

# Einige technologische Varianten und ökonomische Aspekte zur Produktion von Maiskorn-Spindel-Gemisch

Dipl.-Ing. E. Wenske, KDT, Forschungszentrum für Mechanisierung der Landwirtschaft Schlieben/Bornim der AdL der DDR

## 1. Einleitung

Maiskorn-Spindel-Gemisch (international unter der Bezeichnung Corn-Cob-Mix  $\cong$  CCM bekannt) wird im Großversuch in der DDR seit 1982 hergestellt. Durch die Ernte bei einem Trockensubstanzgehalt (TS-Gehalt) von 60 bis 70% im Maiskorn ( $\cong$  50 bis 60% Trockensubstanz im Gemisch) wird das Verfahren besonders auch in sog. Grenzlagen für

den Maisanbau interessant. Unterstützt wird die Entwicklung durch die Züchtung frühreifer Maissorten (FAO-Zahl 190 bis 210), die bei Einhaltung der Anforderungen an Aussattermin, Reihen- und Pflanzenabstand auch unter extremen Witterungsbedingungen (wie z. B. im Jahr 1984) die Erntereife erreichen. Vorteile des Verfahrens sind u. a.:

- Nutzung der biologischen Fähigkeiten des Mais
- Senkung der Verluste bei der Körnermais-ernte durch Miternten von Spindelteilen und nicht ausgereiften Kolbenspitzen
- keine technische Trocknung und damit verbundene Verluste sowie kein wesentlicher Energiebedarf zur Lagervorbereitung
- Erreichen eines für die Schweineproduktion gewünschten Rohfasergehalts von 7 bis 8% im Futter durch den Spindelanteil.

## 3. Aufwandskennzahlen

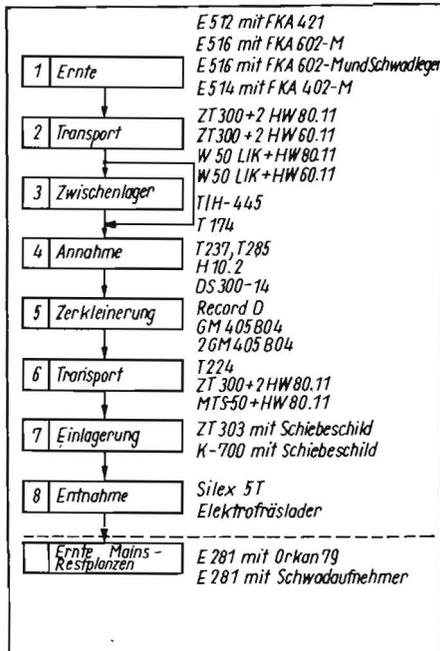
Für Variantenvergleiche wurden folgende Kennzahlen ermittelt:

- Investitionen
- Maschinenmasse (Stahl)
- elektrischer Energiebedarf
- Kraftstoffbedarf
- Arbeitszeit
- Verfahrenskosten.

Die Grundlagen dafür sind sowohl eigene Untersuchungsergebnisse als auch Richtwerte aus der Literatur [4].

Die Ergebnisse beziehen sich auf die Verfahrensabschnitte von der Ernte des Maiskorn-Spindel-Gemisches bis zur Entnahme der Silage aus dem Silo. Wird eine Produktionsfläche von 450 ha unterstellt, so ergeben sich die grafisch dargestellten Anteile entsprechend Bild 2. Die Aussagen, die sich aus der Größe der Investitionen ergeben, sind allerdings nur bedingt verallgemeinerungsfähig, da ihnen eine Ausrüstung mit grundsätzlich neuen Maschinen im gesamten Verfahrensabschnitt als Basis dient, während in der Praxis weitgehend vorhandene Maschinen multivalent eingesetzt werden. Indirekt wird durch die Kennzahl jedoch der Wert der im Verfahrensabschnitt beteiligten Produktionsmittel ausgedrückt. Danach stellt die Erntetechnik mit 58% den Schwerpunkt dar. Sie verursacht 73% der Verfahrenskosten und bindet 56% des Stahlaufwands, wenn von einem Ertrag von 100 bis 120 dt/ha bei einem TS-Gehalt von 65% im Maiskorn-Spindel-Gemisch als Zielfunktion ausgegangen wird. Bei erheblichen Abweichungen, wie sie sich 1984 witterungsbedingt ergaben, können die Aufwendungen für die Erntetechnik um rd. 100% und für die Aufbereitung um rd. 50% ansteigen, während sie für die Einlagerung und Verdichtung des Futterstapels um rd. 50% sinken. Stellt man die Ausrüstungen zu Komplexen zusammen, um Anbauflächen von 25 bis 450 ha zu bewirtschaften, so ergeben sich die im Bild 3 dargestellten Beziehungen.

Bei Ernteflächen ab 300 ha ist am Aufbereitungsplatz ein Zwischenlager für das Erntegut vorzusehen, da der ankommende Massenstrom von der gegenwärtig vorhandenen Zerkleinerungstechnik nicht sofort verarbeitet werden kann. An dieser Stelle muß zur verlängerten Schicht oder zum 2-Schicht-System übergegangen werden.



## 2. Maschinenkette

Die bisherigen Versuchsergebnisse zeigen, daß die erforderliche Maschinenkette aus Ausrüstungen zusammengestellt werden kann, die zu einem großen Teil in den landwirtschaftlichen Betrieben vorhanden sind (Bild 1). Neben den nummerierten Teilprozessen sind Maschinentypen aufgeführt, die zur Lösung der jeweiligen Arbeitsaufgabe eingesetzt werden können. Zu technischen Ergebnissen mit diesen Maschinen sind bereits mehrere Veröffentlichungen erschienen [1, 2, 3].

In diesen Beispielen wird davon ausgegangen, daß sich der Aufbereitungsplatz direkt am Silo befindet.

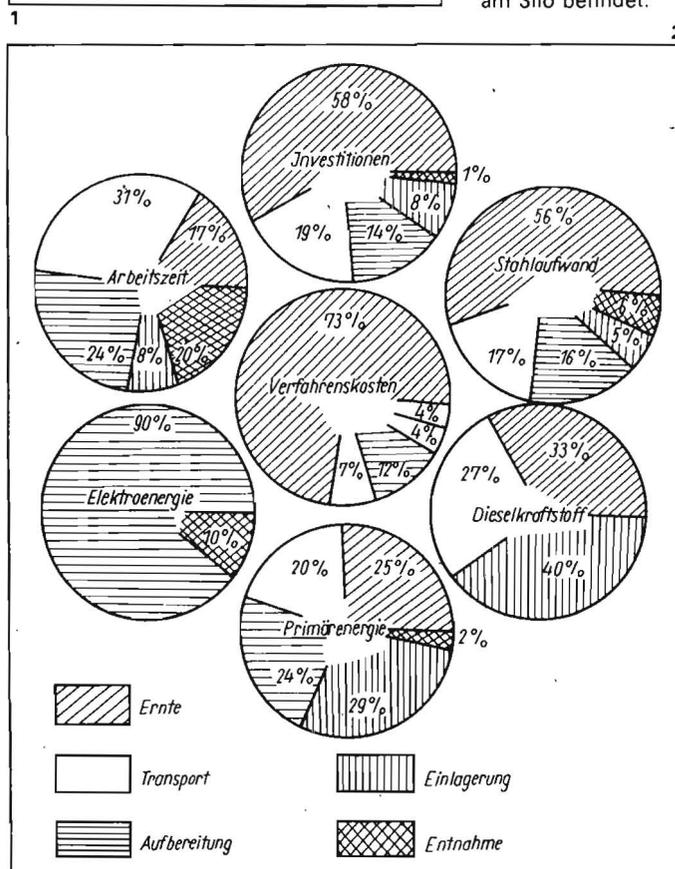
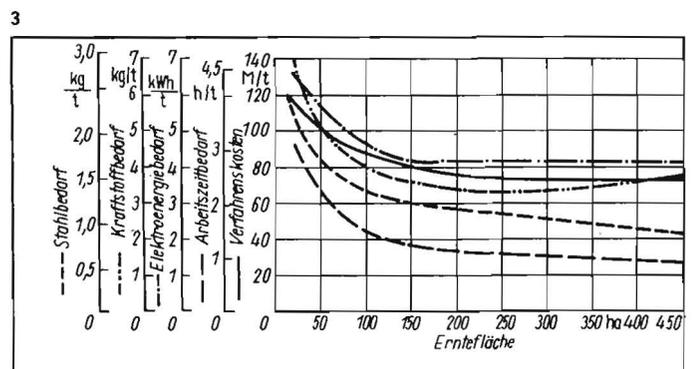


Bild 1  
Maschinenfolge-schemata zur Herstellung von siliertem Maiskorn-Spindel-Gemisch

Bild 2  
Verteilung der Aufwendungen bei einer Erntefläche von 450 ha

Bild 3  
Spezifische Aufwendungen in Abhängigkeit von der Erntefläche



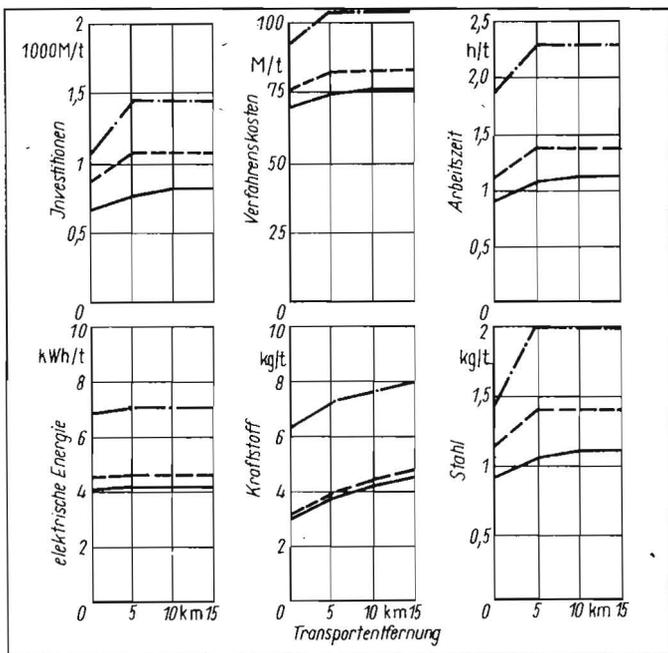


Bild 4. Spezifische Aufwendungen in Abhängigkeit von der Entfernung Aufbereitungsplatz – Silo bei unterschiedlichen Ernteflächen; - - - 50 ha; - - - - 150 ha; ——— 300 ha

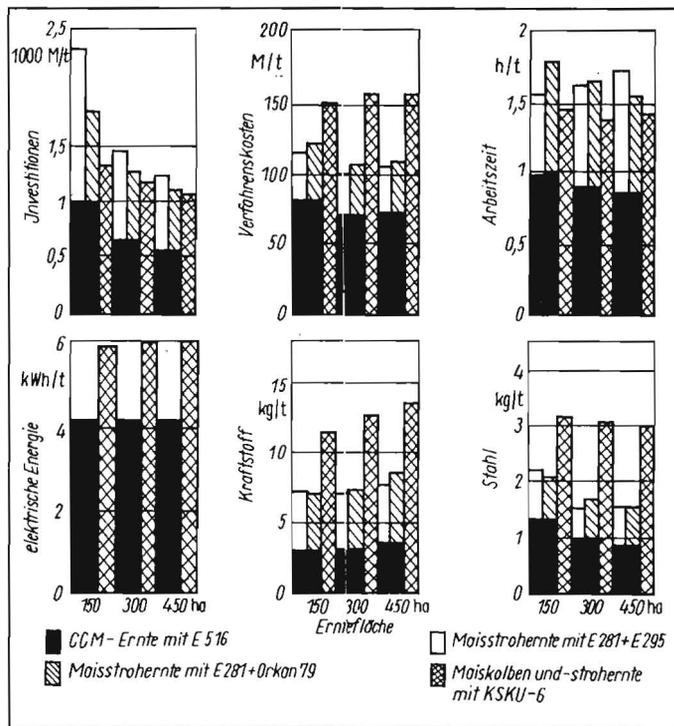


Bild 6. Vergleich der Aufwendungen für Ernte, Transport, Verarbeitung, Einlagerung und Entnahme

Aus Bild 3 wird deutlich, daß mit den in der DDR vorhandenen Maschinen ein ökonomischer Einsatz ab Anbauflächen von 150 ha möglich ist. Bei geringen Anbaukonzentrationen (unter 120 ha) steigen die spezifischen Aufwendungen erheblich an. Bei Erstanwendung des Verfahrens sollten

Betriebe nicht mit kleinen Flächen beginnen, sondern sich zu gemeinsamen Versuchen mit Anbauflächen von 120 bis 150 ha zusammenschließen, um nicht von vornherein im Vergleich zu anderen Verfahren (z. B. Getreideernte) zu negativen Schlußfolgerungen zu gelangen.

#### 4. Technologische Varianten

##### 4.1. Trennung von Aufbereitungsplatz und Lager

Die Realisierung der elektrischen Anschlußwerte von 60 bzw. 120 kW für den Aufbereitungsplatz direkt am Lager bereitet mitunter Schwierigkeiten. Wird eine örtliche Trennung durchgeführt, so sind zusätzliche TUL-Prozesse erforderlich, die Mehraufwendungen im Verfahren zur Folge haben. Für einige Beispiele wurden Mehraufwendungen in Abhängigkeit von der Zwischentransportentfernung kalkuliert (Bild 4). Sie betragen für:

- Investitionen 16 bis 36 %
- Verfahrenskosten 7 bis 14 %
- Arbeitszeit 18 bis 28 %
- Kraftstoffbedarf 14 bis 49 %
- Stahlaufwand 14 bis 38 %.

Der erhebliche Anstieg für Anbauflächen unter 140 ha wurde bereits kommentiert.

##### 4.2. Einsatz von Netzersatzanlagen

Diese Untersuchungen sollen Auskunft darüber geben, ob eine Trennung von Aufbereitungsplatz und Lager durch Netzersatzanlagen sinnvoll vermeidbar ist. Dabei wurden 3 Typen von Netzersatzanlagen aus der DDR-Produktion berücksichtigt:

- Diesel-Notstromaggregat 6-2470/103 (60 kW) für den Betrieb einer Hammermühle GM405 B04
- Notstromaggregat Turboelekt 330 (130 kW) für den Betrieb von 2 Hammermühlen GM405 B04
- Diesel-Elektroaggregat 6-7520/111 (8 kW) für den Betrieb eines elektrogetriebenen Fräsladers bei der Entnahme des Futters.

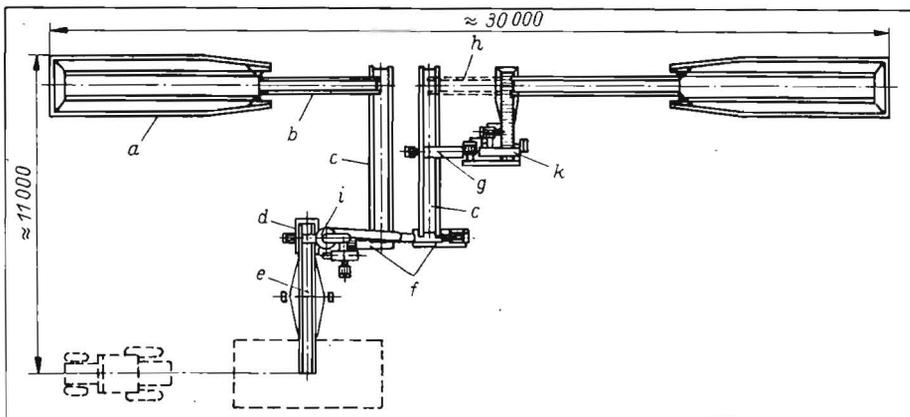
Als Entfernung zwischen Aufbereitungsplatz und Lager wurden für alle Varianten 15 km unterstellt. Die Auswertung zeigt, daß der Einsatz der Netzersatzanlagen ökonomisch vertretbar ist (Tafel 1). Lediglich bei relativ

Tafel 1. Variantenvergleich für den Betrieb von Netzersatzanlagen gegenüber der Trennung von Aufbereitungsplatz und Silo (15 km)

Kenngröße		Aufbereitung am Silo mit Netzersatzanlage			vom Silo getrennt			Mehraufwand bei Trennung vom Silo %
		50 ha	150 ha	300 ha	50 ha	150 ha	300 ha	
Investitionen	M/t	1 180	904	709	1 598	1 115	835	18...35
Verfahrenskosten	M/t	97,06	78,48	71,73	113,76	89,12	79,83	11...17
Arbeitszeit	h/t	1,87	1,09	0,91	2,30	1,40	1,16	23...18
Elektroenergie	kWh/t	-	-	-	6,61	4,22	3,80	-
Kraftstoff	kg/t	10,12	4,75	4,52	9,15	5,95	5,69	10...26
Primärenergie	MJ/t	506	238	226	543	352	334	7...48
Stahl	kg/t	1,57	1,19	0,94	2,25	1,43	1,14	20...43

Bild 5. Maschinenaufstellung mit Zerkleinerungseinrichtung;

a Annahmeförderer T237, b Leichtgurtförderer T259, c Leichtgurtförderer T260, d Trogschneckenförderer A315 x 6000, e Mehrzweckförderer T391, f Hammermühle GM405, g Trogschneckenförderer A315 x 3000, h Leichtgurtförderer T258, i Zyklon AL 800 mit Zellenradschleuse W350, k Häckselmaschine HN400-1



geringer Anbaukonzentration (50 ha) tritt in Verbindung mit der relativ großen Entfernung (15 km) beim Kraftstoffverbrauch eine Umkehrung auf (-10%).

#### 4.3. Berücksichtigung der Restpflanzenernte

Zur Maisstrohernte nach dem Pflückdrusch wurden bisher eingesetzt:

- Feldhäcksler E280/281 mit E295
- Feldhäcksler E280/281 mit Orkan79
- Maiserntemaschine KSKU-6.

Der Stengelschwader RR601 am Pflückvoratz FKA601 wurde im Jahr 1984 erstmals in funktionstüchtiger Ausführung angewendet. Da z. Z. jedoch noch keine ausreichenden Ergebnisse vorliegen, ist seine Bewertung im Vergleich mit den bisherigen Lösungen nicht möglich.

Weil die ganzen Kolben als Ernteprodukt der KSKU-6 in den Hammermühlen nicht verarbeitet werden können, wurde in die Aufbereitungsstrecke eine Häckselmaschine HN400-1 eingeordnet (Bild 5).

Die spezifischen Aufwendungen für die Verfahrensabschnitte Ernte bis Entnahme der Silage werden für die o. g. Varianten verglichen (Bild 6). Dabei wurden für die drei Maschinen folgende Anteile des gewachsenen Maisstrohs unterstellt, die mit ihnen zu ernten sind:

- E295 26 %
- Orkan79 43 %
- KSKU-6 80 %.

Der Vergleich der Varianten zeigt, daß der

Tafel 2  
Vergleich der Aufwendungen für die Verfahrensabschnitte Ernte bis Entnahme aus dem Silo für unterschiedliche Varianten der Maisstrohernte

Kenngröße	E516	E516	KSKU-6
	E281 + Orkan 79	E281 + E295	%
	%	%	%
Investitionen	100	114...131	73...99
Verfahrenskosten	100	94... 98	125...147
Arbeitszeit	100	87...113	82... 91
Elektroenergie	100	100	145
Kraftstoff	100	90... 99	157...172
Primärenergie	100	91...100	156...169
Stahl	100	92...106	151...202

Feldhäcksler E280/281 mit Orkan79 bzw. mit E295 ähnliche Ergebnisse in den Kennzahlen erzielt, während die KSKU-6 einen geringeren Arbeitszeitbedarf hat, aber aufgrund relativ geringer Kapazität höhere Kosten und Energieaufwendungen verursacht (Tafel 2).

Als Parameter wurden bei diesen Varianten ebenfalls unterschiedliche Anbaukonzentrationen von 150 bis 450 ha berücksichtigt.

#### 5. Zusammenfassung

Die Herstellung von Maiskorn-Spindel-Gemisch (CCM) wird in der DDR seit drei Jahren erfolgreich im Großversuch erprobt. Das Maschinensystem für die landwirtschaftliche Produktion dieses Futters ist auf der Grundlage vorhandener Maschinen und Ausrüstungen entwickelt worden. Vom Forschungszentrum für Mechanisierung der Landwirtschaft Schlieben/Bornim wurden Varianten untersucht, die Unterschiede in der Technologie berücksichtigen, so z. B. die Auswirkung

gen der Anbaukonzentration, die Trennung von Aufbereitungsplatz und Lager und der Einsatz von Netzersatzanlagen.

Die bisher am häufigsten eingesetzten Möglichkeiten der Restmaisernte wurden der Variante „Ernte mit einer Spezialmaschine“ gegenübergestellt.

#### Literatur

- [1] Jeroch, H., u. a.: Erste Erfahrungen bei der Produktion von Maiskorn-Spindel-Gemisch-Silage in der LPG(P) Leipzig. Tierzucht, Berlin 37 (1983) 3, S. 120-123.
- [2] Laufeld, P.; Oberbarnscheidt, B.; Wenske, E.: Die Produktion von Maiskorn-Spindel-Silage. agrartechnik, Berlin 34 (1984) 3, S. 100-104.
- [3] Müller, E.; Oberbarnscheidt, B.; Wenske, E.: Die Zerkleinerung, Silierung, Lagerung und Entnahme von Maiskorn-Spindel-Gemisch. Landwirtschaft, Berlin 25 (1984) 12, S. 547-550.
- [4] Strübing, K.-H.: Betriebswirtschaftliche Richtwerte für die Pflanzen- und Tierproduktion. Marktleeburg: agrabuch 1983. A 4415

## Untersuchungen zur Eignung des Drehstrahlregners S57/2 für die Frostschutzberegnung

Dr.-Ing. D. Voigt, KDT/Ing. E. Zech, Forschungszentrum für Mechanisierung der Landwirtschaft Schlieben/Bornim der AdL der DDR

### 1. Einleitung

Die Erfahrungen aus den letzten Jahren zeigen, daß die Verminderung der Frostschäden in Baumobstanlagen eine wesentliche Voraussetzung für die Stabilisierung der Produktion (Menge, Sortiment und Qualität) ist [1]. Frostschäden, vor allem Spätfrostschäden, verursachen in den Obstbaubetrieben der DDR immer wieder stärkere Ertragsdepressionen bei einzelnen Obstarten [2]. Durch Spätfrostschäden sind in den vergangenen Jahren erhebliche Ertragsausfälle und damit Ertragschwankungen eingetreten, die mit einer industriemäßigen Obstproduktion nicht vereinbar sind [3].

Nach Palm [4] ist in Norwegen ohne Frostschutz keine Wirtschaftlichkeit bei der Obstproduktion zu erreichen. Von den 16000 ha Obstanbauflächen in Südtirol verfügen etwa 12500 ha über Frostschutzberegnungsanlagen [5]. Die Frostschutzberegnung ist dort ein wichtiger Faktor für regelmäßige Erträge [6]. Unter den direkten Methoden des Frostschutzes wird der Beregnungsmethode die größte Bedeutung beigemessen, da sie den größten Erfolg verspricht. In Obstanlagen mit einem stationären Beregnungssystem ist es möglich, durch 3 bis 3,5 mm/h Niederschlag bei -6°C Lufttemperatur die Temperatur im Blütenbereich auf 0°C zu halten [7].

Die Möglichkeit, durch Beregnung Frostschäden zu verhindern oder zu verringern, ist daher bei der Rekonstruktion und Rationalisierung der vorhandenen Anlagen zu berücksichtigen und zu prüfen. In Anlagen mit mittlerer Bestandsdichte haben sich 20 bis 24 Regner je Hektar mit einer Düsenweite von 4 bis 4,5 mm und in sehr dichten Pflanzungen 30 bis 40 Regner je Hektar mit einer Düsenweite von 3 bis 4 mm bewährt. Mit zunehmender Regneranzahl wird die Niederschlagsverteilung gleichmäßiger. Druckschwankungen haben geringere Auswirkungen, der Einfluß des Windes wird verringert [6]. Für die Frostschutzberegnung wird eine Niederschlagsintensität von 3 bis 3,5 mm/h oder eine Pumpenkapazität von 30 bis 35 m³/h · ha benötigt. Damit können Nachfröste bis zu -5 bis -7°C abgewehrt werden. Die Regner sollen eine Drehzahl von etwa 60 U/h und eine Schlagzahl von etwa 100 bis 120 je Umdrehung haben [8]. In Obstanlagen mit Beregnung, für die meist eine Pumpenkapazität von max. 3,5 m³/h · ha installiert ist, können mit den vorhandenen Einrichtungen durch Konzentration etwa 10% der Gesamtfläche vor Frost geschützt werden [9]. Für eine erfolgreiche Frostschutzberegnung sind die einwandfreie und zuverlässige Funktion der Regner sowie die Wahl und Gestaltung der Verbandsaufstel-

lung der Regner von entscheidender Bedeutung. Bei der Frostschutzberegnung müssen eine lückenlose Beregnung der Gesamtfläche sowie eine minimale Niederschlagshöhe gewährleistet werden.

Von den in der DDR vorhandenen Regnertypen kommen aufgrund ihrer Betriebs- und Leistungsparameter die Regner S57/2 und S71 für die Frostschutzberegnung in Frage. Von diesen Typen wiederum eignet sich wegen seines Materials der Schwachregner S57/2 am ehesten. Während der Regner S71 aus Plast (Miramid) hergestellt ist, besteht der Regner S57/2 aus Metall (Al-Legierung). Wegen der besseren Wärmeleitfähigkeit des Metalls für die im Beregnungswasser enthaltene Wärme ist bei diesem Regner die äußere Vereisungsgefahr geringer. Gegenstand der durchgeführten Untersuchungen war die Überprüfung dieses Regners hinsichtlich seiner Eignung für die Frostschutzberegnung, d. h. Erfüllung der speziellen Forderungen der Frostschutzberegnung sowie Ermittlung der günstigsten Verbandsaufstellungen bezüglich Niederschlagshöhe und Niederschlagsverteilung.

### 2. Versuchsaufbau und -durchführung

Für die Untersuchungen standen 5 fabrikinne Regner S57/2 mit auswechselbaren Düsen (Durchmesser 4,2, 5,0 und 6,0 mm) zur