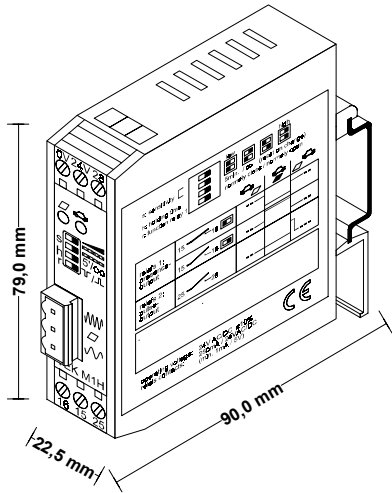


## Bedienungsanleitung

### 1-Kanal Verkehrsdetektor für Hutschienenmontage



Bitte lesen Sie vor der Inbetriebnahme des Verkehrsdetektors die Bedienungsanleitung und Sicherheitshinweise aufmerksam durch!

#### 1 Allgemeines

##### Einsatzgebiete:

- Schrankensteuerungen
- Tür- und Torsteuerungen
- Park- und Verkehrstechnik

##### Eigenschaften:

Der Induktionsschleifendetektor VEK M1H ist ein System zur induktiven Erkennung von Fahrzeugen mit folgenden Eigenschaften:

- Galvanische Trennung zwischen Schleife und Detektorelektronik
- automatischer Abgleich des Systems nach dem Einschalten
- kontinuierlicher Nachgleich von Frequenzdriften
- für Einzelplatzüberwachung geeignet
- Empfindlichkeit unabhängig von der Schleifeninduktivität
- Belegmeldung durch LED-Anzeige
- potentialfreie Relaiskontakte für Dauer- und Impulsausgabe
- Impulsausgabe beim Verlassen der Schleife
- Signalisierung der Schleifenfrequenz durch LED
- Schleifenanschluß für Diagnose steckbar

Bei Planung und Installation der Induktionsschleifen ist unser Handbuch "Erkennung von Fahrzeugen mit dem Induktionsschleifen-detektor" zu beachten.

#### 2 Einstellmöglichkeiten

##### 2.1 Empfindlichkeit

Mit der Einstellung der Empfindlichkeit wird festgelegt, welche Frequenzänderung ein Fahrzeug hervorrufen muß, damit der Ausgang des Detektors gesetzt wird. Die Einstellung der Empfindlichkeit erfolgt in 4 Stufen über die beiden obersten *DIP-Schalter* 's'.

Empfindlichkeitsstufe	DIP-Schalter s
1 niedrig (0,64% Δf/f)	
2 (0,16% Δf/f)	
3 (0,04% Δf/f)	
4 hoch (0,01% Δf/f)	

##### 2.2 Haltezeit und Reset

Die Haltezeit kann über *DIP-Schalter* 'h' eingestellt werden. Nach Ablauf der Haltezeit wird "Schleife frei" signalisiert und automatisch ein Neuausgleich der Schleifen durchgeführt. Die Haltezeit startet mit dem Belegen der Schleife.

Haltezeit	DIP-Schalter h
5 Minuten	
unendlich	

Der Detektor führt beim Einschalten der Spannungsversorgung selbständig einen Abgleich der Schleifenfrequenz durch. Bei kurzzeitigem Spannungsausfall <0,1s erfolgt kein Neuausgleich.

Ein Reset mit Neuausgleich kann manuell durch Änderung der Haltezeiteinstellung ausgelöst werden.

##### 2.3 Arbeitsprinzip des Dauerrelais

Der Detektor besitzt zur Dauer- und Impuls signalausgabe je ein Relais mit potentialfreiem Kontakt. Das Relaisarbeitsprinzip für die Dauersignalausgabe ist über *DIP-Schalter* 'r' wählbar.

Arbeitsprinzip Dauerrelais	DIP-Schalter r
Relaisspule zieht bei Signalausgabe an, Kontakt wird geöffnet	
Relaisspule fällt bei Signalausgabe ab, Kontakt wird geschlossen	

##### 2.4 Frequenzeinstellung

Die Arbeitsfrequenz des Detektors ist in 2 Stufen an der frontseitigen 3-poligen Steckklemme wählbar. Der zulässige Frequenzbereich beträgt 30kHz bis 130kHz. Die Frequenz ist von der sich aus Schleifengeometrie, Windungszahl und Schleifenzuleitung ergebenden Induktivität und der gewählten Frequenzstufe abhängig.

oben = hohe Frequenz  
unten = niedrige Frequenz

#### 3 Ausgänge und LED-Anzeige

##### 3.1 Kontaktzustände der Relais

Die folgende Tabelle zeigt die Stellung der Relaiskontakte je nach Detektorzustand.

Detektorzustand	Dauerrelais		Impulsrelais
Schleife frei	zu	auf	auf
Schleife belegt	auf	zu	auf
Schleife wird frei	zu	auf	Impuls 200ms
Schleifenstörung	auf	zu	auf
Spannung aus	zu	zu	auf

Bei Schleifenstörung überprüft der Detektor zyklisch den Schleifenzustand und arbeitet nach Behebung selbständig weiter.

##### 3.2 LED-Anzeige

Die grüne LED signalisiert die Betriebsbereitschaft des Detektors.

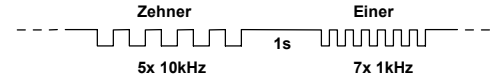
Über die rote LED wird in Abhängigkeit vom Belegungsstatus der Schleife die Aktivierung des Relaisausganges angezeigt.

LED grün Schleifenkontrolle	LED rot Schleifenzustand	Detektorzustand
aus	aus	Versorgungsspannung fehlt
blinkt	aus	Abgleich oder Frequenzausgabe
an	aus	Detektor bereit, Schleife frei
an	an	Detektor bereit, Schleife belegt
aus	an	Schleifenstörung

##### 3.3 Ausgabe der Schleifenfrequenz

Ca. 1s nach dem Abgleich des Detektors wird die Schleifenfrequenz über Blinksignale der grünen LED ausgegeben. Zuerst erfolgt die Ausgabe der 10kHz-Stelle des Frequenzwertes. Je 10kHz Schleifenfrequenz blinkt die grüne LED des Detektorkanals 1 mal. Nach 1s Pause erfolgt die Ausgabe der 1kHz-Stelle in gleicher Weise. Besitzt die Einerstelle die Wertigkeit '0' so werden 10 Blinksignale ausgegeben. Die Blinksignale der 1kHz-Stelle sind etwas kürzer als die der 10kHz-Stelle.

Beispiel für 57kHz Schleifenfrequenz:



#### 4 Sicherheits- und Warnhinweise

- Das Gerät darf nur für den vom Hersteller vorgesehenen Zweck verwendet werden.
- Die Bedienungsanleitung ist zugriffsfähig aufzubewahren und jedem Benutzer auszuhändigen.
- Unzulässige Veränderungen und die Verwendung von Ersatzteilen und Zusatzgeräten, die nicht vom Hersteller des Gerätes verkauft oder empfohlen werden, kann Brände, elektrische Schläge und Verletzungen verursachen. Solche Maßnahmen führen daher zu einem Ausschluss der Haftung und der Hersteller übernimmt keine Gewährleistung.
- Für das Gerät gelten die Gewährleistungsbestimmungen des Herstellers in der zum Zeitpunkt des Kaufs gültigen Fassung. Für eine ungeeignete, falsche manuelle oder automatische Einstellung von Parametern für ein Gerät bzw. ungeeignete Verwendung eines Gerätes wird keine Haftung übernommen.
- Reparaturen dürfen nur vom Hersteller durchgeführt werden.
- Anschluß-, Inbetriebnahme-, Wartungs-, Messungs- und Einstellungsarbeiten am Verkehrsdetektor dürfen nur von Elektrofachkräften mit einschlägiger Unfallverhütungsausbildung erfolgen.
- Beim Umgang mit Geräten, die mit elektrischer Spannung in Berührung kommen, müssen die gültigen VDE-Vorschriften beachtet werden. Insbesondere, jedoch ohne Anspruch auf Vollständigkeit, sind dies VDE 0100, VDE 0550/0551, VDE 0700, VDE 0711, VDE 0860, VDE 0105 sowie die Brand- und Unfallverhütungsvorschriften VBG4.
- Alle Arbeiten am Gerät und dessen Aufstellung müssen in Übereinstimmung mit den nationalen elektrischen Bestimmungen und den örtlichen Vorschriften durchgeführt werden.
- Der Benutzer ist dafür verantwortlich, daß das Gerät nach den anerkannten technischen Regeln im Aufstellungsland sowie anderen regionalen gültigen Vorschriften aufgestellt und angeschlossen wird. Dabei sind Kabeldimensionierung, Absicherung, Erdung, Abschaltung, Trennung, Isolationsüberwachung und der Überschutz besonders zu berücksichtigen.
- Das Gerät darf im Sinne der Maschinenrichtlinie 89/392/EWG, Anhang IV sowie der Richtlinie der Berufsgenossenschaft ZH1/494 nicht als *Sicherheitsbauteil* verwendet werden. In Anlagen mit Gefährdungspotential sind zusätzliche Sicherheitseinrichtungen erforderlich!

#### 5 Technische Daten

Maße	79x22,5x90 mm (HxBxL ohne Stecker)
Schutzart	IP 40

#### Versorgung

24V AC/DC ±10% max. 1,5W

#### Betriebstemperatur

-20 °C bis +70 °C

#### Lagertemperatur

-20 °C bis +70 °C

#### Luftfeuchtigkeit

max. 95 % nicht betauend

#### Schleifeninduktivität

25-800 µH, empfohlen 100-300µH

#### Frequenzbereich

30-130 kHz in 2 Stufen

#### Empfindlichkeit

0,01 % bis 0,65 % (Δf/f) in 4 Stufen

0,02 % bis 1,3 % (ΔL/L)

5 Min. oder unendlich

#### Haltezeit

max. 250 m

#### Schleifenzuleitung

max. 20 Ohm (incl. Zuleitung)

#### Schleifenwiderstand

250mA / 24V AC/DC (mind. 1mA/5V)

#### Relais

Dauerrelais

Öffnerkontakt (Arbeitsprinzip wählbar)

Impulsrelais

Schließerkontakt

#### Signaldauer

> 200 ms

#### Zykluszeit

40 ms (Reaktionszeit 80 ms)

#### Anschluß

Schraubklemmen (Versorgung, Relais)

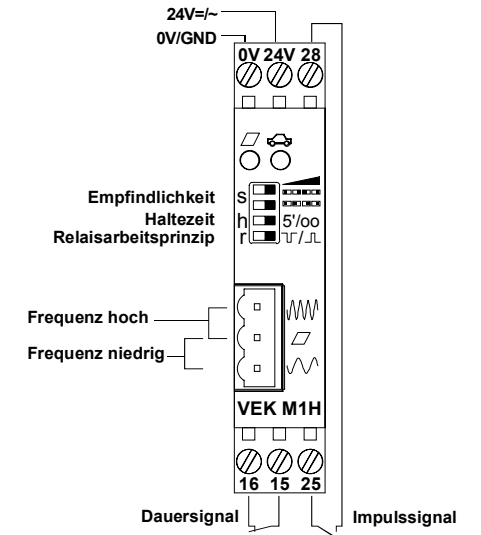
Steckklemmen (Schleifenanschluß)

#### CE-Normen

EN 50082-2, Feb. 1996

EN 50081-1, März 1993

#### 6 Anschlüsse



#### Hinweis

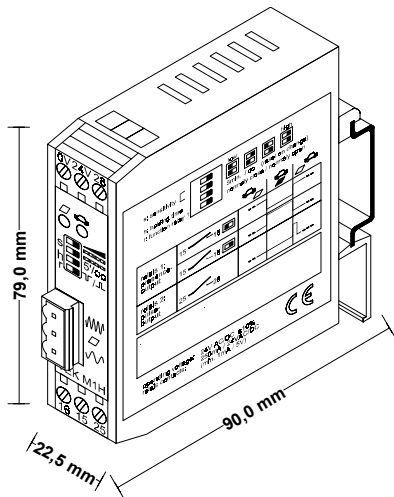
Die Angaben in dieser Anleitung können ohne vorherige Ankündigung geändert werden.

Alle früheren Ausgaben verlieren mit dieser Anleitung ihre Gültigkeit. Die Zusammenstellung der Informationen in dieser Anleitung erfolgt nach bestem Wissen und Gewissen. *LitMaster* übernimmt keine Gewährleistung für die Richtigkeit der Angaben in dieser Anleitung. Insbesondere kann *LitMaster* nicht für Folgeschäden aufgrund fehlerhafter Installation haftbar gemacht werden. Da sich Fehler, trotz aller Bemühungen nie vollständig vermeiden lassen, sind wir für Hinweise jederzeit dankbar.

Die in dieser Anleitung gemachten Installationsempfehlungen gehen von günstigsten Randbedingungen aus. *LitMaster* übernimmt keine Gewähr für die einwandfreie Funktion des Verkehrsdetektors in systemfremder Umgebung.

## Operation Instruction

### 1-channel induction loop detector for installation on DIN- or C-rail



Please read these instructions and security directions attentively before initial operation of the detector !

## 1 General

### Applications:

- barrier controller
- door and gate controller
- parking and traffic technology

### Characteristics:

The induction loop detector VEK M1H is a system for inductive acquisition of vehicles with the following characteristics:

- isolation transformer between loop and detector electronics
- automatic calibration of the system after switching on
- continuous rebalancing of frequency drifts
- usable for single place parking space supervising
- sensitivity independent of the loop inductivity
- occupied signal by LED display
- potential free relay contacts for permanent and pulse output
- pulse output when leaving the loop
- signaling of loop frequency by LED
- loop connection pluggable for diagnosis

For planning and installation of loops please note our manual "detection of vehicles with the induction loop detector".

## 2 Adjustment possibilities

### 2.1 Sensitivity

The adjustment of the sensitivity calls the electronics to a value of frequency deviation which a vehicle must produce for setting the output of the detector. The sensitivity can be adjusted in 4 steps with the two *DIP-switches* s on top of the front panel.

sensitivity step		DIP-switch s
1 low	(0,64% $\Delta f/f$ )	
2	(0,16% $\Delta f/f$ )	
3	(0,04% $\Delta f/f$ )	
4 high	(0,01% $\Delta f/f$ )	

### 2.2 Holding time and Reset

The holding time can be adjusted with *DIP-switch h*. After run off of the holding time it will be displayed "loop free" and the detector calibrates automatically. The holding time starts with the occupation of the loop.

holding time	DIP-switch h
5 minutes	
infinite	

A automatic calibration of the loop frequency will be done by the detector after switch-on of the power supply. In case of short power cuts <0,1s there is no calibration

A reset with calibration can be effected by changing the holding time adjustment.

### 2.3 Operation principle of the permanent or presence relay

The detector has one relay for presence output and another relay for pulse output each with a potential free contact. The operation principle of the presence relay can be adjusted with the *DIP-switch r*

operation principle presence relay	DIP-switch r
principle of rest current (n.c.) (contact normally close)	
principle of operation current (n.o.) (contact normally open)	

### 2.4 Frequency adjustment

The operation frequency of the detector can be adjusted in two steps by the 3-pole connection jack in the front panel. The permissible frequency range is 30kHz up to 130kHz. The frequency is dependent to the loop inductivity (depending itself on: loop geometry, number of loop turns and loop lead-in ) and the adjusted frequency step.

upper position = high frequency  
down position = low frequency

## 3 Outputs and LED display

### 3.1 Contact mode of the relays

The following index shows the position of the relay contacts depending to the detector mode.

detector mode	permanent relay		pulse relay
	n.c.	n.o.	
loop free	close	open	open
loop occupied	open	close	open
loop went free	close	open	pulse 200ms
loop failure	open	close	open
power off	close	close	open

In case of a loop failure the detector will check the loop conditions in cycle mode and operates automatically normal after the elimination.

### 3.2 LED display

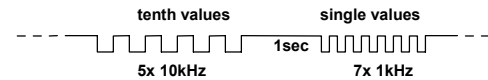
The green LED displays that the detector is ready for operation. Display of the red LED is dependent from the occupation of the loop and shows the activating of the relay output.

LED green loop control	LED red loop condition	detector function
off	off	power off
flash	off	calibration or output of frequency
on	off	detector ready for operation, loop free
on	on	det. ready f. operation, loop occupied
off	on	loop failure

### 3.3 Output of loop frequency

Approx. 1 sec. after calibration of the detector the loop frequency will be displayed by pulse signals of the green LED. Firstly the 10kHz position of the frequency value will be given out. For every 10kHz frequency value the green LED flashes one time. After a break of 1 sec. the 1kHz position is displayed in the same manner. If there is value of '0' in the 1 kHz position there will be displayed 10 flashes . The flashes for 1 kHz position are a little bit shorter than for the 10kHz position.

Example for 57kHz loop frequency:



## 4 Security and warning directions

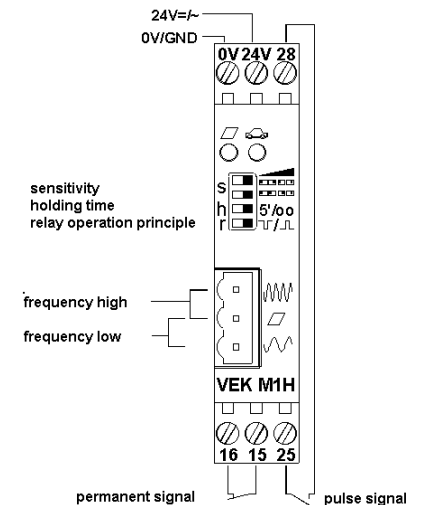
- The device should only used for the applications described by the manufacturer
- Please keep this operation instruction always accessible and hand it out to every user
- Unpermissible changes to the device, use of replacements and additional components which are not sold or recommended from the manufacturer can cause burning, electric shock and injurance. Therefore the manufacturer has no liability and this excludes all demands of warranty.
- The warranty regulations of the manufacturer are valid in the version of the purchase date for that device. There is no liability for not suitable, wrong manual or automatic adjustments also regarding no suitable applications of the device
- Repairs may only made by the manufacturer
- All connections, the start-up, maintenance, measuring and adjustment operations to the detector have to be made from electrical specialists who have special know-how in the prevention of accidents
- For the use of devices which have contact to electrical power, please pay attention to the valid security instructions and all prevention orders of fire and accidents
- All operations with the device and its placement have to be done in accordance with national and general electrical instruction orders.
- The user is responsible for an installation which has conformity, to all technical rules in the country where the device is mounted, and also to all regional valid orders. For that the dimension of cabling, fuse protection, connection to ground, switch off, disconnection, isolation controlling and the protection for overload current have to be regarded in detail.
- The detector can not be used as a security device regarding to the security instructions of electrical machines. Using in systems with high danger potential it is necessary to include additional protection devices !

## 5 Technical data

Dimensions	79x22.5x90 mm (hwxwd without plug)
Protection class	IP 40

Power supply	24V AC/DC $\pm 10\%$ max. 1,5W
Operating temperature	-20 °C up to +70 °C
Storing temperature	-20 °C up to +70 °C
Humidity	max. 95 % not condensing
Loop inductivity	25-800 $\mu$ H, recommended 100-300 $\mu$ H
Frequency range	30-130 kHz in 2 steps
Sensitivity	0,01 % up to 0,65 % ( $\Delta f/f$ ) in 4 steps 0,02 % up to 1,3 % ( $\Delta L/L$ ) 5 minutes or infinite
Holding time	
Loop lead-in	max. 250 m
Loop resistance	max. 20 Ohm (incl. loop lead-in)
Relays	250mA / 24V AC/DC (min. 1mA/5V) contact n.c. (adjust. operation principle) contact n.o.
permanent relay pulse relay	
Signal duration	> 200 ms
Cycle time	40 ms (reaction time 80 ms)
Connections	screw binders (power supply, relays) binder plug (loop connection)
CE- standards	EN 50082-2, Feb. 1996 EN 50081-1, March 1993

## 6 Connections



### Note

All information in this description can be changed without previous announcement.

With this description all previous issues lose their validity. The summary of information in this description was done with all possible acknowledge and by the best conscience. LiftMaster cant give a guaranty for the correctness of all information. Particularly there is no liability by *LiftMaster* for damages which result from a wrong installation of the device. In spite of all efforts to correctness we are very thankful for every point to a mistake in this description.

The recommended installations in this description are based on optimum conditions. For wrong environment conditions *LiftMaster* doesn't give a warranty to optimum operation of the detector.

# Détecteurs de véhicules

## Caractéristiques techniques

Tension d'alimentation	24 V AC/DC +/- 10 %
Consommation	1,5 W max.
Température ambiante admissible	-20 °C à +70 °C
Humidité relative de l'air	95 % max. sans condensation
Inductivité de la boucle	25-800 µH, recommandée : 100 à 300 µH
Plage des fréquences	30 à 130 kHz
Sensibilité	0,01 % à 0,65 % ( $\Delta f/f$ ) en 4 incréments 0,02 % à 1,3 % ( $\Delta L/L$ )
Câble de raccordement	250 m max.
Relais	1 Relais permanent 1 Relais impulsionnel
Tension de commutation (relais)	24 V AC/DC
Boîtier	Boîtier plastique pour montage sur rail de type C avec bornier 2 x 3 pôles
Dimensions (H x L x P)	79 x 22,5 x 90 mm
Mode de protection	IP 40

## Détecteur VEK

Le système de détection piloté par microprocesseurs détecte les véhicules sans contact à partir d'une boucle. La boucle raccordée permet de détecter les voitures de tourisme, camions, vélos, chariots élévateurs et d'autres véhicules avec châssis métallique.

## Domaines d'application :





- Commandes de portes et portails
- Commandes de postes de péage
- Commandes d'entrées et de sorties de parking

## Possibilités de réglage

### Sensibilité

La sensibilité détermine la variation de l'inductivité qu'un véhicule doit provoquer pour activer la sortie du détecteur.



Le réglage de la sensibilité s'effectue avec les deux commutateurs DIP supérieurs, en 4 niveaux :

Niveau de sensibilité	Commutateurs DIP du haut
1 basse (0,64% $\Delta f/f$ )	 OFF OFF
2 (0,16% $\Delta f/f$ )	 ON OFF
3 (0,04% $\Delta f/f$ )	 OFF ON
4 élevée (0,01% $\Delta f/f$ )	 ON ON

### Temps d'oubli et reset

Le temps d'oubli est programmé à l'aide du *commutateur DIP "h"*.

A la fin du temps d'oubli, le signal "boucle libre" est généré et la boucle initialisée automatiquement. Le temps d'oubli démarre au moment où la boucle correspondante est activée.



Temps d'oubli	Commutateur DIP "h"
5 minutes	
infini	

A la mise sous tension, le détecteur effectue automatiquement une initialisation de la fréquence de la boucle (Reset). Cette initialisation n'a pas lieu pour les coupures inférieures à 0,1 seconde, l'état des relais étant conservé.

La réinitialisation du détecteur peut être déclenchée manuellement (Reset) en modifiant le temps d'oubli.

### Mode de fonctionnement du relais permanent

Le détecteur est équipé de deux relais de sorties : un relais permanent et un relais impulsionnel, équipés de contacts libres de potentiel. Le mode de fonctionnement du relais permanent peut être choisi au moyen du commutateur DIP "r".



Mode de fonctionnement du relais permanent	Commutateur DIP "r"
La bobine du relais est excitée lorsque la sortie est activée, avec ouverture du contact.	
La bobine du relais est désactivée lorsque la sortie est activée, avec fermeture du contact	

### Fréquence

La fréquence de fonctionnement du détecteur peut être sélectionnée haute ou basse. La plage de fréquences admissible va de 30 kHz à 130 kHz. La fréquence dépend de l'inductivité engendrée par la géométrie de la boucle, le nombre de spires et de la longueur du câble de raccordement, ainsi que de la plage de fréquences sélectionnée.

## Fonctionnement des relais

Le tableau suivant indique la position des contacts de relais en fonction de l'état du détecteur :

Etat du détecteur	Contact permanent		contact impulsif
			
Boucle libre	fermé	fermé	ouvert
Boucle occupée	ouvert	fermé	ouvert
La boucle se libère	fermé	ouvert	Impulsion de 200 ms
Défaut de la boucle	ouvert	fermé	ouvert
Tension coupée	fermé	fermé	ouvert

En cas de défaut de la boucle, le détecteur vérifie cycliquement l'état de la boucle et continue automatiquement de fonctionner après la suppression du défaut.

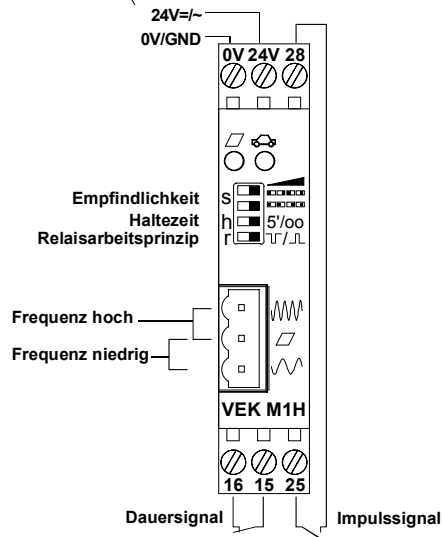
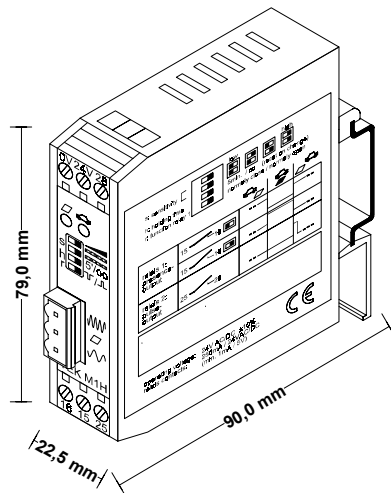
## Affichages par diodes

### Affichage par diodes généralement

La diode verte indique que le détecteur fonctionne normalement. La diode rouge indique l'activation du relais de sortie, en fonction de l'état d'occupation de la boucle.

### Indication de la fréquence de la boucle

Environ 1 seconde après l'initialisation du détecteur, la fréquence de la boucle est indiquée par le clignotement de la diode verte. La diode commence à clignoter en communiquant la valeur du chiffre représentant les dizaines de kHz. Après une pause d'une seconde, la diode indique la valeur du chiffre représentant le kHz. La valeur "0" est indiquée par 10 clignotements. Les clignotements représentant le kHz sont légèrement plus courts que ceux représentant les dizaines de kHz.



Alimentation 24 V / Masse

Sensibilität  
 Temps d'oubli  
 Principe de fonctionnement du relais

Fréquence élevée  
 Fréquence basse

Sorties des relais :  
 Signal permanent – Signal impulsionnel

**Erkennung von Fahrzeugen  
mit dem  
Induktionsschleifendetektor**

---

## Inhaltsübersicht

1. Einleitung
2. Das System Schleife – Induktionsschleifendetektor
3. Was man über Schleifen wissen muß – Planen von Schleifen
  - 3.1 Grundregeln zur Schleifenverlegung
  - 3.2 Schleifengröße und Windungszahl
  - 3.3 Schleifenformen
  - 3.4 Schleifenfelder
  - 3.5 Schleifenzuleitung
  - 3.6 Verlegen von Schleifen
  - 3.7 Messungen an Schleifen
4. Umwelteinflüsse auf die Schleife
5. Einsatzgebiete
6. Fahrzeugerkennung
7. Grunddaten von Schleifendetektoren



## 1. Einleitung

Das Prinzip der Erkennung von Metallen mit Hilfe des Induktionsprinzips ist schon sehr lange bekannt. Es beruht darauf, daß Metalle, die in ein elektromagnetisches Feld geraten, das Feld beeinflussen bzw. verändern. Eine solche Feldänderung bewirken sowohl Eisenmetalle als auch Nichteisenmetalle, wobei die Auswirkung unterschiedlich ist; Nichteisenmetalle schwächen das elektrische Feld, Eisenmetalle verstärken es.

In neuester Zeit sind Metallsuchgeräte, insbesondere als Suchgeräte nach Waffen und Sprengstoff auf den Flughäfen bekannt geworden. Die runde Spule, die dabei benutzt wird, entspricht der im Boden verlegten Schleife eines Verkehrsdetektors; wobei die Anforderungen an diese Geräte im Grunde sehr viel niedriger sind als die Anforderungen an einen Verkehrsdetektor, weil die Schleife eine fest definierte Größe ist und in einem exakt definierten Umfeld eingesetzt wird.

Als weitere Erkennungsmethoden von Fahrzeugen werden z. B. Lichtschranken, Infrarotmelder und Radargeräte eingesetzt. Die Erkennungsprinzipien sind bei diesen Geräten grundsätzlich anderer Natur.

Während mit Induktionsschleifendetektoren nur Metalle erkannt werden, erkennt die Lichtschranke praktisch jedes lichtundurchlässige Material. Die Nachteile beim Einsatz der Lichtschranke liegen jedoch auf der Hand. Da es sich um eine optische Erkennung innerhalb eines sehr schmalen geometrischen Bereiches handelt, können durch Verschmutzungen oder ungenaue Justage Fehlmessungen auftreten; hochbeinige Fahrzeuge, Fahrzeuge mit Anhänger werden nicht kontinuierlich erkannt. Außerdem ist die Montage umständlich und aufwendig, so daß die Lichtschranke zur Fahrzeugerkennung nur in einbahnigen Tor- oder Schrankenbereichen als zusätzliche Sicherheitseinrichtung eingesetzt wird, da sie aufgrund ihrer Eigenschaften auch Menschen erkennen kann.

Infrarotmelder beruhen auf der Erkennung von Wärmestrahlen in ihrem Messtrichterfeld. Auch hier ist keine Unterscheidung zwischen Fahrzeugen und Personen möglich, da beide Wärmestrahlen aussenden. Auffallende Sonnenstrahlen, warmes Pflaster usw. können Probleme machen.

Radarerkennungssysteme beruhen darauf, daß ein hochfrequenter Radarstrahl ausgesendet wird, der von Metallteilen reflektiert wird. Das Verfahren ist relativ aufwendig und von Witterungseinflüssen abhängig, wie z. B. Regen oder Schneefall, bzw. Art der Lackierung von Fahrzeugen, da dadurch die Radarstrahlen teilweise absorbiert werden und eine einwandfreie Messung nicht mehr möglich ist.

## 2. Das System Schleife – Induktionsschleifendetektor

Um ein einwandfreies Arbeiten des Systems in allen Anwendungsgebieten sicherzustellen ist es notwendig, daß der Anwender einiges über die theoretischen Grundlagen des Induktionsschleifendetektors weiß.

Wie schon oben erwähnt, werden mit diesem System Metalle erkannt. Und zwar besteht ein solches System im wesentlichen aus einem Schwingkreis und einer Auswerteeinheit. Ein elektrischer Schwingkreis setzt sich aus einer Spule (Induktivität) und einem Kondensator (Kapazität) zusammen. Die Größe von Spule und Kondensator bestimmen auf welcher Frequenz der Schwingkreis schwingt. Gemessen wird die Induktivität (L) der Spule in Henry (= 1000 mH = 1.000.000 uH) und die Kapazität (C) in Farad (= 1000mF = 1.000.000 uF). Für die, die es ganz genau wissen wollen, hier die Formel über den Zusammenhang zwischen Frequenz (f) und Kapazität bzw. Induktivität des Schwingkreises.

$$(1) \quad f = \frac{1}{2\pi\sqrt{L \cdot C}}$$

Bei dem Induktionsschleifendetektor befindet sich nur die Kapazität mit den entsprechenden aktiven Bauteilen, über die dem Schwingkreis Energie zugeführt wird, in dem Detektorgerät. Die Spule ist außerhalb, nämlich in der Straße verlegt. Die Induktivität dieser Spule wird durch folgende Faktoren bestimmt:

1. Anzahl der Windungen
2. Größe und Umfang der Schleife
3. Form der Schleife
4. Art und Form der Metalle, die sich im Bereich der Feldlinien der Schleife befinden.

Durch das Zuführen von Energie über den Detektor entsteht in der Spule ein Wechselstrom entsprechend der Frequenz, die durch die Größe von „L und C“ bestimmt wird. Dieser Strom baut ein elektromagnetisches Feld auf. Und zwar ist das Feld, wie aus der Abbildung (1) zu erkennen ist, am stärksten in der Nähe der metallischen Leiter und fällt in Entfernung zu den Leitern stark ab. Bringt man innerhalb des Feldes einen Eisenkern an, so wird der Feldlinienlauf gebündelt, d. h. das Feld wird konzentriert und an der konzentrierten Stelle verstärkt. Eine Erhöhung der Feldstärke bedeutet auch eine Erhöhung der Induktivität (Prinzip des Elektromagneten). Bringt man in die Nähe der Schleife einen etwa gleich großen geschlossenen Draht, so wird in diesem Draht eine Gegenspannung induziert (Gegeninduktivität), die das elektromagnetische Feld der Schleife schwächt. Letzteres macht man sich bei der Fahrzeugerkennung zunutze. Der Boden eines Kraftfahrzeuges besteht im Prinzip aus einer relativ geschlossenen

Metallfläche. Diese Metallfläche wirkt wie eine geschlossene Ringleitung, in der Ströme kreisen können. Diese Ströme wirken wie in der oben beschriebene kurzgeschlossene Draht. Sie verursachen daher eine Feldschwächung der im Boden verlegten Spule.

Je besser die Leitfähigkeit des Fahrzeugbodens ist, desto stärker ist die Feldschwächung. Und diese Feldschwächung ist es, die eine Veränderung der Induktivität bedingt und dadurch auch eine Veränderung der Frequenz: die Frequenz erhöht sich bei Verringerung der Induktivität. Dieser Effekt wird zur Fahrzeugerkennung genutzt.

wollten Einflüsse auf eine Schleife betrachten. So bedingen im Boden verlegte Metalle wie z. B. Kanaldeckel, Armierungen, Dämmfolien aus Aluminium oder Kupfer ebenfalls eine Beeinflussung der Induktivität und zwar in negativer Form. Die Empfindlichkeit des Gesamtsystems kann dadurch erheblich herabgesetzt werden – bis zur Funktionsunfähigkeit.

Ebenso geht aus dem vorher gesagten eindeutig hervor, daß ausschließlich Metalle erkannt werden, also kein Holz und keine Kunststoffe. Es genügt jedoch schon ein metallischer Anstrich oder eine Metallfolie, um auch Fahrzeuge, die über Kunststoff- oder Holzböden verfügen (Wohnwagen) erkennbar zu machen.

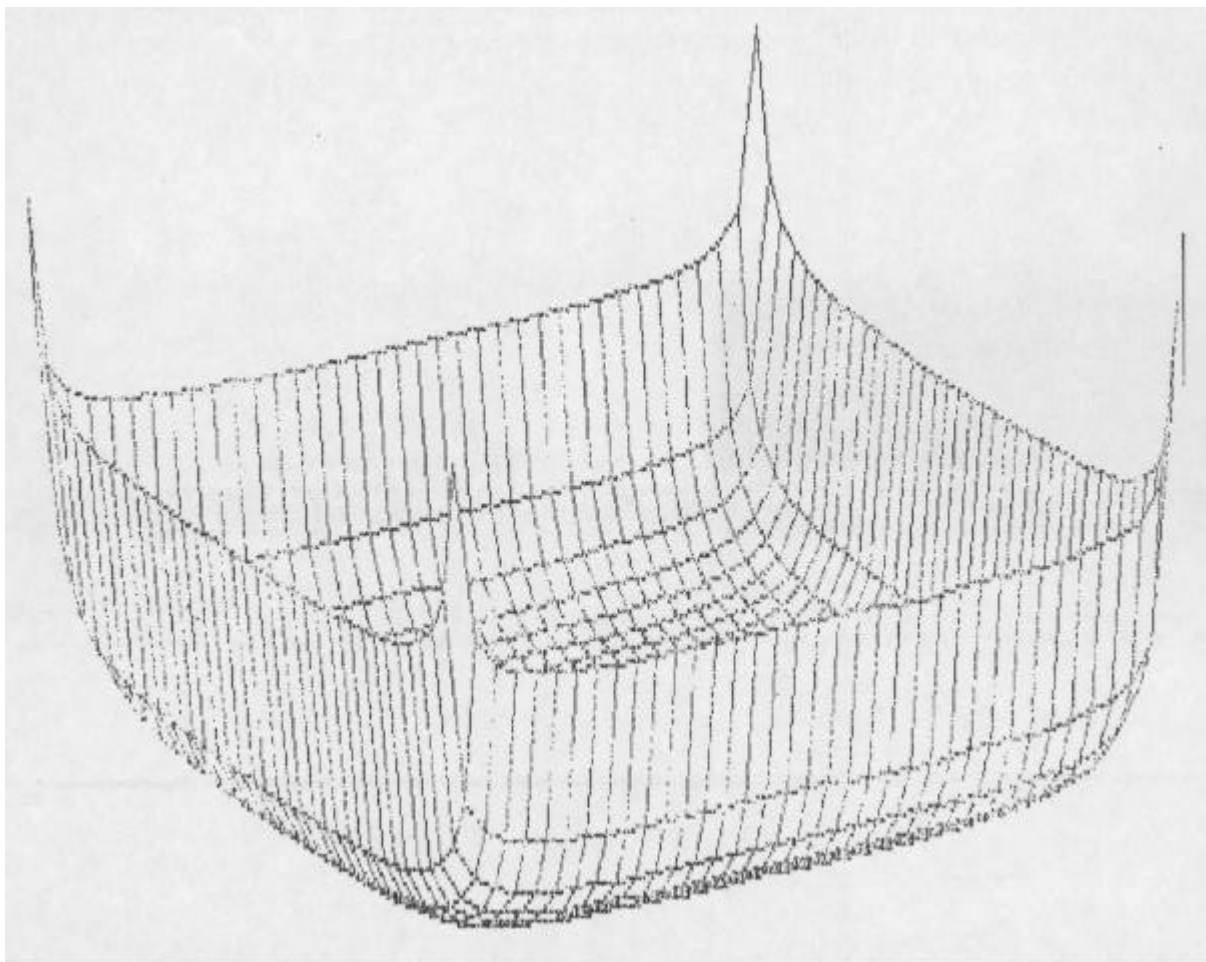


Abbildung 1: Qualitativer Feldverlauf über einer Schleife

Wie aus dem oben gesagten hervorgeht, bedingt eine gute Leitfähigkeit des Fahrzeugbodens eine gute Erkennung des Fahrzeuges. Nun wirkt allerdings das ferromagnetische Eisen genau in entgegengesetzter Richtung, d. h. große Eisenmassen (tiefliegende Fahrzeugachsen) wirken der Schwächung des Magnetfeldes entgegen und werden daher vom Gesamtsystem weniger gut erkannt.

Wenn generell Metalle die Induktivität der in der Straße verlegten Schleifen beeinflussen, worauf ja das Meßprinzip basiert, muß man auch die unge-

Bisher wurde nur darüber gesprochen, daß ein Schwingkreis seine Frequenz ändert, wenn sich die Induktivität des Schwingkreises ändert. Die Induktivität des Schwingkreises ändert sich, wenn Metalle in ihre unmittelbare Nähe geraten. Also erhöhen bzw. erniedrigen Metalle die Schwingkreisfrequenz. Der gewünschte Effekt ist eine Erhöhung der Schwingkreisfrequenz. Es gilt jetzt nur noch die Änderung der Schwingkreisfrequenz zu messen und bei überschreiten einer bestimmten Frequenz einen Auslösemechanismus zu betätigen.

Das Problem bei der Messung der Schwingkreisfrequenz ist, daß die Schwingkreisfrequenz einer im Boden verlegten ungedämpften Schleife nicht konstant ist. Da der Boden Umwelteinflüssen wie Temperatur und Feuchtigkeit ausgesetzt ist, pendelt diese Frequenz um einen gewissen Wert nach oben bzw. unten. Da Verstimmungen bis herab zu etwa 20 Hz bei einer Grundfrequenz von ca. 100 kHz (100 000 Hz) erkannt werden müssen, das Wandern der Frequenz aber im allgemeinen wesentlich größer ist, muß dieses Wandern kompensiert werden. Das Wandern geschieht im allgemeinen wesentlich langsamer als das Auffahren eines Fahrzeugs auf die Schleife. Intelligente Systeme wie sie heute durch Einsatz von Mikroprozessoren möglich sind, können unterscheiden, ob ein Fahrzeug auf die Schleife fährt oder ob die Frequenz z. B. durch Temperatureinflüsse langsam wandert. Um entsprechende Entscheidungen zu treffen, um dieses Wegwandern zu kompensieren, wird eine aufwendige Software eingesetzt. Man spricht von einer digitalen Temperatur-Frequenzkontrolle (DTFC). Insbesondere wird dadurch auch eine unendliche Haltezeit bei belegter Schleife erreicht. Die eigentliche Auswertung ist dann sehr einfach, bei Überschreiten einer Grenzfrequenz zieht ein Relais an und meldet damit, daß ein Fahrzeug auf die Schleife gefahren ist.

### **3. Was man über Schleifen wissen muß – Planung von Schleifen**

#### **3.1 Grundregeln**

Die allerwichtigste Grundregel ist, daß man beim Planen von Anlagen, d. h. Parkhäusern oder Straßenkreuzungen bereits das Verlegen von Schleifen einbezieht. Hier wird die Grundlage für das erfolgreiche Verlegen von Schleifen bzw. Erkennen von Fahrzeugen gelegt, anders gesagt: hier werden die entscheidenden Fehler gemacht, die später zu großen Problemen und hohen Kosten führen. Man muß sich hier die Gedanken machen, welchen Zweck Induktionsschleifen erfüllen sollen, in welchem Abstand von der Schranke bzw. dem Tor die Fahrzeuge erkannt werden sollen, welche Reaktionen eingeleitet werden sollen, wieviel Zeit zwischen Fahrzeugerkennung und Reagieren einer Anlage möglich oder zulässig ist. Man muß Prioritäten setzen, was an einer Stelle wichtiger ist, eine Schleife oder ein Kanaldeckel, man muß versuchen, Armierungen außerhalb des Schleifenbereiches zu legen oder die Schleife höher über Armierungen oder metallischen Dampfsperren zu verlegen. Man muß wissen, daß Heizmatten, wie sie auf Rampen verlegt sind, häufig zu Problemen führen, wenn Schleifen in der Nähe oder darüber verlegt werden und sollte diesen Bereich aussparen. Man muß die Schleifenabstände auf die voraussichtlichen Fahrzeuggrößen abstimmen, man darf Schleifen nicht in Rangiergebiete verlegen oder in den Schwenkbereich von Metalltoren.

Es macht sich bezahlt, wenn Schleife und Zuleitung mit äußerster Sorgfalt verlegt werden. Die Verlegung sollte nur von einer Fachfirma oder unter Kontrolle der Firma erfolgen, die später die Funktion der Anlage garantieren muß. Dies gilt besonders, wenn Fertigschleifen in Beton eingegossen werden, da hier häufig die genaue Lage der Schleife nur sehr schwer feststellbar ist und der Abstand zwischen der Fertigschleife und der Armierung sich beim Vergießen verringern kann bzw. nicht beachtet wird.

#### **3.2 Schleifenlänge und Windungszahl**

Wie aus untenstehender Tabelle (1) zu entnehmen ist, besteht ein Zusammenhang zwischen Windungszahl und Schleifenlänge. Da die Systeme in einem Frequenzbereich zwischen 40 und 130 kHz arbeiten (130 kHz ist die höchste Frequenz die die Post ohne Genehmigung zuläßt), muß also entsprechend der Schleifenlänge eine bestimmte Windungszahl verlegt werden. Die Schleifenlänge wird durch die Größe der Fahrzeuge, die erkannt werden müssen, bestimmt. Die ideale Schleifenlänge ist etwas kleiner als die Grundfläche des Fahrzeugs. Diese Schleifenlänge kann aufgrund der geometrischen Verhältnisse am Bau nicht immer eingehalten werden. Die Schleifen sind häufig stark verkürzt, so daß bei einspurigen Parkbahnen in Parkhäusern meistens mit Schleifen von 0,6-0,9 m Breite und 1,2-1,5 m Länge gearbeitet wird. Bei Lkws sollen die Schleifen entsprechend größer sein und man sollte immer bemüht sein, sich der oben beschriebenen idealen Schleifenlänge anzunähern. Die Fahrzeuge sollten immer so geführt werden, daß sie die Schleife voll überfahren müssen. Zu große Schleifen, insbesondere wenn die Schleifen wesentlich größer sind als das erkennende Fahrzeug, können im Extremfall dazu führen, daß das Fahrzeug in der Mitte der Schleife „verschwindet“, so daß das System das Fahrzeug zweimal erkennt, d. h. einmal bei der Einfahrt in die Schleife und einmal bei der Ausfahrt aus der Schleife, oder aber überhaupt nicht. Es ist auch klar, daß Schleifen, die nur teilweise überfahren werden, die Frequenz weniger stark verändern, so daß es im Extremfall dazu kommen kann, daß das Fahrzeug überhaupt nicht erkannt wird. Bei zu kleinen Schleifen, insbesondere langen schmalen Schleifen, bedämpfen sich die parallelen Seiten gegenseitig, so daß hier die Empfindlichkeit des Systems herabgesetzt wird (kleiner als 30 x 50 cm). In den folgenden Abbildungen (2) sind einige Beispiele gezeigt, aus denen hervorgeht, welche Rolle Schleifenlänge bzw. Umfang und Fahrzeuggröße spielen. Insbesondere ist darauf zu achten, daß der Schleifenumfang, der durch ein Fahrzeug abgedeckt wird, verantwortlich für die Höhe der Verstimmung ist und nicht die Schleifenfläche.

Natürlich fällt die Feldstärke und damit die Empfindlichkeit einer Schleife außerhalb ihres Umfanges nicht sofort auf null ab, aber wie aus Abbildung 1 ersichtlich ist, ist der Abfall ziemlich steil.

### 3.3 Schleifenformen

Die am weitesten verbreitete Form ist die Rechteckschleife. Sie hat eine unkomplizierte geometrische Form. Häufig werden die Ecken schräg gebrochen, um die mechanische Beanspruchung des Schleifendrahtes zu verringern. Die oben genannten Daten in Bezug auf Windungszahlen und Schleifengröße beziehen sich auf diese Schleifenform (Abb. 3a).

Um auch Fahrräder zu erkennen, die eine sehr geringe Induktivitätsänderung hervorrufen, verlegt man Schleifen in Parallelogrammform (siehe Abb. 3b). Da die Feldstärke entlang der Schleifendrähte am größten ist, würde ein Fahrrad, daß parallel zu einer solchen Linie fährt am besten erkannt werden. Nur kann man nicht erwarten, daß das Fahrrad genau entlang der beiden Seitenlinien einer Schleife fährt. Durch das schräge Überfahren der Schleifenumfangs werden vergleichsweise mehr Feldlinien geschnitten, und dadurch die Verstimmung vergrößert.

Wenn Schleifen zwischen Schienen, z. B. zwischen Straßenbahnschienen, verlegt werden sollen, empfiehlt es sich, die Schleife in Form einer Acht anzuordnen. Der Abstand zur Schiene sollte mindestens 20 cm betragen. Diese spezielle Form verhindert weitgehend Einstreuungen von Störungen, die aus in den Schienen fließenden Strömen entstehen. (Abb. 4a)

Umfang der Schleife	Windungszahl
kleiner 3 m	6
3 – 4 m	5
4 – 6 m	4
6 – 12 m	3
größer 12 m	2

Tabelle 1: Empfohlene Windungszahl bei Rechteckschleifen

Um Detektoren einzusparen wird manchmal versucht, zwei Detektoren mit einem Draht zu verlegen und an einen Detektor anzuschließen. Vor dieser Anschlußvariante muß gewarnt werden, weil die Schleife dadurch zwangsweise größer wird. Der Umfang der Teilschleifen wird nur nacheinander überdeckt, so daß der Gesamtüberdeckungsgrad konstruktionsbedingt nur maximal 50% ausmacht, d. h. das Gesamtsystem wird entsprechend unempfindlicher und es kann zu Problemen bei der Erkennung von Fahrzeugen kommen. Weiter ist zu bedenken, daß der Boden außerhalb des Tores meist unarmiert und im Inneren armiert ist. Dadurch entstehen unterschiedliche Bedämpfungen und

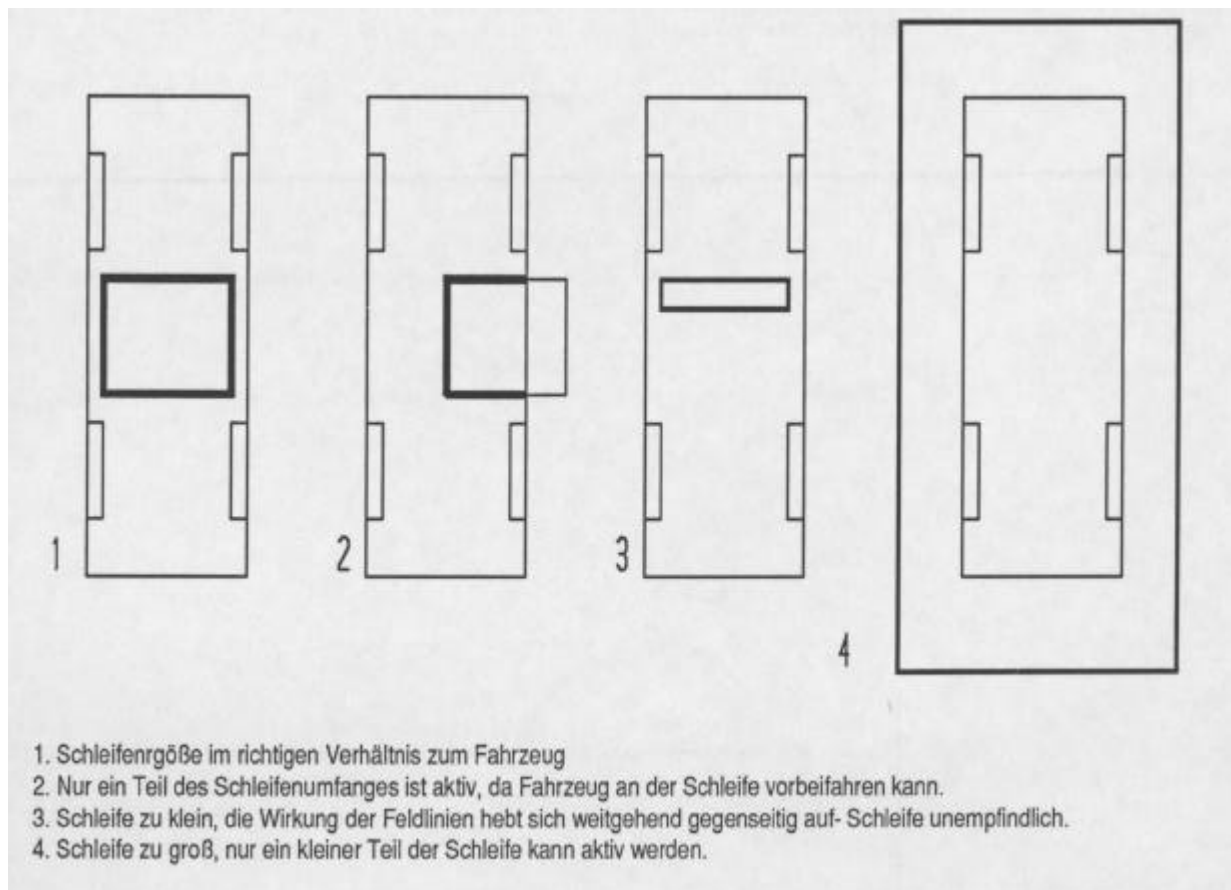


Abbildung 2

damit auch unterschiedliche Empfindlichkeiten. In unserem Beispiel ist die innere Schleife unempfindlicher als die äußere. Eine optimale Anpassung an die Armierungsverhältnisse ist mit einem Detektor also nicht möglich. Es empfiehlt sich in solchen Fällen einen Detektor zu verwenden, an dem zwei Schleifen getrennt angeschlossen werden können. Das macht die Anlage, wenn man berücksichtigt, daß der Preis für das Schneiden in beiden Fällen gleich groß ist und ein Doppeldetektor nur etwa 50% mehr kostet als ein Einfachdetektor, nur unwesentlich teurer.

### 3.4 Schleifenfelder

Wenn Schleifen nebeneinander und hintereinander verlegt werden, spricht man von Schleifenfeldern. Der Sinn ist, z. B. vor breiten Toren eine große Fläche abzudecken. An die Planung von solchen Feldern sollte man mit größter Vorsicht herangehen, damit sich Schleifen nicht gegenseitig beeinflussen, müssen sie in einem Abstand von mindestens 50 cm von Seite zu Seite verlegt werden. Je länger die Parallelführung ist, desto größer sollte der Abstand sein (Faustregel: Abstand =  $\frac{1}{2}$  \* Länge der Parallelführung). Die mit Sicherheit bessere Lösung ist, das wahllose Befahren einer großen Fläche durch Verkehrsmarkierungen auf der Fahrbahn (z. B. Randsteine oder Farbmarkierungen) zu verhindern, und dann in diesen markierten Bereichen nur wenige Schleifen gezielt einzusetzen.

In seltenen Fällen werden auch andere geometrische Formen, die häufig durch spezielle Anwendungszwecke bestimmt sind, vorgesehen. Grundsätzlich ist jede Schleifenform realisierbar, wobei man sich über den Verlauf der Feldlinien klar sein sollte, den man aus der Rechteckschleife ableiten kann. Auf alle Fälle empfiehlt es sich, wenn ein Problem in dieser Richtung vorhanden ist, eine Versuchsschleife auf dem Boden auszulegen und die Funktion empirisch zu testen.

### 3.5 Schleifenzuleitung

Für die Schleifenzuleitung gilt in der Theorie wie für die Schleife selbst. Man kann sich eine unverdrillte Schleifenzuleitung genau wie eine sehr lange schmale Schleife vorstellen. Daher besitzt die Schleifenzuleitung ebenfalls eine bestimmte Induktivität. Diese Induktivität wird genauso durch Metalle beeinflusst, wie die Schleife selbst. Es ist nun anzu-

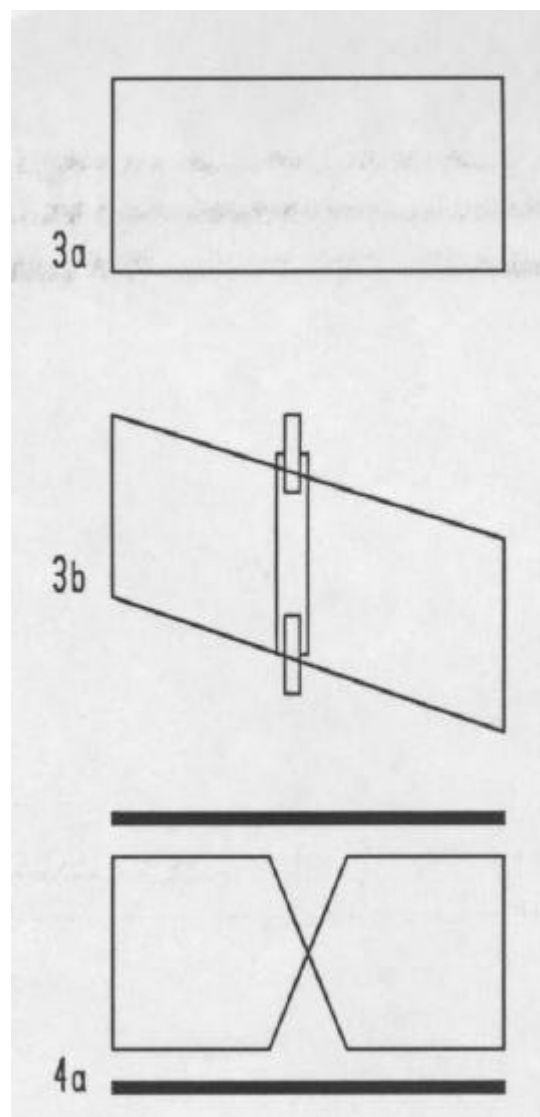


Abbildung 3 und 4

streben, daß die Induktivität der Zuleitung sehr klein gegenüber der eigentlichen Schleife ist, um einen guten Wirkungsgrad zu erhalten. Durch Verdrillen der Schleifenzuleitung erreicht man eine niedrige Induktivität.

Das hat gleich drei Vorteile:

1. kann diese sehr kleine Induktivität durch Metalle nicht mehr beeinflusst werden
2. verändert sich die Geometrie nicht mehr durch Bewegungen des Zuleitungsdrahtes
3. ist der „tote“ Anteil der Induktivität sehr klein.

Es ist also außerordentlich wichtig, daß die Schleifenzuleitung gut verdrillt ist. Bei relativ kurzen Schleifen bis etwa 10 m kann man das Verdrillen mit einer Bohrmaschine machen, bei längeren Lei-

tungen empfiehlt es sich, ein vorverdrilltes Kabel einzusetzen, das an einer geeigneten Stelle mit der Schleife verbunden wird. Bei vorgefertigten Kabeln sollte man auf geringe Induktivität achten; der Hersteller gibt meist die Induktivität pro Meter an. Die maximal zulässige Zuleitungslänge entnimmt man aus den Prospekten der Detektorhersteller. Man muß sich jedoch darüber im klaren sein, daß die Empfindlichkeit des Systems mit der Länge der Zuleitung abnimmt. Auch auf den Zuleitungsquerschnitt insbesondere bei langen Zuleitungen ist zu achten. Das Gesamtsystem sollte keinen größeren Innenwiderstand als etwa 30 Ohm haben, da sonst die Gefahr besteht, daß das System nicht mehr anschwingt.

Der Gesamtinnenwiderstand von Schleife und Zuleitung läßt sich folgendermaßen berechnen:

$$(2) \quad R = 0.017 \cdot (U \cdot W / Q1 + 2 \cdot L / Q2)$$

R	= Schleifen-Zuleitungswiderstand in Ohm
0.01	= spezifischer Widerstand von Kupfer
U	= Umfang der Schleife
W	= Anzahl der Windungen
Q1	= Querschnitt des Schleifendrahtes in qmm
Q2	= Querschnitt der Zuleitung in qmm
L	= Einfache Länge der Zuleitung
Rü	= Übergangswiderstand aller Klemmstellen

Beispiel:

Schleife 0.9+0.6m, Querschnitt 1.5qmm, 6 Wdgn.  
Zuleitung 200m, Querschnitt 0.14mm, Übergangswiderstand 2 Ohm

$$R = 0.017 \cdot (3 \cdot 6 / 1.5 + 2 \cdot 100 / 0.14) + 2 = 26.5 \text{ Ohm}$$

Daraus ist zu entnehmen, daß der Gesamtwiderstand bei langen Zuleitungen, geringen Querschnitten und hohen Übergangswiderständen kritisch werden kann. Wenn bei langen Zuleitungen vorverdrilltes Kabel verwendet wird, muß darauf geachtet werden, daß der Querschnitt nicht zu gering ist. Auf keinen Fall dürfen verdrillte Adernpaare zur Erhöhung des Querschnitts parallel gelegt werden, da sonst der Effekt der Verdrillung verlorengeht.

In kritischen Fällen kann auch das Koaxialkabel verwendet werden, das eine geringe Induktivität pro Meter aufweist.

Die Schleifenzuleitung sollte im möglichst großen Abstand vor netzspannungsführenden Leitungen verlegt werden (mindestens 20 cm) auf keinen Fall dürfen Schleifenzuleitung und Netzleitung in einem Kanal oder einem Rohr verlegt sein.

Schleifenzuleitungen sollten auch möglichst fest verlegt sein, so daß sie nicht bewegt werden können. Darauf ist auch bei Verlegung innerhalb des Schaltschranks zu achten. Auch hier muß selbstverständlich die Leitung verdrillt sein.

Wenn in der Nähe der Schleife eventuell sogar im Boden oder in der Nähe des Bodens eine Verbindung zwischen Schleife und Schleifenzuleitung hergestellt werden muß, so ist darauf zu achten,

daß die Verbindung wasserdicht und vor Beschädigungen geschützt verlegt wird.

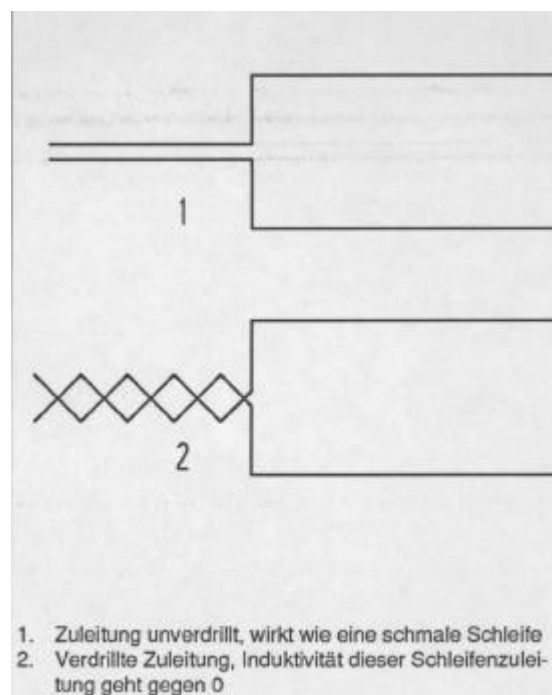


Abbildung 5

### 3.6 Verlegen von Schleifen

Die wohl häufigste Art vom Verlegen von Schleifen ist, daß man mit Hilfe einer speziellen Schnittscheibe Rillen von ca. 5 bis 8 mm und ca. 30 – 40 mm Tiefe in Beton oder Asphalt fräst, in die dann eine handelsübliche 1,5 qmm kunststoffarmierte Kupferleitung z. B. H05V-K1.0 oder H07V-K1.5 (NSYAF) in mehreren Windungen eingelegt wird. Die Verbindungsrille zwischen Schleife und Detektoranschluß wird etwas breiter geschnitten, damit die verdrillte Leitung hineinpaßt. Die Schleife wird mit einer Vergußmasse vergossen. Es gibt heiße und kalte Vergußmassen. Setzt man heiße Vergußmassen ein, muß man berücksichtigen, daß die handelsüblichen Kupferleitungen nur Temperaturen bis max. 70°C vertragen, d. h. bei einer Heißvergußmasse sollte eine silikonisierte Leitung eingesetzt werden. Dann kann die Vergußtemperatur max. 200 °C betragen. Zum Vergießen kann folgendes Material Verwendung finden: bei Beton Racofix oder Upadfix, bei Asphalt Vedagum. Bei Rechteckschleifen werden Ecken schräg angeschnitten, um eine zu hohe mechanische Belastung des Schleifendrahtes an den Ecken zu vermeiden, was zu Kabelbruch oder Isolationsbruch führen kann. Wer keine Erfahrung mit Schleifen schneiden und Schleifen verlegen hat, sollte eine der zahlreichen darauf spezialisierten Fachfirmen einsetzen, um Ärger zu vermeiden. Kanaldeckel, Abwasserrohre, Hydranten usw., die im Einflußbereich der Schleife liegen, müssen einen Mindestabstand von ca. 0,5 m von der Schleife haben. Bei eventuell im Boden liegenden Stahlarmierungen oder Metallfolien sollte die Schleife

mindestens 5 cm über dieser Armierung liegen (siehe Abb. 6), Mit einer Vorbedämpfung, d. h. mit einer geringeren Empfindlichkeit, muß trotzdem gerechnet werden.

Bei Beton als Straßenbelag werden häufig Dehnungsfugen notwendig. Passiert der Schleifendraht eine Dehnungsfuge, so ist eine kleine Schleife zu verlegen, damit bei Bewegungen der Betonplatten die Schleife nicht abgeschert wird. Schleifen und Schleifenzuleitungen keinesfalls direkt in Dehnungsfugen einlagern.

Eine andere Verlegungstechnik, die allerdings nicht empfohlen wird, ist das Verlegen von Schleifen bevor betoniert bzw. asphaltiert wird. Wenn das notwendig ist, sollte auf alle Fälle mit Fertigschleifen gearbeitet werden, die bereits in der vorgefertigten geometrischen Form eingelegt werden, und über die dann asphaltiert bzw. betoniert wird. Hier besteht jedoch die Gefahr, daß erstens die Schleifen brechen oder sich verschieben oder die Schleifen auf die Armierung durchsacken. Es ist dann später nicht mehr feststellbar, wie die Schleife im Untergrund liegt und häufig weiß man später nicht einmal mehr, wo die Schleife liegt.

Eine weitere kritische Technik ist das Verlegen von Schleifen unter Pflaster. Auf keinen Fall darf man die Schleifenadern einfach in den Sand legen, etwa nur durch Holzblöcke fixiert. Hier sollten grundsätzlich nur Fertigschleifen verwendet werden, wobei die Schleifen allerdings auf einem festen Untergrund aufliegen müssen, damit sie nicht brechen können. Weiter ist bei Pflaster zu beachten, daß Regenwasser durch das Pflaster in das Sandbett eindringen kann, dadurch kann sich die Induktivität der Schleife ändern. Das feuchte Erdreich bzw. Sandbett wirkt dann – insbesondere in Verbindung mit Streusalz – wie ein (relativ schlecht leitendes) Metall, d. h. die Schleife wirkt wie bedämpft. Außerdem dürfen die Fertigschleifen nicht zu tief in das Sandbett eingelegt werden, da sonst der Abstand Oberkante Steine – Schleife zu groß wird und dadurch eine schlechtere Empfindlichkeit erzielt wird.

### 3.7 Messungen an Schleifen

Ist eine Schleife verlegt, so sollte zunächst festgestellt werden, ob die Schleife den Ansprüchen, die der Verkehrsdetektor an sie stellt, entspricht und keine Beschädigung aufweist.

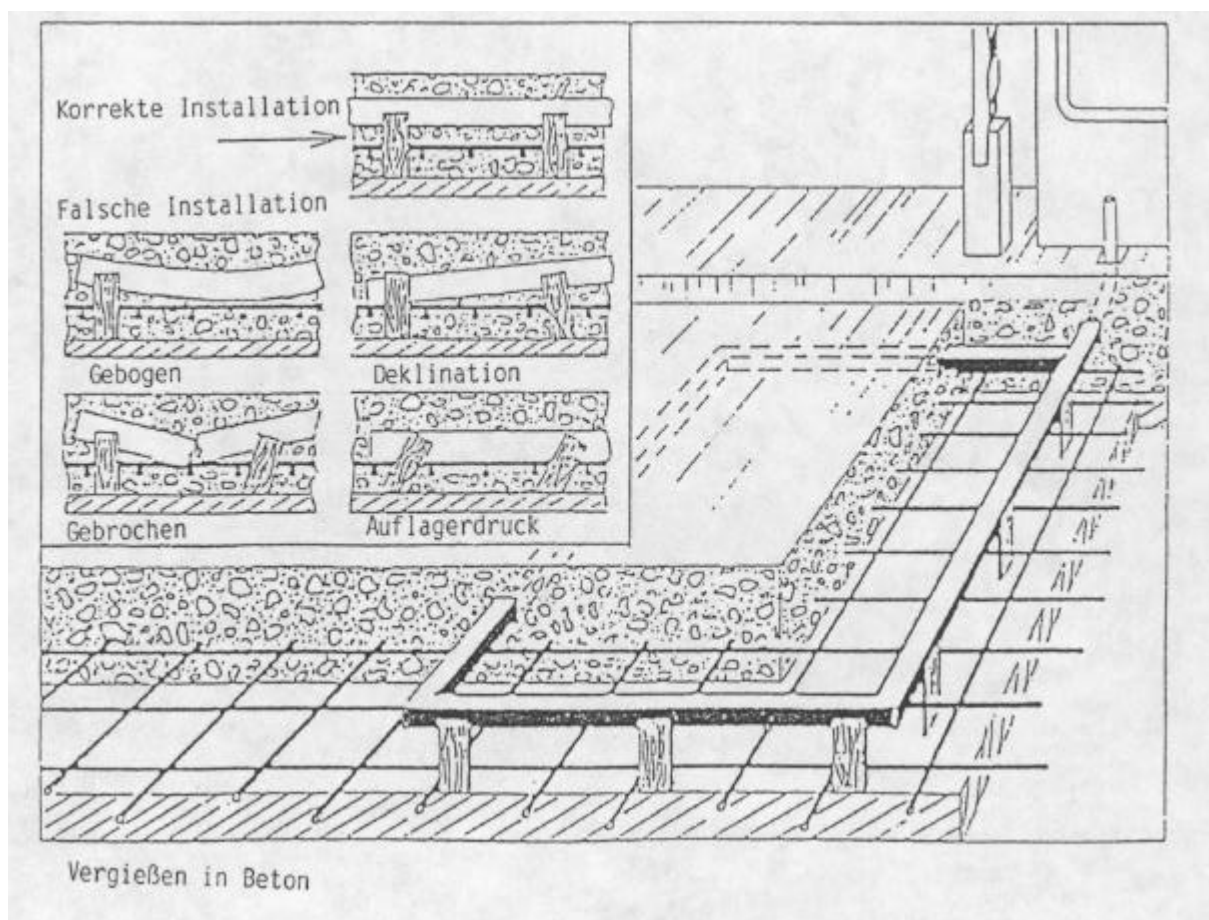
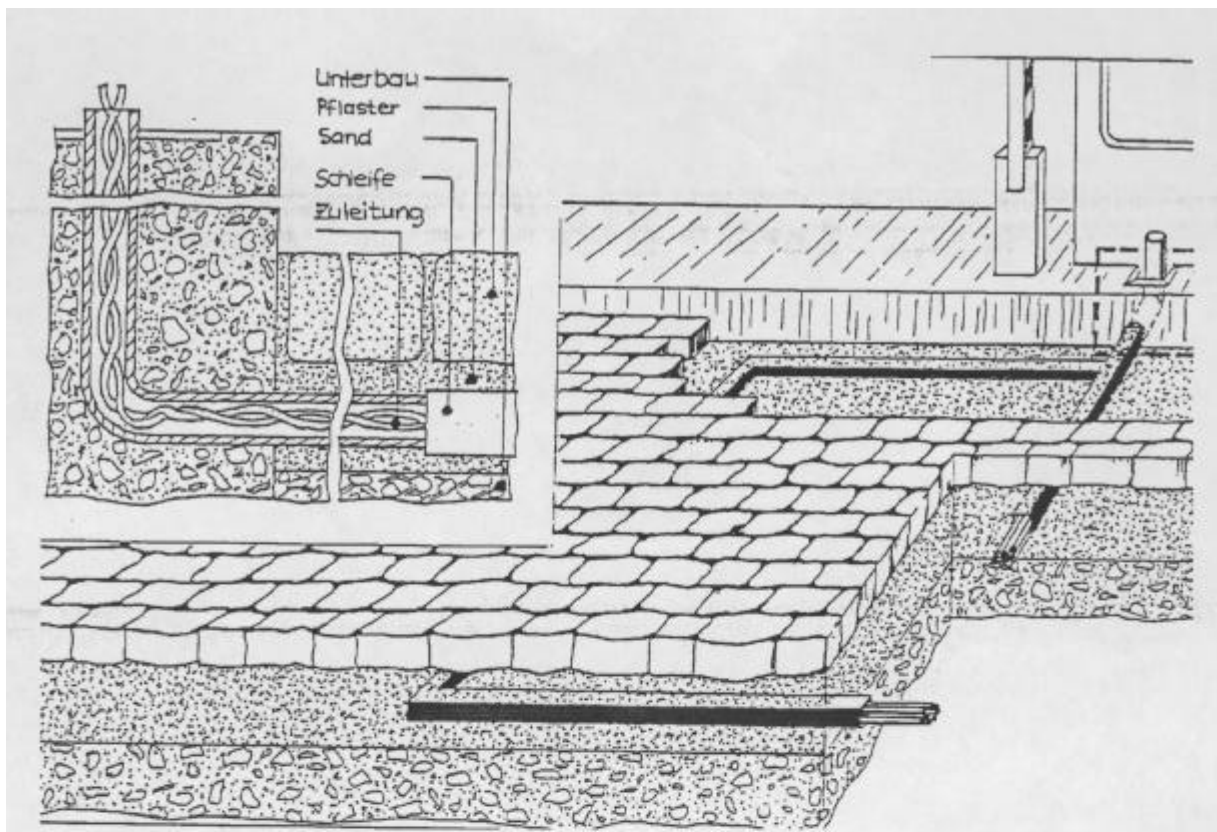
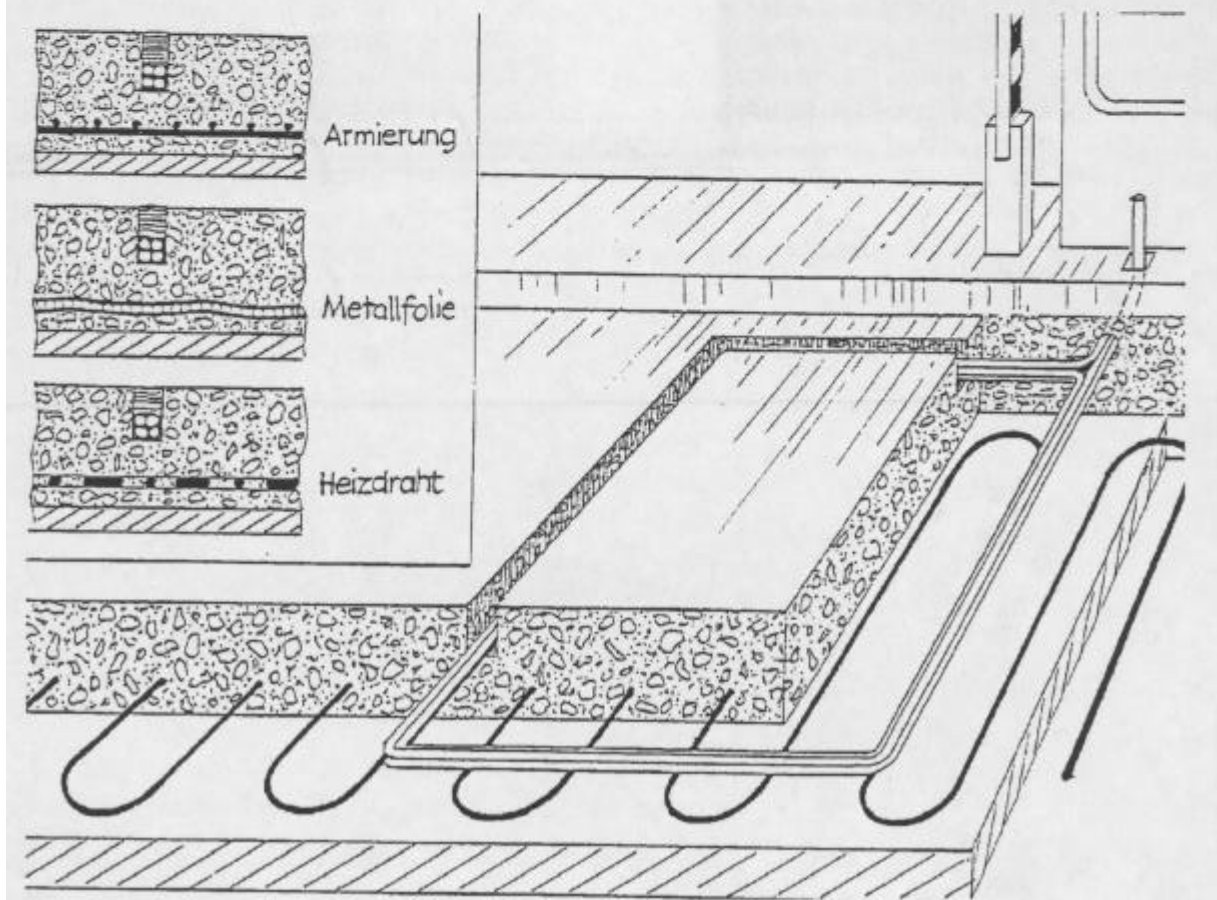


Abbildung 6



Verlegung unter Pflaster



Eingeschnittene Schleifen

Abbildung 6 (Fortsetzung)



1. Dazu muß der **Isolationswiderstand gegenüber Erde** gemessen werden. Als Bezugserde nimmt man entweder die Erde im Schaltkasten bzw. Schaltschrank oder noch besser, man treibt einen Eisenstab in der Nähe der Schleife (soweit dies möglich ist) in den Boden und mißt gegenüber diesem Stab. Der Isolationswiderstand sollte nicht unter 5 MOhm liegen. Ein Meßwert, der erheblich unter 5 MOhm liegt, deutet darauf hin, daß die Schleife einen Erdschluß hat, d. h. es liegt sehr wahrscheinlich ein Isolationsfehler vor.
2. Um sicher zu sein, daß die Schleife während der Verlegearbeiten nicht beschädigt wurde, wird der **Durchgangswiderstand** mit einem Ohmmeter gemessen, die Größe dieses Widerstandes darf 20 Ohm nicht überschreiten. Die Messungen an der Schleife sollten unmittelbar an den Detektorklemmen erfolgen, damit sicher gestellt ist, daß auch der ganze Anschlußweg bei der Messung oder bei den Messungen mit berücksichtigt wird. Ein Schleifenkurzschluß ist schwieriger festzustellen, da hier der theoretische Schleifenwiderstand mit dem gemessenen verglichen werden muß. Je nachdem wo der Kurzschluß liegt, sind die Unterschiede nur sehr gering und können in der Größe der Meßgenauigkeit liegen. Häufig wird bei einem Kurzschluß gleichzeitig ein Isolationsfehler gemessen. Ein Kurzschluß deutet z. B. hin, wenn das System Schleife Detektor nicht anschwingt, d. h. wenn keine Frequenz gemessen wird oder die Frequenz wesentlich höher als die Frequenzen einer vergleichbaren Schleife liegt.
3. Eine Messung der Induktivität der Schleife ist nicht unbedingt notwendig, da diese Messung durch die Frequenzmessung am Detektor ersetzt werden kann.
4. Nach Anschluß des Detektors an die Schleife ist die **Grundfrequenz** zu messen, auf der die Schleife schwingt. Die Grundfrequenz sollte zwischen 40 und 130 kHz liegen, sie darf keinesfalls über 130 kHz liegen, da dies nach den Postvorschriften nicht zulässig ist. Die Detektoren sind so konstruiert, daß bei Frequenzen, die außerhalb dieses Bereiches liegen, eine Störmeldung erfolgt. Fast alle Detektoren verfügen über Anschlußbuchsen für ein Frequenzmessgerät. Mit Hilfe des Frequenzmessgerätes kann auch die Verstimmung gemessen werden, die ein Fahrzeug hervorruft. Bei einer ordnungsgemäß verlegten Schleife unter der sich keine Armierung bzw. Metallfolie befindet und die von einem Fahrzeug völlig überdeckt wird, kann bei einem PKW mit einer Verstimmung von 1000 bis 2000 Hz gerechnet werden. LKWs rufen eine etwa 4-5 fach geringere Verstimmung hervor.

Manchmal, insbesondere bei älteren Schleifen, die an neuen Anlagen angeschlossen werden sollen, ist die genaue Lage der Schleife nicht bekannt. Hier ein Tip, wie die Lage der Schleife ermittelt werden kann. Der Detektor wird an die Schleife angeschlossen, ebenso das Frequenzmessgerät an den Detektor. Nun nähert man sich knapp über dem Boden mit einem Blech oder einem zu einer länglichen Schleife verbundenen Draht der vermuteten Schleife. Wenn das Blech etwa parallel zu einem der Schleifendrähte liegt, wird das Frequenzmessgerät eine stärkere Verstimmung anzeigen. Das macht man im rechten Winkel von allen 4 Seiten (wenn man davon ausgeht, daß man eine Rechteckschleife vor sich hat) und hat damit die Lage der Schleife ermittelt. Zweckmäßigerweise markiert man sich für weitere Untersuchungen die Lage der Schleife mit Kreide.

Wenn eine Schleife bei einem Standard-PKW der, wie oben ausgeführt, eine Verstimmung von 1000 – 2000 Hz hervorrufen sollte, erheblich unter dem Wert bleibt, so ist das ein Zeichen dafür, daß sich im Boden Metallfolie oder Eisenarmierung befindet. Je geringer die Verstimmung ist, desto näher liegt die Schleife an der Folie bzw. Armierung. Das kann in ungünstigen Fällen soweit führen, daß die Verstimmung, die ein Fahrzeug verursacht, nicht mehr für eine einwandfreie Erkennung genügt. Ein weiterer Grund kann sein, daß die Schleife sehr tief in der Fahrbahn liegt (20 cm und tiefer).

Wie oben bereits gesagt, ist sehr wichtig, daß die Schleife sich im Boden nicht bewegen kann und auch bei Erschütterungen keine Eigenbewegung ausführt. Durch das Bewegen der Schleife ändert sich nämlich die Induktivität, und da der Detektor nicht unterscheiden kann, ob die Induktivitätsänderung durch ein Fahrzeug oder durch andere Einflüsse hervorgerufen wird, kann es dazu kommen, daß der Detektor falsch nachgleicht bzw. fehlerhaft auslöst.

In Fällen wo große Unklarheit besteht, ob eine Schleife, die an einer bestimmten Stelle verlegt werden soll, einwandfrei arbeitet, empfiehlt es sich, Versuchsschleifen zu verlegen (insbesondere wenn Unklarheiten und Probleme mit der Armierung bestehen). Es gibt heute Schleifen, die unmittelbar auf den Straßenbelag aufgeklebt werden, und über mehrere Tage bzw. Wochen in dieser Form betrieben werden können – das ist jedoch keine Dauerlösung, sondern nur für Versuche einsetzbar.

#### 4. Umwelteinflüsse auf die Schleife

Die Schleife ist der Teil eines Schwingkreises (Induktivität), deren Partnerteil sich im Detektor befindet (Kapazität). Ein Schwingkreis schwingt nur dann außerordentlich konstant, wenn sich beide frequenzbestimmenden Teile des Schwingkreises, nämlich die Induktivität und die Kapazität nicht verändern. Im Falle der Kapazität erreicht man die Konstanz durch besondere Maßnahmen. Außerdem sind die Detektorbauteile nur sehr beschränkt Umwelteinflüssen ausgesetzt, da sie sich im Detektorgehäuse befinden. Ganz anders sieht die Sache bei der Schleife aus. Sie ist in einem Medium eingebaut, das nicht genau definiert ist, es können sich extreme Umwelteinflüsse wie Temperatur und Feuchtigkeit auf sie auswirken. Diese Einflüsse bewirken, daß die Induktivität der Schleife über die Zeit auch im Ruhezustand (nicht befahrener Zustand) nie konstant ist. Die Induktivität driftet ständig, mehr oder weniger unkontrolliert in positiver und negativer Richtung, sodaß die Frequenz des gesamten Schwingkreises ständig wandert. Erst mit Hilfe relativ aufwendiger Software innerhalb eines Mikroprozessorsystems gelingt es, die Wanderungen des Schwingkreises zu kompensieren, um so dem Detektor die Möglichkeit zu geben, zwischen der Verstimmung durch ein Fahrzeug, und der Veränderung der Frequenz durch Wegwandern zu unterscheiden.

Erhöhung bzw. Erniedrigung Der Bodentemperatur bedeutet driften der Frequenz. Eindringende Feuchtigkeit in den Boden verändert die Leitfähigkeit des Bodens und verursacht dadurch einen ähnlichen Effekt wie die Bedämpfung durch Metall. Die Probleme bei Schleifenverlegung unter Pflaster ohne festem Bett für die Schleife, werden nicht nur durch Bewegung der Schleife verursacht, sondern auch durch die Möglichkeit, daß Feuchtigkeit in den Boden eindringen kann. Bei vergossenen Schleifen kann durch Herauslösen der Vergussmasse ebenfalls dieser Doppeleffekt eintreten: die Schleife bewegt sich beim Überfahren, Wasser kann in die Fugen eindringen (abgesehen, daß dadurch auch massive Straßenschäden auftreten können).

Regen kann aber nicht nur durch Eindringen in den Boden Störungen verursachen, sondern auch durch den Wasserfilm, der sich auf der Straße bildet. Dieses Wasser auf der Schleife kann besonders dann kritisch sein, wenn es sich höher über der Schleife anstaut, z. B. bei Platzregen oder verstopften Kanälen. Auch Schnee und Eis kann zu den oben geschilderten Problemen führen. Besonders dann, wenn bei hoher Schneelage der Schneepflug plötzlich den gesamten Schnee beiseite schiebt. Im allgemeinen sind die Detektoren so ausgelegt, daß sie mit solchen Problemen alleine fertig werden. Wenn jedoch noch andere ungünstige Umstände vorhanden sind, können solche Verhältnisse die auslösende Ursache für Probleme mit dem System Schleife – Detektor sein.

Starke mechanische Erschütterungen, die zu Bewegungen der Schleife im Boden führen, bewirken, wie oben bereits ausgeführt, eine Frequenzänderung des Schwingkreises und täuschen dadurch ein Fahrzeug vor.

Ein Netzausfall kann zu Problemen bei Tor-, Schranken- und Ampelanlagen führen. Solange der Strom weg ist, sind auch die gesteuerten Geräte stromlos, sodaß zunächst das Nichterkennen von Fahrzeugen keine Folgen hat. Kommt jedoch die Netzspannung wieder zurück, so kann es zu Problemen kommen, wenn noch Fahrzeuge auf den Schleifen stehen. Die Detektoren gleichen auf diese Fahrzeuge ab, diese und nachfolgende Fahrzeuge werden nicht mehr erkannt. Durch den Einsatz von gepufferten Detektoren, die ca. bis eine Stunde nach Stromausfall noch weiterarbeiten, kann man dieses Problem umgehen. Auch an Zählanlagen ist bei Stromausfall mit Schwierigkeiten zu rechnen, da hier der Verkehr in vielen Fällen weiterlaufen kann, die Zählung aber nicht mehr funktioniert. Dieses Problem kann nur durch Pufferung der Zähler und durch den Einsatz von gepufferten Detektoren beherrscht werden.

Hochfrequente Störungen können auf zwei Wegen in eine Detektoranlage einstreuen; erstens über das Netz – dagegen sind die Geräte durch elektrische und softwaremäßige Entstörmaßnahmen weitgehend geschützt; zweitens über die Schleife – die Schleife wirkt auf Grund ihrer Größe wie eine riesige Empfangsantenne. So können in besonderen Fällen Sprechfunksender, Zündfunken von Fahrzeugen oder in der Nähe geschaltete Schütze zu Störungen, d. h. unbeabsichtigten Auslösen oder „aufhängen“ des Detektors führen.

Auf einen besonderen Fall sei hier noch hingewiesen. Bei Blitzeinschlag im Netz oder beim Zuschalten von Notstromaggregaten können kurzzeitige Unterbrechungen im Netz auftreten (ca. 0,5 sek.). Das kann dazu führen, daß der Detektor neu abgleicht, wobei die gleichen Probleme auftreten, wie oben schon beschrieben.

#### 5. Einsatzgebiete

##### Parkhäuser, Parkplätze

Die Anforderungen an Verkehrsdetektoren sind allein durch die vielen verschiedenen Einsatzgebiete sehr unterschiedlich. Die Hersteller bemühen sich, möglichst viele Einsatzgebiete mit ein und denselben Gerätesystemen abzudecken. Da ist das große Gebiet der Parkhäuser und Parkplätze. Hier hat man es vorwiegend mit PKWs zu tun, die Schleifen werden in den Ein- und Ausfahrten verlegt zur Ausgabe von Tickets und zum Öffnen und

Schließen von Schranken und Zählungen. Die Schleifen sind verhältnismäßig klein, sodaß sie bei einwandfreier Verkehrsführung vollständig von dem Fahrzeug abgedeckt werden. Probleme treten auf, insbesondere in den Parkhäusern, mit Armierungen und metallischen Dampfsperren. Den Planern der Parksyste me sind häufig die Lage der Armierung und Dampfsperren sowie Heizmatten nicht genau bekannt. Häufig wird auch die Planung einer genauen Verkehrsführung vernachlässigt in Bezug auf Funktionsfähigkeit der Schleifen, sodaß es möglich ist, daß Fahrzeuge die Schleifen nicht komplett überfahren bzw. an den Schleifen vorbeifahren können. Problem ist auch, daß Schleifen in unmittelbarer Nähe von Abstellplätzen verlegt werden, sodaß eine Dauerbedämpfung der Schleife eintritt, auf die sich im Laufe der Zeit der Detektor einstellt und daher eine scheinbar geringere Empfindlichkeit aufweist.

Insbesondere bei Zählungen muß man sich genau über den logischen Ablauf der Zählungen im Klaren sein, und darf im Bereich von Zählschleifen keine Rangiermöglichkeiten zulassen.

#### Straßenverkehr, Fernverkehr, Tunnelüberwachung

Im Straßenverkehr werden Verkehrsdetektoren zur Erkennung von Fahrzeugen vor Ampeln eingesetzt, um Kreuzungen zu steuern. Hier ist die Vielfalt der Fahrzeuge erheblich größer als in Parkhäusern. Es müssen LKWs genauso erkannt werden wie Motorräder, Mopeds und Fahrräder. Während PKWs relativ leicht zu erkennen sind, da sie eine große Verstimmung hervorrufen, sind LKWs durch ihre relativ hoch aufgelegte Unterbodenfläche schon schlechter zu erkennen. Kritisch und schwierig ist die Erkennung von Zweirädern, da die Metallfläche, die parallel zur Fahrbahn liegt, fast gleich null ist. Hier führt die Erkennung über die Räder, wobei diese nur dann eine Verstimmung hervorrufen, wenn sie parallel oder zumindest schräg zu den Schleifendrähten, die Schleife überfahren. Ein rechtwinkliges Überfahren der Schleifendrähte führt zu keiner Verstimmung der Schleifen. Aus diesem Grunde sind Schleifen, die Zweiräder erkennen sollen, als Parallelogramm ausgelegt, d. h. sie laufen schräg über die Straße. Auf die Schleifenform, die zweckmäßig ist, um elektrische Schienenfahrzeuge zu erkennen, wurde bereits oben hingewiesen.

Im Fernverkehr werden in zunehmenden Maße Schleifen zur Verkehrsleitung und Führung eingesetzt. Man benutzt sie auf Autobahnen und Fernstraßen zur Stauerkennung, zur Ermittlung der Geschwindigkeit und Längenmessung von Fahrzeugen. Bei der Längenermittlung will man vor allen Dingen PKWs und LKWs unterscheiden.

#### Tore

Zum automatischen Öffnen und Schließen von senkrecht oder waagrecht laufenden Toren werden ebenfalls Verkehrsdetektoren eingesetzt. Hier ist es besonders wichtig, daß die Detektoren, ähnlich wie auch bei Schranken, eine unendliche Haltezeit haben, damit sich das Tor bzw. die Schranke nicht schließt, während das Fahrzeug sich im Verkehrsbereich dieser Anlage aufhält. Da Tore häufig aus Metall bestehen bzw. Metallrahmen haben, muß hier darauf geachtet werden, daß die Schleifen nicht zu nah an das Tor verlegt werden (Abstand: 1 – 1,5 m – mindestens jedoch 0,5\**l*, wobei *l* die Länge der Schleifenseite ist, die dem Tor parallel liegt); anderenfalls besteht die Gefahr, daß das Tor sich selbst als Fahrzeug erkennt und nach dem Herunterfahren automatisch wieder hochfährt oder sich der Detektor auf das heruntergefahrene Tor abgleicht. Auf diesem Einsatzgebiet versucht man häufig relativ große Schleifen zu verlegen, um einen großen Bereich abzusichern. Hier sei nochmal auf Absatz 3.3 hingewiesen, zu große Schleifen können zu erheblichen Problemen bei der Fahrzeugerkennung führen. Man sollte, wenn eine große Fläche zu überwachen ist, besser mehrere kleine Schleifen verlegen. Der Verlegungsaufwand ist nicht wesentlich höher, und ein Doppeldetektor nimmt meist den gleichen Raum ein wie ein Einfachdetektor. Außerdem muß z. B. bei einem 5m breit sein; eine 3m breite Schleife mittig zum Tor verlegt reicht völlig aus.

#### Absicherung an Maschinen

Auch hier werden Detektoren eingesetzt, damit z. B. keine Paletten in einem bestimmten Bereich einer Maschine abgestellt werden bzw. keine Fahrzeuge in den Gefahrenbereich der Maschine geraten. Auch hier muß davor gewarnt werden, zu große Schleifen zu verlegen. Auch hier sollten die Detektoren eine unendliche Haltezeit haben.

### 6. Fahrzeugerkennung (Fahrzeugarten, Fahrzeugtypen)

Die Schleifengeometrie muß unbedingt den Fahrzeuggrundrissen von denen die Schleife vorwiegend überfahren wird, angepaßt werden. Man muß sich dabei überlegen, ob man auch das ausgefallenste Fahrzeug bzw. das am seltensten vorkommende Fahrzeug berücksichtigen will und muß. Dies ist häufig eine Kostenfrage. Es muß jedoch Klarheit darüber bestehen, daß, wenn man aus Kostengründen hier Einschränkungen trifft, im Extremfall Probleme auftreten können.

Ein Fahrzeug wird grundsätzlich an zwei Merkmalen vom Detektor erkannt: erstes Merkmal ist die Bodenfläche, zweites Merkmal sind die Räder (Material, Größe und Strukturierung). Die Räder spielen insofern eine wichtige Rolle, als deren Materialteile den Schleifenleitungen räumlich am nächsten kommen. Auch deren räumlich geometrische Lage zu den Schleifenleitungen spielt eine entscheidende Rolle. Räder, die parallel zu Schleifenleitungen stehen oder sich bewegen, werden gut erkannt, Räder, die senkrecht stehen, werden praktisch überhaupt nicht erkannt.

Für die Fahrzeugerkennung ist der PKW das unkritischste Fahrzeug. Vorausgesetzt, die Schleife ist ordnungsgemäß geplant und ordnungsgemäß verlegt. Die in den letzten Jahren stärker verbreiteten Gelände- und Pseudogelände – PKWs sind in der Erkennung schon kritischer. Diese Fahrzeuge sind meistens hoch gebaut, d.h. das untere Bodenblech liegt wesentlich höher als bei einem normalen PKW.

PKWs mit Wohnwagen oder Kleinhängern können Probleme verursachen. Der PKW wird leicht erkannt von einem nachfolgenden Anhänger werden, wenn der Unterboden aus Holz oder Kunststoff besteht, häufig nur die Achse erkannt. Das kann dazu führen, daß der Detektor zwischen PKW und Anhänger abfällt; also das Gespann als zwei getrennte Fahrzeuge erkennt, bzw. zu früh abfällt, wenn der Wohnwagen noch nicht komplett über die Schleife gefahren ist, da für den Detektor schon bei Ende der Achse der Anhänger zuende ist. Folge davon ist, daß z. B. Tore oder Schranken zwischen Fahrzeug und Anhänger herunterkommen bzw. am Ende des Gespanns zu früh schließen. Durch entsprechende Schleifenplanung (z. B. mehrere Schleifen hintereinander) kann dieses Problem umgangen werden.

LKWs haben grundsätzlich eine höhere Schwerpunktlage und somit hat die Bodenplatte einen höheren Abstand von der Schleife. Außerdem ist hier die Bodenplatte nicht einheitlich ausgebildet, sodaß getrennte Stromkreise mit getrennten Gegeninduktivitäten entstehen, die im Extremfall anstelle von einem Fahrzeug mehrere Fahrzeuge vortäuschen können, insbesondere dann, wenn die Empfindlichkeit des Detektors nicht hoch genug eingestellt ist.

Für LKWs mit Anhänger bzw. aufgesattelten Anhänger gilt ähnliches, wie es bereits bei PKW mit Anhänger gesagt wurde.

Gebäudeinterne Transportfahrzeuge z.B. Gabelstapler

Die Gabeln eines leeren Gabelstaplers werden relativ schlecht erkannt, während der Unterboden gut erkannt wird. Beim Gabelstapler muß auch zwischen dem leeren und dem beladenen Stapler unterschieden werden, innerhalb eines Betriebes werden häufig sogenannte Schnelllauftore eingesetzt, d.h. es wird mit dem Gabelstapler schnell an das Tor herangefahren und das Tor muß sich schnell öffnen. Je nachdem wie der Gabelstapler beladen ist, wird das Fahrzeug schon erkannt, wenn die Gabeln mit der Ladung auf die Schleife fahren, oder erst, wenn der Gabelstapler selbst auf die Schleife fährt. Das muß beachtet werden bei der Planung der Schleife, insbesondere bei der Planung des Abstandes vom Tor, damit der Gabelstapler mit gleichbleibender Geschwindigkeit auf das Tor zufahren kann und das Tor sich rechtzeitig öffnet.

## 7. Grunddaten von Schleifendetektoren

Beim Einsatz von Schleifendetektoren sollte man sich im vorhinein im Klaren sein, für welchen Zweck das Gerät gedacht ist. Die Fa. LiftMaster liefert Geräte in Kunststoffgehäusen mit Schutzart IP65 als 19" Einschiebe- und im Metallgehäuse. Für Einsätze an Toren sind Gehäuse, die direkt an der Wand montiert werden können und gut gegen Feuchtigkeit und Staub geschützt sind, am besten geeignet. Wenn in einer Anlage mehrere Detektoren betrieben werden, kann man auf die Bauform 19" Teileinschub zurückgreifen. Diese Geräte werden mit Gleichspannungsanschluß 24V geliefert. Geräte im Metallgehäuse eignen sich gut zum Einbau in Schranken.

Funktionell unterscheidet man Einfachdetektoren, an die nur eine Schleife angeschlossen werden und Doppeldetektoren, an die zwei Schleifen getrennt angeschlossen werden können und die über zwei getrennte Auswertesysteme verfügen. Soll die Richtung erkannt werden, in der Fahrzeuge fahren, so werden zwei Schleifen verlegt und diese Schleifen an einen richtungserkennenden Detektor zur Messung der Geschwindigkeit und zur Erkennung der Fahrzeuggelände eingesetzt.

Um zu verhindern, daß Schleifen ineinander ein-koppeln, ist es notwendig, daß nahe beieinander liegende Schleifen auf verschiedenen Frequenzen

schwingen. Der Frequenzabstand sollte mindestens 5kHz betragen. Um bei gleicher Schleifengröße, d.h. gleicher Induktivität trotzdem einen Frequenzabstand zu erhalten, besitzen die Detektoren einen Frequenzschalter, mit dem an den einzelnen Geräten unterschiedliche Frequenzen eingestellt werden können. Die Frequenzen nebeneinander liegender Systeme sollten jedoch unter allen Umständen nachgemessen werden, da es nicht sicher gestellt ist, daß, wenn die Frequenzeinstellung an den Detektoren unterschiedlich ist, auch der Frequenzabstand vorhanden ist. Durch geringe Unterschiede in der Geometrie der Schleifen oder durch Armierungseinflüsse können bei unterschiedlichen Schalterstellungen trotzdem gleiche Schwingfrequenzen vorliegen. Wenn die Windungszahl der Schleifen entsprechend den Herstellerangaben ausgelegt ist, schwingen die Schwingkreise der Detektoren in den vorgeschriebenen Bereich von 50 bis 130 kHz. Außerhalb dieses Bereiches gehen diese Geräte auf Störung und zeigen entweder Schleifenbruch oder Schleifenkurzschluß an.

Da jeder Mikroprozessor eine bestimmte Zykluszeit hat, ist die maximale Überfahrgeschwindigkeit und die Reaktionsgeschwindigkeit jedes Detektors begrenzt, das muß bei der Auswahl des Gerätes berücksichtigt werden. Die Empfindlichkeit bzw. Auslösung der Geräte liegt im Verhältnis zu anderen Messgeräten außerordentlich hoch. In der empfindlichsten Stufe liegt die Auslöseschwelle bei 0,02% der Grundfrequenz. Bei den meisten Detektoren können acht verschiedene Empfindlichkeitsstufen eingestellt werden, aus Sicherheitsgründen sollte man jedoch keine höhere Empfindlichkeit einstellen, als zur sicheren Erkennung notwendig ist. Der Abgleich und Nachgleich der Geräte erfolgt automatisch, allerdings ist sicherzustellen, daß beim erstmaligen Abgleich, d.h. beim Einschalten des Gerätes bzw. Drücken der Resettaste sich kein Fahrzeug auf der Schleife befindet. Da in manchen Fällen beim Überfahren einer Schleife die Verstimmung nicht kontinuierlich ansteigt und nach Erreichen eines Gipfels wieder kontinuierlich abfällt, sondern je nach Größe der Schleife, wenn sich das Fahrzeug in der Mitte befindet, ein Einbruch der Verstimmung stattfindet, sind die Detektoren mit einer sogenannten Hysterese ausgerüstet, sodaß das Relais des Detektor beim Überfahren der Schleife nicht kurzzeitig abfällt. Der Signalausgang ist in vielen Fällen mit Relais ausgerüstet. Wenn damit größere Leistungen geschaltet werden sollen, Wechsellspannungsmäßig sind die angeschlossenen Schütze mit Hilfe von RC-Gliedern zu entstoren.

Für den Fall, daß mit Netzausfällen zu rechnen ist, empfiehlt es sich, batteriegepufferte Detektoren einzusetzen, die sicherstellen, daß der Schwingkreis weiter in Betrieb bleibt, sodaß nach Wiedereinschalten der beim Wiedereinschalten vorhandene Zustand erkannt wird. Es genügt nicht, wie dies bei manchen Fabrikaten der Fall ist, den alten Zustand nur zu speichern, da beim Wiedereinschalten hierbei zunächst der gespeicherte Zustand, der unter Umständen gar nicht mehr vorhanden ist, ausgegeben wird.

## SCHLEIFENGRÖSSEN UND WINDUNGSZAHLEN

Tabelle 1 (Einzelschleifen)

Schleifenumfang (m) / Windungszahlen

2	7 – 8
4	6
6	4 – 5
8	4
10	3 – 4
12	3
14	2 – 3
> 16	2

## EINSTELLTABELLE FÜR INDUKTIONSSCHLEIFEN-DETEKTOREN

? f / Empfindlichkeitsstufe

> 2kHz	1
1,5 – 2 kHz	2
800 – 1,5 kHz	3,4
400 – 800 Hz	5
200 – 400 Hz	6
100 – 200 Hz	7
< 100 Hz	8



**RECOGNITION OF VEHICLES  
BY THE  
INDUCTION LOOP DETECTOR**

---



# Contents

1. Introduction
2. System Loop – Induction Loop Detector
3. What should be known about loops – Planning of loops
  - 3.1 Basic rules for loop installation
  - 3.2 Loop size and number of turns
  - 3.3 Loop forms
  - 3.4 Loop fields
  - 3.5 Loop lead-in
  - 3.6 Installation of loops
  - 3.7 Measurement of loops
4. Environmental influences of the loop
5. Range of application
6. Recognition of vehicles
7. Basical data of loop detectors

## 1. Introduction

The principle of metal recognition via inductance has been known for a long time. It means that metals entering an electro-magnetic field will influence and change the fields. Ferromagnetic materials as well as non-ferromagnetic materials effect such changing of the field. Yet the effect is different. Non-ferromagnetic materials weakens the electrical field. Ferromagnetic materials amplify it.

Metal detectors have recently become known, specially as detectors for weapons and explosives at airports. The round loop used with it corresponds to the loop of a vehicle detector installed in the ground, though the demands concerning those instruments are less than the demands concerning a vehicle detector, because the loop is a fixed value and is used in an exactly defined environment.

Further recognition methods for vehicles are e. g. photoelectric barriers, infrared detectors and radar detectors. The principles of recognition at those devices are of a basically different nature. While an induction loop detector only recognises all materials impervious to light. The disadvantages when using the photoelectric barriers are obvious. As it is an optical recognition within a very small geometric area, measurements can be faulty because of contamination and inaccurate adjustment; high-levelled vehicles, vehicles with trailers are not continuously recognised. Further more the installation is awkward and costly. So the photoelectric barrier is only used for recognising vehicles in one-way gate or barrier areas as an additional security check because it can also detect people.

Infrared detectors are based on detecting thermal radiation within their measuring range. There is also no difference between vehicles and persons as both send out heat. Present solar radiation, warm pavement etc. can cause trouble.

At radar detecting systems a high-frequent radar beam is emitted and reflected by metal parts. This system is rather costly and depends on weather influences, e. g. rain or snow, respectively it depends on the coat of lacquer of the vehicles, as the radar beams partly absorbed by them, so it cannot be measured accurately.

## 2. The system loop – Induction loop detector

In order to ascertain an accurate operation of the system in all fields of application, it is necessary for the operator to learn some of the theoretical basis of the induction loop detector.

As mentioned above this system recognises metals. This system essentially consists of a tuned amplifier circuit contains a loop (inductance) and a capacitor (capacity). The size of the loop and capacitor define the frequency at which the circuit shows resonance. The inductance (L) of the loop is measured in Henry (= 1000 mH = 1 000 000 uH) and the capacity (C) is measured in Farad (= 1000 mF = 1 000 000 uF). The formula concerning the relationship between frequency and capacity, resp. inductance of the tuned amplifier circuit.

$$(1) f = \frac{1}{2\pi\sqrt{L \cdot C}}$$

Only the capacity with the corresponding active components responsible for bringing energy to the tuned amplifier circuit is within the detector device itself. The loop is installed outside in the road. The inductance of the loop is defined by the following factors:

1. number of turns
2. size and range of the loop
3. form of the loop
4. kind and form of the metals, existing within the lines of electric flux of the loop.

Feeding energy via the detector AC is generated in the loop corresponding to the frequency determined by the value of "L and C". This current creates an electromagnetic field. As demonstrated in figure 1, the field is most intensive near the metallic conductor and much less in distance to the conductor.

If an iron is brought into a field the lines of electric flux are concentrated and the field is

amplified, this means the rise of inductance (principle of electromagnets). If a wire of approximately the same size as the loop is brought near the loop, a counter-voltage is induced in this wire (mutual inductance), which attenuates the electromagnetic field of the loop. This helps when recognising a vehicle. The bottom plate of a vehicle forms relatively total metal part. This reacts like a closed ring circuit with a circulating current. These currents, like the short-circuited wire mentioned above, cause the attenuation of the field of the loop installed in the ground.

covers, armouring, insulating foils made of aluminium or copper, also influence the inductance but in a negative way. The sensitivity of the total system can be greatly reduced up to inability to function. Only metals are recognised, no wood or plastic materials. A coat of metallic paint or a metallic foil are sufficient to make vehicles with plastic or wooden bottoms (caravan) recognisable.

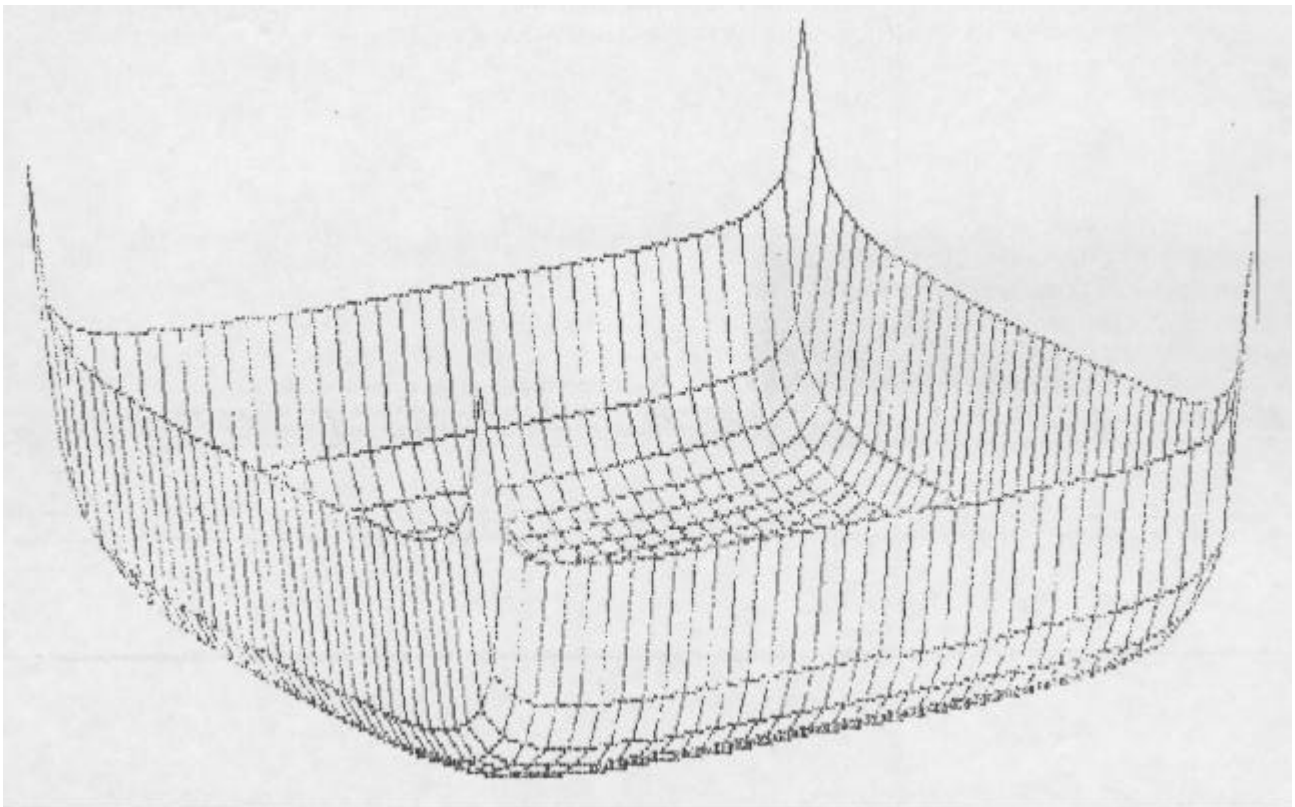


Figure 1: Qualitative field course within the loop

The better conductivity of the bottom plate of the vehicle the more intensive is the attenuation of the field. And this attenuation changes the inductance and hence the frequency:

The frequency rises as the inductance becomes less. This effect is used for vehicle recognition. As just said a good conductivity of the bottom of the vehicle means good recognition. Yet the ferromagnetic iron reacts just the other way, that means big quantities of iron (low-levelled axis) counter-react the attenuation of the magnetic field and therefore are not recognised that easily. If in general metals influence the inductance of the loop installed in the road, on which the measuring principle is based, the unwanted influences on a loop have to be considered as well. Thus metal parts in the ground, such as manhole

So far it was only mentioned that a tuned amplifier circuit changes its frequency if the inductance of the tuned amplifier circuit changes if metals come nearby. So metals increase or decrease the frequency of the tuned amplifier circuit. The wanted effect is the increase of the frequency of the tuned amplifier circuit. Now just the change in frequency of the tuned amplifier circuit has to be measured and a mechanism has to be initiated if a certain frequency is exceeded. The problem measuring the frequency of the tuned amplifier circuit lies in the fact that the frequency of the tuned amplifier circuit of an undamped loop installed in the ground is not constant because of environmental influences such as

temperature and humidity. The frequency varies around a certain value up or down. As detunings down to about 20 Hz with an basic frequency of approx. 100 kHz (100 000 Hz) must be recognised, though the change in frequency usually is much higher, it has to be compensated. This detuning generally happens much slower than the vehicle passing the loop. Intelligent systems, such as they are used nowadays with microprocessors, can differ between a vehicle crossing the loop and a detuning of frequency by e. g. changing temperature. In order to evaluate the detuning a large-scaled software is used. This is called a digital temperature-frequency control (DTCF). Thus an infinite stopping time is reached if the loop is engaged. The actual evaluation is very easy, if a limit frequency is reached a relay is triggered and so gives the message that a vehicle has driven on the loop.

### 3. What should be known about loops – Planning of loops

#### 3.1 Basic Rules

The most important basic rule is that the installation of loops has to be considered already when planning the construction, e.g. parking places or crossroads. Here the basis is presented for all successful loop installation, respectively vehicle recognition. This is where the decisive mistakes are made which lead to big problems and high costs. First you have to consider which purpose induction loops have, in what distance to the barrier or door the vehicles have to be recognised, which reactions have to be executed, what time interval is possible or permissible between the vehicle recognition and reaction of the installation. Priorities have to be set; a decision has to be made whether a manhole cover is more important than a loop, armourings should be installed outside the loop range or the loop should be installed higher above the armourings or the metallic vapour barriers. It should be known that resistance mats as they are installed on ramps often lead to problems if loops are installed nearby or above, so this space should be spared out. The loop size should be tuned to the expected vehicle size, loops must not be installed in shunting areas or in the swivelling range of metal gates.

It is advisable to install the loop and its lead-in very carefully. The installation should be performed or supervised by a specialised firm, that ought to guarantee the functioning of the installation later on. This applies especially if pre-made loops are poured in concrete as the exact position of the loop is then hardly noticeable and the distance between armouring and pre-made loop may alter when

pouring in concrete, respectively it may not be considered.

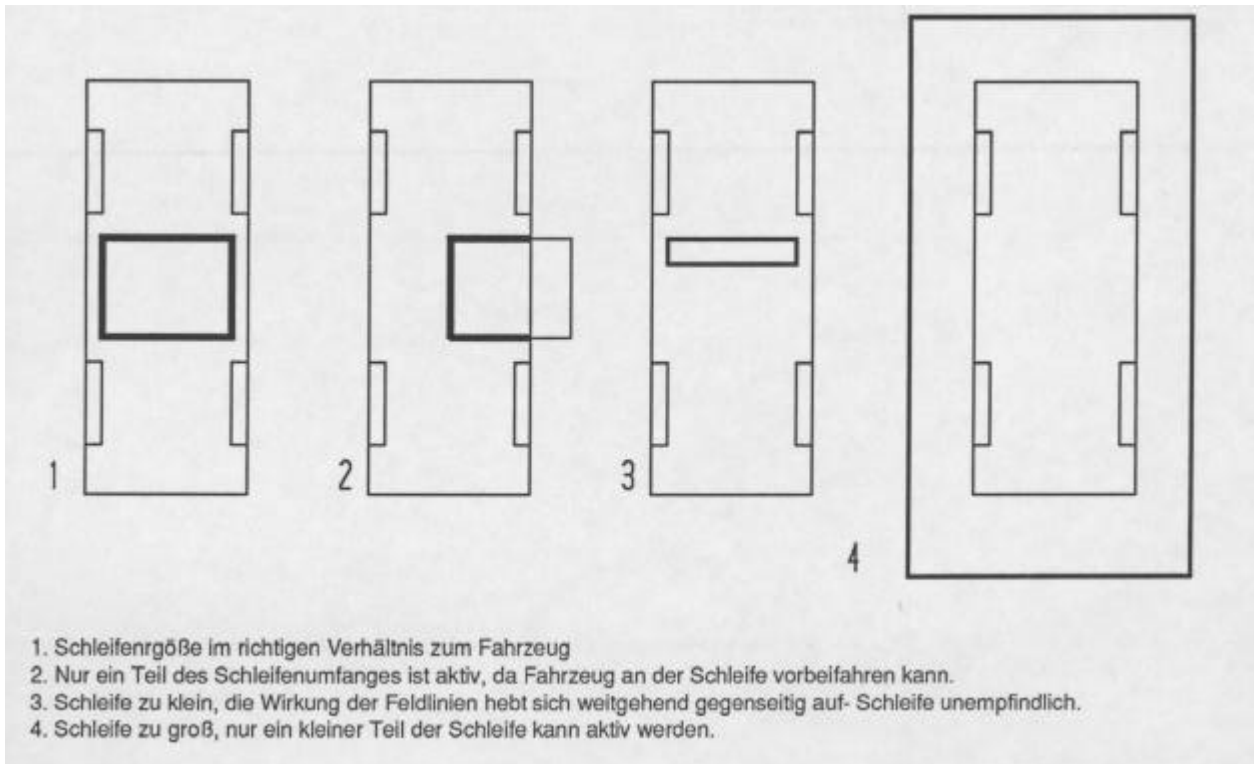
#### 3.2 Loop size and number of turns

There is a connection between the number of turns and the loop size as can be seen in table 1 below. As the systems operate in a frequency range between 40 and 130 kHz (130 kHz is the highest frequency licensed by the post office) a certain number of turns must be installed concerning the loop size. The loop size is defined by the size of vehicles to be recognised. The ideal loop size is a bit smaller than the floor-space of the vehicle. This loop size cannot always be followed because of the geometric conditions when building. The loops often are very shortened so that often loops of 0.6 – 0.9 m width and 1.2 – 1.5 m length have to be used at one-wayed lanes in multi-story car-parks. Concerning lorries or trucks the loops should be bigger and should approach the ideal loop size mentioned above. The vehicles should be led directly above the loops. Loops that are too big, especially if they are much bigger than the vehicle to be recognised, can have the result that a vehicle “disappears” in the middle of the loop and it is recognised twice: first when entering the loop and secondly when leaving the loop, or it is not recognised at all. It is also clear that if loops are crossed only partially the frequency changes less. This might cause that the vehicle is not recognised at all. At loops that are small, especially if they are long and narrow, the parallel sides damp each other thus the sensitivity of the systems is reduced (smaller than 30 x 50 cm).

Loop size	Number of turns
smaller than 3 m	6
3 – 4 m	5
4 – 6 m	4
6 – 12 m	3
bigger than 12 m	2

table 1: Recommended number of turns at rectangular loops

There are several examples in the following figure 2 which shows the relation between the size of the loop and the dimension of the vehicle. It has to be considered that the part of the loop covered by the vehicle – not the area of the loop in general – is responsible for the magnitude of detuning.



1. Loop size is in correct relation to the vehicle
2. Just a part is acting, because the vehicle can partly miss the loop
3. Loop is too small, the effect of the lines of electric flux compensates loop is insensitive
4. Loop is too big, only a small part of the loop can be active

Figure 2

The field intensity as well as the sensitivity of a loop outside its size does not drop to zero at once but its decline is rather steep as can be seen in figure 1.

### 3.3 Loop forms

The mostly used form is the rectangular one. It is of uncomplicated geometrical form. Often the edges are bevelled in order to lessen the mechanical strain of the loop wire. The data mentioned above concerning the number of turns and the loop size fit to that form (Fig. 3a).

In order to recognise bicycles which cause a very low change of inductance, loops are installed in form of a parallelogram (Fig. 3b). As the field intensity along the loop wires is the highest, a bicycle following such a line is recognised best. A bike cannot be expected to follow exactly one of the two-side-lines of a loop. By crossing the loop circumference diagonally, more lines of electric flux are intersected and thus the detuning is bigger.

If loops are to be installed between tracks, e.g. of a street car or a train it is recommended to install the loop in shape of an eight. The distance to the tracks should be 20 cm at least. This special shape extensively prevents interferences of the electric currents in the tracks. (Fig. 4a)

In order to save the amount of detectors one piece of wire sometimes is used for two loops leading to one detector. Be cautions of this variant, because the loop necessarily is extended. The circumference of the single loops is covered in sequence, so the total covering value is at maximum 50%, conditional on the construction, that means the total system is correspondingly less sensitive and there might be problems with the vehicle recognition. Furthermore it must be considered that the ground outside the gate is mostly armoured. Hence there are different dampings and so different sensitivities. In this example the inner loop is less sensitive than the outside. An optimum matching to the armoring conditions is not to be reached with one detector. In these cases it is recommended to use a detector to which two loops can be separately connected. The expenses for such an installation are 50% more than a single detector and the price for the installation is the same in both cases.

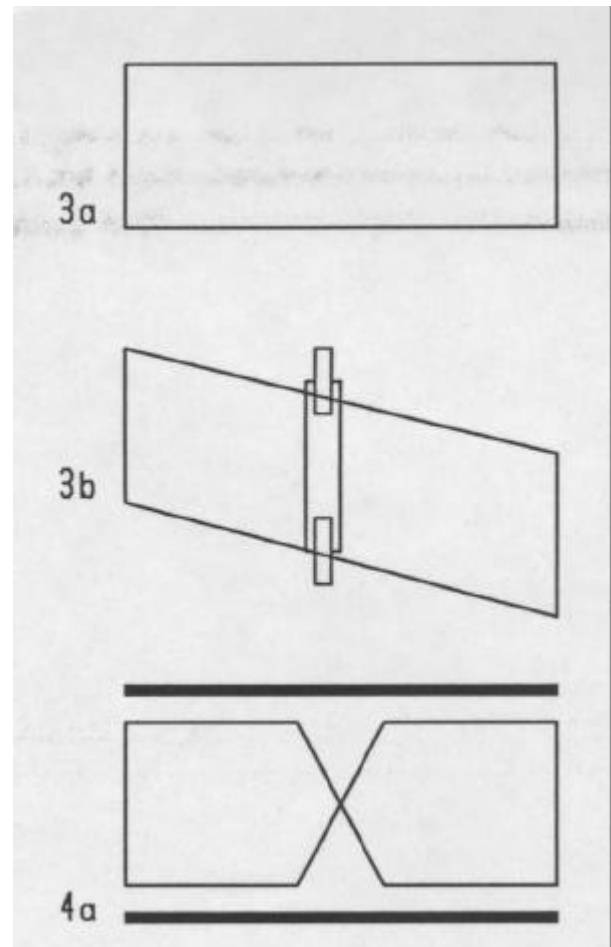


Figure 3 and 4

### 3.4 Loop fields

If loops are installed one after the other or side by side this is called loop fields. It is meant for covering big areas, e.g. in front of wide gates. Be cautious when planning such fields. The loops must be installed in a distance to each other of 50 cm at least in order to avoid their influencing each other. The longer the parallel exposure is the longer the distance must be (rule-of-thumb: distance = ½ length of the parallel exposure). The better solution is to ban indiscriminately passing over a big area by markings on the lane (e.g. Kerbstones or coloured markings) and then to use only a few loops within these marked areas. In some cases other geometrical shapes are used to fulfil special purposes. Each loop shape is basically to be realised; the course of the lines of electric flux, which can be derived from that of the rectangular loop, should be clear. If there is any problem of that kind it is recommended to install a test loop and check the functioning empirically.

### 3.5 Loop lead-in

The loop lead-in is theoretically nothing but a loop itself. An untwisted loop lead-in can be regarded as a very long narrow loop. So the loop lead-in also contains a certain inductance. This inductance is as influenced by metals as the loop itself. The aim must be that the inductance of the lead-in is very small compared to the actual loop in order to reach a high efficiency. By twisting the loop lead-in a low inductance can be reached. There are three advantages.

1. This very low inductance can no longer be influenced by metals
2. The geometry does not change any more when moving the lead-in wire
3. The “dead” part of the inductance is very low.

It is very important for the loop lead-in to be twisted well. Using relatively short loops up to approximately 10 m, the twisting can be performed with a drilling machine; using longer lead-ins a pre-twisted cable is recommended, to be connected to the loop at a proper spot. When using pre-twisted cables the inductance has to be considered; the manufacturer usually informs about inductance per metre. The maximum permissible lead-in length can be learned from the pamphlets of the manufacturers. Yet it must be realised that the sensitivity of the system decreases with the length of the lead-in. The efficiency average has to be considered, too, specially with long lead-ins. The total system

should not have a bigger internal resistance than about 30 Ohm, otherwise the system might not stimulate the oscillation any more:

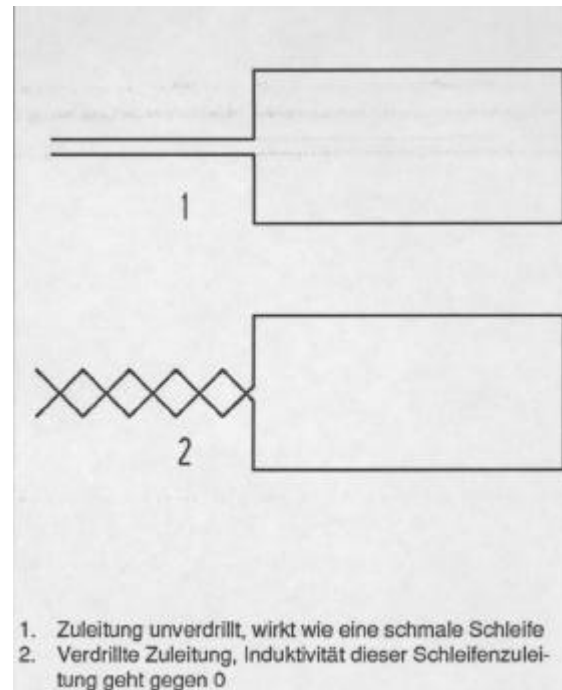


Figure 5

1. Lead-in untwisted, is like a narrow loop
2. Twisted lead-in, inductance of this loop is row

The total internal resistance of the loop and the lead-in can be calculated in the following way:

$$(2) \quad R = 0.017 \cdot (U \cdot W / Q1 + 2 \cdot L / Q2) + R_{\text{ü}}$$

- R = loop-lead-in resistance in Ohm
- 0.017 = specific resistance of copper
- U = circumference of the loop
- W = number of turns
- Q1 = cross-section of the loop wire in qmm
- Q2 = cross-section of the lead in qmm
- L = single length of lead-in
- R<sub>ü</sub> = transition resistance of all contact points

Example: Loop 0.9 x 0.6m, cross section 1.5 qmm, 6 turns  
 lead-in 200m, cross section 0.14mm,  
 transition resistance 2 Ohm

$$R = 0.017 \cdot (3 \cdot 6 / 1.5 + 2 \cdot 100 / 0.14) + 2 = 26,5 \text{ Ohm}$$

This shows that the total resistance can become critical if the lead-ins are long, the cross-sections are small and the transition resistances are high. If pre-twisted cables are used at long lead-ins it must be taken into account that the cross section is not too small. Twisted pairs of wires must not be laid parallel for rising the cross-section, otherwise the effect of twisting is lost.

Coaxial cables can also be used in critical cases, because it has a low inductance per metre. The loop lead-ins should be installed in a possibly great distance to the lead-ins of power supply (at least 20 cm). Loop lead-ins and supply mains must not be installed in one conduit or pipe in any case. Loop lead-ins should also be permanently installed, so that they cannot be moved. This also has to be regarded when installing within the switch cabinet – it stands to reason that the lead-ins must be twisted as well.

### 3.6 Installation of loops

The most usual way of installing loops is to mill grooves of ca. 5 to 8 mm and ca. 30 – 40 mm depth into the concrete or into the asphalt by means of a special cutting disk; a commercially available copper wire, 1.5 qmm plastic armoured, e.g. H05V-K1.0 or H07V-K1.5 (NSYA-F) is installed in the grooves in several turns.

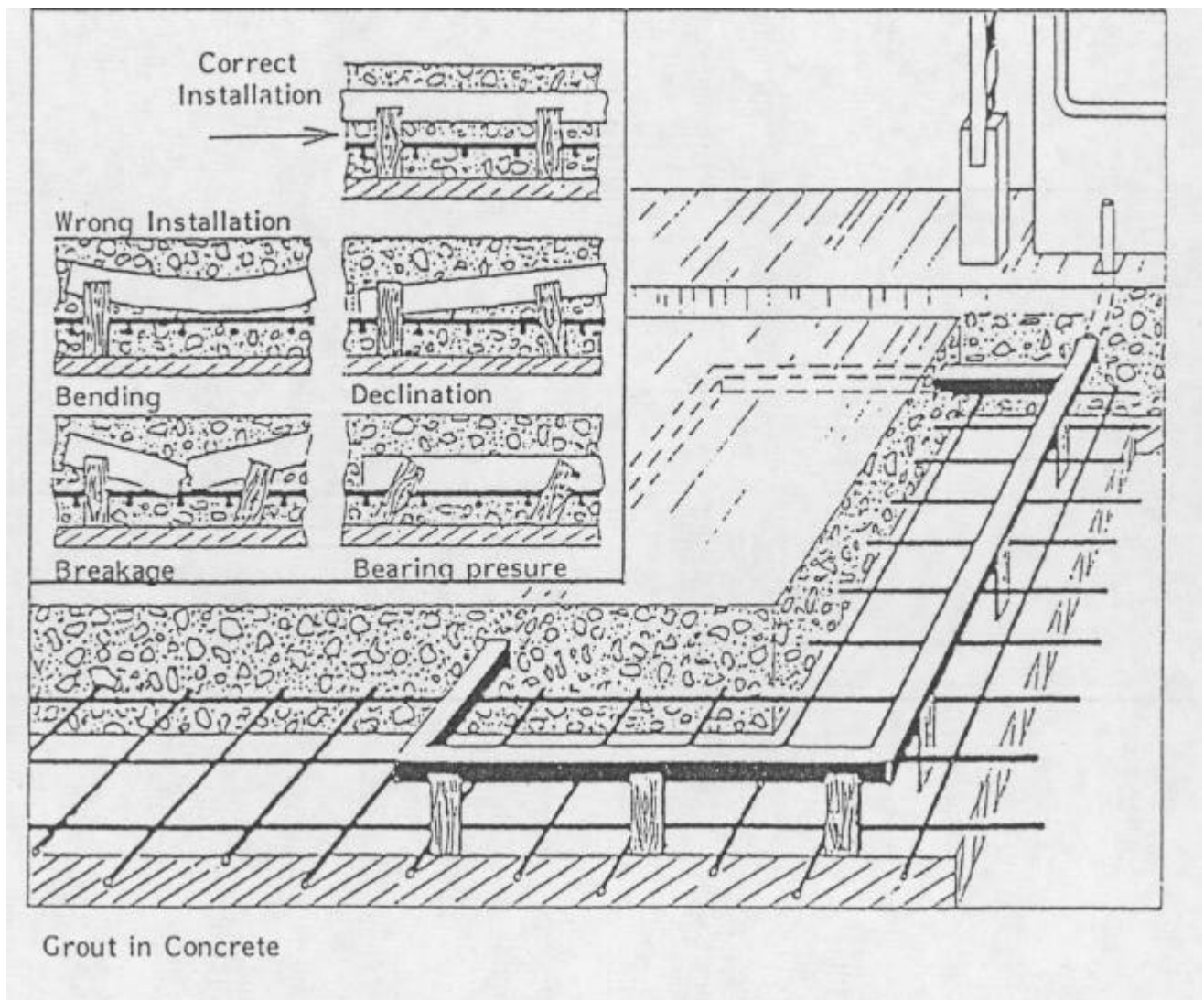
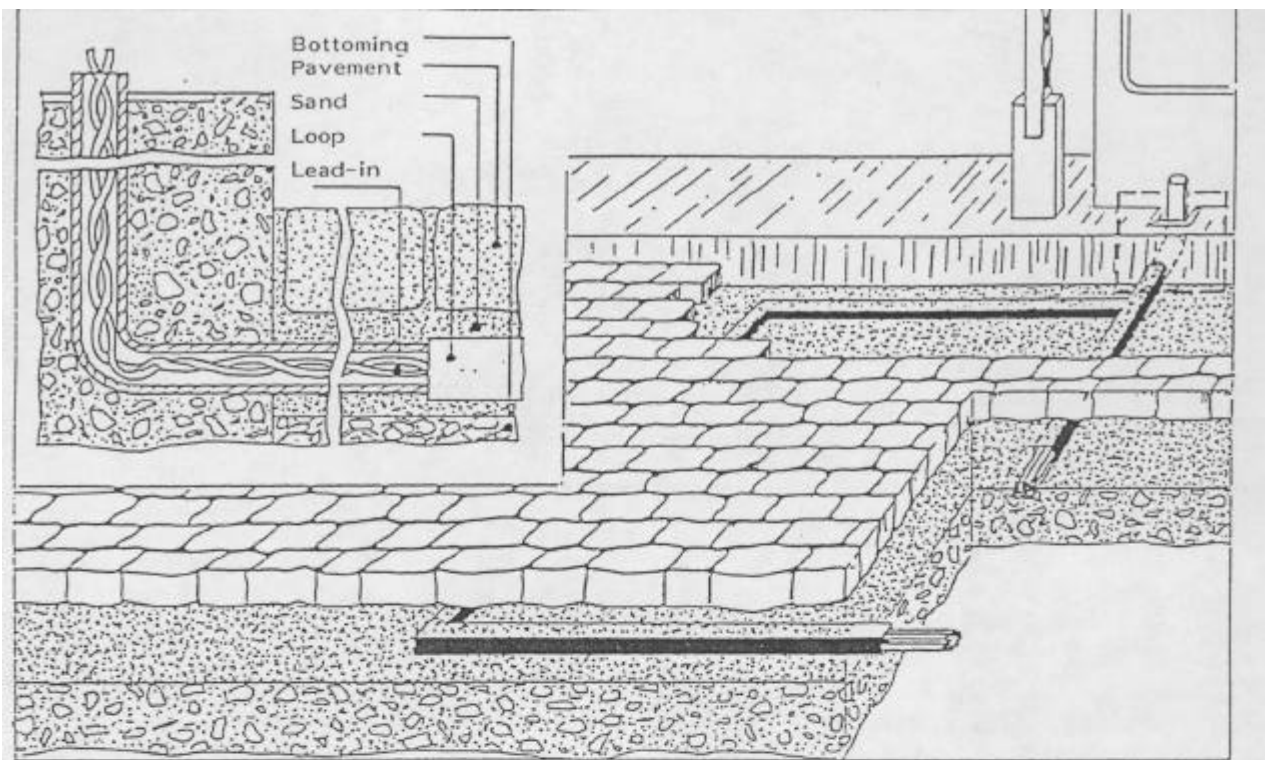
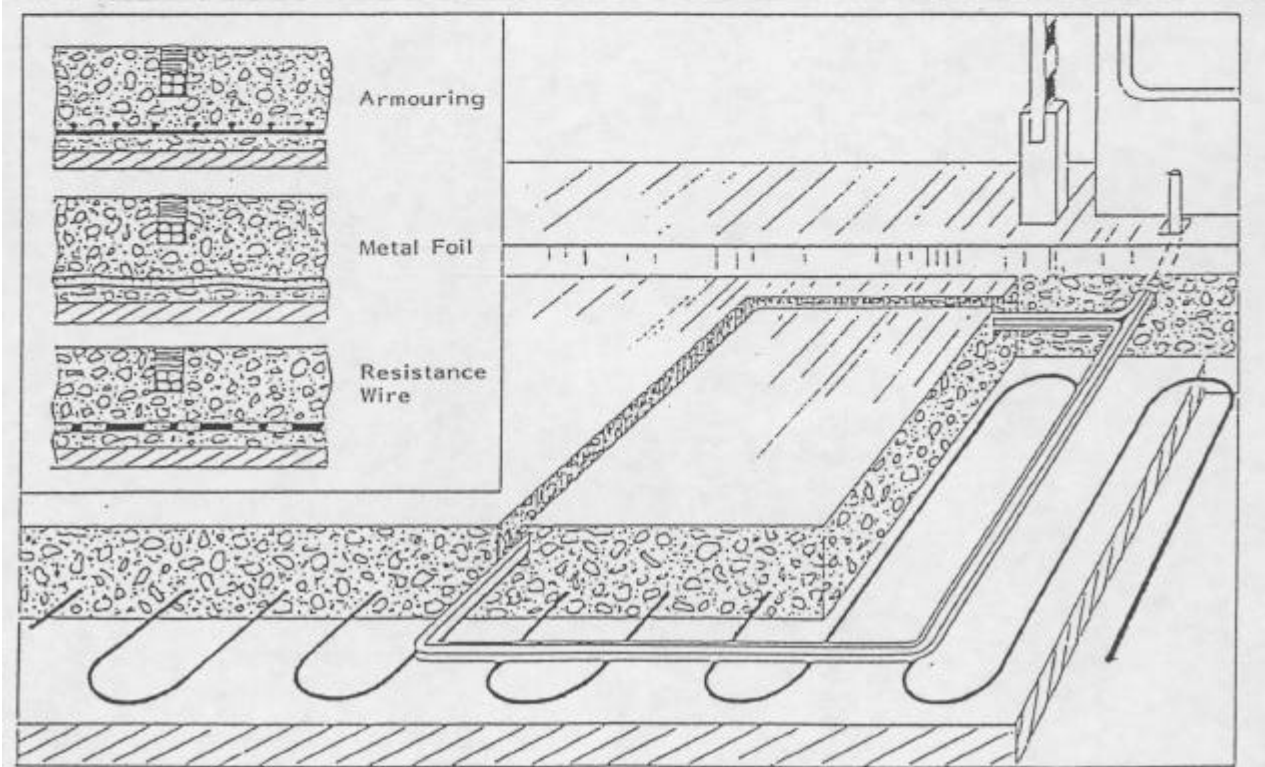


Figure 6





Installation under Pavement



Cut-in Loops

Figure 6 continued

The connecting groove between loop and detector is cut a bit wider so that the twisted cable fits into it. The loop is spilled with a special casting compound. There are hot and cold casting compounds. If a hot casting compound is used it must be considered that the commercially available copper wires only can stand temperatures up to max. 70 degrees, that means if a hot casting compound is used, a silicone – treated wire should be taken. Then the temperature of the casting compound can go up to max. 200 degrees. The following materials can be used for pouring: Racofix or Upadfix for concrete, Vedagum for asphalt.

The corners are to be cut oblique at rectangular loops to avoid a too high strain of the loop wire at the corners, which can lead to cable breakage or insulation breakage. If inexperienced with cutting loops or installing loops, one of the numerous specified firms should be called in to avoid problems. Manhole covers, sewers, hydrants etc. which are within the range of the loop, must have a minimum distance to the loop of ca. 0,5 m, otherwise there is a partial damping. If there is any steel armouring in the ground, the loop should be above this armouring at least 5 cm (Fig. 6) Expansion joints are often necessary in concrete. If the loop wire passes an expansion joint, a small loop is to be installed or the loop will be shorn off if the concrete slabs move. Loops and loop leads must not be installed in the expansion joints. An alternative technique for installation, which is not recommended, is to install the loops before concrete or asphalt. If necessary in any case it should be worked with pre-made loops which are installed in the pre-made geometric shape and it is concrete or asphalt. There is the danger of breaking or moving or the loop might sag to the armouring. Later it will be hardly possible to know how the loop lies underground or even where the loop is.

Another critical technique is installing loops under pavement. The loop leads must not be laid in the sand only fixed by logs. Basically only pre-made loops should be used, but the loops must lay on a firm underground not to break. Furthermore it has to be considered that rain can easily enter the layer of sand through the pavement, so the inductance of the loop may change. The humid earth and the layer of sand reacts specially in combination with de-icing salt like a (relatively bad transmitting) metal, that means the loop reacts like being damped. Furthermore the pre-made loops must not be installed too deep in the layer of sand, otherwise the distance top edge-loop is too big and this causes a bad sensitivity.

### 3.7 Measurement at loops

After installing a loop it should be determined if the loop meets the demands the traffic detector claims and if there is no damage.

1. The insulation resistance towards the earth must be measured. The earth in the switch cabinet serves as reference earth or even better an iron rod is driven into the ground near the loop – if possible – and the measurement is taken opposite this rod. The insulation resistance should not be below 5 MOhm. Any value greatly below 5 MOhm shows the leakage of the loop, that means probably there is an insulation mistake.
2. To make sure that the loop has not been damaged during installation the volume resistance is measured with an ohmmeter, the resistance must not exceed 30 Ohm. The measurements at the loop should be taken directly at the binder of the detector to ascertain, that the total connecting way is taken into account when measuring. A short circuit of the loop is very difficult to recognise because the theoretical loop resistance must be compared with the measured one. Depending on where the short circuit is the differences are rather little and can be in the range of the measuring accuracy. An insulation mistake often is measured at a short circuit. A short circuit shows for example if the system loop detector does not stimulate the oscillation, that means if no frequency is measured or if the frequency is a lot higher than the frequency of a comparable loop.
3. Measuring the inductance of a loop is not necessary as this measurement can be substituted by measuring the frequency at the detector
4. After connecting the detector to the loop the basic frequency is to be measured with which the loop oscillates. The basic frequency should be between 40 and 130 kHz, it must not be above 130 kHz in any case because this is forbidden following the postal rules. LM detectors are constructed in a way that a fault message is given at frequencies beyond this range. Almost all LM-detectors have connecting jacks for a frequency meter. By the frequency meter the detuning caused by a

vehicle can also be measured. If a loop is installed properly and there are no armouring or metal foils below and which is covered completely by a car, a detuning of 1000 to 2000 Hz can be assumed. Lorries or trucks cause a detuning 4 – 5 times less.

Sometimes, specially concerning older loops that are about to be connected to a new installation, and of which the exact position is not known, the detector is connected to the loop as well as to the frequency meter. Now you use a piece of sheet metal or a wire bent to an oblong loop and approach the suspected location of the loop, searched for, close to the ground. If the sheet metal is about parallel to one of the loop wires the frequency meter will show a higher detuning. This is done at all four sides (considering the loop is a rectangular one) to detect the exact position of the loop. It is advisable to mark the position of the loop for further investigations. If a loop causes a detuning of much less than 1000 – 2000 Hz at a standard car, it means that there are metal foils or iron armouring in the ground. The less the detuning is the closer the loop is to the foil or armouring. In unlucky cases this might lead to a non-proper recognition of the detuning caused by a vehicle. Another reason may be that the loop is too deep in the ground (20 cm and deeper). As said above it is very important that the loop cannot move within the ground and does not perform movements of its own if there is any shaking. Every movement of the loop means a change of inductance and as the detector cannot recognise the cause of this change this may lead to an incorrect balancing or to a fault message.

If it is not quite clear whether a loop to be installed at a certain position will work properly it is recommended firstly to install a test loop (specially if there are problems with the armouring). Nowadays there are loops that can be glued to the road surface and can be used for several days or weeks – yet this is not advisable as a permanent solution but only for tests.

#### **4. Environmental influences**

The loop is one part of a tuned amplifier circuit (inductance). the other part is placed in the detector (capacity). A tuned amplifier circuit only oscillates very regularly if both parts defining the frequency, that is inductance and capacity, will not alter. The capacity is constant because of some special arrangements. Further more the components of the detector are only expelled very

limited to environmental influences, as they are safely inside the detector cabinet. This is completely different to the loop. The loop is installed in a medium that is not clearly defined. There environmental influences can extremely act upon it, e.g. temperature and/or humidity. these influences effect that the inductance of the loop is not constant even in quiescent condition (loop not occupied). The inductance alters permanently more or less in an uncontrolled way in both directions; hence the frequency of the total tuned amplifier circuit alters as well. Only using rather costly software in a microprocessor system, succeeds in compensating the constant alternation of the tuned amplifier circuit. Then the detector is able to differ between the detuning of the frequency caused by a vehicle or environmental influences. Changing of ground temperature means a detuning of the frequency. Humidity penetrating into the ground changes its conductivity. This has a similar effect to damping the loop with metal. Problem occurs when installing the loop under pavement without a solid bed are not only caused by movements of the loop wire but also by the possibility of humidity penetrating into the ground. If you have a compound filled loop and the casting compound loosens it has a double effect: the loop moves when a car is driving over it and water can get into joints (this can also cause immense street damage).

As well as by penetrating into the ground rain can lead to trouble by forming a water film on the road. This can become extremely critical if the water film gets thicker above the loop e.g. by blocked drains or a cloud burst. Snow and ice can lead to the same problems. This might happen especially if a snowplough pushes all the snow to one side. Eventually the detectors are constructed to be able to handle these problems on their own. But together with other unfavourable circumstances such conditions may be the cause for problems with the loop-detector system.

#### **5. Range of application**

Multi-storey car parks, parking lots

The demands on a vehicle detector vary a lot because of its broad range of application. The manufacturers try to cover many applications with the same system. There is the big field of multi-storey car parks and parking lots, where mainly passenger cars are to be handled. Loops are installed at the entrances and outward runs to

distribute tickets, open or close barriers and for counts. The loops are comparatively small so that they are covered completely proposed there a right traffic regulations. Problems especially occur in multi-storey car parks with armoured and metallic vapour barriers. Planning car park system the exact locations of armoured, vapour barriers and resistance mats are not often known. Many times the traffic regulations are not properly and the vehicles do not drive exactly above or even besides the loops. Problems may arise if parking spots are directly besides a loop and causes a permanent damping of the loop. The detector will retune this after a while and the sensitivity diminishes. Especially concerning counts the logical course has to be considered carefully. There must not be any shunting within the area of any counting loops.

Street traffic, long-distance traffic, tunnel monitoring

Concerning street traffic vehicle detectors are used for recognising vehicles in front of traffic lights in order to regulate crossroads. The variety of vehicles in street traffic is much bigger than in car parks. There are cars, trucks, motorcycles, mopeds and bicycles that have to be detected. Cars are comparatively easy to recognise as they cause a high detuning. At trucks the bottom plate is relatively high above the ground thus the recognising is more difficult. Very hard is the recognition of double-wheels as the metal area parallel to the ground is almost zero. Here the wheels are used for recognition. But when they drive over the loop it has to be parallel or at least diagonally to the loop wires in order to affect a detuning: a right-angled crossing of the loop wires does not cause any detuning of the loop. For this reason the loops that are to recognise double-wheels are installed in the shape of a parallelogram. This means the loop wires are oblique to the street direction. The sort of loop to recognise electrical rail vehicles is mentioned above.

Loops are used increasingly in long-distance traffic for traffic regulations such as recognition of traffic jams and measuring the velocity and length of vehicles. Latter one is mainly to differ between cars and trucks or lorries.

Doors

Vehicle detectors are also used to open gates that are moving horizontally or vertically in an automatic way. It is important to use detectors with unlimited holding time so that the door or barrier does not close while the vehicle is still in its

range. As doors often consist of metal or have a metal frame the loop must not be installed too close to the door (distance 1 – 1,5 m). Otherwise the detector might recognise the door as a vehicle. In this application relatively big loops are often installed to reach a bigger range. In reference to chapter 3.3 big loops might lead to the problem of hardly or not recognising vehicles. To cover a big range it is therefore better to install several small loops. The expenditure of installing is hardly higher and a double detector is not double as costly as a single detector. Furthermore the loop for a door of 5 m width does not need the size of 5 m as well, 3 m is sufficient if the loop is installed in the middle of the gate.

Safety of machines

Detectors are used to avoid that pallets are deposited near a machine or that vehicles are in the danger area of the machine. Here again the loops should not be too big and the detector should have an unlimited holding time.

## **6. Vehicle recognition (kind and type of vehicle)**

The loop geometry must necessarily fit to the plans of vehicles crossing the loop. It should be decided if all kinds of vehicles shall be considered even those of odd or very seldom existence. This is a question of expenses. But it is quite obvious that troubles might arise in extreme cases if restrictions are decided for because of the expenses.

Vehicles are basically recognised because of two characteristics: 1<sup>st</sup> characteristic is the bottom plate, 2<sup>nd</sup> characteristic are the wheels (material, size and structure). The wheels are important because their metal parts are closest to the loop wires. The geometrical position of the wheels towards the loop wires is also of great significance: wheels standing or moving parallel to the loop wires are recognised very easily, wheels standing at right angle to the wires are not recognised at all. Passenger cars are very uncomplicated to be recognised provided the loop is properly planned and installed. All-terrain vehicles recently built and spread are more complicated to be recognised. The lower bottom plate of these vehicles is much higher than that of passenger cars. Cars with trailers can cause problems. The cars are easily recognised but the trailer is not; if the bottom plate is made of wood or plastic, only the wheels or only the axis is recognised. That means the detuning drops between car and trailer and is thus recognised as two separate vehicles. This might

happen before the trailer has crossed the loop completely, because the detector regards the end of the wheel or the end of the axis as the end of the trailer. This means practically that for example gates or barriers close between car and trailer or close too early at the end of the trailer. This problem can be avoided by planning the loops correspondingly (e.g. several loops one after the other).

Trucks have generally a higher gravity centre and thus a bigger distance to the loop. Their bottom plate is not modelled uniform, so separate circuits develop with separate counter inductance, which can simulate some vehicles instead of one in extreme cases, especially if the sensitivity of the detector is not set high enough. What is said about passenger cars with trailers is also valid for trucks with trailers.

Vehicles for transportation used inside and fork stackers

The forks of an empty fork stacker are recognised relatively badly while the bottom plate is recognised well. There must also be a difference between the empty and the loaded fork stacker. So called high-speed doors are often installed, that means the fork stacker is driven fast to the door and the door must open quickly. Depending on the load of the fork stacker the vehicle is already recognised when the loaded forks cross the loop or only when the stacker itself crosses the loop. This must be taken into account when planning the loop, especially when planning the distance to the door so that the fork stacker can be driven towards the door at a constant speed and the door opens in time.

## **7. Basic data of loop detectors**

When using loop detectors it should be clear in advance what purpose the device is meant for. LiftMaster delivers devices in plastic housings with type of protection IP as 19" slide-in units and devices in metal cases. If used at doors cabinets being mounted directly on the wall and protected against humidity and dust are more suitable. If several detectors are used in an installation the 19" partial slide-in unit can be used. These devices are delivered with direct voltage connection 24V. Devices in metal cases are very suitable for the use in barriers.

Concerning the functioning there is a difference between single detectors connected to only one loop and double detectors connected separately to two loops and disposing of two separate

evaluations systems. If the direction of vehicles is to be recognised two loops are installed and they are connected to a detector suitable recognising directions. Detectors for measuring velocity or recognising the length of vehicles are used in general traffic.

In order to avoid interference it is necessary for loops close to each other to have different frequencies, the difference in frequency should be at least 50 kHz. To get this difference in frequency in spite of the same loop size, which means the same inductance, the detectors have a frequency switch to set different frequencies at the single devices. The frequencies of adjoining systems should be verified as they are not certain to have different frequencies if the frequency switches of the single detectors are in different positions. Small distinctions of the geometry of the loop or different influences of armouring can cause equal frequencies in spite of the frequency switches being in different positions. If the number of turns of the loop are installed according to the manufacturers instructions the tuned amplifier circuit of the detector will oscillate within the prescribed range of 50 to 130 kHz. Outside this range the detectors simulate faulty operation and either indicate loop breakage or loop short-circuit. As each microprocessor has a distinct cycle time the maximum velocity of driving over the loop and the speed of reaction of each detector are limited. This has to be considered when choosing a device. The sensitivity of the device compared to other measuring instruments is extraordinary high. In the most sensitive position the minimum triggering level is 0,02% of the basic frequency. At the LM-detectors 8 different sensitivity positions can be chosen from. But for safety measure the sensitivity should not be higher than necessary for certain recognition. The balancing and rebalancing of the device is automatically carried out but it should be ascertained that there is no vehicle on the loop when balancing the first time, this means when the device is switched on or the reset key is pressed. In some cases when driving over a loop the detuning does not rise continuously and after reaching a maximum does not drop continuously but depending on the size of the loop there is a breaking-in of the detuning when the vehicle is in the middle of the loop. To avoid that the detectors are equipped with a so-called hysteresis – hence the relay of the detector does not drop temporarily while the loop is driven over by a vehicle. The signal output is frequently equipped with relays. So if bigger powers with AC are to be switched the connected contacts must be screened with RC-sections. If power outages are to be expected it is to be recommended to use detectors backed up by a battery to assure that the tuned amplifier circuit is still operational. So the condition of the moment of power outage is

recognised after the system is switched on again. If it is not sufficient to store the old condition, as it is done by some products, because when the power is connected again the stored condition, which might not be available any more, is output.

## LOOPS AND TURNS

Table 1 (Loops)

Loop circuit (m) / turns

2	7 – 8
4	6
6	4 – 5
8	4
10	3 – 4
12	3
14	2 – 3
> 16	2

## ADJUSTABLE FOR LOOP - DETECTOR

? f / sensitivity - steps

> 2kHz	1
1,5 – 2 kHz	2
800 – 1,5 kHz	3,4
400 – 800 Hz	5
200 – 400 Hz	6
100 – 200 Hz	7
< 100 Hz	8