

Defoliation und Mähdrusch von Rübensamen

Von Karl Gallwitz, Göttingen

Die Arbeiten, von denen nachstehend berichtet wird, sind gemeinschaftlich von der Kleinwanzlebener Saatzucht AG in Einbeck und dem Landmaschinen-Institut in Göttingen ausgeführt worden, wobei die pflanzenphysiologischen Fragen einschließlich der Eignungsuntersuchungen der Defoliationsmittel von den Einbecker Wissenschaftlern, die technischen Fragen der Defoliation und des Mähdrusches vom Verfasser und seinen Mitarbeitern bearbeitet wurden¹⁾. Obgleich die gemeinsamen Bemühungen bis in das Jahr 1958 zurückgehen, können wir heute noch nicht behaupten, daß das Verfahren der Direkternte des Zuckerrübensamens nach der Defoliation unbedingt praxisreif sei. Aber wir können doch über einen gewissen Schatz von Erfahrungen sprechen und Hinweise geben, die dieses Ziel in absehbarer Zeit werden erreichen lassen.

Tafel I. Rübensamenanbau in der Bundesrepublik.

Jahr	Anbaufläche ha	Durchschnittlicher Ertrag dz/ha	Durchschnittlicher Preis DM/dz
1950	12 107	} 22	165,—
1955	12 131		
1960	9 273		
1962	6 982		

Die Ernte, d. h. das Setzen von Stecklingsmieten, erfolgt im Oktober. Es herrscht nun Winterruhe, bis das Öffnen der Mieten und Sortieren der Stecklinge den Arbeitskräften zugemutet werden kann, also bis etwa Anfang März. Die vorbereiteten Stecklinge werden nun — meist halbautomatisch — gepflanzt; wiederum folgen Pflege- und Pflanzenschutzmaßnahmen. Im August wird gemäht und das Mähgut in Hocken aufgesetzt; es folgt eine Zeitspanne von 3 oder 4 Wochen zur Ausreifung, bis schließlich im Oktober bis November gedroschen werden kann. Der Nachreifungs- oder Trocknungsvorgang in der Hocke ist die Periode der größten Ertragsgefährdung. Auch stellt das Aufstellen oder Reutern einen hohen Arbeitsaufwand dar, der neben dem Verderb durch Regen erhebliche Abfallverluste bringen kann.

Bei der zweiten, noch wenig praktizierten, klimatisch anspruchsvolleren Methode überwintern die Pflanzen an ihrem Standort im Freien. Die Zuckerrüben werden mit Sommergerste in 30 bis 50 cm Reihenentfernung bei 12 bis 14 kg/ha oder als Zweitfrucht im Juni, etwa nach Erbsen, ausgesät. Im ersten Fall wird eine lange Gerstenstoppel stehengelassen, um beim Überwintern Schnee festzuhalten. Im Oktober wird die Rübe vor dem Überwintern angehäufelt. Der Boden wird im März heruntergeeggt, wonach die übliche Pflanzenschutz- und Pflegemaßnahmen

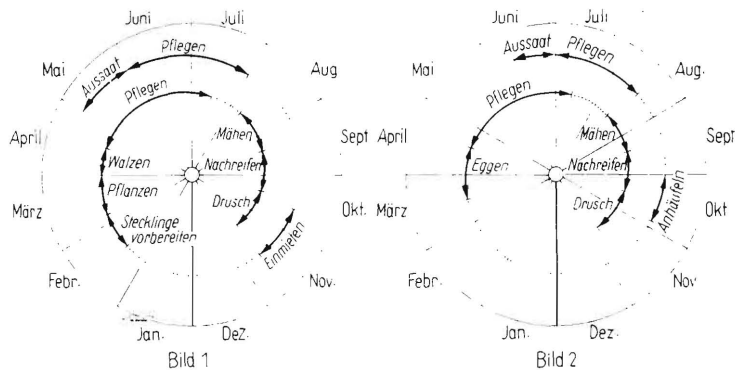


Bild 1 und 2. Jahreszeitlicher Ablauf der Arbeiten bei den beiden Anbaumethoden für Rübensamen.

Bild 1. Anbau über Einmieten der Rübenstecklinge.
Bild 2. Anbau und Überwintern der Rüben im Boden.

Der Umfang des Rübensamenanbaues in den Jahren von 1950 bis 1962 geht aus **Tafel I** hervor, der auch die durchschnittlichen Erträge zu entnehmen sind. Setzt man den heutigen Preis von 165,— DM/Doppelzentner ein, so ergibt sich ein Rohertrag von etwa 3600,— DM/ha, ein Betrag, der auf den in Frage kommenden sehr schweren Böden durchaus zum Anbau reizen kann, wenn eine unter den heutigen Verhältnissen wirtschaftliche Anbau- und Erntemethode zur Verfügung steht. Es gibt zur Zeit zwei Anbaumethoden, **Bild 1** und **2**. Bei der konventionellen, am weitesten verbreiteten Methode erfolgt die Aussaat für die Stecklinge etwa im Mai in einer Menge von 26 bis 34 kg/ha bei etwa 30 cm Reihenentfernung. Pflege- und Pflanzenschutzmaßnahmen entsprechen denen der Zuckerrüben, wenn dem Anbauer Zeit dafür bleibt.

folgen. Geerntet wird Anfang oder Mitte August. Die so gewonnenen Fruchtstauden sind bei schlankeren Stengeln standfester und bieten beim Ernten im Direkt-Mähdruschverfahren weniger Schwierigkeiten. Nur bei diesem Überwinterungsverfahren wird es möglich, zunächst den Schwadmäher einzusetzen und dann mit Pick-up-Mähdrusch den Samen zu gewinnen. Daß auch dieses Verfahren den Gefahren der Witterung ausgesetzt ist, liegt auf der Hand. Immerhin erlaubt der kräftige Wuchs der Staupe und ihre Standfestigkeit eine hohe Stoppel und unter dem Schwad somit relativ günstige Belüftungsverhältnisse.

Die Bemühungen um eine Erntemechanisierung müssen diese Faktoren der Unsicherheit ausschalten und den Bedarf an Arbeitskräften möglichst weitgehend senken. Angeregt durch die günstigen Erfahrungen bei der Defoliation der Baumwolle in Amerika und die Erfolge bei der chemischen Unkrautbekämpfung haben wir vor einigen Jahren versucht, durch Ätzmittel, wie Dinitroorthocresol, den Assimilationsvorgang und damit auch den Wassertransport in der Pflanze zum Stillstand zu bringen, um einen für den Mähdrusch geeigneten Trocknungszustand zu

¹⁾ Der Verfasser darf hier vor allem Herrn Dr. Bornscheuer, Einbeck, und die Herren Dr. von Hülsen und Dr.-Ing. Göhlich vom Landmaschinen-Institut Göttingen nennen.

erhalten. Der Defoliationserfolg war befriedigend. Wegen der unangenehmen Begleiterscheinungen dieser Ätzmittel wurden im Jahr darauf arsenhaltige Mittel mit gutem Erfolg angewandt, sie mußten aber wegen ihrer hohen Giftigkeit fallengelassen werden. Heute werden biologisch wirkende, sogenannte „systemische“ Präparate verwendet, die durch die Spaltöffnungen der Blätter in die Saftbahnen eindringen und die Wasserzufuhr in den Wasserleitbahnen der Pflanzen unterbinden, um so die Pflanze zum Abtrocknen zu bringen. Am besten hat sich ein Präparat, das unter dem Namen „Reglone“ im Handel ist, bewährt. Die Pflanze steht bei dieser Behandlung noch mit der Wurzel in Verbindung und vermag unter Umständen den Abtrocknungseffekt zu überwinden und nachzugrünen, vor allem, wenn die Ausbringung des Mittels ungenügend war, oder das Wetter das Wiedergrünen begünstigt. Daher werden an die Spritztechnik besonders hohe Anforderungen gestellt. **Bild 3** gibt einen Eindruck von dem Aussehen eines Bestandes zu einem Zeitpunkt, an dem die Spritzung vollzogen werden muß.



Bild 3. Rübensamenstauden vor der Ernte.

Die ungleichförmige Höhe der Bestände verlangt einen Düsenabstand von mindestens 50 cm über der Masse der Stauden. So muß mit einem Flugweg der Tröpfchen von der Düse bis zum Erdboden von etwa 1,70 bis 1,80 m gerechnet werden, wenn die Stauden bis unten hin erreicht werden sollen. Eine gleichmäßig dichte Benetzung der Pflanzenteile ist bei der Defoliationsspritzung nicht unbedingt notwendig, da das Mittel sich noch im Innern der Pflanze ausbreitet. Für die gewünschte Tiefenwirkung der Spritzung sind Tröpfchengröße und Tröpfchengeschwindigkeit maßgebend. Nun setzt ein kegelförmiger, also räumlich ausgedehnter Spritzstrahl einen großen Teil der Luft, die er durchströmt, in Bewegung. Diese bewegte Luft, die sogenannte Sekundärluft, trifft auf Hindernisse, wie Pflanzenbestand und Boden, und wird durch diese abgelenkt. Sie nimmt feine Tröpfchen, deren Eigenbewegungsenergie sehr rasch abgebaut wird, in ihren Wirbeln mit, während gröbere Tröpfchen ihre Richtung eher beibehalten. So kommt eine zwar gute Bedeckung der oberen Pflanzenteile zustande, aber eine geringe Eindringtiefe. Eine Druckerhöhung würde den Anteil der kleinen Tröpfchen erhöhen, die Tiefenwirkung aber nur wenig vergrößern. Eine Verringerung des Druckes würde zwar die Zahl der kleinen Tröpfchen verkleinern, aber die Geschwindigkeit verringern und damit die erforderliche Eindringtiefe nicht erreichen lassen. Günstiger liegen die Verhältnisse bei flachen Spritzstrahlen, die weniger Luft mit sich reißen. Bei ihnen dringt ein größerer Tröpfchenanteil mit höherer Energie in den Bestand ein. Je gleichförmiger die Tropfengröße in diesem Schleier ist, um so günstiger ist das für das Eindringvermögen. Es sind Flachstrahldüsen auf dem Markt, die sich durch große Gleichförmigkeit der Tropfen bei verhältnismäßig niederem Druck auszeichnen. Mit diesen wurde das Versuchsspritzgerät in den letzten beiden Jahren ausgerüstet.

Versuche, günstigere Eindringverhältnisse unter Verwendung eines zusätzlichen Trägerluftstroms, wie er in den meisten Sprühgeräten im Obstbau heute angewendet wird, zu erzielen, führten zu keinem befriedigenden Ergebnis. Auch ist die dafür

Tafel 2. Spritzversuche zur Ermittlung des günstigsten Zeitpunktes für Defoliation und Drusch nach *Bornscheuer*.

Jahr	1960		1961	
	defoliiert	nicht defoliiert	defoliiert	nicht defoliiert
Spritzmittel	25 l/ha Aamorta + 800 l Wasser + 1,5 l Emulgat	—	10 l/ha Reglone + 800 l Wasser	—
Spritztermin	26. Aug.	—	11. Sept.	—
Schnitt	3. Sept.	26. Aug.	16. Sept.	6. Sept.
Drusch	sofort	14. Sept.	18. Sept.	20. Sept.
Samenertrag dz/ha	15,9	21,4	29,9	27,6
Tausendkorngewicht TKG	21,0	19,0	20,6	18,8
Keimfähigkeit %	71	86	82	93
Anzahl der Keime	115	144	139	174

Das besondere Problem bei dieser Behandlung bilden die Fragen nach der Schädigung der Pflanzen durch das Befahren des Bestandes beim Spritzen sowie die nach der genügenden Eindringtiefe der Tröpfchen und nach der etwaigen Keimschädigung durch das Mittel. Ein für erste Versuche gebauter Spritzbalken von 20 m Arbeitsbreite bewährte sich nicht wegen der unvermeidlichen Schaukelbewegungen des Balkens infolge der Bodenunebenheiten. Die anderen Ortes ausgeführte pendelnde Aufhängung des Spritzrohres wäre in den häufigen Hanglagen unerwünscht.

Nachdem die Untersuchungen über die Verluste in den Fahrspuren ergeben hatten, daß diese verhältnismäßig niedrig (nämlich unter 4%) blieben, wurde als Spritzgerät ein Unimog mit Aufbauspritze mit 10 m Spritzbreite benutzt. Schwierigkeiten brachte die Forderung, die Pflanzen bis zu den untersten Samenträgern möglichst gleichmäßig mit dem Spritzschleier zu erreichen, da grünbleibende Pflanzenteile den Mährusch ungemein erschweren. Andererseits können Überdosierungen an den freiliegenden Samenknäueln deren Keimfähigkeit schädigen.

erforderliche Zusatzeinrichtung von Gebläse und Luftleitungen unerwünscht. Dagegen kann die Anwendung eines Niederhalters, wie ihn die früheren Gespannspritzen von der Firma Mauer besaßen, das Eindringen des flachen Spritzschleiers erleichtern, wie die letztjährigen Versuche zeigten.

Die Frage des Spritzzeitpunktes ist für die Qualität des Endproduktes sehr wesentlich. Der Zeitpunkt liegt später als der Zeitpunkt des Schneidens beim herkömmlichen Verfahren. Er soll umso später liegen, je ungünstiger die Wachstums- und Reifebedingungen waren. Eine zu frühe Defoliation hat Ertrags- wie Qualitätseinbußen zur Folge, wie die Auswertungen der Versuche von 1960/61 zeigen. Sie werden in der nach Versuchen von *Bornscheuer* zusammengestellten **Tafel 2** verdeutlicht. Der richtige Termin für die Defoliationsspritzung dürfte bei 6 bis 12 Tagen nach dem herkömmlichen Schnittermin liegen. Die Kurvendarstellung in **Bild 4** zeigt die Zusammenhänge.

Gegenüber der Trocknung von abgeschnittenen Stauden behalten die dicken Stengel hier mehr Vegetationswasser, das sich beim Dreschen unangenehm auswirkt. Ein Mährschers-

einsatz ist, wenn er erfolgreich sein soll, an einen bestimmten Termin gebunden. Ein zu früher Drusch bringt geringe Samenqualität und zu viel Feuchtigkeit im Saatgut, ein zu später Drusch Ausfallverluste und Störungen durch nachgewachsenes Unkraut mit sich.

Bei trockenem Wetter wird der Drusch bereits 4 bis 6 Tage nach der Defoliationsspritzung ausgeführt werden können, bei feuchtem Wetter wird eine Spanne von 8 bis 10 Tagen notwendig sein. Bei längerer Zwischenzeit kann zwar die Trocknung weiter fortschreiten, so daß der Feuchtegehalt der Samen sich weiter verringert. Aber die Gefahr der Ausfallverluste vor dem Drusch durch Wind, Wild und dann beim Drusch können den Ertrag merklich verringern. Den Einfluß des zeitlichen Abstandes des Mähdruschtermins vom Spritztermin auf Samenertrag und Keimfähigkeit zeigt **Bild 5**.

Man muß sich vergegenwärtigen, daß es sich beim Dreschen von Rübensamen um ein sehr schwieriges Material handelt. Das Korn-Strohverhältnis liegt bei 1:2,5 bei 14% Wassergehalt im Gesamtmaterial. Bei 25% Wasser in den Knäueln und 40% Wassergehalt in den Stengelteilen ergibt sich ein Gewichtsverhältnis Knäuel:Stengelteile von 1:2,9. Dazu kommt der meist ungleichmäßige Bestand, der eine fließende Beaufschlagung der Trommel nicht erreichen läßt. Das ergibt hohe momentane Belastungen der Trommel mit all ihren ungünstigen Folgeerscheinungen. Die Hauptschwierigkeiten ergeben sich aber bei den Trennorganen, den Schüttlern und Kurzstrohsieben. Wegen des geringen spezifischen Gewichtes und der rauhen Oberfläche der Knäuel kann nur mit schwachem Wind gearbeitet werden. Die große Feuchtigkeit des Gesamtgutes macht alle Siebvorgänge schwierig. Man sollte zum Drusch von Rübensamen also nur Mähdrescher einsetzen, die im Verhältnis zur Trommel über reichlich bemessene Schüttler und Kurzstrohsiebe verfügen.

Die Fahrgeschwindigkeit des Mähdreschers darf 0,5 m/s nicht übersteigen, um die stoßweisen Belastungen möglichst abzubauen und den Trennorganen genügend Zeit zur Verarbeitung des Gutes zu lassen. Aus demselben Grund kann man auch die Schnittbreite verkleinern, wenn auch die Abteilverluste dadurch leicht ansteigen können.

Ob Ährenheber und Torpedoabteiler zweckmäßig sind, hängt vom Bestand ab. Es wurde mit und ohne Ährenheber gearbeitet, doch möglichst nicht mit vorgezogenem Abteiler. Das richtige Rezept dürfte sein, die Staude so wenig wie möglich zu bewegen, ehe die Knäuel vom Schneidetisch aufgefangen werden können. Lagernde Bestände lassen sich nur vom Stoppelende her schneiden, im Gegensatz zu Getreide.

Die Haspelumfangsgeschwindigkeit soll genau der Fahrgeschwindigkeit angepaßt werden. Mähdrescher, bei denen das nicht möglich ist, eignen sich nicht zum Rübensamendirektdrusch.

Der Kornabstand und die Drehzahl der Trommel beeinflussen die Gesamtfunktion der Mähdruscharbeit in stärkstem Maße, weil die Grenzen einwandfreier Arbeit eng sind. Ein scharfer Drusch mit einer Umfangsgeschwindigkeit von 30 m/s mit

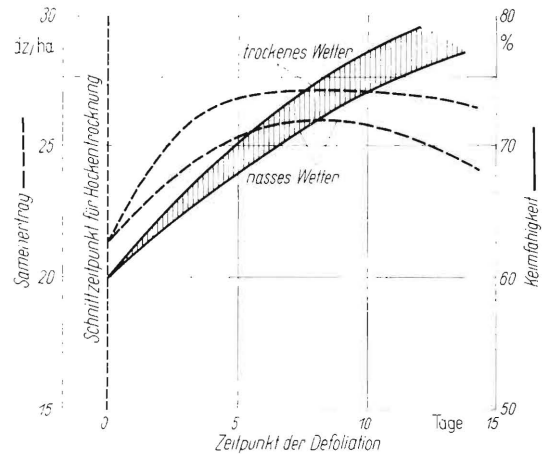


Bild 4. Samenertrag und Keimfähigkeit in Abhängigkeit von dem Defoliationszeitpunkt bei nassem und bei trockenem Wetter.

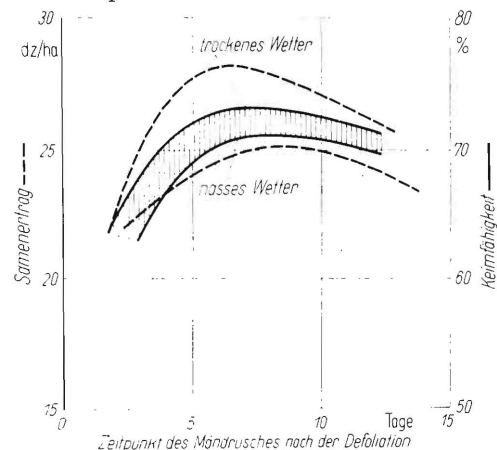


Bild 5. Samenertrag und Keimfähigkeit in Abhängigkeit vom Zeitpunkt des Mähdrusches nach der Defoliation bei nassem und bei trockenem Wetter.

einem Kornabstand an der engsten Stelle von 10 mm ergibt zwar volle Lösung der Knäuel von den Stengeln, bringt aber soviel Kurzstroh, daß Überlastungen des Kurzstrohsiebes und des Elevators unvermeidlich werden. Aber auch der Feuchtegehalt des Gutes spielt hier hinein. Die Zusammenhänge hat von der Heyde²⁾ untersucht. Er fand in Laboratoriumsversuchen die folgenden Abhängigkeiten, wie sie in **Bild 6** dargestellt sind. Man sieht, daß eine Herabsetzung der Trommeldrehzahl den Zerschlagungsgrad herabsetzt, also mehr Langstrohteile entstehen läßt, ohne daß der Knäuelverlust allzusehr ansteigt. Interessant ist, daß eine Feuchtigkeit der Stengelteile von 35 bis 40% den größten Anteil von Langstroh und damit die größte

²⁾ Landmaschinen-Institut Göttingen

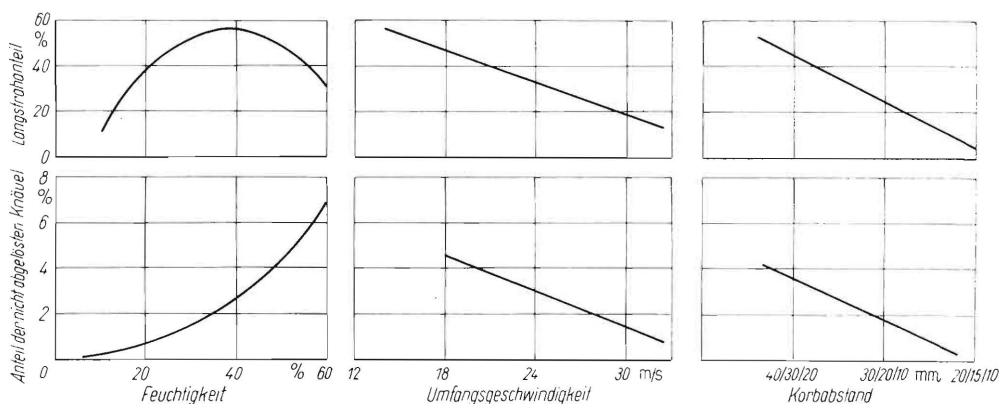


Bild 6. Langstrohanteile und Knäuelverluste an der Dreschtrommel in Abhängigkeit von Feuchtigkeit, Umfangsgeschwindigkeit und Kornstellung bei Rübensamendrusch. Viel Langstrohteile, d. h. eine geringe Stengelzerschlagung, sind günstig.

Entlastung des Kurzstrohsiebes gibt. Bei dieser Feuchtigkeit der Stengel liegt die Feuchtigkeit der Knäuel zumeist bei 20 bis 25% an der Staude. Die Feuchtigkeit der Knäuel steigt aber durch Aufnahme von Wasser aus den Strohteilen während des Drusches um einige Prozent an. Dieser Anstieg kann bis zu 5% betragen. Er ist unangenehm, da diese hohe Feuchtigkeit eine rasche Abfuhr zur Trocknung verlangt, um Keimschädigungen zu vermeiden. Die Trocknung aus einer Feuchtigkeit von mehr als 25% muß in zwei Stufen erfolgen, erfordert also gewissermaßen doppelten Aufwand.



Bild 7. Mähdrusch von defoliierten Rübensamenträgern.

Um diese hohe Wasseraufnahme zu verringern, wurde versucht, den Teil der Knäuel, der schon vor der Trommel abgestreift wird, vor der Trommel abzufangen. Aber der Einbau eines Zwischen- oder Vorsiebs mit Schneckenförderung und Elevator brachte nicht den gewünschten Erfolg; jeder noch weitergehende Umbau ist ohne Bedeutung für die Praxis, denn Spezialmaschinen für diesen Zweck lohnen sich nicht.

Um eine einseitige Überlastung von Siebflächen beim Arbeiten am Hang zu vermeiden, sollten diese Flächen durch Längsrippen unterteilt werden. Liegt bei der Arbeit am Hang der Körner-elevator auf der Talseite, so kann auch bei ihm Überlastung und Verstopfung eintreten. In solchem Fall ist es besser, den Hang nur in einer Richtung zu mähen, wobei sich der Elevator auf der Bergseite befindet.

Zusammenfassend ist über den Stand der durch Versuche unterbauten Erkenntnisse bezüglich des Mähdrusches von Zuckerrübensamen folgendes zu sagen:

Die Defoliation soll 5 bis 8 Tage nach dem herkömmlichen Schnittermin liegen. Bisher hat sich das Mittel „Reglone“ am besten bewährt, von dem 10 l/ha in 800 bis 1000 l Wasser angewandt werden sollen. Das Eindringen bis an das unterste Ende der Stauden ist notwendig. Ein Niederhalterbalken ist zweckmäßig. Zusatzgebläse sind zu aufwendig. Rübensamen aus überwinterten Rüben steht meist günstiger und fester als Rübensamen aus Stecklingen.

Der Mähdrusch soll je nach Witterung 4 bis 10 Tage nach der Defoliation mit vorbereitetem Mähdrescher erfolgen, **Bild 7**. Die maximale Geschwindigkeit sollte 0,5 m/s nicht überschreiten, die Umfangsgeschwindigkeit des Haspels desgleichen. Siebe sollen weit sein und mit Längsleisten versehen werden. Häufige Zwischenreinigung ist empfehlenswert. Die Trommelumfangsgeschwindigkeit kann auf etwa 20 m/s herabgesetzt werden. Die engste Korbstellung soll nicht weniger als 15 mm betragen.

Es wurde bisher gezögert, das Verfahren in den Kreisen der Samenbauer zu propagieren, weil die Gefahren der Keimfähigkeitsschädigung bei zu früher Defoliation und die Gefahr der Ertragsdepression bei zu spätem Drusch groß sind und die Versuche in den extremen Jahren 1959 (trocken), 1960 (naß) die Zusammenhänge schwer erkennen ließen. Auch heute erfordert das Verfahren viel Aufmerksamkeit und Sorgfalt, wenn Rückschläge vermieden werden sollen. Bei den zur Zeit laufenden Versuchen wird eine Verbesserung der Spritzwirkung angestrebt und versucht, durch eine bessere Trennung von Stengelteilen und Knäueln die letzteren trockener zu gewinnen, so daß ihre endgültige Aufbereitung leichter und billiger erfolgen kann.

Wenn für das bisherige konventionelle Ernteverfahren Maschinenschnitt, Hocken- oder Reuterlagerung und Hocken-drusch etwa 100 bis 120 Arbeitskraftstunden/ha benötigt wurden, so beträgt der Arbeitsaufwand für die Defoliation und Mähdrusch nur noch weniger als 20 Arbeitskraftstunden/ha. Freilich erhöhen sich die Kosten durch das Defoliationsmittel, wofür etwa 200 bis 250 DM/ha anzusetzen sind. Der entscheidende Vorteil des Verfahrens liegt aber in der Verminderung des Ernterisikos, in der Sicherung des Ertrages und dem Abbau der Arbeitskraftspitzen beim Pflanzen und Ernten.