



Spurführungssystem HG 895

Revision D (deutsch)	Entw. von: W.M.
Stand: 11.03.1999	Gez.: RAD / H.B.
Götting KG, Celler Str. 5, D-31275 Lehrte - Röddensen (Germany), Tel.: +49 (0) 51 36 / 80 96 -0, Fax: +49 (0) 51 36 / 80 96 -80, eMail: techdoc@goetting.de, Internet: www.goetting.de	

Inhalt

1	Spurführungssystem.....	3
1.1	Kurzbeschreibung.....	3
1.2	Systemkomponenten	3
1.3	Aufgaben des Systems	3
1.4	Funktionsbeschreibung	4
1.5	Mögliche Systeme.....	5
1.5.1	Spurführung von KFZ (robuste Außenanwendung, großer Abstand Draht <-> Lenksensor)	5
1.5.2	Spurführung FTS Low Cost Anwendungen in Mehrfrequenzanlagen	6
1.5.3	Spurführung mit Lenkreglern.....	7
1.5.3.1	Spurführung eines FTF in zwei Fahrtrichtungen	7
1.5.3.2	Spurführung eines Staplers in zwei Fahrtrichtungen	8
2	Bodenanlagen	9
2.1	Allgemeines.....	9
2.2	Unterschiedliche Antennenanordnungen	9
2.3	Geeignete Montage der Antennensysteme	10
2.3.1	Kreuzspulensystem	10
2.3.2	System mit 2 Raymondspulen.....	10
2.4	Anforderungen an den Boden.....	10
2.5	Einfrequenzanlagen	11
2.6	Mehrfrequenzanlagen	11
3	Technische Daten	13
3.1	Gesamtsystem.....	13
3.2	Generator HG 574	13
3.3	Generator HG 575	14
3.4	Lenkantenne HG 193	14
3.5	Lenkantenne HG 19330	14
3.6	Lenkantenne HG 19510	15
3.7	Auswerter HG 73xx0	15
3.8	Dokumentationen zu den Einzelkomponenten.....	16
4	Abbildungsverzeichnis	17
5	Tabellenverzeichnis.....	18
6	Stichwortverzeichnis.....	19

1 Spurführungssystem

Das System besteht aus mehreren Komponenten, die je nach Einsatzfall und Kundenwunsch kombiniert werden können. Diese Systembeschreibung ist dafür gedacht, Ihnen einen allgemeinen Überblick über Aufbau und Funktionsweise des Spurführungssystems HG 895 zu geben. Für ausführlichere Informationen zu einzelnen Komponenten greifen Sie bitte auf die getrennt erhältlichen Einzeldokumentationen zurück (in Abschnitt 3.8 auf Seite 16 finden Sie eine Auflistung der zu den einzelnen Geräten erhältlichen Dokumentationen).

1.1 Kurzbeschreibung

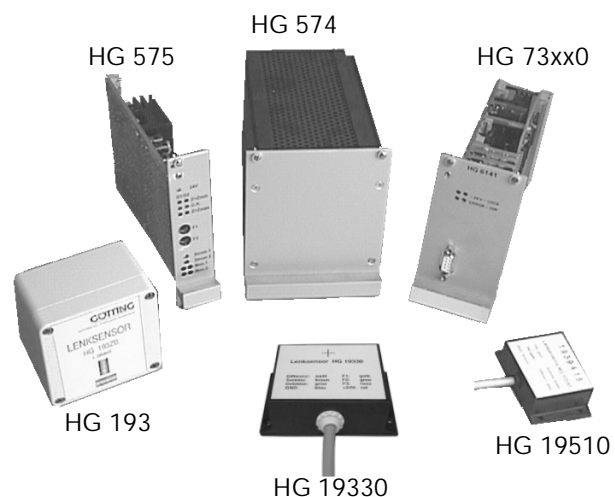
Zur Spurführung von fahrerlosen Systemen haben sich induktive Systeme bewährt. Das Spurführungssystem HG 895 ermöglicht es, ein freibewegliches Fahrzeug entlang eines stromdurchflossenen Leitdrahtes zu führen. Um die Anforderungen eines solchen Systems in Bezug auf die Genauigkeit zu erfüllen, wurden mehrere Lenksensoren entwickelt.

1.2 Systemkomponenten

Bild 1 Die möglichen Systemkomponenten

Das System besteht aus vier verschiedenen Komponenten:

1. Generator HG 574 / HG 575
2. Lenkantenne HG 193 / HG 19330 / HG 19510
3. Auswerter HG 73xx0
4. Bodenanlage (vom Anwender zu erstellen)



1.3 Aufgaben des Systems

1. Erzeugung eines magn. Wechselfeldes entlang des Leitdrahtes
2. Detektion der Magnetfeldkomponenten
3. Berechnung des seitlichen Versatzes (x) zum Leitdraht
4. Ausgabe der Stellgröße

1.4 Funktionsbeschreibung

Der Generator speist in den im Boden verlegten Leitdraht einen Strom ein. Entlang des Leitdrahtes entsteht ein magnetisches Wechselfeld.

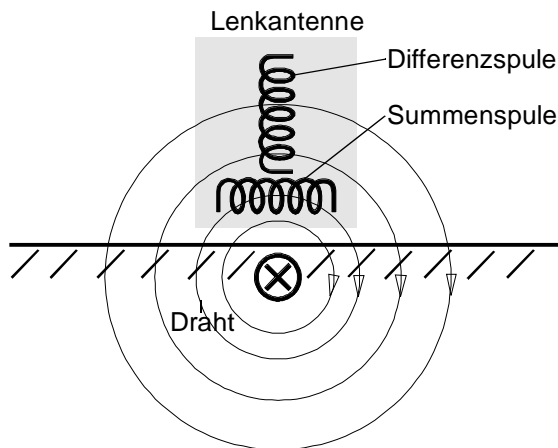


Bild 2 Magnetfeld des Leitdrahtes

Die Lenkantenne detektiert Feldlinienanteile in horizontaler und vertikaler Richtung

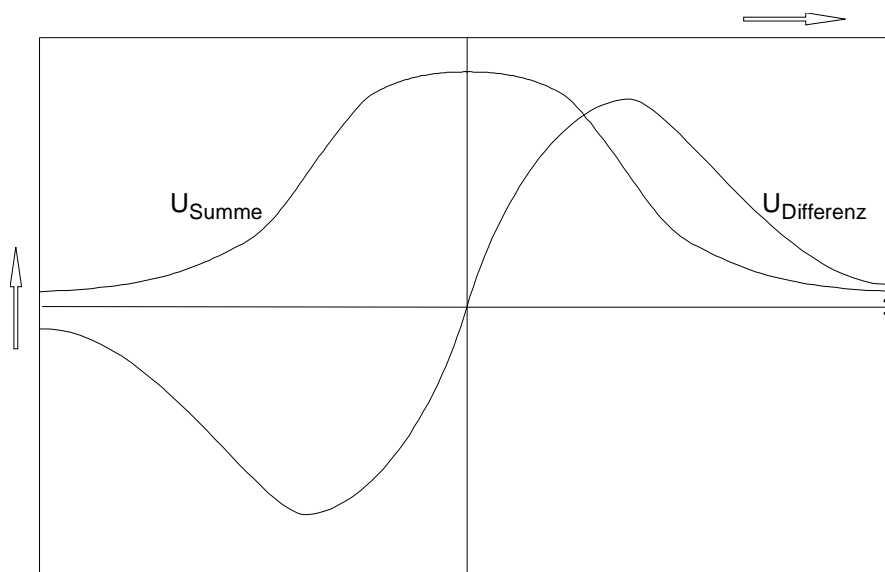


Bild 3 Induzierte Spannung in Summen- und Differenzantenne

Der charakteristische Spannungsverlauf der horizontalen Feldlinienanteile (= Summenspannung) quer zum Draht gleicht einer Glockenkurve. Der Spannungsverlauf der vertikalen Feldlinienanteile (= Differenzspannung) zeigt in einem bestimmten Abstand links und rechts vom Draht ein positives und ein negatives Maximum und durchläuft direkt über dem Draht „Null“.

Die Ausgangsspannungsverläufe der Lenksensoren HG 193 und HG 19330 entsprechen denen aus Bild 3. Zusätzlich ist ein Schaltausgang vorhanden, der nach Überschreiten einer einstellbaren Summenschwelle anspricht.

Im Auswerter HG 73xx0 werden beide Spannungen verstärkt, synchrongleichgerichtet und vom Prozessor gemessen. Der μP ist durch einen speziellen Rechenalgorithmus in der Lage, den seitlichen Abstand vom Leitdraht unabhängig vom Drahtstrom zu ermitteln. Im μP ist ein Regler mit PD Verhalten implementiert. Weiterhin kann wahlweise eine zweite Lenkantenne an den Auswerter angeschlossen werden, um eine Rückwärtsfahrt des zu regelnden Fahrzeugs zu ermöglichen. Die errechnete Stellgröße wird über die analoge Schnittstelle ausgegeben.

1.5 Mögliche Systeme

1.5.1 Spurführung von KFZ (robuste Außenanwendung, großer Abstand Draht \leftrightarrow Lenksensor)

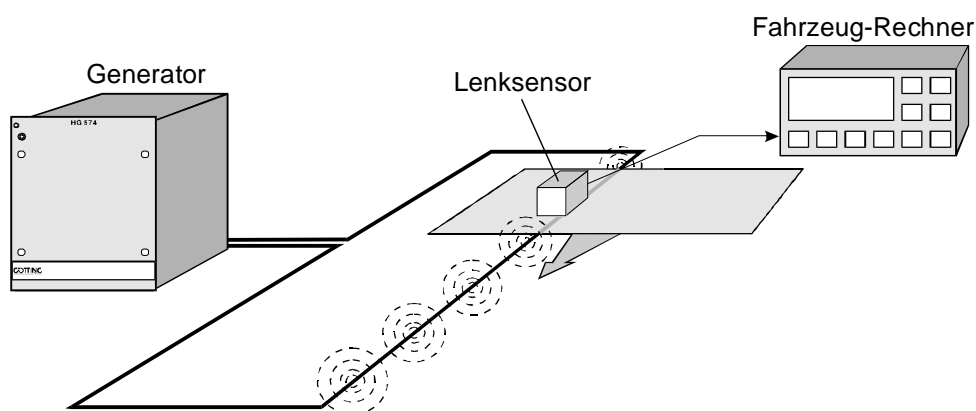


Bild 4 Spurführung eines KFZ (HG 574 / HG 193)

Der Generator HG 574 ist durch seinen hohen Ausgangsstrom in Verbindung mit dem Lenksensor HG 193 besonders für robuste Systeme mit einer relativ großen Einbauhöhe der Antenne geeignet. Die Auswertung der Ausgangsspannung im Fahrzeugrechner ist nicht Bestandteil dieses Systems.

Lesehöhe: 100 bis 400 mm

1.5.2 Spurführung FTS Low Cost Anwendungen in Mehrfrequenzanlagen

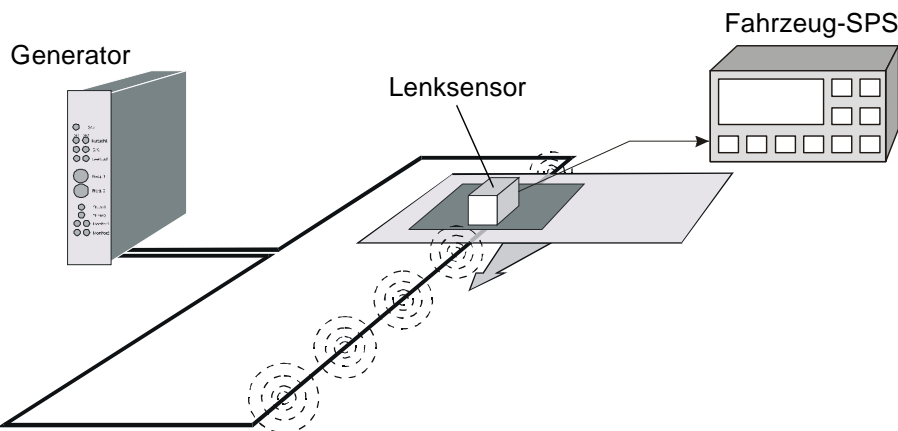


Bild 5 Spurführung eines FTS (HG 575 / HG 19330)

Unser Standard-Lenksensor HG 19330 ist leistungsfähig und gleichzeitig preiswert. Er arbeitet mit einem Kreuzspulensystem zur Aufnahme der horizontalen und vertikalen Feldlinienanteile. Die zu den vertikalen Feldlinienanteilen proportionale Ausgangsspannung ist ein Maß für die seitliche Abweichung (Differenzsignal). Die dabei ausgegebenen Werte gelten für konstanten Fahrstrom und konstante Höhe des Sensors über dem Leitdraht. Über Spindeltrimmer innerhalb des Sensors können fünf wichtige Größen eingestellt werden.

Über die 3 Eingänge (3 Bit; F1 bis F3) kann eine von acht möglichen Frequenzen ausgewählt werden.

Weiterhin ist in den Lenksensor eine Detektorschaltung (Squelch) für die Summenspannung enthalten (entspricht der horizontalen Feldkomponente). Diese gibt einen Null-Pegel aus, wenn die Summenspannung einen bestimmten Wert unterschritten hat. Dadurch kann das Vorhandensein eines Leitdrahtes detektiert werden.

Aufgrund seines äußerst günstigen Preises ist der Lenksensor HG 19330 für „Low-Cost“-FTF-Konzepte bestens geeignet. Er überzeugt dabei durch seine umfangreichen Möglichkeiten.

Mit dem Differenzausgangssignal kann bei mitgelenkten Antennen direkt ein Lenktreiber angesteuert werden.

1.5.3 Spurführung mit Lenkreglern

Bei den folgenden Systemen entlastet der Lenkregler den Fahrzeugrechner bzw. die SPS von den kurzen Taktzeiten eines Regelalgorithmus. Über wenige parallele Leitungen kann die SPS den Lenkregler steuern. Die Lenkregler HG 73x10, 73x20 und 73x30 wurden zur automatischen Führung von Flurförderzeugen entlang eines Fahrdrabtes entwickelt. Sie sind besonders für den Einsatz in Fahrzeugen mit SPS-Steuerung konzipiert, da sie über die entsprechende Schnittstellen verfügen.

Es existieren Ein- und Mehrfrequenz-Lenkregler (letztere sind in der Lage, eine von acht möglichen Frequenzen als Fahrfrequenz zu erkennen, selbst wenn gleichzeitig bis zu vier Frequenzen im Boden vorhanden sind). Die Ausgangsspannung zum Steuern des Lenkmotors ist im Bereich $\pm 9\text{ V}$ in Hub und Offset konfigurierbar. Der Lenkregler enthält keinen Leistungstreiber.

1.5.3.1 Spurführung eines FTF in zwei Fahrrichtungen

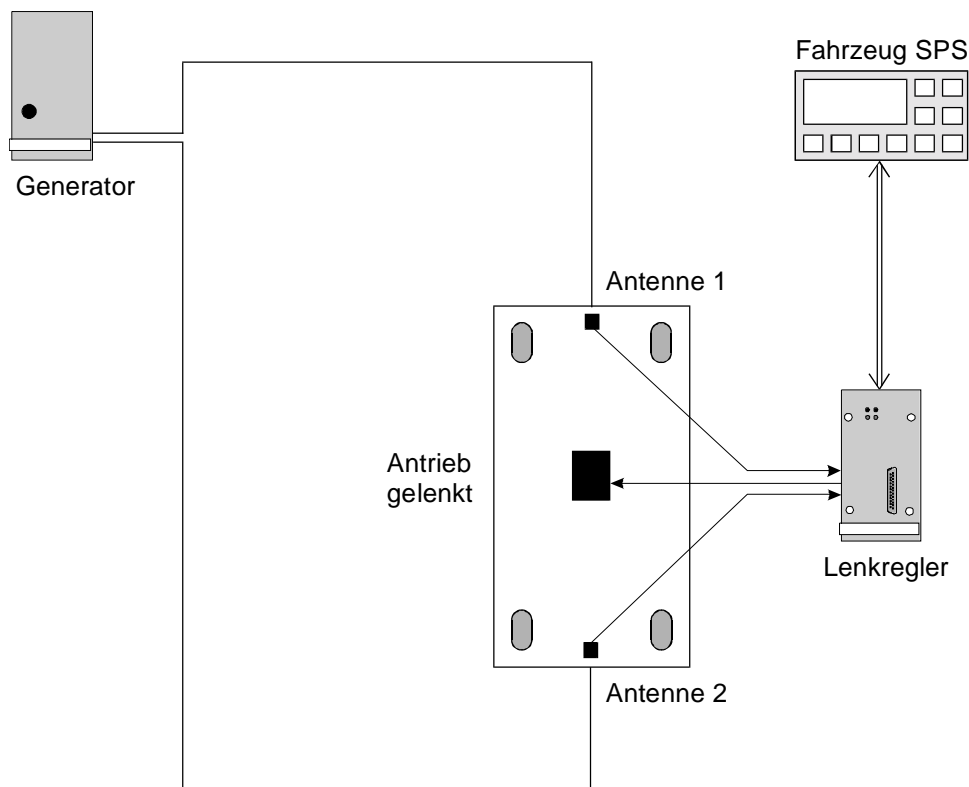


Bild 6 Spurführung eines FTF in zwei Fahrrichtungen

1.5.3.2 Spurführung eines Staplers in zwei Fahrrichtungen

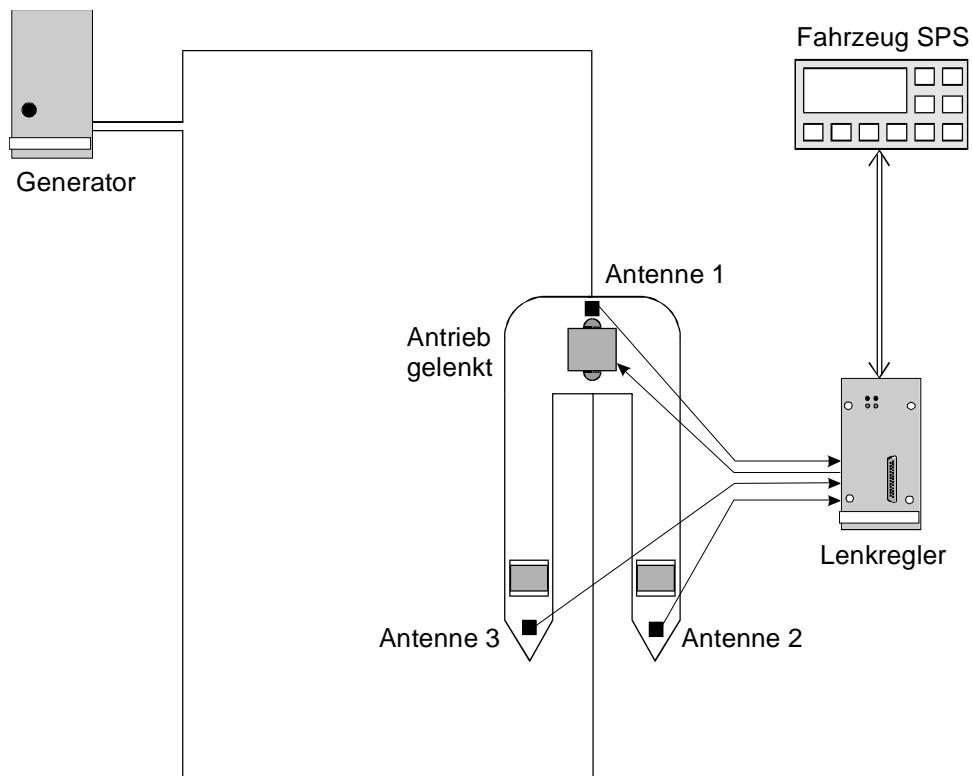


Bild 7 Spurführung eines Staplers in zwei Fahrrichtungen

Für die Lenkregler unter 1.5.3.1 und 1.5.3.2 stehen folgende Ausführungen zur Verfügung

vorne Kreuzspule/hinten Kreuzspule	nur vorne Kreuzspule	vorne Kreuzspule/hinten 2 Summenspulen (Stapler)	Bodenanlage
73130	73120	73110	Einfrequenz
73230	73220	73210	Mehrfrequenz

Tabelle 1 Lenkregler-Ausführungen

2 Bodenanlagen

2.1 Allgemeines

Gegenstand dieser Beschreibung ist nicht die notwendige mechanisch-/bauphysikalische Beschaffenheit der Böden, sondern es werden die Geometrie und die elektromagnetischen Eigenschaften der Bodenanlage erörtert.

Die Betrachtungen gelten insbesondere für Verwendung der Lenk(-Fahr)-Reglerfamilie HG 73xx0 in Ein- oder Mehrfrequenzanlagen.

2.2 Unterschiedliche Antennenanordnungen

Bei den hier betrachteten Lenkreglern gibt es zwei unterschiedliche Antennenanordnungen: Die sogenannten Raymondspulen beim HG 73x10 im hinteren System für Gabelmontage, die Kreuzspule bei den anderen Reglern und Richtungen. In der folgenden Tabelle werden die Eigenschaften beider Prinzipien gegenübergestellt:

Kreuzspule		Raymondspulen	
👍	Messung des Feldes in einem Punkt	👎	Messung des Feldes an 2 unterschiedlichen Orten
👍	Geringe Empfindlichkeit gegen Armierungen, da beide Spulen gleichmäßig betroffen sind	👎	Schlechte Eigenschaften bei Armierungen und asymmetrischen Einflüssen
👍	Meßbereich theoretisch unbegrenzt und linear	👎	Meßbereich auf Spulenabstand begrenzt
👍	Fahren neben dem Draht möglich (Offsetfahrt)	👎	Keine Offsetfahrt möglich
👍	Exaktes Fahren über dem Draht durch scharf begrenzten Polaritätswechsel des vertikale Feldanteils	👎	Durch Differenzbildung von 2 starken Signalen prinzipiell ungenauer und störempfindlich
👍	Weiter eindeutiger Fangbereich, eindeutige Vorzeichenbildung	👎	Fangbereich nur innerhalb der Spulen, außerhalb Vorzeichen mehrdeutig!
👎	Großer Fehler bei rechtwinkligen Kreuzungen bzw. Ableitern bei Einfrequenzanlagen	👍	Unempfindlich gegen Kreuzungen und Ableiter.
👎	Ein Abstand ca. entsprechend der Einbauhöhe muß oberhalb der Antenne metallfrei sein	👍	Geringe Empfindlichkeit gegen Metall über den Antennen
👎	Schlechte Eigenschaften bei flacher Feldausbreitung, d. h. bei großer Höhe über dem Draht	👍	Gute Eigenschaften bei flacher Feldausbreitung, d.h. bei großer Höhe über dem Draht

Tabelle 2 Vergleich der zwei möglichen Antennenanordnungen

2.3 Geeignete Montage der Antennensysteme

Aus der Tabelle ergeben sich direkt Konsequenzen für den optimalen Einbau der Antennen.

2.3.1 Kreuzspulensystem

Aus regeltechnischen Gründen ist die mitgelenkte Montage mittels eines Kunststoffhalters vor dem Antriebsrad vorzuziehen. Dieser Einbau ist außerdem wegen der Empfindlichkeit gegen Störeinflüsse von oben (PWM des Antriebs) günstiger. Es wurden auch schon Fahrzeuge mit fest am Rahmen montierter Antenne ausgerüstet; bei diesen sind dann jedoch nur große Kurvenradien möglich, da sonst die Antenne relativ zum Führungsdraht um bis zu 90° gedreht wird, so daß keine Spannungen mehr induziert werden.

Bei starrer oder kürzerer Anbringung vor der Lenkachse sowie für Lenkung im Handbetrieb ist ein Lenkpoti vorzusehen.

Die Ausgangsspannungen dieser Antennensysteme müssen in der Regel nicht nachgestellt werden, da sie für diesen Einsatzfall abgeglichen sind.

Der Drahtstrom ist derart einzustellen, daß ein Abtastwert von 300 bis 600 Sampels mittig über dem Draht bei Nennhöhe erreicht wird (s. Dokumentation HG 73xx0 Kapitel Inbetriebnahme – Terminalprogramm – Statuszeile).

2.3.2 System mit 2 Raymondspulen

Hier werden die Systeme in den Gabelzinken montiert. Ein zum Draht hin geneigter Einbau mittels Keil sowie Ausschnitte in den Gabeln sind vorzusehen. Von den Antennen aus muß der Draht in jeder Hubhöhe zu „sehen“ sein. Auch hier sollten die Antennen in einem gewissen Abstand zu den Bockrollen in der entsprechenden Fahrtrichtung montiert werden.

In dieser Anwendung muß die Verstärkung der beiden Summensignale angehoben werden; die Differenzkanäle werden nicht ausgewertet (s. auch Dokumentation HG 19510). Auch hier muß in Nennhöhe und vorgegebenem Strom bei mittig zwischen den Sensoren liegendem Draht je Kanal ein Abtastwert von 300 bis 600 Sampels erreicht werden.

2.4 Anforderungen an den Boden

- Die zulässige Punktbelastung, Flächenbelastung, Oberflächenhärte und Biegezugfestigkeit dürfen nicht überschritten werden.
- Ein ausreichender Reibungsbeiwert muß über die gesamte Anlagenbetriebszeit gewährleistet sein.
- Die Spurführungsdrähte müssen derart verlegt werden, daß keine Leiterbrüche auftreten (Dehnungsfugen beachten, etc.). Leiterbrüche haben die unangenehme Eigenschaft, daß durch das elektrische Feld u. U. dem Lenkregler ein magnetisches Feld angezeigt wird, dem aber keine Richtung zugeordnet werden kann. Die Reichweite dieses Feldes ist jedoch gering. Die Diagnose wird beim Einsatz des Generators HG 575 durch die Drahtbruchanzeige erleichtert.

- Metallansammlungen können wegen der Ablenkung des Magnetfeldes den Betrieb stören, es gelten folgende Richtwerte:
 - ♦ Mindesttiefe von Stahlgeflechtmatten unter Draht: 40 mm
 - ♦ Mindesttiefe von Stahlplatten und Trägern unter Draht: 60 mm
- Kabelkanäle und Schachtabdeckungen aus Metall müssen einen Mindestabstand von ca. ± 250 mm zum Leiter bei einer Kreuzspulantenne – bzw. zu einer Längsspule (Raymondspule) – einhalten.
- Der Erdableitwiderstand muß im Bereich $10^3 \text{ Ohm} < RE < 10^6 \text{ Ohm}$ liegen, wobei die obere Grenze aus der VDI-Richtlinie 3645 folgt. Die untere Grenze ist nicht exakt definierbar, je höher die Bodenleitfähigkeit, desto größer die Felddämpfung und ungenauer die Spurführung.

2.5 Einfrequenzanlagen

Aufgrund der Empfindlichkeit der für die normale Fahrt eingesetzten Kreuzspulensysteme, sind die in Einfrequenzanlagen unvermeidlichen Kreuzungen und Ableiter grundsätzlich virtuell zu überfahren.

Da mit den Lenkreglern HG 73xx0 eine „Freifahrt geradeaus“ über eine begrenzte gerade Strecke ausgeführt werden kann, dürfen auch Kreuzungen und Ableiter nur auf geraden Streckenabschnitten installiert werden, auf denen sich das Fahrzeug bereits in Geradeausfahrt stabilisiert hat. Eine Ausnahme kann bei Kreuzungen dort gemacht werden, wo es gelingt, die kreuzenden Drähte so zu schalten, daß sich die Magnetfelder der Ströme aufheben. Das heißt, Anfang und Ende der Schleifen müssen entsprechend festgelegt werden, und die Generatoren müssen gleichphasig arbeiten.

Ableiter und Kreuzungen können mit dem Transponder-Identsystem HG 393 markiert werden.

2.6 Mehrfrequenzanlagen

- Bei diesen Systemen sollten die Frequenzen nicht dichter als die in der Dokumentation vorgegebenen Defaultfrequenzen ($>10\%$) liegen. Die Generatoren müssen die vom Lenkregler vorgegebene Frequenzen mit einer Genauigkeit von ± 50 Hz einhalten. Auf fahrzeugtypische Störfrequenzen, z. B. durch PWM-gesteuerte Antriebe, dürfen keine Fahrfrequenzen gelegt werden.
- Wie bei der Einfrequenzanlage dürfen keine Drähte mit der gerade aktuellen Fahrfrequenz kreuzen. Da auch Ströme mit anderen Frequenzen einen gewissen Noise erzeugen, ist es empfehlenswert, Kreuzungen in engen Kurven zu vermeiden. Dort fährt ein Fahrzeug immer mit einem gewissen Offset, also mit einem schwächeren Nutzsignal, so daß je nach parametrierter Antennenverstärkung ein Lenkausschlag provoziert werden kann.
- Es sollten in einer Nut nicht mehr als drei Frequenzen gleichzeitig verlegt werden; die Drahtströme der jeweiligen Frequenzen sollten annähernd gleiche Amplitude haben.

- Die Stromsumme aller in einer Nut liegenden Drähte darf 200 mA nicht überschreiten.
- Frequenzwechsel dürfen nicht kurz vor, in oder nach Kurven durchgeführt werden, weil der Regler zum Umschalten 300 bis 400 ms benötigt. In dieser Zeit wird der Lenkwinkel beibehalten und eine gewisse Strecke in Freifahrt zurückgelegt.
- Bei manchen Anwendungen wird vom Fahrzeugrechner eine selbständige Frequenzsuche beim Aufsetzen durchgeführt. Er aktiviert am Regler nacheinander alle Frequenzen, bis eine vorhandene Frequenz rückgemeldet wird.
Im Falle einer ungünstigen Anlagenkonfiguration wird durch transformatorische Kopplung der diversen Leiterschleifen eine nicht in die betreffende Schleife eingespeiste Frequenz erkannt. Der Fahrzeugrechner selektiert nun diese, das Fahrzeug folgt der Schleife und verlässt die gewünschte Fahrspur. **Schon beim Anlagenlayout sollte auf eine Entkopplung der Schleifen durch möglichst kleine gemeinsam umschlossene Flächen geachtet werden.** Zusätzlich kann durch Variation der Einrastschwelle eine Verbesserung erreicht werden.

3 Technische Daten

3.1 Gesamtsystem

	HG 575, HG 19510, HG 73xx0	HG 575, HG 19330	HG 574, HG 193
Leseabstand (Abstand Leitdraht - Unterseite Lese- antenne)	30 bis 150 mm	30 bis 100 mm	100 bis 400 mm
Nennlesehöhe	60 mm	60 mm	200 (vorabgeglichen)
Ausgabe RS 232	über PC mit Terminal- programm konfigurierbar	–	–
Auflösung	1 mm bei Nennlesehöhe	–	–
Ausgabe	Analogspannungsbe- reich ± 9 V, generiert durch PWM (Auflösung 9 Bit) Offset und Hub einstellbar	max. ± 10 V für Summe, Differenz, Offset und Hub einstellbar, Sum- menspannungsdetektor 24 V schaltend	1 bis 11 V Summe, Diffe- renz, Summenspan- nungsdetektor Open Collector
Updaterate	5 ms	–	–
Wiederkehrgenau- igkeit	± 1 mm	1 %	1 %
Abs. Genauigkeit	± 4 mm im Bereich ± 50 mm von der Draht- mitte ± 8 mm im Bereich $>$ ± 50 mm	5 % vom Endwert	5 % vom Endwert

Tabelle 3 Technische Daten Gesamtsystem

3.2 Generator HG 574

HG 574	
Aufbau	Eurokarte in Eurocassetteneinschubgehäuse 20 TE Luftzirkulation darf nicht behindert werden
Stromversorgung	24 V, je nach eingestelltem Strom bis 1 A
Temperaturbereich	0° C bis 50° C
Ausgangssignal	10 kHz, 20 mA bis 750 mA stromgeregelt Anschlußmöglichkeit für große und kleine Schleifen

Tabelle 4 Technische Daten Generator HG 574

3.3 Generator HG 575

HG 575	
Aufbau	Eurokarte in Eurocassetteneinschubgehäuse 6 TE (Luftzirkulation darf nicht behindert werden)
Stromversorgung	24 V, je nach eingestelltem Strom bis 0,3 A
Temperaturbereich	0° C bis 50° C
Ausgangssignal	5 bis 10 kHz, max. 200 mA strom geregelt Anschlußmöglichkeit für große und kleine Schleifen

Tabelle 5 Technische Daten Generator HG 575

3.4 Lenkantenne HG 193

HG 193	
Aufbau	Kreuzspulensystem mit selektiven Verstärkern und Gleichrichtung, f = 10 kHz
Stromversorgung	12 V, 20 mA
Temperaturbereich	0° C bis 40° C
Gehäuse	Polyesterstandardgehäuse Typ T210 80 x 82 x 55 mm, IP65
mech. Belastung	10 g Schock, 2 g 10 bis 55 Hz
Einbauvorschrift	Abstand zu Metallflächen mind. 150 mm

Tabelle 6 Technische Daten Lenkantenne HG 193

3.5 Lenkantenne HG 19330

HG 19330	
Aufbau	Kreuzspulensystem mit selektiven Verstärkern und Gleichrichtung, f = 5 bis 12 kHz
Stromversorgung	24 V, 100 mA
Temperaturbereich	-25° C bis 85° C
Gehäuse	ABS Modulgehäuse 98 x 67 x 31 mm, IP54
mech. Belastung	10 g Schock, 2 g 10 bis 55 Hz
Einbauvorschrift	Abstand zu Metallflächen mind. 150 mm

Tabelle 7 Technische Daten Lenkantenne HG 19330

3.6 Lenkantenne HG 19510

HG 19510	
Aufbau	Kreuzspulensystem mit selektiven Verstärkern
Stromversorgung	10 V 0,05 A (über Auswerter HG 73xx0)
Temperaturbereich	-25° C bis +85° C
Gehäuse	ABS Modulgehäuse Typ 515, 68 x 42 x 23 mm, IP54
mech. Belastung	10 g Schock, 2 g 10 bis 55 Hz
Einbauvorschrift	Abstand zu Metallflächen mind. 150 mm

Tabelle 8 Technische Daten Lenkantenne HG 19510

3.7 Auswerter HG 73xx0

HG 73xx0	
Aufbau	Eurokarte, 12 TE Breite
Stromversorgung	24 V, 330 mA
Temperaturbereich	0° C bis 50° C
Ausgabe Stellgröße standardmäßig	Analogspannung ± 9 V in Hub und Offset konfigurierbar
Anzeige auf Front	LED für Betrieb, 3 LEDs für Richtung, Fehler, Führungsmedium
Anschluß	2 x 64pol. Messerleiste

Tabelle 9 Technische Daten Auswerter HG 73xx0

3.8 Dokumentationen zu den Einzelkomponenten

Sollten Sie ausführlichere Informationen zu einer der Systemkomponenten benötigen, finden Sie im folgenden eine Tabelle, in der aufgelistet ist, welche Dokumentationen verfügbar sind.

Komponente	Datenblatt		Dokumentation	
	deutsch	englisch	deutsch	englisch
HG 193	✓	✓	–	–
HG 19330	✓	✓	–	–
HG 19510	✓	✓	–	–
HG 574	✓	✓	–	–
HG 575	✓	✓	✓	–
HG 73xx0	✓	✓	✓	✓
<ul style="list-style-type: none"> ♦ ✓ = vorhanden ♦ – = nicht vorhanden ♦ i. K. = folgt in Kürze 				

Tabelle 10 Liste der verfügbaren Einzeldokumentationen

4 Abbildungsverzeichnis

Bild 1	Die möglichen Systemkomponenten	3
Bild 2	Magnetfeld des Leitdrahtes	4
Bild 3	Induzierte Spannung in Summen- und Differenzantenne	4
Bild 4	Spurführung eines KFZ (HG 574 / HG 193)	5
Bild 5	Spurführung eines FTS (HG 575 / HG 19330)	6
Bild 6	Spurführung eines FTF in zwei Fahrtrichtungen	7
Bild 7	Spurführung eines Staplers in zwei Fahrtrichtungen	8

5 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Lenkregler-Ausführungen 8

Tabelle 2 Vergleich der zwei möglichen Antennenanordnungen 9

Tabelle 3 Technische Daten Gesamtsystem 13

Tabelle 4 Technische Daten Generator HG 574 13

Tabelle 5 Technische Daten Generator HG 575 14

Tabelle 6 Technische Daten Lenkantenne HG 193..... 14

Tabelle 7 Technische Daten Lenkantenne HG 19330..... 14

Tabelle 8 Technische Daten Lenkantenne HG 19510..... 15

Tabelle 9 Technische Daten Auswerter HG 73xx0..... 15

Tabelle 10 Liste der verfügbaren Einzeldokumentationen 16

6 Stichwortverzeichnis

- A**
Antennenanordnungen 9
 Eigenschaften 9
Ausgangsspannung 7
Auswerter 3
- B**
Bodenanforderungen 10
Bodenanlage 3
Bodenanlagen 9
- D**
Differenzspannung 4
Drahtbruchanzeige 10
- E**
Einfrequenzanlagen 11
Erdableitwiderstand 11
- F**
Feldlinienanteile 4
 Spannungsverlauf 4
Frequenzwechsel 12
Funktionsbeschreibung 4
- G**
Generator 3
- K**
Kreuzspule 9
Kreuzspulensystem 10
- L**
Leitdraht 4
Lenkantenne 3
- M**
Magnetfeld 4
Mehrfrequenzanlagen 11
Montage 10
- R**
Raymondspulen 9
Raymondspulensystem 10
Regelalgorithmus 7
Regler 5
- S**
Spurführung
 FTF in zwei Fahrtrichtungen 7
 FTS (low cost mehrfrequenz) 6
 KFZ - rob. Außenanwendung 5
 Stapler in zwei Fahrtrichtungen 8
Spurführungssystem 3
Stellgröße 5
Störfrequenzen 11
Summenschwelle 4
Summenspannung 4
Systemaufgaben 3
Systeme 5
Systemkomponenten 3