

Hinweise zur Schleifenverlegung

Inhalt

1 ALLGEMEINE BESCHREIBUNG	1
2 FUNKTIONSWEISE	1
3 INDUKTIONSSCHLEIFE	3
4 VERLEGUNG DER SCHLEIFE	4
4.1 Vergußmasse	5
5 ZULEITUNG DER SCHLEIFE	6
6 GEOMETRIE DER SCHLEIFE	7
7 BESONDERE EINSATZBEREICHE	8
7.1 Detektion von Zweirädern	8
7.2 Straßenbahn und Züge	9
7.3 Automatische Transportsysteme	9
8 SONDERFÄLLE	10
8.1 Starke Eisenarmierung	10
8.2 Elektrische Heizmatten	11
8.3 Schleifenverlegung unter Verbundsteinpflaster	11
9 RICHTUNGSLOGIK	12
10 HINWEISE ZUM ÜBERSPANNUNGSSCHUTZ	13

1 Allgemeine Beschreibung

Induktionsimpulsgeber sind die am häufigsten eingesetzten Geräte zur Detektion von Fahrzeugen aller Art. Die Induktionsschleife als Sensor dieser preiswerten Geräte zeichnet sich durch ihren robusten und witterungsunabhängigen Aufbau aus.

Diese Verlegungshinweise beziehen sich auf folgende Einsatzbereiche:

Bereich Tore:	automatisches Öffnen und Schließen von Toren, Rolltoren, Schleusen usw.
Parkplätze:	Überwachung von Einzelparkplätzen Steuerung von Schranken Zählung in Parkhäusern
Schienegebundene Fahrzeuge:	Öffnen und Schließen von Hallen-Toren generelle Erkennung zu anderen Steuerungszwecken

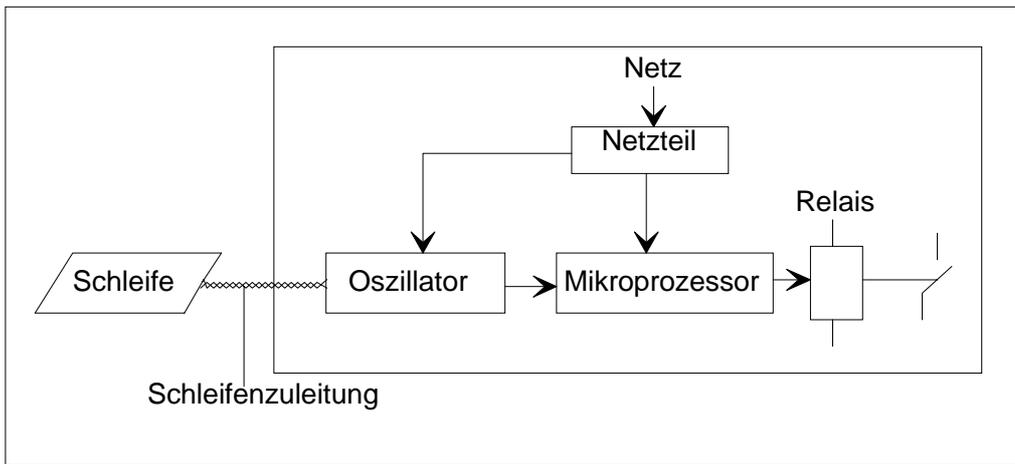
Die Weiss-Electronic Induktionsimpulsgeber verfügen über folgende Eigenschaften:

- Mikroprozessor gesteuert
- statische Haltezeit
- hohe Empfindlichkeit max. 0,02 % $\Delta f/f_0$
- Mehrkanal-Ausführung, max. 4 Kanäle
- großer Arbeitsbereich 10 μH - 2000 μH
- Temperaturkompensation
- automatischer Abgleich

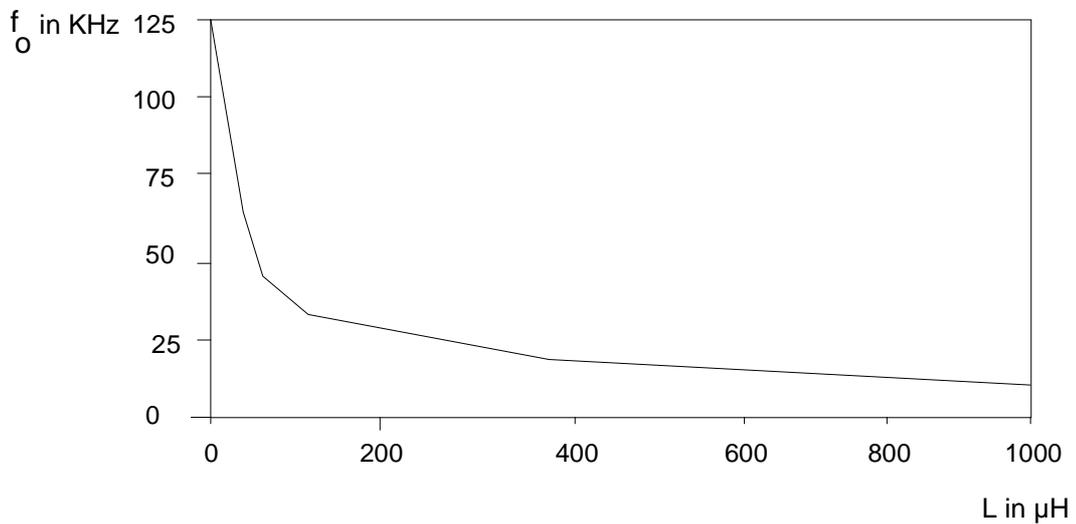
Diese Angaben sind typische Werte, es sind die Angaben in den technischen Daten der einzelnen Geräte zu beachten.

2 Funktionsweise

Die Induktionsschleife ist der induktive Teil eines L-C-Oszillators. Die Größe der Schleifeninduktivität und die Kapazität des internen Kondensators bestimmen die Resonanzfrequenz f_0 dieses Schwingkreises. Bei manchen Geräten kann durch Schalter bzw. Jumper die Kapazität des Kondensators und damit auch die Resonanzfrequenz verändert werden. Andere Detektoren können per Software auf unterschiedliche Meßfrequenzen eingestellt werden.

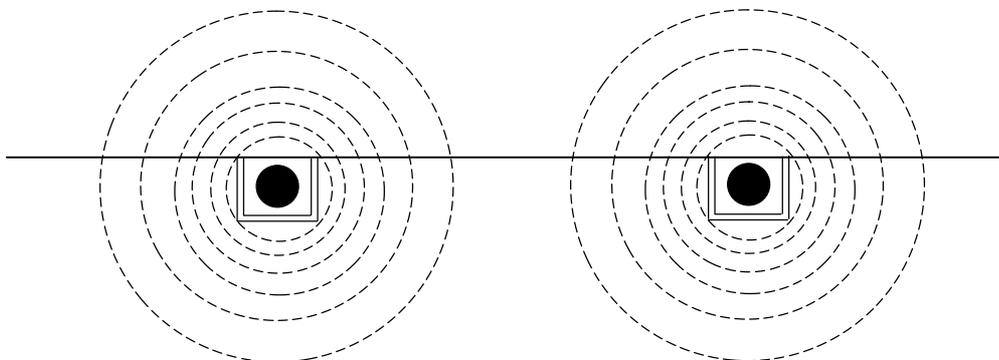


Für die Induktionsschleife gilt:
 Je kleiner die Induktivität, desto größer die Frequenz f_o .



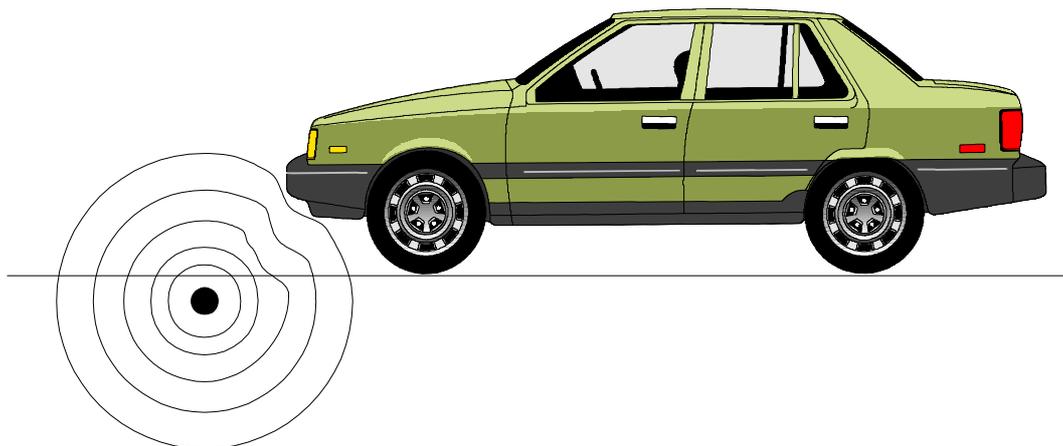
Beispiel für die Abhängigkeit f_o von L

Für die Darstellung der Funktionsweise betrachten wir zunächst die ungedämpfte Schleife. Um die vom Strom durchflossene Schleife bildet sich ein magnetisches Wechselfeld.



Die magnetischen Feldlinien schließen sich dabei auf dem kürzesten Weg.

Jetzt fährt ein Fahrzeug auf die Induktionsschleife.



Im Fahrzeug-Chassis werden durch das Wechselfeld der Schleife Ströme induziert. Diese Ströme bilden selbst ein Magnetfeld aus und wirken dem ursprünglichen Feld entgegen. Die Feldlinien der Induktionsschleifen werden durch dieses Magnetfeld abgelenkt und schließen sich nicht mehr auf dem kürzesten Weg.

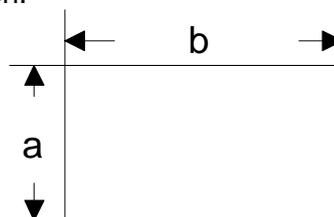
Da die Induktivität mit wachsender Feldlinienlänge kleiner wird, nimmt die Induktivität der Schleife ab. Die Frequenz wird größer. Der Mikroprozessor erkennt diese Frequenzänderung.

Bei einer Frequenzänderung größer der Einschaltsschwelle, schaltet der Mikroprozessor des Induktionsimpulsgebers den Relaiskontakt des Detektors ein. Die Schaltschwelle wird durch die Empfindlichkeit eingestellt. Bei hoher Empfindlichkeit ergibt sich eine kleine, bei niedriger Empfindlichkeit eine hohe Schaltschwelle. Die Empfindlichkeit sollte immer nur so hoch eingestellt werden, wie dies für den Anwendungsfall erforderlich ist.

Sehr langsame Änderungen der Schleifenfrequenz (z.B. durch Temperaturänderungen) führen nicht zu einem Schalten.

3 Induktionsschleife

Die Induktionsschleife wird in den meisten Anwendungsfällen in quadratischer oder rechteckiger Form verlegt. Je nach Umfang der Schleife muß eine unterschiedliche Anzahl von Windungen in die Schleifennut eingebracht werden.



Die Tabelle zeigt die erforderliche Windungszahl bei verschiedenen Umfangsbereichen (für ein Seitenverhältnis von $b:a = 3:1$).

Umfang	Windungszahl	Induktivität
4 - 5 m	5	180 - 200 μH
5 - 6 m	4	130 - 160 μH
6 - 15 m	3	140 - 150 μH
15 - 25 m	2	85 - 130 μH

Die Induktivitätswerte dieser Tabelle liegen im optimalen Arbeitsbereich (80 μH - 300 μH) des Detektors. In diesem Bereich erzielt man die maximale Empfindlichkeit.

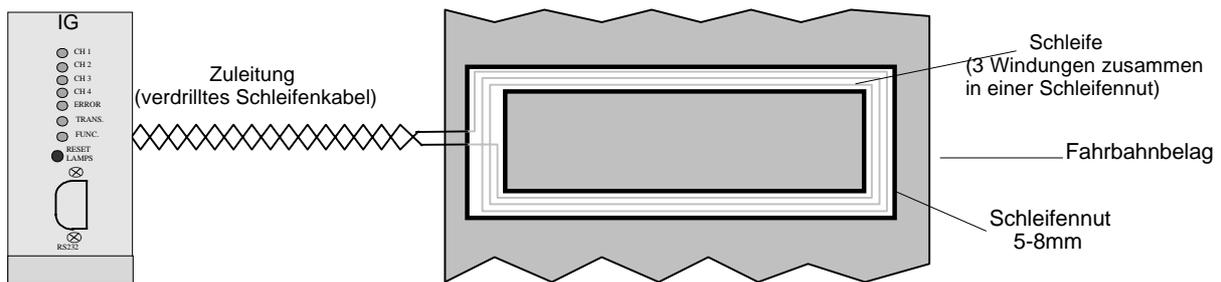
4 Verlegung der Schleife

Um die Schleife in den Bodenbelag einzubringen, wird zunächst mit einer Diamantscheibe eine Nut in den Beton oder Asphalt geschnitten. Diese Nut sollte ca. 40 mm - 70 mm tief und 5 mm - 8 mm breit sein.

Als nächster Arbeitsschritt folgt die Reinigung der Nut. Feuchtigkeit muß dabei vermieden werden. Hiernach kann der Schleifendraht eingelegt werden.

Als Schleifendraht kann handelsübliche flexibel, isolierte Kupferleitung HO7V-K1,5 (NYAF1,5 mm²) verwendet werden.

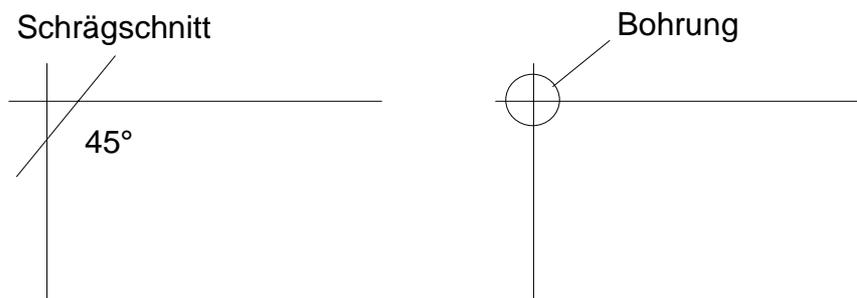
Beispiel



Wird mit Heiß-Bitumen vergossen, muß eine temperaturbeständige Leitung eingesetzt werden.

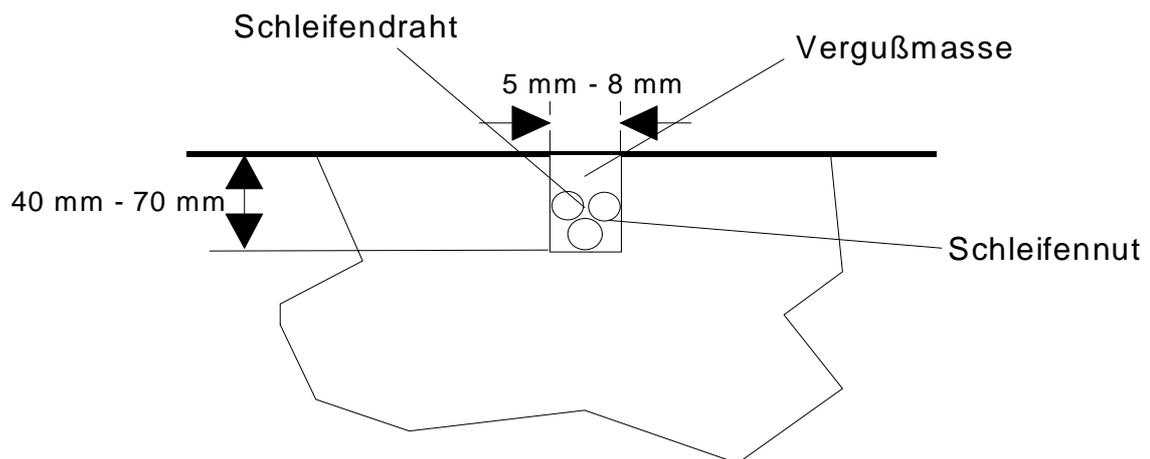
In den Bereichen Tür & Tor und Schranken soll an den Fugenecken eine Schrägfuge im Winkel von 45° geschnitten werden, durch die der Schleifendraht geführt wird. Dadurch wird das Schleifenkabel an den Ecken nicht so stark beansprucht.

Im Autobahnbereich ist eine Abrundung der scharfen Fugenecken durch Bohren zu bevorzugen. Aufgrund der starken Belastung durch überfahrende Fahrzeuge besteht die Gefahr, daß die Kanten brechen. Eine Bohrung ist daher für diesen Bereich vorteilhafter.



Folgende Punkte sind beim Verlegen von Induktionsschleifen zu beachten:

- Der Bodenbelag muß durchgehend fest und ohne Risse sein.
- An den Fugenecken ist eine diagonale Schrägfuge zu schneiden oder die Kante anzubohren.
- Beim Verlegen ist besonders an den Kanten Vorsicht geboten.
- Der Schleifendraht darf keine Isolationsschäden aufweisen.
- Der Schleifendraht darf an keiner Stelle aus der Nut hervorstehen, weil sonst die Isolation zerstört wird oder der Draht abreißt. Beim Einbringen des Schleifendrahtes ist es daher vorteilhaft diesen durch Holzkeile gegen Aufschwimmen beim Vergießen zu sichern.
- Die Schleifendrähte dürfen sich nach dem Vergießen nicht mehr bewegen. Die Schleifennut muß vor dem Vergießen sauber, staubfrei und trocken sein.
- Mit einem L-Meter oder einem Schleifendiagnosegerät sollte die Schleifeninduktivität gemessen werden.
- Mit einem Isolationsmeßgerät den Isolationswiderstand gegen Erde messen (Werte > 500 M Ω bei 500 V Meßspannung und neu installierten Schleifen).



4.1 Vergußmasse

Kaltvergußmasse

In vielen Anwendungsfällen wird eine Zwei-Komponenten Vergußmasse auf Kunstharzbasis angewendet. Diese bleibt nach dem Vergießen dauerelastisch und wird somit auch bei Kälte nicht brüchig.

Zu beachten:

Die Schleifennut sauber vergießen. Nur soviel Vergußmasse verwenden, daß die Schleifennut gefüllt wird.

Heißvergußmasse

Wird mit Heißvergußmasse gearbeitet, sollten die gleichen Punkte wie bei der Kaltvergußmasse beachtet werden.

Zu beachten:

Bei Heißvergußmasse entweder Kupferlackdraht oder Draht mit hitzebeständiger Isolation verwenden!

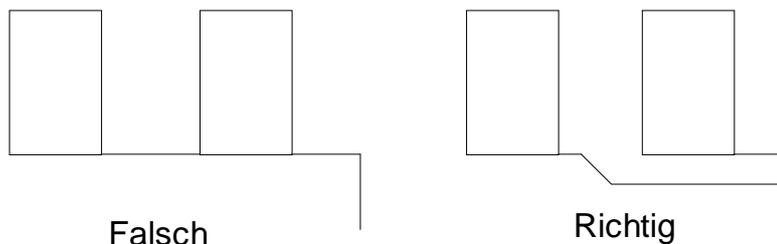
Sollte Kabel mit nicht hitzebeständiger Isolation verwendet werden, muß nach dem Verlegen des Schleifendrahtes Quarzsand in die Nut gestreut werden (ca. 1 cm), um diesen vor der Hitze der Heißvergußmasse zu schützen.

5 Zuleitung der Schleife

Die Schleifenzuleitung ist eine häufige Ursache für auftretende Störungen der Detektoren.

Bei Ausführung und der Verlegung ist zu beachten:

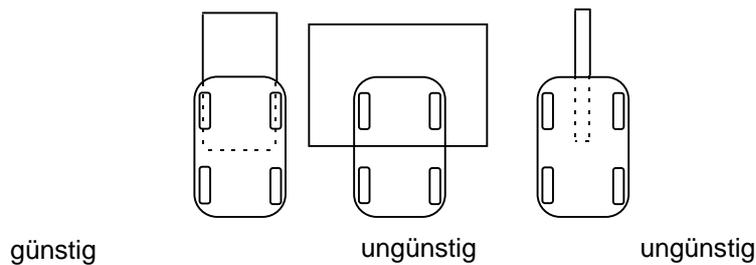
- Die beiden Zuleitungsdrähte sind zu verdrillen. Bei NYAF ca. 50 Schläge pro m.
- Die Schleifenzuleitung sollte nicht parallel zu anderen Stromkreisen verlegt werden. Es ist ein Abstand von ca. 10 cm zu allen benachbarten Leitungen einzuhalten.
- Auch im Schaltschrank die Schleifenzuleitung sorgfältig verdrillen und verlegen.
- Schleifenzuleitungen von verschiedenen Detektoren ebenfalls mit Abstand verlegen.
- Die Zuleitung nicht durch die Schleifennut einer Nachbarschleife legen.



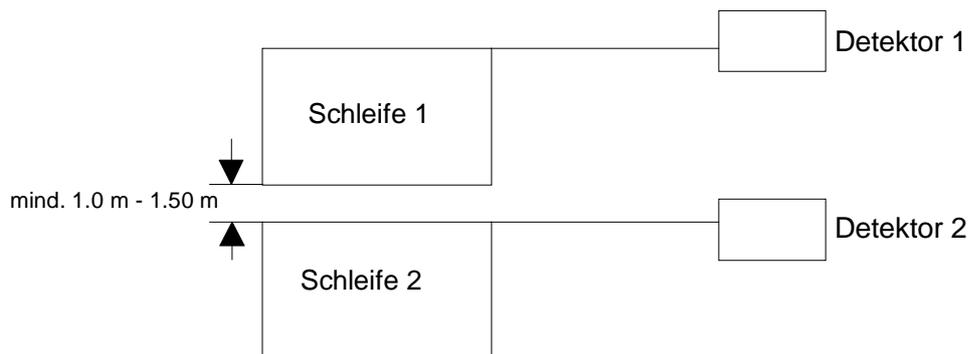
- Die Zuleitung gegen mechanische Beschädigung schützen.
- Der Ohmsche Widerstand (Zuleitung plus Schleife) darf in Relation zur Schleifeninduktivität nicht zu groß werden. Entsprechende Angaben sind den Datenblättern der Detektoren zu entnehmen. Allgemein gilt: Je höher der ohmsche Widerstand ist, umso größer muß die Schleifeninduktivität gewählt werden.

6 Geometrie der Schleife

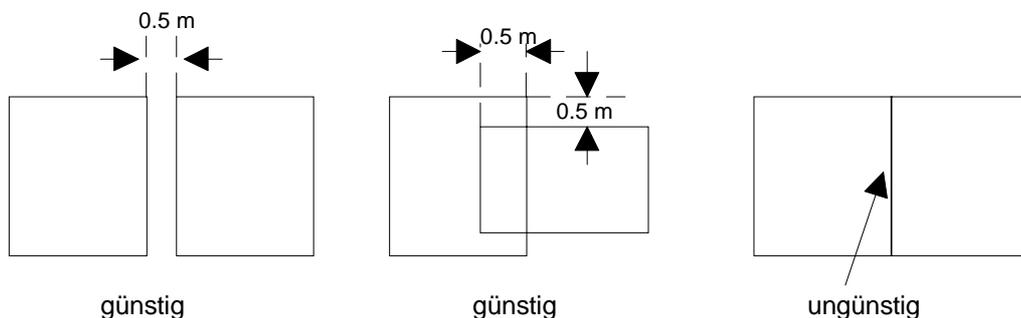
In bestimmten Anwendungen ist die Induktivität auch von der Geometrie der Schleife abhängig. Die Schleifengeometrie ist dem jeweiligen Anwendungsfall anzupassen. So ist eine Schleife mit 5 m Länge und 0,2 m Breite sehr ungünstig. Die Breite der Schleife ist der Fahrzeugbreite anzupassen. Die höchste Empfindlichkeit erreicht man, wenn das Fahrzeug etwas breiter als die Schleife ist.



Benachbarte Schleifen von verschiedenen Detektoren sind mit einem Abstand von mindestens 1 m bis 1,5 m (abhängig der Schleifengröße) zu verlegen. Störeinkopplungen von Schleife zu Schleife werden dadurch verringert.

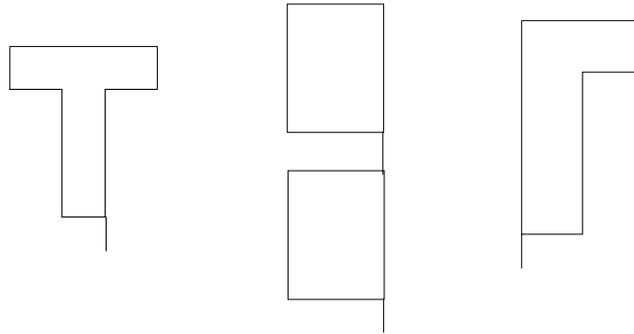


Bei Mehrkanal-Detektoren können die Schleifen eines Gerätes mit sehr kleinem Abstand oder sogar verschachtelt verlegt werden.



Sonderformen wie T-Doppel-Winkel usw. sind realisierbar.

Sonderformen



Eine Schleife sollte nicht zu schmal oder zu klein verlegt werden, da die Detektionshöhe sonst abnimmt. Dies ist besonders bei Fahrzeugen mit hohem Bodenabstand (z.B. LKW) oder kleiner Bedämpfungsfläche (z.B. Zweiräder) zu beachten. Regel: Ein PKW bringt eine ca. 3-fache Bedämpfung im Vergleich zu einem LKW.

Um das Ausblenden des Deichselbereichs von LKW mit Anhängern zu vermeiden, sollte die Schleife eine entsprechende Länge aufweisen.

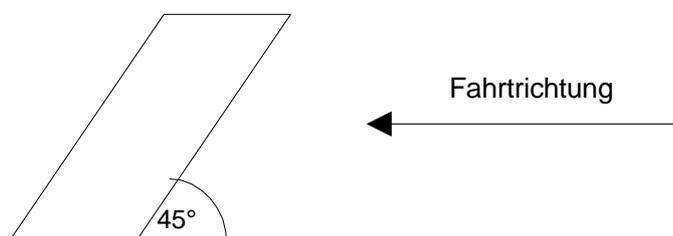
7 Besondere Einsatzbereiche

7.1 Detektion von Zweirädern

Zweiräder bewirken nur eine sehr geringe Frequenzänderung, welche in den meisten Anwendungsfällen gerade noch über der Schaltschwelle liegt.

Zu beachten:

Die Bedämpfung reicht meist nicht aus, um eine sichere Dauerbelegung zu signalisieren. Daher ist die Schleife nach Möglichkeit in einem Winkel von 45° zur Fahrtrichtung zu verlegen. Dies bewirkt eine Erhöhung der Empfindlichkeit. Bei Eisenarmierung unter der Schleife ist die Zweirad-Detektion in den meisten Fällen nicht mehr gewährleistet. Hier sind Vorversuche mit dem Schleifendiagnosegerät (SDG2) durchzuführen.



7.2 Straßenbahn und Züge

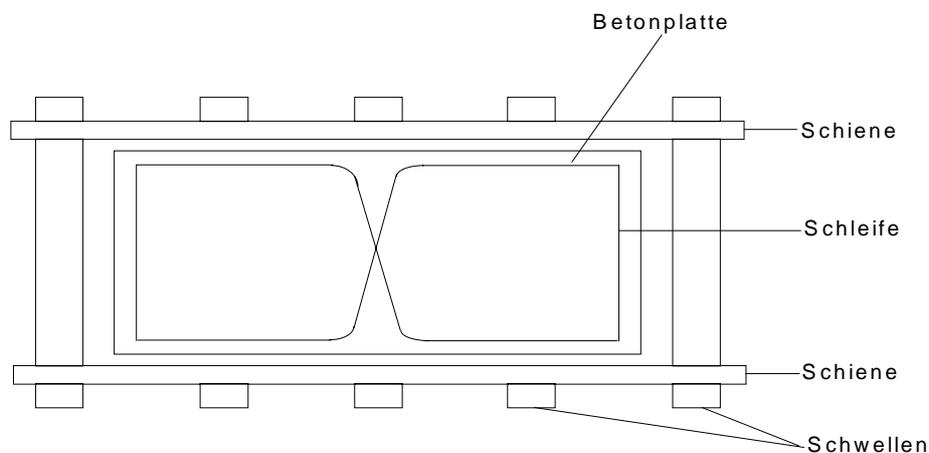
Um Schienenfahrzeuge zu detektieren, wird die Schleife zwischen die Gleise verlegt.

Zu beachten:

Der Abstand zur Schiene beträgt mindestens 20 cm (Vorbedämpfung!).

Die Schleife wird in Form einer Acht verlegt, damit sich Störspannungen von Strömen in den Schienen im Schleifenkreis kompensieren.

Die Schleife ist fest einzubetten, eine Lageveränderung durch Erschütterung wird zu Störungen führen. Wegen der großen Bodenfreiheit dieser Fahrzeuge ist oft nur eine Achsdetektion möglich.



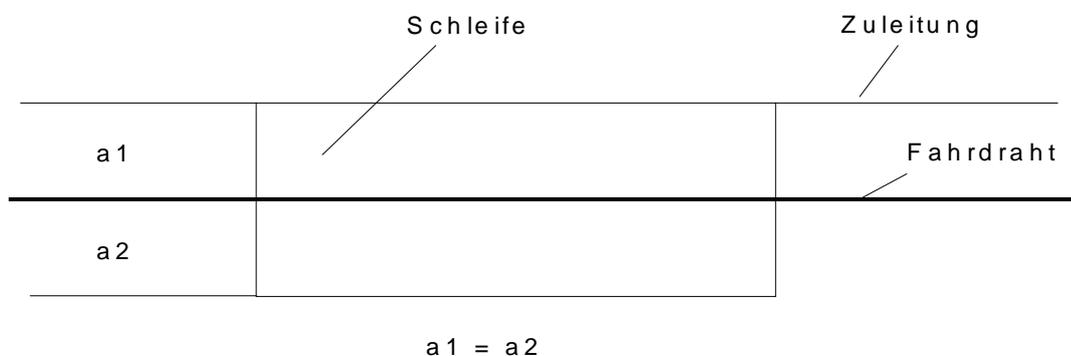
7.3 Automatische Transportsysteme

In geleiteten Transportsystemen werden mit Hilfe von Fahrdrähten die Fahrzeuge geführt und an vorgesehenen Stellen durch Induktionsschleifen detektiert.

Zu beachten:

Die Schleife symmetrisch zum Fahrdraht verlegen (Aufhebung der induzierten Störspannung).

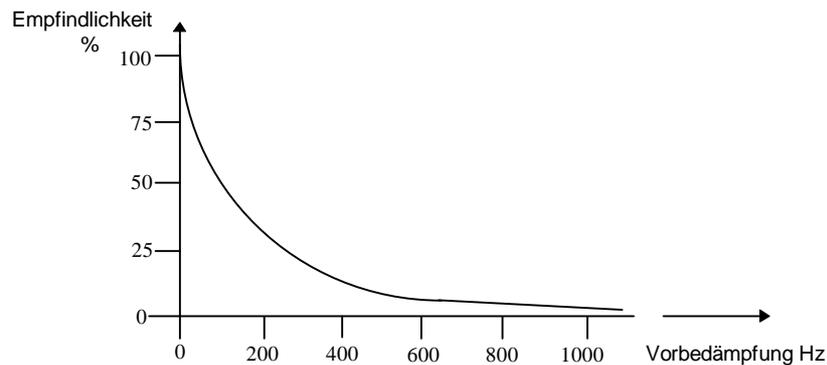
Die Schleifenzuleitung nicht in die Nut des Fahrdrahtes verlegen.



8 Sonderfälle

8.1 Starke Eisenarmierung

Eisenarmierung im Boden verringert die Empfindlichkeit der Induktionsschleife. Je kleiner der Abstand der Schleife zur Eisenarmierung ist, um so kleiner wird die Empfindlichkeit.



Die Beispiel-Kennlinie zeigt, wie die Schalthöhe mit zunehmender Vorbedämpfung abnimmt.

100% Schalthöhe entspricht der unbedämpften Schleife ohne Eisenarmierung.

Besonders bei LKW's muß die Vorbedämpfung beachtet werden, weil diese einen großen Abstand zum Boden haben.

Hier sollte man vor der endgültigen Verlegung der Schleifen wie folgt vorgehen:

- a) Wenn ein Schleifendiagnosegerät (SDG2) zur Messung der Vorbedämpfung zur Verfügung steht:
 - Mit dem Meßgerät und der Referenzschleife die Höhe der Vorbedämpfung messen
 - Für die Schleifenverlegung einen Bereich ausmessen, in dem die Vorbedämpfung relativ klein ist
 - Danach eine vorläufige Schleife in gewünschter Größe auf den Boden legen und mit Klebeband fixieren
 - Das Diagnosegerät an die Schleife anschließen. Der Detektor darf nicht angeschlossen sein
 - Die Abgleichfrequenz der Schleife mit dem Schleifendiagnosegerät messen
 - Mit dem entsprechenden Fahrzeug auf die Schleife fahren
 - Am Diagnosegerät die Höhe der Frequenzänderung messen. Sie ist ein Maß für die Empfindlichkeit. Die Weiss-Detektoren schalten in der höchsten Empfindlichkeitsstufe bei $\Delta f/f_0 = 0,02\% - 0,01\%$
 - Um z. B. einen PKW sicher zu detektieren, sind Frequenzänderungen in der Größenordnung von $\Delta f/f_0 \approx 0,2\% - 0,5\%$ anzustreben. Dies ist besonders bei Induktionsschleifen mit Sicherheitsfunktion zu beachten

b) Wenn kein Diagnosegerät zur Verfügung steht:

- Schleife in gewünschter Geometrie auslegen und mit Klebeband fixieren
- Detektor anschließen und einschalten
- Die Schleife mit dem entsprechenden Fahrzeug bedämpfen und die Haltezeit überprüfen
- Fahrzeug von der Schleife fahren
- Diese Schritte in verschiedenen Empfindlichkeitsstufen wiederholen

Zu beachten:

Durch Lageveränderung beim Überfahren der Schleife kann es zu einer Frequenzänderung kommen

Folgende Hinweise sollten immer beachtet werden:

- Den Abstand zwischen Schleife und Armierung möglichst groß halten (mindestens ca. 70 cm). Je kleiner der Abstand ist, desto geringer ist die Empfindlichkeit
- In der Planungsphase ist, wenn möglich, die Eisenarmierung im Schleifenbereich auszusparen oder tiefer zu verlegen
- Schienen, Träger, Bodengitter oder Stahlkonstruktionen sind wie Eisenarmierung zu betrachten. Hier sollte ein Mindestabstand von 20 cm eingehalten werden

8.2 Elektrische Heizmatten

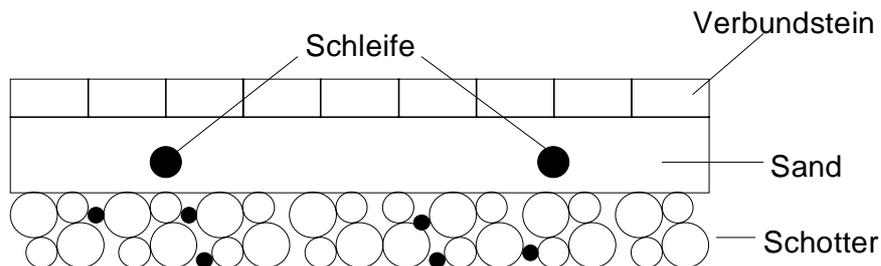
Oft werden Auffahrtsrampen mit elektrischen Heizmatten versehen. Auf diesen Matten dürfen keine Schleifen verlegt werden, da die Störungen durch das magnetische Feld zu stark sind.

Auch hier kann bei der Planung genügend Fläche für die Induktionsschleife vorgesehen werden.

Der Abstand der Schleife zur Heizmatte sollte rundherum mindestens 1 m betragen.

8.3 Schleifenverlegung unter Verbundsteinpflaster

Die Schleifen werden in die Sandschicht zwischen der unteren Schotterschicht und den Verbundsteinen gelegt.



Am günstigsten sind vorkonfektionierte Kabelschleifen, von Weiss-Electronic GmbH.

KAS I	6 m Umfang, 15 m Zuleitung
KAS II	12 m Umfang, 15 m Zuleitung
KAS III	21 m Umfang, 15 m Zuleitung

Kabelkanal (z. B. 4 cm x 6 cm wie bei Elektroinstallationen verwendet) in halber Sandschicht-Dicke anlegen. Schleife einlegen und mit Klebepunkt fixieren. Mit Zementmasse ausfüllen. Diese Rahmenschleifen bietet Weiss-Electronic auch komplett an.

RS 1,80 m * 0,80 m, 10 m Zuleitung
RS-S kundenspezifische Anfertigung

- Anschließend:
- Sandbett auffüllen und verdichten
 - Steine einlegen und abrütteln
 - Isolationswiderstand messen
 - Induktivität messen
 - Funktion überprüfen

9 Richtungslogik

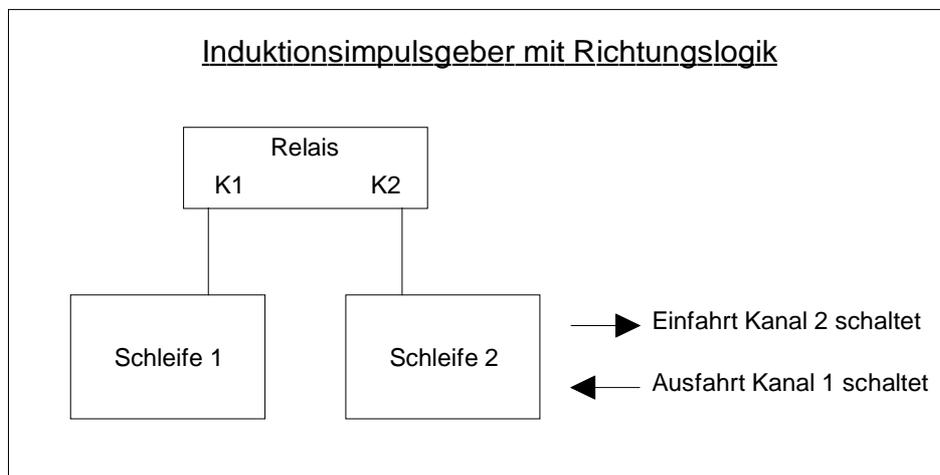
Die Mikroprozessorgesteuerten Induktionsimpulsgeber in 2- und 4-Kanalausführung können mit Richtungslogik geliefert werden. Dabei bilden jeweils 2 Kanäle (Kanal 1 und 2 sowie Kanal 3 und 4) eine Richtungserkennung.

Anwendungen für Richtungslogik

- Richtungsabhängiges Steuern von Schranken, Garagenzufahrten und Toranlagen
- Zu- und Abfahrtszählungen in Parkhäusern
- Falschfahrer-Erkennung

Funktion

Anhand eines Beispiels wird die Richtungslogik erklärt:



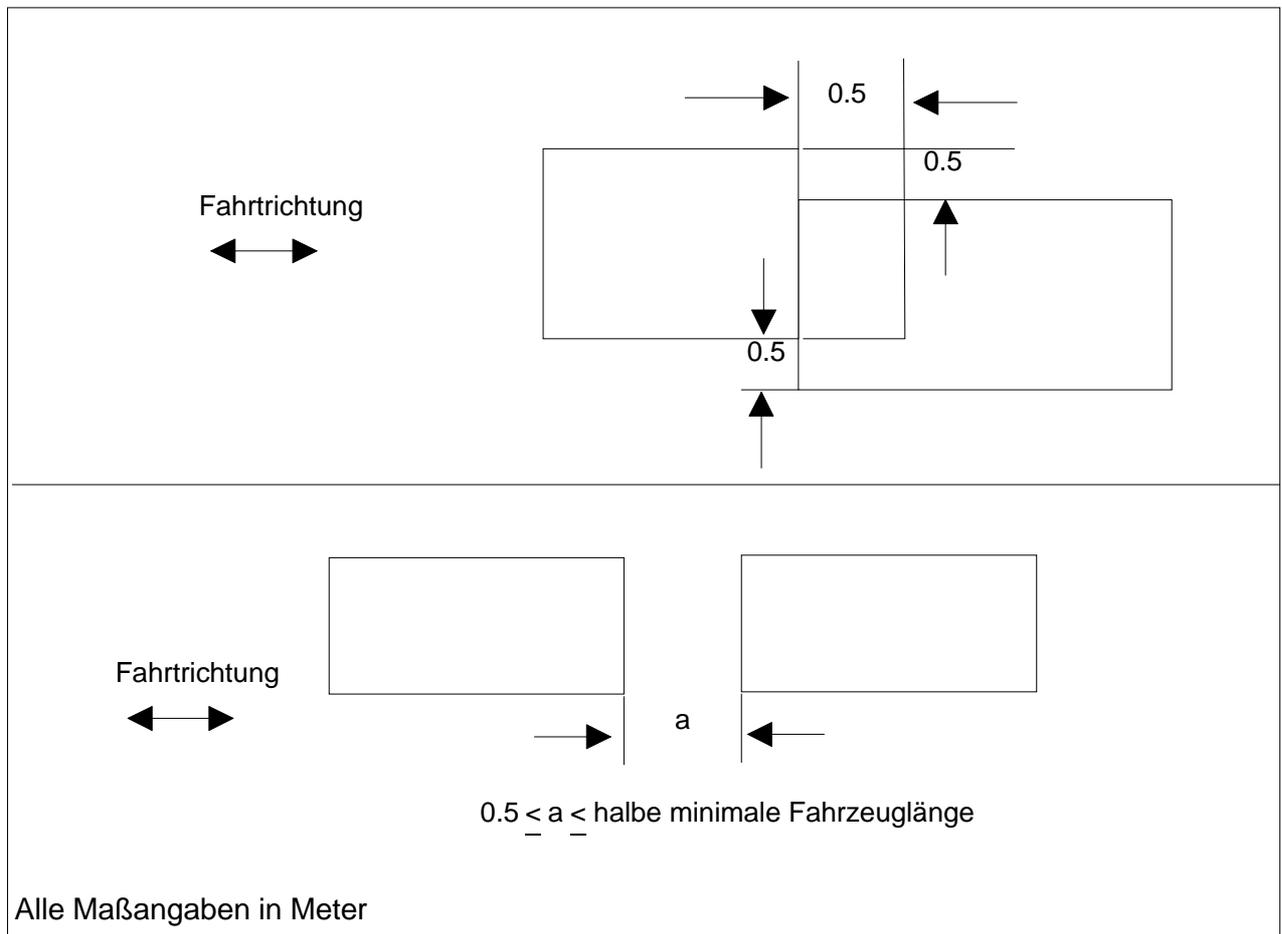
Nach Bedämpfen von Schleife 1 wird dieses im Detektor registriert, es wird jedoch noch kein Ausgang geschaltet. Erst wenn gleichzeitig auch die Schleife 2 bedämpft wird, schaltet das Relais des zweiten Kanals ein und bleibt solange eingeschaltet, bis Schleife 2 wieder frei wird.

In der anderen Richtung (in diesem Fall Ausfahrt) läuft der Schaltvorgang in umgekehrter Reihenfolge ab. Hier schaltet Relais 1 ein, wenn beide Schleifen bedämpft sind und bleibt solange eingeschaltet, bis Schleife 1 wieder frei wird.

Eine entsprechende Richtungserkennung ist auch mit den Kanälen 3 und 4 zu realisieren.

Schleifenverlegung bei Richtungslogik

Die beiden Schleifen einer Richtungserkennung müssen so nahe beieinander liegen, daß jedes zu erfassende Fahrzeug beide Schleifen bedämpft. Hierbei können die Schleifen auch verschachtelt gelegt werden.



10 Hinweise zum Überspannungsschutz

Wir empfehlen, die Schleifenzuleitungen in unmittelbarer Nähe zum Rack vor Überspannungen zu schützen.

Da die Induktionsschleifen weder induktiv noch kapazitiv belastet werden dürfen, können hier nur Gasentladungsstrecken eingesetzt werden. Hier empfehlen wir das Schleifenanschlußfeld FP_V1_2 von Weiss-Electronic. Pro 4-Kanal-Detektor wird ein Schleifenanschlußfeld benötigt.

