CAME

Schleifenverlegung

Verlegung und Einbau von Magnetschleifen

DEUTSCH

Anleitung

1 Allgemeines

Schleifendetektoren werden sehr häufig zur Erkennung von Fahrzeugen jeder Art eingesetzt.
Ein System besteht aus einem Detektor (Auswertegerät) und einer Induktionsschleife.

Typische Anwendungen sind:

- Öffnen und Schliessen von Toren
- Steuern von Schranken
- Überwachung von Einzelparkplätzen
- Absicherung von Pollern

2 Funktionsweise

Die Induktionsschleife bildet zusammen mit einem im Schleifendetektor eingebauten Kondensator einen LC-Oszillator.
Die Grösse des Kondensators und der Schleifeninduktivität bestimmen die Resonanzfrequenz des Schwingkreises.
Durch eine Parametereinstellung beim Schleifendetektor kann die Kapazität des Kondensators und damit die Resonanzfrequenz verändert werden. Dadurch kann zum Beispiel die Beeinflussung zweier nahe beieinander liegenden Induktionsschleifen oder Detektoren vermieden werden.

Je kleiner die Schleifeninduktivität, desto grösser die Oszillatorfrequenz. Diese liegt im Bereich von 20 bis 150 kHz.

Die unbelegte (= unbedämpfte) Schleife wird von Strom durchflossen und generiert ein magnetisches Feld um sich.
Die magnetischen Feldlinien schliessen sich auf dem kürzesten Weg. Der Oszillator schwingt mit der Grundfrequenz Fo.

Ein Fahrzeug, das über die Schleife fährt, tritt in das Magnetfeld ein. Die magnetischen Feldlinien werden abgelenkt und können nicht mehr auf ihrem kürzesten Weg schliessen. Dies reduziert die Induktivität, die Oszillatorfrequenz steigt.
Die Schleife wird „bedämpft". Der Schleifendetektor erfasst diese Veränderung. Übersteigt der Frequenzhub die eingestellte Empfindlichkeit, so wird ein Ausgang geschaltet. Der Schleifendetektor hat das Objekt erkannt.

Bitte beachten Sie die detaillierten Angaben der Schleifendetektor-Betriebsanleitung.

3 Sicherheitshinweise

⚠
- Der Betreiber ist für den korrekten und gefahrlosen Betrieb seiner Anlage bei Verwendung einer Schleife und eines Schleifendetektors verantwortlich.
- Für eine korrekte und sichere Funktion einer Anlage ist die Art der zu detektierenden Fahrzeuge, welche die Schleife passieren, zu berücksichtigen.
- Beachten Sie, dass eine Detektion von Personen und von Gegenständen mit geringem metallischen Anteilen nicht möglich ist.
- Eine korrekte Verlegung der Schleife in den Fahrbelag fällt in den Verantwortungsbereich des Schleifeninstallateurs.
- Beachten Sie alle Sicherheitshinweise Ihres Werkzeugs in der Betriebsanleitung Ihres Werkzeuglieferanten bei der Herstellung der Schleifennut.
- Beschädigen Sie in keinem Fall die Isolation Ihres Schleifendrahtes oder der Zuleitung, sonst ist eine Funktion Ihrer Anlage nicht gewährleistet.

4 Die Induktionsschleife

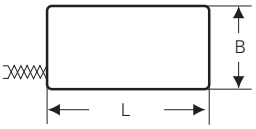
4.1 Schleifengrösse und Windungszahl

Die Schleife wird in den meisten Anwendungsfällen in quadratischer oder rechteckiger Form verlegt. Je nach Umfang der Schleife (abhängig von den örtlichen Gegebenheiten) muss eine unterschiedliche Anzahl von Windungen in die Schleifennut eingebracht werden. Je kleiner daher der Umfang der Schleife U desto mehr Windungen werden für die Schleife benötigt.

Empfehlungen:

- Die minimale Breite der Schleife soll 0.8 m nicht unterschreiten. Dabei die nebenstehende Tabelle beachten.
- Seitenverhältnis (L:B): 1:1 bis max. 4:1

Schleifenumfang U	Windungszahl
3 – 6 m	5 Windungen
6 – 10 m	4 Windungen
10 – 20 m	3 Windungen
20 – 25 m	2 Windungen



4.2 Induktivität der Schleife

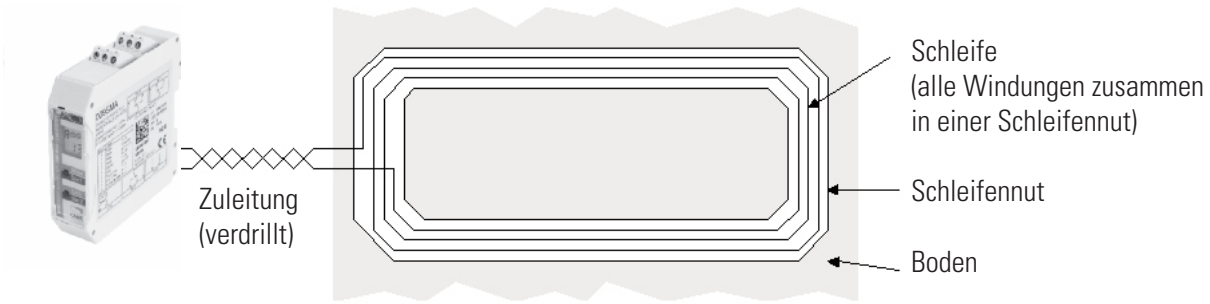
Die **Induktion einer Schleife** kann mit einem Schleifendetekor mit integrierter Messfunktion oder einem entsprechendem Messgerät gemessen werden. Vor der Abdichtung der Schleifennut empfehlen wir die Schleifenleitungen provisorisch verlegen und die Induktivität zu messen. Mit der nachstehenden Formel lässt sich eine grobe Abschätzung der Induktivität zuvor ermitteln:

U = Umfang der Schleife in m
N = Anzahl der Windungen

$$L \text{ (in } \mu H) \approx U * (N*N + N)$$

Dem errechneten Wert muss noch eine Induktivität von circa 1 - 1,5 µH pro m Zuleitung dazu addiert werden.
Die optimalen Werte der Induktivität einer Schleife liegen zwischen 80 – 300 µH.

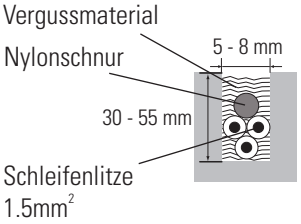
5 Schleifenverlegung



5.1 Einfluss der örtlichen Gegebenheiten, Schleifennutbemassung und Hinweise zur Schleifennut

Örtliche Gegebenheiten	Empfehlungen
Betonarmierungen	mindestens 5 cm Abstand (so gross wie möglich)
Andere elektrische Leitungen	geschirmte Zuleitung zur Schleife
Bewegliche metallische Objekte	mindestens 1 m Abstand einhalten
Unbewegliche metallische Objekte	mindestens 0.5 m Abstand einhalten
Hochspannungs- und Kraftleitungen	geschirmte Zuleitung zur Schleife und getrennter Kanal
Weite Entfernungen zum Schleifendetektor	geschirmte Zuleitung zur Schleife

Schleifennutbemassung und Verlegehinweise:



Vergussmaterial: Als Vergussmaterial eignet sich Kalt-, Heissbitumen oder Kunstharz.

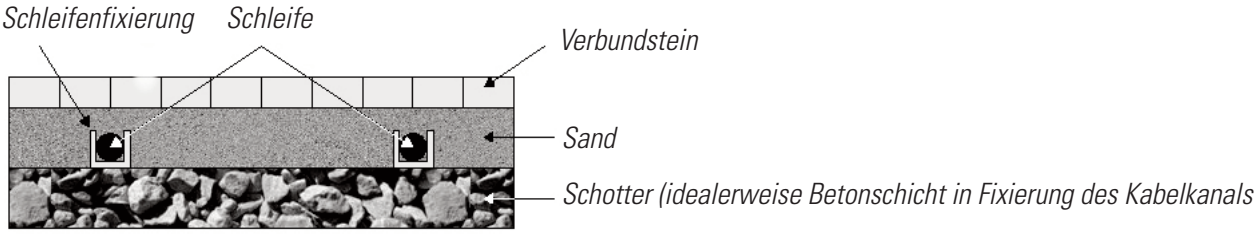
Schleifenlitze: Bei Verwendung von Heissbitumen ist die Temperaturbetändigkeit der Schleifenlitzenisolierung zu beachten (Temperaturbeständigkeit gemäss Spezifikation des Schleifenlitzenherstellers).

Nylonschnur: Diese Schnur ist nur dann nötig, wenn als Vergussmasse Heissbitumen verwendet wird. Diese dient zur Temperaturentkopplung zum Schleifendraht.

5.2 Schleifen verlegen unter Verbundsteinpflastern

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

Für diese Verlegeart müssen Fertig-Schleifen verwendet werden. Diese sind in einem Elektro-Kabelkanal (15 x 15 mm) einzubauen.



- Schleife einlegen und fixieren
- Elektrischen Widerstand und Isolationswiderstand messen
- Induktivität messen, Test mit Schleifendetektor
- Mit dauerelastischer Vergussmasse ausfüllen
- Sandbett auffüllen und verdichten
- Verbundsteine einlegen und abrütteln
- Funktion überprüfen

Kopfsteinpflaster einzufräsen ist nicht empfehlenswert. Unter der Last der Fahrzeuge können sich Steine verschieben, was Zug- und Scherkräfte bewirken und die Schleifendrähte beschädigen kann → Fehlfunktionen.

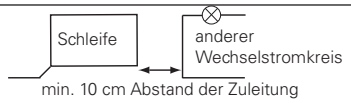
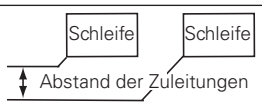
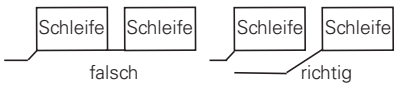
Wichtig

Die Schleife muss so verlegt werden, dass sich die einzelnen Windungen nicht gegeneinander verschieben können → Veränderung der Induktivität kann die Folge sein → Fehlfunktion.

Die Schleife muss so verlegt werden, dass sich die gesamte Schleifengeometrie nicht verändern kann → Veränderung der Induktivität ist die Folge → Fehlfunktion.

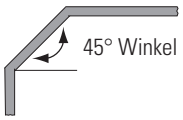
5.3 Zuleitung

Es ist empfehlenswert, die Zuleitung der Schleife als geschirmte Leitung auszuführen. Die Schirmung einseitig mit Erde verbinden. Die Schleife selbst darf nicht geschirmt sein!

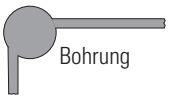
Zuleitungsdrähte verdrillen	Zuleitung mindestens 20x pro Meter verdrillen und verdrillt bis zum Anschluss an den Schleifendetektor im Schaltschrank verlegen.	
Parallele Verlegung der Zuleitung zu anderen Stromkreisen	Zuleitungen in gleicher Kabelführung mit anderen Stromkreisen sind nicht erlaubt.	
Schleifenzuleitung anderer Schleifendetektoren	Zuleitungen mit Abstand verlegen, sofern zwei 1-Schleifen-Detektoren eingesetzt werden. Geschirmte Zuleitungen verwenden.	
Vermeidung mechanischer Beschädigung der Zuleitung	Die Zuleitung gut gegen mechanische Beschädigungen schützen.	
Verlegung der Zuleitung zum Schleifendetektor	Die Zuleitung nicht durch die Schleifennut einer anderen Schleife verlegen. Geschirmte Zuleitung verwenden.	
Länge der Zuleitung	Die Zuleitungslänge so kurz wie möglich wählen (empfohlene maximale Länge 50 m)	

5.4 Anbringen der Schleifennut, Ablauf

1. Gemäss den Abmessungen der Schleife wird die Nut in den Bodenbelag eingebracht
2. An den Ecken jeweils eine 45°-Schrägnut oder eine Bohrung an den Ecken anbringen
3. Anschliessend ist die Nut zu reinigen (Feuchtigkeit vermeiden)
4. Schleifendraht einbringen
5. Induktivität überprüfen/Test mit Schleifendetektor
6. Danach mit Heiss- oder Kaltvergussmasse die Nut sauber vergiessen
   (Temperaturbeständigkeit des Kabelmantels bei Heissvergussmasse beachten, entsprechendes temperaturbeständiges Kabel verwenden). Folgendes beim Verlegen beachten:



Schleifennutführung in der Ecke



- es dürfen keine Risse vorhanden sein, der Bodenbelag muss durchgängig fest sein
- beim Verlegen eine Verletzung der Isolation des Schleifendrahtes vermeiden
- an den Kanten besondere Vorsicht beim Verlegen walten lassen
- Schleifendraht darf nirgends aus der Nut herausstehen
- vor dem Vergiessen eine Nylonschnur auf das Drahtpaket legen, dann vergiessen. Verguss muss wasserdicht sein, es darf keine Feuchtigkeit eindringen
- Schleifendraht darf nach dem Vergiessen bis zum Austrocknen nicht mehr bewegt werden
- nach dem Austrocknen Isolationswiderstand gegen Erde messen (>10MOhm @ 250V Prüfspannung)

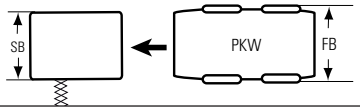
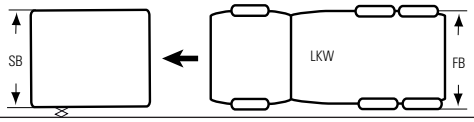
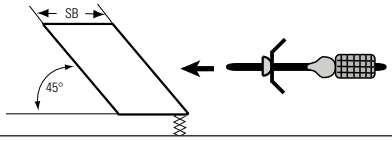
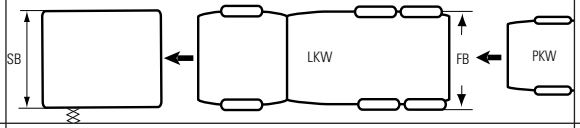
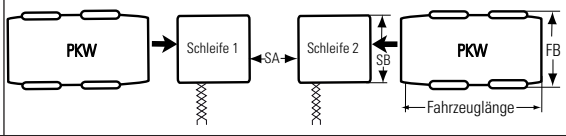
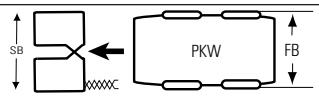
5.5 Schleifengeometrien

⚠ Es ist bei der Schleifendimensionierung grundsätzlich die sichere Funktion der Anlage im Gesamten zu betrachten. So muss die Schleife immer auf das grösste zu detektierende Fahrzeug ausgelegt sein. Schleifenanlagen reagieren nur auf Metall.

ℹ Die Geometrie einer Schleife (Schleifengrösse) sollte dem Einsatzfall angepasst werden. So ist zwischen der Detektion von PKW, LKW, Zweiräder, Mischbetrieb (LKW und PKW) und Richtungslogik bei der Schleifengeometrie zu unterscheiden. Damit bestimmt die Grösse der zu detektierenden Fahrzeuge und die örtlichen Gegebenheiten die Form der Schleife.

Tabelle häufig verwendeter Schleifengeometrien:

FB = Fahrzeugbreite, SB = Schleifenbreite. Hierbei bedeutet «SB < ≈ FB» Schleifenbreite gleich oder kleiner der Fahrzeugbreite FB, SA = Schleifenabstand

Schleifengeometrie PKW		Für eine optimale Detektion soll die Schleifenbreite gleich oder etwas kleiner sein als der breiteste PKW, der die Schleife passieren soll. Dabei soll SB < ≈ FB sein.
Schleifengeometrie LKW		Für eine optimale Detektion soll die Schleifenbreite gleich oder etwas kleiner sein als der breiteste LKW, der die Schleife passieren soll.
Schleifengeometrie Zweirad		Um eine möglichst sichere Detektion von Zweirädern zu erreichen, soll die Schleife als Trapez oder Paralellogramms ausgeführt werden. Sie darf nicht zu tief verlegt werden
Schleifengeometrie PKW + LKW		Die Schleifenbreite muss hier so ausgelegt werden, dass auch LKW sicher detektiert werden. Die Schleife ist daher für den grössten zu detektierenden LKW auszulegen (SB < ≈ FB).
Schleifengeometrie Richtungserkennung von Schleife 1 zu Schleife 2 oder Schleife 2 zu Schleife 1		Mit einem 2-Kanal-Schleifendetektor lässt sich die Funkion Richtungserkennung aktivieren. Beide Schleifen müssen gemäss SB < ≈ FB ausgelegt werden. Ausserdem ist der Abstand SA einzuhalten: SA = max. 0.5 * Fahrzeuglänge.
Schleifengeometrie bei geringen Platzverhältnissen		Bei geringen Platzverhältnissen (nahe an einem Metallobjekt, z.B. einem Tor) wird empfohlen, die Schleife in Form einer 8 zu verlegen. SB ≈ 1m

6 Problematiken der Schleifenverlegungen

6.1 Dämpfung

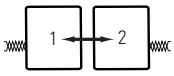
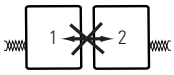
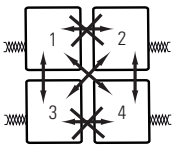
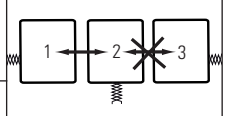
Für eine korrekte Funktion einer Schleifenanlage ist allein die Bedämpfung der Schleife durch das zu detektierende Fahrzeug ausschlaggebend. Andere Bedämpfungen durch metallische Gegenstände, benachbarte Schleifenanlagen etc. beinflussen daher diese Funktion. Deshalb sind schon in der Planungsphase diese Einflüsse zu berücksichtigen und auf ein Minimum zu reduzieren.

unerwünschte Bedämfung:	Abhilfe:
Eisenarmierung im Betonstrassenbelag	Genügend grosser Abstand zu Schleife einhalten (siehe 5.1 dieser Anleitung)
Temperaturschwankungen	keine Beinflussung bei Einsatz des Detektors
Elektrische Leitungen in der Nähe	Genügend grosser Abstand zu Schleife einhalten (siehe 5.1 dieser Anleitung)
Elektrische Anlagen	Genügend grosser Abstand zu Schleife einhalten (siehe 5.1 dieser Anleitung)
andere Schleifenanlagen	Verwendung unterschiedlicher Schwingfrequenzen der einzelnen Schleifendetektoren (siehe 6.2 Übersprechen), genügend grosser Abstand zu anderen Schleife einhalten (siehe 5.1 dieser Anleitung), bei 2 Schleifenanlagen 2-Kanal-Schleifendetektor verwenden.
Metallische Tore, Schranken, Poller	Genügend grosser Abstand zu Schleife einhalten (siehe 5.1 dieser Anleitung)

6.2 Übersprechen (Beeinflussung von Schleifenanlagen untereinander)

Häufig werden mehrere Schleifenanlagen nebeneinander verlegt. Daher entsteht die Problematik des Übersprechens von der einen Schleifenanlage auf die andere. Dies lässt sich durch die Wahl von unterschiedlichen Schwingfrequenzen der einzelnen Schleifenanlagen verhindern. Dies kann über die Einstellung auf verschiedene Schwingfrequenzen mit einem geeigneten Schleifendetektor oder durch eine unterschiedliche Anzahl der Windungen einer Schleife erreicht werden.

(Legende: ⟷ = Beinflussung, ✳ = keine Beinflussung)

Schleifendetektor	Schleife	Schleifendarstellung	Problematik	Abhilfe	Effekt
1-Kanal-Schleifendetektor	1		Die Schwingfrequenz ist bei beiden Schleifendetektoren auf die gleiche Frequenz eingestellt. Es ist eine Beinflussung möglich.	– Frequenz Schleifendetektor 1 auf eingestellter Frequenz belassen und Frequenz Schleifendetektor 2 auf eine andere Frequenz einstellen – unterschiedliche Windungszahl bei den Schleifen verlegen.	Durch die unterschiedliche Schwingfrequenz der beiden 1-Kanal-Schleifendetektoren ist ein Übersprechen nicht mehr möglich.
1-Kanal-Schleifendetektor	2				
2-Kanal-Schleifendetektor	1 2		–		Durch die Verwendung eines geeigneten 2-Kanal-Schleifendetektors wird ein Übersprechen verhindert.
2-Kanal-Schleifendetektor	1 und 2		Die Schwingfrequenz ist bei beiden 2-Kanal-Schleifendetektoren auf die gleiche Frequenz eingestellt. Es ist ein Übersprechen möglich.	– Frequenz 2-Kanal-Schleifendetektor 1 auf eingestellter Frequenz belassen und Frequenz 2-Kanal-Schleifendetektor 2 auf eine andere Frequenz einstellen. – unterschiedliche Windungszahl bei den Schleifen verlegen.	Durch die unterschiedliche Schwingfrequenz der beiden 2-Kanal-Schleifendetektoren ist ein Übersprechen nicht mehr möglich.
2-Kanal-Schleifendetektor	3 und 4				
1-Kanal-Schleifendetektor	1		Die Schwingfrequenz ist bei dem 2-Kanal- und bei dem 1-Kanal-Schleifendetektor auf die gleiche Frequenz eingestellt. Es ist ein Übersprechen möglich.	– Frequenz 1-Kanal-Schleifendetektor 1 auf eingestellter Frequenz belassen und Frequenz 2-Kanal-Schleifendetektor 2 auf eine andere Frequenz einstellen – unterschiedliche Windungszahl bei den Schleifen verlegen.	Durch die unterschiedliche Schwingfrequenz des 1-Kanal- und 2-Kanal Schleifendetektors ist ein Übersprechen nicht mehr möglich.
2-Kanal-Schleifendetektor	2 und 3				

7 Funktionsstörungs- und Fehlerbehebung

Fehler/Funktionstörung	mögliche Ursache	Fehler/Abhilfe
1: Einige Fahrzeuge werden nicht detektiert (z.B. Auto ja, LKW nein)	– zu geringe Empfindlichkeit am Schleifendetektor eingestellt. – falsche Schleifengeomtrie gewählt (z.B. zu wenig Windungen) – Übersprechen einer anderen Schleifenanlage vorhanden – die Zuleitung der Schleife wurde aufgerollt, statt auf passende Länge gekürzt – andere metallische Gegenstände bewirken eine permanente Bedämpfung	– Ansprechempfindlichkeit am Schleifendetektor erhöhen – Auslegung der Schleife prüfen – Schleifenzuleitung auf passende Länge kürzen und auf die korrekte Verdrillung achten – Schleifenfrequenzen benachbarter Schleifenanlagen unterschiedlich einstellen
2: Anhängerdeichsel wird nicht erkannt	– automatische Empfindlichkeitserhöhung bei einem geeigneten Schleifendetektor nicht eingeschaltet	– an einem geeigneten Schleifendetektor automatische Empfindlichkeitserhöhung einschalten
3: Es findet gar keine Detektion statt, obwohl der Schleifendetektor mit Versorgungsspannung gespeist wird.	– Schleife ist zu gross dimensioniert – Schleife ist zu klein dimensioniert – der Schleifendetektor wird nicht mit genügend Energie versorgt – die Schleife hat ein Kurzschluss – die Schleife hat einen Unterbruch	– mit einem geeigneten Schleifendetektor die Induktivität messen und die Wicklungszahl der Schleife auf den angegebenen Wert (typ. 80–300 µH) des Schleifendetektors dimensionieren – Hilfsenergie überprüfen und auf den geforderten Wert des Schleifendetektors einstellen – mit einem Ohmmeter den Schleifenwiderstand messen und die Schleife bei einem Kurzschluss neu verlegen – bei einem Unterbruch den Anschluss der Zuleitung prüfen, Schleife neu verlegen
4: Anlage reagiert auf Fahrzeuge, die nicht detektiert werden sollen.	– zu hoch eingestellte Empfindlichkeit der Schleifenanlage	– mit verschiedenen Fahrzeugen die Funktion der Anlage überprüfen. Dabei auch Fahrzeuge verwenden, die nicht detektiert werden sollen. Die Empfindlichkeit darauf hin so einstellen, dass zu erfassende Fahrzeuge erkannt werden und die anderen Fahrzeuge nicht
5: Der Schleifendetektor meldet eine Detektion, obwohl kein Fahrzeug auf der Schleife ist.	– ein Übersprechen einer anderen Schleifenanlage findet statt – die Schleife ist nicht richtig verlegt worden (Zuleitung wurde nicht verdrillt, keine geschirmte Zuleitung verwendet, andere metallische Gegenstände sind zu nah, Schleifendraht bewegt sich in der Schleifennut, andere elektrische Störquellen in der Nähe) – Die Isolation der Schleife ist beschädigt oder der Schleifenwiderstand ist zu hoch. Siehe auch Fehler 7.	– alle Schleifenanlagen in der Nähe auf unterschiedliche Schwingfrequenzen einstellen – Schleifendrahtverlegung überprüfen und durch Massnahmen an der Bewegung hindern (z.B. durch einsanden) – Verdrillung der Zuleitung überprüfen – Schleife in genügend grossem Abstand zu anderen metallischen Gegenständen verlegen – genügend grosse Entfernung zu elekrischen Störquellen einhalten (Bsp. Funk-Zutrittsysteme) – geschirmte Zuleitung verwenden
6: Der Schleifendetektor detektiert permanent eine Belegung, es ist jedoch kein Fahrzeug auf der Schleife.	– die Schleife oder deren Zuleitung ist beschädigt (Kurzschluss oder Unterbrechung)	– siehe **3:** dieser Tabelle
7: Während es regnet kommt es zu sporadischen Fehlfunktionen	– Isolation des Schleifendrahtes ist beschädigt – Schleife und Schleifenzuleitung sind nicht wasserdicht verbunden worden	– Isolationswiderstand messen, ist dieser nicht grösser als 1 MOhm, so ist die Isolation beschädigt, der Schleifendraht oder die Zuleitung muss ausgetauscht werden – Schleife und deren Zuleitung wasserdicht verlegen und verbinden
8: Richtungserkennung funktioniert nicht.	– der Abstand der beiden Schleifen zueinander ist zu gross – falsche Funktion am Schleifendetektor eingestellt	– Der Abstand zweier Schleifen muss so gewählt werden, dass beide Schleifen kurzzeitig belegt werden – richtige Funktion am Schleifendetektor einstellen
9: Schleifenanlage lässt sich nicht abgleichen	– die Schleife hat die falsche Schleifeninduktivität (Wert ausserhalb des zulässigen Arbeitsbereichs des Schleifendetektors) – die Schleife hat eine Beschädigung – der Schleifendetektor ist defekt	– Windungszahl der Schleife an die Schleifengeometrie anpassen (siehe Kapitel 4.1) – Schleife auf Beschädigungen überprüfen – Schleifendetektor austauschen