

Untersuchungen an Förderpumpen für Siliermittel-Applikationsgeräte

Dr.-Ing. L. Scherbarth, KDT/Ing. H. Gierer, KDT
Forschungszentrum für Mechanisierung der Landwirtschaft Schlieben/Bornim der AdL der DDR

In den Jahren 1984 bis 1986 wurden in Produktionsexperimenten, zuletzt in kontrollierter Breitenanwendung, neue flüssige Siliermittel und die dazugehörige Applikationstechnik erprobt und in die Landwirtschaft der DDR eingeführt [1, 2]. Die starke Resonanz, die diese Siliermittel in der landwirtschaftlichen Praxis gefunden haben, wird auch in der Nachfrage nach der erforderlichen Applikationstechnik deutlich.

Eine Reihe von Anwendern realisiert eigene technische Lösungen, wie z. B. Nutzung der Schwerkraftförderung oder Anwendung von Druckluft. Aus der Abhängigkeit der Ausflußmenge vom Füllstand oder der Verwendung teurer Druckgefäße ergibt sich eine Reihe von Problemen. Ein Variantenvergleich führte das Forschungszentrum für Mechanisierung der Landwirtschaft Schlieben/Bornim zwangsläufig zur Auswahl einer Förderpumpe und bestätigte damit den Lösungsweg der ČSSR-Landwirtschaft, der sich in der Rollkolbenpumpe des Dosiergeräts ADR-036 repräsentiert. Dieses Gerät wird z. Z. im Interesse einer beschleunigten Überführung des wissenschaftlich-technischen Fortschritts importiert und durch den VEB KfL Rügen komplettiert (Bild 1) [2].

Dieser Beitrag hat das Ziel, mit den während

der Forschungsarbeiten durchgeführten Untersuchungen an Förderpumpen und deren Ergebnissen bekannt zu machen.

1. Aufgabenstellung

Für die flüssigen Siliermittel Cekafusil (Dosis 3 l/t Halmfutter, Dichte 1,3 kg/dm³) und Natriumpyrosulfit (Dosis 7,5 l/t Halmfutter, Dichte 1,3 kg/dm³) sowie die bekannte Ameisensäure war eine Förderpumpe zu finden, die, mit einer Nenndrehzahl um 1000 U/min arbeitend, einen Förderstrom von 1 bis 9 l/min bei Drücken bis 40 kPa erzeugt. Sie muß korrosionsfest, einfach in Aufbau und Fertigung und anspruchslos in der Wartung sein.

Zur kurzfristigen Absicherung der Produktionsexperimente war eine Übergangslösung zu finden.

2. Lösungsweg

Aus einer gegenüberstellenden Wertung bekannter Funktionsprinzipie wurde das Prinzip der Schlauchpumpe als besonders günstig herausgearbeitet. Dazu trug folgendes bei:

- geringste Anzahl von Bauelementen, die mit dem Medium in Berührung kommen
- keine Abdichtungen an Grenzflächen zu einander bewegter Teile erforderlich.

Nachteilig war, daß Schlauchpumpen für die geforderten und veränderlichen Fördermengen nicht verfügbar sind.

Einen guten Kompromiß bietet die im Dosiergerät ADR-036 gewählte Pumpenvariante, die Merkmale der Schlauchpumpe und der Rollkolbenpumpe in sich vereint. Sie basiert auf einer vom heutigen VEB EAW Elektronik Dresden entwickelten Laborpumpe für Flüssigkeiten und Gase, die einen Förderstrom bis 1 l/min (Wasser mit einer Temperatur von 20°C) bewältigt. Das Gerät aus der ČSSF hat einen Nenndurchsatz bis 4 l/min (Wasser, 20°C) bei einer Nenndrehzahl von 1275 U/min. Hieraus leitete sich die Aufgabe ab, als Sofortlösung Maßnahmen zur Leistungssteigerung der Pumpe des ČSSR-Dosiergeräts ADR-036 einzuleiten und darüber hinaus eine Neuentwicklung vorzunehmen.

Unter Ausschluß der Ameisensäure aus der Aufgabenstellung bot sich als Alternativvariante die vom VEB Pumpenwerk Halle produzierte Zellenradpumpe UZE-58/30-03 für vorgegebene Fördermengen von 3 bis 20 l/min (Wasser, 20°C) bei einem Druck von 100 kPa und einer Nenndrehzahl von 2900 U/min für weitere Untersuchungen an.

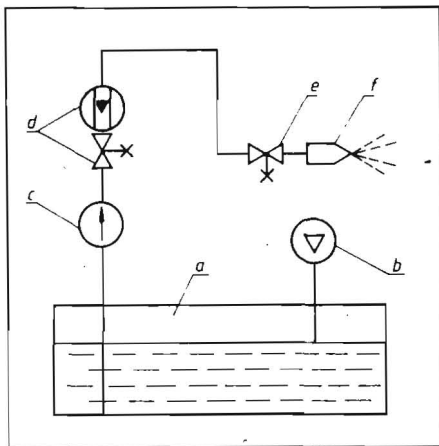


Bild 1. Technisches Schema des Applikationsgeräts (nach [2]);
a Siliermittelbehälter, b Füllstandsanzeige, c Pumpenaggregat, d Kontroll- und Stelleinrichtung, e Abschalt-einrichtung, f Lochdüse

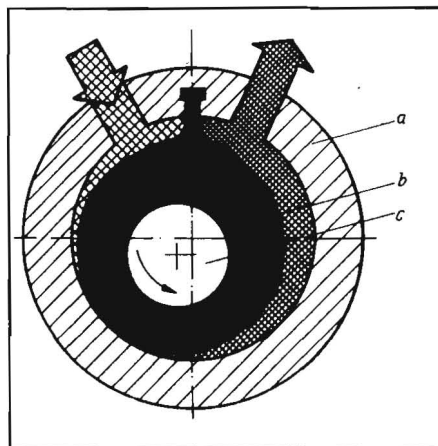


Bild 2. Prinzip der Rollkolbenpumpe;
a Gehäuse, b Gummiröhrchen, c Exzenter

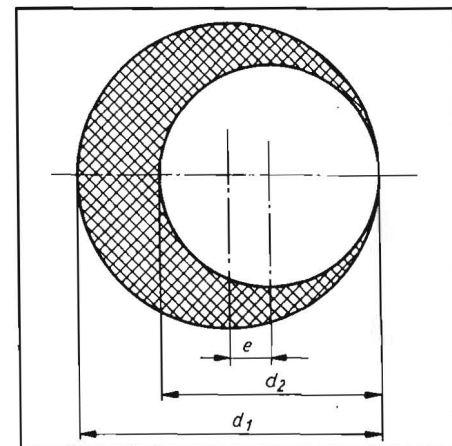


Bild 5. Ableitung des Fördervolumens einer Rollkolbenpumpe bei einer Umdrehung;
e Exzentrizität

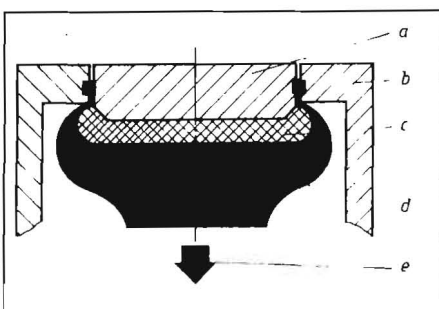


Bild 3. Wirkungsprinzip der Rollkolbenpumpe, ansaugend;
a Gehäuse, b Deckel, c angesaugte Flüssigkeit, d Gummiröhrchen, e Bewegungsrichtung

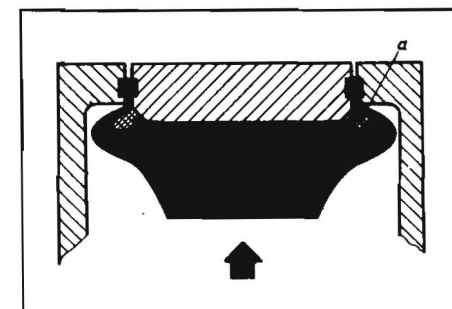


Bild 4. Wirkungsprinzip der Rollkolbenpumpe, drückend;
a Rückströmung

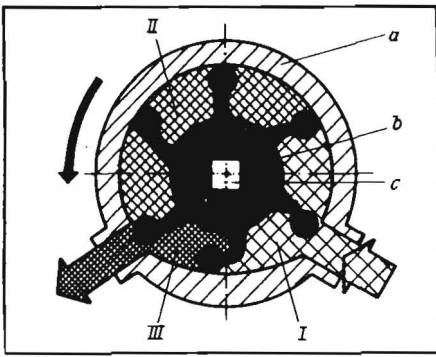
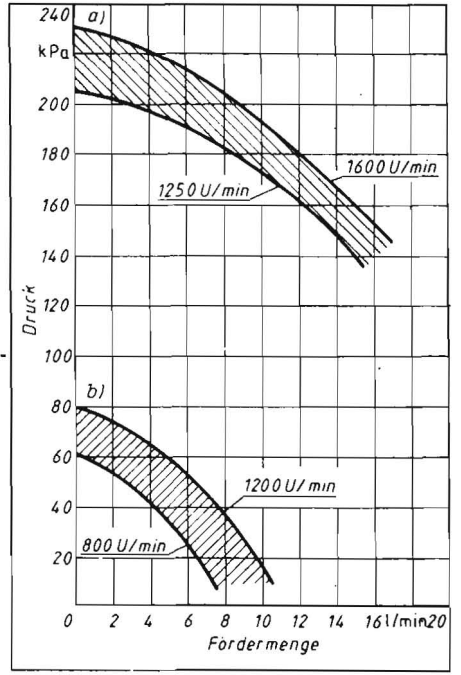
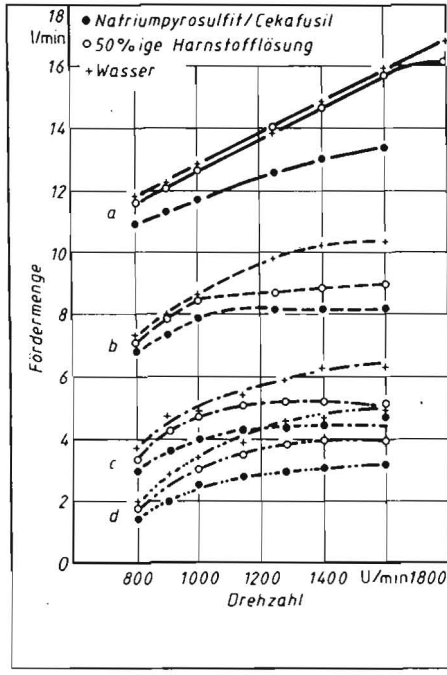


Bild 6. Prinzip der Zellenradpumpe (I ansaugen, II fördern, III abgeben); a Gehäuse, b Gummirotor, c Mitnehmervierkant
 Bild 7. Förderverhalten der Pumpen in Abhängigkeit von Drehzahl und Fördermedium; a Zellenradpumpe UZE-58/30-03, b Rollkolbenpumpe (Experimentiermuster), c Rollkolbenpumpe ADR-036 (verändert), d Rollkolbenpumpe ADR-036 (Original)



3. Aufbau und Funktionsweise der verwendeten Pumpentypen

3.1. Rollkolbenpumpen

Der gummielastische Verdränger der Rollkolbenpumpe ist, auf einem Wälzlager sitzend, mit dem Exzenter einer zentrisch zum Gehäuse gelagerten Antriebswelle verbunden (Bild 2). Gleichzeitig sind an den Flanken des Verdrängers umlaufend Dichtlippen herausgeführt, die fest zwischen Gehäuse und Deckel eingespannt werden. Ein Steg als Bestandteil des Verdrängers wird in einen Schlitz des Gehäuses formschlüssig eingeführt. Bei Drehung des Exzenters wandert die Berührungsfläche zwischen Verdränger und Gehäuse gleichermaßen weiter und treibt die zu fördernde Flüssigkeit vor sich her. Vor dem Steg wird sie durch den Druckstutzen aus der Pumpe herausgepreßt. Durch Veränderung des durch Verdränger und Gehäuse eingeschlossenen Raumes kommt die Förderwirkung zustande. Dabei „rollt“ der Verdränger nicht im Gehäuse, sondern wird im elastischen Bereich verformt und umlaufend angepreßt (Bilder 3 und 4).

Beim Drosseln des Förderstroms, z. B. durch Betätigung des Stellventils, bilden sich durch elastische Verformung der Flanken des Verdrängers Rückstromkanäle aus. Sie müssen so ausgelegt sein, daß sie ein kurzzeitiges vollständiges Absperrern der Druckleitung ermöglichen. Die Steifigkeit der Flanken des Verdrängers ist also maßgebend für das zu erreichende Druckniveau der Pumpe. Bei Drosselung des Förderstroms wird die Antriebsenergie in Wärme umgewandelt, die jedoch durch die Flüssigkeit ab 0,2 l/min sicher abgeleitet wird.

Die theoretische Fördermenge läßt sich nach Gl. (1) berechnen (Bild 5), wenn man einen rechteckigen Förderquerschnitt der Spaltbreite b unterstellt und mit d_1 und e weitere Konstruktionsgrößen festlegt:

$$V = \frac{b \pi}{4} (d_1^2 - d_2^2); \quad (1)$$

V theoretische Fördermenge in l/min
 b Spaltbreite in mm

d_1 Durchmesser des Gehäuses in mm
 d_2 Durchmesser des Verdrängers in mm.
 Die chemische Zusammensetzung und die Härte des Verdrängers sowie seine Form sind, mit den Konstruktionsgrößen abgestimmt, für Förderleistung und Nutzungsdauer des Verdrängers verantwortlich. Wegen nicht exakt definierter Strömungsverhältnisse in der Pumpe und mit Rücksicht auf unterschiedliche Eigenschaften der zu fördernden Medien (korrosiv, viskos) waren umfangreiche experimentelle Untersuchungen erforderlich.

3.2. Zellenradpumpe

Sie besteht im wesentlichen aus Gehäuse mit rundem, einseitig abgeflachtem Querschnitt zwischen Saug- und Druckstutzen, Deckel, Zellenrad mit Lamellen (Gummirotor) und Antriebswelle mit Mitnehmervierkant. Bei rotierendem Zellenrad reiben dessen Seitenflächen an Gehäuse und Deckel, die Lamellen liegen radial am Gehäuse an und begrenzen das Zellenvolumen (Bild 6). Bedingt durch die innere Gehäusegestaltung verändert sich das Zellenvolumen und bewirkt durch sinnvolle Anordnung der Gehäuseöffnungen den Fördereffekt.

Beim Drosseln des Förderstroms lassen die Lamellen ein verstärktes Überströmen zwischen den Zellen zu. Dabei heben sich die Lamellen vom Gehäuse ab.

Im Gegensatz zur Rollkolbenpumpe kommt das Medium im Betriebszustand der Zellenradpumpe allseitig mit dem Zellenrad und dessen Antriebswelle in Kontakt. Deswegen muß die Antriebswelle gegen das Gehäuse mit einem Wellendichtring abgedichtet werden, dessen korrosionsgefährdete Feder gegen einen passenden Rundring aus Gummi ausgetauscht wird. Besonders muß darauf hingewiesen werden, daß die Reibung zwischen Zellenrad und Gehäuse durch das zu fördernde Medium erheblich reduziert wird. Bei Trockenlauf mit Nenndrehzahl sind Rotor und Gehäuse jedoch bereits nach rd. 30 s zerstört.

4. Versuchsdurchführung und Ergebnisse

Beide o. g. Pumpentypen wurden auf dem Prüfstand mit den Medien Wasser, Natrium-

Bild 8. Förderdruck bei stufenweise gedrosselter Fördermenge;

- a) Zellenradpumpe UZE-58/30-03 (50%ige Harnstofflösung mit einer Temperatur von 20°C, Förderhöhe ± 0)
- b) Experimentiermuster der Rollkolbenpumpe ($d_1 = 35$ mm, $e = 2,75$ mm, $b = 43$ mm, Wassertemperatur 12°C, Förderhöhe ± 0)

pyrosulfid, Cefazolin und Harnstofflösung getestet. Bei veränderlicher Drehzahl des Antriebs wurde die Fördermenge gemessen, indem die je Minute abgegebene Flüssigkeitsmenge aufgefangen und mit dem Meßzylinder ermittelt wurde.

In einer weiteren Versuchsreihe wurden bei gleichbleibender Drehzahl durch ein Ventil die Fördermenge reduziert und der sich aufbauende Druck ermittelt.

Für die aus dem Anwendungsfall bekannten folgenden Bedingungen wurden die Pumpenkennwerte ermittelt und Untersuchungen zur Standzeit der Pumpen durchgeführt:

- Saughöhe - 0,5 bis 1 m
- Schlauchlänge 6 m (Durchmesser 1/2")
- Durchflußmesser und Auslauföffnung Durchmesser 6 mm (Höhe ± 0).

Die jeweils maximale Fördermenge bei steigender Drehzahl (Bild 7) zeigt, daß durch technische Veränderungen an den Öffnungen der Rollkolbenpumpe des Dosiergeräts ADR-036 und an der Einspritzdüse eine Erhöhung der Förderleistung erzielt werden konnte. Die Aufgabenstellung konnte jedoch nicht realisiert werden.

Erst eine Veränderung der Parameter d_1 von 58 auf 85 mm, der Spaltbreite b von 31 auf 43 mm und der Exzentrizität e von 1,5 auf 2,75 mm ergab eine deutliche Erhöhung des Förderstroms im Sinne der Aufgabenstellung im nutzbaren Drehzahlbereich von 900 bis 1000 U/min (Experimentiermuster).

Die Elastizität des Verdrängers bewirkt jedoch ein sichtbar degressives Anwachsen des Förderstroms mit der Pumpendrehzahl. Steigender Gegendruck, der aus den Reibungsverlusten der Druckleitung, des Durchflußmessers und einer Düse resultiert, senkt

den Förderstrom erheblich. Maßnahmen, die die Viskosität des Mediums erhöhen, haben ebenfalls eine den Förderstrom vermindernde Wirkung. Zu beachten ist die Abhängigkeit der Viskosität des Mediums von der Temperatur. Das Verhältnis des Förderstroms zum Druck wird bei der Drosselung der Fördermenge gut sichtbar (Bild 8). Es zeigt aber auch die geringen Reserven der Rollkolbenpumpe bei Störungen, z. B. in der Schlauchführung oder durch Verschmutzung.

Bei stationären Nutzungsdaueruntersuchungen wurden unter Verwendung von Wasser bei normalem Betriebsdruck (10 kPa) bei allen Pumpentypen die Untersuchungen nach 550 Betriebsstunden abgebrochen, weil kein Leistungsabfall oder sichtbarer Verschleiß auftrat. Bei der Drosselung des Förderstroms auf 2 bis 3 l/min waren nach 700 Betriebsstunden leichte Verschleißerscheinungen am Steg und an den Klemmstellen des Verdrängers der Rollkolbenpumpe und am Zellenrad sowie an Gehäuseteilen der Zellenradpumpe zu bemerken. Die Pumpen waren weiter einsetzbar. Die Dichtung an der Rotorwelle des Zellenrades wurde nach 270 Stunden wegen Undichtheit (Reibverschleiß) gewechselt.

Im praktischen Einsatz auf dem Feldhäcksler E280 fielen die Zellenradpumpen wegen mangelnder Abdichtung und Trockenlaufschäden häufig aus. Dazu führte auch mangelnde Maßgenauigkeit des Zellenrades. Die

Rollkolbenpumpen arbeiteten dagegen störungsfrei, wenn das Medium von harten, schneidenden Fremdkörpern, wie z. B. Rostplättchen aus dem Behälter, freigehalten wird. Dadurch steigt die Bedeutung funktionsfähiger Siebe für die Wartung der Applikationsgeräte.

5. **Schlußfolgerungen**

Für das Fördern von flüssigen Siliermitteln oder anderen chemischen Substanzen in Applikationsgeräten der Landwirtschaft sind Rollkolbenpumpen der vorgestellten Bauart besonders geeignet. Sie sind wartungsarm und verschleißfest, einfach und wirtschaftlich einsetzbar [3]. Sie genügen in der verwendeten Ausführung (ADR-036), bezogen auf die Anwendung von Cekafusil, den Anforderungen.

Wird mit diesen Geräten Natriumpyrosulfid gefördert, kann die Dosis (7,5 l/t Halmgut) nur bis zu einer Durchsatzleistung des Feldhäckslers E280 von 30 bis 35 t/h Halmfutter eingehalten werden. Wird das nicht durchgesetzt, ist Fehlgärung die Folge.

Auf der Basis geänderter Konstruktionsabmessungen wurde eine leistungsfähigere Rollkolbenpumpe entwickelt, die allen gegenwärtig bestehenden Anforderungen genügt und in den Rationalisierungsmittelbau der Landwirtschaft überführt wird.

Die gegenwärtigen und zukünftigen Nutzer der Applikationstechnik für flüssige Siliermittel sind damit über die Besonderheiten der

verwendeten Rollkolbenpumpen (ADR-036, Original ČSSR; ADR-036, technisch verändert und im VEB KfL Rügen komplettiert; Rollkolbenpumpe – Experimentiermuster) und der Zellenradpumpe UZE-58/30-03 informiert und können ihre Eigenschaften berücksichtigen. Sie sind aufgefordert, bei nicht erreichter Nennleistung der Pumpen das Leitungssystem auf unzulässige Querschnittsverengungen und auf Verunreinigungen zu überprüfen und die Siebe auf der Saugseite funktionsfähig zu halten, da speziell die Rollkolbenpumpe mit elastischem, selbstabdichtendem Verdränger in ihrer Förderleistung druckempfindlich ist und durch Fremdkörper beschädigt werden kann.

Die Zellenradpumpe ist außer für Ameisensäure eine kompromißbehaftete Alternative. Ihr Antriebsleistungsbedarf beträgt etwa 300 W, der der Rollkolbenpumpen gemäß der Förderleistung 55 bis 110 W.

Literatur

- [1] Weißbach, F., u. a.: Möglichkeiten zur Weiterentwicklung des Verfahrens der Welksilageproduktion durch den Einsatz von Siliermitteln. *Feldwirtschaft*, Berlin 27 (1986) 4, S. 160–166.
- [2] Scherbarth, L., u. a.: Erfahrungen mit dem Einsatz eines Applikationsgerätes für flüssige Siliermittel am Feldhäcksler E280. *Feldwirtschaft*, Berlin 27 (1986) 4, S. 167–169.
- [3] Pohlentz, W.: Pumpen für Flüssigkeiten und Gase. Berlin: VEB Verlag Technik 1977, S. 239ff. A 4966

Kurz informiert

Wissenschaftliche Tagung

Der Betriebsteil Potsdam-Bornim des Forschungszentrums für Mechanisierung der Landwirtschaft Schlieben/Bornim und die Betriebssektion der Kammer der Technik führen am 10. und 11. November 1987 in Potsdam eine wissenschaftliche Tagung zum Thema „Mechanisierung und Automatisierung der Aufbereitung, Vermarktung und Klimatisierung von Kartoffeln, Äpfeln und Laugeremüse“ durch.

Mit Kooperationspartnern aus Forschung und Entwicklung sowie Praxisvertretern aus Landwirtschaftsbetrieben werden Forschungsergebnisse zum genannten Themenkreis aus den Jahren 1984 bis 1987 beraten und Lösungsvorschläge für weiterführende Arbeiten vorgestellt.

Interessenten wenden sich an:

Forschungszentrum für Mechanisierung der Landwirtschaft Schlieben/Bornim, Betriebsteil Potsdam-Bornim, Max-Eyth-Allee, Potsdam-Bornim 1503.

*

Fachsymposium über bulgarische Landtechnik

Das bulgarische Außenhandelsunternehmen Agromaschinimpex Sofia organisiert am 21. Oktober 1987 in Berlin ein Fachsymposium zur Produktion von Landmaschinen und Gewächshäusern in der VR Bulgarien sowie zu Möglichkeiten der Entwicklung und Fertiigung von elektronischen Systemen für die Landwirtschaft. Auf dieser Informationsveranstaltung im Bulgarischen Kultur- und Informationszentrum (Unter den Linden 10, Be-

ginn 11 Uhr) referieren Experten des bulgarischen Landmaschinenbaus. Außerdem werden Kurzfilme über den Einsatz der Mikroelektronik in der Landwirtschaft gezeigt. Interessenten wenden sich an die Handelsabteilung bei der Botschaft der VR Bulgarien, Außenhandelsunternehmen Agromaschinimpex, Friedrichstraße 62, Berlin 1080, Telefon 2 00 03 21, Telex 114035. N. H.

*

Konferenz zur Automatisierung

Der Fachausschuß „Automatisierungssysteme“ der Wissenschaftlich-Technischen Gesellschaft für Meß- und Automatisierungstechnik (WGMA) der Kammer der Technik veranstaltet am 28. und 29. Oktober 1987 in Warnemünde die 10. Wissenschaftlich-technische Konferenz „Elektronische Automatisierungssysteme“.

Thematische Schwerpunkte sind:

- Neue Automatisierungsgeräte und -systeme
- Expertensysteme in der Automatisierungstechnik
- Elektronische Schiffsautomatisierung als Anwendungsschwerpunkt.

Schriftliche Teilnahmesche sind an folgende Adresse zu richten:

Präsidium der KDT, Sekretariat der WGMA, PSF 1315, Berlin 1086. M.

*

Jahrestagung 1987

Die Jahrestagung 1987 des Fachausschusses Kartoffelwirtschaft der KDT wird vom 24. bis zum 26. November 1987 in Rostock stattfin-

den. Am ersten Tag sind die Besichtigung der komplett rationalisierten Aufbereitungs- und Schälllinien in der Speisekartoffel-ALV-Anlagen Bad Doberan und Wöpkendorf sowie der Besuch der Zentralen Prüfstation für Pflanzkartoffeln (biotechnologisches Prüfverfahren) in Gransebieth, Kreis Grimmen, vorgesehen. Die Vortragstagung wird sich vor allem mit ökonomischen Fragen der Kartoffelproduktion, züchterischen Aufgaben, der baulichen Rekonstruktion von ALV-Anlagen und den Aufgaben der Rationalisierung in den ALV-Anlagen sowie bewährten Rationalisierungslösungen befassen. Interessenten an dieser Veranstaltung wenden sich an den KDT-Bezirksvorstand Rostock, Waldemarstraße 20a, Rostock 2500, Tel. 3 61 61.

Dr. E. Pötke, KDT

*



Mit den Bildübersichten zu den geltenden Arbeitsschutzvorschriften im Bauwesen ermöglicht der Arbeitsschutz- und Technologiekalender 1988, der aus 14 Blättern im Format A2 (rd. 60 cm × 40 cm) bestehen wird, u. a. eine Übersicht zu folgenden Bereichen:

- Arbeit auf Baustellen
- Maurerarbeiten