

## Mähdrusch: Verfügbare Zeit, erforderliche Kapazität, Kosten

Dr. W. Luder

Würde man die gesamte Anbaufläche von Getreide, Körnermais und Raps gleichmässig auf alle in der Schweiz registrierten Mähdrescher verteilen, so träfe es auf eine Maschine ganze 37 ha. Diese insgesamt recht bescheidene Auslastung der teuren Maschinen lässt darauf schliessen, dass unsere Getreidebauern ihre Ernte nicht nur in guten Jahren rechtzeitig unter Dach bringen wollen, sondern auch für schwierige Wetterverhältnisse zur Erntezeit gerüstet sein möchten. – Doch wieviel Kapazitäts-«Reserve» ist zur Risikoverminderung überhaupt wirtschaftlich sinnvoll? Um diese Frage abzuklären, müssen die örtlichen Gegebenheiten mitberücksichtigt werden. Die Grundlagen für die nachstehende Fallstudie entsprechen den Verhältnissen in der Region Tänikon, welche infolge des eher rauhen Klimas bereits zum Randgebiet des Ackerbaus gehört.

### 1. Zur Statistik über Anbauflächen und Mähdrescherbestand in der Schweiz

Gemäss den Erhebungen und Schätzungen des Schweiz. Bauernsekretariates sowie nach Angaben des Bundesamtes für Landwirtschaft wurden in der Schweiz in den vergangenen Jahren folgende Anbauflächen registriert:

Tabelle 1: Anbauflächen von Brot- und Futtergetreide sowie Raps in der Schweiz [in ha]

	1980	1981	1982	1983
– Brotgetreide	98'678	93'640	93'500	93'600
– Futtergetreide inkl. Körnermais	78'264	80'870	82'660	82'118
– Raps	12'946	12'902	12'952	13'817
Total	189'888	187'412	189'112	189'535

Trotz den immer wieder auftretenden regionalen Verschiebungen in Anbausortiment und -fläche ist aus Tab. 1 insgesamt kein Trend abzulesen, der eine namhafte bessere Auslastung der vorhandenen Maschinen erwarten liesse.

Wie aus der Eidg. Betriebszählung 1980 zu entnehmen ist, umfasste der Bestand an selbstfahrenden und gezogenen Mähdreschern am letzten Zähltermin **insgesamt 5121 Maschinen**. In dieser Zahl sind auch ältere, weniger leistungsfähige Typen sowie rund 930 gezogene Maschinen eingeschlossen.

Selbst unter der nicht ganz zutreffenden Annahme, dass die gesamte, in Tab. 1 ausgewiesene Anbaufläche mit dem Mähdrescher geerntet werde, ergäbe sich lediglich eine **mittlere Auslastung von 37 ha je Maschine und Jahr**.

### 2. Wieviel Zeit steht für den Mähdrusch zur Verfügung?

Obwohl sich der Bedarf an Arbeitszeit (Abb. 1) in der heutigen hochmechanisierten Getreideernte gegenüber dem Bindmäherverfahren auf rund 10% reduziert hat, ist der Zeitdruck auch beim Mähdrusch eine beinahe normale Erscheinung. Dies hat zunächst einmal damit zu tun, dass der Ernte-

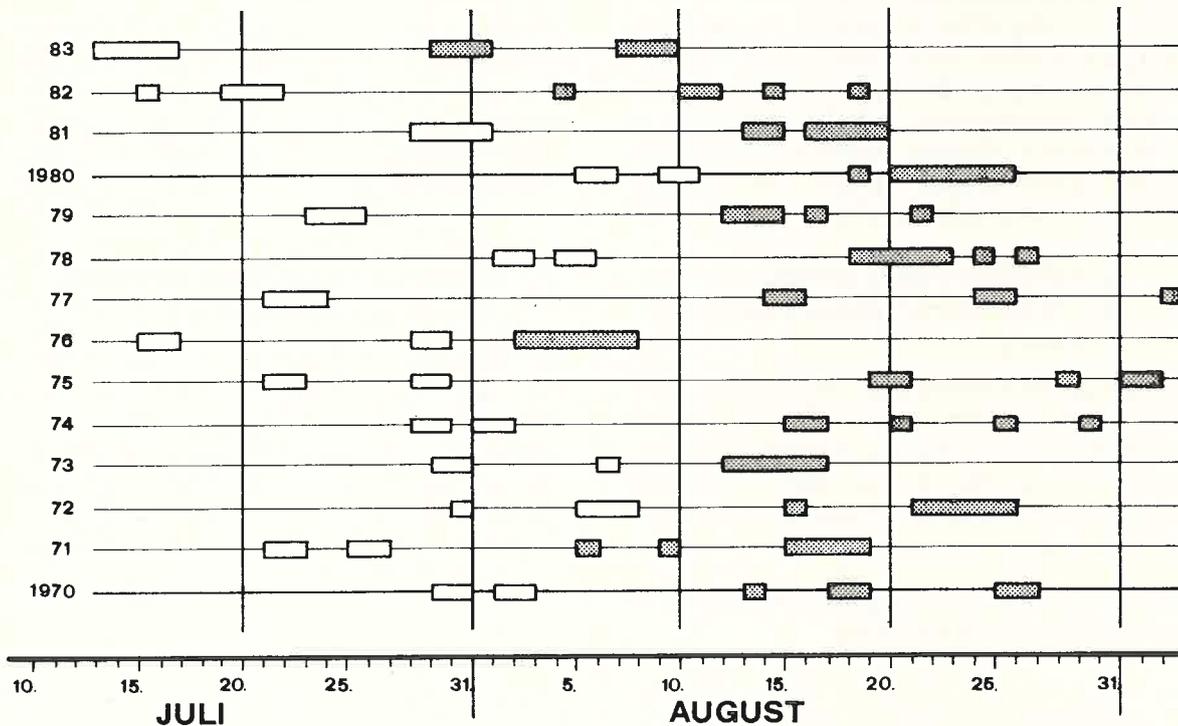


Abb. 1: Genaue Messungen der Arbeitszeit, der technischen Einflussgrößen und vor allem auch der Klimafaktoren beim Mähdrusch ergeben die Grundlagen zur Verbesserung des Maschineneinsatzes.

beginn nicht schon in der Gelbreife, sondern erst in der Vollreife des Getreides erfolgen kann. Ferner braucht es für den Mähdrusch in der Regel abgetrocknete Bestände. Somit sind entsprechend weniger Tage und auch weniger Stunden pro Tag wirklich nutzbar (Abb. 2).

### 2.1 Erntezeitspannen entsprechend der Keimruhedauer

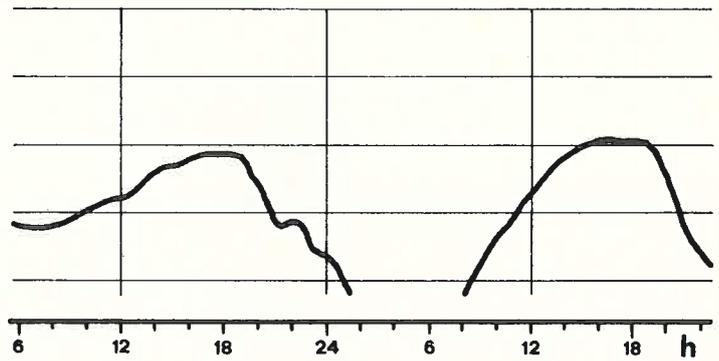
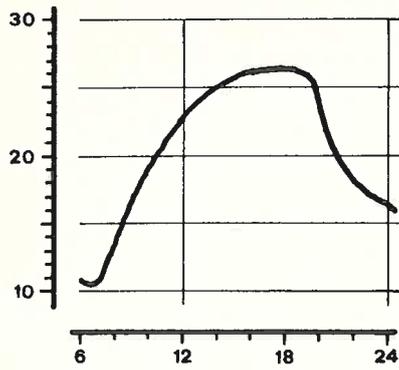
Anhand detaillierter Aufzeichnungen im Versuchsbetrieb der FAT sowie von Protokollen der Versuchstätigkeit lassen sich die Erntetermine für Raps und Weizen (Winter-



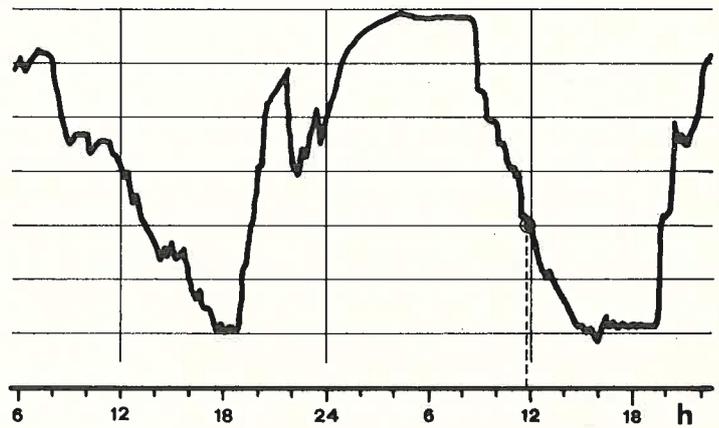
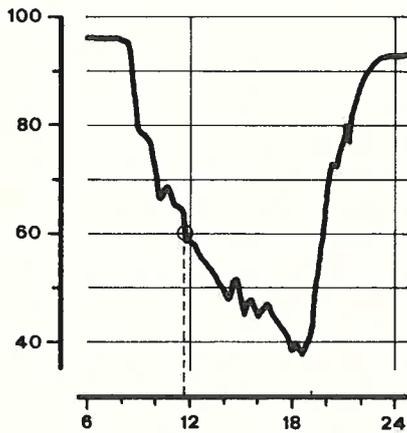
### Verfügbare Mähdruschtage für Raps □ / Weizen ▨, Tänikon 1970 - 1983

Abb. 3: Beginn und zeitlicher Ablauf der Raps- und Getreideernte können von Jahr zu Jahr in sehr weiten Grenzen schwanken. Häufige Unterbrechnungen der Erntearbeiten deuten auf ungünstige Wetterverhältnisse und erhöhte Erntekosten hin.

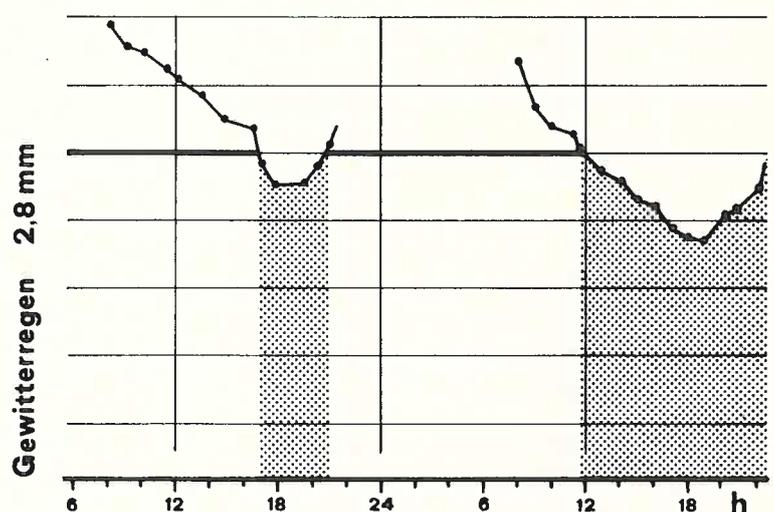
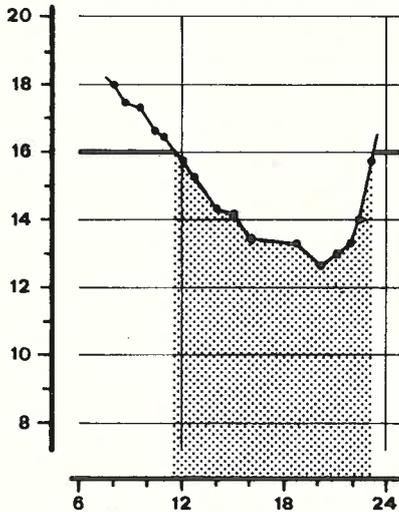
**°C Lufttemperatur**



**% relative Luftfeuchte**



**% Kornfeuchte Weizen**



15.

17.

18. August

Abb. 2: Die günstige Tageszeit für den Mähdrusch wird einerseits vom Wetter bzw. vom Kornfeuchteverlauf und andererseits von der verlangten Maximalfeuchte des Erntegutes bestimmt. Bei trockener Witterung sollte mit der Arbeit begonnen werden, wenn die relative Luftfeuchte auf etwa 60% abgesunken ist.

und Sommerweizen) seit 1970 zusammstellen (Abb. 3). Aus diesem bildlichen Vergleich ergibt sich vorweg einmal die Bestätigung folgender Erfahrungen:

– Der Beginn des Mähdrusches von Raps oder Weizen (sowie auch der übrigen Getreidearten) kann von Jahr zu Jahr in einem sehr weiten Bereich schwanken.



Abb. 4: Auch wenn sich hinter der Maschine bereits Staub zu entwickeln beginnt, können die Körner immer noch über 16% Feuchte aufweisen. Ohne Staub hinter der Maschine sollte aber nicht gefahren werden.

Gleiches gilt – allerdings noch in vermehrtem Masse – für das Ende der Ernte.

- Die Jahre, in welchen die ganze Ernte in einem Zug beendet werden kann, bilden – besonders beim Spätgetreide – eher die Ausnahme.

Vor allem für die Ernte des Brotgetreides sowie auch für den Raps ist die Tatsache von Bedeutung, dass die Körner nach Erreichen ihrer Reife zunächst in die Phase der **Keimruhe** treten. Das bedeutet, dass sortenabhängig, jedoch ungeachtet der Witterung, **während mindestens zehn Tagen** noch kein Auskeimen in den Ähren befürchtet werden muss. In bezug auf den einzelnen Bestand entspricht diese zehntägige Keimruhedauer gleichzeitig der günstigsten Erntezeitspanne.

Es sollte deshalb für die Abschätzung der erforderlichen Erntekapazität nicht die Gesamtdauer der Raps- oder Weizenerntekampagne massgebend sein, sondern die jeweilige **Erntezeitspanne entsprechend der Keimruhedauer**.

## 2.2 Verfügbare Mähdruschstunden innerhalb der Erntezeitspannen

Wenn das Getreide die physiologische Reife erreicht hat (Ende Verfärbung der Ähren nach Einstellen in rote Eosin-Lösung) weisen die Körner immer noch über 20% Feuchtigkeit auf. Beim Weizen sind dann noch mindestens zwei schöne Tage nötig, bis mit dem Mähdrusch begonnen werden kann. Hernach stellt sich zwischen den Körnern des stehenden Getreides und der Ausenluft eine Art «Feuchtegleichgewicht» ein, das aber durch die Einwirkung von Regen oder Nebel empfindlich gestört werden kann (Abb. 2).

Als grobe **Faustregel** gilt: Bei beständiger trockener Witterung sollte im allgemeinen mit dem Mähdrusch gewartet werden, bis die **relative Luftfeuchte auf 60%** abgesunken ist (Abb. 2, 15. und 18. August). Dieser Zeitpunkt fällt übrigens recht häufig mit dem Mittag zusammen. Ist jedoch der Bestand vorgängig durchnässt worden, so gilt diese Faustregel am folgenden Schönwettertag noch nicht (Abb. 2, 17. August).

Bei trockenem Wetter dauert es bis weit in die Nacht hinein, bis die Kornfeuchte die Drescharbeiten begrenzt. Mit Rücksicht auf den Fahrer und weitere Faktoren (Dunkelheit, fehlendes Wagenmaterial, Nachtlärm usw.) soll jedoch im Folgenden mit einer täglichen Mähdruschzeit bis maximal 22 Uhr gerechnet werden.

In nassen Sommern wäre es allerdings vollständig falsch, immer trockenes Erntegut abwarten zu wollen. Vielmehr sollte die Einsatzschwelle bereits frühzeitig – also nicht erst am Ende der Keimruhe – bei Weizen bei etwa 18% Kornfeuchte angesetzt werden. Wie dadurch die Zahl der verfügbaren Mähdruschstunden innerhalb der entsprechenden Ernteperioden zunimmt, zeigt Tabelle 2.

Tabelle 2: Verfügbare Mähdruschstunden pro Erntezeitspanne für Raps und Winterweizen, gültig für je drei Kornfeuchte-Richtwerte als Einsatzschwellen des Mähdruschs [Klimaregion Tänikon 1979 – 83]

	Raps bei Kornfeuchte unter ...			Winterweizen bei Kornfeuchte unter ...		
	15 %	13 %	11 %	19 %	17 %	15 %
1983	83	64	47	52	44	33
1982	19	10	4	45	34	17
1981	65	48	30	81	64	48
1980	30	17	5	63	44	31
1979	63	44	33	44	34	26

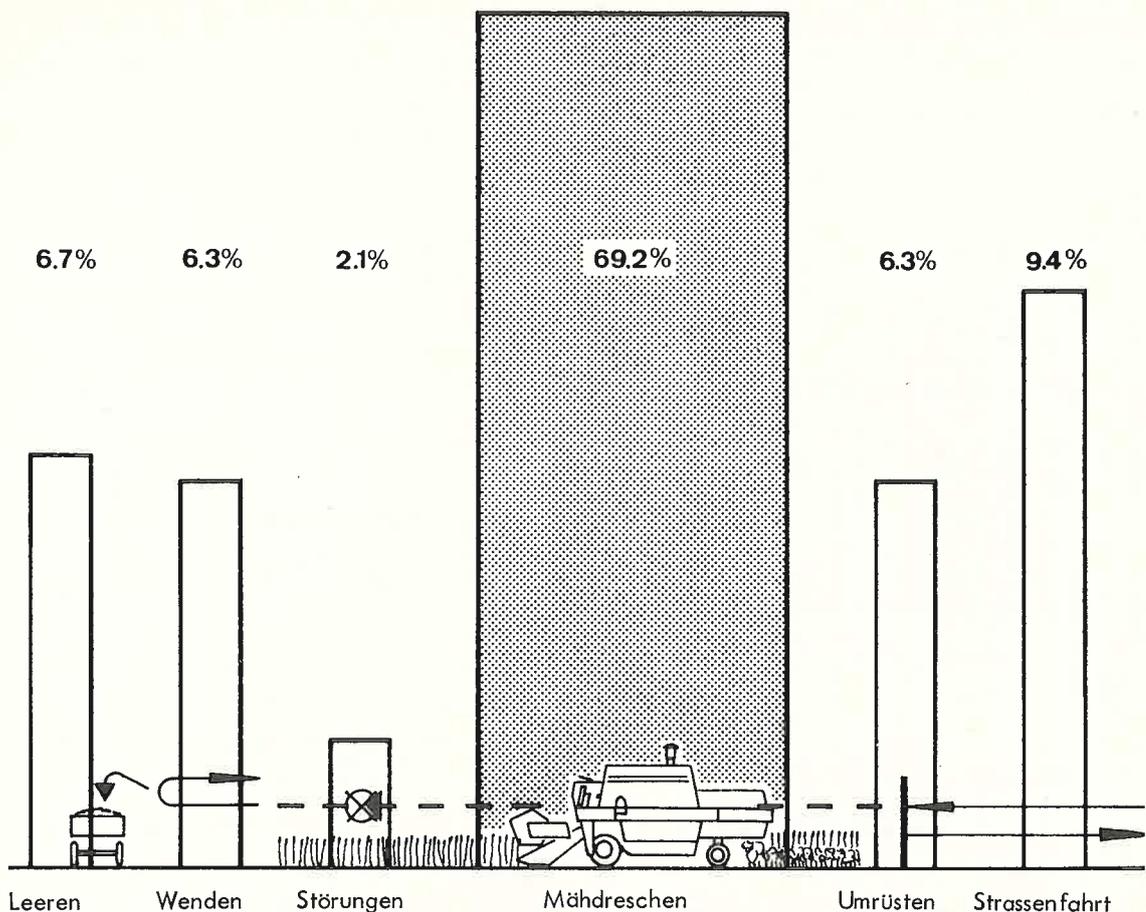


Abb. 5: Gemäss einer arbeitswirtschaftlichen Untersuchung während der Ernte in Betrieben mit Lohn-  
drusch erreicht der Anteil der produktiv genutzten Mähdruschzeit bei günstiger Betriebsstruktur nur  
knapp 70%.

### 3. Die Erntekapazität als Funktion von Erntefläche, verfügbarer Mähdruschzeit und Stundenkapazität

Abgesehen von den typischen Ackerbaugebieten herrschen auf den Betrieben mit Getreidebau Schlaggrössen von etwa 1–1,5 ha Mähdruschfläche vor. Daraus ergibt sich für Grossmaschinen zwangsläufig eine sehr beschränkte Nutzung der verfügbaren Druschzeit infolge Strassenfahrt, Umrüsten usw. (Abb. 5).

Ausgehend von dem in Abb. 4 dargestellten Anteil der produktiven Arbeitszeit kann die Stundenkapazität einer mittelgrossen Maschine (75 kW, 3,60 m-Schneidwerk) beispielsweise wie folgt berechnet werden:

**Stundenkapazität = Arbeitsgeschwindigkeit x praktische Arbeitsbreite x 0,069**

– Für Weizen gilt:  $3,5 \text{ km/h} \times 3,40 \text{ m} \times 0,069 = 0,82 \text{ ha/h}$

– Für Raps gilt:  $3 \text{ km/h} \times 3,00 \text{ m} \times 0,069 = 0,62 \text{ ha/h}$

Durch Multiplikation der Stundenkapazität mit der verfügbaren Mähdruschzeit (Tab. 2) ergeben sich die möglichen Ernteflächen pro Erntezeitspanne (Saison-Kapazität) (Abb. 6). Nach dieser Abschätzung hätte demnach die Saison-Kapazität einer mittelgrossen Maschine in allen fünf vergangenen Jahren ausgereicht, um in der Klimaregion Tänikon eine Winterweizenfläche von höchstens 14 ha ohne zusätzliche Nach-trocknung zu ernten (mögliche Erntefläche im Problemjahr 1982).

Wenn man bei schwierigen Wetterverhältnissen schon frühzeitig eine Kornfeuchte bis zu 19% mit entsprechenden Trocknungskosten in Kauf genommen hätte, würde dieselbe Stundenkapazität für eine Winterweizenfläche bis zu 36 ha ausreichen (vgl. Abb. 6, Sommer 1979).

Eine noch höhere flächenmässige Auslastung der Maschine mit Winterweizen hätte zwangsläufig zur Folge gehabt, dass verein-

## ha je Maschine und Erntezeitspanne

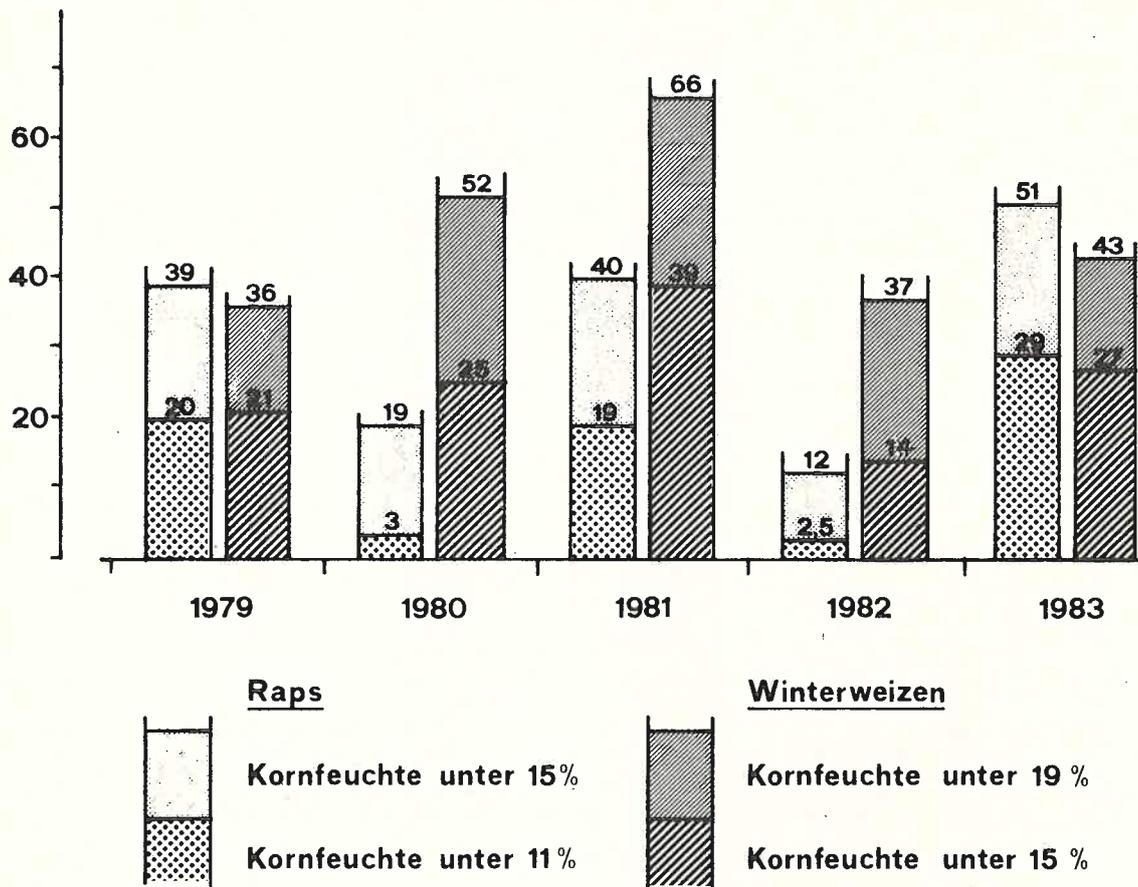


Abb. 6: Die Saisonkapazität, d.h. die Erntefläche, welche mit einem bestimmten Mähdrrescher in der jeweiligen Erntezeitspanne geschnitten werden kann, richtet sich nach den verfügbaren Mähdruschstunden und nach der Stundenkapazität der Maschine.

Beispiel: Klimaregion Tänikon, Maschine mit 75 kW und 3,60 m Schneidwerkbreite.

zelte Bestände nicht immer rechtzeitig hätten geerntet werden können. Daraus wären gerade in den kritischen Jahren Auswuchschäden entstanden.

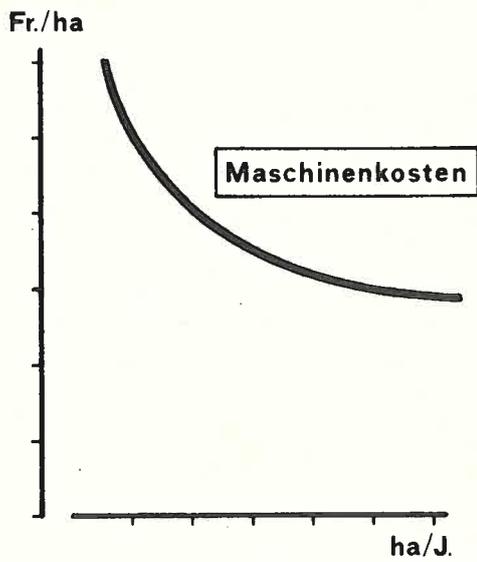
### 4. Geringere Maschinenkosten kontra höhere Folgekosten

Bekanntlich verursachen die teuren Mähdrrescher auch während ihrer etwa acht- bis elfmonatigen Stillstandszeit erhebliche jährliche Grundkosten. Darum gilt es, diese fest anfallenden Kosten auf eine möglichst grosse Erntefläche zu verteilen. Zusammen mit den flächenabhängigen Gebrauchskosten ergibt sich **bei zunehmender Auslastung die bekannte Kurve der abnehmenden Maschinenkosten pro Flächeneinheit.**

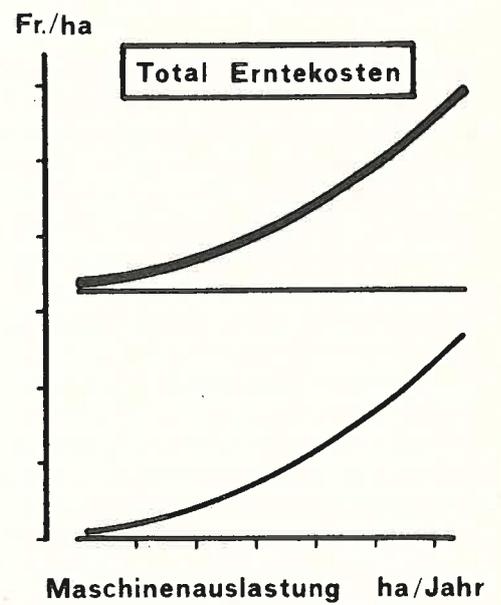
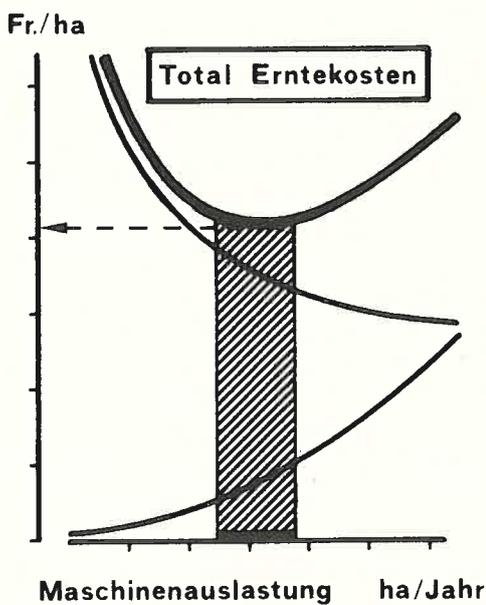
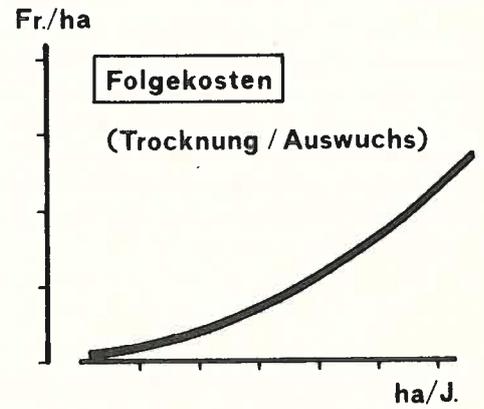
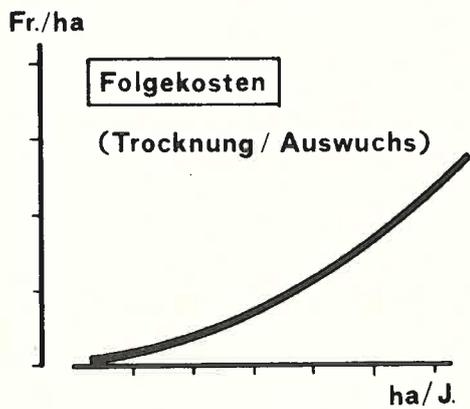
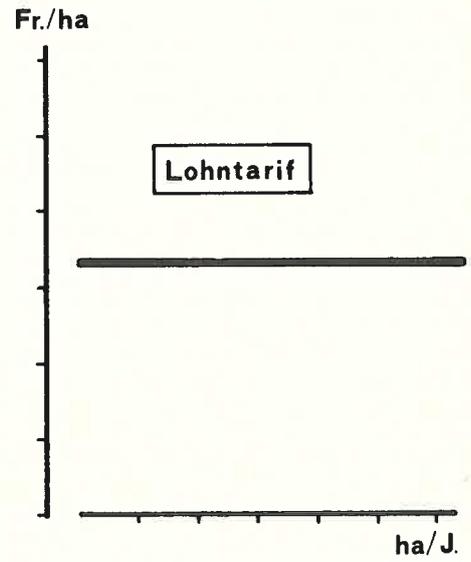
Aus der Sicht des Getreideproduzenten ist allerdings zu unterscheiden zwischen der Variante «Mähdrusch mit Eigenmaschine» und der Variante «Mähdrusch im Lohn» (Abb. 7). Bei ersterer gilt das Gesetz der abnehmenden Maschinenkosten, bei letzterer dagegen bleibt der Lohntarif mehr oder weniger unabhängig von der Maschinenauslastung. Wie bereits erwähnt, ist eine hohe Maschinenauslastung allerdings mit einem vermehrten Wetterrisiko verbunden.

Ausgehend von den in Abb. 6 dargestellten erreichbaren Ernteflächen ohne bzw. mit erforderlicher Nachrocknung, lässt sich abschätzen, wie gross die Trocknungskosten bei verschiedenen Ernteflächen je Maschine im Durchschnitt gewesen wären. Ferner kann auch der Mindererlös aller nicht rechtzeitig geernteten und deshalb als Auswuchs klassierten Flächen abgeschätzt werden (Tab. 3).

**Variante Eigenmaschine**  
(Eigentümer oder Teilhaber)



**Variante Lohnmaschine**  
(aus der Produzentsicht)



Maschinenauslastung ha/Jahr

Maschinenauslastung ha/Jahr

Abb. 7: Maschinenkosten und Folgekosten beim Mähdrusch sind gegenläufig. Zusammengenommen ergeben sie bei Eigenmechanisierung eine U-förmige Gesamtkostenkurve. Der Bereich der optimalen Maschinenauslastung lässt sich somit ermitteln. Bei Lohnndrusch mit festem Tarif haben wir eine andere Situation. Der Unternehmer strebt eine hohe Auslastung an – der Produzent verlangt eine möglichst hohe Erntekapazität.

**Tabelle 3: Trocknungskosten samt Mindererlös je ha Winterweizen bei verschiedenen Maschinenauslastungen. [Berechnet nach den Angaben von Abb.6]**

**Annahmen:**

- Weizenertrag: 50 dt/ha
- Trocknungskosten<sup>1)</sup>: Fr. 1.- je dt und je % Feuchteüberschuss
- Preisabzug bei Auswuchs: Fr. 10.- je dt
- <sup>1)</sup> inkl. Minderpreis infolge geringerm Hektolitergewicht

	Trocknungskosten+ Mindererlös je ha Winterweizen [in Fr./ha]							
	10	20	ha/Maschine und Jahr			60	70	80
1983	-	-	6	30	112	185	244	324
1982	-	15	40	106	195	263	318	398
1981	-	-	-	2	12	31	76	156
1980	-	-	8	31	55	133	200	256
1979	-	-	25	100	185	254	311	360
Mittel	-	3	16	54	112	173	230	299

Aus Tab. 3 geht hervor, in welchem Ausmass die Trocknungskosten samt Mindererlös anwachsen können, wenn die Maschinenauslastung erhöht wird. Diese «Folgekosten» beziehen sich auf die gesamte Winterweizenfläche und sollten demzufolge in der Praxis bei überbetrieblichem Maschineneinsatz anteilmässig auf alle Produzenten verteilt werden.

**5. Optimale Maschinenauslastung = minimale Gesamtkosten beim Mähdrusch**

Wie die schematische Darstellung in Abb. 7 zeigt, existiert für jeden Getreideproduzenten mit Eigenmechanisierung (oder mit finanzieller Beteiligung an einer überbetrieblich eingesetzten Maschine) eine **wirtschaftlich optimale Lösung**. Dieses Optimum liegt dort, wo die Gesamtkosten, bestehend aus Maschinenkosten und Folgekosten, beim Mähdrusch minimal sind (schrägierter Bereich).

Die Variante «**Mähdrusch im Lohn**» stellt dagegen eine Lösung dar, bei welcher die beiden wichtigsten Bestandteile der **Gesamtkosten von verschiedenen Partnern getragen** und deshalb für keinen in ihrer Gesamtheit spürbar werden. Für den Lohnunternehmer zählen die Maschinenkosten, und sein Ziel muss demzufolge in einer möglichst hohen Maschinenauslastung liegen.

Für den Getreideproduzenten dagegen steht das Verlustrisiko im Vordergrund, und

er ist an einer möglichst grossen Stundenkapazität interessiert. Zudem kommt, dass – solange er zur Abgeltung der Maschinenkosten einen festen Tarif je Flächeneinheit bezahlen muss – er bei einer möglichst geringen Auslastung der Lohnmaschine am besten fährt.

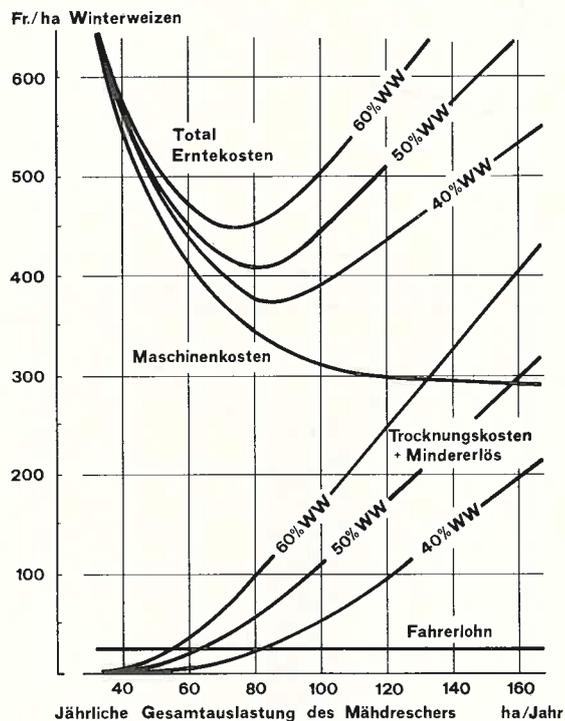


Abb. 8: Die Gesamtkostenkurve der Körnerernte kann durch ein breiteres Anbausortiment ganz wesentlich beeinflusst werden. Die dabei entstehende Reduktion der Maschinenkosten sollte auch beim Lohndrusch in vollem Umfang dem Produzenten zugute kommen. Beispiel: Gesamtkosten der Winterweizenernte in der Region Tänikon 1979–1983 bei abnehmenden Winterweizenanteilen an der gesamten Mähdruschfläche.

Eine eigentliche Optimallösung in der Art der Eigenmechanisierung ergäbe sich bei der Variante mit Lohndrusch erst dann, wenn der Unternehmer anstelle eines festen Tarifs einen Ansatz in Rechnung stellen würde, der – entsprechend der Maschinenkostenkurve – von der Gesamtauslastung seiner Maschine abhängig wäre.

Sollte indessen ein derartiger Tarifschlüssel in nächster Zeit keine Anwendung finden können, so wird man rechnerisch weiterhin von einer mittleren Maschinenauslastung ausgehen müssen. Diese ist übrigens in den Entschädigungsansätzen der FAT für einen mittleren Mähdrescher mit 75 kW Motorleistung bei 80 ha/Jahr angesetzt (vgl. auch Abb. 8).

## 6. Massnahmen zur Verminderung der Gesamtkosten der Getreide- und Rapserte

Die Zahl der Einsatzstunden einer Maschine und damit auch die mögliche Erntefläche pro Erntezeitspanne hängt im wesentlichen vom jeweiligen Wetter und von der tolerierten Höchstfeuchte des Erntegutes ab. Das Wetter kann bekanntlich nicht beeinflusst werden, und eine grössere Toleranz bei der Kornfeuchte muss mit höheren Trocknungskosten bezahlt werden.

Der ergiebigere Weg, um die Auslastung wirksam zu verbessern, ohne gleichzeitig die Folgekosten zu erhöhen, besteht daher nach wie vor im **Einsatz der Maschine während einer möglichst langen Erntezeitspanne**. Von seiten des Maschinenhalters kann dies durch **Arbeit in verschiedenen Klimaregionen** bzw. Höhenlagen erreicht werden. Naheliegender und wesentlich einfacher sind dagegen die Massnahmen auf der Seite des Produzenten. Durch eine **grössere Arten- und Sortenvielfalt** erreicht er eine **natürliche Staffelung der Ernte** und damit auch die erwünschte Verlängerung der Erntekampagne. Darüber hinaus kann beispielsweise von der Wintergerste gesagt werden, dass ihre Ernte in eine Zeitspanne fällt, in welcher die Wettervoraussetzungen nachweisbar günstiger sind als etwa für die Ernte des Sommerweizens. Dies gilt besonders für spätere Lagen, sofern sie für Wintergerste noch geeignet sind.

In unserer Fallstudie aus der Klimaregion Tänikon hätte eine Reduktion des Winterweizenanteils an der gesamten Erntefläche von 60% auf 40% eine Verschiebung der Gesamtkostenkurve zur Folge, die einer Kostensenkung von 78–85 Fr./ha entspräche

(Abb. 8). Der günstige Effekt einer um 10–15 ha/Jahr erhöhten Maschinenauslastung sollte also richtigerweise auch dem Produzenten zugute kommen und als Entschädigung für die Inkaufnahme des niedrigeren Futtergetreidepreises dienen.

## 7. Schluss

Dass auch der Getreidebauer nach allen Aufwendungen für die heranwachsende Saat seinen verdienten Lohn nicht zur Erntezeit noch aufs Spiel setzen will, ist nur zu verständlich. Ob allerdings eine grosse Reserve an Erntekapazität in Form eines hohen Maschinenbestandes – verbunden mit entsprechend hohen Maschinenkosten – eine wirtschaftlich sinnvolle «Risikoabsicherung» darstellt, darf mit Recht angezweifelt werden. Jedenfalls lassen sich bei extrem ungünstigen Wetterverhältnissen zur Erntezeit erhöhte Trocknungskosten und auch Mindererlöse durch Auswuchs trotz allem nicht verhindern (Beispiel Weizenerte 1982).

Anhand genauer Unterlagen über die Wetterverhältnisse und den zeitlichen Ablauf früherer Ernten lässt sich zeigen, welche Erntefläche mit einer gegebenen Maschine hätte bewältigt werden können, und zwar ohne Nachtrocknung der Körner bzw. unter Inkaufnahme zunehmender Trocknungskosten bis hin zum Mindererlös durch Auswuchsgetreide (Folgekosten).

Wenn man die bei wachsender Maschinenauslastung abnehmenden Maschinenkosten je ha mit den steigenden Folgekosten zusammenzählt, ergibt sich eine U-förmige Gesamtkostenkurve. In der Praxis ginge es somit darum, den Einsatz der Maschinen so zu regeln, dass deren Auslastung in den aufgezeigten Optimalbereich fallen würde. Im Falle des Lohndrusches wird leider das Bild der gegenläufigen Kurven der Maschinen- bzw. Folgekosten durch die zuwenig flexible Tarifgestaltung weitgehend verzerrt. Solange es nicht gelingt, die Kunden (Produzenten) am Vorteil einer besseren Maschinenauslastung voll teilhaben zu lassen und gleichzeitig die erwachsenden Folgekosten der Ernte anteilmässig auf die Kunden zu verteilen, werden sich gegensätzliche Interessen gegenüberstehen: Der Lohnunternehmer sucht die hohe Auslastung der Maschine – der Kunde fährt am besten, wenn möglichst viele Maschinen bereitstehen. – Ob hierin wohl der hohe Maschinenbestand der Schweiz teilweise begründet sein könnte?