

# Induktionsschleifen

## Ausführungsformen

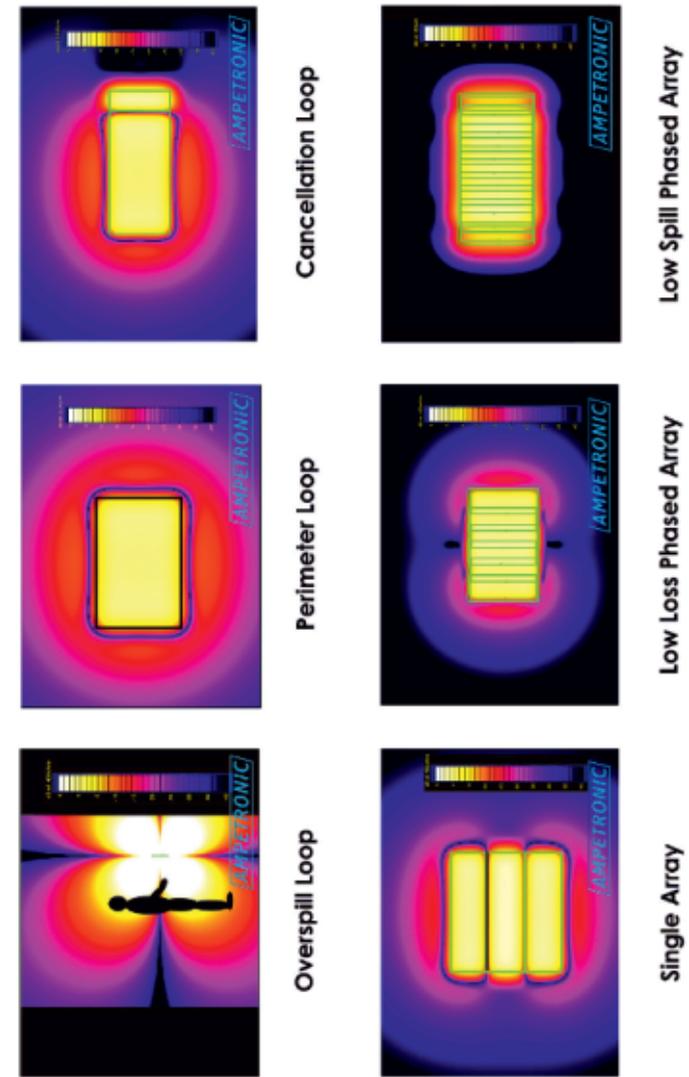


Bild 6 Übersicht über die unterschiedlichen Schleifenarten und der resultierenden magnetischen Felder (Quelle: Ampetronic)

## Realisation

### Wahl des Kabels / Verlegung

Die Wahl des Kabels ist bestimmt durch die gewählte Art der Verlegung.

- Es gibt prinzipiell zwei Möglichkeiten:
  - Verlegung in der Wand oder in Sockelleisten  
Prinzipiell kann jedes handelsübliche Kabel eingesetzt werden. Auf eine ausreichende Isolierung ist zu achten. Zu beachten ist, dass PVC-Leitungen nicht direkt in der Erde oder in Beton verlegt werden, da die chemischen Ausdünstungen und Alkalien auf Dauer die Kabelisolierung angreifen und damit früher oder später die Induktionsschleife zerstören. Spezielle Polyethylen-Kabel bieten eine deutlich widerstandsfähigere Isolation als herkömmliche Leitungen und damit auch ein Maximum an Zuverlässigkeit, wenn die Induktionsschleife z.B. im Estrich verlegt werden muss.
  - Verlegung im Fußboden  
Auf dem Estrich, unterhalb des zu verlegenden Bodenbelags (PVC, Teppichboden, Fliesen, etc.) bietet sich der Einsatz der dazu speziell geschaffenen Kupferflachbandkabel an.



Bild 7: Kupferflachbandkabel, Abdeckband

Der Untergrund ist gegen die alkalischen Bestandteile von Beton, Estrich, usw. zu sperren. Unversiegelter Beton oder ähnliche Materialien beinhalten starke Alkalien, die im Laufe der Zeit die Folien zerstören können. In jedem Fall ist ein zuvor geschliffener, trockener, staub- und fettfreier Untergrund Voraussetzung. Das Flachbandkabel ist möglichst mit einem Schutz- und Warnband abzudecken, um spätere Beschädigungen zu vermeiden.

Der zu wählende Kabelquerschnitt ergibt sich aus dem zu erwartenden Kabelwiderstand und wird im Rahmen der Simulation errechnet. Die Werte liegen in der Regel zwischen 0,5 und maximal 2 Ohm. Üblich sind Querschnitte von 0,75 bis 5 mm<sup>2</sup>.

### Kabel für Zuleitung

Zuleitungen sollten möglichst großen Querschnitt aufweisen (geringer zusätzlicher Widerstand) und in jedem Fall verdreht sein - hier bieten sich handelsübliche, hochwertige Lautsprecherkabel an.



Bild 8: 4-adriges Lautsprecherkabel

## Inbetriebnahme

### Einmessen der Induktionsschleifenanlage gemäß DIN EN 60118-4:2018

Ausführender: in der Regel ein Ingenieurbüro oder Fachbetrieb  
Auszuführen möglichst im bezugsfertigen Gebäude bei betriebsbereiter Beschallungstechnik

- Einmessen der Induktionsschleifenanlage gemäß DIN EN 60118-4:2018,
  - als Nachweis der ordnungsgemäßen Justierung der Anlage
  - Messung an mindestens sechs Messpunkten
  - Kontrollmessung der magnetischen Störfelder im Raum zur Sicherstellung des störungsfreien Schleifenbetriebes
  - Frequenzanalyse des Nutz- und Störspektrums (letzteres bei festgestellten Störungen)
- Einstellen der Schleifenströme und des Metall Loss Correctors, Messung der Feldstärke und des Frequenzgangs nach DIN EN 60118-4:2018.
- Dokumentation der Messung und der Analyse

## Kleine Helferlein

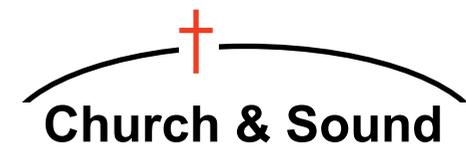


«LPU-1 DIR»: Ringschleifenempfänger bzw. Kinnbügelhörer von Auditoropa

«ILA-E»: Induktionsschleifen-Empfänger zur schnellen und unkomplizierten Funktionsüberprüfung und Mithören von Phoenix

«PROLOOP FSMplus»: Messgerät für die Messung magnetischer Feldstärken von Ringschleifenanlagen von Auditoropa

«Listener»: Induktionsschleifen-Empfänger zur Funktionsüberprüfung und zum Mithören über Lautsprecher oder Ohrhörer von Univox by Edin



Dipl.-Ing Rainer Zincke, Ingenieurbüro

Als Ingenieurbüro übernehmen wir

- Planung induktiver Höranlagen
- die messtechnische Begleitung
- die computerbasierte Simulation und Auslegung (Loopdesign)
- die Lieferung der (Flachband-) Kabel und
- die Lieferung der Schleifenverstärker
- die Lieferung der „Helferlein“
- die Einmessung nach DIN EN 60118-4:2018

und  
→ beraten, planen, liefern und installieren Licht-, Ton-, Konferenz-, Veranstaltungs-, Bühnen- und Medientechnik

Wir sind gelisteter Fachhändler:



**Church & Sound**  
Dipl.-Ing. Rainer Zincke, Ingenieurbüro  
Am Buschfeld 18  
12353 Berlin  
Tel. 030.605.8542  
E-Mail: info@church-and-sound.com  
[www.church-and-sound.com](http://www.church-and-sound.com)



# barrierefrei hören



## IndukTive Höranlagen für Schwerhörige



[www.barrierefrei-hoeren.de](http://www.barrierefrei-hoeren.de)

# Induktionsschleifen

## Intro

Der Einbau von Hörhilfanlagen in Veranstaltungsräumen ist nicht in das Belieben der Betreiber gestellt. Das Bundes-Behindertengleichstellungsgesetz (BGG), an dem sich auch die Landesgleichstellungsgesetze orientieren, stellt entsprechende Forderungen, In §4 heißt es sinngemäß, dass barrierefrei zu erstellende Gebäude und Räume

1. in der allgemein üblichen Weise
2. ohne besondere Erschwernis und
3. grundsätzlich ohne fremde Hilfe

erreichbar und nutzbar sein müssen. Es steht außer Frage, dass in öffentlichen Gebäuden nach der jeweiligen Landes-Bauordnung (zumindest in Teilbereichen) barrierefreie Nutzungen möglich sein müssen, auch wenn dieses vielleicht bei einem Umbau nicht für das gesamte Gebäude zu realisieren ist. Wenn man die barrierefreie Nutzung im umfassenden Sinne und nicht nur für die häufig zitierten Rollstuhlfahrer gewährleisten will und muss, so gehört für Menschen mit Höreinschränkungen dazu, dass sie z. B. auch einem Gottesdienst, einer Theater- oder Kinodarbietung oder einer Vorlesung in der allgemein üblichen Weise, ohne besondere Erschwernis und grundsätzlich ohne fremde Hilfe folgen können.

Nach §6 (3) BGG6 haben hörbehinderte Menschen nach Maßgabe der einschlägigen Gesetze das Recht, auch „andere geeignete Kommunikationshilfen“ als die Deutsche Gebärdensprache zu verwenden. Hierzu zählt auch die Hörunterstützung durch technische Anlagen, wie z. B. Induktive Höranlagen.

Generell plädieren alle europäischen Schwerhörigenverbände bei ortsfesten Anlagen im Sinne der allgemeinen Teilhabe für die **Induktionsvariante** und raten von funk- oder infrarotbasierten Anlagen ab.

Nur die Induktionsanlagen entsprechen der Forderung nach §4 BGG (in der allgemein üblichen Weise ohne besondere Erschwernis und grundsätzlich ohne fremde Hilfe), sie ist für Menschen mit Hörhilfen sofort einsetzbar und steht für eine optimale Übertragung, unabhängig von zusätzlichen Gerätschaften, notwendigen Batterien etc..

Jeder Bauherr und Veranstalter, wie auch jede Kirchengemeinde, sollte die technische Umsetzung einer Induktionsschleife - auch bei einer späteren Einrichtung - prüfen lassen.

Auszug aus DIN 18041:2004-05, Seite 19:

„Schwerhörige benötigen im Vergleich zu Guthörenden einen deutlich höheren Direktschallanteil bei entsprechend verringerten Diffus- und Störschallanteilen. Deshalb sind für diese Personen übliche Beschallungsanlagen mit Lautsprechern im Allgemeinen nicht ausreichend. Vielmehr ist ein direktes Einspielen der akustischen Signale zum jeweiligen Schwerhörigen notwendig. Dazu sind parallel zur normalen Sprachbeschallungsanlage spezielle Systeme zu installieren. Ein solches System muss unter Umständen auch in Räumen zur Verfügung stehen, in denen für Guthörende keine Beschallungsanlage notwendig ist.“

## Funktionsweise

Um einen oder mehrere von Strom durchflossene Leiter (Draht) baut sich ein Magnetfeld nach dem physikalischen Prinzip der Wechselstromspule auf. Wird der Leiter zu einer Schleife geformt, so addieren sich die magnetischen Feldvektoren innerhalb dieser Schleife. Wird ein Signal (Sprache oder Musik) über einen speziellen Konstantstromverstärker in diese Drahtschleife eingespeist, entsteht ein schwaches, im Rhythmus der Sprache oder Musik moduliertes Magnetfeld, das über die im Hörgerät eingebaute sogenannte T-Spule („T“ wie Telefon - hier wurde diese Technik zuerst angewandt) aufgenommen werden kann.

Im Hörgerät wird dieses Signal wieder in hörbaren Schall umgewandelt. Wird diese T - Option aktiviert, schaltet sich das im Hörgerät eingebaute Mikrofon ab, somit sind alle Nebengeräusche (Raumhall, Publikumsgeräusche etc.) ausgeblendet. Der Hörgeräteträger hört klar und störungsfrei nur das gewünschte Nutzsignal.

Die Übertragung funktioniert nach dem Prinzip des Transformators bei loser Kopplung. Die meist im Boden verlegte Drahtschleife stellt die Primärwicklung, die T-Spule im Hörgerät die Sekundärwicklung des Transformators dar.

## Prinzipieller Aufbau

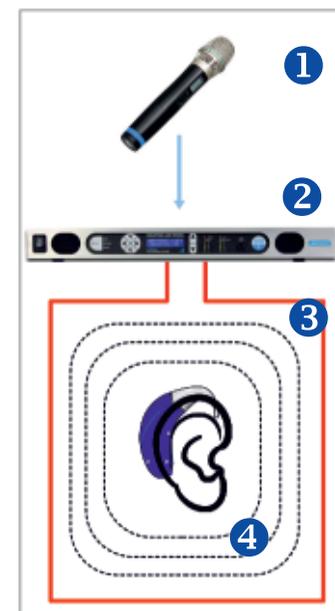


Bild 1: Prinzipielle Funktionsweise

- 1 Von einer vorhandenen Beschallungsanlage, Einspieler oder einem separaten Mikrofon abgenommen
- 2 wird das Signal in einen Induktionsschleifenverstärker eingespeist.
- 3 Der Verstärker speist an seinem Ausgang mit konstantem Strom eine Kabelschleife bzw. speziell zusammen geschaltete Schleifen.
- 4 Der Strom in dieser Leitung erzeugt ein Magnetfeld in dem Bereich der Zuhörer.

Das Layout der Schleife kann im einfachsten Fall ein Schleifendraht sein, der z.B. in den Sockelleisten raumfassend verlegt wird, eine sogenannte **Perimeterschleife**.

Für versorgte Bereiche mit einer maximalen Breite von bis zu 6 m ist dies die ideale Lösung.

## Ausführungsformen

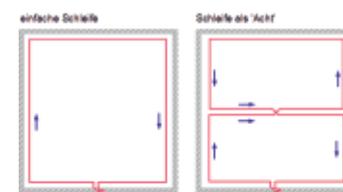


Bild 2: Einfache Perimeter- (links) und eine Mehrschleifenschleife (rechts - hier in Form einer Acht)

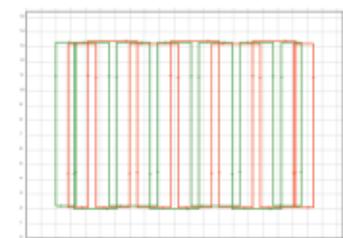


Bild 3: Komplexe LOS - Schleife Zwei Mehrschleifenschleifen überlagert und phasenversetzt angesteuert

In größeren bzw. quadratischen Räumen ist, soweit baulich möglich, eine **segmentierte Schleife** bzw. „**Single array Schleife**“ genannt, anzustreben, die kurzen Kanten des Rechtecks sollten eine Länge von 6 m nicht weit überschreiten.

Eine weitere Sonderform sind **LOS - ‚Low Overspill‘** - oder auch **‚Phased Array‘ - Schleifen**.

Hier werden zwei unabhängige, mit phasenverschobenem Signal gespeiste Schleifen überlagert. Es wird eine bessere Abschirmung nach außen hin (bedingte Abhörsicherheit) wie auch eine sehr homogene Versorgung im Raum erreicht.

Alternativ zur Auslegung einer Schleife im ganzen Raum gibt es immer die Möglichkeit, nur einen kleinen Teilbereich abzudecken und ihn für die Besucher entsprechend zu kennzeichnen.

## Bauliche Voraussetzungen

Nicht überall, wo es wünschenswert wäre, werden akzeptable bzw. gute Bedingungen für die Verlegung einer Induktionsschleife vorgefunden.

Ist die Induktionsschleife in einem fertigen Raum nachzurüsten, ist eine bauliche Umsetzung häufig mit hohen Kosten verbunden bzw. schwierig umzusetzen. Hier empfiehlt es sich, größere Renovierungs- oder Sanierungsarbeiten abzuwarten, wie die Verlegung eines neuen Bodenbelags, Elektro- oder Heizungsarbeiten.

### Metallverluste

Metallverluste sind ein allgegenwärtiges Problem. Sie entstehen durch elektrisch leitende und magnetisch aktive (ferromagnetische) Bestandteile in der Bausubstanz. Dies geschieht besonders, wenn sie in sich verbundene, elektrisch leitende Rechtecke oder Kreise bilden. Typisch dafür steht Stahlbeton, der in fast allen modernen Bauten verwendet wird, hier besonders Armierungsgitter, und metallische Rahmenkonstruktionen von abgehängenen Decken, Sprinkleranlagen etc.. Diese Materialien agieren quasi als Sekundärwicklung (siehe oben) und dämpfen und schwächen das induktive Feld.

## Die Norm, DIN EN 60118-4

In der DIN EN 60118-4 sind alle Auslegungs- und Betriebsparameter induktiver Hörunterstützung in Verbindung mit Hörgeräten verbindlich festgelegt.

Die wesentlichen Inhalte der DIN EN 60118-4 betreffen die magnetische Feldstärke, den Frequenzgang und die Störabstände zu Neben- und Hintergrundgeräuschen induktiver Höranlagen.

Im Einzelnen:

- Nominale Feldstärke: -20dB ref. 1A/m @ 1kHz – unbewertet
- Maximale Feldstärke: -8dB ref. 1A/m @ 1kHz – unbewertet
- Frequenzbereich: 100Hz – 5kHz +/- 3dB – unbewertet
- Störabstand: min. -32dB ref. 0,4A/m – A bewertet

Diese Werte sind in der gesamten induktiv versorgten Fläche einzuhalten.

## Planung

Die Planung erfolgt in zwei Schritten.

### Schritt 1: Grobplanung

Ausführender: in der Regel das Planungsbüro, Grundlage für die LV

Im Schritt 1 steht die prinzipielle Auslegung der Schleife unter Einbeziehung der gebäude- und veranstaltungstechnischen Rahmenbedingungen im Vordergrund. Fragen bezüglich der räumlichen Abdeckung, der Abgrenzung zu anderen Räumen und eine eventuell notwendige Abhörsicherheit fließen in die Festlegung der prinzipiellen Konzeption der Schleife ein und beantwortet, ob eine einfache Perimeter-, eine Mehrsegment- oder komplexe LOS-Schleife (low overspill) zu planen ist.

Die darauf folgende detaillierte Auslegung ist nur mit Kenntnis der genauen Metallverluste, Störfelder und Hintergrundgeräusche möglich. Lassen sich Metallverluste bei Neubauten eventuell noch grob schätzen, sind Störfelder von vielen, auch äußeren Gegebenheiten beeinflusst, sodass auch eine grobe Abschätzung oft nicht zielführend ist. Die meisten Ausschreibungen (LVs) basieren in der Regel auf einer reinen fiktiven Planung ohne messtechnische Verifikation.

### Schritt 2: Detailplanung

Ausführender: in der Regel ein Ingenieurbüro oder Fachbetrieb

Hier wird basierend auf der vorangegangenen Planung und der Messergebnisse die Auslegung der Schleife und der notwendige Schleifenstrom berechnet und dokumentiert. Letzterer bestimmt die Auswahl der Gerätschaften, siehe folgende Seite.

## Messungen

### Metallverlust-, Störfeld- und Hintergrundmessung

Ausführender: in der Regel ein Ingenieurbüro oder Fachbetrieb

Diese Messung am realen Gebäude unter möglichst bereits funktionierender Gebäudetechnik teilt sich in zwei getrennte Messabläufe:

#### ► Störfeld- und Hintergrundmessung:

Die Induktionstechnik fußt auf ein aufzubauen- des, modulierte Magnetfeld. Nun sind in der Realität leider aber weitere, störende Magnetfelder vorhanden, die hauptsächlich durch elektrische Leitungen, Transformatoren und Verbraucher erzeugt werden. Im städtischen Umfeld kann zum Beispiel eine vorbeifahrende Straßenbahn, die U-Bahn oder ein kleine Umspannstation im Gebäude massive Störungen verursachen.

→ Messung der magnetischen Störfelder im Raum zur Sicherstellung des störungsfreien Schleifenbetriebes inklusive der Frequenzanalyse des festgestellten Störspektrums

► **Messung von Metallverlusten** gemäß DIN EN 60118-4:2018 Metallverluste lassen sich durch Vergleichsmessung bestimmen. Hierzu wird temporär eine 'genormte' Schleife im Raum ausgelegt (deren Sollwerte bekannt sind) und die sich ergebene reale magnetische Feldstärke gemessen und in Relation zu den Sollwerten interpretiert.

→ Feldstärkemessung an mehreren signifikanten Punkten  
→ Frequenzanalyse



Bild 4: Meßtechnik (Ampetronic Loopworks)

## Computerbasiertes Loopdesign

Ausführender: in der Regel ein Ingenieurbüro oder Fachbetrieb

Basierend auf der vorangegangenen Planung unter Berücksichtigung der Messergebnisse wird die Auslegung der Schleife, mögliche Kabelquerschnitte und der notwendige Schleifenstrom berechnet und dokumentiert. Letzterer bestimmt letztlich die Auswahl des Verstärkers.

► **Schleifenplanung** auf Grundlage der obigen Messergebnisse

► **Erstellen von Verlegungsplänen**, Abstandsangaben und Lage der Schleifen inklusive Darstellung der Kreuzungspunkte bezüglich des errechneten Schleifendesigns als Grundlage für die Verlegung

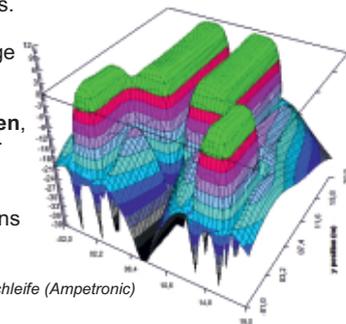


Bild 5: Simulation einer Achter-Schleife (Ampetronic)