



Vom „Autosuper“ zum High-Tech-Center

Unsere Autoradios haben sich in den letzten Jahren technisch stark weiterentwickelt. Wir geben Ihnen einen Einblick in die modernen Empfängerkonzepte der führenden Hersteller aus der Autoradioindustrie, deren praktischen Nutzen und wollen ein kleiner Wegweiser durch den Begriffsdschungel dieses Fachgebietes sein.

Die alten Zeiten sind vorbei

Es ist noch nicht allzulange her, da brachten unsere Autoradios kaum einen Sender völlig rauschfrei zu Gehör. An jeder Straßenecke wechselte der Sender, und bei längeren Fahrten war ständiges „Kurbeln“ am Senderwahlknopf an der Tagesordnung.

Dies war weder dem Hörgenuß noch der Verkehrssicherheit zuträglich. Die ständig steigende Senderdichte in Europa, besonders aber in Deutschland und die ebenso erhöhten Anforderungen an das Informationsgerät Autoradio bedingten völlig neue Konzepte für den Empfang von Rundfunksendungen und Verkehrsinformationen im Fahrzeug.

Die Industrie, durch harten Wettbewerb zu enormen Innovationen gezwungen, trägt diesen Umständen verstärkt Rechnung, allerdings auf recht unterschiedlichen Wegen.

Moderne Autoradios kennen kaum noch Rauscheinbrüche, suchen sich stets die am besten zu empfangende Frequenz des gewählten Senders und übermitteln durch ausgefeilte Schaltungstechnik aktuelle Verkehrsinformationen bis hin zum kompletten Navigationssystem, wie in unserem Artikel über die Verkehrsleitsysteme im vorangegangenen Heft zu lesen war.

Tunerkonzepte

Entscheidend für störungsfreien Empfang ist neben der eingesetzten Antenne und exakter Montage das eigentliche Empfängerbauteil des Autoradios - der Tuner.

Er bestand in der Anfangszeit der Transistorisierung zuerst aus 2 bis 3 Transistorstufen, die gleichzeitig als Verstärker, Oszillator und Mischer sowie 1. ZF-Stufe fungierten. Später setzte man großsignalfestere Typen und mehrere Stufen zur exakten Aufgabenteilung ein. Mit der Entwicklung integrierter HF-Bausteine hatte

der herkömmliche Einzeltransistor buchstäblich ausgedient, und die Digitaltechnik zog schließlich auch in diese analog arbeitende Baugruppe ein.

Moderne Tuner arbeiten heute im wesentlichen mit 2 bis 3 hochkomplexen Schaltkreisen, die für eine komplette Signalaufbereitung sorgen und dabei alle unerwünschten Störungen durch exakte Analyse ausblenden.

Dabei beschreitet die Industrie verschiedene Wege, um dieses Ziel zu erreichen.

Blaupunkts Codem-Konzept

Herkömmliche Empfangskonzepte kompensieren schwankende bzw. schwindende Empfangsfeldstärken durch Absenken der Höhen, um das zunehmende Rauschen im Empfangssignal zu unterdrücken, bis schließlich eine Stummschaltung des NF-Kanals erfolgt.

Das Blaupunkt-Codem-Prinzip umgeht diese Hürde durch den Einsatz eines sogenannten **Coinzidenzdemodulators**, so die originale englische Bezeichnung, der auch der Name des Prinzips entstammt. Er sorgt dafür, daß eine Absenkung des Frequenzganges der Wiedergabe erst bei etwa einem Zehntel der Feldstärke herkömmlicher Empfänger erfolgt. Leistungsstarke RDS- und Verkehrsfunkstationen sorgen dafür, daß rechtzeitig alternative Empfangsfrequenzen gesucht werden, auf die heute schon nahezu unhörbar und unverzögert umgeschaltet wird.

Unterstützt wird dieses Konzept durch eine feldstärkeabhängige Lautstärkeregelung, die allerdings erst bei Empfangsfeldstärken unterhalb etwa $7 \mu\text{V}$ wirksam ist. Oberhalb dieser Schwelle erfolgt bei Codem-Tunern ein kontinuierliches Überblenden von Stereo- bei Empfangsfeldstärken unterhalb $70 \mu\text{V}$ bis auf Monoempfang.

Sinkt die Empfangsfeldstärke weiter, so setzt, wie beschrieben, die feldstärkeabhängige Lautstärkeregelung ein, die den Begrenzungseinsatz, also die Stummschaltung des Empfangskanals auf bis zu $0,7 \mu\text{V}$ heruntersetzt. Ab ca. $7 \mu\text{V}$ schalten herkömmliche Empfänger bereits stumm. Somit kann die Empfangsreichweite bereits wesentlich erweitert sowie der Feldstärkeeinbruch bei kurzzeitigen Funkwellen-Abschattungen kompensiert werden. Nebeneffekt war das Verschwinden der Mono-/Stereo-Taste an den so ausgestatteten Autoradios.

Das Multipath-Problem

Das kennt jeder Autofahrer: Man steht an einer Ampel, und der eingestellte Sender ist weg. Manchmal genügt nur ein Meter Fahrt, um wieder Empfang zu haben. Diese Empfangsstörung wird Multipath, zu deutsch Mehrwegeempfang, ge-

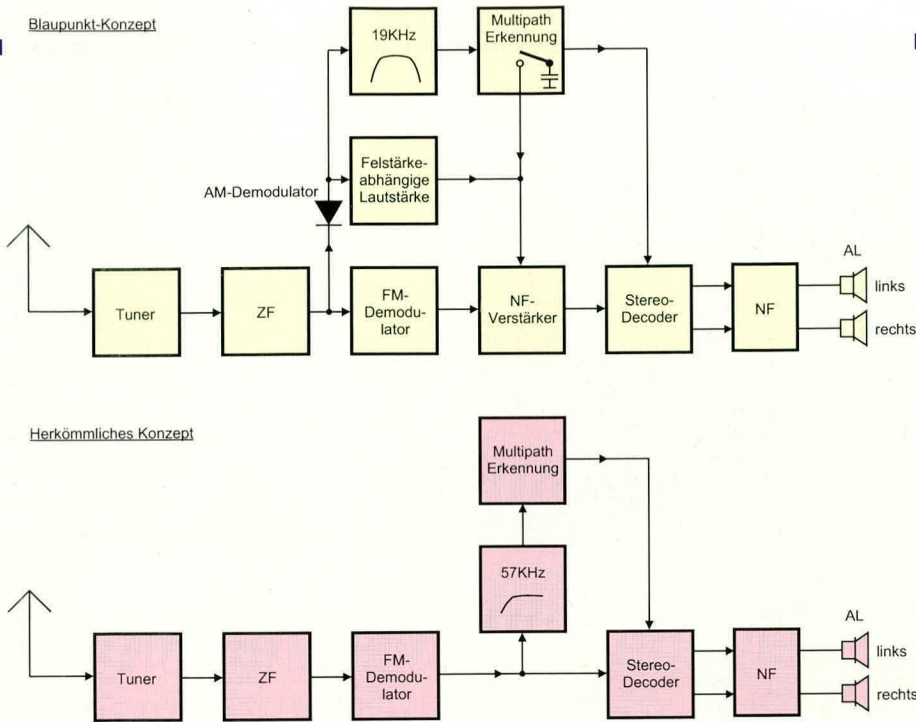


Bild 1: Das moderne Empfängerkonzept zur Multipathunterdrückung greift bereits im Tunerbereich ein und ermöglicht so schnellere Reaktionen, frei von Störungen (Quelle: Blaupunkt)

mulator passiert hat und vermindert die Störungen entscheidend.

Diese Einrichtung arbeitet direkt mit der bereits diskutierten feldstärkeabhängigen Lautstärkeregelung zusammen und ermöglicht durch die Auswertung des innerhalb

nannt und tritt durch gleichzeitiges Auftreffen der Empfangssignale des Senders aus verschiedenen Richtungen und mit verschiedenen Amplituden und Phasenlagen auf.

Dies ist durch die fast geradlinige Ausbreitung der UKW-Wellen (ähnlich dem Licht) und deren Reflexionen an Gebäuden, Geländeerhebungen oder gar Fahrzeugen bedingt. Diese in verschiedenen Phasenlagen und Amplituden auftreffenden Wellen können im Bereich der Antenne durch Überlagerungseffekte zu Auslöschungen des eigentlichen Empfangssignals im Tunerzweig führen.

Herkömmliche Empfangskonzepte werten diese Störsignale, die sich als AM-Anteile oberhalb 57 kHz im demodulierten NF-Spektrum äußern, nach dem FM-Demodulator aus. Treten hier Störungen auf, so wird kurzfristig auf Mono-Wiedergabe umgeschaltet. Nachteil dieses Verfahrens ist jedoch, daß die Auswertung erst im NF-Zweig erfolgen kann. Dies schränkte für die Techniker die Möglichkeiten einer vollständigen Störreduzierung weitgehend ein. Zudem funktioniert dieses Konzept auch nur bei hohen Feldstärken.

Das Codem-Konzept greift bereits innerhalb des Tuners in den Signalweg ein. Dazu ist hier vor dem FM-Demodulator ein separater AM-Demodulator installiert, der allein die Funktion hat, die störenden AM-Anteile aus dem FM-Signal, konkret aus dem 19-kHz-Pilotton zu erkennen. So erfolgt die Mono-Umschaltung bereits, bevor das gestörte Signal den FM-Demo-

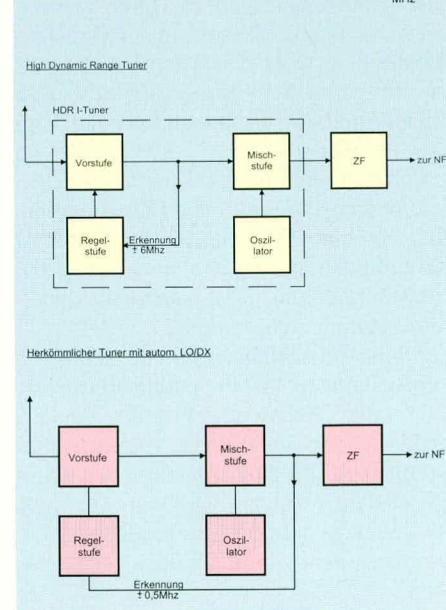
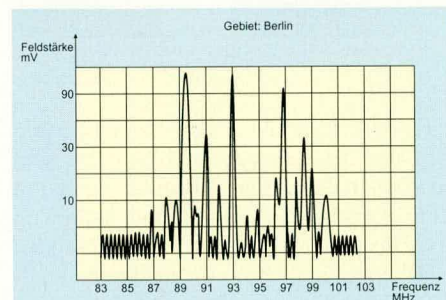


Bild 2: Intermodulationseffekte, die durch dicht beieinanderliegende starke und schwache Sender verursacht werden, können wirkungsvoll mittels direkter Regelung der Vorstufe über ein breites Frequenzband bekämpft werden (Quelle: Blaupunkt)

des Tuners stets mit konstantem Pegel anliegenden 19 kHz-Pilotton eine hohe Wirksamkeit über einen weiten Feldstärkebereich.

High-Dynamic-Range-Tuner

Hinter dieser Bezeichnung verbirgt sich ein weiteres Feature des Codem-Konzepts, die Bekämpfung von Intermodulation und Blocking. Intermodulation tritt durch mehrere starke Sender auf, die auf recht nahe beieinanderliegenden Frequenzen arbeiten. Im Radio äußert sich dies durch Störgeräusche. Im Extremfall sind mehrere Sender zugleich zu hören.

Den Blocking-Effekt erleben wir, wenn wir einen relativ weit entfernten Sender hören, aber gerade einen näher gelegenen, starken Sender passieren. Letzterer sorgt für starke Übersteuerung der Eingangsstufen des Tuners, damit für Feldstärkeschwund des schwächeren Senders und schließlich für die Stummschaltung des Gerätes, manchmal auch als „Flattern“ zu hören. Diesem Effekt kann man bis zu einem gewissen Maße durch das Betätigen der Local-Distanz-Taste begegnen, allein versagt diese Methode bei besonders hohen Feldstärken.

Intermodulation und Blocking liegen in ihren Ursachen also recht nahe beieinander und werden beim Codem-Tuner auch im Zusammenhang bekämpft.

Herkömmliche Tunerkonzepte werten Intermodulationseffekte erst nach der Mischstufe, in der die Intermodulation eigentlich entsteht, mit einer sehr geringen Bandbreite von ca. $\pm 0,5$ MHz aus. Da ist es aber schon geschehen, die Mischstufe ist bereits „durcheinander“ und gibt das gestörte Signal an den Demodulator weiter, bevor eine Nachregelung der Eingangsempfindlichkeit wirksam werden kann.

Das Blaupunkt-Konzept prüft dagegen bereits vor der Mischstufe mit einer weit größeren Bandbreite von ± 6 MHz die Feldstärke und regelt die Eingangsstufe sofort so, daß Intermodulation in der Mischstufe und das störende Rauschen und Flattern vor dem Blockeinsatz gar nicht erst entstehen können. So erreicht dieses Prinzip eine Großsignalfestigkeit bis zu 100 mV Feldstärke gegenüber dem herkömmlichen Konzept mit maximal 10 mV Feldstärke.

Aus all diesen kleinen Schritten resultiert die sprichwörtliche Empfangsqualität der Blaupunkt-Geräte, der nur wenige weitere Hersteller nahekommen.

Philips events - das BQR III

Als weiteres innovatives Tunerkonzept soll an dieser Stelle das BQR-Tunerkonzept von Philips-Car-Systems stehen. Es sorgt vor allem durch eine von der herkömmlichen völlig abweichenden Signal-

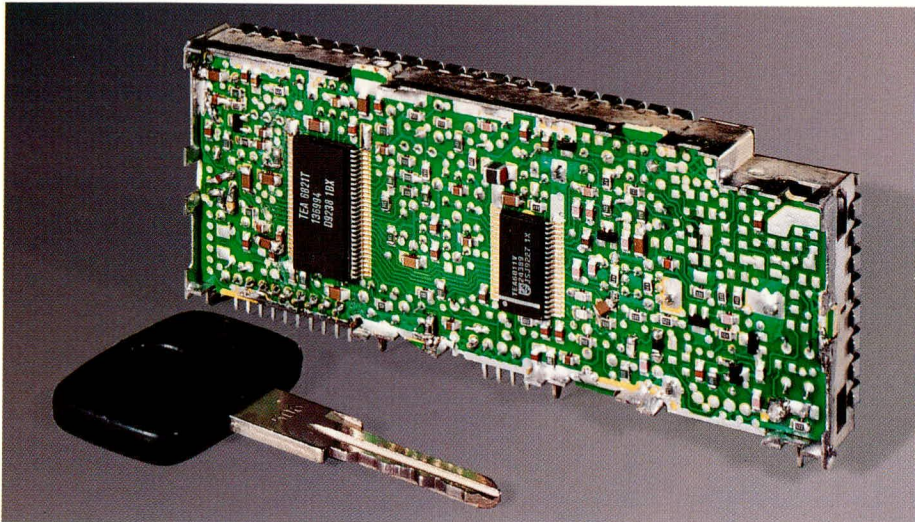
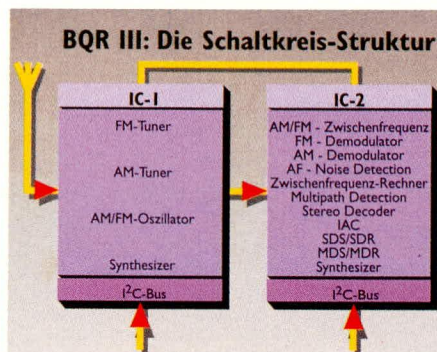


Bild 3: Hochintegriert und nur noch mit 2 Schaltkreisen, so stellt sich die neueste Tunergeneration von Philips vor (Bild: Philips)

Bild 4: So sind die Funktionen der beiden Schaltkreise im BQR-Tunerkonzept von Philips aufgeteilt (Quelle: Philips)



aufbereitung im Tunerzweig für das Eliminieren der oben genannten Störungen.

Der BQR-Tuner arbeitet mit sehr hohen ersten Zwischenfrequenzen von 72,2 MHz für FM und 10,7 MHz für AM, die dann erst mittels einer weiteren Mischstufe auf die üblichen Zwischenfrequenzen heruntergemischt werden. Dieses Prinzip stammt aus kommerziellen Funkgeräten (Doppelsuperteknik) und bewährt sich nun in den Philips-Autoradiotunern der neuen Generation.

Damit geht man bereits hier unerwünschten Mischprodukten bei Störungen konzeptionell aus dem Wege, da durch die doppelte Umsetzung zahlreiche Störfaktoren bereits konzeptbedingt wirkungsvoll eliminiert werden.

Ähnlich wie bereits im vorangegangenen Kapitel erwähnt, überprüfen diese Tunerständig Multipath-Erscheinungen, Feldstärke- und Intermodulationserscheinungen und verarbeiten diese über einen sehr schnellen I²C-Bus im zugehörigen Mikroprozessor, der für flexible Anpassung des Tuners an die aktuellen Empfangsbedingungen sorgt.

Ein im Arbeitspunkt veränderlicher Mischer reduziert Intermodulationserscheinungen durch definiertes Anpassen der Eingangsstufe.

Der zur Signalaufbereitung für Anzeigen und Steuerfunktionen erforderliche Synthesizer ist bei Philips in den Tuner

integriert, während er bei anderen Lösungen Teil des steuernden Mikroprozessors ist. Dies reduziert im Zusammenhang mit dem störungsresistenten und schnellen I²C-Bus zum Synthesizer die störenden Einflüsse, die immer von getakteten Digitalschaltungen ausgehen. Durch zahlreiche und schnelle Messungen der Signalzustände innerhalb der Tunerbaugruppen ist mit dem Mikroprozessor eine sehr schnelle und flexible Signalsteuerung möglich.

So sorgt auch dieses Tunerkonzept für eine überdurchschnittliche Signalqualität. Kennzeichnend für den Philips-Tuner ist weiterhin die enorme Miniaturisierung und die Beschränkung auf 2 komplexe, signalverarbeitende Schaltkreise.

Angenehmer Nebeneffekt des schnellen I²C-Buskonzepts ist die dadurch erreichte sehr hohe Geschwindigkeit des Sendersuchlaufs. So dauert ein automatischer Suchlauf zur Belegung der üblichen 6 Stationstasten in bis zu 5 Ebenen nur noch etwa 5 sek. gegenüber anderen Konzepten, die bis in den Minutenbereich hinein suchen.

Sie sehen, daß vor allem auch die hohe Integration der elektronischen Bauelemente im Tuner Signalbeeinflussungsmöglichkeiten und -geschwindigkeiten erlaubt, die früher undenkbar waren.

So geht auch Sony mit seinem SSIR-Empfangskonzept den Weg der direkten

Integration der Störgeräusch-Beeinflussungskomponenten und der Multiplexstufe direkt in den Tuner und erreicht so hervorragende Ergebnisse unter den schwierigen Empfangsbedingungen in Mitteleuropa.

Zauberwort Diversity

Diversity-Empfang bedeutet entweder das kontinuierliche Anschalten mehrerer vorhandener Fahrzeugantennen an den Tuner oder die Auswahl des jeweils besten Empfangssignals aus einer Kombination von mehreren Tunern und zugehörigen Antennen. Dieses Prinzip überließ es bisher dem Zufall, das jeweils beste Empfangssignal zu Gehör zu bringen.

Moderne Diversity-Verfahren, wie das neue ADA-Verfahren von Blaupunkt, addieren mittels intelligenter Signalauswertung die ankommenden Signale aller Diversity-Kombinationen aus Antennen und Tunern zu einem stets optimalen Empfangssignal. Dabei können die verschiedenen Empfangsantennen so am Fahrzeug angebracht sein, daß ein echter Rundumempfang gesichert ist, z.B. durch mehrere Scheibenantennen usw.

Zwangsläufig kommt es aber bei dieser Summierung zu den bekannten Multipath-Erscheinungen, die aber bei ADA mittels einer vollautomatischen Korrektur von Phasenlage und Amplituden der unterschiedlichen Empfangssignale eliminiert werden. Dabei wirken dann alle Antennen als eine elektronische Richtantenne.

Erstmals hat Blaupunkt dieses System in seinem neuen Spitzengerät „Berlin“ integriert. Es arbeiten dort allein 4 Tuner für das ADA-System, ein weiterer verarbeitet die RDS-Funktionen und steuert die 4 Diversity-Tuner. Durch das lernfähige Empfangssystem dirigiert der fünfte Tuner die 4 anderen stets so, daß diese den optimalen Empfang im jeweiligen Empfangsbereich bieten - ein interessantes Beispiel, welche Intelligenz in dem kleinen DIN-Gehäuse arbeitet.

DYNAS, PACS und Co.

Seit einiger Zeit ist bei verschiedenen Herstellern ein neues Feature zur Empfangsverbesserung zu haben. Das zunächst allein als DYNAS bekannte Verfahren beeinflusst gezielt, abhängig von der Qualität des Eingangssignals am Tuner, die Bandbreite des ZF-Kanals und blendet somit wirksam Interferenzen durch dicht benachbarte Sender aus, ein Vorgehen, das Funkern bekannt vorkommen dürfte. Gleichzeitig beeinflussen einige Hersteller auch das Tuner-Eingangssignal, um dadurch einen höheren Störabstand und verbesserte Eingangsempfindlichkeit zu erzielen.

Das DYNAS bringt einen rauschärme-



Bild 5: Philips setzt auf DYANS noch eins drauf - das PACS-System arbeitet extrem schmalbandig (Bild: Philips)

ren und insgesamt störungsfreieren Empfang und macht sich besonders in Ballungsgebieten bemerkbar.

Allerdings ist bei Billiganbietern mit DYNAS-System Vorsicht geboten. Durch den Preisdruck ist die Schaltungsauslegung deutlich einfacher, und der gewünschte Entstöreffekt wird oft über radikales Absenken der Höhen erreicht.

Eine interessante Spezifikation des Systems stellt Clarion vor. Hier wird nicht, wie bei einfachen DYNAS-Schaltungen, nur die Filterbandbreite umgeschaltet, sondern gleichzeitig auch die ZF-Mittelfrequenz dem Hub der Trägerfrequenz (± 75 kHz) nachgeführt, was noch weitaus schmalere Bandbreiten gestattet.

Als führend auf diesem Gebiet sind hier u. a. Clarion, Kenwood (hier heißt das System K2i) und neuerdings auch Philips zu nennen.

Das Philips-System ist noch brandneu, die Markteinführung ist erst in diesem Winter zu erwarten. Es heißt PACS und geht noch einen Schritt weiter, indem die für die Regelung notwendige Signalstärke nicht vor dem ZF-Filter, sondern danach gemessen wird. So erreicht man eine weit höhere Regelgenauigkeit, die sich als Nebeneffekt auch auf die weiter verbesserte Finde-Sicherheit der stärksten RDS-Fre-

quenz auswirkt. Zudem arbeitet das System nicht mehr mit herkömmlichen Spulen, sondern mit einem IC, was wiederum stabileren Betrieb verspricht.

RDS - Daten aus der Luft

RDS bedeutet Radio Data System und ist schließlich nichts anderes als die Übermittlung von zusätzlichen Daten zum normalen Rundfunkprogramm eines Senders. Die Ausstrahlung der Daten erfolgt als Seitenbänder mit unterdrücktem Träger des Verkehrsrundfunk-Hilfsträgers innerhalb des Frequenzspektrums des jeweiligen UKW-Kanals. Da diese Seitenbänder bei 53 und 57 kHz liegen, sind sie unhörbar in diesem Spektrum.

Dabei beinhalten die Daten jeweils ein Datenpaket, die sogenannte RDS-Gruppeninformation, das aus 104 Bits mit 87,5 ms Übertragungszeit besteht. In diesem Datenpaket sind alle derzeit realisierten und zukünftig geplanten Funktionen des RDS untergebracht. Es wird elfmal je Sekunde übermittelt.

Derzeit erfolgt die Nutzung des RDS-Systems vor allem zur Sendernamenidentifikation und Klarnamenanzeige im Radiodisplay sowie zur automatischen Suche

Bild 6: Die PTY-Funktion von RDS ermöglicht die gezielte Auswahl bestimmter Programmgenres (Bild: Blaupunkt)



nach alternativen Frequenzen des empfangenen Senders beim Durchfahren eines Sendegebietes.

Aber RDS kann noch viel mehr. Derzeit stark im Kommen ist die Funktion EON (Enhanced Other Networks). Sie ermöglicht es, z.B. Verkehrsdurchsagen eines Senders derselben Senderkette, deren Sender man gerade eingestellt hat und der keine eigenen Verkehrsfunksendungen ausstrahlt, automatisch durchzuschalten.

RDS ermöglicht aber auch die automatische Senderbelegung der Stationstasten mit den jeweils stärksten empfangbaren Sendern im aktuellen Empfangsgebiet, die sogenannte Travel-Funktion. Dabei ist es auch möglich, nur Verkehrsfunksender anzuwählen zu lassen. Dies ist die TP-Funktion für Traffic Program.

Bei zahlreichen Sendeanstalten in Vorbereitung, bei einigen im Einsatz ist auch die Möglichkeit, gezielt nach bestimmten Programmfeatures, z.B. nach Nachrichten- oder Klassiksendern suchen zu lassen. So kann man mittels der PTY genannten Funktion z.B. den Kassettenbetrieb genau zu den nächsten Nachrichten unterbrechen lassen. Diese Funktion ist allerdings noch weitgehend teureren Geräten und Heimempfängern vorbehalten.

Schließlich weist RDS je nach Empfängergeräusstattung weitere interessante Funktionen auf wie z.B. die Anzeige von Laufzeiten, die von Sendeanstalten ausgestrahlt werden, den sogenannten Radiotext.

Damit soll zukünftig auch eine aktuelle Ausstrahlung von Verkehrsnachrichten außerhalb der Regelzeiten möglich sein, denn die Übertragung geschieht, wie gesagt, unhörbar.

Die Funktionen TMC und TIM haben wir bereits im vorangegangenen Artikel kennengelernt, wobei letztere nicht zu den eigentlichen RDS-Spezifikationen zählt, sondern nur eine intelligente Ergänzung des RDS durch Blaupunkt zur digitalen Speicherung und späteren beliebigen Abrufe von Verkehrsmeldungen darstellt.

Der Artikel zeigt, welche komplexe Funktionen moderne Autoempfänger beinhalten, wobei die weiteren Funktionen wie NF-Teile, Kassetten- und CD-Player noch hinzukommen. Solch eine hohe Komplexität hochwertiger Empfangstechnik ist nur mittels konsequenter Miniaturisierung und Steuerung durch Mikroprozessoren möglich. Bedenkt man dazu noch, in welchem störendem Umfeld moderner Autoelektronik ein solches Gerät heute arbeiten muß, kann man ermesen, welche Ingenieurleistungen hinter diesen Entwicklungen stecken.

In unserer nächsten Ausgabe führen wir diesen Diskurs durch die mobile Technik mit der Vorstellung der neuen Systeme DCC und MD weiter. **ELV**