

Kontrolle der Verplombung die optimale Einstellung der Einspritzpumpe ständig gewährleistet ist

- inwieweit durch ordnungsgemäße Pflege der Filter gesichert wird, daß kein erhöhter Kraftstoffverbrauch auftritt
- wie sonstige Unzulänglichkeiten, z. B. zusätzliche Fahrten zur Tankstelle, weil das Tanken vergessen wurde, Wahl des falschen Transportmittels bei oftmals kurzfristig durchzuführenden kleineren Transporten oder Fahrten mit zu niedrigem Reifendruck, durch gezielte Einflußnahme und Erziehung im Arbeitskollektiv abgestellt werden.

Diese und ähnliche Fragen müssen beantwortet werden können, wenn es gelingen soll, die Mechanisatoren, die den Kraftstoffverbrauch in erheblichem Maß selbst beeinflussen, bezüglich der verbrauchten Mengen richtig zu bewerten und sie an Einsparungen so zu interessieren, daß bei verringertem Kraftstoffeinsatz höhere Produktions- und Arbeitsergebnisse erreicht werden.

Die zeitbezogene Abrechnung des Dieselmotorkraftstoffverbrauchs, ausgedrückt durch den Verbrauch je Stunde der jeweiligen Arbeitsart, gibt nur wenig Auskunft darüber, wie der einzelne Mechanisator und in der Summe das Arbeitskollektiv bewußt alle sich bietenden Möglichkeiten zur Einsparung nutzen und darum kämpfen, mit den vorgegebenen Kontingenten höchste Produktionsergebnisse zu erreichen. Im Gegenteil: Der Mechanisator, der bestrebt ist, die Arbeitszeit maximal zu nutzen und hohe Leistungen zu vollbringen, verbraucht logischerweise in

der Zeiteinheit mehr Kraftstoff als derjenige, der sich weniger bemüht. Eine Gegenüberstellung des Verbrauchs und die Stimulierung der Verbrauchssenkung auf der Zeitbasis stehen in diesem Fall im Gegensatz zur Forderung nach einem höheren Leistungsanstieg und führen zu einem steigenden Verbrauch, bezogen auf die Leistungseinheit. Um herauszufinden, ob, bezogen auf die erbrachte Leistung, alle subjektiv bedingten Faktoren, die einen erhöhten Kraftstoffverbrauch nach sich ziehen, ausgeschaltet sind, ist es unbedingt erforderlich, leistungsbezogene DK-Verbrauchsnormen zu erarbeiten. Erst der Vergleich zwischen leistungsbezogener Verbrauchsnorm und tatsächlichem Verbrauch entsprechend der vollbrachten Leistung bietet die Voraussetzungen, nach Ursachen für einen erhöhten Verbrauch, die durch die aufgeführten möglichen Unzulänglichkeiten bedingt sein können, zu suchen. In der LPG Pflanzenproduktion Grumbach-Kaufbach wurde deshalb ein Katalog betrieblicher leistungsbezogener Normen erarbeitet. Er beruht auf Richtwerten, die durch eigene Messungen überprüft und ergänzt wurden. Mit diesen betrieblichen leistungsbezogenen Normen wird das Ziel verfolgt, exakte Unterlagen für die Planung und Stimulierung des DK-Einsatzes im Betrieb, in den Bereichen und in den Brigaden zu schaffen. Auf der Grundlage von jährlich zu aktualisierenden Arbeitsaufträgen soll jedem Kollektiv entsprechend den zu vollbringenden Leistungen in Hektar der einzelnen Arbeitsarten und in Tonnenkilometern bei den verschiedenen Gütern der Dieselmotoreinsatz vorgegeben werden. An Einsparungen gegenüber

den Vorgaben und Normen werden jedes Kollektiv und jeder Mechanisator materiell beteiligt. Dabei zeigt sich, daß es nur schwer möglich ist, den DK im Gesamtbetrieb über längere Zeit manuell leistungsbezogen abzurechnen. Ein rascheres Vorankommen auf diesem Weg wird durch den Einsatz eines Bürocomputers erwartet. Absprachen darüber, wie das Programm der leistungsbezogenen DK-Abrechnung gestaltet werden soll, sind bereits mit dem Institut für Energie- und Transportforschung Meißen/Rostock und dem Wissenschaftlichen Zentrum Dresden getroffen worden, und die Programmierung hat begonnen. Darüber hinaus ist vorgesehen, über den Bürocomputer monatliche und kampagneweise Vorgaben für die Kollektive und Komplexe errechnen zu lassen.

Eine Erweiterung des Einsatzes des Futterladewagens HTS 71.04 soll 1986 Einsparungen von 1350 l DK bringen.

Gegenwärtig wird an der Hochschule für Verkehrswesen Dresden eine mikroelektronische Anzeigeeinrichtung entwickelt, die dem LKW-Fahrer oder Mechanisator während der Fahrt ständig anzeigt, ob er im optimalen DK-Verbrauchsbereich arbeitet. Dieses Gerät soll auch in der Kooperation Grumbach-Kaufbach erprobt werden.

Mit ihren Initiativen wollen die Genossenschaftsbauern und Arbeiter der LPG und des VEG der Kooperation Grumbach-Kaufbach einen wichtigen Beitrag zur würdigen Vorbereitung des XI. Parteitag der SED leisten und gleichzeitig die Voraussetzungen für die Umsetzung der zu erwartenden Beschlüsse in hoher Qualität schaffen.

A4603

## Internationale Tendenzen zur Verringerung der Bodenbelastung durch Fahrwerke landwirtschaftlicher Maschinen

Dr. agr. Ing. H. Döll, KDT/Dr.-Ing. F. Uhlemann, KDT/Dipl.-Ing. U. Köhler, KDT/Dipl.-Ing. W. Helmholz, KDT/Dr.-Ing. A. Rüdiger, KDT Institut für Energie- und Transportforschung Meißen/Rostock der AdL der DDR

### 1. Problemstellung

Die Diskussion über technische Lösungen zur Verminderung hoher Bodenbelastungen, verursacht durch das Befahren von Maschinen, wird international immer stärker in den Mittelpunkt gerückt. Das Problem der schädlichen Verdichtung des Ackerbodens ist jedoch nicht neu. In den 30er Jahren wiesen sowjetische und Anfang der 50er Jahre international verstärkt auch weitere Wissenschaftler und Praktiker auf die Folgen des verstärkten Befahrens des Bodens hin. Das geschah zu einer Zeit, in der die Gesamtmasse der Traktoren und Landmaschinen 3000 kg bzw. die Achslasten 20 kN selten überschritten und ein Reifeninnendruck von 200 kPa als zu hoch eingeschätzt wurde, aber in großem Umfang noch Zugtiere, Wagen und Maschinen mit Eisenrädern oder Hochdruckreifen zum Einsatz kamen, die wesentlich höhere spezifische Bodendrücke aufwiesen.

Die fortschreitende Mechanisierung der Feldarbeiten führte zu immer leistungsstärkeren Traktoren, Kombines und Transportmitteln. Das war meist mit der Erhöhung der Gesamtmasse und Achslasten verbunden. Im Er-

gebnis der Maschinenentwicklung wurden eine Steigerung der Arbeitsproduktivität und eine Kostensenkung erreicht. Außerdem ermöglichte die intensivere Bewirtschaftung des Bodens die bekannten Ertragssteigerungen.

Die einsetzende Stagnation des Ertragszuwachses, d. h., wenn unter Beachtung aller ackerbaulichen Maßnahmen auch hohe Mineraldüngergaben nicht mehr die gewünschten Erfolge zeigen, löste eine schnelle Suche nach den Ursachen aus.

Eine dieser Ursachen sind die schädlichen Bodenverdichtungen. Die Belastung des Bodens durch wiederholtes Befahren mit schweren Maschinen löst eine ganze Kette von negativen Einflüssen auf das Pflanzenwachstum aus. Das Überschreiten der optimalen Lagerungsdichte verändert u. a. das Porenvolumen und die Porenstruktur, vermindert die Wasseraufnahme und das Wasserhaltevermögen, setzt die Nährstoffausnutzung herab und stört das Wurzelwachstum.

Damit diese Ertragsreserve erschlossen werden kann, wird die Forschung nach Lösungen zum Vermeiden schädlicher Bodenbelastungen immer aktueller.

Im vorliegenden Beitrag wird auf die technischen Entwicklungsrichtungen zur Verminderung der Bodenbelastung eingegangen, die unmittelbar mit dem Befahren des Bodens im Zusammenhang stehen.

### 2. Wirkung einzelner Fahrwerkparameter auf die Bodenbelastung

Eine kurze Charakteristik des internationalen Erkenntnisstandes zur Wirkung der Fahrwerke auf die Bodenbelastung soll helfen, die Tendenzen des Baus und des Einsatzes von bodenschonenden Fahrwerken besser zu interpretieren.

Wesentliche Kriterien zur Beeinflussung der Höhe der Bodenbelastung durch Fahrzeuge sind Konstruktionsprinzipie (Gleiskette oder Rad) und Fahrwerkparameter (Breite und Durchmesser sowie Radlast, Zugkraft, Kontaktdruck und Überrollhäufigkeit).

Aus einer Vielzahl von Untersuchungen läßt sich folgende vorläufige Wertung vornehmen:

- In geringen Bodentiefen übt der Druck der Berührungsfläche einen entscheidenden Einfluß aus.
- Die Verdichtung in den tieferen Boden-

schichten wird hauptsächlich von der über das Rad abgestützten Gesamtlast verursacht. Die Verdichtung des Bodens, bewirkt durch schwere Fahrzeuge (Radlast  $\geq 30$  kN), ist bis in Tiefen über 1 m nachweisbar.

- Durch den Radschlupf und die Zugkraftübertragung wird der Boden ebenfalls wesentlich belastet. Untersuchungen zu Radschlupf und Zugkraft zeigen, daß die höchste Belastung bei einem Schlupf von 15 bis 25 % in Abhängigkeit von der Bodenfeuchte auftritt.
- Einfluß auf die Bodenverdichtung hat ebenfalls die Häufigkeit der Überrollung eines Bodenabschnitts. Nachgewiesen ist, daß die Verdichtung des Bodens mit steigender Überrollungsanzahl zunimmt und sich nach unten ausbreitet.
- Neben der Betrachtung der Bodenverdichtung durch Fahrwerke ist die Bewertung der Fähigkeit zur Zugkraftübertragung ebenso von Wichtigkeit. Die Vorteile spezieller Niederdruckreifen gegenüber herkömmlicher Einzel- und Zwillingsbereifung bestehen z. B. in der Verminderung der Spurtiefe und des Rollwiderstands.

Aus dem dargelegten Erkenntnisstand werden folgende Schlüsse abgeleitet:

- Die Senkung des spezifischen Auflagedrucks und des Einflusses von Zugkraft und Schlupf auf die Bodenverdichtung kann über Mehrfachbereifung, Niederdruckbereifung und Gleisfahrwerke erzielt werden.
- Die Verminderung der Radlast zum Abbau der Verdichtungswirkung im Unterboden ist mit mehrachsigen Radfahrwerken und Gleisfahrwerken erreichbar.
- Die Reduzierung des Einflusses der Überrollhäufigkeit kann mit aufeinander abgestimmten Druck-Radlast-Parametern des Fahrzeugs sowie vorrangig durch technologische Einsatzregime beeinflusst werden.

Bei der Betrachtung der technischen Lösungen für bodenschonende Fahrwerke, die in den letzten Jahren in zunehmendem Maß angeboten werden, sind zwei grundsätzliche Möglichkeiten erkennbar:

- Nachrüstung von Grundmaschinen zur Gewährleistung der Einsatzsicherheit und zunehmend zum Zweck der Bodenschonung (vor allem bei Traktoren und Erntemaschinen)
- Bau von speziellen Maschinen mit boden-

schonenden Fahrwerken (vor allem für transporttechnologische Arbeiten).

### 3. Fahrwerkselemente

Fahrwerkselemente zur Bodenschonung, die an herkömmlichen Maschinen der Feldwirtschaft zusätzlich montiert oder zur nachträglichen Umrüstung verwendet werden können, haben eine relativ große Bedeutung und sind weit verbreitet.

Der Einsatz dieser bodenschonenden Fahrwerkselemente stellt einen Kompromiß der universalen Verwendung der Grundmaschinen für normale und erschwerte Einsatzbedingungen dar. Die Forderung nach schneller Umrüstbarkeit wird meist erfüllt. Die nachrüstbaren bodenschonenden Fahrwerkselemente beruhen ausnahmslos auf jahrzehntelang bekannten Konstruktionsprinzipien aus dem Traktoren- und Landmaschinenbau. Sie sind entsprechend dem technischen und technologischen Stand der Produktion und der Werkstoffbereitstellung modernisiert und modifiziert worden.

#### 3.1. Mehrfachbereifung (Zwilling-Drilling)

Mit am bekanntesten ist die Doppelmontage von Reifen gleichen Durchmessers. Die Anwendung von Zwillingsreifen gleichen Durchmessers stellte in Ablösung von zusätzlichen Gitterrädern oder anderen mechanischen Zusatzausrüstungen zur Gewährleistung der Einsatzsicherheit bei Traktoren zunehmend ein Mittel zur Minderung der Bodenbelastung dar.

Untersuchungen zur Wirkung der Zwillingsbereifung haben sehr unterschiedliche Ergebnisse gebracht, weil die Bodenart und der Bodenzustand von großem Einfluß sind. Sie belegen aber immer wieder positive Effekte der Zugkraftübertragung und der Bodendruckminderung.

Heute gehören Zwillingsreifen zur normalen Einsatzrüstung schwerer knickgelenkter und leichter Standardtraktoren. Aber auch getriebene und ungetriebene Vorderachsen von Standardtraktoren werden vereinzelt mit Zwillingsrädern ausgerüstet (Bild 1).

Für die Arbeit in Reihenkulturen werden für die Kopplung von schmalen Rädern Adapter angeboten, mit denen der Abstand zwischen beiden Rädern bis 760 mm einstellbar ist. Für die Anbringung von Zusatzrädern existieren verschiedene Adapter, so z. B. Lösungen mit nachrüstbaren Zwischenstücken zur Verlängerung der Radnabe, die eine zweite Anschraubfläche ergeben, oder Maschinen, die

spezielle Naben mit zwei Anschraubflächen für Zwillingsräder haben.

Zunehmend werden Lösungen für ein schnelles und unkompliziertes Montieren der Zusatzräder ohne Verwendung von Hebezeugen in Einmann-Arbeit angeboten. Das Arretieren der Zwillingsräder erfolgt entweder mit Hilfe von Zugstangen und Schnellspannverschlüssen oder über eine zentrale Verschraubung eines drei- bis siebenarmigen Anpreßsterns.

Der Abstand zwischen den Rädern wird meist mit Distanzringen oder anderen Elementen erzielt, die gleichzeitig zum Zentrieren genutzt werden.

#### 3.2. Radialreifen

Die weiche flexible Seitenwand und der feste Gürtel des Radialreifens gestatten, bei gleicher Belastung gegenüber einem Diagonalreifen niedrigeren Luftdruck zu fahren. Damit vergrößert sich die Aufstandfläche geringfügig, in deren Folge Schlupfminderung bzw. Triebkraftzuwachs erreicht werden.

Vergleichende Untersuchungen beim Einsatz von Traktoren mit Radial- und Diagonalreifen bestätigten die Vorteile von Radialreifen auf festen Fahrbahnen, führen aber auf weichem Ackerboden zu unterschiedlichen Aussagen, so daß z. T. gleichgute Eigenschaften von Radial- und Diagonalreifen festgestellt wurden. Je nach Einsatzgebiet werden heute Traktoren wahlweise mit Radial- oder Diagonalreifen ausgerüstet. Bei der Zwillingsmontage von Radialreifen kann der Reifeninnendruck gegenüber den Diagonalzwillingsreifen weiter abgesenkt werden (von 110 auf 70 bis 80 kPa).

#### 3.3. Breitreifen

Breite Reifen (600 bis 1200 mm) – Flotations-, Terra-, Ballon- oder Bogenreifen genannt – wurden für spezielle Einsatzbedingungen, vor allem zur Überwindung von nassem und sumpfigem Gelände, geschaffen. Aufgrund des niedrigen Reifeninnendrucks (40 bis 80 kPa) werden sie zunehmend, aber differenziert im Anwendungsgebiet, zur Bodenschonung eingesetzt.

Ein breiter Reifen gewährleistet z. B. eine deutlichere Verminderung der Bodenbelastung gegenüber Zwillingsreifen gleicher Gesamtbreite der Aufstandfläche und garantiert gleichzeitig eine geringere Gesamtbreite der Fahrzeuge.

Die sehr breiten Reifen sind entsprechend ihrer Konstruktion unterschiedlich, aber ins-

Bild 1. Ausrüstungsbeispiel für die Zwillingsbereifung mit Schnellwechseladaptern für Standardtraktoren an Hinterachse und achsschenkelgelenkter Vorderachse

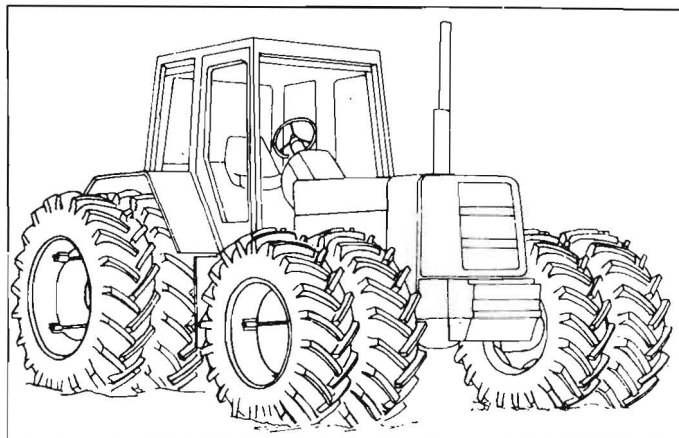
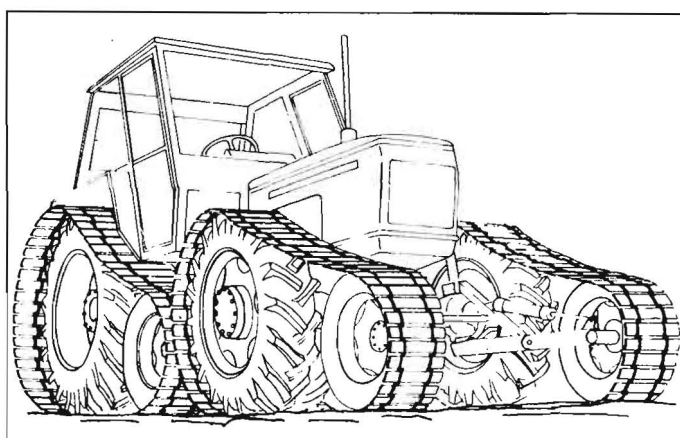


Bild 2. Anwendungsbeispiel von Halbtrappen an Standardtraktoren für Hinterachse und achsschenkelgelenkter Vorderachse



gesamt mit Einschränkung zur Übertragung hoher Zugkräfte geeignet. Daraus resultieren auch ihre speziellen Einsatzgebiete in der Landwirtschaft.

So werden breite Reifen besonders für transporttechnologische Arbeiten, wie zur Aussaat, zur Ausbringung von festem und flüssigem organischen Düng und zur Applikation von Agrochemikalien, auch während der Vegetation eingesetzt.

Infolge der hohen Investitionen und des Verschleißes auf festen Fahrbahnen ist der Einsatz von breiten Reifen sehr begrenzt. Deshalb stellen Reifen der Abmessung 16-20 bis 20-20 oder Trelleborg-Twin-Reifen mit einem Verhältnis von Breite und Durchmesser  $B/D \approx 0,4$  einen Kompromiß zwischen Normalreifen ( $B/D = 0,2 \dots 0,3$ ) und dem Breitreifen ( $B/D > 0,55$ ) dar, der zumindest für hohe Radlasten nicht ausreichend erscheint.

### 3.4. Gitterräder und starre Räder

Auch mit dem Einsatz des Luftreifens wird noch das Gitterrad als Zusatzausrüstung zur Bodendruckminderung und Zugkrafterhöhung verwendet. Mit dem Einsatz leistungsstarker Traktoren und durch verbesserte Reifenkonstruktionen und Werkstoffe verloren sie zeitweilig an Bedeutung. In jüngster Zeit werden jedoch wieder Gitterräder, vor allem zur Minderung der Bodenbelastung, angeboten. Gitterräder werden z. B. als Zusatzausrüstung leichter Traktoren, z. B. an Reifen 7,50-16 bis 15-38, montiert. Sie sind nur für leichte Zugarbeiten einsetzbar. Ihre Montage erfolgt ebenfalls mit Schnellwechseleinrichtungen.

Starre Räder werden i. allg., bedingt durch die Reifenentwicklung, als technisch überholt angesehen. In Großbritannien sind diese sog. Eisenräder als Ersatz für den Traktorenstandardreifen neu entwickelt worden. Dazu wird immer wieder hervorgehoben, daß starre Räder eine flachere Spur mit geringerer Verdichtung des Bodens erzielen als bei Verwendung von Einfach- oder Zwillingssreifen. Diese Lösungen werden für Traktoren über 33 kW empfohlen und haben unterschiedliche konstruktive Auslegungen und Wirkungen. Bekannt ist z. B. der Einsatz eines Stahlgitterrades, das eine flache gelockerte Spur hinterläßt, oder ein Stahlrad von 685 mm Breite, bestückt mit Hartholzleisten und einstellbaren Stollen, das einen maximalen Bodendruck von 20 kPa sichern soll.

### 3.5. Halbrauen

Für die seit langem bekannte Lösung der Halbraupe wurden und werden Konstruktionen miniaturisierter Kettenfahrwerke als Ansteck-

raupe an Traktoren und Erntemaschinen verwendet. Für mittlere Traktoren haben sich immer mehr die Konstruktionen durchgesetzt, bei denen Ketten oder Laufbänder um das vorhandene Traktorenstandardrad und ein zusätzlich montiertes kleines, luftbereiftes Spannrad geführt werden. Bekannt sind auch Ausführungen von doppelten Halbrauen bei der Montage von Zwillingssrädern. Der Bodendruck wird bis auf 13 kPa vermindert. Die Ausrüstung mit Halbrauen erfolgt nicht nur für die Hinterachse, sondern auch für die achsschenkelgelenkte Vorderachse (Bild 2). Die Anwendung dieser Halbrauen wird fast ausschließlich zur Gewährleistung der Einsatzsicherheit auf Problemstandorten vorgesehen. Bekannt ist ebenfalls die Anwendung von Gleisketten und -bändern als Zusatzausrüstung für tandemachsige Fahrwerke an LKW, Baumaschinen und Forsttechnik als Einfachlösung zur Erhöhung der Einsatzsicherheit.

### 3.6. Sonstige Fahrwerkselemente zur Bodenschonung

Als bekannte Maßnahme zur Überwindung von unwegsamem Gelände durch Militärfahrzeuge gilt die drastische Luftdruckabsenkung mit Hilfe einer Reifendruckregelanlage. In der Landwirtschaft sind keine Anwendungsfälle des Einsatzes von Reifendruckregelanlagen bekannt. Begründet wird das vor allem durch das Verhältnis zwischen der erreichbaren Bodendruckminderung und den erforderlichen Investitionen sowie durch das Verschleißverhalten bei einem fortlaufenden Fahrbahnwechsel und den Zeitanteilen für die Reifeninnendruckänderung.

Weiterhin sind andere mechanische Lösungen (Schreitmechanismen) bekannt geworden. In Großbritannien wurde ein Schreitrad für leichte Geländefahrzeuge zum Überwinden von Hindernissen entwickelt und in der UdSSR ein Schreittraktor, der eine höhere Zugkraftübertragung und geringere Boden-

verdichtung ermöglichen soll. Eine praktische Anwendung haben die Schreitelemente bisher nicht gefunden.

## 4. Maschinen mit bodenschonenden Fahrwerken

Abgeleitet von den Erfahrungen mit speziellen Maschinen mit Fahrwerken zur Gewährleistung der Einsatzsicherheit auf Problemstandorten und von den Erfahrungen mit nachrüstbaren, bodenschonenden Fahrwerkselementen entstanden neue Maschinen, bei denen das bodenschonende Fahrwerk fester Bestandteil der Gesamtmaschine ist. Obwohl keine klare Abgrenzung zwischen diesen Fahrwerksvarianten gezogen werden kann, soll im folgenden die Maschinengruppe mit integriertem bodenschonendem Fahrwerk näher betrachtet werden.

### 4.1. Traktoren

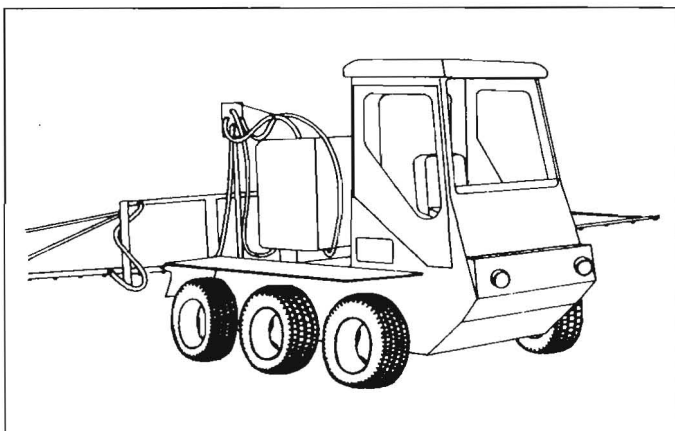
Die wahlweise Ausrüstung der Traktoren mit Radial- oder Diagonalreifen gehört in den Ländern Westeuropas und Nordamerikas sowie in der UdSSR ebenso wie die Montage von gleichgroßen Zwillingssreifen zu den Verwendungsvarianten. Die Zwillingssbereifung wird als Zusatzausrüstung oder bei Traktoren über 150 kW auch ständig montiert. Für weit größere Traktoren (386 bis 559 kW) werden Drillingsreifen und mehrachsige Fahrwerke eingesetzt.

Drei- und mehrachsige Traktoren zur Minderung des Bodendrucks existieren als Forschungsmuster und haben aufgrund hoher Investitionskosten nur eine geringe Verbreitung (Versatile Big Roy, Valmet 1502). Ketten-traktoren haben in der UdSSR und in der VR Bulgarien wegen der guten Zugkraftübertragung und der geringen Bodenverdichtung nie an Bedeutung verloren. International wird wachsendes Interesse an Ketten-traktoren festgestellt. Die Aktivitäten sind darauf gerichtet, herkömmliche Kettenfahrwerke zu verbessern oder neue Lösungen von Gleis-

Tafel 1  
Ausgewählte Fahrzeuge mit niedrigem Bodendruck (LGPV) für die Ausbringung von Pflanzenschutzmitteln und Dünger (nach [1])

Fahrwerksart Bezeichnung	Radformel u. a.	Bodendruck kPa	Nutzmasse	Antriebsleistung kW
<i>Dreiradfahrwerk</i>				
Big A2600		83	6 000 kg	149,5
Terra-Gator		103	6 000 kg	156,9
<i>Vierradfahrwerk</i>				
Agribuggy	4 × 4	24	600 l	42,0
Gentle Giant	4 × 4	48	3 000 l/ 4 000 kg	52,0
Highlite 480	4 × 4	35	2 000 l	48,0
Muli	4 × 4	35	700 l	33,5
Lightspray	4 × 4	23	600 l	39,5
Tramliner SP	4 × 4	28	2 500 l	
Turner Ranger	4 × 4	24		30,0
Chaviot	4 × 2	28	650 l	36,5
Unimog	4 × 4	35	3 000 l	61,0
<i>Mehrachswerke</i>				
Agilator	6 × 6	28	500 l	45,0
Honky	8 × 8	21	600 l	30,0
Octapus	8 × 8	28		
Privateer 1600 PL	8 × 8	24	700 kg	30,0
Westcraft	8 × 8	21	500 l	47,5
<i>Gleisfahrwerke</i>				
Fieldrunner	Laufrollen-Luftreifen, umrüstbar auf 8 × 8	17	1 500 kg	57,0
Gazelle	Pendelrollen gummi- gefedert	21	3 000 kg/ 1 500 l	79,0
Garron II	Laufrollen-Luftreifen, Nylon-Gummiband	13	500 l	44,0
Rolba SV252	Laufrollen-Luftreifen	8	1 500 kg	60,0

Bild 3  
Beispiel eines LGPV (Low Ground Pressure Vehicle) (6 × 6) „Agilator“ (Großbritannien)





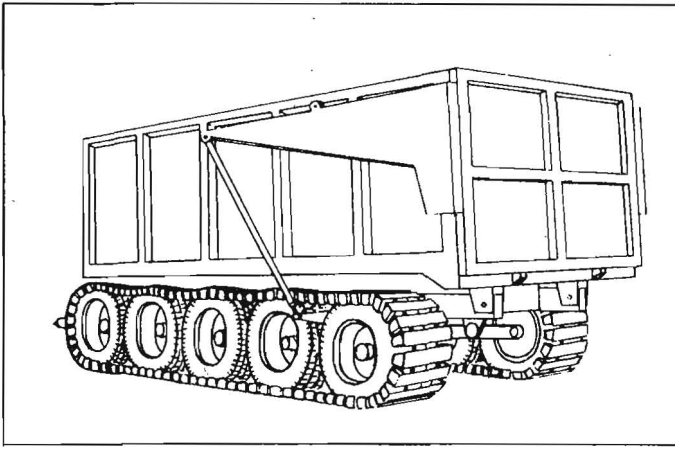


Bild 4. Beispiel eines Gleiskettenfahrwerks (Breite 700 mm) mit 5 Tandemachsen für landwirtschaftliche Anhänger

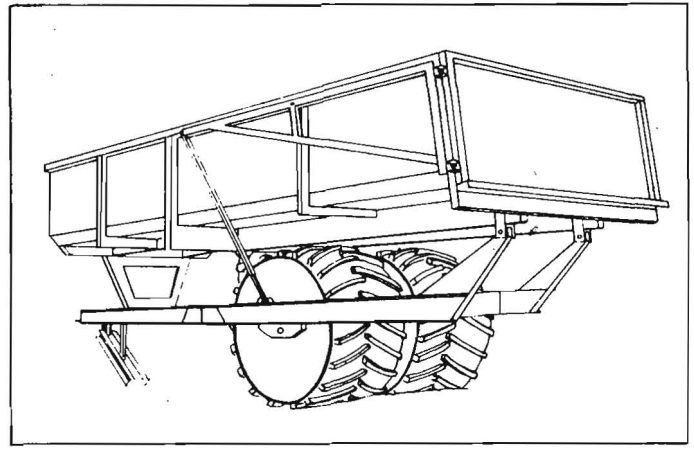


Bild 5. Beispiel eines Transportanhängers (Nutzmasse 6 t) mit 900 mm breiten Polyurethanrädern (Durchmesser 1050 mm)

fahrwerken, wie z. B. pneumatische Raupenfahrwerke (UdSSR) oder Gummigleisbänder (Frankreich), zu schaffen.

#### 4.2. Erntemaschinen

Die Veränderung serienmäßiger Fahrwerke der Erntemaschinen ist vorrangig auf die Gewährleistung der Einsatzsicherheit unter extrem ungünstigen Bedingungen für die Ernte von Reis, Schilfrohr und die Bewirtschaftung von Mooren und Auenwiesen gerichtet. Dazu werden seit mehreren Jahrzehnten Halb- und Vollketten-, Gleisbänder- und Spezialfahrwerke für Erntemaschinen (vor allem für Mähdröschler) hergestellt und eingesetzt. Ein Einsatz von Fahrwerken nur zur Sicherung geringer Bodenbelastungen in breitem Maß ist bei Erntemaschinen nicht bekannt.

#### 4.3. Fahrzeuge zum Ausbringen von Agrochemikalien

Fahrzeuge für die Ausbringung von Pflanzenschutzmitteln und Mineraldüngern werden zunehmend mit bodenschonenden Fahrwerken ausgerüstet. Diese Fahrwerke werden international in großer Vielfalt (umgerüstete Serienfahrzeuge und selbstfahrende Spezialmaschinen) eingesetzt.

In Großbritannien wird eine große Palette sog. Low Ground Pressure Vehicles (LGPV) Fahrzeuge mit geringem Bodendruck angeboten. Das sind PKW und leichte LKW (Toyota, Landrover, Unimog) oder leichte Traktoren (Holder, Ford), die mit Terrareifen und Gleisketten zu Ausbringefahrzeugen, vor allem zur Applikation von Pflanzenschutzmitteln und Mineraldüngern, umgerüstet werden (Bodendruck 25 bis 75 kPa).

Für das Ausbringen von Mineraldüngern werden auch Allrad-LKW mit Terrareifen zur Bodendruckminderung ausgerüstet und eingesetzt. Die bekanntesten und größten Fahrzeuge mit geringem Bodendruck sind die dreirädrigen Mineraldüngerstreuer und -sprüher Big A 2600 und Terra-Gator mit je 600 kg Nutzmasse. Dort wird ein Reifennendruck von 83 bzw. 103 kPa eingehalten. Konstruktionen mit 3 und 4 Achsen, deren Räder meist alle angetrieben werden, sichern bei Zuladungen von 500 bis 750 kg einen Bodendruck von 20 bis 28 kPa (Bild 3). Fahrzeuge mit Gleisfahrwerken ermöglichen bei relativ hoher Zuladung (bis 3 t) die weitestgehende Absenkung des Bodendrucks auf 8 bis 21 kPa (Tafel 1). Diese Fahrzeuge mit geringem Bodendruck werden nicht nur für die Applikation von Agrochemikalien, sondern z. T. auch für das Verrichten leichter Zugarbeiten eingesetzt.

#### 4.4. Fahrzeuge für den Transport von Massengütern

Beim Transport geernteter Massengüter von landwirtschaftlichen Nutzflächen waren bisher Entwicklungsrichtungen für bodenschonende Fahrwerke wenig ausgeprägt. Das Angebot großvolumiger Transportmittel mit gesteigerter Nutzmasse hält weiter an (z. B. satellastiger Traktorenkippanhänger über 20 t Nutzmasse bei max. 3 Achsen).

Bekannt sind Transportfahrzeuge zur Erschließung von unwegsamem, vor allem morastigem Gelände. Die hohe Einsatzsicherheit wird mit sehr aufwendigen Fahrwerkskonstruktionen, meist Gliederfahrzeuge und Gleisketten, erreicht.

In der Landwirtschaft sind gezogene Anhänger mit tandemartigen Gleiskettenfahrwerken seit Jahrzehnten zur Bewirtschaftung von Moorflächen bekannt, aber nicht breitenwirksam geworden.

In jüngerer Zeit wird auch die Ausrüstung von Transportfahrzeugen mit breiten Reifen vorgenommen.

In der UdSSR werden spezielle Breitreifen (Bogenreifen) mit einem Innendruck von 80 kPa bei 30 kN Radlast für das Ausbringen von mineralischem und organischem Dünger eingesetzt. In westeuropäischen Ländern werden zur Verminderung des Bodendrucks Gülle- und Stallungstreuer mit großvolumigen Reifen bestückt.

In Großbritannien wird empfohlen, Niederdruckreifen mit einem Innendruck von 150 kPa anstelle von Reifen mit einem Innendruck von 350 kPa an landwirtschaftlichen Transportfahrzeugen einzusetzen.

An Ladewagen sind teilweise Doppelbereifungen zu finden. Von den Herstellern in West- und Nordeuropa werden für Ladewagen vierspurige Fahrwerkskonstruktionen angeboten, die anstelle der herkömmlichen Achse und Räder 2 querpendelnde Radpaare aufweisen. Neuartig sind langgestreckte Gleiskettenfahrwerke (Bodendruck 14 kPa) und breite Polyurethanräder für landwirtschaftliche Anhänger (Bilder 4 und 5). Ideal zur Minderung der Bodenbelastung erscheint die Nutzung des Luftkisseneffekts. Bekannt sind mehrere Beispiele von Transportern mit Rad-Luftkissen-Kombination, bei denen die Luftkissenausrüstung mit gewöhnlichen Anhängern verbunden ist. Der größte Teil der Last wird über das Luftkissen abgestützt, und die Räder sichern die Führung auf dem Boden. Der konstruktive und energetische Aufwand sowie Erosionsprobleme fördern die breite Praxiswirksamkeit nicht.

#### 4.5. Sonstige Maschinen zur Bodenschonung

Neben der international in breitem Maß angewendeten Luftfahrttechnik für die Applikation von Agrochemikalien als Idealtechnik zur Bodenschonung wird immer wieder die Seilzugtechnik betrachtet. Mit ihr wird aber außer dem Pflügen und der Saatbettbereitung ein weiteres verfahrensbedingtes Befahren des Bodens (Applikation, Pflege, Ernte) nicht vermieden. Das ist mit ein Grund dafür, daß sich die Seilzugtechnik nicht breitenwirksam behauptet hat. Diese Nachteile zu beseitigen, wird an neuen Experimentierobjekten in der UdSSR und in den USA untersucht. Hier werden von frei beweglichen, wege- oder schienengebundenen portalkranähnlichen Brücken (bis 24 m Breite) oder Geräteträgern alle Arbeitsgänge von der Bodenbearbeitung bis zur Ernte durchgeführt. Die hohen Investitionen für die Brückentechnik erfordern jedoch zur Sicherung der Effektivität einen intensiven gärtnerischen Pflanzenbau.

#### 5. Zusammenfassung

International ist ein starkes Anwachsen von technischen Lösungen zur Minderung schädlicher Bodenbelastungen zu erkennen. Für das schonende Befahren des Bodens werden Konstruktionen verwendet, die seit Jahrzehnten bekannt und entsprechend den Fortschritten der Werkstoffentwicklung und Produktion modifiziert sind. Die technischen Maßnahmen zur Bodenschonung sind sehr vielfältig und werden entsprechend den Bedingungen und der Maschinenart eingesetzt. Am verbreitetsten sind nachrüstbare Fahrwerkelemente an vorhandenen Traktoren, die vorrangig bei der Saatbettbereitung und Aussaat eingesetzt werden. Spezielle Maschinen mit bodenschonenden Fahrwerken werden vor allem für die Ausbringung von Agrochemikalien geschaffen. Für den Transport sind ebenfalls zunehmend anwendungsbereite bodenschonende Fahrwerkelemente erkennbar, die aber in ihrer Wirkung begrenzt bleiben. Ihr Einsatz erfolgt vorrangig auf Grünland sowie zur Ausbringung von festem und flüssigem Dünger.

#### Literatur

- [1] Autorenkollektiv: Stand und Entwicklungstendenzen bodenschonender Fahrwerke. Institut für Energie- und Transportforschung Meißen/Rostock, Arbeitsbericht 1985 (unveröffentlicht).