

Anti-Collision-System ACS 2

Kfz-Abstandsmessung mit Digitalanzeige

Teil 3

Die ausführliche Nachbaubeschreibung und die Erläuterung zur Montage am PKW hat der abschließende Teil dieses Artikels über das digital arbeitende Abstandmeßsystem zum Inhalt.

Nachbau

Sieht man sich die 4 Einzelschaltbilder des Anti-Collision-Systems ACS 2 an, so fällt auf, daß der schaltungstechnische Aufwand nicht gerade gering ist. Dennoch halten sich die Kosten in einem günstigen Rahmen, da überwiegend preiswerte Bauelemente zum Einsatz kommen.

Das Chassis des ACS 2 ist für den Einbau in das ELV-Kfz-Einbaugeschütz oder alternativ in das entsprechende Aufbaugeschütz vorgesehen. Um eine so komplexe Schaltung mit insgesamt 18 ICs und einer nicht unerheblichen Zahl an externen Bauelementen in einem kleinen Gehäuse unterzubringen, ist ein Aufbau in SMD-Technologie unverzichtbar. Insgesamt 3 Leiterplatten sind für die Aufnahme der Bauelemente zu bestücken. Damit die Handhabung der kleinen, zum Teil sogar winzigen Bauelemente nicht unnötig erschwert wird, benötigt man zumindest eine Pinzette mit

feiner Spitze zum Positionieren sowie einen FeinstlötKolben mit zunderfreier Spitze oder alternativ eine Elektronik-Lötstation, deren LötKolben eine Bleistiftspitze besitzt.

Die SMD-Bauteile sind zunächst mit der Pinzette zu positionieren und dann mittels des feinen LötKolbens sorgfältig anzulöten. Nähere Informationen zum Thema SMD-Löten können Sie dem Artikel „Löttechnik - die Kunst richtig zu löten“ aus ELV 2/93 entnehmen.

Grundsätzlich ist anzumerken, daß für den Aufbau Erfahrungen im Elektronik-Bereich erforderlich sind, gepaart mit einer ruhigen Hand und einem guten Schvermögen. Keinesfalls sollte der Aufwand unterschätzt werden. Als „Lohn der Mühen“ wird man neben der Freude beim Erstellen eines in dieser modernen Technologie realisierten Gerätes anschließend ein Abstandmeßsystem sein eigen nennen können, das mit beachtlichen Daten aufwarten kann, das so preiswert in dieser Qualität seinesgleichen sucht.

Bestückung der Leiterplatten

Wir beginnen den Nachbau mit der Bestückung der einzelnen Platinen. Die 55 mm x 28 mm messende Frontplatine trägt auf der Vorderseite die Anzeigeelemente. Hierzu gehören neben den drei 7-Segment-Anzeigen zwei weitere 3 mm-LEDs.

Zuerst werden die 7-Segment-Anzeigen eingelötet. Es folgen die beiden Leuchtdioden, wobei darauf zu achten ist, daß die Einbautiefe (Abstand zwischen Platine und Spitze der Diode) dem der 7-Segment-Anzeigen (8 mm) entspricht. Abschließend werden die SMD-Bauelemente, beginnend mit den Widerständen, und schließlich auch die ICs 9, 10, 11 auf der Rückseite der Leiterplatte aufgelötet.

Bedingt durch die äußerst engen Platzverhältnisse müssen die oberen Anschlußbeine der drei 7-Segment-Anzeigen nach dem Verlöten so kurz als möglich abgeschnitten werden. Diese Maßnahme erlaubt später ein korrektes Zusammenfügen der Leiterplatten, ohne daß es zu einer Berührung zwischen dem Gehäuse des Piezo-Summers und den Anschlußpins kommt.

Im nächsten Arbeitsschritt wenden wir uns der Basisplatine zu. Hier empfiehlt es sich, mit der Bestückung zunächst bei den passiven SMD-Bauelementen zu beginnen. Bei den Kondensatoren C 16, C 20

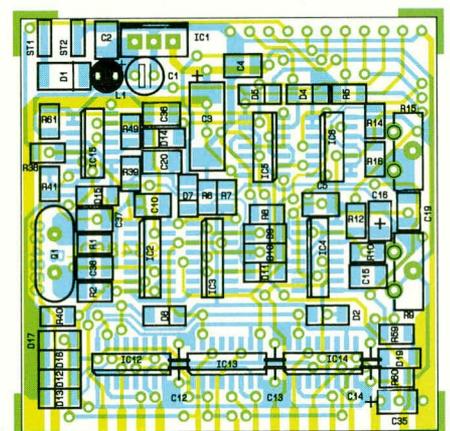
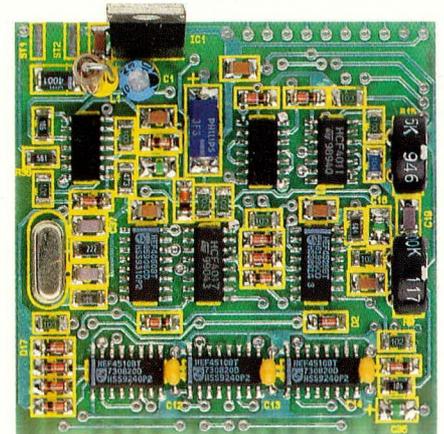
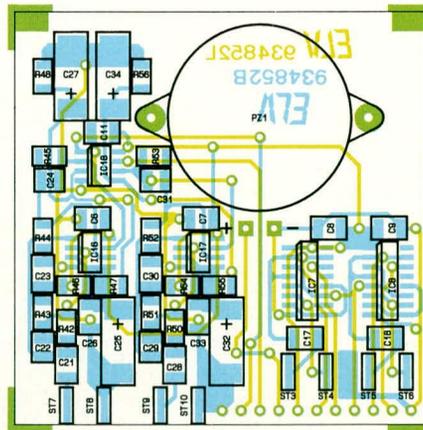
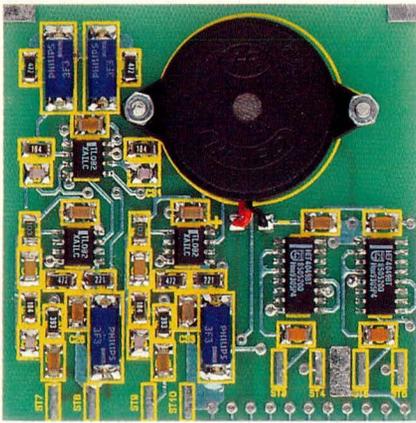


Foto und Bestückungsplan der Basisplatine



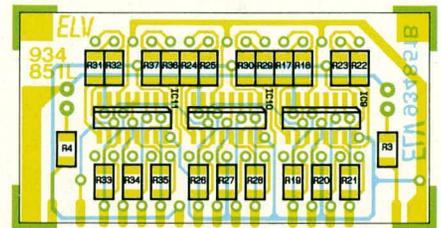
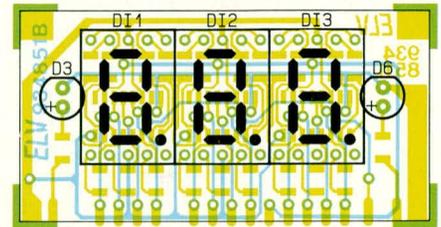
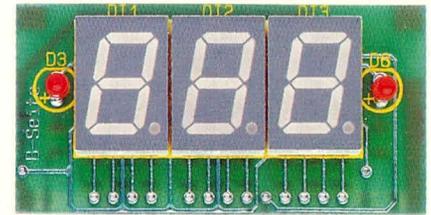
Ansicht der fertig bestückten Dachplatte mit zugehörigem Bestückungsplan

und C 35 handelt es sich um Tantal-Kondensatoren, deren positiver Anschluß durch den Spitzenanschlußpol gekennzeichnet ist.

Nachdem die Bestückung soweit fortgeschritten ist, sind die SMD-Halbleiter aufzulöten. Im Anschluß daran folgen die übrigen konventionellen Bauteile. Hierzu gehören der Quarz Q 1, der Spannungsregler IC 1, die beiden Trimmer R 9 und R 10 sowie die Komponenten L 1, C 1, C 12, C 14. Alle diese Bauelemente sind stehend zu montieren und müssen aus Platzgründen so tief wie möglich in die Leiterplatte eingesetzt werden. Dies gilt im besonderen für den Spannungsregler IC 1 und die Spule L 1. Das Gehäuse des Spannungsreglers

liegt bei richtiger Montage direkt auf der Leiterplatte auf.

Damit ist auch die Basisplatte soweit fertiggestellt, und wir wenden uns der Dachplatte zu. Genau wie bei den vorangegangenen Leiterplatten, erfolgt auch hier zunächst die Montage der passiven SMDs, gefolgt von den Halbleiter-Bauelementen. Abschließend wird der Piezo-Summer PZ 1 eingebaut. Zunächst ist der Summer mittels zweier M 2 x 8 mm Zylinderkopfschrauben sowie passenden Muttern auf der Bestückungsseite der Leiterplatte aufzuschrauben. Das überstehende Schraubengewinde, das zur Gehäuseinnenseite weist, d. h. auf der Bestückungsseite her-



Bestückungspläne der beidseitig bestückten Frontplatte mit Foto der Frontansicht

ausragt, wird mit einem geeigneten Seitenschneider abgeschnitten. Anschließend wird die rote Zuleitung mit dem „+“-Punkt und die schwarze Leitung mit dem „-“-Punkt auf der Leiterplatte verbunden.

Somit sind nun alle drei Leiterplatten für die Endmontage des ACS 2-Chassis vorgefertigt.

Endmontage

Zur Endmontage wird als erstes die Frontplatte im rechten Winkel an die Basisplatte angelötet. Hierbei ist darauf zu achten, daß zwischen beiden Leiterplatten ein rechter Winkel entsteht und die Frontplatte 1,5 mm unterhalb der Leiterbahnseite der Basisplatte hervorsteht. Es empfiehlt sich, zunächst nur zwei Verbindungslötunkte anzubringen, bevor nach korrekter Position alle Lötverbindungen unter Zugabe von reichlich Lötzinn zu verlöten sind.

Im folgenden Arbeitsschritt werden die Zuleitungen für die 4 Sensoren angelötet. Bei den Zuleitungen für die Ultraschall-Empfänger handelt es sich jeweils um eine 1adrige, abgeschirmte Leitung. Für die Ultraschall-Sender wird eine 2adrige, abgeschirmte Leitung verwendet.

Um den Einbau im PKW zu erleichtern, ist die Trennstelle der Leitungen ca. 50 cm vom Grundgerät entfernt vorgesehen. Selbstverständlich kann die Trennung an nahezu jeder Stelle in den 5 m langen Verbindungsleitungen vorgesehen werden. Zur Verbindung der zueinandergehörenden Leitungen dient eine 12polige Lüsterklemmenreihe, die natürlich auch durch entsprechende Steckverbinder ersetzbar ist.

Die ca. 55 cm langen Zuleitungsabschnitt-

Stückliste: Anti-Collision-System ACS 2

Widerstände:

220Ω/SMD	R47, R55
560Ω/SMD	R38
1kΩ/SMD	R3, R4, R10, R41, R59
1,5kΩ/SMD	R17 - R37
2,2kΩ/SMD	R1
3,9kΩ/SMD	R42, R50
4,7kΩ/SMD	R46, R48, R54, R56
8,2kΩ/SMD	R14*
10kΩ/SMD	R5 - R8, R40, R44, R49, R52
47kΩ/SMD	R39
100kΩ/SMD	R16
180kΩ/SMD	R43, R45, R51, R53
680kΩ/SMD	R12
1MΩ/SMD	R60, R61
10MΩ/SMD	R2
PT10, stehend, 5kΩ	R15
PT10, stehend, 100kΩ	R9

Kondensatoren:

10pF/SMD	C22, C24, C29, C31
15pF/SMD	C37, C38
1nF/SMD	C19
10nF/SMD	C23, C30
100nF/SMD	C2, C4 - C11, C15, C17, C18, C21, C26, C28, C33, C36
1µF/10V / Tantal/SMD	C16, C20, C35
3,3µF/16V / SMD	C3*, C25, C27, C32, C34
100nF/ker	C12 - C14
100µF/16V	C1

Halbleiter:

CD4001/SMD	IC5, IC15
------------------	-----------

CD4011/SMD	IC6
CD4017/SMD	IC3
CD4049/SMD	IC7, IC8
CD4060/SMD	IC2
CD4510/SMD	IC12 - IC14
CD4528/SMD	IC4
CD4543/SMD	IC9 - IC11
TL082/SMD	IC16 - IC18
7809	IC1
1N4148/SMD	D2, D4, D5, D7 - D17, D19
1N4001/SMD	D1
HDSP5501	DI1 - DI3
LED, 3mm, rot	D3, D6

Sonstiges:

Quarz, 4,433619MHz	Q1
Ultraschall-Wandler mit Gehäuse und Anschlußkabel	S1, S2
Ultraschall-Empfänger mit Gehäuse und Anschlußkabel	E1, E2
Piezo	PZ1
Spule, 14µH	L1
2 Zylinderkopfschrauben, M2 x 8mm	
8 Zylinderkopfschrauben M4 x 10mm	
2 Muttern M2	
100cm flexible Leitung, 2 x 0,40mm ²	
31cm Silberdraht	
1 Kfz-Gehäuse	
1 Frontplatte	
1 Kabelbinder 80 mm	
1 Lüsterklemmenleiste, 12polig	

* gegenüber Schaltbild geändert

te (jeweils von den Sensorleitungen abzuschneiden) werden nun einseitig auf 10 mm Länge von der äußeren Ummantlung befreit und die Innenader auf 5 mm Länge abisoliert. Alsdann sind die Zuleitungen an den vorgesehenen Lötunkten der Dachplatine anzulöten. Die äußeren Abschirmungen sind zu verdrehen und an den vorgesehenen Masse-Lötunkten anzuschalten.

Über die Lötunkte ST 1 und ST 2 wird die Versorgungsspannung zugeführt. Hierfür wird an den auf der Basisplatine befindlichen Lötunkten die 1 m lange rot/schwarze Zuleitung angelötet.

Die Abschirmung der beiden Senderzuleitungen werden zusammengedrillt und an den gemeinsamen Massepunkt zwischen ST 4 und ST 5 angelötet. Sämtliche Zuleitungen sind so anzulöten, daß sie zunächst zur Gerätefront weisen.

Da die Lüsterklemmenreihe über 12 Klemmen verfügt, kann bei Bedarf auch eine Trennstelle in der Versorgungsspannungszuleitung vorgesehen werden.

Als nächstes erfolgt die Verbindung der Platinen miteinander. Die Dachplatine und die Basisplatine sind über 11 Silberdrahtbrücken elektrisch miteinander verbunden. Diese 11 Verbindungspunkte befinden sich jeweils im rückwärtigen Bereich der beiden Leiterplatten. Hier werden 28 mm lange Silberdrahtabschnitte eingelötet. Neben dieser elektrischen Verbindung sind im vorderen Platinenbereich zusätzlich 2 Lötverbindungen zwischen Front- und Dachplatine vorgesehen. Hierdurch wird eine ausreichende mechanische Stabilität erreicht.

In diesem Zusammenhang ist darauf zu achten, daß zwischen den Leiterplatten ein Abstand von genau 22 mm entsteht (gemessen an den Platineninnenseiten).

Beim Einbau in ein Gehäuse mit Führungsnuten (ELV-Kfz-Einbaugeschäuse), das von sich aus bereits eine sichere mechanische Fixierung der Platinen gewährleistet, kann die elektrische Verbindung auch mit flexiblen isolierten Leitungen erfolgen. Die zusätzliche mechanische Verbindung im vorderen Platinenbereich kann dann hier entfallen.

Soll das ACS 2 in das ELV-Kfz-Aufbaugeschäuse eingebaut werden, so muß hierfür im hinteren Platinenbereich (wo die elektrische Verbindung vorgenommen wird) ein Abstand von 18 mm zwischen den Leiterplatten erreicht werden.

Die erforderliche mechanische Stabilität wird wiederum durch die Lötverbindungen zwischen Dach- und Frontplatine hergestellt. Bei dieser Aufbauvariante ist die Dachplatine nun leicht schräg nach hinten abfallend auf dem Grundchassis montiert.

Sämtliche, nach außen führenden Leitungen sind mit einem Kabelbinder zu ei-

nem Kabelbaum zusammenzubinden, und zwar so, daß dieser Kabelstrang an dem linken äußeren Platinenrand neben dem Spannungsregler nach hinten weggeführt werden kann und der Kabelbinder gleichzeitig als Zugentlastung dient.

Damit ist der Nachbau des ACS 2 soweit fertiggestellt. Bevor nun der Einbau im PKW erfolgen kann, ist die Inbetriebnahme und der Abgleich der genauen Sendefrequenz durchzuführen.

Ist die genaue Einbauposition der Sensoren am PKW und damit auch der einzustellende Offset-Abstand bereits bekannt, so kann auch diese Einstellung schon hier durchgeführt werden.

Inbetriebnahme

Zur Prüfung der korrekten Funktion des ACS 2 sind zunächst die 4 Ultraschallsensoren anzuschließen. Alsdann sind die zueinandergehörenden Sensorpaare mit einem Abstand von 50 cm auf eine Arbeitsplatte zu legen, so daß eine Beeinflussung zwischen den Sensorpaaren ausgeschlossen ist. Der Abstand der beiden Sensoren eines Sensorpaares sollte dabei 5 cm betragen.

Nach diesen Vorbereitungen wird die Versorgungsspannung (12 V bis 15 V

dioden anzeigen, welches Sensorpaar Kontakt zu einem Gegenstand hat. Ist die Funktionsprüfung soweit zufriedenstellend verlaufen, kommen wir zum Abgleich.

Abgleich

Der eigentliche Abgleich des ACS 2 beschränkt sich auf die Einstellung der Sendefrequenz. Um eine maximale Empfindlichkeit des Systems zu erlangen, ist dieser Abgleich besonders sorgfältig durchzuführen. Die größte Reichweite wird erreicht, wenn die Sendefrequenz genau der Resonanzfrequenz der Sensoren entspricht.

Steht ein Oszilloskop zur Verfügung, wird das Sendesignal eines Ultraschallsenders an ST 7/ST 8 bzw. ST 9/ST 10 gemessen. Um die maximale Meßrate zu erreichen, sollte sichergestellt sein, daß kein Gegenstand erfaßt wird.

Im ersten Schritt wird nun das Ansteuersignal korrekt auf dem Oszilloskop dargestellt, wobei im besonderen auf eine korrekte Triggerung zu achten ist. Alsdann wird die Empfindlichkeit des Oszilloskops soweit erhöht (Messung mit 1 : 1-Tastteiler), bis das Ausschlagen des Sensors sichtbar wird. Der Trimmer R 15 ist so einzustellen, daß die maximale Ausschwingamplitude gegeben ist, wodurch der Sensor dann auf der Resonanzfrequenz arbeitet.



Front-, Dach- und Basisplatine zum ACS 2-Chassis zusammengesetzt. Zur besseren Übersichtlichkeit sind die Zuleitungen nicht angelötet.

Gleichspannung) angelegt. Befindet sich kein Gegenstand im Erfassungsbereich der Sensorik, d. h. sämtliche Anzeigen der Frontplatine sind erloschen, bewegt sich die Stromaufnahme bei rund 20 mA. Im Falle einer Gegenstandserfassung liegt die Stromaufnahme je nach Anzahl der eingeschalteten Segmente in der Größenordnung von ca. 100 mA. Liegen die zu messenden Stromwerte im angegebenen Bereich, so kann bereits an dieser Stelle von einer weitgehend korrekten Funktion ausgegangen werden. Eine Sicherheit erlangt man jedoch erst, wenn mit einem geeigneten Gegenstand die Meßfunktion beider Sensorpaare geprüft wird. Bei Distanzen unter 39 cm muß das akustische Warnsignal ertönen, während die rechts und links neben dem Display angeordneten Leucht-

Steht kein Oszilloskop zur Verfügung, läßt sich dieser Abgleich auch durch Betrachtung der Meßreichweite eines Sensorpaares durchführen. Hierzu bringt man zunächst einen geeigneten Gegenstand vor das ausgewählte Sensorpaar, bis eine exakte Erfassung der Entfernung gegeben ist. Im folgenden Schritt wird nun dieser Gegenstand weiter vom Sensorpaar entfernt positioniert und mit dem Trimmer R 15 versucht, eine Anzeige zu erlangen. Je nach Größe des reflektierenden Gegenstandes sollte die maximale Reichweite bei rund 3 m liegen.

Der Offset-Einstellbereich liegt zwischen ca. 5 cm und 50 cm und wird mit dem Trimmer R 9 eingestellt. Ist z. B. ein Offset von 20 cm erforderlich, da die Stoßstange um diesen Betrag weiter hervorsteht als die Sensorpaare, so ist zunächst der ausgewählte Gegenstand 20 cm vom Sensorpaar entfernt zu positionieren. Sodann wird mit

R 9 die Anzeige des ACS 2 auf „000“ eingestellt, womit die Einstellarbeiten abgeschlossen sind.

Gehäuseeinbau

Wie bereits angesprochen, stehen für den Gehäuseeinbau zwei unterschiedliche Gehäuse zur Verfügung, wobei der Einbau selbst denkbar einfach durchführbar ist.

Zur Montage im ELV-Kfz-Aufbaugeschäft werden zunächst die Leitungsverbindungen zwischen Gerätechassis und den Sensoren aufgetrennt. Alsdann werden die Leitungsenden des Chassis durch die rück-

wärtige Gehäusebohrung des Aufbaugeschäftes geführt und soweit durchgezogen, bis der zur Zugentlastung die-

nende Kabelbinder an der Innenseite des Gehäuses anliegt. Bei diesem Vorgang ist darauf zu achten, daß das Gerätechassis entsprechend mitgeführt wird, bis auch dieses an der Gehäuserückwand anliegt.

Abschließend wird die Frontplatte aufgesetzt und vorsichtig gleichmäßig eingepreßt, womit der Gehäuseeinbau hier schon abgeschlossen ist.

Die Gehäusemontage im ELV-Kfz-Einbaugeschäft erfolgt in ähnlicher Weise, wobei die Endmontage hier erst im PKW durchführbar ist.

Zunächst werden auch hier die Anschlußleitungen des Chassis durch die Gehäusebohrung geführt und soweit durchgezogen, bis Chassis und Kabelbinder im Gehäuseinneren anliegen. Dach- und Basisplatte werden hierbei durch die seitlichen Führungsnuten des Gehäuses geführt. Die weitere Montage erfolgt im PKW.

Einbau im PKW

Das bereits fertig montierte Aufbaugeschäft bietet sich neben der Montage auf dem Armaturenbrett auch für die Montage auf der Hutablage an. Da in der Regel beim rückwärtigen Einparken nach hinten gesehen wird, hat man dann gleichzeitig die Anzeige des ACS 2 im Blickfeld.

Die Gehäusebefestigung erfolgt durch die beiliegende Metallplatte, die einfach an die gewünschte Position im PKW angeklebt wird. Mit den im Gehäusefuß eingebauten Magneten wird das Gehäuse auf die Metallplatte aufgesetzt, wodurch eine ausreichende Befestigung gewährleistet ist.

Das Kfz-Einbaugeschäft ist für die Montage in einen 52 mm Ø-Normausschnitt der Armaturentafel vorgesehen. Hierzu wird das bereits mit dem Gerätechassis bestückte Gehäuse hinter der vorgesehenen Boh-

rung der Instrumententafel gehalten, von vorne her der Montagerahmen aufgesetzt und die Einheit mittels zweier M 4 x 20 mm-Zylinderkopfschrauben verschraubt.

Abschließend wird auch hier die Frontplatte aufgesetzt und vorsichtig eingepreßt.

Nach dem Einbau der Anzeigeneinheit werden die Sensoren am Heck des Fahrzeuges montiert. Die optimale Montageposition am PKW wurde bereits im ersten Teil dieser Artikelserie in Abbildung 1 aufgezeigt. Hierbei können die beiden Sensoren eines jeden Paares sowohl nebeneinander, als auch übereinander montiert werden. Um eine direkte Kopplung zu vermei-

Mit 28 x 55 x 64 mm äußerst kompakte Abmessungen durch Einsatz moderner SMD-Technik

den, empfiehlt sich ein Abstand von 20 mm zwischen Sender und Empfänger eines Paares nicht zu unterschreiten. Die fertig montierten Sensoren verfügen zur universellen Befestigung am PKW über 2 M4-Gewindebohrungen, die einen Abstand von 34 mm zueinander aufweisen. Besteht nicht die Möglichkeit, diese Sensoren direkt an die Karosserie des PKWs anzuschrauben, so muß die Montage über entsprechende Metallwinkel erfolgen.

Die Sensorkabel sind auf kürzestem Weg in den Fahrzeuginnenraum zu führen. Nach Möglichkeit sollten hierbei vorhandene Durchführungslöcher verwendet werden, wobei das Kabel der Sensoren durch entsprechende Kabeldurchführungstüllen gegen Durchscheuern zu schützen ist.

Achtung: Die Sensoren dürfen nicht über die Fahrzeugaußenkante hinausragen und keine Signallampen verdecken, sonst erlischt die ABE des Fahrzeuges (StVO)!

Aufgrund der massiven Ausführung der aus Aluminium bestehenden Schalltrichter werden durch die Befestigung am PKW die akustischen Eigenschaften nur unwesentlich beeinträchtigt, wodurch jede nur denkbare Befestigung erlaubt ist, solange das Innere des Schalltrichters nicht versperrt wird. Eine Integration der Sensoren in den Stoßfänger oder den Spoiler ist daher ebenfalls möglich, solange eine ausreichende Stabilität von Stoßfänger oder Spoiler erhalten bleibt.

Für die Spannungsversorgung des ACS 2 gibt es grundsätzlich 2 Möglichkeiten. Zum einen kann einfach eine Betriebsspannung abgegriffen werden, die mit dem Einschalten der Zündung aktiviert wird. Durch diese Anschlußmöglichkeit ist das Anti-Collision-System ACS 2 automatisch eingeschaltet, wenn das Kfz gestartet wird.

Der Nachteil dieser Lösung besteht darin, daß auch während der „normalen“ Fahrt

die Anzeige des ACS 2 durch Reflektionen an vorbeifahrenden oder von überholenden Fahrzeugen ausgelöst werden kann.

Diese Probleme sind zu umgehen, wenn der Anschluß über den Rückfahrcheinwerfer erfolgt.

Die entsprechende Leitung wird bei eingeschalteter Zündung und eingelegtem Rückwärtsgang am besten mit einem Prüfgerät oder dem Multimeter ausgemessen.

Zur Kontrolle der Funktionsbereitschaft gibt das ACS 2 bei jedem Einlegen des Rückwärtsganges einen kurzen Signalton ab, wobei gleichzeitig die Anzeige aktiviert wird.

Die rechts neben der 3stelligen 7-Segment-Anzeige befindliche LED soll dabei den Kon-

takt des rechts am Fahrzeug angeordneten Sensorpaares signalisieren, während die linke 3 mm-LED einen Kontakt des linken Sensorpaares anzeigt. Die Zuordnung der zur Anzeige eines Hindernisses dienenden LEDs kann einfach durch Tauschen der Sensorpaare geändert werden.

Sicherheitshinweise

Folgende Sicherheitshinweise sind beim Einsatz des ACS 2 zu beachten:

- Der Fahrzeugführer hat sich beim Rückwärtsfahren so zu verhalten, daß eine Gefährdung anderer Verkehrsteilnehmer ausgeschlossen ist.
- Das ACS 2 ist eine Unterstützung und entbindet den Fahrzeugführer nicht von seiner besonderen Vorsichtspflicht beim Rückwärtsfahren.
- Eine rechtzeitige Warnung ist nur bei langsamer Rückwärtsfahrt (Rangiergeschwindigkeit) möglich.
- Zur Funktionsbeeinträchtigung kann es durch Schnee, Eis oder Schmutz vor den Sensoren kommen.
- Kritische Hindernisse werden unter Umständen aufgrund physikalischer Reflexionseigenschaften nicht oder nur ungenau erkannt.
- Wie jedes technische Gerät kann auch das ACS 2 ausfallen oder eine Fehlanzeige ausgeben. Der Fahrzeugführer darf sich beim Rückwärtsfahren daher niemals uneingeschränkt und ausschließlich auf die Anzeige des ACS 2 verlassen und muß sich grundsätzlich so verhalten, daß auch im Störfall des ACS 2 keinerlei Schäden auftreten können.
- Die hier aufgeführten Sicherheitshinweise sind sorgfältig zu beachten und jedem Fahrzeugführer zugänglich zu machen und mitzuteilen, der ein Fahrzeug mit eingebautem ACS 2 führt.