



## 35MHz: Was man wissen sollte!

### Zusammenfassung

Infolge einer europaweiten Harmonisierung wird das 35MHz Frequenzband ausschliesslich für den Betrieb von Flugmodellen freigegeben. Weitere Frequenzen können länderspezifisch bewilligt werden. In der Schweiz darf das 35MHz Band seit 2003 unter Mitbenutzung des Militärs verwendet werden, ab 2008 sind ausschliesslich Flugmodellfernsteuerungen erlaubt. Bestehende 40Mhz Fernsteuerungen dürfen auf den Kanälen 54-91 bis 2012 unter Mitbenutzung des Militärs eingesetzt werden. Die Kanäle 50 - 53 fallen nicht unter diese Vorschrift.

40 MHz	Nur Flugmodellfernsteuerungen						Mitbenutzung Militär					
35 MHz	Mitbenutzung Militär						Nur Flugmodellfernsteuerungen					
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013

Frequenzzuweisung für Flugmodellfernsteuerungen

Da in Zukunft vermehrt Piloten auf das 35MHz Band wechseln, sehe ich es angebracht auf ein paar Besonderheiten des 35Mhz Bandes hinzuweisen.

### Erlaubte Frequenzen in der Schweiz

Frequenzband gemäss Bakom:  
34.995 -35.225 MHz

Frequency Band	National Allocation	Main Use	Swiss Allocations		Strategy
			Civ/Mil	Notes	
30.01 - 37.5 MHz	MOBILE	31.4-39.6 MHz Radio microphones. 34.995-35.225 MHz Flying Model control.	MIL	Short Range Devices: 34.995-35.225 MHz: Flying Model control: RIR1007-02, ERC/DEC/(01)11	34.995-35.225 MHz: Allocation for flying models with reservation NPB.
37.5 - 38.25 MHz	MOBILE except aeronautical mobile Radio astronomy 5.149		MIL		
38.25 - 39.986 MHz	MOBILE		MIL	31.4-39.6 MHz: Radio microphones: RIR1009-01, ERC/REC 70-03	
39.986 - 40.02 MHz	MOBILE Space research		MIL		
40.02 - 40.66 MHz	MOBILE		MIL	39.0-39.2 MHz: Meteor Burst Communications, NIB/NPB, ERC/REC 00-04	

Verfügbare Senderfrequenzen für Flugmodelle:

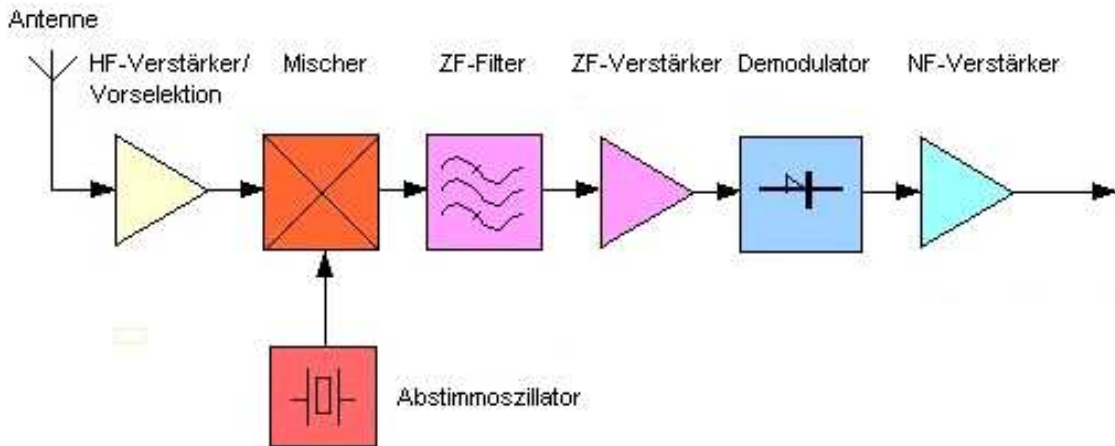
Frequenz	Kanalbezeichnung	Frequenz	Kanalbezeichnung
35.000	60	35.120	72
35.010	61	35.130	73
35.020	62	35.140	74
35.030	63	35.150	75
35.040	64	35.160	76
35.050	65	35.170	77
35.060	66	35.180	78
35.070	67	35.190	79
35.080	68	35.200	80
35.090	69	35.210	281
35.100	70	35.220	282
35.110	71		

## Störungen

### Störungen durch Schweizer UKW Sender

Im Gegensatz zum 40MHz Band kann das 35Mhz Band durch UKW Sender gestört werden. Abhängig von der Sendefrequenz und Sendeleistung des UKW Senders kann es zu kleineren oder grösseren Störungen kommen. Den Einfluss der Empfängerqualität möchte ich in diese Betrachtung nicht berücksichtigen.

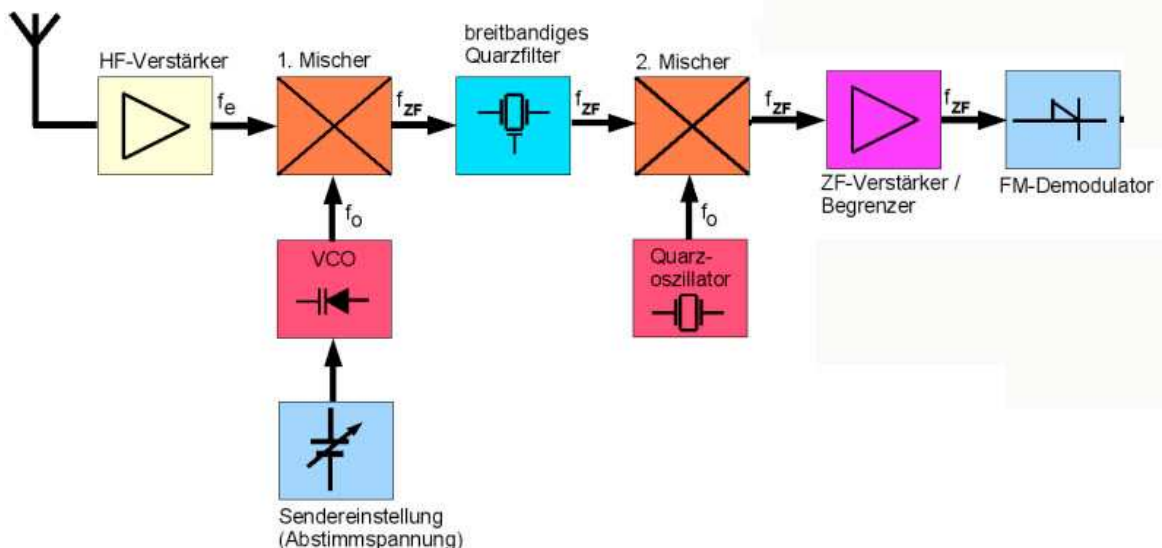
Normale Superhet Empfänger basieren auf dem folgenden Empfangsprinzip:



Blockschaltbild eines Superhet Empfängers (single conversion)

An einem Mischer wird das gewünschte Frequenzband gewandelt und frequenzmässig auf eine Zwischenfrequenz runter gemischt, damit es besser verarbeitet werden kann. Diese Zwischenfrequenz liegt bei 455Khz. Leider werden mit diesem Verfahren auch Signale höherer Frequenz in unser Nutzband gemischt welche unser Signal stören. Je nach Stärke der Störfrequenzen sind für uns die Störungen sichtbar oder nicht.

Doppel Superhet Empfänger basieren auf dem folgenden Empfangsprinzip:



Blockschaltbild eines Doppel Superhet Empfängers (dual conversion)

Wie der Namen schon vermuten lässt, wird anstatt einer Mischerstufe das Signal mit einer doppelten Mischerstufe auf die Zwischenfrequenz gemischt. Mit diesem Verfahren können Störfrequenzen besser unterdrückt werden.

Die Störfrequenzen von einfach Superhet Empfängern lassen sich mit der folgenden Formel berechnen:

$$F_s = 1/3 ( F_{UKW} + 3F_{ZF} \pm F_{ZF} )$$

F<sub>s</sub>: Frequenz Fernsteuersender; F<sub>UKW</sub>: Frequenz UKW Sender; F<sub>ZF</sub>: Zwischenfrequenz

In der folgenden Tabelle werden die Störfrequenzen pro Sendekanal aufgelistet. Es ist zu bemerken, dass jeder Kanal mit einer entsprechenden starken Frequenz gestört werden kann!

Anhand der Schweizerischen UKW-Sender Tabelle gibt es bei folgenden Frequenzen Kanal 60, 64, 67, 74, 77 regional ein erhöhtes Störrisiko.

Zum Beispiel sendet:

- Radio Pilatus in Kriens auf Frequenz 104.9 welches den Kanal 60 stören kann
- DRS3 sendet in Basel auf der Frequenz 103.6 welche den Kanal 74 stören kann.

Weitere Sender und deren Standorte kann in der [#2] nachgelesen werden.

35 MHz	A-Band, nur für Flugmodelle	Störende UKW Frequenz		Radio Sender*	Standorte
35,000	60	104,09	103,18		
35,010	61	104,12	103,21		
35,020	62	104,15	103,24		
35,030	63	104,18	103,27		
35,040	64	104,21	103,3	RSI 3; Radio Rhone; Radio Top V...	Verschiedene
35,050	65	104,24	103,33		
35,060	66	104,27	103,36		
35,070	67	104,3	103,39	RSR 1; Radio Rhone; DRS3	Verschiedene
35,080	68	104,33	103,42		
35,090	69	104,36	103,45		
35,100	70	104,39	103,48		
35,110	71	104,42	103,51		
35,120	72	104,45	103,54		
35,130	73	104,48	103,57		
35,140	74	104,51	103,6	Radio Emme;DRS3; RSI3; Radio Rhor	Verschiedene
35,150	75	104,54	103,63		
35,160	76	104,57	103,66		
35,170	77	104,6	103,69	DRS1; Radio Zürisee; DRS3; Radio Pi	Verschiedene
35,180	78	104,63	103,72		
35,190	79	104,66	103,75		
35,200	80	104,69	103,78		
35,210	281	104,72	103,81		
35,220	282	104,75	103,84		

Störfrequenzen und entsprechende Schweizer UKW Sender (Aufzählung nicht komplett!)

**Meine Empfehlung: die Frequenzen 64, 74 und 77 zwingend nur in Verbindung mit einem Doppel-Super (dual conversion) Empfänger betreiben.**

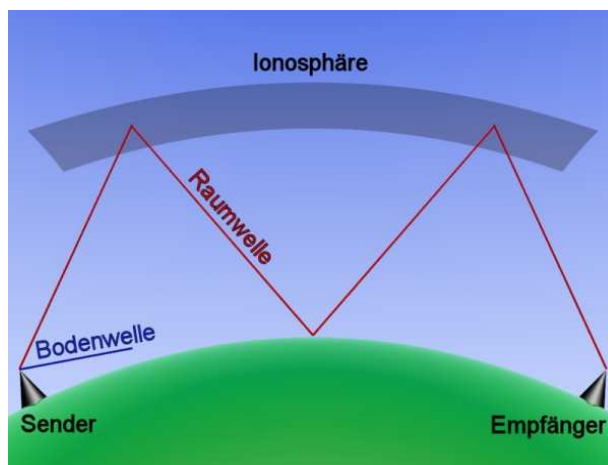
## Störungen durch ausländische Sender

### VHF (35Mhz) Anwendungen in Frankreich

Frankreich ist das einzige europäische Land, welches nicht die europäische Harmonisierung der Frequenzteilung im Bereich 35 MHz vollzogen hat und auf Grund des Bestandsschutzes in absehbarer Zeit auch nicht umsetzen wird. In Frankreich werden Bündelfunkanwendungen im 35 MHz Band betrieben. Bündelfunk dient dem Austausch von (zumeist) kurzen Nachrichten im Nahbereich innerhalb geschlossener Benutzergruppen. Dabei sind sowohl Sprach-, als auch Datenübertragung möglich. Anwender sind Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (Feuerwehren, Rettungsdienste, Taxiunternehmen, Pannendienste, Flughäfen usw.). Die Sendeleistungen können bis zu 16 Watt betragen.

Je nach Wetterlagen kann es durch troposphärische Irregularitäten und Reflexionen in der Ionosphäre in einer Höhe von 90 – 120 km zu Überreichweiten im unteren VHF-Funkbereich. Das 35 MHz Band gehört zu diesem Bereich. In Mitteleuropa tritt dieser Effekt meist tagsüber in den Sommermonaten auf. Prinzipiell ist mit Beeinträchtigungen der lokalen Funkanwendungen zu rechnen. Bei Normalwetterlagen verschwinden diese Effekte wieder.

Mit solchen Störungen müssen wir leben. Es sollte grundsätzlich darauf geachtet werden, dass während des Fluges nicht mit der Senderantenne auf das Modell gezielt wird. Die Installation der Empfängerantenne im Modell soll in der Weise geschehen, dass nie die gesamte Antenne vom Sender aus als Punkt gesehen werden kann. Beachtet man diese Ratschläge, werden Störungen der beschriebenen Art sich weniger stark auswirken. Ausschliessen kann man sie nicht.



Spiegelung an der Ionosphäre

### Starke ausländische UKW Sender

Durch troposphärische Irregularitäten und Reflexionen in der Ionosphäre kann es durch Überreichweiten von UKW Sendern führen. Diese Sender haben normal eine Reichweite von 10km. Durch Spiegelungen an der Ionosphäre können diese Frequenzen Hunderte von Kilometern überwinden. Da diese Irregularitäten sich im Minutenbereich ändern können solche Störungen plötzlich wieder verschwinden.

Leider gibt es kein mir bekanntes Verzeichnis europäischer UKW Sender.

Meine Empfehlung:

**Immer Doppelsuperhet (dual conversion) Empfänger einsetzen!**

## Interessantes

- Deutschland und Griechenland haben auch das 35MHz B-Band freigeben. Da der Kanal 60 den Kanal 191 des B-Bandes stören kann ist dieser Kanal (60) nicht erlaubt.
- Synthesizer Module erlauben es auch Frequenzen zu verwenden die im entsprechenden Land nicht erlaubt sind. Es gilt zu beachten, dass folgende Kanäle sich stören:  
 Kanal (2)55 = 34,950 MHz stört Kanal 186 = 35,860 MHz  
 Kanal (2)56 = 34,960 MHz stört Kanal 187 = 35,870 MHz  
 Kanal (2)57 = 34,970 MHz stört Kanal 188 = 35,880 MHz  
 Kanal (2)58 = 34,980 MHz stört Kanal 189 = 35,890 MHz  
 Kanal (2)59 = 34,990 MHz stört Kanal 190 = 35,900 MHz  
**Alle aufgeführten Frequenzen sind in der Schweiz nicht erlaubt!**
- Im Englischen Sprachraum werden die Frequenzen  
 Kanal 281= 35.210 als Kanal 81 und  
 Kanal 282= 35.220 als Kanal 82 bezeichnet!
- Durch einstellen des Autoradios auf die entsprechende Störfrequenz lässt sich feststellen ob ein entsprechender Radiosender vorhanden ist oder nicht!

**!ACHTUNG !**

**ALLE ANGABEN OHNE GEWÄHR**

## Quellenverzeichnis

- |      |   |   |
|------|---|---|
| [#1] | <a href="http://www.dmfv.de/pages/funk/index.htm">http://www.dmfv.de/pages/funk/index.htm</a> | von Dieter Perkuhn  |
| [#2] | <a href="#">Schweizerische UKW Sender</a> ;   | BAKOM Stand 12.02.2007  |
| [#3] | Empfänger ABS bei ACT   | <a href="http://www.acteurope.de/html/empfangen-abc.html">http://www.acteurope.de/html/empfangen-abc.html</a>   |
| [#4] | UKW Störsender bei ACT  | <a href="http://www.acteurope.de/html/ukw_storsender.html">http://www.acteurope.de/html/ukw_storsender.html</a> |
| [#5] | Superhet bei Wikipedia  | <a href="http://de.wikipedia.org/wiki/Superhet">http://de.wikipedia.org/wiki/Superhet</a>                       |
| [#6] | Ionosphäre bei Wikipedia  | <a href="http://de.wikipedia.org/wiki/Ionosph%C3%A4re">http://de.wikipedia.org/wiki/Ionosph%C3%A4re</a>         |

**Gebräuchliche Doppelsuperhet Empfänger**

Hersteller	Bezeichnung	Bild
Graupner	DS19-FM35 GRA-3221	
Graupner	DS20-FM35 GRA-3222	
Futaba	FP-R-148 DP 35	
Futaba	FP-R-149 DP 35	
Multiplex	IPD Min DS 35 MPX-05.5978	
Multiplex	RX 7 Synth DS IPD MPX-05.5885	
Hitec	HFD-08RD35	

Reto Schmid Mai 2007

**Eine Stellungnahme des BAKOM's bezüglich Störungen auf dem 35MHz-Band:**

Sehr geehrter Herr Schmid

Das Problem der durch UKW-Rundfunksender verursachten Empfangsstörungen bei Funk-Fernsteuerungen für Modellflugzeuge tritt nur bei so genannten einfach-Überlagerungsempfängern auf. Es handelt sich dabei um ein reines Empfänger Problem.

Der Frequenzbereich der UKW-Sender, die Störungen in derartigen Empfängern verursachen können, ist davon abhängig ob der Lokaloszillator (LO) im Empfänger unterhalb oder oberhalb der Empfangsfrequenz schwingt. In den meisten Fällen wird der LO unterhalb der Empfangsfrequenz schwingen, das bedeutet, die Frequenz des Empfangsquarzes ist kleiner als die Sendefrequenz.

Der beiliegenden Tabelle können Sie entnehmen welche Fernsteuerkanäle durch welche Rundfunkfrequenzen beeinflusst werden können.

<<Empfangsstörungen\_35MHz\_durch\_UKW\_Sender.pdf>>

Empfänger dieser Bauart entsprechen nicht dem aktuellen Stand der Technik. Empfänger für Modell-Fernsteuerungen werden normalerweise so klein und leicht wie möglich gebaut, daher fehlen oft wirkungsvolle Filter und Abschirmungen. Das macht diese Empfänger zusätzlich anfällig für Störungen.

Unter:

<http://www.funksender.ch>

finden Sie unsere Übersichtskarte. Auf dieser Karte sind neben den GSM- und UMTS- Basisstationen auch die Rundfunksender (mit Angabe der Frequenz) aufgeführt. Auf diese Weise können Sie UKW-Rundfunksender die Ihnen bzw. Ihrem Flugmodell gefährlich werden könnten ermitteln.

Wir hoffen Ihnen mit diesen Angaben dienen zu können und wünschen Ihnen viele störungsfreie Flugstunden.

Mit freundlichen Grüßen

Mirjam Wüthrich  
Sekretärin Frequenzzuteilung

Eidgenössisches Departement für Umwelt,  
Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK

Bundesamt für Kommunikation BAKOM  
Zukunftstrasse 44, CH 2501 Biel

Tel. +41 32 327 56 11 (direkt)  
Tel. +41 32 327 55 11 (Zentrale)  
Fax +41 32 327 56 66

<mailto:mirjam.wuethrich@bakom.admin.ch>  
[www.bakom.ch](http://www.bakom.ch)

<< Ergänzt 28. August 2007 >>