1 Einleitung

1.1 Einführung und Problemstellung

Die Geschichte der Pflanzenernährungslehre reicht bis in das klassische Altertum zurück (SCHILLING 2000). In der antiken Welt zu Zeiten der Römer und deren mythischen Vorstellungswelt führte SATURNUS, der Saatengott, den Beinamen STERCUTUS. [Lateinisch *stercus* bedeutet *Mist*, mit diesem Wort ist das Zeitwort *sternere* = *ausbreiten* verwandt]. Die ältesten Kulturen welche mit Griechenland und Rom, d.h. dem Abendland, in Beziehung traten, die sumerisch – hethitisch – babylonisch – assyrische in Mesopotamien und die ägyptische an den Ufern des Nil kannten im wesentlichen bereits unsere heutigen Haustiere. Es ist kaum zu bezweifeln, dass der Düngewert der Haustierexkremente diesen Völkern bekannt war.

Etwa tausend Jahre vor unserer Zeitrechnung finden wir bei HOMER in der „Odyssee von Odysseus“ Spuren von der Verwertung des Mistes als Dünger im Feldbau. Um das Jahr 700 v. Chr. entstand HESIOD´s berühmtes Lehrgedicht über den Landbau, die „Erga“. Die erste eingehende Schilderung der zeitgenössischen Haus- und Landwirtschaft ist dem Athener XENOPHON (etwa 430-354 v. Chr.) in seinem Dialog „Über die Ökonomie“ zu verdanken. In diesem läßt sich der Philosoph SOKRATES von einem erfahrenen Landwirt in den wichtigsten Kenntnissen des Haus- und Landwesens unterweisen.

Im Altertum sind vordergründig CICERO (106-43 v. Chr.) und MAGO aus Karthago und seine „28 Bücher über die Landwirtschaft“ (das bedeutendstes Werk des Altertums über die Landwirtschaft) zu nennen. Die römischen Schriftsteller sind durch CATO, VARRO (116-27 v. Chr.), VERGIL (70-19 v. Chr.) mit seinem Gedicht über das Landwesen „Georgica“ und COLUMELLA (im 1. Jhrt. n. Chr.) mit dem Werk „Zwölf Bücher der Landwirtschaft“ vertreten (GRAFF 1995).

ARISTOTELES (384-322 v. Chr.) lehrte, dass die Pflanzen ihre Nahrung durch die Wurzeln dem Boden entnehmen, und zwar direkt in jener Form, in der sie sich in ihnen anbietet.

Die große Bedeutung der „unorganischen“ Stoffe aus dem Boden für die Bildung der „organischen Körper“ durch Kohlensäureassimilation unter Nutzung des Sonnenlichtes als Energiequelle wurde durch Karl SPRENGEL (1787-1859) gezeigt. Die Landwirtschaft lehnte diese Erkenntnis zunächst strikt ab. THAER (1752-1828) in Deutschland und BERZELIUS (1779-1848) in Schweden stellten die sogenannte „Humustheorie“ auf. Sie besagt, dass Wasser und Humus allein es sind, welche die Pflanzen ernähren.

J. V. LIEBIG (1803-1873) faßte die vorhanden Ergebnisse der Zeit zusammen und verdichtete sie zur „Mineralstofftheorie“ von der Ernährung der Pflanze. In seinem Hauptwerk „Die organische Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur und Physiologie“, das 1840 erschien (4. Aufl. 1842), umriß er diese mit den Sätzen: „Die Nahrungsmittel aller grünen

Gewächse sind unorganische Substanzen. Die Pflanze lebt von Kohlensäure, Ammoniak (Salpetersäure), Wasser, Phosphorsäure, Schwefelsäure, Kieselsäure, Kalk, Magnesia, Kali und Eisen; manche bedürfen Kochsalz.“ Unbeschadet mancher Irrtümer wurde er damit zum Begründer der Agrikulturchemie (SCHILLING 2000). Nach J. V. LIEBIG (1803-1873) ist dem Boden zurückzugeben, was ihm zuvor entzogen wurde.

Der ökonomische Zweck der landwirtschaftlichen Tätigkeit ist nach AEREBOE (1917) die Einkommenserzielung mittels Bodennutzung und Viehhaltung für alle in diesem Wirtschaftsbereich tätigen Menschen. Ähnlich formuliert THAER (1809), *dass „die Landwirtschaft ein Gewerbe ist, welches die Zwecke hat durch Produktion – zuweilen auch durch fernere Bearbeitung – vegetabilischer und tierischer Substanzen Gewinn zu erzeugen oder Geld zu erwerben. Je höher der Gewinn nachhaltig ist, desto vollständiger wird dieser Zweck erfüllt. Die vollkommenste Landwirtschaft ist also die, welche aus dem höchsten nachhaltigen Gewinn, nach Verhältnis des Vermögens der Kräfte und der Umstände aus ihrem Betrieb zieht*“.

Nach dem AGRARBERICHT 2001 beträgt der dort angegebene durchschnittliche „Gewinn“ der landwirtschaftlichen Haupterwerbsbetriebe (HE) 31.034,- € (60.698,- DM) im Wirtschaftsjahr 1999/2000 und nur 21.485,- € (42.021,- DM) pro nicht entlohnter Arbeitskraft (nAk). Nach Analyse dieses Zahlenwerkes, stellt man fest, dass es sich bei den ausgewiesenen Daten definitionsgemäß nicht um Gewinn handeln kann, sondern um Einkommen. Zum Vergleich erhält eine Arbeitskraft im öffentlichen Dienst (Annahmen: 45 Jahre, verheiratet, zwei Kinder), nach dem niedrigsten Bundesangestelltentarif BAT X, eine Bruttovergütung von mindestens 24.287,- € (47.501,- DM) pro Jahr.

Tabelle 1: Einkommen in landwirtschaftlichen Haupterwerbsbetrieben (geändert nach AGRARBERICHT 2001)

Einzel-unternehmen (HE)	**Einkommen** DM/Unternehmen 99/00	**Einkommen** €/Unternehmen 99/00	**Einkommen** DM/nAK [1] 99/00	**Einkommen** €/nAK [1] 99/00
Marktfrucht	*74.076,-*	37.874,-	*55.843,-*	28.552,-
Futterbau	*55.253,-*	28.250,-	*38.110,-*	19.485,-
Veredelung	*67.319,-*	34.420,-	*46.151,-*	23.597,-
Gemischt	*51.462,-*	26.312,-	*34.517,-*	17.648,-
Insgesamt	*60.698,-*	**31.034,-**	*42.021,-*	**21.485,-**

[1] nicht entlohnte Familienarbeitkraft

Wenn man zudem beachtet, dass aus diesem landwirtschaftlichen Durchschnittseinkommen sowohl eine möglichst angemessene Entlohnung der Arbeit (siehe auch Landwirtschaftsgesetz von 1955) als auch eine zukunftsfähige Eigenkapitalbildung generiert werden soll, ist an der Einkommenssituation der Landwirtschaft eine gravierende Schieflage zu ersehen. Denn nach KUHLMANN (1978) möchte jeder arbeitende Mensch in jeder Unternehmung, für seine Arbeit, d.h. für seinen Anteil an der gesamten Konsumgütererzeugung, so entlohnt werden, dass er ein möglichst breites Konsumgüterangebot zur Bedürfnisbefriedigung beschaffen kann.

Es wird aber deutlich, dass die Mehrzahl der Haupterwerbsbetriebe einer ausreichenden Bedienung der Faktorentlohnung und der Eigenkapitalbildung bei weitem nicht nachkommen können. Diese Betriebe wirtschaften nur noch durch eine Kompensierung der ökonomischen Defizite, über einen kontinuierlich ansteigenden Substanzverzehr, aus dem noch vorhandenen landwirtschaftlichen Restbetrieb.

Der landwirtschaftliche privatwirtschaftliche Unternehmer muss zur Sicherung seiner Existenz sowie der seines Unternehmens gemäß dem Rationalprinzip nach wie vor konsequent wie folgt vorgehen:

Die Unternehmung kann nach ESCH (2001) somit als ein Instrument des Menschen aufgefasst werden, mit dessen Hilfe er seine individuellen Ziele bestmöglich zu erreichen versucht.

Wirtschaftliches Handeln, von diesem wird hier ausgegangen, unterliegt dem allgemeinen Vernunftprinzip (Rationalprinzip), wonach es ein Ziel mit geringst möglichem Mitteleinsatz zu erreichen gilt. Aus diesem allgemeinen Rationalprinzip leiten sich für die Wirtschaft als Maximen die drei ökonomischen Prinzipien Maximalprinzip, Minimalprinzip und generelles Extremum-Prinzip ab.

Das oberste Ziel einer Unternehmung ist langfristig Gewinnmaximierung. Dies unter besonderer Beachtung zusätzlicher Zielsetzungen und Nebenbedingungen. Die Aufstellung dieser und weiterer unternehmerischer Ziele macht aber nur dann Sinn, sofern die Kontrollierbarkeit der Erreichung der Ziele sichergestellt werden kann.
Diese sogenannte Operationalisierung von Zielen ist nach ESCH (2001) aber erst dann gegeben, wenn die Unternehmungsziele hinsichtlich der folgenden vier Dimensionen konkretisiert und präzisiert werden:

- Inhalt (**Was** soll erreicht werden?),
- angestrebtes Ausmaß (**Wie viel** soll erreicht werden?),

- Zeithorizont (**Wann** soll das Ziel erreicht sein?),
  Gestaltungsbereich (Für **welchen** Bereich/Geschäftsfeld/Region ... soll das Ziel gelten?).

Eine produktive Verwertung an Arbeitskraft ist relativ gut in der sog. Tierproduktion möglich. Mehr als 60 % des Einkommens erwirtschaften die landwirtschaftlichen Betriebe der BRD daraus.

Die landwirtschaftlichen Verkaufserlöse in der deutschen Landwirtschaft werden überwiegend durch tierische Produktion erzielt (SCHWAB, DÖHLER 2000). Die Verkaufserlöse der deutschen Landwirtschaft belaufen sich im Wirtschaftsjahr 1999/2000 nach dem ARGRARBERICHT 2001 auf 30,37 Milliarden € (59,40 Mrd. DM). Aufgeschlüsselt nach ihrer Herkunft wird deutlich, dass 57,6 % (17,49 Mrd. € (34,20 Mrd. DM)) der Erlöse aus der Nutztierhaltung und 42,4 % (12,88 Mrd. € (25,20 Mrd. DM)) aus dem Ackerbau erwirtschaftet worden sind (AGRARBERICHT 2001).
Nutztierhaltung bedingt, dass von jedem gehaltenem Lebewesen natürlicherweise eine gewisse Menge an Exkrementen anfällt. Diese tierischen Exkremente, in der Landwirtschaft auch als Wirtschaftsdünger bezeichnet, sind dem natürlichen Nährstoffkreislauf sach- und fachgerecht wieder zuzuführen. Speziell die Rückführung von Flüssigmist in den natürlichen Nährstoffkreislauf bedarf einer weitreichenden Beachtung von Geboten und Verboten durch den Landwirt.

Zunehmend erschwerend erweist sich die sog. „gute fachliche Praxis“ beim Umgang mit den tierischen Ausscheidungen in Form von Flüssigmist. Dieser organische flüssige „Fast-Volldünger“ ist ein Ergebnis aus der Bevorzugung arbeitssparender Haltungssysteme, deren stroharme bis strohlose Bewirtschaftungsmöglichkeiten zudem die besten hygienischen und tiergesundheitlichen Voraussetzungen bieten. Die deutlichen Qualitätsanforderungen aus HACCP und den Produktionsrisiken nach dem Produkthaftungsgesetz (Dez. 2000) lassen sich mit diesem Produktionsverfahren am sichersten bewältigen erfordern aber gleichzeitig eine weitreichende Beachtung von Geboten und Verboten, welche die Verfahrensplanung zunehmend dominieren.

Man folgt gerne Empfehlungen von BRODERSEN, KUHLMANN (1999) wie die Landwirtschaft sich in Zukunft zu ändern hätte; denn die Schwerpunkte werden nicht mehr so sehr auf der Verbesserung der Produktionstechnik liegen, als vielmehr auf den Gebieten des Management der Finanzen, den „human resources“ und des Marketings.
Gleichfalls müßte ein massiver Wandel von einer ressourcen- zu einer ideenbasierten Produktion, von einer statischen zu einer dynamischen Betrachtungsweise, von physi-

schen Investitionen zu Investitionen in Humankapital, von protektionierten zu offenen Märkten und von hierarchischen Unternehmen zu strategischen Allianzen stattfinden. Dies alles unter Beachtung des ökonomischen Prinzips, dass ein Einsatz nur Sinn macht, solange der Nutzen die Kosten übersteigt (BRODERSEN, KUHLMANN 1999).

Das Produktionssystem Landwirtschaft steht in vielfältigen Wechselbeziehungen zu standortspezifischen, ökonomischen, ökologischen und institutionellen Rahmenbedingungen (SCHÖN, AUERNHAMMER 1999).

Das besondere an landwirtschaftlichen Unternehmen ist, dass sie nach BÄTGE (1974, 1975), KUHLMANN (1985, 1986) und LEHMANN (1975) offene, dynamische, sozio-technische Systeme sind. Offen meint hier die durch äußere (exogene) Einflüsse (Störgrößen) entstehende Beeinflußbarkeit. Dynamisch, wie die Unternehmen auf die Einwirkungen zeitlich verzögert mit Anpassungsmaßnahmen reagieren und sich somit im Unternehmen vorherrschende Zustände im Zeitablauf ändern. Schließlich sind Unternehmen sozio-technische Systeme, weil hier Menschen und sachliche Hilfsmittel zur Durchführung ihrer Aufgaben (Produktion, Distribution) zusammen wirken. Zudem ermöglichen sie den Menschen die notwendigen Wirtschaftsprozesse, um die vorgegebenen Unternehmensziele zu erreichen.

1.2 Zielsetzung

Mit der vorliegenden Arbeit werden letztlich verfahrenstechnische Aussagen und Empfehlungen zur optimierten Ausbringung von Flüssigmist gemäß einwirkender Führungsgrößen zu:

- boden-pflanzengerechter Nutzung
- planerischen Zulässigkeiten aus rechtlichen Vorgaben
- kostengünstiger Anwendung einschlägiger Technik

ausgearbeitet und im verfahrenstechnischen Vergleich erörtert.

Damit sollen, unter besonderer Beachtung, d.h. durch strikte Einhaltung wesentlicher, unabweisbarer Führungsgrößen wie gesetzlicher Rahmenbedingungen (ordnungsgemäße Landwirtschaft) und wirtschaftlicher Gebote, technisch zulässige Verfahrensvorschläge zur Ausbringung von Flüssigmist evaluiert werden. Die Ergebnisse werden, bei präziser Einhaltung vielfältiger Vorgaben (determinante Führungsgrößen) reglementierender Gesetze, VO, Richtlinien etc., als Verfahrenskosten in €*m^{-3} ausgedrückt.

Nachdem in Anbetracht der Vielschichtigkeit landwirtschaftlicher Betriebsvoraussetzungen und –strukturen in der BRD eine Patentlösung wohl nicht zu finden sein wird, werden die aktuellen Produktangebote (z.B. Agritechnica 2001) der Hersteller anhand vier ebenso grundsätzlicher wie repräsentativer Verfahrenskategorien analysiert und abgehandelt. Die verfahrenstechnische und kostenwirksame Optimierung soll dann innerhalb jeder der vier Kategorien erfolgen.

2 Stand des Wissens (status quaestionis)

2.1 Flüssigmist

2.1.1 Definition

Die Ausscheidungen von Haustieren ergeben, zum Teil mit Zusätzen, die Wirtschaftsdünger Stallmist, Jauche oder eine Mischung aus beiden der Flüssigmist (FINCK 1992). In der Gesellschaft und in Medien wird meist von Gülle gesprochen; ähnlich wie über Pestiziden anstatt von Pflanzenschutzmitteln. Gülle, ein Wort aus dem alemannischen Sprachbereich, ist auch zu verstehen als Gemisch aus Exkrementen, Einstreu, Futterresten und Wasser, welches dann in Güllegruben, -silos oder –speichern gesammelt wird (VETTER, STEFFENS 1986).

Flüssigmist ist ein Gemisch aus Kot und Harn mit technologisch bedingtem Produktionsabwasser aus Anlagen der einstreureduzierten bis einstreulosen Tierhaltung, das auch Futterreste enthalten kann (s. Abb.1) (BEER et al. 1990; EICHHORN et al. 1972).

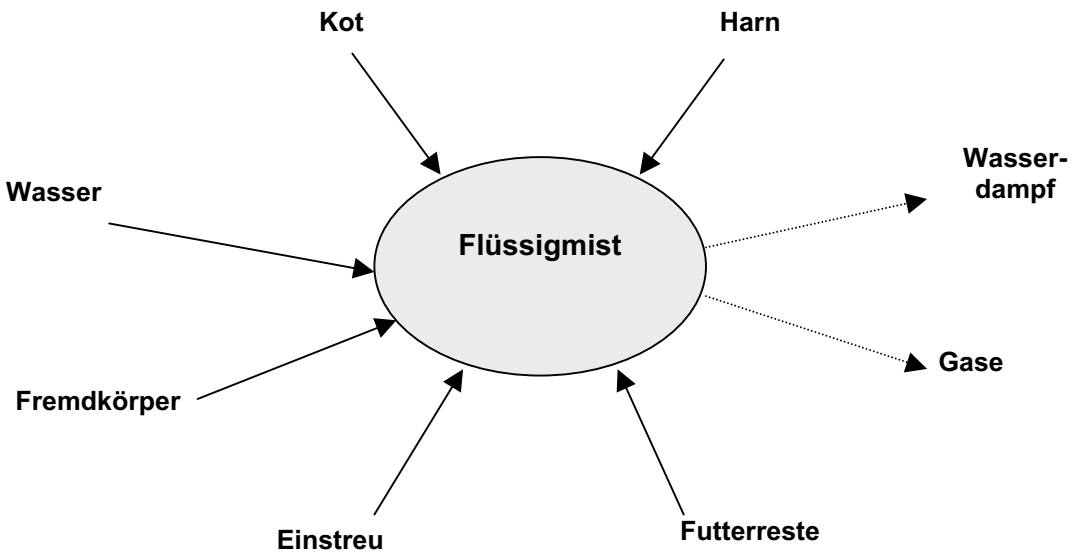

Abbildung 1: Zusammensetzung Gülle (nach DIE LANDWIRTSCHAFT 1992)

2.1.2 Eigenschaften

Flüssigmist ist bezüglich der Frage der Wirkung auf das Ertragsniveau ein wertvoller organischer Dünger, der bei richtigem Einsatz (Dosierung, gleichmäßige Verteilung, Einhaltung optimaler Zeitspannen) und in Kombination mit mineralischer Düngung eine bedarfsgerech-