar sein. Dazu ist es notwendig, daß sowohl die Gesamtzahl der Knollen des untersuchten Dammschnittes als auch die vertikale Verteilung der Knollen zu den Führungslinien, zum mindesten für den unteren Bereich des Dammes, bekannt sind. Falls das Schar äquidistant zur Führungslinie läuft, also exakt geführt wird, kann die einer bestimmten Verlustquote entsprechende Übertiefe unmittelbar aus der betreffenden Knollenverteilung abgelesen werden, wenn diese nämlich durch Häufigkeitssummen dargestellt ist; denn in diesem Fall sind die von großen Übertiefen an aufsummierten Häufigkeiten gleich den Verlusten.

Will man Führungssysteme betrachten, also die Führungslinien zusammen mit den Schartiefenschwankungen beurteilen, so ist dies mit Hilfe der in [4] dargelegten Methode möglich. Die nach ihr notwendige Rechnung ist im allgemeinen Falle langwierig. Sie wird aber einfach, wenn beide Verteilungen, hier die des Schartiefenganges und die der Knollen, durch Normalverteilungen angenähert werden können.

Aus den dargelegten Gründen ist es zweckmäßig, die ermittelten Knollenverteilungen als Häufigkeitssummen über der Übertiefe wiederzugeben (vergl. z. B. Bild 6) und sie außerdem durch Normalverteilungen anzunähern. Man erhält dann die Schätzwerte s_K und m_K der Parameter der Normalverteilungen.



²⁾ Es läßt sich einwenden, daß Unterschiede auftreten können, je nachdem, ob die Knollengrenze durch \bar{x}_{TD} , \bar{x}_{TE} oder \bar{x}_{TF} definiert ist. Dazu ist zu sagen, daß \bar{x}_{TE} und \bar{x}_{TF} bei hinreichender Zahl vermessener Furchen gleich werden. \bar{x}_{TD} führt allerdings im allgemeinen zu einer durchschnittlich etwas tiefer liegenden Tiefstknollen-Äquidistanten und auch Knollengrenze als \bar{x}_{TE} oder \bar{x}_{TF} . Jedoch haben später angeführte Messungen und Überlegungen ergeben, daß bei einem allgemeinen Vergleich von Damm und Furchen diese Differenz durch die Wirkung des Vorlaufes kompensiert wird.

Tafel 1: Verwendete Formelzeichen und Begriffe

Formelzeichen	Bezeichnung	Erläuterungen
1. Indizes		
D	Damm	Dammfirst
E	Einzelfurche	Sohle einer an den Damm angrenzenden Furche
F	Furchenmittel	die aus den beiden angrenzenden Furchensohlen gemittelte Linie
K	Knollenverteilung	vertikale Verteilung der Knollen im Damm
M	Mutterknolle	
S	Schartiefe	
T	Tiefstknolle	Tiefstknolle = tiefste Knolle einer Staude
2. Sonstige Zeichen und Begriffe		
f	Häufigkeit	relative Häufigkeit, bezogen auf die Gesamtzahl der Knollen
$\sum f$	Häufigkeitssumme	
	Knollengrenze	untere Grenze des Knollenbehanges
	Knollennormalverteilung	Normalverteilung, durch die die empirische Knollennormalverteilung angenähert wird
m_K	Knollenverteilungsmittel	Lage der Mitte der Knollennormalverteilung, von der Tiefstknollen-Aquidistante aus abwärts gemessen
l	Vorlauf	Längsabstand zwischen Führungsorgan und Rodescharschneide
P	Irrtumswahrscheinlichkeit	
s	Streuung	$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$
s_K	Knollenstreuung	Streuung der Knollennormalverteilung
s_S	Schartiefenstreuung	Streuung der Schartiefe um den mittleren Abstand des Scharweges von einer Führungslinie
	Tiefstknollen-aquidistante	Aquidistante zur Führungslinie im Abstand \bar{x}_T
u	Übertiefe	Vertikale Koordinate, von der Tiefstknollen-Aquidistante aus abwärts gemessen
	Verlustknolle	Knolle, deren tiefster Punkt unterhalb einer Scharschnittlinie liegt
v	Verluste oder Verlustquote	Anteil der Verlustknollen an der Gesamtzahl der Knollen
x	Knollenlage oder Knollentiefe	vertikale Koordinate des tiefsten Punktes einer Knolle, von der jeweiligen Führungslinie aus abwärts gemessen
\bar{x}_T	Tiefstknollenmittel	$\bar{x}_T = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_{Ti}$

3. Bestimmung der Knollentiefe

3.1. Die Messungen

3.1.1 Untersuchungsbedingungen

Die Messungen wurden 1963 und 1964 kurz vor der Ernte durchgeführt. Das Jahr 1963 wies durchschnittliche Witterungsbedingungen auf, 1964 zeichnete sich durch große Trockenheit, insbesondere im Juli, aus.

Die Versuchsfelder (Tafel 2) lagen außer Feld D (Lüneburger Heide) nahe Braunschweig. Sie wiesen alle typische Kartoffelböden mit Bodenzahlen [5] zwischen 20 und 35 auf. Die Bestellung der Äcker erfolgte teils mit Hilfe von Lochsternen, teils mit Legemaschinen, die Pflege in ortsüblicher Weise, auf Feld L mit Pferden, sonst mit Schleppern. Die Reihenweite betrug einheitlich 62,5 cm.

Auf Feld V lagen 1964 die Kartoffelreihen quer zur Pflugfurche; beim Pflügen waren große Unregelmäßigkeiten der Oberfläche entstanden. Auf Feld D wurden Randreihen von Parzellen für Tiefenlageversuche vermessen.³⁾

Wird mit einem einreihigen Sammelroder gerodet, so laufen durch die Furchen, die an den zu rodenden Damm angrenzen, vorher jeweils ein Schleppervorderrad, ein Schlepperhinterrod und ein Roderrad. Um vergleichbare Verhältnisse zu erhalten, wurden die Furchen vor den Messungen in gleicher Weise befahren.

3.1.2. Untersuchungsmethode und -durchführung

In den Knollenlagemessungen war es wichtig, jeweils Dammfirst, Furchensohle und Knollen von der gleichen Basis aus zu vermessen. Hierzu diente ein rechteckiger Rahmen (Bild 3), der mit seinen 4 Füßen in die Furchen gestellt und horizontal ausgerichtet wird. Das eigentliche Meßgerät trägt in Abständen von 2,5 cm höhenverstellbare und feststellbare Nadeln mit Gummipfropfen an den unteren Enden. Das Meßgerät wird in Dammrichtung über dem zu messenden Objekt, z. B. dem Damm, auf den Rahmen aufgesetzt, die Nadeln werden dann bis zum Dammfirst hinabgeschoben. Für die Feststellung der Knollenlagen wurde der Damm, von einer Furche beginnend, in senkrechten Längsschnitten abgetragen. Trat eine tiefliegende Knolle zutage, so wurde die zugehörige Meßnadel bis zur Knollenunterseite hinabgeschoben (Bild 3 rechts). Der Rahmen ist so dimensioniert, daß an einem Meßplatz, also ohne Versetzen des Rahmens, zwei Dämme mit den in ihnen befindlichen Knollen und die drei zugehörigen Furchen jeweils auf einer Länge von 4,5 m vermessen werden können.

Die Stellung der Nadeln ist nach jeder Messung fotografiert worden. Zur Auswertung wurden die zusammengehörigen Negative nacheinander in richtiger relativer Höhenlage auf

3) Der KTL-Versuchsstation Dethlingen sei für die Genehmigung der Messungen auf ihren Versuchspartellen auch an dieser Stelle gedankt.

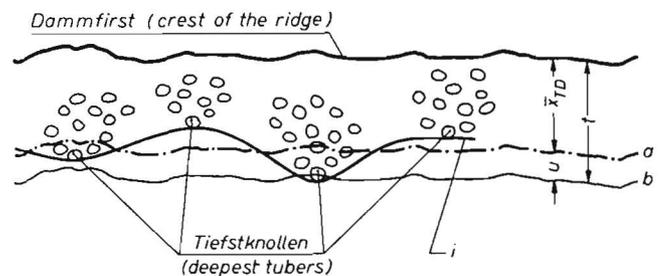


Bild 2: Scharschnittlinien und Übertiefe (beim Damm als Führungslinie)

- a Tiefstknollen-Aquidistante
- b Beispiel einer Scharschnittlinie bei exaktem Schnitt
- i Scharschnittlinie entlang der Knollengrenze
- t Rodtiefe
- u Übertiefe
- x_{TD} Tiefstknollenmittel bezogen auf den Damm

Tafel 2: Die Versuchsfelder

Feld	Bodenart	Legeverfahren	Versuchsjahr	Sorte	mittlerer Pflanzenabstand [cm]	Knollen * je Staude	durchschn.* Knollengew. [g]	Bemerkungen
V	anlehmiger Sand	Legemaschine 2-reihig	1963	Grata Feldeslohn Olympia Capella	33	8,5	48,5	viruskrank
			1964	Fina				
L	anlehmiger Sand	hinter Lochstern 2-reihig	1963	Anco Isola	37	12,2	61,1	
			1964	Carmen				
M	Sand	hinter Lochstern 4-reihig	1964	Lori	36	10,3	25,9	viruskrank
H	Sand	Legemaschine 4-reihig	1964	Heiko	37	15,8	76,2	berechnet
E	leicht humoser Sand	Lochstern 4-reihig	1964	Grata	41	14,4	85,4	berechnet
D	leicht humoser Sand	Legemaschine 4-reihig	1964	Clivia	38	18,5	54,4	berechnet

* Nur Knollen größer als 20 mm Quadratmaß berücksichtigt

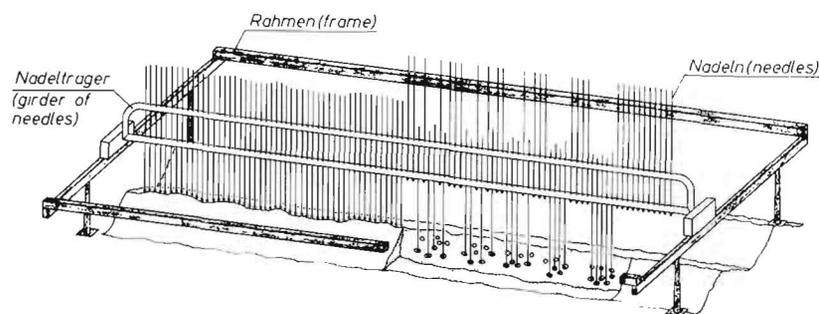


Bild 3: Gerät zum Messen des Verlaufs der Dämme und Furchen und der Knollentiefen. Links ist das Messen eines Dammes, rechts das Messen von Knollentiefen gezeigt

Transparentpapier projiziert und nachgezeichnet. Diesen Zeichnungen (Bild 4) wurden die gesuchten Höhendifferenzen zwischen Knollen und Damm bzw. Furchen entnommen.

Die Knollenlagemessungen des Jahres 1963 erstreckten sich auf insgesamt 200 m Damm mit den zugehörigen Furchen,

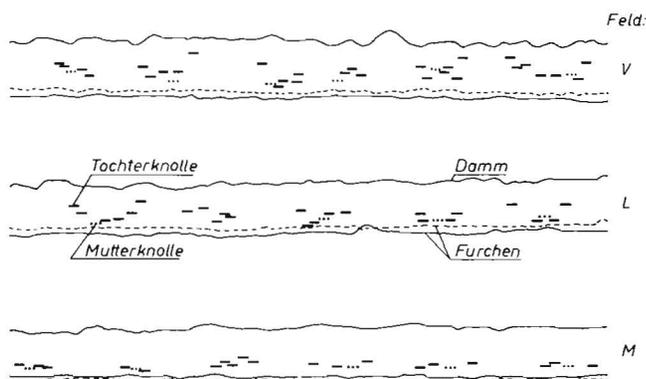


Bild 4: Aufzeichnungen von Knollenlagen

die des Jahres 1964 auf 320 m Damm und die entsprechenden Furchen an sechs Meßplätzen je Feld. Mit Ausnahme von Feld D waren diese Meßplätze in zwei getrennt liegenden Reihenpaaren über die Feldlänge verteilt. Auf Feld D lagen alle Meßplätze in einem Reihenpaar; dieses gehörte aber vier Parzellen an, von denen auf zweien die Mutterknollen 3 cm tiefer gelegt waren als auf den beiden übrigen. Die Messungen des Jahres 1963 beschränkten sich auf die Tiefstknollen — insgesamt 520 Stück. Im Jahre 1964 dagegen wurden jeweils alle tiefliegenden Knollen und noch vorhandene Mutterknollen vermessen. Dies geschah mit 3400 tiefliegenden Knollen und 660 Mutterknollen an 880 Stauden mit insgesamt 11 500 Knollen.

Ferner wurde mit Meßlatte und Nivelliergerät [6] der Verlauf von Furchen und Dämmen über längere Strecken hinweg vermessen (Nivellement). Diese Messungen sollten weitere Auskunft über die Eignung von Damm und Furche als Führungslinie geben. Die Meßlatte wurde in der Furche alle 20 cm, auf dem Damm jeweils am Ort der Stauden und mitten zwischen ihnen aufgestellt und abgelesen.

Alle Meßstellen waren so gewählt, daß sie keine aus dem Rahmen fallenden Unregelmäßigkeiten der Dämme oder Furchen aufwiesen.

3.2. Ergebnisse

3.2.1. Unebenheiten der Dämme und Furchen

Vorweg sei über die Ergebnisse des Nivellements berichtet. Sie zeigten für die Dämme größere Unebenheiten an als für die Furchen. Die Dämme waren auf allen Feldern am Ort der Stauden durchschnittlich etwas höher als zwischen den Stauden (Tafel 3).

Tafel 3: Mittlere Differenz zwischen den Dammhöhen am Ort der Stauden und zwischen ihnen (in cm)

Feld	L	M	H	E	D	Mittel
Höhendifferenz	0,6	0,2	1,2	0,7	0,4	0,62

Für das Furchenmittel wurden aus dem Nivellement die Streuungen der Einzelwerte gegenüber einer Linie errechnet, die als genereller Verlauf des Furchenmittels angesehen werden kann. Die Ordinaten dieser Linie wurden aus fünf aufeinanderfolgenden Werten durch Mittelwertbildung gewonnen (gleitendes Mittel). Die Streuungen des Furchenmittels waren gering, wenn man vom Feld V absieht (Tafel 4).

Tafel 4: Streuung s der Höhenlage des Furchenmittels gegenüber dem gleitenden Mittel (in cm)

Feld	V	L	M	H	E	D	Mittel ohne V
s	0,9	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,21

3.2.2. Tiefstknollen

Die Tiefstknollen lagen auf den einzelnen Feldern im Durchschnitt 11 cm bis 14,5 cm unter dem Damm und -5,5 cm bis +2 cm unter dem Furchenmittel. Zumeist lagen die Tiefstknollen oberhalb des Furchenmittels. Tafel 5 bringt die 1964 festgestellten Werte.

Bild 5 zeigt die Streuungen der auf die drei Führungslinien bezogenen Tiefstknollentiefen. Mit wenigen Ausnahmen gilt für die einzelnen Felder $s_{TD} > s_{TE} > s_{TF}$. Die entsprechenden Mittelwerte aller Messungen sind 2,3; 2,2 und 1,9 cm. In den Fällen, in denen die Einzelfurche schlecht abschneidet, lagen die beiden an den Damm angrenzenden Furchen meist unterschiedlich hoch. Nahm man die rechten und linken Furchen jeweils für sich, so war trotzdem keine ins Gewicht fallende Verringerung der Streuungen festzustellen. Ebenso ergaben sich keine wesentlichen Differenzen zwischen den bei der Kartoffelpflege vom Schlepper befahrenen und nicht befahrenen Furchen, sofern das Feld eine solche Unterscheidung überhaupt zuließ.

Tafel 5: Mittlere Tiefstknollentiefe der Messungen 1964 (in cm)

Feld	Tiefstknollentiefe	
	unter Damm \bar{x}_{TD}	Unter Furchenmittel \bar{x}_{TF}
V	10,9	-5,4
L	12,3	-2,8
M	13,7	-2,8
H	13,9	+2,2
E	13,0	-1,1
D (flach)	12,0	-3,8
D (tief)	14,5	-1,2

Die Mittelwerte des Jahres 1963 sind fast die gleichen wie die des Jahres 1964. Groß sind dagegen die Unterschiede der Streuungen für die einzelnen Sorten. Eine Erklärung hierfür kann nicht gegeben werden. Die Vermutung, daß ein Zusammenhang mit der Stolonenlänge vorliegt, bestätigte sich nicht.

3.2.3. Mutterknollen

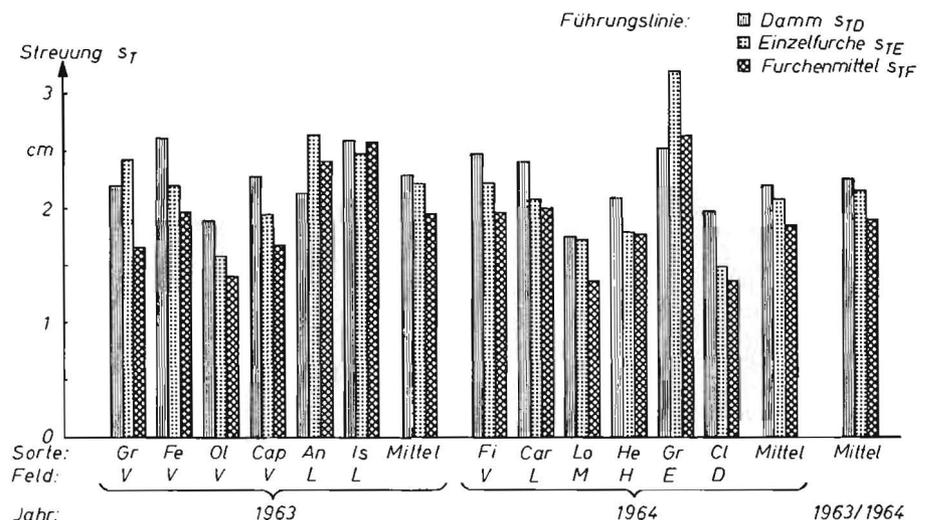
Tafel 6 bringt Angaben über die mittlere Lage der Mutterknollen und der zugehörigen Tiefstknollen. Nach diesen Werten wurde zwischen der Lage der Mutterknollen und der der Tiefstknollen eine Korrelation mit dem Koeffizienten 0,89 ermittelt [7]; sie besteht mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit $P < 1\%$.

Auf den Feldern V, L und M lagen die Tiefstknollen sehr nahe bei den Mutterknollen, während sie sich auf den übrigen Feldern gut 1,5 cm unterhalb befanden. Auf Feld D

Tafel 6: Stauden mit Mutterknollen, mittlere Knollentiefe der Messungen 1964 (in cm)

Feld	Mutterknollen unter Furchenmittel \bar{x}_{MF}	Tiefstknollen unter Furchenmittel \bar{x}_{TF}	Tiefstknollen unter Mutterknollen $\bar{x}_{TF} - \bar{x}_{MF}$	Ertrag [dz/ha]
	V	-5,0	-5,5	
L	-3,1	-2,9	+0,3	320
M	-2,5	-2,9	-0,4	120
H	+0,6	+2,2	+1,6	500
E	-2,5	-0,8	+1,7	470
D (flach)	-6,2	-3,9	+2,3	410
D (tief)	-2,9	-1,3	+1,5	

Bild 5: Streuungen der Tiefstknollentiefen, bezogen auf die drei Führungslinien



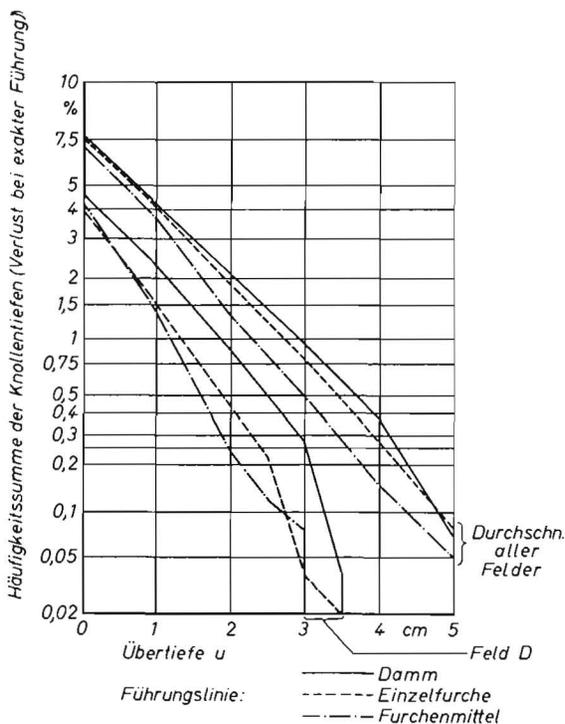


Bild 6: Knollenverteilungen relativ zu den drei Führungslinien ohne Berücksichtigung eines Vorlaufes; Mittel der sechs Untersuchungsfelder und Werte des günstigsten Feldes D

haben die tiefer gelegten Mutterknollen zwar zu tiefer liegenden Tiefstknollen geführt, aber diese Tiefstknollen liegen relativ zu ihren Mutterknollen höher als die von den flach gelegten Mutterknollen stammenden. Die Wahrscheinlichkeit dafür, daß der Unterschied zwischen 2,3 und 1,5 cm nur zufällig ist, liegt unter 5%. PÄTZOLD hat eine ähnliche Angleichung festgestellt [8]. — Ein Einfluß der Dammhöhe ist nicht zu erkennen, dagegen besteht offensichtlich zwischen der Tiefstknolle und der Mutterknolle

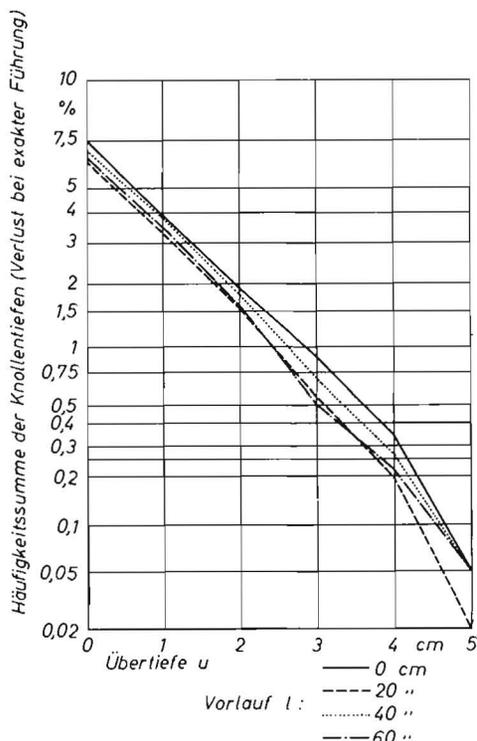


Bild 7: Knollenverteilungen relativ zum Damm unter Berücksichtigung verschiedener Vorläufe; Mittel der sechs Untersuchungsfelder

eine Abhängigkeit des Abstandes vom Ertrag. Der Korrelationskoeffizient beträgt 0,91 mit $P < 1\%$; bei einem höheren Ertrag benötigen die Knollennester mehr Platz und dehnen sich eher in den Bereich unterhalb der Mutterknollen aus.

Zur Ergänzung der eigenen nur einjährigen Untersuchungen über die Beziehungen zwischen Mutter- und Tiefstknollen wurden die Untersuchungen von BAILEY [1] herangezogen. Zu diesem Zweck mußte auf seine Originalprotokolle zurückgegriffen werden.⁴⁾ Die Tiefstknollen von vier der sechs Versuchssorten lagen im Durchschnitt sehr nahe bei den Mutterknollen, bei einer Sorte 1,5 cm tiefer, bei der ungleichmäßig gewachsenen Sorte Majestic 1,8 cm höher. Die Ertragsunterschiede waren nicht groß. Eine Beziehung zwischen dem Tiefstknollen-Mutterknollen-Abstand und dem Ertrag tritt hier nicht in Erscheinung. Die Knollen waren mit hohen Dämmen bedeckt, im Durchschnitt waren sie über den Tiefstknollen 17 cm hoch, gegenüber 13 cm in den eigenen Versuchen. Daraus mag die geringe Neigung der Pflanzen resultieren, Tochterknollen unterhalb der Mutterknolle anzusetzen, und auch die Tatsache, daß kein Ertrags-einfluß feststellbar war.

Die Streuungen der Tiefstknollen lagen sowohl in Bezug auf den Damm als auch auf die Mutterknollen mit den Mittelwerten 2,2 bzw. 1,6 cm (ohne Majestic) nahe bei den eigenen Werten.

3.2.4. Knollenverteilungen

Unterhalb 6 cm Übertiefe wurden keine Knollen mehr festgestellt. Bild 6 zeigt im Wahrscheinlichkeitsnetz die Häufigkeitssummen für die Übertiefen 0—5 cm. Die für die sechs Felder gemittelten Linienzüge lassen deutlich erkennen, daß als Führungslinie das Furchenmittel günstiger ist als die Einzelfurche und diese günstiger als der Damm. Ein exakt geführtes Schar muß für die Verlustgrenzen 0,25; 0,5 und 1% bei Dammführung durchschnittlich 0,7 cm tiefer eingestellt werden als bei der Führung nach dem Furchenmittel. Besonders günstige Werte lieferte das Feld D. Verglichen mit dem Durchschnitt aller Felder ist eine um 1 bis 1,5 cm flachere Einstellung des Schares möglich. Hier sind Einzelfurche und Furchenmittel gleichwertig und ihre Überlegenheit gegenüber dem Damm noch größer.

Im Hinblick auf den Vorlauf *l* des Führungsorgans (Bild 1) wurde auch die Tiefenlage der Knollen, bezogen auf Punkte, die jeweils 20, 40 und 60 cm vor der betreffenden Knolle auf dem Damm lagen, ausgemessen und daraus die zugehörige Knollenverteilung ermittelt. Dabei wurde von den gemessenen Vertikalabständen der Wert \bar{x}_{TD} aus den Messungen für Vorlauf Null abgezogen, so daß die verbleibenden Übertiefen vergleichbar sind. Bild 7 zeigt die zusammengefaßten Ergebnisse. Die Vorverlegung der Bezugspunkte bringt keine Vergrößerungen der Verluste, wie man erwarten könnte, sondern sogar Verringerungen, insbesondere bei der Vorverlegung um 20 und 60 cm, d. h. um etwa den halben oder eineinhalbfachen Pflanzenabstand (siehe Tafel 2). Die Verminderung der Übertiefe liegt für 0,25 bis 1% Verlust zwischen 0,2 und 0,4 cm. Dies ist ein Einfluß der welligen Kontur des Dammes (siehe Nivellement).

Da stets ein gewisser Vorlauf notwendig ist, dieser aber nicht gerade das 0,5fache oder 1,5fache des Pflanzenabstandes betragen wird, ist es berechtigt, mit dem Mittelwert der Ergebnisse der Vorverlegung um 0, 20, 40 und 60 cm zu rechnen. Diese mittlere Knollenverteilung weist im Durchschnitt der Felder eine um 0,2 cm kleinere Übertiefe auf als die Knollenverteilung bei $l = 0$. Die gleiche Differenz wurde bei der Ermittlung, um wieviel die Tiefstknollen-Äquidistante des Dammes tiefer liegt als die der Furchen, gefunden. Diese Übereinstimmung ist kein Zufall; denn sowohl die Übertiefenverringerung durch den Vorlauf als auch die

⁴⁾ Mr. BAILEY sei auch hier dafür gedankt, daß er dem Verfasser seine Protokolle für diese Auswertung überlassen hat.

Differenz der Tiefstknollen-Äquidistanten beruht darauf, daß die Tiefstknollen überwiegend unter den höheren Abschnitten des Dammes liegen.

Für den genauen Vergleich mit den furchenbezogenen Knollenverteilungen müßten wegen der Differenz der Tiefstknollen-Äquidistanten die auf Bild 7 aufgetragenen Summenkurven um obige 0,2 cm nach rechts verschoben werden. Dadurch käme die — nicht eingetragene — Linie für die mittlere Knollenverteilung dorthin, wo jetzt die Linie für $l = 0$ eingezeichnet ist. Man kann daher die für $l = 0$ gezeichnete Linie für den Vergleich mit den furchenbezogenen Werten ohne eine Korrektur als Repräsentanten der Knollenverteilung bei mittlerem Vorlauf ansehen. Deshalb ist es, wie schon in der Fußnote in Abschnitt 2.3. gesagt, berechtigt, die für $l = 0$ festgestellten Übertiefen unmittelbar mit den furchenbezogenen Übertiefen zu vergleichen.

Zur Ermittlung der Knollennormalverteilungen wurde wiederum das Wahrscheinlichkeitsnetz benutzt, weil in ihm Normalverteilungen durch Geraden wiedergegeben werden. Die Annäherung der empirischen Verteilungen an Normalverteilungen konnte für $u \geq 0$ mit nur kleinen Vernachlässigungen vorgenommen werden, wie es Bild 8 für die auf das Furchenmittel bezogenen Verteilungen zeigt.

Die Geraden sind mit der Methode der kleinsten Quadrate berechnet. Bei den anderen Führungslinien bewegen sich die Vernachlässigungen im gleichen Rahmen. In [4] ist dargelegt, daß es richtig ist, sich für die Ermittlung der Normalverteilungen auf die Knollen des Bereiches $u \geq 0$ zu beschränken und daß sich Abweichungen, wie sie auf Bild 8 in Erscheinung treten, auf die Berechnung der Verluste nur wenig auswirken. Aus den Geraden des Wahrscheinlichkeitsnetzes wurden die Schätzwerte m_K und s_K nach den Formeln [9]

$$m_K = u_{50\%} \text{ und } s_K = \frac{u_{16\%} - u_{84\%}}{2}$$

ermittelt. Sie sind auf Tafel 7 zusammengestellt.

Der Wert von m_K ist überall negativ, weil sich die Mitten der Knollenverteilungen immer oberhalb der Tiefstknollenmitteln befinden. Die durchschnittlichen Streuungen steigen von 2,5 cm für das Furchenmittel über 2,7 cm für die Einzelfurche auf 3,1 cm für den Damm an. Zwischen den Feldern treten beträchtliche Unterschiede der Streuungen auf. Die Extremwerte der furchenbezogenen Streuungen verhalten sich wie 1 : 2.

4. Beurteilung von Scharführungen auf Grund der Knollenverteilungen und Schartiefenschwankungen

4.1. Schartiefenstreuungen

Die im Abschnitt 3 gezeigten Streuungen und Knollenverteilungen lassen gewisse Unterschiede der Führungslinie und beträchtliche Unterschiede zwischen den Feldern erkennen.

Tafel 7: Schätzwerte der Knollenverteilungen (in cm)

Bezugslinie: Feld	Dammfirst		Einzelfurche		Furchenmittel	
	m_K	s_K	m_K	s_K	m_K	s_K
V	3,50	2,92	2,96	2,60	2,98	2,44
L	4,49	3,42	4,25	3,02	3,95	2,83
M	3,56	2,65	3,63	2,61	2,50	1,84
H	4,77	3,14	4,33	2,76	4,06	2,56
E	5,19	3,97	5,06	3,76	5,13	3,60
D	4,26	2,60	2,76	1,68	2,82	1,71
Mittel	4,30	3,12	3,83	2,74	3,58	2,50

Es ist nun zu klären, in welchem Umfange sich Schartiefenschwankungen, wie sie Scharführungen eigen sind, auswirken. Um sich eine Vorstellung über die Größenordnung dieser Schartiefenstreuungen zu verschaffen, wurden einige Versuche und Berechnungen durchgeführt.

4.1.1 Anlage und Durchführung der Versuche und Berechnungen

In Feldversuchen⁵⁾ wurden Schartiefenstreuungen gemessen bei einer an einen Siebketten-Vorratsroder versuchsmäßig angebauten hydraulischen Regelanlage⁶⁾, einmal mit Dammführung, zum anderen mit Einzelfurchenführung. Außerdem wurden entsprechende Messungen beim Einsatz eines Sammelroders ohne Regelanlage, aber mit Dammwalze vorgenommen. Als eine weitere Möglichkeit der Scharbewegung wurden die Tiefenschwankungen eines unregelmäßigen Schares an einem aufgesattelten einachsigen Roder behandelt. Dieses Schar ist bei der Arbeit fest mit dem Roder verbunden, macht also dessen Bewegungen mit. Seine Bahn wurde aus den Messungen von Ackeroberflächen berechnet.

In den Feldversuchen diente als Bezugskörper für die Messung der Vertikalkoordinaten ein kleiner Wagen. Dieser lief, mit dem Roder gelenkig verbunden, vor dem Rodeschar auf Schienen über den Acker. Die vertikalen Abstände eines die Führungslinie abfahrenden Meßrades, des Führungsorgans und des Schares von diesem Meßwagen wurden mit Hilfe von Biegefedern mit Dehnmeßstreifen fortlaufend gemessen und registriert. So gewann man die Längskontur der Führungslinie und die Bahnen von Führungsorgan und Schar.

Das auf dem Damm laufende Führungsorgan der hydraulischen Regelanlage war eine breite Rolle, die mit einer

5) Diese Versuche wurden von Ing. R. AHLERS vorbereitet und durchgeführt.

6) Der Firma HARRY A WENGEN, Talmühle, insbesondere Ing. TRIES sei für die Unterstützung beim Bau der hydraulischen Anlage gedankt.

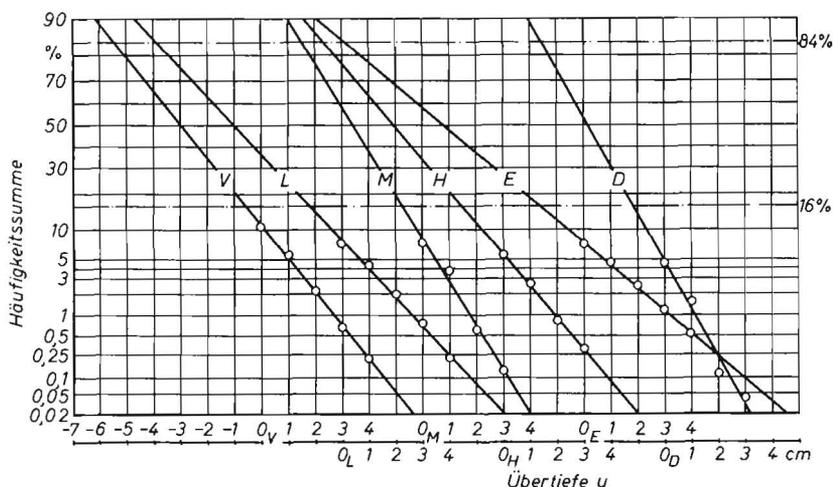


Bild 8: Annäherung der Knollenverteilungen relativ zum Furchenmittel durch Normalverteilungen. Der Abzissennullpunkt ist für die einzelnen Untersuchungsfelder versetzt angeordnet.

statischen Last von etwa 20 kp auflag. Als in der Furche laufendes Führungsorgan wurde ein schmales Rad von ungefähr 10 kp Gewicht verwendet. Die Dammwalze war serienmäßig ausgeführt; ihre Auflast konnte variiert werden und betrug bei nicht eingesetztem Schar 150 bzw. 200 kp. Die Versuche mit der hydraulischen Regelanlage fanden auf den Feldern V, L und H statt, die Versuche mit der Dammwalze nur auf dem verhältnismäßig unebenen Feld V. Die Rodetiefe betrug 14 bis 16 cm. Beim Einsatz der Regelanlage wurde mit Geschwindigkeiten von 0,8 bis 3 m/s, beim Einsatz der Dammwalze mit Geschwindigkeiten von 0,8 bis 1,4 m/s gerodet.

Für die Berechnung der Schartiefenschwankungen des unregelmäßigen Schares wurde das in Abschnitt 3 angeführte Nivellement der Furchen entsprechend ausgewertet. Der Rechnung wurden für den Schlepper und den einachsigen Roder in Anlehnung an gängige Ausführungen die folgenden Längsmaße zugrunde gelegt:

Radstand des Schleppers	2,00 m
Abstand zwischen Schlepperhinterachse und Aufsattelpunkt des Roders	0,80 m
Abstand zwischen Aufsattelpunkt und Roderachse	3,40 m
Abstand zwischen Aufsattelpunkt und Scharschneide	1,60 m

Berechnet wurden für alle 6 Felder die Schwankungen der vertikalen Abstände der Scharschneide vom Furchenmittel. Sie enthalten nicht die durch die Reifen und sonstigen Elastizitäten verursachten Schwingungen. Aus diesem Grunde gelten die errechneten Schartiefenstreuungen nur für niedrige Rodegeschwindigkeiten.

4.1.2. Ergebnisse

In den Versuchen mit der hydraulischen Regelanlage traten bei Dammführung im Durchschnitt Schartiefenstreuungen von 0,8 cm, bei Einzelfurchenführung von 0,6 cm auf. Ein Einfluß der Fahrgeschwindigkeit war nicht nachweisbar. Die größere Schartiefenstreuung der Dammführung beruhte in erster Linie darauf, daß das Führungsorgan dem Dammverlauf schlechter folgte als dem Furchenverlauf.

Die Dammwalze sank in den einzelnen Versuchen im Mittel um 3 bis 4 cm ein. Sie glich dabei offensichtlich Unregelmäßigkeiten des Dammes aus. Der Scharweg streute gegenüber dem Dammfirst im Durchschnitt um 0,7 cm. Die genannten

Werte sind aber stark von der Form und vor allen Dingen vom Bodenzustand des Dammes abhängig und werden daher von Feld zu Feld sehr schwanken. Das Versuchsfeld hatte verhältnismäßig spitze Dämme, der Boden war gut durchfeuchtet, aber nicht besonders nachgiebig.

Die Berechnungen für die Schwankungen des unregelmäßigen Schares führten auf Schartiefenstreuungen innerhalb der Reihen von durchschnittlich 0,7 cm (0,5—0,8 cm, auf Feld V 1,5 cm). Zur Berechnung der Streuungen zwischen den Reihen der einzelnen Felder reichten die je zwei vermessenen Reihen nicht aus. Deshalb wurden die Reihen aller 6 Felder für die Rechnung benutzt, wodurch sich eher eine zu große als eine zu kleine Streuung ergab; sie wurde zu ebenfalls 0,7 cm ermittelt. Die Gesamtstreuung betrug demnach im Durchschnitt 1 cm.

Sowohl in den Versuchen mit der hydraulischen Regelanlage als auch nach den Berechnungen für das unregelmäßige Schar waren die Abweichungen des Scharweges von seinem Sollweg, die Schartiefenschwankungen, mit guter Näherung normal verteilt. Bei den Dammwalzenversuchen reichte die Zahl der Versuchsstrecken für eine Prüfung auf Normalverteilung nicht aus. Im Hinblick auf die in diesem Falle besonders große Zahl von Einflußgrößen kann auch hier Normalverteilung angenommen werden.

4.2. Resultierender Einfluß von Knollen- und Schartiefenstreuungen

4.2.1. Vergleich von Scharführungssystemen

Da sowohl für die Knollenverteilung als auch für die Schartiefenschwankungen Normalverteilungen benutzt werden können, ist das in [4] entwickelte Nomogramm, Bild 9, zur Berechnung des gemeinsamen Einflusses der beiden Streuungen verwendbar. Dieses Nomogramm setzt strenggenommen voraus, daß die Knollenverteilungen und Schartiefenschwankungen statistisch voneinander unabhängig sind. Für die auf die Furchen bezogenen Verteilungen stimmt dies nahezu. Auch bei der Dammführung sind die gegenseitigen Abhängigkeiten gering; ihre Berücksichtigung würde auf etwas kleinere Mittenabstände der Normalverteilungen, als sie dem Nomogramm zu entnehmen sind, führen.

Mit Hilfe dieses Nomogramms wurden für die Knollennormalverteilungen der 6 Felder, also mit den Schätzwerten der Tafel 7, die mittleren Übertiefen bei den Verlusten 1, 1/2 und 1/4 % berechnet; für die einzelnen Führungssysteme

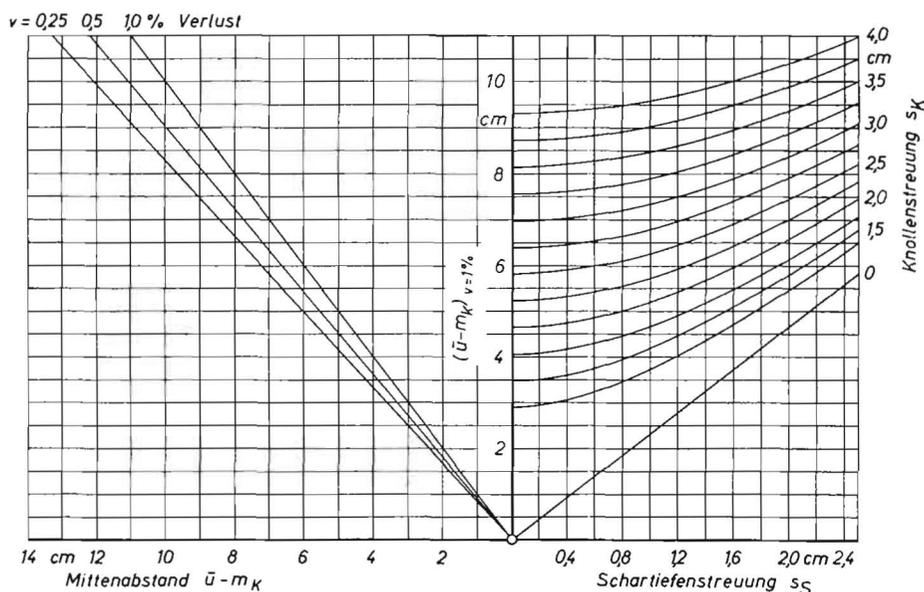


Bild 9: Nomogramm zur Ermittlung des Mittenabstandes zwischen Knollen- und Schartiefenverteilung aus Knollenstreuung, Schartiefenstreuung und Verlustquote

wurden dabei die Schartiefenstreuungen s_S der Tafel 8 zugrunde gelegt, für Führungssystem e der Wert 1 cm.

Auf Bild 10 sind die so gewonnenen mittleren Übertiefen über den Verlusten aufgetragen. Die Abhängigkeit der Übertiefe von den Verlusten zeigt bei allen Kurven die gleiche Tendenz, ist aber bei größerer Übertiefe ausgeprägter. Die dick gezeichneten Kurven stellen die Mittelwerte der 6 Felder dar. Von ihnen weist die Kurve für den nur theoretischen Fall der exakten Nachführung nach dem Furchenmittel die kleinsten Übertiefen auf. Die Regelung nach der gleichen Führungslinie, aber mit $s_S = 0,6$ cm verlangt nur etwa 0,2 cm größere Übertiefen. Der Übergang zur Einzelfurche macht eine weitere Vergrößerung des Tiefganges um 0,3 bis 0,4 cm erforderlich. Für das unregelmäßige Schar ergeben sich, niedrige Rodegeschwindigkeiten vorausgesetzt, nur unbedeutend größere Übertiefen, weshalb die gleiche Kurve gültig ist. Die Dammführung schneidet deutlich am schlechtesten ab.

Außer den Kurven, die die Durchschnitte der 6 Felder wiedergeben, sind für die Regelung nach dem Furchenmittel noch die Übertiefen aufgetragen, die sich aus den Knollenverteilungen der Felder D und E errechnen. Die Kurve für Feld D liegt viel tiefer, für Feld E bedeutend höher als die Durchschnittskurve. Die Kurve für Feld D halbiert fast die Ordinaten der Durchschnittskurve, weist aber immer noch Übertiefen von 1,4 bis 2,3 cm auf.

Für die Dammwälzenführung ist keine Kurve eingetragen, weil die vorhandenen Unterlagen dazu nicht ausreichen. Die Dammwälze gleich Dammunregelmäßigkeiten aus, infolgedessen kann die auf den Damm bezogene Knollenstreuung nicht in voller Höhe der Rechnung zugrunde gelegt werden. Andererseits ist aber nicht anzunehmen, daß der Dammwälzenweg ebenso gut mit der Lage der Knollen korrespondiert wie das Furchenmittel. Deshalb wäre nach den wenigen Versuchen eine Kurve zwischen der dick strichpunktierten und der ausgezogenen zu zeichnen. Jedoch kann die Dammwälze bei weniger widerstandsfähigen Dämmen deren Un-

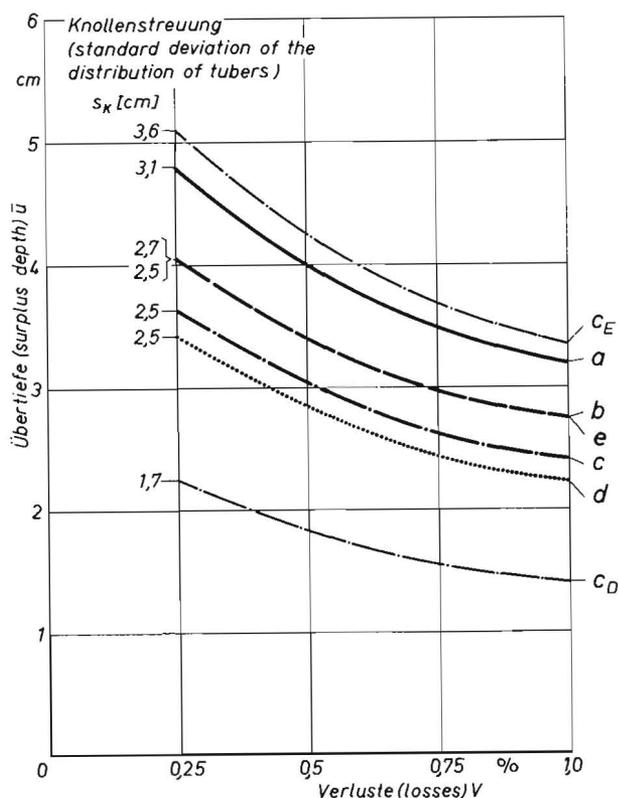


Bild 10: Vergleich von Scharführungssystemen. Die dick gezeichneten Kurven basieren auf den durchschnittlichen Knollenverteilungen der sechs Untersuchungsfelder. Bedeutung der Buchstaben a bis e siehe Tafel 8. c_D und c_E : Scharführungssystem c auf Feld D bzw. E

Tafel 8: Schartiefenstreuungen s_S

Buchstabe	Scharführungssystem	Symbol	s_S [cm]
a	hydraulische Regelung nach dem Damm		0,8
b	hydraulische Regelung nach der Einzelfurche		0,6
c	hydraulische Regelung nach dem Furchenmittel		0,6
d	exakte Führung nach dem Furchenmittel		0
e	unregelmäßiges Schar, je nach Feld		0,9—1,7

regelmäßigkeiten auch vergrößern und daher zu größeren Übertiefen führen. Klarheit könnte hier nur eine große Zahl umfangreicher Versuche bringen.

4.2.2. Abschätzung des Einflusses von Schar-tiefenstreuungen

Zum Schluß sei noch eine Darstellung hergeleitet, mit der unter Zugrundelegung der auf den 6 Feldern festgestellten Knollenverteilungen der Einfluß von Schartiefenstreuungen verschiedener Größe rasch abgeschätzt werden kann. Das Nomogramm Bild 9 ist dafür ungünstig, weil der ihm zu entnehmende Wert außer \bar{u} noch m_K enthält. Um m_K zu eliminieren, wurde untersucht, ob sich eine Beziehung zwischen m_K und s_K herstellen läßt. Zu diesem Zweck sind in Bild 11 die auf den 6 Feldern gewonnenen Schätzwerte als Abszissen bzw. Ordinaten aufgetragen. Man sieht, daß für alle drei Führungslinien m_K etwa proportional zu s_K ist mit fast dem gleichen Proportionalitätsfaktor. Näherungsweise ergibt sich die Beziehung $m_K = -10/7 s_K$. Die ihr entsprechende Gerade kann bis zum Koordinatenursprung gezogen werden; denn bei $s_K = 0$ sind Durchschnitt aller Knollen und Durchschnitt der Tiefstknollen identisch, d. h. $m_K = 0$.

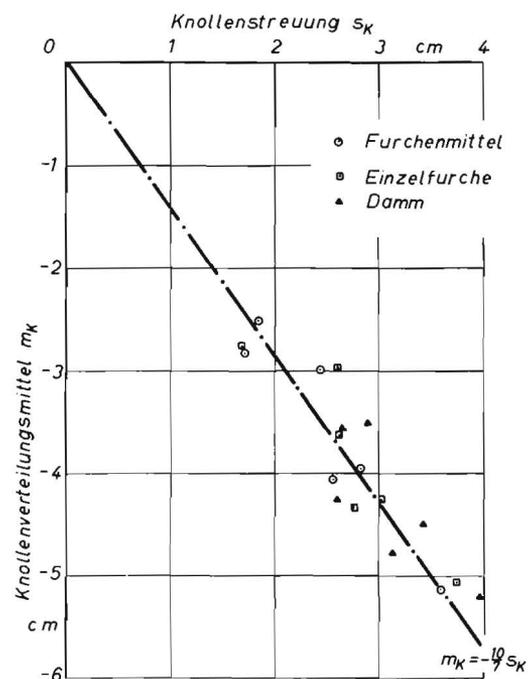


Bild 11: Parameter der Knollennormalverteilungen; aus den empirischen Verteilungen gewonnene Schätzwerte

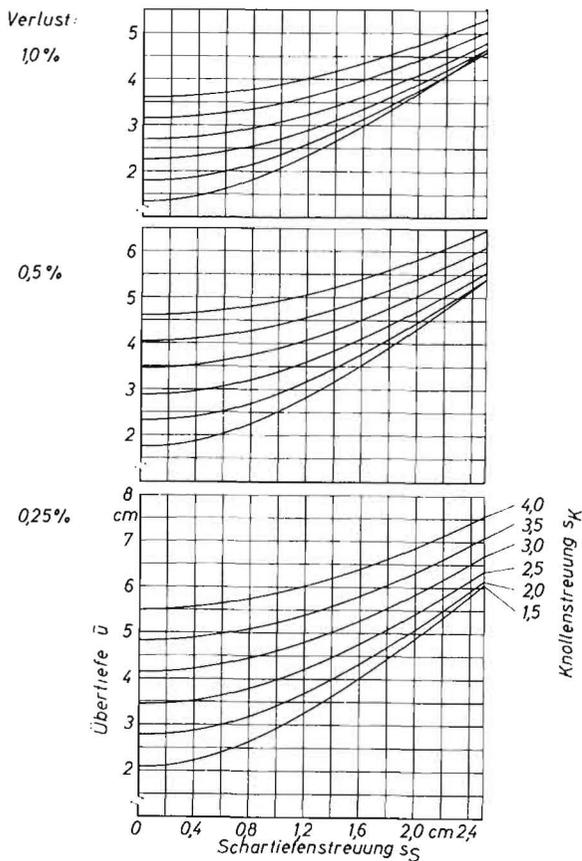


Bild 12: Nomogramme zur Ermittlung der Übertiefe aus Knollenstreuung und Schartiefenstreuung für verschiedene Verlustquoten bei $s_K = -0,7 m_K$

Mit dieser Beziehung konnten die Nomogramme des Bildes 12 entwickelt werden, denen die Übertiefen unmittelbar zu entnehmen sind. Aus ihnen geht hervor, daß der Einfluß der Schartiefenstreuungen im Bereich niedriger Werte gering ist, daß er aber progressiv anwächst und schließlich über den der Knollenstreuungen dominiert. In den Versuchen und Berechnungen wurden aber nur kleine bis mittlere Streuungen s_S angetroffen. Deren Differenzen treten in ihrer Bedeutung gegenüber den Unterschieden der Knollenstreuungen zurück. Dies erklärt, daß nach Bild 10 der Einfluß der Führungssysteme wesentlich kleiner ist als der Einfluß der Felder. Für andere als die untersuchten Felder trifft vielleicht die Beziehung $m_K = -10/7 s_K$ nicht so gut zu, die Nomogramme werden daher etwas anders aussehen, die Tendenzen aber erhalten bleiben.

5. Zusammenfassung

Beim Roden von Kartoffeln mit dem Sammelroder soll das Rodeschar nicht unnötig tief arbeiten, sondern möglichst gut

an der unteren Grenze des Knollenbehanges entlang geführt werden. Wieweit diese Forderung von einem Scharführungssystem erfüllt wird, hängt erstens davon ab, wie gut die zur Führung benutzte Linie der Ackeroberfläche — Dammfirst, Furchensohle oder mehrere dieser Linien — mit der Knollengrenze korrespondiert, zweitens von der Bauart der Nachführung. Deshalb wurde einmal auf 6 Kartoffelfeldern die vertikale Verteilung der Knollen relativ zum Dammfirst (Damm), zu einer Furchensohle (Einzelfurche) und zum Mittel beider Furchensohlen (Furchenmittel) festgestellt, zum anderen in Feldversuchen die Streuung der Nachführung bei einigen Scharführungsbauarten orientierend untersucht.

Die Knollenverteilungen im unteren Bereich des Dammes konnten durchweg gut durch Normalverteilungen angenähert werden. Zwischen den Feldern waren erhebliche Unterschiede festzustellen, das Furchenmittel zeigte aber in jedem Falle die beste Eignung als Führungslinie, gefolgt von der Einzelfurche und schließlich vom Damm. Die Lage der zutiefst liegenden Knollen wird von der Lage der Mutterknollen beeinflusst.

Die Streuung der Nachführungen ist zumeist wesentlich kleiner als die der Knollenlagen. Aus beiden Streuungen zusammengenommen ließen sich für vorgegebene Knollenverluste mit Hilfe einer Kurventafel die notwendigen Rode-tiefen berechnen. Sie wurden als „Übertiefen“ jeweils auf die durchschnittliche Tiefe der Knollengrenze bezogen.

Die Übertiefe wird deutlich von der zugelassenen Verlustquote beeinflusst. Die Unterschiede zwischen den Führungslinien „Furchenmittel“ und „Damm“ schlagen sich nur in verhältnismäßig kleinen Übertiefedifferenzen nieder. Die festgestellten Einflüsse der Bauarten der Scharführung sind noch kleiner, werden aber bei höheren Rodegeschwindigkeiten ansteigen. Den stärksten Einfluß auf die Übertiefe üben die Knollenverteilungen aus.

Schrifttum

- [1] BAILEY, P. H.: An investigation into the distribution of potatoes in the ridge. Journ. of Agr. Engng. Res. 2 (1957) S. 146—51
- [2] BIALOJAN, G.: Ein Verfahren zur Ermittlung der Lage rodefähiger Kartoffeln im Dammquerschnitt. Deutsche Agrartechnik 10 (1960) S. 427—428
- [3] MARCENKO, N. M.: Zur Begründung der Kopiersysteme von Kartoffelerntemaschinen. Mechanizacija i Elektrifikacija 19 (1961) 6, S. 12—15
- [4] THAER, R. u. K. H. WEISSBACH: Anwendung der Wahrscheinlichkeitsrechnung auf Führungsprobleme mit einem Beispiel aus der Kartoffelernte. Grundlagen der Landtechnik Bd. 17 (1967) S. 8—15
- [5] SCHEFFER, F. u. P. SCHACHTSCHABEL: Lehrbuch der Agriculturnemie und Bodenkunde. I. Teil Bodenkunde. 4. Aufl. Stuttgart 1956
- [6] WENDEHORN, J. O.: Die Unebenheiten landwirtschaftlicher Fahrbahnen als Schwingungserreger landwirtschaftlicher Fahrzeuge. Grundl. d. Landt. 15 (1965) S. 33—46
- [7] MUDRA, A.: Statistische Methoden für landwirtschaftliche Versuche. Berlin und Hamburg 1958
- [8] FISCHNICH, O.; F. HEILINGER, H. KRUG u. CHR. PÄTZOLD: Forstung am Pflanzgut der Kartoffel. Europ. Potato J. 5 (1962) S. 93—122
- [9] DAEVES, K. u. A. BECKEL: Großzahl-Methodik und Häufigkeits-Analyse. 2. Aufl. Weinheim/Bergstraße 1958

Résumé

Rudolf Thaer: "Deep Position of Potatoes in the Ridge and Lowering of the Digging Share"

When lifting potatoes with the complete harvester the share should not operate unnecessarily deep but should be passed as near as possible to the lower end of the tuber cluster. In how far this demand is met by a share guide system depends firstly on the conformity of the surface soil — ridge, furrow bottom or several of these lines — with the tuber border and, secondly, on the kind of design of the following depth finder. For this reason the vertical distribution of the tubers in relationship to the ridge (dam), furrow bottom (single furrow) and to the mean of two furrow bottoms (furrow mean) was determined on 6 potato

fields. On the other hand, the variation of the following depth finder in conjunction with some shares of different design was examined in field trials for information purposes.

On the average, the tuber distributions in the lower part of the ridge showed a good agreement. Between the fields considerable differences existed. However, it was found that the furrow mean is best suited as guide line. It was followed by the single furrow and, at last, by the ridge. The position of the deepest lying tubers is influenced by the position of the mother tubers.

The variation of the following depth finder is in most cases remarkably smaller than that of the tuber positions. Both variations taken together permitted by means of a diagram to calculate the necessary digging depths for the given tuber

losses. As "overdepths" they were referred to the respective average depth position of the tubers.

The overdepth is distinctly affected by the admitted loss quota. The deviations between the guide lines "furrow mean" and "ridge" are relatively small with regard to the overdepth differences. The influences of the kind of share guide are even smaller, but they will increase with higher digging speeds. The tuber distributions have the greatest effect on the overdepth.

Rudolf Thaer: „La position en profondeur des pommes de terre dans les buttes et le réglage en profondeur du soc d'arrachage"

Pendant l'arrachage de pommes de terre à l'aide d'une arracheuse-groupeuse, le soc d'arrachage ne doit pas travailler à une profondeur plus grande qu'il n'est nécessaire, mais doit être amené aussi exactement que possible à la limite inférieure des touffes de pommes de terre. Dans quelle mesure un système de réglage du soc répond à cette condition dépend premièrement de la correspondance qui existe entre la ligne de repère choisie sur la surface du champ — le sommet de la butte, le fond d'un sillon ou plusieurs de ces lignes — avec la limite inférieure de la touffe de tubercules, et deuxièmement, de la construction du guidage postérieur du soc. C'est pourquoi on a déterminé sur six champs de pommes de terre d'une part la distribution verticale des pommes de terre par rapport au sommet de la butte, au fond d'un seul sillon et à la moyenne des fonds des deux sillons et, d'autre part, la dispersion de quelques types de guidage postérieur du soc pendant les essais au champ.

La répartition des tubercules dans la partie inférieure de la butte a pu être rapprochée généralement des répartitions normales. On a constaté des différences considérables entre les champs d'essai, mais en choisissant comme repère la moyenne des deux sillons, on a obtenu dans chaque cas les meilleurs résultats; un seul sillon comme repère a donné des résultats moins bons et le sommet de la butte les plus mauvais. La position des tubercules les plus profonds dépend de la position du plant-mère.

La dispersion des guidages postérieurs est en général plus faible que celle des positions des tubercules. Les deux dispersions additionnées ont permis de calculer à l'aide d'un diagramme les profondeurs d'arrachage nécessaires en admettant des pertes de pommes de terre données. Elles ont été rapportées comme „surprofondeurs" à la limite inférieure moyenne des touffes de tubercules.

La surprofondeur est influée nettement par le taux de pertes admis. Les différences entre les lignes de repère „moyenne des sillons" et „butte" ne se traduisent que par des différences de surprofondeur relativement faibles. L'influence des différents types de guidage du soc est encore plus faible, mais elle augmente à des vitesses d'arrachage plus élevées. La distribution des tubercules a l'influence la plus importante sur la surprofondeur.

Rudolf Thaer: „Profundidad de las patatas en el caballón y profundidad en la conducción de la reja arrancadora"

Al arrancar patatas con la arrancadora-cargadora, la reja de arrancamiento no ha de trabajar a innecesaria profundidad, sino que habrá de ser conducida a todo lo largo a ser posible bien por el límite inferior de las raíces con sus tubérculos. La cuestión de en qué grado se ve cumplida tal exigencia por un sistema guiador de la reja, depende, en primer lugar, de lo bien que la línea utilizada como guía en la superficie del campo — cresta del caballón, pie del surco o varias de estas líneas — corresponda con el límite de los tubérculos y, en segundo, de la clase de construcción de la regulación de guiado. Por eso, se determinó, en 6 campos de patatas, la distribución vertical de los tubérculos en

relación de la cresta del caballón (caballón), de un pie de surco (surco) y del medio de los dos pies de surco (centro de los surcos), estudiándose, además, a título orientativo, en pruebas en el campo, la desviación de la regulación en algunas clases de grupos guía de rejas.

Las distribuciones de los tubérculos en el ámbito inferior del caballón se podían aproximar generalmente bien por distribuciones normales. Entre los campos se consignaron considerables diferencias; el centro de los surcos mostró, sind embargo, de todos modos, la mejor idoneidad como línea guía, seguida del surco y, finalmente, del caballón. La situación de los tubérculos excesivamente profundos es influida por la posición de los tubérculos de simiente.

La desviación de las regulaciones es, en la mayor parte de las casos, inferior a la de la situación de los tubérculos. De las dos desviaciones tomadas en conjunto se pudieron calcular, con ayuda de un diagrama, las profundidades de arrancamiento necesarias para pérdidas prelijadas de patatas. Como „excesivas profundidas" fueron releridas en cada caso a la profundidad media del límite de los tubérculos.

La excesiva profundidad es influida claramente por la cuota de pérdidas admitida. Las diferencias entre las líneas de guiado „centro de los surcos" y „caballón" se manifiestan sólo en una relativamente pequeña diferencia de „excesiva profundidad". Las influencias determinadas de las clases de construcción de los grupos guía son aún inferiores, bien que aumentan a mayor velocidad de arrancamiento. La influencia más fuerte sobre la excesiva profundidad la ejercen las distribuciones de los tubérculos.

Normentagung Berlin 1967

Vorläufiges Vortragsprogramm

Mittwoch, 24. Mai 1967, 9.30 Uhr:

50 Jahre Deutscher Normenausschuß

„50 Jahre Deutscher Normenausschuß"
Professor Dr.-Ing. Heinz Friebe, Präsidialmitglied des DNA

„Bedeutung der Normung für die deutsche Industrie"
Fritz Berg, Präsident des Bundesverbandes der Deutschen Industrie

Mittwoch, 24. Mai 1967, 15 Uhr:

15. Plenarsitzung Normenpraxis

„Werden und Wirken des Ausschusses Normenpraxis"
Obering. Heinrich Petersen

„Aufgaben des Normeningenieurs — gestern — heute — morgen"
Obering. Karl Dehn

Donnerstag, 25. Mai 1967, 9.30 Uhr:

„Der Nachweis der Wirtschaftlichkeit der Normung"
Professor Dr. Gert von Kortzfleisch

Anschließend: Podiumsdiskussion unter der Leitung des Referenten

Teilnehmer: Dipl.-Ing. Hans Schmidt, Dipl.-Ing. Rudolf Lepek u. a.

„Normung auf dem Gebiete der Informationsverarbeitung"
Obering. Dr.-Ing. Wilhelm Lockemann

„Normungstechnik im Hinblick auf die Informationsverarbeitung"
Obering. Dipl. Phys. Dr. Curt Wolfschlag

Abschließende Worte
Dr.-Ing. Julius Ulsamer, Präsident des DNA