



## Güllespätdüngung im Mais

### Arbeitsaufwand und Kosten bestimmen die Wahl des Ausbringverfahrens

Rainer Frick, Hansruedi Strasser und Helmut Ammann, Eidg. Forschungsanstalt für Betriebswirtschaft und Landtechnik (FAT), 8356 Tänikon TG

Von 1990 bis 1991 erfolgten mit drei verschiedenen Ausbringverfahren (Vakuumfass mit Einleger, Schleppschlauch- und Schwenkverteiler) Versuche mit Gülle-Kopfdüngung im Mais. Sie zeigten, dass mit Gülle vergleichbare Maiserträge erzielt werden können wie mit mineralischer Düngung. Die Ausbringverfahren beeinflussten die Ertragswirkung nur geringfügig. Einzig beim Gülledrill resultierten tendenzmässig etwas höhere TS-Erträge. Die starke Witterungsabhängigkeit und die Gefahr, dass der optimale Düngungszeitpunkt verpasst wird, können dadurch jedoch nicht wettgemacht werden.

Der betriebswirtschaftliche Vergleich fünf verschiedener Ausbringssysteme bestätigt die arbeitswirtschaftlichen Vorteile des Güllefasses, mit welchem nur der Beregnungsautomat dank der hohen Flächenleistung konkurrieren kann. Der hohe Geräteaufwand bei den Verschlauchungsverfahren führt zu hohen Verfahrenskosten. Besonders gross werden diese, wenn am Feldrand ein Zwischenlager eingerichtet und die Gülle mit Vakuumfässern zugeführt werden muss. Für die Anwendung in der Praxis sind bei solchen Verfahren Lösungen im überbetrieblichen Einsatz oder über den Lohnunternehmer zu suchen.

Auf gemischtwirtschaftlichen Betrieben mit hohem Gülleanfall besteht ein zunehmendes Interesse, die Gülle auch im Ackerbau zu verwenden. Dadurch

können Mineraldünger eingespart und die auf dem Betrieb anfallenden Hofdünger gleichmässiger verteilt werden. Damit die Pflanzen den mit der Gülle ausgebrachten Stickstoff (N) möglichst vollständig verwerten können, sollte die Gülle nicht vor der Saat oder nach der Ernte, sondern für die Kopfdüngung eingesetzt werden. Je nach Gülleart liegen 50-80% des Stickstoffs in der Ammonium-Form vor und sind somit für die Pflanzen sofort verfügbar. Unter den verschiedenen Ackerkulturen, welche für die Güllespätdüngung in Frage kommen, eignet sich der Mais aufgrund seines hohen N-Bedarfs und der grossen Reihenabstände am besten. Den höchsten N-Bedarf hat der Mais bekanntlich im 6-8-Blatt-Stadium. Die Gülleanwendung in diesem fortgeschrittenen Stadium stellt jedoch besondere Anforderungen an die Ausbringtechnik, welche das konventionelle Vakuumfass aus verschiedenen Gründen (Gefahr von Bodenschäden, Blattverschmutzungen, kleine Arbeitsbreite) nicht zufriedenstellend erfüllen kann. In jüngster Zeit sind neue Ausbringssysteme entwickelt worden, welche der Güllespätdüngung im Mais neue Möglichkeiten eröffnen.

In den Jahren 1990 und 1991 erfolgten an der FAT Versuche im Mais mit dem Ziel, solche Ausbringtechniken auf ihre praktische Eignung zu untersuchen.

Zusätzlich wurden fünf verschiedene Verfahren bezüglich Arbeitsaufwand und Kosten miteinander verglichen.



Abb.1: Moderne Verschlauchungsverfahren sind mit einem hohen Maschinenaufwand verbunden, ermöglichen jedoch eine gezielte und bodenschonende Düngung mit Gülle.

## Ausbringverfahren

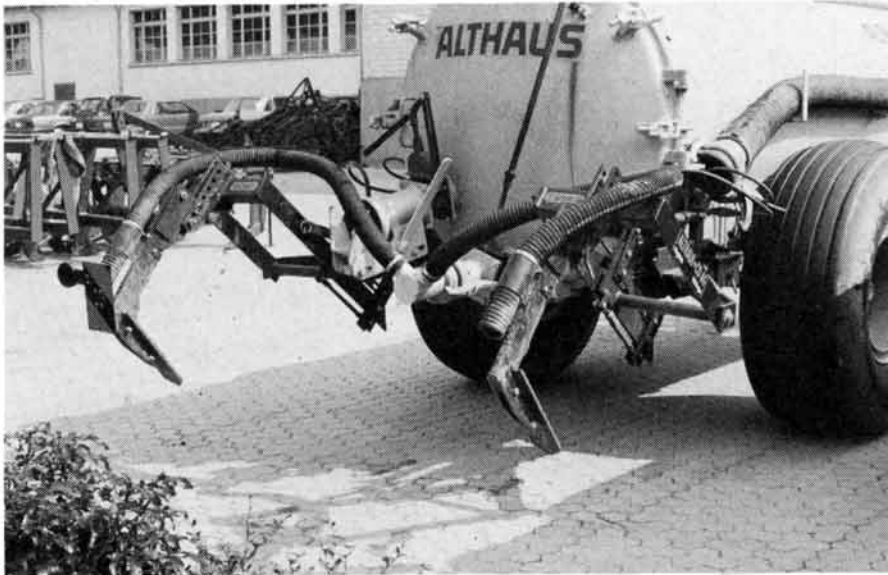


Abb.2: Vakuumfass mit Einleger: Hinter zwei Zinken wird die Gülle direkt in den Boden geleitet, wodurch der Stickstoff besser zur Wirkung kommt.

### Vakuumfass mit Einleger

An einem konventionellen Vakuumfass (Inhalt 3000 l) sind hinten an einem Rahmen zwei Zinken montiert, die hydraulisch gehoben und gesenkt werden können. In Arbeitsstellung reissen die Zinken hinter jedem Rad einen Spalt auf. Die Arbeitstiefe der Zinken ist verstellbar. Die Gülle wird vom Verteilerstutzen über Schläuche direkt hinter die Zinken geleitet.

Da bei Mais nur jede zweite Zwischenreihe Gülle bekommt, beträgt die Arbeitsbreite 3 m. Spurweite und Reifenbreite müssen genau auf den Reihenabstand abgestimmt sein, damit keine Maispflanzen umgedrückt werden.



Abb.3: Beim Schleppschlauchverteiler fliesst die Gülle direkt zwischen den Maisreihen auf den Boden, ohne dass die Blätter verschmutzt werden.

### Schleppschlauchverteiler mit Rohrtrommel

Ein rund 10 m breiter, an der Dreipunkthydraulik angebauter Verteilbalken hat zwölf Ausläufe, an denen zirka 1 m lange Schleppschläuche angebracht sind. Über diese wird die Gülle mit geringem Druck in Streifen zwischen die Maisreihen abgelegt. Die Arbeitsbreite beträgt 9 m. Gross dimensionierte Düsen sorgen dafür, dass die Verstopfungsgefahr gering bleibt. Eine hydraulisch gesteuerte Wippe schaltet jeweils zwischen zwei Düsen um, so dass immer nur die halbe Anzahl Düsen gleichzeitig mit Gülle gespeist wird. Ein hydraulischer Hangausgleich ermöglicht die gleichmässige Gülleverteilung am Hang.

Die Güllezufuhr erfolgt über eine Rohrtrommel mit zentraler Einspeisung. Am Ende eines Durchganges wird das PE-Rohr (PE = Polyäthylen) vom Verteiler abgekuppelt und über die Rohrtrommel wieder eingezogen. Angetrieben wird die Rohrtrommel durch die Zapfwelle eines Traktors.

---

### Schwenkverteiler mit Rohrtrommel

Der Schwenkverteiler ist an der Traktorhydraulik angebaut und wird hydraulisch angetrieben. Die Gülle wird breitflächig über den Pflanzenbestand verteilt. Die Arbeitsbreite beträgt je nach Pumpenleistung 15 – 20 m. Die Einspeisung mit Gülle und die Handhabung der Rohrleitung gehen gleich vor sich wie beim Schleppschlauchverteiler.



Abb.4: Der Schwenkverteiler ist hangtauglich und bodenschonend. Zudem kann er auch in anderen Kulturen eingesetzt werden.

### Schwenkverteiler mit PVC-Schlauch

Dieser Schwenkverteiler arbeitet gleich wie im vorhergehenden Bild. Im Gegensatz dazu wird aber der PVC-Schlauch (PVC = Polyvinylchlorid) zuerst zwischen zwei Maisreihen vom Feldanfang bis zum Feldende ausgelegt. Der Schwenkverteiler wird dann am Feldende angekoppelt und zieht den Schlauch wieder zwischen den gleichen Maisreihen zurück. Für dieses Verfahren ist ein Reihenabstand von 80 cm empfehlenswert.



Abb.5: Wird mit PVC-Schläuchen gearbeitet, zieht der Schwenkverteiler den Schlauch während des Verteilens zwischen den gleichen Maisreihen zurück.

### Beregnungsautomat

Der Regner ist auf einem Schlitten oder Wagen montiert und wird vor der Güllenausbringung mit dem PE-Rohr ausgezogen. Der Einzug des Rohres über die Rohrtrommel erfolgt meistens mit einem kleinen Benzinmotor, da der Antrieb über die Traktorzapfwelle in der Regel zu schnell ist und sich der bei der Verregnung von Wasser üblicherweise verwendete Turbinenantrieb beim Verregnen von Gülle nicht eignet.



Abb.6: Der Regenautomat kommt dank der grossen Arbeitsbreite auf eine hohe Flächenleistung. Bei windigem Wetter und in der Nähe von Siedlungsgebieten ist sein Einsatz nicht zu empfehlen (Abdrift, Geruchsemissionen, schlechte Verteilung).

**Pflanzenbauliche und maschinentechnische Aspekte**

*Versuchstechnische Angaben*

– Bei den eingesetzten Verfahren beschränkte man sich auf drei Geräte, die sich vom System her grundsätzlich unterscheiden (**Abb. 2–4**):

1. Vakuumfass mit Einleger (Gülledrill, Gülleninjektor)
2. Schleppschlauchverteiler an 3-Punkt-Hydraulik
3. Schwenkverteiler an 3-Punkt-Hydraulik

– Die beiden ersten Systeme stellen sogenannte Unterblattverfahren dar, bei welchen die Gülle zwischen den Maisreihen direkt in bzw. auf den Boden gelangt, während beim Schwenkverteiler die Gülle über den Bestand verspritzt wird.

– Untersucht wurden diese Verfahren in erster Linie auf die Ertragswirkung bei Mais sowie die Eignung im praktischen Einsatz.

– Der Versuch wurde als Streifenversuch mit drei (1990) bzw. zwei (1991) Wiederholungen angelegt. Die drei Gülleverfahren wurden zusätzlich mit einer mineralischen Düngung und einer Nullparzelle (ohne N-Düngung) verglichen.

– Um allfällige durch die Verfahren bedingte Ertragsunterschiede feststellen zu können, wurde das Düngungsniveau im Versuch bewusst tief gehalten. Auf eine N-Düngung zur Saat wurde ebenfalls verzichtet.

– Die Angaben zum Gülleneinsatz sind aus Tabelle 1 ersichtlich. Dieser wurde als einmalige Kopfdüngung bei ca. 30–40 cm Pflanzenhöhe und bei gut abgetrocknetem Boden durchgeführt. Da sich der Mais im zweiten Versuchsjahr wesentlich langsamer entwickelte, erfolgte der Gülleneinsatz im Vergleich zum Vorjahr in einem früheren Stadium. Eine gleichmässige Dosierung über alle Verfahren erwies sich aus technischen Gründen (Verschlauchungssysteme!) als schwierig, so dass einzelne Parzellen mehr als die angestrebten 60 m<sup>3</sup>/ha erhielten.

– Die mineralische Düngung (Ammonsalpeter 27,5%) wurde auf den Ammonium-Gehalt der Gülle abgestimmt und mit einem Reihenhackgerät

**Tabelle 1: Gülledüngung im Mais: Angaben zu Gülleart, Dosierung und Zeitpunkt**

Versuchsjahr	1990	1991
Gülle	Rindervollgülle verdünnt	
TS- und NH <sub>4</sub> -Gehalt	4,4 %; 0,6 kg/m <sup>3</sup>	3,6 %; 0,8 kg/m <sup>3</sup>
Güllegabe	m <sup>3</sup> /ha kg NH <sub>4</sub> /ha	60 - 70 48 - 56
Datum und Stadium	25.6.; 8-Blatt	2.7.; 6-Blatt

mit hochgezogenen Scharen durchgeführt.

*Resultate*

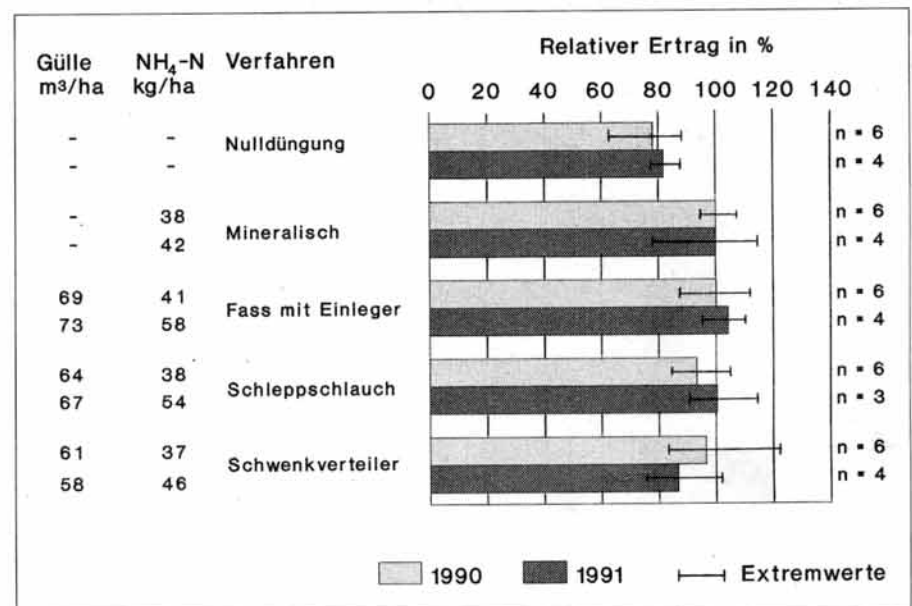
**Ertragswirkung: Ausbringverfahren ist von untergeordneter Bedeutung**

Die zurückhaltende N-Düngung, die trockene Witterung im Spätsommer und der relativ tiefe Ammonium-Gehalt der Gülle (**Tab. 1**) führten zu unterdurchschnittlichen Erträgen.

**Abbildung 7** vermittelt die relativen Durchschnittserträge beider Versuchsjahre, wobei das Verfahren mit mineralischer Düngung als 100% gesetzt wurde. Verglichen mit der mineralischen Düngung lagen die mit Gülle er-

zielten Erträge im Mittel nur um ca. 3% tiefer. Im Extremfall wichen die Erträge der Gülleverfahren 1990 um 7% (Schleppschlauch) und 1991 um 13% (Schwenkverteiler) von der mineralischen Düngung ab. Dadurch bestätigt sich, dass im Vergleich mit mineralischer Düngung ähnlich hohe Erträge erzielt werden können, sofern die Gülle zum richtigen Zeitpunkt eingesetzt wird. Die geringen Unterschiede zwischen der mineralischen und der Gülledüngung dürften auf N-Verluste durch Ammoniak-Verflüchtigung oder auf eine teilweise biologische Fixierung von Ammonium-N (WALTHER, 1985) zurückzuführen sein.

Beim Vergleich der einzelnen Gülleverfahren untereinander ergaben sich ebenfalls nur geringe Ertragsunterschiede. Ein statistisch gesicherter Un-



**Abb. 7: Gülledüngung im Mais: Relative TS-Erträge in % in Abhängigkeit vom Ausbringverfahren. Mineralisch = 100% (Referenzverfahren). Durchschnittsertrag aller gedüngten Verfahren: 1990 = 97,2 dt/ha, 1991 = 124,1 dt/ha.**

terschied resultierte einzig im zweiten Versuchsjahr beim Schwenkverteiler, dessen Erträge 1990 zudem stark streuten. Die etwas schwächere Ertragswirkung bei diesem Verfahren erklärt sich möglicherweise durch relativ hohe Ammoniak-Verluste, welche durch das Verspritzen der Gülle über den Pflanzenbestand und der daraus bedingten grossen Kontaktfläche zwischen Luft und Gülle entstehen können. Dem Einleger kann aufgrund der in beiden Jahren ausgeglichenen und hohen Erträge eine etwas bessere Ertragswirkung zugeschrieben werden, die auf den positiven Effekt des Gülledrills hindeutet. Durch das direkte Einleiten der Gülle in den Boden ist eine verbesserte N-Wirkung zu erwarten, indem geringere Ammoniak-Verluste entstehen und der organische Stickstoff der Gülle rascher umgewandelt wird.

Relativiert werden diese andeutungsweise erkennbaren Ertragsunterschiede dadurch, dass die zugeführten Güllemengen nicht überall gleich hoch waren. Die Verfahren mit höheren Hektargaben reagierten mit besseren Erträgen (Fass mit Einleger) als jene, die weniger Gülle erhielten (Schwenkverteiler) (**Abb. 7**). Ausserdem zeigt sich



Abb. 8: Das Verspritzen der Gülle über den Pflanzenbestand hat starke Verschmutzungen an den Blättern zur Folge. Die grosse Kontaktfläche zwischen Luft und Gülle fördert die Ammoniak-Verflüchtigung.

aufgrund der grossen Schwankungen innerhalb der einzelnen Verfahren (s. Nullparzelle 1990), dass der Einfluss des Bodens über das Nährstoffangebot weit stärker ist als jener der Ausbringmethoden.

Nachdem im ersten Versuchsjahr festgestellt wurde, dass die Gülle bei den Verfahren mit oberflächlicher Ausbringung sehr schlecht in den Boden einsickerte, baute man 1991 in diesen Verfahren eine Variante ein, bei welcher unmittelbar vor dem Güllen die Bodenoberfläche mit einem Scharhackgerät aufgerissen wurde. Diese Massnahme führte nicht nur zu einer sichtbaren rascheren Einsickerung der Gülle, sondern es resultierten auch höhere TS-Erträge. Nach BLESS (1990) erklärt sich dieser Effekt durch geringere Ammoniak-Verluste, da durch das rasche Einziehen der Gülle mehr Ammonium an den Bodenpartikeln gebunden wird.

**Fazit:** Der Einfluss verschiedener Ausbringverfahren auf den Maisertrag ist gering. Tendenziell war die Ertragswirkung beim Gülledrill gegenüber den Verfahren mit oberflächlicher Ausbringung etwas besser. Da eine Güllegabe von 60 m<sup>3</sup>/ha als oberste Grenze zu betrachten ist, reicht in den meisten Fällen eine einmalige Güllegabe im fortgeschrittenen Stadium zur Deckung des N-Bedarfs im Mais nicht aus. Bei oberflächlicher Güllenausbringung im Juni ist aufgrund der häufig hohen Temperaturen mit erheblichen Verlusten durch Ammoniak-Verflüchtigung zu rechnen. Damit dennoch eine befriedigende Ertragswirkung erwartet werden kann, muss die ungestörte Infiltration der Gülle in den Boden gewährleistet sein.

#### Eignung der Verfahren: Bodenbelastung kontra Arbeitsaufwand

In **Tabelle 2** sind die in den Versuchen beobachteten Vor- und Nachteile der eingesetzten Geräte und Verfahren zusammengestellt.

**Fazit:** Zur Beurteilung eines Verfahrens bilden neben den wirtschaftlichen Aspekten das Ausmass der Bodenbelastung, die Höhe der gasförmigen N-Verluste und die Dosier- und Verteilgenauigkeit die wichtigsten Kriterien. Das Vakuumfass mit dem Einleger verspricht zwar eine etwas bessere N-Wirkung, birgt aber infolge starker Witterungsabhängigkeit die Gefahr, dass der für die Pflanzen optimale Düngungszeitpunkt verpasst wird. Die Verschlauchungsverfahren sind technisch aufwendig, besitzen jedoch den Vorteil, dass die schweren Geräte am Feldrand bleiben. Durch die geringe Abhängigkeit vom Bodenzustand kann die Gülle zu einem Zeitpunkt ausgebracht werden, bei welchem weniger Ammoniak-Verluste zu erwarten sind (z.B. bei feuchtem Wetter oder bedecktem Himmel). Dadurch kann der Nachteil der oberflächlichen Ausbringung zumindest teilweise wettgemacht werden.



Abb. 9: Der Gülledrill erfordert eine exakte Maissaat und einen vollständig abgetrockneten Boden. Durch den Zinkennachlauf erhöht sich der Zugkraftbedarf um das 2- bis 4fache.

Tabelle 2: Vor- und Nachteile verschiedener Ausbringsysteme

	Gülleverregnung	Verschlauchung mit Schwenkverteiler	Schleppschlauchverteiler (Verschlauchung)	Gülledrill (Fass mit Einleger)
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> <li>- bodenschonend</li> <li>- flexibel bez. Einsatzzeitpunkt</li> <li>- grosse Arbeitsbreite (50 - 60 m)</li> <li>- hohe Flächenleistung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- bodenschonend</li> <li>- flexibel bez. Einsatzzeitpunkt</li> <li>- grosse Arbeitsbreite (15-25 m)</li> <li>- hangtauglich</li> <li>- vielseitig einsetzbar</li> <li>- tiefer Anschaffungspreis für Verteilgerät</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- bodenschonend</li> <li>- flexibel bezüglich Einsatzzeitpunkt</li> <li>- konstante Arbeitsbreite</li> <li>- hohe Verteilgenauigkeit, windunabhängig</li> <li>- keine Blattverschmutzungen</li> <li>- weniger Geruchsemissionen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- bessere N-Wirkung der Gülle</li> <li>- geringe Ammoniak-Verluste und Geruchsemissionen</li> <li>- keine Blattverschmutzungen</li> <li>- genaue Dosierung möglich</li> <li>- Einmannarbeit</li> <li>- geringe Rüstzeiten</li> <li>- unabhängig von Arrondierungsverhältnissen</li> <li>- geeignet für kleine und unförmige Flächen</li> </ul>
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> <li>- starke Geruchs- und Ammoniakemissionen</li> <li>- Verfrachtung von feinen Güllepartikeln</li> <li>- Verteilung stark windanfällig</li> <li>- ungleichmässige Verteilung auf unförmigen Flächen</li> <li>- Blattverschmutzungen</li> <li>- Regenautomat: hohe Fixkosten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Blattverschmutzungen</li> <li>- Ammoniak-Emissionen bei hohen Temperaturen</li> <li>- Verteilung windanfällig</li> <li>- genaue Dosierung schwierig</li> <li>- grosser Arbeitsaufwand</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Abfließen der Gülle am Hang</li> <li>- genaue Dosierung schwierig</li> <li>- Verstopfungsgefahr bei dicker Gülle</li> <li>- grosser Arbeitsaufwand</li> <li>- hoher Anschaffungspreis für Verteilgerät</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- begrenzte Einsatzmöglichkeiten</li> <li>- Gefahr von Bodenverdichtung</li> <li>- hohe Anzahl Ueberfahrten</li> <li>- seitliches Rutschen am Hang</li> <li>- hoher Zugkraftbedarf</li> <li>- zu geringe Fasskapazität bei grossen Feldlängen</li> <li>- kleine Flächenleistung</li> </ul>



Abb.10: Mit den Schleppschläuchen wird die Gülle auf schmalen Bändern und in relativ hoher Konzentration in die Zwischenreihen abgelegt. Sind die Maisreihen in der Falllinie angelegt, besteht bei hohen Güllegaben die Gefahr des oberflächlichen Abfließens.

### Arbeits- und betriebswirtschaftliche Aspekte

Für den Vergleich werden die fünf in den Abbildungen 2 – 6 beschriebenen Verfahren herangezogen.

#### Arbeitsaufwand

Die Verfahrenszeit umfasst jene Zeitspanne, in welcher die eingesetzten Arbeitskräfte eine Hektare Mais güllen (Gülle ausbringen, verteilen, Maschinen aufstellen und abbrehen). Bei den Angaben in **Tabelle 3** wird das Zuführen der Gülle vom Hof zum Feld im ersten Fall mit Vakuumfässern und im zweiten über eine Schlauchleitung (PVC) durchgeführt.

Beim Güllezuführen mit Vakuumfass ist am Feldrand ein Tankwagen als Zwischenlager eingesetzt, ab welchem die Verteilgeräte mit einer Drehkolbenpumpe beschickt wurden. Beim Güllezuführen mit der Schlauchleitung steht

die Pumpe auf dem Hof. Die Verteilgeräte werden direkt beschickt (ohne Zwischenlager).

Abbildung 11 enthält den gesamten Aufwand an Arbeitskraft- und Traktorstunden. Einen tiefen Arbeitsaufwand

verursachen das Verfahren Vakuumfass mit Einleger, da wenig Rüstzeiten anfallen, und der Beregnungsautomat dank seiner grossen Arbeitsbreite, wenn die Gülle mit einer Schlauchleitung zugeführt werden kann.

Tabelle 3: Verfahrenszeiten (Schlagkraft) und Aufwand an Arbeitskräften und Traktoren (Feld-Hof Distanz 500 m)

Nr.	Verfahren	Eingestellte Arbeitskräfte	Eingesetzte Traktoren		Verfahrenszeit h/ha
			Total	Miete	
Hof-Feld-Transport mit Vakuumfass					
1	Vakuumfass mit Einleger	1	1	-	4.9
2	Schleppschlauchverteiler mit Rohrtrommel	4	5	3	3.8
3	Schwenkverteiler mit Rohrtrommel	4	4	2	3.1
4	Schwenkverteiler mit PVC-Schlauch	4	4	2	3.6
5	Beregnungsautomat	3	3	1	2.9
Hof-Feld-Transport mit Schlauchleitung					
6	Schleppschlauchverteiler mit Rohrtrommel	2	3	1	4.1
7	Schwenkverteiler mit Rohrtrommel	2	2	-	4.2
8	Schwenkverteiler mit PVC-Schlauch	2	2	-	3.6
9	Beregnungsautomat	1	2	-	3.1

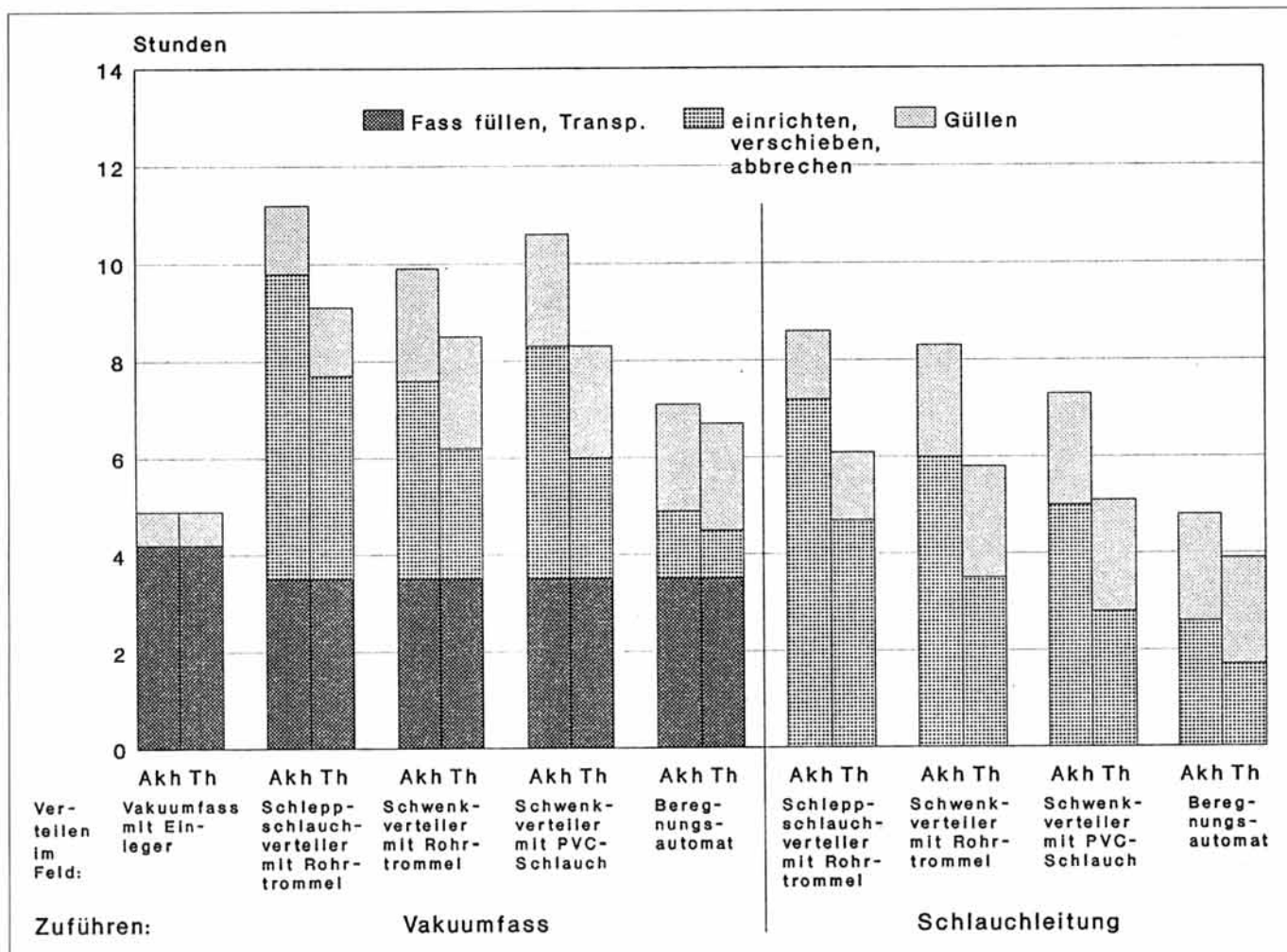


Abb. 11: Arbeitskraft- und Traktorstunden beim Güllenausbringen im Mais (Feldentfernung 500 m).

### Wirtschaftliche Beurteilung

Der Neuwert der eingesetzten Maschinen ist im ersten Verfahren (Vakuumfass mit Einleger) am geringsten: Fr. 14700.-, ohne Traktor. Wesentlich höher sind die Neuwerte in den anderen acht Verfahren (Tab. 4). Daraus ergeben sich unwillkürlich hohe jährliche Fixkosten, insbesondere Abschreibungen und Zinsen.

Gülle ausbringen ist terminlich nicht auf wenige Stunden oder Tage beschränkt. Aus diesem Grund ist es naheliegend, Möglichkeiten im überbetrieblichen Einsatz auszunützen. Damit können die hohen fixen Kosten auf zahlreiche Einsatzstunden oder -flächen verteilt werden.

Die für diese Verfahren benötigten Maschinen und Geräte sind durchaus in einem gemeinsamen Ankauf zu be-

schaffen (Kleingemeinschaft). Ebenso denkbar ist jedoch auch eine Beschaffung durch Lohnunternehmer, Maschinengenossenschaften oder im Rahmen von Maschinenringen.

Die Kosten je Hektare wurden in der Annahme berechnet, dass nur zwei Traktoren, 50 und 60 kW im Eigentum sind. Sämtliche weiteren Traktoren und die verwendeten Maschinen werden zugemietet (Tab. 4). Basis für die Kostenansätze bilden die Entschädigungsansätze der FAT 1992, wobei für einige spezielle Maschinen und Geräte (Funkteinrichtung, Tankwagen und Schleppschlauchverteiler) besondere Kalkulationen angestellt wurden.

Bei den Resultaten in **Abbildung 12** fallen zur Hauptsache vier Punkte auf:

1. Der hohe Aufwand an Material und Arbeit bei den breitflächigen Verteilverfahren schlägt sich auch in den Kosten nieder, besonders wenn die Gülle mit dem Vakuumfass zugeführt wird.
2. Die Güllezufuhr vom Hof zum Feld ist mit Schlauchleitung günstiger als mit dem Vakuumfass und einem Zwischenlager. Dies ist aber nur bei geringen Distanzen möglich.
3. Der geringe Arbeitsaufwand zum Einrichten und die einfache Mechanisierung beim Vakuumfass mit Einleger führen zu geringen Verfahrenskosten.
4. Grössere Feldentfernungen als 1000 Meter sind praktisch nur noch mit den Druckfassvarianten 1 bis 5 zu realisieren. Varianten 2 bis 5 weisen wohl hohe Kosten aus. Die Differenzen zwischen den Verfahren bleiben aber ähnlich.

Tabelle 4: Auswahl und Kostenelemente der eingesetzten Maschinen

Maschinenart	Einsatz der Maschinen in den Verfahren									jährliche Auslastung für Mietansatz in AE	Neuwerte Fr.	Entschädigungsansätze je AE Fr.
	1	Zufuhr mit Vakuumfass				Zufuhr mit Schlauch						
Traktor, 50 kW, 4-Radantrieb	*	*	*	*	*	*	*	*	*	600 h	62'000	33.-/h
Traktor, 60 kW, 4-Radantrieb		*	*	*	*	*	*	*	*	600 h	72'000	37.-/h
Funkeinrichtung zu Traktor						*	*	*	*	50 h	4'500	16.-/h
Vakuumfass, 3 m <sup>3</sup>	*									500 Fa	11'000	5.10/Fa
Einleger zu Vakuumfass, 3 m <sup>3</sup>	*									100 Fa	3'700	8.-/Fa
Vakuumfass, 4 m <sup>3</sup>		*	*	*	*					500 Fa	16'500	7.30/Fa
Drehkolbenpumpe, Zapfwellenantrieb		*	*	*	*	*	*	*	*	50 h	8'700	32.-/h
Tankwagen, 12 m <sup>3</sup> (Occasion)		*	*	*	*					50 h	10'000	38.-/h
PE-Rohrtrommel mit Direkteinspeisung, 300 m		*	*			*	*			50 h	17'000	54.-/h
PVC-Schlauch mit Haspel, 300 m				*						50 h	8'000	34.-/h
PVC-Schlauch mit Haspel, 550 m						*	*		*	50 h	11'500	46.-/h
PVC-Schlauch mit Haspel, 800 m								*		50 h	15'000	58.-/h
Beregnungsmaschine, 300 m					*				*	250 h	24'000	20.-/h
Benzinmotor für Einzug Beregnungsmaschine					*				*	50 h	2'000	7.60/h
Schleppschlauchverteiler, 9 m		*				*				50 h	13'500	52.-/h
Schwenkverteiler, automatisch			*	*			*	*		50 h	2'400	10.50/h

- 1 Vakuumfass mit Einleger
- 2 Schleppschlauchverteiler mit Rohrtrommel
- 3 Schwenkverteiler mit Rohrtrommel
- 4 Schwenkverteiler mit PVC-Schlauch
- 5 Beregnungsautomat
- 6 Schleppschlauchverteiler mit Rohrtrommel
- 7 Schwenkverteiler mit Rohrtrommel
- 8 Schwenkverteiler mit PVC-Schlauch
- 9 Beregnungsautomat

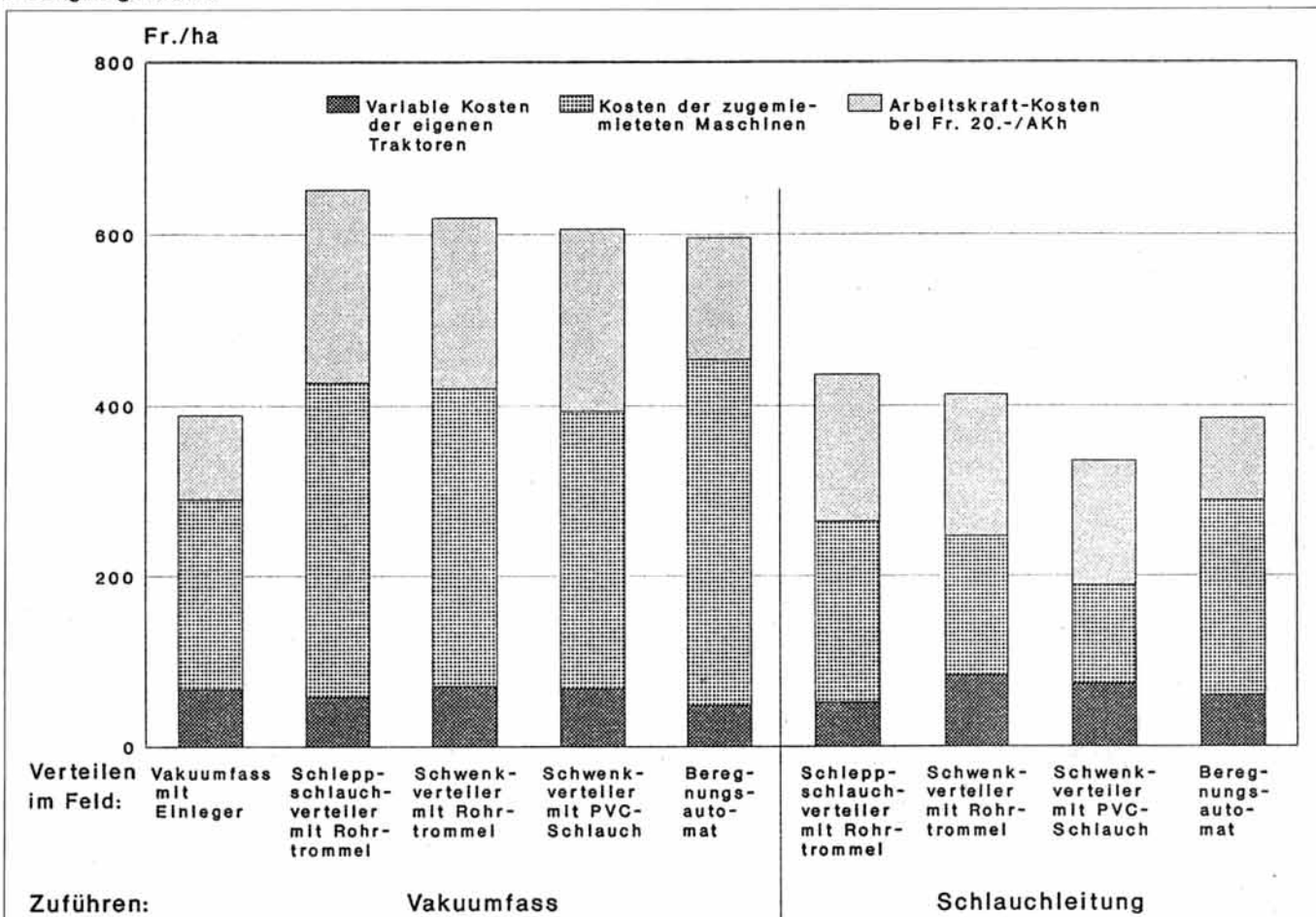


Abb. 12: Verfahrenskosten beim Güllenausbringen im Mais bei 500 m Feldentfernung.



### **Gülldüngung im Mais – was zu beachten ist!**

1. Zeitpunkt für die Kopfdüngung: 6 – 8-Blatt-Stadium, d.h. rund 40 - 50 Tage nach der Saat.
2. Vor dem Gülleneinsatz:
  - Bestimmung des Ammonium-Gehaltes in der Gülle mit einem Schnellbestimmungsgerät (Quantofix, Güllimax, Agros).
  - Ziehen einer N-min-Probe im 3-4-Blatt-Stadium. Dadurch kann die Güllegabe an die im Boden vorhandene N-Menge angepasst werden.
3. Einzelne Güllegabe auf maximal 60 m<sup>3</sup>/ha beschränken, in Hanglagen eher weniger. Reicht die Einzelgabe zur Deckung des N-Bedarfs nicht aus, muss in einem späteren Zeitpunkt mit Handelsdünger (oder mit Gülle) nachgedüngt werden.

4. Ausbringung mit dem Güllefass (Maisrohr, Einleger oder normales Vakuumfass) nur bei gut tragfähigem Boden vornehmen.

5. Verfahren mit oberflächlicher Ausbringung (Schwenkverteiler, Prallteller, Schleppschläuche, Verregnung):

- Ausbringen an heißen Tagen und bei Wind vermeiden (Ammoniak-Verluste).
- Verdichtete oder verschlämmte Böden vor dem Gülleneinsatz hacken, damit die Gülle ungehindert einziehen kann.

6. Zur Vermeidung von Blattverbrennungen keine dicke Gülle und nicht bei hohen Temperaturen ausbringen.

7. Bei den Verschlauchungsverfahren kann die Verwendung einer Messlatte im Güllekasten die Kontrolle der Ausbringmenge erleichtern.

### **Literatur**

BLESS H.G., 1990: Ammoniak-Emissionen nach der Ausbringung von Flüssigmist.

Studie im Auftrag der Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein. Institut für Pflanzenernährung und Bodenkunde der Universität Kiel. Provisorische Fassung.

WALTHER U., 1985: Der Maisacker ist kein Abfallkübel – auch Hofdünger gezielt einsetzen! UFA-Revue 3/85.