

# UNI-TEE

## Eine universelle Fernspeiseweiche (Bias-Tee) mit Spannungsregler und AC/DC Input zur Versorgung von Mast-Vorverstärkern und Aktivantennen

Von Guenter Fred Mandel, DL4ZAO,  
[www.dl4zao.de](http://www.dl4zao.de)

Manual und Baubeschreibung

### Inhalt

Merkmale.....	2
Einführung.....	2
Beschreibung der Schaltung .....	3
Aufbau und Bestückung der Leiterplatte .....	4
Wickeln der Fernspeisedrossel .....	4
Bestückung der Platine .....	5
Varianten .....	6
Ausgangsspannungen .....	6
Betrieb ohne Spannungsregler:.....	6
Teilbestückung ohne Spannungsregler .....	6
Teilbestückung ohne Brückengleichrichter: .....	6
Inbetriebnahme.....	7
Stückliste.....	8

*Kleines Werkstattbrevier (pdf) zum Herunterladen*  
<http://www.dl4zao.de/downloads/Werkstattbrevier.pdf>

## Merkmale

Funktion:	DC-HF -Speiseweiche zur Versorgung von abgesetzten Geräten über das Koaxkabel.
Wellenwiderstand:	50 $\Omega$
Frequenzbereich:	15kHz bis 500MHz.
Einfügedämpfung:	< 0,3dB bis 100MHz, < 0,8dB bis 500MHz
Reflexionsdämpfung:	20dB (min)
Entkopplung HF-DC :	50dB (min)
DC-Einspeisestrom:	300mA
Ausgangsspannung:	DC 24V (max)
Eingangsspannung:	DC oder AC, 26V (max. Spitzenspannung)
HF Anschlüsse:	BNC 50 $\Omega$
DC-Anschluss:	Hohlstecker 2,1/5,5mm oder über 2-pol. Stiftleiste
DC-Absicherung:	Feinsicherung (20 x5mm) 500mA träge
Max. HF-Leistung	5W
Besonderheiten:	Adaptierbar: Linearer Spannungsregler überbrückbar, AC und DC Input, Verpolungsschutz mit Brückengleichrichter

## Einführung

Eine Fernspeiseweiche - im englischen in Anlehnung an die innere Schaltung als Bias-T bezeichnet - benutzt man zur Spannungsversorgung von abgesetzten Geräten wie z.B. von Mast-Vorverstärkern oder von Aktivantennen über das Koaxkabel. Es ist eine T-förmige Frequenzweiche, über die eine DC-Versorgungsspannung rückwirkungsfrei auf eine Hochfrequenzleitung gekoppelt werden kann. Am Ausgang der Weiche, der zum angeschlossenen Empfänger führt, wird die Gleichspannung über einen Kondensator abgetrennt. Die rückwirkungsfreie Ein-Koppelung der Gleichspannung auf die Hochfrequenzleitung erfolgt über HF-Drosseln, deren induktiver Widerstand Hochfrequenz sperrt, aber Gleichströme durchlässt.

Eine Fernspeiseweiche soll für den durchgehenden HF-Zweig eine möglichst kleine Einfügedämpfung und ein niedriges VSWR aufweisen. Der DC-Port hingegen soll vom HF-Zweig durch eine möglichst hohe Entkopplung für hochfrequente Wechselströme abgetrennt sein.

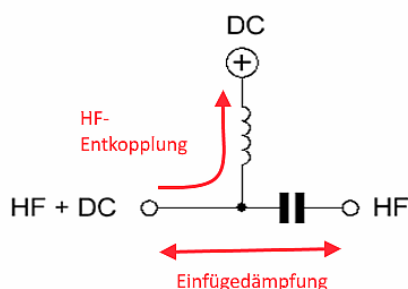


Bild 1 – Fernspeiseweiche - Bias-Tee - Prinzip

Das Bias-Tee hat drei Ports: Der Anschluss „HF“ wird über ein Koaxkabel mit dem Transceiver, bzw. Empfänger verbunden. Der Anschluss "HF+DC" wird über das Koaxialkabel mit dem zu versorgenden Gerät (Vorverstärker, Aktivantenne, Konverter) verbunden. Über den Anschluss „DC“ wird die Gleichspannung der Fernspeisung angeschlossen. Der Kabelschirm dient als gemeinsamer Masseanschluss.

## Beschreibung der Schaltung

In einer Fernspeiseweiche kommt der HF-Drossel eine Schlüsselrolle zu. Als Daumenregel gilt: ihr induktiver Widerstand soll im gesamten Nutzfrequenzbereich das 10-fache des Leitungswellenwiderstandes von 50Ω betragen. Das erfordert für tiefe Frequenzen eine Drossel mit hoher Induktivität. Festinduktivitäten mit hoher Induktivität weisen meist eine hohe Wicklungskapazität auf und zeigen je nach Bauart eine ausgeprägte Eigenresonanz, die oft in den Nutzfrequenzbereich fällt. Dies wirkt sich als unerwünschte Stoßstelle auf die HF-Leitung aus. Oberhalb der Eigenresonanz lässt die Drosselwirkung zunehmend nach. Aus diesem Grund werden hier mehrere Induktivitäten mit unterschiedlichen Werten gestuft in Serie geschaltet. L2 ist eine SMD Ferritdrossel, die zwischen Stripline und den bedrahteten Drosselspulen eingefügt wird.

L1 ist eine breitbandige Patentwickeldrossel mit geringer Eigenkapazität. Sie wird auf einen Ferrit-Doppellochkern gewickelt und bestimmt das Verhalten der Speiseweiche bei höheren Frequenzen. Das verwendete Ferritmaterial ist zu hohen Frequenzen hin verlustbehaftet, was hier durchaus erwünscht ist, da es die Eigenresonanzen dämpft. Die Drossel L3 ist eine handelsübliche Festinduktivität, sie bestimmt die untere Frequenzgrenze der Weiche. L3 ist mit einem Widerstand bedämpft, um die Eigenresonanz zu unterdrücken.

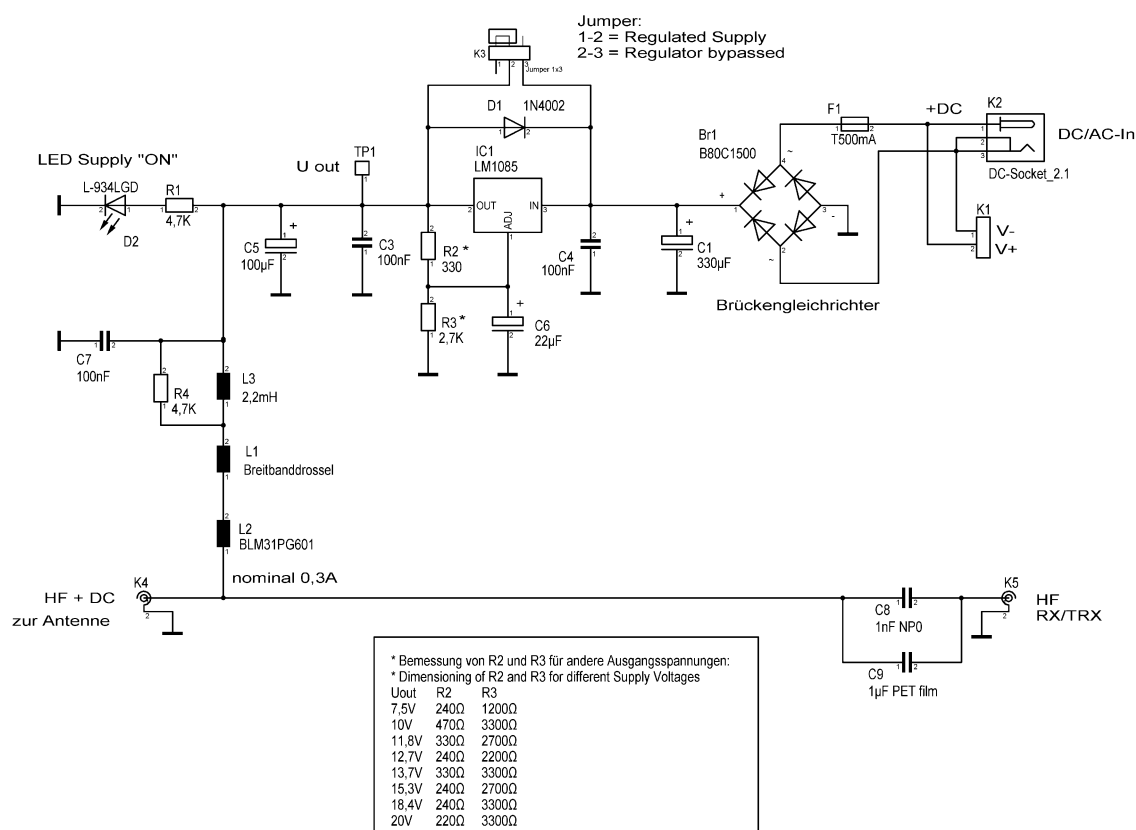


Bild 2 Schaltbild Uni-Tee mit Spannungsregler und Brückengleichrichter

Die Eingangsspannung der Weiche wird über einen Hohlstecker oder über eine 2-polige Stiftleiste zugeführt. Der Pluspol der DC-Versorgungsspannung an der BNC-Buchse am Ausgang der Weiche ist auf den Innenleiter gelegt. Der Schirm des Koaxkabels bildet die gemeinsame Masseleitung. Die Speiseweiche ist mit einer Feinsicherung von 500mA träge gegen Kurzschluss abgesichert.

Zusätzlich zu diesen Grundelementen einer Fernspeiseweile sind bei dieser Universal-Fernspeiseweiche noch ein Brückengleichrichter und ein Spannungsregler-IC mit einstellbarer Ausgangsspannung vorhanden. Das ermöglicht die Verwendung von Steckernetzteilen mit ungenügender Stabilisierung oder von Wechselstrom-Trafonetzteilen.

Die Ausgangsspannung des Low-Drop Spannungsreglers kann durch die Bemessung der Widerstände R2 und R3 festgelegt werden (mehr dazu im Abschnitt „Ausgangsspannungen“). Wird kein Spannungsregler benötigt, weil z.B. eine ausreichend stabile und saubere DC-Versorgung vorhanden ist, kann man ihn durch die Steckbrücke K3 überbrücken. Der Brückengleichrichter erfüllt gleichzeitig den Zweck als Verpolungsschutz. Auch bei Verpolung der DC-Eingangsspannung sorgt er dafür, dass immer der Pluspol auf den Innenleiter des Koaxkabels geführt wird. Diesen Verpolungsschutz erkaufte man sich mit einem Spannungsabfall von ca. 1,4V über zwei Dioden. Ist dieser Spannungsabfall unerwünscht, kann man den Brückengleichrichter unbestückt lassen und durch zwei Drahtbrücken ersetzen. Die Uni-Tee Fernspeiseweiche kann somit individuell den jeweiligen Anforderungen angepasst werden.

Das verwendete einstellbare Spannungsregler IC ist Kurzschluss und übertemperaturfest. Auf die Leiterplatte geschraubt, reicht die Kühlung in der Regel für eine Verlustleistung von ca. 2W aus. Bei großer Spannungsdifferenz zwischen Ein- und Ausgangsspannung und Nennstrom kann unter Umständen ein Kühlkörper notwendig werden, um die Verlustleistungswärme abzuführen.

## Aufbau und Bestückung der Leiterplatte

### Wickeln der Fernspeisedrossel

Vor dem Beginn Bestückungsarbeiten wird die Breitbanddrossel L2 wie auf Bild 3 gezeigt auf einen Ferrit Doppellochkern Amidon BN73-0202 gewickelt. Als Wickeldraht eignet sich am besten doppelt isolierter lötlbarer Kupferlackdraht vom Durchmesser 0,25...0,4 mm. Beim Wickeln ist darauf zu achten, dass die Lackisolierung an den scharfen Kanten des Ferritkerns nicht abgescheuert wird damit keine Kurzschlüsse entstehen. Es werden mindestens 3 + 7 + 3 Windungen entsprechend dem gezeigten Wickelschema gewickelt. Die Windungszahl ist unkritisch, es dürfen auch einige Windungen mehr sein. Vor dem Einbau werden die Drahtenden sorgfältig verzinnt. Es empfiehlt sich, später beim Einbau den Doppellochkern der Fernspeisedrossel mit einem Klecks Heißkleber zu fixieren.

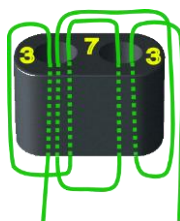
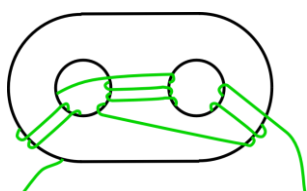


Bild 3 - Wickelschema L1 Breitband Drossel 1mH

fertig gewickelte Drossel

## Bestückung der Platine

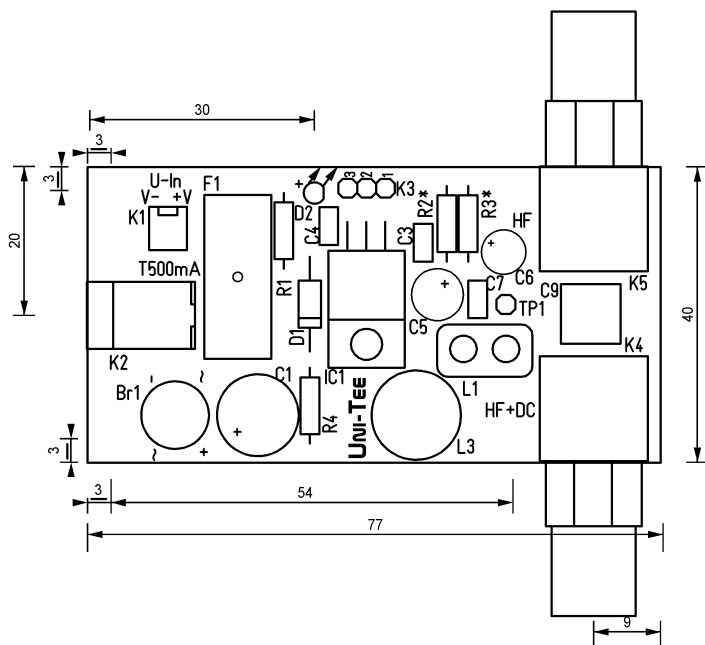


Bild 4 Abmessungen und Bestückungszeichnung der Leiterplatte von oben

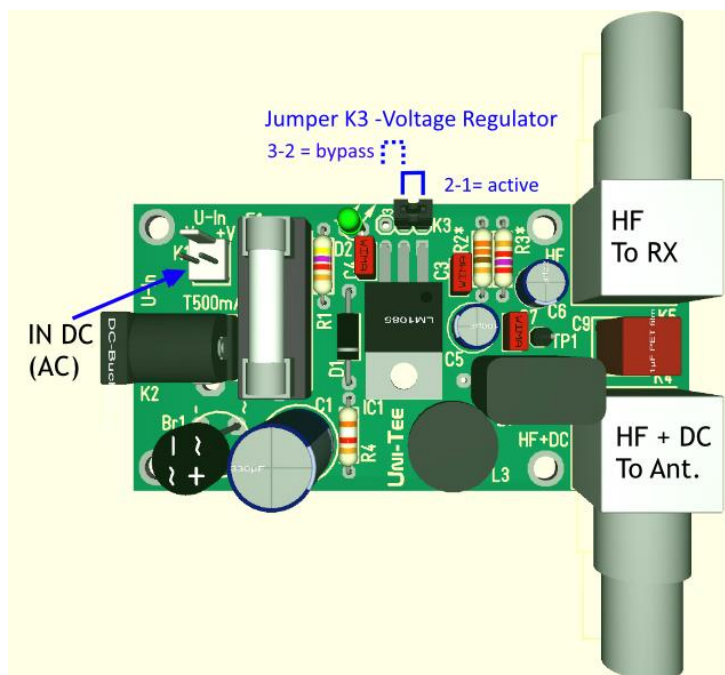


Bild 5 Bauelemente Bestückung von oben

- Zuerst die beiden SMD Bauteile (L2 und C8) auf der Platinen-Unterseite bestücken. Die Bestückung der bedrahteten Bauteile erfolgt am sinnvollsten in der Reihenfolge: zuerst die niedrigen und zum Schluss die hohen Bauteile wie z.B. die BNC Buchse. Ganz zuletzt die selbstgewickelte Breitband-Drossel auf dem Doppellockern. Der Spannungsregler wird zur Kühlung mittels M3 Schraube und Mutter auf der Leiterplatte befestigt. Beim Bestücken der Dioden, des Brückengleichrichters und der Transistoren sorgfältig auf die richtige Polung

achten. Die Kathode der Diode ist auf dem Gehäuse mit einem Ring gekennzeichnet. Die Kathode der Betriebsanzeige LED erkennt man an dem kürzeren Anschlussbeinchen. Die Elkos müssen ebenfalls richtig gepolt eingebaut werden. Der Minusanschluss eines Elkos ist meist mit einem schwarzen Balken und einem Minuszeichen gekennzeichnet.

## Varianten

### Ausgangsspannungen

Der integrierte Spannungsregler LM1085 hat eine interne Spannungsreferenz von 1,25V. Mit dem Verhältnis des Spannungsteilers R2/R3 kann die Ausgangsspannung programmiert werden. Für R2 ist ein Wert im Bereich unter 500 Ohm empfohlen.

Für eine andere gewünschte Ausgangsspannung  $U_a$  wählt man R2 und R3 zu:  $R_3 = \left( \frac{U_a}{1,25V} - 1 \right) \cdot R_2$

Uout V	R2 Ω	R3 Ω
7,5	240	1200
10V	470	3300
11,8	330	2700
12,7	240	2200
13,7	330	3300
15,3	240	2700
18,4	240	3300

Tabelle 1: Widerstandswerte von R2 und R3 aus der Normreihe E24 für andere Ausgangsspannungen:

Der Spannungsabfall über den Brückengleichrichter beträgt ca. 1,4V. Das Regler-IC benötigt eine Spannungsreserve von etwa 1,5V. Um eine ausreichende Regelreserve des LM1085 Reglers sicherzustellen, soll die DC-Eingangsspannung bei Last also mindestens 3V über der Ausgangsspannung des Spannungsreglers liegen.

### Betrieb mit überbrücktem Spannungsregler:

- Falls schon ein Netzteil mit einer ausreichend stabilisierten und gesiebten DC-Versorgungsspannung zur Verfügung steht, kann der Spannungsregler durch Umstecken der Steckbrücke K3 überbrückt werden:  
Steckbrücke in Stellung 1-2 = Spannungsregler aktiv  
Steckbrücke in Stellung 2-3 = Spannungsregler überbrückt

### Teilbestückung ohne Spannungsregler

- Soll das Bias-Tee passiv und ohne Spannungsregler aufgebaut werden, entfallen die Bauteile: D1, IC1, R2, R3, C6 und K3. Die Diode D1 wird in diesem Falle durch eine Drahtbrücke ersetzt. (Bild 7)

### Teilbestückung ohne Brückengleichrichter:

- Wird kein Brückengleichrichter als Verpolungsschutz bzw. zur AC-Gleichrichtung gewünscht, entfällt Bauteil Br1 und wird durch zwei Drahtbrücken zwischen den Pins 1-4 sowie 2-3 überbrückt. (Bild 7)

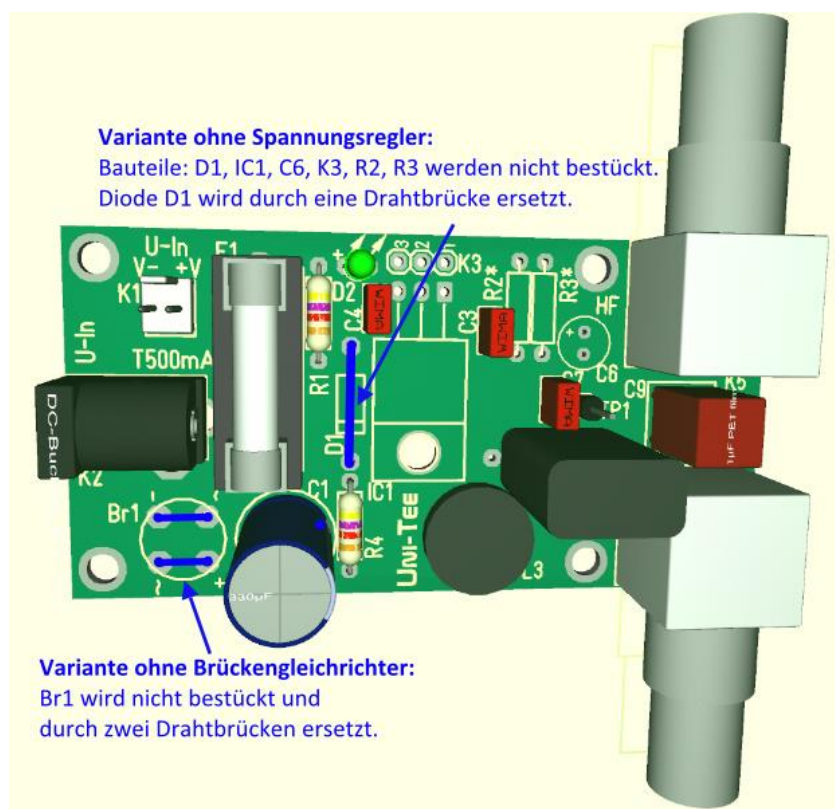
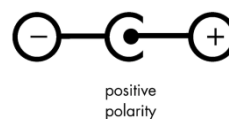


Bild 7 Teilbestückung Varianten – Position der Drahtbrücken

## Inbetriebnahme

- Im ersten Schritt die korrekte Bestückung der Bauteile sorgfältig kontrollieren und – am besten unter der Lupe - die Lötstellen und Leiterbahnen auf Kurzschlüsse und kalte Lötstellen prüfen. Auch nochmal sorgfältig die richtige Polarität und Einbaurichtung des Gleichrichters, der Dioden und der Elkos prüfen. Sicherung in den Halter einsetzen.
- Ein spannungsstabilisiertes DC-Netzteil wird in der richtigen Polarität (Bild rechts) über den Hohlstecker K4 oder alternativ über die 2 pol. Pfostenleiste K3 angeschlossen (Plus auf Pin1). Mit Spannungsregelung soll die Eingangsspannung 3V über der mit R2/R3 eingestellten Ausgangsspannung sein.
- Wenn alles in Ordnung ist, leuchtet die Betriebsanzeige D1. Auf dem Innenleiter der BNC-Buchse K1 zur Antenne muss die korrekte Versorgungsspannung zu messen sein. Auf dem Innenleiter der BNC-Buchse zum RX darf keine Spannung zu messen sein. (Bei Messung mit einem hochohmigen Messgerät ist im Einschaltmoment am HF – DC Ausgang kurzzeitig eine Spannung zu messen, die zurückgeht. Ursache ist der Ladestrom des Trennkondensators C9.)
- Bitte beachten: Nach dem Ausschalten der Versorgung steht noch kurze Zeit Spannung an der HF + DC-Buchse, bis die Elkos sich entladen haben.



## Stückliste

Pos	Anzahl	Bauteil Nr.	Wert / Type	Beschreibung / Typ	Raster mm/ Package	Bildmuster (kann typbedingt in Form und Farbe abweichen)
1	1	Br1	B80R	Brückengleichrichter min. 80V min. 1A	R5mm	
2	1	C1	330µF / 50V	ELKO D10mm (max), radial z.B. Panasonic Series FR longlife	R5mm	
3	3	C3, C4, C7	100nF	X7R Keramik Vielschichtkondensator	2,54mm	 Wert-Aufdruck: 104
4	1	C5	100µF / 50V	ELKO D10mm (max), radial z.B. Panasonic Series FR longlife	R5mm	
5	1	C6	22µF / 50V	ELKO D10mm (max), radial z.B. Panasonic Series FR longlife	R5mm	
6	1	C4	1nF NP0	NP0 Keramikkondensator	SMD 0805	
7	1	C9	1µF	PET Folienkondensator WIMA MKS-2	5mm	
8	1	D1	1N4002/1N4004	Gleichrichterdiode	DO41	



9	1	D2	LED 3mm, Green	Kingbright L934LDG	R2,54	
10	1	F1	T500mA Sicherung	Feinsicherung 5x20mm		
11	1	F1	Sicherungshalter	Sicherungshalter / Fuse-Holder 20mm, PCB Einbau z.b. Schurter OGN		
12	1	IC1	LM1085-ADJ	Low Drop Spannungsregler einstellbar	T0220	
13	1	K1	2pol, Pin-Header	2,54 mm / Molex KK254 Standard	R2,54mm	
14	1	K2	DC-Hohl-Buchse	EINLÖT-DC-BUCHSE_5,5/2.1mm		
15	1	K3	1x3 Stiftleiste	3-pol Pin Header 2,54mm	2,54	
16	2	K3	Jumper	Steckbare Kurzschlussbrücke		

17	2	K4,K5	BNC-BUCHSE	BNC-Printbuchse, abgewinkelt		
18	1	L1	Breitbanddrossel	Doppellochkern Amidon BN73-202		 Wickelanleitung siehe Text
19	-	-L2	BLM31PG601	Breitband Ferritdrossel	SMD 1206	
20	1	L3	2,2 mH	Festinduktivität, radial Fastron 11PHC	R5,08	
21	1	R1, R4	4,7K	Widerstand Metallschicht	0207	
22	1	R2*	330	Widerstand Metallschicht	0207	*Siehe Fußnote
23	1	R3*	2,7K	Widerstand Metallschicht	0207	*Siehe Fußnote
24	1		PCB	Leiterplatte UniTee	77x40mm	
25	1m		Kupferlackdraht d 0,25...0,4mm	Zum Bewickeln der Breitbanddrossel L1		
26	1	Schraube, Mutter, Scheibe	M3			Zur Befestigung des Spannungsreglers auf der Platine

\*Fußnote:

Die Widerstandswerte R2 und R3 bestimmen die Ausgangsspannung des Spannungsreglers. Die in der Stückliste aufgeführten Werte gelten für eine Ausgangsspannung von 11,8V. Die Widerstandswerte für andere Spannungen siehe im Abschnitt „Ausgangsspannungen“.