

Besonderheiten der Landtechnik in Japan

Von Noboru Kawamura, Kyoto*)

DK 631.17(520)

Der Zweck dieser Darstellung der japanischen Landtechnik ist erkennen zu lassen, daß die Landtechnik in Japan bzw. im südostasiatischen Raum sich in mancher Hinsicht von der europäischen Entwicklung unterscheidet. Im Hinblick auf den Entwicklungsstand kann die japanische Landtechnik als Modell für die Mechanisierung der Landwirtschaft in Südostasien angesehen werden. In diesem Referat sollen die Besonderheiten der Landtechnik in Japan herausgearbeitet und insbesondere auch Versuchs- und Entwicklungsarbeiten im Institut Kyoto dargestellt werden.

Einleitung

Die Landfläche von Japan ist um 33 % größer als die der Bundesrepublik und erstreckt sich in einer Länge von 3000 km vom 24. bis zum 45. Grad nördlicher Breite. Als Ackerland werden rund 5 Mill. ha genutzt, das sind etwa 15 % der Gesamtfläche. Es gibt in Japan rund 5 Mill. landwirtschaftliche Betriebe, die eine durchschnittliche Betriebsgröße von 1 ha haben. 84,4 % der landwirtschaftlichen Betriebe werden als Nebenerwerbsbetriebe und die anderen als Haupterwerbsbetriebe geführt, **Bild 1**.

Die Hauptfruchtarten in Japan zeigt **Bild 2**, aufgliedert nach der Anbaufläche und dem Gesamtertrag. Reis als Hauptnahrungsmittel für die Hälfte der Menschen in der Welt ist die wichtigste Kulturpflanze in Japan. Die augenblickliche Überproduktion an Reis wird durch Anbaubeschränkungen reduziert. Gegenwärtig wird dem Obst- und Gemüsebau und der tierischen Produktion steigende Bedeutung beigemessen, da die Konsumstruktur sich ändert.

Den gegenwärtigen Stand der Mechanisierung der Landwirtschaft in Japan zeigt **Bild 3**.

Vorgetragen auf der Jahrestagung der VDI-Fachgruppe < Landtechnik > am 17. Okt. 1974 in Stuttgart.

*) Prof. Dr. N. Kawamura ist Direktor des Landmaschineninstitutes der Universität Kyoto, Japan.

Einachsschlepper und Pflanzenschutzgeräte finden einen steigenden Einsatz in der Landwirtschaft. In den letzten Jahren lag das Schwergewicht auf Zweiachsschleppern, Reispflanzmaschinen, Mähbindern, Mähreschern und Getreidetrocknern. Mit der Entwicklung dieser Maschinen hat der Reisanbau eine volle Mechanisierung gefunden.

Weiterhin sind große gemeinschaftlich genutzte Anlagen für Reispflanzenzüchtung, Reistrocknung, -lagerung und -aufbereitung gebaut worden.

Die folgenden Ausführungen über die Landtechnik in Japan erstrecken sich auf verschiedene charakteristische Landmaschinen und ihre konstruktiven Probleme. Einige besondere Merkmale sind die kleine und leichte Bauweise und die bessere Arbeitsqualität. Einzelheiten dazu sollen nun erläutert werden.

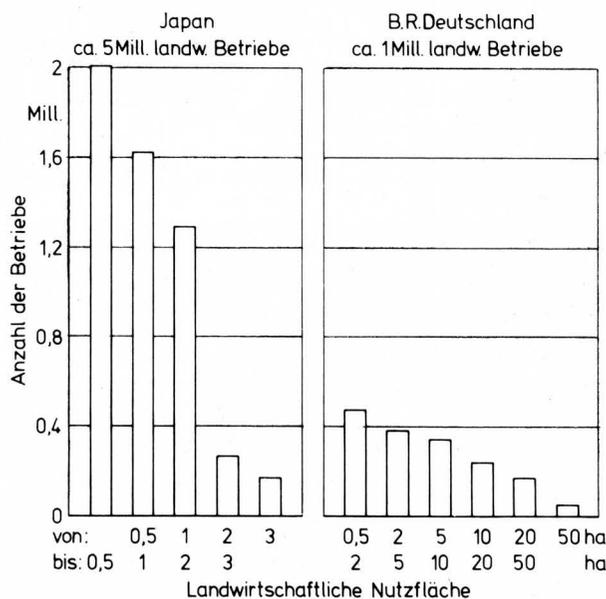


Bild 1. Betriebsgrößenverteilung in Japan und der Bundesrepublik Deutschland.

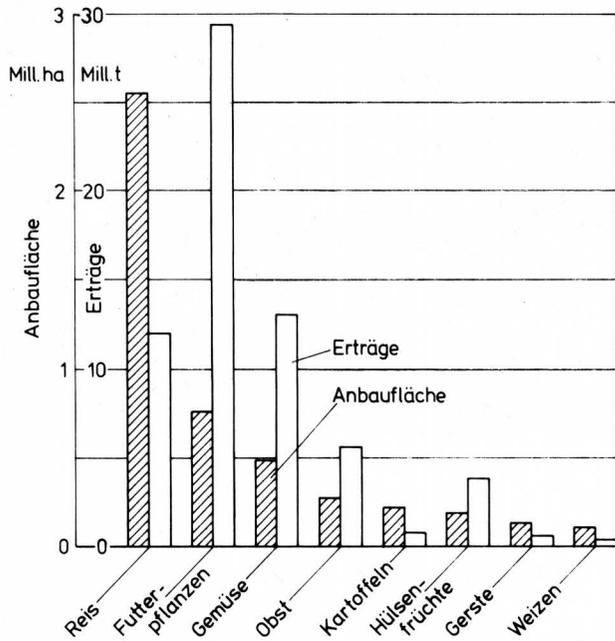


Bild 2. Anbauflächen und Ernteerträge der Hauptfruchtarten in Japan.

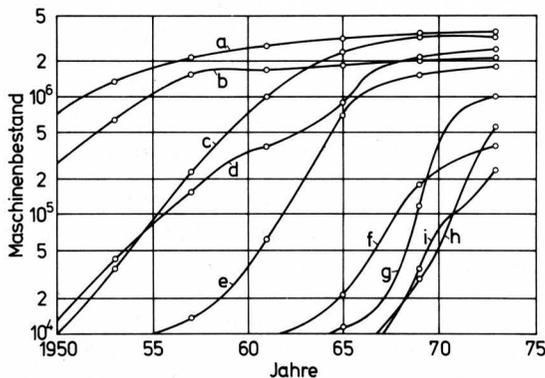


Bild 3. Entwicklung des Bestandes wichtiger Landmaschinen als Maß für die Mechanisierung der Landwirtschaft in Japan.

- | | |
|---------------------------|-------------------------|
| a Dreschmaschinen | e Trockner |
| b Motoren | f Zweiachsschlepper |
| c Einachsschlepper | g Mähbinder |
| d Pflanzenschutzmaschinen | h Reispflanzenmaschinen |
| | i Mähdröschler |

1. Schlepper

Es gibt ungefähr 3 Mill. Einachsschlepper in Japan. In letzter Zeit erlangen jedoch die Zweiachsschlepper von 8 bis 25 kW größere Bedeutung. Größere Schlepper über 35 kW sind meistens aus Europa importiert. Dagegen werden kleine Zweiachsschlepper nach USA und Einachsschlepper nach Europa exportiert.

Der japanische Schlepper unterscheidet sich von den europäischen dadurch, daß das Hauptarbeitsgerät die Bodenfräse ist. Für die Zapfwelle werden meist drei oder vier Drehzahlstufen vorgesehen. Es werden Reifen mit hohem Profil bevorzugt, die bei geringer Schleppermasse eine sichere Zugarbeit und Fortbewegung in den Schlamm- oder Paddyfeldern ermöglichen.

Das Leistungsgewicht der Ackerschlepper ist kleiner als das der europäischen. Die Drehzahl der Schleppermotoren liegt im allgemeinen zwischen 2600 und 3000 U/min. Die kleineren Motoren von 11 bis 18 kW haben 2 bis 4 Zylinder. Dadurch wird eine leichte Bauweise und ein größerer Gleichförmigkeitsgrad des Drehmoments für rotierende Arbeitsmaschinen erzielt, **Bild 4**.

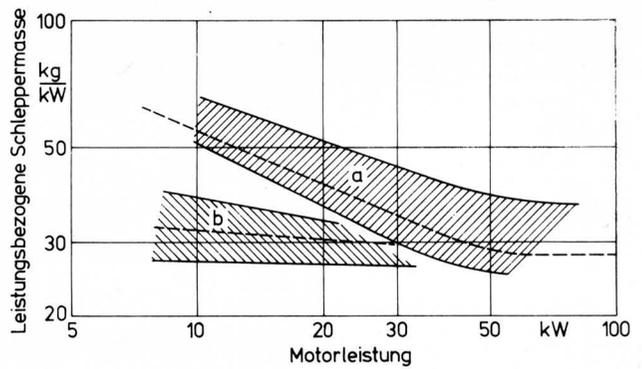


Bild 4. Auf die Leistung bezogene Schleppermasse für deutsche Ackerschlepper und Geräteträger a und für japanische Schlepper b.

Kraftheber mit Lageregelung werden auch für kleinere Schlepper verwendet, weil die Tiefenhaltung für die Bodenfräse sehr wichtig ist. Die Zugwiderstandsregelung ist nur bei größeren Schleppern üblich, weil sie für die Bodenfräse nicht verwendbar ist. Deswegen ist die Entwicklung von Regelungssystemen für die Bodenfräse im Hinblick auf die Einhaltung der Arbeitstiefe und Verbesserung der Arbeitsqualität sehr wichtig. In unserem Institut wird seit vielen Jahren an diesem Problem gearbeitet, **Bild 5**.



Bild 5. Hydrostatisch angetriebener Schlepper für Feldversuche zur kombinierten Regelung der Fahrgeschwindigkeit und der Arbeitstiefe der Bodenfräse.

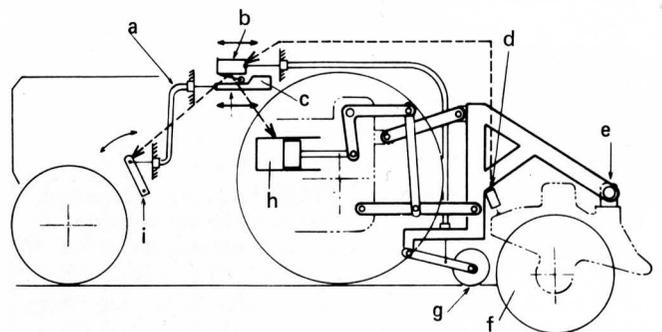


Bild 6. Schema der kombinierten Regelung von Fahrgeschwindigkeit und Arbeitstiefe der Bodenfräse.

- | | |
|--|-----------------------------------|
| a Bowdenzug | e Drehstab |
| b Mikroschalter | f Fräse |
| c Nocken | g Tastrad für Bearbeitungstiefe |
| d Geber für die Wegmessung (Differentialtransformator) | h Stellzylinder |
| | i Stellhebel für hydrost. Antrieb |

Eine kombinierte Regelung der Fahrgeschwindigkeit und der Arbeitstiefe der Bodenfräse über ein elektro-hydraulisches Regulationssystem wird z.Zt. untersucht, **Bild 6**.

Die Bodenfräse ist nur über einen Drehstab am Schlepper befestigt. Bei Änderungen des Arbeitswiderstandes ändert sich die Lage der Fräse gegenüber der Aufhängung. Diese Lageänderung wird über eine Wegmessung (mittels Differentialtransformator) erfaßt. Das elektrische Signal wird dem hydrostatischen Fahrtrieb und dem hydraulischen Kraftheber zugeführt. Damit wird die Fahrgeschwindigkeit und die Arbeitstiefe der Bodenfräse geregelt und das Drehmoment der Bodenfräse konstant gehalten. Die Sollwerteneinstellung der Arbeitstiefe erfolgt über die Mikroschalter, die von dem Taster betätigt werden. Auf gleiche Weise wird die Fahrgeschwindigkeit vorgegeben.

2. Bodenbearbeitungsgeräte

Die Bodenfräse ist das meistgebrauchte Bodenbearbeitungsgerät in Japan. Durch rotierende Werkzeuge wird eine zusätzliche Triebkraft erzeugt, die die Bewegung des Schleppers auf dem schlammigen Feld unterstützt. Weiterhin kann die Bearbeitung sehr flach erfolgen und eine feine Bodenkrümelung erzeugen. Dies ist für den Reisanbau sehr günstig, da man das Eggen und Glätten sparen kann. Mit dieser intensiven Bodenbearbeitung ist eine Kombination von Säen, Düngen und Unkrautbekämpfung leicht möglich, **Bild 7**.

Auch die Bodenbearbeitung durch den Pflug ist üblich. Besonders für adhäsive Böden, wie die vulkanischen Böden es sind, haben sich Streichbleche aus Kunststoff mit einem niedrigen Reibungskoeffizienten ($\mu = 0,2$) eingeführt, **Bild 8**.

Der Rotary-Pflug als eine Verbindung des starren Pflugkörpers mit rotierenden Werkzeugen erzeugt ein gutes Saatbett, **Bild 9**.

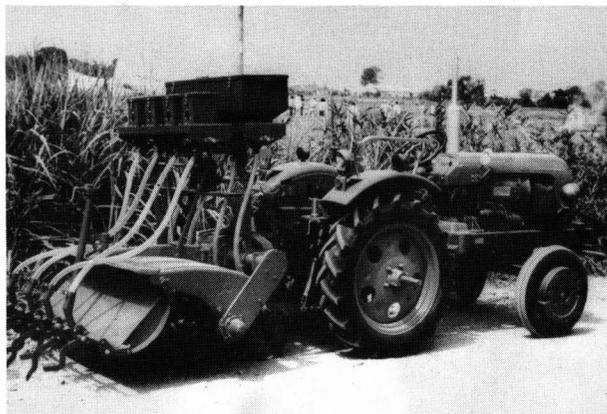


Bild 7. Bodenfräse mit Dünge- und Drilleinrichtung.



Bild 8. Pflug mit Streichblech aus Kunststoff.

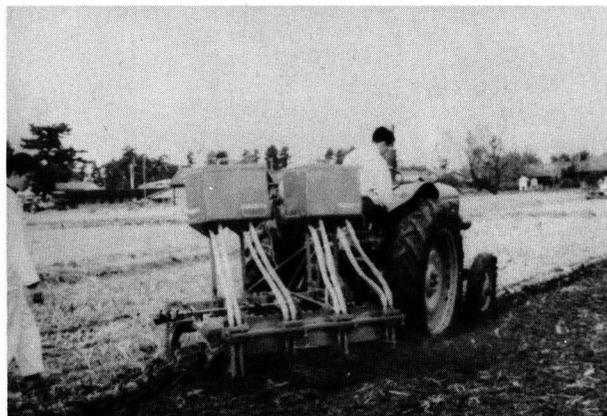


Bild 9. Schraubenspflug mit Dünge- und Drilleinrichtung.

3. Maschinen zur Saat und zum Pflanzen

Reis wird in Japan im allgemeinen gepflanzt. Die Reispflanzen können das Unkraut auf diese Weise schneller überwachsen und mit dieser ökologischen Unkrautbekämpfung ist ein sicherer Ertrag erreichbar. Die Pflanzenanzucht erfolgt auf kleineren Flächen. Dadurch wird die eigentliche Ackerfläche besser genutzt, die Wachstumsperiode im Feld wird abgekürzt und besonders in Süd-japan kann zweimal im Jahr Reis angebaut werden.

Es gibt z.Zt. etwa 0,5 Mill. selbstfahrende Reispflanzmaschinen. 0,85 Mill. ha, d.h. etwa 32,3 % der gesamten Reisanbaufläche, werden mit Reispflanzmaschinen gepflanzt.

Die Reispflanzenanzucht für Pflanzmaschinen erfolgt in kleinen Kästen aus Holz oder Kunststoff. Es gibt drei Säverfahren für diese Kästen: Sogenannte Pflanzstreifen, Pflanzplatten und Pflanzstückchen mit Wurzelballen vergleichbar der Drillsaat, der Breitsaat und der Dibbelsaat auf dem Feld.

Die Pflanzstreifen werden dadurch erzeugt, daß die Kastenfläche durch Papier in Längsstreifen aufgeteilt wird, **Bild 10**. Die Bodenstreifen werden auf eine entsprechende Vorrichtung der Reispflanzmaschine gebracht, von dort werden sie über Transportrollen zur Schneideeinrichtung am hinteren Teil der Maschine gefördert. Die Einzelpflanzen mit Wurzelballen werden dann dem Boden zugeführt und gepflanzt, **Bild 11**.

Bei dem zweiten überwiegend angewendeten Verfahren wird der Wurzelballen unzerteilt aus dem Pflanzenkasten gehoben und auf eine gewölbte Plattform der Pflanzmaschine gesetzt, **Bild 12**. Die Wölbung ist so ausgelegt, daß der Druck an der Unterkante der Plattform konstant ist. Die Plattform ist quer beweglich, wodurch die Pflanzenplatte kontinuierlich dem Schneidwerk zugeführt wird.

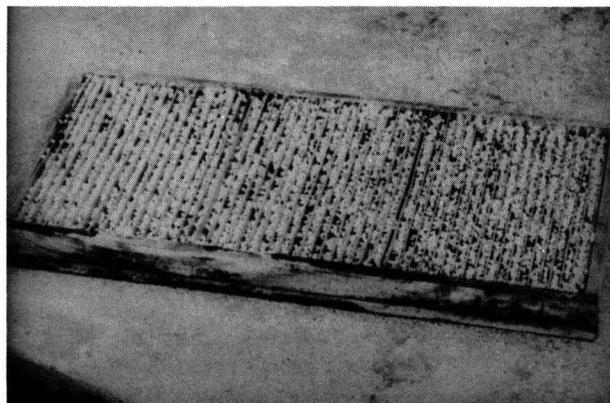


Bild 10. Anzuchtkasten für Reispflanzen, bei dem durch Unterteilung durch Papier einzelne Längsstreifen gebildet werden.

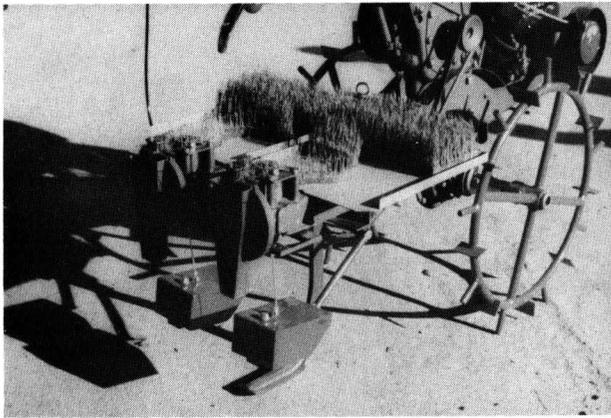


Bild 11. Reispflanmaschine für Pflanzstreifen.

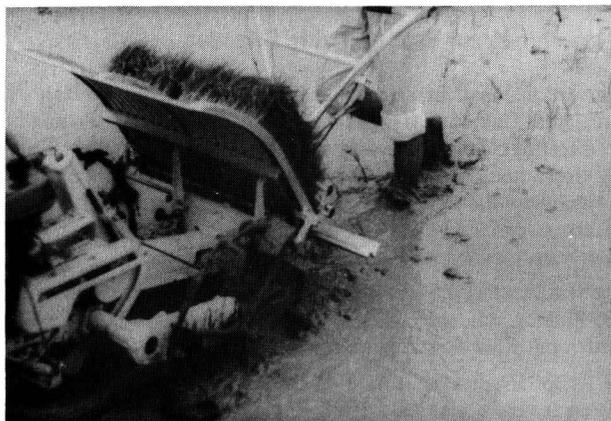


Bild 12. Reispflanmaschine für Pflanzplatten.

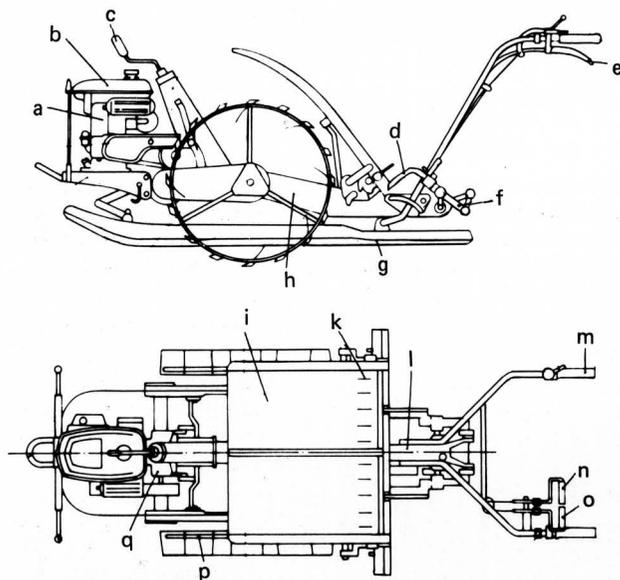


Bild 13. Aufbau einer Reispflanmaschine für Pflanzplatten.

- | | |
|--------------------------------|------------------|
| a Motor | i Pflanzentisch |
| b Kraftstoffbehälter | k Sternrad |
| c Hebel für Pflanztiefe | l Getriebe |
| d Zinken | m Holm |
| e Lenkungskupplung | n Kupplung |
| f Gelenkviereck f. d. Pflanzen | o Pflanzaggregat |
| g Schwimmer | p Fahrkupplung |
| h Rahmen | q Rad |
| | r Fahrgetriebe |

Der Pflanzmechanismus besteht aus einem Gelenkviereck, Bild 13, (oder aus rotierenden Kratzscheiben). Für den Pflanzvorgang werden zwei elastische Stangen oder Messer verwendet. Die Reispflanzen werden mit diesen Maschinen etwa im Zweiblattstadium oder nach 20 Tagen Anzuchtzeit ausgepflanzt.

Für die traditionelle Pflanzmethode als drittem Verfahren werden neuerdings größere Pflanzen im Fünf- bis Sechsbblattstadium verwendet, wenn die Pflanzen in Kästen ohne Boden oder auf Lochplatten angezogen sind. Die Pflanzen können so über die frei liegenden Wurzeln Düngemittel aufnehmen. Für das Pflanzen werden die Wurzeln unter dem Kasten abgeschnitten und die Wurzelballen dann auf die Pflanzplattform gebracht, Bild 14 u. 15.

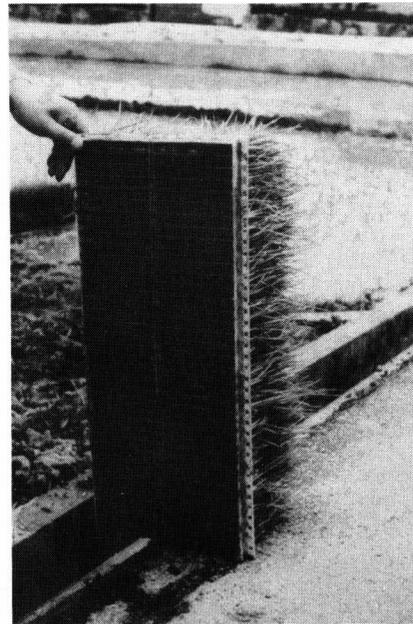


Bild 14. Anzuchtkästen für das Pflanzstückchenverfahren.



Bild 15. Reispflanmaschine bei der Arbeit.

4. Pflanzenschutztechnik

In der japanischen Landwirtschaft ist eine steigende Anwendung von Pflanzenschutzmitteln festzustellen. Bei den Ausbringverfahren sind zwei extreme Entwicklungsrichtungen untersucht worden:

1. Ein Verfahren mit einem äußerst niedrigen Sprühmittelverbrauch von nur 2 bis 3 l/ha — Ultra low-volume spraying (ULV) und
2. Ein Ausbringen durch Beregnung mit 6000 bis 8000 l/ha.

Das größte Problem bei dem ersten Verfahren ist die Diffusion feiner Tropfen. Eine Bestimmung der Adhäsion und Diffusion der Tropfen wird mit einer radioaktiven Analyse durchgeführt. Beim Spritzen von Hubschraubern beträgt die Adhäsion des Spritzmittels nur 30 % der Gesamtverbrauchsmenge, **Bild 16**.

Das kombinierte Pflanzenschutz- und Beregnungsverfahren hat gute Anwendungsmöglichkeiten im Obstbau, besonders bei den an den Berghängen angelegten Orangenplantagen. Der Vorteil dieses kombinierten Verfahrens besteht auch darin, daß die Gefahr für das Bedienungspersonal vermindert werden kann und daß es gleichzeitig arbeitssparend ist, wenn automatische Steuerungsanlagen verwendet werden. Für dieses Verfahren gibt es besondere Drehstrahlregner aus Kunststoff, **Bild 17**.



Bild 16. Ausbringen von Pflanzenschutzmitteln mit dem Hubschrauber, Ultra low volume spraying, ULV.



Bild 17. Drehstrahlregner aus Kunststoff für Beregnung und Pflanzenschutz.

Für die Mechanisierung im Obstbau hat übrigens die Einschienenbahn große Bedeutung für Transportarbeiten bekommen, **Bild 18**.

Beim Breitstäubeverfahren werden Stäuberohre aus Kunststofffolien von 40 bis 100 m Länge besonders im Reisanbau verwendet. Eine Seite des Stäuberohres wird am Auslaßrohr des Motorstäubers befestigt und die andere Seite von einem Mann getragen. An der Unterseite des Breitstäuberohres gibt es viele kleine Öffnungen, durch die die Luft mit dem Stäubemittel austritt. Die Größe und der Abstand der Öffnungen sind derart ausgelegt, daß eine gleichmäßige Verstäubung bei horizontaler Lage des Rohres möglich ist, **Bild 19**.

In gleicher Weise können mit dieser Einrichtung Saatgut und granulierter Dünger oder Herbizidmittel ausgebracht werden.



Bild 18. Einschienenbahn für den Transport am Hang.



Bild 19. Breitstäubeverfahren mit Kunststoffolienschlauch.

5. Getreideerntemaschinen

Die Mechanisierung der Reisernte war neben dem Reispflanzen besonders dringend. Seit 1960 werden Mähdrescher aus Europa importiert und die Möglichkeiten ihrer Anpassung an japanische Verhältnisse untersucht. Auch wurden seither zahlreiche japanische Mähdrescher in europäischer Ausführung entwickelt. Aber für die japanischen Anbauverhältnisse waren diese Maschinen wegen ihrer zu großen Abmessungen und zu hohen Verluste ungeeignet.

Deswegen wurde in Japan eine kleine Mähdrescherbauart entwickelt, die auch aus der traditionellen Dreschmaschine herzuleiten ist. Die größte Besonderheit dieses Kleinmähdreschers ist, daß die Halme mittels einer Zuführkette in axialer Richtung zum Dreschwerk gelangen und nur die Ähren ausgedroschen werden. Die Getreideverluste sind daher gering und betragen 1 bis 3 %. Die Reinigungsanlage dieses Mähdreschers ist sehr einfach und klein, **Bild 20 u. 21**.

Die Laufwerke der Kleinmähdrescher bestehen meist aus endlosen Gummiketten. Zum Abernten von Lagergetreide verwendet man Getreideheber, die an die Zuführkette montiert werden, **Bild 22**.

Es laufen z.Zt. auch Versuche zur Regelung der kleinen Mähdrescher: Die Durchsatzregelung und die automatische Lenkung des Mähdreschers zur Erzielung einer höheren Verarbeitungsleistung bei gleichzeitiger Verringerung der Verluste und Erleichterung der Arbeit sind das Ziel dieser Untersuchungen.

Die im **Bild 23** gezeigte Durchsatzregelung wird von uns im Institut für Landmaschinen in Kyoto untersucht. Der Durchsatz wird in der Nähe des Schneidwerks über die Schichtdicke des Halmgutes (mittels Differentialtransformator) ermittelt; die Drehzahl der Dresch-

trommel als ein Maß für deren Leistungsbedarf wird mit einem Tachogenerator gemessen. Ein elektronisches Logikelement regelt die Fahrgeschwindigkeit des Mähdreschers in Abhängigkeit von diesen zwei elektrischen Signalen, indem auf den hydrostatischen Antrieb eingewirkt wird. Bei dieser Lösung wird durch das Logikelement entsprechend dem Signal des Tachogenerators und dem um die Transportzeit zum Dreschwerk verzögerten Signal des Differentialtransformators der Sollwert des Durchsatzes an den Optimalwert angepaßt. Dies ist ein Beispiel zur Anpassungsregelung bei Mähdreschern, Bild 24.

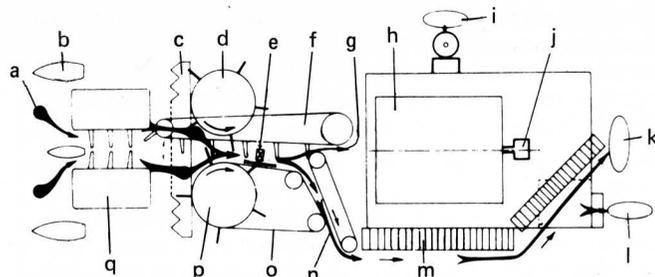


Bild 22. Materialfluß im Kleinmähdrescher.

- | | |
|---|---|
| a Erntegut | i Körnersack |
| b Halmteiler | j Meßgeber für Trommeldrehzahl (Tachogenerator) |
| c Messer | k Strohauswurf |
| d Zuführtrommel | l Auswurf für Kaff |
| e Meßgeber für Schichtdicke (Differentialtransformator) | m Zuführkette |
| f Oberer Förderer | n Unterteil der Halme |
| g Ähren | o Unterer Förderer |
| h Dreschwerk | p Zuführtrommel |
| | q Ährenheber |



Bild 20. Kleinster Mähdrescher japanischer Bauart (Fa. Yanmar).



Bild 21. Kleiner Mähdrescher japanischer Bauart (Fa. Iseki).

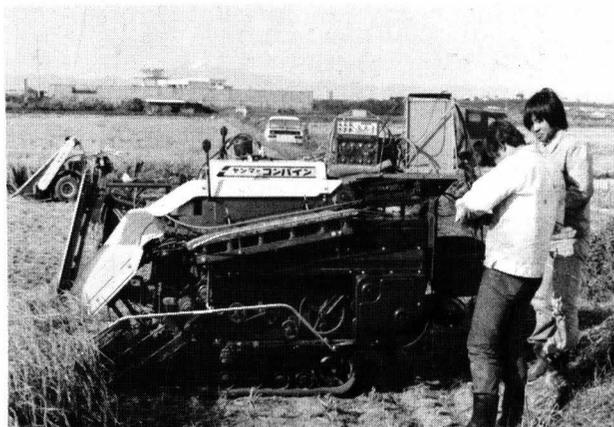


Bild 23. Mähdrescher mit Regelungseinrichtung im Feldversuch.

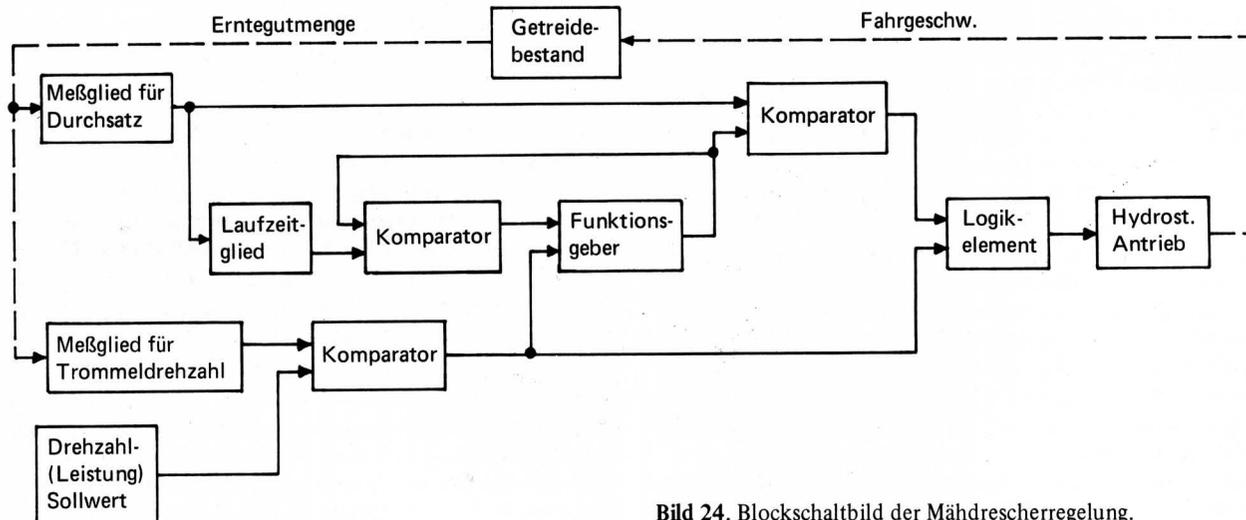


Bild 24. Blocksaltbild der Mähdrescherregelung.

Der Mähbinder ist in Europa kaum noch im Gebrauch, aber in Japan werden noch 1 Mill. kleiner Mähbinder verwendet. Die technische Entwicklung befaßt sich mit der Verkleinerung der Bindemechanismen und mit der Erhöhung der Bindeggeschwindigkeit, da der Durchmesser der Garben nur etwa 10 cm beträgt und somit die Zahl der Garben pro ha etwa 10- bis 20000 ist, **Bild 25**.

Die Bindenadel wird aus Kunststoff gefertigt. Sie wird dadurch billiger und bewirkt eine bessere Zuführung des Garnes in der Nadel. Auch das Garn ist aus Kunststoff, weil Hanfgarn in Japan nicht hinreichend zur Verfügung steht, **Bild 26**.



Bild 25. Mähbinder.

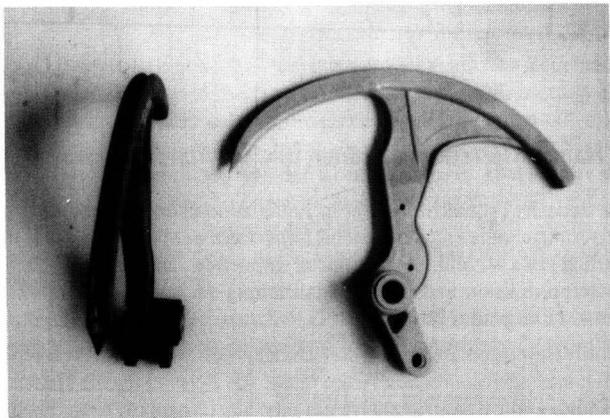


Bild 26. Bindenadel aus Kunststoff.

6. Andere Erntemaschinen

Zuckerrohr ist die Hauptfrucht auf den Okinawa-Inseln. Obwohl die Zuckerproduktion aus Zuckerrohr in der Welt höher ist als die aus Zuckerrüben, sind die Erntemaschinen für Zuckerrohr im Vergleich zu den Zuckerrübenerntemaschinen noch wenig durchentwickelt. Es gibt also auch hier ein Nord-Süd-Problem.

Die im **Bild 27** gezeigte Zuckerrohrerntemaschine ist ein Prototyp für die Ernte grünen Zuckerrohrs, bei der also das Zuckerrohr ohne vorheriges Abbrennen der Blätter und ohne Schneiden des Zuckerrohrs im ganzen geerntet werden kann.

Das übliche Verfahren zum Abtrennen der Blätter arbeitet mit Drahtseilbürstentrommeln. Die hintereinander liegenden Trommeln wirken als Reinigungsaggregate und Führungsrollen und verhindern das Brechen der gekrümmten Zuckerrohrstengel, **Bild 28**. Weitere Arbeiten beziehen sich auf die Entwicklung von Tomatenerntemaschinen, **Bild 29** und Kopfsalaterntemaschinen.

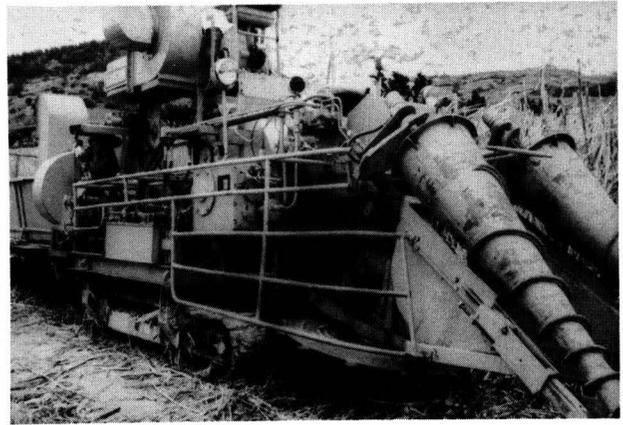


Bild 27. Zuckerrohrerntemaschine.

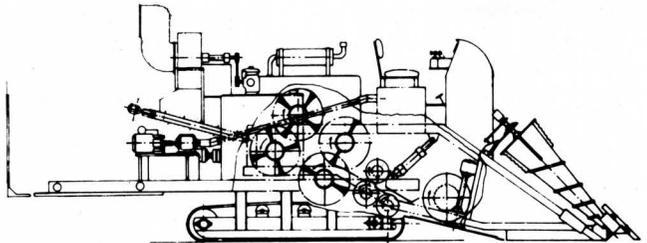


Bild 28. Schnittbild der Zuckerrohrerntemaschine.

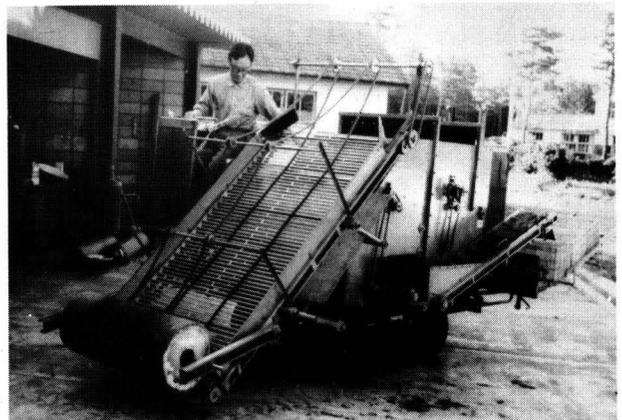


Bild 29. Tomatenerntemaschine.

7. Landwirtschaftliche Verfahrenstechnik

Neben der Weiterentwicklung der Feldmaschinen wird der landwirtschaftlichen Verfahrenstechnik im Rahmen der Rationalisierung der japanischen Landwirtschaft große Bedeutung beigemessen. Große gemeinschaftlich genutzte Anlagen für Reistrocknung, Lagerung und Aufbereitung sind gebaut worden, **Bild 30 u. 31**.

Es gibt viele Reistrocknerbauarten, meistens handelt es sich um sog. absätzig arbeitende Trockner, in denen der Reis mit Warmluft von 60 bis 100 °C in wenigen Minuten getrocknet und danach einige Stunden in Behältern gekühlt wird. Durch diese Methode kann die Reißbildung der Reiskörner vermindert werden, die mit der ungleichmäßigen Wasserverteilung im Korn zusammenhängt.

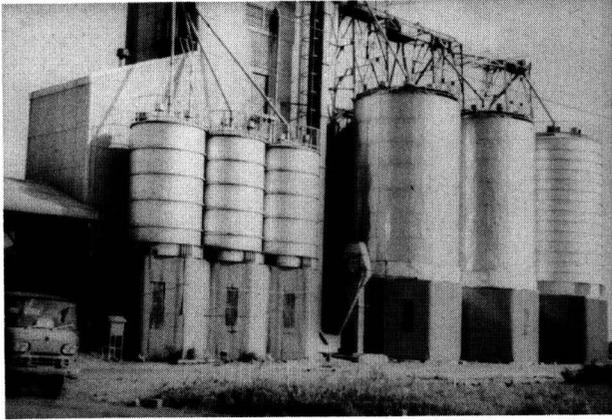


Bild 30. Große gemeinschaftlich genutzte Anlage für die Trocknung, Lagerung und Aufbereitung von Reis.

dieser großen Anlagen einschließlich der Steuerung des Pflanzenwachstums ist ein interessantes Beispiel für die Optimierung der landwirtschaftlichen Pflanzenproduktion, und solche Systeme sind als Pflanzenfabriken der Zukunft anzusehen. Auch liegen einige Versuche über die Regelung der Wachstumsfaktoren mit Hilfe elektronischer Rechenanlagen vor, **Bild 32**.



Bild 32. Hydrokultur von Melonen.

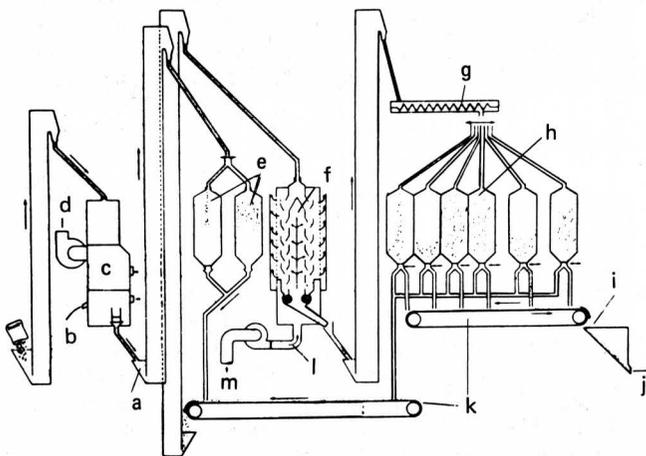


Bild 31. Satz Trockner in der Gemeinschaftsanlage.

- | | |
|-----------------------------------|------------------------------------|
| a Reis | h Behälter für Abkühlen und Lagern |
| b Verunreinigungen (Steine, Sand) | i Trockener Reis |
| c Vorreinigung | j Reismühle |
| d Staub | k Förderbänder |
| e Zwischenspeicher | l Gebläse |
| f Trockner | m Heißluft |
| g Förderschnecke | |

Die Gewächshausfläche einschließlich der Fläche, die mit einfachen Kunststoffolien abgedeckt wird, beträgt etwa 66 500 ha. Darin sind etwa 72 ha Spezial-Hydrokulturen enthalten. Die Automatisierung

8. Halmfüttererntemaschinen und tierische Produktion

Die tierische Produktion steigt in Japan zunehmend an, aber die Futtermittel müssen überwiegend importiert werden. Z.Zt. werden jährlich etwa 10 Mill. t Futtermittel importiert. Deswegen ist die Futterproduktion und die Rationalisierung der tierischen Produktion ein dringendes Problem.

Halmfüttererntemaschinen unterscheiden sich von den europäischen und amerikanischen Arten nicht. Als Beispiel für die Heutrocknung mit Brikettieranlage gilt eine aus Dänemark eingeführte Anlage.

Ausblick

In der Welt gibt es noch viele ungelöste Probleme bei der Produktion von Nahrungsmitteln für die zunehmend steigende Weltbevölkerung. Besonders in den südlichen Ländern ist die landwirtschaftliche Produktion noch nicht hinreichend entwickelt. Der Landtechnik ist in diesem Zusammenhang größte Bedeutung beizumessen.