

EMV - elektromagnetische Verträglichkeit

Netz-Entstörfilter

Der Netz-Entstörfilter sorgt für eine wirksame Filterung der zum Teil erheblich mit Störungen verunreinigten Netzversorgungsspannung und verbessert die Betriebssicherheit empfindlicher elektronischer Geräte.

Dämpfungsverhalten

Um das Filterverhalten eines Netz-Entstörfilters beurteilen und verschiedene Filter miteinander vergleichen zu können, müssen reproduzierbare Messmethoden festgelegt werden. Diese Messmethoden sind in CISPR 17 niedergelegt, wobei es zwei verschiedene Prüfverfahren gibt.

Verfahren a: Ein- und Ausgang des Filters werden mit jeweils 50 K abgeschlossen. Bei der Messung wird das Filterverhalten sowohl in bezug auf die symmetrischen als auch auf die asymmetrischen Störungen beurteilt. Dazu sind verschiedene Messaufbauten erforderlich.

Verfahren b: Eingangsseitig wird mit 0,1 K, ausgangsseitig mit 100 K abgeschlossen. Ebenso die Umkehrung der Abschlüsse wird getestet. Diese Messmethode bringt Ergebnisse, die praxisnäher

sind als Verfahren a, ist aber aufwendiger in der Durchführung.

Die von uns ermittelten Dämpfungsverläufe beziehen sich auf die 50 K/50 K Messung.

Bei beiden Messverfahren wird die Messung ohne Laststrom ausgeführt. Aufgrund von Sättigungseffekten kann sich die Übertragungsfunktion der Filter mit Last verändern.

Beurteilung des Dämpfungsverhaltens in Bezug auf symmetrische Störungen

Da der symmetrische Störstrom analog zum Verbraucherstrom fließt, d. h. die Störspannung steht zwischen L und N an, muss für die Messung des Filterverhaltens die Einkopplung ebenfalls symmetrisch vorgenommen werden. Dies erreicht man durch einen Messaufbau gemäß Abbildung 8.

Die Aufnahme der Filterübertragungsfunktion geschieht durch eine sogenannte Wobbelmessung. Dabei wird die Signalquelle (Trackinggenerator) vom Spektrumanalyzer angesteuert und gibt somit ein zum Analyzer frequenzsynchrones Signal ab.

Der eingangsseitige Abschluss des Filters wird durch den Innenwiderstand der Signalquelle gebildet. Über einen 1:1 Übertrager erfolgt eine symmetrische Einkopplung der Signalspannung auf das Filter. Ebenfalls die Auskopplung erfolgt über einen 1:1-Übertrager, dessen Ausgang direkt mit dem 50-K-Eingang des Spektrumanalyzers verbunden wird. Der Eingang stellt gleichzeitig den Abschlusswiderstand dar.

Um die Übertragungsfunktion der beiden Transformatoren aus dem Messergebnis zu eliminieren, erfolgen zwei Messungen. Die erste Messung wird ohne Filter

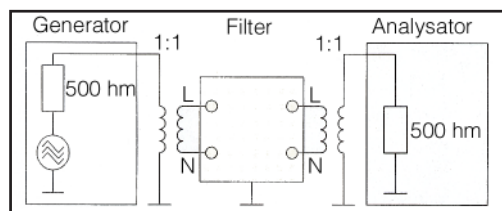


Bild 8: Messverfahren zur Bestimmung der Dämpfung in Bezug auf symmetrische Störspannungen

ausgeführt und im Analyzer abgelegt. Die zweite Messung erfolgt mit Filter, wobei die Differenz der Messergebnisse den Filterverlauf wiedergibt.

Beurteilung des Dämpfungsverhaltens in Bezug auf asymmetrische Störungen

Asymmetrische Störspannungen liegen gleichermaßen auf L und N gegenüber PE an. Man bezeichnet sie auch als Gleichtaktstörungen. Den Messaufbau zur Beurteilung des Filters im Hinblick auf diese Störungen zeigt Abbildung 9. L und N werden miteinander verbunden und an der Signalquelle angeschlossen. Ausgangsseitig sind ebenfalls L und N verbunden und am Spektrum-Analyzer-Eingang angeschlossen. Die Filter-Abschlusswiderstände werden auch hier durch die Innenwiderstände von Trackinggenerator und Spektrum-Analyzer gebildet.

Es erfolgen, wie schon vorher, zwei Messungen, um das Übertragungsverhalten der Zuleitungen zu eliminieren.

Schaltungen

Abbildung 10 zeigt den Aufbau eines einfachen Netz-Entstörfilters. Je nach Dimensionierung der einzelnen Bauteile ergeben sich verschiedene Filterverhalten. Wir haben die Filterübertragungsfunktion für folgende Standard-Bestückung ermittelt:

$R1 = R2 = 470 \text{ k}\Omega$,
 $C1 = 100 \text{ nF/X2}$ (Best.Nr.: 10-161-06)
 $L = 2 \times 3,3 \text{ mH} / 4A$... (Best.Nr.: 10-182-72)
 $C2 = C3 = 2,2 \text{ nF/Y2}$.. (Best.Nr.: 10-093-03)

Die Abbildungen 11 und 12 zeigen die Filterverläufe für symmetrische und für

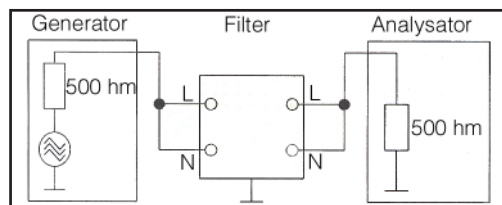


Bild 9: Messverfahren zur Dämpfungbestimmung bei asymmetrischen Störspannungen

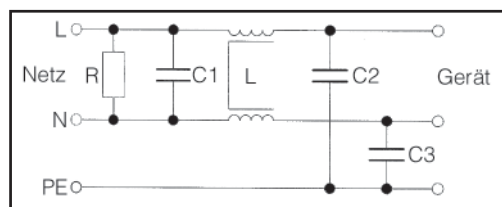


Bild 10: Schaltbild des einfachen Netz-Entstörfilters

asymmetrische Störungen. Es ergibt sich eine gute Störunterdrückung von ca. 70 dB für die symmetrischen und 60 dB für die asymmetrischen Störungen.

Im folgenden wird ein Netz-Entstörfilter für erhöhte Anforderungen betrachtet, das in Bild 13 gezeigt ist. Die Bauelemente wurden folgendermaßen gewählt:

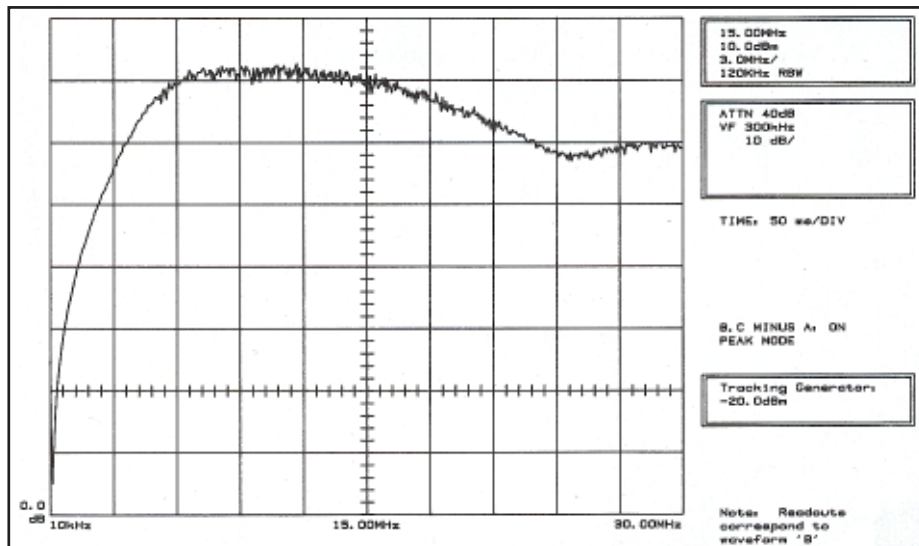


Bild 11: Symmetrische Störspannungsunterdrückung des einfachen Netz-Entstörfilters

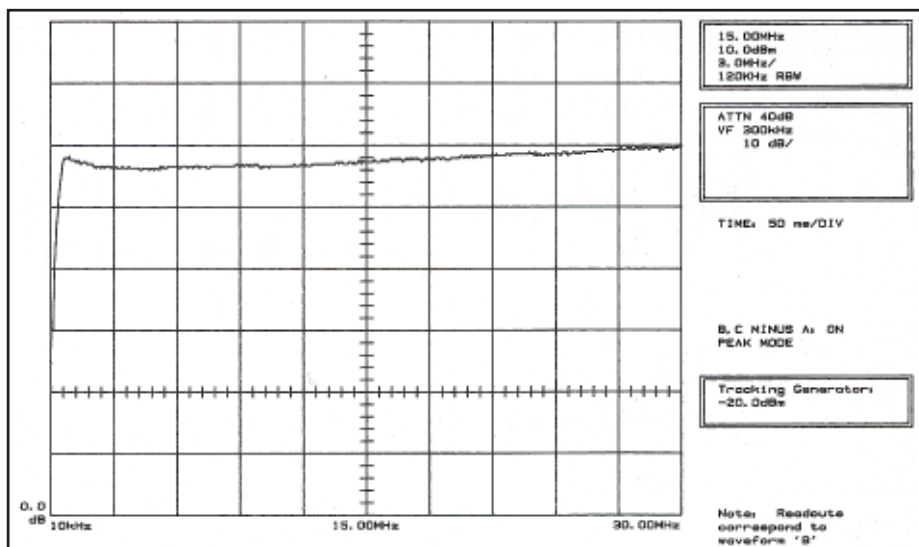


Bild 12: Asymmetrische Störspannungsunterdrückung des einfachen Netz-Entstörfilters

$R1 = R2 = 470 \text{ k}\Omega$,
 $C1 = 100 \text{ nF/X2}$ (Best.Nr.:10-161-06)
 $L1 = 2 \times 3,3 \text{ mH} / 4A$..(Best.Nr.: 10-182-72)
 $C3 = 100 \text{ nF/X2}$ (Best.Nr.: 10-161-06)
 $L2 = 2 \times 40 \mu\text{H}$ (Best.Nr.: 10-218-41)
 $C4 = C5 = 2,2 \text{ nF/Y2}$... (Best.Nr.: 10-093-03)

Die Abbildungen 14 und 15 geben den Verlauf der Übertragungsfunktion wieder. Besonders zu erkennen ist dabei die Erhöhung der Dämpfung in Bezug auf symmetrische Störungen im Vergleich zum Filter nach Abbildung 10, was auf den zusätzlichen Einbau des X-Kondensators C2 sowie der Zweifach-Drossel L2 zurückzuführen ist. Gerade im unteren Frequenzbe-

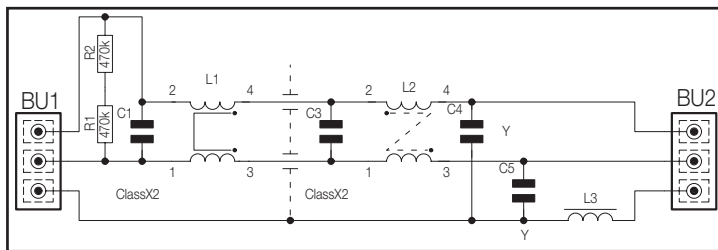


Bild 13: Netz-Entstörfilter für erhöhte Anforderungen

Für ein individuelles Filterdesign stehen die EMV-Bauelemente aus dem ELV-Katalog zur Verfügung. Die in nachstehender Tabelle aufgeführten Spulen können auf den Platinen bestückt werden, womit die Filter universell einsetzbar sind.

Weiterhin ist die Platine so ausgelegt, dass X2-Kondensatoren mit Rastermaßen 15 mm, 22,5 mm und 27,5 mm eingebaut werden können.

Nachbau

Der Nachbau des Netz-Entstörfilters ist relativ einfach möglich. Die Bestückung der Platine wird anhand der Stückliste und des Bestückungsplanes durchgeführt. Wobei die Ringkerndrosseln und X- bzw. Y-Kondensatoren nicht im Lieferumfang enthalten sind. Hier sollten aus Sicherheitsgründen nur VDE-geprüfte Bauelemente zum Einsatz kommen. An dieser Stelle weisen wir auf die Gefahr durch die lebensgefährliche Netzspannung hin.



Achtung!

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

Im ersten Bestückungsschritt werden die Widerstände und die Anschlussklemmen eingesetzt. Anschließend sind die Y-Kondensatoren und die X-Kondensatoren zu bestücken. Mit dem abschließenden Einbau der stromkompensierten Ringkerndrossel (und der Zweifach-Ringkerndrossel) ist die eigentliche Bestückung der Platine schon abgeschlossen.

Stromkompensierte Ringkerndrosseln

L _{enn} (mH)	I _{enn} (A)	Best.Nr.:
2 x 27	1,0	10-182-70
2 x 6,8	2,0	10-182-71
2 x 3,3	4,0	10-182-72
2 x 5	5	10-218-64
2 x 0,9	15	10-218-65
2 x 0,45	20	10-218-66
2 x 3	10	10-218-67
2 x 2	15	10-218-68
2 x 0,9	20	10-218-69

Zweifach-Ringkerndrossel

L _{enn} (µH)	I _{enn} (A)	Best.Nr.:
200	2	10-218-40
40	5	10-218-41
25	10	10-218-42

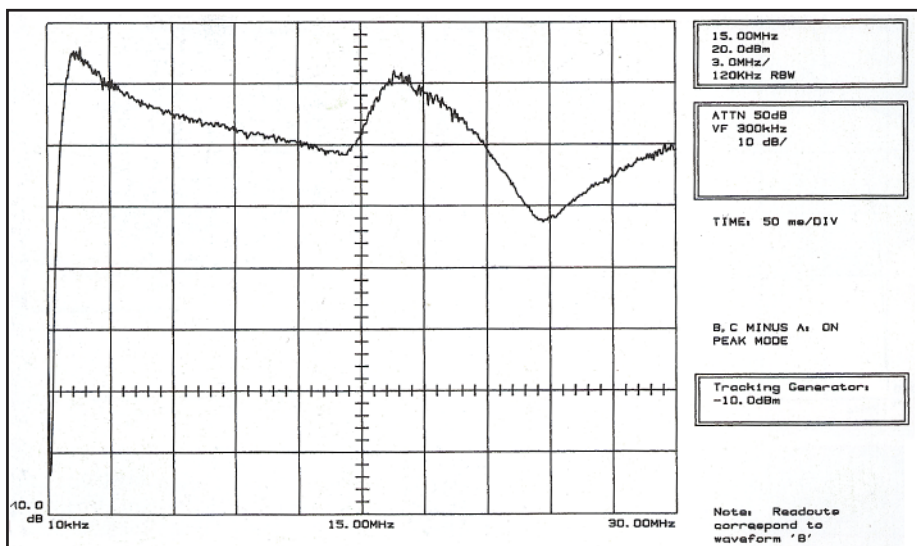


Bild 14: Symmetrische Störspannungsunterdrückung für das Netz-Entstörfilter nach Bild 13

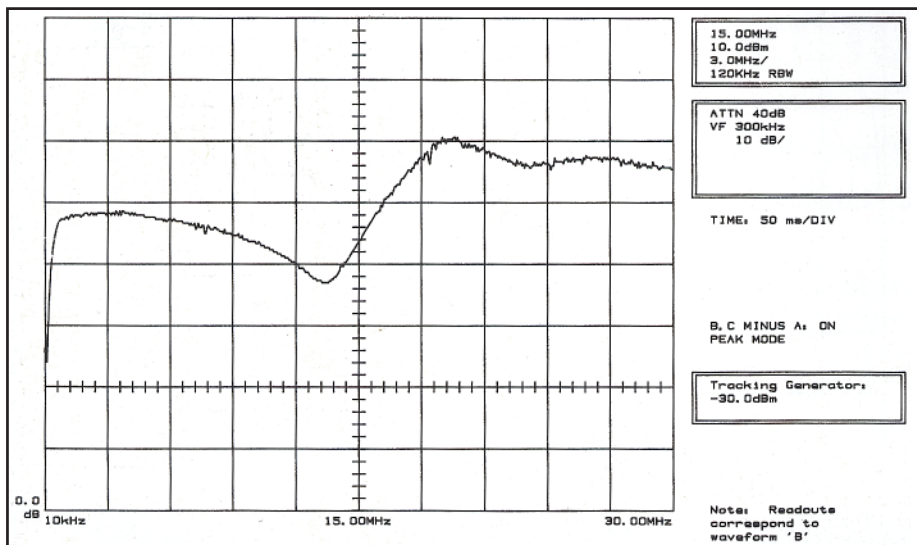


Bild 15: Asymmetrische Störspannungsunterdrückung des Netz-Entstörfilters für erhöhte Anforderungen (Bild 13)

reich ist die Dämpfungserhöhung besonders deutlich zu erkennen.

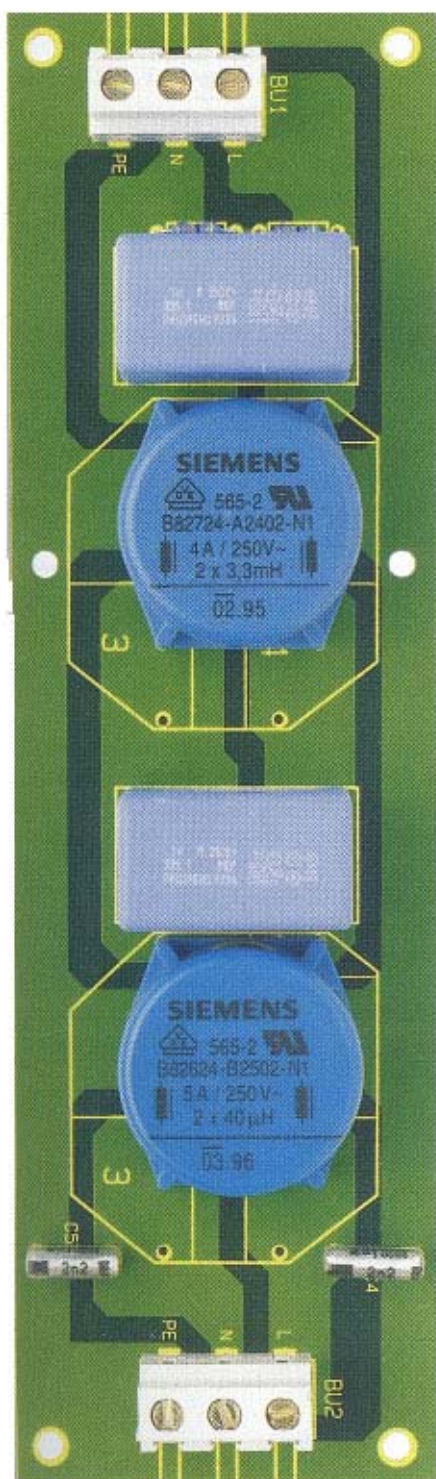
Für beide Filter, Abbildung 10 und 13, stehen Platinen mit optimiertem Layout sowie die entsprechenden Abschirmgehäuse zur Verfügung. Ein Bausatz enthält:

1 Platine, 70 µm Leiterbahnstärke, 1 Abschirmgehäuse, 2 Schraubklemmen, 6 Flachstecker.

Durch Variation der Bauelementewerte können die Filterverläufe noch erheblich verändert werden. Je nachdem wie der Anschluss erfolgen soll, werden entweder die Schraubklemmen oder die Flachste-

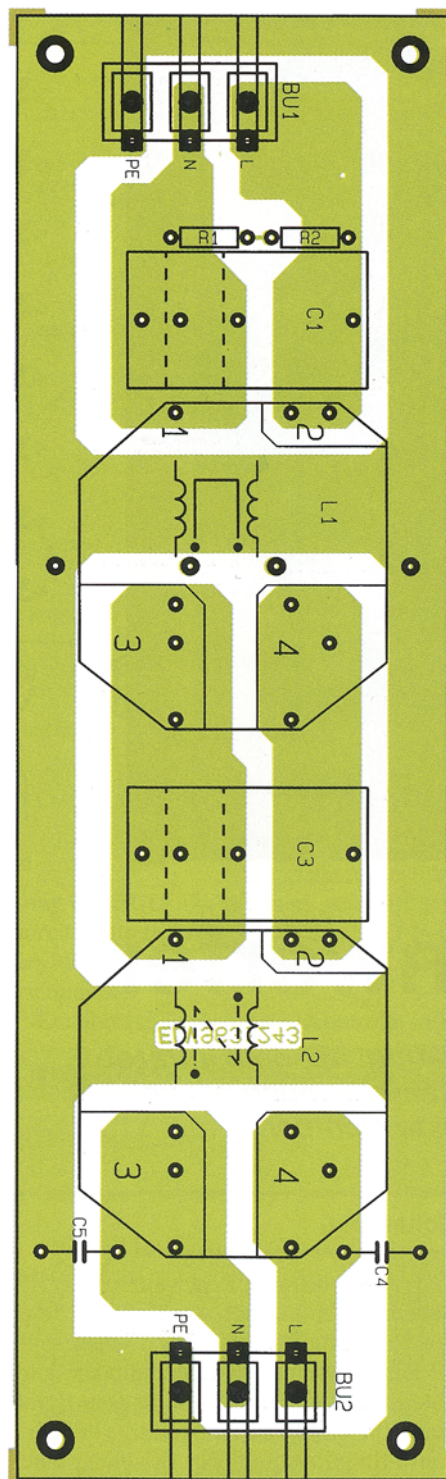
cker eingelötet. Welche Bedeutung den einzelnen Entstörelementen zukommt und welche Parameter zu verändern sind, wurde ja bereits in den vorangegangenen Artikeln ausführlich erläutert.

Das Layout ist so gestaltet, dass die Filter mit Strömen von bis zu 20 A belastbar sind. Die Leiterbahndicke beträgt nicht wie üblich 35 µm, sondern 70 µm. Der maximal zulässige Laststrom wird daher in erster Linie durch den eingesetzten Spulentyp begrenzt (die Leiterbahnen sind aufgrund der verstärkten Ausführung für Ströme bis zu 20 A ausgelegt).



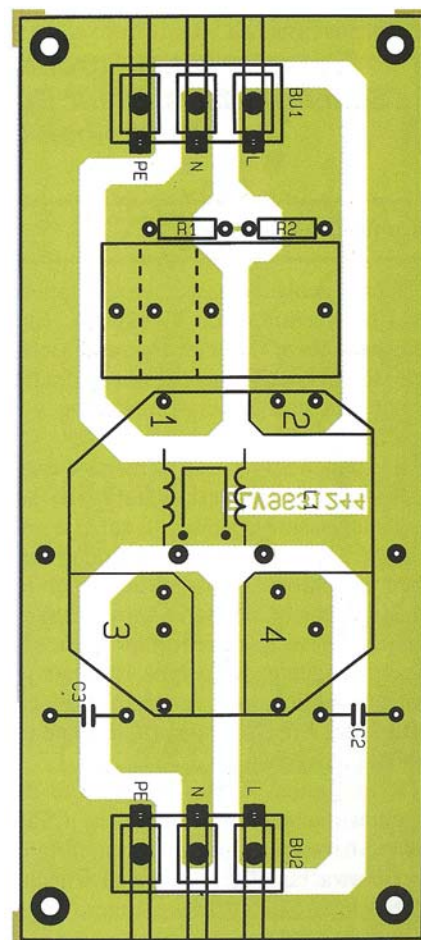
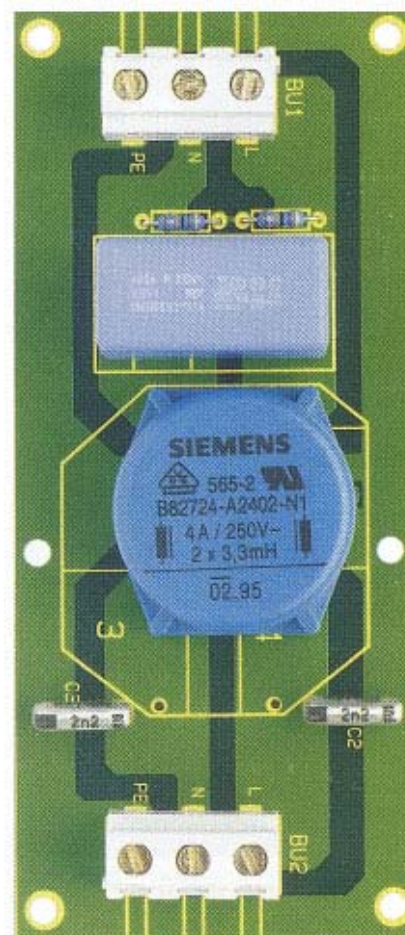
Ansicht des fertig aufgebauten Netz-Entstörfilters für erhöhte Anforderungen mit zugehörigem Bestückungsplan.

Es folgt dann der Einbau ins Abschirmgehäuse. Dazu ist bei der Version für erhöhte Anforderungen zunächst die Abschirmwand so in den Abschirmdeckel einzulöten, dass sich diese zwischen der stromkompensierten Ringkernrossel L 1 und dem X-Kondensator C 3 befindet. Anschließend wird die so vorbereitete Einheit mittig auf der Platine aufgesetzt und von der Unterseite sorgfältig verlötet. Die Unterseite der Platine wird anschließend mit dem Anschrauben der Isolierplatte berührungssicher gemacht. Dazu wird die Iso-



lierplatte mit den beiliegenden Schrauben und Muttern an die Platine geschraubt. Eine Mutter dient dabei jeweils als Abstandhalter zwischen den Platinen. Die Montagerichtung (Schraube von oben oder von unten eingesteckt) hängt dabei von der späteren Montage des Entstörfilters ab.

Damit ist der Nachbau abgeschlossen und dem Einsatz des Gerätes steht nichts mehr im Wege. Zu beachten ist noch, dass es sich bei den Entstörfiltern nicht um eigenständige Geräte handelt, sondern um Komponenten zum Einbau in Geräte. **ELV**



Ansicht des fertig aufgebauten einfachen Netz-Entstörfilters mit zugehörigem Bestückungsplan.