

Exaktes Längen-Meßsystem für die Straßenmarkierung

Frank Hofmann

Obwohl die Geschichte der maschinellen Straßenmarkierung bereits in den zwanziger Jahren begann, gibt es bis heute kein Meß- oder Zählsystem zur exakten Erfassung der Gesamtlänge der von einer Maschine aufgetragenen Leitlinien, das den hohen Ansprüchen genügt, die erhoben werden müssen, wenn das System tauglich sein soll zur kostenmäßigen Abrechnung von Markierungsarbeiten mit den staatlichen Auftraggebern. Bei Vorhandensein eines geeigneten Systems könnte der Aufwand für die nachträgliche Ermittlung der exakten Gesamtlänge nur der mit Markierungsstoff versehenen Teilstücke eines Markierungsloses reduziert werden.

Die verschiedenen bisher bekannt gewordenen Systeme – in der Markierungsbranche „Meterzähler“ genannt – liefern zwar, abhängig von der Bauart, teilweise recht genaue Zahlenwerte, letztere weichen jedoch mehr oder weniger stark von der tatsächlichen Ist-Länge ab. Eine exakte Übereinstimmung von Meßwert und Ist-Länge ist rein zufällig. Ursache für die Untauglichkeit der bisherigen Systeme ist nicht etwa eine ungenaue Arbeitsweise, sondern in der Regel ein den Systemen mitgegebenes Systemfehler.

Herkömmliche Meßsysteme

Bei den heute üblichen elektronischen Meterzählern, die in einfacher Weise mit einer elektronischen Längensteuerungs-Automatik gekoppelt sind, besteht dieser Systemfehler in der Kopplung des „Meterzählers“, der als summierender Impulszähler vorliegt, mit demjenigen Vorwählzähler der Längensteuerungsautomatik, mit dem die Länge der einzelnen mit Markierstoff versehenen Teilstücke einer unterbrochenen Leitlinie vorgewählt wird.

Eine elektronische Längensteuerungsautomatik umfaßt in der Regel mindestens zwei Vorwählzähler – nämlich einen für die Längenvorwahl des mit Markierungsstoff versehenen Leitlinienstückes und einen für die Längenvorwahl des markierungsstofffreien Teilstückes. Die beiden Vorwählzähler zählen – einander abwechselnd bis zur Erreichung der jeweiligen Vorwahl – die von einem Impulsgeber erzeugten Impulse. Der Impulsgeber wird wegeabhängig von der Fahrbahn aus angetrieben, wobei die Anlage so ausgelegt ist, daß bei Fortbewegung der Maschine pro Wegstreckeneinheit – hier in der Regel 1 cm – 1 Impuls erzeugt wird. Bei Erreichen der Vorwahl des einen Vorwählzählers wird der aufgelaufene Zählerinhalt gelöscht und der Impulsgeber auf den anderen Vorwählzähler umgeschaltet. Bei jeder Umschaltung von dem einen Vorwählzähler auf den anderen erfolgt ein Signal, das zum Ein- bzw. Ausschalten der Auftragsvorrichtung für den Markierungsstoff – im folgenden der Einfachheit halber nur noch Spritzpistole genannt – verwendet wird.

Aus den nachfolgend am Beispiel der Spritzpistole erläuterten Gründen weicht die im Vorwählzähler eingestellte Länge des mit Markierungsstoff versehenen Linienteilstückes in der Regel von der tatsächlichen auf der Fahrbahn erzeugten Ist-Länge ab.

Die Ursachen der Abweichung liegen in der Hintereinanderschaltung von elektronischen, elektromagnetischen, pneumatischen und mechanischen Systemen, die bei der Umsetzung des Ausgangssignals der Längensteuerungsautomatik in einen Öffnungs- bzw. Schließvorgang der Spritzpistole nacheinander durchlaufen werden. In allen diesen energieübertragenden Sy-

stemen treten zeitliche Verzögerungen auf und – was weit schwerwiegender ist – hystereseverursachende Energieverluste, z. B. durch Reibungen. Das von der elektronischen Automatik gelieferte elektrische Signal wird dazu verwendet, ein Pneumatikventil elektromagnetisch zu betätigen, wobei über ein elektrisch erzeugtes Magnetfeld ein Anker bewegt wird, durch den erst die Öffnung oder Schließung des Ventils erfolgt. Hierbei treten bereits mechanische Bewegungen auf, die reibungs- und bereits stark zeitbehaftet sind. Geringe Verunreinigungen oder Spuren von kondensierter Feuchtigkeit in der Druckluft genügen bereits, um Verzögerungen von bis zu 1 m Fahrstrecke pro Öffnungs- oder Schließvorgang der Spritzpistole entstehen zu lassen.

Mit Hilfe des vom Pneumatikventil geschalteten Druckluftstromes wird der Pneumatikzylinder der Spritzpistole belüftet bzw. entlüftet. Zum Aktivieren des Pneumatikzylinders, der die Düse der Spritzpistole öffnet und schließt, muß eine bestimmte Menge Druckluft durch das Pneumatikventil strömen, bis der zum Bewegen des Zylinderkolbens notwendige Öffnungsdruck aufgebaut ist. Dieser notwendige Luftdruck ist abhängig von:

1. Zylinderquerschnitt
2. Losbrechkraft (Haftreibung) vom Kolben im Zylinder und von der Nadel in den Nadeldichtungen
3. Federkraft der Rückstellfeder
4. Nadeldichtungsreibung

Die Zeit und damit die Verzögerung zwischen Öffnen des Pneumatikventils und der Spritzpistole ist abhängig von:

1. Notwendigem Öffnungsdruck (s. o.), der wiederum von obigen Einflußgrößen abhängig ist
2. Primärluftdruck vor dem Pneumatikventil
3. Durchlaßquerschnitt des Pneumatikventils
4. Volumen von Zylinder und Schlauchleitungen zwischen Pneumatikventil und Zylinder

Nun könnte man versuchen, die Verzögerungen rechnerisch zu erfassen bzw. durch Versuch zu ermitteln und dann zu berücksichtigen. In Anbetracht der vielen Einflußgrößen, von denen einige variabel sind, d. h. von der Maschineneinstellung abhängen, würde dies zu umfangreichen Tabellen führen, deren Benutzung außerdem Manipulation erlauben, womit das System wiederum untauglich für ein Abrechnungssystem wird. Die Einflußgröße „Losbrechkraft von Kolben und Nadel“ ist ohnehin einer rechnerischen Behandlung kaum zugänglich, weil sie von diversen weiteren Einflüssen abhängt, die sich während des Betriebes laufend ändern können. So ist die Losbrechkraft abhängig von:

1. Dichtungswerkstoff
2. Schmierverhältnisse im Dichtspalt
3. Dichtungspressung
4. Oberflächenzustand (Verschleiß!) aufeinander gleitender Teile

Von entscheidender Bedeutung bezüglich der Soll-Ist-Abweichung der Linienteilstücke ist jedoch nicht die Tatsache, daß überhaupt Verzögerungen auftreten und auch nicht, daß die Verzögerungen unregelmäßig sind, sondern vielmehr die Tatsache, daß die Verzögerung am Anfang einer Linie in der Regel anders ist als an deren Ende. Ein elektrisch-pneumatisch-mechanisches System weist beim Einschalten (Belüften) eine andere Verzögerung auf als beim Ausschalten (Entlüften). Und dieser Unterschied in den Verzögerungen ist die Ursache für einen Einfluß der Markierungsgeschwindigkeit auf die Soll-Ist-Abweichung.

Nimmt man zur Vereinfachung an, daß alle im Vorstehenden genannten Einflüsse konstant bleiben, so sind auch die Verzögerungen bei unveränderter Maschineneinstellung (Luftdruck usw. außer Markiergeschwindigkeit) zeitlich konstant. Die auf Längeneinheiten (Fahrstrecke) bezogenen Verzögerungen wachsen dann entsprechend der Gesetzmäßigkeit

$$\begin{array}{l} \text{Linienanfang: } s_1 = v \cdot t_1 \\ \text{Linienende: } s_2 = v \cdot t_2 \end{array} \quad \begin{array}{l} s = \text{Weg (Verzögerung)} \\ v = \text{Geschwindigkeit} \\ t = \text{Zeit (Verzögerung)} \end{array}$$

proportional mit der Geschwindigkeit. Dementsprechend wächst auch ein Unterschied der Verzögerungen proportional mit der Geschwindigkeit:

$$s_2 - s_1 = v \cdot (t_2 - t_1)$$

Beispiel:

Die Verzögerung t_1 am Anfang einer Linie betrage $1/100$ sec., die Verzögerung t_2 am Ende der Linie $3/100$ sec. Bei einer Geschwindigkeit von $5,5$ km/h entspricht dies – bezogen auf die Fahrstrecke – einer Anfangsverzögerung von $s_1 = 1,5$ cm und einer Endverzögerung von $s_2 = 4,5$ cm, d. h. das Linienstück ist um 3 cm länger als die in der Längensteuerungselektronik vorgewählte Länge. Bei Verdoppelung der Geschwindigkeit auf 11 km/h wird $s_1 = 3$ cm und $s_2 = 9$ cm, d. h. das Linienteilstück ist nun um 6 cm länger als die vorgewählte Länge.

In der Praxis werden solche Soll-Ist-Abweichungen – wenn sie überhaupt von dem Bedienungspersonal festgestellt werden – durch eine entsprechende Korrektur der Vorwahl kompensiert, um die vorgeschriebene Soll-Länge zu erzielen. Für das obige Beispiel würde das bedeuten, daß die Vorwahl um 3 cm bzw. 6 cm

geringer einzustellen ist als die geforderte Linienlänge. Die Abweichung wird dabei von vornherein durch eine „falsche“ Vorwahl berücksichtigt.

Auch bei Spritzpistolen mit Doppelhubzylindern, bei denen die Düse sowohl pneumatisch geöffnet ist als auch pneumatisch geschlossen wird, besteht bezüglich des Verzögerungsverhaltens gegenüber Pistolen mit Einfachzylindern prinzipiell kein Unterschied. Auch diese Pistolen, denen man ein Öffnen und Schließen mit geringer Verzögerung nachsagt, weisen Kolben- und Nadel-dichtungsreibung auf. Ferner besitzen auch diese Pistolen eine Schließfeder, die vorhanden sein muß, damit auch bei fehlender Druckluft eine ausreichende Schließkraft aufgebracht wird. Durch die Federkraftunterstützung in der einen Hubrichtung weist also auch der Doppelhubzylinder in der einen Hubrichtung eine andere Verzögerung auf als in der anderen, genau wie beim Einfachzylinder.

Es ist also deutlich geworden, daß die Vorwahlzähler-Einstellung der Längensteuerungsautomatik nicht zur Ermittlung der Gesamtlänge der mit Markierungsstoff versehenen Linienteilstücke herangezogen werden darf. Selbst, wenn man die ermittelten Soll-Ist-Abweichungen nachträglich berücksichtigen würde, wäre eine Anerkennung derart ermittelter Werte durch den staatlichen Auftraggeber fraglich, weil die nachträgliche Berücksichtigung der Abweichungen manipulierbar ist. Außerdem finden sich bei den bisher bekannten Systemen keine Sicherungen dagegen, daß eine fortlaufende Zählung auch dann stattfindet, wenn auf Grund einer Störung in einer der nachgeschalteten Systemkomponenten keine Linie erzeugt wird, z. B. bei Stromausfall für das elektromagnetische Pneumatikventil, bei Verstopfung dieses Ventils, bei nicht ausreichendem Luftdruck zum Öffnen der Spritzpistole, bei Blockierung der Pistole, bei Blockierung des Markierungsstoffzuflusses, usw.

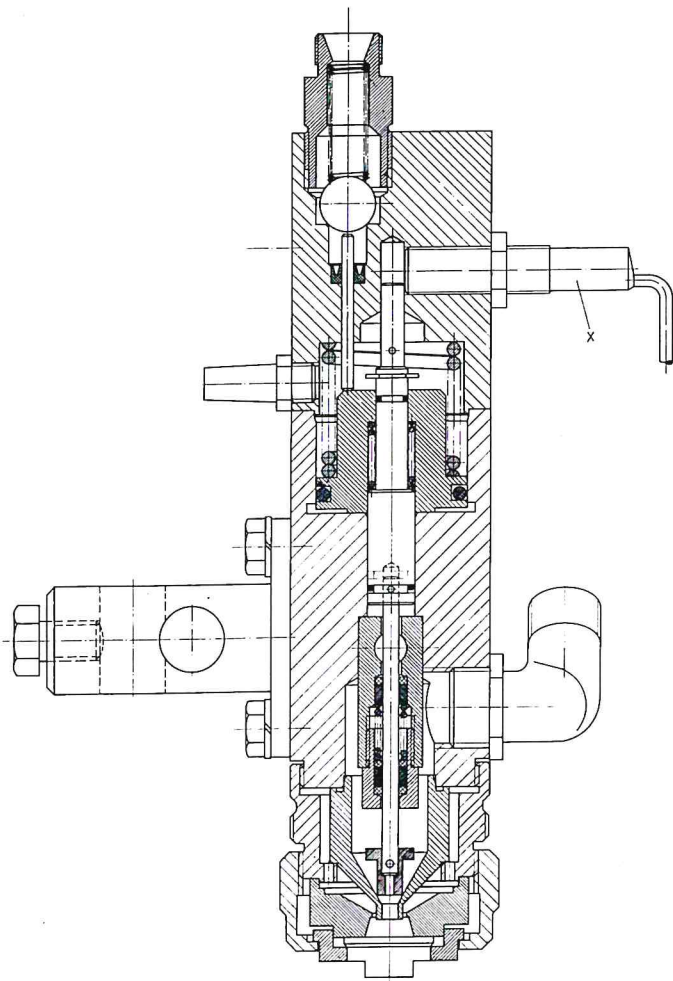
Neues Meßsystem

Durch ein neues bei der Firma HOFMANN-Straßenmarkiertechnik entwickeltes Meßsystem werden die geschilderten Nachteile der bisherigen Systeme vermieden. Es wurde ein Erfassungssystem geschaffen, mit dem die tatsächlichen Anfänge und Enden bzw. Linienteilstücke, d. h. also ihre Längen bzw. Gesamtlängen, genau und störungssicher erfaßt werden.

Der grundsätzliche Unterschied dieses Systems, das die Bezeichnung MALCON-System erhält (MALCON = **M**arkierungs-**L**ängen-**K**ontrolle), gegenüber den bisher bekannten Systemen besteht darin, daß Ein- und Ausschaltung des Gesamtlängenzählers nicht durch den Vorwahlzähler der Längensteuerungsautomatik erfolgen, sondern durch die den Markierungsstoff auftragende Vorrichtung, also z. B. durch die Spritzpistole. Es wird also nicht eine Erfassung „falscher“ Soll-Werte vorgenommen, sondern eine Erfassung tatsächlicher Ist-Längen.

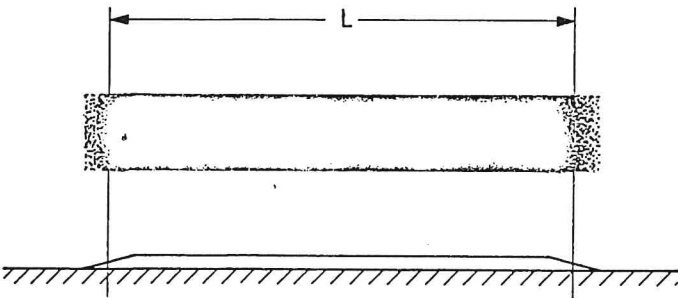
Die Spritzpistole (Bild 1) erhält dazu einen Kontaktschalter in Form eines berührungsfrei arbeitenden induktiven Näherungsschalters, der direkt von dem Schließorgan für Düse, also von der Nadel, aktiviert wird. Die Schaltzeitpunkte eines derartigen Schalters sind auf die tatsächlichen Anfänge und Enden der Linienteilstücke einstellbar. Durch den Schalter wird in einfacher Weise am Anfang eines Linienstückes die Verbindung zwischen einem Impulsgeber, der bei Vorwärtsfahrt der Maschine entsprechend den zurückgelegten Wegeinheiten Impulse erzeugt, und einem summierenden Impulszähler (Längenzähler) hergestellt bzw. am Ende eines Linienstückes unterbrochen. Voraussetzung für ein genaues Ergebnis ist selbstverständlich ein exakt justierter Impulsgeber, der pro zurückgelegter Wegeinheit exakt einen Impuls erzeugt, wobei im allgemeinen die Wegeinheit cm zugrundegelegt wird.

Da sich der Öffnungsvorgang der Spritzpistole bis zur vollen Öffnung der Düse und ebenso der Schließvorgang jeweils über eine bestimmte Zeitspanne erstreckt, ergeben sich am Anfang und En-



1: Spritzpistole mit Näherungsschalter (x)

de des Liniestückes Übergangszonen, in denen der Markierungsstoffauftrag von Null bis zur vollen Schichtdicke ansteigt bzw. von der vollen Schichtdicke auf Null abfällt. Die Längen dieser Übergangszonen sind abhängig von der Öffnungs- bzw. Schließgeschwindigkeit der Spritzpistole und von der Maschinengeschwindigkeit (Bild 2).



2: Leitlinienstück mit Übergangszonen

Hinsichtlich der Berücksichtigung dieser Übergangszonen können unterschiedliche Wünsche auftreten. Die Wünsche können von vollständiger Miterfassung bis zur vollständigen Vernachlässigung reichen. Dies wird eine Sache der Vereinbarung sein. Bezüglich des auftragenden Markierungsstoffvolumens dürfte die Längenmessung von Mitte der Übergangszone am Anfang des Linienteilstückes bis Mitte der Übergangszone am Ende die geeignete Berücksichtigung sein.

Um unterschiedlichen Wünschen Rechnung tragen zu können, kann der Kontaktschalter in Nadellängsrichtung stufenlos justierbar angebracht sein, so daß sich je nach Einstellung in jeder Position zwischen fast geschlossener und fast geöffneter Nadelstellung ein Ansprechen des Schalters erzielen läßt.

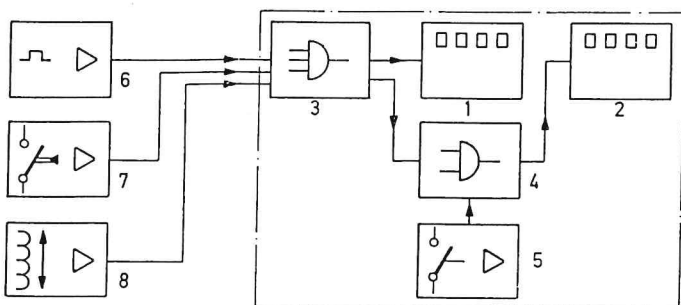
Erweitertes Meßsystem

Um ein derartiges Längenmeßsystem tauglich zu machen für die Anerkennung der Meßergebnisse durch Auftraggeber für Markierungen, muß durch zusätzliche Einrichtungen sichergestellt sein, daß eine unbeabsichtigte Vortäuschung zu hoher Meßergebnisse nicht möglich ist und eine beabsichtigte Vortäuschung zumindest sehr erschwert wird.

Zählimpulse dürfen also nur dann auf dem Längenzähler auflaufen, wenn folgende beide Voraussetzungen gleichzeitig erfüllt sind:

1. Maschine in Bewegung, und zwar in Vorwärtsrichtung
2. Austragung von Markierungsstoff aus der Spritzpistole.

Es darf also nicht möglich sein, etwa bei Maschinenstillstand Markierungsstoff auszutragen und dabei durch manuelles Durchdrehen des Impulsgebers eine Fortbewegung vorzutäuschen. Es muß ferner sichergestellt sein, daß der Impulsgeber nicht mehr



3: Meßsystem für AMAKOS-Markiermaschinen

Impulse erzeugt als der Maschinengeschwindigkeit entspricht, d. h. das auf der Fahrbahn mitrollende Meßrad für den Impulsgeber darf sich nicht schneller drehen oder schneller drehen lassen als der Maschinengeschwindigkeit entspricht.

Bei Maschinen mit dem herkömmlichen Druckbehälter-Pistole-System wird die Realisierung eines derartigen Meßsystems, das alle oben erwähnten Anforderungen erfüllt, verhältnismäßig aufwendig.

Dagegen bringt das von HOFMANN entwickelte mit Pumpen arbeitende AMAKOS-Applikationssystem (siehe „Straßenverkehrstechnik“ Heft 5/80) bereits die meisten Voraussetzungen für ein derartiges Meßsystem auf Grund seiner Funktionsweise von vornherein mit. Der zusätzlich notwendige Aufwand zur Erfüllung der oben erwähnten Voraussetzungen ist gering und überschaubar (Bild 3).

Bei dem AMAKOS-System wird eine Markierungsstoffpumpe geschwindigkeitsabhängig durch ein auf die Fahrbahn gedrücktes Rad angetrieben. Eine Austragung von Markierungsstoff kann also nur dann stattfinden, wenn die Maschine in Bewegung ist und auch nur bei Vorwärtsfahrt, da bei Rückwärtsfahrt die Pumpe wegen eines eingebauten Freilaufs nicht angetrieben werden kann. Ein aufwendiges Kontrollsystem zur Bewegungs- und Richtungserkennung, wie es für Maschinen mit Druckbehälter erforderlich wäre, erübrigt sich damit bereits.

Um sicherzustellen, daß die pro Wegeinheit entstehenden Impulse nur dann gezählt werden, wenn aus der Spritzpistole auch tatsächlich Markierungsstoff austritt, genügt ein in die Markierungsstoffzuleitung oder in die Pistole eingebauter sog. Strömungswächter, der einen elektrischen Kontakt schließt oder öffnet, sobald eine Strömung auftritt. Hierdurch wird dann die Verbindung zwischen Impulsgeber und Zähler freigegeben bzw. unterbrochen.

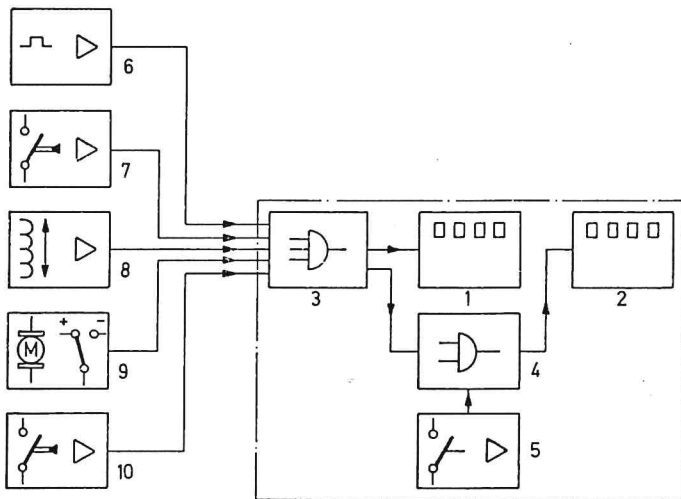
Zur exakten Impulserzeugung bedarf es an der Maschine eines zusätzlichen ohne Schlupf abrollenden „fünften“ Rades, dessen Durchmesser sich nicht wie bei einem Luftreifen abhängig von innerem Luftdruck und äußerer Belastung ändern kann.

Da mit dem AMAKOS-System ausgerüstete Markiermaschinen bereits ein „fünftes Rad“, nämlich das Antriebsrad für die Pumpe aufweisen, das während des Arbeitseinsatzes unter großer Belastung auf die Fahrbahn gedrückt wird, ergibt sich bei diesen Maschinen eine einfache Möglichkeit für die Anbringung eines Meßrades für den Impulsgeber. Das Meßrad selbst, das zur Erhaltung eines belastungsunabhängigen Durchmessers aus Stahl besteht, ist dabei nicht mit dem Pumpenantriebsrad gekoppelt, sondern besitzt eine getrennte Lagerung, so daß es sich gegenüber dem Pumpenantriebsrad in vertikaler Richtung bewegen kann. Auch bei Unebenheiten der Fahrbahn ist damit das Meßrad stets stark belastet und rollt schlupffrei auf der Fahrbahn ab.

Eine Täuschung des Systems ist somit nahezu ausgeschlossen. Wird etwa der Fahrbahnkontakt des Pumpenantriebsrades durch gewaltsames Anheben während der Fahrt unterbrochen, so kommt auch die Markierungsstoffförderung zum Erliegen, so daß dann auch über den Strömungswächter die Verbindung zwischen Impulsgeber und Zähler unterbrochen wird.

Und wird gewaltsam der Fahrbahnkontakt des Meßrades aufgehoben, werden keine Impulse mehr erzeugt. Es kann dann – zu Lasten des Auftragnehmers – keine Zählung stattfinden.

Die Schaffung eines täuschungssicheren Systems für eine herkömmliche Druckbehälter-Maschine gestaltet sich dagegen wesentlich aufwendiger und schwieriger. Schon der Einsatz eines Strömungswächters zur Feststellung eines Markierungsstoffstromes durch die Pistole ist problematisch. Ist nämlich der Markierungsstoffvorrat aus dem Druckbehälter verbraucht, folgt dem Markierungsstoffstrom mit geringer Strömungsgeschwindigkeit und hoher Dichte aus dem unter Luftdruck stehenden Vorratsbehälter ein Druckluftstrom mit hoher Strömungsgeschwindigkeit, aber geringer Dichte.



- | | |
|-------------------------------------|--|
| 1. Gesamtlängenzähler | 7. Strömungswächter in Leitung zur Pistole |
| 2. Einzellängenzähler | 8. Kontaktschalter an der Pistolenadel |
| 3. Tor (Und-Stufe) | 9. Tachogenerator zur Erkennung von Vorwärtsfahrt |
| 4. Tor (Oder-Stufe) | 10. Kontaktschalter zur Erkennung des Fahrbahnkontaktes des Meßrades |
| 5. Schalter für Einzellängenmessung | |
| 6. Impulsgeber am Meßrad | |

4: Meßsystem für Druckbehälter-Markiermaschinen

Die Wirkung auf den Strömungswächter ist in beiden Fällen ähnlich. Zusätzliche Maßnahmen zur Erkennung einer Strömung hoher Dichte sind also notwendig. Ist der Markierungsstoffvorrat dagegen bei AMAKOS-Maschinen verbraucht, so kommt jegliche Strömung zum Erliegen. Eine Förderung von Luft durch die AMAKOS-Pumpe ist fast Null. Selbst wenn Luft wie eine inkompressible Flüssigkeit gefördert werden könnte, wäre ihre Strömungsgeschwindigkeit auf Grund der Arbeitsweise der Pumpe gerade so groß wie die von Markierungsstoff. Wegen der vergleichsweise geringen Dichte würde der Strömungswächter nicht ansprechen. Wie aus Bild 4 ersichtlich, erfordern Druckbehälter-Markiermaschinen weiterhin Maßnahmen zur Bewegungserkennung, und zwar für die Vorwärtsrichtung sowie zur Erkennung des Fahrbahnkontaktes des Meßrades. Durch derartige Erkennungsmaßnahmen muß sich verhindern lassen, daß bei Maschinen-Still-

stand durch Öffnen der Spritzpistole und manuelles Durchdrehen des Impulsgebermeßrades Markierleistung vorgetauscht wird, Maßnahmen also, die sich bei AMAKOS-Systemen von vornherein erübrigen.

Um auszuschließen, daß durch beabsichtigte Eingriffe in die elektrische Schaltung – z. B. Überbrückung von Schaltern, Kurzschließen von Steckverbindungen – das System getauscht werden kann, sind Sicherungsmaßnahmen notwendig. Am geeignetsten ist hierfür eine Plombierung an den entsprechenden Stellen. Auch diesbezüglich sind AMAKOS-Maschinen wegen des wesentlich geringeren Umfangs der Anlage gegenüber herkömmlichen Maschinen mit Druckbehältern im Vorteil.

Obwohl die im Voranstehenden beschriebene Anlage weitestgehend Schutz gegen unbeabsichtigte Falschmessung und gegen Täuschung bietet, kann eine Täuschung des Auftraggebers dadurch vorgenommen werden, daß Markierleistungen mitgemessen werden, die nicht zum Auftragsumfang gehören. So ist es denkbar, daß Markierungsarbeiten unterbrochen und erst nach Ausführung von anderen nicht zum Auftragsumfang gehörenden Markierungsarbeiten vollendet werden. Es bedarf weiterer Überlegungen und evtl. Regelungen zur Erzielung einer genauen Auftragsabgrenzung ohne Betrugsmöglichkeit. Eine Lösung könnte evtl. in Verbindung mit einem Fahrtenschreiber gesucht werden.

Ein Meßsystem für die genaue Gesamtlängenermittlung der mit Markierungsstoff versehenen Leitlinienteilstücke läßt sich natürlich in hervorragender Weise auch für die Einzellängenkontrolle der Teilstücke verwenden. Dazu muß die Anlage durch einen weiteren Zähler – zweckmäßigerweise mit cm-Anzeige – erweitert werden, mit dem jeweils nur die Länge eines einzelnen mit Markierungsstoff versehenen Linienteilstückes gemessen wird. Die Schaltung wäre dann so aufzubauen, daß die Anzeige jeweils bis zum Beginn des folgenden Linienteilstückes stehenbleibt und dann erst der folgende Zählvorgang erneut mit Null begonnen wird. Auf diese Weise können Einzellängen während der Fahrt überwacht und an der Längensteuerungsautomatik die gelegentlich notwendigen Korrekturen vorgenommen werden. Bisher ist dazu ein Anhalten der Markiermaschine erforderlich und ein manuelles Ausmessen der Linienteilstücke (meist mehrerer zwecks Mittelwertbildung).

Mit einem exakt arbeitenden Meßsystem ließen sich also bedeutende Rationalisierungserfolge erreichen, sowohl für die Abrechnung von Markierungsaufträgen als auch für die Durchführung der Arbeiten selbst.

Überreicht durch



STRASSENMARKIERTECHNIK