

# Zu Einflüssen auf die Zusammensetzung von Maschinenketten aus betrieblicher Sicht

Dr.-Ing. H. Ludley, KDT/cand. agr. ing. Ines Mantai, Wilhelm-Pieck-Universität Rostock, Sektion Landtechnik

## 1. Problemstellung

Unter den Bedingungen einer intensiv erweiterten Reproduktion steht die sozialistische Landwirtschaft der DDR vor der Aufgabe, einerseits das Produktionsvolumen zu erhöhen und andererseits die Aufwendungen dafür zu senken. Durch zweckmäßige Prozeßorganisation können beide Aspekte positiv beeinflußt werden. Die Einhaltung der agrotechnischen Zeitspannen gestattet, über die Erfüllung des Kapazitätsanspruchs Ertragsausfälle und Qualitätsminderungen und damit Mindererlöse zu vermeiden [1]. Gleichzeitig werden durch das Ableiten optimaler Einsatzparameter die verursachten Kosten vermindert [2, 3]. Um diese Möglichkeiten auszuschöpfen und noch besser auf die differenzierten Bedingungen in der Organisation der Produktion eingehen zu können, sind in den sozialistischen Pflanzenproduktionsbetrieben in den letzten Jahren verbesserte Strukturen der Produktionsorganisation und -leitung eingeführt und durchgesetzt worden. Das führte teilweise auch zu neuen Aspekten bei der Bemessung von Maschinenketten für den Komplexeinsatz. Von dieser Situation ausgehend, sollen in Auswertung von technologischen Messungen und Modellierungsarbeiten für Prozesse der Grobfutterernte, vorwiegend der Welksilageproduktion, Probleme des Maschineneinsatzes dargelegt werden:

- Konsequenzen in der Erfüllung des Kapazitätsanspruchs bei der Auslegung der Maschinengruppe für die Ernte
- Beeinflussung der Effektivität durch den Transport.

## 2. Beziehungen zwischen Erfüllung des Kapazitätsanspruchs und der Erntemaschinengruppe

Der Kapazitätsanspruch  $K_a$  gibt über die zu bewältigende Masse  $m$ , Fläche  $A$  oder Stückzahl  $n$  in einer naturwissenschaftlich begründeten Zeitspanne  $t$  Auskunft und wird durch folgende Beziehung ausgedrückt:

$$K_a = \frac{m}{t} \quad (1)$$

Damit kann die Bemessung der erforderlichen Kapazität für die Maschinenkette erfolgen. Über die Anzahl der Erntemaschinen  $n_{EM}$  wird diese Größe am wirksamsten gesteuert:

$$n_{EM} = \frac{K_a}{m} \quad (2)$$

Im Bild 1 (basiert auf Vorgehen und Daten nach [3]) ist das am Durchsatz  $\dot{m}_{T04}$  für die Maschinenketten 2 Erntemaschinen (EM)/7 Transporteinheiten (TE)/1 Annahmestelle (AS) und 3 EM/10 TE/1 AS erkennbar. Durch verschiedene Einsatzformen kann der Durchsatz, aber vor allem der Aufwand, noch weiter beeinflußt werden. Die Abhängigkeit von der Kennzahl Verfügbarkeit ist deutlich ablesbar. Ihr Einfluß wirkt in verschiedener Hinsicht auf die

- Größe der zeitlichen Anteile der instandhaltungsbedingten Stillstandszeiten  $T_{421}$  in der Maschinengruppe für die Ernte
- Größe der zeitlichen Anteile an technologi-

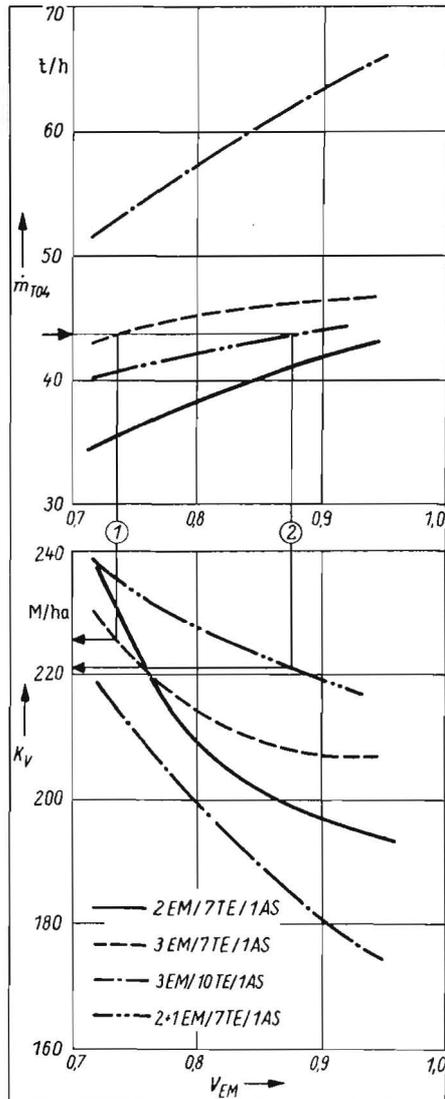


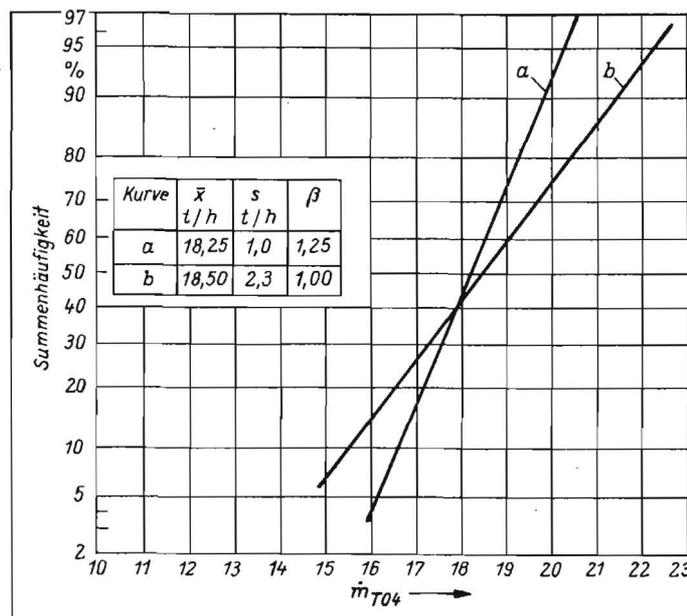
Bild 1 ▲ Einflüsse der Zusammensetzung von Maschinenketten auf den Durchsatz  $\dot{m}_{T04}$  und die Verfahrenskosten  $K_V$  (Preisbasis 1983)

Bild 2 Durchsatz  $\dot{m}_{T04}$  der Maschinenkette in Abhängigkeit vom Variationskoeffizienten für die Teilzeiten innerhalb der Verfügbarkeit (1 EM/4 TE/1 AS, Schlaggröße 100 ha);  $\beta$  Formparameter der Weibullverteilung für  $T_{421}$  und tbf

- schen Stand- und Wartezeiten  $T_{43}$  und  $T_{44}$  in den anderen Maschinengruppen
- personelle Auslegung der operativen Instandsetzung
- Stabilität des Durchsatzes der Maschinenkette.

Die aufgeführten zeitlichen Anteile in den verschiedenen Maschinengruppen führen zur Minderung der Ausschöpfung der potentiellen Kapazität  $\dot{m}_{T02}$ . Der erforderliche Durchsatz zur Erfüllung des Kapazitätsanspruchs wird für die einzelnen Einsatzformen bei unterschiedlicher Verfügbarkeit der Erntemaschinen  $V_{EM}$  (hier stationärer Wert für die Kampagne) erreicht. Die auftretenden Zusammenhänge zwischen Kapazitätsanspruch  $K_a$ , Verfügbarkeit  $V$  und Verfahrenskosten  $K_V$  sollen an einem Beispiel erläutert werden. Dabei wird von einem Kapazitätsanspruch  $K_a = 43,75$  t/h ( $T_{04}$ ) ausgegangen. Im Bild 1 kommen die Varianten 3 EM/7 TE/1 AS und 2 + 1 EM/7 TE/1 AS (d. h. mit Bereitschaftsmaschine bei einer Reaktionszeit von  $T_R = 0,5$  h) in Frage. Die erste Variante erreicht mit 3 Erntemaschinen den erforderlichen Durchsatz bei  $V = 0,74$ , während bei der zweiten mit 2 ständig im Einsatz befindlichen Erntemaschinen  $V = 0,88$  angestrebt werden muß. Andererseits kann auch abgelesen werden, wie es sich bei der z. T. realisierten Größe von  $V = 0,8$  verhält. Dann zeigt sich, daß mit der Variante 3 EM/7 TE/1 AS sogar eine Sicherheit von 1,25 t/h ( $T_{04}$ ) besteht, während die Variante mit Bereitschaftsmaschine das nur bei sofortigem Einsatz (also Reaktionszeit  $T_R = 0$ ) erreichen würde.

Für die Verfahrenskosten ist dann zu verzeichnen, daß mit der Variante 2 + 1 EM/7 TE/1 AS ein um 5 M/ha günstiger Wert erreicht wird, obwohl der Kurvenverlauf dieser Variante insgesamt im ungünstigen Bereich liegt. Für gleiche  $V = 0,8$  ist infolge des hö-



heren Durchsatzes wieder die Variante 3 EM/7 TE/1 AS besser. Damit kann ausgesagt werden, daß zwar die Einsatzform mit der höchsten Verfügbarkeit die beste Ökonomie ausweist, aber auch gesichert werden muß, daß sie erreicht wird. Eine Wertung der Einsatzformen kann mit diesem Beispiel nicht allgemeingültig verbunden werden. Da die Verfügbarkeit als stochastische Größe auftritt und während der Kampagne größere Abweichungen unterworfen ist, muß dieser Zustand bei der Einsatzplanung und operativen Leitung Berücksichtigung finden. Daher wurde zur Berechnung der Verfügbarkeit für die entsprechenden Teilzeiten ( $T_{02}$  als Zeit zwischen zwei Ausfällen  $t_{bf}$  betrachtet;  $T_{421}$ ) die Wahrscheinlichkeitsverteilung nach Weibull verwendet. Auf dieser Grundlage sind die stochastischen Auswirkungen auf den Durchsatz untersucht worden.

Als Beispiel wird die Ernte auf einem Schlag von 100 ha mit 1 EM/4 TE/1 AS betrachtet (Bild 2). Weichen die Teilzeiten mit einem Variationskoeffizienten von 100% ab ( $\beta = 1$ ), erhält man einen Durchsatz mit einem Variationskoeffizienten von 12%. Kann der Variationskoeffizient der Teilzeiten auf 80% zurückgedrängt werden ( $\beta = 1,25$ ), so vermindert sich der Variationskoeffizient auf die Hälfte.

Wird die untere Grenze des Vertrauensbereichs als Planwert angesetzt, erreicht man damit noch eine Sicherheit von 60%. Betrachtet man aber einen Einsatztag (vgl. Bild 1 in [4]), steigt dieser Wert für den Variationskoeffizienten auf 30% an. Die auch praktisch gut nachgewiesene Größe [5] ist direkt für die Disposition des Einsatzes nutzbar. Als Besonderheit ist ihr Auftreten innerhalb einer bedingten Verteilung anzusehen. Durch den Nenndurchsatz und die zeitliche Ausnutzung von 100% wird die Verteilung begrenzt. Das Aussehen der Dichtefunktion ist somit charakteristisch für die Darstellung von Kennzahlen, die mögliche Anteile an einem existierenden Grenzwert wiedergeben.

Die Beachtung der Verfügbarkeit bei der operativen Instandsetzung liegt in der Bereitstellung von Schlossern. Bisher ist in den Varianten eine maximale Auslegung gewählt worden, so daß keine Wartezeiten auf Instandsetzung auftreten können.

Damit wird der angesetzte Arbeitszeitbedarf nach oben abgesichert. Für das optimale Vorgehen sind in [6] Angaben gebracht worden. Danach ist für die Feldbetreuung mit Werkstattwagen für drei Erntemaschinen eine Arbeitskraft zweckmäßig. Ein Vergleich mit der ursprünglichen Variante hinsichtlich des Arbeitsaufwands ist im Bild 3 dargestellt und läßt die Einsparung erkennen.

Folgende Erkenntnisse lassen sich ableiten:

-Die Absicherung des Kapazitätsanspruchs erfolgt hauptsächlich über die Anzahl der Erntemaschinen.

-Über die Einsatzform ist nach der betrieblichen Situation zu entscheiden. Besondere Bedeutung kommt der Verfügbarkeit bei der Sicherung des erforderlichen Durchsatzes und der Minimierung des Aufwands einschließlich des für die operative Instandsetzung erforderlichen Aufwands zu.

-Das stochastische Verhalten ist mindestens durch die untere Grenze des Vertrauensbereichs für den Durchsatz zu berücksichtigen. Dabei ist zwischen der Betrachtungsebene des Einsatztages oder der Zeit-

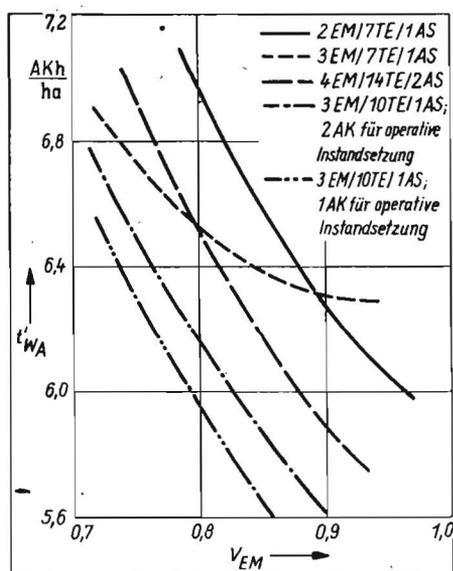


Bild 3. Einflüsse der Zusammensetzung von Maschinenketten auf den Arbeitszeitaufwand  $t_{WA}$

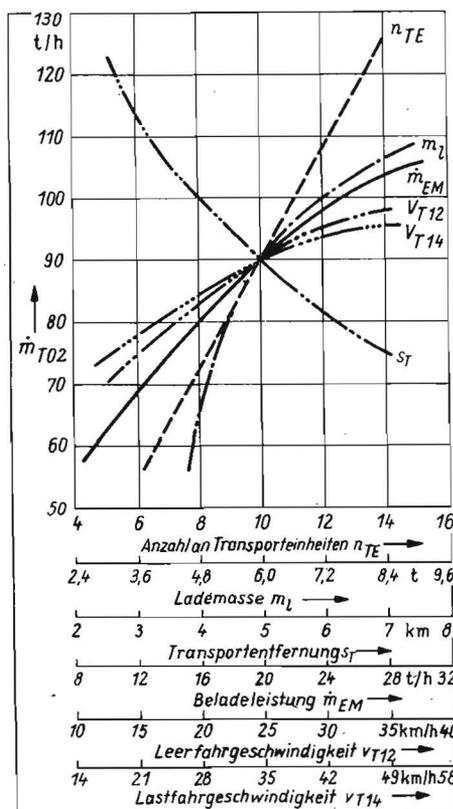


Bild 4. Partieller Einfluß ausgewählter Faktoren auf die potentielle Transportkapazität

spanne für die Ernte des Schlages zu unterscheiden.

### 3. Faktoren zur Verringerung des Transportaufwands

Die Bemessung der Maschinengruppe für den Transport erfordert die Beachtung der örtlichen Bedingungen (Entfernungen, Wegeverhältnisse u. a.) Ihr ganzzahliger Ausdruck aus der Sicht der Zuordnung zu Erntemaschinen führt daher zu sehr unterschiedlichen Verhältnissen. Beispielsweise kann das Verhältnis von Anzahl an Transporteinheiten zur Anzahl an Erntemaschinen  $n_{TE}/n_{EM}$  für 1 EM/4 TE/1 AS gleich 4,0, für 2 EM/7 TE/1 AS gleich 3,5 und für 3 EM/10 TE/1 AS

gleich 3,33 betragen. Diese unterschiedlichen Werte führen ebenfalls zur Abstufung der Aufwendungen. Daher ist nach Bild 3 der Einsatz von 3 EM/10 TE/1 AS in diesem Beispiel günstiger als der von 2 und 4 Erntemaschinen. Das kann sich durch unterschiedliche Eingangsgrößen verändern, wenn sich ein Verhältnis von 3,0 mit 2 EM/6 TE/1 AS, 3 EM/9 TE/1 AS und 4 EM/12 TE/2 AS einstellt.

Im Bild 4 ist ein Vergleich von technologischen Parametern in ihrer einzelnen Wirkung auf die potentielle Transportkapazität  $m_{T02}$  vorgenommen worden. Daß die Anzahl an Arbeitsmitteln die erreichbare Kapazität entscheidend beeinflusst, wurde bereits im Abschn. 2 behandelt. Darüber hinaus wird der Einfluß der Transportentfernung besonders deutlich. Im Beispiel nach Bild 4 wird durch die Verringerung der Transportentfernung um 1 km eine Transporteinheit eingespart. Während der Kampagne sind mehrere Schläge abzuernten, wobei sich meist unterschiedliche Transportentfernungen ergeben. Die Auslegung der Maschinenkette für den Komplexeinsatz führt zu unterschiedlichen Zusammensetzungen. In [5] ist die Situation für ein VEG(P) untersucht worden. Für 3 Erntemaschinen schwankt die Anzahl der Transporteinheiten von 6 bis 11. Da im wesentlichen die Zuordnung zu den Silostandorten mit gleicher Entfernung verbunden ist, würde eine konstante Komplexzusammensetzung vorgeschlagen. Für eine Restfläche konnte die Transportentfernung von 7 km nicht umgangen werden. In jedem Fall hat sich eine durchgängige und komplexe Betrachtungsweise der Problematik bewährt.

Schlußfolgernd ergibt sich:

-Der Transport beeinflusst besonders über die Anzahl an Transporteinheiten den realisierbaren Durchsatz und die Aufwendungen der gesamten Maschinenkette.

-Aus der Sicht des gesamten Ablaufs der Kampagne sind zweckmäßige Zuordnungen zwischen Silostandort und Schlag zu schaffen, um nicht eine unnötige Vergrößerung der Transportentfernung in Kauf nehmen zu müssen.

### 4. Zusammenfassung

Für die Erfüllung des Kapazitätsanspruchs aus betrieblicher Sicht ergeben sich spezifische Aspekte bei der Prozeßorganisation. Der Einfluß der Anzahl an Arbeitsmitteln, ihrer Verfügbarkeit und der Transportentfernung ist diskutiert worden. An Beispielen ist die Bedeutung der stochastischen Betrachtungsweise demonstriert worden.

### Literatur

- [1] Dowe, H.; Rohde, M.; Ludley, H.: Zu Auswirkungen des Maschineneinsatzes bei der Halmfütterproduktion und Möglichkeiten der Steigerung der Effektivität. Wilhelm-Pieck-Universität Rostock, Sektion Landtechnik, Abschlußbericht 1979 (unveröffentlicht).
- [2] Mätzold, G.: Zu Fragen der Verfügbarkeit landtechnischer Arbeitsmittel und der Kontinuität technologischer Prozesse in der Pflanzenproduktion. Acta Agric. Brno, Fac. Agro. econ., 16 (1980) 3-4, S. 249-257.
- [3] Ludley, H.: Analyse von Einsatzformen landtechnischer Arbeitsmittel in Maschinenketten der Pflanzenproduktion. agrartechnik, Berlin 31 (1981) 1, S. 37-40.

Fortsetzung auf Seite 564

# Rechtsvorschriften bei der Waggonentladung durch mobile Hebezeuge einhalten

Ing. K.-H. Weinlich, KDT, Staatliches Amt für Technische Überwachung, Inspektion Erfurt

## 1. Rechtsvorschriften für das Betreiben, Bedienen und Instandhalten mobiler Hebezeuge im Umschlagprozeß

Transport- und Umschlagprozesse sind rationell zu gestalten, um den volkswirtschaftlichen Aufwand zur Lösung der umfangreichen Transportaufgaben zu senken. Im Binnenverkehr erfolgt der Umschlag von Stück- und Schüttgütern auch durch mobile Hebezeuge unterschiedlicher Typen mit differenzierter Eignung an Einzelstandorten bzw. Umschlagplätzen mit spezifischen örtlichen Bedingungen. In beiden Fällen erfordert die optimale Durchführung der Umschlagprozesse ein hohes Maß an Verfügbarkeit und technischer Sicherheit der zur Waggonentladung eingesetzten mobilen Hebezeuge. Deshalb ergeht an die Betreiber von überwachungspflichtigen Hebezeugen und besonders an die Leiter von Umschlagplätzen die Forderung, ein straffes Regime der technischen Sicherheit und der technologischen Ordnung zu schaffen.

Die Verantwortung der Leiter zur Gewährleistung des Arbeits- und Havarieschutzes beim Betreiben überwachungspflichtiger Anlagen regelt sich auf der Grundlage der Ersten Durchführungsbestimmung zur Arbeitsschutzverordnung [1] und weiterer dazu erlassener Rechtsvorschriften. Sie soll an den nachstehenden Komplexen verdeutlicht werden.

### 1.1. Betreiben und Bedienen von überwachungspflichtigen Anlagen

Entsprechend den §§ 8 und 9 der Ersten Durchführungsbestimmung zur Arbeitsschutzverordnung [1] haben die Leiter von Betrieben zu sichern und nachzuweisen, daß

- die sich aus Rechtsvorschriften und Anlagendokumentationen ergebenden Forderungen des Arbeits- und Havarieschutzes ständig eingehalten werden
- die spezifische Aus- und Weiterbildung von Werkträgern zur Bedienung von überwachungspflichtigen Anlagen erfolgt, sofern in Rechtsvorschriften der Nachweis einer derartigen Befähigung gefordert ist.

### 1.2. Instandhaltung von überwachungspflichtigen Anlagen

Gemäß § 10 von [1] haben die Leiter von Betrieben durch Instandhaltung (Wartung, Re-

vision, Instandsetzung) zu sichern, daß die Einhaltung der Forderungen des Arbeits- und Havarieschutzes, der Forderungen aus den Anlagendokumentationen sowie betrieblichen Dokumenten, vor allem aus Arbeitsschutzinstruktionen, beim Betreiben überwachungspflichtiger Anlagen gewährleistet ist.

Detaillierte Festlegungen zu vorstehend genannten Komplexen sind im Standard TGL 30350/01 bis 15 enthalten [2, 3]. Ergänzende Hinweise dazu sind in einer Reihe von Broschüren und Publikationen des Staatlichen Amtes für Technische Überwachung veröffentlicht worden [4, 5, 6].

## 2. Kontrollergebnisse des Staatlichen Amtes für Technische Überwachung zur technologischen Ordnung und Sicherheit bei der Waggonentladung durch mobile Hebezeuge

Durch die Entwicklung des Unfall- und Havarieschutzes veranlaßt, wurden im Jahr 1982 durch das Staatliche Amt für Technische Überwachung 616 mobile Hebezeuge beim Einsatz zur Waggonentladung in den Bereichen der Ministerien für Land-, Forst- und Nahrungsgüterwirtschaft sowie Kohle und Energie und des Zentralvorstandes der VdgB geprüft. Dabei wurde festgestellt, daß die technische Sicherheit und die technologische Ordnung auf diesem Sektor in vielen Fällen nicht den Rechtsvorschriften entspricht und daraus resultierend z. T. erhebliche Gefährdungen für das Leben und die Gesundheit von Werkträgern sowie für Sachwerte bestehen. Folgen dieser Gefährdungen sind, wie auch die Auswertung des Unfall- und Havarieschutzes zeigt, Havarien und Unfälle mit schwer bzw. tödlich verletzten Werkträgern. Die Unfälle und Havarien sind auf unzureichende Einflußnahme der Leiter auf die Einhaltung von Rechtsvorschriften zur Schaffung und Durchsetzung der technologischen Ordnung, zur ordnungsgemäßen Bedienung der Hebezeuge und zur planmäßigen und vorbeugenden Instandhaltung zurückzuführen.

Kennzeichnend für 150 kontrollierte Umschlagplätze und 369 mobile Hebezeuge im Bereich des Ministeriums für Land-, Forst- und Nahrungsgüterwirtschaft waren:

- überwiegend positive Kontrollergebnisse bezüglich der Gültigkeit von Befähigungsnachweisen (Hebezeugführerpässe), der betrieblichen Bedienberechtigungen sowie der Handlungsfähigkeit und der Kenntnisse der Bedienpersonen
- Rechtspflichtverletzungen bei der Erteilung schriftlicher Arbeitsaufträge gemäß Standard TGL 30350/11, Abschn. 2.11. bis 2.15. (während der Kontrollen wurden 299 Hebezeugführer ohne schriftlichen Arbeitsauftrag angetroffen)
- Gefährdungen von Werkträgern durch unbefugten Aufenthalt in Waggonen (auf 9 Umschlagplätzen wurden während der Entladearbeiten Werkträgerteilnehmer rechtswidrig in Waggonen angetroffen)
- sicherheitstechnische Mängel und eingee-

schränkte Verfügbarkeit der eingesetzten Hebezeuge (für 162 Hebezeuge konnte ein Weiterbetrieb erst nach der Realisierung von Auflagen erfolgen, an 20 Anlagen wurde wegen Beeinträchtigung der technischen Sicherheit eine befristete Außerbetriebnahme verfügt)

- verstärkte Abweichungen von Rechtsvorschriften in den kontrollierten agrochemischen Zentren (Rechtsunsicherheiten in bezug auf gültige Standards bei Leitern und leitenden Mitarbeitern und fehlende bzw. unwirksame Regelungen zur Gewährleistung der technologischen Ordnung begünstigten die Entstehung von Gefahrensituationen und schränkten die Verfügbarkeit der Hebezeuge ein).

Ein akutes Problem für die Leiter von Umschlagplätzen und Einzelstandorten zur Waggonentladung stellt das fehlende Angebot der Hersteller von mobilen Hebezeugen mit erhöhten bzw. höhenverstellbaren Kabinen dar.

Die im Ergebnis von Initiativen einzelner Leiter in geringem Umfang errichteten Rampen an Umschlagplätzen sind zweifellos eine äquivalente Maßnahme zur optimalen und gefahrlosen Entladung von Waggonen mit hohen Bordwänden durch Mobilkrane der Typen T 174 und T 185. Kritisch bleibt die Feststellung, daß rd. 29% der geprüften mobilen Hebezeuge infolge unzureichender Waggoneneinsicht beim Entladebetrieb ungeeignet eingesetzt waren.

Durch das Staatliche Amt für Technische Überwachung wurden dementsprechend Informationen und Vorschläge an zentrale Staatsorgane übermittelt.

## Literatur

- [1] Erste Durchführungsbestimmung zur Arbeitsschutzverordnung – überwachungspflichtige Anlagen – vom 25. Okt. 1974. GBl. der DDR Teil I, Nr. 59, vom 4. Dez. 1974, S. 556.
- [2] TGL 30350/01 bis 10 Gesundheits- und Arbeitsschutz; Hebezeuge; Technische Grundforderungen. Ausg. Juli 1981.
- [3] TGL 30350/11 bis 15 Gesundheits- und Arbeitsschutz; Hebezeuge; Arbeitsschutzgerechtes Verhalten. Ausg. Dez. 1977.
- [4] Arbeits- und Havarieschutz an überwachungspflichtigen Anlagen – Rechtsvorschriften. Bd. I und II. Herausg.: Staatliches Amt für Technische Überwachung. Berlin: Verlag Tribüne 1981/1982.
- [5] Richtlinie für die Bedienung von Hebezeugen. Herausg.: Staatliches Amt für Technische Überwachung. Ausgabe 1982.
- [6] Rach, D.: Zur Erteilung von Arbeitsaufträgen für mobile Hebezeuge gemäß TGL 30350/11. Hebezeuge und Fördermittel, Berlin 23 (1983) 2, S. 48–49. A 3831

Fortsetzung von Seite 563

- [4] Stübner, J.; Zeißler, A.; Tack, F.; Ludley, H.: Gestaltung technologischer Prozesse mit Hilfe der Modellierung. agrartechnik, Berlin 35 (1985) 1, S. 17–20.
- [5] Mantai, I.: Untersuchungen zur produktiven Nutzung landtechnischer Arbeitsmittel bei der Mähfütterernte. Wilhelm-Pieck-Universität Rostock, Sektion Landtechnik, Großer Beleg 1984 (unveröffentlicht).
- [6] Eichler, C.; Saß, S.: Möglichkeiten für das Verbessern der Effektivität und der Wirksamkeit der operativen Instandsetzung. agrartechnik, Berlin 32 (1982) 6, S. 276–279.

A 4315