

Sollen die Betriebskoeffizienten zum direkten Vergleich mehrerer Maschinen dienen, müssen gleiche Einsatzbedingungen für die Maschinen herrschen.

Um die Ermittlung der Betriebskoeffizienten aus den Zeitstudien zu erleichtern, wurde ein Nomogramm aufgestellt (Bild 1) [4]. Auf der Abszisse ist die Grundzeit und auf der Ordinate die Verlust-, Hilfs- und Wartungszeit bzw. deren Summe aufgetragen. Der Wert des Koeffizienten ist am Schnittpunkt der betreffenden Zeitanteile als Parameter der Geradenschar durch den Koordinatensprung abzulesen.

Beträgt die Grundzeit z. B. 380 min und die Summe aus Hilfs-, Wartungs- und Verlustzeiten durch Störungen 140 min, so ergibt sich ein Koeffizient K_9 von 0,73 (Bild 1, gestrichelte Linie).

Aus dieser Darstellung können auch die anderen Koeffizienten abgelesen werden. Bei einer Grundzeit von 150 min und einer Störzeitsumme ($t_{VUSM} + t_{VUSP}$) von 35 min erhält man den Koeffizienten K_2 von 0,81.

Diese Ausführungen beweisen, daß es mit Hilfe einer Zeitstudie möglich ist, für Prüfungszwecke Aussagen über die Leistungsfähigkeit, Betriebssicherheit und Zweckmäßigkeit der Konstruktion einer Landmaschine zu machen. Dabei sollte man sich der behandelten Kennzahlen und Koeffizienten bedienen.

Bei der Prüfung von Landmaschinen durch das Institut für Landtechnik Potsdam-Bornim werden diese Kennzahlen und Koeffizienten ermittelt und u. a. zur Charakterisierung der Eignung der Maschine im Prüfbericht veröffentlicht.

Literatur

- [1] GÄTKE, R./RÖSEL, W./KIECK, M.: Bewertung landwirtschaftlicher Maschinen durch Kennzahlen und Betriebskoeffizienten. Archiv für Landtechnik Bd. I (1959) H. 3.
- [2] HEYDE, H.: Wissenschaftliche Verfahren bei der Landmaschinenprüfung. Sitzungsberichte der DAL zu Berlin, Bd. IV (1955) H. 9, S. 5, 8, 20 und 22.
- [3] PILISEK, V./JERÁBECK, Fr./SPELINA, M.: Metodika ekonomického hodnocení zemědělských strojů. Sborník Československé Akademie, Zemědělských Ved 4/XXXI (1958) H. 11.
- [4] RÖSEL, W.: Eine Methodik zur Ermittlung des erforderlichen Transportraumes. Deutsche Agrartechnik (1959) H. 3, S. 138.
- [5] RÖSEL, W. und SCHMIDT, K.: Größere Flächenleistung ohne erhöhten Aufwand. Deutscher Bauverlag 1958.
- [6] SWIRSHTSCHESKI, B. S.: Über die Bewertung der Arbeitsfähigkeit von Landmaschinen mit Hilfe der Ausnutzungskoeffizienten. Deutsche Agrartechnik (1954) H. 6, S. 163.
- [7] Protokolle der Arbeitstagung in Prag (CSR) in der Zeit vom 20. bis 26. 2. 1958 im Rahmen der gegenseitigen Zusammenarbeit (unveröffentlicht).
- [8] TGL 2860 - 56. Zeitgliederung in der Produktion. A 3821

Dipl.-Forsting. A. A. MANTYK, Tharandt*)

Untersuchungen über die physiologisch richtige Gestaltung des Arbeitsplatzes an Pflanz- und Verschulmaschinen

Die Mechanisierung der Arbeiten in der Forstwirtschaft wird auch während der 8. Landwirtschaftsausstellung in einer Spezialausstellung auf dem bekannten Forstwirtschaftsgelände gezeigt und erläutert. Die anschließende arbeitsphysiologische Studie über den Einsatz der Technik bei Pflanzarbeiten im Forst entspringt dem Bestreben, die vorhandene Technik noch besser nutzbar zu machen und regt an, die in Markkleeberg gezeigten Forstgeräte auch unter diesem Gesichtspunkt zu betrachten.

Die Redaktion

I Problemstellung

Beim Verschulen mit Pflanzmaschinen in Forstkämpfen zeigte es sich, daß die Fahrgeschwindigkeit durch die Handfertigkeit der die Maschinen bedienenden Frauen begrenzt ist. Es wird bei der Pflanzmaschine von W. G. MANHARDT (Wutha) möglich, etwa alle 2 s eine Pflanze einzulegen. Bei einem Pflanzenabstand von 15 cm bedeutet das eine Fahrgeschwindigkeit von etwa 0,3 km/h. Die Gangabstufung unserer Schleppertypen läßt so niedrige Geschwindigkeiten nicht zu (RS 09 im ersten Gang rd. 0,9 km/h, RS 14/30 1,2 km/h). Es muß entweder die Einlegegeschwindigkeit erhöht oder die Fahrgeschwindigkeit verringert werden.

Die bedienenden Frauen werden bisweilen so stark beansprucht, daß sie die Pflanzenbündel nicht selbst aus dem Vorratskasten entnehmen können, sondern sie zugereicht bekommen müssen [4]. Dabei ist vor allem eine hohe Aufmerksamkeit erforderlich, die Belastung ist zum großen Teil nervlicher Art.

Die physiologische Belastung besteht einmal aus statischer Arbeit - Sitzen ohne Möglichkeit zum Haltungswechsel - zum anderen aus Hand- und Armarbeit beim Einlegen der Pflanzen. Schwingungen und Stöße treten bei den geringen Fahrgeschwindigkeiten kaum auf. Um einer Ermüdung durch das Sitzen in unveränderlicher Lage vorzubeugen, sind öfters Kurzpausen einzuschieben, die weiter gefordert werden müssen, weil eine hohe nervliche Belastung vorhanden ist [2]. Praktisch ergeben sich zwangsläufig Pausen beim Wenden, die unbedingt zur Entspannung (Verlassen des Sitzes) benutzt werden müssen.

Die Armarbeit beim Pflanzeneinlegen kann sehr verschieden ausgeführt werden. Die Bewegung kann zum Körper hin oder vom Körper weg erfolgen. Vom Körper weg ist die Handbewegung zielgenauer [5], deshalb wird im folgenden nur diese behandelt. Über die Untersuchung von Kartoffellegemaschinen wird mitgeteilt [7], daß der horizontale Greifraum höchstens 30 cm um das unmittelbar am Sitz liegende Fallrohr betragen soll.

Nach LEHMANN [3] ist es nicht richtig, daß der kürzeste und schnellste Weg der physiologisch günstigste ist. Ein längerer Arbeits-

weg der Hand kann besser sein, weil er durch den Wechsel von Anspannung und Pause eine Ermüdung der Muskeln verhindert. Als optimal haben sich 0,3 bis 0,8 s Dauer für eine Muskelkontraktion gezeigt, je nach der Größe der Muskeln. Optimale Pausen sollen zwischen 0,2 und 1 s betragen. Diese Zeit ist notwendig, um den während der Kontraktion ungenügend durchbluteten Muskel mit Sauerstoff zu versorgen und das angereicherte Kohlendioxyd zu beseitigen.

Leider gestattet es die gegenwärtige Konstruktion unserer Pflanzmaschinen nicht, durch rhythmische Ausgleichsbewegungen, ähnlich dem leeren Zwischenschlag des Schmiedes, eine Ermüdung zu verzögern.

Beim Kurbeln mit Kurbelradius 28,4 cm fand LEHMANN [3] bei verschiedenen Höhen von 0,55 bis 1,15 m über dem Boden für eine Handgeschwindigkeit von rd. 0,5 bis 1 m/s den höchsten Wirkungsgrad. GRAF [1] fordert möglichst kurze Griffzeiten. Deshalb ist das Vereinzeln der Pflanzen im Bündel in der linken Hand (mit Daumen und Zeigefinger) von besonderer Bedeutung, damit die rechte Hand ohne Verzögerung eine Pflanze ergreifen und zur Einlegklaue der Pflanzmaschine führen kann.

SCHULTE [6] ermittelte eine optimale Kontraktionsfrequenz der Muskeln von 80 min^{-1} bei Armbewegungen, räumt aber ein, daß es eine „breite Zone annähernd konstanten optimalen Wirkungsgrades“ gibt [6].

Es zeigt sich also, daß nicht die kürzeste Entfernung für die Bewegung die physiologisch günstigste ist. Über den Einfluß der Höhendifferenzen zwischen Sitz- und Arbeitsebene auf die Bewegungszeit bei schnellen Bewegungen ist nichts bekannt.

Berücksichtigt man, daß die physiologische Leistungskurve im Laufe des Tages schwankt [1], eine Pflanzmaschine hinter dem Schlepper aber stets eine gleichhohe Geschwindigkeit fährt, daß weiterhin die Gefahr der Ermüdung durch nervöse Belastung und durch das von der Maschine bestimmte zwangsläufige Arbeitstempo besonders hoch ist, so erhebt sich die Forderung nach physiologischer Bestgestaltung des Arbeitsplatzes an Pflanzmaschinen.

Die vorhandenen Pflanzmaschinen gilt es daraufhin zu untersuchen, ob ihre Bauweise in physiologischer Hinsicht optimal ist. Wichtig

*) Institut für Forstliches Ingenieurwesen Tharandt der Technischen Hochschule Dresden (Direktor: Prof. Dipl.-Ing. Dr. habil E. E. STENTZEL)

sind dabei die Maße für den Abstand der Einlegklaue vom Pflanzenkasten bzw. von der mit einem Pflanzenbündel im Schoß gehaltenen linken Hand (im folgenden nur Abstand genannt), und die Höhendifferenz zwischen Sitz- und Arbeitsebene (Bild 1).

Aus versuchstechnischen Gründen war bei den beschriebenen Versuchen die Beibehaltung einer festen Arbeitshöhe über dem Boden von 80 cm notwendig. Um unterschiedliche Höhendifferenzen zwischen Sitz- und Arbeitsebene zu erhalten, wurde die Sitzhöhe geändert. Die in den Tabellen angegebene Sitzhöhe (über dem Boden) gehört also stets zu einer Arbeitshöhe von 80 cm.

Die Ermittlung optimaler Größen für diese beiden Maße ist außer für den Bau von Pflanzmaschinen bzw. Verschulmaschinen noch wichtig für die Gestaltung von Sortier- und Bündeltischen, von Arbeitsplätzen für Wurzelschnitt usw.

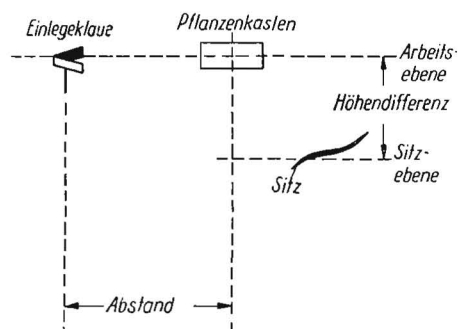


Bild 1. Physiologisch wichtige Maße einer Pflanzmaschine

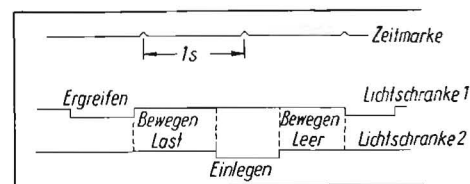
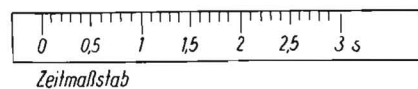


Bild 3. Registrierstreifen und Zeitmaßstab, Griffelemente eingetragen

Es mußte deshalb eine Methode gefunden werden, die es gestattet, den Einfluß dieser beiden Maße auf die Einlegegeschwindigkeit von Pflanzen zu bestimmen und die günstigsten Größen dieser Maße festzustellen.

2 Versuchsmethodik

2.1 Griffelemente

Die Griffgruppe „Einlegen einer Pflanze (bzw. eines Stecklings)“ kann man in vier Griffelemente gliedern:

- Ergreifen einer Pflanze im Pflanzenkasten oder im Bündel in der linken Hand,
- Bewegen der Pflanze zur Einlegklaue der Pflanzmaschine,
- Einlegen und Loslassen der Pflanze,
- Rückbewegen der Hand zum Pflanzenkasten.

Eine laufende Veränderung des Höhenverhältnisses von der Sitz- zur Arbeitsebene und des Abstandes zwischen Klaue und Kasten an einer Pflanzmaschine ist teuer und umständlich, deshalb wurde für die Untersuchung ein Rahmen verwendet (Bild 2), an dem auf der einen Seite eine Einlegklaue und auf der anderen Seite der Pflanzenkasten befestigt sind.

2.2 Kurzzeitmessung

Das Einlegen der Pflanze dauert 2 s, eines der Griffelemente nur Bruchteile einer Sekunde. So kurze Zeiten sind mit herkömmlichen Mitteln (Stoppuhr) nicht zu messen. Als Zeitmesser wurden deshalb Infrarotlichtschranken in Verbindung mit einem Elektropolygraph verwendet. Die Lage der Lichtschranken am Versuchsrahmen ist aus Bild 2 ersichtlich. Bei Unterbrechung einer Lichtschranke schlägt der zugeordnete Schreiber am Polygraph für die Dauer der Unterbrechung aus. Der Ausschlag wird auf einem laufenden Papierstreifen registriert, gleichzeitig werden im Abstand von je 1 s Zeitmarken auf dem Streifen angebracht. Die Dauer jedes der vier Griffelemente ist auf dem Registrierstreifen genau zu erkennen (Bild 3).

Der Versuchsrahmen wurde von Dipl.-Forsting. W. SCHILLING gebaut. Dafür und für seine Hinweise zur Durchführung der Versuche sei ihm an dieser Stelle gedankt.

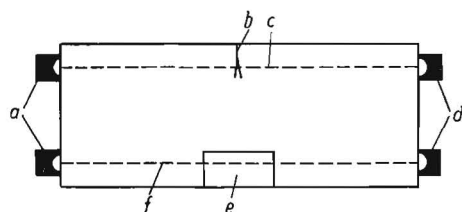


Bild 2. Versuchsrahmen in Draufsicht. a Scheinwerfer (Infrarot), b Einlegklaue, c Lichtschranke 2, d Fotozellen, (elektrische Augen), e Pflanzenkasten, f Lichtschranke 1

2.3 Durchführung der Versuche

Der Versuchsrahmen läßt horizontale Abstände zwischen Pflanzenkasten und Einlegklaue von 9, 20, 31, 42 und 53 cm zu. Die Arbeitshöhe über dem Fußboden ist unverändert 80 cm. Um die Differenz zwischen Sitz- und Arbeitshöhe zu variieren, muß die Sitzhöhe verändert werden. Als Sitzhöhe über dem Boden wurden 20, 45 (Stuhl), 60 und 80 cm gewählt. Daneben wurden die Versuche auch im Stehen ausgeführt. Bei 20 cm Sitzhöhe ließ sich die Klaue im Abstand 53 cm nicht mehr ergreifen, ebenfalls war es nicht möglich, die Kombination 80 cm Sitzhöhe und 9 sowie 53 cm Abstand zu untersuchen. Für jede übrige mögliche Kombination von Abstand und Sitzhöhe wurden teilweise mehrere Versuche mit jeweils 30 Stecklingen vorgenommen. Stecklinge statt Sämlinge wurden verwendet, um Zufälligkeiten durch Verfilzen der Wurzeln usw. auszuschließen. Die Versuchsperson war angewiesen, so schnell als möglich zu arbeiten.

Die Stecklinge lagen längs zur Bewegungsrichtung im Pflanzenkasten im Bereich der Lichtschranke 1. Es wurde nur mit der rechten Hand gearbeitet, jeweils ein Steckling ergriffen, zur Einlegklaue im Bereich der Lichtschranke 2 geführt, in die Klaue eingelegt, losgelassen und die Hand zum Pflanzenkasten zurückgeführt. Zur Kontrolle der Zeitmarken des Elektropolygraph wurde die Gesamtzeit je 30 Stecklinge noch mit der Stoppuhr ermittelt. Um eingefahrene Bewegungen bei einer bestimmten Sitzhöhe und einem bestimmten Abstand zu vermeiden, folgten sich die Kombinationen sehr unregelmäßig (Tabelle 1).

Tabelle 1. Reihenfolge der Versuche (Klammerwerte = Stecklinge je Versuch)

Abstand	9	20	31	42	53 cm
Sitzhöhe cm					
20	6 (56)	10 (57)	12 (59)	14 (58)	—
45	5 (58)	9 (111)	1 (73)	13 (84)	7 (52)
60	4 (85)	11 (57)	2 (86)	3 (51)	8 (85)
80	—	21 (95)	19 (77)	15 (59)	—
stehend	22 (52)	20 (53)	18 (57)	16 (27)	17 (25)

Den zur Auswertung verwendeten Versuchen gingen 16 Vorversuche voran. Deren Zeiten sind durch Übungsgewinn, aber auch durch ungenaue Arbeit der Versuchsperson (unerlaubte Verwendung der linken Hand) nicht vergleichsfähig.

2.4 Auswertung

Die Dauer der einzelnen Griffelemente wurde auf dem Registrierpapier mit einem Zeitlineal (Bild 3) gemessen und in einer Urliste eingetragen. Da meist mehrere Versuche gleiche Bedingungen (Abstand und Sitzhöhe) aufweisen, wurden die Urlisten dieser Versuche zu einer gemeinsamen primären Verteilungstafel zusammengefaßt. aus dieser sind das arithmetische Mittel \bar{A} , dessen durchschnittlicher Fehler μ_A und die Streuung σ für jede Kombination berechnet. Die Mittelwerte für jede Sitzhöhe (jeden Abstand) wurden aus den mit der Anzahl der Stecklinge gewogenen Mitteln der einzelnen Abstände (Sitzhöhen) dieser Sitzhöhe (dieses Abstands) berechnet. Um bei allen weiteren Rechenoperationen Fehlermöglichkeiten auszuschließen und Zeit zu sparen, wurden die Zeitwerte aus Sekunden in $1/1000$ min umgerechnet ($1 \text{ s} = 16,666/1000 \text{ min.}$)

3 Ergebnisse

3.1 Der Einfluß von Sitzhöhe und Abstand auf die Zeiten der Griffelemente

Das Ergreifen erfolgt immer - unabhängig vom Abstand - unmittelbar vor dem Körper. Deshalb kann auch nur die Sitzhöhe als zeitbeeinflussender Faktor wirken. Die Zeit für das Bewegen des Stecklings zur Klaue und das Rückbewegen der Hand hängt sicher in hohem Maße vom Abstand, vielleicht auch von der Sitzhöhe ab.

Die Zeit für das Einlegen wird wahrscheinlich durch die Sitzhöhe und den Abstand der Einlegklaue bedingt. Es gilt im folgenden, den Einfluß von Abstand und Sitzhöhe auf die Zeiten der Verrichtungen zu untersuchen.

3.2 Ergreifen

Die Zeiten für dieses Griffelement sind in Tabelle 2 zusammengestellt.

Tabelle 2. Zeit für Ergreifen von Stecklingen (in $\frac{1}{1000}$ min)

Abstand	9	20	31	42	53 cm
Sitzhöhe					
20 cm	11,12 ± 0,59	10,84 ± 0,50	11,09 ± 0,33	8,75 ± 0,52	—
45 cm	9,28 ± 0,33	7,30 ± 0,24	8,58 ± 0,39	8,85 ± 0,38	7,67 ± 0,39
60 cm	9,43 ± 0,32	10,32 ± 0,39	7,27 ± 0,27	6,68 ± 0,33	9,50 ± 0,32
80 cm	—	7,24 ± 0,32	8,48 ± 0,36	8,16 ± 0,33	—
stehen	7,66 ± 0,31	9,35 ± 0,37	6,47 ± 0,41	8,05 ± 0,54	8,90 ± 1,00

Die aus den Zeiten der einzelnen Abstände berechneten Mittel für die verschiedenen Sitzhöhen sind aus Bild 4 zu ersehen. Die Abhängigkeit zwischen der Sitzhöhe und den entsprechenden Zeiten ist linear. Die Sitzhöhe von 45 cm erfordert eine relativ geringe Zeit, weil diese Höhe (Stuhl) und die Arbeitshöhe 80 cm (Tisch) dem Menschen von frühesten Jugend an geläufig sind, und hier ein sehr großer Übungsgewinn vorhanden ist. Beim Sitzen in Arbeitshöhe ist eine freie und ungezwungene Bewegung der Arme möglich. Deshalb ist hier der niedrigste Zeitwert zu finden. Der Korrelationskoeffizient für die Abhängigkeit zwischen Sitzhöhe und Zeit beträgt $r = 0,73$, die Abhängigkeit ist straff (wenn man folgende Bewertung verwenden:

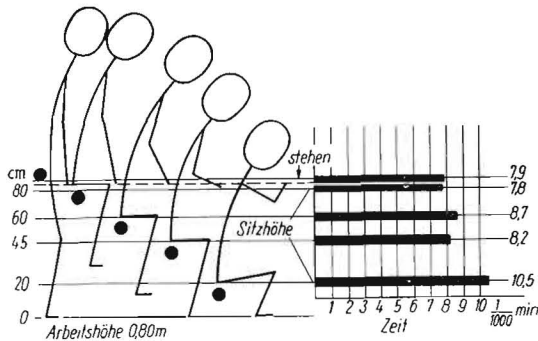


Bild 4. Zeiten für Eingreifen von Stecklingen in Abhängigkeit von der Sitzhöhe

det: $r < 0,4$ keine, $0,4 < r < 0,6$ lockere, $0,6 < r < 0,8$ straffe und $0,8 < r < 1,0$ sehr straffe Korrelation).

Für das Griffelement „Ergreifen“ ist die günstigste Sitzhöhe in Arbeitshöhe gegeben.

3.33 Bewegungen des Stecklings

Dieses Griffelement ist zusammengesetzt aus dem eigentlichen Bewegen des Stecklings zur Klaue und seinem Richten für die Einführung in die Klaue. Ein Versuch mit im Pflanzenkasten sortiert nebeneinandergelegten Stecklingen ergab, daß nicht die Zeit für Ergreifen, sondern die Zeit für das Bewegen des Stecklings kürzer war als bei unsortierten Stecklingen. Das erklärt sich daraus, daß die nebeneinander liegenden Stecklinge nur noch bewegt und nicht mehr gerichtet zu werden brauchen. Im Bündel liegen die Stecklinge zwar auch alle in einer Richtung, beim Ergreifen des Stecklings werden aber die benachbarten aus ihrer Lage gebracht und müssen dann beim Bewegen gerichtet werden.

Die Zeiten für „Bewegen“ enthält Tabelle 3, der Wert für den Versuch mit sortierten Stecklingen ist in Klammer angegeben.

Tabelle 3. Zeit für Bewegungen von Stecklingen (in $\frac{1}{1000}$ min)

Abstand	9	20	31	42	53 cm
Sitzhöhe					
20 cm	8,62 ± 0,54	6,93 ± 0,47	7,03 ± 0,41	11,82 ± 0,73	—
45 cm	9,12 ± 0,49	9,13 ± 0,35	8,76 ± 0,37	9,60 ± 0,39	8,43 ± 0,29
60 cm	10,14 ± 0,53	6,86 ± 0,51	8,70 ± 0,39	10,38 ± 0,37	10,19 ± 0,29
80 cm	—	8,46 ± 0,37	(5,33 ± 0,23)	10,13 ± 0,54	—
stehen	8,29 ± 0,49	7,51 ± 0,47	7,92 ± 0,36	10,00 ± 0,55	11,76 ± 0,67

Die Zeit für das Bewegen wird vom Abstand bestimmt. Die Berechnung des Korrelationskoeffizienten für das Verhältnis Sitzhöhe-Zeit ergab $r = 0,39$, es besteht also keine Abhängigkeit.

Wie Bild 5 zeigt, besteht zwischen Abstand und Zeit eine nicht-lineare Abhängigkeit. Berechnet man den Korrelationskoeffizienten nach dem Verfahren der mehrfachen Korrelation, so ergibt sich $R = 0,73$.

Noch deutlicher wird die Abhängigkeit ohne Berücksichtigung der Werte des Abstands 53 cm, die im obigen Koeffizienten mit enthalten sind. Der Abstand 53 cm enthält gerade die niedrigste und höchste Sitzhöhe nicht, dadurch repräsentiert er nur 11,5% statt 20% der Stecklingszahl. Der Koeffizient ohne Berücksichtigung des Abstands 53 cm lautet $R = 0,97$, eine sehr straffe Abhängigkeit!

3.4 Einlegen des Stecklings

Dieses Griffelement beinhaltet das Einführen des Stecklings in die Einlegklaue und sein Loslassen. Die Zeiten für dieses Griffelement sind in Tabelle 4 zusammengestellt. Unmittelbar über der Einlegklaue ist die Lichtschranke 2 angebracht. Solange die Hand über der Klaue weilt, wird die Lichtschranke unterbrochen und erst durch Beginn der Rückbewegung der Hand wieder freigegeben. Die Klaue ist der entfernteste Punkt des Arbeitsraumes, die Zeit für das Einlegen wird also in hohem Maße vom Abstand bestimmt (Bild 5). Die Abhängigkeit zwischen Abstand und Zeit ist straff, es ergibt sich $R = 0,78$ (ohne Abstand 53 cm berechnet). Ein Minimum an Zeit erfordert der Abstand 20 cm.

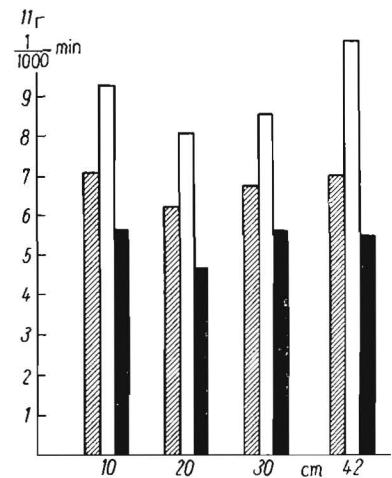


Bild 5. Abhängigkeit zwischen Abstand und den Zeiten für Bewegungen und Einlegen des Stecklings und der Rückbewegung der Hand. Zeitbedarf für Einlegen in die Klaue (schraffiert), Bewegung mit Steckling vom Körper weg (weiß), leere Rückbewegung (schwarz)

Tabelle 4. Zeit für Einlegen von Stecklingen (in $\frac{1}{1000}$ min)

Abstand	9	20	31	42	53 cm
Sitzhöhe					
20 cm	7,03 ± 0,25	7,20 ± 0,28	6,50 ± 0,28	7,60 ± 0,32	—
45 cm	6,83 ± 0,37	6,59 ± 0,20	9,15 ± 0,35	7,48 ± 0,20	5,03 ± 0,02
60 cm	7,55 ± 0,48	6,78 ± 0,23	7,27 ± 0,25	6,47 ± 0,23	5,43 ± 0,20
80 cm	—	5,64 ± 0,38	5,19 ± 0,27	6,93 ± 0,18	—
stehen	6,16 ± 0,37	5,30 ± 0,27	5,30 ± 0,22	5,61 ± 0,25	4,86 ± 0,60

Zwischen der Sitzhöhe und der Zeit für das Einlegen besteht eine ähnliche Beziehung wie beim Griffelement „Ergreifen“ (Bild 6). Die Abhängigkeit zwischen Zeit und Sitzhöhe ist sehr straff $r = 0,92$. Die beste Sitzanordnung ist gegeben, wenn Sitz- und Arbeitsebene übereinstimmen. Wurde die Tätigkeit im Stehen ausgeführt, so ergab sich noch ein geringer Zeitgewinn gegenüber der Zeit beim Sitzen in Höhe der Arbeitsebene.

3.5 Rückbewegen der Hand

Die Zeit für dieses Griffelement (Tabelle 5) wird analog der Zeit für Bewegen des Stecklings vom Abstand Pflanzenkasten-Einlegklaue bedingt.

Tabelle 5. Zeit für Rückbewegen der Hand (in $\frac{1}{1000}$ min)

Abstand	9	20	31	42	53 cm
Sitzhöhe					
20 cm	3,62 ± 0,21	4,05 ± 0,20	4,88 ± 0,37	6,00 ± 0,19	—
45 cm	4,73 ± 0,40	4,55 ± 0,18	5,88 ± 0,38	5,22 ± 0,10	5,83 ± 0,02
60 cm	4,88 ± 0,19	3,76 ± 0,27	4,78 ± 0,15	5,98 ± 0,02	4,16 ± 0,02
80 cm	—	5,18 ± 0,20	5,69 ± 0,24	5,10 ± 0,25	—
stehen	4,66 ± 0,24	4,80 ± 0,25	5,35 ± 0,24	4,83 ± 0,37	6,73 ± 0,30

Zwischen Abstand und Zeit ergibt sich eine ähnliche Beziehung wie bei den Griffelementen Bewegungen und Einlegen des Stecklings (Bild 5). Nicht der kürzeste Abstand erfordert die geringste Zeit, sondern der Abstand 20 cm. Die Korrelation zwischen Abstand und Zeit ist nicht linear. Der Koeffizient R ergibt sich zu 0,58 (ohne den Abstand 53 cm), die Abhängigkeit ist locker.

3.6 Gesamtzeit je Steckling

Liegt der Abhängigkeit der Zeiten der einzelnen Griffelemente von Sitzhöhe und Abstand bei allen Griffelementen der gleiche Trend zugrunde, so muß er sich auch bei der Gesamtzeit zeigen. Da sowohl Sitzhöhe als Abstand bei den Griffelementen einwirken, muß die Gesamtzeit von der Sitzhöhe und vom Abstand abhängig sein.

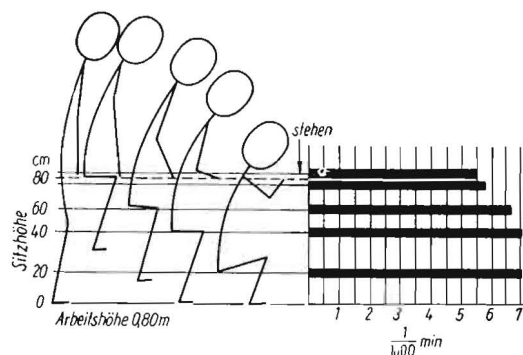


Bild 6. Abhängigkeit zwischen Sitzhöhe und Zeit für Einlegen. Rechts im Bild: Zeiten bei verschiedener Sitzhöhe und im Stehen

Die Abhängigkeit Gesamtzeit-Abstand ist nicht linear. Graphisch dargestellt ergibt sich ein Optimum (Bild 7). Der günstigste Abstand beträgt 20 cm.

Bei allen Griffelementen – außer Ergreifen – wurde die Abhängigkeit Abstand-Zeit nach dem Kurvenbild (Bild 5) als quadratisch angenommen und nach dem Verfahren der mehrfachen Korrelation der Koeffizient R berechnet. Für die Gesamtzeit ergibt sich auf dem gleichen Wege $R = 0,97$, die Abhängigkeit ist also sehr straff.

R wurde mittels der t-Verteilung auf seine Sicherheit überprüft, es ist statistisch gesichert.

Zwischen Sitzhöhe und Zeit besteht eine lineare, sehr straffe Abhängigkeit, $r = 0,97$. Dieser Wert ist nach der t-Verteilung ebenfalls gesichert. Die günstigste Sitzhöhe liegt in Arbeitshöhe, ein geringer Zeitgewinn ergibt sich noch im Stehen.

Tabelle 6. Gesamtzeit je Steckling (in $\frac{1}{1000}$ min) in Klammer der Wert für Versuch mit sortierten Stecklingen

Abstand	9	20	31	42	53 cm
Sitzhöhe					
20 cm	30,55 ± 0,85	28,59 ± 0,61	29,44 ± 0,70	34,88 ± 1,07	—
45 cm	30,35 ± 0,85	26,82 ± 0,48	32,50 ± 0,69	31,74 ± 0,82	27,36 ± 0,57
60 cm	30,98 ± 0,53	27,67 ± 0,76	27,49 ± 0,54 (22,90 ± 0,53)	30,22 ± 0,50	31,00 ± 0,52
80 cm	—	26,30 ± 0,53	28,14 ± 0,72	30,22 ± 0,67	—
stehen	26,71 ± 0,76	27,47 ± 0,74	26,77 ± 0,80	27,27 ± 0,75	31,65 ± 1,05

4 Zusammenfassung

Um den physiologisch günstigsten Abstand von Pflanzenkasten und Einlegklaue an Pflanzmaschinen, Sortiertischen usw. und die geeignetste Höhendifferenz zwischen Sitz- und Arbeitsebene zu ermitteln, wurden Kurzzeitmessungen der einzelnen Griffelemente durchgeführt. Insgesamt wurde dabei das Einlegen von rd. 1500 Stecklingen ausgewertet.

Der Sitz an Pflanzmaschinen wird zweckmäßig in Höhe der Arbeitsebene angebracht. Die Zeitersparnis gegenüber dem ungünstigsten Wert (Sitz 60 cm unter Arbeitsebene) beträgt 10%.

Als bester Abstand zwischen Pflanzenkasten und Einlegklaue hat sich 20 cm erwiesen, hier ist die Zeitersparnis mit 13% gegenüber dem ungünstigsten Wert (42 cm Abstand) noch deutlicher. Die Geschwindigkeit der Handbewegung mit Steckling beträgt 0,4 m/s, die der Leerbewegung 0,7 m/s. Die Dauer der einzelnen Griffelemente

beläuft sich auf 0,3 bis 0,5 s, die ganze Griffgruppe dauert $\approx 1,65$ s. Da an jedem Griffelement im wesentlichen andere Muskeln beteiligt sind, ist die Kontraktionsdauer eines Muskels etwa gleich der Dauer des Griffelements, bei dem der Muskel beansprucht wird; seine Pausenlänge ist ungefähr gegeben durch die Summe der Zeiten der drei anderen Griffelemente. Diese Pausen betragen $\approx 1,15$ bis 1,35 s, sind also länger als die von LEHMANN geforderten, während die Kontraktionszeiten den Optimalwerten entsprechen. Die etwas längere Dauer der Pausen dürfte auf keinen Fall nachteilig sein.

Wie der Wert für sortierte Stecklinge (Tabelle 6) zeigt, ist durch genaue Sortierung der Stecklinge (Pflanzen) ein Zeitgewinn zu erzielen, der kürzere Kontraktionszeiten und Pausen bedingt, ohne daß die Werte physiologisch ungünstig werden.

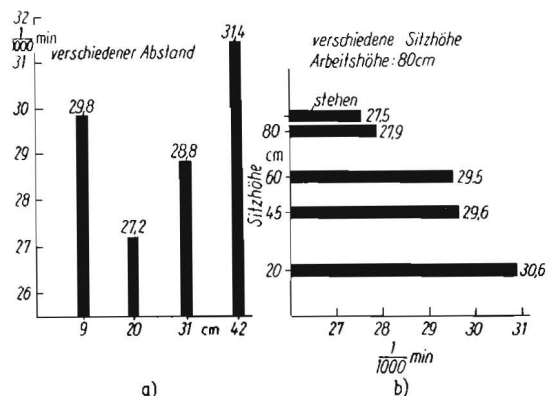


Bild 7. Abhängigkeit der Gesamtzeit von Abstand a) und Sitzhöhe b). Arbeitshöhe 80 cm

Literatur

- [1] GRAF, O.: Leistungsbereitschaft als physiologisches Problem.
- [2] LEHMANN, G.: Arbeitsphysiologische Forschung und Arbeitsgestaltung. 1) und 2) in: Anpassung der Arbeit an den Menschen, Arbeitstagung des Max-Planck-Instituts für Arbeitsphysiologie, Dortmund 1952.
- [3] LEHMANN, G.: Praktische Arbeitsphysiologie. Stuttgart 1953.
- [4] MIX, W.: Maschinenpflanzung. Forst- und Holzwirt, Sonderheft Forstkulturen (1959) S. 103 und 104.
- [5] ROHMERT, W.: Geschwindigkeit und Genauigkeit von Handbewegungen. Zentralblatt für Arbeitswissenschaft (1958) S. 17 bis 21.
- [6] SCHULTE, B.: Arbeitserleichterung durch Anpassung der Maschine an den Menschen. München 1952.
- [7] WASMUND, S.: Probleme der Bedienung der halbautomatischen Kartoffellegemaschine. Kongreß der III./IV. Sektion der Commission Internationale Du Génie Rural, Bad Kreuznach 1957. A 3647

(Schluß von S. 276)

Zusammenfassung

Durch die Standardisierung der Anschlußmaße, des Zapfwellenprofils, des Zapfwellenschutzes sowie die einheitliche Länge der GmS wird erreicht, daß in Zukunft für alle zapfwellengetriebenen Anhängemaschinen nur noch eine einzige Ausführung der Gelenkwelle benötigt wird. Wenn man bedenkt, daß dadurch eine Vielzahl von bisher üblichen Gelenkwellen und Gelenkwellenschutzes in Wegfall kommt, kann man den großen Vorteil einer radikalen Standardisierung ohne weiteres erkennen. Dadurch wurde ein Mißstand beseitigt, der vielen Stellen in der Landwirtschaft und auch in der Industrie in den vergangenen Jahren eine Menge Ärger bereitete. Diese umfassende Standardisierung, die sowohl Einfluß auf die Konstruktion der Traktoren als auch der Landmaschinen hat, war nur durch eine vorbildliche Zusammenarbeit aller beteiligten Stellen möglich. Hinsichtlich des Arbeitsschutzes stellt die GmS eines der wenigen bisher bekannten Elemente dar, bei dem die unbedingte Wirksamkeit des Schutzes garantiert wird. Die GmS kann deshalb hinsichtlich der Standardisierung und der Arbeitsschutztechnik als Schulbeispiel bezeichnet werden.

Literatur

- JASSMANN: Eine richtige Orientierung über den Gelenkwellenschutz hilft uns weiter. Arbeit und Sozialfürsorge (1959) Ausgabe B, H. 7, Beilage Nr. 4, S. 30.
- MASCHE, W.: Probleme des Arbeitsschutzes bei der Leistungsübertragung vom Schlepper zur Arbeitsmaschine. Deutsche Agrartechnik (1957) H. 8, S. 339 bis 345.
- MASCHE, W.: Ein neuer Gelenkwellenschutz. Deutsche Agrartechnik (1959) H. 11, S. 512 bis 514.
- MASCHE, W.: Arbeitssicherheit durch verbesserten Gelenkwellenschutz. Die Sozialversicherung (1960) H. 3, S. 26 und 27.
- Ing. R. WAGNER, KDT, und Ing. W. BUCHMANN, KDT, A 3924 Institut für Landmaschinen- und Traktorenbau Leipzig