

Landtechnik von morgen

Folge

23

Vortrag von Dipl.-Ing. Dr. h.c. Anton Schlüter anlässlich der Öffentlichen Tagung der Landmaschinen- und Ackerschlepper-Vereinigung (LAV) am 6. Mai 1983 in Bad Kissingen "Hindernisse auf dem Weg zum Weltmarkt - Reglementierungen und technische Handelshemmnisse", Seite 3

Eine Zusammenfassung landtechnischer Fachvorträge, die von ihren Verfassern anlässlich der 26. Landtechnischen Informationstagung auf Gut Schlüterhof am 4. Oktober 1983 gehalten wurden.

1. Bodenerosion: Ursachen und Möglichkeiten ihrer Bekämpfung; von Prof. Dr. Udo Schwertmann, Institut für Bodenkunde, Weihenstephan, Seite 12
2. Kritische Anmerkungen zur Bodenbearbeitung in Betrieben mit stark ausgedehntem Maisanbau; von LD Dr. Wolfgang Zeitler, Amt für Landwirtschaft und Bodenkultur, Deggendorf, Seite 20
3. Die Gülledüngung aus der Sicht von Umweltschutz und Pflanzenernährung; von LD Dr. Hubert Hoffmann, Landwirtschaftskammer Weser-Ems, Oldenburg, Seite 25
4. Leistungsfähige Transporttechnik; von Prof. Dr. Edmund Isensee, Institut für landwirtschaftliche Verfahrenstechnik der Christian-Albrechts-Universität, Kiel, Seite 37

Herausgegeben von der
MOTORENFABRIK ANTON SCHLÜTER MÜNCHEN – WERK FREISING



Vortrag von Dipl.-Ing. Dr. h. c. Anton Schlüter anlässlich der Öffentlichen Tagung der Landmaschinen- und Ackerschlepper-Vereinigung (LAV) am 6. Mai 1983 in Bad Kissingen.

“Hindernisse auf dem Weg zum Weltmarkt - Reglementierungen und technische Handelshemmnisse“

Meine sehr verehrten Damen und Herren!

Heute erleben Sie eine echte Premiere auf dieser Öffentlichen Tagung der Landmaschinen- und Ackerschlepper-Vereinigung. Es war bisher in der 86jährigen Geschichte unseres Industrieverbandes nicht üblich und auch nicht notwendig, einen Vortrag zu halten, in dem die Technik den Ton angibt. Ich gebe selbst zu, daß Informationen aus der Wirtschaftspolitik, aus der Finanzpolitik oder aus der Agrarpolitik bei solchen Veranstaltungen bisher auch für mich immer viel interessanter waren und für manche sicher auch leichter verständlich. Doch schon die alten Römer haben das Sprichwort geprägt “Tempora mutantur“, zu deutsch “Die Zeiten ändern sich“. Und auch wir alle werden täglich daran erinnert, daß sich die Zeiten verändern - leider nicht immer zu unserem Vorteil.

So wird seit einiger Zeit auch die Technik, die dem friedlichen Fortschritt dient und bisher das reinste Geschöpf - die Kaufleute möchten entschuldigen - menschlicher Innovationen war, zu unzünftigen Zwecken mißbraucht. Man benutzt sie für Handelshemmnisse, die zu so hohen Hürden aufgebaut werden, daß sie keiner mehr überspringen kann, und sie wird allmählich auch der Knüppel, mit dem man alle guten Absichten einer Wirtschaftspolitik zerschlägt, die über engstirnige Grenzen hinaus den technischen Fortschritt allen Menschen zugutekommen lassen will.

Ich glaube deshalb, es war ein guter Vorschlag der Geschäftsführung und eine richtige Entscheidung unseres Vorstandes, Ihnen heuer zum erstenmal über diese neue und für unsere zukünftige Existenz sehr gefährliche Entwicklung berichten zu lassen. Ich möchte im Namen aller, die in unseren Firmen und in unserem Ver-

band damit beschäftigt sind, diese Hindernisse aus dem Weg zum Weltmarkt zu räumen, vor allem aber dem Vorsitzenden der LAV, Herrn Rau, ganz besonders dafür danken, daß er in Erkenntnis dieser uns alle betreffenden Problematik und mit der ihm eigenen Großzügigkeit und Toleranz seine Redezeit heute mit mir geteilt hat.

Damit vor allem Sie aber, meine sehr verehrten Damen und Herren von der Presse, nicht das langweilige Gefühl empfinden, nur Wiederholungen anhören zu müssen, habe ich mir erlaubt, in meinen Ausführungen von dieser Stelle aus das Ihnen schriftlich vorliegende Konzept mit einigen persönlichen Anmerkungen zu ergänzen.

Ihnen allen aber, meine Damen und Herren, die Sie so höflich sind, mir jetzt zuzuhören und meinen Worten zu folgen, möchte ich vorsorglich jetzt schon sagen: Wenn Sie nach meinem Vortrag von den Schwierigkeiten, die durch die verschiedenen Handelshemmnisse geschaffen werden, nur halb so verwirrt sind wie wir, die wir ständig bei unserer Arbeit für ihre Beseitigung kämpfen, dann erst weiß ich, daß ich ihnen die augenblickliche Situation wahrheitsgetreu geschildert habe.

Meine sehr verehrten Damen und Herren!

Herr Rau hat Ihnen bereits berichtet, daß das relativ gute Umsatzergebnis im Jahre 1982 ausschließlich der Steigerung im Export auf jetzt fast 4,5 Mrd. DM zuzuschreiben ist. Dazu kommt,

daß in Europa die deutsche Landmaschinen- und Ackerschlepper-Industrie, sowohl was die Produktion angeht als auch hinsichtlich des Exportanteils, die Nummer Eins ist,

daß wir in der Weltrangliste mit unserem Export — nach den USA — auf Platz 2 stehen,

daß unsere Exportquote bei Schleppern nahezu 65 % beträgt, d.h. daß von drei in Deutschland produzierten Ackerschleppern heute bereits zwei auf dem übrigen Weltmarkt verkauft werden müssen, wenn wir unsere Produktion und unsere Arbeitsplätze erhalten wollen,

daß weiterhin knapp die Hälfte unserer Ausfuhr in die Länder der Europäischen Gemeinschaft geliefert wird, und daß zusammen mit dem Export in die übrigen europäischen Industrieländer unsere Europa-Exportrate etwa 2/3 unseres gesamten Exportes ausmacht.

Diese wenigen Daten zeigen bereits deutlich, welche Auswirkungen auf unsere Produktion und auf unsere Wettbewerbsfähigkeit vor allem zukommen würden, wenn durch unterschiedliche Bau- und Ausrüstungsvorschriften, also durch unterschiedliche Regelwerke, der Export behindert und letzten Endes natürlich vermindert wird.

Weil Europa aber für uns nach wie vor der wichtigste Markt ist, möchte ich zunächst schwerpunktmäßig auf die technischen Handelshemmnisse eingehen, die den Verkauf von Landmaschinen und Schleppern allein innerhalb der "Europäischen Gemeinschaft" behindern.

Wie Sie wissen, hat die EG am 25. März des letzten Jahres ihren 25. Geburtstag gefeiert. Die Zielsetzung dieser seinerzeit in Stresa geplanten und beschlossenen Europäischen Gemeinschaft bestand und sie besteht nach wie vor darin, einen totalen Zusammenschluß der westeuropäischen Länder auch auf politischer Ebene zu realisieren. Da dieses Ziel nicht auf einen Schritt erreichbar war, hat man sich anfangs auf einige Teilbereiche beschränkt, und so entstand zunächst der Gemeinsame Agrarmarkt und die Europäische Wirtschaftsgemeinschaft, abgekürzt die EWG.

Die Verträge der EWG sahen eine Aufhebung der Zollschränken vor, und gleichzeitig sollten - so steht es wenigstens in Artikel 100 der Römischen Verträge - auch die nichttarifären Handelshemmnisse, die sogenannten technischen Handelshemmnisse, abgebaut werden.

Das Ergebnis der bisherigen 25 Jahre könnte man in Kurzform folgendermaßen beschreiben: Die Zollschränken wurden Zug um Zug abgebaut. Dafür wurden aber gleichermaßen die technischen Handelshemmnisse ebenso zügig aufgebaut, obwohl die Harmonisierungsarbeiten auf allen Ebenen voll im Gange sind oder anders ausgedrückt, aus der ursprünglich geplanten und beschlossenen Europäischen Wirtschaftsgemeinschaft ist zunächst, das könnte man eigentlich so ausdrücken, eine Gemeinschaft zur Verhinde-

rung der europäischen Wirtschaftlichkeit geworden, und wenn es so weitergeht, könnte daraus bald vielleicht sogar eine europäische Mißwirtschafts-Gemeinschaft entstehen.

Wie konnte es dazu kommen?

Zunächst muß man akzeptieren, und das tun wir sicher alle, daß Gesetzes- und Verordnungsmühlen grundsätzlich und überall langsam und schwerfällig arbeiten. Auf internationaler Ebene wird dieser Apparat noch schwerfälliger, weil die Interessenlage der einzelnen Mitgliedsländer sehr von einander abweicht. Wenn man sich vergegenwärtigt, wie schwierig es schon bei uns in der Bundesrepublik Deutschland ist, auf den Gebieten, wo die Kompetenz bei den Bundesländern liegt, zu einem Konsens zu kommen oder wenn man sich vergegenwärtigt, daß wir in der Bundesrepublik Deutschland 19 einzelne Landwirtschaftliche Berufsgenossenschaften haben, die jede für sich in der Beschlußfassung mehr oder weniger autonom ist, und wenn man dann bedenkt, wie aufwendig es schon ist, bei uns die Meinungsbildung dieser einzelnen 19 Berufsgenossenschaften unter einen Hut zu bringen, so wird daraus vielleicht leichter verständlich, um wieviel schwerer es sein muß, innerhalb eines Staatenverbundes wie der EG mit 10 Mitgliedstaaten und ihren vielen eigenen Institutionen eine gemeinsame Meinung zu erzielen.

Nach der ersten Euphorie der Gründerphase muß man, für manche vielleicht überraschend, feststellen, daß in den letzten Jahren auf immer mehr Gebieten und gerade auch im Bereich der Traktoren fast ein Stillstand der Harmonisierungsarbeiten eingetreten ist. Die Gründe dafür sind folgende:

1. Einige Länderregierungen in der EG wünschen neuerdings, daß für jede neue EG-Richtlinie eine eigene Klausel geschaffen wird, die den einzelnen Ländern der EG das Recht gibt, Einfuhren aus dritten Ländern nach wie vor den unterschiedlichen Bestimmungen und Prüfungen des eigenen Landes, d.h. der einzelnen EG-Staaten zu unterwerfen und für diese Einfuhren aus Ländern außerhalb der Gemeinschaft gerade nicht die gemeinsamen Richtlinien der EG-Länder gelten zu lassen.

Diese von einzelnen Ländern der EG neu gewünschte sogenannte Drittlandsklausel soll bewirken, daß die EG-Richtlinien nicht, wie ursprünglich gedacht, auch automatisch für den Import aus Drittländern in die EG-Staaten gelten, sondern diese Drittländer sollen gezwungen werden, für den Export in die EG die unterschiedlichen Richtlinien der einzelnen EG-Staaten erfüllen zu müssen. Unsere Ackerschlepper-Industrie in der Bundesrepublik Deutschland, die, wie Sie gehört haben, bereits zu 65 % vom Export leben muß, und auch die ganze übrige Wirtschaft der Bundesrepublik, in der fast 30 % aller Arbeitsplätze vom Export abhängig sind, können diese Diskriminierung anderer Länder, die zugleich auch unsere Kunden sind, natürlich nicht zustimmen, weil wir sonst Gefahr laufen, Teile des für uns so notwendigen Weltmarktes zu verlieren.

Die Forderung nach der sogenannten Drittlandsklausel geht zur Zeit schon so weit, daß die Franzosen beispielsweise keine EG-Richtlinie mehr unterschreiben wollen, in der diese Klausel nicht zufriedenstellend in ihrem Sinne geregelt ist.

2. Die Anpassung bereits verabschiedeter EG-Richtlinien an den technischen Fortschritt bringt immer mehr Arbeit für die EG-Behörden und bindet immer mehr Kapazitäten innerhalb der EG-Kommission, die somit für die Erarbeitung und Verabschiedung neuer Richtlinien nicht mehr genügend Zeit hat.
3. Es werden zunehmend mehr Detailvorschriften notwendig, weil man nach der Festlegung der allgemeinen Rahmen-Richtlinien jetzt in die Phase der Einzelvorschriften gekommen ist. Die Verhandlungen werden dadurch immer zeitraubender und gleichzeitig weniger ergiebig.
4. Durch die Erweiterung der Europäischen Gemeinschaft wird der Kreis der Länder und ihrer für die Gemeinschaftsarbeit zuständigen Institutionen immer größer, und es wird dadurch immer schwieriger, zu einheitlichen Auffassungen zu gelangen. Wir müssen einfach klar erkennen, daß alle Einrichtungen der Europäischen Gemeinschaft für diese Aufgaben an die Grenze ihrer Leistungsfähigkeit gekommen sind und deswegen wesentlich mehr Zeit benötigen, um die ständig wachsende Zahl der notwendigen Vereinbarungen zum Abbau der Handelshemmnisse einvernehmlich bewältigen zu können.

Das ist alles im Grunde genommen für den Eingeweihten nichts Neues. Diese Entwicklung habe ich auch an anderer Stelle schon des öfteren beklagt. Wir müssen uns aber alle darauf einstellen, daß eine schnelle Lösung für einen zügigen Abbau der noch bestehenden und sogar ständig wachsenden Handelshemmnisse und für eine baldige Harmonisierung aller Regelwerke und Prüfvorschriften ohne eine grundsätzliche Verlängerung der derzeitigen Organisation und der augenblicklichen Bestimmungen der europäischen Wirtschaftsgemeinschaft nicht mehr möglich ist. Lassen Sie mich an dieser Stelle einen kleinen Ausrutscher machen, wenn ich sage, die Demokratie hat eben ihre Grenzen für schnelle Lösungen, weil alle das Recht haben, frei zu entscheiden. Die Diktatur hat dafür ihre Gefahren für schnelle Lösungen, weil nur wenige das Recht haben zu freien Entscheidungen. Vielleicht erfinden wir einmal eine Art Demokatur, die unbegrenzt und gefahrlos zu schnellen Lösungen kommt. Ich glaube aber, das werden wir nicht mehr erleben, denn das wäre eine Aufgabe der Politiker, und die sind zwar oft sehr findig, aber leider nicht oder wenig kreativ.

Als eine neue Schwierigkeit ist dazugekommen der heute schon ein paarmal erwähnte Protektionismus, wie er in einigen Ländern immer offenkundiger in Erscheinung tritt und diese Nationalisierungsbestrebungen, auch so könnte man sie bezeichnen, im Industriebereich, wie sie jetzt vor allem in Frankreich stark im Kommen sind, werden dazu führen, daß zunächst alle Komponenten für Fertigprodukte, soweit sie z.B. in Frankreich hergestellt werden können, auch aus dieser französischen Produktion genommen werden müssen und dann eben nicht mehr von anderen Ländern eingeführt werden dürfen. Aber, meine sehr verehrten Damen und Herren, Hand aufs Herz! Ist nicht z.B. die Absicht der amerikanischen Regierung, daß die eingeführten Fertigprodukte einen bestimmten Anteil amerikanischer Komponenten haben sollen, das ganz gleiche?

So sehr wir mit gutem Recht den neu aufflammenden Protektionismus vor allem in den für unseren Export wichtigen Ländern beklagen, so wenig können wir uns von einer Mitschuld für diese Entwicklung ganz freisprechen. Zunächst müssen wir hier auch an unsere eigene Brust klopfen. Ich will zwar nicht offiziell behaupten, daß wir mit unseren frühzeitigen Regelungen im sicherheits-



technischen Bereich protektionistische Maßnahmen treffen wollten; wir haben auf jeden Fall gesagt, daß wir damit eine größere Arbeitssicherheit beim Umgang mit landwirtschaftlichen Maschinen und Geräten garantieren, und das wollen wir auch nach wie vor behaupten. Nun sehen es aber die anderen Länder etwas anders - und hier vor allem Frankreich. Die Franzosen werfen uns vor, daß wir mit unserem Gerätesicherheitsgesetz, das 1968 in Kraft getreten ist, eine Basis geschaffen hätten, mit der wir unterhalb der Notifizierungsschwelle in Brüssel einseitig zu bestimmten Maßnahmen greifen können, die dann auch von ausländischen Produkten für die Bundesrepublik Deutschland erfüllt werden müssen. Gemeint sind hier insbesondere die Unfallverhütungsvorschriften mit ihren Durchführungsanweisungen der Landwirtschaftlichen Berufsgenossenschaften und gleichzeitig aber auch eine Reihe von sicherheitstechnischen Normen, die im wesentlichen die allgemeine Zielsetzung der Unfallverhütungsvorschriften konkretisieren.

So werfen Japaner uns vor, daß es bei uns mehr als 20.000 Industrienormen oder auch DIN-Normen gibt und arbeitstäglich - behaupten sie - sechs neue hinzukommen. Ob die uns so genau kennen? So fleißig sind wir anscheinend in den Augen der anderen! Wenngleich bei all diesen Normen nicht unbedingt gleichzeitig auch technische Handelshemmnisse entstehen müssen, so ist der Ausländer dennoch gezwungen, den Inhalt dieser Normen zu studieren, weil er nie ganz sicher sein kann, ob sich nicht in der einen oder anderen Norm möglicherweise eine Anforderung verbirgt, die er dann über bestimmte Gesetze, wie über das Gerätesicherheitsgesetz, zu beachten hat.

Hier wird also deutlich, daß wir nicht ganz unschuldig sind, wenn jetzt von einigen Ländern verstärkt Gegenmaßnahmen auf ähnlichen Gebieten ergriffen werden. Hier sind wir im Grunde genommen, zumindest aus der Sicht der anderen Staaten, mit gutem oder - vielleicht besser gesagt - mit schlechtem Beispiel vorgegangen.

Um aber zunächst wieder zu verdeutlichen, welche Formen und Auswirkungen dieser Protektionismus anderer Länder auf unsere Produkte angenommen hat, darf ich Ihnen einige Beispiele aus der jüngsten Zeit nennen:

Mit einem Dekret von 24. Dezember 1980 wurden in Frankreich für Traktoren unterschiedliche Sicherheitsregeln festgelegt, die insbesondere auch die Umsturzschtzvorrichtungen, das sind die Sicherheitskabinen, betreffen.

Mit Erlaß von 6. Juli 1981 wurden hierzu weitere Modalitäten geschaffen. Nach Artikel 9 dieses Erlasses sollen angeblich alle Umsturzschtzvorrichtungen mit einer Homologation der Europäischen Gemeinschaft und alle Traktoren mit einer entsprechenden EG-Teilbetriebserlaubnis auch den Vorschriften des vorgenannten Dekrets vom 24. Dezember 1980 genügen. Darüber hinaus hatte Frankreich bereits mit einem Erlaß vom 30. Oktober 1980 generelle Bestimmungen für die Anwendung der EG-Teilbetriebserlaubnis für Umsturzschtzvorrichtungen für Ackerschlepper erlassen. Ferner ist in Artikel 8 der EG-Richtlinie über den statischen Test von Umsturzschtzvorrichtungen festgelegt, daß die Mitgliedstaaten der EG den Verkauf, die Zulassung, die Inbetriebnahme oder die Benutzung eines Traktors nicht verbieten dürfen, wenn die Umsturzschtzvorrichtung mit dem EG-Genehmigungszeichen versehen ist. So recht, so gut; aber leider ist Papier bekanntlich geduldig.

Aufgrund nämlich dieser geschilderten Sachlage hat nun eine Reihe von Traktorenherstellern für die Umsturzschtzvorrichtungen bzw. für die Sicherheitskabinen eine EG-Teilbetriebserlaubnis nach dieser Richtlinie beantragt. Bei der Vorlage nun dieser EG-Teilbetriebserlaubnis in der zuständigen französischen Behörde, nämlich im französischen Landwirtschaftsministerium in Paris, stellte sich nun plötzlich heraus, daß derartige Genehmigungen in Frankreich zur Zeit nicht in die französische Homologation integriert werden können.

Da alle bisherigen Interventionen, die auch über die Deutsche Botschaft in Paris und die EG-Kommission in Brüssel eingeleitet wurden, nicht zum Erfolg führten, blieb den betroffenen Schlepperherstellern nichts anderes übrig, als die erforderlichen Tests noch einmal, und zwar jetzt in den französischen Prüfstellen zu wiederholen, was ja sicher die Absicht war und auf der Basis dieser nationalen französischen Tests, die materiell vollständig identisch mit den EG-Anforderungen sind, eine nationale französische Genehmigung zu beantragen. Aber das ist noch nicht alles, es geht noch weiter!

Frankreich hat mit dem erwähnten Dekret vom 24. Dezember 1980 außerdem Vorschriften über die Schwingungseigenschaften von Fahrersitzen auf Traktoren erlassen. Diese Vorschriften sind ebenfalls materiell identisch mit der entsprechenden EG-Richtlinie. Dennoch kommt es auch hier zu einem Handelshemmnis, da für Schlepper mit einem Gewicht von mehr als fünf Tonnen die in Deutschland zulässigen Labortests in Frankreich eben nicht anerkannt werden und statt dessen dort ein gänzlich anderer, und zwar sehr viel aufwendigerer Fahrbahntest verlangt wird.

Frankreich hat außerdem auch sicherheitstechnische Vorschriften für die Schutzvorrichtung von Gelenkwellen erlassen. Diese Vorschriften weichen sowohl von den bisher in Europa bekannten Vorschriften als auch von den weltweiten konzipierten ISO-Empfehlungen ab. Die Folge ist nun, daß die Hersteller von Gelenkwellen gezwungen sind, in Frankreich erneut sehr aufwendige Prüfungen und nationale Genehmigungsverfahren über sich ergehen zu lassen, oder, was den Franzosen noch lieber wäre, gleich in Frankreich zu produzieren.

Im französischen Zoll, und das wollte ich als letztes Beispiel dazu nehmen, werden zur Zeit Siloblock-Schneidegeräte festgehalten, weil diese Geräte angeblich die Anforderungen der eigenen französischen Sicherheitsdekrete vom Juli 1980 nicht erfüllen. Die Einstufung dieser Geräte durch den französischen Zoll in die entsprechende Zollnummer zeigte nun aber, daß die Zollnummer überhaupt nicht von dem französischen Sicherheitsdekret betroffen ist. Sie sehen, wie man hier dieses Spielchen betreibt. Dazu kommt im allgemeinen - und das ist ja schon beklagt worden, und das wissen Sie alle - daß bei Subventionen französische Produkte immer schneller bedient werden und damit bevorzugt werden.

Aber auch in Italien müssen derzeit bei den dortigen Prüfstellen beispielsweise neue Motorleistungstests durchgeführt werden, obwohl bereits entsprechende Testzertifikate von amtlich anerkannten technischen Prüfstellen eines EG-Mitgliedslandes vorliegen.

Dies sind nur einige Negativbeispiele, sie ließen sich beliebig fortsetzen.

Will man nun dieser Probleme Herr werden, so bleibt nichts anderes übrig, als einfach immer wieder den Versuch zu unternehmen,

all diese Vorschriften auf internationaler Ebene zu harmonisieren. Trotzdem ist auch die Harmonisierung dieser Vorschriften allein noch nicht der Weisheit letzter Schluß, denn auch die Harmonisierung der Vorschriften birgt Gefahren in sich, wie dies schon am Beispiel der sogenannten Drittlandsklausel deutlich geworden ist. Die Franzosen werden nicht unterschreiben, wenn wir die Drittlandsklausel nicht akzeptieren. Innerhalb der EG unterscheidet man aber außerdem noch zwischen der sogenannten totalen Harmonisierung und der optionellen Harmonisierung. Totale Harmonisierung bedeutet, daß jeder Mitgliedstaat der EG verpflichtet ist, seine nationalen Vorschriften durch die entsprechenden Vorschriften der EG zu ersetzen. Die optionelle Harmonisierung bedeutet, daß jeder Mitgliedstaat neben den EG-Richtlinien noch seine eigenen Vorschriften bestehen lassen kann, wobei jedoch der Hersteller dann die Wahl hat, sich für die eine oder andere Vorschrift zu entscheiden.

Auf dem Gebiet der Ackerschlepper - und nur diese sind zur Zeit in der Harmonisierung in Brüssel inbegriffen - hat man sich bislang für die Stufe der optionellen Harmonisierung entschieden. Dazu kommt, daß es in Brüssel zur Verhandlungspraxis geworden ist, bei der Erstellung der Richtlinien zunächst einmal alle einzelstaatlichen Vorschriften in einen Topf zu werfen, dann kräftig darin herumzurühren und hieraus einen neuen Brei zu kochen. Im Ergebnis liegt dann die daraus entstehende Richtlinie im Niveau sehr viel höher als jede einzelstaatliche Vorschrift, weil man meistens aus den einzelstaatlichen Vorschriften die jeweils strengsten Teilvorschriften herausucht und daraus die neue EG-Richtlinie zusammensetzt. Dies bedeutet, daß sich viele Hersteller trotz der Tatsache, daß es eine gemeinsame EG-Richtlinie für bestimmte Einrichtungen gibt, nach wie vor in ihrer Produktion lieber nach dem einzelstaatlichen Recht ausrichten als nach diesem in den Anforderungen sehr viel höher angesiedelten EG-Recht.

Die optionelle Harmonisierung birgt aber auch noch weitere Gefahren in sich. So treten zum Beispiel die EG-Richtlinien nicht automatisch in den einzelnen Mitgliedsländern nach Auslauf der 18monatigen Übergangsfrist in Kraft. Sie müssen vielmehr formal noch von den einzelnen Mitgliedsländern in das nationale Recht übernommen werden. Nun gibt es Länder wie Italien, das aber

überhaupt sehr fündig und findig ist, die diese Aufnahme in das nationale Recht einfach nicht vollziehen. Die Folge ist eine Klage der übrigen Länder vor dem Europäischen Gerichtshof, was im Falle Italien auch erfolgt ist, aber trotz der Verurteilung durch den Europäischen Gerichtshof wird die Aufnahme von EG-Richtlinien in das italienische Recht nach wie vor verzögert.

Aber selbst diejenigen EG-Richtlinien, die in das nationale Recht aufgenommen wurden, können in Italien zum Teil nicht praktiziert werden, da man sich dort in der Regel bei der Zulassung auf unterschiedliche Interpretationen der verschiedenen Definitionen beruft. Und Sie wissen ja, Italiener reden ja sehr viel und können das sehr gut. De facto heißt dies, daß bis zur Stunde eine EG-Teilbetriebserlaubnis für eine Bremsanlage eines Ackerschleppers oder für das Sichtfeld eines Ackerschleppers in Italien einfach nicht anwendungsfähig ist. Auch hier ergibt sich also der Zwang für die deutsche Landmaschinen- und Ackerschlepper-Industrie, trotz des Bestehens bestimmter EG-Richtlinien, immerhin sind es schon etwa 30, sich auf das jeweilige nationale Recht des einzelnen Exportlandes innerhalb Europas, innerhalb der EG einzustellen.

Eine weitere Schranke bei der optionellen Harmonisierung von Vorschriften besteht darin, daß man teilweise dazu übergeht, bestimmte EG-Richtlinien national in Kraft zu setzen, mit der Auflage, daß diese EG-Richtlinien nur erfüllt werden müssen, wenn es sich um ausländische Produkte handelt. Hier wird also dem Ausländer das in der Regel schärfere EG-Recht entgegengehalten, während der inländische Produzent sich auf die meist leichtere nationale Vorschrift einrichten kann.

Ein weiteres Beispiel für eine übertriebene und unnötige Arbeitsbelastung ist der EG-Richtlinienentwurf über den Einbau, die Position, die Funktionsweise und die Kennzeichnung der Betätigungs-, Kontroll- und Anzeigeeinrichtungen von land- und forstwirtschaftlichen Zugmaschinen auf Rädern. Dies wäre nun tatsächlich beinahe ein Schildbürgerstreich geworden. Man wollte nämlich in Brüssel sogar noch ein EG-Gesetz daraus machen und durch EG-Gesetz Festlegung treffen, ob der Anlaßschalter eines Ackerschleppers beispielsweise nach rechts oder nach links zu drehen ist und in welcher Art und Richtung andere mechanische Betäti-

gungen für die Funktion von land- und forstwirtschaftlichen Zugmaschinen vorgenommen werden dürfen.

An diesem Beispiel wird auch klar, warum es nach über zwei Jahrzehnten Beratung immer noch nicht zu einer europäischen Betriebserlaubnis für Ackerschlepper gekommen ist.

Insbesondere muß an diesem EG-Richtlinien-Entwurf, der in allen nationalen Ausschüssen und Parlamenten wiederholt diskutiert wurde und einen Umfang von mehr als 40 Seiten angenommen hat, kritisiert werden, daß er nur in wenigen Teilbereichen technische Handelshemmnisse beseitigt hätte, dafür aber gleichzeitig in einer Reihe von weiteren Bereichen neue, bisher in den einzelnen Mitgliedstaaten überhaupt noch nicht bekannte Vorschriften festgelegt und damit neue technische Handelshemmnisse künstlich geschaffen hätte. Dazu kommt noch, daß dieser Entwurf nach Fertigstellung trotz der immensen Arbeit, die damit verbunden war, schon wieder unbrauchbar gewesen wäre, weil nämlich bei den vielen technischen Detailvorschriften die neuen Entwicklungen auf dem Gebiet der elektronischen Regeleinrichtungen für die Betätigung der Einzelfunktionen völlig unberücksichtigt geblieben wären. Hier hätte man also ein EG-Gesetz geschaffen, das die schnellen Veränderungen, die durch die moderne Technik der Elektronik oder der Elektrohydraulik laufend entwickelt werden, überhaupt nicht berücksichtigt und deswegen trotz der jahrelangen Arbeit bei seinem Erscheinen nicht anwendbar gewesen wäre. Sie werden es nicht glauben, aber es ist Tatsache.

Gott sei Dank ist es uns - der deutschen Delegation - gelungen, diesen Richtlinienentwurf buchstäblich in letzter Minute auf EG-Ratsebene vorläufig zu stoppen. Von unserer Seite ist nun dafür ein neuer Entwurf auf vier Seiten, 10 % davon, vorgelegt worden, der trotz der Kürze alle zukünftigen Entwicklungen berücksichtigt. An diesem Beispiel wird sichtbar, wie sich durch Fehlentwicklungen bei der Harmonisierung von Vorschriften unter Umständen die Europäer langfristig sogar selbst aus dem Wettbewerb des Weltmarktes hinauskatapultieren könnten.

Wenn ich bisher mehr oder weniger nur über die EG-Richtlinienarbeit gesprochen habe, so ist dies leider nur ein Teil der Schwierigkeiten, die wir auf dem Weg zu einer echten wirtschaftlichen Zusammenarbeit zu beseitigen haben. Es gibt drei

weitere internationale Organisationen, erschrecken Sie nicht, die bei der Beseitigung von technischen Handelshemmnissen und bei der Harmonisierung aller technischen Regelwerke berücksichtigt werden müssen:

Es sind dies die ECE, die Wirtschaftskommission für Europa mit Sitz in Genf, die sich ebenfalls besonders mit Regelungen im Bereich der gesamten Fahrzeugtechnik befaßt, dann die OECD, die Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung in Europa mit Sitz in Paris, die ebenfalls die OECD-Prüfregeln für Ackerschlepper festlegt und die ISO, die Internationale Normungsorganisation für die ganze Welt mit Sitz in Genf, die sich in einem eigenen Technischen Komitee TC 23 mit allen Normungen im Bereich der Landmaschinen und Ackerschlepper beschäftigt. Zunächst könnte man meinen, daß jede dieser vorgenannten Organisationen ihr eigenes Aufgabengebiet hat. Dies war sicherlich ursprünglich auch so gedacht; dennoch gibt es jetzt immer mehr Überschneidungen zwischen diesen einzelnen Organisationen mit den bereits vorher geschilderten Arbeiten auf der EG-Ebene. Dies wird besonders deutlich, wenn man sich die Richtlinien der EG und die sogenannten Reglements der ECE anschaut. Leider muß man auch noch zusätzlich feststellen, daß nämlich, und jetzt kommt das Schönste, daß dieselben Personen, sobald sie bei unterschiedlichen Gremien auf unterschiedlichen Plattformen zum gleichen Thema diskutieren und ihre Länder vertreten, oftmals zu einem ganz unterschiedlichen Schluß kommen.

Hieraus ergibt sich nun wiederum der Zwang, daß die vorgenannten internationalen Organisationen ihre im eigenen Bereich harmonisierten Regelungen nochmals untereinander harmonisieren müssen. Dies wiederum hat zur Folge, daß man entweder große Mammut-sitzungen für gemeinschaftliche Besprechungen zwischen den verschiedenen Organisationen veranstaltet oder neue, koordinierende Gremien ins Leben ruft, die zwischen diesen genannten Organisationen tätig sind und deren Arbeit wieder harmonisieren. Zwischen der ECE und der EG wurde wenigstens eine lose Übereinkunft erzielt, daß beide Organisationen ihre Regelwerke untereinander austauschen, wobei für die einzelnen Projekte einmal die EG und das andere Mal die ECE die Federführung bekommen.

Damit Ihre Verwirrung zu diesem Thema, die ich ihnen ja bereits zu Beginn meiner Ausführungen prophezeit habe, noch etwas größer wird, darf ich die Richtlinien über den dynamischen Test von Umsturzsicherheitsvorrichtungen anführen: Die EG-Richtlinie für diesen "Prügeltest", wie ich ihn einmal genannt habe, ist vielen von Ihnen bekannt. Weniger bekannt ist aber jetzt, daß die ISO, nämlich die Internationale Normungs-Organisation, hierzu ebenfalls noch eine entsprechende Normempfehlung veröffentlicht hat, und außerdem hat auch die OECD in ihren Prüfvorschriften für Ackerschlepper darüber entsprechende Festlegungen getroffen. Während nun bei der EG und bei der ISO beschlossen wurde, daß der Prügelschlag von hinten auf die Kabine bei Ackerschleppern dann entfallen könnte und kann, wenn die Vorderachsenlast mehr als 50 % des zulässigen Gesamtgewichtes beträgt, wurde dieser erleichternde Beschluß von der OECD bisher nicht übernommen. Zur Zeit ist also der EG-Test leichter als die von der OECD vorgeschriebene Prüfung und somit sind also in Abhängigkeit davon, welches Zertifikat im jeweiligen Abnehmerland verlangt wird, immer noch unterschiedliche Tests erforderlich.

Wir setzen im Augenblick alles daran, daß auch die OECD diesen von der ECE und der ISO bereits gefaßten Beschlüssen beiträgt, und ich glaube, wir haben dabei in nicht allzu langer Zeit vielleicht Erfolg. Es bleibt aber immer noch zu hoffen, daß dieser zwar späte, aber doch immerhin weise Entschluß der OECD-Jahresversammlung auch vom OECD-Rat übernommen wird, was noch gar nicht ganz sicher ist, denn erst dann wäre für diese "Prügelstrafe" der Ackerschlepperkabine eine einheitliche und etwas erleichterte Grundlage geschaffen.

Im Hinblick auf einen funktionsfähigen Weltmarkt müssen wir auch bei der Festlegung Technischer Regelwerke in Zukunft noch mehr wie bisher auf die Arbeiten der ISO, der Internationalen Normungsorganisation, Rücksicht nehmen. Zunehmend mehr geht man nämlich dazu über, entweder ISO-Normen in die internationale Gesetzgebung aufzunehmen oder zumindest bei allen Vorschriften, die für die Einfuhr von Schleppern und Landmaschinen gemacht werden, auf diese ISO-Normen zu verweisen. Hier müssen wir in Zukunft davon ausgehen, daß gerade international festgelegte Normen nicht mehr, wie es der ursprüngliche Gedanke der

Normung war, nur eine Empfehlung sind, die den Austausch von standardisierten Teilen weltweit erleichtern sollen, sondern daß diese ISO-Normen heute vielmehr wegen ihrer internationalen Bedeutung einen mehr oder weniger verbindlichen Charakter bekommen.

Wir erleben es nicht nur in den sogenannten Entwicklungsländern, daß bisher unverbindliche Normen immer mehr zu Vorschriften gemacht werden, sondern müssen auch in den Industrieländern damit rechnen, daß auf jeden Fall international vereinbarte Normen auch dort als Grundlage verbindlicher Gesetze gelten.

Unser Verband, die LAV, hat rechtzeitig einen Arbeitskreis Technik gebildet, damit die Techniker aller unserer Firmen in verschiedenen dafür geschaffenen Ausschüssen die Fragen der zweckmäßigen Normung, die notwendigen verkehrstechnischen Probleme und die zwingenden Voraussetzungen für die Sicherheit bei der Bedienung von Landmaschinen und Ackerschleppern rechtzeitig und ausführlich diskutieren und die nationalen und internationalen Entscheidungen darüber vorbereiten und beeinflussen können. Bei der schwierigen und verwirrenden Problematik, die ich ihnen vorher geschildert habe, war dies sicher ein rechtzeitiger Schritt in die richtige Richtung!

Meine sehr verehrten Damen und Herren!

So sehr ich Sie vielleicht durch meine Ausführungen, wie eingangs schon erwähnt, in Verwirrung gebracht habe, so sehr möchte ich Sie jedoch dahingehend am Schluß noch beruhigen, daß die Techniker Ihrer Firmen trotz der vielseitigen nationalen und internationalen Schwierigkeiten in unserem Arbeitskreis Technik und mit Hilfe und Unterstützung der LAV-Geschäftsführung und aller ihrer Mitarbeiter eine gute Arbeit leisten, die in sehr vielen Fällen von dem Erfolg gekrönt wird, daß unsere Vorschläge und unsere Einsprüche zu Entscheidungen führen, die den Interessen der deutschen Landmaschinen- und Ackerschlepper-Industrie dienen. Es zeigt sich hier, wie auf anderen Gebieten, immer deutlicher, daß die zukünftige Wettbewerbsfähigkeit und die daraus resultierenden wirtschaftlichen Erfolge unserer Unternehmen stärker als in der Vergangenheit von der Intelligenz, von der Klugheit und von der Innovationskraft unserer Techniker und Inge-

nieure abhängen, weil die Technik heute nicht nur als Voraussetzung für den friedlichen Fortschritt zu einem angenehmen und besseren Leben dient, sondern leider auch, wie ich anfangs schon gesagt habe, zu einem Instrument für Wettbewerbsverzerrungen und Handelshemmnisse mißbraucht wird.

Deswegen haben wir auch heute bei der Öffentlichen Tagung unserer Mitgliederversammlung diese Premiere veranstaltet, und ich hoffe, daß sie nun trotz der Verwirrung, die ich sicher dabei ange richtet habe, diesen Beschluß wenigstens jetzt im nachhinein verstehen und akzeptieren.

“Bodenerosion: Ursachen und Möglichkeiten ihrer Bekämpfung”

von Prof. Dr. Udo Schwertmann, Institut für Bodenkunde, Weihenstephan

Das Phänomen

In hängigen, ackerbaulich genutzten Landschaften fällt dem Beobachter die Bodenerosion besonders dann auf, wenn sie nach starkem Gewitterregen tiefe Rinnen in Äcker und Wege (Abb. 1) reißt, Bodenmaterial an Hangfüßen zusammenschwemmt (Abb. 2), Gräben mit Boden auffüllt (Abb. 3) oder Straßen (Abb. 4) und Wege überschwemmt. Neben solchen Katastrophenfällen findet aber allenthalben eine schleichende Erosion statt, bei der der Boden gleichmäßig von der Fläche abgetragen wird. Dies erfolgt meistens bereits bei Regen, die mit einer Intensität von mehr als 10 mm pro Stunde fallen. Von diesen Regen gibt es an siebzehn Orten Bayerns 12 - 26 Stück pro Jahr.

Genauere Messungen über die Höhe des langjährigen Abtrags gibt es nur vereinzelt. In Hopfengärten wurden Abträge zwischen 40 und 200 t/Jahr und ha gemessen. 13 Tonnen entsprechen etwa 1 mm Boden. Dies bedeutet, daß bei 50 Tonnen Jahresabtrag (entsprechend 4 mm) eine Ackerkrume von 25 cm in 60 Jahren verlorengeht. Demgegenüber ist die Bodenreuebildung verschwindend gering. Sie beträgt in der gleichen Zeit von 60 Jahren kaum mehr als einige mm. Der Bodenverlust ist also bei den meisten erodierten Hängen viel stärker als die Bodenreuebildung.

Schäden

Da der abgetragene Boden nicht an seinen Ursprungsort zurückgebracht wird, sind die Bodenverluste irreparabel. Die Schäden können daher nur durch einen höheren Aufwand bei der Verbesserung des verbleibenden Bodens abgemildert werden. Dies betrifft insbesondere die Nährstoffverluste, die durch erhöhte Düngung auszugleichen sind. Außer Nährstoffen, z.B. Phosphat (Abb. 5) geht aber auch Humus verloren (Abb. 6) und dort, wo z.B. fruchtbare Lössböden auf minderwertigen sandigen Kiesen der tertiären



Abb. 1

Molasse liegen, auch Wasserspeicherkapazität. Beides, Verlust von Humus und Wasserspeicherkapazität läßt sich nicht mehr ausgleichen. Es ist daher nicht verwunderlich, daß es auf den erodierten Oberhängen zu Ertragsminderungen kommt, die schon in normalen Jahren, insbesondere aber in trockenen Jahren, sehr hoch sein können (Abb 7, Stürmer u.a. 1982). Auch die Bearbeitung kann erschwert werden (Abb. 8).



Abb. 2



Abb. 4



Abb. 3

Die Schäden gehen jedoch über den landschaftlichen Bereich hinaus. So wurde z.B. berechnet, daß in der B.R.D. die Gewässer etwa 6000 t Phosphat/Jahr aus erodiertem Bodenmaterial erhalten. Dies ist zwar, gemessen an dem Eintrag durch Waschmittelphosphate, ein geringer Betrag, er kann jedoch lokal zur Eutrophierung von Gewässern führen. Schließlich haben die Kommunen ihre Last mit der Erosion, da sie dafür Sorge tragen müssen, daß die Vorfluter funktionieren (Abb. 9) und die Straßen sauber sind.

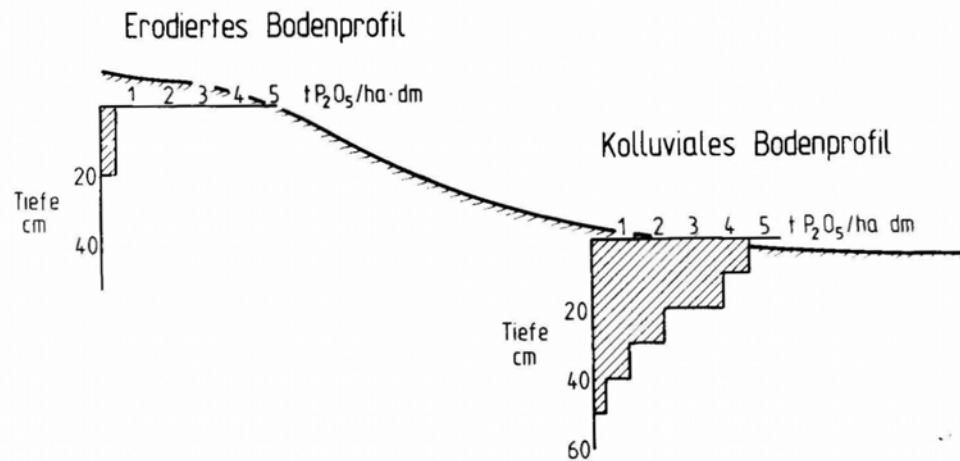


Abb. 5

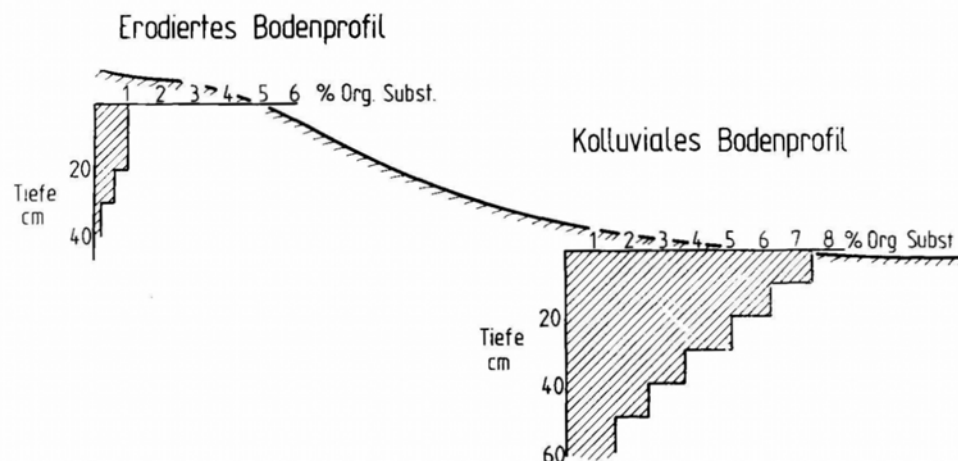


Abb. 6

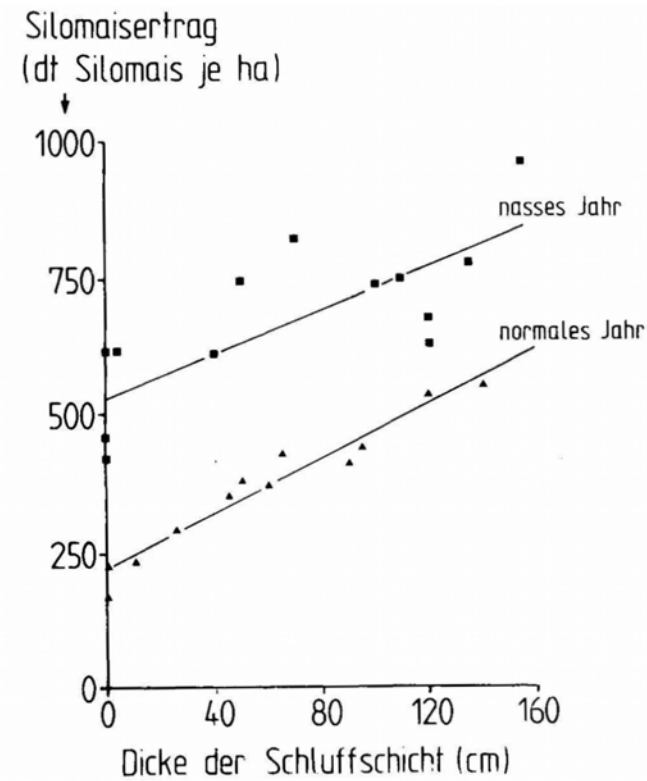


Abb. 7

Abhilfemaßnahmen

Um sinnvolle Maßnahmen zur Verminderung des Bodenabtrags zu ergreifen, ist es nötig, den Prozeß der Erosion zu verstehen. Er besteht aus zwei Teilen, nämlich der Planschwirkung der aufschlagenden Regentropfen, die ihre Energie an die Bodenaggregate abgeben, diese dabei zerschlagen und Feinteilchen produzieren, die transportabel sind. Dieses Feinmaterial wird dann im zweiten Teilprozeß durch das den Hang hinunterfließende Wasser transportiert, und dabei kann das Wasser selbst durch seine Scherkräfte weiteres Material loslösen und so Rillen entstehen lassen.

Hieraus ergeben sich die Maßnahmen. Man kann einmal dafür sorgen, daß die Energie der aufschlagenden Regentropfen nicht an

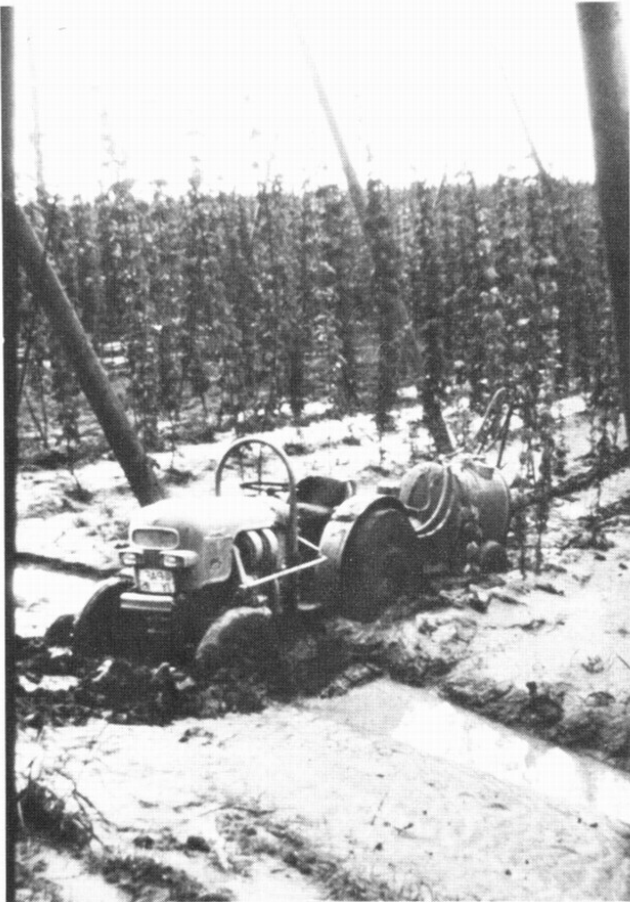


Abb. 8

die Bodenaggregate, sondern an eine Pflanzen- oder Mulchdecke abgegeben und dadurch unschädlich gemacht wird. Man muß also darauf achten, daß die Bodenoberfläche insbesondere in der Zeit der Starkregen, d.h. in der Zeit zwischen Mai und Juli möglichst gut bedeckt ist. Wie Abbildung 10 zeigt, fallen die meisten Starkniederschläge in Bayern in der Zeit von Mai bis August. Ihr Jahresverlauf weicht also deutlich von dem Jahresverlauf des Gesamtniederschlages ab. In Abbildung 11 ist der Jahresverlauf der



Abb. 9

Starkregen mit der Erosionsanfälligkeit der Bodenoberfläche unter Silomais, ausgedrückt als relativer Bodenabtrag, verglichen. Diese Abbildung zeigt, daß die Bodenoberfläche in der Zeit, in der die stärksten Regen fallen, sehr anfällig gegen die Erosion ist, weil sie nur wenig bedeckt und daher gegen die Regentropfen geschützt ist. Dies ist auch ein entscheidender Grund dafür, daß der Mais zu den erosionsfördernden Früchten gerechnet wird.

Es gibt nun eine Reihe von Möglichkeiten, den Bedeckungsgrad der Bodenoberfläche zu erhöhen und damit einen Oberflächenschutz herzustellen. Zu diesen Maßnahmen gehören unter anderem eine bessere Ausnutzung des Oberflächenschutzes durch Unkräuter, z.B. unter Hopfen, die Ausbringung von Zwischensaat, wie sie seit einigen Jahren von der Bayerischen Landesanstalt für Pflanzenbau und Bodenkultur in Form von Wintergerste - Zwischensaat zu Mais (Abb. 12) oder in den Fahrgassen der Hopfengärten

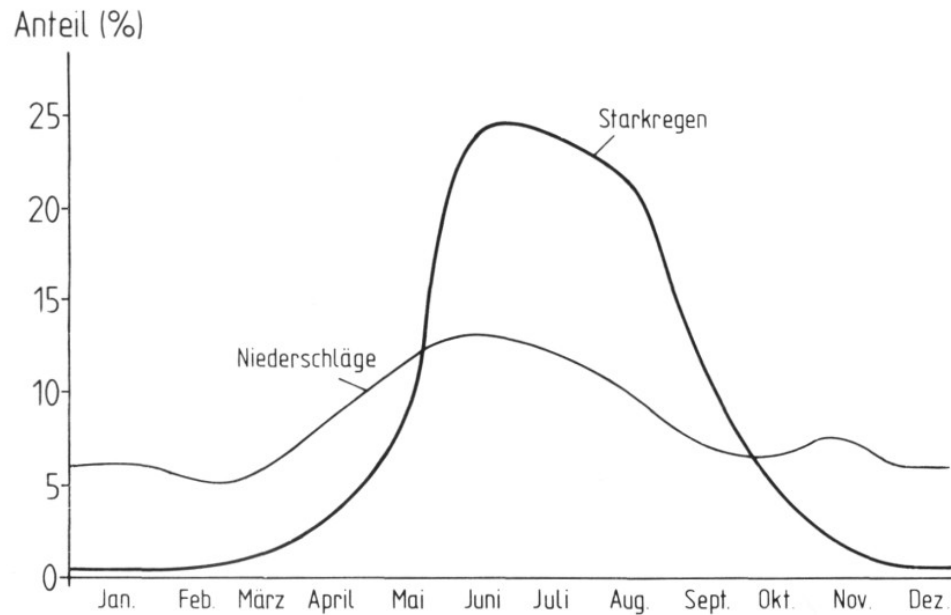


Abb. 10

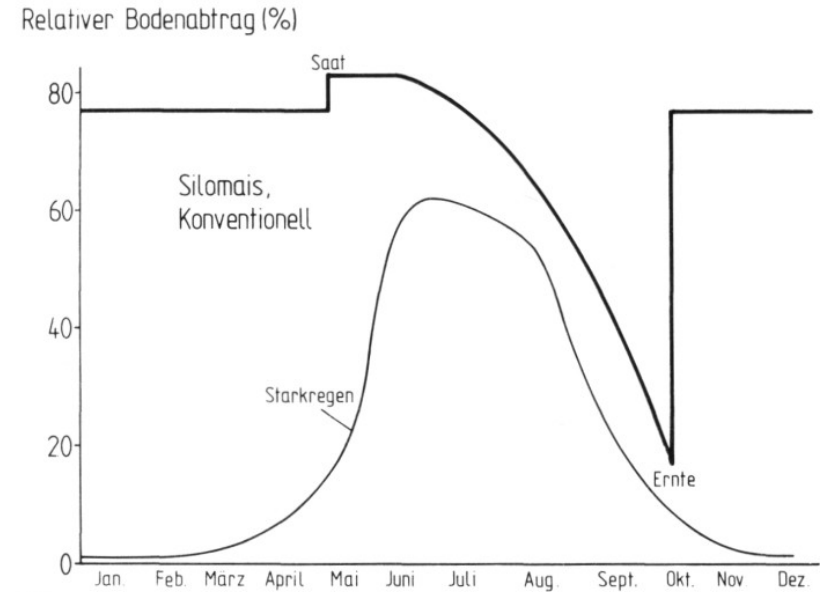


Abb. 11

(Abb. 13) mit Erfolg erprobt werden. Eine weitere Möglichkeit ist die Bedeckung der Oberfläche durch Ernterückstände der letztjährigen Frucht, der sog. Mulch, in Abb. 14 als Getreidestroh-Mulch zu Mais und in Abb. 15 als Maisstroh-Mulch zu Getreide gezeigt. Natürlich haben auch Zwischenfrüchte eine hohe Schutzwirkung. Schließlich lässt sich die Bodenbearbeitung durch Weglassen der Herbstfurche und Minimalbestelltechnik wie z.B. Frässaat im Frühjahr reduzieren.

Ein zweites Bündel von Maßnahmen zielt darauf ab, die Menge des Regenwassers zu vermindern, die oberflächlich abfließt. Dies kann auf zweierlei Weisen erfolgen; einmal durch Verbesserung der Wasseraufnahmefähigkeit, d.h. der Durchlässigkeit des Bodens und zum anderen durch Verminderung der Hanglänge.

Ein Boden ist um so durchlässiger, je stabiler und porenreicher sein Gefüge, je höher sein Humusgehalt und intensiver der Boden mit Regenwürmern besetzt ist. Ein gut aggregiertes, krümeliges



Abb. 12

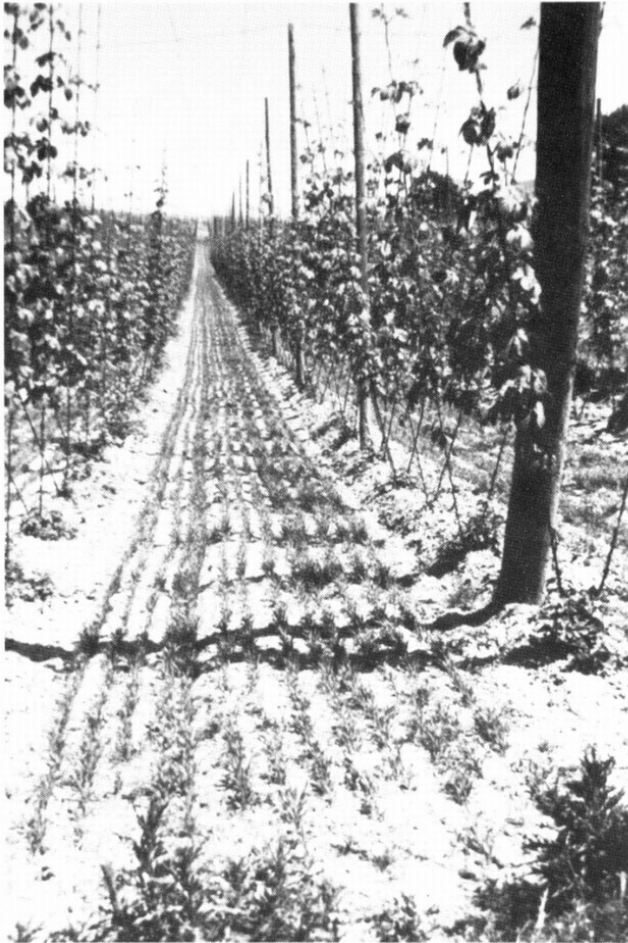


Abb. 13

Gefüge (Abb. 16, links) läßt sich am Spatenaushub meist bereits leicht von einem verdichteten, grobaggregierten Gefüge (Abb. 16, rechts) unterscheiden. Humusmehrende Bewirtschaftung ist daher aus vielerlei Gründen besonders wichtig. Viele Maßnahmen wirken hier unmittelbar im Verein. So läßt sich z.B. beobachten, daß ein aus Ernterückständen bestehender Mulch nicht nur die Bodenoberfläche schützt, sondern auch dafür sorgt, daß die Regenwürmer den Boden intensiv mit ihren senkrechten Gängen durch-



Abb. 14



Abb. 15



Abb. 16



Abb. 18

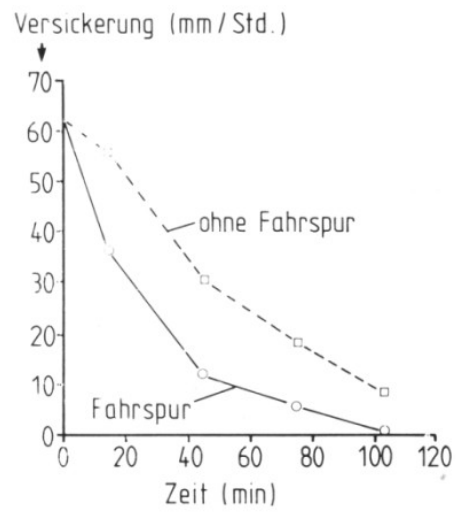


Abb. 17

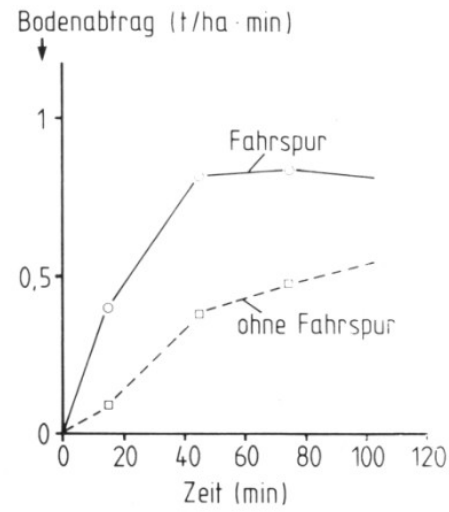


Abb. 19



Abb. 20

poren und dadurch für eine hohe Durchlässigkeit sorgen. Die Durchlässigkeit des Bodens wird auch reduziert durch häufiges Befahren mit schweren Maschinen. Insbesondere sind die Fahrspuren Leitbahnen für das Oberflächenwasser und Anlaß für den Bodenabtrag (Abb. 17). Lockerung der Fahrspur kann daher nicht nur den Oberflächenabfluß verringern, sondern auch den Bodenabtrag.

Je kürzer der Hang in Gefällerrichtung, desto geringer sind Menge und Geschwindigkeit des oberflächlich abfließenden Wassers. Hier liegt eine bedeutende Aufgabe der Flurbereinigung, die dafür sorgen sollte, daß die Hauptausdehnung der Schläge und damit auch die Bearbeitungsrichtung in der Kontur und nicht in der Falllinie liegt. Bestehen vor der Flurbereinigung Ranken zwischen den Schlägen, die in der Kontur liegen, so sollten diese nur beseitigt werden, wenn dadurch die Erosion nicht stärker ansteigt; in der Regel stellen sie einen guten Erosionsschutz dar (Abb. 18).

Die Hanglänge läßt sich aber auch vermindern durch Einsaat von Wintergerstestreifen in der Kontur im Abstand von etwa 20-40 m, wie sie ebenfalls zur Zeit von der Bayerischen Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau getestet wird (Abb. 19). Abb. 20 zeigt einen Winterweizenstreifen in einem Maisfeld.

Schließlich ist generell die Nutzung der Hänge in der Kontur zu empfehlen, und eine Entwicklung, die bei der Konstruktion insbesondere der Erntegeräte darauf Rücksicht nimmt, daß auch stärker geneigte Hänge quer zum Hang beerntet werden können, sollte gefördert werden.

Vorausschätzung des langfristigen Bodenabtrages

Art und Umfang der geschilderten Maßnahmen sollten natürlich nach dem zu erwartenden Abtrag dimensioniert werden, da sie nicht nur als solche Geld kosten, sondern auch mit Ertragseinbußen verbunden sein können. Es ist daher notwendig, den langjährigen Abtrag möglichst genau vorzuschätzen. Zu diesem Zweck wurde für Bayern ein Handbuch entwickelt, das sich eines Verfahrens aus den USA bedient und dieses Verfahren an die bayerischen Verhältnisse angepasst hat. Mit Hilfe dieses Verfahrens kann der Landwirt für jeden einzelnen Schlag aus dem Regengehen seines Ortes, der Erodierbarkeit seines Bodens, der Hanglänge und der Hangneigung seines Schlages und der langjährigen Fruchtfolge den zu erwartenden Abtrag abschätzen (Schwertmann u.a., 1981). Aus dem Handbuch läßt sich weiterhin die erosionsvermindernde Wirksamkeit einer Reihe von Maßnahmen, wie Frühjahrs- statt Herbstfurche, Zwischenfruchtanbau, erhöhter Humusgehalt, Verkürzung der Hänge, Veränderung der Fruchtfolge usw., quantitativ ableiten. Hierin liegt die Bedeutung der Vorausschätzung auch für die Planung der Flurbereinigung, die ja für einen langen Zeitraum in der Zukunft die Feldeinteilung bestimmt und daher grundlegend auf den Bodenabtrag in hängigen Gebieten Einfluß nimmt.

Schwertmann, U. u. Mitarbeiter (1981): Die Vorausschätzung des Bodenabtrags durch Wasser in Bayern. Bayer. Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten. 126 S.

Stürmer, H., Becher, H.H. und Schwertmann, U. (1982): Ertragsbildung bei Mais auf erodierten Hängen. Z. Acker- und Pflanzenbau. **151**, 315-321.

Kritische Anmerkungen zur Bodenbearbeitung in Betrieben mit stark ausgedehntem Maisanbau

von LD Dr. Wolfgang Zeitler, Amt für Landwirtschaft und Bodenkultur, Deggendorf

Im Amtsbereich des AfLuB Deggendorf, dem Regierungsbezirk Niederbayern, hat sich der Maisanbau in den letzten 25 Jahren schnell stark ausgebreitet:

Jahr	Silomais (ha)	Körnermais (ha)	Jahr	Silomais (ha)	Körnermais (ha)
1965	9697	5435	1977	58979	29037
1968	14617	10409	1980	71339	29571
1971	26702	23881	1983	70505	27779
1974	41604	25494			

Mit nahezu 100000 ha nimmt der Maisanbau mehr als 20 % der Ackerfläche in Anspruch, eine stärkere Konzentration findet sich dabei in den Lagen des Tertiären Hügellandes, hier insbesondere in den wärmeren und gleichzeitig niederschlagsreicheren Lagen des südlichen und östlichen Tertiär. Einzelne Landkreise weisen hier mehr als 33 %, mehrere Gemeinden mehr als 50 % und einzelne landwirtschaftliche Betriebe mehr als 70 % ihrer Ackerfläche als mit Mais bebaut auf.

In den ersten 10 Jahren der Einführung des Maisanbaues waren bei Ausdehnung dieser Frucht Spitzenerträge erzielbar. Zunehmend haben sich im zweiten Jahrzehnt Schwierigkeiten gezeigt, die durch das Zusammenspiel mehrerer Faktoren Ertragsleistungen und Aufwendungen in ungünstigere Verhältnisse verschoben haben und damit zu den folgenden Ausführungen Veranlassung gaben.

Neben Fragen der Betriebsorganisation, bis hin zur Einschränkung eines überzogenen Maisanbaues, stehen Fragen der Bodenbearbeitung im Vordergrund.

I. Bodenbearbeitungsmaßnahmen vor der Maisaussaat

In hängigen, niederschlagsreichen Lagen kann der Bodenabtrag, die Bodenerosion auf eingeebneten, vegetationslosen oder nur von wenig Einzelpflanzen bedeckten Ackerflächen erhebliche Schäden verursachen. Nach der Agrarleitplanung (Übersicht 1 und 2) weisen die Lagen des Tertiären Hügellandes zwischen 7,8 und 13,7 % der landwirtschaftlich genutzten Fläche mit Hangneigungen zwischen 12 und 17 % auf. Noch stärkere Hangneigungen (Gefällstufe 3 und 4) stehen fast ausnahmslos in Grünlandnutzung. Auf erodierten Teilflächen geht die Ertragssicherheit infolge der Flachgründigkeit der verbleibenden Ackerkrume spürbar zurück.

In zahlreichen landwirtschaftlichen Betrieben sind nur gewisse Teilflächen, Abschnitte einzelner Felder in größerem Maß erosionsgefährdet. Hier hat sich die Beachtung folgender Punkte bewährt:

1. Jede nur irgend vermeidbare Oberflächenverdichtung, insbesondere Fahrspuren in Gefällrichtung, ist zu umgehen. Spurlockerer und Bodenbearbeitungen quer zum Hang sind zu bevorzugen.
2. Eine grobkrümelige Bodenstruktur durch Unterlassung zu feiner Saatbettherrichtung sowie die Stärkung der Bodenstabilität in der Lebendverbauung mit organischer Masse, Kalk, Phosphat ist zu fördern. Je wasseraufnahmefähiger die Bodenoberfläche bleibt, desto geringer ist die Gefahr des oberflächlichen Wasserabflusses. Dieser ist Voraussetzung jeder Bodenerosion.
3. Gefährdete Feldstücke werden als letzte in der Maisaussaat eingeebnet und angesät. Die Maissaat zum spätest vertretbaren Zeitpunkt verringert die Zeit zwischen Einebnung des Feldes und Bedeckung der Ackerfläche mit Blatt- und Pflanzenmasse. Es ist für die Oberflächenverkrustung und der damit verbundenen Gefahr des oberflächlichen Wasserabflusses ein erheblicher Unterschied, ob ein Feld bereits Ende März-Anfang April oder erst Anfang-Mitte Mai eingeebnet wird. Rauh gepflügte Oberflächen leiden kaum unter Erosionsgeschehen.

Übersicht 1:

Agrarleitplan: **Gefällstufen** der landwirtschaftlichen Nutzfläche (LN) für den Regierungsbezirk Niederbayern

Gefällstufe	Hangneigung	Flächenanteil	
		in ha	in % der LN
1	unter 12 %	499637	79,8
2	12 - 17 %	89116	14,2
3	18 - 24 %	30641	4,9
4	25 - 35 %	6228	1,0
5	36 - 50 %	252	0,0
6	über 50 %	88	0,0

Übersicht 2:

Agrarleitplan: Gefälleestufen für die landwirtschaftlichen **Erzeugungsgebiete** im Regierungsbezirk Niederbayern

Erzeugungsgebiet	Flächenanteile in % der LN bei Gefällstufe					
	1	2	3	4	5	6
302 Tertiär-Hügelland (Nord)	90,2	7,8	1,8	0,2	0,0	0,0
303 Tertiär-Hügelland (Süd)	84,0	13,7	2,1	0,2	0,0	—
304 Tertiär-Hügelland (sandig)	97,4	2,0	0,4	0,1	0,1	—
307 Regensb. Straubinger Gäu	98,0	1,9	0,1	0,0	—	—
404 Regensb. Straub. Donauaue	92,4	4,7	2,1	0,8	—	0,0
601 Südlicher Vorwald	58,9	29,1	9,6	2,2	0,2	—
602 Mittl. Bayerischer Wald	44,9	34,6	16,6	3,9	0,0	—
603 Innerer Bayer. Wald	54,3	30,3	12,4	2,9	0,1	—
604 Westlicher Vorwald	48,8	26,1	20,8	4,2	0,1	—
702 Südlicher Jura	95,5	2,4	0,7	0,3	—	1,1
Reg. Bez. Niederbayern insgesamt	79,8	14,2	4,9	1,0	0,0	0,0

4. Wo irgend möglich, hat die Maisaussaat und jede weitere Bearbeitung in der Höhenlinie quer zum Hanggefälle zu erfolgen.

5. Ackerschläge mit großer Ausdehnung in Gefällrichtung sind quer zum Hang zu unterteilen. Im Rahmen der Betriebsvereinfachung und im Zug des Einsatzes breit arbeitender Maschinen und Geräte wurde die Zusammenfassung einzelner Feldstücke zu großen Schlägen in diesen Lagen oftmals überzogen. Der Landwirt, dem einmal von seinem Schlag 50 oder gar 100 t bester Muttererde abgeschwemmt wurden, nimmt gern die Belastung der Umsetzung von Maschinen und Geräten von einem Schlag zu einem anderen in Kauf, um insbesondere den unteren Teil eines Hanges stets mit einer anderen Frucht als den oberen Teil des Feldes zu bebauen.

6. Wintergersteneinsaatstreifen an gefährdeten Stellen, zur Zeit der Maissaat angebaut, haben sich mit einer Saatbreite von 2,0 bis 2,5 m bewährt. Die Wintergerste läuft rasch auf und bestockt kräftig. Diese Streifen - quer zur Gefällrichtung angelegt - fangen in Bewegung gekommene Bodenmassen zuverlässig auf. 5 % der Ackerfläche wird für diese Schutzstreifen benötigt, d.h. auf 200 m Länge können 4 Streifen à 2,5 m Breite in den Maisschlag gelegt werden. Hier unterbleibt das Maiswachstum, während auf den restlichen 95 % der Maisfläche ein voller Ertrag ohne Risiko erzielt wird.

7. Die seltenere Wiederkehr des Maises auf solchen Flächen wie auch Vorsorge kräftiger Herbstentwicklung überwinternder Früchte auf solchen Flächen, sei es Wintergetreide, seien es Zwischenfrüchte oder Futterpflanzen, beugen ebenfalls der Gefahr des oberflächlichen Rinnens größerer Wassermengen vor.

In ebenen Lagen fördert frühes Einebnen der für den Maisbau vorgesehenen Flächen vorzeitigen Auflauf von Unkräutern. Diese werden bei weiteren Feldherrichtungs- und Bodenbearbeitungsmaßnahmen bereits vernichtet. Damit kann der Notwendigkeit frühzeitigen Einsatzes chemischer Pflanzenschutzmittel vorgebeugt werden. Der Herbizideinsatz kann sich gezielt auf die Spätverunkrautung einstellen.

II. Bodenbearbeitungen während der Vegetationszeit

In den südlichen und östlichen Lagen des Tertiären Hügellandes Niederbayerns finden wir Jahresniederschlagsmengen um 900 mm. In manchen Jahren steigen sie auf 1200, sogar 1300 -1400 mm an. In erosionsgefährdeten Lagen waren Erfahrungen zu sammeln, daß Bodenlockerungen zwischen den Maisreihen hangauf, hangab selbst bei flachen Neigungen zu erhöhtem Bodenabtrag führen. Dies gilt insbesondere, wenn Niederschläge innerhalb weniger Tage nach dieser Bodenbearbeitungsmaßnahme fallen. In Hanglagen muß die Empfehlung für Lockerungen in der Richtung der Hangneigung unterbleiben!

In ebenen Lagen hat sich die Bodenbearbeitung zwischen den Maisreihen insbesondere auf humusreichen, moorigen Lagen bewährt. Unkrautbekämpfung, Vermeidung unnötiger Wasserverdunstung wird hier durch einen mechanischen Arbeitsgang erreicht.

Bei Maissaaten quer zum Hang wird durch Bodenlockerung zwischen den Maissatreihen in der Regel die Wasseraufnahmefähigkeit erhöht. Die hier ohnehin geringere Erosionsgefahr wird weiter gemindert.

Bodenbearbeitung vor der Maissaat und während der Vegetation gewinnt im Blick auf die Unkrautbekämpfung an Bedeutung. Mechanische Bearbeitungsmaßnahmen gestatten keine Selektionen der Unkrautflora. Bei häufiger Wiederkehr der Fruchtart Mais am gleichen Schlag und gleichbleibendem Herbizideinsatz beweist die Natur ihre unendlich nachschaffende Kraft: Es stellen sich Unkrautgesellschaften ein, die nur noch mit verstärktem und erhöhtem Herbizideinsatz in Schach gehalten werden können. Dieser unerwünschten Belastung kann mechanische Unkrautbekämpfung elegant vorbeugen, wie dies vor der Entwicklung moderner Unkrautbekämpfungsmittel selbstverständlich war.

III. Bodenbearbeitung und Belastung nach der Maisernte

Bei stark ausgedehntem Maisanbau mit Flächenanteilen von mehr als 50 %, unter Umständen bei Anteilen von 70 oder gar 80 % Anteilen der Ackerfläche eines Betriebes mit Mais hat sich in der Eignung des Bodens für diese Frucht eine erhebliche Wende vollzogen. Tiefgründige, gut wasserhaltefähige, schluffreiche Böden

Übersicht 3:

Agrarleitplan: Ergebnisse der Bestandsaufnahme der landwirtschaftlichen Nutzfläche (LN) nach **Nutzungsseignung** für den Regierungsbezirk Niederbayern

Nutzungsseignung	Flächenanteil	
	in ha	in % der LN
Ackerstandorte:	464069	74,1
t (Weizen)	373504	59,7
h (Gerste)	83181	13,3
s (Roggen, Kartoffeln)	7385	1,2
Grünlandstandorte:	161971	25,9
b (Grünl., bedingt ackerfähig)	40231	6,4
a (Grünl., absolut beweidbar)	96166	15,4
m (Grünl., abs., nicht beweidbar)	25574	4,1

Übersicht 4:

Agrarleitplan: Nutzungsseignung für die landwirtschaftlichen **Erzeugungsgebiete** im Regierungsbezirk Niederbayern

Erzeugungsgebiet	Flächenanteile in % LN bei Nutzungsseignung					
	t	h	s	b	a	m
302 Tertiär-Hügelland (Nord)	79,6	9,6	1,0	4,3	4,1	1,4
303 Tertiär-Hügelland (Süd)	84,4	2,2	0,2	5,8	6,8	0,6
304 Tertiär-Hügelland (sandig)	39,8	14,2	24,1	2,7	14,6	4,6
307 Regensb.Strauginger Gäu	87,2	3,4	0,8	3,9	4,3	0,4
404 Regensb.Straub.Donauaue	44,6	21,3	3,7	7,2	21,3	1,9
601 Südlicher Vorwald	11,6	45,9	0,2	14,2	20,1	8,0
602 Mittl.Bayerischer Wald	0,0	25,4	0,3	12,4	49,4	12,5
603 Innerer Bayer.Wald	—	6,6	—	10,7	59,4	23,2
604 Westlicher Vorwald	5,0	50,8	0,0	0,1	38,1	6,0
702 Südlicher Jura	23,1	56,4	0,7	4,7	15,0	0,1
Reg.Bez.Niederbayern insgesamt	59,7	13,3	1,2	6,4	15,4	4,1

hatten zunächst Spitzenerträge bis 200 dt/ha Maistrockmasse im Silomaisanbau zur Rinderfütterung geliefert. Die Agrarleitpla-

nung bezeichnet diese Böden wegen ihrer Eignung für den Weizenanbau (triticum) als t-Böden. Sie nehmen im Tertiären Hügelland (Übersicht 3 und 4) 80-85 % der landwirtschaftlichen Nutzfläche ein.

Die Ertragsleistungen des Maises wurden hier von keiner anderen Frucht erreicht. Die Überlegenheit des Maises stieg weiter, wie durch Züchtung, Pflanzenschutz und Mechanisierung weitere Arbeitserleichterungen und -beschleunigungen erzielbar waren. Mittelbäuerliche Betriebe mit beschränkter Flächenausstattung erkannten Möglichkeiten des innerbetrieblichen Wachstums. In Vollzug dieser innerbetrieblichen Aufstockungen, mit Anwachsen des Viehbesatzes auf 3 bis 4 Großvieheinheiten/ha, bei Rinderhaltung verbesserte sich durch Gülleanfall die Leistungsfähigkeit des Bodens in den ersten Jahren des Maisbaues.

Der Silomaisbau hat im wasserreichen Stadium mit etwa 70 % Wasseranteil der Gesamtpflanze mehr als 600 dt/ha Erntegut vom Feld zu fahren. In den meisten Fällen erfolgt die Beerntung einreihig. Schlepper und Ladewagen überfahren in der Regel mit 8 Rädern fast die gesamte Maisfläche Spur an Spur. Schlepper und Anhängfahrzeuge waren in den Jahren der Einführung des Maisbaues, also bis ca. 1973/74 gewichtsmäßig wesentlich leichter als heute.

In stark ausgedehntem Maisbau kann bei Witterungsumschlag die Ernte nicht abgebrochen werden. Nach kühlen Sommern, in nassen Herbstern, ist, um ausreichende Reife zu erreichen, in der Regel mit der Silomaisernte kaum vor 10. Oktober zu beginnen. Ein Warten bei einsetzender Nässe, um neuerliche Bodenabtrocknung zu erreichen, ist unmöglich. Der steinfreie, plastische Boden wird hier bei starker Ausdehnung des Maisbaues Jahr für Jahr erheblich gepreßt.

Der Körnermaisbauer bzw. der Erzeuger von Corn-Cob-Mix erntet mehrreihig und hat in einem trockeneren, reiferen Stadium geringere Erntemengen vom Acker zu fahren. Mehrreihige Ernte und geringere Belastung bringen schwächeren Bodendruck. Geringere Erntemengen - ohne Restpflanzen - bringen auch geringeren Viehbesatz und damit geringeren Gülleanfall.

Im Silomaisbau mit Rinderhaltung stehen bei überzogenem Maisanbau, also bei Fruchtfolgestellungen von Mais nach Mais durch

mehrere Jahre für Gülleausbringungen nur Zeiträume zwischen Maisernte und Maisaussaat zur Verfügung. Der bereits durch Erntevorgänge verdichtete Boden wird durch weiteres Überfahren mit starken Schleppern und leistungsfähigen Güllefässern nochmals zusätzlich belastet und verdichtet. Auf den vorliegenden strukturschwachen und für Wasser schwer durchlässigen Böden stellten sich im Laufe der Jahre zunehmend Verklumpungen und irreversibele Verdichtungen bis in Tiefen von 30 und 40 cm ein. Frühe Schneebedeckung, u.U. während des ganzen Winters durchhaltend, unterbinden ausgleichende Wirkungen tiefgreifender Bodenfröste. Unter dem Blätterdach des Maises tritt nur in extremen Jahren während des Sommers eine tiefe Austrocknung des Bodens ein. Gerade die zuverlässige wasserhaltende Kraft, die in der Tiefe verbleibende Feuchtigkeit, war Garant der hohen Maiserträge.

Nach 10- bis 15-jährigem Maisanbau, insbesondere nach dem Herbst 1974, während der Vegetation 1975 und noch stärker nach den Herbstern 1978 und 1981 in den hierauf folgenden Vegetationsperioden verursachten die in die Tiefe reichenden Bodenverdichtungen nachhaltige negative Wirkungen auf das Maiswachstum. Ertragsrückgänge um 30 bis 40 %, mangelnde Bestandsentwicklungen, waren die Folge. Erhöhter Zugkraftbedarf bei der Pflugarbeit, kein krümelndes Wenden, sondern nur noch speckiges, schwartiges Drehen des Bodens waren festzustellen. Die Durchwurzelbarkeit des Bodens, der ungehemmte Nährstofffluß, trotz reicher Güllegaben, waren mehr und mehr beeinträchtigt.

Abhilfen durch in die Tiefe greifende Bodenbearbeitungsgeräte, die nur bei trockenem Unterboden sinnvoll zum Einsatz kommen können, waren kaum möglich bzw. führten nur kurzfristig zu einer Verbesserung der Grobstruktur des Bodens, ohne die für ungehemmtes Wurzelwachstum erforderliche Feinstruktur mechanisch erarbeiten zu können.

Ausweitung des Güllelagerraumes, Gülleausbringungen im März-April oder Mai zeigten in diesen niederschlagsreichen Lagen keine Abhilfemöglichkeit, da in feuchten Frühjahrten auch zu diesen Zeitpunkten unerwünschte Bodenverdichtungen unvermeidbar sind.

Überdies verbietet sich auf geneigten Flächen in niederschlagsreichen Lagen Gülleausbringung während der Vegetation, also etwa nach der Maissaat obenauf, da folgende Gewitterregen nicht nur oberflächlich Wasser und Boden, sondern auch Rückstände der Gülle in Vorfluter abschwemmen würden.

Erhöhte Kalkabgaben konnten dort positiv wirken, wo Tonanteile, P₂O₅- und Humusversorgung als Voraussetzungen zur stabilen Krümelbildung in ausreichendem Maß vorhanden sind. In der Regel jedoch war mit der erfolgten Krumenvertiefung eine Verdünnung des Humusspiegels vor sich gegangen. Schluffanteilen von häufig mehr als 70 % stehen in der Regel Tonanteile von weniger als 15 % und Sandanteile von ebenfalls nur 10 - 15 % gegenüber. Nicht intensivere Bodenbearbeitung nach der Maisernte, nicht größere und schwerere Maschinen und Geräte sind auf diesen von Natur ertragreichen, tiefgründigen Böden das geeignete Mittel, die Bodenfruchtbarkeit wieder herzustellen, sondern allein die Einschränkung des Silomaisbaues mit seiner Koppelung an die Rinderhaltung. Für diese Lagen gilt heute ein Maisanbau von 33 % als bedenkenlos. Ein 50 %iger, also zweimaliger Maisbau innerhalb 4 Jahren auf der gleichen Fläche erscheint solange vertretbar, als der Boden leicht krümelig sich in Ordnung befindet. Ausdehnungen auf mehr als 60 % sind unter den gegebenen Verhältnissen als gefährlicher Sonderfall anzusprechen (Übersicht 5). Auf allen Flächen, in denen sich die beschriebenen Schwierigkeiten eingestellt haben, zogen die Praktiker klare Folgerungen: Der Maisbau wurde eingeschränkt. Vereinzelt waren Beschränkungen auf 25 % oder gar 20 % in schwerer geschädigten Fällen erforderlich. Damit kehrt hier der Mais nur noch in 4- bis 5-jährigem Abstand wieder, bis durch entsprechenden Getreide- und Zwischenfruchtbau oder Anbau tiefwurzelnder Futterpflanzen der Boden Regenerationen erfahren hat (Übersicht 5).

Lagen mit zunächst günstigen Voraussetzungen für die Fruchtart Mais führen im Lauf der Jahre bei verstärktem Anbau dazu, daß zunächst optimal Erscheinendes nach und nach Mißerfolge zeitigte. Begrenzungen und Abhilfemöglichkeiten waren erst aufgrund langjähriger Erfahrungen zu erkennen. Die Übertragung der hier mit Maisbau gesammelten Wahrnehmungen für andere Früchte bietet sich an (Übersicht 6). Ähnliche Feststellungen lassen sich

Übersicht 5: Silomais-Anteil innerhalb der Fruchtfolge auf schweren Böden in niederschlagsreichen Lagen

I. am für Maisanbau günstigen Standort

Anteil	Bewertung	Wiederkehr am gleichen Feld
33 %	bedenkenlos	jedes 3. Jahr
50 %	vertretbar	2 x in 4 Jahren
60 %	kurzfristig möglich	3 x in 5 Jahren
>60 %	Sonderfall	>3 x in 5 Jahren

II. am für Maisanbau schwierigen Standort

Anteil	Bewertung	Wiederkehr am gleichen Feld
25 %	Bedingungen noch tragbar	in jedem 4. Jahr
20 %	Bedingungen ungünstig	in jedem 5. Jahr
0 %	extrem ungünstig	kein Maisanbau

auch für andere Früchte, z.B. Zuckerrüben, unter vergleichbaren Bodenverhältnissen treffen.

Die zunächst bevorzugte Frucht Mais war durch andere Früchte zu ersetzen. Mehrjähriges Klee gras, einjähriges Weidelgras, Rückkehr zu Dauergrünland, eventuell Anbau von Welschem Weidelgras und Landsberger Gemenge und neuerdings Erprobungen mit Ganzpflanzensilage sowie Zupacht bisher nicht mit Mais überlasteter Flächen wurden in den einzelnen Betrieben als Hilfsmaßnahmen angewendet.

Flachgründige Kies- und Schotterböden in ebenen Lagen haben durch stark ausgedehnten Maisbau in ihrer Fruchtbarkeit in vielen Fällen erheblich gewonnen. Auf lehmigen, tiefgründigen, schluffreichen Böden in niederschlagsreichen Lagen kann selbst schlagkräftige Mechanisierung keinen Ausgleich für überzogenen Maisbau erbringen. Kurzfristige Erfolge in Betriebsspezialisierungen, die sich im Lauf von 15 oder 20 Jahren als nicht durchhaltbar erwiesen haben, erfordern Überdenken, eventuell Umorganisation des Betriebes, z.B. teilweise Kalbinnenaufzucht statt Bullenmast.

Übersicht 6:

Standortgerechte Bodenbesetzung

Grenzen der Ausweitung einzelner Fruchtarten im Ackerbau Niederbayerns

Für die jeweilige Fruchtart	Anteil am Ackerland in %				
	schwieriger Standort		günstiger Standort		
	extrem	tragbar	bedenkenlos	noch vertretbar	Sonderfall
Weizen	20	25	33	50	60
Wintergerste	20	25	33	50	67
Mais	20	25	33	50	60
Rüben	17	20	25	30	33
Kartoffeln	20	25	25	30	33
Getreide insgesamt	40	50	66	75	80
Sommergerste	30	33	50	67	100
Hafer	14	14	17	20	25
Winterroggen	25	30	33	50	75
Rotklee	14	14	14	17	17
Klee-,Luz.-Gras					
+ Luzerne, rein	25	25	33	40	50
Grassamen	17	17	20	33	50
Körnerraps	20	25	25	30	33

Flucht in schwerere Schlepper und breitere Maschinen kann aus der Sicht des Bodenkundlers und Pflanzenbauers in diesen auch im Untergrund empfindlichen Böden nicht empfohlen werden, da der Ursache nicht abgeholfen, sondern das Problem verlagert wird. Verlagerung in größere Tiefen ist ebenso unerwünscht wie Konzentration der Verdichtung auf einzelne Streifen oder Fahrgassen, zumal auch diese bei hohen Maiserträgen nah bei nah liegen.

Literatur:

Regierung von Niederbayern:

Agrarleitplan für den Regierungsbezirk Niederbayern, Landshut 1982

Ergebnisse der Pflanzenbauversuche, Amt für Landwirtschaft und Bodenkultur Deggendorf - Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau Freising-München 1978, 1979, 1980, 1982

Merkblätter für Bodenkultur "Böden und ihre Nutzung" (1, 2, 3, 4), Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau Freising-München.

Die Gülledüngung aus der Sicht von Umweltschutz und Pflanzenernährung

von LD Dr. Hubert Hoffmann, Landwirtschaftskammer Weser-Ems, Oldenburg

Bei dem Stichwort "Gülle" denken die meisten Leute zunächst an Stinkerei, Massentierhaltung und Umweltschutz und weniger an Düngung und Bodenfruchtbarkeit. Das ist nicht verwunderlich, denn durch die Stinkerei ist die Gülle in der Öffentlichkeit in Verruf geraten; und sie ist auch ein Erzeugnis, das anfällt, wenn Nutztier - Rinder, Schweine und Hühner - in zeitgemäßen Stallungen nach ökonomischen Gesichtspunkten gehalten werden.

Daß man bei dem Wort "Gülle" nicht unmittelbar an Düngung und Bodenfruchtbarkeit denkt, liegt auch wohl daran, daß wir in den letzten 30 Jahren gelernt haben, einen erfolgreichen Ackerbau zu betreiben ganz ohne tierische Dungstoffe, allein mit der wohlüberlegten gezielten Anwendung von käuflich zu erwerbenden Mineraldüngern. Und dies ist in der Fachberatung und auch in der Werbung stets stark und geschickt herausgestellt worden. Wir kennen alle die Werbespots, die sicherlich auch zutreffend sind, wie: Stickstoff - das ist der Motor des Pflanzenwachstums, Phosphat - der Dünger für die Bodenfruchtbarkeit, Kali - verbessert die Qualität und Standfestigkeit, Kalk - sichert die Bodenstruktur und vermehrt das Bodenleben, und dann gibt es die zahlreichen Spurenelemente - die Heinzelmännchen im Pflanzenwachstum. Diese Aussagen haben gewiß alle einen wahren Kern. Doch wenn ich über Gülle spreche, so kann ich alle diese Feststellungen auch für Gülle in Anspruch nehmen. Denn Gülle enthält alle diese Nährstoffe und darüber hinaus noch beachtenswerte Mengen an organischer Substanz, alles zusammengenommen in einer flüssigen Phase. Gülle ist darum treffender als "organischer Flüssigvolldünger" zu bezeichnen.

Vergleiche Gülle zu Stallmist und Jauche

Wenn man über Gülle spricht, so ist auch ein Vergleich und eine Abgrenzung zu Stallmist und Jauche angebracht. Es sind ja die



Abb. 1
Agros-Gerät zur Schnellbestimmung des pflanzenverfügbaren Stickstoffs in Gülle

klassischen Verfahren der tierischen Dungstoffgewinnung. Die Stallmisterzeugung ist im Vergleich zu Gülle mit erheblichen Substanzverlusten verbunden. So ein Stallmisthaufen erwärmt sich während der Lagerung. Es finden Umsetzungs- und Verrottungsvorgänge statt. Der Stallmisthaufen dampft so leicht vor sich hin, was bei kalter Witterung während des Winters gut sichtbar ist. Es treten beachtliche gasförmige Stickstoffverluste auf, weshalb man durch Stallmist auch selten einen besonders gut sichtbaren Düngungseffekt erzielt. Ackerbaulich ist es besser, Verrottungsvorgänge des Strohes vom Stallmisthaufen auf den Acker zu verlegen, um so noch stärker das Bodenleben und die Bodengare zu fördern.

Wenn Stallmist produziert wird, dann fällt auch Jauche an. Jauche ist im Gegensatz zur Gülle ein ziemlich einseitig zusammenge-



Abb. 2
Mehrjähriger Gülleversuch zu Getreide mit breiten Randstreifen

setzter Nährstoffträger und enthält vorwiegend die gelösten Stoffe, die Tiere über die Nieren abscheiden. Jauche ist besonders ein Träger von leicht pflanzenaufnehmbaren Stickstoffverbindungen und gelösten Mineralsalzen, insbesondere von Kali. Da Tiere Stickstoff vorwiegend als Harnstoff absondern, der sich in wenigen Tagen durch das Enzym Urease in Ammonium (NH_4) umwandelt, so stellt Jauchedüngung aus der Sicht der Pflanzenernährung praktisch eine Ammoniumdüngung dar. In unverdünnter Jauche kann die Ammoniumkonzentration so hoch sein, daß es bei sonnigem Wetter nach einer vorgegangenen Regenperiode zu ertragsmindernden Blattveränderungen kommen kann. Bei gleich hohen Güllemengen ist die Gefahr geringer, weil durch Kot- und meistens höheren Wasseranteil die Ammoniumkonzentration gesenkt wird.

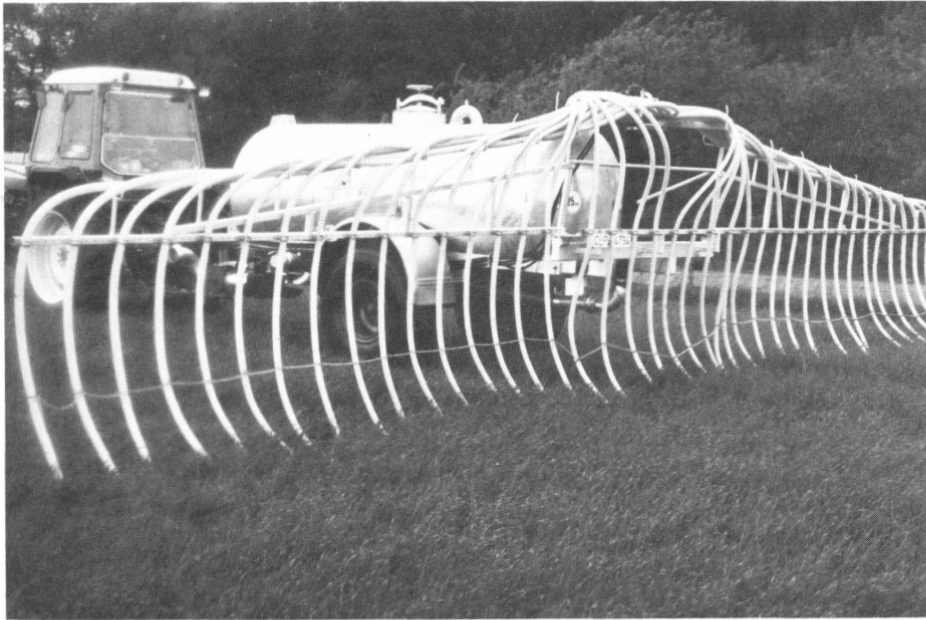


Abb. 3
Gülleausbringung mittels Schleppschläuchen, 12 m Arbeitsbreite

Nährstoffe in Gülle

Der wichtigste Pflanzennährstoff in Gülle ist der Stickstoff (N). Im Gegensatz zu mineralischen Stickstoffdüngern, in denen der Stickstoff in Form von Nitrat- (NO_3), Ammonium- (NH_4) oder als Amidstickstoff ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$) vorwiegend vorkommt, ist in Gülle der Stickstoff in weit mehr Verbindungsformen vertreten. Es sind Abbauprodukte aus der Verdauung von Eiweißstoffen durch die Tiere. In Hühnergülle sind z.B. 16 verschiedene Aminosäuren nachgewiesen worden. Ein Großteil des Stickstoffs, den die Tiere durch eiweißhaltige Futterstoffe aufnehmen, wird bilanzmäßig wieder über Kot und Harn ausgeschieden. Bei Milchkühen sind es rd. 80 % und bei Mastschweinen rd. 70 %. Für die Bemessung der gezielten Stickstoffdüngung über Gülle ist weniger der Ge-

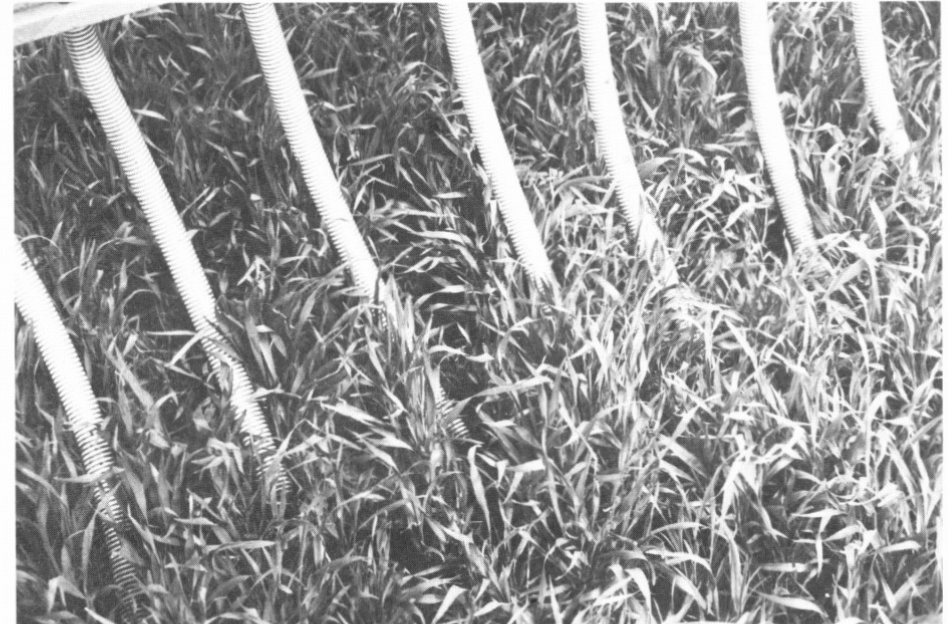


Abb. 4
Über die Schläuche läuft die Gülle unterhalb des Getreidebestandes unmittelbar auf den Boden aus

samtstickstoffgehalt von Gülle wichtig, als vielmehr der im Anwendungsjahr pflanzenverfügbare. Hierin bestehen zwischen Gülle verschiedener Tierarten Unterschiede. Ferner wird dies durch die Höhe des Wasseranteils und durch das Kot : Harnverhältnis beeinflusst. Der pflanzenverfügbare Stickstoff in Gülle ist gleichzusetzen mit der Höhe des Ammoniumgehaltes. Ammonium wird von den Tieren direkt nur in ganz geringen Mengen ausgeschieden. Der größte Teil bildet sich durch Umwandlung des ausgeschiedenen Harnstoffes mit katalytischer Wirkung des Enzyms Urease. Sie erfolgt bei der Güllelagerung in wenigen Tagen. Die wirksame Güllestickstoffdüngung ist darum eine Düngung mit Ammoniumstickstoff (NH_4), der im Boden durch Bakterientätigkeit zum größten Teil in Nitratstickstoff (NO_3) umgewandelt und



Abb. 5
Mais ist vorwiegend ein Flachwurzler

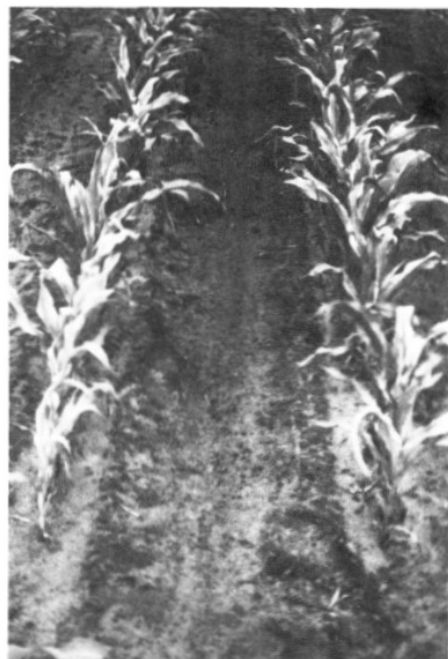


Abb. 6
Güllekopfdüngung kann Verätzungs-
schäden an den Maisblättern
verursachen

dann von den Pflanzenwurzeln aufgenommen wird. Ziel einer zukünftig optimalen Gülleanwendung muß es sein, gerade den Güllestickstoff für das Pflanzenwachstum besser zu nutzen. Dann ist Gülle auch besonders umweltfreundlich eingesetzt. Etwa zu je 50 % ist der Güllegesamtstickstoff auf die feste und flüssige Phase verteilt.

Bei mehrjähriger Anwendung vor allem von Hühner- und Schweinegülle, zeigt es sich immer wieder, daß allein über Gülledüngung die Phosphat-Versorgung der Böden gut gedeckt werden kann. Betriebe mit langjähriger reichlicher Gülledüngung verfügen über hohe pflanzenverfügbare P-Gehaltszahlen von 40 - 80 mg $P_2O_5/100$ g Boden und mehr. Der anorganisch gebundene P-

Anteil herrscht mit durchschnittlich 70 % in Güllen aller Tierarten vor. Sowohl exakte Versuche als auch Erfahrungen aus der Praxis weisen aus, daß das Güllephosphat in seiner pflanzenernährenden Wirkung guten vollaufgeschlossenen Mineraldüngerphosphaten gleichwertig ist und darum beim Aufstellen von Düngerbilanzrechnungen voll mit berücksichtigt werden muß. In diesem Zusammenhang erhebt sich die Frage, ob sich bei langjähriger reichlicher Gülledüngung eine ertragsmindernde und die Bodenfruchtbarkeit erniedrigende Überversorgung mit Phosphat unter Freilandstandsbedingungen ergeben kann. In einem 4-jährigen Belastungsversuch auf humosem Sandboden sind über Hühner- und Schweinegülle bis zu 9900 kg P_2O_5/ha ausgebracht worden und damit ist der pflanzenverfügbare P_2O_5 -Gehalt vorübergehend auf 160 mg $P_2O_5/100$ g Boden angehoben worden. Es zeigte sich aber, daß diese hohen Werte in den folgenden Jahren wieder erheblich abfielen. Von Düngerphosphaten ist bekannt, daß Sie aufgrund von Altersvorgängen stabil festgelegt werden und dann kaum mehr für die Pflanzenernährung zur Verfügung stehen. Ähnliches kann man auch aus den Profiluntersuchungen von Eschböden entnehmen, die ja im Verlaufe von Jahrhunderten durch die jährliche Zufuhr eines Kot-Harn-Plaggengemisch entstanden sind, und bis zu 50 cm Tiefe bis zu 13000 kg/ha Gesamtphosphat (P_2O_5) enthalten, aber häufig nur 20 - 30 mg pflanzenverfügbares Phosphat (P_2O_5). Es gibt ebenfalls humose Sandböden, auf denen seit etwa 1910 reichlich jährlich strohloser Schweinekot gedüngt wird und wo bislang keine nachhaltigen Phosphatanhäufungen im Boden beobachtet worden sind. Eine Überversorgung mit Phosphaten bei langjährigen Schweinegüllegaben durchschnittlicher Zusammensetzung in Höhe von bis zu 50 m^3/ha ist in den nächsten 50 Jahren nicht zu erwarten.

Im Verhältnis zu Stickstoff und Phosphat ist der Gehalt an Kali aufgrund der vorherrschenden Getreidefütterung bei Schweine- und Hühnergülle gering. Bei Rindergülle stellt Kali meistens den am stärksten vertretenen Nährstoff dar. Kali liegt zu nahezu 100% in löslicher Form vor, weil es über die Nieren ausgeschieden wird. In seiner Pflanzenverfügbarkeit ist es mineralischen Kalidüngern voll gleichzusetzen. Bei gleichen Kalimengen wird über chloritische Kalidünger mehr Chlor ausgebracht als bei Gülle.

NÄHRSTOFFWERT von GÜLLE in DM/m³

Nähr- stoffe	Preise DM/kg		Schweine		Hühner			Rinder			
	1982	1983	Gehalt kg/m ³	Wert DM 1982	Wert DM 1983	Gehalt kg/m ³	Wert DM 1982	Wert DM 1983	Gehalt kg/m ³	Wert DM 1982	Wert DM 1983
N	1,99	1,54	7	13,93	10,78	10	19,99	15,40	4	7,96	6,16
P ₂ O ₅	1,33	1,49	6	7,98	8,94	9	11,97	13,41	2	2,66	2,98
K ₂ O	0,66	0,70	3	1,98	2,10	5	3,30	3,50	6	3,96	4,20
CaO	0,14	0,14	5	0,70	0,70	16	2,24	2,24	2	0,28	0,28
MgO	0,55	0,63	2	1,10	1,26	2	1,10	1,26	1	0,55	0,63

N-Ausnutzung 100 %			25,69	23,78		38,60	35,81		15,41	14,25	
Ziel → 60 %			20,12	19,47		30,60	29,65		12,23	11,79	
			20 %	14,55	15,16		22,61	23,49		9,04	8,12

LK-WE-IV/3-83

Tabelle 1

In Hühnergüllen ist der Kalkgehalt besonders hoch und liegt durchwegs höher als der Gesamtstickstoffgehalt, bei Rinder- und Schweinegülle ist es umgekehrt. Stetige Hühnergülledüngung wirkt darum leicht pH-Wert anhebend, doch nicht in einem Umfang, daß eine Überversorgung mit Kalk zu befürchten ist, wie sich in einem 10-jährigen Versuch auf Sandboden zeigte. Dagegen kann bei stetiger Rinder- und Schweinegülledüngung nur durch zusätzliche mineralische Kalkung die Höhe des pH-Wertes gehalten werden.

Düngerwert der Gülle

Beim Zugrundelegen von durchschnittlichen Nährstoffgehalten in Güllen und den aktuellen Mineraldüngerpreisen ist der Düngerwert von Güllen berechenbar (Tab. 1). Die Bewertung ist entscheidend abhängig von dem Ausnutzungsgrad des Güllestickstoffs durch

die Kulturen. Eine 100 %ige Ausnutzung des Güllestickstoffs im Vergleich zu mineralischen Stickstoffdüngern gibt es nicht im Anwendungsjahr. Unter praktischen Gegebenheiten schwankt die Ausnutzung zwischen 20 und 60 % und dementsprechend verändert sich auch der geldliche Düngerwert von Güllen. Ob eine gute oder schlechte Ausnutzung des Güllestickstoffs erreicht wird, ist im wesentlichen abhängig vom Ausbringungstermin. Ein Ausnutzungsgrad von 60 % wird erreicht, wenn Gülle in wachsende Ackerkulturen gedüngt wird und nur von 20 % beim Ausbringen im Herbst und Winter. Zukünftiges Ziel einer überlegten wirkungsvollen Gülledüngung muß also sein, den pflanzenverfügbaren Güllestickstoff durch die richtige Wahl des Ausbringungstermins optimal zu nutzen. Der Düngerwert von Güllen wird durch Lagerungs- und Ausbringungskosten wesentlich stärker geschmälert als bei Einsatz von Mineraldüngern. Es muß im Vergleich hierzu eine etwa 10- bis 20fach höhere Transportmenge bewältigt werden. Entsprechend der Futterzusammensetzung und des Wasseranteils schwankt die Güllezusammensetzung, sowohl von Stall zu Stall bei einer Tierart und noch wesentlich stärker zwischen den Tierarten. Je teurer und nährstoffreicher ein Tier gefüttert wird, desto höher ist auch der düngende Wert der anfallenden Gülle. Auch die Geruchsbelästigungen beim Ausfahren sind ein merkbarer Hinweis: Je stärker die Gülle stinkt, desto besser ist ihr Dünger-Wert. Denn am stärksten stinkt die Hühnergülle, gefolgt von Schweine- und Rindergülle.

Gülle als Meliorationsdünger

Gülle ist ein ausgezeichneter Dünger zur allgemeinen Anhebung des Nährstoffniveaus. Vor allem auf den stark humosen, podsolierten Sandböden Nordwestdeutschlands kann Gülle vorteilhaft zu nachhaltigen Standortsverbesserung eingesetzt werden. Nach mehrjährigen Untersuchungen haben wir festgestellt, daß durch eine Vertiefung der Krume auf rd. 40 cm eine Ertragssteigerung von 7 - 10 % im Durchschnitt der Jahre zu erreichen ist. Bei der nachhaltigen Verbesserung von Sandböden müssen wir eschähnliche Standortsverhältnisse anstreben. Ein Eschboden zeichnet sich ja dadurch aus, daß er einen mächtigen humosen Oberboden und auch eine reichliche Nährstoffversorgung unterhalb der Kru-

me aufweist. Ein einfaches tieferes Pflügen ohne zusätzliche reichliche Düngung bringt keinen Erfolg, weil die Krume durch die Maßnahme gemagert worden ist. Krumenvertiefung allein mit mineralischer Düngung ist gegenwärtig ein ziemlich teures Unternehmen, Krumenvertiefung mit Gülle in vielen Fällen recht preiswert. Zur Abdüngung von Meliorationsflächen ist Gülle der reinen mineralischen Düngung gleichwertig, teilweise sogar überlegen.

Gülle verbessert die Bodenfruchtbarkeit

Durch stetige Gülledüngung wird das Bodenleben gefördert. Ein sichtbarer Ausdruck dafür ist die Anzahl der Regenwürmer. Sie ist auf Ackerböden südlich von Oldenburg bei dauernder Stallmistdüngung am höchsten, liegt bei stetiger Gülledüngung aber nicht wesentlich niedriger, während bei ständiger Mineraldüngung der Besatz am niedrigsten liegt. Wegen des stärkeren Regenwurmbesatzes auf gegüllten Flächen ist auch auf dem Acker häufig eine rege Maulwurftätigkeit zu beobachten.

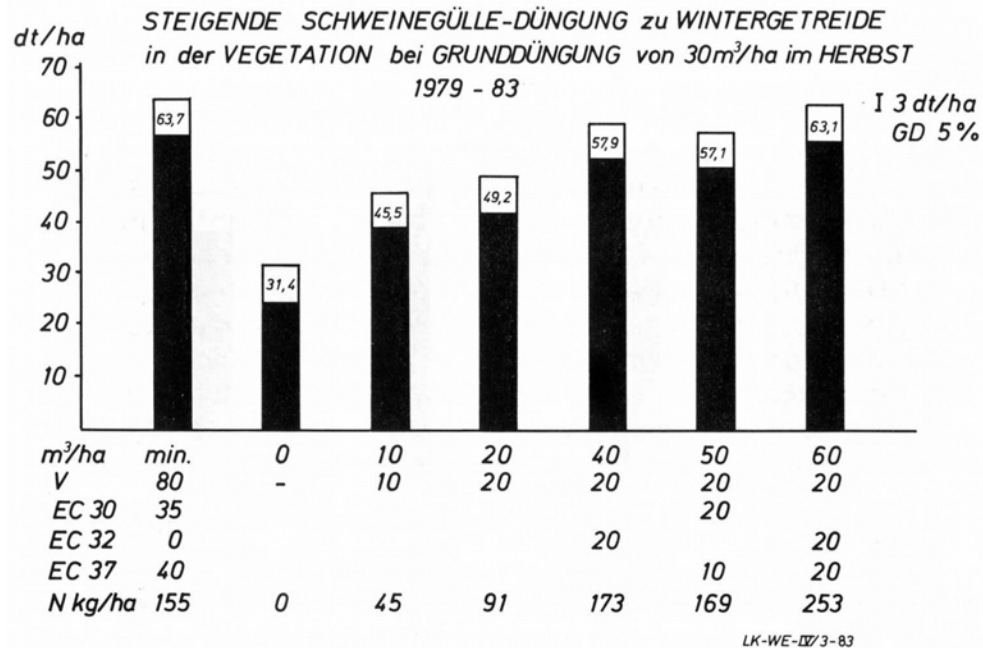
Zahlreiche Versuche zeigen, daß eine Kombination Stroh- mit Gülledüngung ertragssteigernd auf die Nachfrucht wirkt als eine vergleichbare Stallmistgabe. Ebenso kann man über alleinige Gülledüngung den Nährstoffbedarf von Zwischenfrüchten vollwertig abdecken. Hierbei sind aber vor allem dann keine überhöhten Güllemengen zu geben, wenn diese Zwischenfrucht frisch vom Felde weg verfüttert und als Alleinfutter eingesetzt werden soll. Überhöhte NO_3 -Konzentrationen in der Futterpflanzenmasse, bedingt durch zu hohe Düngung, starke Mineralisationsvorgänge im Boden, besonders durch Regen nach längeren Trockenperioden, und durch bedeckten Himmel, können vor allem bei Wiederkäuern krankhafte Zustände verursachen. Allgemein ist eine Konzentration von 0,93 % NO_3 in der gesamten aufgenommenen Futtermenge tödlich.

Gülledüngung zu Getreide

Wie bereits wiederholt herausgestellt, muß die N-Ausnutzung aus Gülle verbessert werden. Wenn auch manchmal rein betriebswirtschaftliche Berechnungen zu einem anderen Ergebnis kommen, so bleibt dennoch diese Forderung aus Gründen des Umweltschutzes und einer möglichst niedrigen Belastung des Sicker-

wassers des Bodens mit NO_3 bestehen. Die gezielte Gülledüngung sollte darum möglichst zu allen Ackerkulturen durchgeführt werden.

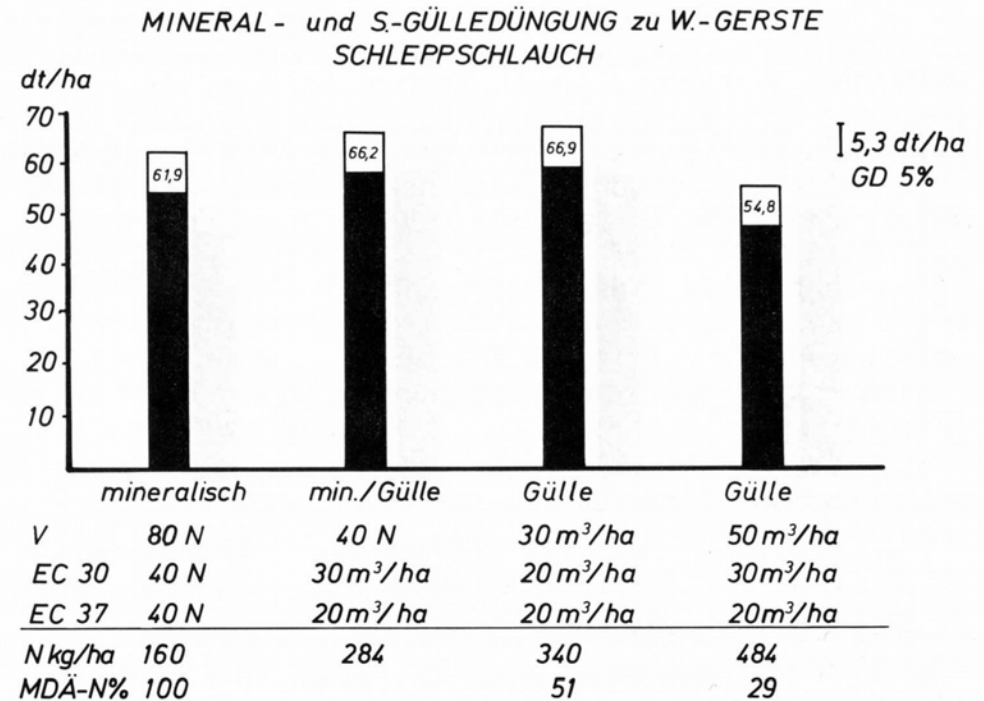
Am stärksten verbreitet ist in der Bundesrepublik und auch in viehstarken Gebieten der Getreideanbau. Gülledüngung zu Getreide stößt häufig auf Ablehnung, ohne daß dies durch aussagekräftige Untersuchungen und Versuche belegt werden kann. In 5-jährigen exakten Dauerversuchen mit 4-facher Wiederholung zu Winterroggen, Wintergerste und Winterweizen untersuchten wir auf Sand- und lehmigem Sandboden die Stickstoffwirkung von unbehandelten Schweinegülle. Die Versuchsglieder umfaßten reine mineralische Düngung nach Bodenuntersuchung und eine Ausrichtung der mineralischen N-Düngung mit Kalkammonsalpeter nach N_{min} im Frühjahr mit zusätzlichen Gaben zu den Stadien EC 30 und 37. Ferner wurde untersucht die Kombination Gülledüngung im Herbst vor der Bestellung mit mineralischer N-Düngung nach N_{min} im Frühjahr und weiteren N-Gaben in den bereits genannten Stadien EC 30 und 37. Die weiteren Versuchsglieder bestanden aus steigenden Güllemengen zu verschiedenen Entwicklungsstadien. In diesen Versuchsgliedern wurde überhaupt keine mineralische Düngung mit irgendeinem Nährstoff durchgeführt. Ganz besonders wichtig bei einem Vergleich der Stickstoffausnutzung aus Gülle zur reinen optimalen mineralischen Stickstoffdüngung ist, daß dieses Versuchsglied als Standardmaß die richtig bemessene N-Menge für die Erzielung des Höchstertrages erhält. Es wurden mit steigenden Güllemengen während der Vegetationszeit stetig steigende Mehrerträge erzielt. Auch mit der höchsten Gabe wurde kein Minderertrag verursacht, sondern gerade das Ertragsniveau bei optimaler reiner mineralischer N-Düngung erzielt (Darstellung 1). Hieraus ergibt sich im Durchschnitt der Jahre, daß von dem Schweinegüllegesamtstickstoff 60 % ertragswirksam geworden sind, wenn die Ausnutzung des mineralischen Stickstoffs gleich 100 % festgelegt wird (= Mineraldüngeräquivalente, MDÄ). Die Wirksamkeit bezieht sich nur auf die Güllemenge, die während der Vegetationszeit in mehreren Teilgaben ausgebracht worden sind. Eine nur 20 %ige Wirksamkeit des Güllegesamtstickstoffs wurde durch die Gülledüngung im Herbst erreicht (Darstellung 2). Mit den Teilgaben bis zu



Darstellung 1

20 m³/ha wurden keine sichtbaren Verätzungsschäden an den Getreidepflanzen verursacht. Ein Teil der festen Bestandteile in der Gülle haftete vorübergehend an den Blättern.

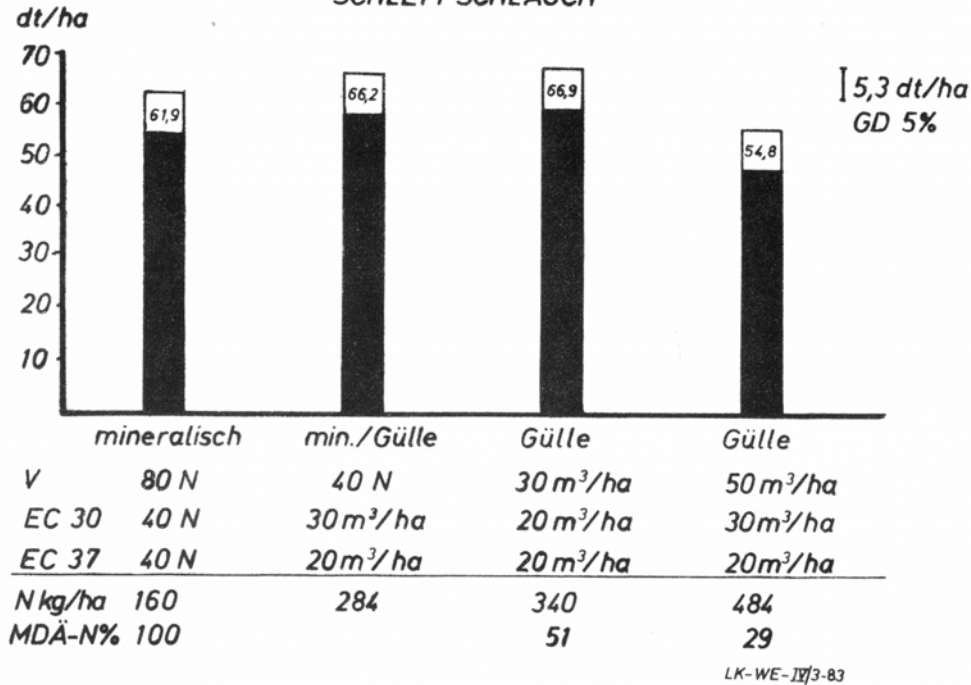
Weitere Großflächenversuche sind durchgeführt worden, wobei die Gülle mittels Schleppschlachtechnik ausgebracht worden ist. Sie ermöglicht ein unmittelbares Ausbringen der Gülle auf den Boden, wodurch Güllendüngung auch möglich ist in Kulturen, wo sonst Blattverätzungen zu befürchten sind, wie z.B. in Mais. Gleichzeitig kann der Aufwuchs als Geruchshemmer genutzt werden. Ferner ist eine genaue Arbeitsbreite einhaltbar, die Windempfindlichkeit fehlt und die Fahrspuren kann man durch die richtige Anordnung der Schläuche frei von Gülle halten. Einiges spricht auch dafür, daß so die Ausbreitung von Viruserkrankungen (z.B. Aujeszky'sche Krankheit) gehemmt werden kann. Diese Versuche zeigten, daß durch richtige Güllendüngung in mehreren Teilgaben



Darstellung 2

praktisch gleichhohe Erträge erzielt worden sind, wie mit optimaler mineralischer Düngung (Darstellung 3 und 4). Es stellte sich hierbei aber auch heraus, daß die Güllefahrzeuge für die Düngung in wachsende Ackerkulturen noch verbesserungsfähig sind. Folgende Kennwerte, die anlässlich einer Zusammenkunft mit Herstellern und Beratern diskutiert wurden, sind zu berücksichtigen: 6 m³ Faßgröße, um Bodenverdichtungen gering zu halten; 1,6 m Spur, um auch in Reihenkulturen, besonders Mais, fahren zu können; Pendeltandemachse, relativ schmale Bereifung, 12 m Arbeitsbreite, wobei der Variationskoeffizient für die Ausbringung kleiner als 15 % sein sollte, bei 5 km/h Ausbringungsmenge von rd. 20 m³/ha, Pumptankwagen, um auch während der Fahrt rühren zu können.

**MINERAL - und S.-GÜLLEDÜNGUNG zu W.-GERSTE
SCHLEPPSCHLAUCH**



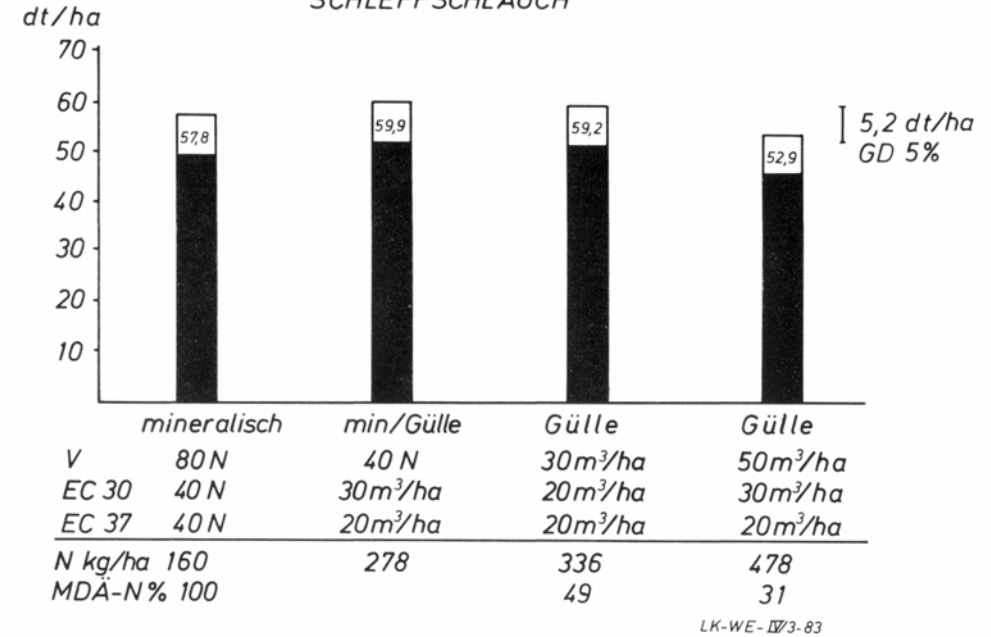
Darstellung 3

Auf Marschboden konnte wegen der außergewöhnlichen Nässe im Frühjahr 1983 die Gülle nicht zu den vorgesehenen Entwicklungsstadien des Weizens ausgefahren werden (Darstellung 5). Dadurch traten Mindererträge auf. Bei Gülledüngung zu Sommergerste in Verbindung mit Bodenbearbeitung erwies sich das flache Einarbeiten ertragswirksamer als das Einpflügen der Gülle (Tabelle 2).

Gülle zu Kartoffeln und Zuckerrüben

Auch zu Kartoffeln und Zuckerrüben ist eine wohlüberlegte Schweinegülledüngung möglich ohne Qualitätseinbußen, wie mehrjährige Versuche der Landwirtschaftskammer Rheinland eigener und anderer Versuchsansteller zeigen (Tabelle 3 und 4).

**MINERAL - und S.-GÜLLEDÜNGUNG zu W.-ROGGEN
SCHLEPPSCHLAUCH**

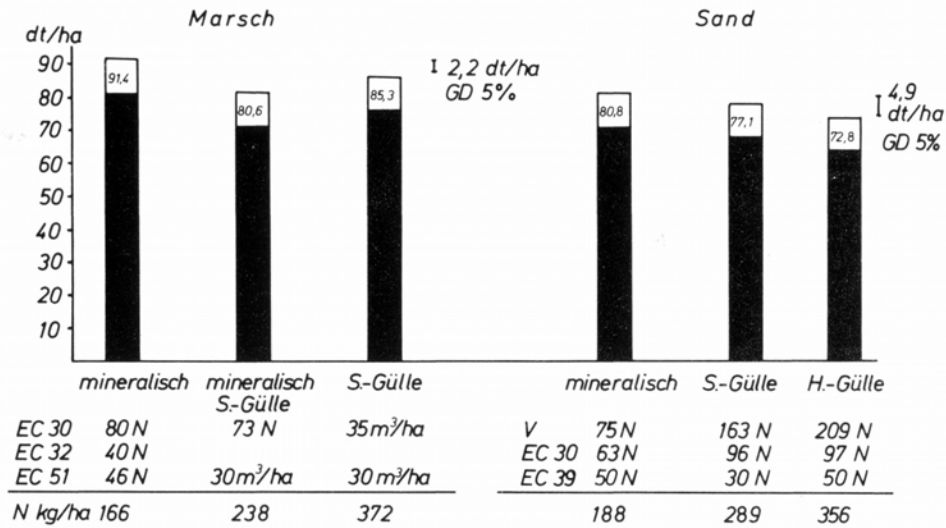


Darstellung 4

Gülle zu Mais

Eine besonders enge Verzahnung besteht zwischen Maisanbau und Gülledüngung, weil Mais wohl die vielseitigste verwertbare Futterpflanze ist. In 3-jährigen Exaktversuchen stellten wir fest, daß Gülle zu Mais weniger düngerwirksam ist, wenn sie 25 - 30 cm tief in den Boden eingepflügt wird im Vergleich zu einer Ausbringung nach der Saat in Form einer Reihendüngung. Durch Teilgaben besteht natürlich die Möglichkeit, sowohl vor dem Pflügen als auch nach der Saat bis zum Spitzen des Maises Gülle auszubringen. Auch eine Reihendüngung bringt gute Erfolge (Darstellung 6). Doch von einer breitwürfigen Gülleblattdüngung ist abzuraten, weil auch bei Gaben von 15 - 20 m³/ha Schweinegülle Blattverätzungen auftreten können. Die Maispflanze wird dadurch wohl nicht zum Absterben gebracht, erleidet aber vorübergehend

MINERAL- und GÜLLEDÜNGUNG zu W-Weizen



Marsch			Sand		
EC	N	Gülle	EC	N	Gülle
EC 30	80 N	35 m ³ /ha	V	75 N	163 N
EC 32	40 N		EC 30	63 N	96 N
EC 51	46 N	30 m ³ /ha	EC 39	50 N	30 N
N kg/ha 166		238	372	188	
			289	356	

LK-WE-IV/3-83

Darstellung 5

einen Wachstumsstop, der sich in einer Verzögerung des Fahnen-schiebens bis zu einer Woche auswirken kann und auch eine unerwünschte Reifeverzögerung mit sich bringt. In den jungen Maisbestand kann man Gülle nur in Form der Reihendüngung ausbringen. Eine anschließende oberflächennahe Einmulchung der Gülle mit Rollkuli oder Reihenhackgeräten ist begrüßenswert, um Geruchsbelästigungen zu verringern und in manchen Fällen, besonders auf Lehmböden, ist anschließend auch ein rasches Wachsen des Maises zu beobachten. Die besser düngende Wirkung einer oberflächennah ausgebrachten Gülle ist wohl darauf zurückzuführen, daß Mais vorwiegend ein Flachwurzler ist, bei der über 60 % der Wurzeln sich im oberen Krumbereich befinden (Darstellung 7).

Sommergerste 1982

	m ³ /ha	Zeitpunkt	Nährstoffe			Ertrag	N-Nutzung
			kg/ha	kg/ha	kg/ha		
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	dt/ha	%
mineral. Harnstoff	n.d.	Saat	80	100	100		
			40				
			120	100	100		
Justus - Bodenbearbeitung						52,2	97
Pflug						53,7	100
Ø						53,0	
Hühner-gülle	30	v.d. Saat	201	153	147		
	13	EC 30	70	48	53		
			271	201	200		
Justus - Bodenbearbeitung*						49,7	41
Pflug						46,6	38
Ø						48,2	
Schweine-gülle	50	v.d. Saat	195	70	100		
	18	EC 30	72	32	41		
			267	102	141		
Justus - Bodenbearbeitung						55,1	46
Pflug						50,4	42
Ø						52,8	

* starkes Lager

LK-IV/3-82

Tabelle 2

Schweinegülle zu Kartoffeln

LK Rheinland 1977 - 81

m ³	Düngung/ha			Knollen rel.	Erträge		Geld rel.
	N	mineralisch P ₂ O ₅	K ₂ O		Stärke %	rel.	
0	123	120	300	100	12,7	100	100
30	0	0	0	96	13,5	102	105
60	0	0	0	101	12,7	101	110
90	0	0	0	98	12,7	98	108
ohne Gülle dt/ha				426		54,1	
DM/ha							5.998

Tabelle 3

Schweinegülle zu Zuckerrüben

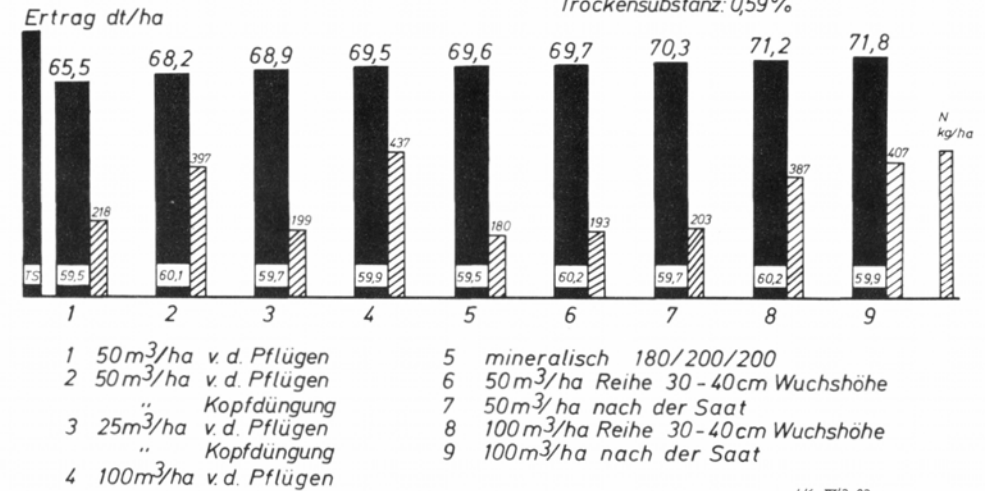
LK Rheinland 1977 - 82

m ³	Düngung/ha			Rüben rel.	Zucker %	Zucker rel.	Erträge		Ausbeute %	Geld rel.
	mineralisch N	P ₂ O ₅	K ₂ O				ber. Zucker %	rel.		
0	183	126	273	100	16,26	100	13,40	100	82,8	100
38	0	0	0	102	16,33	103	13,56	103	83,8	114
74	0	0	0	104	16,18	104	13,35	104	83,4	115
107	0	0	0	104	15,93	102	12,95	101	82,0	113
Ohne Gülle dt/ha				665,8		108,3		89,2		
DM/ha										6.060

Tabelle 4

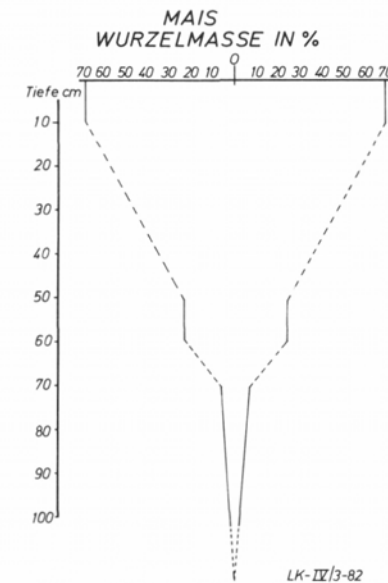
SCHWEINEGÜLLE ZU KÖRNERMAIS

humose Sandböden, 20-35 Punkte, Durchschnitt Jahre 1979/80/81
 Unterfußdüngung 2 dt/ha DAP - GD 5% : Ertrag : 3,9 dt/ha
 Trockensubstanz: 0,59%

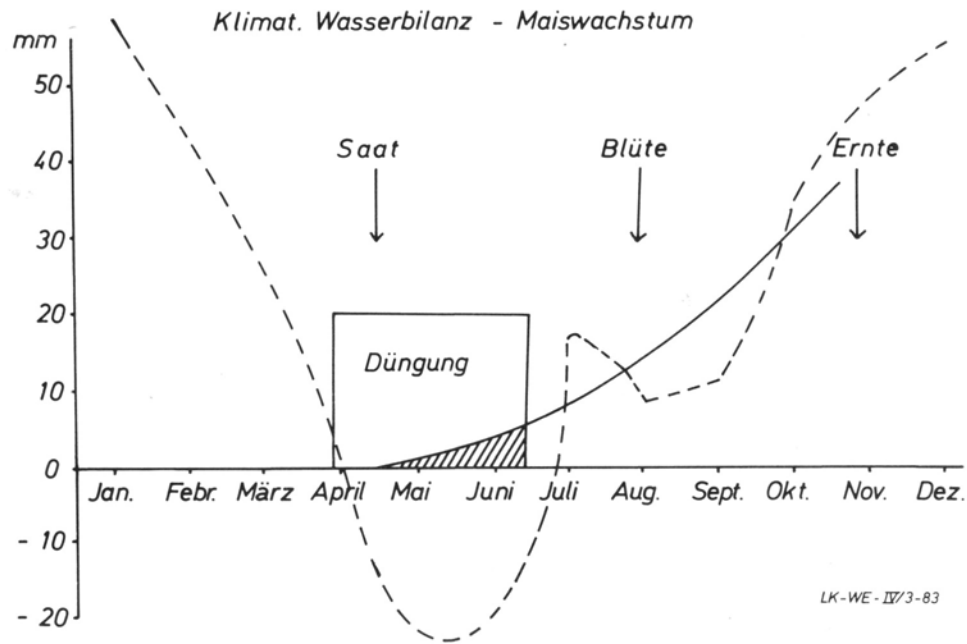


LK-IV/3-82

Darstellung 6

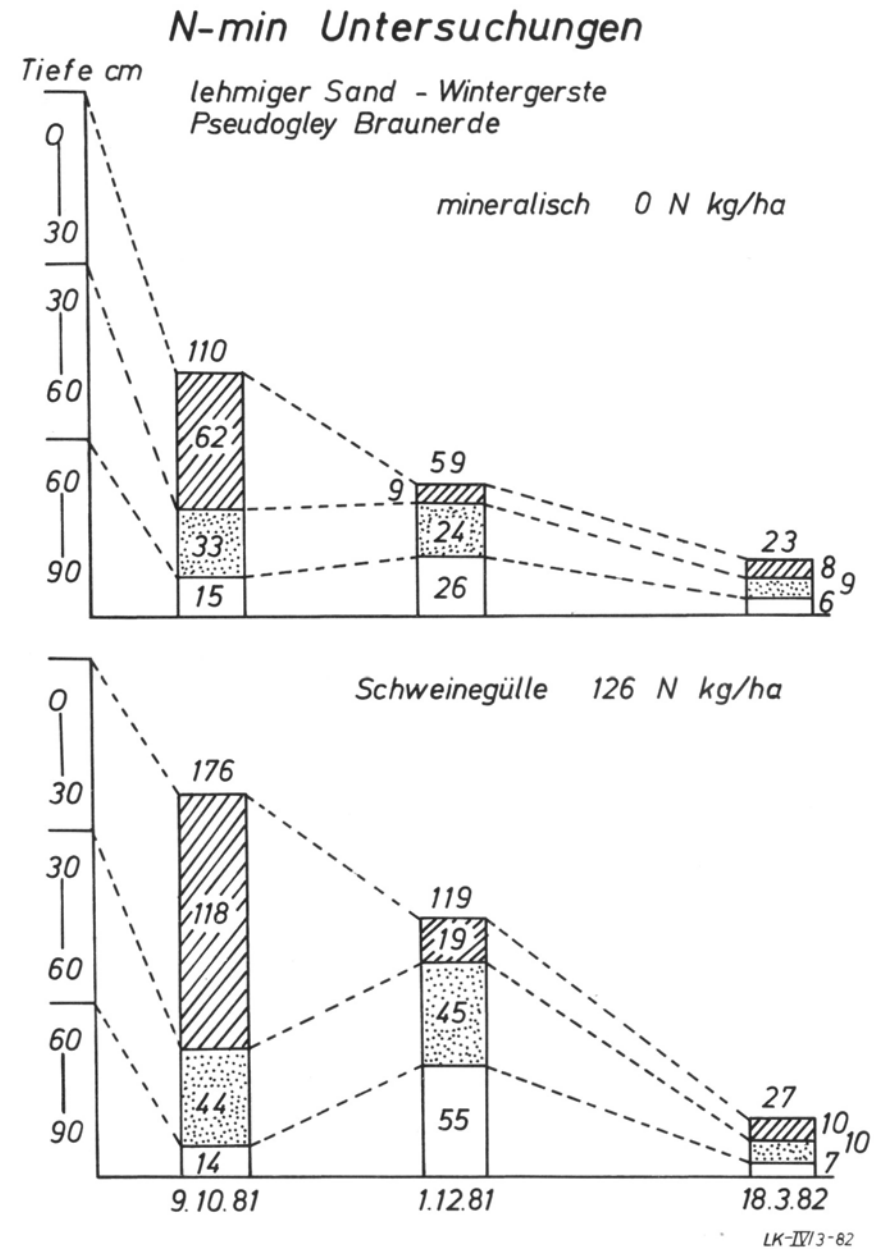


Darstellung 7



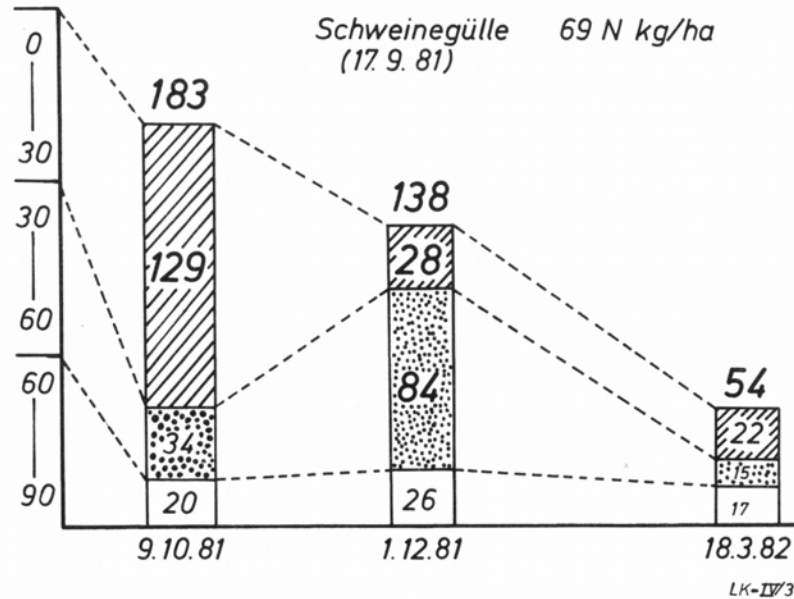
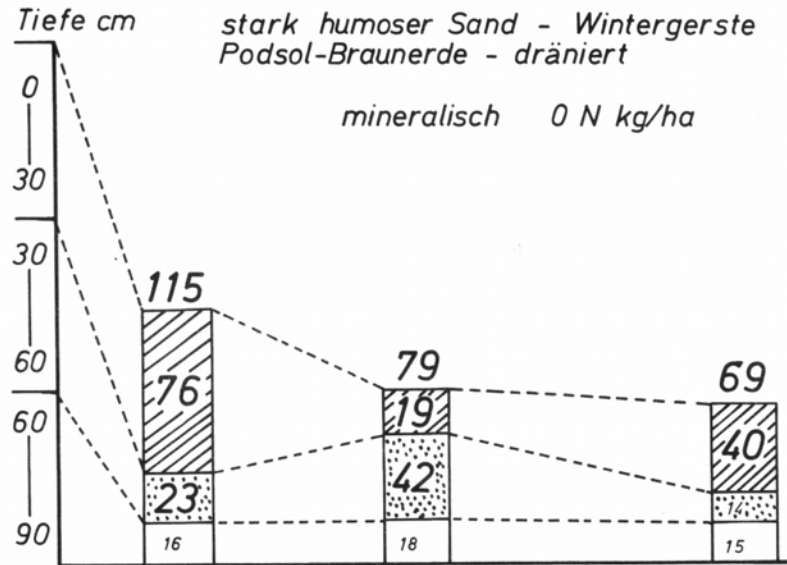
Darstellung 8

Ein tieferes Einpflügen der Gülle bringt einen Teil der Güllennährstoffe unterhalb der Hauptdurchwurzelungszone, und damit bereits in einen weniger durchwurzelten Bereich. Eine übermäßig hohe Gülledüngung, mehr als 100 m³/ha, die nur oberflächennah im Bereich der Maissaatkornablage in den Boden eingearbeitet wird, ist zu vermeiden, weil so durch übermäßige Salzkonzentrationen Verätzungsschäden verursacht werden können bei außergewöhnlichen Trockenperioden im Vorsommer. Die Maiswurzeln sind besonders gülleverträglich, was auf eine starke Schleimentwicklung der Wurzelhaut zurückgeführt wird. Danach kann ein Maisbestand auf 1 ha jährlich bis zu 1000 m³ Wurzelschleim entwickeln. Es ist darum für Mais nicht nötig, der Gülle Hilfsstoffe zuzusetzen, um deren Giftzahn zu ziehen. Gülledüngung zu Mais kann besonders umweltfreundlich durchgeführt werden, wenn sie in dem Zeit-

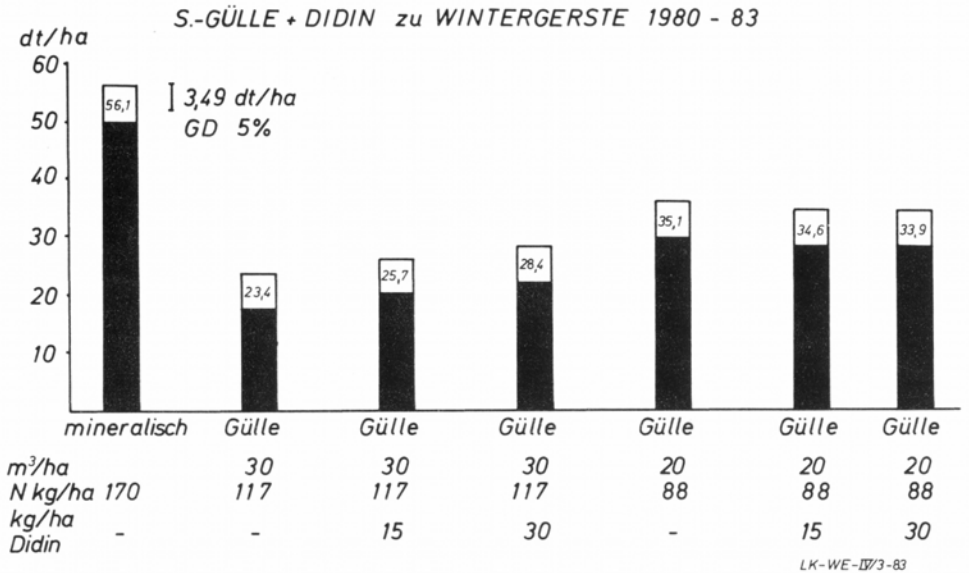


Darstellung 9

N-min Untersuchungen



Darstellung 10



Darstellung 11

raum April bis Mitte Juni erfolgt, weil während dieser Zeit die klimatische Wasserbilanz negativ ist, und damit kein Sickerwasser auftreten und kein NO₃ in tiefere Bodenschichten verlagert werden kann (Darstellung 8).

Gülle nicht in den Schnee fahren

Gülle in den Schnee fahren ist keine umweltfreundliche Düngungsmaßnahme. Kein Landwirt pflegt dies mit teuer erkauftem Mineraldüngerstickstoff zu tun. In diesen Monaten können durch die hohen Sickerwassermengen erhebliche NO₃-Mengen in tiefere Bodenschichten verlagert werden. Durch wiederholte N_{min}-Messungen sind die N-Verlagerungen und -verluste deutlich zu verfolgen (Darstellung 9 und 10). Auch der Zusatz von Didin zur Gülle bei Herbstausbringung vermag nicht auf leichten Sandböden bei den milden klimatischen Gegebenheiten in Nordwestdeutschland wesentliche Mengen an ertragswirksamen Stickstoff über den Winter im Boden zu binden. Geringere Güllegaben erst im

Frühjahr ausgebracht, sind ohne Didinzusatz wesentlich ertragssteigernder (Darstellung 11).

Zusammenfassend ist festzustellen: Gülledüngung ist besonders umweltfreundlich und düngewirksam, wenn sie erst kurz vor oder sogar während der Vegetation der Kulturpflanzen ausgebracht wird. Wir müssen mit Gülle, in Anlehnung eines Werbesatzes der BASF, ins Maul der Pflanzen düngen.

Literaturhinweise:

- Aldrich, R., u.a.
Amberger, A. Modern cornproduction Champaign (USA) 1976
Gülle - ein schlecht genutzter Dünger
DLG-Mitt.2 1982
- Asmus F. u. a. Wirkung langjähriger hoher Güllegaben auf Pflanzen und Boden in Futterbaufruchtfolgen Archiv Acker- u. Pflanzenbau 26 (1982) S. 725 - 732
- Fischer v. D. Gülle - ein hervorragender wirtschaftseigener Voll-
dünger
Landw. Zeitschrift 33, 1982
- Hege U. Gülle - wertvoll aber nicht unproblematisch
DLG-Mitt. 18, 1983
- Koriath u. a. Güllewirtschaft - Gülleedüngung
VEB Landwirtschaftsverlag Berlin 1975
- Kühn G. u. a. Der Einfluß einer Gülleedüngung im Vergleich zu ande-
ren organ. Düngemitteln
Archiv Ackerbau- u. Pflanzenbau 13 (1969)
S. 1109 - 1116
- Kuratorium für Flüssigmist in der Landwirtschaft
Technik u. Bauwesen KTBL Arbeitspapier 80 1983
Kutschera-Milta Fragen der Güllerei
Gumpenstein Österr. 1979
- Landwirtschaftskammer Berichte über Ergebnisse von Düngungs-, Grün-
Rheinland Landbau land- und Feldfutterbauversuchen 1980 - 1982
- Landwirtschaftskammer Berichte über Versuchsergebnisse Acker-, Pflanzen-
Weser-Ems, Landbau bau und Düngung 1969 - 1982
- Rehbein G. u. a. Wirkung von Gülle und Gülle/Stroh auf Ertrag und Hu-
musproduktion im Boden auf Lö- und D-Standorten
Archiv Acker- und Pflanzenbau 16 (1972) S. 31 - 37
- Schechtner Fragen der Güllerei
Gumpenstein, Österr. 1968
- Werf v. d. H. Drijfmestaanwending in ket maisgewas
Onderzoek 1982 Assen NL
- Zameck v. Ch. Ergebnisse eines Gülleedüngungsversuches auf leich-
tem Boden
Archiv Acker- und Pflanzenbau 14 (1970)
S. 1003 - 1012

Leistungsfähige Transporttechnik

von Prof. Dr. Edmund Isensee

Institut für landwirtschaftliche Verfahrenstechnik der Christian-Albrechts-Universität, Kiel

Die Leistungssteigerung im Transport wird für zwei Bereiche behandelt:

- für den Verkehr über die Straße, also den außerbetrieblichen Transport zu den Handelspartnern
- für den Transport innerhalb des Arbeitsablaufs von Verfahren, also das Zusammenwirken mit Maschinen zur Ernte oder auch Bestellung

Das Bestreben, die Leistung zu steigern, erfolgt aus dem steigenden Massenanstieg, den Großmaschinen im einzel- oder überbetrieblichen Einsatz bieten.

Ansatzpunkte zum rationelleren Transport liegen

- in der Fahrgeschwindigkeit
- in der Nutzmasse
- im schnelleren Be- und Entladevorgang
- im reduzierten Transportvolumen

Gehen wir auf die technischen, arbeitswirtschaftlichen und ökonomischen Auswirkungen näher ein.

Fahrgeschwindigkeit

Die Fahrgeschwindigkeit ist ein altes und immer wieder neues Thema. Die Grenze 25 km/h wird für die lof-Fahrzeuge - gemäß fachkundiger Erwartung - bleiben. Der Schlepper - solo - ist schneller geworden. Er darf 32 km/h fahren; für die Anhänger bleibt die seitherige Regelung: zwei auflaufgebremste Fahrzeuge dürfen nur mit der geringen Geschwindigkeit laufen.

Dazu kommt vermehrt das Angebot von 40km/h-Schleppern, die dann für die hohe Geschwindigkeit zugelassene Anhänger ziehen. Was bringt die Steigerung der Geschwindigkeit? Zunächst für die angestrebte Leistungssteigerung: hier ist weniger die zulässige als die tatsächlich erreichbare Geschwindigkeit wichtig. Grundsätzlich gilt: Eine Verdoppelung der Nutzmasse bedeutet doppelte Leistung; die Verdoppelung der zulässigen Geschwindigkeit aber er-

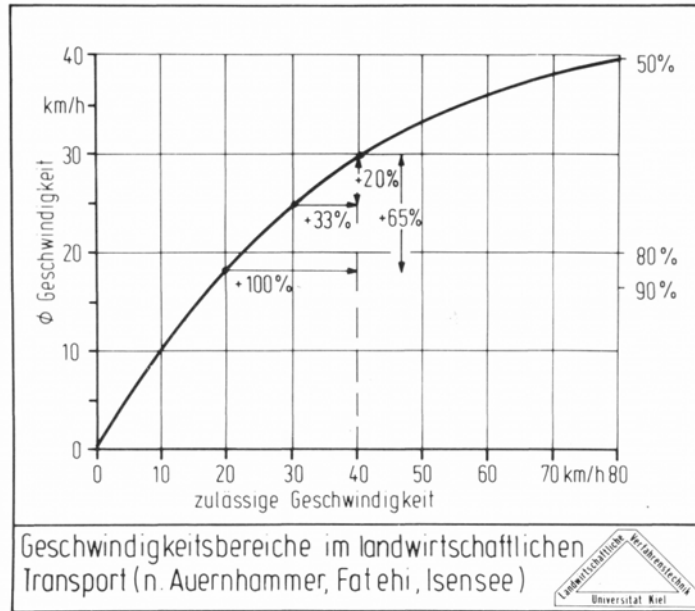


Abb. 1: Die Verdoppelung der zulässigen Geschwindigkeit erhöht die tatsächliche nur um etwa 60 %

höht die tatsächliche nur um 60 %. Das mag Abb.1 veranschaulichen. Primär werden die Stufen 25, 30/32, 40km/h behandelt; dabei sei eine geeignete Fahrzeugausstattung unterstellt. Der arbeitswirtschaftliche Vorteil setzt geeignete Fahrbahnverhältnisse und geeignete Motorleistung voraus: Das wären zunächst gute Straßen und Wege sowie lange Strecken. Aus Sicht des einzelnen Betriebes muß man also beurteilen, welchen Anteil die Fahrten auf dem Acker und Feldweg oder mit zulassungsbedingt langsameren Anhängern einnehmen. Und man bedenke die Standzeiten beim Be- und Entladen. Sonst mag die Investition der schnelleren Maschine enttäuschend wirken. Die 2. Voraussetzung betrifft die richtige Abstimmung von Schlepper und Fahrzeug. Um die Geschwindigkeit voll auszuschöpfen, braucht der eine hohe Motorleistung, bezogen auf das Gesamtgewicht von Schlepper und Anhänger (kW/t). Nur dann befriedigt das Beschleunigungsvermögen. Das mag die Darstel-

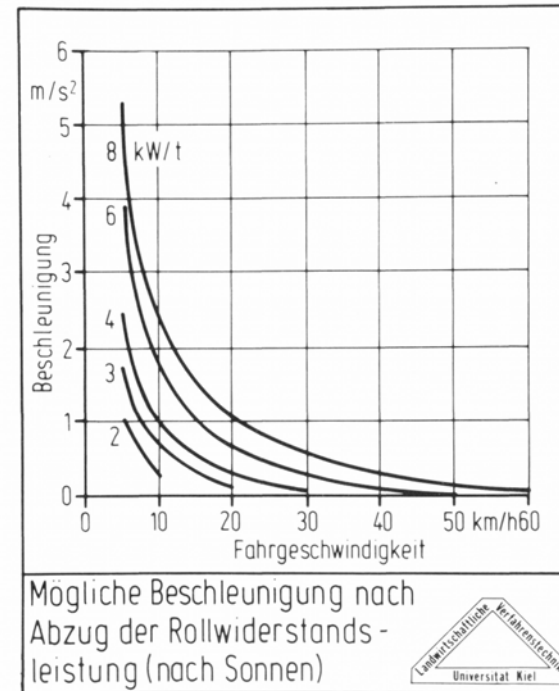


Abb. 2: Mit der Geschwindigkeit steigt der Anspruch an die Motorleistung

lung von Sonnen (Abb.2) verdeutlichen: um die 30 oder 40 km/h zu erreichen, braucht man 3 bzw. 5 kW/t. Zum Vergleich mag der Wert von 6 kW/t für Lkw oder 11 kW/t für 100 km/h-Omnibusse dienen. Bei hohen Geschwindigkeiten über 30 km/h liegt allerdings der Grund im zunehmenden Einfluß des Windwiderstandes. In Abb.3 sind die niedrigen Soll-Werte für praktische Beispiele zusammengestellt. Sie erreichen Schleppergrößen, die eigentlich nicht für den Transport sondern die schwere Bodenbearbeitung konzipiert und gekauft sind. Die Bedeutung ausreichenden Beschleunigungsvermögens liegt darin, daß der Schlepper auf den häufig nur kurzen Strecken schnell seine volle Geschwindigkeit erreicht. Der Schlepper braucht in den genannten Beispielen allein 80 % seiner Leistung, um den Rollwiderstand zu überwinden. Und das wäre bei Steigungen noch mehr. Wegen der hohen Beschleunigung kommt der Getriebeabstufung (1 : 1,3) und der Elastizität des Motors eine

besondere Bedeutung zu. Bisher lag die volle Ausschöpfung von Geschwindigkeit und Masse zugrunde.

Gewiß fallen im Betriebsablauf viele Fahrten an, bei denen die Nutzmasse nur zum Teil genutzt wird oder die Anhänger leer sind. Dann steigt die spezifische Leistung auf 10 kW/t, so daß der Schlepper schnell fahren kann.

Kritischer allerdings wird es, wenn der Schlepper schwere Anbaugeräte trägt. Dann regeln das Empfinden des Fahrers und die auftretenden Schwingungen die tatsächliche Fahrgeschwindigkeit. Als weiterer Anwendungsfall sei hier die ganz andere Zielvorstellung erwähnt: der 40 km/h-Gang dient dazu, mit verringerter Drehzahl langsam zu fahren und damit Diesel zu sparen.

Bremsen

Mit der Geschwindigkeit kommt dem Bremssystem und seiner Wirkung besondere Bedeutung zu. Die mittlere Bremsverzögerung muß höher sein, wie die Länge des Bremsweges in Abb.4 veranschaulicht. Das gelingt am ehesten, wenn alle vier Räder bremsen. In Verbindung mit dem Allradantrieb blockiert ein einzelnes Rad weniger schnell. Dies scheint vor allem auf wenig griffiger Fahrbahn wichtig. Denn die Abbremsung hängt im Prinzip von den gleichen Faktoren ab wie die Zugkraftübertragung: es wirken also die Bodenhaftung und die dynamische Achslast zusammen.

Auf trockener Fahrbahn ermittelte Breuer eine Abbremsung von 70 %, bei alleiniger Hinterachsbremse nur von 32 %.

Die Frage nach dem Bremssystem stellt sich natürlich noch stärker beim Anhänger. Jenseits der 8 t und 25 km/h wird die Druckmittelbremse verlangt. Unabhängig von dieser StVZO-Vorschrift wählen sie manche Praktiker gegen einen Aufpreis von 800 bis 1000 DM zusätzlich zur Auflaufbremse. Sie erwarten damit eine höhere Sicherheit, vor allem in hängigen Gebieten sowie dann, wenn die tatsächlich gefahrene Geschwindigkeit - außerhalb der Legalität - höher ist. Außerdem paßt im kritischen Fall eine schlecht wirkende Anhängerbremse nicht zu der erwähnt hohen Abbremsung des Schleppers.

Das "Druckmittel" ist in der Regel Luft. Dazu tritt das Angebot der hydraulischen Bremsanlage, die das ohnehin am Schlepper

Nutzmasse	Motorleistung (kW) für:		
	km/h: 25	32	40
	kW/t: 2,5	3,5	5
2× 6 t	45	65	100
2× 9 t	70	100	140
2× 12 t	95	135	(190)

Zweckmäßige Schlepperleistung (n. Sonnen)




Abb.3: Anzustrebende Motorleistung für steigende Geschwindigkeit und Nutzmasse

vorhandene System mit nutzt. Das spart die Investition und den Einbauraum für Kompressor und Druckbehälter.

Die Entwicklungsarbeit war und ist von einer Fülle technischer und rechtlicher Vorschriften belastet. So ist aus Sicherheitsgründen am Schlepper und Anhänger ein Speicher angebracht. Der hier aufgebaute Druck sorgt dafür, daß auch bei ausgefallenem Motor oder abgerissenem Anhänger die Bremse betätigt wird.

Inzwischen sind viele Unterlagen zur fachgerechten Nachrüstung von Schleppern und Anhänger ausgearbeitet. Erschwerend wirken die verschiedenen Hydrauliksysteme sowie die vielfältigen

Geschwindigkeit km/h	Bremsweg (m) bei mittlerer Verzögerung	
	$1,5\text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$	$2,5\text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$
20	10	6
25	16	10
32	26	16
40	41	25

Bremsweg von Schleppern
(ohne Anhänger)




Abb. 4: Die für Langsamläufer vorgeschriebene Bremsanlage im Vergleich zu der für Schnellläufer

Anhängerbauarten und Achsen. Die meßtechnische Überprüfung und Anpassung der Bremse sowie die Montage sind daher Sache der Fachwerkstatt. Die Vorgaben der StVZO bestimmen letztlich auch, für welchen Zweck die angebotene Bremse geeignet ist:

1. die zulässige Geschwindigkeit beträgt 25 km/h für eine Abbremsung von 30 %, die zulässige Gesamtmasse übersteigt 8 t
2. Der Schlepper mit über 32 km/h zulässiger Geschwindigkeit darf nur 1 Anhänger mit Auflaufbremse ziehen; der andere muß eine Druckmittelbremse haben. Die tatsächliche Geschwindigkeit beträgt 25 km/h.

In beiden Fällen bleibt also die Grenze 25 km/h.

In der Nachfrageentwicklung tut sich dieses System schwer gegenüber der universellen, eingeführten Druckluftbremse. Großunternehmen bieten die ölhydraulische Bremse in einfacher Form im Ausland an; die Schlepperhersteller übernehmen sie nicht in die Erstausrüstung.

Insgesamt scheint die Erhöhung der Geschwindigkeit nicht gerade ein einfacher Weg zu sein, die Transportleistung zu steigern. Doch manche Bedenken wurden bereits angesprochen, als der Trend zum "Schnellläufer" mit 30 km/h einsetzte.

Offenbar erwartet die Praxis trotz allem Schlepper mit hoher Geschwindigkeit und schätzt sie:

- bei vielen Fahrten, die im Betrieb anfallen, mit Geräten oder auch wenig Nutzmasse, so daß der Anspruch an Beschleunigung und Motor gar nicht wirksam wird. Das ist ein Bereich, der sich einer Kosten-Nutzen-Überlegung weitgehend entzieht.
- bei transportintensiven Betriebszweigen: z.B. täglicher Schlempe- oder Molkeabholung, Anlieferung von Getreide oder Zuckerrüben über größere Entfernungen. Hier stehen die Kosten angesichts spezieller Fahrzeuge im Wettbewerb mit Dienstleistungsunternehmen.

Nutzmasse

Die Erhöhung der Geschwindigkeit wirkt nur im außerbetrieblichen Verkehr. Auf der Straße und auf dem Acker hingegen kommt das Mehr an transportierter Masse zum Tragen.

Hier besteht zunächst eine gesetzlich fixierte Größe mit 8 t zulässigem Gesamtgewicht, also 6 t Nutzmasse. Bis hier ist die einfache Auflaufbremse erlaubt. Dieses Potential wird noch nicht ausreichend von der Praxis genutzt, so sehr der Trend im Verkauf in diese Richtung ging. Neukäufe konzentrieren sich auf diese Größenklasse.

Außerdem mißfällt, daß allzuoft nicht zwei Anhänger hintereinander gehängt werden, z.B. bei der Getreideabfuhr zur aufnehmenen Hand. Das verteuert den Transport und auch den Umschlag für das Lager.

Beachtenswert hingegen erscheint das vermehrte Angebot an Fahrzeugen mit 12 oder 16 t Gesamtgewicht. Sie sind technisch weniger aufwendig zu fertigen als Schnellläufer: die 1-Leitungsbremse an einer Achse genügt; die Festigkeitsansprüche an die Achse steigen mit der Geschwindigkeit.

Hier sei auch darauf hingewiesen, daß Praktiker statt eines neuen Fahrzeuges gerne gebrauchte Lkw-Anhänger kaufen. Je nach Zustand wird das verkehrstechnische Niveau auf 25 km/h gesenkt.

Bauart	DM/t Nutzmasse		
	<25 km/h < 8t >8t zul.G.		80 km/h ±8t
<u>2-achsig</u>			
2-Seiten-Kipper	1 800	2 000	2 800
3-Seiten-Kipper	2 400	2 500	3 400
LKW-Anhänger gebraucht	—	900	1 500
<u>1-achsig</u>			
3-Seiten-Kipper	1 900	2 400	3 100
Heck-Kipper	—	2 800	3 700
Spezifischer Preis von Anhängern			



Abb.5: Vergleich der Anschaffungspreise für verschiedene Fahrzeuge

Preis der Fahrzeuge

Aus wirtschaftlicher Sicht interessiert der Preis für die größeren und schnelleren Fahrzeuge.

Der Investitionsbedarf für verschieden ausgelegte Anhänger wird der Vergleichbarkeit wegen auf die Nutzmasse gezogen (Abb.5). Den Ausgangspunkt bilden die Iof-Fahrzeuge. Die Erhöhung der Nutzmasse auf 8 - 12 t steigert den Preis relativ gering; im wesentlichen für das Bremssystem: hier reicht die Ein-Leitungs-Anlage oder das hydraulische System. Ein Preisunterschied zwischen beiden besteht praktisch nicht. Der Schnellläufer bekommt eine aufwendigere Bremse und vor allem eine verstärkte statische Ausführung des Fahrwerks.

Der 3-Seiten-Kipper ist deutlich teurer, entsprechend 500 DM Kosten je Jahr für einen 6 t-Anhänger oder 750 DM/Jahr für eine 10 t-Hänger. Für die Mehrkosten spricht die schnelle und einfache Art, in Fördergeräte oder Düngerstreuer umzuladen.

Unter den Einachsern fallen besonders die Stahlwannen-Kipper aus dem Rahmen; deren robuste Stahlkonstruktion wird teurer bezahlt als der vielfach nutzbare 3-Seiten-Kipper, dessen Bordwand pendelnd und geteilt ausgeführt ist.

Dazwischen steht als Konkurrenz für den Neukauf der regional recht preisgünstige, gebrauchte Lkw-Anhänger, umgerüstet für den landwirtschaftlichen Betrieb.

Aus den Preisen geht hervor, daß die teurere Version auch einen umfassenden Einsatz erfordert, also 200 h jährlich in einem betrieblichen Schwerpunkt: etwa der Rübenabfuhr im Großbetrieb. Dazu kämen weitere Aufgaben.

Die Anhänger in herkömmlichen Grenzen beherrschen daher zu über 90 % den Markt. Größere und schnellere Fahrzeuge werden von verschiedenen Herstellern und Importeuren angeboten und inzwischen auch von den großen Firmen gebaut, die auf Stückzahlen Wert legen. Diese Fahrzeuge sind - im Gegensatz zum Lkw-Anhänger - für die Landwirtschaft konzipiert; zu sehen an der niedrigen Plattform, den Niederdruckreifen, dem Kornauslauf.

Reifen und Fahrwerk

Die Bereifung der Fahrzeuge soll auf den Anwendungsschwerpunkt abgestimmt sein: Hochdruckreifen wie vom Lkw gewohnt gehören auf die Straße. Auf dem Acker bewähren sich breite Niederdruckreifen besser. Damit wären wir bei der Konsequenz aus hoher Nutzmasse, nämlich Rücksicht auf Boden und Pflanze sowie der Anforderung an die Zugleistung des Schleppers.

Wegen der besseren Kraftübertragung hat sich das einachsige Fahrzeug für den Feldeinsatz durchgesetzt: ob für Gülle oder Hackfrüchte. Ein Teil des Gewichts, 1000 bis 1500 kg, liegt als Stützlast auf der Schlepperhinterachse, in der Hitch oder dem ohnehin vorhandenen Zugmaul.

Die Spurweite von Fahrzeug und Schlepper sollte übereinstimmen, damit nicht einzelne Räder ihren eigenen Weg bahnen müssen. Dennoch liegen Großraum-Fahrzeuge bei 2,0 m Spur aus Gründen der Statik und des Freiraums, den breite und gelenkte Räder erfordern.

Wegen des Bodendrucks sollte der Reifen mit weniger als 3 bar gefahren werden; aus Holland kommt die Empfehlung von nur 1 bar. Also sollte man stets die größeren Reifen wählen, soweit sie von der ABE eingeschlossen sind.

Damit vergrößert sich die Aufstandsfläche, der spezifische Flächendruck sinkt. Dieser Effekt steigt mit dem Einsinken auf dem Acker, weil dann die seitliche Rundung des Reifens mitträgt und die Länge der Berührungsfläche anwächst. Hier ist der steife Reifen mit vielen Gewebelagen von Nachteil.

Auch ein Reifen mit großer Breite gerät an Grenzen; die Doppelachse wird notwendig. Der Reifendurchmesser muß groß bleiben, damit auch das einsinkende Rad noch gut abläuft. Weicher Boden sowie die Abplattung des Reifens mindern ja den wirksamen Durchmesser.

Der größere Reifen käme mit 1 bar weniger aus, wenn er 0,5 t weniger zu tragen hätte. Der Mehrpreis für die Fahrzeugausstattung liegt mit 500 DM im tragbaren Bereich.

Dem steht der Vorzug gegenüber, daß der Rollwiderstand um 100 daN, also 20 % sinkt. Der Rollwiderstandsbeiwert sinkt um 0,03 je 1 bar gemäß IMAG-Untersuchungen.

Der geringere Flächendruck und geringere Einsinktiefe sollten aber nicht darüber hinwegtäuschen, daß die Tiefenwirkung dennoch mit der Radlast zunimmt.

Zur Größenordnung sei die Faustzahl 6 t Achslast als obere Grenze genannt für breite Reifen. Darüberhinaus wird die Doppelachse sinnvoll trotz des Mehraufwandes von ca. 3000 bis 6000 DM.

Für das Fahrverhalten erscheint die Anordnung der Achse wichtig, wie Erfahrungen der Landwirtschaftskammer Kiel an Güllewagen zeigen. Die kurz gebaute Wippe als Tandemachs-Aggregat befriedigt nicht, weil das vordere Rad zu sehr im feuchten Boden einsinkt. Die weiträumig angeordnete, 1500 DM teure Doppelachse mit Federausgleich läuft ruhiger; in Kurvenfahrt nimmt sie offenbar einen gewissen Teil der Querkraft auf.

Auf der Straße und im engen Hof empfiehlt sich die gelenkte Achse; sie ist für die Rückwärtsfahrt automatisch arretiert. Der Ackerboden gibt den Seitenkräften eher nach; doch auch hier schon die lenkbare Achse Boden und Pflanze. In Kurvenfahrt wird die Spur weniger ausgeweitet.

Die Zugkraft erhöht sich bei starrer Anlenkung um 30 - 50 %, auf nachgiebigem Boden weniger.

Für die großen Güllewagen verlangt die Praxis durchaus die schonende Bauart der Achse, für Transportfahrzeuge hingegen kaum - offenbar dadurch bedingt, daß sie auf dem geernteten Feld laufen.

Minderung des Transportvolumens

In der Wirkung entspricht diese Maßnahme der Nutzmassenerhöhung. Nehmen wir aktuelle Beispiele heraus: die Verdichtung von Halmgut oder Reinigung von Rüben.

Der Erdanteil von Zuckerrüben wird über gesonderte Reinigungslader gemindert. Betrachten wir dieses nun unter dem Gesichtspunkt eingesparter Transportkosten, so muß der Erdanteil im Mittel der Saison so hoch sein, daß 15 %-Punkte im Nahbereich, im übrigen 10 % abgetrennt werden können. Ein weiterer Nutzen aus Sicht der Fabrik kommt hinzu, dagegen für den Landwirt das Problem für den Ablauf in der Ernte.

In der Strohbergung verbessert die Verdichtung die Ausladung der Fahrzeuge. Der Hochdruck-Großballen mindert den Anteil an Lücken und hat selbst ein gutes Raumgewicht. Noch interessanter wäre der Transport von brikettiertem Material. Damit wird aber der Verwendungszweck eingeengt.

Zum Vergleich sei die Ausschöpfung des Ladevolumens genannt:

bei HD-Ballen je nach Verdichtung	90 - 120 kg/m ³
Hochdruck-Großballen	130 kg/m ³
Rundballen	80 kg/m ³
Briketts	700 kg/m ³

Zu bedenken ist jedoch bei Großballen, daß ihre Abmessungen und die des Fahrzeugs zusammenpassen. So reicht die übliche Länge von 4,5 m nicht aus für drei dieser Packen.

Beide Beispiele kennzeichnen die enge Einbildung von Fragen der Transporttechnik in andere technologische Ansprüche.

Einordnung in den Arbeitsablauf

Betrachten wir schließlich die Wechselwirkungen, die vom Arbeitsablauf ausgehen.

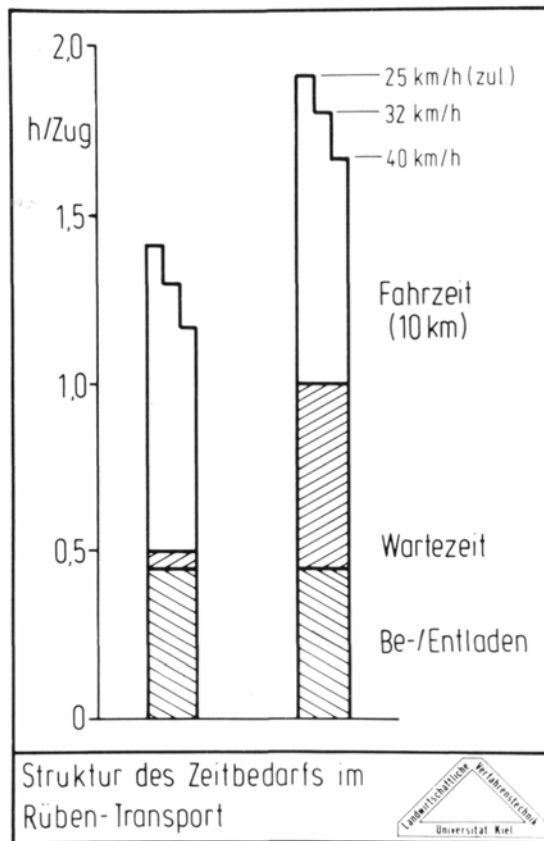


Abb.6: Die Bedeutung der Zeiteile für die Fahrt und das Beladen

Generell bedenke man hier all die Stillstandszeiten: also für das Laden oder das Warten bei der aufnehmenden Hand. Die Abb. 6 soll die Zeiteile verdeutlichen. Der zügige Umschlag der Ladung ist also wichtigster Faktor. Dennoch gibt es Fabriken, vor denen die Anlieferer mehr als eine Stunde warten müssen - andere meiden das durch geschickte und konsequente Planung. So nachteilig diese Standzeit ist, nicht immer ist sie vermeidbar, gelegentlich nimmt man sie in Kauf als Reservekapazität für die teure Arbeitsmaschine. Das trifft namentlich in der Ernte von Getreide, Futter und Hackfrüchten zu.

Hier können Fortschritte im Transportwesen die Auslastung der Erntemaschine fördern und andererseits zu mehr unproduktiven Nebenzeiten führen.

Betrachten wir dazu den Ablauf beim Mähdrusch: der Standwagen sollte nahe im Wendebereich des Mähdreschers stehen. Tat-

	Teilzeiten (n=200)Min.		Differenz: absetzig zu parallel (n=32/8) in % GAZ
	ϕ	von - bis	
Leerfahrt zum Fahrzeug	1,76	0,1 - 7,5	4,7
Korntank entleeren	2,06	0,3 - 4,2	7,5
Insgesamt	3,8		12,2
je ha = h	7,6		7,3

Abtanken im Stand oder parallel während der Fahrt

Abb.7: Die Bedeutung der Zeit, um den Korntank auf den Standwagen zu entleeren

sächlich stehen aber gerade Lkw, große Anhänger oder Container mit Rücksicht auf die sichere Abfuhr am Feldrand. Deswegen treten lange Leerzeiten auf. Wir beobachteten das besonders häufig, wenn Dienstleistungsunternehmen beteiligt sind. Die Zahlen der Abb.7 belegen das. Und die verfahrenre Zeit kostet immerhin Geld: bei 240 DM/MDh (4 DM/Min) verursachten die Leerfahrten 15 DM/ha, im Extrem der Abb.7 30 DM/ha Kosten.

Die höchste Leistung hingegen erzielt das Parallelverfahren, weil die Zeit für das Abtanken ganz entfällt. Der Anteil von 12,2 % an der Gesamtzeit entspricht 30 DM/ha (im Extrem 45 DM/ha). Der Vorteil des Parallelverfahrens ist jedoch nur auszuschöpfen, wenn ausreichende Kapazität zur Verfügung steht. Für Fahrer und Fahrzeug dürfen also nur Nutzungskosten von 30 DM/h entste-

hen. Und das ist in vielen Betrieben der Fall, in denen der Mähdrescher überbetrieblich läuft.

Andererseits erhöht sich die Leistung des Mähdreschers; er schafft soviel wie die nächste Größen- und Preisklasse.

Je teurer die Arbeitsmaschine wird, desto mehr muß man die Standzeiten beachten. Das wird besonders augenfällig beim sechsreihigen Köpfrdebunker. An sich ist er dafür konzipiert, im Stand zu entleeren. Angesichts der hohen Standkosten muß man aber mit 10 DM/Min rechnen. Also muß das Entleeren zumindest sehr schnell ablaufen: das geht in 0,5 Min, dazu kommt 1,5 Min Leerfahrt. Danach resultieren daraus Kosten von 100 DM/ha.

Damit sind verfahrensbedingte Teilzeiten und Leerkosten angesprochen. Dazu treten all die Nebenzeiten, die auf simplen technischen und organisatorischen Mängeln beruhen: z.B. Störquellen am Fahrzeug oder Bummel von Fahrern.

Letzteres kommt natürlich nicht bei engagierten Mitarbeitern vor. Es liegt aber nahe, je mehr Arbeitskräfte am Arbeitsverfahren beteiligt sind. Der Hang zum Gespräch miteinander wächst. Dem wirkt entgegen, daß im Transport möglichst wenige, große Einheiten eingesetzt werden. Kleine Fahrzeuge sind außerdem oft in der Handhabung unzweckmäßig. Als typisches Beispiel sei hier die Abfuhr von Silofutter erwähnt. Als schlechtestes Ergebnis unserer Zeitstudien stand der Feldhäcksler 19 % der GAZ still, weil die Fahrzeuge nicht rechtzeitig erschienen.

In diesem Zusammenhang seien einige technische Details am Fahrzeug hervorgehoben, die die immer wiederkehrende Bedienung vereinfachen und beschleunigen sowie die Störungen vermeiden helfen.

Die Abmessungen des Fahrzeugs sollten zur Beladetechnik passen: die Breite des Entladebandes eines Bunkers oder die Größe der Radladerschaufel, damit zügiger übergeladen wird. An den überstehenden Teilen an der Bordwand wie Profile und Riegel könnten die Förderketten der Maschine leicht hängen bleiben. Die Bordwandhöhe muß zum Ladeorgan passen; in diesem Sinne ist es günstig, wenn Aufsätze stufenweise aufgeschraubt werden. Günstig erscheint die Aufteilung der Bordwand und die wahlweise Nutzung des Drehpunkts für die Pendel- oder Aufsteckwand. Damit braucht man nicht die gesamte Last zu überwinden; außerdem

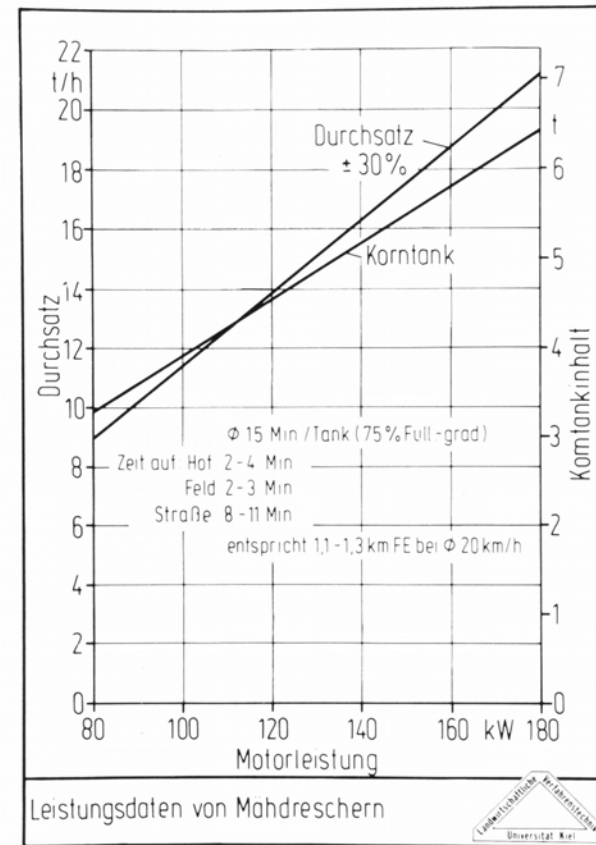


Abb.8: Kennlinien zur steigenden Leistung im Mähdrusch

schlägt die Seitenwand nicht mit so großer Kraft auf. Eine Entlastungseinrichtung hebt über Federkraft die Bordwand mit hoch. Die geteilte sowie oben angelenkte Bordwand ist vor allem bei großräumigen Anhängern mit ca. 1,3 m Wandhöhe wichtig. Und dort gehören Aufstiegstritte innen und außen dazu.

Die Kippeinrichtung sollte man von vorne erreichen und einstellen können: die jeweilige Verriegelung muß sichtbar sein, um falsche Bedienung und damit die Schädigung des Rahmens zu vermeiden. Im routinemäßigen Arbeitsablauf darf der Fahrer nicht mehr vom Schlepper absteigen. Die Bordwand öffnet sich selbsttätig oder

über hydraulische Fernbedienung. Beim nach hinten kippenden Einachser ist das einfach gelöst, aber auch beim Zweiachser mit seitlicher Entleerung machbar.

Leistung von Arbeitsmaschine und Transporteinheit

Die Leistung von Arbeitsmaschinen wächst generell aus Gründen der Produktivitätssteigerung; ein großer Sprung in der Entwicklung folgt mit dem Übergang zur überbetrieblichen Mechanisierung.

Mit der Arbeitsleistung wächst die Menge, die über die Schlaglänge aufzunehmen ist. Das ist der eine Grund dafür, daß die Transporteinheiten größer werden. Der zweite Aspekt ergibt sich aus der Dauer des Beladevorganges; denn sie bestimmen die maximale Zeit für einen Transportzyklus.

Für das Beispiel des Mähdrusches zeigt Abb. 8, daß mit dem Angebot an Kapazität der Durchsatz und das Fassungsvermögen in etwa gleichem Maße ansteigen. Somit bleibt es über den ganzen Bereich bei 20 Min für eine Korntankfüllung.

Je nach Schlaglänge ist das Volumen nur zum Teil, etwa 75 % nutzbar - im Parallelverfahren hingegen zu 100 %. Die Befüllzeit entspricht also dem Transportzyklus für die Fahrt zum Getreidelager. Je schneller das Rangieren und Kippen von sich geht, je schneller der Schlepper fahren kann, desto größer kann die Feldentfernung sein; im Beispiel der Abb. 8 1,1 - 1,3 km/h. Im Parallelverfahren entspricht die Nutzmasse des einen umlaufenden Fahrzeugs dem Korntankinhalt. Im Standwagenbetrieb verlängert eine größere Nutzmasse, ggf. durch mehrere Anhänger, die Zykluszeit, so daß die Entfernung zum Lager der aufnehmenden Hand zu schaffen ist.

Betrachten wir nun die Hackfruchternte (Abb.9). Bei mehrreihigen Verfahren wird ein Großraumanhänger nötig, um das Erntegut über die Schlaglänge aufzunehmen. Setzt man hingegen zwei kleinere Kipper ein, so wird die Zykluszeit mit 5 Min. recht knapp. Im Grunde ist es am rationellsten, ein genügend großes Fahrzeug einzusetzen, das schnell entleert und gut zu rangieren ist. Dies erklärt, daß die einachsigen Stahlwannen-Kipper vornehmlich mit Blick auf die Rübenernte investiert werden. Die weiteren Einsätze

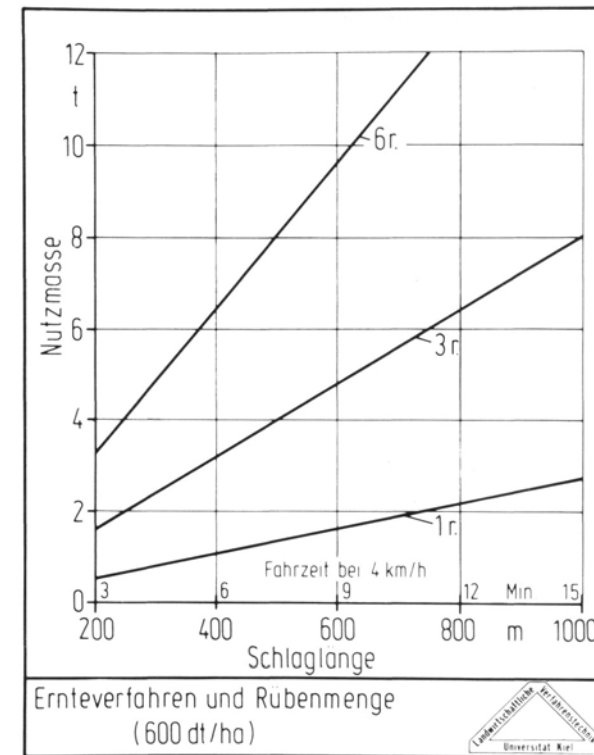


Abb.9: Fahrzeuggröße und anfallende Rübenmengen

für Getreide oder Düngemittel oder parallel zum Feldhäcksler kommen hinzu.

Bei mehrreihigen Verfahren muß also am Feldrand zwischengelagert werden. Das einreihige bietet hingegen genügend Zeit, direkt zur nahe gelegenen Fabrik zu fahren (1 h für 12 t). Es spart außerdem den Aufwand für den gesonderten Ladevorgang, und vermeidet die dabei entstehenden Bruchverluste.

An dieser Stelle gilt ein Wort dem speziellen Verfahren mit Ladebunker: er erleichtert den Arbeitsablauf und mindert die Auswirkung von Störquellen. Doch das hat seinen Preis. Aus der Abb. 9

ergibt sich zwar die erstrebenswerte Größe, und die wiederum erfordert bis 100.000 DM. In der Praxis wird jedoch der Vorteil der im Vergleich zur Rodeleistung höheren Transportleistung wirksam: auf Grund weniger Störungen und höherer Geschwindigkeit wird die geringere Nutzmasse kompensiert.

Im Grunde ähnliche Motive für die Fahrzeuggröße gelten für die im großen Stil durchgeführte Kartoffelernte, etwa in Verbindung mit Verarbeitungsbetrieben. Hier wird allerdings - ähnlich beim Getreide - wegen der üblichen Annahmetechnik des Lagerhauses der Einachser als Seitenkipper bevorzugt; die Längsanordnung und die begrenzte Gebäudehöhe zwingen dazu. Ein solcher Kipper sollte zugleich die vorteilhaften Lösungen zur Bordwandgestaltung bieten, die den Heckkipper auszeichnen.

Zusammenfassung

Die Transporttechnik hängt eng mit der Entwicklung leistungsfähiger Großmaschinen zusammen. Die Ausführung der Fahrzeuge richtet sich nach dem Schwerpunkt im Einsatz:

Auf Grund ihrer guten fahrtechnischen Eigenschaften sind mit der mehrreihigen Hackfruchternte die großen Einachser verkauft worden

- mit 10 - 12 t Nutzmasse in Großbetrieben mit mehreren 100 ha
- mit 8 t Nutzmasse, vornehmlich als universeller 3-Seiten-Kipper, in Betrieben um 100 ha.

Insgesamt sind das einige 1000 Einheiten, wenig in Relation zum gesamten Fahrzeugabsatz, aber passend zur Bedeutung der Großmaschinen in Hackfrucht- und Futterernte.

Im außerbetrieblichen Verkehr über 10 und mehr km Entfernung legen die Betriebe mit umfangreichem Rüben- und Getreidetransport oder mit Anfuhr zu speziellen Verarbeitungsbetrieben Wert auf hohe Nutzmasse und Geschwindigkeit. Die Realisierung hoher Leistung ist über die Nutzmasse aus technischen, wirtschaftlichen und rechtlichen Gründen einfacher.

Die Nachfrage nach neuen Großraumwagen steigt, in Zukunft müßte sie sich auf die großen Schnellläufer ausdehnen, damit die 40 km/h-Schlepper zu ihrem Recht kommen.

Große und schnelle Fahrzeuge binden einen Großschlepper um und über 100 kW, der ja eigentlich vor den Pflug gehört. Der Betrieb muß also über ausreichende Kapazitäten verfügen.

Literaturverzeichnis:

- Auernhammer, H.: Transporte in der Landwirtschaft - größer oder schneller, Landtechnik (1981) H.4, S. 171 - 174
- Coolman, F.: Neue leistungsfähige Transporttechnik für die Landwirtschaft, Schlüter-Heft 14
- Fatehi, D.: Prozeßgerechte Gestaltung von Ernteguttransporten in der Landwirtschaft, Diss. Hohenheim 1975, MEG-Schrift Nr. 8
- Isensee, E.: Außerbetrieblicher Transport in der Landwirtschaft - mit Schlepper oder Lastkraftwagen, Landtechnik (1975) H., S. 372 - 374
- Isensee, E.: Überlegungen zum Container-Einsatz im betrieblichen und außerbetrieblichen Transport, Berichte über Landwirtschaft, Bd.52 (1974/75) H.3, S. 441 - 464
- Isensee, E.: Untersuchungen über den Einsatz von Reinigungsladern, Vortrag zur 20. Rübenanbauer-Tagung Göttingen 1983
- Isensee, E., Priebe, S.: Verbesserungen im Arbeitsablauf der Futterernte, Landtechnik (1982) H.4, S.166 - 169
- Neuber, E., Bunk, A.: Einachshänger - pro und contra, DLG-Mitteilungen (1976) H.10, S. 560 - 569
- Perdok, U.D., Terpstra, J.: Berijdbaarheid van landbouwgrond. Bandspanning en grondverdichting, Landbouwmeechanisatie (1983) H.4, S.363 - 366; H.5, S. 483 bis 488; H.7, S.729 - 732; H.8, S.793 - 797
- Simutis, A., Breuer, B.: Das Bremsverhalten schneller Ackerschlepper, Grundlagen der Landtechnik (1983) Nr.2, S. 35 - 40
- Sindt, P.: Reifenversuche mit Güllewagen, Bericht der Landwirtschaftskammer Kiel 1983
- Sonnen, F.-J.: Wodurch wird die technische Weiterentwicklung bei Transportfahrzeugen bestimmt? Landwirtschaftliches Unternehmer-Seminar, Gut Schlüterhof, 1980, Heft 4, S. 182 - 201

Landtechnik von morgen, Folge 23
Verantwortlich für den Inhalt: Wolfram Riedel
Druck: Bode, Freising

