

# E 13 — Eine neue Empfängerfamilie für den Europäischen Funkrufdienst

## 1 Einführung

Der Europäische Funkrufdienst, von seinen Vätern als mobiles einseitiges Funkrufsystem europäischer Dimension gedacht, hat sich längst zum portablen Personenrufsystem gewandelt. Mit bisher nur zwei Teilnehmerländern, Frankreich und der Bundesrepublik Deutschland, ist der europäische Aspekt etwas in den Hintergrund gerückt; das Interesse der Teilnehmer gilt vielmehr den Vorteilen eines landesweiten Personenrufsystems, das zudem nicht an Kraftfahrzeuge gebunden ist.

Seit der Veröffentlichung der ersten Rahmenspezifikation für Eurosignalempfänger durch die CEPT (Gemeinschaft der europäischen Postverwaltungen) im Jahre 1967 war TE KA DE an der Entwicklung von Eurosignalempfängern maßgeblich beteiligt. Bereits 1969 wurde der Urahn aller Eurosignalempfänger, E 11-1, für den damals gerade aufgenommenen Versuchsbetrieb an die Deutsche Bundespost geliefert. Mit der Eröffnung des Europäischen Funkrufdienstes in Deutschland im Jahr 1973 begann die Serienfertigung des Typs E 11-3 für mobilen und portablen Einsatz. Wegen der steigenden Nachfrage nach kleineren Eurosignalempfängern wurde dieses Gerät durch den ersten wirklich portablen Empfänger abgelöst, der von TE KA DE unter der Bezeichnung E 12 vertrieben wird. Mit dem Eurosignalempfänger E 13 entsteht nunmehr ein Gerät, das dank Großintegration und Miniaturisierung nochmals verkleinerte Abmessungen haben wird. Bild 1 zeigt die Eurosignalempfängerfamilie von den Anfängen bis zum jüngsten Spöß.

Die grundsätzliche Wirkungsweise eines Eurosignalempfängers wurde bereits in [1] ausführlich erläutert; an derselben Stelle wurde auch auf das Ruf- und Übertragungsverfahren eingegangen. Da die Spezifikationen für Eurosignalempfänger im wesentlichen unverändert geblieben sind, erübrigt sich eine erneute Darlegung. Die vier wesentlichen Baugruppen eines Eurosignalempfängers sind

- HF-Empfangsteil
- Tonrufauswerter
- Anzeigefeld
- Stromversorgung.

Um zu einem möglichst kleinen Gerät zu gelangen, muß für jede dieser Baugruppen der optimale Kompromiß zwi-



Bild 1. Die Eurosignalempfänger-Familie.  
Von links: E 11-1 (1969), E 11-3 (1973), E 12 (1975), E 13 (1981)

sehen „Performance“ und Volumen gefunden werden. Hierbei hat der Entwickler hinsichtlich Stromversorgung und Anzeigefeld völlig freie Hand; bezüglich des HF-Empfangsteiles und des Tonrufauswerter sind ihm in der Wahl seiner Mittel jedoch Grenzen gesetzt, denn der Eurosignalempfänger muß in allen Punkten das Pflichtenheft der Deutschen Bundespost erfüllen, um zur Teilnahme am Europäischen Funkrufdienst zugelassen zu werden.

## 2 HF-Empfangsteil

Der HF-Empfangsteil des Eurosignalempfängers reicht von der eingebauten Geräteantenne bis zum Ausgang des Demodulators, dazwischen befinden sich Vorverstärkung und Selektion, Mischstufe und Oszillator, ZF-Filter und ZF-Verstärker. Aus physikalischen Gründen ist dieser Teil des Eurosignalempfängers derjenige, der sich am wenigsten zur Miniaturisierung eignet; dies trifft besonders für die Antenne und die Selektion zu. Je größer die wirksame Antennenfläche ist, um so günstiger wird — in grober Verallgemeinerung — das Empfangsverhalten. Die „Güte“ der Selektion hängt in entscheidendem Maße von den physikalischen Abmessungen der Resonanzelemente ab. Je kleiner diese werden, um so geringer wird die Selektion pro Element und um so mehr Elemente werden benötigt, um ein gegebenes Selektionsverhalten zu erreichen. Piezoelektrische Resonatoren (Quarze, Keramikschringer) helfen hier nur begrenzt weiter, da häufig die auftretenden Nebenresonanzen zum Einfügen

zusätzlicher konventioneller Resonanzkreise zwingen.

ZF-Quarzfilter können sehr kompakt aufgebaut werden, doch ist auch hier eine Grenze für die Volumenverminderung gegeben, denn die theoretisch erreichbaren Selektionswerte werden oft durch äußeres Übersprechen erheblich herabgesetzt.

Um den HF-Eingangsteil des Eurosignalempfängers E 13 mit optimal kleinen Abmessungen aufbauen zu können, wurde die Vorselektion gleichmäßig auf insgesamt sechs Resonanzelemente verteilt, davon sind vier als konventionelle LC-Kreise aufgebaut. Die Antenne ist als Rahmenantenne, die auf die magnetische Feldkomponente anspricht, ausgelegt, und zur Verbesserung der Nahselektion ist ein zwi-poliger Quarzresonator vorgesehen. Mit dieser Dimensionierung sind auch in einer Serienfertigung die erheblichen Selektionswerte von 95 dB für die Spiegelempfangsstelle sowie von 100 dB für die Zwischenfrequenz leicht einzuhalten.

Ein HF-Verstärker mit niedrigem Eigenrauschen paßt die Geräteantenne an die Zwischenselektionskreise und die Mischstufe an. Als selbstschwingender Mischer aufgebaut, bringt diese Stufe eine Leistungsverstärkung von 16 dB, wovon nach Abzug der Durchgangsdämpfung von Vorselektion und ZF-Quarzfilter 4 dB als Gesamtverstärkung übrigbleiben. Der sich anschließende ZF-Verstärker ist in konventioneller Schaltungstechnik aufgebaut, wobei 60 dB Verstärkung bei der Frequenz

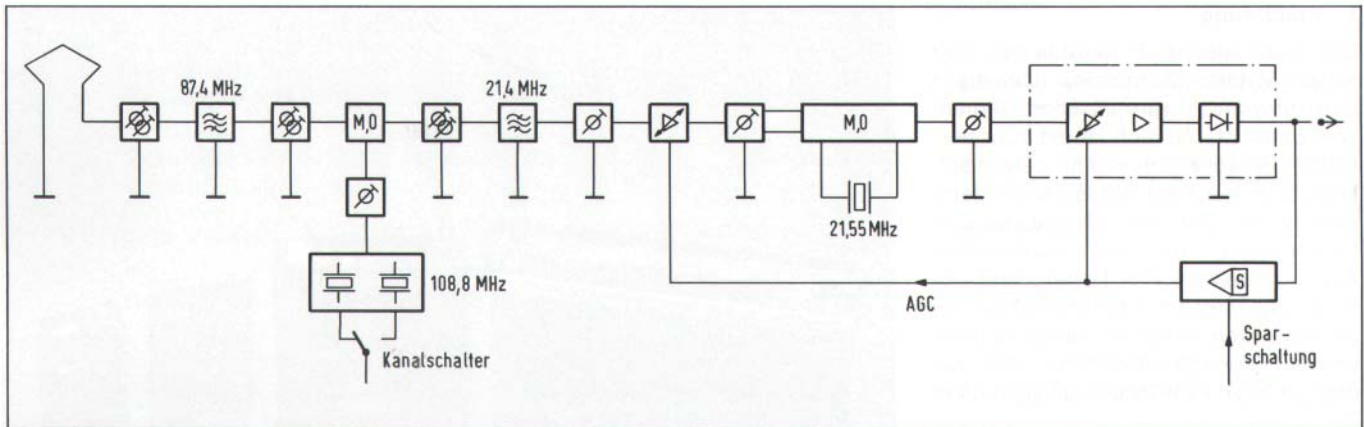


Bild 2. Blockschaltbild des HF-Empfangsteiles

21,4 MHz und weitere 50 dB Verstärkung bei der zweiten Zwischenfrequenz von 150 kHz erreicht werden. Da es sich um den ZF-Teil eines AM-Empfängers handelt, ist eine automatische Verstärkungsregelung mit 70 dB Regelungsvorgang vorgesehen. Durch Ausführung des zweiten ZF-Verstärkers als Dünnschichtbauelement konnte ein besonders raumsparender Aufbau dieser elektrisch wenig kritischen Schaltung erreicht werden. Bild 2 zeigt das Blockschaltbild des HF-Empfangsteiles.

### 3 Tonrufauswerter

Erst mit Hilfe der Großintegration wurde es möglich, den wesentlichsten Teil des Eurosignalempfängers, den Tonrufauswerter, in seinen Abmessungen so zu verkleinern, daß mit Recht von einem Miniaturgerät gesprochen werden kann. Der Tonrufauswerter besteht aus drei Unterbaugruppen, die jeweils als integrierter CMOS-Baustein ausgeführt sind. Die drei „Chips“ sind auf einem gemeinsamen Keramiksubstrat zusammen mit einigen analogen Bauelementen zum vollständigen Auswerter vereinigt. In diesem IC sind sämtliche Auswerte- und Steuerfunktionen zusammengefaßt, die der Eurosignalempfänger zur Erfüllung des Pflichtenheftes benötigt. Die Programmierung der bis zu vier Rufnummern des Gerätes wird über ein separates IC vorgenommen, das über eine entsprechende Zahl von Anschlüssen mit dem Tonrufauswerter verbunden ist. Dieses IC wird mit Hilfe einer Steckfassung in das Gerät eingesetzt; es ist Eigentum der Deutschen Bundespost und wird dem Teilnehmer mit der Erteilung der Betriebsgenehmigung für den Eurosignalempfänger zur Verfügung gestellt.

Eine der Hauptschwierigkeiten bei der Entwicklung eines Eurosignalempfängers liegt in der eindeutigen Bestimmung des Vorliegens schlechter Empfangsbedingungen. Das Pflichtenheft schreibt vor, daß bereits 3 dB vor dem Erreichen der Auswertegrenze eine Signalisierung erfolgen muß, die den Teilnehmer warnt, daß seine Erreichbarkeit nicht mehr sichergestellt ist. Ausgehend von einem Signal-/Geräusch-Abstand von  $-2$  dB für die untere Auswerteschwelle des Tonrufauswerter bedeutet das, daß ein Bereich von Signal-/Geräusch-Abständen zwischen  $-2$  dB und  $+1$  dB meßtechnisch sicher erfaßt werden muß. Diese Werte entsprechen einer HF-Eingangsspannung von etwa  $0,1$  pV.

Eine hinreichend genaue Messung dieser Eingangsspannung im Empfangsteil ist illusorisch; es müssen vielmehr die Eigenschaften des Tonrufauswerter zur Ermittlung des NF-Geräuschabstandes herangezogen werden. Die in den Bildern 3 und 4 qualitativ wiedergegebenen Diagramme für die Auswertewahrscheinlichkeit von Tonimpulsen der Länge 100 ms und von vollständigen Tonfolgen der Länge 600 ms zeigt, daß durch zweckentsprechenden „Mißbrauch“ des Tonrufauswerter eine Aussage über die Empfangsqualität möglich ist. Zu diesem Zweck wird die Freizeichenfrequenz, die der Tonrufauswerter zu seiner Funktion nicht benötigt, selektiv um einen gewissen Faktor abgesenkt. Ist die Selektion hinreichend scharf, so bedeutet dies, daß für die Freizeichenfrequenz der Geräuschabstand um den gleichen Faktor abgesenkt wird, während die übrigen Frequenzen, die dem Tonauswerter angeboten werden, mit ihrem ursprünglichen Geräuschabstand erhalten bleiben. Da der Tonrufauswerter die Eigen-

schaft besitzt, den Zustand „Kein brauchbares Signal liegt an“ in relativ kurzer Zeit zu signalisieren, steht damit eine Möglichkeit zur Verfügung, schlechte Empfangsbedingungen im Sinne obiger Definition zu ermitteln und anzuzeigen.

Alle Schaltungsteile, die zur Signalaufbereitung zwischen dem Demodulatorausgang des Empfangsteiles und dem Tonrufauswerter liegen, wurden in Form einer raumsparenden Dünnschichtschaltung realisiert. Zu dieser Signalaufbereitung gehört nicht nur die selektive Absenkung der Freizeichenfrequenz, sondern auch der NF-Tiefpaß, der die beim Empfang von Quasi-Gleichkanalsendern auftretenden Interferenztöne von 4 kHz eliminiert.

Eine der Neuerungen im Europäischen Funkrufdienst ist die Möglichkeit der Sparschaltung, welche durch die zum jeweiligen Rufbereich gehörende Überleitzentrale gesteuert wird.

Die Aussendung der Tonfolge Freizeichenfrequenz/Wiederholfrequenz bedeutet, daß für die Dauer von 820 ms, gerechnet vom Beginn des Wiederholfrequenzelements, kein Ruf ausgestrahlt wird. Der Tonrufauswerter stellt ein Potential zur Verfügung, das unmittelbar nach Auswertung des Überganges Freizeichenfrequenz/Wiederholfrequenz seine Polarität ändert und nach Ablauf einer entsprechenden Zeit wieder in seinen Originalzustand zurückkehrt. Dieses Potential wird benutzt, um den HF-Empfangsteil für die ruffreie Zeit abzuschalten; da dieser für etwa 90 % der Gesamtstromaufnahme des Eurosignalempfängers verantwortlich ist, ergibt sich eine beachtliche Leistungssparnis, welche die Batterieentladung erheblich vermindert. Um direkt nach dem Wiedereinschalten der

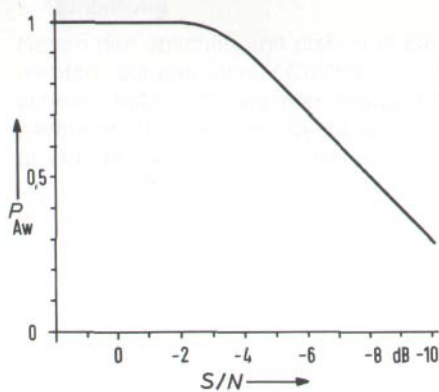


Bild 3. Auswertewahrscheinlichkeit  $p_{Aw}$  für ein einzelnes Tonelement von 100 ms Dauer als Funktion des Signal-/Geräusch-Abstandes

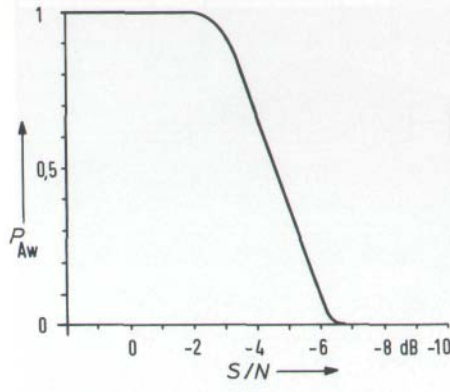


Bild 4. Auswertewahrscheinlichkeit für eine Tonfolge von 6 Tönen von je 100 ms Dauer als Funktion des Signal-/Geräusch-Abstandes

Betriebsspannung für den Empfänger die einlaufende Rufinformation verarbeiten zu können, muß die ZF-Regelspannung sofort verfügbar sein; durch eine besondere Schaltungsanordnung wird daher die Regelspannung für die Zeit der Abschaltung gespeichert.

#### 4 Anzeigefeld

Das Anzeigefeld signalisiert dem Teilnehmer einlaufende Anrufe; ferner speichert es ankommende Rufe, falls der Teilnehmer den Eurosignalempfänger zum Beispiel in seinem Fahrzeug zurückgelassen hat. Kanalschalter, Aus-/Einschalter sowie ein Mehrfachschalter für die Anzeigefeldbeleuchtung, Signalisierungslautstärke und unmittelbare Rufabschaltung ergänzen das Anzeigefeld. In der Vergangenheit benutzte man zur optischen Rufsignalisierung häufig Leuchtdioden, die wegen der Stromersparnis nur kurzzeitig aufblitzen oder durch eine besondere Taste „abgefragt“ werden konnten. Beim Eurosignalempfänger E 13 dient zur optischen Anzeige des Rufes sowie dessen Speicherung eine Flüssigkristallanzeige, deren Stromverbrauch vernachlässigbar gering ist. Hierdurch ist eine eindeutige Signalisierung gegeben; in dunkler Umgebung — wie zum Beispiel bei Nachtfahrten im Auto — läßt sich das Anzeigetableau durch Tastendruck beleuchten.

Es gibt Situationen, in denen der nach Pflichtenheft für drei Sekunden andauernde Signalton ausgesprochen störend sein kann. Man denke beispielsweise an den Arzt, der sich, obwohl im Bereitschaftsdienst, dem Genuß einer Konzertaufführung hingibt; sein Eurosignalempfänger, wohl verborgen in der Reverstasche seines Abendanzuges, macht ihn ja erreichbar. Wenn nun

mitten im Pianissimo des zweiten Satzes der durchdringende Alarmton des Eurosignalempfängers anzeigt, daß seine Anwesenheit im Krankenhaus dringend erforderlich ist, so genügt ein kurzer Druck auf die Mehrzwecktaste, um die akustische Signalisierung sofort zu unterbrechen.

Neben der sofortigen Abschaltung der Rufsignalisierung gestattet die Mehrzwecktaste das Ausschalten der Alarmierung bei schlechten Empfangsbedingungen. Die deutlich gekennzeichnete Schalterstellung unterdrückt den akustischen Alarm; die optische Anzeige schlechter Empfangsbedingungen durch die Flüssigkristallanzeige bleibt hiervon unbeeinflusst.

Der zweistufige Kanalschalter sowie der Aus-/Einschalter sind aus Gründen des Gerätedesigns nicht unmittelbar Bestandteile des Anzeigefeldes; sie sind leicht verdeckt an den Geräteseiten angeordnet. Der Kanalschalter gestattet die Wahl des Empfangsbereiches, zum Beispiel der Kanäle „A“ (87,340 MHz) und „B“ (87,365 MHz) in der Bundesrepublik Deutschland. Mit Hilfe der Anzeigeeinrichtung für schlechte Empfangsbedingungen läßt sich sofort ermitteln, welcher der beiden Kanäle einzustellen ist. Nach dem Einschalten des Eurosignalempfängers prüft das Gerät selbsttätig alle Anzeigeelemente: Die Flüssigkristallanzeige bringt alle Informationen, und die akustische Signalisierungseinrichtung ertönt für eine Sekunde. Danach geht das Gerät in den Empfangszustand.

#### 5 Stromversorgung

Der Gesamtleistungsbedarf des Eurosignalempfängers ergibt sich als Summe der Leistungsaufnahmen von HF-Empfangsteil, Tonrufauswerter und

Anzeigefeld. Während die Spezifikationen eines HF-Empfängers größtenteils durch die Betriebsstromerfordernisse der einzelnen Stufen bestimmt werden, benötigt der Tonrufauswerter zum Betrieb eine gewisse Mindestspannung, während die Stromaufnahme weitgehend konstant ist. Das Anzeigefeld stellt Anforderungen sowohl hinsichtlich der Versorgungsspannung als auch bezüglich des Stromes, doch benötigt es nur während der Signalisierung Leistung, so daß dieser Bedarf auf die relative Einschaltdauer bezogen werden kann.

Eine HF-Mischstufe benötigt, um innerhalb akzeptabler Spezifikationen zu arbeiten, einen Strom von etwa 1,2 mA. Die dabei zugrunde gelegte Spannung ist, soweit sie 1 V überschreitet, unkritisch, sofern Maßnahmen getroffen werden, Intermodulation an der Transistorausgangskennlinie zu eliminieren. Ein Oszillator benötigt bei 108 MHz etwa 1,5 mA, um mit ausreichender Amplitude stabil zu schwingen; für die elektronische Umschaltung der Oszillatorquarze kommt noch etwa 1 mA hinzu. Auch in diesem Fall ist die Versorgungsspannung von untergeordneter Bedeutung, soweit sie 1 V übersteigt. Für eine ausreichend intermodulationsfeste HF-Vorstufe werden etwa 2 mA benötigt; mit Rücksicht auf das Intermodulationsverhalten der Ausgangskennlinie sollte die Versorgungsspannung nicht unter 3 V liegen. Addiert man die hier genannten Werte, so erhält man eine Stromaufnahme von 5,7 mA bei einer Versorgungsspannung von mindestens 3 V. Sieht man demgegenüber den Strom von 1,2 mA für eine selbstschwingende Mischstufe und addiert auch hier 1 mA für die elektronische Quarzumschaltung, so kommt man hier auf einen Wert von 2,2 mA bei einer Mindestversorgungsspannung von 1 V, zuzüglich 2 mA für die HF-Vorstufe. Die selbstschwingende Mischstufe bietet demzufolge nicht nur Vorteile bei der Einsparung eines separaten Oszillators, also eine ins Gewicht fallende Raumersparnis, sondern auch hinsichtlich der Leistungsaufnahme, die sich in der Einsparung von Batteriekapazität niederschlägt.

Der Tonrufauswerter ist für eine niedrigste Versorgungsspannung von 3,3 V spezifiziert; bei diesem Wert arbeiten auch Flüssigkristallanzeige und akustischer Signalgeber einwandfrei. Aus diesem Grunde wurde für den Eurosignalempfänger E 13 eine nominelle

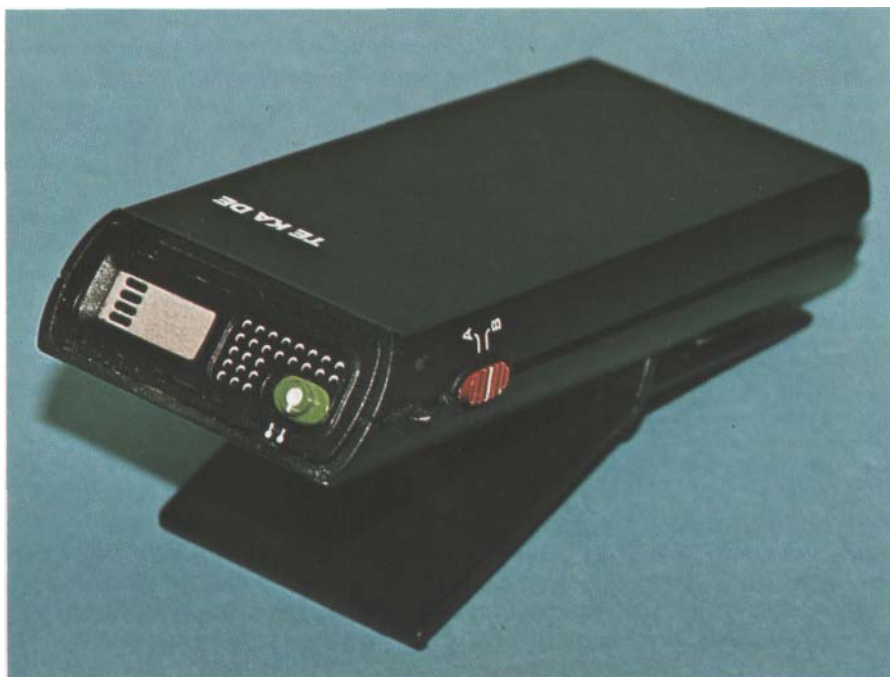


Bild 5. Eurosignalempfänger E 13 mit Tischaufsteller, der zugleich Taschenclip ist

Versorgungsspannung von 3,9V zugrunde gelegt; drei NiCd-Zellen mit 450 mAh Kapazität versorgen das Gerät; bei einer mittleren Stromaufnahme von insgesamt 9 mA (ohne Sparschaltung) folgt daraus eine Betriebszeit von 50 Stunden, bis bei einer Entladungsspannung von 1,1 V pro Zelle die Unter Spannungssignalisierung beginnt.

mit Doppelfunktion als Tischaufsteller, eine Trageschleife sowie ein Sicherungskettchen angeboten.

Bild 5 zeigt den Eurosignalempfänger E 13 mit Tischaufsteller.

#### Schrifttum

[1] K. P. Kirschner: Eurosignalempfänger E 11-3. TE KA DE Tech. Mitt. 1975, S. 47 bis 49.

## 6 Zusatzeinrichtungen

Der Eurosignalempfänger E 13 ist mit geladenen NiCd-Akkumulatoren ohne Zusatzeinrichtungen mindestens 50 Stunden betriebsfähig. Zum Wiederaufladen wird ein Netzladezusatz angeboten, der die Batterien innerhalb von 14 Stunden auflädt. Der Empfänger ist voll betriebsfähig, während die Batterien geladen werden.

Für den Betrieb im Kraftfahrzeug wird eine Fahrzeughalterung angeboten. Sie erlaubt den Betrieb des Eurosignalempfängers an der Autoantenne; das Gerät kann somit auch an unauffälliger Stelle im Kraftfahrzeug montiert werden. Eine elektromechanische Sperrvorrichtung verhindert die Entnahme des Gerätes aus der Fahrzeughalterung und wirkt als Diebstahlsicherung. In der Fahrzeughalterung werden die Akkumulatoren ständig auf optimalem Ladezustand gehalten.

Als Accessoires werden für den Eurosignalempfänger E 13 ein Taschenclip