

# FORSTTECHNISCHE INFORMATIONEN

Mitteilungsblatt des

„KURATORIUM FÜR WALDARBEIT UND FORSTTECHNIK“

1 Y 6050 EX

33. Jahrgang

Nr. 3

März 1981

## Streifenweise Bodenbearbeitung mit dem neuentwickelten dänischen Loft-Kulturpflug

– Einsatzerfahrungen, Leistungen und Kosten –

W. Denninger

Maschinelle Bodenbearbeitung kann nach dem jeweiligen Mechanisierungsstand flächenweise nach vorheriger Schlagabraum- und Stockbeseitigung (Rome-, Vollumbruchverfahren), plätzeweise mit Blockzahngrubbern (Bräcke, Leno, SFI, Kulla) oder streifenweise auf voll- oder teilgeräumten Flächen durchgeführt werden.

Die streifenweise Bodenbearbeitung, bekannt durch die finnischen Scheibeneggenentwicklungen — TTS 25, 35, 35 H, 35 HJ — die sich zur Förderung der Naturverjüngung (JUNGBLUTH 1974, RÖHRIG 1975) und zur manuellen, streifenweisen Begründung von Fichte, Kiefer, Douglasie und Eiche (STREHLKE 1976, DENNINGER 1978) bewährt haben, benötigen als Zugeinheit Forstspeziialschlepper oder Forwarder ab 80 kW Motorleistung und zur wirtschaftlichen Auslastung jährliche Bearbeitungsflächen von 100 ha aufwärts.

Für die Einbindung landwirtschaftlicher Schlepper fehlten, sieht man von den im norddeutschen Raum vereinzelt eingesetzten Waldstreifenpflügen (z. B. Waldfürst) und das plätzeweise arbeitende Kullagerät ab, für die Buchennaturverjüngung geeignete, investitionskostenfreundliche Lösungen. Der vom dänischen Skovteknisk-Institut, Kopenhagen, in Verbindung mit der Firma Loft, Grindsted, entwickelte und von 1978–1980 in Dänemark erprobte Loft-Kulturpflug schien nach ersten Informationen geeignet zu sein, diese Lücke zu schließen. So waren vor allem die dänischen Arbeitsergebnisse nach ersten Einsätzen so ermutigend, daß dieses Gerät auch vom KWF in enger Zusammenarbeit mit der Firma Loft und dem Skovteknisk-Institut im schleswig-holsteinischen Forstamt Barlohe unter differenzierten Bestandes-, Boden- und Geländebedingungen zur Ermittlung seiner Eignung für deutsche Verhältnisse erprobt wurde.

### Technische Beschreibung

Der dänische Loft-Kulturpflug besteht aus folgenden Teilen:

- > Dreipunkt-Anbaubock mit zwei Anschlußmöglichkeiten der Kategorie II und III.

- > Zwei voneinander unabhängig arbeitende, pendelnd angelegte Scheibenträger aus Vierkantprofilstahl, bestückt mit je einer, vertikal und horizontal verstellbaren Langzahn- oder Kurzzahnscheibe ( $\phi$  850 mm).

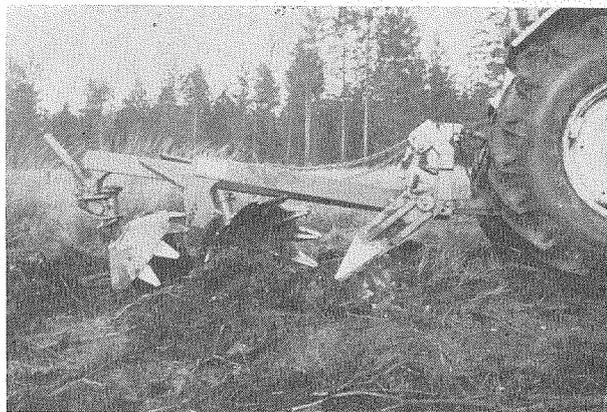


Abb. 1: Loft-Kulturpflug für Dreipunktbau mit zwei unabhängig arbeitenden Scheibenaggregaten und vorgeschaltetem Messersech.

- > Einem Feder-, Kettenmechanismus gegen Überbelastungen in Zugrichtung mit Veränderung der Scheibenstellung in horizontaler Richtung.
- > Einem hydraulisch betätigten, über Druckspeicher abgedruckten Messervorschneider.
- > Einem doppelt wirkenden, hydraulischen Oberlenker für die optimale Anpassung des Gerätes an Geländeunebenheiten.

### Abmessungen und Maße

Länge:	2710 mm	Höhe:	1410 mm
Breite:	1050 – 1460 mm	Masse:	850 kg

### INHALT:

DENNINGER, W.:

Streifenweise Bodenbearbeitung mit dem neuentwickelten dänischen Loft-Kulturpflug – Einsatzerfahrungen, Leistungen und Kosten

KRAFT, G.:

Biozide im Forstbetrieb

DENNINGER, W.:

Forstschlepper mit automatischen Vorderachs-Sperrdifferentialen – Systeme, Funktion und Eignung für die forstliche Praxis

REHSCHUH, D.:

Mußte das sein?

### Technische Beurteilung

- > Technisch ausgereifte Grundkonzeption mit einer stabilen Schweißrahmenkonstruktion.
- > Doppelte Anschlußmöglichkeiten für das Dreipunktgestänge.
- > Unabhängig arbeitende Scheibenaggregate.
- > Leichte Verstellbarkeit des Scheibenangriffswinkels in horizontaler und vertikaler Richtung.
- > Die seitlichen Druckkräfte der Scheiben werden durch die V-förmige Anordnung der Doppelscheibenaggregate weitgehend aufgehoben.



Abb. 2: V-förmige Anordnung der Scheiben erhöht die Räumintensität auch in teilgeräumten, grasbewachsenen Flächen

- > Einfach in Handhabung, Wartung, Pflege und Reparatur.

Als mehr oder weniger wichtige verbesserungswürdige Punkte wären für deutsche Verhältnisse anzumerken:

- > Die nach rechts versetzte Anordnung der Scheibenträger trägt mit zur Erhöhung der seitlichen Kräfte auf den Schlepper bei; sie ermöglicht aber die Anlage von Pflanzstreifen unmittelbar an der Schlepperaußenkante.
- > Der Vorschneidmechanismus als Messersech ist für stärkere Gras- und Schlagabraumdecken weniger gut geeignet.
- > Die optimale Abstimmung zwischen der maximal zulässigen Spannkraft des Feder-, Kettenmechanismus würde zweifelsfrei zur exakteren Räumung der Streifen in stark vergrasteten (z. B. Molinia) Flächen beitragen.
- > Die unterschiedlichen Gewichte der Scheibenträger, bedingt durch deren unterschiedliche Längen.
- > Die nicht unerhebliche Länge des Gerätes in Verbindung mit dem Zugschlepper beeinträchtigt das Wenden unter bebengten Verhältnissen (Voranbauflächen).

Die verbesserungswürdigen technischen Punkte wurden bzw. werden von der Firma Loft bei der neuen Gerätekonzeption verwirklicht.

Im bedingt durchführbaren, technologischen Vergleich mit den in der Bundesrepublik bekannten TTS-Scheibenpflügen treten folgende, abweichende, den Einsatz dieses Gerätes beeinflussende Eigenschaften hervor (Tab. 1):

Tabelle 1: Vergleich des Loft-Kulturpfluges mit den TTS-Scheibenpflügen, dem Nagel-Streifenpflug und dem Kulla-Blockzahngrubber

Typ	Loft	TTS 25	TTS 35	TTS 35 H	Nagel Waldfürst	Kulla-Blockzahngrubber
Bauweise	Anbau	Anhänge	Anhänge	Aufbau	Anbau	Anbau
Masse in kg	850	1250	1750	3000	590	300
Zusatzgewicht in kg	—	1250	1750	3000	—	—
Größe der Scheibe in mm	850	820	880	900	—	4 Reihen Blockzähne
Scheibenangriffswinkel in Grad	30—75	40—60	40—60	30—75	—	—
Streifenabstand in m	ab 1500	2000 (2400)	2000 (2400)	1500	1500	500, 1500, 2000 o. 3000 in den Reihen
max. Räumbreite in mm	500	400	500	550	800	460
Antriebsfahrzeug (mind. kW)	50	70	80	85	40	30
Preis o. MwSt. (Stand Januar 1981)	14.000,—	28.227,—	32.465,—	50.000,—	8.240,—	5.600,—

1. Dreipunkt-Anbaugerät für landwirtschaftliche Schlepper mit bestimmten Eigenschaften.
2. Einreihige Version mit 2 Scheiben; damit ergibt sich keine Begrenzung bei der Herstellung von Pflanzstreifen unter 2 und über 2,40 m.
3. Geringere Gerätebreite und Gewicht.

### Einsatzverfahren

#### Einsatzbedingungen

Der auf eine Woche beschränkte Versuchseinsatz im Schleswig-Holsteinischen Forstamt Barlohe erfolgte unter unterschiedlichen standörtlichen Bedingungen, wie Flächengröße, Räumintensität des Schlagabraumes, Bewuchs und Hindernisse (Tab. 2).

#### Einsatzgrenzen

Allgemein sind für einen optimalen Einsatz schlepperbefahrbarer Standorte mit folgenden vom Gelände, Boden und Bewuchs einschränkenden Gegebenheiten erforderlich:

- > Geländesteigungen unter 15 %, Querneigung unter 10 %;
- > keine oder geringe Anteile von Windwurfstellern und Überständern, sowie Altstämme über 30 cm Höhe; sie beeinträchtigen die Einhaltung der Soll-Pflanzreihenabstände

Tabelle 2: Flächen- und Bestandesdaten

Einsatzorte	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	P <sub>4</sub>	P <sub>5</sub>
Flächengröße in ha	3,0	0,8	1,2	1,5	0,2
Bodenart	anlehmige bzw. leicht podsolige Sande				
Schlagabraumintensität	unge-räumt	teil-geräumt	teil-geräumt	teil-geräumt	geräumt
Bodendecken	gering	gering	stark (Molinia)	gering	stark (Molinia)
Stückzahl/ha	420	550	360	340	
mittl. Stockhöhe in cm	35	24	15	22	
Gelände-neigung in %	eben	eben	5	3	3
Gelände-hindernisse	ver-einzelte Windwurfstellern	—	Ra-batten, Über-stand	—	Ra-batten

und verursachen nicht unerhebliche ablaufbedingte Unterbrechungen bzw. Manövrierzeiten (im Mittel 0,4 Min./Hindernis);

- > schwere bindige Bodensubstrate erschweren bei der vergleichsweise geringen Scheibenbelastung von 300 kg (Tabelle 1) das Eindringvermögen; dies gilt ebenfalls für un- bzw. schwachgeräumte Schlagflächen und stärkere Grasflächen.

### Arbeitsqualität

Die Beurteilung der Arbeitsqualität von Bodenbearbeitungsgeräten für nachfolgende Begründungsmaßnahmen (Pflanzung, Naturverjüngung) wird von folgenden Faktoren bestimmt:

- > Freiräumen des Oberbodens von hindernden Humus-, Schlagabraum-, Gras- und Krautdecken. Als Kriterium wurde die in Skandinavien übliche minimale Räumfläche von 0,04 m<sup>2</sup>/Pflanze zugrundegelegt.
- > Bearbeitungs- und Übererdungseffekt in % der Gesamtfläche in Abhängigkeit vom jeweiligen Reihenabstand.
- > Einhaltung der Arbeitstiefe und Arbeitsbreite unter unterschiedlichen standörtlichen Gegebenheiten.
- > Intensität der Durchmischung von Mineralboden und Rohhumusauflagen.

Tabelle 3: Beurteilung der Arbeitsqualität

Einsatzorte	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	P <sub>4</sub>	P <sub>5</sub>
Anzahl der Arbeitsgänge	1	1	2	1	1
Schlagabraum	unge-räumt	teil-geräumt	teil-geräumt	teil-geräumt	geräumt
Bodendecken	—	—	Molinia (stark)	—	Molinia (stark)
mittl. Arbeitstiefe (cm)	4—10 6	2—14 6	2—18 8	3—12 7	4—13 6
mittl. Räumbreite (cm)	28	41	18 <sup>1)</sup> 35 <sup>2)</sup>	40	27
Räumfläche/Pflanze <sup>3)</sup> (m <sup>2</sup> )	0,28	0,41	0,35	0,40	0,27
Räum- und Übererdung in % der Gesamtfläche	19,1	25,2	21,6	24,4	14,2

1) ein Arbeitsgang, 2) zwei Arbeitsgänge, 3) Pflanzverband 2,5 × 1 m



Abb. 3: Räum- und Bearbeitungsqualität schafft günstige Voraussetzungen nicht nur für Reihenbegründungen, sondern auch für Bu-Naturverjüngungen.

Nach Auswertung der Arbeitsergebnisse in den einzelnen Einsatzorten (Tabelle 3) und unter Einbindung der Literaturhinweise ergibt sich in einer vergleichenden Betrachtung mit den in Aufbau- (Kulla, Nagel) und in Arbeitsweise (TTS) ähnlichen Forststreifenpflügen folgendes Bild:

1. Relativ geringe Belastung der einzelnen Scheiben im Vergleich zu den TTS-Geräten bei annähernd gleicher Scheibengröße und Scheiben-Angriffswinkel-Anordnung. Dies führt zwangsläufig zu einem geringeren Durchdringungsvermögen von Bodenauflagen (Schlagabraum, Gras, Kraut, Steine). Die Arbeitsergebnisse von P<sub>1</sub> (ungeräumte Flächen), P<sub>3</sub> und P<sub>5</sub> (stark mit Molinia vergraste Flächen) zeigten dies sehr deutlich auf (Tabelle 3). So erfordern stark vergraste Flächen stets eine doppelte Bearbeitung.
2. Die Bearbeitungsintensität bzw. die pro Einzelpflanze zur Verfügung stehende, bearbeitete Bodenfläche ist durch die Bestückung des Gerätes mit 2 Scheiben pro Reihe und der

kontinuierlichen Arbeitsweise im Vergleich mit dem Kulla-Anbaublockzahngrubber nach dänischen Untersuchungen größer (Kulla 6–15 %, Loft 14–28 % der Gesamtfläche) bzw. gleich den der TTS-Geräte unter leichten Einsatzbedingungen.

3. Eine große Anzahl von Windwurfteflern, Überständen und Altstöcken über 25 cm (Überschreiftfähigkeit der Schlepper) beeinträchtigen die Einhaltung der Soll-Reihenpflanzabstände und erhöhen die ablaufbedingten Unterbrechungen.
4. Unterschiedliche Reihenabstände können bei der einreihigen Konzeption des Loft-Kulturpfluges in Verbindung mit den relativ schmalen landwirtschaftlichen Schleppern (Spurbreite 1,60–1,80 m) ab 1,5 m aufwärts angelegt werden, aber auch die Anlage von Fichte-, Douglasie-Pflanzstreifen von 2,5 und 3 m.
5. In Voranbauflächen gibt es durch die geringere Breite des Zugfahrzeuges und das relativ schmale Gerät weniger Probleme bei der Anlage von Pflanzstreifen.

### Zugfahrzeug

Die konstruktive Gestaltung (Bauweise, Abmessungen, Gewicht, Funktion) bestimmen in Verbindung mit den stark schwankenden forstlichen Einsatzverhältnissen (Gelände, Boden, Bewuchs, Witterung) die Eigenschaften des Zugfahrzeuges.

- > Landwirtschaftliche Allradschlepper ab 50 kW Motorleistung mit einem kräftigen Dreipunkt-Anbaugestänge, einer ausreichenden Aushubhöhe und Hubkräften von mindestens 3000 daN.
- > Günstige Gewichtsrelation von Vorderachse zur Hinterachse von ca. 50 : 50; auch erreichbar durch Beschwerung mittels Frontgewichten etc.
- > Zwei bzw. drei Ölzapfstellen für den hydraulischen Vorschneider und Oberlenker.
- > Bodenfreiheit von mindestens 350 mm.

### Einsatzbereiche

Unter Beachtung der genannten Einsatzgrenzen kann der Einsatzbereich des Loft-Kulturpfluges wie folgt abgegrenzt werden:

1. Streifenweise Bodenbearbeitung in Endnutzungs- und Voranbauflächen in Abständen von 1,50 m aufwärts zur Begründung von Kiefer-, Eiche-, Fichte- und Douglasienkulturen unter einfachen bis mittelschweren Standortverhältnissen. Das sind vollgeräumte bzw. teilgeräumte Schlagflächen mit geringen Anteilen von Bearbeitungshindernissen.
2. Bodenverwundung in nicht bzw. wenig vergrastem Buchenendnutzungsbeständen zur Förderung der Naturverjüngung. Der einreihige Loft-Kulturpflug ergibt in Verbindung mit der relativ geringen Breite des landwirtschaftlichen Zugfahrzeuges von 1,60–1,80 m eine schmale, wendige, aber nicht ganz so geländegängige Kombination wie die der TTS-Streifenpflüge mit den Forstspezialschleppern ab 75 kW. Die erzielte Qualität der Bodenverwundung für die Naturverjüngung dürfte durch die annähernd gleiche Intensität des Freilegens des Oberbodens und der Aufrauhung der Bodensole als geeignet zu beurteilen sein. Dies gilt jedoch nur für leichtere, wenig vergraste und auflagenarme Bodenstandorte.
3. Die Anlage von Pflanzdämmen, wie sie mit dem Dämm-Romepflug oder der TTS-35 HJ auf nassen oder zur Ver-nässung neigenden Standorten möglich ist, scheidet durch das geringe Gewicht des Gerätes aus.

## Leistungen und Kosten

### Leistungen

Die Arbeitsleistung des Loft-Kulturpfluges wird im wesentlichen von der Eignung des Trägerfahrzeuges, der im Gelände erzielbaren Arbeitsgeschwindigkeit, Flächengröße und -form (lange Fahrstrecken leistungsfördernd) und dem gewählten Streifenabstand bzw. der notwendigen Bearbeitungsintensität bei Naturverjüngungen bestimmt. Nach dänischen Angaben (SKOVTEKNISK 1980) schwankt die Leistung je nach Standortgegebenheiten zwischen 1600 und 3000 lfd. m/MAS bzw. 2-4 MAS/ha. Im Versuchseinsatz wurden auf den einzelnen Flächen (Tabelle 2) folgende Arbeitsleistungen erzielt:

Tabelle 4: Arbeitsergebnisse mit den wichtigsten, beeinflussenden Größen

Einsatzorte	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	P <sub>4</sub>	P <sub>5</sub>
Flächengröße in ha	3,0	0,8	1,2	1,5	0,2
Reihenlänge in m	85—120	10—80	90—180	40—150	45—80
Reihenabstand in m	100	45	120	80	60
Hindernisse	2,10	2,40	2,35	2,40	2,20
	ver-einzelt	—	Unter-stand,	—	Rabatten,
	Wind-wurfteller		Rabatten		Unter-stand
m / MAS	1850	2410	1970	2140	1910
ha / MAS	0,39	0,59	0,46	0,51	0,32
ha / GAZ einschließlich Umsetzen etc.	0,21	0,28	0,23	0,31	0,18

Als Faustzahlen können für die reihenweise Begründung folgende Leistungswerte bei einer mittleren Arbeitsgeschwindigkeit von 3 km/h unterstellt werden:

- 0,15 — 0,25 ha/MAS für 1,5 — 2,0 m Reihenabstand,
- 0,20 — 0,35 ha/MAS für 2,5 m Reihenabstand,
- 0,30 — 0,45 ha/MAS für 3 m Reihenabstand.

Werden die bei einem überregionalen Einsatz auftretenden Umsetzzeiten von ca. 20-35% einbezogen, so liegen die mittleren Leistungen bei 0,15-0,40 ha/MAS.

### Kosten

Nach Herstellerangaben (Dezember 1980) kostet der Loft-Kulturpflug mit Vorschneider 14.000 DM ohne Mehrwertsteuer. Er liegt damit in den Investitionskosten zu den TTS-Geräten niedriger, jedoch zu den Anbaugeräten Nagel und Kulla höher (Tabelle 1).

#### Kalkulationsdaten:

A	= 15.820,— DM m. MwSt.
AfA	= 8 Jahre
H	= 4000 MAS
J	= 500 MAS
c	= 6% von A/2
r + w	= 0,8
Maschinenführerlohn einschl. LNK	= 25,— DM/Std.

#### Gerätekosten in DM/MAS:

AfA	= 3,96 DM
Verzinsung	= 0,95 DM
r + w	= 3,17 DM
	<u>8,08 DM</u>
	≈ 8,10 DM

#### Kosten der Systemmaschinenarbeitsstunde:

Loft-Kulturpflug	8,10 DM
60 kW-Allradschlepper	30,— DM
Maschinenführer	25,— DM
	<u>63,10 DM</u>

### Kosten pro Flächeneinheit

Unter Einbeziehung der im Versuchseinsatz erzielten Arbeitsleistungen (Tabelle 4) sind bei der streifenweisen Bodenbearbeitung folgende Kosten zu erwarten:

Reihenabstand in m	mittl. Leistung in ha/MAS	DM/ha
1,5	0,20	316,—
2,0	0,25	252,—
2,5	0,30	209,—
3,0	0,35	181,—

Ein Kostenvergleich mit den für schwierige Einsatzverhältnisse besser geeigneten, ähnlich konstruierten Scheibeneggenentwicklungen TTS 25, 35 ist nur für einfachere Boden- und Geländebedingungen, wo eine ähnliche Arbeitsqualität erzielt wird, möglich. Die Einbindung kostengünstiger landwirtschaftlicher Schlepper und die vergleichsweise geringen Gerätekosten des Loft-Kulturpfluges ergeben in Verbindung mit relativ guten Arbeitsleistungen auch insgesamt günstige Bearbeitungskosten je Flächeneinheit.

### Zusammenfassung

Der einreihige dänische Anbauscheibenpflug „Loft“ wurde als Doppelscheibenaggregat speziell für die streifenweise Bodenbearbeitung manuell zu begründender Nadelholzkulturen ab 1,5 m Reihenabstand entwickelt. Er ist aber auch zur Bodenverwundung in Buchennaturverjüngungsbeständen einsetzbar. Seine Verwendung ist im wesentlichen auf ebene bis mäßig geneigte Geländelagen mit leichten, wenig zur Vergrasung neigenden Bodensubstraten und fehlenden bzw. geringmächtigen Schlagabraumdecken zu beschränken. Dies wird zum einen bedingt durch die geringere Geländegängigkeit (Bodenfreiheit, Vorderachsbelastung) der landwirtschaftlichen Allradschlepper ab 50 kW und zum anderen durch das vergleichsweise geringe Belastungsgewicht der Scheiben, die das Eindringvermögen in den Oberboden begrenzen. Hervorzuhebende Eigenschaften sind die Verwendung von landwirtschaftlichen Schleppern, anstelle von Forstspeziialschleppern, die relativ günstigen Investitions- und Bearbeitungskosten, die einfache Handhabung, Wartung und Pflege, sowie die relativ gute Arbeitsqualität. Diese Konzeption ergänzt die für schwierige Einsatzverhältnisse bewährten TTS-Scheibenentwicklungen für einfachere Einsatzverhältnisse und bietet damit eine echte Alternative zu den Anbau-Blockzahngrubbern (Kulla) und Anbaustreifenpflügen (Nagel).

### Literatur

- JUNGBLUTH, H. J., 1974: Der Einsatz der finnischen Forsteggen TTS 25 UND TTS 35 zur Förderung der Buchennaturverjüngung bei der Mast 1974 Forst- und Holzwirt 31, H. 5, S. 277
- DENNINGER, W., 1978: Einsatzerfahrungen mit der neuentwickelten finnischen TTS-35 HJ-Tellerfräse FTI 32, Nr. 6/7, S. 54—56
- FASE, A., 1980: Maskinel jordbearbejdning indenfor smaskovbruget Interner Bericht des Skovteknisk-Institut
- RÖHRIG, E., 1975: Die Förderung der Buchennaturverjüngung durch Bodenbearbeitung Aus dem Walde, Heft 24, S. 277
- STREHLKE, B., Erfolgreicher Einsatz finn. Forststreifenpflüge in Norddeutschland Forstarchiv 47, Nr. 8, S. 174—176

Anschrift des Autors:  
Dipl. Fw. W. Denninger  
Harzstraße 12  
3401 Ebergötzen 2

## Biozide im Forstbetrieb

### G. Kraft

Die Anwendung chemischer Mittel im Forstbetrieb oder kurz der Biozid-Einsatz genannt, bringt für alle Beteiligten wachsende Schwierigkeiten und sehr oft Gewissenskonflikte.

Die genaue Kenntnis der Sicherheitsmaßnahmen beim Umgang mit Bioziden muß daher jedem Beteiligten voll bekannt sein und muß auch voll beachtet werden.

Zur Einstimmung auf das Thema vorweg einige der gebräuchlichsten Mittel aus unserem forstlichen „Giftschrank“. Die Palette wird laufend größer und immer verwirrender.

1. Fungizide: Mittel gegen Pilzkrankheiten  
Einsatzumfang ca. 10% der Pestizide, gegen Mehltau, Rostpilz, Schütte, Auflauf- und Blattkrankheiten, z. B. Dithane, Netzschwefel, Alean ohne Giftklasse, Pyrazophos = Giftklasse 3
2. Herbizide: Mittel gegen Gräser und Unkräuter  
Einsatz ca. 30% der Pestizide, z. B. Simazin, Dowpon, Tormona, Casaron, Prefix etc. ohne Giftklasse. Gramoxone = Giftklasse 2
3. Arborizide: Mittel für die Jungbestandspflege  
z. B. Tormona, Silvisar, Diquat ohne Giftklasse
4. Insektizide: Mittel gegen Insekten  
Einsatzumfang ca. 50% der Pestizide, z. B. E 605 forte = Giftklasse 1, Top-Schering = Giftklasse 2, Gesarol, Nexit = Giftklasse 3, Hortex = ohne Giftklasse
5. Nematizide: Mittel gegen Nematoden  
z. B. Basiment, Nexit = Giftklasse 3, Trapex, Di-Trapex = Giftklasse 3
6. Rodentizide: Mittel gegen Nagetiere  
z. B. Toxaphen = Giftklasse 2, Arrex = ohne Giftklasse
7. Wildizide: Mittel gegen Wildschäden  
z. B. Baumteer, HaTe-Mittel, Fegol, FCH, Arbinol, Cervacol, Dendrocol, sämtliche Mittel ohne Giftklasse
8. Holzzizide: Mittel gegen Holzschäden, gegen Fäulnis, Feuer, Witterung  
z. B. Basilit, Xylamon, Bondex, Giftklasse 2 + 3.

Der Katalog ist umfangreich, obwohl nur ein kleiner Teil der vorhandenen Mittel aufgeführt wurde. Ich bin auch sicher, viele Forstleute sind der Ansicht: Mich interessiert das alles nicht, bei mir wird keine Chemie angewandt. Das ist sicher auch ein Standpunkt.

Ich persönlich vertrete die Ansicht und der überwiegende Teil der Forstleute ist mit mir einig: Der Forstbetrieb kann es sich aus betriebswirtschaftlichen Gründen garnicht leisten, auf chemische Mittel zu verzichten. Es bleibt aber die Verpflichtung, solche waldbaulichen Maßnahmen zu erarbeiten, die den chemischen Einsatz auf das unbedingt Notwendige beschränken. Jeder Einsatz mit Chemie ist ein Eingriff in die Lebensgemeinschaft Wald und die Wirkungen und Nebenwirkungen sind immer nur bis zu einem gewissen Grad feststellbar. Die damit verbundenen Risiken müssen auf ein Mindestmaß reduziert werden durch die Anwendung selektiv und schonlich wirkender chemischer Mittel. Die Konsequenz aus dieser Befürwortung der Chemie im Wald liegt somit klar auf der Hand:

1. Intensive Forschung der Industrie. (Die Mittel müssen laufend verbessert werden.)
2. Laufende Erprobung durch die FVA in Verbindung mit der Biologischen Bundesanstalt (BBA) und forstlichen Stützpunkten.
3. Intensive Aus- und Fortbildung an Bioziden. (Ein Fortbildungstag für Forstwirte mit diesem Thema wäre angebracht.)
4. Richtige Ausstattung: Schutzkleidung, Geräte, Gifträume.

Die Risiken für einen Chemie-Einsatz sind nicht immer unerheblich:

1. Denken Sie an die Gefahr für die Natur: Bienen, Vögel, Fische, Tiere, Grundwasser.
2. Denken Sie an die Gefahr für die Nachbargrundstücke: Weinbaugebiete, Nachbarkulturen etc.

3. Denken Sie an die Gefahr für den Menschen: Für völlig Unbeteiligte wie Spaziergänger, Beerensammler, Pilzsammler. Und für uns die wichtigsten Leute: der Personenkreis, der die Wirkstoffe ausbringt.

Aber nun zu den Sicherheitsmaßnahmen beim Ausbringen von chemischen Wirkstoffen. Zuerst die gesetzlichen Grundlagen, die aus der Sicht der Landesforstverwaltung von Baden-Württemberg zu beachten sind:

#### Gesetzliche Bestimmungen und Richtlinien

Giftverordnung vom 28.03.57 mit Änderungs- und Ergänzungsrichtlinien

Gesetzblatt f. Baden-Württ. Nr. 7/57

Verordnung über gefährliche Arbeitsstoffe vom 17.09.71

BGBI I Seite 1609

Abfallbeseitigungsgesetz vom 11.01.77

BGBI I Seite 41

Abfallgesetz vom 01.12.75 f. Baden-Württ. (LAbfG)

Gesetzblatt f. Baden-Württ. Nr. 24/75

Wasserhaushaltsgesetz vom 30.04.76 (WHG)

BGBI I Seite 1109

Neufassung des Pflanzenschutzgesetzes vom 02.10.75

BGBI I Seite 2591

#### Unfallverhütungsvorschriften

Allgemeine Vorschriften

GUV Nr. 0.1

Forsten und Baumpflanzungen

GUV Nr. 1.13

Gartenanlagen

GUV Nr. 1.11

Auf die vergleichbaren Vorschriften der landwirtschaftlichen Berufsgenossenschaften sei verwiesen.

#### Merkblätter

Vorsichtsmaßnahmen beim Umgang mit Pflanzenschutzmitteln

Biolog. Bundesanstalt Nr. 18/1

Nebenwirkungen der im Forst eingesetzten Pflanzenschutzmittel

GUV Nr. 51.13

Atemschutz

GUV Nr. 20.14

Richtlinien zur Bekämpfung von Borkenkäfern der Nadelbaumarten

FVA Nr. 1 (2. Auflage)

Richtlinien zur Bekämpfung der Nutzholzschildlinge an Laubholz

FVA Nr. 12

Anwendung von Herbiziden im Wald

FVA Nr. 2

Mäuse im Forst

FVA Nr. 9

#### Giftklassen

Aus all diesen Gesetzen vielleicht nur ein paar interessante Punkte:

1. Was bedeutet „giftig“ im Sinne des Gesetzes?  
Giftig sind Stoffe und Zubereitungen, die nach Einatmen, Verschlucken oder Aufnahme durch die Haut Gesundheitsschäden erheblichen Ausmaßes oder den Tod verursachen können.
2. Was bedeutet „gesundheitsschädlich“?  
Gesundheitsschädlich sind Stoffe und Zubereitungen, die nach Einatmen, Verschlucken oder Aufnahme durch die Haut Gesundheitsschäden geringen Ausmaßes verursachen können.

3. Die Gefahrensymbole  
Sämtliche Pflanzenschutzmittel müssen ihre Giftigkeit deutlich sichtbar erkennen lassen. Das Gesetz unterscheidet 4 Giftsymbole: Giftig — ätzend — gesundheitsschädlich — reizend (s. FTI 1/81 S.6).
4. Gefährliche Giftstoffe müssen klares Wasser beim Mischen immer deutlich anfärben.
5. Gefährliche Giftstoffe müssen einen abschreckenden Geruch und Geschmack haben.
6. Beim Umgang mit sehr giftigen Stoffen darf nicht mehr als 8 Std. täglich bzw. 40 Std. wöchentlich gearbeitet werden.

#### Allgemeine Vorsichtsmaßnahmen

Aber nun zu den allgemeinen Vorsichtsmaßnahmen für die Anwendung aller Pflanzenschutz- und Schädlingsbekämpfungsmittel, einschließlich solcher, die gemeinhin als harmlos gelten. Selbstverständlich gelten darüber hinaus die Gebrauchsanweisungen, Warnungen und sonstigen Vorschriften, die vom Hersteller aufgedruckt sind. Vor jedem Chemie-Einsatz sollte sich jeder zuerst überlegen, ob er notwendig ist und welches die ungefährlichste Anwendungsart ist.

Hier gilt allgemein:

- Streuen ist besser als Spritzen
- Spritzen ist besser als Sprühen
- Sprühen ist besser als Stäuben.

Allgemeine Regeln:

1. Pflanzenschutzmittel nach Möglichkeit nur in solchen Mengen kaufen, die auf einmal verbraucht werden können. Packungsgröße richtig wählen! Angebrochene Packungen stellen eine besondere Gefahrenquelle dar und erfordern eine besonders sorgfältige Lagerung.
2. Pflanzenschutzmittel stets unter Verschluss aufbewahren und nicht in die Hände von Kindern gelangen lassen.
3. Behälter dicht verschlossen halten und an einem kühlen, gut belüfteten Ort aufbewahren; möglichst weit entfernt von Wohnplätzen und Lagerräumen für Lebensmittel und Futtermittel.  
Nur amtlich geprüfte Mittel kaufen.  
Eine vorschriftsmäßige Giftkammer ist gesetzlich vorgeschrieben. Ich sehe es als Idealfall an, wenn in jedem Forstamt nur eine vorschriftsmäßige Giftkammer ist. Sie bringt große Vorteile:
  - > Der einzelne Revierleiter muß nicht die Verantwortung tragen.
  - > In einer schlechten Reviergiftkammer, wenn diese gar noch in einer Hütte liegt, „verludern“ jährlich größere Mengen Gift.
  - > Der Giftvorrat ist überschaubar. Unnötige Vorräte können schneller abgebaut werden. Eine Kostenersparnis dürfte sicher sein.
4. Arbeiten mit Pflanzenschutzmitteln nur zuverlässigen, gesunden Menschen übertragen. Diese sind über die Gefahren und Vorsichtsmaßnahmen zu unterrichten. Schwangere Frauen, stillende Mütter, kranke und gebrechliche alte Menschen, Personen mit spezifischen Allergien dürfen nicht mit diesen Arbeiten beauftragt werden.  
Vor jedem Chemie-Einsatz müssen die Arbeitskräfte eingehend über die Herstellung und Ausbringung der Giftbrühe unterrichtet werden. Denn auch harmlose Mittel können bei zu hoher Konzentration gefährlich werden.  
Jugendliche unter 18 Jahren dürfen nicht zum Einsatz von giftigen Stoffen herangezogen werden.
5. Spritzbrühen und Köder nach Möglichkeit im Freien ansetzen, keinesfalls in bewohnten Räumen, in Küchen, Ställen oder Lagerräumen für Lebens- und Futtermittel. Die Pflanzenschutzmittelbehälter sorgfältig entleeren und nach Ansetzen der Spritzbrühe nachspülen.

6. Beim Herstellen von Spritzbrühe, Ködern usw. keine Küchen- oder Eßgeräte, Futterkübel, Waschgefäße usw. verwenden, sondern nur für diesen Zweck bestimmte Behälter. Beschmutzte Gegenstände sofort nach Gebrauch gründlich mit Wasser reinigen.
7. Die angesetzte Spritzbrühe, die fertigen Köder usw. nicht unbeaufsichtigt stehen lassen. (Gefahr für Kinder und Nutztiere).
8. Vor, während und unmittelbar nach der Arbeit keinen Alkohol trinken. Alkohol verstärkt die Giftwirkung. Vor dem Essen, Trinken, Rauchen: Hände, Lippen und Mund mit klarem Wasser reinigen. Wasser, Seife und Handtuch sollte beim Gifteinsatz dabei sein.
9. Einatmen von Staub, Spritzwolken, Dämpfen oder Gasen vermeiden. Das bedeutet: nicht gegen den Wind arbeiten! Bei besonders gefährlichen Giften muß ein Atemschutz getragen werden.  
Beim Atemschutz unterscheiden wir 3 Stufen:
  - Stufe I = Schutz gegen Grobstaub
  - Stufe II = Schutz gegen Feinstaub
  - Stufe III = Schutz gegen Schwebedampf und Gasgemisch.

10. Kontakt der Mittel mit Augen und Haut vermeiden, Spritzer sofort gründlich mit Wasser abspülen.
11. Mit Pflanzenschutzmittel oder Spritzbrühe durchtränkte Arbeitskleidung sofort wechseln.
12. Spezielle Schutzkleidung tragen. Siehe Anhang 2 des Merkblattes 18 der Biologischen Bundesanstalt.
13. Bei der Arbeit nicht essen, trinken oder rauchen.
14. Bei den ersten Anzeichen von Unwohlsein den Arzt aufsuchen.  
Sehr sinnvoll sind Erste-Hilfe-Kurse für Vergiftungsfälle. Die Gebrauchsanweisung des Giftes, welches ausgebracht wird, sollte der Mann immer in der Tasche haben. Auf diesem Zettel findet der Arzt den ersten Ratschlag, wie er sich dem Patienten gegenüber verhalten muß.
15. Abdrift auf andere Kulturflächen beachten und gegebenenfalls dem Besitzer anderer Kulturen rechtzeitig melden, um Gegenmaßnahmen zu ermöglichen (Weinbaugebiete, Bienenverordnung etc.).
16. Nach der Arbeit benutzte Geräte reinigen. Nicht durch Ausblasen mit dem Mund reinigen.
17. Spritzbrühreste und Spüflüssigkeit von Geräten nicht in Gewässer, Abflüsse, Entwässerungs- und Straßengräben, Schächte, Drainagen fließen lassen, sondern auf Odland oder Feldwegen verteilen. Keine Lachen entstehen lassen, die Vögel, Wild und Haustiere gefährden würden. Giftige Wasserlachen oder verstreutes Giftpulver gut mit Erde abdecken. Also auch eine Schaufel sollte die Gifttruppe mitführen.
18. Nach der Arbeit Kleidung wechseln und Gesicht und Hände mit Seife reinigen.
19. Pflanzenschutzmittelreste und leere Pflanzenschutzmittelbehälter gemäß der Richtlinie der Biologischen Bundesanstalt (Merkblatt 34) beseitigen.
20. Personen, die längere Zeit oder regelmäßig mit Pflanzenschutzmitteln umgehen, sollten einer regelmäßigen ärztlichen Kontrolle unterliegen.

Die Bestimmungen und Vorschriften beim Umgang mit chemischen Mitteln sind umfangreich und vielseitig. Es wird sehr viel Aufmerksamkeit und Umsichtigkeit gefordert zum persönlichen Wohle und zum Wohle unserer gesamten Umwelt.

Anschrift des Autors:  
FAtm. Gottfried Kraft  
Forsthaus Stollenhof  
7156 Wüstenrot

# Forstschlepper mit automatischen Vorderachs-Sperrdifferentialen

– Systeme, Funktion und Eignung für die forstliche Praxis –

W. Denninger

Allradsschlepper erfreuen sich nicht nur in der Landwirtschaft, sondern auch in der Forstwirtschaft für schwere Transport- und Zugarbeiten zunehmender Beliebtheit. Als Gründe können im wesentlichen die weitaus höheren Zugeigenschaften bei gleicher Leistungsklasse, die größere Geländegängigkeit und der für die Forstwirtschaft wichtige Tatbestand der höheren heckseitigen Lastaufsattung im Rückebetrieb unter schwierigen Einsatzbedingungen gegenüber den ausschließlich hinterachsgetriebenen Schleppern ins Feld geführt werden. So ist es nicht verwunderlich, daß der Allradsschlepper mittlerweile in den stärkeren Leistungsklassen einen Anteil von 33 % (45 bis 59 kW), 74 % (60–74 kW) und 95 % (über 75 kW) an den zugelassenen Schleppern im Jahre 1978 einnimmt. Bei den im Forst eingesetzten Schleppern (ohne Forstspezialschlepper), die größtenteils der Leistungsklasse 45–59 kW zugeordnet werden können, kann der Allradantrieb erheblich höher (70 bis 80 %) angesetzt werden.

Während in anderen Bereichen, wie dem PKW- (Gelände-, Sport-, Rennwagen), Baumaschinen- und dem LKW-Sektor Selbstsperr- oder automatische Sperrdifferentiale ein fester Bestandteil in der Allradantriebstechnik sind, gewinnen sie erst seit 1976 bei Schlepperherstellern (z. B. KHD, Schlüter, IHC, Fendt, Eicher, Renault, Steyr, Ford) aber auch bei Forwardern (z. B. Rottne Blondin), im wesentlichen beschränkt auf die leistungsstärkeren Typen ab 50 kW, zunehmend an Bedeutung. Aus diesem Anlaß und aufgrund des in der Forstwirtschaft in bedeutendem Maße eingesetzten modifizierten landwirtschaftlichen Allradsschlepper wird diese Differentialart nachfolgend hinsichtlich der vorhandenen Bausysteme, Funktion und Eignung für die forstliche Praxis vorgestellt.

## Bauweise und Funktion

Automatische Sperrdifferentiale werden in zwei Systemen, dem ZF-Lamellen-Selbstsperrdifferential (Lok-O-Matic) und das von den Detroit Automobil-Werken (USA) entwickelte NoSpin Doppelklauen-Sperrdifferential, bekannt unter dem Namen Optitrac, am Markt zum serienmäßigen und nachträglichen Anbau angeboten.

### Lok-O-Matic Sperrdifferential

Im Gegensatz zum herkömmlichen Differential oder Ausgleichsgetriebe und dem NoSpin-Sperrdifferential erfolgt die Übertragung des Drehmomentes bzw. die Sperrwirkung auf das kraftschlüssige Rad und der Ausgleich der unterschiedlichen Wegstrecken bei Kurvenfahrt oder bei Überwindung von Hindernissen durch im Differentialkorb liegende, symmetrisch angeordnete Lamellenbremsen (Außen- und Innenlamellen). Im Gegensatz zum herkömmlichen Differential, wo das kraftschlüssig mit dem Boden verbundene Rad beim Durchrutschen des anderen Rades z. B. bei Schnee, Eis, Nässe etc. keine Antriebskräfte übertragen kann, wird dieser Vorgang durch die Lamellenbremsen erschwert. Diese Sperrwirkung wird durch zwei auf die Innenlamellen wirkende, axial verschiebbare Druckringe erzeugt und auf die verdrehfest mit dem Differentialkorb verbundenen Außenlamellen übertragen. Die Sperrwirkung wirkt sich vor allem bei der Übertragung von hohen Drehmomenten vorteilhaft aus. Auch bei Kurvenfahrt, wo normalerweise das kurveninnere Rad ein höheres Drehmoment aufweist, erfolgt eine auf die Antriebsräder günstig verteilte Übertragung der Antriebsmomente und bewirkt damit eine exaktere Einhaltung des gewünschten Kurvenradius (siehe Abb. 3).

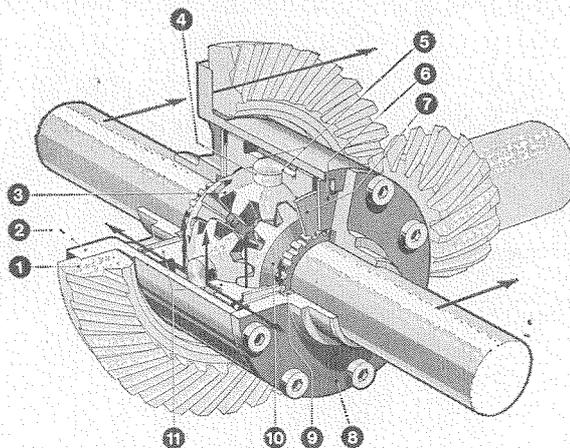


Abb. 1: Lok-O-Matic: 1. Tellerad, 2. Differentialkorb, 3. Ausgleichskegelrad, 4. Differentialachsen, 5. schräge Flächen an den Druckringen, 6. Außenlamelle, 7. Innenlamelle (Lamellenbremse links und rechts), 8. Deckel, 9. Anlaufscheibe, 10. Achskegelrad, 11. Druckringe, 12. Tellerfeder.

### NoSpin-Sperrdifferential

Das NoSpin-Sperrdifferential, auch als Optitrac bekannt und in der Bundesrepublik in den stärkeren Schleppertypen (D 8007 aufwärts) der Firma Klöckner Humboldt Deutz und z. B. im Forwarder Rottne Blondin eingebaut, unterscheidet sich nicht in der Funktion, aber in der Bauweise vom Lok-O-Matic Sperrdifferential. Anstelle der Lamellenkupplungen und Ausgleichskegelräder als Sperr- und Ausgleichselemente tritt ein sich selbst steuernder, beidseitig angeordneter Klauenantriebsteil mit einem fest mit dem Differentialkorb verbundenen Stern mit Zähnen. Bei absoluter Geradeausfahrt ist der

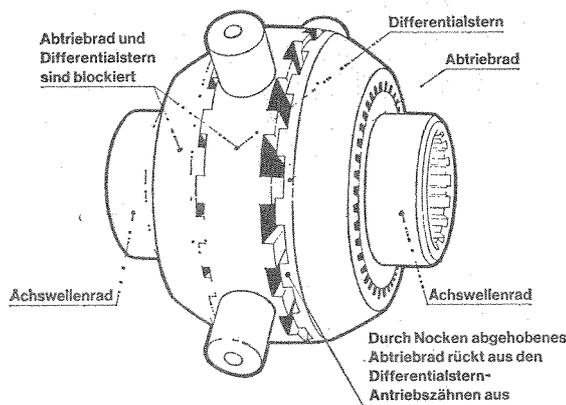


Abb. 2: NoSpin-Selbstsperrdifferential

Stern mit dem Antriebsteil des NoSpin kraftschlüssig bzw. eingerastet verbunden und ermöglicht eine gleiche Drehmomentverteilung auf beide Vorderräder. Läuft eines der beiden Räder bei Geradeausfahrt über ein Hindernis oder wird eine Kurvenfahrt ausgeführt, bleibt das Rad mit geringstem Weg fest mit dem Stern verbunden und überträgt das Antriebsmoment (begrenzt durch Bodenreibbeiwert). Dieser Zustand bleibt solange erhalten bis — wie z. B. bei Geradeausfahrt — keine Drehzahländerung der Räder auf einer Achse ein Einrücken des Antriebsteiles mit dem Stern erlaubt. Dies dürfte im Gegensatz zum Lok-O-Matic, wo noch maximal 40 % des

Drehmomentes am kurvenäußeren Rad vorhanden sind, (größerer Wendekreis, verminderte Zugkraft), im schweren Forsteinsatz zu beachten sein (siehe Abb. 3).

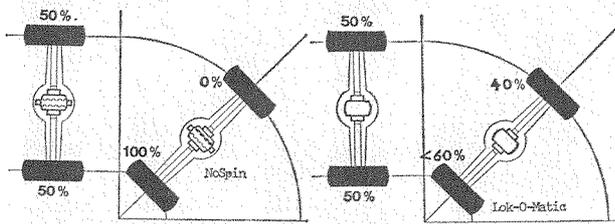


Abb. 3: Kraftübertragung bei NoSpin — und Lok-O-Matic — Selbstsperrdifferential bei Geradeaus- und Kurvenfahrt

Beurteilung der Selbstsperrdifferential im Vergleich mit dem konventionellen Differential:

- > bei schlechter Bodenhaftung (Nässe, Eis, Schnee, Boden, Bodenbewuchs, Wurzelanläufe etc.) eines Rades wird das Drehmoment auf das andere Rad teilweise (Lok-O-Matic) oder ganz übertragen und trägt erheblich zur Verminderung des Festfahrens, des Schlupfes und zur Erhöhung der Zugkraft bei
- > keine Beeinträchtigung der Lenkbarkeit der Vorderachse
- > beim Überfahren von Hindernissen oder Bodenunebenheiten (Stöcke, Steine, Wurzeln) wird das Durchdrehen des pendelnden Rades erheblich vermindert
- > das vom Schlepperfahrer durchzuführende Ein- und Auskuppeln der Differential Sperre entfällt; dieser ausschließlich bei schwieriger Situation durchzuführende Schaltungsvorgang entlastet den Schlepperfahrer erheblich
- > keine Überlastung der Achswellen oder des Differentialgetriebes bei Kurvenfahrt mit eingekuppelter Differential Sperre durch die nach oben begrenzte Sperrwirkung

- > das ruckartige Einsetzen der Sperrwirkung, die erheblich das Differentialgetriebe beansprucht und eventuell auf festem Untergrund bei schwerer Last zu Gewaltbrüchen führen kann, unterbleibt
- > die Sperrwirkung bleibt auch bei Reversierbetrieb sowohl bei Vorwärts-, als auch bei Rückwärtsfahrt voll erhalten; diese Eigenschaft wirkt sich vor allem bei Arbeiten im hängigen Gelände und bei Frontladerarbeiten leistungsfördernd aus
- > ein serienmäßiger Einbau erfolgt bislang nur bei Schleppern mit hoher Motorleistung, in der Regel ab 60–70 kW; ansonsten muß es als Zusatzausstattung mit einem Mehrpreis von ca. 850–1000 DM erstanden werden. Überall dort, wo hohe Zugkräfte gefordert oder schwierige Einsatzbedingungen gemeistert werden müssen, dürfte diese Investition sinnvoll sein
- > größeres Augenmerk sollte auf einen gleichmäßigen Reifendruck und Reifenprofile gelegt werden.

### Zusammenfassung

Die einsatztechnischen Vorzüge des Selbstsperrdifferential überwiegen überall dort, wo schwierige Einsatzverhältnisse vom Gelände, Boden- bzw. -auflagedecken und der Witterung zu bewältigen sind und wo hohe Zugkräfte auf den Boden übertragen werden müssen, den finanziellen Mehraufwand um ein Mehrfaches. In allen anderen Einsatzbereichen mit überwiegend leichteren Zug- und Zapfwellenarbeiten reicht das mechanisch schaltbare konventionelle Differential aus.

Anschrift des Autors:

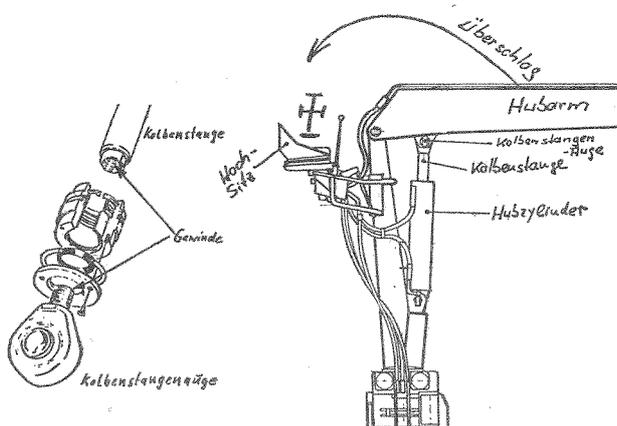
Dipl. Forstwirt W. Denninger  
Harzstraße 12  
3401 Ebergötzen 2

## Mußte das sein?

### Aus Unfällen lernen

#### Fall F: Ein Kranarm

Mit einem auf einem Unimog montierten Holzkran ereignete sich ein tödlicher Unfall. Beim Anheben des Auslegers, wobei die Aufstandsfläche des Unimog etwa 10 % geneigt war, löste sich die Verbindung zwischen Ausleger und Auslegerkolbenstange (s. Skizze). Unterstützt durch die Schrägstellung des Unimog schlug der Hubarm über die höchste



Stellung nach hinten um und erdrückte den Bedienungsmann. Das mit einem Auge versehene Endstück, das mittels Bolzen und Lagerbock am Hubarm angreift, ist in die Kolbenstange eingeschraubt. Das Gewinde wird beim Einschrauben nach Anleitung mit einem Spezialklebemittel bestrichen, das nach Aushärten die Verbindung gegen Selbstlockern sichern soll. Diese Schraubverbindung hatte sich gelöst. Aufgrund dieses Unfalles bietet der Kran-Hersteller per Rundschreiben den Kunden eine kostenlose Überprüfung dieser Gefahrstelle an.

Folgerungen:

Gemäß Abschnitt 3,5 (§ 3 und 4) der UVVen der landwirtschaftlichen Berufsgenossenschaften gilt für Krane grundsätzlich die VBG 9, die in § 26 mindestens jährlich die Prüfung eines Krans durch einen Sachkundigen und in § 27 die Eintragung dieses Prüfergebnisses in ein Prüfbuch fordert.

Da es sich hier um einen Unfall handelt, der evtl. auch bei anderen Kränen auftreten kann und bei bestimmungsgemäßem Gebrauch und auch bei einer Belastungsprüfung kaum feststellbar ist, da die Verbindung normal nur auf Druck belastet wird, sollte auf eine Überprüfung dieser Gefahrstelle besonders hingewiesen werden.

Dr. D. Rehschuh