



## FS20-Repeater

Das Funkschaltssystem FS20 erfreut sich seit vielen Jahren großer Beliebtheit. Mit dem in den letzten Jahren zunehmenden Ausbau der LTE-Mobilfunktechnik auf 868 MHz kämpfen jedoch viele Nutzer mit der Reichweite des Funkschaltsystems, da die bisher eingesetzten einfachen Pendelempfänger sehr breitbandig empfangen und die LTE-Technik in die Randbereiche dieser Empfänger hinein stört. Viele FS20-Produkte wurden deshalb bereits einem Redesign unterzogen und auf schmalbandigere Empfänger umgestellt. Dies erfolgte auch beim neuen FS20-Repeater, der hier in Form eines ARR-Bausatzes vorgestellt werden soll.

### Im Zug der Zeit – alles anders

Als das FS20-Funkschaltssystem vor etwa 10 Jahren auf den Markt kam, löste es damals das FS10-Funkschaltssystem ab, das noch auf 433 MHz arbeitete. In diesem Frequenzbereich tummelten sich damals sehr viele

einfache Funksysteme und vor allem waren Dauersender wie z. B. Funk-Kopfhörer oft auf dieser Frequenz anzutreffen.

Mit den für den 868-MHz-Bereich neu entwickelten Funkmodulen breitete sich das FS20-System schnell aus und verrichtete auch ohne Bidirektionalität sehr zuverlässig seinen Dienst, weil auf dieser Frequenz ein Sendeverbot für Dauersender herrscht. Pro Stunde darf nur max. 1 %, also 36 s je Sender, gesendet werden. Einige Empfänger wurden auch darum mit sehr stromsparenden und kleinen Pendelempfängern ausgestattet, die auch zum moderaten Preis der FS20-Komponenten beitrugen. Andere Akteure wurden mit den größeren, stromhungrigeren und deutlich teureren Superhet-Empfangsmodulen ausgerüstet.

Dass 10 Jahre später eine benachbarte Frequenz mit hohen Sendeleistungen in die Randbereiche der einfachen Pendelempfänger hinein stört, konnte man bei der damaligen Entwicklung natürlich nicht ahnen, es war weder LTE noch die Vergabe des damit belegten Frequenzbereiches ein Thema.

#### Technische Daten

Kurzbezeichnung:	FS20 RPT-3
Versorgungsspannung:	230 V/50 Hz
Stromaufnahme:	16 A max.
Leistungsaufnahme Ruhebetrieb:	0,3 W
Funkfrequenz:	868,35 MHz
Empfängerklasse:	SRD Class 2
Typ. Funk-Freifeldreichweite:	>100 m
Schutzart:	IP20
Umgebungstemperatur:	5 bis 35 °C
Abmessungen ohne Stecker (B x H x T):	56 x 134 x 40 mm
Gewicht:	166 g

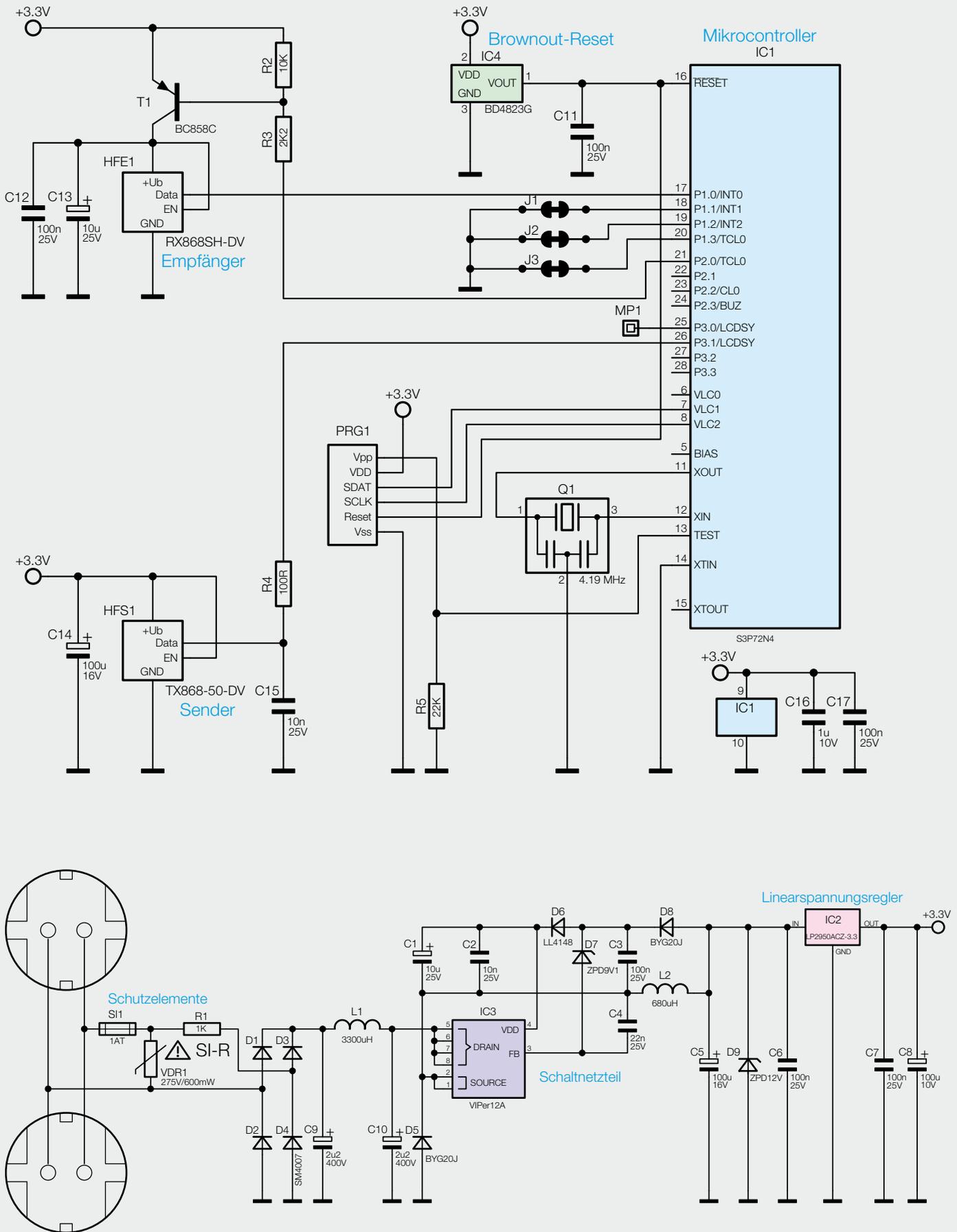


Bild 1: Das Schaltbild des FS20 RPT-3, oben der Controller- sowie Sende-/Empfangsteil, unten das Netzteil

Mit der Einführung des Mobilfunkstandards LTE trat nun in unmittelbarer Frequenz-Nachbarschaft eine leistungsfähige Funktechnik auf den Plan, deren Nebenausstrahlungen sogar in das ISM-Band um 868 MHz reichen. Mehr dazu finden Sie unter „Elektronikwissen“. Deshalb müssen viele der damaligen Entwicklungen, die das 868-MHz-ISM-Band nutzen, noch einmal überarbeitet und in Einklang mit der LTE-Technik gebracht – sprich: störtester gemacht – werden. In welchen Gebieten gegebenenfalls mit LTE-Störungen im 868-MHz-Bereich zu rechnen ist, lässt sich unter [1] prüfen.

Der Repeater des FS20-Systems ist ein vielfach eingesetztes Gerät, hilft er doch in HF-technisch schwierigen Lagen, die Signale von FS20-Sendern in voller Feldstärke über größere Strecken zu transportieren. Deshalb war er auch eines der ersten Geräte der FS20-Reihe, das als Fertiggerät LTE-fest überarbeitet und bereits seit einiger Zeit ausgeliefert wird. Nun steht er erstmals auch als preiswerterer Bausatz für Selbstbauer zur Verfügung.

## Schaltung

Der Repeater, dessen Schaltung in Bild 1 zu sehen ist, wurde gegenüber seinem Vorgänger nicht nur in der Empfangstechnik, sondern auch im Netzteil modifiziert, um die erhöhte Stromaufnahme des Empfangsmoduls decken zu können. Das Schaltnetzteil mit einem VIPer12A wird über einen Brückengleichrichter aus D1 bis D4 mit gleichgerichteter Netzspannung versorgt, die von C9 und C10 gepuffert wird. Während der Sicherungswiderstand R1 die Schaltung auch vor kleinen Fehlerströmen schützt, wird mit der Sicherung SI1 der Varistor VDR1 abgesichert. Ausgangsseitig liefert das Schaltnetzteil etwa 12 V. Ein nachgeschalteter Linearregler stellt hieraus stabilisierte 3,3 V für Controller sowie Sende- und Empfangsmodul bereit. Sollte es aufgrund von Netzspannungseinbrüchen zu einem Einbruch in der Versorgungsspannung des Controllers kommen, sorgt der Brownout-Reset-Chip IC4 vom Typ BD4823G dafür, dass der Controller so lange im Reset-Zustand gehalten wird, bis die Versorgungsspannung wieder sicher im geforderten Bereich liegt. Für einen ausreichend stabilen Takt und die daraus resultierende Übertragungsdatenrate sorgt der Keramikresonator Q1. Wenn das Sendemodul HFS1 an seinem Eingang keinen Datenstrom mehr feststellt, wechselt es selbstständig in einen Stand-by-Modus mit sehr geringer Stromaufnahme und erwacht, sobald an seinem Eingang wieder Daten übertragen werden. Damit das Empfangsmodul HFE1 während des Sendens von HFS1 nicht übersteuert wird und damit anschließend schlechter empfängt, wird es über T1 während des Sendens von der Spannungsversorgung getrennt.

## Funktion

Der Repeater lässt sich sehr einfach in ein bestehendes FS20-System integrieren, da er an keiner Komponente angelernnt werden muss. Sobald er über eine Netzsteckdose seine Betriebsspannung erhält, lauscht er im 868-MHz-Funkbereich nach FS20-Funktelegrammen. Hat er ein gültiges Telegramm empfangen, wird dem Telegramm eine Kennung zugefügt, dass es sich

um eine Wiederholung handelt. Nach einer minimalen Verzögerung wird das modifizierte Telegramm dann vom Repeater ausgesendet. Durch die verwendete Kennung in Form eines Zählers ist es übrigens möglich, zwei Repeater hintereinander zu betreiben, ohne dass es zu einem ständigen Pingpong zwischen den Repeatern kommt oder dass Aktoren einen Toggle-Befehl mehrfach ausführen. Die Steckdose des Repeaters ist direkt zur belegten Wandsteckdose durchverbunden und kann somit ganz normal für andere Geräte genutzt werden.

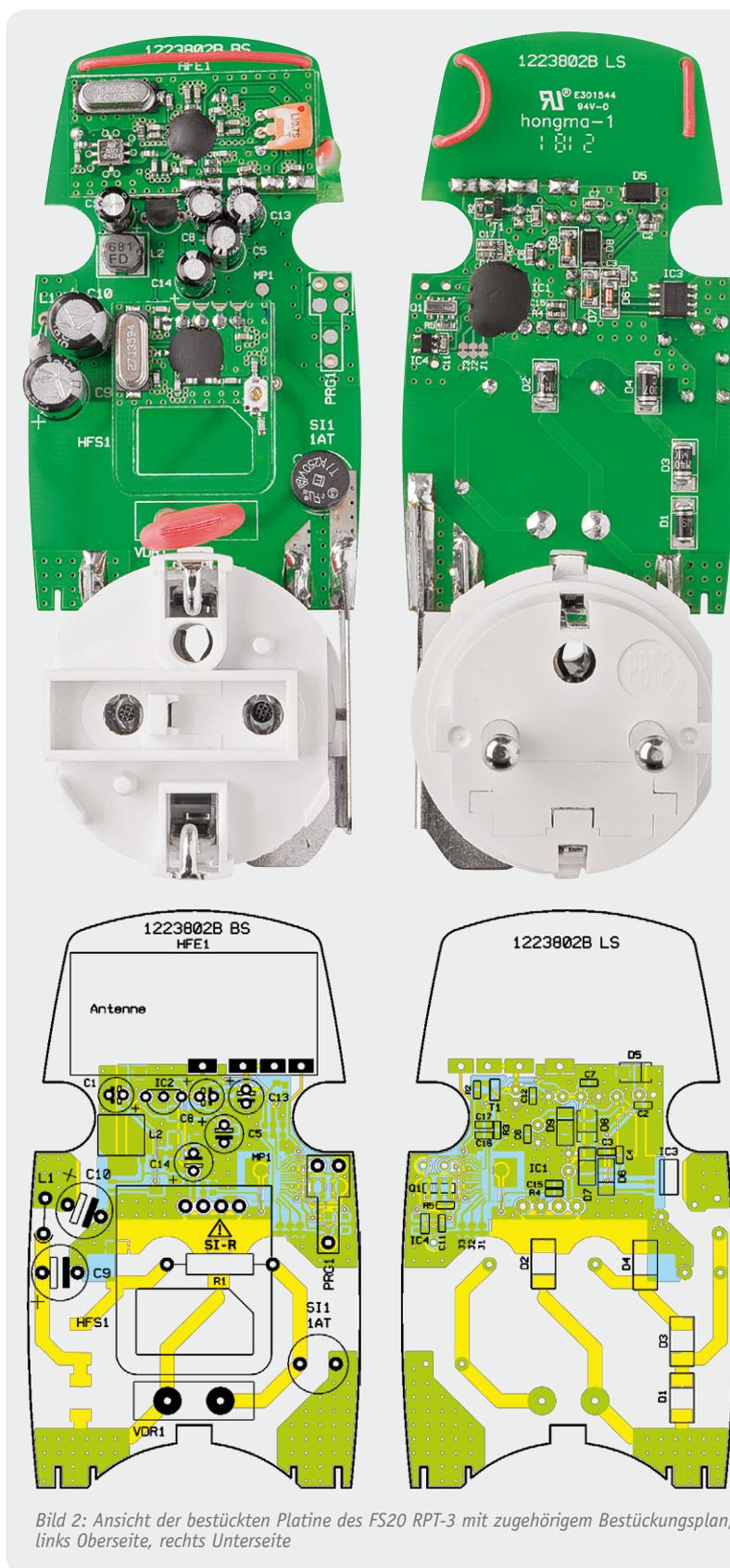


Bild 2: Ansicht der bestückten Platine des FS20 RPT-3 mit zugehörigem Bestückungsplan, links Oberseite, rechts Unterseite



Bild 3: Die Teile des Bausatzes, hier mit bereits abgenommenem Steckdoseneinsatz

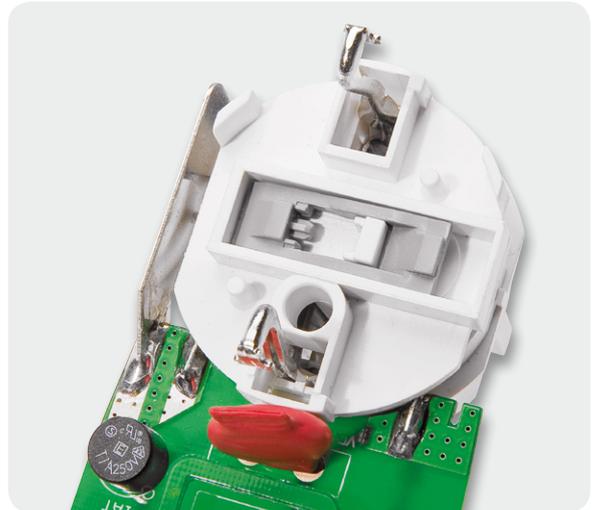


Bild 4: So wird die Kindersicherung in die Steckdoseneinheit gelegt.

## Nachbau

Alle Bauteile sind bereits auf der Platine bestückt und alle Lötarbeiten erledigt, Bild 2 zeigt dazu die Platinenfotos und Bestückungspläne.

Für die folgende Endmontage sind lediglich ein TORX-Schraubendreher der Größe T10 und ein Schlitzschraubendreher oder eine Pinzette nötig. Schauen wir uns zunächst die vorhandenen Bauteile einmal an (Bild 3). Der für den sicheren Transport provisorisch aufgesteckte Steckdoseneinsatz wird von der Elektronikeinheit erst einmal wieder abgezogen.

Neben der Elektronikeinheit und dem Steckdoseneinsatz finden wir noch folgende Komponenten vor:

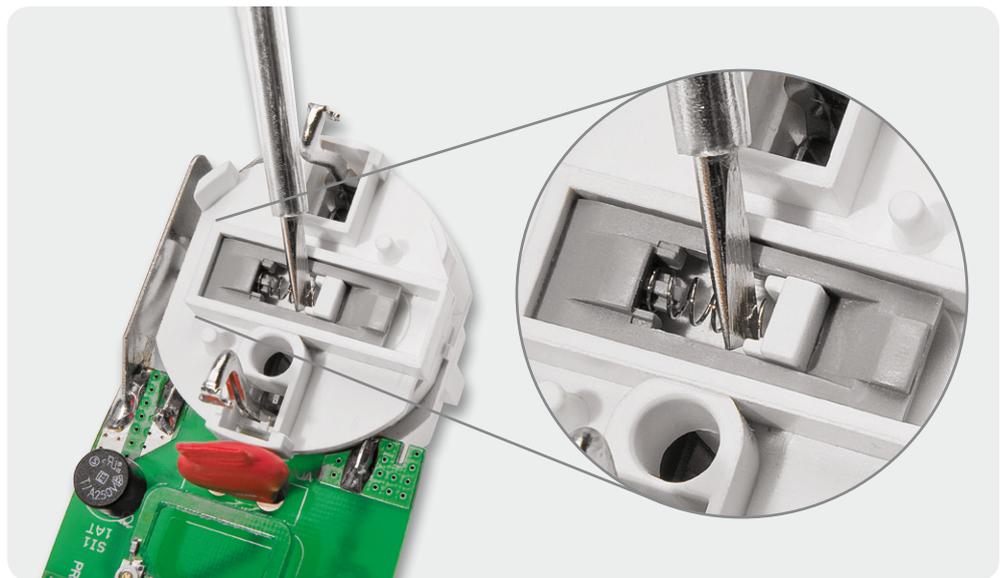


Bild 5: Das Einlegen der Sicherungsfeder erfolgt zunächst links in die Federaufnahme, sie wird dann mit Hilfe einer Pinzette oder eines Schraubendrehers vorsichtig rechts eingesetzt.

### Widerstände:

100 Ω/1 %/SMD/0603	R4
Sicherungswiderstand 1 kΩ/5 %/0,5 W	R1
2,2 kΩ/1 %/SMD/0603	R3
10 kΩ/SMD/0603	R2
22 kΩ/SMD/0603	R5
Varistor/275 V/600 mW	VDR1

### Kondensatoren:

10 nF/SMD/0603	C2, C15
22 nF/SMD/0603	C4
100 nF/SMD/0603	C3, C6, C7, C11, C12, C17
1 μF/SMD/0603	C16
2,2 μF/400 V/105 °C	C9, C10
10 μF/25 V/105 °C	C1, C13
100 μF/10 V/105 °C	C8
100 μF/16 V	C5, C14

### Halbleiter:

ELV121163/SMD	IC1
LP2950 ACZ-3.3	IC2

### VIPer12A/SMD

VIPer12A/SMD	IC3
BD4823G/SMD	IC4
BC858C	T1
SM4007/SMD	D1–D4
BYG20J	D5, D8
LL4148	D6
ZPD9,1V/SMD	D7
ZPD12V/SMD	D9

### Sonstiges:

Festinduktivität, 3300 μH	L1
SMD-Induktivität, 680 μH/190 mA	L2
Keramikschwinger, 4,19 MHz, SMD	Q1
Rundsicherung, 1 A, träge, print	SI1
Sendemodul TX868-50-DV, 868 MHz	HFS1
Stiftleiste, 1x 4-polig, 19 mm, gerade, print	HFS1
Empfangsmodul RX868SH-DV-T, 868 MHz	HFE1
Lötstifte, 1 mm	HFE1
2 cm Schrumpfschlauch, 12,7 mm, rot	
1 Stecker-Steckdosen-Gehäuse, komplett, bedruckt	



Bild 6: Der richtig herum aufgesetzte Steckdoseneinsatz



Bild 7: Hier ist der Bügel über die beiden Schraubdomen gelegt.

2 Gehäusehälften, 1 Kunststoffbügel (weiß), 1 Kindersicherung (grau), 1 Feder, 3 Gehäuseschrauben.

Zuerst beginnen wir mit der Montage der Kindersicherung für den Steckdoseneinsatz. Dazu wird die graue Kindersicherung so in die Aussparung der Steckdoseneinheit gelegt, dass die schrägen Rastnasen oben liegen und die Federaufnahme sich links befindet (Bild 4). Nun wird die Feder auf die Aufnahme der Kindersicherung gesteckt. Anschließend wird die rechte Federhälfte mit einer Pinzette oder einem kleinen Schlitzschraubendreher in die gegenüberliegende Aufnahme geführt, wie in Bild 5 zu sehen. Hier sollte aufgepasst werden, dass die Feder sich nicht löst und auf Nimmerwiedersehen wegspringt. Der Steckdoseneinsatz kann nun wieder auf die Steckdoseneinheit aufgesetzt werden, wobei darauf zu achten ist, dass die geschlossene Schutzleiterführung des Einsatzes zum Gerät hin zeigt (Bild 6). Die so vorbereitete Einheit wird nun in die untere Gehäusehälfte eingesetzt und der Plastikbügel zur Platinenfixierung über die Schraubdomen gesetzt (Bild 7). Jetzt kann die obere Gehäusehälfte aufgesetzt und mit den 3 Gehäuseschrauben verschlossen werden (Bild 8). Die längere Schraube gehört dabei in die Öffnung beim Steckereinsatz. Damit ist die Montage bereits abgeschlossen und das Gerät kann in Betrieb genommen werden. Bild 9 zeigt es in Betrieb mit einem angeschlossenen Verbraucher. So bleibt die vorhandene Steckdose weiterhin allgemein nutzbar. **ELV**



Bild 8: Das Verschrauben mittels der drei Gehäuseschrauben bildet den Abschluss der Montage. Die längere Schraube gehört auf die Steckerseite.



### Weitere Infos:

[1] LTE-Verbreitungsgebiete:  
[www.ltemobile.de/lte-verfuegbarkeit](http://www.ltemobile.de/lte-verfuegbarkeit)



### Wichtiger Hinweis:

Vorsicht! Aufgrund der im Gerät frei geführten Netzspannung dürfen Aufbau und Inbetriebnahme ausschließlich von unterwiesenen Elektrofachkräften durchgeführt werden, die aufgrund ihrer Ausbildung dazu befugt sind. Die einschlägigen Sicherheits- und VDE-Bestimmungen sind unbedingt zu beachten.

Bild 9: Das einsatzfertige Gerät, hier mit angeschlossenem Netzkabel eines Verbrauchers, so dass die Steckdose weiter normal genutzt werden kann.



## Informationen zum Mobilfunkstandard LTE und die Störung von anderen Geräten im 800-MHz-Band

Ähnlich wie bei UMTS hat die Bundesregierung für LTE-Frequenzen an die Betreiber von Mobilfunknetzen versteigert. Neben Frequenzen im 2,6-GHz-Band sowie bei 2,0 und 1,3 GHz wurden auch Frequenzen im 800-MHz-Band lizenziert. Insgesamt wurden mehr als 4,4 Milliarden Euro bei der Versteigerung erlöst, die dem allgemeinen Bundeshaushalt zufallen.

Aus Sicht der Mobilnetzbetreiber besonders attraktiv sind die Frequenzen bei 800 MHz, da hier die höchsten Reichweiten erzielt werden können, womit sich gerade ländliche Gebiete besonders kostengünstig versorgen lassen. So verwundert es auch nicht, dass mehr als 3,5 Milliarden Euro bzw. etwa 80 % hierfür erlöst wurden, obwohl im 800-MHz-Band nur 20 % des Spektrums für LTE liegen.

Neben dem verständlichen Argument, dass hier mit LTE die Internetversorgung in Gebieten ohne DSL bzw. Kabelnetze verbessert werden soll, sollten natürlich auch die Interessen der bisherigen Nutzer im 800-MHz-Band gesehen werden. So können beispielsweise Funkmikrofone praktisch gar nicht mehr betrieben werden, obwohl bislang eine kostenlose, sogar lizenzierte Nutzung möglich war. Dies betrifft nicht nur Hotels, Konferenzveranstalter und Vermieter von A/V-Technik, sondern ebenso Kirchengemeinden, Schulen und Veranstaltungsräume in Gemeinden, von denen

nun neue Geräte angeschafft werden müssten, die dazu aber zumeist kein Budget haben. Entschädigungszahlungen sind zwar vorgesehen, die Mittel decken aber nur geschätzte 10 % des Bedarfs ab und sind an recht komplizierte bürokratische Schritte gebunden. Hier gilt „wer zuerst kommt, mahlt zuerst“. Nach 2015 ist der Betrieb dieser Funkmikrofone dann sogar untersagt.

Bei der Frequenzuteilung für LTE wurde auch genehmigt, dass die Ausstrahlungen in den LTE-Seitenbändern in bestimmtem Umfang sogar in benachbarte Bänder reichen dürfen. Hiervon ist auch das 868-MHz-Band betroffen, in dem viele Hausautomationsgeräte arbeiten. Für Empfänger in diesen Bändern stellt sich LTE wie eine Erhöhung des Rauschniveaus dar.

Bei modernen Empfängern – wie beispielsweise in HomeMatic – wirkt sich LTE trotzdem in der Praxis kaum aus. Nur wenn ein Gerät sehr dicht – z. B. weniger als 1 m – von einem LTE-Router betrieben wird, erhöht sich der Anteil der Pakete, die auf dem Funkweg gestört werden überhaupt messbar.

Bei älteren Empfängern oder besonders simplen Empfängern kann sich die Situation allerdings auch anders darstellen. Hiervon könnten „Billigfunkprodukte“ im Handel betroffen sein. Insgesamt ist aber festzustellen, dass das Risiko von Störungen von LTE durch die Nachbarschaft im 868-MHz-Band immer noch geringer bleibt, als das Risiko von Störungen durch WLAN im 2,4-GHz-Band für dortige Hausautomations-Geräte.

Auch bei neueren Geräten von FS20 spielt LTE praktisch keine Rolle. Anders sieht es bei bestimmten älteren FS20-Geräten aus. Hier haben wir in den letzten Jahren eine Reihe von Geräten bezüglich des Empfängers überarbeitet. Es gibt aber mehrere Geräte, bei denen eine Überarbeitung nicht möglich oder nicht sinnvoll ist (zum Beispiel weil es ein ähnliches Nachfolgergerät gibt).

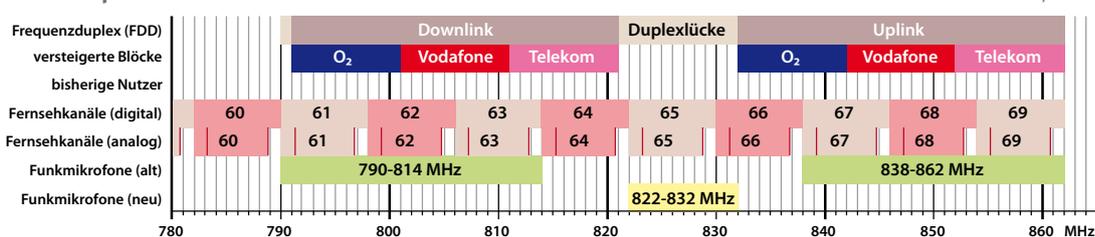
### LTE-Frequenzen im 800-MHz-Band

Quelle: Wikipedia

Nutzer	Uplink	Downlink	Preis
Deutsche Telekom	852–862 MHz	811–821 MHz	1,153 Mrd. €
Vodafone	842–852 MHz	801–811 MHz	1,210 Mrd. €
O2	832–842 MHz	791–801 MHz	1,212 Mrd. €

### LTE-Frequenzen im 800-MHz-Band

Quelle: Wikipedia



### LTE-Frequenzversteigerung 2010

Quelle: Landesanstalt für Medien NRW

