



Nr. 2

Landtechnik-Schrift

Neue Techniken zum umweltgerechten und wirtschaftlichen Einsatz von mineralischen und organischen Düngern



Hrsg.: Heinrich Pirkelmann



Neue Techniken zum umweltgerechten
und wirtschaftlichen Einsatz von
mineralischen und organischen Düngern

Tagungsband
zur
100. Jahrestagung

11.11.1992
Neumarkt/Opf.

© 1992 by Landtechnik Weihenstephan, Vöttinger Str. 36, D-8050 Freising
Nachdruck, auszugsweise Wiedergabe, Vervielfältigung, Übernahme auf Datenträger
und Übersetzung nur mit Genehmigung der Landtechnik Weihenstephan

ri in rman

UMWELT- Papier aus Recycling   

Vorwort

Die Nährstoffversorgung mit mineralischen und organischen Düngern sowie die Verwertung von Flüssigmist stehen immer häufiger im Kreuzfeuer der öffentlichen Meinung; eine ausgewogene Düngung ist aber für die landwirtschaftlichen Betriebe von existenzieller Bedeutung. Wissenschaft, Beratung, Praxis und Industrie haben daher in den letzten Jahren große Anstrengungen unternommen, dieses Problem kostengünstig und umweltverträglich zu lösen. Grundlage solcher zukunftsorientierter Verfahren ist die Düngung nach dem tatsächlichen Nährstoffentzug.

Dazu wurden neue Methoden des Düngermanagements und moderne technische Lösungen für die Aufbereitung der Gülle sowie die Ausbringung der Düngemittel entwickelt. Eine besondere Bedeutung kommt dabei der überbetrieblichen Zusammenarbeit zu, nicht zuletzt für einen regionalen "Nährstoffausgleich". Die damit angestrebten "geschlossenen" Nährstoffkreisläufe sind ökologisch sinnvoll und können gleichzeitig zu Kosteneinsparungen führen. Dies ist eine neue Chance für die bäuerlich strukturierte Landwirtschaft Bayerns mit überschaubaren, flächengebundenen Tierbeständen.

Die Landtechnik Weihenstephan und das Kuratorium Bayerischer Maschinenringe möchten bei der Landtechnischen Jahrestagung zu dieser Thematik den Stand des Wissens und neuere Entwicklungen vorstellen sowie über praktische Erfahrungen berichten. Die Teilnahme des Bayerischen Staatsministers für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten sowie des Präsidenten des Bayerischen Bauernverbandes an dieser Veranstaltung ist für uns eine große Freude und unterstreicht die Bedeutung dieser Themen.

Anlässlich der Jahrestagung ist es uns ein Bedürfnis, allen Förderern der Landtechnik Weihenstephan, insbesondere den Bayer. Staatsministerien für Unterricht, Kultus, Wissenschaft und Kunst, Ernährung, Landwirtschaft und Forsten und Landesentwicklung und Umweltfragen für die vielfältige Unterstützung unserer Arbeit herzlich zu danken. Die von gegenseitigem Vertrauen getragene, intensive Zusammenarbeit mit den Ministerien, der Wissenschaft, der Industrie, der Beratung und der Praxis ist uns auch in Zukunft ein Anliegen und prägt die Arbeitsweise unseres Hauses.

Freundliche Grüße im November 1990

P

Schön

Autorenverzeichnis

Auernhammer Hermann, PD Dr Dr habil
Institut für Landtechnik, TU München-Weihenstephan
Vöttinger Str. 36, 8050 Freising-Weihenstephan

Amor Thomas, Dipl-Ing agr
Bayer. Landesanstalt für Landtechnik, TU München-Weihenstephan
Vöttinger Str. 36, 8050 Freising-Weihenstephan

Boxberger Josef, Prof Dr Dr habil
Institut für Landtechnik und Energiewirtschaft, Universität für Bodenkultur
Peter-Jordan Str. 82, A-1150 Wien

Dosch Paul, Dipl-Ing agr
Institut für Pflanzenernährung, TU München-Weihenstephan
8050 Freising-Weihenstephan

Estler Manfred, Prof Dr Dr habil
Institut für Landtechnik, TU München-Weihenstephan
Vöttinger Str. 36, 8050 Freising-Weihenstephan

Götz Tilmar, Dipl-Ing (FH)
MR Neustadt
Pillerföhren 9, 3057 Neustadt²

Gronauer Andreas, Dipl-Ing agr
Bayer. Landesanstalt für Landtechnik, TU München-Weihenstephan
Vöttinger Str. 36, 8050 Freising

Gutser Reinhold, Dr
Institut für Pflanzenernährung, TU München-Weihenstephan
8050 Freising-Weihenstephan

Kirsch Joseph, sGL, MR-Geschäftsführer
MR Neumarkt
Mühlstraße 5, 8430 Neumarkt

Maidl Franz Xaver, Dr
Lehrstuhl für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung
8050 Freising-Weihenstephan

Nilles Jürgen, MR-Geschäftsführer
Maschinen- und Betriebshilfsring Trier und Saarburg
Gartenfeldstraße 12a, 5500 Trier

Peisl Sebastian, Dipl-Ing agr
Institut für Landtechnik, TU München-Weihenstephan
Vöttinger Str. 36, 8050 Freising-Weihenstephan

Schön Hans, Prof Dr agr
Institut für Landtechnik, TU München-Weihenstephan
Vöttinger Str. 36, 8050 Freising-Weihenstephan

Schürzinger Horst, Dipl-Ing agr (FH)
Bayer. Landesanstalt für Landtechnik, TU München-Weihenstephan
Vöttinger Str. 36, 8050 Freising

Wagner Franz, Dipl-Ing (FH) MR-Geschäftsführer
MR Buchhofen
Vorstadt 25, 8353 Osterhofen

Inhaltsverzeichnis

	S
Neue Techniken zum umweltgerechten und wirtschaftlichen Einsatz von mineralischen und organischen Düngern - Bedeutung, Lösungsansätze und Folgerungen - H. Schön	9
Rechnergestützte Düngesysteme F. Auernhammer	14
Bedarfsgerechte Mineraldüngerausbringung M. Estler u. S. Pels	
Strategien zur Optimierung der Stickstoffwirkung von Flüssigmist R. Gutser u. P. Dösch	38
Pflanzenbauliche Anforderungen an die Düngerbewertung F.X. Maidl	
Verfahrenstechnik für Herstellung und Aufbereitung von Flüssigmist Th. Amon, A. Gronauer, J. Stanzel u. J. Boxberger	
Güllebehandlung in Biogasanlagen H. Schulz, A. Krieg u. H. Mitterleitner	64
Umweltgerechte Verfahrenstechnik der Flüssigmistausbringung A. Gronauer, J. Stanzel u. J. Boxberger	
Überbetriebliche Organisation der Flüssigmistausbringung - Verfahren und Bewertungskriterien J. Boxberger, Th. Amon, A. Gronauer u. H. Schürzing	

Verfahren der Gülleausbringung im Maschinenring Neumarkt i.d. Opf J. Kirsch	91
E rü ngs r ic zur überbetrieblichen Gülleaus- bringung im R B öfen F. ne	
Pilotprojekt zum umweltgerechten Gülleinsatz durch Optimierte Ausbringungstechnik u n sive Pflan- zenbauberatung T. Götz	98
Umweltschonende Landwirtschaft mit High -Tech Was können die Maschinenringe r ihre Mit- gli rtun? J. Niles	1
Veröffentlichungen der Landtechnl ihe netzplan 1992	112

Neue Techniken zum umweltgerechten und wirtschaftlichen Einsatz von mineralischen und organischen Düngern - Bedeutung, Lösungsansätze und Folgerungen -

Hans Schön

1. Begrüßung

Sehr geehrter Herr Minister,
sehr geehrter Herr Präsident,
sehr verehrte Ehrengäste,
meine sehr geehrten Damen und Herren,

im Namen des Kuratoriums Bayer. Maschinenringe und im Namen der Landtechnik Weihenstephan darf ich Sie sehr herzlich zur Landtechnischen Jahrestagung begrüßen, die wir erstmals gemeinsam ausrichten. Eine besondere Ehre und Freude ist uns Ihre Teilnahme, sehr geehrter Herr Staatsminister Maurer und sehr geehrter Herr Senator Sonnleitner als Präsident des Bayerischen Bauernverbandes. Weiterhin begrüße ich den Präsidenten des Bezirkstages der Oberpfalz, Herrn Bradl, sowie eine große Zahl von Ehrengästen aus Politik, berufständischen Organisationen, Verwaltung und Beratung. Sie alle geben unserer Tagung und den gewählten Themen Gewicht und Bedeutung.

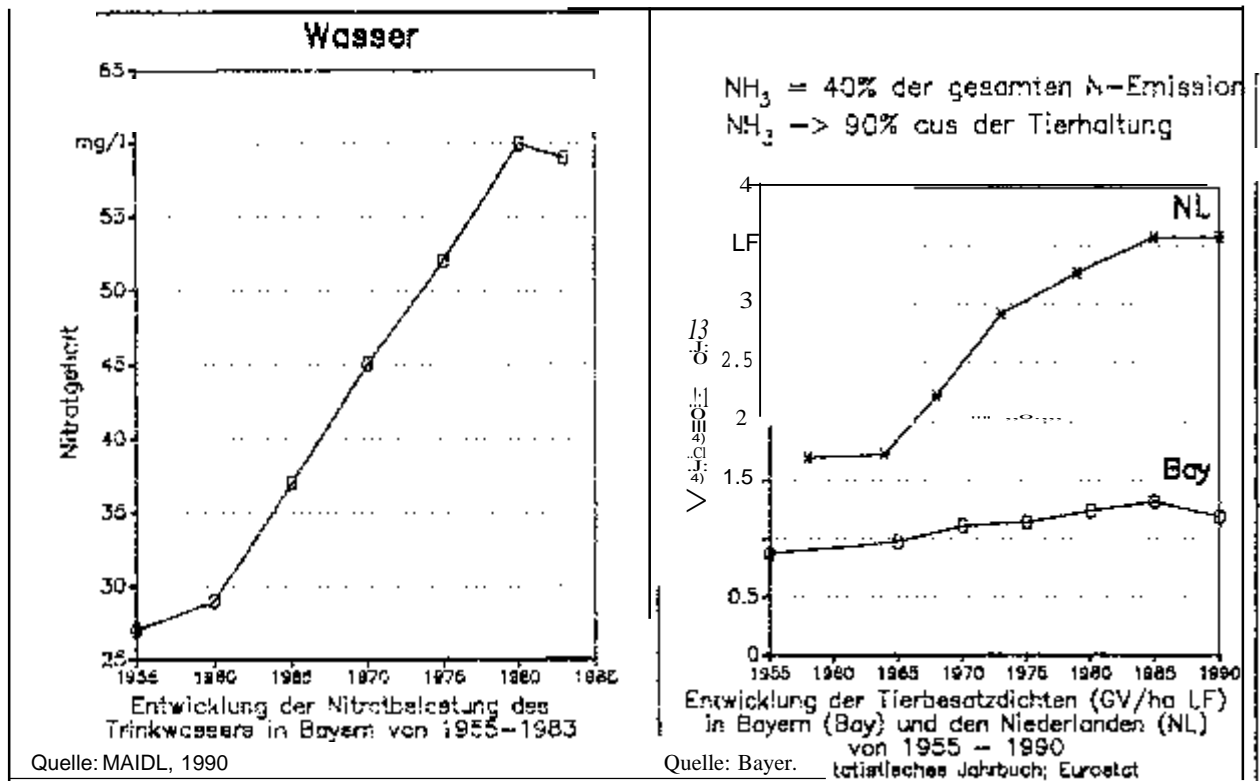
Sehr herzlich begrüße ich den Vorsitzenden und Geschäftsführer der Maschinenringe. In einer Reihe von angewandten Projekten und Arbeitskreisen bahnt sich eine intensive Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft, Beratung, Industrie, Maschinenringen und Praxis an; die Ergebnisse dieser Tagung sind ohne diese Zusammenarbeit nicht denkbar.

Eine besondere Freude aber ist es mir, Sie verehrte Bäuerinnen und Bauern zu begrüßen. Sie sind in unserem Lande zur volkswirtschaftlich und sozial stark bedrängten Minderheit geworden, deren Zahl im Mißverhältnis zur steigenden Bedeutung einer ordnungsgemäßen Landwirtschaft in einem dichtbesiedelten Industriestaat steht, sei es zur Ernährungssicherung, Rohstoffversorgung und Landschaftspflege.

Es ist ermutigend, daß Sie trotz dieser Schwierigkeiten Ihr Interesse an neuen, umweltgerechteren Produktionsverfahren zeigen. Wissenschaft und Beratung wollen sie dabei verstärkt unterstützen.

2. Zur Bedeutung einer umweltgerechten Düngung

Es ist heute nicht mehr zu bestreiten, daß durch eine dichte Besiedelung und durch unsere derzeitigen landwirtschaftlichen Bewirtschaftungsmethoden eine zunehmende stoffliche Belastung unserer Umwelt zu beobachten ist (Abb. 1).



Stickstoffbelastung von Wasser und Luft (GRONAUER 1992)

Dies gilt insbesondere für die N-Belastung von Grundwasser und für NH_3 -Emissionen aus Tierhaltung, wobei weniger die Höhe, sondern die steigende Tendenz bedenklich ist. Ursachen sind vielfältig:

bei den NH_3 -Emissionen ist es vor allem die Abgasung des Harnstoffes bei großer Oberfläche, hoher Temperatur und hohem pH-Wert. Eine möglichst geringe Luftberührung kann die NH_3 -Emission wesentlich mindern.

bei der N-Belastung des Wassers ist es vereinfacht ausgedrückt das Mißverhältnis zwischen dem zugeführten mineralischen und organischen N-Dünger und dem tatsächlichen Nährstoffentzug durch die Pflanze. Solche Stickstoffbilanzen sind in Abb. 2 am Beispiel Bayerns und der Niederlande dargestellt.

In Bayern würde zur N-Versorgung unserer Pflanzen der anfallende Dünger aus der Tierhaltung genügen, vorausgesetzt es findet ein regionaler, überbetrieblicher Ausgleich zwischen viehstarken und vieharmen Betrieben statt. Die Niederlande haben bekanntlich eine hohe Veredelungsdichte, die beispielsweise dazu geführt hat, daß 80 % des Schweinefutters eingeführt und 70 % des erzeugten Schweinefleisches exportiert werden. Die Folge ist ein hoher N-Überschuß, der durch eine ordnungsgemäße Landwirtschaft nicht verwertet werden kann.

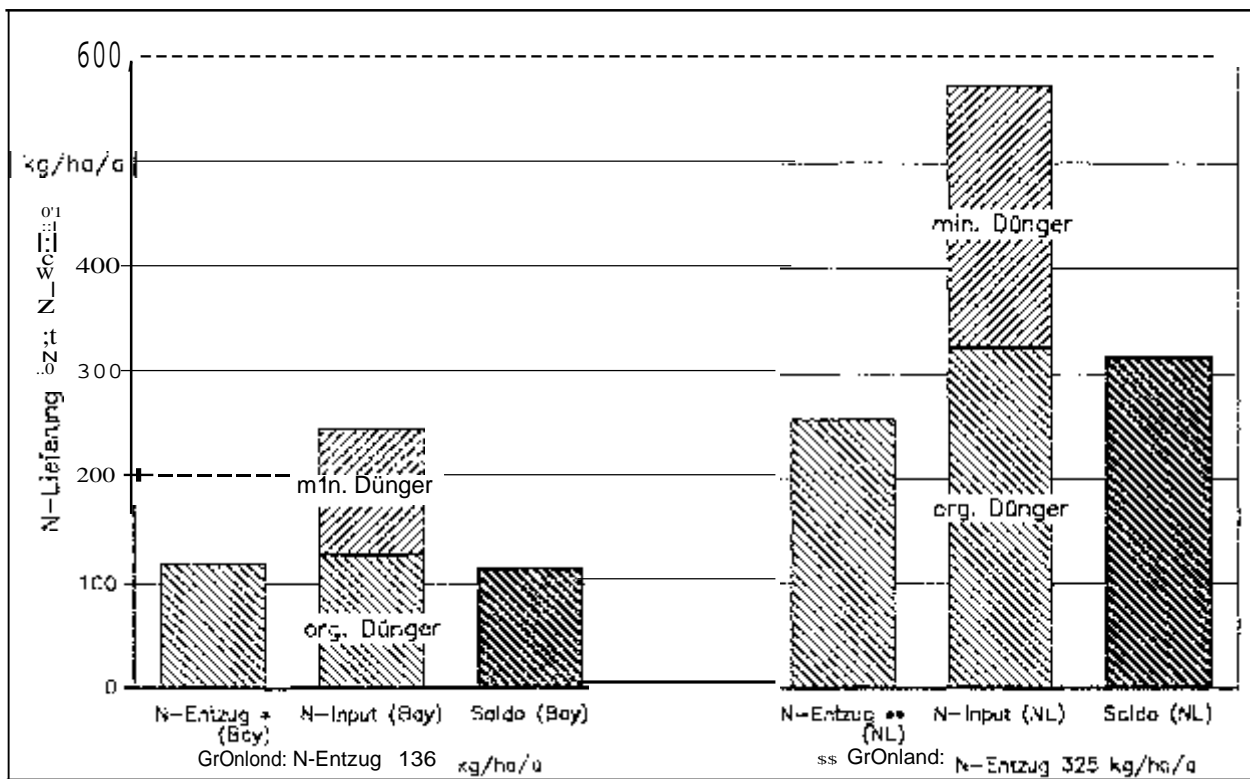
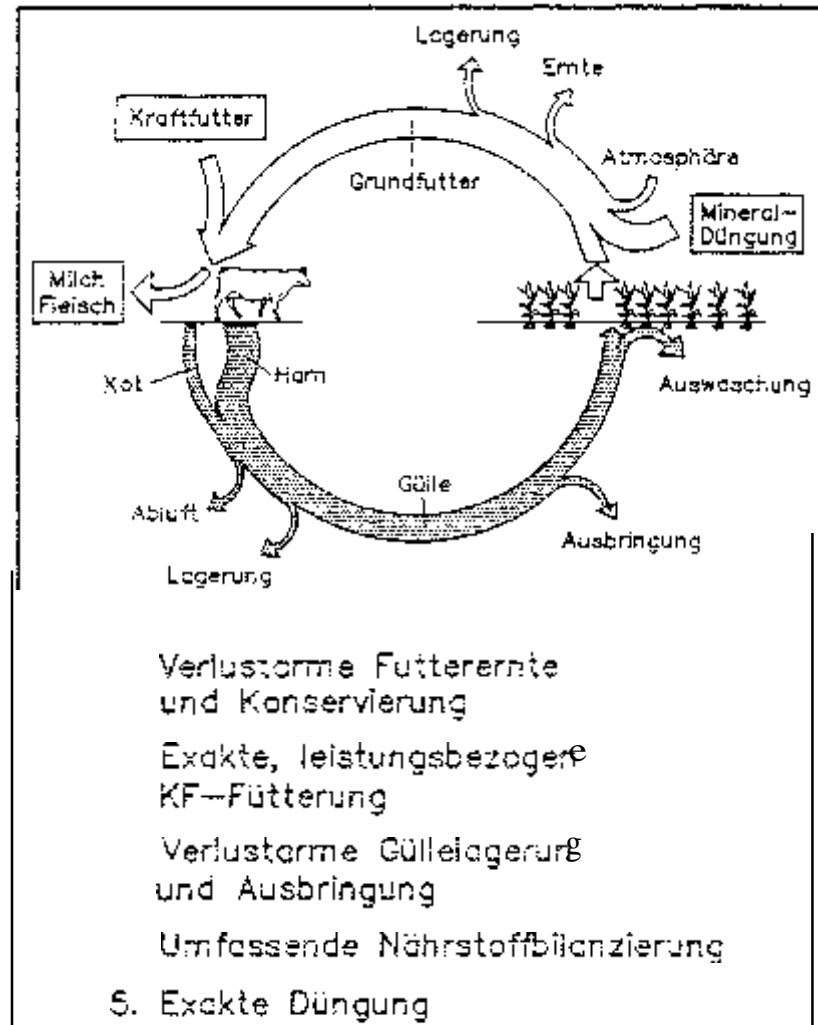


Abb. 2: Stickstoffbilanz der landwirtschaftlichen Nutzfläche in Bayern und den Niederlanden 1985 (ohne mikrobielle N-Bindung /nach GRCNAUER)

3. Lösungsansätze

In den Niederlanden und anderen Gebieten mit intensiver, bodenunabhängiger Veredelung wird deshalb versucht, mit erheblichen Kosten und Zuschüssen die Gülle zu klären und die abgeschiedenen Feststoffe auf den Markt zu bringen. Eine ökonomisch und ökologisch sinnvollere Alternative ist dagegen ein geschlossener Stickstoffkreislauf, wie er in Abb. 3 stark vereinfacht dargestellt ist. Bei sorgsamem Umgang mit dem organischen Dünger muß sich dabei die N-Zufuhr durch Mineraldünger und Kraftfutter auf den N-Gehalt der verkauften Nahrungsmittel beschränken. Dieser Weg erfordert ein umfassendes Düngermanagement und neue Verfahren der Gülleaufbereitung und -ausbringung (Abb. 4).

Eine bedarfsgerechte Düngung wird unterstützt durch die Trennung in eine feste Phase als langwirkenden Dünger und in eine flüssige Phase, die als schnellwirkender Stickstoffdünger den wachsenden Beständen zugeteilt wird. Die Gülle wird dabei mit hoher Schlagkraft von Schlauchverteilern bodennah und geruchsarm ausgebracht.



Stickstoffkreislauf^{am} Beispiel eines Futterbau-Milchviehbetriebes (vereinfacht)

Ein solches oder ähnlich geschlossenes System des Düngermanagements und der Gülleausbringung erlaubt bei einer bodengebundenen Veredelung eine kosten- und umweltgerechte Landwirtschaft; die bäuerlich geprägte Struktur Bayerns bietet dafür die besten Voraussetzungen und kann ihr nicht unbedeutende Standortvorteile bringen. Um so bedenklicher ist es, daß derzeit mit erheblichem Forschungsaufwand und staatlichen Beihilfen in den nördlichen Bundesländern und insbesondere in der EG Großanlagen zur technischen Gülleverwertung errichtet werden. Dies fördert die bodenunabhängige Haltung der Tiere in Großherden und könnte darüber hinaus den vorher dargestellten sinnvollen Weg einer umweltschonenden Bewirtschaftung gefährden, wenn - wie in der Rechtsprechung häufig praktiziert - dies als

Stand der Technik langfristig für alle Betriebe verbindlich erklärt wird

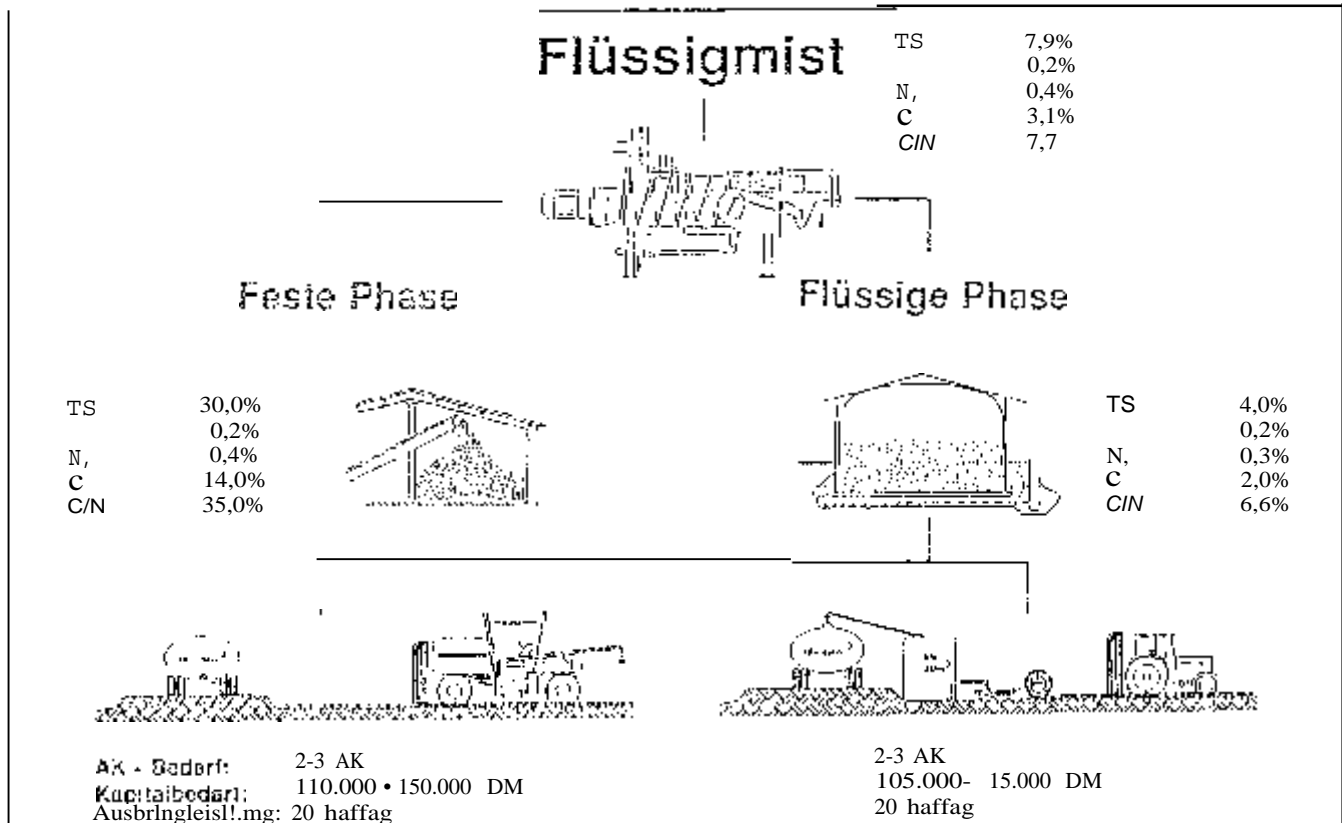


Abb. 4: Geteiltes Verfahren der Güllebehandlung und Ausbringung (BOXBERGER et al. 1992)

4. Folgerungen

Zur Lösung der vor uns stehenden Probleme möchte ich auch von seiten der Wissenschaft der Agrarpolitik Mut machen, einen eigenständigen "bayerischen Weg" zu gehen, wohl wissend, daß dieser einem notwendigen Strukturwandel nicht entgegenstehen darf. Durch die weit vorausschauende Förderung des überbetrieblichen Maschineneinsatzes ist es beispielsweise gelungen, den technischen Fortschritt einer bäuerlich strukturierten Landwirtschaft zugänglich zu machen. In Zukunft müssen über diese agrarstrukturellen Ziele hinaus neue Wege einer umweltschonenden Landbewirtschaftung und die Erzeugung von Nahrungsmitteln hoher Qualität im Vordergrund stehen. Marktnähe, bodengebundene Viehhaltung und überschaubare Herdengrößen bieten dafür günstige Voraussetzungen, die auch ökonomisch ins Gewicht fallen. Voraussetzung für ein solches Konzept ist aber auch eine umweltgerechte und kostengünstige Technik. Ich wünsche mir, daß diese Tagung dazu einige konkrete Lösungen aufzeigt und neue Denkanstöße gibt.

Rechnergestützte Düngesysteme

Hermann Auernhammer

1. Einleitung

Pflanzliche Produktion und Düngung zur Ertragssicherung und Ertragssteigerung sind untrennbar miteinander verknüpft. Theoretisch - und dies ist die eigentliche Grunderkenntnis von LIEBIG - würde dann das Optimum vorliegen, wenn sich Entzug (Ernte) und Zufuhr (Düngung) die Waage halten. "Düngung nach Entzug" wurde daraus zur Leitlinie heutiger Düngungsempfehlungen, gleichgültig ob es sich um die Erzeugung von Nahrungs-, Energie- oder um Industriepflanzen handelt. Auch für den ökologischen Landbau mit ausschließlicher organischer Düngung trifft dies in vollem Umfang zu. Und trotzdem scheint dieses "simple" System in der Praxis nicht oder aber nur teilweise zu funktionieren. Wie wäre es sonst zu erklären, daß nach Hochrechnungen für die alten Bundesländer (1989) die Landwirtschaft mit etwa 46 % zur Nitratbelastung der Fließgewässer beiträgt, wobei an erster Stelle die Überdüngung genannt wird. Wie wäre es sonst zu verstehen, daß alleine in Bayern nach Untersuchungen des Bay. Landesamtes für Wasserwirtschaft (1991) 5,7 % der gewonnenen Trinkwassermenge über dem zulässigen Grenzwert von 50 mg/l liegt und daß weitere 16,6 % einen bedenklich hohen Wert aufweisen?

Nicht nur scheinbar, sondern unübersehbar wird somit klar, daß "Düngung nach Entzug" zwar erstrebenswert, derzeit aber noch nicht erreichbar ist. Und was könnte oder müßte man tun, um diese unbefriedigende Situation zu verbessern? Welchen Beitrag könnte oder müßte dabei die Landtechnik erbringen und welchen die damit arbeitende Landwirtschaft oder deren Selbsthilfeorganisationen, allen voran die überbetriebliche Maschinenverwendung (ÜMV), sprich Maschinenringe und Lohnunternehmer?

2. Anforderungen

Vereinfachend ausgedrückt heißt "Düngung nach Entzug" doch wissen "was und wieviel gedüngt" und "was und wieviel geerntet", also entzogen wird. Nach Maß und Zahl ausgedrückt heißt dies wiederum "messen und wiegen", sowohl bei der Düngerausbringung (organische und mineralische Dünger), wie auch bei der Ernte (Getreide nach Korn und Stroh, Futterpflanzen und Silage). Neben der Menge müßten aber auch die Inhaltsstoffe exakt bekannt und z. B. in den organischen Düngemitteln, wie auch in den Erntegütern immer wieder exakt bestimmt werden.

Neben dieser - sicher nur vereinfachenden - Darstellung müßte zudem der Boden mit seiner Ertragskraft und mit seiner Wasserführung bekannt sein. Ertragsfähigkeit wiederum schließt die Bodenart und vor allem die Nährstoffverfügbarkeit ein.

Und daneben müßte die Witterung - nach Möglichkeit im voraus - bekannt sein. Nur dann könnte - die natürlichen Abläufe in mathematischer Darstellung als bekannt vorausgesetzt - "Düngung nach Entzug" realisiert oder anders ausgedrückt: Zuführung und Ertrag ständig neu

in Ausgleich gebracht werden.

Alle diese Zusammenhänge verdeutlichen die gewaltige Herausforderung, die sich hinter dieser einfachen Vorgabe "Düngung nach Entzug" verbirgt und sie läßt erahnen, daß dies nicht mit den "technischen Hilfen von gestern" machbar ist, denn sonst gäbe es ja das Problem der Überdüngung ebensowenig wie Ertragseinbußen auf der anderen Seite aufgrund unzureichender Nährstoffzufuhr und damit unausgeschöpfter Reserven.

Die technischen Anforderungen aus all diesen Zusammenhängen sind somit im Grunde relativ einfach zu definieren. Sie lauten:

- Erträge und Aufwendungen nach Ort, Menge und Inhalt bestimmen,
- Bodenarten und lokale Gegebenheiten berücksichtigen,
- am Bedarf orientierte Prognosen erarbeiten
- diese Bedarfswerte nach Maß und Zahl in der Ausbringung umsetzen und dabei wiederum die örtlichen Gegebenheiten berücksichtigen.

Und all dies unter den zu erwartenden Änderungen in der Arbeitsorganisation und Arbeitsdurchführung, bei welcher der Landeigentümer - sprich Landwirt - immer häufiger Fremdleistungen in Anspruch nimmt, Erfahrungen und Wissen über seine eigenen Schläge und Felder somit immer weniger, bzw. nicht mehr in die Arbeitsumsetzung einbringen kann.

All dies aber auch unter den veränderten agrarpolitischen Rahmenbedingungen, nach welchen immer mehr Maßnahmen auch kontrolliert und überwacht werden müssen. Mit anderen Worten, nach denen tatsächlich einsetzbare, kostengünstige und zugleich ausreichend genaue Kontroll- und Überwachungsmechanismen realisierbar sind, damit der Landwirt und die Überwachende Stelle die ihnen verordneten gesetzlichen Vorgaben erfüllen und ausfüllen können.

3. Konzept

Versucht man diese Zusammenhänge in ein technisches System umzusetzen, dann steht nicht wie bisher die einzelbetriebliche, sondern die überbetriebliche Realisierungsmöglichkeit im Vordergrund. Zum zentralen Problem wird deshalb die Lokalisierung, sprich die Ortung zur unabdingbaren Voraussetzung aller erforderlichen Schritte (Abb. 1).

An diese schließt sich dann die Ertragsermittlung der Vorfrucht an. Sie bildet die Ausgangsgröße für die verbliebenen Nährstoffe im Verhältnis zu den dafür zugeführten Nährstoffen, wobei vor allem der Stickstoff zu betrachten ist.

Maßgebend für die wirklich verfügbaren Nährstoffmenge ist jedoch jene Menge, welche bei Stickstoff durch die stattfindende Mineralisierung zwischen Ernte und Vegetationsbeginn im

Frühjahr noch vorhanden ist. Rein rechnerisch lassen sich dafür sehr gute Annahswerte gewinnen; sie entbinden jedoch nicht von einer Überprüfung durch Bodenproben.

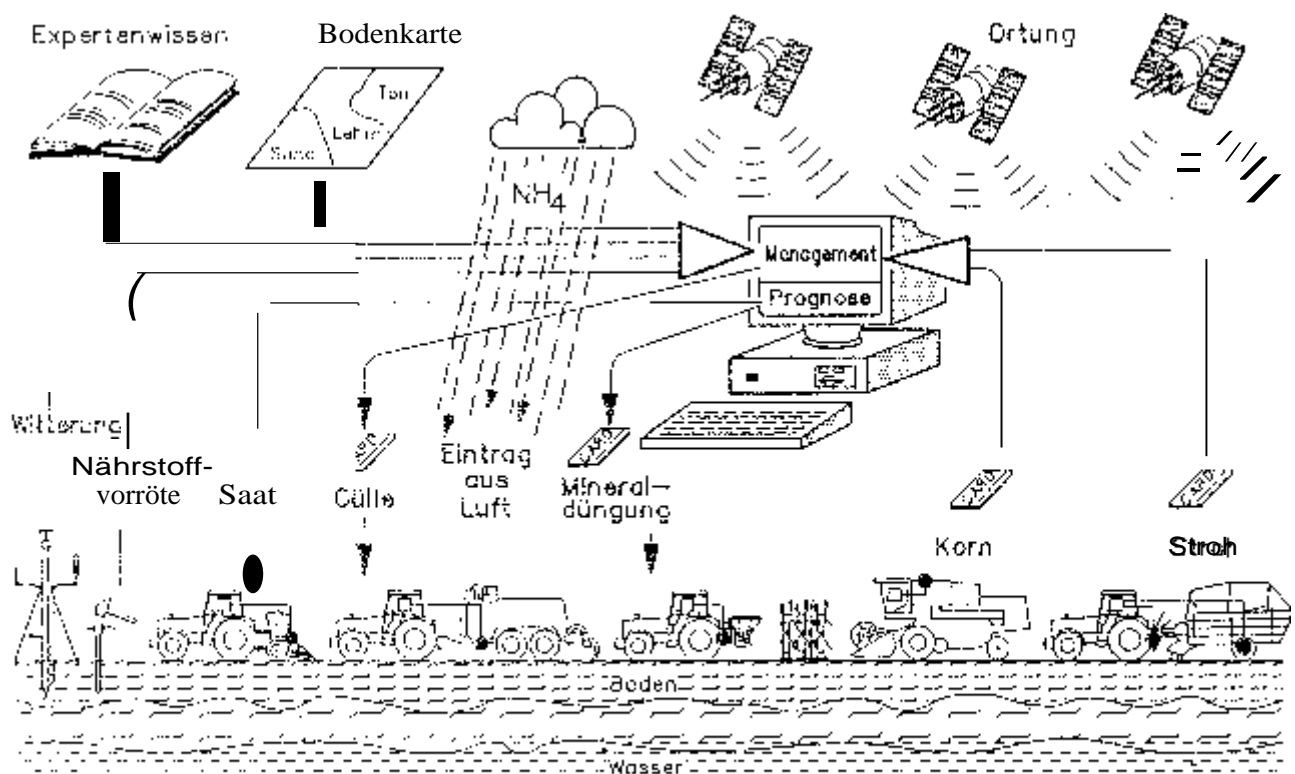


Abbildung 1: Technisches Konzept für ein "rechnergestütztes Düngesystem" zur "Düngungsstrategie nach Entzug".

Unter Einbeziehung aller verfügbaren Daten ergibt sich aus diesen Informationen die Möglichkeit gezielter, lokal bezogener Düngungsprognosen. Deren Umsetzung erfordert zuverlässig arbeitende Verteilertechniken mit Ausgleich eventuell auftretenden Schlupfes und mit Anpassung an ungleichförmige Schlagformen über Teilbreitenschaltung. Sie enden letztlich wieder in der Ertragsermittlung und in einer dann möglichen Aufwands-/Ertragsbilanzierung.

4. Technische Realisierung

Nach obiger Zielsetzung übernimmt die Ortung die Schlüsselfunktion in einem rechnergestützten Düngesystem. Danach folgen die Ertragsermittlung, die Bodenbeprobung und die Verteilarbeiten. Sie alle liefern ihre Daten an zentrale oder dezentrale Rechner und sie alle beziehen ihre Steuertfunktionen von dort.

4.1 Ortung

Heute verfügbare Ortungssysteme können in fahrzeugautonome Sensorsysteme Sender-/Empfängersysteme unterteilt werden (Abb. 2).

Ortungstechniken für landwirtschaftliche Fahrzeuge

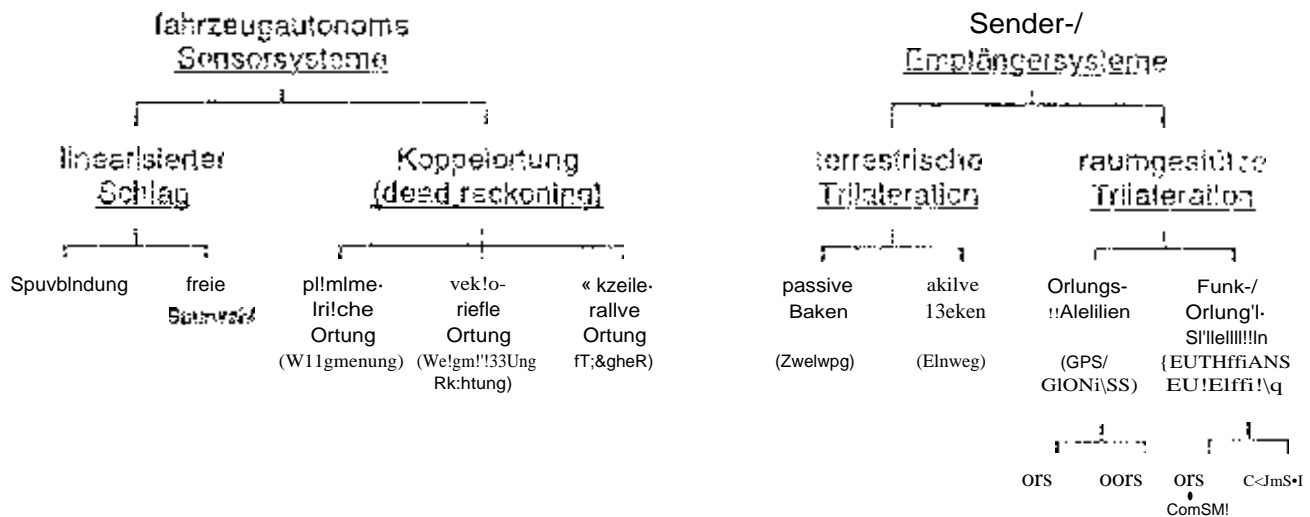


Abbildung 2: Systematik der Ortung landwirtschaftlicher Fahrzeuge.

Fahrzeugeigene Systeme können über die reine Wegmessung in Verbindung mit Fahrgassen gute Genauigkeiten bei der Ortung erreichen. Voraussetzung dafür ist jedoch das Vorhandensein von Fahrgassen und eine absolut zuverlässige Bedienperson.

Werden zwei Sensoren für die Wegmessung eingesetzt, dann kann planimetrisch auf die reale Position geschlossen werden. Seitlicher Versatz bei Zugarbeiten führt jedoch zu nicht unerheblichen Fehlern, weshalb im Grunde darüberhinaus die Einbeziehung der Beschleunigung gefordert werden müßte. Insgesamt ist jedoch der Einsatz fahrzeugautonomer Sensorsysteme in der Landwirtschaft mit Ausnahme der Fahrgassensysteme stark eingeschränkt.

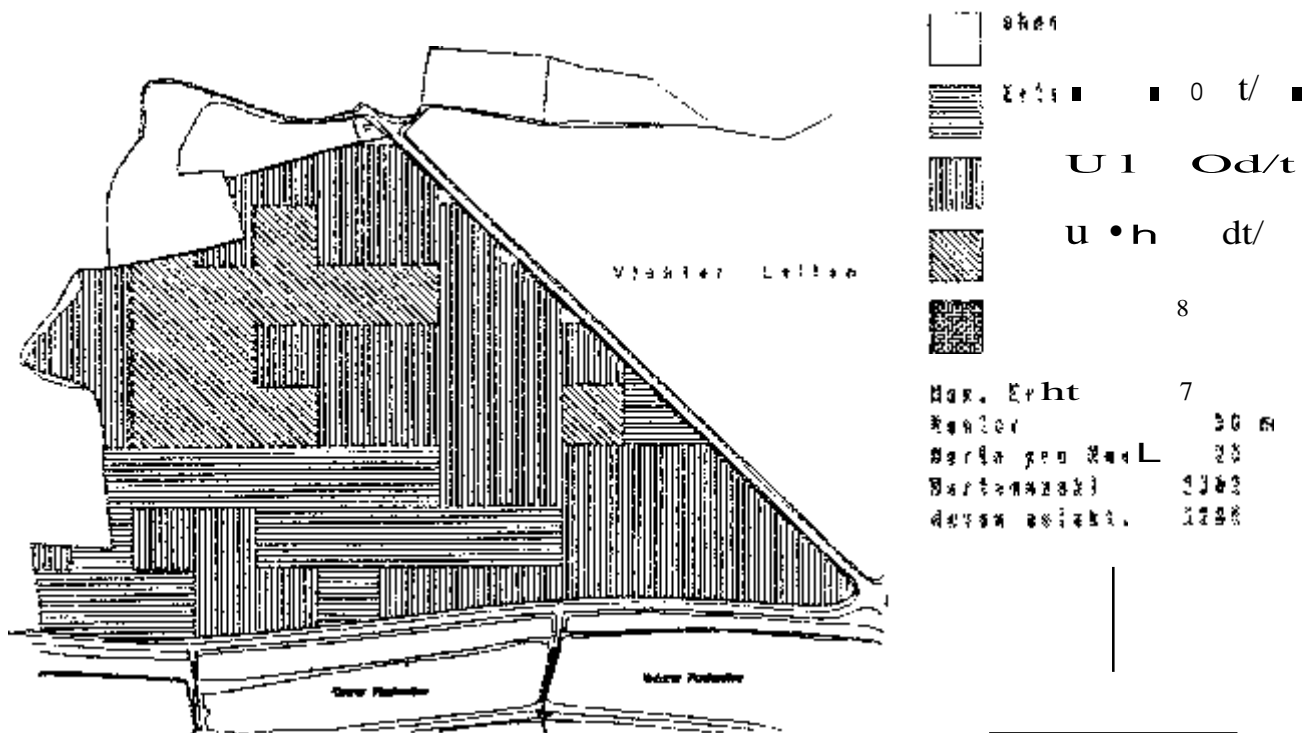
Sender-/Empfängersysteme versuchen dagegen über Signallaufzeitmessung und Triangulation die Position zu bestimmen. Erdgebundene Systeme sind einfach zu erstellen; ihr Einsatz zeigt jedoch bei hohem Flächenbewuchs und im kuppigen Gelände deutliche Grenzen. Aus diesen Gründen scheinen alleine die raumgestützten Satellitenortungssysteme GPS-NAVSTAR und GPS-GLONASS die Anforderungen des landwirtschaftlichen Einsatzes zu erfüllen. Da mittlerweile bei GPS-NAVSTAR eine vollständige Deckung des Raumsegmentes besteht, kann dessen Nutzung uneingeschränkt erfolgen. Allerdings wird für höhere Genauigkeiten im "online Einsatz" immer eine Referenzstation benötigt, deren Beschaffung hohe Kosten und dessen Einsatz fernmeldetechnische Auflagen erfüllen muß. Beide Probleme sind derzeit für den praktischen Einsatz noch nicht gelöst.

4.2 Ertragsermittlung

Untersuchungsergebnisse zeigen, daß einzig bei Grünland auch höhere Stickstoffgaben zu keiner wesentlichen Erhöhung der Nitratauswaschungen führen. Folgerichtig kann die heute anzutreffende Nitratverlagerung in die Fließgewässer und in die Trinkwasseranlagen nur aus bewirtschaftetem und unbewirtschaftetem Ackerland stammen. Ackerland muß demnach in einem umweltorientierten Düngesystem zuerst betrachtet werden, um an der Stelle der Hauptverursachung Verbesserungen zu erreichen.

Für Mändrescher stehen derzeit zwei verschiedene Ertragsmeßsysteme zur Verfügung. Auf Volumenbasis arbeitende Zellenradmeßgeräte unterliegen den Schwankungen bei der Dichte, also beim H-Gewicht. Nur zuverlässig arbeitende Betreiber solcher Meßsysteme werden damit die in den Geräten vorhandenen Genauigkeiten von $\pm 5\%$ erreichen. Auf Strahlenabsorption arbeitende Meßgeräte kennen diese Beeinflussung nicht. Sie erlauben nahezu unter allen Umständen Meßfehler $\pm 5\%$. Allerdings erschweren Vorgaben des Strahlenschutzes deren Einsatz; natürliche Hemmschwellen der Bevölkerung tragen ein Übriges dazu bei und stellen den bedenkenlosen Einsatz dieser Geräte in der Praxis immer noch in Frage.

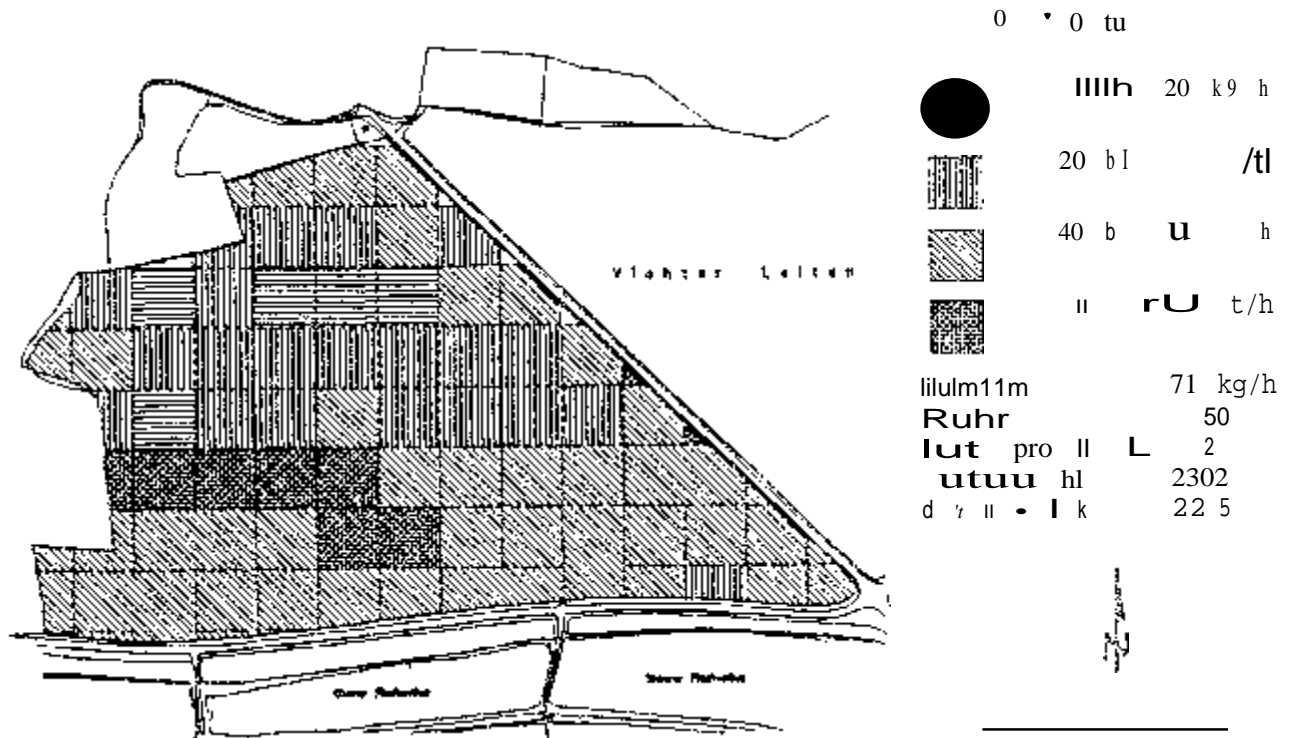
In Verbindung mit Satellitenortungssystemen ermöglichen beide Systeme eine ausreichend genaue Datenerfassung zur Erstellung von Ertragskarten nach Raster oder nach Isoertragsflächen (Abb. 3).



mit ARC/INFO am 07.02.1992

Abbildung 3. Ertragskarte SCHEYERN 1991, Flechfeld (16,6 ha, Winterweizen, 48,9 dt/ha mittl. Ertrag)

Der Vergleich von ausgebrachten Nährstoffmengen und Entzug führt über "mathematische Umwandlungsraten" zu "theoretischen N-Bilanzen" (Abb. 4).



Entlit mit 350/187) am 10.10.1991

Abbildung 4 Theoretische N-Bilanz SCHEYERN 1 Flachfeld (1 6 ha, Winterweizen 48,9 dt/ha mittl. Ertrag).

Beide Auswertungen ergeben über die Jahre hinweg eine indirekte Erfassung der lokalen Bodenfruchtbarkeit und damit das wohl wichtigste Kriterium innerhalb des zu entwickelnden Regelkreises. Allerdings kann dies nur erreicht werden wenn dafür die zusätzlichen finanziellen und organisatorische Aufwendungen erbracht werden. Da diese den Einzelbetrieb fast immer überfordern werden, kann nur die überbetriebliche Nutzung die richtige, insgesamt sogar die ausschließliche Antwort sein. Richtig eingesetzt und organisiert könnten dann mit dieser Technik alleine über die Getreideflächen Bayerns nahezu 40 % der landwirtschaftlichen Nutzfläche angesprochen werden.

4.3 Bodenbeprobung

Bodenbeprobung wird derzeit mit den unterschiedlichsten Probenentnahmegeräten generell nach dem Zufallsprinzip durchgeführt. Das Ergebnis aller Einzelproben ergibt daraus einen gültigen Mittelwert je Beprobungsfläche und stellt als solcher den Ausgangspunkt für die erforderliche Nährstoffzufuhr dar. Eine stärker an die lokalen Gegebenheiten angelehnte Bodenbeprobung müßte demgegenüber die Orung mit einbeziehen und Beprobungsstelle und Probe unverwechselbar zusammenführen (Abb. 5).

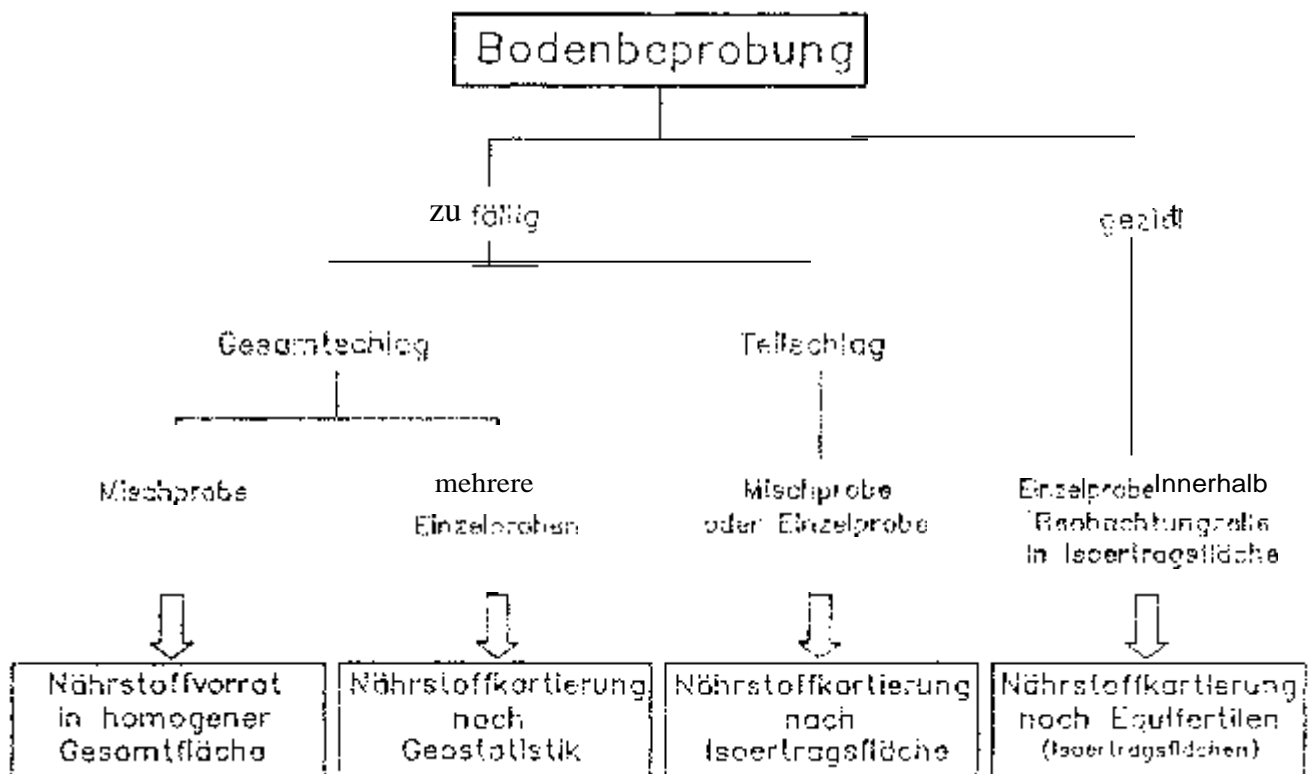


Abbildung 5: Strategien zur Bodenbeprobung

Über geostatistische Verfahren könnte daraus eine reale Nährstoffkartierung nach Verfügbarkeit erstellt werden. Gemeinsam mit der Ertragskartierung aus den Vorjahren würde diese eine wesentlich bessere und zugleich auf Teilschläge bezogene Düngerprognose ergeben. Auch dabei scheint derzeit nur ein überbetriebliches Verfahren "eine Lösung" zu ermöglichen.

4.4 Verteiltechniken

Verteiltechniken erfassen die Saat, die organische und die mineralische Düngung.

4.4.1 Saat und Pflanztechnik

Teilschlagbezogene Saat, bzw. teilschlagbezogene Pflanzvorgänge können den Pflanzenabstand, die Saat-/Pflanztiefe oder beides gemeinsam betreffen. Für beide Steuer- und Regemaßnahmen sind heute schon weitgehend ausgereifte Techniken verfügbar, deren sinnvoller Einsatz bisher jedoch an der noch fehlenden Ortung unter Steuerungsbedingungen (online Einsatz) scheitert.

2 Organische Düngung

Ohne Zweifel wird heute das Gülleproblem als das zentrale Problem der Tierhaltung diskutiert, obwohl - streng logisch betrachtet - das Problem ausschließlich in der Verteilung auf alle gültetfähigen Flächen besteht. Nur am Rande wird dagegen das wahre Verteilproblem in der Anpassung und in der Einbindung in eine teilschlagbezogene Düngung diskutiert, weshalb zu erwarten ist, daß die hoffnungsvollen Ansätze auf überbetrieblicher Ebene mit Trennung von Transport und Verteilung nur eine Scheinlösung darstellen.

Lösungsansätze für eine "regelbare Dosierung nach Teilschlag" liegen seit mehreren Jahren vor. Sie bauen zum einen auf die reine Volumendosierung über stufenlos angetriebene Verdrängerpumpen oder sie regeln über eine variable Bypassöffnung die ausgebrachte Güllemenge. Beide Systeme konnten bisher nicht den erwünschten Eingang in die Praxis finden, weil für den Einzelbetrieb die finanzielle Belastung zu hoch würde oder weil der erreichbare Nutzen bei fehlender Information über teilschlagorientierte Zuteilmengen schlechthin nicht vorhanden ist.

Nicht zuletzt darf jedoch nicht verkannt werden, daß selbst bei vorhandener Technik und bei verfügbarer Information über den lokalen Bedarf eine sinnvolle Umsetzung wiederum die Ortung benötigt. Dies um so mehr, als insbesondere bei Gülle - und viel stärker noch bei Klärschlamm - nur über die Mengenerfassung und über die Ortung die erforderliche Kontrolle gewährleistet und mit vertretbarem Aufwand realisierbar ist.

3 Mineralische Düngung

Rechnergestützte Düngung hat bisher nur in Form der mineralischen Düngerverteiltechnik Eingang in die Praxis gefunden. Ausgehend von einfachen Ausbringmonitoren mit Volumensstrommessung in begrenzten Stückzahlen sind es heute vor allem elektronische Systeme in Form von Spezialgeräten (Düngecomputer) oder - weit häufiger - als Universalgeräte (mobile Agrarcomputer). Sie gleichen vor allem die unterschiedlichen Schlupfverhältnisse aus, wobei regelnde Eingriffe auf die Fließspaltöffnung bei Wurfstreuern oder auf die Drehzahlen der Volumendosierung bei Auslegerstreuern erfolgen.

Keine dieser Möglichkeiten versucht jedoch die tatsächlich ausgebrachten Ausbringmengen nach Gewicht zu erfassen, obwohl in erster Linie durch falsche Kalibrierung die größten Abweichungen vom angestrebten Soll verursacht werden.

Teilschlagtechnik müßte darüberhinaus noch einen Schritt weitergehen. Sie muß nämlich in einer aktiven Steuerung Flächen gleichen Bedarfes ansprechen können und sie muß darüberhinaus bei stark wechselnden Bodenarten sogar die einzelnen Nährstoffe berücksichtigen, zumaß über mehr organische Düngung weitgehend vorgegebene P- und K-Mengen je ha ausgebracht werden (diese Zusammenhänge sind dem Folgereferat "Bedarfsgerechte Mineraldüngerausbringung" vorbehalten).

5. Organisation und Logistik

Alle diese Ansätze verlangen den reibungslosen Informationsfluß und die sachlich fundierte Entscheidung im Hinblick auf die Ergebnisinterpretation und auf die daraus abzuleitenden Düngungsprognosen. Da sowohl bei der Investition, wie auch bei der gesamten Umsetzung der einzelne Landwirt überfordert würde, kann nur eine überbetriebliche Umsetzung zum Ziel führen.

Beginnen wir im aufgezeigten Regelkreis wiederum bei der Ertragsermittlung. Mehdrusch ist heute die Domäne des überbetrieblichen Maschineneinsatzes. Ertragserfassung und Ertragskartierung werden somit zur neuen Herausforderung des überbetrieblichen Maschineneinsatzes.

Auch die Bodenbeprobung wird mit leistungsfähigen Techniken mehr und mehr zur überbetrieblichen Aktion, weshalb die dabei gewonnenen Daten wiederum den ÜMV tangieren.

Somit ist auch die Wetteraufzeichnung mit Wetterstationen und über Stationen des "Deutschen Wetterdienstes (DWD)" eine überbetriebliche Einrichtung.

Und gleiches gilt für die Einzelkornsaat bei Zuckerrüben und Mais und bei der Gülleausbringung im getrennten Verfahren es gilt mehr und mehr

Rechnergestützte Düngesysteme müssen deshalb auf die überbetriebliche Komponente setzen wobei rein logistisch mehrere Alternativen denkbar sind

5.1 Neue Leistungen im Maschinenring

Würde sich der Maschinenring von der Gründungsidee GEIERSBERGER's lösen und aus dem damals richtigen "Jeder kann, keiner muß" ein für die Zukunft unumgängliches "Wer mitmacht, der muß auch machen", dann hätte er die besten Chancen, die neue Herausforderung anzunehmen und zu lösen. Dreschen und den Ertrag ermitteln wäre Aufgabe einzelner Maschinenringmitglieder. Ziehen von Bodenproben wäre die Aufgabe anderer Mitglieder. Erstellung von Ertragskartierungen und von Bodenprobenkartierungen wäre eine neue Aufgabe wieder anderer Mitglieder. Sie würden in Zusammenarbeit mit der Beratung auch die Düngeprognosen erstellen und als solche die Standorte für die elektronischen Wetterstationen darstellen. Und schließlich würde die Saat, die Gülleausbringung und die Mineraldüngung nach Prognose und Standort, also nach Teilschlag von wieder anderen Ringmitgliedern durchgeführt. Und alles dies könnte natürlich auch über Ringgrenzen hinaus erfolgen.

Da zu erwarten - eher jedoch zu befürchten - ist, daß die Maschinenringe heutiger Prägung diese Neuorientierung nicht bewältigen werden, kann eigentlich nur der unabhängige Lohnunternehmer die aufgezeigte Lösung erbringen. Er wird sich dabei der Zuerst spezieller Dienstleistungsunternehmen (Bodenanalyse, Kartierungsdienste, Feststationen für GPS usw.) bedienen und - ausgehend vom größeren Landwirt - immer mehr und mehr Landwirte mittlerer Größe bedienen.

Mit Sicherheit wird^{er} zusätzlich auch statisch geforderte Überwachungsarbeiten übernehmen

z.

mit Hilfe differentieller GPS-Systeme Stilllegungsfächen nach Größe vermessen
beurteilen,

- Rodeflächen für die Rodegemeinschaften nach Fläche vermessen und dafür Organisationspläne für die Rodekampagne erstellen,
- die Klärschlammausbringung übernehmen und deren flächen- und mengenmäßige Erfassung dokumentieren.

5.2 Autorisierte Überwachung

Und damit stellt sich schließlich die Frage nach der möglich werdenden Überwachung in einem rechnergestützten Düngesystem. Ist dies vielleicht ORWELL als "böser Geist der Landwirtschaft" ?

Sicher wird damit erstmals die Erfassung landwirtschaftlicher Tätigkeiten nach Zeit, Ort und nach Menge möglich. Doch diese Daten benötigt der gute Landwirt ohnehin für seine Betriebsführung, denn wie könnte er sonst Schlagkarteien führen und wie könnte er daraus nützliche Schlüsse ziehen ?

Für jene aber, die - evtl. sogar bewußt und vorsätzlich - gegen die sicher zunehmenden Reglementierungen verstoßen, ermöglicht sich erstmals eine gesicherte Überwachung. Und diese Überwachung wird ohnehin erforderlich, denn wie sollte in der "neuen Agrarpolitik" eine Finanzmittelübertragung ohne Rechtfertigung und ohne wirksame Kontrolle auf Dauer durchführbar sein ?

Und damit erbringt das rechnergestützte Düngesystem neben der unabdingbar erforderlichen Reduzierung der Düngeraufwandsmengen, also der Kostenreduzierung und der ebenso unabdingbar erforderlichen Umweltentlastung eine neue ebenfalls erforderliche Leistung, nämlich Überwachungs- bzw. Nachweismöglichkeit. Es liegt an den Beteiligten, daraus für den Einzelnen schon im Vorfeld einer möglichen Umsetzung das Beste zu machen.

6. Literatur:

- Auernhammer, H.: Rechnergestützte Pflanzenproduktion am Beispiel der umweltorientierten Düngung.
VDI/MEG Kolloquium Agrartechnik "Ortung und Navigation landwirtschaftlicher Fahrzeuge", Düsseldorf 1992, Heft 14, S. 1 - 15
- und H. Auernhammer:
Technische Möglichkeiten zur Ortung landwirtschaftlicher Fahrzeuge.
VDI/MEG Kolloquium Agrartechnik "Ortung und Navigation landwirtschaftlicher Fahrzeuge", Düsseldorf 1992, Heft 14, S. 49 - 56
- Demmel, G., Muhr, J., Rottmeier, P., v. Parger und H. Auernhammer:
Ortung und Ertragsermittlung beim Mähdrusch in den Erntejahren 1990 und 1991.
VDI/MEG Kolloquium Agrartechnik "Ortung und Navigation landwirtschaftlicher Fahrzeuge", Düsseldorf 1992, Heft 14, S. 107 - 122
- Auernhammer, H.: Blick in die Zukunft.
praxisnah: Saaten Union Hannover 1992, H. 2, S. 0
- Auernhammer, H. und T. Muhr:
Ortung landwirtschaftlicher Fahrzeuge als Schlüsseltechnologie für eine rechnergestützte Pflanzenproduktion.
In: BML-Arbeitstagung '92, KTBL Darmstadt 1992, Arbeitspapier 167, S. 40 - 43
- Auernhammer, H.: Die Bodenprobe im System "umweltorientierte Düngung" aus landtechnischer Sicht.
In: Landtechnik-Bericht: Bodenbeprobung zur Stickstoffuntersuchung - Technische und organisatorische Voraussetzungen, Weihenstephan 1992, H.1, S. 24 - 34
- Auernhammer, H., J. Rottmeier und H. Stanzel:
Elektronikeinsatz in der Landtechnik zur Verringerung des Düngemittelsinsatzes und der Umweltbelastung im Futterbau.
Forschungsbericht: Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten München 1991, Heft 38
- Rottmeier, J. und H. Auernhammer:
Ansätze zur dynamischen Gewichtsermittlung in Rundballenpressen
In: Landtechnik 1992, Kurzfassung der Vorträge: VDI/MEG Freising, S. 165 - 168

Bedarfsgerechte Mineraldüngerausbringung

Manfred Estler und Sebastian Peisl

1. Einleitung

Die Landwirtschaft steht heute mehr denn je unter dem Druck, bei der Erzeugung ihrer Produkte alle sich bietenden Effekte zur Betriebsmitteleinsparung zu nutzen. Die Düngung bietet dafür ein großes Potential. Sie verursacht ca. 30 - 35 % der variablen Kosten im Pflanzenbau. Das sind etwa 65 - 70 % der Ausgaben für die gesamten bestandesführenden Maßnahmen.

Neben Düngemittel-Einsparungen aus ökonomischen Gründen gewinnt der Boden- und Gewässerschutz durch Verminderung des Stoffeintrages an Bedeutung. 46 % des Nitrates und 38 % des Phosphates in den Gewässern stammen aus der Landwirtschaft. Der Handlungsbedarf kommt durch die Bodenschutzkonzeption der Bundesregierung und die Bodenschutzprogramme der Länder zum Ausdruck. Die Funktionen des Bodens, ihre Schutzbedürftigkeit, die Nahrungsansprüche und die daraus resultierenden Gefahrenpotentiale bilden die Bezugspunkte des Bodenschutzes. Nur vorsorgende Maßnahmen und verantwortungsvolles Abwägen der an den Boden gestellten Ansprüche verhindern dauerhafte Schäden. Die Landwirtschaft ist deshalb zur Minimierung qualitativ und quantitativ problematischer Stoffeinträge verpflichtet.

Aus Kosten- wie aus Umweltgründen ist daher zu fordern, daß die Düngung auf ein durch den Nährstoffentzug der Ernten und den standortgegebenen Nährstoffgehalt der Böden bestimmtes Maß begrenzt wird.

2. Derzeitige Situation der Mineraldüngerverwendung

Neuere Erkenntnisse der Pflanzenernährung haben durch die Ausrichtung der mineralischen Düngung auf die Nährstoffversorgung des Bodens und seine Ertragserwartung in Form einer "Düngeoptimierungsplanung" beachtliche Einsparungen an den Hauptnährstoffen Kali und Phosphat erzielt. Der Handelsdüngerverbrauch ging seit 1970 bei Phosphat von 913 000 t auf 512 000 t und bei Kali von 1 185 000 t auf 738 000 t zurück (Tab. 1).

Tabelle 1: Entwicklung des Handelsdüngerverbrauches in 1000 t Nährstoff

	1970/71	1980/81	1985/86	1987/88	1988/89	1989/90	1990/91
Stickstoff (N)	1130,8	1550,8	1515,7	1601,4	1539,9	1487,2	1366,4
Phosphat (P ₂ O ₅)	913,1	937,5	736,9	676,9	640,5	584,4	511,7
Kali (K ₂ O)	1184,6	1144,1	932,0	864,8	887,1	791,6	738,4

Die Düngeplanung baut auf Analysenwerten der Bodenuntersuchung und einem geschätzten Zielertrag auf. Für einen Schlag wird so ein durchschnittlicher Bedarf an Einzelnährstoffen ermittelt. Die Grunddüngung erfolgt dann entweder durch Ausbringung von Volldüngern mit geeigneten Nährstoffverhältnissen oder mit Einzelnährstoffdüngern in mehreren Arbeitsgängen. In beiden Fällen werden aber die Schläge bislang einheitlich mit einer voreingestellten Ausbringmenge, beziehungsweise einem festgelegten Nährstoffverhältnis gedüngt. Aus aktueller Sicht muß jedoch für ein künftiges Düngemanagement eine solche Vorgehensweise in Frage gestellt werden.

3. Welche Düngerausbringetechniken stehen derzeit zur Verfügung?

Für die Ausbringung von Mineraldüngern werden z.Z. hauptsächlich zwei Bauarten eingesetzt: die Wurf- oder Schleuderstreuer, sowie die meist pneumatischen Auslegerstreuer.

Bei den Schleuderstreuern konzentriert sich das Interesse zunehmend auf 2-Scheiben-Streuer, deren Streuqualität durch technische Weiterentwicklungen (z.B. austauschbare Streuscheiben, Drehzahlüberwachung der Streuorgane oder hydraulischer Streuscheibenantrieb für bessere Drehzahlkonstanz) etwa auf das Niveau der Auslegerstreuer angehoben werden konnte. Derartige "Komfort"-Schleuderstreuer unterscheiden sich aber auch preislich kaum mehr von den Auslegerstreuern.

An beide Düngerstreuerbauarten sind folgende Anforderungen zu stellen:

- Gleichmäßige Längs- und Querverteilung,
- einfache und sichere Möglichkeit für Abdreprobe,
- ausreichendes Fassungsvermögen,
- damit verbunden eine hohe Flächenleistung,
- einfache und sichere Einstellung der Ausbringmengen,
- Unempfindlichkeit gegen Korrosion und
- ein angemessener Kaufpreis.

Für den Feldeinsatz ist das wichtigste Kriterium in einer gleichmäßigen Querverteilung zu sehen. Die Ergebnisse von zwei aktuellen DLG-Gruppenprüfungen lassen erkennen, daß die geprüften Düngerstreuer fast ausnahmslos gute bis sehr gute Ergebnisse liefern (Tabelle 2).

Das läßt auf den ersten Blick den Schluß zu, für eine umweltgerechte Mineral-Düngung sei alles getan. Tatsächlich kann aber die moderne Ausbringetechnik nur gewährleisten, daß eine vorgegebene Düngermenge mit großer Gleichmäßigkeit auf der Ackerfläche verteilt wird. Eine bedarfsgerechte Versorgung der Pflanzen mit den benötigten Nährstoffen ist dadurch noch nicht gewährleistet.

Die Grundüberlegung einer optimierten und bedarfsgerechten Düngung liegt darin, daß die Schläge aufgrund von Bodenunterschieden etc. nicht als in sich geschlossene und einheitliche Systeme betrachtet werden können, in denen überall der gleiche Nährstoffbedarf herrscht. Die Bodenfruchtbarkeit und das Ertragspotential unterliegen

innerhalb eines Schlags signifikanten Unterschieden

Die bislang einheitliche Düngung auf einem Schlag bewirkt ökonomische Verluste in zweierlei Hinsicht. Auf Teilflächen geringerer Ertragserwartung kann das überschüssige Nährstoffangebot von den Pflanzen nicht verwertet werden. Andere ertragsrelevante Parameter, wie nutzbare Feldkapazität oder Bodenverdichtungen begrenzen den Ertrag. Die Folge sind umweltschädliche Nährstoffauswaschungen bei gleichzeitig sinnloser Verschwendung von Betriebsmitteln. Auf Teilflächen mit hoher Ertragserwartung dagegen wird durch die ungenügende Nährstoffversorgung das Ertragspotential nicht voll ausgeschöpft. Es kommt in diesen Bereichen zu einem häufig unterschätzten Ertragsverlust und einer Nährstoffverarmung des Bodens durch unzureichende Bestandesführung.

Tabelle 2 Streuergebnis ausgewählter Düngerebreuer (Quelle: DLG-Prüfberichte)

	Anbau-Zweischeibenstreuer		Anbau-Pneumatikstreuer	
	Variations-Koeffizient (%) bei Straumenge (kg/ha)			
	150	300	150	300
KAS 27 Fabrikat	5,4 (3,6 - 6,7)	5,0 (3,4 - 6,7)	6,9 (5,2 - 8,2)	5,8 (5,3 - 6,2)
KAS 27 Fabrikat II	5,9 (4,4 - 7,2)	5,0 (3,5 - 6,5)		
NPK	5,6 (3,8 - 7,0)	6,1 (3,6 - 8,0)		6,0 *5 (5,6 - 6,4)
Harnstoff EG-Ware	7,4 *1 (5,7 - 11,4)	6,7 *2 (3,8 - 9,7)		
Harnstoff Ost-Ware	6,8 *1 (3,9 - 11,6)	8,4 (4,3 - 10,4)	6,4 (5,8 - 6,9)	8,9
PK 8		5,6 *3 (3,1 - 7,0)		
PK C/10/15		5,4 *3 (3,1 - 7,0)		8,9 *4 (8,8 - 8,9)
Kali 60		7,7 *3 (3,2 - 11,8)		
*1 = 100 kg/ha		*3 = 400 kg/ha	*5 = 800 kg/ha	
*2 = 200 kg/ha		*4 = 500 kg/ha		
DLG-Beurteilungsmaßstab: Variationskoeffizient			1,0 - 5,0 = sehr gut	
			5,1 - 10,0 = gut	
			10,1 - 15,0 = befriedigend	

Vorliegende Erfahrungen und Ergebnisse zur bedarfsgerechten Applikation von Düngemitteln zeigen, daß grundsätzlich ökonomische Interessen und die Forderung nach umweltgerechter Landwirtschaft einander nicht ausschließen sondern sogar eng miteinander verbunden werden können.

Ebenso wie ertragsrelevante Parameter auf einem Schlag schwanken können, muß die Düngung künftig ein dynamischer Prozeß sein, der auch die Anpassung der Düngerausbringung an den Einzelnährstoffbedarf erlaubt.

Während Strategien zur Berechnung des teilflächenspezifischen Düngemittelbedarfes auf der Basis detaillierter Karten aller Einflußfaktoren oder diverser Echtzeitsensoren (beispielsweise zur Ermittlung von Nährstoffvorräten im Boden) längst diskutiert werden, ist die Umsetzung dieser Ergebnisse durch eine geeignete Applikationstechnik noch zu sichern.

Wichtige Verbesserungen konnten bereits durch den Einsatz der Elektronik in der Außenwirtschaft erreicht werden.

4. Einsatz von Elektronik in Wurfstreuern

Bei Wurfstreuern ist im Vergleich zu Pflanzenschutzgeräten die permanente Erfassung des Durchflusses und damit der Gesamtausbringungsmenge noch nicht möglich. Darum erhält der Agrarcomputer während der Fahrt keine Rückmeldung des Anbaugerätes über die momentan ausgebrachte Düngermenge.

Elektronische Steuereinrichtungen bewirken, daß z.B. in Abhängigkeit von einer Geschwindigkeitsänderung beim Wurfstreuer ein Hubspindelmotor mit Positionsrückmeldung betätigt wird. Wirkt die Hubspindel direkt auf den Schieber des Düngerstreuers, so ist gewährleistet, daß der gesamte Hub auf den Schieber übertragen wird. Damit wird sowohl bei geringfügiger Erhöhung, als auch Verringerung der Fahrgeschwindigkeit die richtige Ausbringungsmenge eingestellt.

Bei Zweischeibenstreuern sind zur Schieberbetätigung deshalb auch zwei voneinander unabhängig arbeitende Hubspindelmotoren erforderlich. Diese setzen unmittelbar am Schieber an. Deshalb ist die Positionsmeldung des Hubspindelmotors an den mobilen Agrarcomputer eine repräsentative Größe für die Schieberstellung und ein sicheres Maß für die Ausbringungsmenge.

Aus diesem Grund sind bei dieser Technik die linke und die rechte Streuseite getrennt zu kalibrieren. Dies erfordert bei der Kalibrierung etwa 20 min. und damit einen höheren Zeitbedarf, liefert aber dafür auch sehr gute Ergebnisse (Tab. 3).

Tabelle 3: Ergebnisse eines Wurfstreuers mit getrennter Schieberbetätigung

linke Streuscheibe

Sollmenge (kg/ha)	Wiederholung				Ø Abweichung	
	I	II	III	IV	absolut (kg/ha)	relativ (%)
100	103,17	103,28	99,75	99,75	1,49	+ 1,5
200	201,53	209,33	214,13	209,55	7,89	+ 3,9
300	319,33	322,54	299,04	299,04	9,99	+ 3,3
400	389,82	396,01	399,43	371,66	10,77	- 2,7
500	512,64	508,37	478,48	493,42	1,78	- 0,4
mittlere relative Abweichung						2,4

rechte Streuscheibe

Sollmenge (kg/ha)	Wiederholung				Ø Abweichung	
	I	II	III	IV	absolut (kg/ha)	relativ (%)
100	109,63	106,69	107,87	107,87	8,03	+ 8,0
200	204,42	207,62	202,92	205,80	5,19	+ 2,6
300	300,11	309,72	309,72	283,02	0,64	+ 0,2
400	411,18	402,70	405,64	413,32	8,51	+ 2,1
500	540,41	538,27	540,41	510,50	2,40	+ 6,5
mittlere relative Abweichung						3,9

Wirkt aber die Hubspindel über mehrere Gelenke und Zwischenhebel auf den Schieber, so kann es sein, daß durch die kinematischen Verhältnisse (Gelenkspiel, elastische Verbiegungen) noch keine Änderung der Ausbringmenge eintritt, obwohl der Computer seine Rückmeldung vom Aktor bereits erhalten hat und den Regelvorgang abschließt. Dies führt letztlich zu einem mangelhaften Gesamtstreuergesamtresultat. Werden bei derartigen Streuern technische Verbesserungen durchgeführt (z. B. Anpassen der Bodengruppe, Einbau verstärkter Lagerbuchsen) sind die Abweichungen nur noch gering und die Streuer bringen deutlich bessere Ergebnisse (Tab. 4).

Tabelle 4: Ergebnis eines Wurfstreuers mit Schieberbetätigung über mehrere Zwischenhebel nach Optimierung der Kinematik (Herbst 1990).

Sollmenge kg/ha	Wiederholung				ØAbweichung	
	I	II	III	IV	absolut (kg/ha)	relativ (%)
100	99,92	91,20	91,52	92,06	3,93	- 3,8
200	194,48	199,05	194,5	195,44	4,14	- 2,7
300	304,16	302,24	303,73	303,60	3,43	+ 1,1
400	400,28	399,00	400,92	404,02	1,05	+ 0,3
500	519,68	524,38	526,10	522,70	23,46	+ 4,7
400	410,30	410,11	408,80	411,18	10,09	+ 2,5
300	302,13	300,85	302,13	300,96	1,56	+ 0,5
200	199,35	190,10	190,00	190,95	9,90	- 5,0
100	94,60	93,12	93,87	94,09	5,91	- 6,1
mittlere relative Abweichung						3,5

5. Einsatz von Elektronik in Auslegerstreuern

Bei Auslegerstreuern erfolgt in der Regel eine Zwangsvolumendosierung über Zeilen- oder Nockenräder, beziehungsweise Dosierwalzen. Diese sind häufig ölhdraulisch angetrieben. Die Drehzahl der Dosierorgane wird induktiv gemessen und dient dem Agrarcomputer als Regelgröße. Über motorisch angetriebene Regelventile wird der Ölstrom und damit die Drehzahl des Dosierorganes korrigiert bis der Istwert mit dem Sollwert übereinstimmt. Auch dabei wird der Massenstrom nicht direkt gemessen, sondern über die Hilfsgröße "Dosierorganendrehzahl" nach entsprechender Kalibrierung vom mobilen Agrarcomputer errechnet. Es sind deshalb in gleichmäßigen Abständen Kontrollwägungen durchzuführen.

Da bei den Auslegerstreuern die ausgebrachte Menge in linearer Abhängigkeit zur Nockenraddrehzahl zu sehen ist, wurde bei der Prüfung der Geräte der Drehzahlanstieg des Dosierorganes bei verschiedenen Ausbringmengen auf Linearität geprüft und daraus die relative Abweichung errechnet. Basis für diese Untersuchungen waren wiederum jeweils 5 Messungen je Gerät, durchgeführt im Stand mit einer Lauzeit von je 2 Minuten und Ausbringmengen von 100 bis 500 kg/ha. Generell werden dabei überaus gute Ergebnisse sichtbar. Allerdings darf dabei nicht übersehen werden, daß beim praktischen Einsatz während des Streuens durch die physikalischen Eigenschaften des Düngers auch bei konstanter Dosierorganendrehzahl zwangsläufig zusätzliche Abweichungen vom vorgegebenen Sollwert auftreten können, die aber der

Rechner nicht erfassen kann.

Wie zuverlässig sind die Geräte in der Praxis ?

Gerade bei den Düngerstreuer mit dem ständigen Kontakt zu aggressiven und korrosiven Stoffen und bei den relativ rauen Einsatzbedingungen sind Schäden während des Einsatzes oft unvermeidlich. Deshalb muß für diese Fälle immer eine "Notlaufeigenschaft" gefordert werden, d.h., daß der Düngerstreuer mit der aktuellen Einstellung oder besser mit der Anfangseinstellung weiter arbeitet. Allerdings ist eine schnellstmögliche Schadensbehebung immer unerlässlich.

6. Mehrkammerdüngerstreuer

So gut die Ergebnisse der elektronisch geregelten Düngerstreuer, gleich welcher Bauart auch sein mögen, wir müssen an die Düngetechnik der Zukunft höhere Forderungen stellen. Schiagkartierungen und Bodenuntersuchungen haben gezeigt, daß auf Teilflächen eines Feldes ein unterschiedliches Nährstoffangebot vorliegt und demzufolge der Bedarf an Einzelnährstoffen sehr unterschiedlich sein kann.

Das Problem liegt darin, daß ein industriell hergestellter Voll- oder Mehrnährstoffdünger ein unveränderliches und konstantes Nährstoffverhältnis aufweist. Es ist daher nicht möglich, die speziellen Ansprüche eines Pflanzenbestandes an die gezielte Versorgung mit Einzelnährstoffen zu erfüllen. Aus den zuvor erläuterten Gründen wird es aber künftig erforderlich sein, die Düngung auch bei der Ausbringung der Hauptnährstoffe N, P und K teilflächenspezifisch und pflanzenbedarfsgerecht anzupassen. Dazu muß es möglich sein, die Einzelnährstoffe getrennt mitzuführen und während des Feldeinsatzes die gewünschten Düngermischungen gezielt herzustellen.

Welche Anforderungen sind an diese verbesserte Düngetechnik zu stellen?

- Mischung des Düngers während der Fahrt,
- rascher Wechsel der Nährstoffformel,
- sicheres Einhalten der vorgegebenen Sollwerte,
- schonende Behandlung und Vermischung der Einzeldünger,
- radiale Mischung des Düngerstromes, um scharfe Abgrenzung der Mischungen zu erreichen,
- Möglichkeit der Einbindung dieser Technik in einen vollautomatisierten Prozeß.

Um diese Forderungen zu erfüllen wurde an der Landtechnik Weihenstephan ein Gerät zur Herstellung von Mehrnährstoffdüngern mit unterschiedlichem Nährstoffverhältnis während der Fahrt entwickelt (Abb. 1).

Der konzipierte Mehrkammerdüngerstreuer besteht aus drei Vorratsbehältern für die Einzelnährstoffe Stickstoff, Phosphor und Kali. Jeder dieser Düngerbehälter besitzt ein eigenes Dosierorgan mit einem hydraulischen Antriebsmotor und einem vorgeschalteten Dostromregelventil, das von einem Elektromotor betätigt wird. Die Drehzahl des

Hydraulikmotors wird induktiv erfaßt und vom Agrarcomputer überwacht. Bei entsprechender Kalibrierung dient sie als Hilfsgröße für den Düngeraustrag. Dadurch kann die Dosierung jedes einzelnen Nährstoffes unabhängig geregelt werden.

Flache, schnell umlaufende Quertörderbänder transportieren die Düngemittel zur zentral gelegenen Mischeinheit. Geringe Bauhöhe und ein geringer Zeitverlust beim Transport des Düngers waren für diese Baugruppe die entscheidenden Kriterien.

Über einen Trichter werden die Einzelnährstoffdünger dem Mischorgan zugeführt. Ein Rotations- und Verteilsystem übernimmt im Durchflußverfahren die exakte Vermischung.

Bei umfangreichen Prüfstandsversuchen konnte festgestellt werden, daß mit diesem Prinzip des Mehrkammerdüngerstreuers sehr rasch ohne nachteilige Einflüsse durch die physikalischen Eigenschaften der verschiedenen Einzeldünger und mit gleichmäßig hoher Mischgüte die angestrebten Düngermischungen hergestellt werden können.

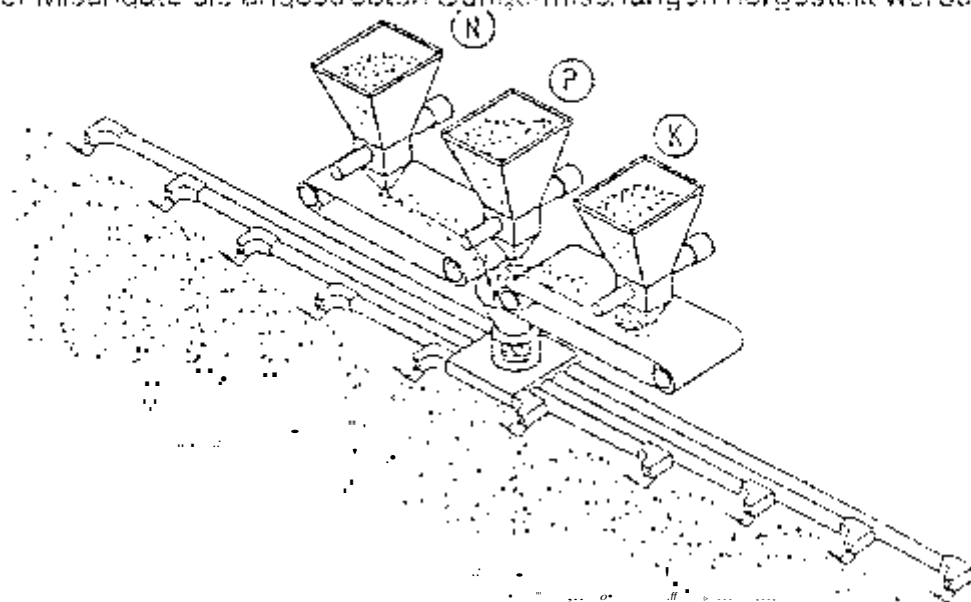


Abbildung I: Schema eines Mehrkammerdüngerstreuers.

Die technischen Voraussetzungen für eine bedarfsgerechte und gezielte Versorgung der Pflanzen mit Einzelnährstoffen sind somit geschaffen. Inwieweit sich diese Technik in die Praxis einführen läßt, hängt auch davon ab, wie rasch und konsequent sich der Zwang zur bedarfsgerechten und auf den Teilschlag abgestimmten Düngung durchsetzen wird.

7. Erforderlicher Investitionsbedarf

Vorerst wird es darauf ankommen, die bestehenden Chancen im Hinblick auf eine konsequente Anwendung der Agrarelektronik zu nutzen. Über den Einsatz von Elektronik in der Außenwirtschaft entscheidet letztlich aber neben dem Nutzen auch der Preis. Dabei ist jedoch nicht nur der Einzelpreis, sondern der Systempreis von Bedeutung, der sich aus dem universellen Einsatz ergibt (Tab. 6).

Tabelle 5 Einzel- und Gesamtpreise für die auf dem Markt befindlichen mobilen Agrarcomputer (Stand 11/1997, ohne MwSt.).

Systembauteil				
Gerät				
Terminal und Recheneinheit	1806	6120 ¹⁾	2135	
Geschwindigkeitssensor Rad/Kardanwelle	60	231	75	
Geschwindigkeitssensor Radar	967	1000	1200	
Montage incl. Material	200	200	610	
Summe 1	3033	7551	4020	
Traktor				
Drehzahlsensor	60	(103)	60	
Kraftstoffsensord	(405)	(1022)	n.a.	▪
Leerfahrtgeber	60	324	60	▪
Montage ind. Material	75	75	75	
Summe 2	195	399	195	263
Landwirtschaftliches Gerät				
Armatur mit Regelventil, Durchflusssensord und 5 Teilbreiten (Nachrüstung)	3339	3730	4650	
Montage incl. Material	285	incl.	285	
Summe 3	3624	3730	4935	4096
Wurfstreuer				
Elektronische Schieberbetätigung mit einem Stellmotor	1900 ⁴⁾	n.a.	1300	
Montage incl. Material	235	n.a.	incl. 11	
Summe 4	2135		1300	1716
Legemittel				
Elektronische Ausbringungsmengenänderung mit Regelventil oder Stellmotor	2080	1800	900	
Montage incl. Material	235	ind.	incl.	
Summe 5	2315	1800	900	1672
Mähdrescher				
Körnerverlustüberwachung			820	
Drehzahlüberwachung für bis zu 16 Sensoren			485	
Montage und erster Sensor (weitere je 60.-) ab			310	
Summe 6			1615	1615
Drucke				
RAM-Box :MAC MC-1 : Chi l Karte und .eseg a für (U i l)	355	21	2250	1273
	9522	14694	12300	121
1) von Motor und Gelebe im Preis enthalten	n.a. = Vom Hersteller mchrt angeboten			
2) mit 2/lei Stellmotoren gegen Aufpreis	() "in die nicht			
3) Nur in mg mit Amazone ZAU	aufgenommen			

7.1 Einsatzkosten

Die Kosten des Elektronikeinsatzes hängen wie bei allen Maschinen und Geräten sehr stark vom Einsatzumfang ab. Bei Verteilarbeiten ist dabei jedoch die Anzahl der benötigten Behandlungen je ha und Jahr (Behandlungsfläche) zu berücksichtigen. Mit praxisüblichen Unterstellungen und einem mittleren Investitionsbedarf lassen sich die Belastungen je ha Behandlungsfläche (Tab. 6) und je Behandlungsstunde (Tab. 7) berechnen.

Tabelle 6: Kosten der Elektronik je ha Behandlungsfläche (DM/ha) bei verschiedenen Ackerflächen und vorgegebener Fruchtfolge (AfA 16,6%, Zins 8%, Reparatur 8%) Gesamtkosten: 28,6% von A pro Jahr.

Ackerfläche	Elektronikkosten je ha Behandlungsfläche (DM/ha)		
	Grundgerät Pflanzenschutz Datentransfer	Grundgerät Düngung Datentransfer	Grundgerät Pflanzenschutz Düngung Datentransfer
30	54	23	38
60	27	11,5	19
120	14	6	
240	7	3	5
480	3,5	,5	
Fruchtfolge aus: Fruchtfolgeanteil Arbeitszeitbedarf (Sh/ha) nach KTBL Pflanzenschutz (Sh/ha) bei (n) Einsätzen mit 12m Arbeitsbreite Düngung (Sh/ha) bei (n) Einsätzen mit 12m Arbeitsbreite	Wintergetreide 60%	Silomais 30% 10,1	Zuckerrüben 10% 1 ,2 1,0

Tabelle 7: Kosten der Elektronik je Behandlungsstunde (DM/h) bei verschiedenen Ackerflächen und vorgegebener Fruchtfolge (AfA 16,6%, Zins 8%, Reparatur 8%). Gesamtkosten 28,6% von A pro Jahr

Ackerfläche	Elektronikkosten je Behandlungsstunde (DM/Std)		
	Grundgerät Pflanzenschutz Datentransfer	Grundgerät Düngung Datentransfer	Grundgerät Pflanzenschutz Düngung Datentransfer
30	75	17	18
60	37,5	8,5	9
20	19	4	4,5
240	10	2	2
	5		

7.2 Nutzen des Elektronikeinsatzes

Die aufgezeigte Elektronik verursacht jedoch nicht nur Kosten, sondern erbringt auch einen beachtlichen Nutzen in Form von

- Arbeitsentlastung durch einfachere Überwachung selbständig ablaufende Regeivorgänge,
- Zuverlässigkeitssteigerung der Maschinen durch selbständige Überwachung und Störungssignalisierung bis hin zum Notstop,
- Umwelientlastung durch gezielte Zuteilung und
- Kostenreduzierung durch Mitteleinsparung.

Monetär lassen sich speziell bei Verteilarbeiten aber nur die Mitteleinsparungen durch ständige Überwachung und schnelle Regelung, sowie durch Berücksichtigung des Schiupfes erfassen. Damit dürften mindestens 5%, üblicherweise 10% und unter ungünstigen Bedingungen (Hanglagen, wechselnde Bodenarten) sogar 15% an Mittelaufwand bei Düngung und Pflanzenschutz einzusparen sein. Werden diese berücksichtigt, dann können daraus unabhängig von anderen Vorteilen die Rentabilitätsgrenzen des Einsatzes mobiler Agrarcomputer abgeleitet werden (Tab. 8).

Tabelle 8 Einsparung an Düng- und Pflanzenschutzmitteln in DM/ha bei vorgegebener Fruchtfolge (50% Wintergetreide, 30% Silomais und 10% Zuckerrüben) und daraus abgeleitete Mindestflächen für Kosten-Nutzen-Gleichgewicht.

Einsparung in DM/ha bei:	Aufwandmengenreduzierung		
	5%	10%	15%
Pflanzenschutz	12.-	24.-	36.-
Düngung	22.-	44.-	66.-
Pflanzenschutz und Düngung	34.-	68.-	102.-
Erforderliche Ackerfläche (ha) bei Einsatz von:			
mobiler Agrarcomputer mit Datenübertragung und Pflanzenschutzgerät	260 ha	110 ha	75 ha
mobiler Agrarcomputer mit Datenübertragung und Düngerstreuer	95 ha	45 ha	30 ha
mobiler Agrarcomputer mit Datenübertragung, Pflanzenschutzgerät und Düngerstreuer	180 ha	80 ha	55 ha

8. Empfehlungen für kaufwillige Landwirte

Wie bei jeder Technik gilt auch beim Kauf eines mobilen Agrarcomputers: "Information ist alles"! Dies trifft umso mehr zu, als mit der einmaligen Entscheidung für ein bestimmtes Produkt derzeit der Zwang zum Verbleiben beim gewählten Hersteller besteht.

Gegenüber der herkömmlichen Technik kommt jedoch hinzu, daß die erreichbare Genauigkeit von mehreren Faktoren abhängig ist. Vor allem sind es die eingesetzten Steuerprogramme, die damit erreichbaren Regezeiten und die insgesamt erzielbaren Genauigkeiten bei der Verteilung. All dies ist nicht selbstverständlich. Deshalb kann nur die vertragliche Vereinbarung von Mindestwerten bei der erzielbaren Genauigkeit vor negativen Überraschungen sichern. Zu empfehlen sind als maximale Abweichungen $\pm 3\%$ vom Vorgabewert bei Pflanzenschutzgeräten und Düngerstreuern.

Ebenso unumgänglich sind vertraglich festgelegte Einweisungen. (Nur wenn der Anwender in den Aufbau, die Funktion und die Bedienung fachkundig eingewiesen wird, kann er damit weitgehend problemlos umgehen.

Hinzu kommt die Fehlersuche. Sie unterscheidet sich von der rein mechanischen Technik deutlich und muß deshalb Bestandteil der Einweisung sein. Auf ein gut strukturiertes Handbuch ist größter Wert zu legen. Es erspart Einsteigern und Fehlersuchenden viel Zeit.

Eine neue Technik bereitet immer mehr Probleme, als über Jahre hinweg erprobte Lösungen. Deshalb wird auch der mobile Agrarcomputer von Störungen und Reparaturen nicht verschont bleiben. Da jedoch die Arbeiten mit ihm sehr zeitkritisch sind, muß die schnelle Reparatur gewährleistet werden. Nur die vertragliche Zusage minimaler Reparaturzeiten mit kostenloser Bereitstellung von Ersatzgeräten im Problemfall kann die erforderliche Sicherheit bieten.

Erfahrungsgemäß kann auf Notlauf Eigenschaften nicht verzichtet werden. Im Notfall muß deshalb die manuelle Bedienung des Gerätes gesichert sein.

Bei Nachrüstungen an vorhandenen Geräten ist darauf zu achten, daß der Elektronikhersteller die Garantie für die Einsatzfähigkeit des Gerätes übernimmt. Beim Einsatz in Verbindung mit Feldspritzen empfiehlt es sich, bereits beim Kauf von mobilen Agrarcomputern darauf zu achten, daß eine Anerkennung für das "In Verkehr Bringen" der Biologischen Bundesanstalt in Braunschweig vorliegt oder die Prüfung unmittelbar vor ihrem positiven Abschluß steht.

Schließlich bedarf die Anbindung an den Betriebsrechner eines besonderen Augenmerkes. Jeder Hersteller arbeitet dazu schwerpunktmäßig mit einem bestimmten Softwarehaus zusammen. Nur bei der Nutzung seiner Technik in Verbindung mit dieser Software entstehen die geringsten Probleme. In Verbindung seiner Technik mit anderer Software können dagegen sehr große und zum Teil auch unlösbare Schwierigkeiten auftreten. Deshalb sollte schon beim Kauf die bereits vorhandene Software (vor allem Schlagkartei) in die Entscheidung einbezogen werden. Hinweise durch den Hersteller der mobilen Agrarcomputer bezüglich Datenübertragung sollten sehr ernst genommen werden.

9. Literatur

Auernhammer, H; Peisl, S.; Rottmeyer, J. Wer wiegt behält den Überblick.
42 (1991), H. 11, S. 62 - 68.

Peisl, S.: Einführung der
(1990), H. 9, S. 340. **Elektronik für die Außenwirtschaft-I Landtechnik**

Peisl, S.: Elektronikeinsatz in der Außenwirtschaft **Schwäbischer Bauer,**
(1990), H. 37, S. 18 - 19.

Peisl, S.: Elektronikeinsatz in der Außenwirtschaft. -In: **Übersicht 1/1990**
S. 340.

Peisl, S.; Auernhammer, H.: Kaum Ausfälle zu verzeichnen - die Elektronik hat sich
in der Praxis bewährt. -In: **diz 41 (1990), H. 12, S. 23 - 25.**

Peisl, S.; Auernhammer, H.: Mobile Agrarcomputer - Überwachung, Steuerung und
Regelung von Maschinen und Geräten. **DLG-Merkblatt Nr. 284.**

Strategie zur Optimierung der Stickstoffwirkung in Flüssigmist Systemen unter Berücksichtigung von Pflanzenernährung und Pflanzengesundheit

Es ist hinlänglich bekannt, daß die Stickstoffverwertung von Flüssigmist durch Kulturpflanzen deutlich unter der von Mineraldüngern liegt (Mineraldüngeräquivalente von Gülle-N: 20 - 80). Ursachen bzw. Folgen der geringen N-Ausnutzung sind

- Nitrat auswaschung
- Ammoniakverflüchtigung
- Denitrifikation (N_2 , N_2O)
- N-Immobilisation (NH_4 -Stickstoff)
- schlechte Verfügbarkeit des organischen N.

Verluste und Festlegung von Stickstoff werden häufig durch die hohen N-Gehalte in der Gülleanwendung ermöglicht bzw. verschärft. Die Umweltverträglichkeit eines Düngemittelseinsatzes wird unter anderem an Stickstoffbilanzen (z.B. einfache Bilanz, N-Abfuhr, N-Düngung) beurteilt; es werden weitgehend ausgeglichene Bilanzen gefordert. In einer in Vorbereitung befindlichen Düngemittelanwendungsverordnung wird auch bei organischen Düngern der Input an Gesamtstickstoff berücksichtigt. In langjährigen Lysimeterversuchen konnten wir zeigen, daß Güllesysteme auf Basis Gesamtstickstoff gegenüber ausschließlicher Mineraldüngung Mindererträge bewirken, bezüglich der NO_3 -Auswaschung bestanden jedoch keine Unterschiede (Tab.1). Auf Basis NH_4 -Stickstoff erzielten Güllesysteme allerdings mindestens gleich hohe Ertragswirkungen wie Mineraldüngung, die N-Auswaschung war jedoch erhöht (Tab.2). Diese Ergebnisse kamen zustande trotz weitgehend optimalem Einsatz von Gülle (Minimierung von NH_3 -Verlusten!) und weisen auf die im Güllesystem grundsätzlich vorhandene Problematik der optimalen N-Verwertung durch Kulturpflanzen hin (ähnliche Probleme treten mit allen organischen Düngern auf).

Vergleich Mineraldüngung auf Basis Gesamt-N (Gülle) mit Flüssigmistdüngung:

Lysimeter 1983-1991

Düngung	"Bilanz"		Erträge (relativ)	Auswaschung	
	kg N/ha.a			kg N/ha.a	mg NO_3 /l Sick.
KAS	167	+44	=100	44	76
Gülle/KAS	190	+58	92	44	73

72% Gülle 28% KAS

2: Vergleich Mineraldüngung und Gülle
 Bas $\text{NH}_4\text{-N}$ (Gülle)

Lysimeter 1983 1991

Düngung kg N/ha.a	"Bilanz"	Erträge (relativ)	Auswaschung	
			kg N/ha.a	mg $\text{NO}_3\text{/l}$ Sick.
1		=100	36	60
Gülle/KAS	120 +2			
	↙ 60% Gülle ↘ 40% KAS	1		

(Gutser, 1991)

Verluste durch Nitratauswaschung

Der Ammoniumstickstoff der Gülle wird vor allem unter wärmeren Bodentemperaturen schnell nitrifiziert. Der Zeitpunkt der Gülleapplikation ist so zu wählen, daß für das gebildete Nitrat stets aufnahmebereite Pflanzen vorhanden sind (auch N-Konservierung durch die Strohhütte). Eine Düngung in den wachsenden Bestand oder kurz vor der einsetzenden Vegetation minimiert in der Regel die Nitratauswaschung; besonders wirksam erweist sich diesbezüglich der Anbau von Zwischenfrüchten (Tab.3).

Verluste durch NH_3 -Verflüchtigung

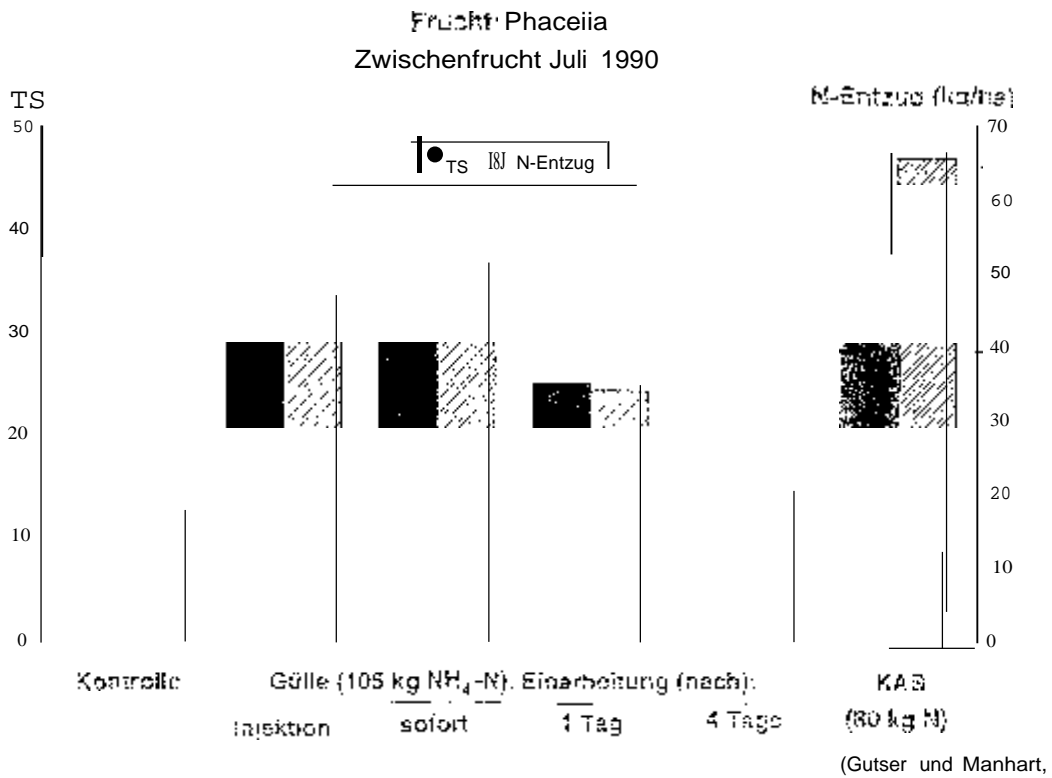
Gülle besitzt ein hohes Verlustpotential für Ammoniak; die höchsten Verluste treten bereits in den ersten Stunden nach der Gülleapplikation auf. Grundsätzlich lassen sich durch eine umgehende Einarbeitung, noch besser durch direkte Injektion oder direktes "Eindrillen" oder "Einhacken" der Gülle in den Boden NH_3 -Verluste weitestgehend vermeiden. Im Gegensatz zu diesen Techniken zeigte verspätete Einarbeitung nach 1 oder gar 4 Tagen nur noch eine geringe N-Wirkung der Gülle zur Zwischenfrucht (Abb.1).

3: ere N swaschung - m ri9 -1991

System KAS bzw. Gülle/KAS: 167 Ges.N/ha.a

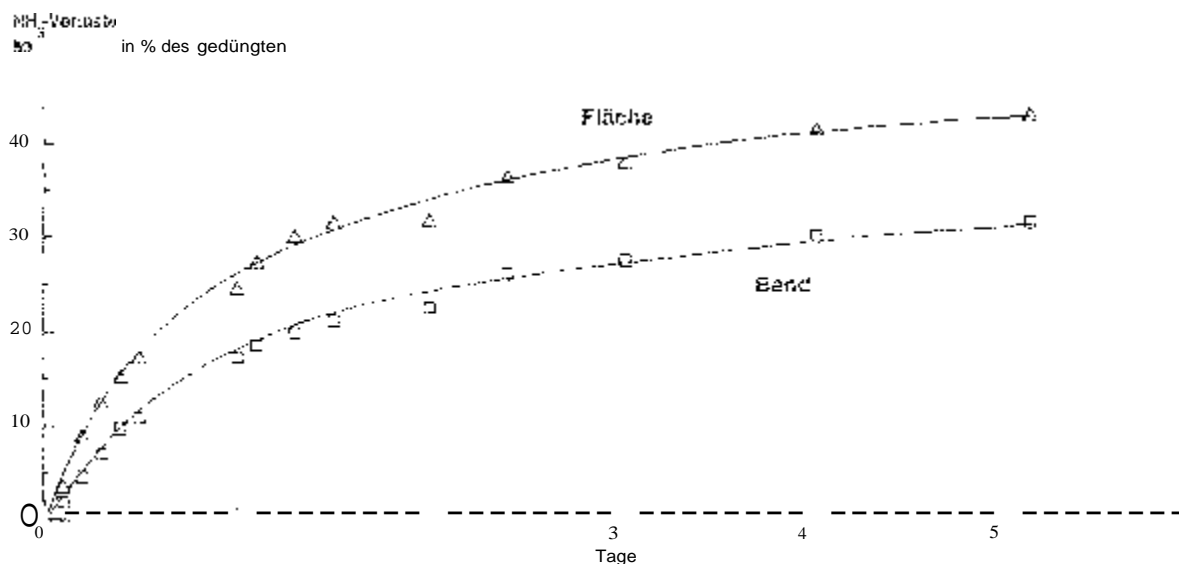
Düngung	Auswaschung	
	kg N/ha	mg NO ₃ -N/Sickerw.
Gülle z. Zwifrucht Gülle März/April Gülle Okt/Nov (+ Didi)	(51)	
N		

(Gutser, 1991)



N-Wirkung von Gülle nach unterschiedlicher Applikationstechnik

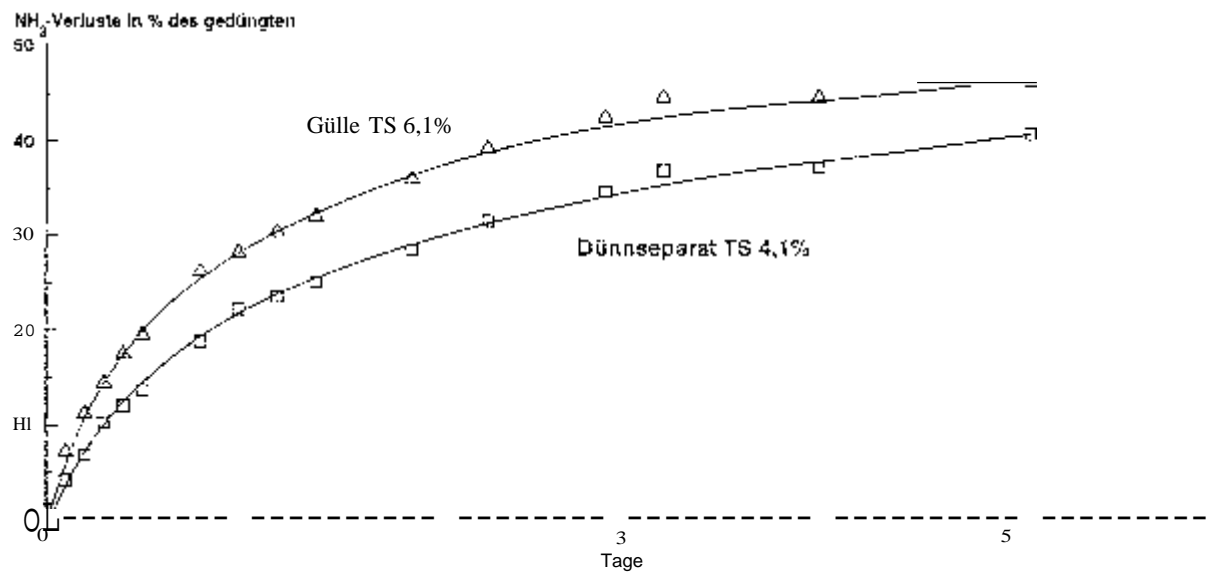
Im Vergleich zur flächigen Verteilung (Pralltelier) führt eine bodennahe Bandapplikation von Gülle zum bestockenden oder schossenden Getreide zu merklich geringeren NH_3 -Verlusten (Abb.2).



NH_3 -Verluste nach Gülleapplikation zu Winterweizen (EC 3) in Abhängigkeit von der Applikationsform
N-Gabe: 70 kg NH_3 -N/ha

Grundsätzlich läßt sich auch durch spezielle Aufbereitungstechnik der Gülle und hier insbesondere durch Verbesserung des Infiltrationsverhaltens der Gülle (Einwandern in den Boden) ein Beitrag zur Verringerung der NH_3 -Verdampfung leisten. Durch Separierung erzeugte feststoffarme Gülle brachte geringere NH_3 -Verluste als übliche Gülle (Abb.3).

Ähnliche Wirkungen sind auch von Gülle aus Biogasanlagen bekannt. Durch sinnvolle Kombinationen von Einzelmaßnahmen lassen sich die NH_3 -Verluste nach der Gülleapplikation beachtlich vermindern; gemessen an den N-Entzügen der Pflanzen konnte in Gefäßversuchen durch Eindringen feststoffarmer Gülle deren Mineraldüngeräquivalent von 35 auf 101 erhöht werden (Tab.4).



- 3: Einfluß eines durch Separierung verminderten TS-Gehaltes der Gülle auf die NH₃-Verflüchtigung bei flächiger Applikation
 N-Gabe: 70 kg NH₂-N/ha

Gefäßversuch zu H Pro matik von ü

Düngung (0,6 g N/Gef.)	Applikation	N-Entzug (mg N/Gef.)	Mineraldünger- äquivalent
ohne N		137	
Rindergülle	oberflächlich	2	
Rindergülle feststoffarm	"Eindringen"		
Mineraldüngung	Teilgaben		

Es sind demnach in einer NH₃-konservierenden Applikationstechnik noch bedeutsame Reserven bezüglich Optimierung der N-Verwertung von Gülten vorhanden.

Verluste durch Denitrifikation

Dieser Teilvorgang des N-Umsatzes ist noch verhältnismäßig wenig erforscht, da methodische Schwierigkeiten bestehen. Aus Versuchen mit Gülle zu Grünland ist bekannt, daß die Höhe der Stickstoffverluste durch die Art der Applikationstechnik beeinflußt werden können (Tab. 5).

Tab. 5: Stickstoffverluste durch Denitrifikation nach Gülleüngung zu Grünland

Applikation: Frühjahr, 250 kg Ges.N/ha

Applikationstechnik	N-Verluste (kg N/ha)	
	NH ₃ -Verflüchtigung	Denitrifikation
oberflächlich		5
Injektion		

18

(Thompson et al., 1987)

Durch Injektion konnten zwar die NH₃-Verluste weitestgehend ausgeschlossen werden, allerdings stiegen die Denitrifikationsverluste signifikant an.

In der Entwicklung geeigneter Güllestrategien müssen grundsätzlich sämtliche Verlustwege für Stickstoff berücksichtigt werden. Eine Verminderung der NH₃- oder NO₃-Verluste auf Kosten höherer Verluste durch Denitrifikation wäre demnach sowohl in ökonomischer als auch vornehmlich in ökologischer Hinsicht nicht zu vertreten. Als Endprodukt der Denitrifikation kann neben N₂ bekanntlich auch mehr oder weniger N₂O-Stickstoff auftreten ("Ozon-Killer").

Wir sind derzeit mit der Fragestellung beschäftigt, ob eine gezielte Applikation (Band, Injektion) von feststoffarmer Gülle zu einer Zunahme der Denitrifikationsverluste führt.

N-Immobilisation

Die Festlegung von N_{min}-Stickstoff (NO₃⁻, NH₄⁺-N) im Boden durch Mikroorganismen bezeichnet man als N-Immobilisation. Die Zufuhr von mikrobiell verfügbarem Kohlenstoff über organische Dünger erhöht die biologische Aktivität und damit auch das Immobilisationspotential des Bodens. Als Folge von Immobilisationsvorgängen wird der NH₄-Stickstoff der Gülle schlechter verwertet als Mineraldünger (Tab.6).

6: Verwertung von S u NH₄-Stickstoff der Gülle durch Zuckerrüben
 C) - (kg N/ha)

Lysimeter im 7. Jahr-1988

Düngung (kg N/ha)	N-Aufnahme		N-Auswaschung	
	Düngung	Boden	Düngung	Boden
ohne N				57
KAS (120 N)		11		61
Gülle März (100 N)		56	1	
Gülle (100 N) zur Zwischenfrucht		82	3	34

(Vilsmeyer und Gutser, 1989)

Die Immobilisation des mineralischen Stickstoffs und die Zufuhr von bedeutenden Mengen an organisch gebundenem Stickstoff erhöht das N-Potential der güllegedüngten Böden. Die höhere N-Nachlieferung aus deren Bodenvorrat kommt nicht nur den Kulturpflanzen zu gute, sondern bewirkt auch höhere Verluste durch NO₃-Auswaschung (eventuell auch Denitrifikation). Die Freisetzungsrates von immobilisiertem Gülle- oder Mineraldüngerstickstoff unterscheidet sich in den

erfügbaren Düngestickstoff im Anwendungsjahr und in Folgejahren (¹⁵N)

Lysimeter 1988- 1991

Fruchtfolge: Zuckerrüben - Winterweizen - Wintergerste- Zuckerrüben

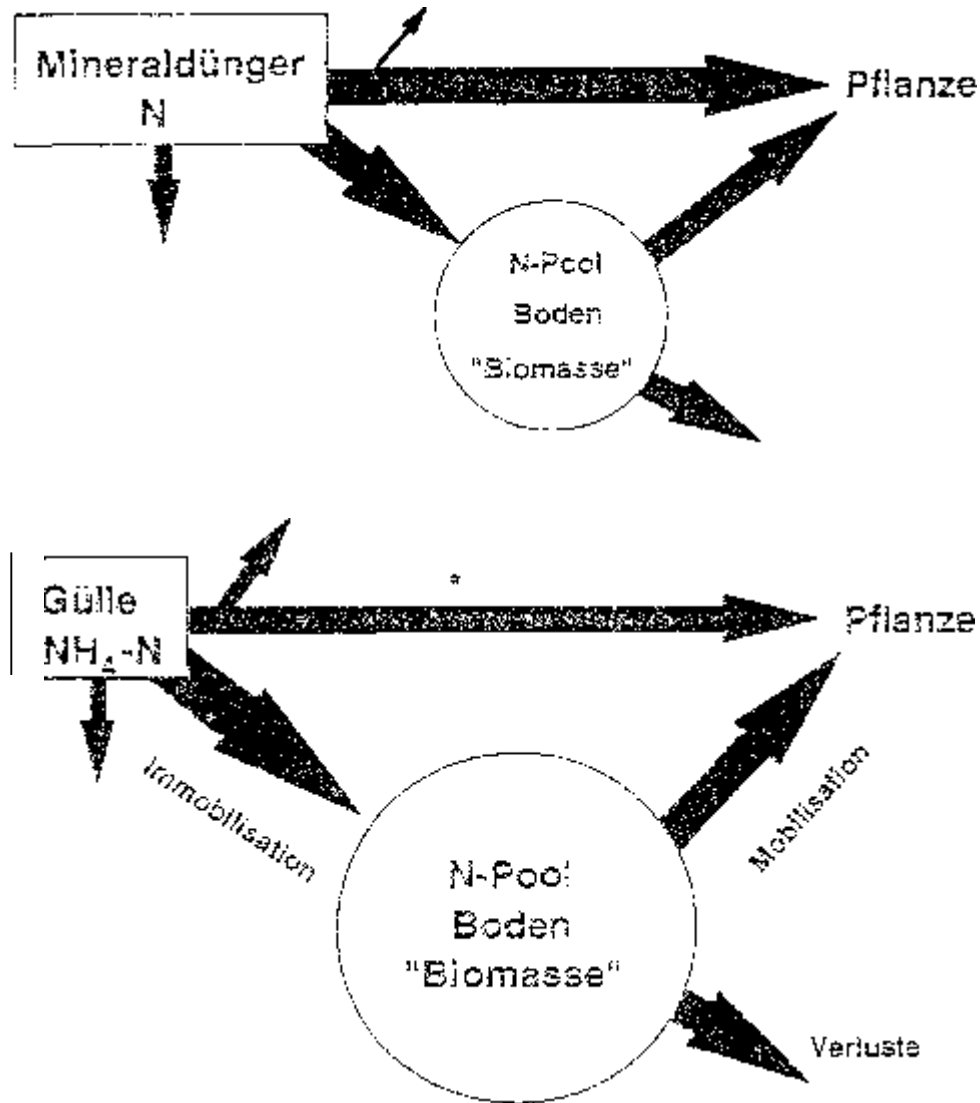
Düngung	verfügbare N *			
	% v. Düngung	% v. Rest-N im Boden		
		1. Jahr	2. Jahr	3. Jahr
	60	1	4	0
Gülle März				9
Gülle z. Zwifr.		1	4	5

* N (Aufnahme + Auswaschung)

(Gutser und Classen, 1992)

Folgejahren kaum (Tab.7), so daß 4 Jahre nach der Anwendung von Güllestickstoff

(NH₄!) noch 66 - 74 % gegenüber von "nur" 46 % bei Mineraldüngern im Boden feststellbar waren. Entscheidend für eine gute Gülleverwertung ist also eine gute Wirkung im Anwendungsjahr.
 Das unterschiedliche Verhalten von Mineraldünger- und Güllestickstoff im System Boden/Pflanze ist in Abb.4 schematisch dargestellt.



direkter Weg zur Pflanze: gering nach Einarbeitung in Boden; größer bei Düngung in den Bestand (aber NH₃!)

Verhalten von Mineraldünger- und Gülle (NH₄-Stickstoff) im System Boden/Pflanze (Schema)

Die N-Immobilisation von Stickstoff läßt sich durch Separieren der Gülle vermindern; der NH_4 -Stickstoff der feststoffarmen, d.h. C-armen Güllen bleibt besser verfügbar für die Pflanzen und erzielt folglich deutlich höhere Mineraldüngerequivalente (Tab. 8, 9). Ähnliche Effekte zeigt auch Biogasgülle.

Tab. 8 Wirkung der Gülle und N-Immobilisation

Modellversuch (1)

Düngung		Immobilisation (% von Düngung)	
Rindergülle	0 % L.	4.4	4
	Fri.S.	2.0	6
		0.6	2
		13	

(Vilsmeier und Götzer)

Vermeidung der N-Immobilisation durch Separierung der Gülle

Düngung (0,3 g N/Gef.)	Applikation	N-Entzug (mg N/Gef.)	Mineraldünger- äquivalent
ohne N			
Rindergülle	sofortige	1	
Rindergülle feststoffarm	Einarbeitung		
Mineraldüngung	"		

Folgerung: Separierung vermindert die Immobilisation von Gülle-N
um bis zu 30% !

Diese positiven Eigenschaften feststoffarmer Gülle dürfte in erster Linie nach Einarbeitung in den Boden zum Ausdruck kommen. Gezielte Applikation der Gülle in den wachsenden Bestand (Band, Eindringen, Injektion) vermindert grundsätzlich die N-Immobilisation.

Ergebnisse von Feldversuchen zu Mais und Winterweizen
 Unabhängig von der Applikationstechnik (Injektion, Band) erreichte feststoffarme Gülle stets höhere Maiserträge als übliche Rindergülle (Abb.5). Die Injektion ca. 15 cm neben die Maisreihe erreichte signifikante Mehrerträge gegenüber oberflächlicher Bandapplikation an die Maisreihe und zeigte Vorteile gegenüber KAS.

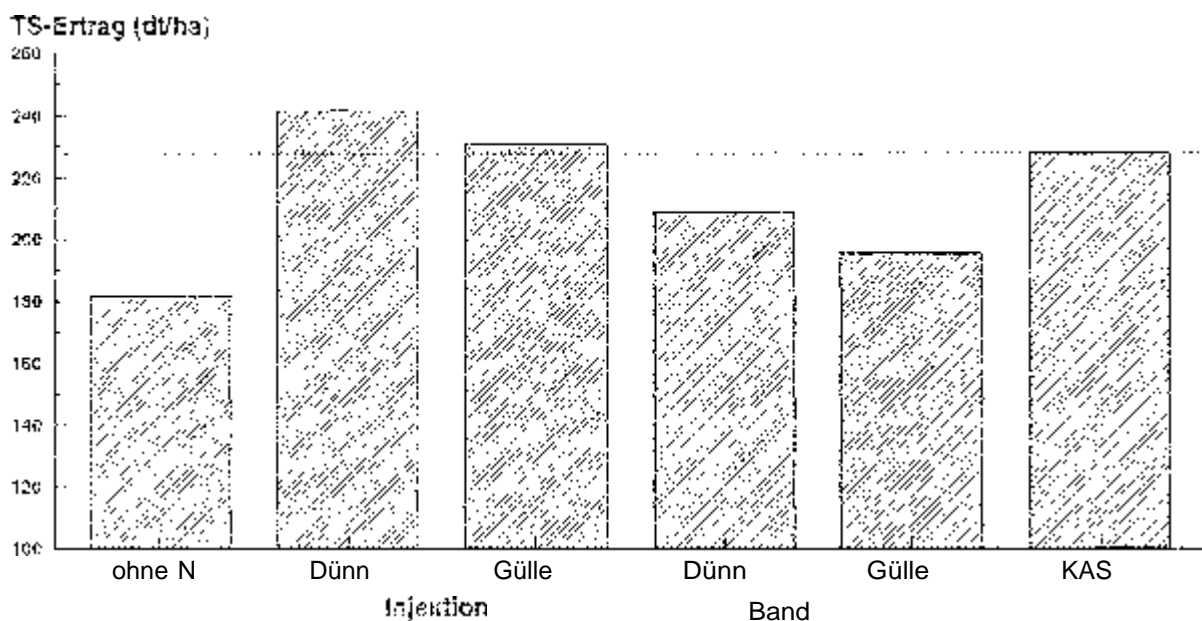
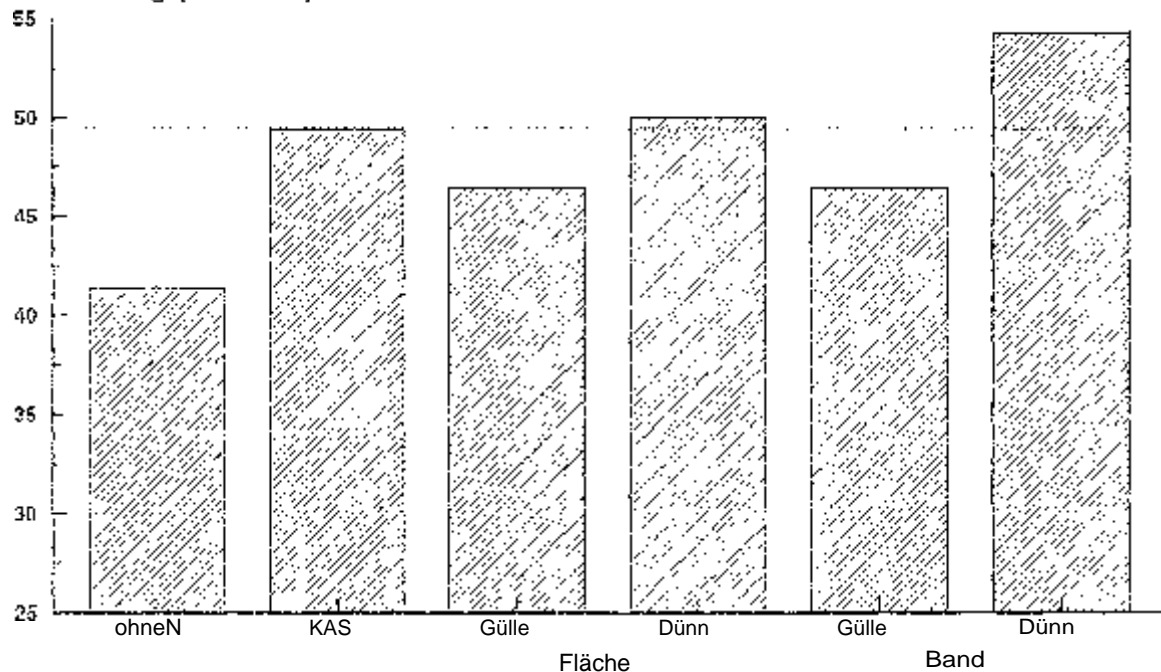


Abb. 5: TS-Erträge von Mais in Abhängigkeit von Aufbereitung und Applikationstechnik N-Gabe (kg/ha): 30 N (KAS) einheitlich + 60 N (Gülle-NH₃ bzw. KAS) bei 20 cm Wuchshöhe

Auch zu Winterweizen (Applikation: Schoßbeginn) erwies sich separierte Gülle sowohl nach flächiger wie auch gezielter Applikation im Band der üblichen Rindergülle überlegen (Abb. 6).

Die beste Wirkung wurde durch Bandapplikation (Schleppschlauchtech) separierter Gülle erreicht, mit deutlicher Überlegenheit gegenüber KAS.

Kornertrag (dt TS/ha)



Ri de ü l e (± separiert) zu Winterweizen - Schoßbeginn
 e nheitli e N-Startgabe: 60 kg N als KAS, dann 50 kg N/ha
 ü le: N N₂

u lgerun

Die weitgehende Minimierung von N-Verlusten und N-Immobilisation sind entscheidende Voraussetzungen für eine gute und umweltgerechte Gülleverwertung. Einsatzzeitpunkt, Applikationstechnik (Einarbeitung, Injektion, Banddüngung) sowie Gülleaufbereitung (z.B. Separierung) bestimmen sehr wesentlich die Verlustpotentiale durch NO₃-Auswaschung, NH₃-Verflüchtigung, möglicherweise auch Denitrifikation (N₂, N₂O) und das Ausmaß sowie die Dauer der Verfügbarkeit des NH₄-Stickstoffs für die Pflanzen. Die Kombination verschiedener Maßnahmen lassen additive oder synergistische Effekte erwarten.

Literatur

Sämtliche Originalliteraturen sind über die Autoren erhältlich, ebenso wie eine große Anzahl von wissenschaftlichen Publikationen des Lehrstuhls für Pflanzenernährung der TU München-Weihenstephan über Arbeiten zum Problem "Gülle".

Pflanzenbauliche Anforderungen an die Gülleausbringung und die Düngerbewertung

Franz Xaver Maidl

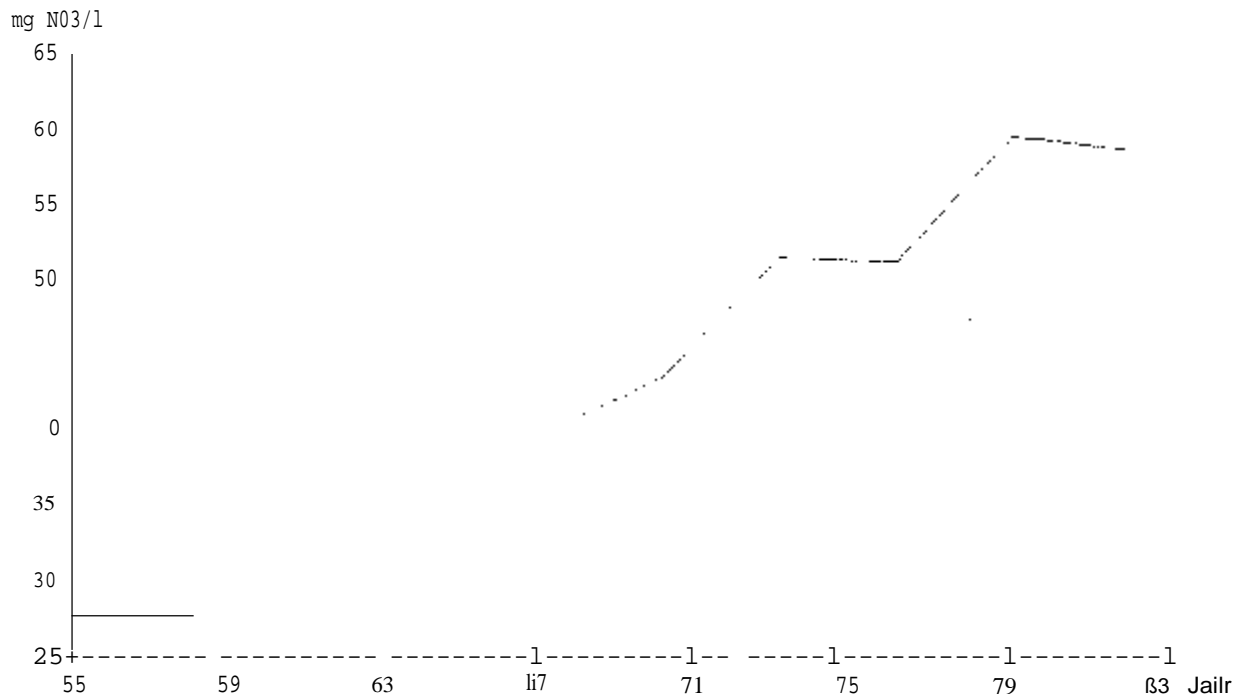
1. Einleitung

Gülle ist ein Mehrnährstoffdünger, der bei unsachgemäßer Behandlung und Anwendung eine Reihe von Problemen aufwirft, die letztendlich zu Umweltbelastungen führen können. Ziel einer ökonomisch und ökologisch verantwortungsvollen Landwirtschaft muß es sein, die Gülle als Mehrnährstoffdünger möglichst pflanzenwirksam und damit unter größter Schonung von Grund-, Oberflächengewässer und Luft einzusetzen.

2. Umweltschäden durch Gülle und Lösungsansätze aus pflanzenbaulicher Sicht

Nitratbelastung

Seit Beginn der 60er Jahre ist eine stete Zunahme der Nitratgehalte im oberflächennahen Grundwasser zu beobachten. Kontinuierliche Untersuchungen von 1955 - 1983 an 293 ausgewählten Wasserfassungen in Bayern zeigen einen jährlichen Anstieg der Nitratwerte von 1,3 mg NO_3/l und Jahr (Abb. 1). Die Ursachen steigender Nitratgehalte sind zum einen in der



Entwicklung der Nitratbelastung des oberflächennahen Grundwassers in Bayern von 1955 - 1983 (Mittelwerte aus 293 Wasserfassungen)

enormen Zunahme der Abwassermengen infolge fortschreitender Industrialisierung sowie deren ungenügender Reinigung zu sehen. Ferner ist der gestiegenen Düngungsintensität in der Landwirtschaft ein wesentlicher Einfluß auf die Nitratbelastung der Gewässer zuzuschreiben.

Der Aufwand an N-Dünger pro Hektar landwirtschaftlicher Nutzfläche und die N-Entzüge der Kulturpflanzen entwickelten sich in der Vergangenheit zunehmend auseinander (Tab. 1). Im Zuge steigender Erträge erhöhte sich auch der N-Entzug der Kulturpflanzen. Dem steht aber eine wesentlich größere Zufuhr an Stickstoff mineralischer Handelsdünger und Wirtschaftsdünger gegenüber. Die Stickstoffbilanz landwirtschaftlicher Nutzflächen in Bayern zeigt - unterstellt man 25 % unvermeidliche Verluste bei der Ausbringung organischer Dünger - derzeit einen N-Uberschuß von ca. 75 kg N pro Hektar. Die wesentlichen Ursachen hierfür liegen in der schlechten Verwertung der Nährstoffe organischer Dünger begründet.

Entwicklung der Stickstoffdüngung landwirtschaftlich genutzter Flächen in Bayern

Jahr	1950	1955	1960	1965	1970	1975	1980	1985	1989
N-Entzug ¹⁾	59	63	68	69	82	88	99	120	127
min. N-Düngung ²⁾	6	19	30	52	64	81	108	107	120
org. Düngung ³⁾	75	76	84	88	101	107	119	128	109
N-Saldo	22	33	45	71	83	99	127	115	142

1) berechnet aus Ertragsdaten

2) Stat. Bundesamt Wiesbaden, Land- Forstw. u. Fischerei, Fachserie 3, und landw. Erzeugung

3) berechnet aus den Viehbestandszahlen

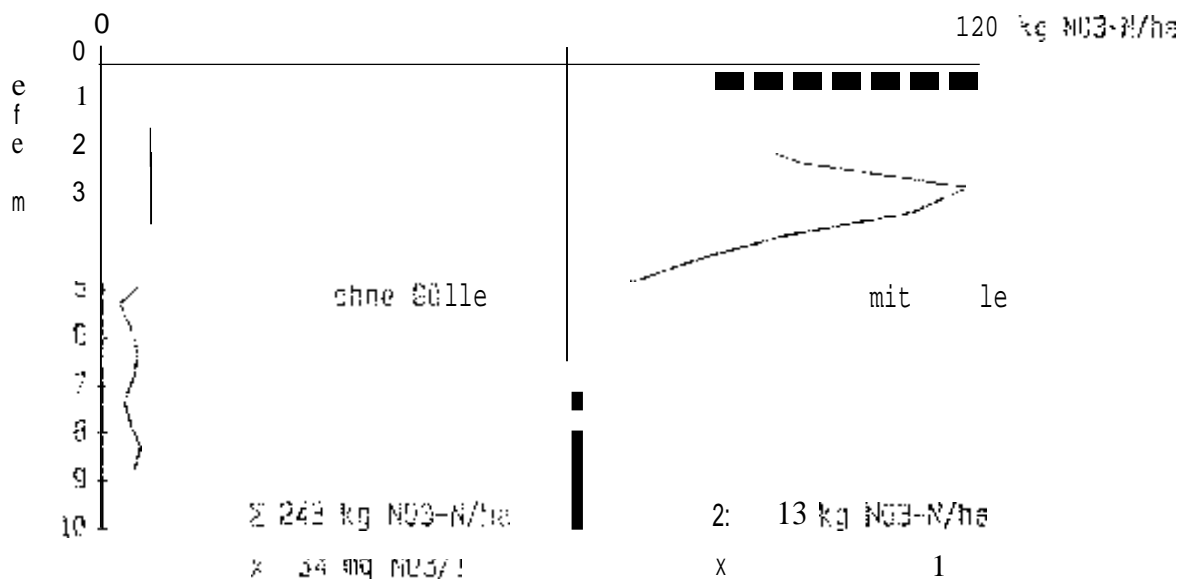
Ein großer Teil der Gülle wird aus Gründen der Befahrbarkeit der Felder nach der Getreideernte ausgebracht. Unter den sommerlichen und herbstlichen Witterungsbedingungen wird $\text{NH}_4\text{-N}$ des Flüssigmistes schnell zu Nitrat umgewandelt und kann somit ausgewaschen werden. Eine nennenswerte N-Bindung durch Stroh ist bei langjähriger Strohdüngung nicht zu erwarten. Wohl aber ist es möglich mit Zwischenfrüchten gewisse Mengen an Gülle-N zu konservieren (Tab. 2). Am besten eignen sich dazu Zwischenfrüchte zu Futterzwecken oder überwinternde Zwischenfrüchte.

Die Nitratauswaschung bei Güllezubringung auf die Getreidestoppeln zeigt exemplarisch ein Vergleich zweier Nitrattiefenprofile eines Lößstandortes mit reiner Mineraldüngung ohne Gülle sowie zusätzlicher Anwendung hoher Güllemengen (Abb. 2). Die starke N-Einwaschung äußert sich in Form regelmäßig auftretender Nitratfronten im Abstand von 2 m. Die Nitratkonzentration in der Bodenlösung betrug auf dem Güllestandort 174 mg/l, während diese auf dem Standort ohne Gülle mit ca. 34 mg/l erheblich niedriger war.

2: Stickstoffauswaschung nach gestaffelter Gülledüngung mit und ohne Zwischenfrucht

Gülle m ³ /jha	0	30	60	90
ohne Zwischenfrucht	43	101	183	249
mit Zwischenfrucht	12	52	103	148
weniger N/jha	31	49	80	101
weniger	72	48	43	40

Sommerraps nach Wintergerste



2: Nitratprofile von Ackerstandorten mit und ohne Gülledüngung

Ausbringungszeit

Zur Vermeidung der Grundwasserbelastung mit Nitrat sollte Gülle stets nur dann ausgebracht werden, wenn ein unmittelbarer Nährstoffbedarf der Kulturpflanzen vorliegt, d.h. kurz vor oder während der Vegetationsperiode. Aus dem N-Bedarf der jeweiligen Kulturpflanze lassen sich sinnvolle Termine für die Ausbringung von Gülle ableiten (Tab 3)

3: Pflanzenbaulich sinnvolle Zeitspannen für die Ausbringung von

Monat	Aug.	Se_pt.	Okt.	Nov.	Dez.	Jan.	Feb.	März	Apr.	Mai	Juni	Juli
WiGetreide	*2	**2					**1	****	****	****	***	
SoGetreide								***	****	****	****	
Mais ³									****4	****	****	
Rüben ³								***4*	****	***		
Kartoffel ³								***4	****	**		
Raps ⁷	*	**					**1	****	****			
Grünland ²	****	****	****	****			**1	****	****	*****	****	*****
Zw.frucht ^{6,7,8}	****	***3										****

- 1 nicht auf auswaschungs- und oberflächenabflußgefährdeten tiefgefrorenen Böden
- 2 nur zu Wintergerste max. 30 kg NH₄-N/ha
- 3 bei Gülle nach der Saat bzw. Legeri entspr. Technik zur Minderung der NH₃-verluste
- 4 nicht auf auswaschungsgefährdeten Böden
- 5 nur mit Nitrifikationshemmstoff
- 6 Gründüngung nur 1/3 bis 1/2 des N-Entzugs, d.h. 20-50 kg Gülle-NH₄-N/ha
- 7 Futterzwischenfrüchte 2/3 bis 3/4 den N-Entzugs, d.h. 35-70 kg Gülle-NH₄-N/ha
- 8 nur zu überwinternden Zwischenfrüchten

Lagerkapazität

Je nach Fruchtfolge eines Betriebes ergeben sich unterschiedliche Gülleausbringzeiten und damit unterschiedliche Anforderungen an die Lagerkapazität. Für eine Fruchtfolge mit 50 % Mais und 50 % Getreide ergibt sich nach den in Tabelle 3 zugrundeliegten Ausbringzeiten eine notwendige Lagerkapazität von 7,5 Monaten. Für Grünlandbetriebe sind dagegen 6 Monate Lagerkapazität ausreichend.

Exakte Gülleverteilung

Zur Erzielung optimaler Erträge ist nicht nur die richtige Terminierung der Düngung bzw. Gülleausbringung wichtig, sondern ebenso von Bedeutung ist eine genaue Dosierung der N-Menge und deren gleichmäßige Verteilung sowohl in Längs- als auch in Querrichtung. Eine ungleichmäßige Verteilung des Stickstoffs führt zu großen Ertragsverlusten, insbesondere bei Getreide (Tab. 4).

Gülle zu allen Kulturen ausbringen

Ein wesentlicher Grund warum Gülle vor allem zu Hackfrüchten ausgebracht wird, ist in dem im Vergleich zu Getreide geringeren Ertragsverlusten bei Hackfrüchten infolge ungleichmäßiger N-Verteilung zu sehen. Da jedoch 2/3 unserer Ackerfläche mit Getreide bestellt wird und die in Form von Gülle anfallenden Nährstoffe in den meisten Betrieben erheblich über dem Nährstoffbedarf der Hackfrüchte liegen, ist zu fordern, Gülle auch im Getreidebau einzusetzen.

Pflanzenbauliche Versuche zeigen, daß bei genauer Dosierung der Nährstoffmenge und exakter Verteilung eine Bestandesführung von Getreide ohne Ertragsminderungen im Vergleich zu Mineraldünger möglich ist (Abb. 3).

Tab. 4 Ertragsverluste durch ungleichmäßige Güllevertei lung

Variationskoeffizient (%)	Ertragsverlust (%)	
	Winterweizen	Zuckerrüben
15	4	2
20	6	4
30	10	6

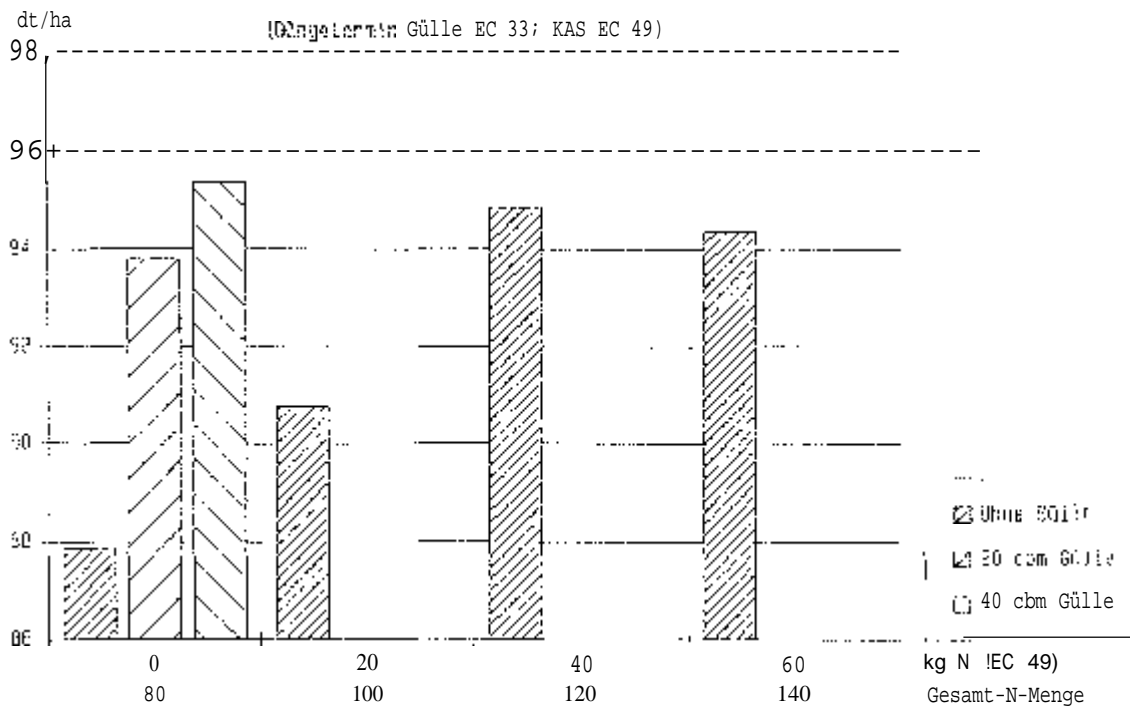


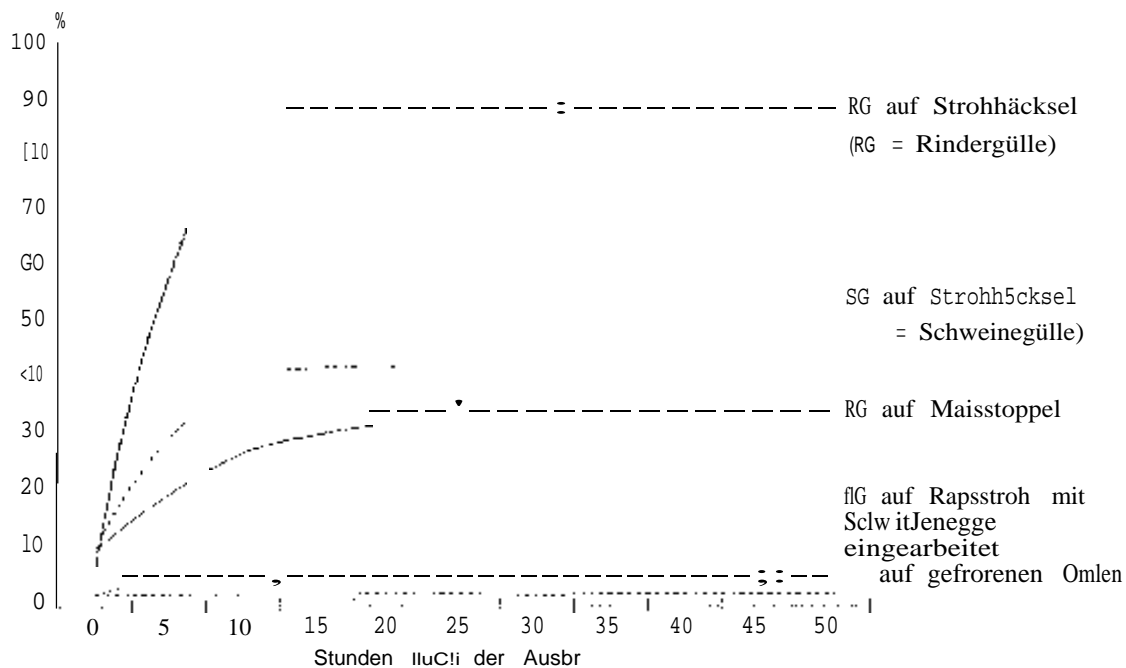
Abb. 3 Einfluß gestaffelter KAS- und Schweinegüllemengen auf den Kornertrag von W-Weizen (Mw 85-88)

Kenntnis der Nährstoffgehalte

Um mit Gülle düngen zu können sollten, die Nährstoffgehalte bekannt sein. Dies gilt zumindest für den Gehalt an Ammoniumstickstoff in der Gülle, da dieser sofort pflanzenverfügbar ist und bereits geringe Über- oder Unterdosierungen an Stickstoff zu Ertrags- und Qualitätsminderungen führen. Bei Kali und Phosphat führen kurzfristige Über- oder Unterversorgungen zu keinerlei Ertragseinbußen. Hier genügt es, einen Nährstoffausgleich über die Fruchtfolge vorzunehmen, der auch mittels einer Bodenuntersuchung festgestellt werden kann.

Ammoniakverluste

Ammonium-N der Gülle verflüchtigt sehr leicht. Dies ist sowohl wegen der Umweltbelastung als auch aus Gründen einer exakten Düngung möglichst zu vermeiden. Von Bedeutung für die Ammoniakemission sind sowohl Gülleparameter (TS-Gehalt, Viskosität, pH-Wert), Bodenparameter (Bodenart, -feuchtigkeit), Witterungsparameter (Temperatur, Windgeschwindigkeit) und verfahrenstechnische Faktoren (Ausbringung, Einarbeitung). Die größten Ammoniakverluste treten unmittelbar nach der Gülleausbringung auf. Mit steigendem TS-Gehalt nimmt die Ammoniakemission zu, da sich die Versickerung in den Boden verschlechtert. Dies ist der Grund warum bei der Ausbringung von Rindergülle in der Regel höhere NH_3 -Verluste auftreten als bei Schweinegülle (Abb. 4). Ferner ist die zum Zeitpunkt der Ausbringung herrschende Temperatur von maßgeblicher Bedeutung für die Ammoniakverdampfung. Wird Gülle bei 20°C ausgebracht, so entstehen innerhalb 24 Std. NH_3 -Verluste in Höhe von 40 %. Bei Gülleausbringung auf die Getreidestoppeln herrschen sogar z.T. noch höhere Temperaturen. Diese Verluste lassen sich durch Ausbringung bei niedrigeren Temperaturen, wie sie im Frühjahr vorliegen, auf wenige Prozent reduzieren (Abb. 4).



Ammoniakverluste in Abhängigkeit von der Art der Gülleausbringung (Döhler 1988)

Verfahrenstechnik der Lagerung und Aufbereitung von Flüssigmist

Thomas Amon, Andreas Gronauer, Hans Stanzel und Josef Boxberger

Zusammenfassung

Flüssigmist weist aufgrund seiner natürlichen Zusammensetzung pflanzenbauliche Nachteile und Mängel bezüglich der technologischen Handhabung auf. Der Preßschneckenseparator wird deshalb mit Hilfe eines Faktorenmodells hinsichtlich seiner verfahrenstechnischen Leistung nach pflanzenbaulichen Vorgaben untersucht. Durch die Abtrennung von Feststoffbestandteilen aus der Rohgülle können 10 % der Masse, 42 % TS, 49 % C, 8 % $\text{NH}_3\text{-N}$, 17 % N , 22 % P und 10 % K abgetrennt werden. Der Massendurchsatz verschiedener Flüssigmistarten liegt zwischen 6 t/h und 8 t/h. Der spez. Energiebedarf steht in einem degressiven Zusammenhang mit dem Rohgüledurchsatz. Im Bereich von 6 bis 8 m^3/h Rohgüledurchsatz werden 0,5 kWh bis 0,4 kWh pro m^3 Rohgülle verbraucht. Während der Lagerung kommt es durch energieaufwendige Homogenisiervorgänge kurzzeitig zu massiven Verlusten niedermolekularer, flüchtiger Stoffe (z.B. $\text{NH}_3\text{-N}$). Im Lagerzeitraum von einem Jahr treten deshalb Masseverluste von 33 % und Gesamtstickstoffverluste von 30 % auf.

1. Verfahrenstechnische und pflanzenbauliche Probleme von TS-reichem Flüssigmist
Aufgrund der natürlichen Nährstoffzusammensetzung von Flüssigmist treten aus pflanzenbaulicher und verfahrenstechnischer Sicht eine Reihe von Nachteilen auf, die ursächlich den hohen TS- und C-Gehalten zuzuschreiben sind.

Verfahrenstechnik:

- Auftreten von Flotations- und Sedimentationsvorgängen während der Lagerung
- Energieaufwendige Maßnahmen zur Homogenisierung notwendig
- Hoher Pumpenleistungsbedarf für Fördervorgänge
- NH_3 -Verluste während der Lagerung und Ausbringung
- Hoher baulich-technischer Aufwand für bodennah arbeitende Exaktverteilerorgane

Pflanzenbau:

- Verringerte Infiltrationsraten und dadurch verursachte erhöhte $\text{NH}_3\text{-N}$ -Verluste nach der Ausbringung
- Erhöhte N-Immobilisierung im Boden und dadurch verursachte verminderte N-Effizienz
- Erhöhte Denitrifikationsraten im Boden und dadurch verursachte Stickstoffverluste

Die im Entwurf vorliegende Düngemittelanwendungsverordnung könnte Betriebe mit zu hohen Viehbesatzdichten entweder zur Abstockung der Tierbestände, oder zum Nährstoffexport zwingen. Verfahren der Flüssigmistseparierung stellen in dieser Hinsicht einfache und kostengünstige Möglichkeiten zur Nährstoffentlastung dar.

Ziel ist es deshalb, durch geeignete Separationstechniken die Nährstoffzusammensetzung und damit die Qualität der Separationsprodukte so zu verändern, daß Stickstoffverluste während der Lagerung minimiert, sowie die Verbesserung der technologischen Handhabung gewährleistet und maximale Stickstoffverwertungsraten durch die Pflanzen erreicht werden (Tab. 1).

Tab. 1: Ziele der Flüssigmistaufbereitung für die Lagerung und Düngung

Lagerung	Düngung
<ul style="list-style-type: none"> ● Sink- und Schwimmschichten ↓ => Homogenisiervorgänge ↓, => Energieeinträge ↓ => gasförmige Stoffverluste (NH₃-N) ↓ => Eingriffe in anaerobe Lagersysteme vermeiden 	<ul style="list-style-type: none"> ● mineraldüngeräquivalente Anwendung => Anteil niedermolekularer, pflanzenverfügbarer Nährstoffe ↑ ● N-Immobilisation im Boden ↓ => C-Gehalt ↓; C/N ↓ ● Denitrifikation ↓ => C-Gehalt ↓; C/N ↓ ● NH₃-Verluste ↓ => TS-Gehalt ↓; => Infiltrationsvermögen ↑

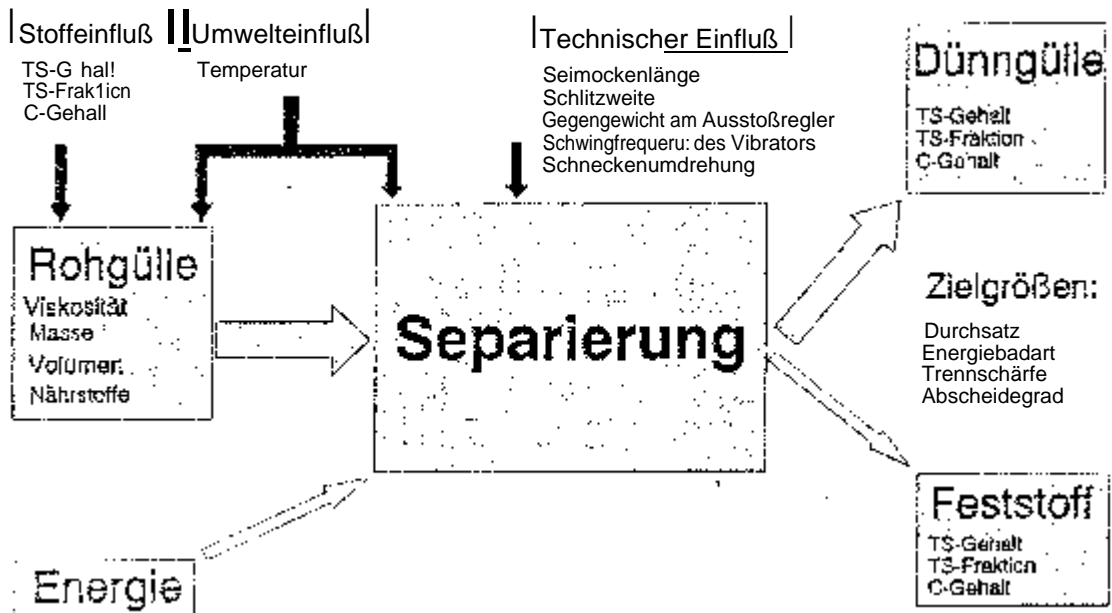
= Senkung; (↑) = Steigerung

Ziel der Separations- und Lagerversuche ist es, anhand von Modellversuchen baulich-technische Ansprüche an die Lagerung vor dem Hintergrund weitmöglichst geschlossener Stoffkreisläufe (Stickstoff) abzuleiten. Aus den Ansprüchen an die optimale stoffliche Zusammensetzung des Flüssigmistes für eine verlustfreie Lagerung in Verbindung mit pflanzenbaulichen Anforderungen an die Nährstoffzusammensetzung von Flüssigmist sind notwendige Behandlungsverfahren aus verfahrenstechnischer Sicht zu optimieren.

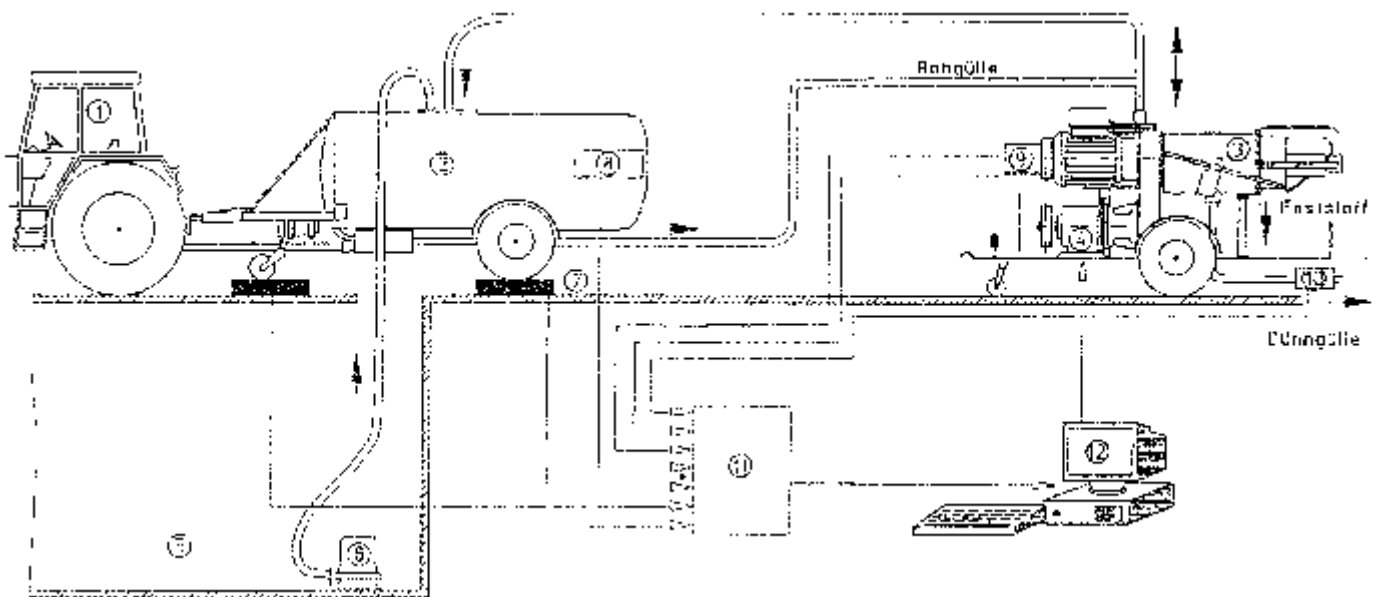
2. Modellbetrachtung zum Trennvorgang

Der Quantifizierung des Trennprozesses liegt ein Faktorenmodell zugrunde (Abb. 1), mit dessen Hilfe es möglich ist, die Eignung eines Preßschneckenseparators hinsichtlich verfahrenstechnischer Leistungen zur Realisation pflanzenbaulicher Anforderungen an die Separationsprodukte zu bestimmen. Kenndaten zur verfahrenstechnischen Optimierung der Trenntechnik werden unter Berücksichtigung stofflicher, technischer und umweltbedingter Einflußfaktoren in einem Versuchspräparat ermittelt (Abb. 2).

In einem Tankwagen (2) wird Flüssigmist hinsichtlich seines Nährstoff- und Trockensubstanzgehaltes auf definierte Größen eingestellt. Die Temperatur des Flüssigmistes wird mit Temperensoren (PT-100) erfaßt. Zur Messung des für den Trennprozeß unmittelbar notwendigen Energiebedarfes befindet sich zwischen Antriebsmotor und Preßschnecke eine Drehleistungsmesswelle (9). Die Umdrehungszahl der Preßschnecke wird mit Hilfe eines Variators verändert. Im Preßkolben (3) findet die eigentliche mechanische Abtrennung der Feststoffe aus der flüssigen Phase statt. Der Rohgülledurchsatz wird über die Gewichtsveränderung am Flüssigmisttankwagen mittels Plattformwaagen (7) erfaßt. Der Dünggülledurchsatz wird mit einem induktiv arbeitenden Durchflußmesser (10) gemessen. Die Signalerfassung erfolgt über einen Datalogger, der mit einem PC in Verbindung steht. In der Meßanordnung ist die Erfassung aller Kenngrößen, die zur verfahrenstechnischen Optimierung notwendig sind, in Abhängigkeit geräte- und substratspezifischer Einflußparameter (siehe Abb. 1) im On-line-Betrieb möglich.



Faktorenmodell zum Trennprozeß der Separierung



- | | |
|-----------------------|--------------------------|
| 1 Antriebsradiot SOKW | 7 3 Pullnormwaagen |
| 2 Gülla/O | 8 Tilsperolursensor |
| 3 Separator | 9 Drehleistungsmesswelle |
| 4 Getriebemotor SkW | 10 Durchflußmesser |
| 5 Güllagrube | 11 Datalogger |
| 6 Tauchpumpe | 12 MS-005-Rechner |

Abb. 2 Prüfstand zur verfahrenstechnischen Untersuchung der Flüssigmistseparierung

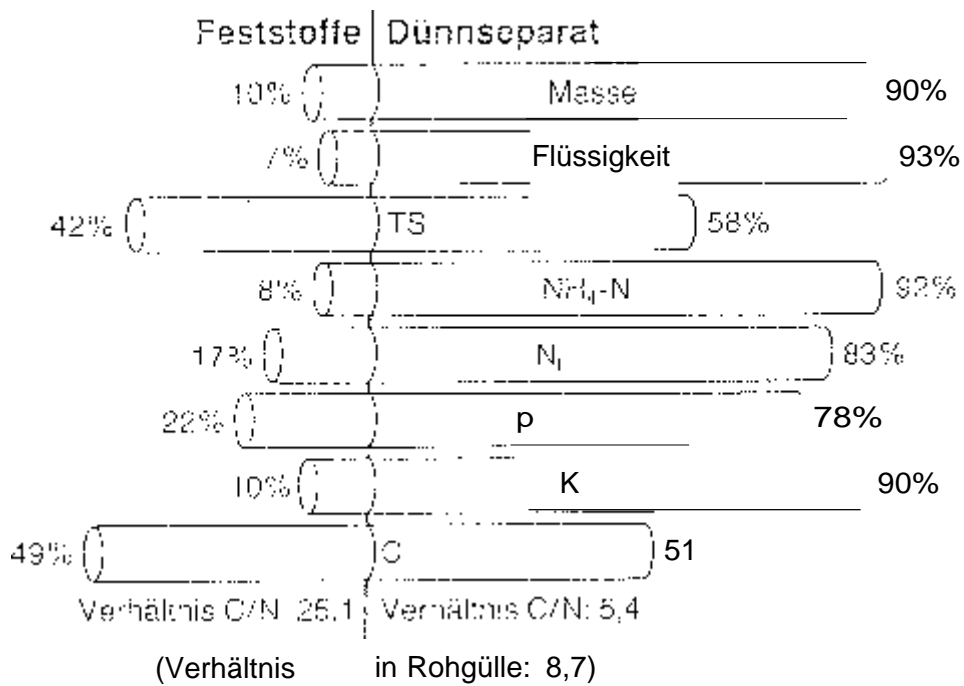
3. Experimentelle Arbeiten und Ergebnisse

Bisherige Untersuchungen im Bereich der Flüssigmistseparierung wurden mit Bullen- und Milchviehflüssigmist unterschiedlicher Lagerdauer und Konsistenz durchgeführt. Durchschnittliche Nährstoffgehalte des eingesetzten Flüssigmistes und der Separationsprodukte zeigen für die pflanzenbaulich und verfahrenstechnisch bedeutenden Inhaltsstoffe Trockensubstanz und Kohlenstoff höchste Abtrennleistungen. Bei hohen TS-Gehalten des Rohflüssigmistes (Nr. 2; Tab. 2) treten Konzentrationseffekte für $\text{NH}_4\text{-N}$ und K bzw. Verdünnungseffekte für N_t und P in der Dünngülle auf.

2: Durchschnittliche Nährstoffgehalte eingesetzten Flüssigmistes^U Separate

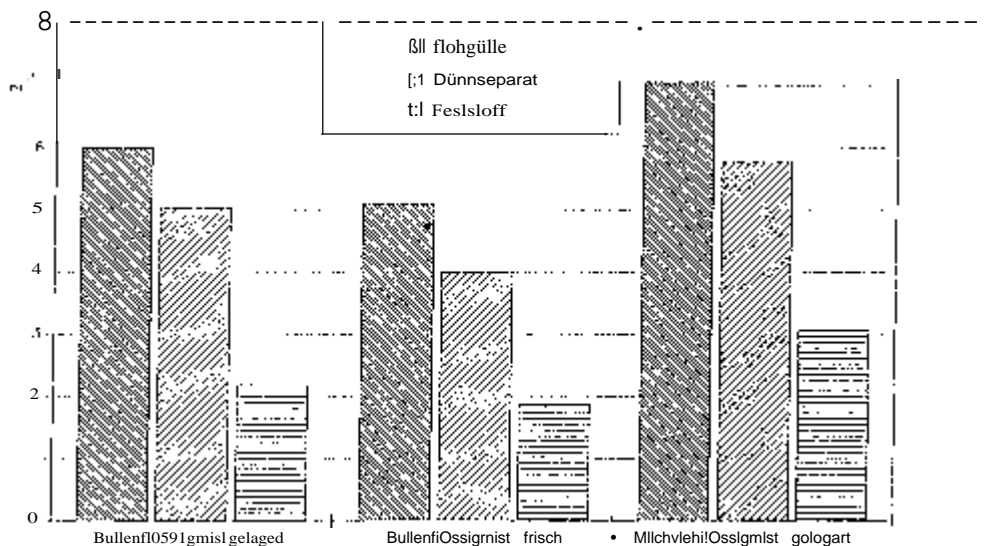
Nr	Flüssigmist	Fraktion	pH	TS % d. FM	$\text{NH}_4\text{-N}$ % d. FM	N_t % d. FM	P % d. FM	K % d. FM	C % d. FM
1	Bullen gelagert	Roh	7,6	6,1	0,17	0,30	0,36	0,25	2,1
		Dünn	7,5	3,8	0,17	0,30	0,36	0,25	1,3
		Fest	8,4	26,8	0,17	0,48	0,14	0,24	13,2
2	Bullen frisch	Roh	6,9	8,9	0,17	0,35	0,37	0,34	3,7
		Dünn	6,9	4,8	0,18	0,31	0,36	0,35	2,1
		Fest	7,7	31,0	0,14	0,43	0,12	0,31	14,4
3	Milchvieh gelagert	Roh	7,1	7,9	0,17	0,36	0,38	0,30	3,1
		Dünn	7,2	4,8	0,18	0,27	0,34	0,30	1,8
		Fest	7,9	29,0	0,11	0,54	0,14	0,29	13,6
4	Milchvieh dünn gela- gert	Roh	7,6	2,2	0,36	0,11	0,32	0,21	0,7
		Dünn	7,6	2,3	0,05	0,11	0,32	0,21	0,8
		Fest	8,0	31,0	0,09	0,41	0,12	0,21	13,9
5	Milchvieh dick gelagert	Roh	7,3	5,3	0,11	0,21	0,05	0,30	2,1
		Dünn	7,3	5,2	0,10	0,20	0,05	0,29	1,7
		Fest	8,2	38,9	0,10	0,39	0,12	0,26	15,7

Über die Feststoffe können 10% der Masse von Rohrinderflüssigmist (7 % TS) abgetrennt werden (Abb. 3). Abscheideleistungen sind für die zur Stickstoffverfügbarkeit relevanten Inhaltsstoffe Kohlenstoff (49 %) und Trockensubstanz (42 %) sehr hoch. Umgekehrt werden wasserlösliche Nährstoffe wie $\text{NH}_4\text{-N}$ (92%) und K (90%) fast ausschließlich im Dünnseparat abgeschieden. Gesamtstickstoff und Phosphat liegen vorwiegend in organisch gebundener Form vor. Deswegen ist der Abscheidegrad von Gesamtstickstoff ($\text{N}_t = 17\%$) bzw. Phosphat ($\text{P} = 22\%$) im Feststoff höher als bei wasserlöslichen Nährstoffen. Aufgrund der hohen Abtrennleistung von Kohlenstoff erweitert sich das C/N-Verhältnis im Feststoff (25,1) im Vergleich zur Rohgülle (8,7) beträchtlich. Gleichzeitig findet eine Verengung des C/N-Verhältnisses im Dünnseparat statt.



3: Abscheidegrad bei der Separierung von Flüssigmilch mit dem Preßschneckenseparator

Durchsatzleistungen verschiedener Flüssigmilche werden in der Hauptsache vom jeweiligen Trockensubstanzgehalt bestimmt. Bei einem TS-Gehalt von 6,1 % beträgt der Rohbullenflüssigmilchdurchsatz 6,0 m³/h. Dieser Durchsatz sinkt bei einem TS-Gehalt von 8,9 % auf 5,1 m³/h. Bei gelagertem Milchviehflüssigmilch wurde eine Durchsatzleistung von 7 m³/h erreicht (Abb. 4).



Durchsatzleistung verschiedener Flüssigmilcharten

Der Energiebedarf für den Trennvorgang ist von entscheidender Bedeutung, weil durch Verfahren der Feststoffabtrennung Energieeinträge in Flüssigmistsysteme im Vergleich zum Verfahren: "Rohflüssigmistlagerung und Homogenisierung" entscheidend reduziert werden können. Im Bereich optimaler Durchsatzmengen kann ein spezifischer Energiebedarf für den Trennprozeß von 0,4 bis 0,5 kWh/m³ für praktische Verhältnisse veranschlagt werden. Demgegenüber ist für schlepperzapfwellengetriebene, mechanischen Propellerrührwerke ein spezifischer Energieaufwand von 1,21 bis 1,32 kWh/m³ zu veranschlagen (Hübener, J. 1985). Verfahrenskosten der Separierung müssen immer mit den Ansprüchen der Homogenisierung verglichen werden, da sie prinzipiell durch Separiertechniken ersetzt werden können.

In einem mehrfaktoriellen Lagerversuch wird der Einfluß des Trockensubstanzgehaltes verschiedener Flüssigmistarten auf das Entmischungsverhalten geprüft. Gleichzeitig werden Stoffabbauraten und Stickstoffverluste in Abhängigkeit des Trockensubstanzgehaltes während der Lagerphase untersucht. In einem weiteren Schritt soll der Einfluß von Homogenisiervorgängen auf das Stickstoffverlustpotential quantifiziert werden.

In einem Wasserbad befinden sich Sedimentationsbehälter, die mit mehreren Auslaßöffnungen zur Probenahme ausgestattet sind (Abb. 5). Schweine-, Rinder- und Bullenflüssigmist wird in geschlossenen Lagerbehältern (Fassungsvermögen: 220l) in drei verschiedenen TS-Stufen gelagert. Die Lagerbehälter stehen über Gasleitungen mit Säurefallen (50 %-ige H₂SO₄) in Verbindung. Homogenisiervorgänge werden in Lagerbehältern ohne Gasabzug vor jeder Probenahme durchgeführt. Die gesamte Versuchsanordnung ist mit Holzbohlen bzw. einer Folie abgedeckt. Zur Erfassung des Temperaturverlaufes im Jahresgang werden Temperatursensoren (T₁ bis T₄) im Wasserbad bzw. in der Gasatmosphäre eingesetzt.

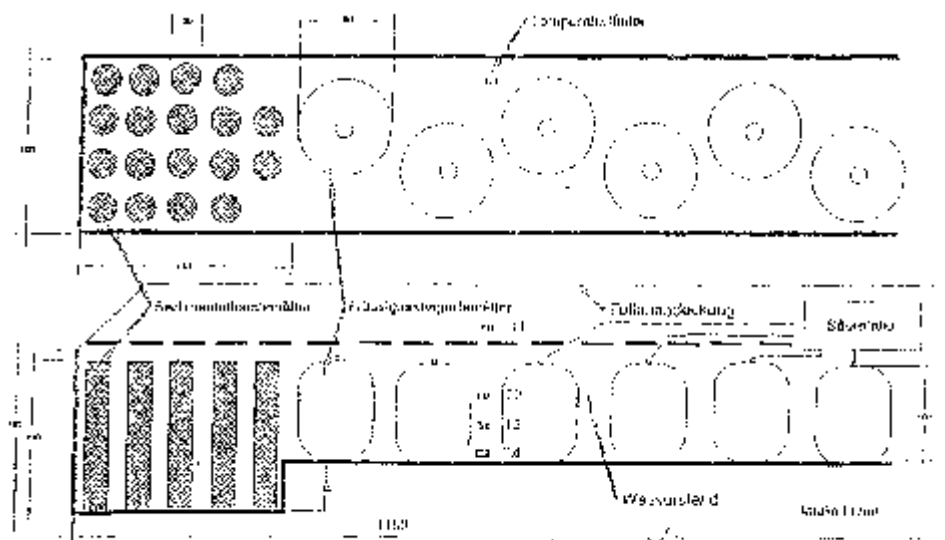
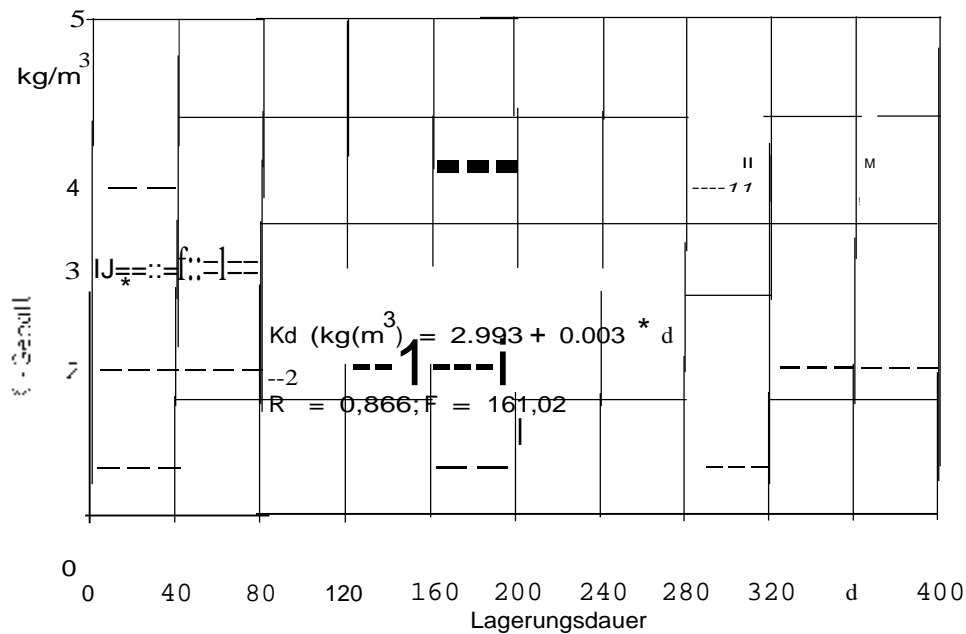


Abb. 5. Versuchsaufbau zur Ermittlung von Stickstoffverlusten verschieden behandelter Flüssigmistarten

Anaerobe Stoffabbauprozesse führen während der Lagerung zu Stoff- und Massenverlusten. Das Ausmaß dieser Verluste zeigt sich in der Zunahme des Kaliumgehaltes (Abb. 6). Im Lagerzeitraum von 365 Tagen zeigt sich eine Zunahme der Kaliumkonzentration von 3 nach

4 kg/m³. Das Ausmaß dieser Konzentrationszunahme kann als Massenverlust (33 %) betrachtet werden, weil Kalium sich in seiner absoluten Konzentration nicht verändert.



6: Verlauf des Kaliumgehaltes in anaerob gelagertem Bullenflüssigmist

Kohlenstoffgehalte zeigen für Roh- und Düninflüssigmist hinsichtlich der Intensität und des Ausmaßes der Fermentation unterschiedliche Verläufe (Abb. 7).

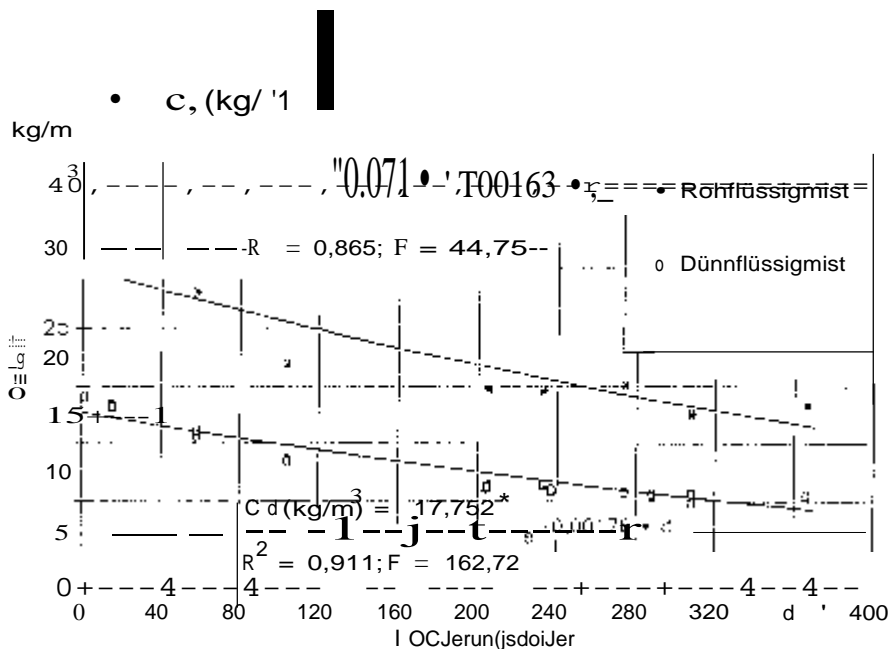


Abb. 7 Verlauf des Kohlenstoffgehaltes in anaerob gelagertem Bullenflüssigmist (korrigiert um K-Faktor)

Im Lagerzeitraum von 365 Tagen nimmt der Kohlenstoffgehalt von 30 kg/m³ nach 17 kg/m³ degressiv ab. Der Kohlenstoffgehalt des Düninflüssigmistes verringern sich im gleichen Zeitraum um 9,3 kg/m³ von 18 kg/m³. Sowohl das Ausmaß als auch die Intensität der Kohlenstoff-

fermentation sind im Rohflüssigmist stärker ausgeprägt. Das Ausgangsniveau des Dünflüssigmistes wird in der Rohgülle erst nach einer Fermentationszeit von 360 Tagen erreicht. Anaerobe Fermentationsprozesse führen nicht nur zu einem Massenabbau sondern verursachen gleichzeitig Veränderungen des Stickstoffgehaltes im Flüssigmist (Abb. 8).

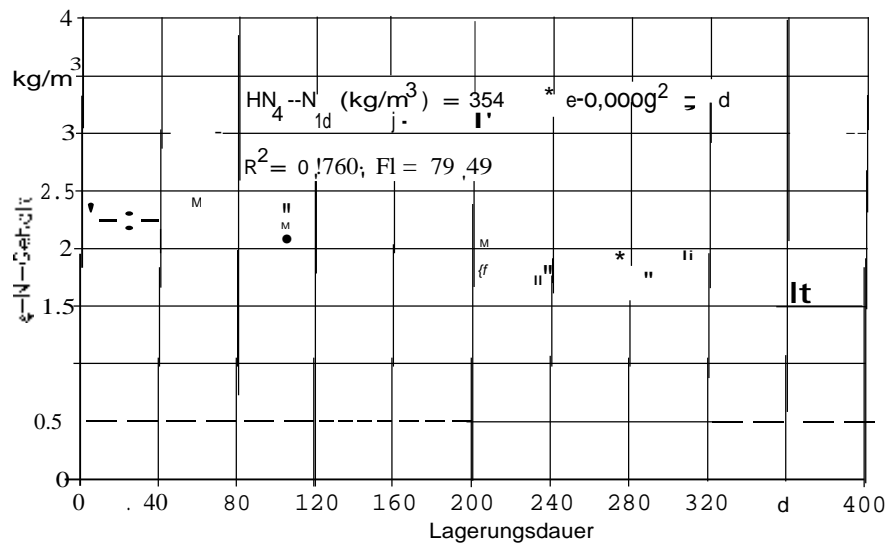


Abb. 8: Verlauf des Ammoniumgehaltes in anaerob gelagertem Bullenflüssigmist (korrigiert um K-Faktor)

Der Verlauf des Ammoniumgehaltes zeigt ebenfalls eine deutliche Abnahme von 2,3 kg/m³ nach 1,7 kg/m³. Bei der Lagerung von Flüssigmist findet im Gegensatz zu aeroben Lagersystemen kein Aufbau organischer Substanz statt. Die Abnahme des NH₄-N Gehaltes deutet demnach auf gasförmige Stickstoffverluste hin, die im Lagerzeitraum stattgefunden haben müssen. Diese These wird durch eine Betrachtung des Verlaufes der Gesamtstickstoffgehaltsveränderung deutlich (Abb. 9)

Der Gesamtstickstoffgehalt verringert sich von 3,7 kg/m³ nach 2,6 kg/m³ innerhalb von 360 Tagen um 30 % seines Ausgangswertes. Die Behandlungsmaßnahme blieb auf die Veränderung des NH₄-N bzw. N₁-Gehaltes ohne Bedeutung.

Bei der Lagerung von Flüssigmist in abgeschlossenen Lagerbehältern ist mit erheblichen Verlusten an organischer Substanz und Nährstoffen, insbesondere Stickstoff zu rechnen. Während über das Stickstoffverlustpotential der Flüssigmistlagerung weitgehend Klarheit besteht, muß in systematischen Untersuchungen der Stoffeinfluß (TS-, C-Gehalt) verschiedener Flüssigmistarten und vor allem auch die Frage nach dem Einfluß von Homogenisiervorgängen auf Nährstoffverluste geklärt werden. In diesem Zusammenhang ist zukünftig der Frage nachzugehen, mit welchen Erfolg Maßnahmen der Feststoffabtrennung Sink- und Schwimmschichtenbildung vermindern, weil dadurch Homogenisiervorgänge und Energieeinträge in Flüssigmistlagersysteme bzw. dadurch entscheidend verringert werden könnten.

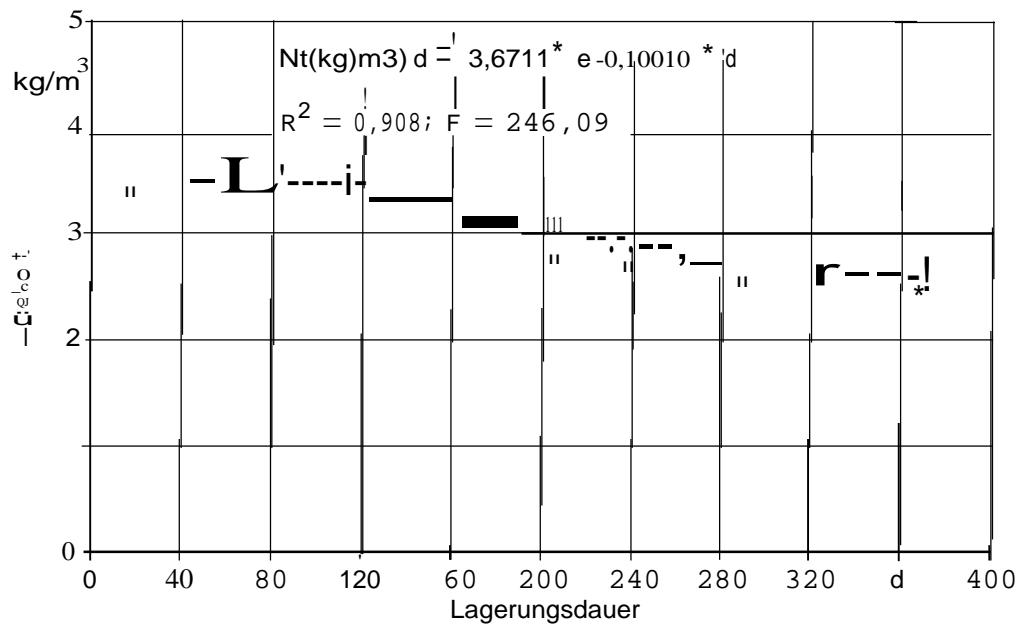


Abb. 9 Verlauf des Gesamtstickstoffgehaltes in anaerob gelagertem Bullenflüssigmist (korrigiert um: K-Faktor)

Literatur

Hüsgener, J. Rührsysteme für Güllelagerbehälter. Dissertation, Kiel 1

Güllebehandlung in Biogasanlagen

einzelne, Andreas Krieg und seine Mitarbeiter

Die Biogastechnologie erlebte in den letzten Jahren einen neuen Aufschwung. Deshalb mehrere Ursachen.

Man denkt heute mehr in Nährstoffkreisläufen als noch vor einigen Jahren, insbesondere bei Stickstoff. In Biogasanlagen lassen sich Stickstoffverluste fast vollständig reduzieren. Umso mehr muß aber bei der Ausbringung darauf geachtet werden, daß keine großen N-Verluste auftreten.

Durch das neue Gesetz zur Einspeisung und Vergütung von Strom ist es interessant geworden, Biogas zu verstromen, wodurch eine bessere Ausnutzung, vor allem auch im Sommer gegeben ist.

Im Rahmen des Bayerischen Programms zur verstärkten Nutzung erneuerbarer Energien werden Biogasanlagen mit 30 % gefördert.

Die anaerobe Güllebehandlung in Biogasanlagen ist eine praktikable Möglichkeit, die Emissionen aus Methan und Ammoniak während der Güllebehandlung und Lagerung zu verhindern.

Es wurden Möglichkeiten entwickelt, Biogasanlagen wesentlich billiger und funktionssicherer und damit wirtschaftlicher zu bauen als bisher. Hier sind vor allem Speicherbiogasanlagen mit Folienhaube zu nennen, aber auch verbesserte Durchfluß- und kombinierte Anlagen.

Es gibt jetzt versierte Fachleute, die den Landwirten bei Planung und Ausführung von Anlagen helfen.

Die nachfolgend noch eingehender behandelte Co-Fermentation, also die Verwertung organischer Reststoffe zusammen mit Gülle, ist für Landwirte und die Nahrungsmittelindustrie sehr interessant und gibt neue Impulse.

Die Nebeneffekte der Biogaserzeugung lassen sich heute besser bewerten und teilweise sogar quantifizieren. Folgende haben besondere Bedeutung:

In gut funktionierenden Biogasanlagen verliert die Gülle fast ganz ihren unangenehmen Geruch. Anders als bei der Güllebelüftung treten auch bei der Vergärung auf dem Hof keine Geruchsbelästigungen auf.

Der Nährstoffgehalt der Frischgülle bleibt voll erhalten. Das anfallende Biogas besteht fast ausschließlich aus den Elementen Wasserstoff, Sauerstoff und Kohlenstoff.

- 3) In guten Biogasanlagen wird die organische Trockensubstanz auf etwa die Hälfte abgebaut. Dadurch erhöht sich der Wassergehalt und reduziert die Stickstoffüchtigkeit bei der Ausbringung.

Die entgaste Gülle enthält durchschnittlich 1/3 mehr Ammonium-Stickstoff und weniger Nitrat-Stickstoff. Dadurch treten im Vergleich zu Rohgülle weniger N-Verluste durch Denitrifikation auf.

- 5) Durch ihren höheren Ammoniumgehalt ist Faulgülle ein nährstoffreicher Dünger, der auch gezielt als Kopfdünger ausgebracht werden kann.

Biogas-Gülle lässt sich leicht homogenisieren und verteilen. Sie läuft schneller von den Pflanzen ab und dringt gut in den Wurzelraum ein. Dadurch und wegen des geringen Gehaltes an organischen Säuren lassen sich Ätz- und Erstickungsschäden an Pflanzen vermeiden.

Die humusbildenden Bestandteile der Gülle bleiben erhalten. Allerdings hat Biogasgülle naturgemäß keine auflockernde Wirkung wie strohreicher Stallmist oder Kompost.

- 8) Bei ausreichender Verweilzeit verlieren Unkrautsamen ihre Keimfähigkeit. Eine hygienisierende Wirkung auf pathogene Keime wie z.B. Salmonellen tritt bei langen Verweilzeiten und höheren Temperaturen auf.

Wie schon betont, können diese positiven Nebeneffekte nur bei gut funktionierenden Anlagen voll wirksam werden. Wie man solche Anlagen plant und baut, ist den Insidern heute bekannt.

Zur Zeit werden Durchfluß- und Speicheranlagen und Kombinationen aus beiden Typen gebaut. Nach der neuesten Erhebung des KTBL vom Stand Okt. 92 gibt es in Westdeutschland 124 funktionierende landwirtschaftliche Biogasanlagen und in Ostdeutschland 6. Wir selbst haben im Rahmen einer Studie für das Umweltministerium über den Stand der regenerativen Energien in Bayern 51 Anlagen erfaßt, weitere 10 befinden sich im Bau oder in fester Planung.

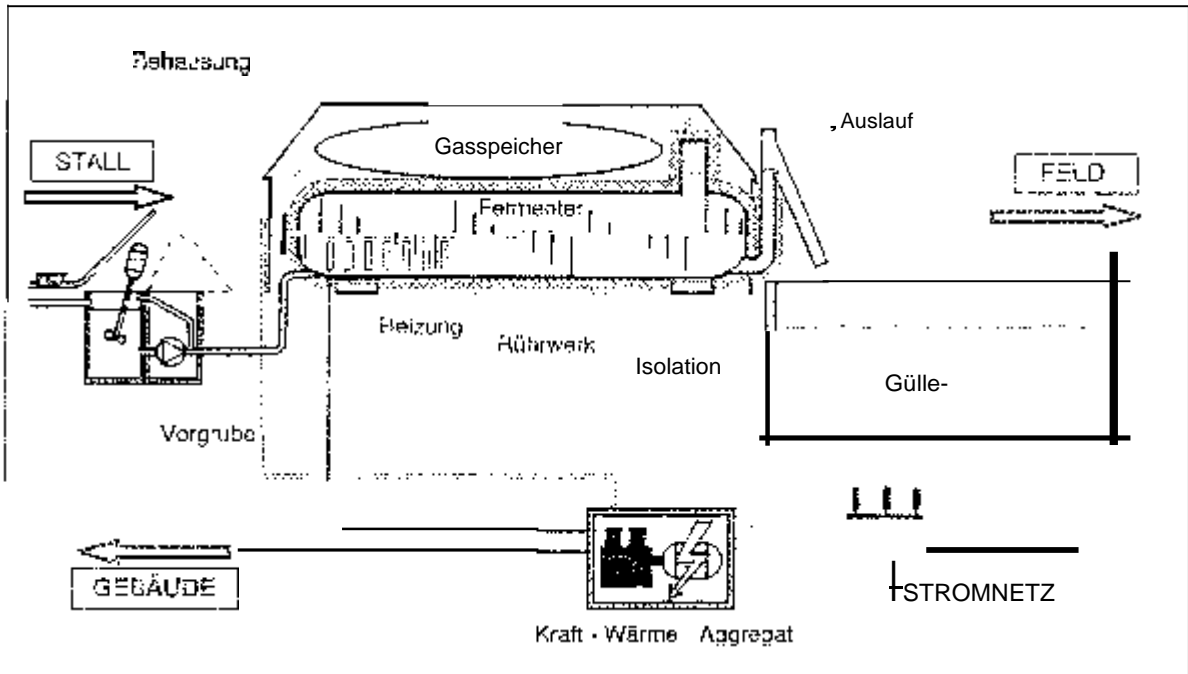
Die vier typischen Anlagen sollen hier kurz vorgestellt werden.

Durchfluß-Biogasanlage mit getrenntem Folien-Gasspeicher und Kraft/Wärme-Kopplung (Abb. 1)

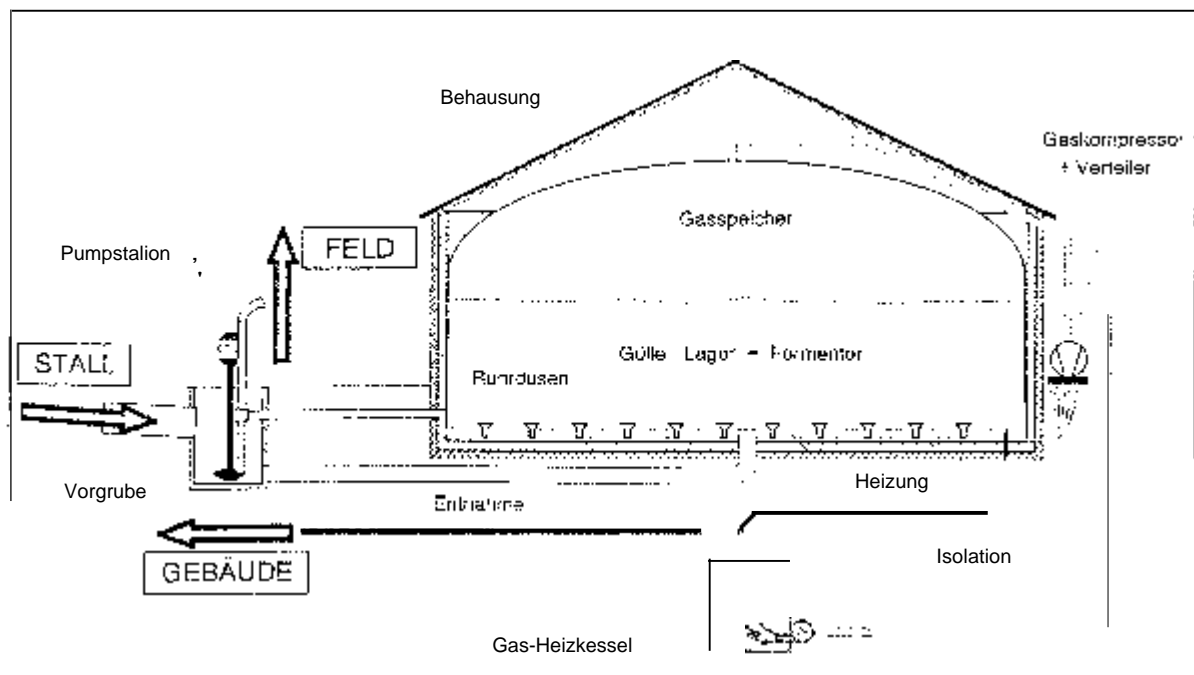
Speicher-Biogasanlage mit Gasaustrührvorrichtung, die in einen Gas-H₂O-Kessel führt (Abb. 2)

Durchfluß/Speicher-Biogasanlage mit getrennten Folien-Gasspeichern (Triesdorf) (Abb. 3)

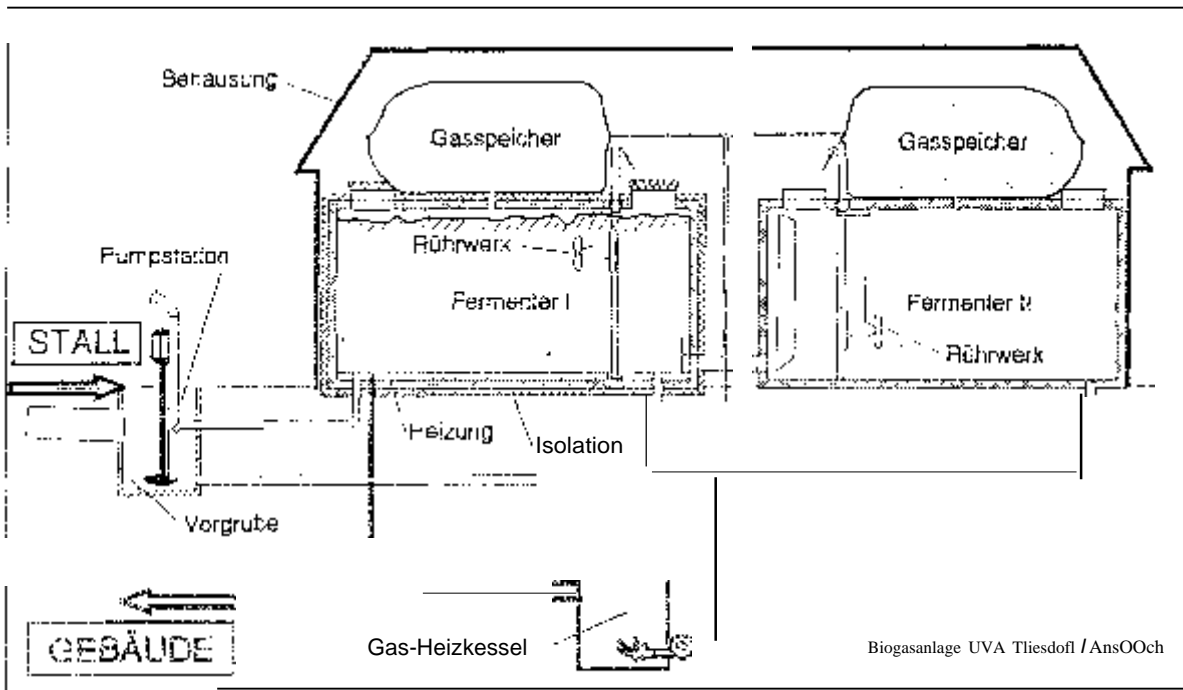
- 0 Du IIß-Biogasanlage Sirvintos/Litauen, die mit einfachen Mitteln durch Anbringen einer Folienhaube auf einem bestehenden Betonbecken in einem Rossgewächshaus gebaut wird (Abb. 4).



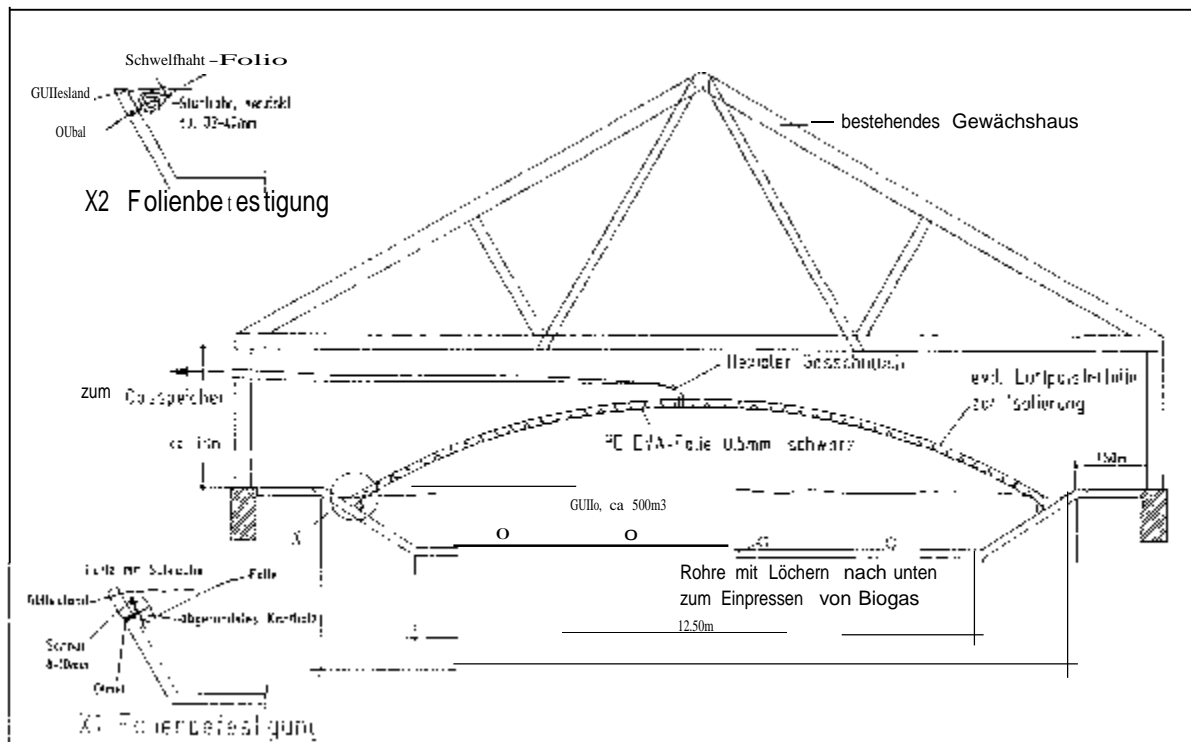
Durchfluß-Biogasanlage mit Kraft/Wärme-Kopplung



Speicher-Biogasanlage mit Gas-Heizkessel



13: Kombination Speiche rchluß-Biogasa l e m as-Heizkessel



Vorschlag für Biogasanlage "Strivintor"

Eine neue interessante Aufgabe landwirtschaftlicher Biogasanlagen ist die schon
 rz angesprochene Co-Fermentation, also die Mitvergärung organischer Reststoffe,
 vor em aus der Nahrungsmittelverarbeitung. Der Landwirt hat 3 Vorteile:

- 1) er bekommt eine Entsorgungsgebühr, die z. Z. je nach rial zwischen 5,
 und 50,00 DM/ta liegen kann
- die Gasleistung der Biogasanlage kann in gü gen en nzenweislich
 auf das 6-fache, bezogen auf Gülle, gesteigert we e
- 3) durch Rückführung vo Nährstoffen kann ine dü ge ges we en.

Volkswirtschaftlich gese i dese löglichkeit du h Einsparen von Sondermül-
 Depoalerraum und durch geringere U weitbelastung n interessant.

In der Ernährungsindustrie fallen nämlich im Verhältnis zur Masse der eingesetzten
 Rohstoffe relativ große Reststoffmengen an. Sie werden auf jährlich rund 40
 Millionen Tonnen im Bundesgebiet 1989 geschätzt. Diese Produktionsrückstände
 belasten die Umwelt vor allem durch hohen Sauerstoffbedarf in Gewässern, großen
 Raumbedarf und Geruchsemissionen auf Oeponien (Abb. 5).

Wirtschaftssektor	Brauche	Produktionsrückstand	Menge t/a	
Landwirtschaft	Pflanzenproduktion	Grünabfall Ernterückstände		
	Tierproduktion	Kot, Urin	220.000	
Ernährungs- und Agrarindustrie	Brauereien	Biertreber		
		Bierhefe		
		Malzstaub	2.000	
	Mälzereien	Malzkeime		
		Auspülgereite	40	
	Brennereien		50	
	Hefeindustrie		220	
	Ölmühlen	beladene Bleicherde	20	
				270
	Stärkeindustrie			
		Zuckerindustrie	Naßschnitzel	6.000
Obst und Gemüse verarbeitende Industrie		Melasse	30	
		Verleserückstände		
		Schälrückstände	252	
		Panseninhalt	220	
		Darmabfälle	28	
	Flotallatte		26	

5: ic
 rungsindustrie

Diese Belastungen stellen zwar selten unmittelbare Gefahren durch Vergiftung oder Verseuchung dar, sind aber durch den Stellenwert dieses Industriezweiges und seine flächendeckende Verbreitung dennoch problematisch. Die Reststoff-Problematik wird erst in jüngster Zeit unter den Aspekten Vermeidung und Verwertung branchenweit aktiv angegangen.

Der Einsatzbereich der Anaerobtechnik erstreckt sich von der Behandlung organisch belasteter Abwässer bis hin zur Behandlung fester organischer Reststoffe aus der Landwirtschaft, den Haushalten und der Ernährungsindustrie. Es entsteht bei der anaeroben Fermentation der hochwertige Energieträger Biogas. Im Sinne einer CO₂-neutralen und ressourcenschonenden Energieerzeugung müssen zukünftig vermehrt biogen-organische Reststoffe energetisch genutzt werden. Die Heranziehung dieses bereits vorhandenen Energiepotentials hat Priorität vor eigens dafür auf landwirtschaftlichen Flächen erzeugter Biomasse.

Eine bislang noch wenig außerhalb der Landwirtschaft beachtete energetische Verwertung organischer Reststoffe, besteht in der Co-Fermentation solcher Substrate in landwirtschaftlichen Biogas-Anlagen.

Weltweit werden die unterschiedlichsten Reststoffe in solchen Biogas-Anlagen mitfermentiert. In Dänemark werden in 9 landwirtschaftlichen Biogas-Gemeinschaftsanlagen, mit einem Reaktorvolumen zwischen 600 m³ und 7200 m³, folgende Reststoffe zusammen mit Gülle als Fermentationsgrundstoff vergoren:

Magen- und Darminhalte und Fettschlamm aus Schlachtereien, Fettschlamm und Abfälle aus der Fischindustrie, Bleicherde aus ¹ - ² - ³ - ⁴ - ⁵ - ⁶ - ⁷ - ⁸ - ⁹ - ¹⁰ - ¹¹ - ¹² - ¹³ - ¹⁴ - ¹⁵ - ¹⁶ - ¹⁷ - ¹⁸ - ¹⁹ - ²⁰ - ²¹ - ²² - ²³ - ²⁴ - ²⁵ - ²⁶ - ²⁷ - ²⁸ - ²⁹ - ³⁰ - ³¹ - ³² - ³³ - ³⁴ - ³⁵ - ³⁶ - ³⁷ - ³⁸ - ³⁹ - ⁴⁰ - ⁴¹ - ⁴² - ⁴³ - ⁴⁴ - ⁴⁵ - ⁴⁶ - ⁴⁷ - ⁴⁸ - ⁴⁹ - ⁵⁰ - ⁵¹ - ⁵² - ⁵³ - ⁵⁴ - ⁵⁵ - ⁵⁶ - ⁵⁷ - ⁵⁸ - ⁵⁹ - ⁶⁰ - ⁶¹ - ⁶² - ⁶³ - ⁶⁴ - ⁶⁵ - ⁶⁶ - ⁶⁷ - ⁶⁸ - ⁶⁹ - ⁷⁰ - ⁷¹ - ⁷² - ⁷³ - ⁷⁴ - ⁷⁵ - ⁷⁶ - ⁷⁷ - ⁷⁸ - ⁷⁹ - ⁸⁰ - ⁸¹ - ⁸² - ⁸³ - ⁸⁴ - ⁸⁵ - ⁸⁶ - ⁸⁷ - ⁸⁸ - ⁸⁹ - ⁹⁰ - ⁹¹ - ⁹² - ⁹³ - ⁹⁴ - ⁹⁵ - ⁹⁶ - ⁹⁷ - ⁹⁸ - ⁹⁹ - ¹⁰⁰ - ¹⁰¹ - ¹⁰² - ¹⁰³ - ¹⁰⁴ - ¹⁰⁵ - ¹⁰⁶ - ¹⁰⁷ - ¹⁰⁸ - ¹⁰⁹ - ¹¹⁰ - ¹¹¹ - ¹¹² - ¹¹³ - ¹¹⁴ - ¹¹⁵ - ¹¹⁶ - ¹¹⁷ - ¹¹⁸ - ¹¹⁹ - ¹²⁰ - ¹²¹ - ¹²² - ¹²³ - ¹²⁴ - ¹²⁵ - ¹²⁶ - ¹²⁷ - ¹²⁸ - ¹²⁹ - ¹³⁰ - ¹³¹ - ¹³² - ¹³³ - ¹³⁴ - ¹³⁵ - ¹³⁶ - ¹³⁷ - ¹³⁸ - ¹³⁹ - ¹⁴⁰ - ¹⁴¹ - ¹⁴² - ¹⁴³ - ¹⁴⁴ - ¹⁴⁵ - ¹⁴⁶ - ¹⁴⁷ - ¹⁴⁸ - ¹⁴⁹ - ¹⁵⁰ - ¹⁵¹ - ¹⁵² - ¹⁵³ - ¹⁵⁴ - ¹⁵⁵ - ¹⁵⁶ - ¹⁵⁷ - ¹⁵⁸ - ¹⁵⁹ - ¹⁶⁰ - ¹⁶¹ - ¹⁶² - ¹⁶³ - ¹⁶⁴ - ¹⁶⁵ - ¹⁶⁶ - ¹⁶⁷ - ¹⁶⁸ - ¹⁶⁹ - ¹⁷⁰ - ¹⁷¹ - ¹⁷² - ¹⁷³ - ¹⁷⁴ - ¹⁷⁵ - ¹⁷⁶ - ¹⁷⁷ - ¹⁷⁸ - ¹⁷⁹ - ¹⁸⁰ - ¹⁸¹ - ¹⁸² - ¹⁸³ - ¹⁸⁴ - ¹⁸⁵ - ¹⁸⁶ - ¹⁸⁷ - ¹⁸⁸ - ¹⁸⁹ - ¹⁹⁰ - ¹⁹¹ - ¹⁹² - ¹⁹³ - ¹⁹⁴ - ¹⁹⁵ - ¹⁹⁶ - ¹⁹⁷ - ¹⁹⁸ - ¹⁹⁹ - ²⁰⁰ - ²⁰¹ - ²⁰² - ²⁰³ - ²⁰⁴ - ²⁰⁵ - ²⁰⁶ - ²⁰⁷ - ²⁰⁸ - ²⁰⁹ - ²¹⁰ - ²¹¹ - ²¹² - ²¹³ - ²¹⁴ - ²¹⁵ - ²¹⁶ - ²¹⁷ - ²¹⁸ - ²¹⁹ - ²²⁰ - ²²¹ - ²²² - ²²³ - ²²⁴ - ²²⁵ - ²²⁶ - ²²⁷ - ²²⁸ - ²²⁹ - ²³⁰ - ²³¹ - ²³² - ²³³ - ²³⁴ - ²³⁵ - ²³⁶ - ²³⁷ - ²³⁸ - ²³⁹ - ²⁴⁰ - ²⁴¹ - ²⁴² - ²⁴³ - ²⁴⁴ - ²⁴⁵ - ²⁴⁶ - ²⁴⁷ - ²⁴⁸ - ²⁴⁹ - ²⁵⁰ - ²⁵¹ - ²⁵² - ²⁵³ - ²⁵⁴ - ²⁵⁵ - ²⁵⁶ - ²⁵⁷ - ²⁵⁸ - ²⁵⁹ - ²⁶⁰ - ²⁶¹ - ²⁶² - ²⁶³ - ²⁶⁴ - ²⁶⁵ - ²⁶⁶ - ²⁶⁷ - ²⁶⁸ - ²⁶⁹ - ²⁷⁰ - ²⁷¹ - ²⁷² - ²⁷³ - ²⁷⁴ - ²⁷⁵ - ²⁷⁶ - ²⁷⁷ - ²⁷⁸ - ²⁷⁹ - ²⁸⁰ - ²⁸¹ - ²⁸² - ²⁸³ - ²⁸⁴ - ²⁸⁵ - ²⁸⁶ - ²⁸⁷ - ²⁸⁸ - ²⁸⁹ - ²⁹⁰ - ²⁹¹ - ²⁹² - ²⁹³ - ²⁹⁴ - ²⁹⁵ - ²⁹⁶ - ²⁹⁷ - ²⁹⁸ - ²⁹⁹ - ³⁰⁰ - ³⁰¹ - ³⁰² - ³⁰³ - ³⁰⁴ - ³⁰⁵ - ³⁰⁶ - ³⁰⁷ - ³⁰⁸ - ³⁰⁹ - ³¹⁰ - ³¹¹ - ³¹² - ³¹³ - ³¹⁴ - ³¹⁵ - ³¹⁶ - ³¹⁷ - ³¹⁸ - ³¹⁹ - ³²⁰ - ³²¹ - ³²² - ³²³ - ³²⁴ - ³²⁵ - ³²⁶ - ³²⁷ - ³²⁸ - ³²⁹ - ³³⁰ - ³³¹ - ³³² - ³³³ - ³³⁴ - ³³⁵ - ³³⁶ - ³³⁷ - ³³⁸ - ³³⁹ - ³⁴⁰ - ³⁴¹ - ³⁴² - ³⁴³ - ³⁴⁴ - ³⁴⁵ - ³⁴⁶ - ³⁴⁷ - ³⁴⁸ - ³⁴⁹ - ³⁵⁰ - ³⁵¹ - ³⁵² - ³⁵³ - ³⁵⁴ - ³⁵⁵ - ³⁵⁶ - ³⁵⁷ - ³⁵⁸ - ³⁵⁹ - ³⁶⁰ - ³⁶¹ - ³⁶² - ³⁶³ - ³⁶⁴ - ³⁶⁵ - ³⁶⁶ - ³⁶⁷ - ³⁶⁸ - ³⁶⁹ - ³⁷⁰ - ³⁷¹ - ³⁷² - ³⁷³ - ³⁷⁴ - ³⁷⁵ - ³⁷⁶ - ³⁷⁷ - ³⁷⁸ - ³⁷⁹ - ³⁸⁰ - ³⁸¹ - ³⁸² - ³⁸³ - ³⁸⁴ - ³⁸⁵ - ³⁸⁶ - ³⁸⁷ - ³⁸⁸ - ³⁸⁹ - ³⁹⁰ - ³⁹¹ - ³⁹² - ³⁹³ - ³⁹⁴ - ³⁹⁵ - ³⁹⁶ - ³⁹⁷ - ³⁹⁸ - ³⁹⁹ - ⁴⁰⁰ - ⁴⁰¹ - ⁴⁰² - ⁴⁰³ - ⁴⁰⁴ - ⁴⁰⁵ - ⁴⁰⁶ - ⁴⁰⁷ - ⁴⁰⁸ - ⁴⁰⁹ - ⁴¹⁰ - ⁴¹¹ - ⁴¹² - ⁴¹³ - ⁴¹⁴ - ⁴¹⁵ - ⁴¹⁶ - ⁴¹⁷ - ⁴¹⁸ - ⁴¹⁹ - ⁴²⁰ - ⁴²¹ - ⁴²² - ⁴²³ - ⁴²⁴ - ⁴²⁵ - ⁴²⁶ - ⁴²⁷ - ⁴²⁸ - ⁴²⁹ - ⁴³⁰ - ⁴³¹ - ⁴³² - ⁴³³ - ⁴³⁴ - ⁴³⁵ - ⁴³⁶ - ⁴³⁷ - ⁴³⁸ - ⁴³⁹ - ⁴⁴⁰ - ⁴⁴¹ - ⁴⁴² - ⁴⁴³ - ⁴⁴⁴ - ⁴⁴⁵ - ⁴⁴⁶ - ⁴⁴⁷ - ⁴⁴⁸ - ⁴⁴⁹ - ⁴⁵⁰ - ⁴⁵¹ - ⁴⁵² - ⁴⁵³ - ⁴⁵⁴ - ⁴⁵⁵ - ⁴⁵⁶ - ⁴⁵⁷ - ⁴⁵⁸ - ⁴⁵⁹ - ⁴⁶⁰ - ⁴⁶¹ - ⁴⁶² - ⁴⁶³ - ⁴⁶⁴ - ⁴⁶⁵ - ⁴⁶⁶ - ⁴⁶⁷ - ⁴⁶⁸ - ⁴⁶⁹ - ⁴⁷⁰ - ⁴⁷¹ - ⁴⁷² - ⁴⁷³ - ⁴⁷⁴ - ⁴⁷⁵ - ⁴⁷⁶ - ⁴⁷⁷ - ⁴⁷⁸ - ⁴⁷⁹ - ⁴⁸⁰ - ⁴⁸¹ - ⁴⁸² - ⁴⁸³ - ⁴⁸⁴ - ⁴⁸⁵ - ⁴⁸⁶ - ⁴⁸⁷ - ⁴⁸⁸ - ⁴⁸⁹ - ⁴⁹⁰ - ⁴⁹¹ - ⁴⁹² - ⁴⁹³ - ⁴⁹⁴ - ⁴⁹⁵ - ⁴⁹⁶ - ⁴⁹⁷ - ⁴⁹⁸ - ⁴⁹⁹ - ⁵⁰⁰ - ⁵⁰¹ - ⁵⁰² - ⁵⁰³ - ⁵⁰⁴ - ⁵⁰⁵ - ⁵⁰⁶ - ⁵⁰⁷ - ⁵⁰⁸ - ⁵⁰⁹ - ⁵¹⁰ - ⁵¹¹ - ⁵¹² - ⁵¹³ - ⁵¹⁴ - ⁵¹⁵ - ⁵¹⁶ - ⁵¹⁷ - ⁵¹⁸ - ⁵¹⁹ - ⁵²⁰ - ⁵²¹ - ⁵²² - ⁵²³ - ⁵²⁴ - ⁵²⁵ - ⁵²⁶ - ⁵²⁷ - ⁵²⁸ - ⁵²⁹ - ⁵³⁰ - ⁵³¹ - ⁵³² - ⁵³³ - ⁵³⁴ - ⁵³⁵ - ⁵³⁶ - ⁵³⁷ - ⁵³⁸ - ⁵³⁹ - ⁵⁴⁰ - ⁵⁴¹ - ⁵⁴² - ⁵⁴³ - ⁵⁴⁴ - ⁵⁴⁵ - ⁵⁴⁶ - ⁵⁴⁷ - ⁵⁴⁸ - ⁵⁴⁹ - ⁵⁵⁰ - ⁵⁵¹ - ⁵⁵² - ⁵⁵³ - ⁵⁵⁴ - ⁵⁵⁵ - ⁵⁵⁶ - ⁵⁵⁷ - ⁵⁵⁸ - ⁵⁵⁹ - ⁵⁶⁰ - ⁵⁶¹ - ⁵⁶² - ⁵⁶³ - ⁵⁶⁴ - ⁵⁶⁵ - ⁵⁶⁶ - ⁵⁶⁷ - ⁵⁶⁸ - ⁵⁶⁹ - ⁵⁷⁰ - ⁵⁷¹ - ⁵⁷² - ⁵⁷³ - ⁵⁷⁴ - ⁵⁷⁵ - ⁵⁷⁶ - ⁵⁷⁷ - ⁵⁷⁸ - ⁵⁷⁹ - ⁵⁸⁰ - ⁵⁸¹ - ⁵⁸² - ⁵⁸³ - ⁵⁸⁴ - ⁵⁸⁵ - ⁵⁸⁶ - ⁵⁸⁷ - ⁵⁸⁸ - ⁵⁸⁹ - ⁵⁹⁰ - ⁵⁹¹ - ⁵⁹² - ⁵⁹³ - ⁵⁹⁴ - ⁵⁹⁵ - ⁵⁹⁶ - ⁵⁹⁷ - ⁵⁹⁸ - ⁵⁹⁹ - ⁶⁰⁰ - ⁶⁰¹ - ⁶⁰² - ⁶⁰³ - ⁶⁰⁴ - ⁶⁰⁵ - ⁶⁰⁶ - ⁶⁰⁷ - ⁶⁰⁸ - ⁶⁰⁹ - ⁶¹⁰ - ⁶¹¹ - ⁶¹² - ⁶¹³ - ⁶¹⁴ - ⁶¹⁵ - ⁶¹⁶ - ⁶¹⁷ - ⁶¹⁸ - ⁶¹⁹ - ⁶²⁰ - ⁶²¹ - ⁶²² - ⁶²³ - ⁶²⁴ - ⁶²⁵ - ⁶²⁶ - ⁶²⁷ - ⁶²⁸ - ⁶²⁹ - ⁶³⁰ - ⁶³¹ - ⁶³² - ⁶³³ - ⁶³⁴ - ⁶³⁵ - ⁶³⁶ - ⁶³⁷ - ⁶³⁸ - ⁶³⁹ - ⁶⁴⁰ - ⁶⁴¹ - ⁶⁴² - ⁶⁴³ - ⁶⁴⁴ - ⁶⁴⁵ - ⁶⁴⁶ - ⁶⁴⁷ - ⁶⁴⁸ - ⁶⁴⁹ - ⁶⁵⁰ - ⁶⁵¹ - ⁶⁵² - ⁶⁵³ - ⁶⁵⁴ - ⁶⁵⁵ - ⁶⁵⁶ - ⁶⁵⁷ - ⁶⁵⁸ - ⁶⁵⁹ - ⁶⁶⁰ - ⁶⁶¹ - ⁶⁶² - ⁶⁶³ - ⁶⁶⁴ - ⁶⁶⁵ - ⁶⁶⁶ - ⁶⁶⁷ - ⁶⁶⁸ - ⁶⁶⁹ - ⁶⁷⁰ - ⁶⁷¹ - ⁶⁷² - ⁶⁷³ - ⁶⁷⁴ - ⁶⁷⁵ - ⁶⁷⁶ - ⁶⁷⁷ - ⁶⁷⁸ - ⁶⁷⁹ - ⁶⁸⁰ - ⁶⁸¹ - ⁶⁸² - ⁶⁸³ - ⁶⁸⁴ - ⁶⁸⁵ - ⁶⁸⁶ - ⁶⁸⁷ - ⁶⁸⁸ - ⁶⁸⁹ - ⁶⁹⁰ - ⁶⁹¹ - ⁶⁹² - ⁶⁹³ - ⁶⁹⁴ - ⁶⁹⁵ - ⁶⁹⁶ - ⁶⁹⁷ - ⁶⁹⁸ - ⁶⁹⁹ - ⁷⁰⁰ - ⁷⁰¹ - ⁷⁰² - ⁷⁰³ - ⁷⁰⁴ - ⁷⁰⁵ - ⁷⁰⁶ - ⁷⁰⁷ - ⁷⁰⁸ - ⁷⁰⁹ - ⁷¹⁰ - ⁷¹¹ - ⁷¹² - ⁷¹³ - ⁷¹⁴ - ⁷¹⁵ - ⁷¹⁶ - ⁷¹⁷ - ⁷¹⁸ - ⁷¹⁹ - ⁷²⁰ - ⁷²¹ - ⁷²² - ⁷²³ - ⁷²⁴ - ⁷²⁵ - ⁷²⁶ - ⁷²⁷ - ⁷²⁸ - ⁷²⁹ - ⁷³⁰ - ⁷³¹ - ⁷³² - ⁷³³ - ⁷³⁴ - ⁷³⁵ - ⁷³⁶ - ⁷³⁷ - ⁷³⁸ - ⁷³⁹ - ⁷⁴⁰ - ⁷⁴¹ - ⁷⁴² - ⁷⁴³ - ⁷⁴⁴ - ⁷⁴⁵ - ⁷⁴⁶ - ⁷⁴⁷ - ⁷⁴⁸ - ⁷⁴⁹ - ⁷⁵⁰ - ⁷⁵¹ - ⁷⁵² - ⁷⁵³ - ⁷⁵⁴ - ⁷⁵⁵ - ⁷⁵⁶ - ⁷⁵⁷ - ⁷⁵⁸ - ⁷⁵⁹ - ⁷⁶⁰ - ⁷⁶¹ - ⁷⁶² - ⁷⁶³ - ⁷⁶⁴ - ⁷⁶⁵ - ⁷⁶⁶ - ⁷⁶⁷ - ⁷⁶⁸ - ⁷⁶⁹ - ⁷⁷⁰ - ⁷⁷¹ - ⁷⁷² - ⁷⁷³ - ⁷⁷⁴ - ⁷⁷⁵ - ⁷⁷⁶ - ⁷⁷⁷ - ⁷⁷⁸ - ⁷⁷⁹ - ⁷⁸⁰ - ⁷⁸¹ - ⁷⁸² - ⁷⁸³ - ⁷⁸⁴ - ⁷⁸⁵ - ⁷⁸⁶ - ⁷⁸⁷ - ⁷⁸⁸ - ⁷⁸⁹ - ⁷⁹⁰ - ⁷⁹¹ - ⁷⁹² - ⁷⁹³ - ⁷⁹⁴ - ⁷⁹⁵ - ⁷⁹⁶ - ⁷⁹⁷ - ⁷⁹⁸ - ⁷⁹⁹ - ⁸⁰⁰ - ⁸⁰¹ - ⁸⁰² - ⁸⁰³ - ⁸⁰⁴ - ⁸⁰⁵ - ⁸⁰⁶ - ⁸⁰⁷ - ⁸⁰⁸ - ⁸⁰⁹ - ⁸¹⁰ - ⁸¹¹ - ⁸¹² - ⁸¹³ - ⁸¹⁴ - ⁸¹⁵ - ⁸¹⁶ - ⁸¹⁷ - ⁸¹⁸ - ⁸¹⁹ - ⁸²⁰ - ⁸²¹ - ⁸²² - ⁸²³ - ⁸²⁴ - ⁸²⁵ - ⁸²⁶ - ⁸²⁷ - ⁸²⁸ - ⁸²⁹ - ⁸³⁰ - ⁸³¹ - ⁸³² - ⁸³³ - ⁸³⁴ - ⁸³⁵ - ⁸³⁶ - ⁸³⁷ - ⁸³⁸ - ⁸³⁹ - ⁸⁴⁰ - ⁸⁴¹ - ⁸⁴² - ⁸⁴³ - ⁸⁴⁴ - ⁸⁴⁵ - ⁸⁴⁶ - ⁸⁴⁷ - ⁸⁴⁸ - ⁸⁴⁹ - ⁸⁵⁰ - ⁸⁵¹ - ⁸⁵² - ⁸⁵³ - ⁸⁵⁴ - ⁸⁵⁵ - ⁸⁵⁶ - ⁸⁵⁷ - ⁸⁵⁸ - ⁸⁵⁹ - ⁸⁶⁰ - ⁸⁶¹ - ⁸⁶² - ⁸⁶³ - ⁸⁶⁴ - ⁸⁶⁵ - ⁸⁶⁶ - ⁸⁶⁷ - ⁸⁶⁸ - ⁸⁶⁹ - ⁸⁷⁰ - ⁸⁷¹ - ⁸⁷² - ⁸⁷³ - ⁸⁷⁴ - ⁸⁷⁵ - ⁸⁷⁶ - ⁸⁷⁷ - ⁸⁷⁸ - ⁸⁷⁹ - ⁸⁸⁰ - ⁸⁸¹ - ⁸⁸² - ⁸⁸³ - ⁸⁸⁴ - ⁸⁸⁵ - ⁸⁸⁶ - ⁸⁸⁷ - ⁸⁸⁸ - ⁸⁸⁹ - ⁸⁹⁰ - ⁸⁹¹ - ⁸⁹² - ⁸⁹³ - ⁸⁹⁴ - ⁸⁹⁵ - ⁸⁹⁶ - ⁸⁹⁷ - ⁸⁹⁸ - ⁸⁹⁹ - ⁹⁰⁰ - ⁹⁰¹ - ⁹⁰² - ⁹⁰³ - ⁹⁰⁴ - ⁹⁰⁵ - ⁹⁰⁶ - ⁹⁰⁷ - ⁹⁰⁸ - ⁹⁰⁹ - ⁹¹⁰ - ⁹¹¹ - ⁹¹² - ⁹¹³ - ⁹¹⁴ - ⁹¹⁵ - ⁹¹⁶ - ⁹¹⁷ - ⁹¹⁸ - ⁹¹⁹ - ⁹²⁰ - ⁹²¹ - ⁹²² - ⁹²³ - ⁹²⁴ - ⁹²⁵ - ⁹²⁶ - ⁹²⁷ - ⁹²⁸ - ⁹²⁹ - ⁹³⁰ - ⁹³¹ - ⁹³² - ⁹³³ - ⁹³⁴ - ⁹³⁵ - ⁹³⁶ - ⁹³⁷ - ⁹³⁸ - ⁹³⁹ - ⁹⁴⁰ - ⁹⁴¹ - ⁹⁴² - ⁹⁴³ - ⁹⁴⁴ - ⁹⁴⁵ - ⁹⁴⁶ - ⁹⁴⁷ - ⁹⁴⁸ - ⁹⁴⁹ - ⁹⁵⁰ - ⁹⁵¹ - ⁹⁵² - ⁹⁵³ - ⁹⁵⁴ - ⁹⁵⁵ - ⁹⁵⁶ - ⁹⁵⁷ - ⁹⁵⁸ - ⁹⁵⁹ - ⁹⁶⁰ - ⁹⁶¹ - ⁹⁶² - ⁹⁶³ - ⁹⁶⁴ - ⁹⁶⁵ - ⁹⁶⁶ - ⁹⁶⁷ - ⁹⁶⁸ - ⁹⁶⁹ - ⁹⁷⁰ - ⁹⁷¹ - ⁹⁷² - ⁹⁷³ - ⁹⁷⁴ - ⁹⁷⁵ - ⁹⁷⁶ - ⁹⁷⁷ - ⁹⁷⁸ - ⁹⁷⁹ - ⁹⁸⁰ - ⁹⁸¹ - ⁹⁸² - ⁹⁸³ - ⁹⁸⁴ - ⁹⁸⁵ - ⁹⁸⁶ - ⁹⁸⁷ - ⁹⁸⁸ - ⁹⁸⁹ - ⁹⁹⁰ - ⁹⁹¹ - ⁹⁹² - ⁹⁹³ - ⁹⁹⁴ - ⁹⁹⁵ - ⁹⁹⁶ - ⁹⁹⁷ - ⁹⁹⁸ - ⁹⁹⁹ - ¹⁰⁰⁰ - ¹⁰⁰¹ - ¹⁰⁰² - ¹⁰⁰³ - ¹⁰⁰⁴ - ¹⁰⁰⁵ - ¹⁰⁰⁶ - ¹⁰⁰⁷ - ¹⁰⁰⁸ - ¹⁰⁰⁹ - ¹⁰¹⁰ - ¹⁰¹¹ - ¹⁰¹² - ¹⁰¹³ - ¹⁰¹⁴ - ¹⁰¹⁵ - ¹⁰¹⁶ - ¹⁰¹⁷ - ¹⁰¹⁸ - ¹⁰¹⁹ - ¹⁰²⁰ - ¹⁰²¹ - ¹⁰²² - ¹⁰²³ - ¹⁰²⁴ - ¹⁰²⁵ - ¹⁰²⁶ - ¹⁰²⁷ - ¹⁰²⁸ - ¹⁰²⁹ - ¹⁰³⁰ - ¹⁰³¹ - ¹⁰³² - ¹⁰³³ - ¹⁰³⁴ - ¹⁰³⁵ - ¹⁰³⁶ - ¹⁰³⁷ - ¹⁰³⁸ - ¹⁰³⁹ - ¹⁰⁴⁰ - ¹⁰⁴¹ - ¹⁰⁴² - ¹⁰⁴³ - ¹⁰⁴⁴ - ¹⁰⁴⁵ - ¹⁰⁴⁶ - ¹⁰⁴⁷ - ¹⁰⁴⁸ - ¹⁰⁴⁹ - ¹⁰⁵⁰ - ¹⁰⁵¹ - ¹⁰⁵² - ¹⁰⁵³ - ¹⁰⁵⁴ - ¹⁰⁵⁵ - ¹⁰⁵⁶ - ¹⁰⁵⁷ - ¹⁰⁵⁸ - ¹⁰⁵⁹ - ¹⁰⁶⁰ - ¹⁰⁶¹ - ¹⁰⁶² - ¹⁰⁶³ - ¹⁰⁶⁴ - ¹⁰⁶⁵ - ¹⁰⁶⁶ - ¹⁰⁶⁷ - ¹⁰⁶⁸ - ¹⁰⁶⁹ - ¹⁰⁷⁰ - ¹⁰⁷¹ - ¹⁰⁷² - ¹⁰⁷³ - ¹⁰⁷⁴ - ¹⁰⁷⁵ - ¹⁰⁷⁶ - ¹⁰⁷⁷ - ¹⁰⁷⁸ - ¹⁰⁷⁹ - ¹⁰⁸⁰ - ¹⁰⁸¹ - ¹⁰⁸² - ¹⁰⁸³ - ¹⁰⁸⁴ - ¹⁰⁸⁵ - ¹⁰⁸⁶ - ¹⁰⁸⁷ - ¹⁰⁸⁸ - ¹⁰⁸⁹ - ¹⁰⁹⁰ - ¹⁰⁹¹ - ¹⁰⁹² - ¹⁰⁹³ - ¹⁰⁹⁴ - ¹⁰⁹⁵ - ¹⁰⁹⁶ - ¹⁰⁹⁷ - ¹⁰⁹⁸ - ¹⁰⁹⁹ - ¹¹⁰⁰ - ¹¹⁰¹ - ¹¹⁰² - ¹¹⁰³ - ¹¹⁰⁴ - ¹¹⁰⁵ - ¹¹⁰⁶ - ¹¹⁰⁷ - ¹¹⁰⁸ - ¹¹⁰⁹ - ¹¹¹⁰ - ¹¹¹¹ - ¹¹¹² - ¹¹¹³ - ¹¹¹⁴ - ¹¹¹⁵ - ¹¹¹⁶ - ¹¹¹⁷ - ¹¹¹⁸ - ¹¹¹⁹ - ¹¹²⁰ - ¹¹²¹ - ¹¹²² - ¹¹²³ - ¹¹²⁴ - ¹¹²⁵ - ¹¹²⁶ - ¹¹²⁷ - ¹¹²⁸ - ¹¹²⁹ - ¹¹³⁰ - ¹¹³¹ - ¹¹³² - ¹¹³³ - ¹¹³⁴ - ¹¹³⁵ - ¹¹³⁶ - ¹¹³⁷ - ¹¹³⁸ - ¹¹³⁹ - ¹¹⁴⁰ - ¹¹⁴¹ - ¹¹⁴² - ¹¹⁴³ - ¹¹⁴⁴ - ¹¹⁴⁵ - ¹¹⁴⁶ - ¹¹⁴⁷ - ¹¹⁴⁸ - ¹¹⁴⁹ - ¹¹⁵⁰ - ¹¹⁵¹ - ¹¹⁵² - ¹¹⁵³ - ¹¹⁵⁴ - ¹¹⁵⁵ - ¹¹⁵⁶ - ¹¹⁵⁷ - ¹¹⁵⁸ - ¹¹⁵⁹ - ¹¹⁶⁰ - ¹¹⁶¹ - ¹¹⁶² - ¹¹⁶³ - ¹¹⁶⁴ - ¹¹⁶⁵ - ¹¹⁶⁶ - ¹¹⁶⁷ - ¹¹⁶⁸ - ¹¹⁶⁹ - ¹¹⁷⁰ - ¹¹⁷¹ - ¹¹⁷² - ¹¹⁷³ - ¹¹⁷⁴ - ¹¹⁷⁵ - ¹¹⁷⁶

Die **Charakteristika und Grenzen der Kombination** von biogen-organischen Reststoffen aus der Ernährungsindustrie zusammen mit Gülle in landwirtschaftlichen Biogasanlagen, sowie die damit einhergehenden Forderungen an die Verfahrenstechnik, sind vereinfacht in Tabelle 1 zusammengefaßt dargestellt.

1: **Wesentliche Gesichtspunkte und Forderungen bei biogen-organischen Reststoffen als Zuschlagstoff zur Fermentation in landwirtschaftlichen Biogasanlagen**

Parameter	Relevanz	Postulate
Basissubstrat	Art Konsistenz Vertübarkeit Schadstoffgehalt	Exkremate von Wiederkäuern, oder aktiver Faulschlamm permanent, je nach Bedarf keine Schadstoffe
Zuschlagstoff	Art Aufbereitung Vertübarkeit Schadstoffe	biogen-organische Reststoffe üblich: pumpfähig, keine Störstoffe permanent oder chargenweise dosierbar unter Grenzwerten der AbfKlärV, bei <u>möglicher</u> Persistenz nicht geeignet
Fermentation	Prozeßstabilität Beladungsflexibilität Steuerungsmöglichkeit	gegeben bei Zuschlag bis 20 Vol. % <u>Beladungsänderung nicht stoffweise</u>
Technik	Betriebssicherheit Energieverbrauch Wartungsaufwand Energieverwertung	mögl. gering, z.Zt. ca. 30 % der Bruttoenergieerzeugung aus Gülle mögl. gering, ca. 3 % d. Invest.k. optimale Verwertungsart anstreben
Arbeitsbedingung	MAK-Werte	
Umwelt	Emissionen während der Fermentation NH ₃ -Verdampfung Nitrat-Auswaschung Schadstoffeintrag	<u>Gasdichtigkeit des Systems obligat</u> , <u>kein Bioogas unverbrannt emittieren</u> Minimierung durch optimales Gülle- management ausschließen durch Wahl der Gärstoffe
Biogas	Qualität Quantität Verwertung	brennbares Gasgemisch (min. 50 % CH ₄) ökonomisches Maximum anstreben <u>100 % thermische Verwertung obligat</u>
Fermentierte Gülle	Stoffliche schatten Flächenanspruch Management	pumpfähig, keine Störstoffe, homogen, Nährstoffgehalt muß bekannt sein Menge standort- und bedarfsgerecht Zeitpunkt nach Bedarf, Klima- und Bodenverhältnissen optimieren -Ver- wustarme Technik einsetzen
Wirtschaftlichkeit	Investitionskosten Investitionskostenart Amortisation	senken durch Eigenleistung, keine Sonderanfertigungen mögl. hoher Anteil variabler Kosten unter 10 Jahre, Nutz.dauer mindestens 20 J. bei hoher Qualität der Anlage

Praxis der Compostierung von Schlamm aus der Holzzapfel, Eichhörnchen, geschildert

Bei der Biogasanlage handelt es sich um eine Speicheranlage, wo gleichzeitig Biogasanlage ist (siehe Abb. 2). Eine Güllegrube mit 18 m Durchmesser und 5 m Höhe aus Beton ist an Boden und Wand wärmegeklämt und mit einer Folienhaube abgedeckt. Die Anlage ist seit 1986 in Betrieb. Mit der Gütle von ca. 100 GV Mastbullen, etwa 4 - 5 m³ pro Tag, liefert sie im Durchschnitt 1 Biogas mit einem Methangehalt von ca. 65 %, siehe Tabelle 2

2: nliche - und riedate r 8 ogasanl e Holzapfel, Eichhörnchen

Speicheranlage im Güllolager:	ca. 1.400 m ³ Gülleinhalt:
täglich zugeführte Güllemenge:	ca. 4,5 m ³
Gärtemperatur:	C
tägliche Gasmenge:	ca. 1 m ³ bei 65 % CH ₄
Trockensubstanzgehalt:	ca. 9,5 %
organischer TS-Gehalt:	ca. 90 % = ca. 380 kg/d
spezifischer Gasertrag:	ca. 0,39 m ³ /kg oTS

Die Kartoffelschlempe wird von Herrn Holzapfel mit eigenem Tank von einem nahegelegenen Brennereibetrieb abgeholt. Während der Kampagnenzeit von Oktober bis März werden pro Woche an einem Tag ca. 7,5 m³ Schlempe geholt und auf einmal direkt in die Anlage gegeben.

Da die Schlempe bei der Zugabe eine Temperatur von ca. 50°C aufweist, verringert sich während der Wintermonate der Energiebedarf zur Erwärmung der Gütle sehr stark. Die spezifischen Daten von Schlempen sind in Tabelle 3 dargestellt

Nach der Zugabe der Schlempe steigt die Gasproduktion in den folgenden 20 Stunden deutlich. In dieser Zeit werden bereits ca. 150 m³ mehr Gas produziert. Binnen 4 Tage ist die wöchentliche Charge an Schlempe in Biogas umgesetzt. Dabei bildet sich aus 7,5 m³ Kartoffelschlempe im Schnitt 260 m³ Biogas mehr (siehe Tabelle 4). Deutlich ist jedoch ein Sinken der Gasqualität in den ersten Tagen auf ca. 55 % CH₄. Dies ist vermutlich auf die stoßweise Belastung des Prozesses zurückzuführen.

3: Kennwerte von Brennschierm

		Kartoffel- schlempe	Apfel- schlempe	Zwetschgenschlempe
TS-Gehalte	%	3,7	2,2	2,6
oTS-Gehalt	%	94	95	92
Gasausbeute	m ³ /kg oTS		0,	
Methanausbeute	m ³ /kg oTS		0,33	0,31
spezifische Gasproduktion	L ₀ /L ₀ ...		13	14

Tab. 4 Durchschnitts-Kennwerte der CO-Fermentation Gülle + Kartoffelschlempe, Betrieb Holzappel, Ellighofen

wöchentliche Schlempezugabe:	7500 Liter
Trockensubstanzgehalt (Gülle + Schlempe):	5 %
organischer TS-Gehalt (Gülle + Schlempe)	95 % = 360 kg/d
anteilige Gasproduktion aus Schlempe	25 % = 260 m ³ /Woche

Im Jahresverlauf benötigt der landwirtschaftliche Betrieb während der Wintermonate mehr Energie. Die Verwertung von Kartoffelschlempe zur Energiegewinnung genau in dieser Zeit des Mehrverbrauchs deckt sich ideal mit dem Energiebedarf. Es ist ein Beispiel einer bedarfsorientierten Biogaserzeugung.

Eine der Zukunftsaufgaben besteht darin, die Möglichkeiten und das Potential dieses Verwertungs- und gleichzeitig Energieerzeugungsweges mittels der vorhandenen biogen-organischen Reststoffe zusammen mit Gülle als Fermentationsgrundstoff zu untersuchen und zu beschreiben.

Die mit oder ohne Beimengung anaerob behandelte Gülle kommt im Vergleich mit anderen organischen Düngern dem flüssigen Mineraldünger am nächsten. Sie ist somit gleich diesem direkt nach dem aktuellen Nährstoffbedarf der Kultur einzusetzen.

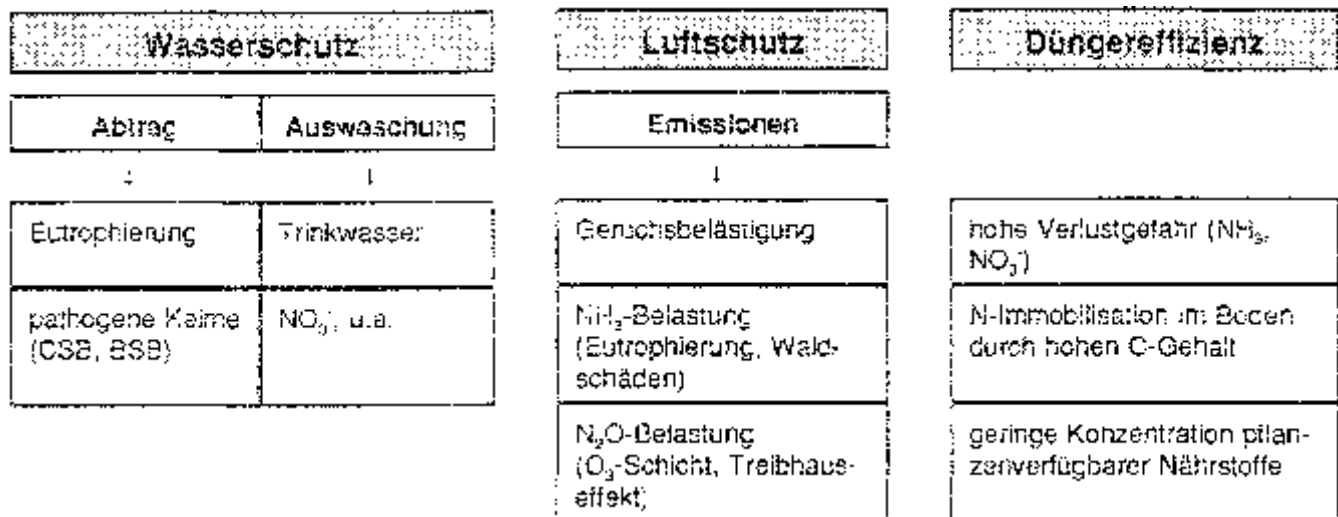
Mit der Zumischung von organischen Reststoffen zur Gülle wird erreicht, daß dieses Güllebehandlungsverfahren nicht nur kostenneutral ist, sondern über die Biogasverwertung auch einträglich wird.

Umweltgerechte Verfahrenstechnik der Flüssigmistausbringung

Andreas Gronauer, Thomas Amon und Josef Boxberger

Umweltaspekte der Flüssigmistausbringung

Stickstoff stellt für das pflanzliche Massenwachstum den wichtigsten Nährstoff dar. In der landwirtschaftlichen Praxis existieren jedoch große Probleme einer effizienten Nutzung dieses Nährstoffs, vor allem hinsichtlich der Verwertung organischer Dünger. Der Grund hierfür ist hauptsächlich in den Stickstoffverlusten zu sehen (Abb. 1). Stickstoffverluste treten, neben oberflächlichem Abtrag einerseits als Auswaschungsverluste in Form von NO_3^- und andererseits als Verflüchtigung in die Luft in Form von Ammoniak auf (unter speziellen Bodenbedingungen treten noch N-Verluste durch Denitrifikation in Form von N_2O hinzu).

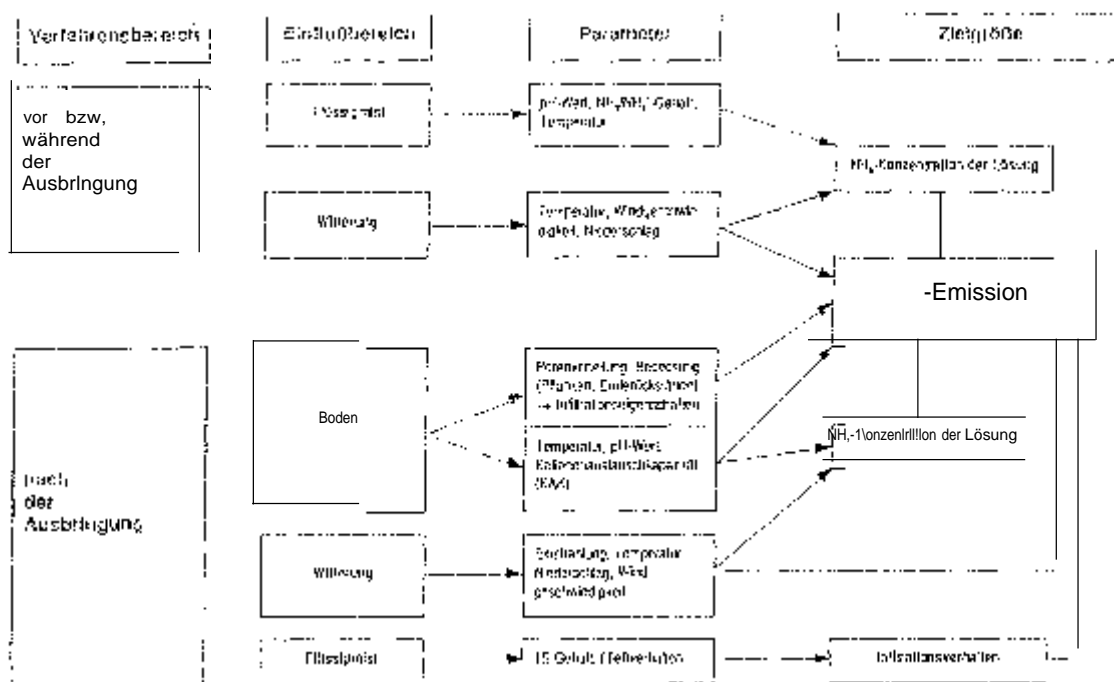


Problembereiche der Flüssigmistverwertung (Umwelt)

2. Einflußfaktoren auf die Ammoniakverflüchtigung

Stickstoffverluste durch Ammoniakverflüchtigung beeinflussen die Umwelt in vielfältiger Weise und besitzen eine besonders wichtige Stellung in der Frage nach der Umweltverträglichkeit. Auf die Ammoniakfreisetzung nehmen eine Reihe verschiedener Faktoren Einfluß. Sie unterscheiden sich sowohl im Verfahrensbereich (vor, während und nach der Ausbringung), als auch hinsichtlich flüssigmistspezifischer Parameter, bzw. umweltbedingter Faktoren (Witterung, Boden). Für die bessere Übersicht wird die Darstellung der Einflußfaktoren in "nicht technische" (Abb.2) und "technische" (Abb.3) getrennt. Die "nicht-technischen" Einflußfaktoren greifen sowohl direkt (Witterungs- und Bodenparameter) als auch indirekt über die NH_3 -Konzentration im Flüssigmist und die Bodeninfiltrationseigenschaften in den Vorgang der NH_3 -Emission ein (Abb.2). Während der Ausbringung bestimmen die "technischen" Parameter der Flüssigmistverteilung, Wurfweite, Wurfhöhe und Abwurfwinkel die Expositionszeit des Flüssigmistes in der Luft. Die Höhe der auftretenden

Ammoniakemission ergibt sich in Verbindung mit der Flüssigkeitsoberfläche, bedingt durch die Tropfengrößenverteilung im Ausbringstrahl. Nach der Ausbringung kann die Ammoniakemission durch die Art der Applikation (flächendeckend, streifenförmig-oberflächlich, streifenförmig eingearbeitet) beeinflusst werden (Abb.3).



2: "Nicht-technische" Einflußfaktoren auf die Ammoniakfreisetzung aus Flüssigmist vor, während und nach der Applikation

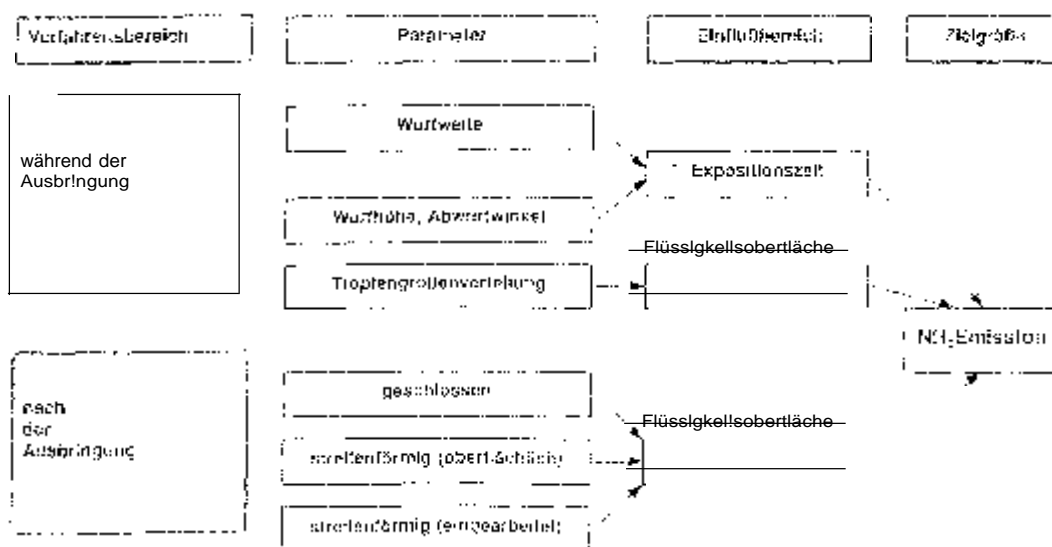


Abb. 3 "Technische" Einflußfaktoren auf die Ammoniakfreisetzung aus Flüssigmist vor, während und nach der Applikation

Während der Flüssigmistausbringung treten möglichen Gesamtverlust auf (Abb. 4). relativ geringe Verluste, gemessen am

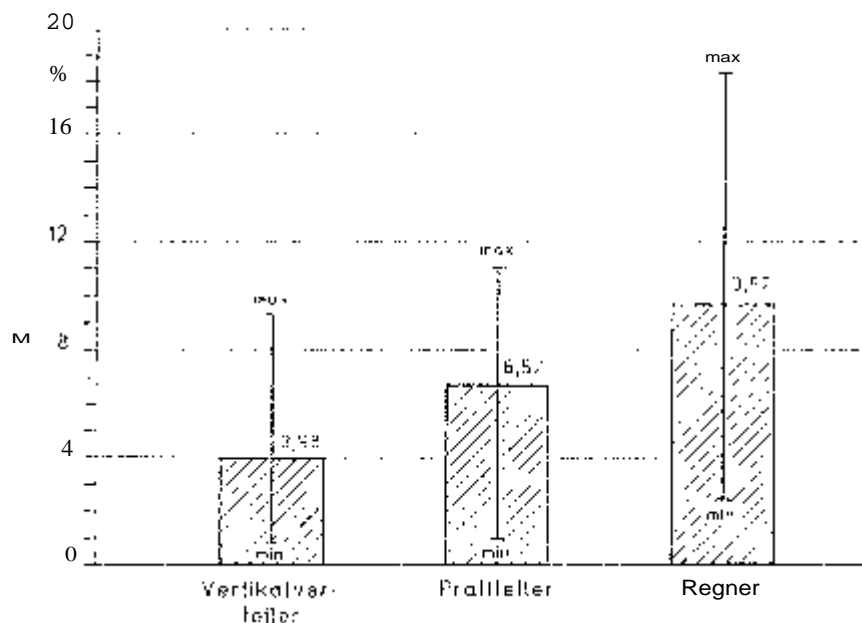


Abb. 4 Ammoniakverluste während der Flüssigmistausbringung (Flugphase) Vertikal-, Parallelverteiler und Regner (Gronauer, 1990)

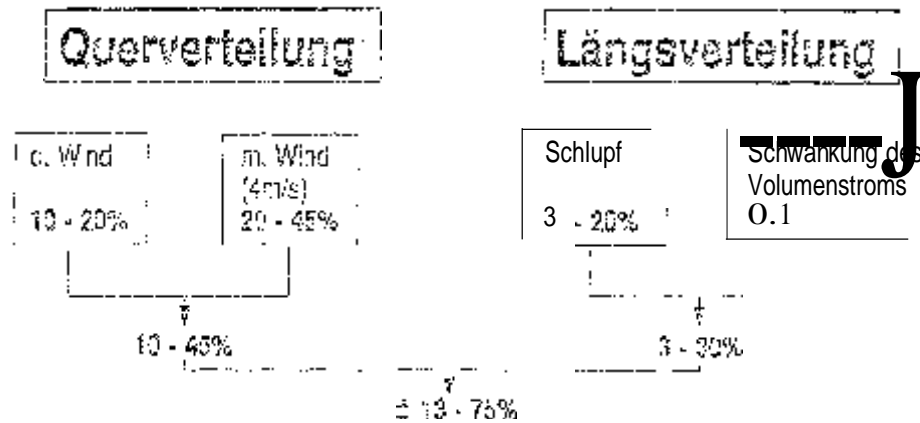
Der Bereich "während der Ausbringung" erhält jedoch höhere Bedeutung vor dem Hintergrund des sehr kurzen Zeitraumes, währenddessen die Emissionen auftreten, und der relativ einfachen Möglichkeiten der Emissionsvermeidung z.B. durch bodennahe Applikationstechnik).

3. Verteilgenauigkeit bei der Flüssigmistausbringung

In diesem Zusammenhang muß die Ausbringtechnik auch hinsichtlich der mengenmäßigen Verteilgenauigkeit bewertet werden. Werfende Verteileinrichtungen mit Variationskoeffizienten von < 15% weisen Spitzenabweichungen in der Ausbringmenge von 10-20% ohne und 20-45% mit Windeinfluß (4 m/s) auf (DLG, 1989). Zu dieser Ungenauigkeit in der Querverteilung treten Variationen in der Längsverteilung. Durch den Schlupf des Schlepperantriebrades treten Schwankungen in der Vorfahrtgeschwindigkeit auf, die bis zu 20% betragen können. Schwankungen in der Durchflußmenge am Tankwagenausgang, die vor allem füllstandsabhängig sind, beeinflussen die Verteilgenauigkeit in Längsrichtung ebenfalls. Durch die Addition der möglichen Einflußgrößen auf die Verteilgenauigkeit ergibt sich eine Schwankungsbreite von 13-75%. Auf eine angenommene Düngergabe von 100 kg N/ha/a ergibt sich eine mögliche Abweichung von 25-175 kg N/ha/a (Abb.5). In der Praxis traten Symptome ungleichmäßig gedüngter Pflanzenbestände wenig in Erscheinung, da einerseits der Großteil des Flüssigmistes zu Kulturen mit einem breiten Stickstoffoptimum, z.B. Mais und Zwischenfrüchte appliziert wurde und andererseits keine "N-Überdüngung" aufgrund der zum Teil hohen Ammoniak-N-Verluste stattgefunden hat. Eine verlustarme

und damit umweltschonende Flüssigmistausbringung erfordert demnach eine deutlich verbesserte Verteilgenauigkeit.

Nach einer Umfrage von Traulsen und Holz, 1991, werden in der Praxis überwiegend Pralltellerverteiler eingesetzt, für welche die vorausgehende Beschreibung zur Verteilgenauigkeit mehr als zutrifft.



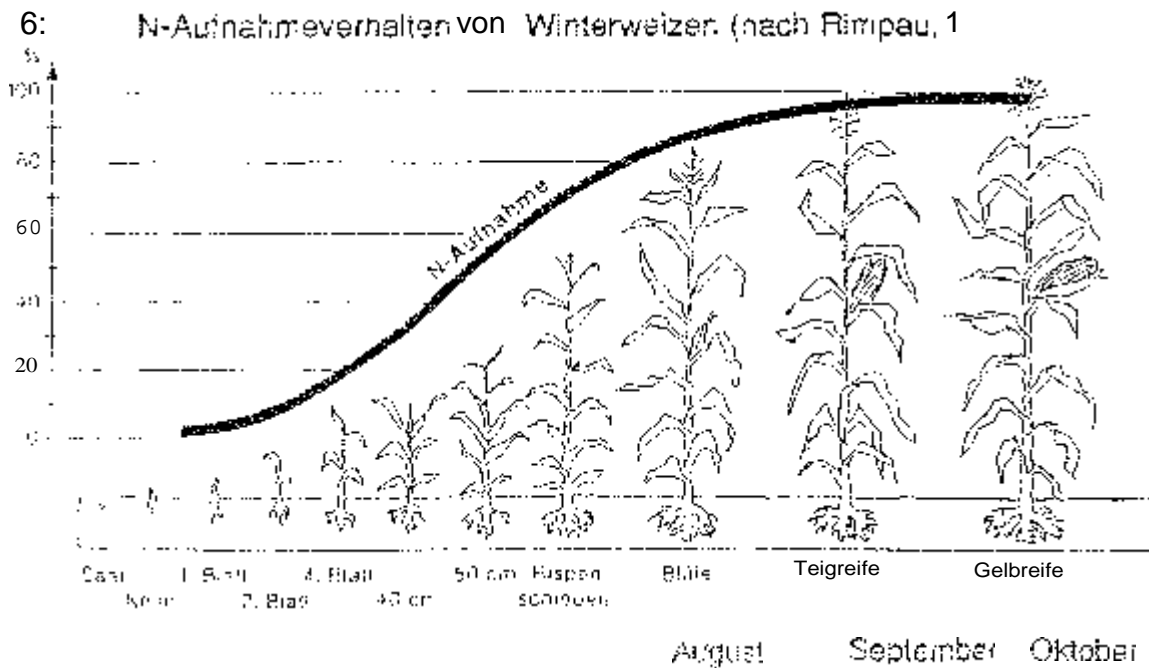
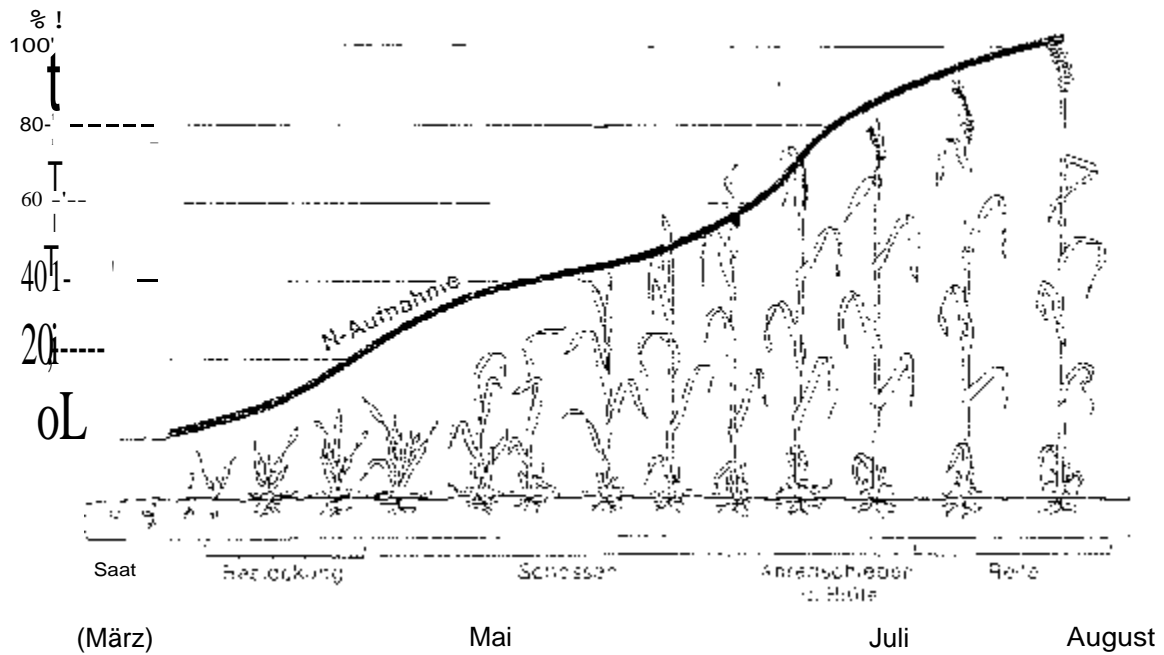
Düngergabe 100 kg N/ha ----> Max. Schwankungsbreite 25 - 175 kg^N

Abb. 5 Schwankungsbereich der Flüssigmistausbringungen und Folgen für die N-Düngerverteilung auf dem Feld

4. Optimale Ausbringzeiten

Ein weiterer Faktor für die umweltschonende Flüssigmistverwertung stellt der Ausbringzeitpunkt dar. Verschiedene Untersuchungen zeigen, daß die Aushutzung des Flüssigmiststickstoffs durch die Kultur umso höher ist, je näher der Ausbringtermin an den N-Aufnahmezeiträumen durch die Pflanze liegt. Beispielhaft sei auf die N-Aufnahme von Winterweizen und Mais hingewiesen (Abb. 6 u. 7.).

Winterweizenbestände benötigen bis zur Mitte der Bestockung 40% und danach bis einschließlich der Kornbildung 60% der gesamten N-Aufnahme. Somit ergeben sich ideale Flüssigmistdüngungszeiträume in den Entwicklungsstadien EC 13 (geringe Startgabe), EC 21-25 und EC 30-35. Für Mais, der in seiner Jugendentwicklung bis zum 4-Blattstadium nur ca 20% der gesamten N-Menge aufnehmen kann und bis zur Blüte nahezu 90% des gesamten Stickstoffs aufnimmt, ergeben sich unter bayerischen Verhältnissen ideale Ausbringzeiträume in den Monaten Ende Juni bis Mitte Juli (vgl. Abb. 7). Aus den pflanzenphysiologischen Bedingungen der einzelnen Kulturarten ergeben sich somit kulturspezifische Termine für die Flüssigmistausbringung, die eine optimale Verwertung des Flüssigmiststickstoffs versprechen (vgl. MAIDL, F.X. : "Pflanzenbauliche Anforderungen an die Gütleausbringung und Düngerbewertung").



N-Aufnahmeverhalten von

Die Ausbringtermine in die wachsenden Kulturen stellen erhebliche Ansprüche an die Verfahrenstechnik vor allem deshalb, weil zu diesen Zeiten durch die Witterungsverhältnisse (v.a. Temperatur) ein höheres NH_3 -Verlustpotential vorherrscht als im zeitigen Frühjahr.

5. Anforderungen an die Verfahrenstechnik

Durch die Verhältnisse im Pflanzenbau, der Pflanzenphysiologie, die Faktoren der Ammoniakverflüchtigung und Nitratauswaschung ergeben sich neue Anforderungen an die Verfahrenstechnik für eine umweltschonende Flüssigmistausbringetechnik (Tab. 2).

Bodennahe Ausbringung kann durch Verteilgeräte wie Schleppschlauch, Schleppschuh, Schlitz- und Injektionsgeräte erreicht werden. Die Anforderungen an die Verteilgenauigkeit und Forderung nach bodennaher Ausbringung lassen den Einsatz von werfenden Breitverteifern (Pralteiler, Düsen, Regnern) nicht zu.

Tab. 2: Anforderungen an die Verfahrenstechnik der Flüssigmistverwertung

1.	Bodennahe Flüssigmistapplikation
2.	Ausbringetermine in den intensiven Wachstumsstadien der Kulturen
3.	In Reihenkulturen Kombination der Ausbringung mit Einarbeitung, Anhäufeln u.ä. mit dem Effekt einer mechanischen Unkrautbekämpfung
4.	Minimierung der Bodenbelastung (Kontaktfächenbelastung)
5.	Optimierung der Dosierbarkeit (Nährstoffäquivalent) Min. Gabe 20 kg N/ha -> für Schweineflüssigmist 5 m ³ /ha Max. Gabe 80 kg N/ha -> bei Milchviehflüssigmist 40 m ³ /ha
6.	Verbesserung der Verteilgenauigkeit, v.a. der Längsverteilgenauigkeit

Durch den Einsatz von Niederdruckbreitreifen und möglichst weitgehende Reduzierung des Gesamtgewichtes der Ausbringeinheit läßt sich die Bodenbelastung verringern.

Die Optimierung der Dosierbarkeit in Verbindung mit einer verbesserten Verteilgenauigkeit erfordern Regelsysteme, welche die effektive Ausbringmenge je Zeiteinheit in Abhängigkeit zur Vorfahrtgeschwindigkeit stufenlos regeln können. Gleichzeitig müssen diese Regelsysteme bei einer kalkulatorischen Arbeitsbreite von 12 m, einer maximalen Ausbringmenge von 40 m³/ha und einem Schwankungsbereich der Vorfahrtgeschwindigkeit von 0 - 10 km/h einen Regelbereich für den Durchfluß von 0-130 l/s aufweisen. Als zentrales Glied in einem derartigen Regelsystem ist ein Bordcomputer erforderlich, der die von den Sensoren ermittelten Istgrößen (Durchfluß) aufnimmt und verarbeitet, sowie die entsprechenden Informationen (Sollgrößen) an die Stellglieder weiterleitet. Weiterhin muß eine Speicher-einheit in diesem Rechner vorhanden sein, in der die Soll- und Istgrößen gespeichert und verrechnet werden können, um für eine weitere Datenverarbeitung und Steuerung zur Verfügung zu stehen.

Von verschiedenen Firmen werden zum Teil derartige Systeme angeboten, wobei Überprüfung der Genauigkeit dieser Regeleinrichtungen noch aussteht.

6. Einteilung verschiedener Verfahren

Für die Düngungszeitpunkte vor dem Pflanzenwachstum eignet sich die in den landwirtschaftlichen Betrieben vorherrschende Ausbringetechnik nur bedingt (Verteilerproblem, hoher Bodendruck). Für die Ausbringung in die Vegetation kann bis zu gewissen Entwicklungsstadien (bei Getreide bis zum Ende der Bestockung) mit allen Verfahren (Abb. 8) Flüssigmist ausgebracht werden (vorhergehende Anforderungen vorausgesetzt).

Grundsätzlich lassen sich die derzeit einsetzbaren Verfahren in absätziges Verfahren, das heißt mit Trennung zwischen Feld- und Straßen-transport durch Feldrandpufferbehälter oder direktes Überladen bewerkstelligt, und das kontinuierliche Verfahren (Ausbringung und Straßen-transport mit dem selben Fahrzeug) einteilen (Abb. 8).

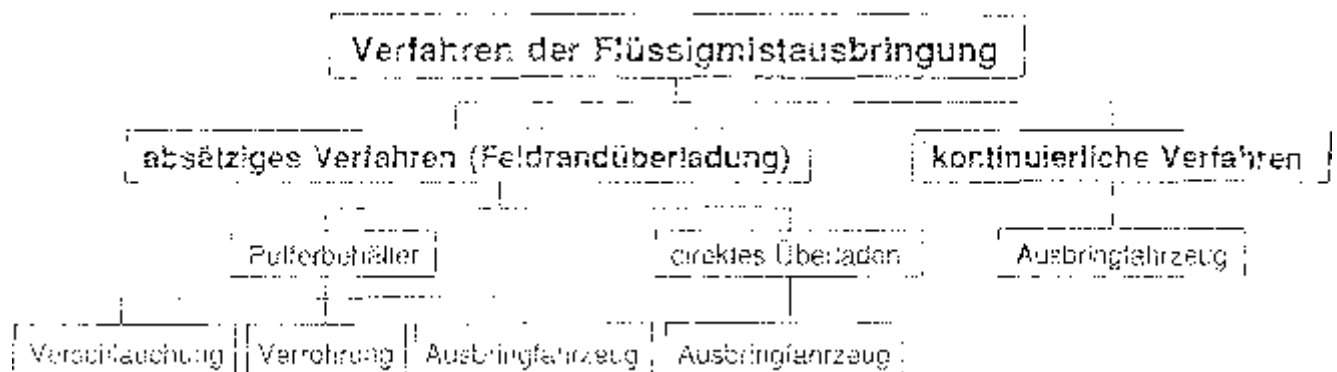


Abb. 8 Einordnung der Verfahren zur Flüssigmistausbringung

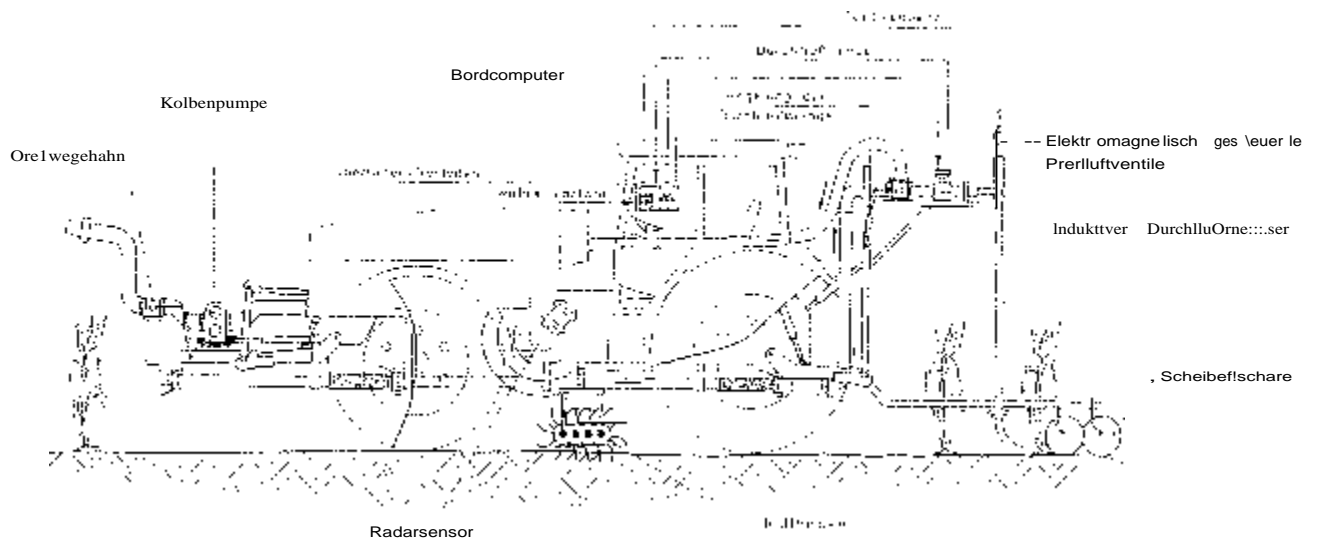
Für absätziges Verfahren können sowohl verschiedene Trägerfahrzeuge (Trac, LKW, Unimog, Geräteträger) eingesetzt werden, als auch die Verfahren der Verschlauchung (flexibler Schlauch) und Verrohrung (starres PE-Rohr) zur Anwendung kommen.

In Kombination mit dem Verfahren der Verschlauchung werden die Verteilorgane Regner, Schlitz- und Injektionsgeräte bisher nicht eingesetzt. Für das Verfahren der Verrohrung existieren bisher keine technischen Lösungen für Schlitz- und Injektionsgeräte.

Bei Getreide besteht die Möglichkeit während der Bestockung mit Niederdruckbreitreifen (Terra-Technik) und Schleppschlauch- bzw. Schleppschuhverteiler zu düngen, wobei feststoffreicher Flüssigmist zur Reduzierung der NH_3 -Emissionen durch Feststoffabtrennung (Separierung) behandelt werden sollte. Für Mais werden derzeit neue Verfahren entwickelt die eine Flüssigmistdüngung in die Maisbestände bis zum 5-6-Blattstadium ermöglichen und mit einer mechanischen Unkrautbekämpfungsmaßnahme gekoppelt werden (Abb. 9).

Als Trägerfahrzeug dient ein Geräteträger mit einem Tankaufbau (3,5 m³ Fassungsvermögen). Im Frontanbau befindet sich eine Drehkolbenpumpe mit Ansaugrohr, wodurch ein schnelles Überladen des Flüssigmistes am Feldrand erreicht wird. Im Zwischenanbau sind

Bodenbearbeitungswerkzeuge angebracht, welche den Boden zwischen den Reihen krümeln und eine mechanische Unkrautbekämpfung in der Reihe durchführen. Der im Heck angebaute Verteileinrichtung (Schleppschräuche) wird der Flüssigmist durch die Drehkolbenpumpe zugeführt und bodennah auf die Maisreihe abgelegt. Die nachlaufenden Häufelkörper nehmen den aufgelockerten Boden zwischen den Reihen auf und werfen ihn auf den Flüssigmist in den Reihen. Somit wird das NH_3 -Verlustpotential aus dem Flüssigmist durch die Abdeckung des Flüssigmistes minimiert. Durch einen induktiven Durchflußmesser, die Taktung durch elektromagnetisch gesteuerte Präzisionsventile und eine Bypassregelung kann die Ausbringungsmenge zu jedem Zeitpunkt geregelt werden und Schwankungen der realen Vorfahrtgeschwindigkeit (durch Radarsensor aufgenommen) ausgeglichen werden.



9: Verfahren zu Flüssigmistausbringung in Reihenkulturen mit kombinierter mechanischer Unkrautbekämpfung

Die zentrale Steuerung erfolgt durch den Bordcomputer des Schleppers. Anhand des $\text{NH}_4\text{-N}$ -Gehaltes des Flüssigmistes (tierartsspezifische Durchschnittswerte oder Ammonium-Schnellbestimmung) und der angestrebten Düngermenge wird die Ausbringungsmenge berechnet und zu Beginn der Ausbringung in den Bordcomputer eingegeben. Dieses Verfahren ermöglicht mit hoher Schlagkraft (Feldrandüberladen vorausgesetzt) eine umweltschonende Flüssigmistausbringung in Reihenkulturen mit einer dementsprechend hohen Ausnutzung des Flüssigmiststickstoffs in Kombination mit einer mechanischen Unkrautregulierung.

7. Bewertung der Verfahrenstechnik zur Flüssigmistausbringung

Für die Beurteilung der verschiedenen Verfahren werden neben arbeits- und betriebswirtschaftlichen Kenngrößen die Eignung der Verfahren für den Einsatz in der Vegetation, der beim Einsatz auftretende Bodendruck, der Anspruch an die Arbeitsorganisation, die Ausbringleistung und die Vielfalt der Anwendung in verschiedenen Kulturen herangezogen (Tab. 3).

3: Beurteilung verschiedener Konzepte für die Flüssigmistapplikation in wachsenden Kulturen (Anforderungen an die Technik)

Austringtechnik	Bodendruck	Arbeitsorganisation	Austringleistung	Zugkraftbedarf
Schlepper + Tankwagen (herkömmlich)	hoch	gering	niedrig	mittel
Schlepper + Tankwagen (Breitreifen)	mittel		niedrig	
Schlepper + Tankwagen (Breitreifen) + getrennter Straßentransport	mittel	mittel	mittel	mittel
Selbstfahrer	mittel	mittel		mittel
Verröhrung	niedrig		hoch ¹⁾	gering
Verschlauchung	niedrig	hoch	¹⁾	gering

¹⁾ arrondierte Flächen Voraussetzung

Derzeit sind die Verfahren zur Flüssigmistausbringung in die Vegetation nur eingeschränkt einsetzbar. Die Minimierung des Bodendrucks sind nur mit den Verfahren der Verröhrung und Verschlauchung erreichbar. Diese Verfahren sind durch einen sehr geringen Zugkraftbedarf gekennzeichnet. Diesen Vorteilen steht jedoch der hohe Anspruch an die Arbeitsorganisation gegenüber. Für das Verfahren der Verröhrung stellen die möglichen Feldlängen (-350 m) einen begrenzenden Faktor dar. Für beide Verfahren ist eine hohe Ausbringleistung nur bei großen Schlägen und möglichst arrondierten Flächen gegeben.

Selbstfahrende Ausbringfahrzeuge mit getrenntem Straßentransport sind nur bis zu gewissen Wachstumsstadien der Kulturen einsetzbar, weisen eine hohe Schlagkraft auf und bedingen mittlere Bodenbelastungen. Eine Verbesserung des Verfahrens mit schleppezugenen Tankwagen kann insbesondere durch die Trennung von Feld- und Straßentransport hinsichtlich der Arbeitsorganisation und der Schlagkraft erreicht werden.

Wird Flüssigmist vor der Vegetation ausgebracht, muß sofort nach der Ausbringung eingearbeitet werden, um die Ammoniakemissionen zu reduzieren. Hierfür ist entweder die Kopplung von Ausbringung und Einarbeitungsgerät oder ein zweiter Arbeitsgang mit meist vorhandener Technik notwendig.

Für die Ausbringung von Flüssigmist auf Grünland können in der Regel alle beschriebenen Verfahren eingesetzt werden.

Die verschiedenen Flüssigmistverteiler lassen sich hinsichtlich der Verteilgenauigkeit, Windanfälligkeit, der Minderungsmöglichkeiten für NH₃-Verluste, des Einflusses auf die Düngewirkung und den Zugkraftbedarf (bei einarbeitenden Verteilgeräten) bewerten.

Grünland nimmt in diesem Zusammenhang eine Sonderstellung ein, da der Flüssigmist nicht eingearbeitet werden kann. Das Verfahren der Flüssigmistinjektion verhindert das Auftreten von Ammoniakemissionen zwar weitgehend, erfordert jedoch einen sehr hohen Zugkraftbedarf (1500 -> 3000 daN) bei relativ geringer Flächenerleistung aufgrund der begrenzten Arbeitsbreite und Vorfahrtgeschwindigkeit (DLG, 1991).

Tab. 4: Beurteilung der Umweltwirkung verschiedener Verteilsysteme für die Flüssigmistapplikation in wachsende Kulturen (Anforderungen an die Technik)

Verteilssysteme	Umweltwirkung und Beurteilung				
	Windanfälligkeit	Verteilgenauigkeit	NH ₃ -Verluste	Düngewirkung	Zugkraftbedarf
Breitverteilung ¹⁾	hoch		hoch	gering	niedrig
Schleppschauch	keine		mittel	mittel bis	niedrig
Schleppschuh	keine		mittel	mittel bis hoch ³⁾	niedrig
			⁴⁾	hoch	mittel
				hoch ⁵⁾	hoch
	nicht	t für	beding: geeignet für		für
	Flächenkulturen mit	Fahrgasse	Flächenkulturen ohne Fahrgasse:		Flächenfrüchte

¹⁾ Regner, Prallheller, Vertikalverteiler

²⁾ entsprechende Witterung und Infiltrationsvermögen des Flüssigmistes Voraussetzung

³⁾ Häutkörper, Striegel

⁴⁾ nach der Ausbringung

⁵⁾ der NO₃-Np-Problematik, stehen noch aus

⁶⁾ Pflanzenschäden bzw. Pflanzenschäden

Untersuchungen in Bezug auf die Boden- und Pflanzenverträglichkeit, sowie des Einflusses auf den NO₃-Austrag und die N₂O-Emissionen liegen bisher nicht oder nur auf niederländische Verhältnisse bezogen vor.

8. Literatur:

- Boxberger, J.; Gronauer, A.; Popp, L.:** Umweltschonende Handhabung von Fest- und Flüssigmist, Landtechnik-Schrift 3, 1990
- DLG (Hrsg.):** Maschinen und Geräte für Flüssigmist. DLG, Frankfurt, 1989
- DLG (Hrsg.):** Prüfbericht Gruppe 4d/56 4059, Rumpfstad-Flüssigmistinjektor ZI-10
- Gronauer, A.:** Einfluss der Ausbringtechnik von Flüssigmist auf die Höhe der Ammoniakemissionen. In: Boxberger, J.; Gronauer, A.; Popp, L.: Umweltschonende Verwertung von Fest- und Flüssigmist auf landwirtschaftlichen Nutzflächen. Tagungsband zum Fachgespräch. Landtechnik Weihenstephan Bd. 1/1990.
- Maidl, F.X.; Boxberger, J.; Gronauer, A.; Amon, Th.; Schürzinger, H.:** Pflanzenbauliche Anforderungen und verfahrenstechnische Lösungsansätze für eine umweltgerechte Flüssigmistdüngung. LTV-Bericht Heft 1, 1992.
- Traulsen, H.; Holz, W.:** Güllewagen - Umfrage 1990. RKL-Schrift 4.2.C, 1990.
- Rimpeu, J.:** Düngungssysteme im Vergleich. RKL-Schrift 4.1.1.2.C., 1991.

Überbetriebliche Organisation der Flüssigmistausbringung- Verfahren und Bewertungskriterien

Josef Boxberger, Thomas Amon, Andreas Gronauer, Horst Schürzinger

Wie bereits gezeigt machen umweltgerechte und bodenschonende Verfahrenstechniken der Flüssigmistausbringung die Trennung von Feld- und Straßentransport erforderlich. Dadurch steigt nicht nur der Investitionsbedarf, sondern auch der Organisationsaufwand. Neben dem hohen Investitionsbedarf weist diese Technik aber eine hohe Schlagkraft auf, weswegen zumindest bei entsprechender Auslastung angemessene Kosten zu erwarten sind. Für kleinstrukturierte Gebiete ist dafür allerdings der überbetriebliche Maschineneinsatz unabdingbar erforderlich.

Im Rahmen des Flüssigmistarbeitskreises des Landtechnischen Vereins in Bayern e. V. und mit Unterstützung des Bayerischen Staatsministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten konnten in Pilotprojekten arbeitswirtschaftliche Kenndaten über einige neue Verfahren ermittelt werden. Die Kenndaten beschränken sich auf Verfahren der Flüssigmistdüngung in Getreidebeständen. In die Datenerhebung konnten folgende Techniken einbezogen werden:

> Horsch Trac 7 m³ mit Vertikalverteiler, 2 Tankfahrzeuge mit 21 m³ bzw. 24 m³, 2 AK, direktes Überladen.

> Horsch Trac 7 m³ mit Schleppschlauchverteiler, 2 Tankfahrzeuge mit 15 m³, 3 AK, direktes Überladen.

> Schlepper (Fendt GT) mit Tankwagen 7 m³ und Schleppschlauchverteiler 15 m, 2 Tankfahrzeuge 11 m³, 3 AK.

> Schlepper mit Tankwagen 7 m³ und Schleppschlauchverteiler 12 m, 2 Tankfahrzeuge 6 m³, 3 AK.

Neben den bereits aufgezeigten Anforderungen der Umwelt- und Bodenverträglichkeit müssen hinsichtlich der Akzeptanz die Verfahrenskosten als wesentliches Kriterium angesehen werden. Zur Ermittlung der Kosten bedarf es neben der Kenntnis des Kapitalbedarfes der Daten über den Arbeitszeitbedarf und dessen Einflußgrößen.

Die ersten Erhebungen in den dargestellten Pilotprojekten dienen zur Ermittlung dieser Daten. Sie können als vorläufige Orientierungshilfe und als Grundlage für erste Kalkulationen dienen.

Kapitalbedarf

Der Kapitalbedarf in den darzustellenden Pilotprojekten setzt sich aus vier voneinander zu unterscheidenden Komponenten zusammen, dem Aufwand für die Verteilereinrichtung (Tankwagen oder Tankaufbau mit Pumpe), den Tankwagen für den Straßentransport (erforderliche Traktoren nicht gerechnet), sofern erforderlich bzw. vorhanden ein Feldrandcontainer und das

Träger- oder Zugfahrzeug (anteilig). Die angegebenen Werte stellen den Istzustand in den Pilotprojekten dar. Der anteilige Kapitalbedarf für das Zug- bzw. das Trägerfahrzeug für Feldtransport und Verteilen sind geschätzt.

So zusammengestellt liegt der Kapitalbedarf (Tab. 1) zwischen 155 000 und 193 000 DM. Ein Detailvergleich erscheint wenig sinnvoll, da die Ausstattung sich zu sehr unterscheidet. Das gilt z. B. für die eingesetzte Verteiltechnik (Vertikalverteiler statt Schleppschlauchverteiler) oder auch für den Straßentransport (Verwendung vorhandener Tankwagen). Bei annähernd gleichwertiger Ausstattung kann jedoch ein Kapitalbedarf von knapp 200 000 DM angesetzt werden. Dieser Kapitalbedarf beschränkt den Einsatz der Verfahren auf größere Betriebe oder erfordert den überbetrieblichen Einsatz.

Tab. 1 Kapitalbedarf für die Flüssigmistausbringung in den vier Pilotprojekten.

	Horsch Trac Vertikalver- teiler	Horsch Trac Schlepp- schlauchver- teiler	Tankwagen, Schlepp- schlauchverteiler	Tankwagen, Schlepp- schlauchver- teiler
Tankwagen bzw. Tankaufbau einschl. Verteileinrichtung	23000	60000	90000	40000
Straßentransport	60000	20000	(vorhand. TW)	(ÜMV)
Feldrandcontainer			43000	30000
Zwischensumme	83000	80000	133000	70000
Traktor/SF anteilig	88000** (40%)	100000*	60000** (40%)	85000**
Summe	171000	180000	193000	155000

* gebraucht, 100 % eingesetzt

** geschätzt

Arbeitszeitaufwand

Bei den dargestellten Werten handelt es sich um die Ist-Zeiten aus den verschiedenen Messungen. Die zum Teil erheblichen Unterschiede stammen nicht allein von der eingesetzten Verfahrenstechnik, sondern auch von der vorhandenen Infrastruktur.

Der Gesamtarbeitsaufwand (Abb. 1) der gemessenen vier Verfahren schwankt zwischen 0,75 und 2,3 APH/ha. Von besonderem Interesse dürften die Unterschiede zwischen der ersten und zweiten sowie der dritten und vierten Säule sein, weil die jeweils eingesetzte Mechanisierungskette nahezu identisch ist. Der Unterschied zwischen den Säulenpaaren besteht darin, daß die Werte in Säule 1 und 3 in zwei größeren Betrieben, die Werte in Säule 2 und 4 bei der kleinflächiger Struktur in Maschinenringeinsätzen ermittelt wurden.

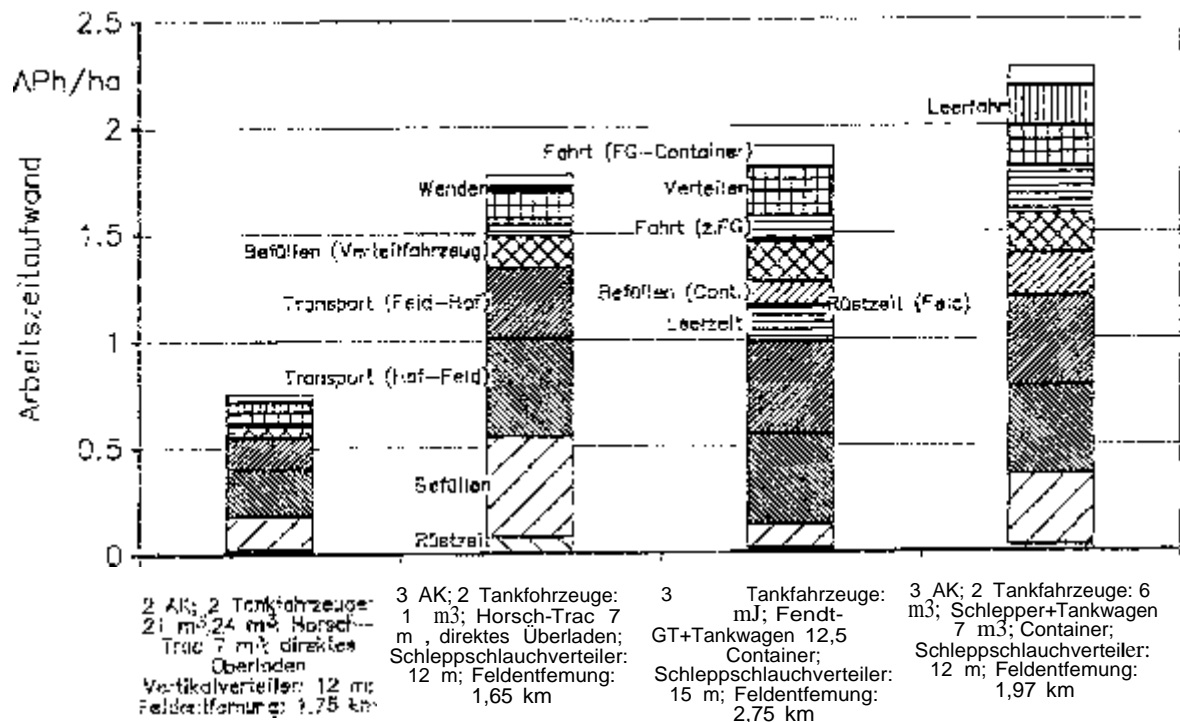


Abb. 1 Vergleich des Arbeitszeitaufwandes abätziger Verfahren der Flüssigmistausbringung (Ausbringungsmenge 20 m³/ha).

Neben den Rüst- und Leerzeiten treten als größere Teilzeitblöcke die Straßentransporte, das Befüllen am Hof, das Überladen am Feldrand und das Verteilen auf.

Besonders deutlich zeigt sich die unterschiedliche Struktur und Organisation beim Vergleich der beiden Selbstfahrer-Varianten (Horsch Trac, Säule 1 u. 2). Der Arbeitszeitaufwand beträgt bei dem Einsatz im größeren Betrieb etwa die Hälfte des beim Maschinenringeinsatz ermittelten Wertes (Säule 2). Die günstigeren Verhältnisse des größeren Betriebes tragen zur Reduzierung fast aller Teilzeiten bei. Ursachen dafür sind die gute Zugänglichkeit der Felder, die es ermöglichte, an beiden Feldrändern überzuladen und die Schraggrößen. Die geringeren Verteilzeiten resultieren aus der höheren Arbeitsgeschwindigkeit beim Einsatz des Vertikalverteilers gegenüber dem Schleppschlauchverteiler. Das geringere Fassungsvermögen der Tankfahrzeuge (15 m³ statt 21 bzw. 24 m³) trägt bei annähernd gleicher Feldentfernung zu einer Verdopplung des Zeitaufwandes für die Transporte vom Hof zum Feld bei.

Die Abhängigkeit des Zeitaufwandes für den Straßentransport vom Tankwagenfassungsvermögen scheint durch den Feldrandcontainer aufgehoben zu werden. Auch der Unterschied zwischen den beiden Verfahren mit Feldrandcontainer in der Feldentfernung von ca. 0,8 km hatte keinen Einfluß auf den Zeitaufwand für den Straßentransport. Der Feldrandcontainer übernimmt anscheinend die ihm zugedachte Funktion des Pufferbehälters, wodurch die Wartezeiten der Tankwagen bis zum Überladen eliminiert werden. Als Nachteil bleiben allerdings die Fahrten des Verteilfahrzeuges von der Fahrgasse zum Feldrandcontainer und zurück.

Als Einflußfaktoren auf die Verteilzeit ergeben sich die Arbeitsbreite und die Arbeitsgeschwindigkeit, ggf. noch die Ausbringungsmenge. Bei den Schlepschlauchverteilern verursacht der Verteiler mit der größten Arbeitsbreite den unerwartet höchsten Zeitaufwand.

Neben den bereits behandelten Einflußfaktoren wirkt sich vor allem die Ausbringungsmenge auf den Arbeitsaufwand aus (Abb. 2). Die Ausbringungsmenge variiert je nach Nährstoffgehalt des Flüssigmistes und Nährstoffbedarf der Pflanzen zwischen ca. 10 und 50 m^3/ha . Bei einer Feldentfernung von knapp 2 km und einer Ausbringungsmenge von 10 m^3/ha betrug der Arbeitszeitaufwand ca. 0,4 APh/ha. Bei gleicher Feldentfernung und einer Ausbringungsmenge von 50 m^3/ha stieg der Arbeitszeitaufwand auf über 1,4 APh/ha an. Die deutlich höhere Feldentfernung von 8,6 km führte bei Ausbringungsmengen um 10 m^3/ha nur zu einer unbedeutlichen Erhöhung des Arbeitsaufwandes. Erst bei hohen Ausbringungsmengen von 50 m^3/ha nimmt der Arbeitszeitaufwand gegenüber der geringeren Feldentfernung um 0,5 APh/ha an.

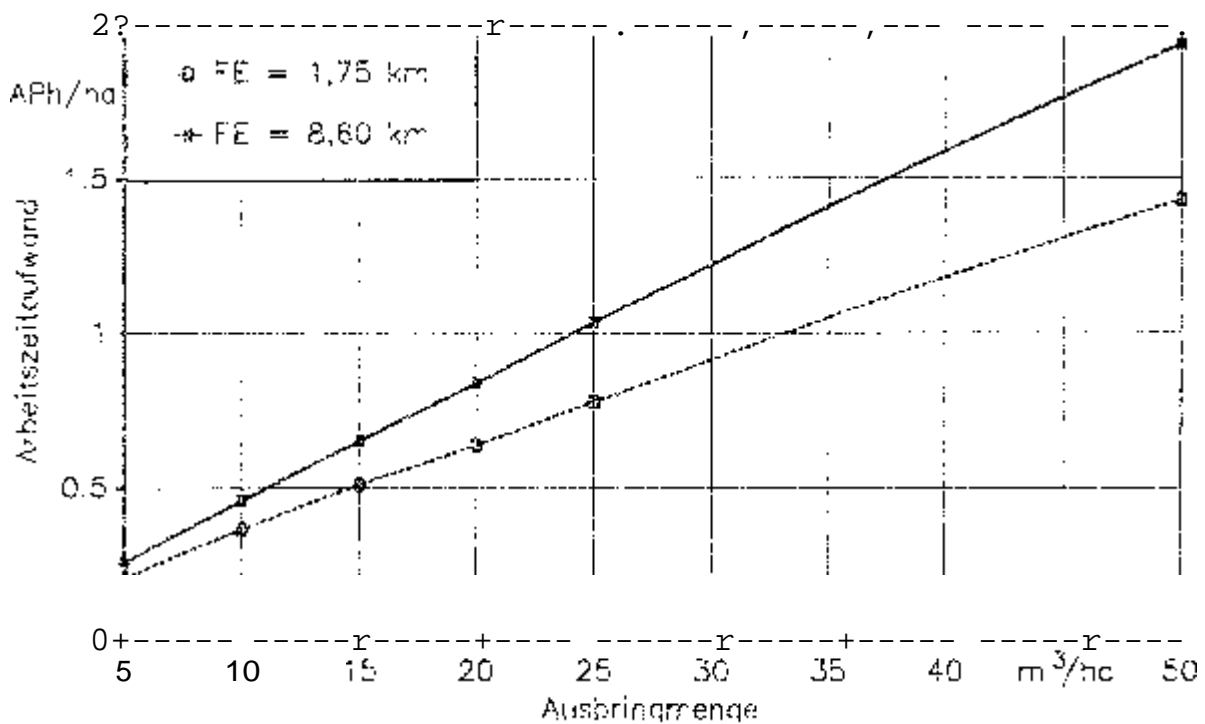


Abb. 2 Arbeitsaufwand in Abhängigkeit von der Ausbringungsmenge und der Feldentfernung (Horsch Trac 7 m^3 mit Vertikalverteiler, 2 Tankfahrzeuge mit 21 m^3 bzw. 24 m^3 , 2 AK, direktes Überladen).

Schlagkraft

Zur Darstellung der Flächenleistung und wichtiger Einflußfaktoren wurden die zwei in Abb. 1 hinsichtlich des Arbeitsaufwandes am stärksten zu unterscheidenden Verfahren ausgewählt (vergl. Abb. 1, Säule 1 u. 4). Erwartungsgemäß zeigen die beiden Verfahren einen annähernd parallelen und degressiven Verlauf des Flächenleistung über der Ausbringungsmenge. Die Flächen-

leistung von Verfahren 1 betrug bei 5 m³/ha Ausbringungsmenge über 4 ha/h. Sie fällt bei 25 m³/ha auf 1 ha/h. Bei Verfahren 2 wird eine Flächenleistung von 1 ha/h nur bei einer Ausbringungsmenge von 10 m³/ha erreicht.

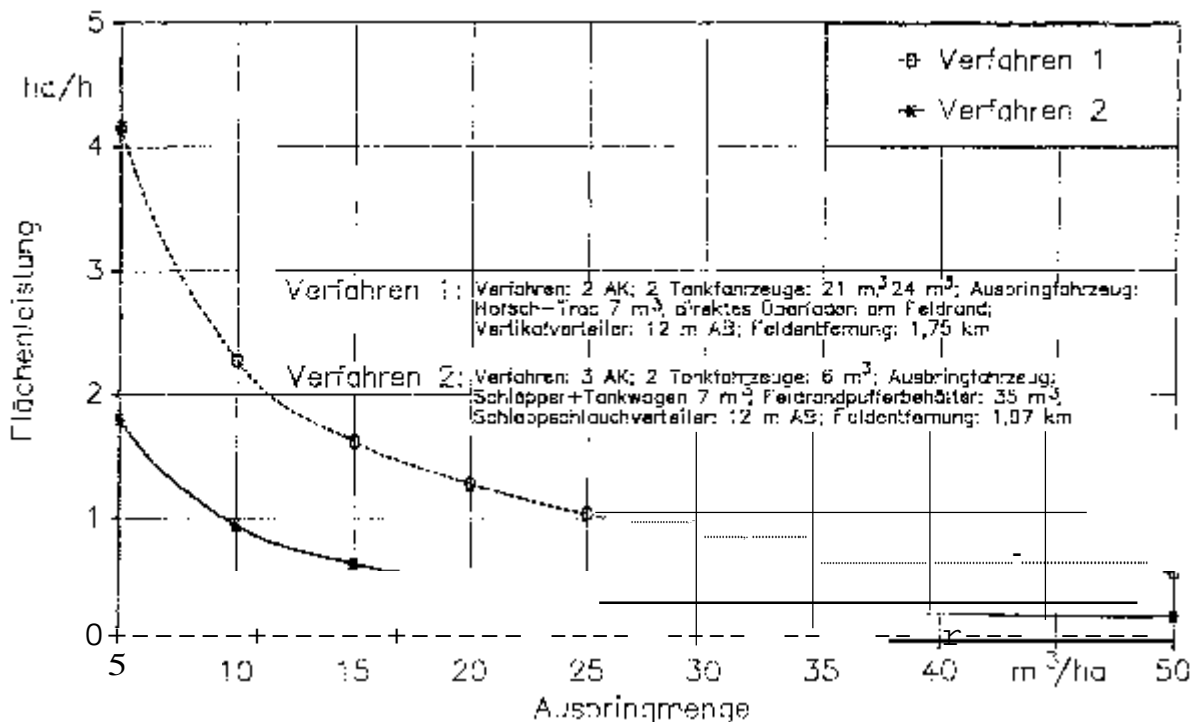


Abb. 3: Vergleich der Flächenleistung zweier unterschiedlicher Verfahren in Abhängigkeit von der Ausbringungsmenge.

In der Gesamtbetrachtung der Einflussfaktoren auf die Flächenleistung (und auch den Arbeitsaufwand) ergibt sich ein mehrfaktoriales Modell, in dem neben dem bereits erwähnten Einflüssen der Verfahrenstechnik, der Feldentfernung und der Ausbringungsmenge noch der Tankinhalt des Verteilfahrzeuges einwirkt. Der in der dreidimensionalen Darstellung (Abb. 4) für das Verfahren mit Tankwagenverteiler und einer Verteilerarbeitsbreite von 15m zunächst gering erscheinende Unterschied erweist sich bei näherer Betrachtung doch als beachtlich. Bei einer Ausbringungsmenge von 20 m³/ha beträgt die Flächenleistung bei einem Tankvolumen von 4 m³ ca. 0,5 ha/h, bei einem Tankvolumen von 10 m³ dagegen 1,1 ha/h.

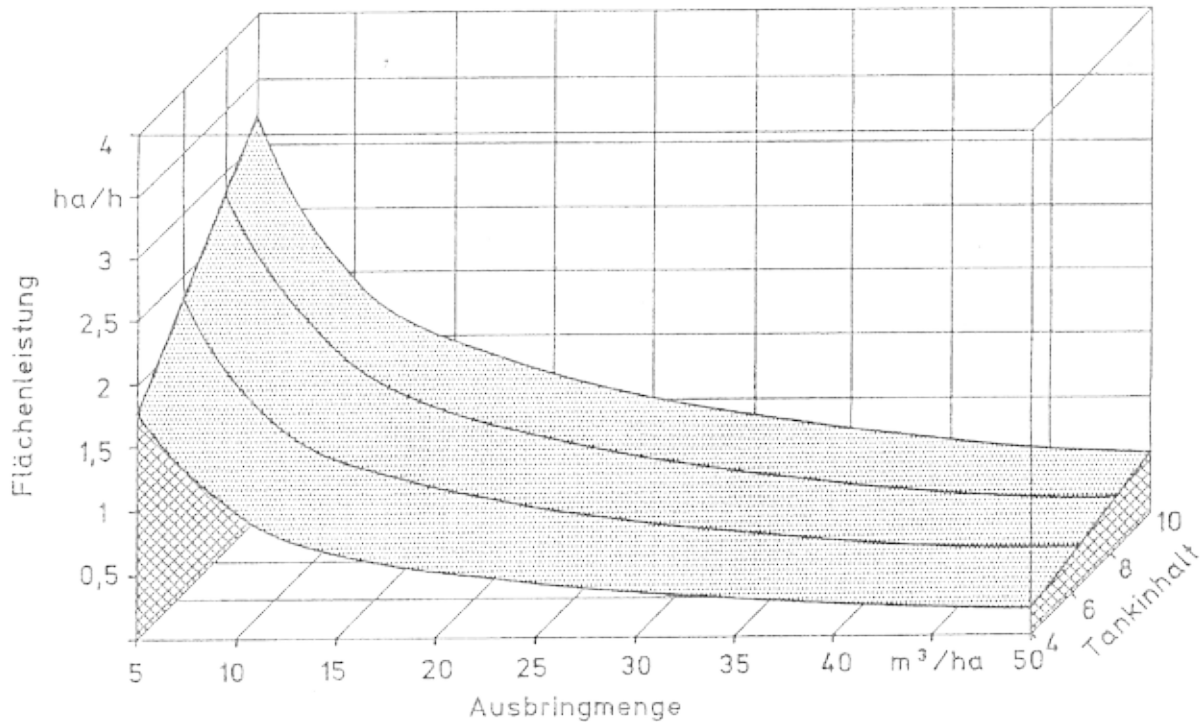


Abb. 4: Flächenleistung in Abhängigkeit von der Ausbringungsmenge und der Kapazität des Verteilfahrzeuges (Schlepper mit Tankwagen 12,5 m³ und Schleppschauchverteiler 12 m, 2 Tankfahrzeuge 11 m³, 3 AK, Feldentfernung 0,25 km).

Das Tankvolumen des Verteilfahrzeuges muß deswegen besondere Beachtung finden, weil mit steigendem Gewicht der Bodendruck zunimmt, sofern nicht über die Bereifung gegen-gesteuert werden kann. Sowohl das Düngen in Fahrgassen bei Getreide als auch von Reihenfrüchten setzen dem Tankvolumen enge Grenzen. Interessante Lösungsansätze ergeben sich auf der Basis der Verschlauchung oder Verrohrung, weil bei diesen Verfahren lediglich die Verteileinrichtung, nicht aber der Flüssigmistvorrat am Feld transportiert werden muß.

Folgerungen

Diese ersten Messungen dokumentieren den Ist-Zustand in der Praxis und lassen erste Hinweise auf Einflüsse und organisatorische und technische Verbesserungsmaßnahmen zu:

> Da die Fahrgeschwindigkeit beim Verteilen begrenzt ist, hängt der Arbeitsaufwand von der Abstimmung der Technik und der Organisation ab.

> Das Maximum hinsichtlich der Schlagkraft ist erreicht, wenn innerhalb der Verteilzeit, den Wende- und Überladezeiten der Straßentransport und das Befüllen der Straßentransportfahrzeuge erfolgen kann.

> Eine längere Fahrtstrecke für den Straßentransport muß sich nicht unbedingt negativ auf die Schlagkraft auswirken, weil sie durch die Vergrößerung des Fassungsvermögens der Straßentransportfahrzeuge und durch deren Anzahl kompensiert werden kann.

> Bei ungünstiger Struktur und Organisation bietet der Feldrandcontainer einen Puffer, der zur Reduzierung des Arbeitsaufwandes beiträgt. Ohne Feldrandcontainer bedarf es einer exakten Abstimmung der Straßentransportleistung auf die Verteilarbeit.

> Die Arbeiten müssen dringend fortgesetzt werden, um möglichst bald die für die Kostenkalkulation wichtigen Arbeitszeitbedarfswerte verfügbar zu haben. Die vorliegenden Messungen und Auswertungen beschränken sich auf nur zwei Verfahren. Für aussagekräftige Vergleiche ist es erforderlich, alle einschlägigen Verfahren arbeitswirtschaftlich beurteilen zu können.

Verfahren der Gülleausbringung i Masch
Neumarkt i.d.OPf n ng

Joseph Kirsch

Am 8. Juni 1990 gründeten sechs Landwirte des Maschinenrings Neumarkt eine GmbH mit dem Namen "Agrar-Service GmbH Neumarkt" (AS). Mittlerweile ist die AS auf zwölf Landwirte mit 1 200 ha LN und 17 000 m² Gülleanfall angewachsen.

Die AS ist von
Gesellschaftern erklärt wo

Gebieten der Landschaftspflege, der Grün-
entsorgung und der Bioko- postierung zusätzliche Aufgabenschwerpunkte
übernommen.

Die AS ist im Maschinenring voll integriert, wobei die Organisation und Abrechnung über die Maschinenring-Geschäftsstelle erfolgen.

Die Geschäftsführung n zwei Gesellschaftern und dem Maschinenring-
Geschäftsführer wahrgenommen, wobei die erstgenannten meh für die Technik
zuständig sind.

Anmeldung und Einsatzleistung die üll ng erfolgen über die Maschinen-
ring-Geschäftsstelle.

Die AS besitzt folgende Maschinen für die Gülletechni

Horsch Terra-Trac
nhammer Verteilfaß mit 7000 Liter Fassungsvermögen
nhammer Schleppl Schlauchverteiler, 12 m breit
zwei Transportwagen mit je 15 000 Liter Fassungsvermögen
Gülleseparator FAN

Sonstige:

Feststoffstreuer für Klärschlamm
Anhängerstreuer für Klärschlamm

Willibald Zerkleinerungsanlage für Grüngut
Betrieb einer 5000 t-Behälter- und Grüngutkommissionierung
Landkreis Neumarkt i.d.OPf. erstellt wurde.

Die Verfahrenstechnik für Gülle besteht aus:

Horsch Terra-Trac
7000-Liter-Verteilfaß
zwei Transportwagen mit 5000 Liter Fassungsvermögen
mobilem Gülleseparator.

Der Horsch-Trac verfügt über einen stufenlosen, hydrostatischen Fahrantrieb. Die Lenkung kann beidseitig 170° eingeschlagen werden. Dadurch ist es möglich, den Trac auf der Stelle zu drehen.

Im Trac befindet sich eine Drehkolbenpumpe der Marke Mader, die vor- und rückwärts läuft, Saug- und Druckwirkung erzeugt.

Auf dem Trägerfahrzeug ist ein 7000 Liter-Kunststofffaß, sowie ein Schleppschlauch-Lochverteiler SD 48 mit einer Verteilbreite von 12 m aufgebaut. Der Schleppschlauchverteiler ist hydraulisch klappbar und mit einer Teilbreitenschaltung ausgerüstet.

Gülletransport

Der Gülletransport erfolgt in der Regel mit zwei umgebauten neulandtraktoren, die ein Fassungsvermögen von je 15000 Litern aufweisen.

Die Faßeinlauföffnung wird hydraulisch vom Schlepper aus vorgenommen. An jedes Fahrzeug (auch an die Güllefässer) wurde an den rückseitigen Auslauf eine Entnahmetrompete angebaut, wo mittels Saugrüssel des Tracs die Gülle entnommen wird.

Für weite Felder müssen zwei weitere Transportfahrzeuge mit einem 10000 l Fassungsvermögen, die Eigentum eines Landwirts sind, zur Verfügung gestellt werden.

Einsatz im Feld

Ausschlaggebend für die Tagesleistung sind die Schlaggröße des Feldes, die Schlagform des Feldes, die Befülldauer des Verteilfahrzeugs, die Entfernung vom Feld zum Transportbehälter und die Fließfähigkeit der Gülle.

- die Schlaggröße des Feldes
- die Schlagform des Feldes
- die Befülldauer des Verteilfahrzeugs
- die Entfernung vom Feld zum Transportbehälter
- die Fließfähigkeit der Gülle.

Mann we n n n, so E rungen 60 m ³ . D 8 l auer eines 15 m nsaugen u llen des 7000 Liter-Verteiltfahrzeug bei Schwein ülle bei Bullengülle	herangesch der bishe 3,19 1 15 n 2,21 n
--	---

Die Fahrzeit zwischen Feldrand und Transportbeh
 betrug hin und zurück im Durchschnitt 2,;0

Die re n ze 2 21 n

Bei el: Eine Feldlänge beträgt 280 m, am oberen und
 unteren Feldrand steht je ein Zubringertank-
 wagen, die Verteilbreite beträgt 12 m bei
 einer Ausbringung von 10 m³/ha.
 Stundenleistung = 62,50 m³/ha Güll üngung.

Realistisch ist von einer Stundenleistung von 40 m³ Güllעדü üng auszugehen. In
 der Praxis findet man nicht immer die idealen Voraussetzungen vor. Die rin-
 gleistung hängt neben der Schlaggröße und -form vom Transport r ülle

Bei der diesjährigen Frühjahrsdüngung auf Wintergetreide wurden insgesamt
 5918 m³ Gülle ausgebracht, das ergibt bei 15 m³/ha eine Flächenleistung von 394
 Hektar. Ausgebracht wurde für 24 Betriebe. Dazu wurden 139 Fahrstunden benötigt,
 was einer Leistung von 42,56 m³ je Hektar entspricht.

14.04.1992 wurden
 m³ Gülle gedüngt. au dem B b Albert Deß, Röckersbühl, an einem

Die höchste Stundenleistung erreichten wir bei Ferdinand Helzbach loß rl
 mit 75,40 m³/ha.

Die Anschaffungskosten für die Güllietech n k beliefs au :

Horsch Terra-Trac (gebrau	140 000 DM
Schleppschlauchverteiler	22 000 DM
Transportfahrzeuge	<u>16 000 DM</u>
Anschaffungskosten insgesa	178 000 DM
Jährliche Kosten (20 %)	35 600 DM
Arbeitskraft: 450 h x 21,00 DM	<u>9 650 DM</u>
Jährliche Kosten insgesamt:	45 250 DM

Jahresleistung 15 000 m³ x 3,80 DM 57 000 DM
 1991 wurden mit dem Horsch Trac zusätzlich 12 000 m³ Klärschlamm verteilt.

Seit dem Fr njahr 1992 verfügt die AS über einen transportablen  lleseparator, der auf einem PKW-Anhänger aufgebaut ist. Es handelt sich um einen Preßschneckenseparator der Firma FAN. Der Anschlußwert beträgt 5,5 kW bei einer Stundeleistung von 15 m³.

Gründe, die zur Anschaffung bewogen haben:

Es war bis dato nicht möglich, Rindergülle mit dem Schleppschlauchverfahren störungsfrei auszubringen

Den verstopften Rotorsauger zu vermeiden

Separierte, dünnflüssige  lle aufnehmen

Der Stickstoffverlust gering

Im Sommer zu vermeiden

Feststoffteile in  lle mit Filtern zu entfernen

Erfahrungsbericht zur überbetrieblichen Gülleausbringung im MR Buchhofen

Franz Wagner

Gründung:

Im Frühjahr 1989 schlossen sich im MR-Buchhofen 12 Landwirte zur Güllegemeinschaft Osterhofen-Land GbR (= GOL) zusammen. Durch ein selbstfahrendes, mit Terra-Reifen ausgerüstetes Güllefaß soll den beteiligten Betrieben die Möglichkeit gegeben werden, in die Vegetation gezielt und bodenschonend zu düngen. Weniger Nitratverluste ins Grundwasser und bessere Ausnutzung des Gülle-N sind der Wunsch und das Ziel der beteiligten Betriebe.

Organisation:

Die Landwirte gründeten eine GbR, der z. Z. 30 Betriebe angehören. Ein Gesellschaftervertrag und eine Abrechnungs- und Benutzungsordnung regeln das "Zusammenleben" der beteiligten Betriebe. Die Koordination und Einsatzleitung übertrug die GbR dem MR. Der MR erhält für diese Tätigkeit 5 % leistungsbezogenen Beitrag, ausgehend vom Umsatz der GOL.

Technik:

Die GOL kaufte folgende Technik ein: Gülleverteilmittelfahrzeug - bestehend aus einem "alten" umgebauten Iveco-Lkw (Haubenmaschine), Leistung 170 PS; aufgebaut ist ein 8 m³ Vakuumfaß mit einem oben angebauten Saugrüssel. Ein 14.000 Liter wassergekühlter Kompressor, der von einem zweiten Dieselmotor angetrieben wird, sorgt für die benötigte Saug- und Druckleistung. Beim Ausbringen wird die Leistung durch eine zusätzliche Kreiselpumpe unterstützt. Ein Müller Bordcomputer, der an der Vorderachse (kein Allradbetrieb!) die Geschwindigkeit abnimmt und vom elektroinduktiven Durchflußmesser die "Mengen-Information" erhält, gibt dem Fahrer über den Monitor immer die momentane Ausbringmenge an. Relativ exakte Güllendüngung von 12 bis 40 m³/ha ist damit möglich. Die Verteilung erfolgt bisher noch über einen Vogelsang Prallteller, dessen Strahl nach unten gerichtet ist.

Um das terrabereifte Verteilmittelfahrzeug (Gülle-Lkw) möglichst nur im Acker (Wiese) einzusetzen, wurden 2 Transportfahrzeuge mit je 16 m³ Inhalt gekauft. Dies sind umgebaute Anhänger mit Heizöltanks.

Die Gesamtinvestitionen der GOL belaufen sich auf ca. 175.000 DM. Für das Verfahren kommen die in Tabelle 1 aufgeführten Verrechnungssätze zur Anwendung. Das absetzige Verfahren wird interessanter mit zunehmender Hof-Feldentfernung und entsprechender Leistungssteigerung (über 50 m³/h). Ferner wird das absetzige Gülle-Ausbring-System zur "Pflicht", wenn die Gülle unmittelbar eingearbeitet bzw. mit Schleppschläuchen oder Düsenbalken verteilt wird.

1: Preise/Kosten der Gülleausbringung

1. Verteilung im Feld

	für GOL-Mitglied DM/h	für sonst. Kunden DM/h
Gülle-LKW (ohne Diesel)	80,00	90,00
+ MwSt (14 %)	11,20	12,60
+ Fahrer	<u>20,00</u>	<u>20,00</u>
	111,20	122,60
Dieselskosten (25 l x 0,70 DM)	17,50	17,50
Gesamtkosten Gülle-LKW	128,70	140,10

Gesamtkosten für Transport und Verteilen (für GOL-Mitglied)

o Abholung durch Gülle-LKW direkt an der Grube (Straßenfahrten)

m ³ /h	30	40	(50)	(60)	(70)	(80)
DM/m ³	4,29	3,21	2,57	2,14	1,83	1,60

o Eigentransport durch Betrieb mit MR-Zubringtanks
15 bzw. 16 m³ a' 10 DM/h (11,40 DM/h incl.)

50 m ³ /h	=	2,57 DM (LKW)	+	22,80 DM/h	(0,46 DM/m ³)	=	<u>3,03 DM/m³</u>
60 m ³ /h	=	2,14 DM	+	22,80 DM/h	(0,38 DM/m ³)	=	<u>2,52 DM/m³</u>
70 m ³ /h	=	1,83 DM	+	22,80 DM/h	(0,33 DM/m ³)	=	<u>2,16 DM/m³</u>
80 m ³ /h	=	1,60 DM	+	22,80 DM/h	(0,29 DM/m ³)	=	<u>1,89 DM/m³</u>

o Transport durch GOL mit Zubringtanks und 2 Schlepper a' 45 DM/h

50 m ³ /h	=	3,03 DM/m ³	+	90,-- DM/h	(1,80 DM/m ³)	=	<u>4,83 DM/m³</u>
60 m ³ /h	=	2,52 DM/m ³	+	90,-- DM/h	(1,50 DM/m ³)	=	<u>4,02 DM/m³</u>
70 m ³ /h	=	2,16 DM/m ³	+	90,-- DM/h	(1,29 DM/m ³)	=	<u>3,45 DM/m³</u>
80 m ³ /h	=	1,89 DM/m ³	+	90,-- DM/h	(1,13 DM/m ³)	=	<u>3,02 DM/m³</u>

Resümee

Das durch die GOL an ihre Mitglieder angebotene Verfahren der überbetrieblichen Gülleausbringung hat sich relativ gut bewährt. Dennoch gilt es über mögliche Schwachstellen und Verbesserungsansätze nachzudenken.

Die hohe Schlagkraft (50 bis über 70 m³/h) ist oft nicht erforderlich. Betriebe mit Güllmengen je Einsatz von unter 200 (150) m³ finden es als zu aufwendig, mit einem Verteilfahrzeug, 2 Druckluft-Schleppern und den großen Zubringtanks zu arbeiten, zumal bei dieser Variante auch noch eine Tauchschneidpumpe in der Güllegrube benötigt wird. Auch bei Einzelboflagen ist ein Zufahren der Gülle nicht immer die kostengünstigste Lösung.

Ferner würde man heute den Sauggrüssel nicht mehr auf das Verteilfahrzeug montieren (zuviel Gewicht). Auch ein Stahlfaß (Vakuumsystem) würden wir wegen des zu hohen Gewichts nicht mehr empfehlen. Das Vakuumsystem liefert zudem zu ungenaue Ausbringungsmengen pro Zeiteinheit. Die Zubringtanks werden wir mit der nötigen "Überlademöglichkeit" ausrüsten und evtl. zu einem späteren Zeitpunkt vom Vakuumfaß auf ein Kunststofffaß übergehen.

Ein allradgetriebenes Verteilfahrzeug mit Hundeganglenkung (wahlweise mit Terrareifen im Frühjahr und Normalreifen zwischen die Maisreihen) könnte in unseren Augen ein brauchbares Gerät werden. Mit einem "Wechselrahmen" müßten Güllebehälter und Festmiststreuer (evtl. Düngerstreuer) einfach und schnell austauschbar sein.

Wir kennen z. Z. kein "Ideal-Fahrzeug", das für den professionellen und überbetrieblichen Einsatz im Bereich Gülle auf dem Markt angeboten wird. Auch Eigenkonstruktionen wie unser Gülle-Lkw kosten viel Geld.

Für uns steht fest, daß die Gründung der Güllegemeinschaft Osterhofen-Land ein richtiger Weg zur rationellen, bodenschonenden und umweltverträglichen Gülledüngung war. Durch vielfältige Weiterentwicklungen auf dem Gülliesektor ist die gewählte Technik bereits nach 4 Jahren nicht mehr "up-to-date" und es wären in Teilbereichen bereits Verbesserungen bzw. Ergänzungen wünschenswert.

Pilotprojekt zum umweltgerechten Gülleinsatz durch optimierte Ausbringungstechnik und intensive Pflanzenbauberatung

Ilmar Götz

Der Landesverband der Maschinenringe in Niedersachsen hat in enger Zusammenarbeit mit den Landwirtschaftskammern Hannover und Weser-Ems ein Gülle-Pilotprojekt initiiert, welches durch die Landesregierung maßgeblich unterstützt wurde. Zielsetzung dieses Projektes war es, in kurzer Zeit vielen landwirtschaftlichen Betrieben den Einsatz umweltgerechter Verfahrenstechnik der Gülleausbringung zu ermöglichen. Durch niedrige Kosten soll die Akzeptanzschwelle gesenkt und die herkömmliche Ausbringungspraxis verdrängt werden.

In zehn unterschiedlichen, auf ganz Niedersachsen verteilten Gebieten wurde in Anbindung an den jeweiligen Maschinenring die nach den neuesten Erkenntnissen geeignete Gülle-Ausbringungstechnik zu Verfügung gestellt. Dabei wurden in den letzten beiden Jahren in allen Projekten über 300.000 m³ Gülle ausgebracht, mit Schleppschlauch, Schlitz-, Schlepplachverfahren, sowie neuerdings auch mit Verschlauchung

Die heute zu über 90% praktizierte Verteilung der Gülle mit breitwürfigen Aggregaten gilt es, zügig und nachhaltig zu reduzieren.

Hohe Ammoniakverluste, mangelnde Vernetzgenauigkeit und starke Geruchsbelastung sind nur einige Negativaspekte, die es zu beseitigen gilt.

Die sich entwickelnde, auf den Markt kommende neue Ausbringungstechnik verfolgt und erfüllt die gewünschten Ziele, ist aber wesentlich teurer und für die Investoren mit erheblichen Auslastungs- und Akzeptanzrisiken behaftet. Die Förderung des Landes Niedersachsen im Rahmen des Pilotprojektes dient dazu, diese Risiken einzugrenzen.

Dabei werden Zuschüsse pro m³ ausgebrachter Gülle geleistet, um für den Landwirt nur Kosten in einer Größenordnung entstehen zu lassen, die er auch mit herkömmlicher "Pladdertechnik" hätte. Für die Investition der Techniken wurde kein Zuschuß gewährt.

Durch den Zuschuß wurde die Akzeptanz dieser Verfahren verbessert, die Auslastung dieser Techniken eher möglich, wodurch die Ausbringungskosten der bis zu 230.000,- DM teuren, schlagkräftigen Arbeitskettten gesenkt werden konnten. In Demonstrations- und Versuchseinsätzen auf 24 landwirtschaftlichen Betrieben in Niedersachsen werden zu unterschiedlichen Zeitpunkten und Vegetationsstadien in möglichst vielen Kulturen Praxiserfahrungen gesammelt. Die Versuche werden von den beiden Landwirtschaftskammern betreut und ausgewertet.

Am Beispiel des Maschinenring Neustadt e.V. soll nun die schlagkräftige Gülleausbringung mit Schleppschläuchen erläutert werden.

Besonders ist, daß neben dem Güllefaß mit Schleppschlauchverteiler ein Batteriefaß, ein Transportfaß sowie eine externe Pumpe mit Fremdkörperabscheidung zu diesem

schlagkräftigen Verfahren gehören.

Damit wird erreicht, daß das über 90.000 DM teure Güllefaß auch nur dem Fahrer die Gülle ausbringt, wobei der Fahrer ins Feld durch wesentlich günstigere Einheiten erfolgt. Investiert wurde in ein 8.000 l Pumptankwagen, dessen Behälter aus Gründen der Gewichtsersparnis aus Kunststoff ist. Die 2-Kammer Drehkolbenpumpe hat eine max. Leistung von 2.600 l pro Minute, deren Antrieb hydrostatisch und damit stufenlos regulierbar ist. Ein 15 m Twin-Dos Schleppschlauchverteiler ist auf 12 m abschaltbar, wobei eine Teilbreitenabsteilung von 6 bzw. 7,5 m möglich ist. Die Spurweite ist entsprechend den Anforderungen variabel zwischen 1,50 m und 1,80 m frei wählbar.

Als Bereifung stehen eine Pflegebereifung (12,5/80-18/12 PR) sowie eine entsprechend breite Bereifung (500/45-22,5 R PR) für den Einsatz zu Verfügung. Gesteuert und überwacht wird die Gülleausbringung durch einen Computer, der die exakte Mengenausbringung kontrolliert und die wichtigsten Daten anschließend für die Abrechnung und Auswertung bereitstellt.

Das Batteriefäß steht am Feldrand als Pufferbehälter zwischen dem Transporter und dem Güllefaß. Dieses Faß wird parallel mit dem Ausbringfaß am Feldrand weitergeführt, um so möglichst geringe Wegstrecken und damit Verlustzeiten zu erreichen. Das Batteriefäß, welches 19 m³ faßt, ist ausgestattet mit einem hydraulischen Kranausleger als Saugrüssel mit einer Länge von 5 m. Dadurch wird erreicht, daß das Ausbringfaß extern von oben befüllt werden kann, ohne zeitaufwendiges Ankuppeln an das Batteriefäß.

Eine Kolbendrehpumpe mit einer Förderleistung von 4.200 l/min sorgt zudem noch für eine schnellere Befüllung. Das Gülletransportfaß faßt ebenfalls 19 m³ und sorgt für die schlagkräftige Anlieferung der Gülle vom Lagerbehälter zum Batteriefäß.

Es hat sich gezeigt, daß die Fremdkörperabscheidung bzw. Zerkleinerung der größeren Stoffe eine wichtige Voraussetzung für den Einsatz dieser Technik ist. Gerade bei Rindergülle, die oftmals Silagereste enthält, ist der Einsatz eines Mazzerators ein unabdingliches Muß, um nicht unnötige Verstopfungen und damit Wartezeiten für die gesamte Verfahrenskette in Kauf zu nehmen. So wird die Gülle von einer externen Pumpe (Förderleistung 5.000 l/min.), die mit einer Fremdkörperabscheidung ausgerüstet ist, zerkleinert und anschließend in das Transportfaß gefüllt. Vor jeder Gülleausbringung wird die Gülle auf den NH₄-Gehalt untersucht, um so Werte für eine möglichst exakte Güllendüngung zu erhalten.

Mit diesem Verfahren ist eine Gülleausbringung von 8 bis über 50 m³ Gülle pro Stunde möglich. Tagesleistungen von teilweise über 500 m³ wurden so erreicht, sogar bei Entfernungen, die vom Lagerbehälter zum Feld 3,5 km betragen.

Im Anschluß an den überbetrieblichen Einsatz erfolgt die exakte Erfassung der schlagspezifischen Daten und äußeren Verhältnisse wie z.B. der Witterung, um eine genaue Auswertung am Jahresende zu ermöglichen.

Die Auswertung des Pilotprojektes in Niedersachsen beinhaltet Werte von über 300.000 m³ Gülle, die zum überwiegenden Teil mit Schleppschläuchen, aber auch mit Schlitzgeräten, Schleppschuhen oder über Verschlauchung ausgebracht wurden. Die genauen Zahlen liegen z.Z. der Drucklegung noch nicht vor, werden aber im

rt am .1992 vorgestellt.

Zusammenfassung

Es hat sich gezeigt, daß nach anfänglichen Schwierigkeiten, sei es durch anfangs aufgetretene Lieferschwierigkeiten oder einige technische Probleme mittlerweile die Akzeptanz dieser Verfahren beachtenswert ist. Bedenkt man die Tatsache, daß vor zwei Jahren fast ausschließlich herkömmliche "Pladdertechnik" im Einsatz war, so hat das niedersächsische Pilotprojekt des Landesverbandes der Maschinenringe mit Hilfe der Landesregierung dazu beigetragen, das Umweltbewußtsein deutlich zu verbessern. Innerhalb kürzester Zeit konnten so 300.000 m³ Gülle pflanzen- und bodenschonend verwertet und damit der umweltgerechten Verwertung als Nährstoff zugeführt werden. Mit einem verhältnismäßig geringen finanziellen Aufwand hat die niedersächsische Landesregierung dazu beigetragen, daß die Akzeptanz in diesem Bereich der Gülleausbringung bei den Landwirten deutlich gestiegen ist.

In Siedlungs-, Kur- und Feriengebieten wurden von Anwohnern und Gemeindeverwaltungen diesen Ausbringungsverfahren große Zustimmung entgegengebracht. Durch das hohe Investitionsvolumen beim Kauf einer solchen umweltverträglichen Gülletechnik kann nur eine Organisation, wie die Maschinenringe sie bieten, dafür sorgen, die Auslastung dieser Techniken zu gewährleisten.

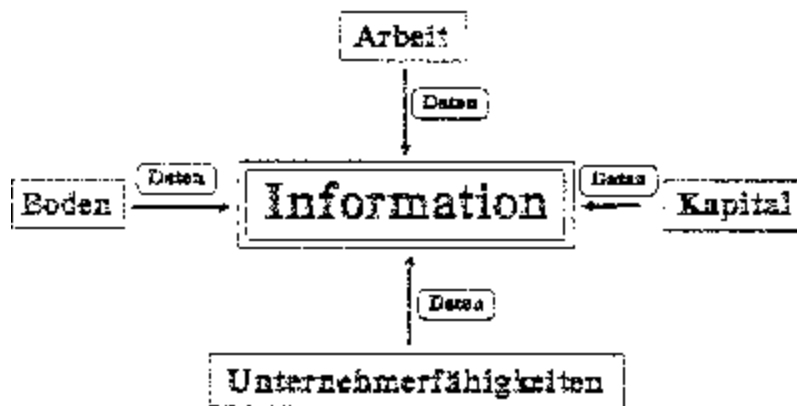
Umweltsehe nende Landwirtschaft mit High-Tech Was können die Betriebe erbringen für ihre Mitglieder und?

Jü en ill

u rie e ng der Landwirtschaft

1.1 Produktionstfaktor Information

Die Vorträge der heutigen Tagung stellen zwei zentrale Punkte in den Vordergrund. Einer davon ist, daß der Produktionsfaktor Information in Zukunft eine immer wichtigere Bedeutung erlangt. Zunehmende Reglementierung in der Landwirtschaft und die damit verbundenen Auflagen zeigen jetzt schon, wie wichtig gewisse Informationen für den Landwirt sind. Andere Produktionsfaktoren rücken aufgrund ihrer geringer werdenden wirtschaftlichen Effizienz in den Hintergrund.



. 1: uer uktionstfaktor " mation"

2 Landwirtschaft leistet Dienste an der Gesellschaft

Ein zweiter zentraler Punkt kann darin gesehen werden, daß in Zukunft für die Landwirtschaft die Ausführung von Dienstleistungen an der Gesellschaft in den Vordergrund treten wird. Die bisherige Aufgabe der Urproduktion wird aufgrund der hohen Verfügbarkeit der Produkte auf dem Weltmarkt in den Hintergrund rücken.

Neue Zielvorgaben für den Maschinenring

Man wird sich jetzt sicherlich fragen, was ausgerechnet die Maschinenringe mit diesen beiden Perspektiven zu tun haben. Wo gibt es Berührungspunkte zu der bisherigen Maschinenringarbeit, welche Aktivitäten sind in Zukunft durch die

Maschinenringe auf der vorerwähnten Veränderungen erhellend?

Es geht zu erkennen, daß der Produktionsfaktor Information fast immer an eine bestimmte Technik gebunden ist. Dies wird deutlich, wenn man sich die kybernetischen Regelmechanismen in der Natur ansieht und den Versuch unternimmt, diese Regelmechanismen mit Hilfe moderner Technik nachzuahmen.

2.1 Beispiel: Nährstoffkreisläufe; Nachahmung der Prozesse in Natur

Am Beispiel der Pflanzennährstoff-Kreisläufe ist die Beziehung zwischen Landtechnik und dem Produktionsfaktor Information leicht plausibel zu machen. Der MBR Trier-Saarburg hat sich zur Aufgabe gemacht, den Bereich der Nährstoffkreisläufe in den landwirtschaftlichen Betrieben besonders intensiv zu betreuen und den Landwirten Mittel an die Hand zu geben, diese Nährstoffkreisläufe wirtschaftlich und naturkonform einzuhalten.

Betrachten wir dazu 6 Voraussetzungen, die zu nächst einmal erforderlich sind, um hier einen entsprechenden Erfolg zu erzielen:

Voraussetzung 1: Kenntnis der Nährstoffvorräte im Boden

Um Nährstoffe kalkulieren und bilanzieren zu können, müssen zunächst einmal die vorliegenden Mengen erfaßt werden. Zuerst sind demnach die Nährstoffvorräte im Boden zu untersuchen. Wenn diese Untersuchung nach den Forderungen der Wissenschaft entsprechend genau erfolgen soll, kommt man um den Technikeinsatz nicht herum. Vom MBR Trier-Saarburg wird ein entsprechendes Bodenprobenentnahmegesetz vermittelt, was die drei Bedingungen einer hohen Schlagkraft, einer hohen Arbeitsgenauigkeit und hoher Mobilität erfüllt. Es handelt sich um ein in einen Geländewagen eingebautes Ziehungsaggregat, das während der Überfahrt beliebig viele Einstiche (mindestens 20 Einstiche pro Probe für geforderte Repräsentativität) durchführen kann. Durch die Bauform eines Pkw ist die Forderung der hohen Mobilität für den überbetrieblichen Einsatz in einem großen Gebiet erfüllt.

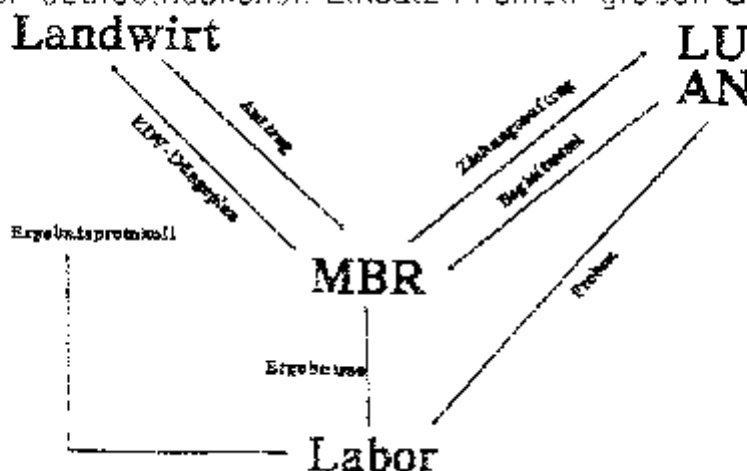


Abb. 2: Bodenproben auf neuen Wegen

Vorleistungen des MBR

Der MBR kann neben der Zusammenfassung der in den einzelnen Betrieben gezogenen Proben und den damit verbundenen Rabatt-Möglichkeiten bei den untersuchenden Labors weitere Vorleistungen zugunsten der Landwirte erbringen. So werden z. B. beim MBR Trier-Saarburg die probenbegleitenden Daten (Zuordnung der Probennummer zur Fläche des Betriebes, Bestimmungsstücke) mit einer selbst entwickelten EDV-Anwendung vorerfaßt und dem Labor auf elektronischem Wege zur Verfügung gestellt. Damit wird die Arbeit im Labor durch den Wegfall von Verwaltungsarbeiten enorm beschleunigt. Es ist wiederum ein höherer Rabatt möglich. Die ermittelten Werte werden in die vom MBR bereitgestellte Datenbank eingetragen und fließen auch auf elektronischem Wege wieder an den MBR zurück (kopieren über ISDN-Leitung mit entsprechendem Modem).

onelle Datennutzung:

Somit hat der MBR die Möglichkeit, ohne zusätzlichen Aufwand, die n weitere Bestimmungszwecke zu verwenden:

- a) Abrechnung der Probenziehungskosten unter Verrechnung von evtl. Zuschüssen durch Erstellung einer für die offene Belegschnittstelle des Maschinenringprogramms übernehmbare Abrechnungsdatei
- b) Automatisches Einspielen der ehaltswerte in die E Düngeplanung
- c) Zusammen illung notwendiger D n für die Zuschußbeantragung

Das bislang verfügbare bloße Probenergebnis war zu wenig. Der Landwirt erhielt als Ergebnis aus dem Labor lediglich ein Blatt Papier, auf dem neben aus-sagewertlosen Bodengehaltszahlen eine ganz pauschale Düngeempfehlung vermerkt war.

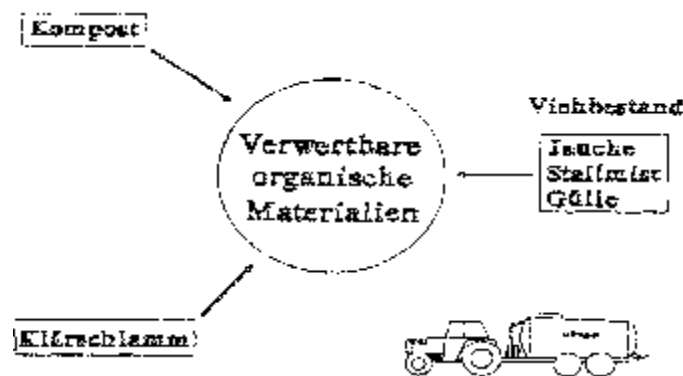
Voraussetzung 2: Nährstoffen m e ü ehbestand kalkulieren

Neben den Nährstoffwerten im Boden ist die Verfügbarkeit von betriebseigenen Nährstoffen zu kalkulieren. Diese Kalkulation ist mittels Sensoren sehr problematisch. Eine relativ genaue Kalkulation, zumindest für die Grundnährstoffe, erhält man jedoch durch die EDV-mäßige Verrechnung des Nährstoffanfalls über den Viehbestand der Betriebe.

An dieser Stelle können auch die Möglichkeiten überprüft werden, anderweitige Nährstoffquellen auszunutzen. Die Landwirte sind bereit und in der Lage, die aus der Urproduktion stammenden Überreste wieder in den Nährstoffkreislauf der Betriebe zurückzuführen. Die Betonung liegt hier allerdings auf den aus der

Urproduktion stammender Überbeim. Was den Landwirten im Klärschlamm-
bereich momentan als Mogelpackung angeboten wird, geht weit darüber hinaus.

Wichtig ist eine exakte, schlagbezogene Bedarfsermittlung. Vor dem Ausbringen von
Klärschlamm, Biokompost usw. auf landwirtschaftliche Flächen sind zunächst einmal
die dafür geeigneten Flächen unter den entsprechenden Vorgaben (Schwermetall-
gehalte, Nutzungsform, Nährstoffbedarf) zu ermitteln. So können auch langfristig
bessere Verwertungsstrategien entwickelt werden, da die Verwertungsmöglichkeiten
vom MBR besser überblickt werden können.



3: Rückführung an die "Quelle"

Voraussetzung: Bilanzierung der Nährstoffabflüsse

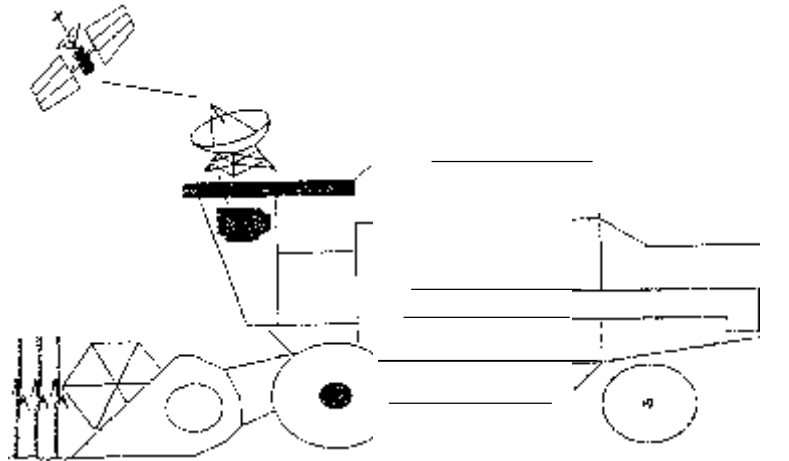
Bislang haben wir nur die Nährstoffquellen betrachtet. Ein Kreislauf kann aber
schließlich nicht nur aus einer Quelle bestehen. Daher müssen wir uns jetzt damit
befassen, welche Nährstoffe aus den Böden entfernt werden, dies ist nicht so
einfach als man sich dies zunächst vorstellt.

Bislang war die Ermittlung für viele Betriebe nur mit hohem Aufwand möglich und
endete in der Regel jeweils damit, daß nur der Ertrag eines gesamten Feldes
geschätzt werden konnte. Letztlich ist ja der abgefahrenen Ertrag eine Maßgabe für
die aus dem Boden entfernten Nährstoffe. Es ist jedoch zumindest in der Trierer
Gegend offensichtlich, daß der Ertrag innerhalb größerer Schläge keineswegs überall
der gleiche ist.

Mähdrescher mit kontinuierlicher Ertragsmessung

Hier hilft uns wieder die Hochtechnologie weiter. Beim MBR Trier-Saarburg kam in
diesem Jahr ein Mähdrescher zum Einsatz, der laufend während des Drusches fest-
stellen kann, wie hoch der Ertrag momentan gerade ist. Die standortbezogene
Aufzeichnung dieses Ertrages, die wir ja letztlich brauchen, um später wieder darauf
zurückzugreifen, wird dadurch ermöglicht, daß der Mähdrescher seinen Standort

durch GPS (Global-Positioning-System) bis auf zwei Meter exakt ermittelt und jedem Punkt des Feldes seinen entsprechenden Ertrag zugeordnet.



Mähdresche mit GPS zur präzisen Ertragsmessung

GPS-Technik aus dem militärischen Bereich

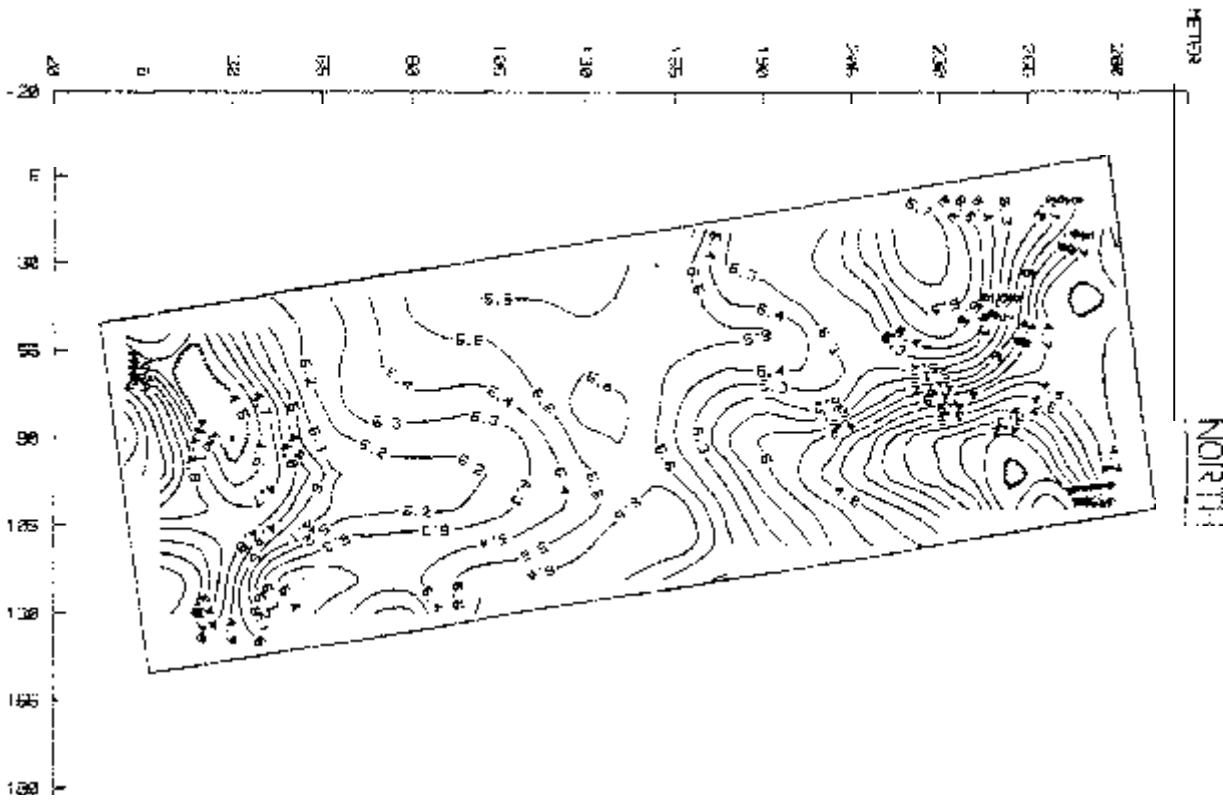
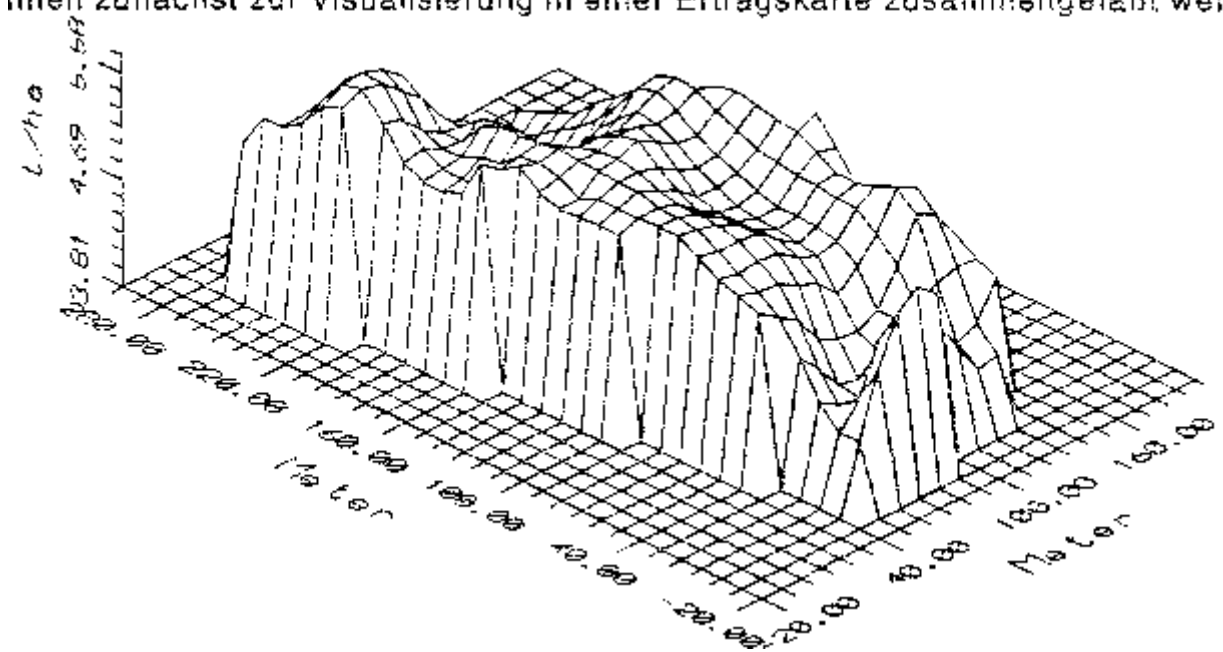
Diese GPS-Technik stammt aus dem militärischen Anwendungsbereich und hat seine Funktion dadurch, daß verschiedene, im All kreisende, Satelliten angepeilt werden und aus den von diesen Satelliten abgegriffenen Funksignalen an allen Punkten der Erde eine genaue Navigation möglich ist. In der Marine-Technik nutzt man diese Ortungsmöglichkeit seit längerem. In der nahen Zukunft wird sie auch in der Landwirtschaft Einzug halten, da die enorme Bedeutung dieser Technik sich Schritt für Schritt zeigt.

Verlust Standortinformation durch schwere Landtechnik

Es ist schließlich so, daß durch die Mechanisierung in der Landwirtschaft der Standortbezug teilweise verloren ging. Als früher der Landwirt beim Einsäen seines Feldes von Hand praktisch jede Scholle betreten mußte, kannte er die Standortbeziehungen innerhalb seiner Flächen noch genau. Er kam überhaupt nicht auf die Idee, z. B. in ein Wasserloch in einem Feld Saatgut oder Düngemittel einzubringen, da er wußte, daß dies nichts bringt. Als der Handarbeiter aber durch den 150 PS-Schlepper und mehrere Meter breite Arbeitskombinationen ersetzt wurde, gingen diese Standortinformationen mehr und mehr unter. Der 150 PS-Schlepper bearbeitet den nassen Boden im Wasserloch genau so, wie den trockenen Boden daneben. Die moderne Hochtechnologie bietet nun die Möglichkeit, auch dem Schlepper Navigationsmöglichkeiten anzubieten und auf die Standortpotentiale zu reagieren.

P Ertragsdaten werden zur Ertragskarte

Die von dem mit GPS ausgestatteten Mähdrescher aufgezeichneten Ertragsdaten, werden zunächst zur Visualisierung in einer Ertragskarte zusammengefasst werden.



5: Ertragskarte EAST

Hier kann man mit bloße Augen gesehen, wie die Ertragsverhältnisse innerhalb eines Feldes aussehen. Dies, wenn man es richtig betrachtet, nützt dem Landwirt allerdings zunächst nichts.. Die gesamten Informationen müssen auf elektronischem Wege auch an andere Landmaschinen, für die die Ertragsituation ebenfalls bedeutend ist (Düngerstreuer, Drillmaschine...), übergeben werden können.

Voraussetzung: Falls die Daten manuell nicht mehr zu bewältigen

Nun haben wir die vorhandenen Nährstoffe durchkalkuliert und die Entzüge gemessen. Wenn Sie einmal genau darüber nachdenken, daß z. B. für alle 5 qm jetzt ein Ertragswert vorliegt und viele andere Informationen gesammelt wurden, ist es sicherlich einleuchtend, daß man, um eine Verrechnung all dieser Daten durchführen zu können, nicht um die EDV herum kommt.

EDV-Düngemanagement des MBR

Deshalb setzt der MBR Trier-Saarburg für seine Landwirte überbetrieblich Computer ein, die mit der entsprechenden Software für das EDV-Düngemanagement ausgestattet sind. Da der überbetriebliche Einsatz dieser Computer auch Bedienungsspezialisten erfordert, ähnlich wie es eine hochkomplizierte Erntemaschine tut, hat der MBR Trier-Saarburg hierfür einen Mitarbeiter eingestellt, der die EDV-Düngeplanung draußen in den Betrieben vor Ort durchführt.

Man könnte nun zunächst sagen, daß dies keine Aufgabe für den MBR sei. Wenn man sich aber die Datenquellen, die als Grundlage für die EDV Düngeplanung dienen, ansieht, war der MBR bei der Beschaffung jeweils beteiligt und wir werden gleich sehen, daß bei der weiteren Verwertung der Ergebnisse der Düngeplanung ebenfalls wieder der MBR gefragt ist. So kann also ohne weiteres der Zwischenschritt der EDV-Düngeplanung sinnvoll nur vom MBR in Zusammenarbeit mit der Beratung vollzogen werden.

Gläserner Landwirt - Angst vor Datenmißbrauch

Hier spielt ein weiterer Punkt eine wichtige und entscheidende Rolle. Wir haben vorher gehört, daß die Gefahr besteht, bei Bekanntwerden zu vieler Daten einen gläsernen Landwirt zu erzeugen. In der EDV-Düngeplanung werden sehr sensible betriebsbezogene Daten verwertet. Wird diese Düngeplanung durch den MBR durchgeführt, bleiben die Daten bei den Landwirten innerhalb einer geschlossenen Gruppe. Das große Vertrauen der Landwirte in ihre eigene Organisation MBR ist eine Grundvoraussetzung für die Akzeptanz der Weitergabe der Daten. Ferner kann durch den sehr engen Kontakt des Landwirtes mit dem Maschinenring die Entwicklung der Systeme einzig und allein nach den Anforderungen der Praxis gestaltet und weiterentwickelt werden. Zu welchen Auswüchsen vor oder herab erstellte Systeme führen können, haben wir in der Vergangenheit zu Hauf feststellen

nnen braue an ur de Durchführungs immu e man er
e programme anzuse e

Voraussetzung 5: Information zur richtigen U ehmer-E e ng

Die Verrechnung der wichtigen Daten in der EDV-Düngeplanung hat nun zu konkreten Informationen für den Betrieb geführt. Der Betrieb kann mit diesen Informationen seine unternehmerischen Entscheidungen einfacher und sicherer fällen. Trotzdem werden ihm die Entscheidungen nicht vorweggenommen, er kann diese immer noch selbst treffen.

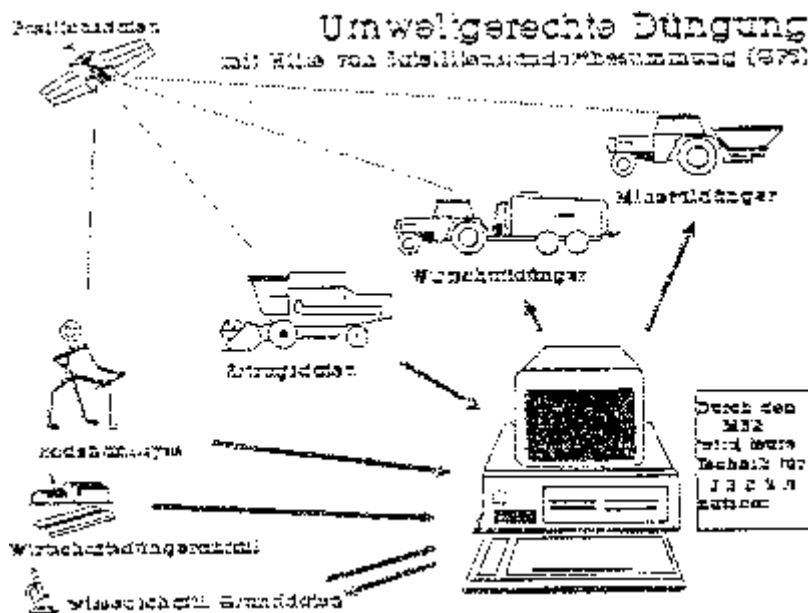
Viele der Informationen dienen der Information des Landwirtes, aber auch gleichzeitig als Einsetzanweisung an die Landtechnik. Wenn der Düngerstreuer z.B. auf die vom Mährescher erstellte Ertragskarte bei der Düngerausbringung reagieren soll, dann müssen eben die entsprechenden Daten auch zur Verfügung gestellt werden. Daß dies nicht von Hand erfolgen kann, ist sicherlich einleuchtend.

BR vermittelt Technik + In rm ationen (Chipkarte)

So muß der MBR also auch in der Lage sein, z. B. dem Lohnunternehmer, der die Grunddüngung für den Betrieb durchführt, eine Chip-Karte mit allen erforderlichen Einstellinformationen für den Düngerstreuer zu übergeben. Hier wird deutlich, daß der MBR in Zukunft nicht mehr nur als Vermittler für Maschinen und Geräte auftritt, sondern gleichzeitig mit der Vermittlung der Technik auch die Vermittlung der Informationen bzw. die Überstellung der notwendigen Informationen vorzunehmen hat.

Konsequen e MBR-G esch äftsstelle

Dies hat natürlich für die einzelnen MBR erhebliche Konsequenzen. Auch an den MBR-Geschäftsstellen ist der High-Tech-Einsatz in Zukunft das Mittel der Wahl. So z. B. ist beim MBR Trier-Saarburg ein ISDN-Anschluß installiert, mit dem momentan schon der Datenaustausch mit dem Bodenkab. erfolgt. Die Datenübertragung von Maschinen zur MBR-Geschäftsstelle, Verarbeitung und Weitergabe der Ergebnisse an den Landwirt wurde durch ein Chip-Karten-System in Verbindung mit dem Mährescher (mit GPS-Ertragsermittlung) gestestet.



Umweltgerechte Technik mit Hilfe von Satellitenstandortbestimmung (GPS)

SR s D aufbereitung lle

Auf den MBR kommen auch Aufbereitungs- und Verarbeitungsarbeiten für die gewonnen bzw. anzuwendenden Daten zu. So z. B. kann der Mähdrescher weiter nichts erstellen als eine Chip-Karte voller Datensätze, die eine Position in Form von Koordinaten, einen Ertrag, ein Datum und eine Uhrzeit enthalten. Damit kann der Landwirt so zunächst nichts anfangen. Eine weitere Aufbereitung mit entsprechender Software z. B. zur Ertragskarte erfolgt im MBR-Büro. Die zur Steuerung des Düngestreuers erforderlichen Daten werden sinnvollerweise ebenfalls beim MBR auf eine entsprechende Chip-Karte geschrieben, bzw. dem ausführenden Landwirt oder Lohnunternehmer über Modem zugesandt. Der Schritt der GPS-gestützten Düngestruer-Steuerung soll in Trier als Nächstes in Angriff genommen werden.

Dokumentationemöglich n für die Landwirte

Ferner können für die Landwirte aus den mit der Technik gewonnen Daten hoch genaue Dokumentationen von Arbeitsleistungen erstellt werden. Dies hat z. B. bei der Klärschlammabfuhr eine erhebliche Bedeutung. Der Landwirt kann mit einer solchen Dokumentation sein Risiko minimieren, indem er jederzeit nachweisen kann, daß der Klärschlamm gleichmäßig und nur die vorgesehene Menge über eine Fläche verteilt wurde. Ferner ist vorstellbar, daß Leistungen für den Gewässerschutz (z. B. Einsatz einer Zwischenbegüßung zur N-Bindung) durch GPS-Aufzeichnung

exakt dokumentiert werden und somit eine fundierte Abrechnungsbasis für solche Leistungen an der Gesellschaft dem Landwirt einen Gelöwervorteil einbringen, darstellen.

Voraussetzung 6: Nebenleistungen ausbauen

Neben den genannten Aufgaben für die MBR gilt es aber auch, das Potential diese Aufgaben weiter auszuschöpfen und weitere Nebenleistungen auszubauen.

So z. B. ist es kein Problem für den Landwirt bei der überbetrieblichen EDV-Düngeplanung auch eine Flächenverwaltung anzuhängen, bei der z. B. auch automatisch Antragsformulare ausgefüllt werden können. Dies ist bereits vom MBR Trier-Saarburg verwirklicht worden.

Aber auch noch nicht verwirklichte Voraussetzungen sollten umgehend in Angriff genommen werden, da sie von hoher Effizienz für die Maschinenringe sind. So z. B. kann in Zukunft aufgrund der wesentlich besser bekannten Betriebsverhältnisse eine fundiertere Mechanisierungsberatung vorgenommen werden.

Der zwischen gesellschaftliche Prozesse und Landwirt

Ferner kann der Maschinenring, hinter dem sich ja eine große Gruppe von Landwirten verbirgt, in Verhandlungen mit der Gesellschaft über gesellschaftliche Dienstleistungen, von denen wir heute schon viel gehört haben, treten. Er verfügt über die notwendigen Informationen und Erkenntnisse und darüber hinaus auch über die Technik, um nicht nur zu verhandeln, sondern auch verhandelte Tatbestände in die Tat umzusetzen.

Auf kurz oder lang wird es auch möglich sein, die aus den vielen Daten gewonnenen Informationen und Erkenntnisse, die an die Landwirte als Feed-back zurückfließen, an die Wissenschaft und andere Interessenten zu verkaufen. Ja, Sie haben richtig gehört verkaufen. Informationen haben durchaus ihren Wert und können deshalb auch verkauft werden. Eine Detektive z. B. tut ja auch nichts anderes. Das Versuchswesen verlagert sich auf den landwirtschaftlichen Betrieb selbst was die Aussagekraft um Potenzen steigert

Die re Vermittlung im PS

Die neuen Techniken, insbesondere aber die Navigationsmöglichkeit mit GPS, eröffnet auch ganz neue Möglichkeiten bei der flächenbezogenen Vermittlung von Maschinen. Die bislang betriebsbezogene Vermittlung war sehr ineffektiv, da zumindest in unserem Gebiet die Betriebe relativ große Flächenstrahlung über mehrere Gemarkungen in Kauf nehmen müssen. Darum verbringen die Maschinen oft mehr Zeit auf der Straße als im Acker. GPS-gestütztes Maschinenflottenmanage-

me ne Utopie me r, e der diesjährigen Bund estagung de BR z
se en war.

3. Neue a n r d e 8R ersetzen schwindende a

Die oben ausgeführten Darstellungen lassen erkennen, welche zentrale Bedeutung in Zukunft die Maschinenringe haben werden. Die Furcht, durch Wegfallen der ursprünglichen Aufgabe "Vermittlung und Organisation des überbetrieblichen Maschineneinsatzes" durch die immer größer werdende Betriebseinheiten (in denen sich dann jeweils die Eigenmechanisierung lohnt), die Zukunftsexistenz der Maschinenringe in Frage zu stellen, kann bei Agieren in der entsprechenden Richtung sicherlich vergessen werden.

MBR haben gute Chancen im Wettstreit mit Institutionen

Die sich aus der Natur der Sache ergebende Verbindung zwischen Technik und Information verhindert jeden Weg am MBR vorbei. Das Erbringen von Dienstleistungen an der Gesellschaft wird landwirtschaftliche High-Tech brauchen, deren Handling der MBR im Griff hat. Die Entwicklung entsprechender Systeme kann nur dann in die richtige Richtung laufen, wenn sie in der Praxis bei den Landwirten beginnt. Dies garantiert der MBR besser als jede andere Einrichtung. Das Vertrauen der Landwirte in ihre Organisation Maschinenring ermöglicht eine Effektivität, wie sie gleichwertig vielen anderen Einrichtungen bei weitem nicht abzugewinnen ist.

Entwicklungen nicht verschlafen

Die Maschinenringe können also mit gutem Mut dem kommenden Jahrtausend entgegensehen. Voraussetzung dafür ist allerdings, daß die besprochenen Entwicklungen nicht verschlafen werden. Es muß mit erhöhtem Aufwand agiert werden, um Entwicklungen von vorne herein in die richtige Richtung mit zu beeinflussen.

Veröffentlichungen der Landtechnik Weihenstephan 1

- AUERNHAMMER, H., ROTTMEIER, J.; STANZEL, H.: Elektronikeinsatz in der Landtechnik zur Verringerung des Düngemiteleinsatzes und der Umweltbelastung im Futterbau. - In: Forschungsbericht: Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten München 1991, Heft 58, 67 S., 79 Abb., 3 Tab.
- AUERNHAMMER, H.: Elektronik in Traktoren und Maschinen. 2. überarbeitete Auflage München: BLV-Verlagsgesellschaft, 1991, 192 S., 106 Abb., 5 Tab.
- AUERNHAMMER, H.; MUHR, T.: GPS is a Basic Rule for Environment Protection in Agriculture. Proceeding of the Symposium "Automated Agriculture in the 21st Century", St. Joseph (USA) 1991, pp. 494 - 497.
- AUERNHAMMER, H.: Tierhaltung und menschliche Umwelt. Züchtungskunde 34 (1992), H. 3/4, S. 235 - 244.
- AUERNHAMMER, H.: Mechanische Unkrautbekämpfung. Das System ist gefragt. PSP (1992), H. 1, S. 35 - 37.
- AUERNHAMMER, H.: Elektronikeinsatz in der Landwirtschaft als Perspektive für den Weinbau und für Weinbaumaschinen. Umweltgerechte Weinbautechnik; KTBL Darmstadt 1992, KTBL-Schrift 359, S. 70 - 79.
- AUERNHAMMER, H.; MUHR, T.: Ordnung landwirtschaftlicher Fahrzeuge als Schlüsseltechnologie für eine rechnergestützte Pflanzenproduktion. - In: BML-Arbeitstagung '92; KTBL Darmstadt 1992, Arbeitspapier 167, S. 40 - 43.
- AUERNHAMMER, H.: Rechnergestützte Pflanzenproduktion am Beispiel der umweltorientierten Düngung. - In: Tagungsband des VDIMEG Kolloquium Agrartechnik "Ordnung und Navigation landwirtschaftlicher Fahrzeuge", Weihenstephan, 5./6.3.1992, Hrsg.: VDI-Gesellschaft Agrartechnik (VDI-AGR), Düsseldorf 1992, Heft 14, S. 1 - 15.
- BAUER, R.: Wissensbasierte Systeme zur Tierüberwachung. - In: Rechnergestützte Tierüberwachung in der Milchviehhaltung. Tagungsband, Hrsg.: Inst. f. Betriebstechnik, FAL-Braunschweig-Völkeroede, 1992 (im Druck)
- BAUER, R.; PIRKELMANN, H.; SCHÖN, H.: Technik in der Rinderhaltung. - In: Jahrbuch Agrartechnik, Hrsg.: MATTHIES, H. J. und F. MEIER. Maschinenbau Verlag, Frankfurt, 1992, S. 155 - 165.
- BECK, M., REUSS, M.; SCHULE, M.: Durchführung von Messungen zur Verteilung der Strömungsgeschwindigkeiten in einem Einband-trockner. Freilegung: Landtechnik Weihenstephan, 1991, 32 S., mit Bildern, Graphiken u. Messdaten

- BECK, M.; REUSS, M.; SCHULZ, H.; SPANNIG, J.; WAGNER, B.: Erfahrungen mit einem Langzeitspeicher mit vertikalen Wärmetauscherrohren. Tagungsbericht Symposium Erdgekoppelte Wärmepumpen, Schloß Raasdorfer Holzhausen, 7.-9.10.1991. Hrsg.: B. Sanner u.a. Karlsruhe: Fachinformationszentrum Karlsruhe, 1991, S. 179-191. (IZW-Berichte 3/91)
- BERTRAM, A.: Thermodynamische Grundlagen der Abflammtchnik. Landtechnik 47 (1992) Nr. 7/8; S. 401 - 402.
- BLUDAU, D.; STREHLER, A.: Die Bereitstellung von Zuckermirse als Energiepflanze. - in: Tagungsband Landtechnik 1991, Kurzfassung der Vorträge; Tagung VDI-AGF 24./25.10.1991 Braunschweig, S. 99- 101.
- BLUDAU, D.: Meßergebnisse und Erfahrungen bei der Verfeuerung von Stroh, Holz und Energiepflanzen in Kleinanlagen. Energie aus der Landwirtschaft, Reststoffe und speziell produzierte Rohstoffe. 7. Praktiker-Informations-Tagung, 03.12.1991 Grub, "Gelbes Heft" Nr. 39, Hrsg.: BStMELF, S. 43 - 55.
- BLUDAU, D.: Pilotanlage für Biomasse-Festbrennstoff in Grub. - in: Tagungsband Energetische Nutzung von Biomasse; Freising 27./28.04. 1992; Hrsg.: Forum für Zukunftsenergien; S. 166 - 177. 1
- BLUDAU, D., TUROWSKI, P.: Bestimmung der Schadstoffemissionen bei der Verfeuerung von Getreide-Ganzpflanzen-Pellets und Hackgut aus schnellwachsenden Hölzern in automatisch beschickten Feuerungsanlagen. Endbericht im Auftrag des Bayer. StMinLU, Weihenstephan, April 1992, 38 S.
- BLUDAU, D.: Die Zuckermirse als Energiepflanze. - in: Tagungsband Energetische Nutzung von Biomasse; Freising 27./28.04.1992; Hrsg.: Forum für Zukunftsenergien; S. 230 - 242.
- BLUDAU, D.: Interessant, wenn Öl 48 Pfennig kostet - Heizen mit Hackschnitzeln. Bayerisches Landwirtschaftliches Wochenblatt 122, 1992, Nr. 19, S. 36 - 40.
- BLUDAU, D.; TUROWSKI, P.: Erarbeitung geeigneter Verfahren zur Ernte, Lagerung und Bagasseverwertung von Zuckermirse.- "Gelbes Heft" Nr. 43; Mai 1992 Hrsg.: BStMELF; 225 S.
- BLUDAU, D.; TUROWSKI, P.: Verfahrensrelevante Untersuchungen zu Bereitstellung und Nutzung jährlich erntbarer Biomasse als Festbrennstoff unter besonderer Berücksichtigung technischer, wirtschaftlicher und umweltbezogener Aspekte. "Gelbes Heft" Nr. 44; Oktober 1992 Hrsg.: BStMELF; 160 S.
- BOXBERGER, J., HEUM, M.: Aspekte der Rückführung des kompostierbaren Anteils der Haushaltsabfälle auf landwirtschaftlichen Flächen. Bayerisches Landesamt für Umweltschutz: "Biologische Verwertung und Behandlung organischer Haushaltsabfälle" Schriftenreihe 116 München 1991

- BOXBERGER, J.; GRONAUER, A.; HELM, M.: Chancen nützen, Gefahren sehen - Biomüllkompostierung, ein neuer Erwerbszweig für die Landwirtschaft. Bayerisches Landwirtschaftliches Wochenblatt 181 (1991), Nr.41.
- BOXBERGER, J.; GRONAUER, A.; HELM, M.: Weihenstephaner Konzept zur Verwertung des kompostierbaren Anteils am Hausmüll auf landwirtschaftlichen und gärtnerischen Nutzflächen. - in: BOXBERGER, J.; GRONAUER, A.; HELM, M.; POPP, L. (Hrsg.): "Kompostierung landwirtschaftlicher und nichtlandwirtschaftlicher organischer Reststoffe", Schriftenreihe Landtechnik, Weihenstephan, 1992, Heft 1, S. 31 - 38.
- BOXBERGER, J.; GRONAUER, A.; HELM, M.; POPP, L. (Hrsg.): "Kompostierung landwirtschaftlicher und nichtlandwirtschaftlicher organischer Reststoffe", Schriftenreihe Landtechnik Weihenstephan, 1992, Heft 1, 47 S.
- BOXBERGER, J.; AMON, T.; GRONAUER, A.; POPP, L.; SCHÜRZINGER, H.: Umweltgerechte Lagerung und Ausbringung von Flüssig- und Festmist (I). DGS 43 (1992), H. 36, S. 1116 - 1119.
- BOXBERGER, J.; AMON, TH.; GRONAUER, A.; POPP, L.; SCHÜRZINGER, H.: Umweltgerechte Lagerung und Ausbringung von Flüssig- und Festmist (II). DGS 43 (1992), H. 37, S. 1140 - 1143.
- BOXBERGER, J.; GRONAUER, A.; HELM, M.: Auf den Haufen schmeißen reicht nicht - Anforderungen an die Verfahrenstechnik der Biomüllkompostierung". Bayerisches Landwirtschaftliches Wochenblatt 182 (1992), Nr.15, S. 38 - 39.
- BOXBERGER, J.; GRONAUER, A.; HELM, M.: In Mieten, im Silo oder im Reaktor - Verfahren der Biomüllkompostierung". Bayerisches Landwirtschaftliches Wochenblatt 182 (1992), Nr.16, S. 52.
- BOXBERGER, J.; LEHMANN, B.: Forschungsergebnisse und Erkenntnisse zur tiergerechten Nutztierhaltung - Rinderhaltung. Züchtungskunde 64 (1992), H. 3/4, Eugen Ulmer Verlag Stuttgart, S. 193 - 208.
- BOXBERGER, J.; LEHMANN, B.; POPP, L.; SCHÜRZINGER, H.: Naturnahe Haltungssysteme für Milchkühe. In: KTEL (Hrsg.). BML-Arbeitstagung '92, Darmstadt, 1992, S. 141 - 145.
- BRAUN, J.; KEMPKENS, K.; LEHMANN, B.: Tretmist für Milchvieh - eine Auswertung zweijähriger praktischer Erfahrungen mit diesem Haltungssystem. In: GRONAUER, A., LEHMANN, B. (Hrsg.): Technik der artgerechten Tierhaltung im ökologischen Landbau. SÖL-Sonderausgabe Nr. 54, Bad Dürkheim, 1991, S. 45 - 57.

- DEMMELE, M.; BRUNNER, H.; AUERNHAMMER, H.: Mobiler Elektronikeinsatz für Verteilarbeiten - Ergebnisse einer Erhebung. - In: Tagungsband "Landtechnik 1991", Braunschweig 24./25. Oktober 1991, Hrsg.: VDI-Gesellschaft Agrartechnik (VDI-AGR) Düsseldorf 1991, S. 119 - 123.
- DEMMELE, M.; MUHR, T.; ROTTMEIER, J.; PERGER, P. von; AUERNHAMMER, H.: Ortung und Ertragsermittlung beim Mähdrusch in den Erntejahren 1990 und 1991. - In: Tagungsband des VDI/MEG Kolloquium Agrartechnik "Ortung und Navigation landwirtschaftlicher Fahrzeuge", Weihenstephan, 5./6.3.1992, Hrsg.: VDI-Gesellschaft Agrartechnik (VDI-AGR), Düsseldorf 1992, Heft 14, S. 107 - 122.
- ENGLERT, G.; NEUHAUSER, J.: Schutzanstriche und Beschichtungen für Betonflächendeckungen. - In: Vorträge zur Jahrestagung 1991. Hrsg.: Landtechnik Weihenstephan, Freising, 1991, S. 35 - 39.
- ENGLERT, G.: Wirtschaftliche Klimasteuerung von Ställen. Landtechnik 47 Nr. 4, S. 180 - 182 (Teil 1).
- ENGLERT, G.: Wirtschaftliche Klimasteuerung von Ställen. Landtechnik 47 (1992) Nr. 5, S. 239 - 241 (Teil 2).
- ENGLERT, G.: Anforderungen und Praxiserfahrungen zum Betonschutz in Gärfermentations- und Güllebehältern. - In: BML-Arbeitstagung '92. Hrsg.: KTBL-Darmstadt, 1992, S. 245 - 251.
- ENGLERT, G.; NEUHAUSER, J.: So schützen Sie Bauholz gegen Pilze und Insekten. top agrar (1992) Nr. 3, S. 148 - 152.
- ENGLERT, G.: Preiswert: Mineralische Wärmedämmstoffe. top agrar(1) Nr. 4, S. 136 - 137.
- ESTLER, M.; SCHÖN, H.: Beiträge der Landtechnik zu einer umweltfreundlichen Landwirtschaft. Zeitschrift für Kulturtechnik und Landentwicklung 32 (1991), Heft 6, S. 362 - 374.
- ESTLER, M.; PEISL, S.: Auf die Stengeltäule achten. Bayerisches landwirtschaftliches Wochenblatt 181 (1991), Heft 17, S. 43.
- ESTLER, M.: Striegel, Hacke und Bürste - echte Gegner für das Unkraut? Agrar-Übersicht 42 (1991), Nr.11, S. 26 - 29.
- ESTLER, M.: Boden- und Wasserschutz in der Landwirtschaft durch umweltschonende Produktionssysteme. - In: Tagungsband zum Kongress "Umwelt & Technik", Erfurt, 1991, S.77 - 79.
- ESTLER, M.: Mechanisch-physikalische Maßnahmen reduzieren Herbizideinsatz bei der Unkrautregulierung. - In: Lohnunternehmen-Jahrbuch, 1992, S.106 - 111.

- ESTLER, M.; PEISL, S.: Direkteinspeisung von Pflanzenschutzmitteln. Landtechnik 47 (1992), Heft 3, S.116 - 117.
- ESTLER, M.: Technik für den Maisanbau. Landtechnik 47 21 - 23.
- ESTLER, M.: Mit moderner Technik zu mehr Bodenschutz. Mais 20 S.12 - 14. 1'
- ESTLER, M.: Integrierte Pflanzenproduktion am Beispiel des Maisanbaues. Mais 20 (1992), Heft 4, S.25 - 30.
- ESTLER, M.; RESCH, L.; KEES, H.; LUTZ: Kombinierte mechanisch-chemische Unkrautbekämpfung im Mais - mehrjährige Versuchserfahrungen aus Bayern. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, 1992, Sonderheft XII, S.637 - 646.
- ESTLER, M.: Umweltgerecht mit moderner Produktionstechnik. Bauernzeitung Brandenburg 53 (1992), Heft 12, S. 24 - 25.
- ESTLER, M.: Moderne Saatechnik für Mais. Hannoversche land- und forstwirtschaftliche Zeitung 145 (1992), Heft 14, S. 20 - 21.
- ESTLER, M.; BÜCHNER: Unkraut durch Anbautechnik regulieren. Lohnunternehmer 47 (1992), Heft 9, S. 447 - 478.
- ESTLER, M.; KEES, H.: Mechanische Verfahren mit und ohne Bandspritzung. Agrar-Übersicht 43 (1992), Heft 4, S.26 - 29.
- GEYER, M.: Gemüsereinigungsverfahren. Hrsg.: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL), Arbeitspapier 173; 1992.
- GRONAUER, A.; LEHMANN, B. (Hrsg.): Technik der angerechten Tierhaltung im ökologischen Landbau. SÖL-Sonderausgabe Nr. 54, Stiftung Ökologie & Landbau, Bad Dürkheim 1991.
- GRONAUER, A.: Angerechte Tierhaltung im Spannungsfeld zwischen naturnaher Haltung und Wirtschaftlichkeit. - In: GRONAUER, A.; LEHMANN, B. (Hrsg.): Technik der angerechten Tierhaltung im ökologischen Landbau. SÖL-Sonderausgabe Nr. 54, Stiftung Ökologie & Landbau, Bad Dürkheim 1991, S. 7 -12.
- GRONAUER, A.: Problematik der Kompostierung von organischem Hausmüll. - In: BOXBERGER J.; GRONAUER, A.; HELM, M.; POPP, L. (Hrsg.): "Kompostierung landwirtschaftlicher und nichtlandwirtschaftlicher organischer Reststoffe" Schriftenreihe Landtechnik Weihenstephan 1992, Heft 1, S. 39 - 43.
- GRONAUER, A.; LANG, Th.; POPP, L.: Die Düngung im ökologischen Landbau - abgaktuell 15 (2. Quartal 1992), Nr.56.

- HARTMANN, H.: Untersuchungen zu den Wasserverlusten beim Einsatz des Großflächenregners mit mobiler Beregnungsmaschinen. Landbauforschung Völkerrade, Sonderheft 136, Institut für Betriebstechnik der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), Dissertation an der Technischen Universität München, Institut für Landtechnik, 150 S.
- LANGENEGER, G.: Flach statt tief in die Erde - Treibmistkanäle. top agrar Nr. 6, S. R16 - R19.
- LEHMANN, B.: Angereichte Schweinehaltung: Konzepte und Lösungen. In: GRONAUER, A., LEHMANN, B. (Hrsg.): Technik der angereichten Tierhaltung im ökologischen Landbau. SÖL-Sonderausgabe Nr. 54, Bad Dürkheim, 1991, S. 58 - 75.
- LEHMANN, B.; GRONAUER, A. (Hrsg.): Sinnvoller Umgang mit Energie auf dem Bauernhof. SÖL-Sonderausgabe Nr.55, Stiftung Ökologie & Landbau, Bad Dürkheim 1992.
- LEHMANN, B.: Gruppenhaltung von Sauen. Landtechnik 47 (1992), H. 6, S. 296- 298.
- LEHMANN, B.; PFADLER, W.: Technik und Bauen in Rinder- und Schweinehaltung. Unterrichtshilfe 5-92 der Staatlichen Führungsakademie für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, München, Juni 1992.
- LEHMANN, B.; RÖDEL, G.; SCHURIG, M.: Ein neues System für die Bodenprobenentnahme und -aufbereitung zur N-Untersuchung. In: Proceedings I. of The International Scientific Conference "Trends in Agricultural Engineering", Prague 15-18 September 1992, S. 302 - 310.
- LEHMANN, B., RÖDEL, G., SCHURIG, M.: Vergleich unterschiedlicher Mähaufbereiter. In: Proceedings I. of The International Scientific Conference "Trends in Agricultural Engineering", Prague 15-18 September 1992, S. 311 - 317.
- LEHMANN, B.; SCHURIG, M.; RÖDEL, G.; EBERLEIN, H. (Hrsg.): Bodenbeprobung zur Stickstoffuntersuchung. Landtechnik Bericht, H. 1, Weihenstephan, 1992.
- LEHMANN, B.: Bewertung unterschiedlicher Verfahren für die Ernte von Flachsstroh für die technisch-industrielle Verwertung. In: VDI-AGR, MEG (Hrsg.): Kurzfassung der Vorträge Landtechnik 1992, S. 198 - 201.
- LEHMANN, B.: Ansätze für eine Verbesserung der Gruppenhaltung von Sauer mit Abruffütterung. In: KTBL (Hrsg.): BML-Arbeitstagung '92, Darmstadt, 1992, S. 198 - 201.
- MITTERLEINER, H.: Überbetriebliche Strobergergung durch Lohnunternehmer. Lohnunternehmen 47 (1992), Nr.7, S 406 - 408.

- MITTERLEITNER, H.: Folienstreichverfahren im Vergleich - Stand der Technik. Bauernblatt für Schleswig-Holstein (1992), Nr.23, S. 45 - 48.
- MITTERLEITNER, H.: Folienwickelgeräte - Wieviel Automatik muß sein? Agrar-Übersicht 43 (1992), Nr.5, S. 26 - 29
- MITTERLEITNER, H.: Gas zählt nur die Hälfte. Bayerisches Landwirtschaftliches Wochenblatt 182 (1992), Nr.9, S. 47 - 49.
- MITTERLEITNER, H.: Ballen laden, stapeln, transportieren - top agrar (1992), Nr.6, S. 68 - 71.
- MURR, T.; AUERNHAMMER, H.: Technische Möglichkeiten zur Ortung landwirtschaftlicher Fahrzeuge. - In: Tagungsband des VDI/MEG Kolloquium Agrartechnik "Ortung und Navigation landwirtschaftlicher Fahrzeuge", Weihenstephan, 5./6.3.1992, Hreg: VDI-Gesellschaft Agrartechnik (VDI-AGR), Düsseldorf 1992, Heft 14, S. 49 - 56.
- PEISL, S.; AUERNHAMMER, H.: Mobile Agrarcomputer - Überwachung, Steuerung und Regelung von Maschinen und Geräten. Frankfurt: DLG 1991, Merkblatt Nr. 284, 12 S., 2 Abb., 7 Tab.
- PEISL, S.; AUERNHAMMER, H.; ROTTMEIER, J. Wer wiegt behält den Überblick. dlz 42 (1991), H. 11, S. 82 - 88.
- PEISL, S.; RESCH, L.: Bodendruck vermeiden. Bayerisches Landwirtschaftliches Wochenblatt, 181 (1991), H. 37, S. 45 - 46
- PEISL, S.: Direkteinspeisung von Pflanzenschutzmitteln - neue technische Herausforderung. Hardi Rama 9 (1992), H. 1, S. 6 - 7.
- PEISL, S.; ESTLER, M.: Direkteinspeisung von Pflanzenschutzmitteln. - Ein Systemvergleich. Landtechnik 47 (1992), H. 3, S. 116 - 117.
- PEISL, S.; ESTLER, M.; RESCH, L.: Mit der Hacke in den Mais: Empfehlungen zur Geräteauswahl. Profil (1992), H. 5, S. 58 - 60.
- PEISL, S.; ESTLER, M.: Auf die Stengelfäule achten - Mulchaufgaben erhöhen im Mais die Gefahr von Fusariumbefall. Bayerisches Landwirtschaftliches Wochenblatt 182 (1992), H. 17, S. 43.
- PEISL, S.; ESTLER, M.; AUERNHAMMER, H.: Direkteinspeisung von Pflanzenschutzmitteln. Pflanzenschutzpraxis (1992), H. 4 (im Druck).
- PIRKELMANN, R.: Entnahme und Fütterung von Maissilage in der Rinderhaltung. Mais 19 (1991) Nr.4, S. 13 - 15.

- PIRKELMANN, H.: Baulich-technische Einrichtungen und Arbeitswirtschaft in der Pferdehaltung. - In: Pferdehaltung. Hrg.: H. PIRKELMANN, 2. Aufl. Stuttgart: Ulmer-Verlag (1991), S. 74 - 164.
- PIRKELMANN, H.; WENDL, G.; WENDLING, F.: Experiences with injected transponders in calves. Report EUR 13198 EN, Agriculture: Automatic electronic identification systems for farm animals (1991), S. 53 - 60.
- PIRKELMANN, H. (Hrg.): Pferdehaltung 2. Aufl. Stuttgart: Ulmer-Verlag
p 448 S. (1 1),
- PIRKELMANN, H.: Rechnergesteuerte Kraftfutterfütterung für
(1992) Nr. 4, S. 179. r Kühe. Landtechnik 47
- PIRKELMANN, H.; KERN, C.: Sind Injektate schon praxistest? dtz 43 (1992) Nr. 8,
S. 100 - 102.
- PIRKELMANN, H.; WENDL, G.; KERN, C.: Elektronische Tieridentifizierung als Voraussetzung für den Einsatz rechnergestützter Verfahren in der Tierhaltung. KTBL-Arbeitspapier 170 "AEL-HEA-KTBL-Vortragstagung 92", Würzburg, 29.4.1992. Hrg.: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V. (KTBL) Darmstadt, 1992, S. 9 - 19.
- PIRKELMANN, H.; RITTEL, L.: Tiergerechte Kälberernährung mit rechnergesteuerten Tränkeverfahren. KTBL-Schrift Nr. 352, 1992.
- POPP, L.: Technik der Kompostierung. - In: BOXBERGER, J.; GRONAUER, A.; HELM, M.; POPP, L. (Hrg.): "Kompostierung landwirtschaftlicher und nichtlandwirtschaftlicher organischer Reststoffe", Schriftenreihe Landtechnik Weihenstephan 1992, Heft 1, S. 23 - 30.
- POPP, L.; HELM, M.; BOXBERGER, J.: "Technik der Kompostierung von Rinderfestmist und Biomüll". - in: BML - Arbeitstagung 1992, KTBL - Arbeitspapier 167, Darmstadt 1992, S. 33 - 98
- REUSS, M.; WEIDINGER, F.: Praktische Versuche mit einem Aufwindtrockner. Tagungsbericht 8. Internationales Sonnenforum, ICC Berlin, 30.6.- 3.7.1992. Hrg.: DGS Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie e.V. München: DGS-Sonnenenergie Verlags-GmbH, 1992, S. 313-318, Band 1.
- REUSS, M.; BECK, M.; ECKERL, H.; KERSCHL, P.; MÜLLER, J.; SCHULZ, H.: Erfahrungen mit einem Langzeitspeicher mit vertikalen Wärmetauschersonden. Tagungsbericht 8. Internationales Sonnenforum, ICC Berlin, 30.6.- 3.7.1992. Hrg.: DGS Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie e.V. München: DGS-Sonnenenergie Verlags-GmbH, 1992, S. 1271-1276, Band 2

- REUSS, M.; SAMBALE, M.; SCHENK, W.; SCHULZ, H.: Photovoltaische Stromversorgung zur Beheizung von Fischterroren. Tagungsbericht 8. Internationales Sonnenforum, ICC Berlin, 30.6.- 3.7.1992. Hrsg.: DGS Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie e.V. München: DGS-Sonnenenergie Verlags-GmbH, 1992, S. 765-770, Band 1.
- REUSS, M.; SCHULZ, H.: Solare Heutrocknung mit Unterstützung der Heizung und Brauchwasserbereitung. Abschlußbericht zum F&E - Vorhaben -83 UM 21- Georg Rieger, Ascholding. Freising: Bayerische Landesanstalt für Landtechnik, 1992, 71 S., mit Bildern, Graphiken u. Messdaten.
- REUSS, M.: Einsatzmöglichkeiten der Photovoltaik. Tagungsbericht der Wintertagung 1992 der Fachgruppe für Technik im ökologischen Landbau e.V., Freising, 17.1.- 19.1.1992. Hrsg.: B. LEHMANN u.a., Stiftung Ökologis & Landbau Bad Dürkheim, S. 57-76, Sonderausgabe.
- RITTEL, L.: Einschaliges Mauerwerk. Landtechnik 46 (1991), Heft 10, S. 505 - 509.
- RITTEL, L.: Türen und Tore - selbst gebaut. top agrar 1992, Heft 10, S. 92 - 96.
- RITTEL, L.: Alles unter Dach und Fach. Bayerisches Wochenblatt 182^I S. 28 -30.
- RITTEL, L.; NEUHAUSER, J.: Wasserinstallation Kunststoffrohren. top agrar, 1992, Heft 2, S. 94 - 97
- RITTEL, L.; PIRKELMANN, H.: Tiergerechte Käberhaltung mit rechnergesteuerten Tränkeverfahren. KTBL-Schrift Nr. 352. 1992.
- SCHENK, W.; REUSS, M.; SCHULZ, H.: Einsatz von PV-Inselanlagen im ländlichen Bereich. Tagungsbericht 8. Internationales Sonnenforum, ICC Berlin, 30.6.- 3.7.1992. Hrsg.: DGS Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie e.V. München: DGS-Sonnenenergie Verlags-GmbH, 1992, S. 745-751, Band 1.
- SCHÖN, H.; STREHLER, A.; SCHULZ, H.: Zur Bedeutung der nachwachsenden Rohstoffe. Energie aus der Landwirtschaft. Reststoffe und speziell produzierte Rohstoffe, Hrsg.: BS/MELF, Dez. 1991, H. 39, S. 5 - 17.
- SCHÖN, H.: Landwirtschaftliche Rahmenbedingungen. - In: Jahrbuch Agrartechnik 4, H.J. MATHIES (Hrsg.), Maschinenbau Verlag, 1991, S. 11 - 19.
- SCHÖN, H.; ESTLER, M.; BOXBERGER, J.: Beiträge der Landtechnik zu einer umweltfreundlichen Landwirtschaft. Zeitschrift für Kulturtechnik und Landentwicklung 32 (1991), H. 6, S. 362 - 374.
- SCHÖN, H.: Neue Technik, größer - besser - unbezahlbar? DLG-Mitteilungen/agrarinform 1991, H. 11, S. 5.

- SCHÖN, H.; BOXBERGER, J.; PIRKELMANN, H.: Technik in der Rinderhaltung. - In: Jahrbuch Agrartechnik 4, Hrsg.: H.J. MATHIES, Maschinenbau Verlag, 1991, S. 141-145.
- SCHÖN, H.; BOXBERGER, J.: Technische Ansätze zur Entwicklung naturnaher Haltungssysteme in der Milchviehhaltung. - In: Fortschritte in der Tierzucht, Verlag E. Ulmer, Stuttgart 1991, S. 61 - 88.
- SCHÖN, H.: Neue Wege in der Milchviehhaltung? - In: Tagungsband zur Jahrestagung der Landtechnik Weihenstephan, 13.11.1991, Bd. 1, S. 11 - 19.
- SCHÖN, H.; ARTMANN, R.; SCHLÜNSEN, D.; SCHILLINGMANN, D.: Intelligent System in the Cow House. german research, Reports of the DFG 1/92, S. 29 - 31.
- SCHÖN, H.; , J.; PIRKELMANN, H.; RITTEL, L.; WENDL, G.: Rechnergestützte Verfahren in der Rinderhaltung - Neue Ansätze für die Fütterungstechnik und die Entwicklung naturnaher Milchviehhaltungssysteme. - In: Landwirtschaft und Elektrizität - Artgerechte Haltungssysteme durch den Einsatz von Elektronik Hrsg.: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V. Darmstadt, 1992, KTBL-Arbeitspapier 170, "AEL-HEA-KTBL-Vortragstagung 92", Würzburg, 29.4.1992. S. 85 -111.
- SCHÖN, H.; SCHLÖSSER, K.: Technischer Fortschritt auch in Zukunft wünschenswert? - In: Landwirtschaft in der Industriegesellschaft, DLG-Verlag, Frankfurt/Main, Archiv 85/1992, S. 78 - 81.
- SCHÖN, H.: Milchviehhaltung in großen Beständen - Schlußbemerkungen. Milchviehhaltung in großen Beständen, KTBL-Arbeitspapier 164, S. 88 - 90.
- SCHULZ, H.; MITTERLEITNER, M.: Folienstretchverfahren - Stand der Technik. RKL-Schrift, 9/92, H. 4.1.4.1.2.-07, S. 407 -426
- SCHULZ, H.: Praktische Erfahrungen mit dem Betrieb von Speicherbiogasanlagen. -In: Tagungsbericht der 7. Praktiker-Informationstagung am 03.12.91, Grub, Energie aus der Landwirtschaft, S. 83 - 88; Herausgeber: Bayer. Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft u. Forsten, Dezember 1991, Heft 39.
- SCHULZ, H.; MITTERLEITNER, M.; KRAUß, W.: Einsatz überschüssiger Schafwolle für technische Zwecke. Landtechnische Informationen für Fachberater für Landtechnik, Hrsg.: BStMELF, Sept. 1992, 24 S.
- SCHULZ, H.; MITTERLEITNER, M.: Einsatz von PVC-Recycling-Platten in der Landwirtschaft. Bericht zum gleichnamigen Forschungsantrag der Höchst AG, 1992, 27 S.

- SCHULZ, H.: Einsatz von Solarwärme in der Landwirtschaft. - In: Tagungsband "Zweites Nationales Symposium Thermische Solarenergie, veranstaltet vom Ostbay. Technologie-Transfer-Institut (OTTI) am 14./15.5.92, Kloster Banz, 304 S.
- SCHURIG, M.; LEHMANN, B.; RÖDEL, G.: Technik der Bodenprobenentnahme und -aufbereitung. Landtechnikbericht: "Bodenbeprobung zur Stickstoffuntersuchung" 1992, Heft 1, S. 2 - 8.
- SPACHMANN, H.-J.: Entwicklung eines Simulationsmodells zur wirtschaftlichen Optimierung der Nutzung fossiler und regenerativer Wärmeenergieträger im landwirtschaftlichen Betrieb. Forschungsbericht Agrartechnik des Arbeitskreises Forschung und Lehre der Max-Eyth-Gesellschaft (MEG) 1991, Schrift 217, 159 S.
- STREHLER, A.: Technische Möglichkeiten der Produktion, Aufbereitung und Verwendung von Brenn-, Treib- und Schmierstoffen aus der Landwirtschaft. - In: Tagungsbericht der 7. Praktiker-Informationstagung am 08.12.91, Grub, Energie aus der Landwirtschaft, S. 19 - 41; Herausgeber: Bayer, Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft u. Forsten, Dezember 1991, Heft 99.
- STREHLER, A.: Mögliche Potentiale einer ressourcenschonenden und umweltfreundlichen Energiegewinnung aus Biomasse. - In: DLG-Arbeitsunterlagen zur Biomasseerzeugung zur energetischen Nutzung am 06.12.91 in Bonn, Best. Nr. O/92, DLG-Verlag Frankfurt, S. 24 - 49.
- STREHLER, A.: Energie aus Biomasse - Restholz, Stroh, in der Landwirtschaft produzierte Energieträger - Potential, Aufbereitung und Wege der energetischen Nutzung. - In: Tagungsband "G. Langeoog Gespräch", 16. - 17.12.91, Langeoog, S. 86 - 115; Hrsg.: Wirtschaftsförderkreis Harlingerland e. V. u. Niedersächsischer Minister für Ernährung, Landwirtschaft u. Forsten.
- STREHLER, A.: Energetische Nutzung von Biomasse; BWK 44 (1992) Heft 2/3, S. 339 - 340.
- STREHLER, A.: Das CO₂-Einsparpotential durch Verwendung von Brenn- und Treibstoffen aus Biomasse mit Schwerpunkt "Energiepflanzen". VDI-Berichte Nr. 942, 1992, S. 127 - 147.
- STREHLER, A.: Technischer Stand der Verfeuerung von Biomasse. - In: KTBL-Tagungsband zur BML-Arbeitstagung 1992, "Referenten Landtechnik und landwirtschaftliches Bauen", 31.03. und 01.04.1992 in Göttingen, S. 107 - 108; Hrsg.: KTBL Darmstadt.
- STREHLER, A.: Möglichkeiten der Nutzung von Energie aus Biomasse - Potential und Wirtschaftlichkeit. - In: Tagungsband "Erneuerbare Energien und rationelle Energieversorgung in Kommunen und Energieversorgungsunternehmen, 30.03.-01.04.1992, Deutsch-Italienische Konferenz, BMFT.

- STREHLER, A.: Stand der Technik von der Brennstoffaufbereitung bis zur Verfeinerung im Überblick. - In: Tagungsband "Energetische Nutzung von Biomasse, S. 72 - 89, 27./28.4.1992 in Freising; Herausgeber: Forum für Zukunftsenergien und Landtechnik Weihenstephan, Forum Schriftenreihe Nr. 12 (1992), Bezugsmöglichkeit: Landtechnik Weihenstephan, Freising.
- STREHLER, A.: Biomasse - Heizwerke - Meßergebnisse, Einsatzmöglichkeiten und Hochdruckverdichtung von Biomasse. - In: Tagungsband Symposium: "Naturstoffe für eine moderne Gesellschaft", Würzburg, 6./7.7.1992, 8 Seiten; Hrsg.: Bayer. Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft u. Forster.
- STREHLER, A.: Stand der Technik, Vergleich von Feuerungsanlagen und Entwicklungslinien der Feuerungstechnik von Biomasse. - In: Tagungsband: Biobrennstoffe und umweltfreundliche Heizanlagen, S. 123 - 134, Regensburg, 23/24.9.1992, Fachhochschule; Herausgeber: OTT-Technologie-Kolleg, Regensburg.
- SÜSS, M.; LEHMANN, S.; SINGER, J., JÜLI, R.: Gruppennutzung von Zuchtsauen mit Abruffütterung. Arbeitsblatt Landwirtschaftliches Bauwesen 03.04.10, ALB Bayern, 1992.
- WENDL, G.: Rechnergesteuerte Produktionshilfen in der Milchviehhaltung. Schriftenreihe der Landtechnik Weihenstephan 1991, Heft 1, S. 69 - 78.
- WENDL, G.: Investitionsbedarf, Kosten und Nutzen der Prozeßtechnik in der Milchviehhaltung. KTBL-Arbeitspapier 167 "BML-Arbeitstagung '92", Kiel, 31.3.- 1.4.1992. Hrsg.: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V. Darmstadt, 1992, S. 119 - 124.
- WIDMANN, B.A.: Pflanzenöl als Energieträger - Kraftstoffeigenschaften, Emissionen, Erfahrungen. - In: Tagungsband Landtechnik 1991, Kurzfassung der Vorträge; Tagung VDI-AGR 24./25.10.1992 Braunschweig; S. 22 - 34.
- WIDMANN, B.A.: Nutzung von Pflanzenöl als Brenn- und Schmierstoff - Meßergebnisse aus der Verwendung von Energiepflanzen. Energie aus der Landwirtschaft, Reststoffe und speziell produzierte Rohstoffe; 7. Praktiker-Informationstagung, 03.12.1991 Grub, "Gelbes Heft" Nr. 39, Hrsg. BStMELF; S. 57 - 68.
- WIDMANN, B.A.: Pflanzenöl als Treibstoff - Möglichkeiten der Nutzung und Ergebnisse aus Forschungsarbeiten. - In: Tagungsband Energetische Nutzung von Biomasse; Freising 27./28.04.1992; Hrsg.: Forum für Zukunftsenergien; S. 206 - 229.
- WIDMANN, B.A., R. APFELBECK, B. GESSNER, P. PONTIUS: Verwendung von Rapsöl zu Motortreibstoff und als Heizölersatz in technischer und umweltbezogener Hinsicht. - "Gelbes Heft" April 1992, Nr. 40, Hrsg.: BStMELF; 650 S.

WIDMANN, B.A.: Erfahrungen mit Hydrauliköl auf Rapsölbasis in der Landwirtschaft. Veredlungsproduktion 2/1992; Hrsg. Verband Deutscher Ölmühlen; Bonn; S. 20 - 21.

WIDMANN, B.A.; APFELBECK, R.; GESSNER, B.; PONTIUS, P.: Verwendung von Rapsöl zu Motorentreibstoff und als Heizölersatz in technischer und umweltbezogener Hinsicht - Kurzfassung. - "Gelbes Heft" Mai 1992, Nr. 40, Hrsg.: BS:MELF; 76 S.

Dissertationen

- | | |
|------------------|---|
| HAIDN, B. | Arbeitswirtschaftliche Untersuchungen und Modellkalkulationen in der Zuchtsauenhaltung |
| LEHMANN | Einfluß der Gruppenhaltung mit Abrufütterung auf das Verhalten von Sauen im Vergleich zu Einzelhaltung und Gruppenhaltung mit Einzelfreßständen. |
| HARTMANN | Untersuchungen zu den Wasserverlusten beim Einsatz Großflächenregners mit mobilen Beregnungsmaschinen. |
| SPACHMANN, H.-J. | Entwicklung eines Simulationsmodells zur wirtschaftlichen Optimierung der Nutzung fossiler und regenerativer Wärmeenergieträger im landwirtschaftlichen Betrieb |

Diplomarbeiten

- | | |
|-----------|--|
| BRAUN | Geschlossene Gewächshaussysteme für den Unterglasgartenbau |
| FRITZ | Bauliche Ausführung und Nutzung eines Auslaufes bei der Haltung von Milchvieh im Laufstall |
| FRIEDRICH | Ordnungsverfahren für landwirtschaftliche Fahrzeuge |

