

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 86 (1968)  
**Heft:** 37

**Artikel:** Das Stapelkranlager der Viscosuisse in Emmenbrücke: die elektronische Steuerung der Krananlagen  
**Autor:** Stumper, Hans  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-70134>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 06.02.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

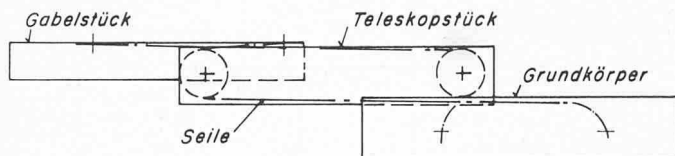


Bild 30. Schematische Darstellung des Antriebes der Teleskopausfahreinrichtung

Wie erwähnt, ist die Teleskopausfahreinrichtung verschiebbar im Hubwagen angeordnet. Nach der Grobpositionierung vor der anzufahrenden Fachspalte findet die Feinpositionierung statt, bei der nicht mehr das ganze Gerät, sondern nur noch der Schlitten mit der Teleskopausfahreinrichtung innerhalb des Hubwagens verschoben wird. Der Schlitten ist durch Rollen in Schienen gelagert und wird von einem Getriebemotor durch Spindeltrieb verschoben. Die Abtastung am Fach geschieht fotoelektrisch an einer am Fach bzw. unter der Palette am Regalriegel angeklebten Reflektorfolie.

Die Teleskopausfahreinrichtung besteht aus dem Grundkörper mit dem Zahnradantrieb und den Rollen für die Führung des Teleskopstückes, Bild 29. Dieses bewegt sich im Grundkörper sowohl nach links als nach rechts um je etwa die Hälfte der Eigenlänge. Der Antrieb erfolgt über Zahnstange und Zahnräder. Im Teleskopstück ist das Gabelstück gelagert, das sich um etwas mehr als die Eigenlänge nach links und rechts ausfahren lässt. Es wird über zwei Seile angetrieben, die am Grundkörper befestigt und um das Teleskopstück geführt sind, Bild 30. Damit der Hubwagen mit dem Bedienungsmann bei Seilriss nicht abstürzen kann, ist eine Sperr-Fangvorrichtung eingebaut.

Die Grob-Positionierung orientiert sich an je einer Messspur oben an der Schiene und seitlich unten an der Führungsschiene und in der Höhe an der Säule. Die nachgeschaltete Fein-Positionierung direkt am Fach hat den Vorteil, dass nachträglich auftretende Änderungen im Gebäude, am Gerät oder der Zielgenauigkeit der Grob-Positionierung ausgeglichen werden. Dieser Ausgleich ist für maximal  $\pm 50$  mm vorgesehen. Die Seillängung hat keinen Einfluss auf die Positionierungsgenauigkeit.

Eine besondere fotoelektrische Messung, die von oben nach unten im Spalt zwischen Regal und Gerät auf jeder Seite des Gerätes erfolgt, soll eine Beschädigung von Lagergut und Gerät verhindern. Durch diese Messung wird die Mittelstellung der Palette auf dem Hubwagen des Gerätes kontrolliert. Sollte die Palette nicht ganz aufgenommen oder ins Fach abgegeben worden sein, so ist der von oben nach unten führende Lichtstrahl unterbrochen und das Gerät kann nicht abfahren. Mit dem gleichen Lichtstrahl wird verhindert, dass sich das Gerät um mehr als einen vorbestimmten Betrag schieft. Es wäre denkbar, dass durch Hindernisse im Gang oder durch Schäden an den Fahrtrieben das Gerät oben oder auch unten voreilt. Der erwähnte Lichtstrahl trifft dann den unten angeordneten Reflektor nicht mehr, so dass das Gerät stehen bleibt. In der oberen Hubwagenstellung sind den Betriebsendschaltern die vorgeschriebenen

Notendschalter nachgeschaltet. Die Abschaltung der Fahrgeschwindigkeit an den Gangenden wird normalerweise von der Elektronik eingeleitet. Zusätzlich sind Endschalter angeordnet, die eine stufenweise Abschaltung bei Handbetrieb vornehmen. Diese Endschalter werden durch nachgeschaltete Endschalter überwacht, die genauso wie die Notendschalter nach der oberen Hubwagenstellung die gesamte Steuerung des Gerätes unterbrechen. Nur so lässt sich erreichen, dass die betriebsmässigen Endschalter bei einem Versagen sofort repariert werden können.

Adresse des Verfassers: *Rudolf Allmeroth*, Ing. grad., Sachbearbeiter, Demag-Zug GmbH, D-5802 Wetter (Ruhr).

## Die elektronische Steuerung der Krananlagen

Von *H. Stumper*, Ing., Volmarstein

Die im vorhergehenden Kapitel beschriebenen Stapelkrane sind mit einer elektronischen Steuerung versehen, die mitfahrende Bedienungspersonen überflüssig macht und damit einerseits menschliche Fehlerquellen weitgehend ausschaltet, andererseits die bei einer Höhe von fast 30 m grosse psychische Belastung der Kranfahrer vermeidet. Weiter sollte die Steuerung die Möglichkeit bieten, ohne Zwischenschaltung von Bedienungspersonen mit dem bereits vorhandenen Computer zusammenzuarbeiten. Und schliesslich sollte das System mit Kontrolleinheiten versehen sein, die die fehlerfreie Funktion der Steuerung überwachen und gegebenenfalls durch ein entsprechendes Signal die Art des Fehlers anzeigen. Das verwendete Steuerungssystem «*Degematik*» ist eine Wegregelung, die besonders für Krananlagen entwickelt worden ist. Dabei berücksichtigte man alle Erfahrungen, die beim Betrieb derartiger Anlagen gesammelt werden konnten.

### Funktionsbeschreibung

#### 1. Steuerpult

Das im Vordergrund des Bildes 31 sichtbare Steuerpult enthält rechts neben den Bedienungselementen für die Stetigförderer auch die für die Kransteuerungen. Man erkennt die beiden Schlüsselschalter, mit denen von Handbetrieb auf automatischen umgeschaltet werden kann. Die jedes Fach kennzeichnende Nummer wird durch eine Zehnertastatur in einen Speicher eingegeben. Ziffernanzeigeröhren zeigen die gespeicherte Zahl an und geben dem Bedienungsmann damit Gelegenheit, den Speicherinhalt noch einmal zu kontrollieren und gegebenenfalls zu berichtigen. Normalerweise wird man einen Ein- und Auslagerungsbeehl in die Speicher eingeben, da mit einem solchen kombinierten Spiel die grösste Umschlagsleistung zu erzielen ist. Daneben können natürlich auch Einzelbefehle eingetastet und ausgeführt werden. Durch Betätigen einer Starttaste setzt sich der Kran in Bewegung und fährt zum Palettenaufnahmepunkt, wenn er sich nicht schon dort befindet. Dort wird die einzulagernde Palette durch Ausfahren der Teleskopgabeln, Anheben derselben und Wiedereinfahren durch den Kran aufgenommen. Bild 32 zeigt eine Palette,

Bild 31. Paletten-Ein- und Auslagerungsstelle

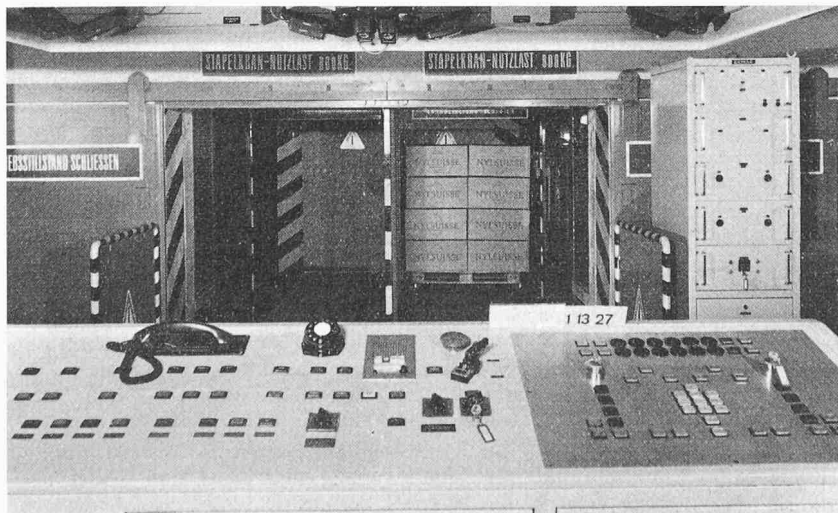
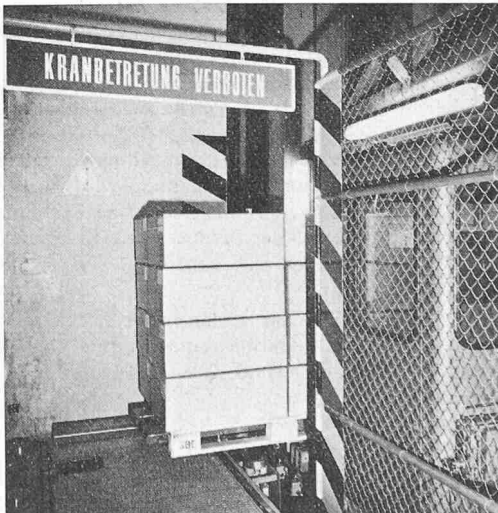


Bild 32. Eine Palette wurde soeben von den Teleskopgabeln des Stapelkrans übernommen



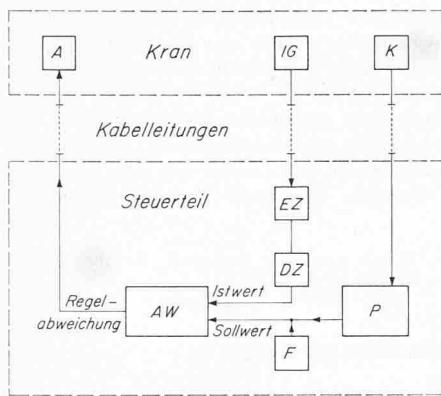


Bild 33. Schematische Darstellung einer Regelung für eine Dimension (Kran)

- P Programmschaltung
- AW Auswerter (Regler)
- F Fachnummer-Eingabe
- A Antriebsmotor
- IG Impulsgeber
- EZ Impulsformer
- DZ Zähler
- K Kontrollkontakte

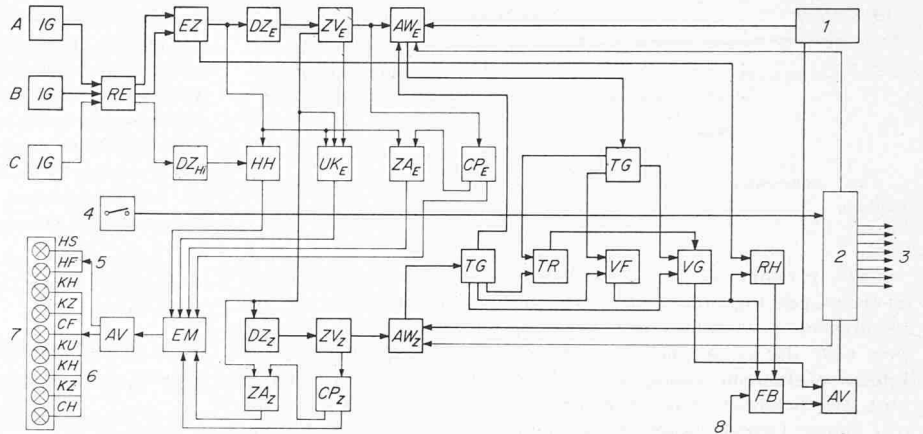


Bild 34. Blockschaltbild für eine Koordinate

- 1 Fachnummer-Eingabe
- 2 Programmschaltung
- 3 Befehle zum Kran
- 4 Kontrollkontakte am Kran
- 5 Externe Kontrollen
- 6 Interne Kontrollen
- 7 Funktionskontrollen: Störungsanzeige
- 8 zweite Koordinate
- IG Impulsgeneratoren
- RE Relais-Eingangsteil
- EZ Impulsformer
- DZ Zähler
- ZV Zählerverstärker
- AW Vergleichler
- VF Fahrtrichtungsermittler
- VG Geschwindigkeitsermittler
- TG Treppenspannungsgenerator
- TR Trigger
- RH Rückholeinrichtung
- FB Fahrt-beendet-Signal
- AV Ausgangsverstärker
- DZ<sub>Hi</sub> Hilfszähler
- HH Haupt-Hilfszählerkontrolle
- CP Codeprüfer
- ZA Zählerstandsveränderungsprüfung
- UK Übertragungskontrolle
- EM Störungsmeldungsverknüpfung

die bereits auf den Teleskopgabeln ruht. Sobald die Palette auf dem Kran ihre Mittelstellung erreicht hat, werden die Kranbewegungen freigegeben, und die Positionierungssteuerung übernimmt dann die Führung des Kranes.

## 2. Steuerungsprinzip

Die «Degematik» beinhaltet eine digitale Regelung, welche aus kontaktlosen Bauelementen aufgebaut ist. Die Kranbewegungen einer Koordinate werden in einem vorwärts und rückwärts zählenden elektronischen Zähler nachgebildet. Der Zählerstand kennzeichnet den Standort des Kranes. Dieser Zählerstand bildet den Istwert des Regelkreises. Die Ziffer des Punktes, den der Kran anfahren soll, zum Beispiel eine Fachnummer, bildet den Sollwert des Regelkreises. Istwert und Sollwert werden in einem Auswerter statisch miteinander verglichen. Dieser gibt die jeweilige Differenz zwischen Soll- und Istwert an und stellt fest, ob sie, bezogen auf den Sollwert, positiv oder negativ ist. Aus der Polarität der Differenz wird die Fahrtrichtung des Kranes gewonnen, und aus der Grösse der Differenz werden die verschiedenen Fahrgeschwindigkeiten abgeleitet. In Bild 33 ist eine Regelung für eine Dimension (Kran) dargestellt. Das Steuerteil ist ortsfest aufgestellt und durch Flachkabel mit dem Kran verbunden.

Beispiel: Ein Stapelkran befindet sich in horizontaler Richtung vor Lagerfach 3. Der Zähler, auf welchem der Standort des Kranes nachgebildet wird, zeigt also 3 an. Der Kran soll in horizontaler Richtung Fach 8 anfahren. Der Sollwert beträgt also 8. Istwert und Sollwert werden miteinander verglichen. Der Auswerter meldet eine Regelabweichung von -5. Der Kran fährt mit voller Geschwindigkeit vorwärts. Bei einer Regelabweichung von -2 wird eine langsamere Fahrgeschwindigkeit, bei einer Regelabweichung von -1 die Feinfahrgeschwindigkeit eingeschaltet. Ist die Regelabweichung gleich 0, ist also der Kran bei Fach 8 angekommen, bleibt er stehen.

Durch eine besondere Schaltung wird auch eine geringe Abweichung vom Sollwert (weniger als eine Fachbreite), die zum Beispiel beim Verschleiss der Bremse auftreten könnte, zurückgemeldet, und der Kran pendelt sich genau auf den gewünschten Wert ein.

## 3. Blockschaltbild

In Bild 34 stellt jedes Kästchen eine Steckkarte dar. Die stark eingerahmten sind Funktions- und die dünn eingerahmten sind Kontrolleinheiten. Nachstehend sollen die Funktionen der Baueinheiten beschrieben werden.

### a) Funktionseinheiten

Die Impulsgeneratoren IG sind am Kran befestigt. Sie geben die Zählimpulse, hervorgerufen durch Markierungen an der Kranbahn oder am Hub, an die Steuerung weiter. Die Markierungen sind Re-

flektoren, welche fotoelektrisch abgetastet werden. Die dabei entstehenden Impulse wirken auf Verstärker und Relais mit hermetisch gekapselten Kontakten. Aus Sicherheitsgründen werden zwei Impuls-generatoren IG verwendet, deren Betätigungselemente gegeneinander versetzt sind. In der einen Fahrtrichtung kommt der Impuls A vor B und in der anderen umgekehrt.

Relaiseingangsteil RE. Um keine Störimpulse durch die Kabel von aussen in die elektronische Steuerung zu bekommen, ist der Steuerschrank von den Zuleitungen durch Relais galvanisch getrennt. Diese Relais, welche die Zähl- und Kontrollimpulse in die Steuerung geben, sind mit hermetisch gekapselten Kontakten ausgerüstet. Ausserdem befindet sich auf dieser Steckkarte eine elektronische Einrichtung, die das Pressen der Kontakte nicht weiterleitet.

Der Impulsformer EZ hat die Aufgabe, fahrtrichtungsabhängige Zählimpulse zu erzeugen. Wenn der Kran zum Beispiel vorwärts fährt, müssen die Impulse den Zähler in der einen und bei Rückwärtsfahrt in der anderen Richtung fortschalten, das heisst die Impulse werden addiert oder subtrahiert. Eine weitere Aufgabe des EZ besteht darin, eine mehrfache Zählung der selben Impulsmarke zu verhindern. Das wäre möglich, wenn zum Beispiel bei Steuerung von Hand durch mehrmaliges Hin- und Herfahren ein Impuls immer von derselben Seite zwar erreicht, aber nicht überfahren wird. Durch die gewählte Schaltung wird dies verhindert. Drittens hat der EZ dafür zu sorgen, dass nach Beendigung der Fahrt (d. h. wenn die Differenz zwischen Soll- und Istwert zu Null geworden ist) der Kran an jene Stelle hinzu fährt, bei der beide IG auf ihrer Impulsmarke stehen. Ausgelöst wird dieser Vorgang durch das Signal «Rückholen». Wenn also durch Verschleiss der Bremsen der Kran über das Ziel hinausfährt, wird er zurückgeholt, auch wenn beide IG von ihren Marken herunterlaufen oder der nächste Impuls erreicht bzw. überfahren wird.

Der Zähler DZ ist dekadisch aufgebaut. Jede Dekade besteht aus fünf Flip-Flops, die zu einer Abart des Schieberegisters zusammengeschaltet sind. Die Ziffernwerte werden in einem besonderen «5 aus 10»-Code mit einer Hammingdistanz = 2 angegeben. Der DZ kann in beiden Richtungen zählen und damit die beiden möglichen Fahrtrichtungen nachahmen.

Zählerverstärker ZV. Da die an den Zähler angeschlossenen Bauteile diesen zu sehr belasten, ist zur Verstärkung der Signale ein Satz Verstärker hinter die Zähler geschaltet. Ausserdem wird in dieser Schaltung der Übertragungsimpuls für die nächste Dekade erzeugt.

Der Vergleichler AW besteht aus Dioden und Widerständen, die zu Und- und Oder-Gattern zusammengeschaltet sind. Durch statischen Vergleich des Istwertes, der aus dem Zähler DZ kommt, mit

dem Sollwert, der von der Fachnummerneingabe im 1- aus 10-Code abgegeben wird, zeigt sich, ob die Differenz zwischen den beiden Werten positiv oder negativ ist. Es sind zwei Gruppen von Und-Gattern vorhanden, von denen eine bei positiver und eine bei negativer Differenz in Tätigkeit tritt.

**Fahrtrichtungsermittler VF.** Wenn der Zählumfang grösser als 10 ist, sind mehrere Dekaden vorhanden. Zu jeder gehört dann ein Vergleichler, der die Differenz zwischen dem Soll- und dem Istwert der betreffenden Dekade feststellt. Damit besteht die Möglichkeit, dass die Differenz in den «Einern» zum Beispiel positiv, die in den «Zehnern» aber negativ ist. Der Fahrtrichtungsermittler verknüpft die Ausgänge der Vergleichler miteinander und ermittelt die gültige Fahrtrichtung.

**Geschwindigkeitsermittler VG.** Genau wie die Fahrtrichtung wird auch die Grösse der Differenz, die ein Mass für die zu fahrende Geschwindigkeit ist, in jeder Dekade getrennt ermittelt und im VG miteinander verknüpft. Bei Annäherung an den Sollwert wird bei einer einstellbaren Restdifferenz ein Signal zur Herabsetzung der Fahrgeschwindigkeit erzeugt, welches bis zum Erreichen der Haltestelle bestehen bleibt.

**Treppenspannungsgenerator TG.** Um das Signal zum Abschalten der Schnellfahrt zu erhalten, wird eine Spannung benötigt, die in ihrer Höhe proportional der Entfernung des Kranes zu seinem Sollwert ist. Bei Annäherung des Kranes an seinen Sollwert sinkt die Spannung bei jedem Zählimpuls um einen gleichbleibenden Betrag, also treppenförmig ab. Um einen gleichmässigen Abfall der Spannung bei den einzelnen Impulsen zu erreichen, wird ein Treppenspannungsgenerator benutzt.

**Trigger TR.** Das Signal, welches bei den einzelnen Dekaden anzeigt, dass eine bestimmte Spannung unterschritten ist, wird von einstellbaren Triggern erzeugt, die auf dem Print TR untergebracht sind.

**Rückholeinrichtung RH.** Das Print bewirkt im Zusammenhang mit dem Impulsformer EZ, dass bei einem Überfahren der Markierungen der Kran solange zurückgeholt wird, bis beide Impulsgeneratoren auf ihren Markierungen stehen.

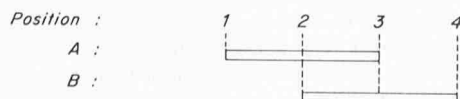
**Fahrt - beendet - Signal FB.** Das Fahrt-beendet-Signal erscheint, wenn der Kran seinen Sollwert erreicht hat, beide Impulsgeneratoren auf ihren Markierungen stehen und eine einstellbare Beruhigungszeit für den Kran abgelaufen ist.

Die **Ausgangsverstärker AV** verstärken die aus der Elektronik kommenden Signale so weit, dass Relais damit geschaltet werden können.

Die **Programmschaltung** steuert die Reihenfolge der Bewegungen von Kranbrücke, Katze und Hub. Ausserdem gibt sie die Sollwerte für immer wieder anzufahrende Festpunkte in die Regelung.

Ein Beispiel möge das Zusammenwirken der bisher beschriebenen Baugruppen (Steckkarten) veranschaulichen (siehe auch Bild 34). Der Kran stehe in der Nullstellung, das heisst  $DZ_E$  und  $DZ_Z$  zeigen beide den Zählzustand «0», die am Kran befestigten Impulsgeber  $IG_A$  und  $IG_B$  sind betätigt und geben Signal über Kabelverbindungen an den Steuerschrank, in dem sich die übrigen dargestellten Einheiten befinden. Hier wirken die Signale  $IG_A$  und  $IG_B$  auf RE und weiter auf EZ. Durch die Fachnummerneingabe wird nun der Sollwert «24» eingegeben. Der Kran soll also zum Fach Nr. 24 fahren. Der Vergleichler  $AW_E$  ermittelt die Differenz zwischen Ist- und Sollwert der Einer (hier 4) und der  $AW_Z$  die Differenz in den Zehnern (hier 2). Diese Differenzsignale erzeugen in den an den AW angeschlossenen TG quantisierte Analog-Signale, die ein Mass für die Grösse der in der betreffenden Dekade vorliegenden Differenz sind und die durch TR gewichtet werden. Die TR-Ausgangssignale werden im VG im Zusammenhang mit weiteren von den TG erzeugten zur Geschwindigkeit zusammengesetzt und betätigen über den Ausgangsverstärker AV das entsprechende Relais. Von den Kontakten des Relais führen Kabelverbindungen zum entsprechenden Schütz, das wieder am Kran befestigt ist. Die beiden TG werden auch für die Ermittlung der Fahrtrichtung benutzt, und zwar geben sie, wenn überhaupt eine Differenz in der Dekade vorliegt, ein entsprechendes Signal an VF, wo die resultierende Fahrtrichtung ermittelt wird. Diese Fahrtrichtung wirkt über FB, dessen Funktion später erläutert wird, auf den Ausgangsverstärker AV und weiter auf das Relais.

Im gewählten Beispiel werden also die Relais «vorwärts» und «schnell» betätigt, damit setzt sich der Kran in Bewegung. Die entlang der Fahrbahn befestigten Impulsmarken, die mit den Gebern



$IG_A$  und  $IG_B$  zusammenwirken, sind gegeneinander versetzt. Bei Bewegungen des Kranes und damit der IG gegenüber den Marken in Vorwärtsrichtung wird also der  $IG_A$  vor dem  $IG_B$ , und bei Rückwärtsfahrt umgekehrt, betätigt. Aus dieser Reihenfolge lässt sich die Bewegungsrichtung ableiten. Das hat den Vorteil, dass auch bei Handsteuerung die Impulse immer in der richtigen Richtung erfasst werden. Wenn zum ersten Signal das zweite hinzukommt (bei Vorwärtsfahrt in Position 2, bei Rückwärtsfahrt in Position 3), gibt das EZ einen Zählimpuls an  $DZ_E$  und schaltet den Zähler um eins weiter. Beim zehnten Impuls springt der Einer-Zähler  $DZ_E$  von 9 auf 0; gleichzeitig gibt eine auf dem Print ZV befindliche Schaltung einen Übertragsimpuls an die Zehner-Dekade  $DZ_Z$ , wodurch diese von 0 auf 1 gestellt wird.

Hat die Verzögerung des Kranes eine solche Grösse, dass zum Beispiel vier Impulse vor dem Ziel die Fahrgeschwindigkeit herabgesetzt werden muss, dann wäre das bei dem gewählten Ziel bei  $24 - 4 = 20$ .

Bei dieser Zählstellung steht eine bestimmte Kombination von TG- und TR-Signalen an VG und löst damit den Verzögerungsvorgang aus. Schliesslich fährt der Kran im Feingang auf den Zielimpuls. In der Position 2 wird auch der Feingang durch VF abgeschaltet und der Kran wird nun mechanisch abgebremst. Die Entfernung zwischen Position 2 und 3 ist so gewählt, dass der Kran innerhalb dieser Strecke zum Stehen kommt. Wenn zum Beispiel die Feinfahrgeschwindigkeit  $V = 3 \text{ m/min} = 0,05 \text{ m/s}$  und die Verzögerung  $0,3 \text{ m/s}^2$  ist, dann ist der Bremsweg

$$s = V^2 / 2b = 4,1 \cdot 10^{-3} \text{ m.}$$

In diesem Fall kann der Abstand zwischen den Positionen 2 und 3 also rund 4,5 mm betragen, wenn vorausgesetzt wird, dass der Kran ohne Korrekturbewegung zum Stehen kommen soll. Sollte durch Verschleiss oder sonstige Störungen, die die Bremswirkung herabsetzen, der Kran nicht innerhalb der Position 2 und 3 anhalten, tritt die Korrekturwirkung des EZ in Zusammenarbeit mit RH in Tätigkeit (siehe Funktion der Baugruppe EZ).

Da jede zu steuernde Bewegung (Kranfahrt, Katzfahrt, Hub) einer getrennten Regelung zugeordnet ist, können diese Bewegungen auch unabhängig voneinander, das heisst gleichzeitig ablaufen. So können zwei- und auch dreidimensionale Bewegungen gesteuert werden. Die Beendigung der Fahrt der übrigen gesteuerten Bewegungen wird ebenfalls der Steckkarte FB gemeldet, worauf weitere Bewegungen ablaufen, wie zum Beispiel «Gabel ausfahren» bei Stapelgeräten. Wenn das «Aufnehmen» oder «Absetzen» der Last beendet ist, erfolgt Meldung an die Steuerung (Programmschaltung), worauf ein neuer Sollwert eingegeben wird.

#### b) Kontrolleinheiten

**Impulsgenerator  $IG_C$ .** Zur Kontrolle der Hauptimpulse sind zwischen diesen eine bestimmte Anzahl von Hilfsmarkierungen befestigt. Der Impulsgenerator gibt diese Hilfsimpulse über Verstärker und Reedkontakte an die Steuerung weiter.

**Hilfszähler  $DZ_{HI}$ .** Der Zähler, welcher die Hilfsimpulse zählt, ist genauso aufgebaut wie der für die Hauptimpulse.

**Haupt-Hilfszählerkontrolle HH.** Diese Schaltung erzeugt zwei Störungsmeldungen:

- «Hauptimpuls zu früh», wenn der Hilfszähler seinen Nennwert noch nicht erreicht hat und
- «Hauptimpuls zu spät», wenn der Nennwert des Hilfszählers bei Erscheinen des Hauptimpulses überschritten worden ist. Ausserdem wird der Nullstellungsimpuls für den Hilfszähler gewonnen.

**Codeprüfer CP.** Diese Baugruppe besteht im wesentlichen aus einer Reihe von Diodengattern, von denen eines bei richtigem Zählcode durchgesteuert ist. Weiterhin werden durch diese Schaltung die Zählerstandsveränderungsimpulse erzeugt, die im ZA benötigt werden.

**Zählerstandsveränderungsprüfung ZA.** In dieser Schaltung werden die im CP erzeugten Veränderungsimpulse mit den Hauptzählimpulsen verglichen. Zwei Störungsmeldungen werden unterschieden nämlich Zählerveränderung ohne Zählimpuls und Zählimpuls ohne Zählerveränderung.

Die **Übertragskontrolle UK** gibt die Sicherheit, dass bei einem Weiterschalten des Einerzählers von 9 auf 0 auch der Zehnerzähler um 1 weitergeschaltet wird. Die Kontrolle gilt auch umgekehrt, wenn der Einerzähler auf 0 stand und jetzt auf 9 steht (Rückwärtszählung). Durch diese Kontrollen ist sichergestellt, dass ein Fehler in der Nachbildung der Wegstrecke bemerkt wird.

**Störungsmeldungsverknüpfung EM.** Bei Auftreten einer der o. e. Störungsmeldungen wird der Kran sofort gestoppt und die Störungs-

Nr. wird durch Ziffernanzeigeröhren angezeigt, wodurch es möglich ist, sofort an der richtigen Stelle der Steuerung einzugreifen. Infolge seiner Masse kommt er aber nicht sofort zum Stehen. Bei Auftreten einer Störung, zum Beispiel «Code falsch», werden bei weiteren Zählimpulsen auch andere Störungsmeldungen folgen, da bei falschen Code auch keine Zählerveränderungsimpulse mehr erzeugt werden. Es muss also die zuerst auftretende Störung registriert werden. Das wird in dieser Schaltung durchgeführt.

**Kontrollkontakte.** Dies sind einmal Kontakte am Hubwagen, welche den jeweiligen Zustand der Lastaufnahmevorrichtung anzeigen (frei, besetzt, ausgefahren, eingefahren). Diese Meldungen werden für die Programmschaltung benötigt. Zum anderen wird durch einen mechanischen Fühler kontrolliert, ob der Punkt, an dem eine Last abgestellt werden soll, nicht schon von einer anderen Last belegt ist.

Wie aus der Funktionsbeschreibung hervorgeht, wurde durch die Kontrollleinrichtungen einmal Wert auf grösste Funktionssicherheit gelegt, zum zweiten wird es durch die daraus entstehenden Fehleranzeigen und den Aufbau der Steuerung auch ungelertem Personal ermöglicht, durch Austausch der entsprechenden Steckkarten den Fehler zu beheben.

#### 4. Mechanischer Aufbau

Die *Degematik* besteht aus einzelnen Funktionsgruppen, deren Schaltungen auf gedruckten Leiterplatten untergebracht sind. Als Leiterplattenmaterial werden hochwertige Isolierstoffe verwendet. Die Leiterplatte ist mit einer 35  $\mu\text{m}$  dicken Kupferfolie kaschiert. Die geätzte Schaltung ist gegen Umwelteinflüsse mit einem lötfähigen Korrosionsschutzlack überzogen. Diese Normsteckkarte ist in einem Rahmen aus hochwertigen Thermoplasten untergebracht. Der elektrische Anschluss erfolgt über eine 30polige Steckvorrichtung, bestehend aus einer zweiteiligen Messerleiste und einer Federleiste. Die Kontakte bestehen aus vergoldetem Messing. Die Normsteckkarten werden in Magazine eingeschoben und in Führungshaltern verriegelt. Mehrere Magazine sind zu einem Einschub zusammengebaut, Bild 35.

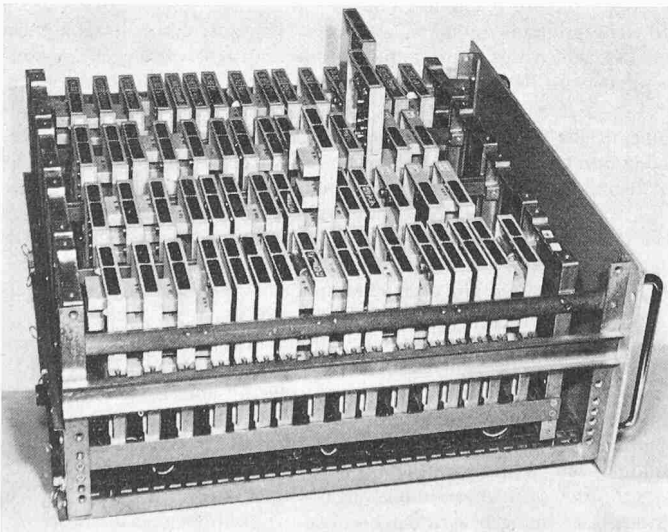
In Bild 31 ist an der rechten Seite der Schaltschrank zu sehen, der fünf Einschübe enthält. Im einzelnen sind dies (in der Reihenfolge von oben nach unten):

- das elektronisch stabilisierte Netzteil,
- das Relaisenteil mit den Eingangs- und Ausgangsrelais für die beiden Krane,
- der Elektroneinschub für Kran 1,
- der Elektroneinschub für Kran 2,
- der unterste Einschub enthält nur den Hauptschalter für die gesamte Anlage sowie noch einige Hilfsschalter.

#### 5. Technische Daten

- Prinzip: Wegregelung mit geschlossenem Regelkreis; digitale Istwertdarstellung; Zählercode 5 aus 10, Hammingdistanz = 2; externe und interne Funktionskontrollen; Fehleranzeige, Druckeranschluss möglich
- Verwendete Bauteile: Halbleiterbauelemente; Reed-Relais; Netz-

Bild 35. Ansicht eines Schaltungseinschubes mit teilweise herausgezogenen Leiterplatten



- teil mit elektronischer Sicherung: Spannungen Elektronik + 6 V, - 12 V; Spannung Relaisenteil 48 V
- Aufgenommene Leistung der gesamten Steuerung: rund 300 W
- Zählfrequenz der elektronischen Regelung: 7 kHz
- Operationszeit der gesamten Regelung:  $t_{max} = 200 \mu\text{s}$
- Anfahrgenauigkeit: Die Anfahrgenauigkeit kann von der elektronischen Regelung her beliebig genau gewählt werden. Sie ist nur abhängig von der mechanischen Beschleunigung und Verzögerung und dem sich daraus ergebenden Bremsweg
- Umgebungstemperatur: max = 50 °C
- Umgebungsluft: Die Geräte sind so ausgeführt, dass sie in normaler Umgebungsluft eingesetzt werden können
- Abmessungen: rund 70 cm tief, 65 cm breit, 210 cm hoch
- Kommandoingabe: von Hand mittels Tastatur; Umbau auf Lochkartenleser bzw. direkte Verbindung mit dem Computer möglich
- Kommandoausgabe: Potentialfreie Umschaltkontakte mit 400 W belastbar ( $U_{max} = 380 \text{ V}$ ;  $I_{max} = 20 \text{ A}$ )

#### 6. Zusatzeinrichtungen zur Demag-Automatik bei Stapelkränen

**Gabelautomatik.** Bei der *Degematik* handelt es sich um eine digitale Wegregelung. Sie bewirkt zum Beispiel bei einem Stapelkran, dass sich Stapelmast und Hubtisch vor das gewünschte Fach stellen. Da bei einem vollautomatischen Betrieb keine Bedienungsperson auf dem Kran mitfährt, muss auch eine Last, die sich auf den Gabeln des Hubtisches des Stapelkranes befindet, automatisch in das Fach gesetzt und eine Last, die sich im Fach befindet, automatisch aus dem Fach herausgeholt werden. Dies bewirkt eine Gabelautomatik. Beim Einlagern fährt die Gabel in einer oberen Stellung mit der Last in das Fach, senkt dann ab, bis die Füsse der Last selbst auf dem Fachboden stehen, und fährt dann wieder aus dem Fach. Dieses Absenken und Anheben der Last im Fach wird zur Sicherheit über zwei parallele Abtasteinrichtungen (Lichtschranken) kontrolliert. Die Gabelautomatik wird von einem elektromechanischen Schrittschaltwerk gesteuert, welches nach einem Stromausfall sein begonnenes Programm fortsetzt. Zur zusätzlichen Sicherheit ist ein mechanischer «Fach-besetzt-Fühler» angebracht, welcher verhindert, dass bei falsch eingegebenem Sollwert (Fachnummer) eine Last in ein volles Fach gesetzt wird.

**Feinpositionierung.** Da sich die Steuerung an Markierungen orientiert, welche an der Kranbahn und an der Hubsäule angebracht sind, gehen Regaltoleranzen in die Anfahrgenauigkeit ein. Sind diese so gross, dass ein genaues Einlagern und Auslagern nicht mehr gewährleistet werden kann, dann müssen sich die Lastgabeln am Hubtisch nach Erreichen des Anfahrpunktes am Regal selbst orientieren. Dazu werden Markierungen am Regal benutzt, welche direkt unter der Last angebracht sind. Mit dieser zusätzlichen Feinpositionierung können grössere Regaltoleranzen ausgeglichen werden.

Damit beim Feinpositionieren in horizontaler Richtung nicht die gesamte Masse der Stapelsäule bewegt werden muss, ist der Hubwagen an der Stapelsäule allein in horizontaler Richtung um ein genügendes Mass verfahrbar. Auch bei Steuerung der Krane von der Fahrerkabine aus sind sowohl die Gabelautomatik wie auch die Feinpositionierung wirksam. Dieses ist notwendig, damit allfällig mittels Handsteuerung eingesetzte Paletten innerhalb der selben Toleranz im Fach stehen, wie die automatisch eingelagerten, denn nur dann können sie im Automatik-Betrieb wieder herausgeholt werden.

Adresse des Verfassers: *Hans Stumper*, Ing., Abteilungsleiter der Demag-Zug GmbH, D-5802 Wetter (Ruhr).

## Palettenförderung zu den Krananlagen

Von **Hans Rotzinger**, Kaiseraugst

Eine der Bedingungen und Voraussetzung für möglichst störungsfreie Funktion und sicheren Betriebsablauf bei Stapelkrananlagen ist die *automatische Beschickung und Entladung des Stapelkrans*.

Die Aufnahmestelle der Paletten für den Stapelkran ist millimetergenau positioniert. Das heisst also, dass die Paletten-Zuführ-einrichtung ebenso exakt die Palette in diese präzise abgegrenzte Ausgangsposition bringen muss. An dieser Nahtstelle erfolgt in Koordination mit der elektronischen Steuerung durch entsprechende Verriegelungen die Übergabe der Palette von der Paletten-Förderanlage zur Gabel des Stapelkrans. Von allem Anfang an wurde diesem Punkt – die empfindlichste Nahtstelle des ganzen Stapelkranlagers – grösste Aufmerksamkeit geschenkt.