



# 433 MHz - Fluch oder Segen

**So kontrovers dieser Titel formuliert ist, so stehen sich auch die Meinungen all derer gegenüber, die die Segnungen der Freigabe des 433MHz-Bandes für den Jedermann-Funk genießen oder aber sich durch die umfangreiche Nutzung dieses Bandes gestört bzw. eingeschränkt sehen. Welche Probleme die Vielzahl der Betreiber in diesem Frequenzband in bezug auf Störsicherheit bringen kann, diskutiert unser Artikel.**

## 70cm-Band freigegeben

Mit der Amtsblattverfügung Nr. 120/95 des Bundesministeriums für Post und Telekommunikation (BMPT) vom 10.05.1995 war auf einen Schlag alles anders. Denn hiermit wurde der bisher allein dem kommerziellen und dem Amateurfunk vorgehaltene Frequenzbereich im 70cm-Band zwischen 433,05 MHz und 434,79 MHz mit der Freigabe des LPD-Funks endgültig für sogenannte häusliche Anwendungen freigegeben. Endgültig heißt in diesem Zusammenhang, daß das 70cm-Frequenzband auch vorher bereits als ISM-Band benutzt wurde. Bereits mit der Amtsblattverfügung

1046/1984 wurde das Band „für HF-Geräte für industrielle, wissenschaftliche, medizinische, häusliche oder ähnliche Zwecke, Funkanlagen für gewerbliche und industrielle Funkanlagen für gewerbliche und industrielle Fernsteuerungs- und Fernmeßzwecke und Funkanlagen zur Fernsteuerung von Modellen“ (Originaltext der o. g. Verfügung) freigegeben.

## ISM erobert die Kanäle mit LPD

Die Abkürzung ISM für Industrial, Scientific und Medical legt die traditionelle Nutzung dieser Frequenzbänder für kommerzielle und medizinische Zwecke fest, unter Scientific fällt auch der Amateur-

funk, der ja früher auch Experimentierfunk hieß (ist er auch heute manchmal noch, siehe Packet-Radio, DX, Satellitenfunk, SSTV u. a.). Er residiert im Frequenzbereich von ca. 430 bis 449 MHz.

Seit dem 10.05.1995 tut er dies jedoch nicht mehr allein, sehr zum Ärger der engagierten Funkamateure, die darin damals einen wiederholten Behördenangriff auf ihr Revier sahen. Nach dem Aufschrei zur Einführung des LPD-Funks (das ist der CB-Funk im 433MHz-Bereich, der technisch durch 120/95 möglich wurde, siehe Artikel zum LPD-Funk in diesem Heft) haben sich die Wogen hier jedoch weitgehend geglättet, es wird versucht, Koexistenzen zu schaffen. Dazu kommt, daß die meisten Amateurfunk-Stammfrequenzen außerhalb des ISM-Bereiches liegen.

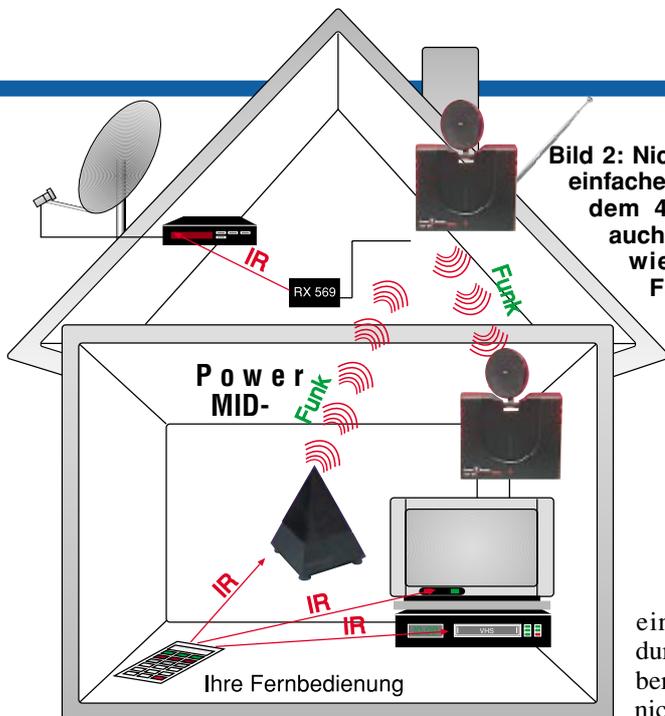
Bereits Anfang der 90er Jahre entdeckte die Geräteindustrie die Verfügbarkeit des 433MHz-Bereiches für die Funkübertragung vor allem von Schaltsignalen. Das Genehmigungsverfahren war jedoch langwierig und teuer, so daß sich bis 1995 nur wenige kommerzielle Anbieter von Fernwirkeinrichtungen auf dem Band tummelten. Mit 120/95 war jedoch der Bann gebrochen. Ursprünglich hatte das BMPT mit LPD Funkanwendungen gemeint, die typischerweise die drahtlose Übertragung von Musik, Sprache und Video ermöglichen. Die LPD-Geräteindustrie ergriff den Strohhalm bereits zur IFA 95 und plazierte genau hier ihre 10mW-LPD-Sprechfunkgeräte (Abbildung 1), da auch die Kommunikation zwischen zwei Geräten unter das Gesetz fällt.

## Schalt-Signale, Ton, Video per Funk

Hauptanwender sind jedoch die Hersteller von drahtlosen Kopfhörern, Ton- und



**Bild 1: Seit 1995 erlaubt: CB-Funk auf 433 MHz. Inzwischen finden die LPD-Minifunkgeräte eine weite Verbreitung auch im kommerziellen Bereich.**



**Bild 2: Nicht nur Schaltaufgaben und einfache NF-Übertragung werden auf dem 433-MHz-Band ausgeführt, auch so komplexe Anwendungen wie eine komplette Video-Farbbildübertragung mit gleichzeitiger Stereo-Tonübertragung finden heute schon Eingang in den Haushalt.**

sicherheit und damit den stabilen Betrieb einer solchen Funkanlage ist die Art der Modulation des Trägersignals.

### FM oder AM?

Um es gleich vorweg zu sagen: Die Qualitätsunterschiede zwischen FM und AM können je nach Anwendungsfall beträchtlich sein und sind wohl jedem Radiohörer bestens bekannt. Nehmen Sie nur den Vergleich zwischen dem Empfang von Mittelwellensendern (AM) und UKW-Sendern (FM).

Während bei der Amplitudenmodulation (AM) die Amplitude des frequenzkonstanten (HF-) Trägersignals durch die Modulation ständig verändert wird (Abbildung 6), ist dies bei der Frequenzmodulation (FM) anders. Hier wird durch das Modulationssignal bei konstanter Amplitude die Frequenz des HF-Trägers im Bereich des vorgegebenen Frequenzhub-Bereiches verändert (Abbildung 7).

Diese Funktionsweisen legen den Nachteil der Amplitudenmodulation offen. Jede Abstrahlung, die amplitudenorientiert funktioniert, ob dies eine schlecht entstörte Zündanlage eines vorbeifahrenden Autos oder das Einschalten des Kühlschranks in der Küche ist, äußert sich als Störgeräusch am AM-Empfänger. Wer ab und zu auf Mittel- oder Kurzwelle hört, kennt diese Geräusche. Auch der CB-Funker weiß davon ein Lied zu singen, wenn z. B. in der Nachbarschaft bestimmte elektronische Geräte Störungen verursachen, die im Umkreis von einigen hundert Metern jeden Verkehr auf AM unterbinden.

FM hingegen ist weitgehend störungsfrei. Amplitudenmodulierte Störungen kommen hier nicht zum Zuge, da die Information sich in der Änderung der Trägerfrequenz um eine festgelegte und sehr genau eingehaltene Mittenfrequenz befindet. Dazu kommt eine Begrenzung der Amplitude im Empfänger auf einen Mittelwert, so daß entsprechende Störungen hier gar nicht erst zum Tragen kommen können.

Durch die definierte Begrenzung des Frequenzhubs ist auch eine sehr schmalbandige Abstrahlung möglich, die zwar entsprechend schmalbandige Empfänger voraussetzt, jedoch weitgehend von Beeinflussungen frei ist.



**Bild 4: Kein LPD-Gerät ohne BZT-Zulassung kaufen! Damit verstößt man gegen das Telekommunikationsgesetz und muß im Schadenfall selbst haften.**

Video-Übertragungsanlagen (Abbildung 2) für den häuslichen Bereich. Die 10 mW, die ihnen erlaubt sind, reichen allemal für einen sicheren Betrieb bis etwa 100 m in einem relativ ungestörten Band. Zuvor gab es stets Qualitätseinbußen bei der Nutzung des 40- und 37MHz-Bandes oder aber bei der Übertragung per Infrarotsignal. Die ersten Funkkopfhörer waren eigentlich immer am Rauschen, und der Infrarot-Kopfhörer hatte im Garten bei jeder Kopfdrehung auch in zwei Meter Entfernung zum Sender Aussetzer, ihm fehlten die reflektierenden Zimmerwände. Da kam das LPD-Gesetz gerade recht.

Seither siedeln sich Unmengen von Funkkopfhörern, Funklautsprechern, Videosendern, Fernbedienungsverlängerern etc. auf dem Band an.

Dazu kommen die „traditionellen“ Anwendungen des Frequenzbereichs wie Fernschalten (Abbildung 3), Alarmieren und die Telemetrie (Datenübertragung).

Zwar muß jedes Gerät auch heute noch

**Bild 3: Funkfernachtsysteme ermöglichen die bequeme Fernbedienung von Steckdosen, Lampen, Geräten etc. Sie sind vielfältig einsetzbar, preiswert und deshalb inzwischen stark verbreitet.**



ein Genehmigungsverfahren durchlaufen (ohne BZT-Aufkleber (Abbildung 4) sollten Sie nichts kaufen, es sei denn, Sie wollen Ärger haben).

Dennoch ist dieses nicht mehr, bis auf die gestiegenen EMV-Anforderungen, so extrem langwierig, teuer und kompliziert, dank der Allgemeingenehmigung. Heute reduziert sich das Ganze auf die saubere technische Realisierung, während man noch vor wenigen Jahren fast ein Führungszeugnis brauchte, um solch einen kleinen Telemetriesender (Abbildung 5) herstellen zu dürfen.

### Einer stört den anderen

Wie auch immer, LPD hat sich etabliert. Und wie es zu befürchten war, alte CB-Funker kennen es aus dem 27MHz-Band, stört nun jeder jeden: Ein Funkkopfhörer den anderen, der elektronische Babysitter wird durch den Videosender des Nachbarn außer Gefecht gesetzt, der damit seine Sat-Signale aus dem Dachgeschoß holt, der Garagentüröffner ist blockiert durch den laufenden Funklautsprecher im Haus...

Derartige Beeinflussungen sind in einem relativ engen Frequenzband, wie es der LPD-Bereich darstellt, unvermeidlich, sie halten durch die Eigenarten der meist angewandten FM-Übertragung meist nicht über längere Zeit an und sind in ihrer Reichweite durch die geringe Sendeleistung von max. 10 mW stark begrenzt.

Vor allem aus diesem Grunde sind sicherheitsrelevante Anwendungen üblicherweise redundant und fehlerkorrigierend ausgeführt. Sie alle kommen jedoch gegen eine Dauerstörung nicht an, wie sie z. B. ein FM-Funkkopfhörer darstellt, der mit seiner Dauerstrich-Ausstrahlung stundenlang eine Frequenz belegen kann.

Will der Nachbar auf der gleichen Frequenz seine Garage öffnen, hat er Pech gehabt, nur unter extrem günstigen Umständen erreicht das Signal des Öffner-Senders den Empfänger in der Garage.

Ganz wesentlichen Einfluß auf die Stör-

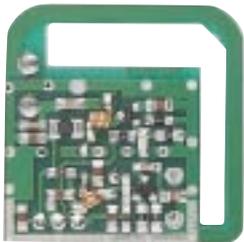
## Auch FM störfähig

Dennoch kann es auch bei FM vorkommen, daß ein Kanal insofern gestört wird, als daß der Störer sich genau auf der Frequenz der gestörten Funkanlage befindet. Insbesondere die mit relativ großem Frequenzhub ausgestatteten Funk-Übertragungssysteme für Audio und Video können andere Systeme, auch relativ schmalbandige, empfindlich stören und im Extremfall sogar zum Totalausfall bringen (bei Funk-Übertragungssystemen für Audio und Video weicht man jedoch mehr und mehr in den 2,4GHz-Bereich aus, vor allem wegen der dort verfügbaren, größeren Bandbreiten).

Engagierte Funkamateure warnen und warnen im übrigen deutlich vor der Belegung „ihres“ 433MHz-Bandes mit solchen Funkdiensten, denn sie kennen das Problem bereits aus leidvoller Erfahrung mit ihrer Umgebung. Ein Band, auf dem sich auch leistungsstarke Sender wie eben die Amateurfunkstationen mit durchschnittlich 50W HF-Ausgangsleistung tummeln, kann eben nicht exklusiv ungestört bleiben. Und die LPD-Sprechfunkgeräte werden wohl auch bald „Liebhaber“ finden, die unter der Tarnkappe „Amateurfunkzubehör“ HF-Zusatz-Leistungsverstärker einsetzen, siehe CB-Funk im 11m-Band...

Was im Fall des Garagentoröffners noch nicht kritisch ist, kann jedoch schon bei einer funkgesteuerten Alarmanlage zum Desaster für den Betreiber werden. Theoretisch braucht der Einbrecher nur einen breitbandigen FM-Kopfhörer einzuschalten, und schon sind alle Funkstrecken gestört, Alarmmelder können nicht mehr signalisieren, Kamerabilder nicht mehr übertragen werden. Die meisten Anlagen kontrollieren die Stabilität der Funkstrecken nicht, so daß solch ein Ausfall meist unbemerkt bleibt.

Welche Verbreitung der 433MHz-Bereich erreicht hat, beweist allein der Blick in das ELV-Produktangebot. Dies beginnt beim Funkschalter, geht über Funk-Alarmanlagen, Kfz-Sicherungsanlagen, Funk-



**Bild 5: Heute kein Problem mehr - die Mini-Sender für 433 MHz sind heute aufgrund ihrer Kompaktheit bequem in allerlei Mini-Handsendern unterzubringen.**

Audio-/Videosysteme bis zu Telemetrie-anwendungen wie Funkthermometer oder ganze Wetterstationen (Abbildung 8).

Und ab hier stehen wir am Rande einer juristischen Schlangengrube.

## Risiko Ausfall

Während bei nicht sicherheitsrelevanten Anwendungen, wie z. B. Funkschalter für die Beleuchtungssteuerung, keine dauernde und wesentliche Einschränkung der Funktion des Gesamtsystems Beleuchtung bei Belegung der Frequenz z. B. durch Nachbars Funkkopfhörer vorliegt (man kann ja zur Lampe gehen und sie mit der Hand schalten oder einfach näher mit dem Sender herantreten (Feldstärke erhöhen, siehe oben), sieht dies bei Einsatz in Alarmanlagen schon böser aus.

Zwar beinhalten intelligentere und aufwendigere Alarmanlagensteuerungen schon eine ständige Überwachung der Funkstrecke mit automatischem Frequenzwechsel bei Störung, aber auch diese Maßnahme kann bei breitbandiger Störung das Problem nur partiell lösen. Der Betreiber einer solchen Anlage muß mit Sicherheitseinbußen rechnen, im schlimmsten Fall mit Ausfall.

Aufgrund der Preiswürdigkeit und des allgemeinen Komforts dieser Anlagen ist eine solche Einbuße zwar ärgerlich, jedoch sind Folgeschäden größeren Ausmaßes im allgemeinen nicht zu erwarten, es sei denn, die Anlage ist ausgefallen, der Besitzer hat es nicht bemerkt, und ein Einbrecher ist eingedrungen. Ganz ohne Alarmanlage wäre der Eindringling vermutlich jedoch in diesem Falle auch nicht aufgehalten worden (Abbildung 9).

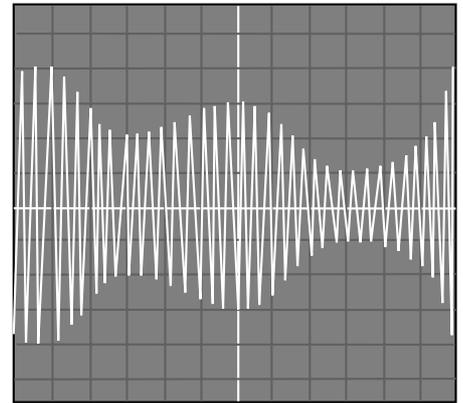
## Frost per Funk

Nun wollen wir aus den unendlich vielen denkbaren ISM-Anwendungen einmal eine herausgreifen, die auch für den privaten Nutzer ungünstige Folgen haben kann.

Seit kurzem sind funkgesteuerte Thermostate für die Heizungsregelung verfügbar, die speziell bei Altbauanierungen und bei Einzelraum-Nachrüstungen zum Einsatz kommen, bei denen zusätzliche Kabelverlegungen ökonomisch nicht tragbar sind.

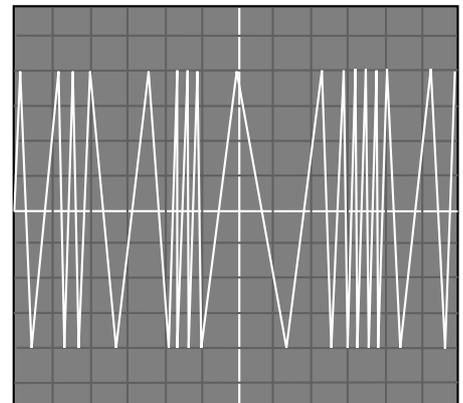
Diese Thermostate teilen dem Rechner der Heizungsanlage in bestimmten Intervallen per Funk die aktuelle Raumtemperatur mit, damit dieser effizient die Heizung nachregeln kann.

Sind die Funkstrecken gestört, was beim Einschalten von Funkkopfhörern oder Funklautsprechern im Umkreis von etwa 100 m möglich ist, so können alle Funkthermostate, die im selben Frequenzbe-



**Bild 6(oben): Bei der Amplitudenmodulation (AM) wird die Amplitude des frequenzkonstanten Trägersignals moduliert.**

**Bild 7(unten) : Die Frequenzmodulation funktioniert durch die Veränderung der Trägerfrequenz im vorgegebenen Frequenzhub-Bereich.**



reich arbeiten, ausfallen. Im einfachsten Fall arbeitet die Einzelraumregelung nicht mehr, es wird durch die fehlende Regelung der Raumheizung zu kalt oder zu warm.

Im Extremfall kann es jedoch dazu kommen, daß z. B. bei Sonneneinstrahlung (Mittagssonne im Winter) in einem Raum der Funkthermostat vor seinem Ausfall dem Zentralrechner die Information übermittelt hat, daß der Raum zu warm ist und daraufhin der Heizkreislauf zurückgefahren wurde. Hält der Funkstreckenausfall längere Zeit an und es tritt in der darauffolgenden Nacht starker Nachtfrost auf, könnte dies dazu führen, daß der betreffende Heizkreislauf bzw. in der Folge die gesamte Heizanlage einfriert und damit zerstört wird, wodurch erhebliche Folgeschäden eintreten könnten (bei den beiden von ELV näher betrachteten Systemen, die zu den Marktführenden zählen, waren entsprechende Schutzmaßnahmen implementiert, die u. a. ein Einfrieren der Heizungsanlage verhindern).

Man kann nun argumentieren, daß eine derart exzessive Nutzung eines Funklautsprechers in der Praxis kaum vorkommen wird, zumal die meisten modernen Systeme eine Abschaltung bei längerem Signalausfall aufweisen. Dennoch kann der Fall eintreten, daß der Kopfhörerbesitzer etwa



**Bild 8: Telemetrie ist einer der Hauptanwendungsbereiche für ISM. So können komplette Wetterstationen ihre Daten per Funk „einsammeln“.**

einschläft, ohne den Sender zuvor abzuschalten oder eine nahe Diskothek setzt fast rund um die Uhr Funkstrecken zur Ansteuerung von Aktivlautsprechern ein, läßt die Funkmikrofone dauerlaufen usw.

### Techniker gefragt

Es kommt nun auf die Intelligenz des Heizungsrechners an, solch einen Extremfall zu vermeiden, z. B. durch Abgleich von Tageszeit und zusätzlich installiertem kabelgebundenem Außentemperaturfühler und damit Hochfahren einer Havarieregelung für das Heizungssystem. Dennoch geht vom Einsatz eines solchen Systems schon eine gewisse Betriebsgefahr aus. Wer haftet in einem solchen Falle? Der Gesetzgeber, der ISM zugelassen hat? Spaß beiseite, dieser wird auf seine Verfügungen und das Produkthaftungsgesetz hinweisen und sich im übrigen im Extremfall auf Zugangsbeschränkungen wie Aussperren der Funkamateure aus dem Band oder dem Wiedereinzug der Genehmigung zur Audio-/Video-Übertragung beschränken.

### Haftet der Hersteller?

Der richtige juristische Ansatz bei dieser fehlenden Regulierung ist der Hinweis auf das Produkthaftungsgesetz, das es seit 1989 auch in Deutschland gibt. Nach diesem ist allein der Hersteller dafür verantwortlich, welche Folgen die Benutzung seines Produkts, vorausgesetzt, sie ist bestimmungsgemäß, hat.

Deshalb findet man in den Betriebsanleitungen aller ISM-Produkte den globalen

**Bild 9: Auch eine interessante Anwendung für ISM: Komplexe Alarmanlage mit Funksensoren - keine Verkabelung erforderlich, dadurch bequem montierbar.**

Hinweis, daß das Produkt eine Funkanlage darstellt, die selbst andere stören kann. Der Hersteller wird, sofern er das Produkthaftungsgesetz sowie das Bürgerliche Gesetzbuch kennt, jegliche Haftung für o. g. Erscheinungen und damit Gebrauchseinschränkungen und -gefahren ausschließen und gleichzeitig seiner Aufklärungspflicht dazu nachkommen und wäre, oberflächlich gesehen, aus dem Schneider.

Denn das BGB legt den Begriff Fehler bei der Mängelhaftung nach § 459 ff BGB sehr weit aus. Danach wäre eine Mängelhaftung gegeben, falls ein Fehler der gekauften Sache vorliegt. Ein Fehler liegt jedoch nur vor, wenn das Gerät nicht dem Zustand entspricht, in dem es verkauft oder erworben wurde. Ob die Störung einer Steueranlage durch einen Funkkopfhörer nun ursächlich ein Fehler der Steueranlage ist, darüber streiten die Juristen.

Denn zusätzlich aus den Verpflichtungen, denen der Hersteller ganz schnell durch ein paar aufklärende Sätze und Haftungsausschluß in der Bedienungsanleitung bzw. den Geschäftsbedingungen nachkommen kann, greifen seit Einführung des Produkthaftungsgesetzes, das 1997 nochmals novelliert wurde, härtere Bedingungen. Im Sinne dieses Gesetzes kann die Haftung für die Fehlerhaftigkeit eines Produkts nicht

mehr ohne weiteres mit dem aufklärenden Hinweis ausgeschlossen werden. So legt dieses Gesetz in § 3 die Grenzen für den Fehlerbegriff enger aus. Danach kommen auch Konstruktionsfehler in Betracht. Unter diesen Begriff kann z. B. durchaus auch eine fehlende oder mangelhaft konzipierte Notsteuerung unserer diskutierten Heizungsanlage fallen. Denn nach dem Produkthaftungsgesetz „liegt ein Fehler auch dann vor, wenn das Produkt nicht die Sicherheit bietet, die man erwarten kann“.

Damit kann nach § 3 b des Produkthaftungsgesetzes die Erwartungshaltung des Käufers aufgrund der Gebrauchsbestimmung (Juristendeutsch, schwer, aber manchmal nötig) nicht erfüllt werden - der Hersteller haftet für Folgeschäden der Anwendung seines Produkts.

§ 11 dieses Gesetzes zählt dann die Arbeiten von auftretenden Folgeschäden auf. So ist nach Ansicht der Juristen als Beschädigung auch die Beeinträchtigung des Gebrauchs zu verstehen. So können auf den Hersteller des Funkthermostats schon Schadensersatzforderungen zukommen, wenn die Wohnung im Winter aufgrund der Funkstörungen nicht geheizt werden kann. Damit entstehen nicht kalkulierbare Schadensersatzrisiken für den Hersteller bzw. den Importeur.

Nun kann man seinem Nachbarn den Betrieb des Funkkopfhörers nach Auslegung von § 1004 BGB untersagen bzw. untersagen lassen. Das ist jedoch dann ein Problem des Nachbarfriedens, den man sehr wahrscheinlich damit riskiert. Außerdem kann sich der Nachbar auf arglose Benutzung seines Kopfhörers berufen, und schon wird man sich vermutlich wieder nach dem Hersteller des Heizungsthermostats umsehen.

Eine verzwickte Geschichte also, die selbst unter Juristen strittig ist. Bleibt vorerst als Fazit für den Verbraucher, daß er funkgesteuerte oder steuernde Produkte auch aus dieser Sicht betrachten und bei starkem eigenem Sicherheitsbedürfnis sogar entbehren sollte. Auf der anderen Seite fordert es die Hersteller, nach intelligenten Lösungen für ihre Produkte zu suchen, die die beschriebenen Risiken ausschließen. **ELV**

