



**Kanton Zürich  
Baudirektion  
Tiefbauamt  
GE VII - Nationalstrassenunterhalt**

# **Induktionsschleifen fräsen**

**Version 1.0 - 9. September 2019**





Dieses Merkblatt dient allen Beteiligten zur Umsetzung eines einheitlichen Standards der Induktionsschleifen in der GEVII. Ausführungen, welche aus irgendwelchen Gründen nicht nach diesem Merkblatt ausgeführt werden können, sind vorgängig schriftlich dem Planer mitzuteilen und durch die GEVII genehmigen zu lassen. Arbeiten, welche nicht dem vorgegebenen Standard entsprechen, müssen vom Verursacher auf eigene Kosten Instand gestellt werden.

## 1. Schleifenlitze

Für die Erstellung der Induktionsschleifen werden hitzebeständige Litzenleitungen wie Radox 125 (hitzebeständig bis 125°C) oder höher mit Aderleitung 1.5 mm<sup>2</sup> verwendet. Zur Unterscheidung der einzelnen Schleifen sind verschiedene Farben von Litzenleitungen zu verwenden.

## 2. Schleifenzuleitungskabel

Für die Schleifenzuleitungen wird das blaue Spezialkabel IG 40 halogenfrei mit Kupferlitze 2 x 2 x 1.5 mm<sup>2</sup> verwendet. Die direkte Einführung der Schleifenlitze in die Auswerteeinheit ist nicht gestattet. Als Verbindungsglied von der Schleifenlitze auf das IG 40-Kabel ist eine wasserdichte Anschlussdose im Schleifenschacht anzuordnen.

## 3. Anschlussdose

Als Anschlussdose im Schleifenschacht wird eine wasserdichte Verbindungsdose, wie Phoenix Mecano Poly-Gehäuse P311 mit Silikondichtung rot und Kabelverschraubungen 2 x M20 x 1.5 Gewinde oder vergleichbar verwendet.

## 4. Störungseinflüsse

Folgende Einfluss-Faktoren können die Induktionsschleifen negativ beeinflussen:

Eisenarmierung	Verringert die Empfindlichkeit der Induktionsschleife
Elektrische Heizmatten	Störungen durch magnetische Felder
Ungenügende Verdrillung	Schlechter Gütefaktor, Koppelung mit anderen Schleifen
Grosse Zuleitungslänge	Verringert die Empfindlichkeit der Induktionsschleife

Wo sollen Schleifen wenn möglich nicht gefräst werden:

- vor Kreuzungen (Abbremsung und Beschleunigung)
- bei Richtungsänderungen der Strassen und Kurven (ungenügende Erfassung)
- in Brückenbauwerken (Eisenarmierung)
- in Tunnels (Eisenarmierung)
- in Rampen (Eisenarmierung, elektrische Heizmatten)
- in unmittelbarer Nähe von grossen elektrischen Bezügerleitungen
- im Bereich von Hochspannungsleitungen (Mindestabstand von 100 m)
- im Bereich von Bahn-/Strassenbahn-/Tram-Anlagen

Die Schleifen sind ausserhalb des Bereiches von Schiebern, Schlamm-sammler und Schächten der Strassenentwässerung zu platzieren. Es ist in jedem Fall ein Mindestabstand von Schleifen und Schleifenzuleitungen zu Schiebern, Schlamm-sammlern und Schächten von 50 cm einzuhalten. Der minimale Abstand zwischen den Doppelschleifen der VDE-Messstelle beträgt 2 m. Der minimale Abstand zu Induktionsschleifen von Lichtsignalanlagen beträgt 6 m.

## 5. Voraussetzungen zur Schleifenerstellung

Als erster Schritt ist die Fahrbahnspernung durch das Tiefbauamt des Kantons Zürich, zuständiger Unterhaltsbezirk (GEVII NSU), zu veranlassen (Organisation durch Unternehmer). Dabei muss, da die Schleifen über mehrere Fahrbahnen verbunden sind, durch die GEVII NSU die Phasenplanung erstellt werden.

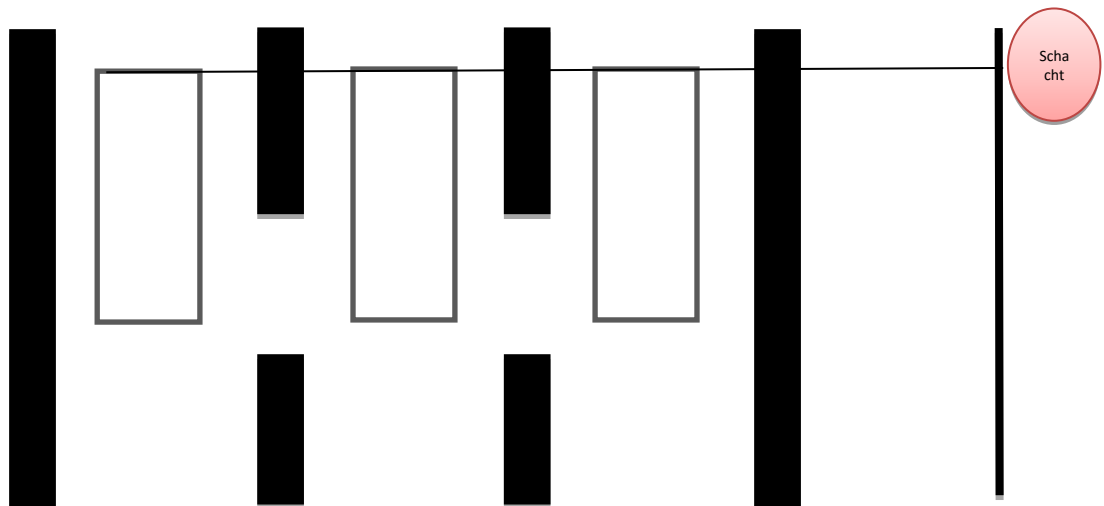


Abbildung 1: Phasenplanung der GEVII NSU

Folgende Bedingungen müssen bei der Schleifenerstellung erfüllt sein:

- Belagstemperatur > 8° Celsius
- trockene und staubfreie Fräsnut
- Verwendung des vorgeschriebenen Materials

## 6. Schleifengeometrie

Neu erstellte Induktionsschleifen werden in jedem Fall nach der Swiss10-Geometrie angefertigt. Die Schleifen sind 2 x 2 Meter gross mit einem Kopfabstand der Schleifen von 5 Metern. Die Schleifen werden spurweise auf die Swiss10-Geometrie umgestellt (jeweils die neu zu erstellenden Schleifen). Auf den Anschlussklemmen im Messmast und in der Kabine sind die Schleifen nach Swiss10-Geometrie speziell zu beschriften.

## 7. Standort der Schleifen

Der genaue Standort der Schleifen ist anhand von Verkehrsbeobachtungen zu definieren. Die Schleifen sind so anzuordnen, dass die Fahrzeuge durch die Schleifen gut erfasst werden (möglichst genaue Überfahrt beider Schleifen, Fahrspur beobachten). Um eine genaue Klassierung der Fahrzeuge zu erreichen, müssen die beiden Schleifen der Swiss-10- Geometrie sauber überfahren werden. Der Unternehmer zeichnet mit dem Planer die Schleifen an. Die Aufzeichnung der Schleifen auf dem Belag muss rechtwinklig zur Fahrbahn, massgetreu und gut sichtbar für die Fräsgruppe erfolgen. Nach einer Strassensanierung werden die Schleifen erst wieder bei fließendem Verkehr angezeichnet. Dabei ist wichtig, dass die Strassenmarkierung vollständig erstellt ist.

## 8. Voraussetzungen

Die Schleifen werden grundsätzlich nach dem Einbringen des Deckbelags gefräst. Die Frästiefe beträgt 5 bis 6 cm, je nach Belagsbeschaffenheit. Somit bleiben die Schleifen sichtbar, was unliebsame Beschädigungen durch punktuelle Belagserneuerungen vorbeugt und dem Nutzer der Anlagen die Justierungen der Messgeräte vereinfacht. Es ist darauf zu achten, dass die Schleifen und die verdrehten Zuleitungen nicht zu nah an Entwässerungsschächten u.ä. entlang geführt werden (Mindestabstand 50 cm), um Beschädigungen der Zuleitung durch Strassenunterhalt bei Höher- oder Tieferlegung des Schachtes zu verhindern.

### 9. Schleifen fräsen und bearbeiten

Die Fräsarbeiten können nass oder trocken ausgeführt werden. Zu beachten ist, dass die gefrästen Innenecken entgratet werden. Nach den Fräsungen sind alle messerscharfen Innenecken der Fräsnut in der Nutschleife mit einem kleinen Meißel zu brechen.

### 10. Reinigen und Behandeln der Fräsnut

Die Fräsnut ist wie folgt vorzubereiten:

- Die leere Fräsnut wird gereinigt und getrocknet
- Die leere Fugenmulde wird mittels thermischer Heissluftlanze (Hot-Dog) aktiviert
- Die Fräsnut muss mit einer Heissluftlanze wie beim Rissverguss ausgeblasen werden, so dass sich kein Staub mehr in der Fuge befindet und die Ränder aufgeraut sind
- Die Fugenoberfläche muss mit Klebeband gegen Verschmutzung abgedeckt werden

### 11. Verlegen der Induktionsschleifen

Die vier Windungen der Schleife werden in die Fräsnut gelegt und mit einem Kunststoffrad nach unten gedrückt. Schleifen-Anfang und -Ende werden danach zu einem Strang verdrillt, 40 - 60 Windungen pro Meter (entspricht min. 80 Schläge pro Meter, vgl. Abbildung «Verdrillen der Schleifen-Draht-Zuleitung») und durch das Bohrloch mittels Schutzrohr in den Schleifenschacht gezogen.

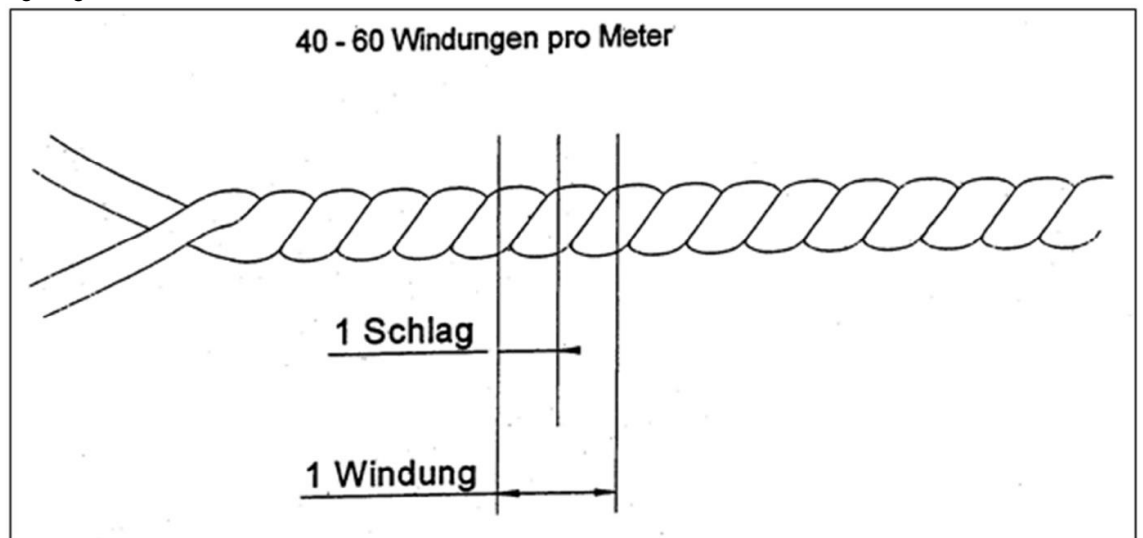
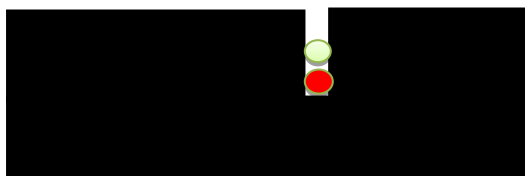


Abbildung 2: Verdrillen der Schleifen-Draht-Zuleitung

Durch die starke Verdrillung entsteht ein enormer Zug auf die Schleife, deshalb sind die Litzenenden vor dem Verdrillen mit einem Doppelmeter in der Nut zu fixieren. Nach der Schleifenverlegung wird eine Schurwoll-Schnur oder vergleichbar ( $\text{AE Schnur} = \text{Nutbreite} + 2\text{mm}$ ) als thermischer Schutz und zur Fixierung des Schleifendrahtes über die Radox-Litze in die Schleifennut eingelegt (inkl. verdrehte Zuleitung bis zum Bohrloch in den Schleifenschacht). Danach wird die Schurwoll-Schnur mit dem Kunststoffrad in die Fräsnut hinunter gedrückt (siehe Abbildung «Kabel und Schutzseil in der Fräsnut»).



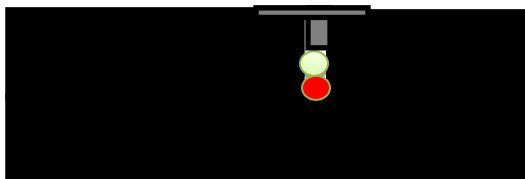
*Abbildung 3: Kabel und Schutzseil in der Fräsnut*

### **12. Erste Messung vor dem Vergiessen**

Die Schleife mit den abgebundenen Enden wird nun im Schacht gemessen (1. Messung). Die Messwerte werden protokolliert.

### **13. Vergiessen der Induktionsschleifen**

Als Vergussmasse ist RESA BJ 200 Flex einzusetzen. Die Fugenoberfläche ist mit Klebeband gegen Verschmutzung zu schützen. Die vorbereitete Vergussmasse wird mit einer Temperatur von 180 bis 190°C in die Fuge eingegossen. Nach dem ersten Abkühlen wird ein zweites Mal Vergussmasse eingegossen bis die Nut vollständig gefüllt ist. Das Material kann auf eine breite von 5 cm überlappen (siehe Abbildung «Kabel und Schutzseil in der Fräsnut vergossen»). Anschliessend wird die gefüllte Fuge mit grauem Porphyrsand abgestreut. Die Vergussmasse RESA BJ 200 Flex bleibt über Jahre weich und flexibel. Sie ist sehr resistent gegen äussere Einflüsse sowie gegen hohe und tiefe Temperaturen.



*Abbildung 4: Kabel und Schutzseil in der Fräsnut vergossen*

### **14. Schleifenzuleitung**

Das verdrehte Ende der Schleife endet immer im zugehörigen Schleifenschacht. Für die Verlängerung bis zum Auswertegerät wird das Spezialkabel vom Typ IG40 verwendet. Mit einem Schleifenzuleitungskabel IG40 können zwei Einzelschleifen bzw. eine Doppelschleife angeschlossen werden.

### **15. Zuleitungslänge**

Die maximale Zuleitungslänge beschreibt die Distanz zwischen der Schleife und dem Datenerfassungsgerät (Schleifenzuleitung inklusive verdrehtes Schleifenkabel und Kabelreserven in den Schächten). Die maximale Zuleitungslänge beträgt bei Marksman-Messgeräten 250 Meter.

### **16. Montage der Anschlussdose**

Die Verbindung der Schleifenlitzen auf das Schleifenzuleitungskabel erfolgt mit einer Anschlussdose. Die Anschlussdose wird auf eine PVC- oder ALU-Platte montiert und mit einem Aufhängeloch, zur Aufhängung am oberen Schachtrand mittels einer rostfreien Hakenschraube V2A, und mit 2-poligen Klemmen für 2 Schlaufen versehen. Die Litzen- und Kabelenden sind solange zu wählen, dass die Verbindungsdose ausserhalb des Schachtes bearbeitet werden kann. Die fertig angeschlossene und ausgeprüfte Anschlussdose wird in offenem Zustand mit Zweikomponentenharz transparent (Dichtungs-Gel SEAL-Bit Silikonmasse wasserabweisend IP68 Isolierung 1kV oder vergleichbar) voll vergossen. Somit sind die Klemmen gegen Selbstlockerung und Korrosion geschützt.

### 17. Aufschaltung der Schleifenzuleitungskabel

Die Schleifenzuleitungskabel werden auf den Steckerklemmen (Lüsterklemmen) im Messmast nach Schleifen aufgeschaltet und geerdet. Die IG 40-Kabel werden wie folgt auf den Steckerklemmen der Elektrogrundplatte im Messmast aufgeschaltet:

Klemmen links	Klemmen rechts
Schleife 1.2 rot-schwarz	Schleife 1.1 blau-weiss
Schleife 2.2 rot-schwarz	Schleife 2.1 blau-weiss

In der Kabine werden die IG 40-Kabel von links nach rechts auf dem Klemmenblock aufgeschaltet und geerdet):

Schleife 1.1 blau-weiss	Klemmen A1/A2
Schleife 1.2 rot-schwarz	Klemmen B1/B2
Schleife 2.1 blau-weiss	Klemmen C1/C2
Schleife 2.2 rot-schwarz	Klemmen D1/D2

### 18. Zweite Messung nach dem Vergiessen

Die fertig vergossene Schleife wird an den Klemmen im Mast bzw. in der Kabine erneut gemessen (2. Messung). Die Messwerte werden protokolliert.

### 19. Schleifenbeschriftung

Die Schleifen werden mit Spur, Punkt und Index nummeriert, immer in Fahrtrichtung beginnend; z.B. erste Schleife der Spur 1 entspricht 1.1, zweite Schleife der Spur 1 entspricht 1.2. Alle Schleifen werden im Schleifenschacht an den Schleifenlitzen wie erwähnt beschriftet. Zudem werden die Schleifenzuleitungskabel in allen Schächten mit der Spur beschriftet. Dies gilt auch für die Kabelenden in den Auswerteeinheiten.

#### Material

Doppelfarbige PVC-Schilder, schwarz-weiss mit 2 x 2 Loch zur Befestigung am betreffenden Kabel mit 2 Kabelbindern.

#### Schrift

Die Schilder werden graviert. Schriftgrösse 6 mm. Schriftfarbe weiss auf schwarzem Grund.

### 20. Isolationswiderstand

Messspannung : 500 Volt effektiv

Messwerte:

> 50 MOhm	sehr guter Isolationswert
20 - 50 MOhm	guter Isolationswert
1 - 20 MOhm	genügender Isolationswert
< 1 MOhm	Schleife muss ersetzt werden

## **21. Leitungswiderstand**

Leitungswiderstand inkl. Zuleitung: < 15 Ohm

## **22. Induktivität**

Messfrequenz 1 kHz

Messwerte: Empfohlen 40 - 300  $\mu\text{H}$   
Max. zulässig 30 - 500  $\mu\text{H}$