



## Video-Übertragung über Netzwerkkabel

Dieser aktive Videoverstärker mit Frequenzgang-Linearisierung ermöglicht die Übertragung von FBAS-Video-Signalen über Zweidrahtleitungen (Twisted Pair) wie z. B. CAT.5. Dabei ist über beliebige Standard-Netzwerkleitungen eine hohe Übertragungsreichweite bis zu 500 m bei hervorragendem Frequenzgang möglich. Die Stromversorgung des Senders und des Empfängers erfolgt jeweils über ein einfaches, ungestabilisiertes Steckernetzteil und für die Video-Ein- und -Ausgänge stehen Standard-Cinch-Buchsen zur Verfügung.

### Technische Daten: VKAT 100

Übertragungsdistanz:	bis max. 500 m
Übertragungskabel:	symmetrisch, Twisted Pair (z. B. CAT.5, CAT.6)
<b>Sendeeinheit VKAT 100-S:</b>	
Video-Eingang:	Cinch, 1 V <sub>SS</sub> an 75 Ω
Video-Ausgang:	symmetrisch
LED-Anzeige:	Leitungsschluss
Spannungsversorgung:	10–25 Vdc
Stromaufnahme:	80 mA
Gehäuseabmessungen:	90 x 50 x 32 mm
<b>Empfangeinheit VKAT 100-E:</b>	
Video-Eingang:	symmetrisch
Video-Ausgang:	Cinch, 1 V <sub>SS</sub> an 75 Ω
Abschlusswiderstand am Ausgang:	75 Ω (deaktivierbar)
Frequenzgang Entzerrung:	einstellbar bis 50 m, bis 100 m, bis 300 m
LED-Anzeige:	Signal schwach
Spannungsversorgung:	10–25 Vdc
Stromaufnahme:	90 mA
Gehäuseabmessungen:	90 x 50 x 32 mm

### Allgemeines

Wenn es um die Übertragung und Verteilung von analogen Video-Signalen geht, denkt man meistens zuerst an unsymmetrische koaxiale Leitungen mit 75 Ω Wellenwiderstand, da nahezu alle Videogeräte über entsprechende Ein- und Ausgänge verfügen. Bei größeren Distanzen ist eine Verlegung von Koaxial-Leitungen nicht immer einfach und meistens recht teuer. Zu bedenken ist, dass auch Koaxial-Leitungen über größere Distanzen einen deutlichen Abfall des Frequenzgangs verursachen und damit teilweise die Bildschärfe verloren geht.

Durch den Einsatz von speziellen differentiellen Treiber- und Empfängerbausteinen sind auch verdrehte Leitungen hervorragend für Video-Übertragungen geeignet.

Verdrehte Leitungen, wie z. B. CAT.5- oder CAT.6-Kabel, sind in Computer-Netzwerken und im Bereich der Telekommunikation weit verbreitet und recht günstig. CAT.5- und CAT.6-Kabel bestehen üblicherweise aus 4 verdrehten Adernpaaren, die oft nicht vollständig zur Datenübertragung genutzt werden. Freie Adernpaare könnten dann problemlos für die Video-Übertragung genutzt werden. Manchmal sind auch ältere Netzwerkstrukturen durch neuere, schnellere Datenübertragungen ersetzt worden, wobei einmal verlegte CAT.5-Kabel dann ungenutzt sind. Diese ungenutzten Leitungen eignen sich mit Hilfe der hier vorgestellten Treiber- und Empfänger-Bausteine hervorragend zur Video-Übertragung.

Tabelle 1: Typische Belegung bei Netzkabeln mit 8 Adern (z. B. CAT.5)	
Netzwerk 10 und 100 Mbit/s	Adernpaar an Pin 1 + 2 angeschlossen Adernpaar an Pin 3 + 6 angeschlossen
Netzwerk 10, 100 und 1000 Mbit/s	Adernpaar an Pin 1 + 2 angeschlossen Adernpaar an Pin 3 + 6 angeschlossen Adernpaar an Pin 4 + 5 angeschlossen Adernpaar an Pin 7 + 8 angeschlossen
Analoge Telefonie	Adernpaar an Pin 4 + 5 angeschlossen
DSL-Splitter und DSL-Modem	Adernpaar an Pin 4 + 5 angeschlossen
ISDN	Adernpaar an Pin 3 + 6 angeschlossen Adernpaar an Pin 4 + 5 angeschlossen
Token Ring	Adernpaar an Pin 3 + 6 angeschlossen Adernpaar an Pin 4 + 5 angeschlossen

Tabelle 1 zeigt die typische Nutzung und Anschlussbelegung bei Netzkabeln und Telekommunikationsleitungen mit 8 Adern, also 4 Adernpaaren. Nur bei sehr schnellen Netzwerken mit 1000 Mbit/s Übertragungsraten werden alle 4 Adernpaare genutzt. Bei den meisten Anwendungen sind also Adernpaare frei, die zur gleichzeitigen Video-Übertragung genutzt werden können. Natürlich ist es auch durchaus sinnvoll, CAT.5- oder CAT.6-Kabel zu verlegen, die ausschließlich zur Video-Übertragung genutzt werden sollen. Die Anschlussbelegung von den üblicherweise verwendeten Western-Modular-Steckern und -Buchsen sind in Abbildung 1 dargestellt und eine typische Anschlussdose ist in Abbildung 2 zu sehen. Die abgebildete Anschlussdose verfügt über zwei Modular-Buchsen 8P4C (RJ45). Das Auflegen der Anschlussleitungen erfolgt bei den meisten Anschlussdosen in Schneidklemmtechnik (Abbildung 3). Entsprechend Tabelle 1 besteht bei einer bestehenden Ethernet-Netzwerkverbindung mit 10 oder 100 Mbit/s die Möglichkeit, bis zu zwei zusätzliche Video-Signale über die bisher nicht genutzten Adernpaare zu übertragen. Das Gleiche trifft für eine Telefon-ISDN-Leitung zu, und bei der analogen

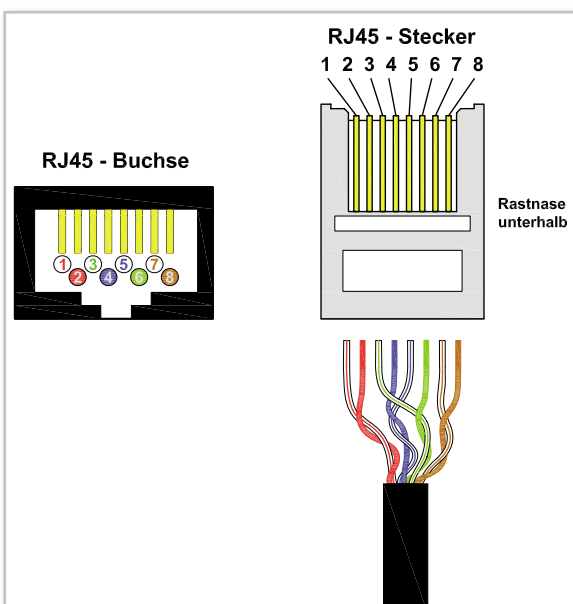


Bild 1: Anschlussbelegung von 8-poligen Western-Modular-Buchsen und -Steckern

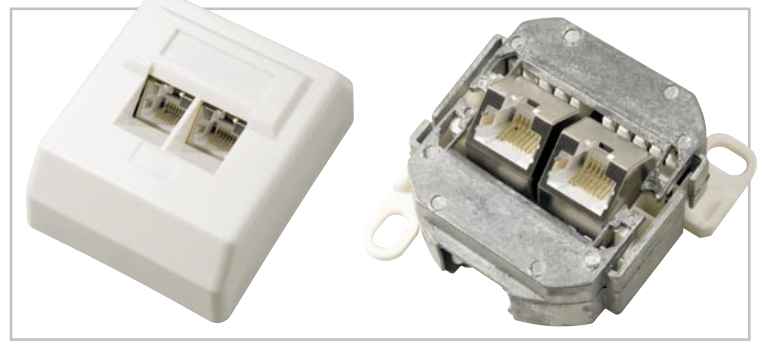


Bild 2: Anschlussdose für Netzwerkleitungen mit 2 RJ45-Buchsen, mit Abdeckung links, ohne Abdeckung rechts

Telefonie bzw. DSL-Splitter und DSL-Modem stehen üblicherweise sogar drei freie Adernpaare zur Verfügung.

Wenn an einer bestehenden Verkabelung nichts geändert werden soll, ist es zu empfehlen, sich für das Ein- und Auskoppeln der Video-Signale Adapter entsprechend den Abbildungen 4 bis 6 zu bauen. Die Adapterstecker werden dann an der Eingangsseite und an der Ausgangsseite einfach in die Western-Modular-Buchsen der bestehenden Anschlussdosen gesteckt und die bisherigen Leitungen an die Buchsen der Adapter (kann natürlich auch eine weitere Anschlussdose sein) angeschlossen.

Die Stecker des Adapters sind an die Western-Modular-Buchsen der VKAT-100-Sender und -Empfänger anzuschließen.

Bezüglich der Anschlussbelegung sind die VKAT-100-Sender und -Empfänger sehr flexibel, da mit Hilfe von Codiersteckern das zu nutzende Adernpaar frei gewählt werden kann. Tabelle 2 zeigt die Zuordnung der Codierstecker-Positionen zu den Adernpaaren des Übertragungskabels.

Auch bei Netzkabeln kommt es zur Beeinflussung des Frequenzgangs in Abhängigkeit von der Kabellänge, d. h., die hochfrequenten Signalanteile werden deutlich stärker abgeschwächt als niederfrequente Signalanteile. Die Beeinflussung des Frequenzgangs ist teilweise größer als bei Koax-Kabeln.

Um eine möglichst lineare Video-Übertragung zu gewährleisten, sollte eine Entzerrung des Frequenzgangs in Abhängigkeit von der Kabellänge erfolgen. Beim VKAT-Empfänger erfolgt diese Anpassung mit Hilfe eines Codiersteckers, wobei folgende Einstellungen zur Verfügung stehen:

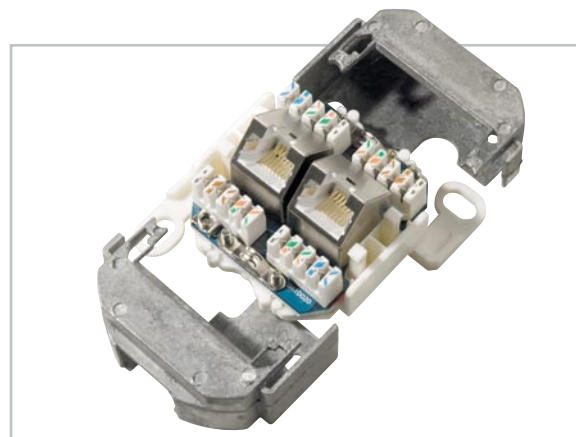


Bild 3: Geöffnete Netzwerkdose mit Anschlüssen in Schneidklemmtechnik

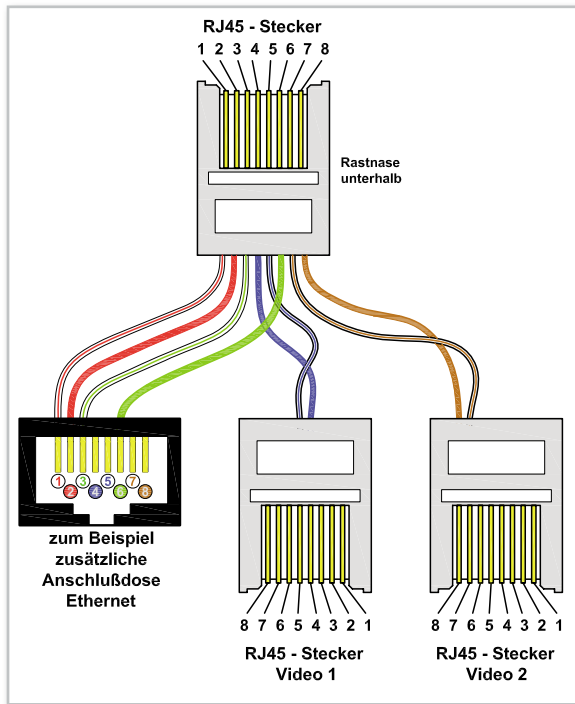


Bild 4: Ein- und Ankopplung von bis zu 2 Video-Signalen in einer bestehenden Ethernet-Verbindung

bis 50 m Kabellänge  
 bis 100 m Kabellänge  
 bis 300 m Kabellänge

Je nach Kabelqualität können mit dem hier vorgestellten System Übertragungsstrecken bis zu 500 m realisiert werden. Schwache Signale werden am Empfänger mit Hilfe einer Leuchtdiode angezeigt, und bei einem Kabelschluss erfolgt die Anzeige mit Hilfe einer LED am Sender. Je nach Eingangswiderstand des angeschlossenen Videogerätes kann der ausgangsseitige 75- $\Omega$ -Abschlusswiderstand im Bedarfsfall mit Hilfe eines Codiersteckers deaktiviert werden.

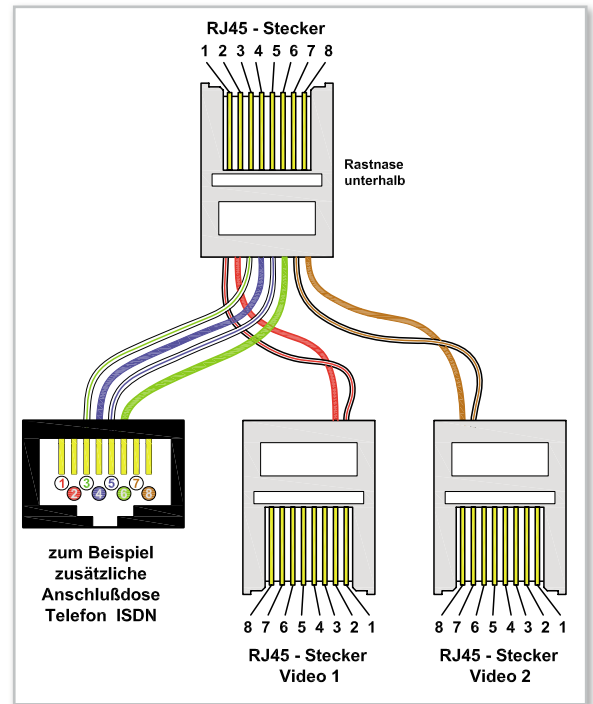


Bild 5: Möglichkeiten der zusätzlichen Video-Ein- und -Auskopplung bei einer Telefon-ISDN-Verbindung

Zum Betrieb des Senders und des Empfängers wird jeweils eine unstabilisierte Gleichspannung zwischen 10 V und 25 V mit 100 mA Strombelastbarkeit benötigt.

## Schaltung des Senders VKAT 100-S

In Abbildung 7 ist die recht einfache Schaltung des Senders VKAT 100 dargestellt, wobei der differentielle Video-Treiber MAX9546 das zentrale Bauelement ist. Das Video-Signal wird der Schaltung an BU 2 zugeführt und zunächst mit 75  $\Omega$  abgeschlossen (R 3). Über R 2 und den zur galvanischen Entkopplung dienenden Kondensator C 5 gelangt das

Bild 6: Bei einer analogen Telefonverbindung können bis zu 3 Adernpaare für die zusätzliche Video-Übertragung genutzt werden.

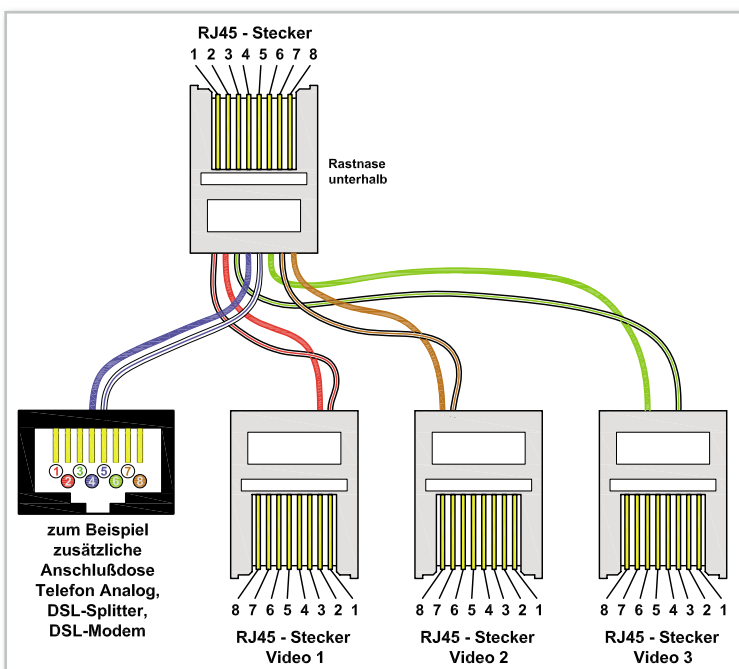


Tabelle 2: Zuordnung der Codierstecker-Positionen zu den Adernpaaren des Übertragungskabels	
Codierstecker-Position	Stecker-Buchsen-Anschluss
1	Pin 1 und Pin 2
2	Pin 3 und Pin 6
3	Pin 4 und Pin 5
4	Pin 7 und Pin 8

Bild 7: Schaltung des VKAT-Senders VKAT 100-S

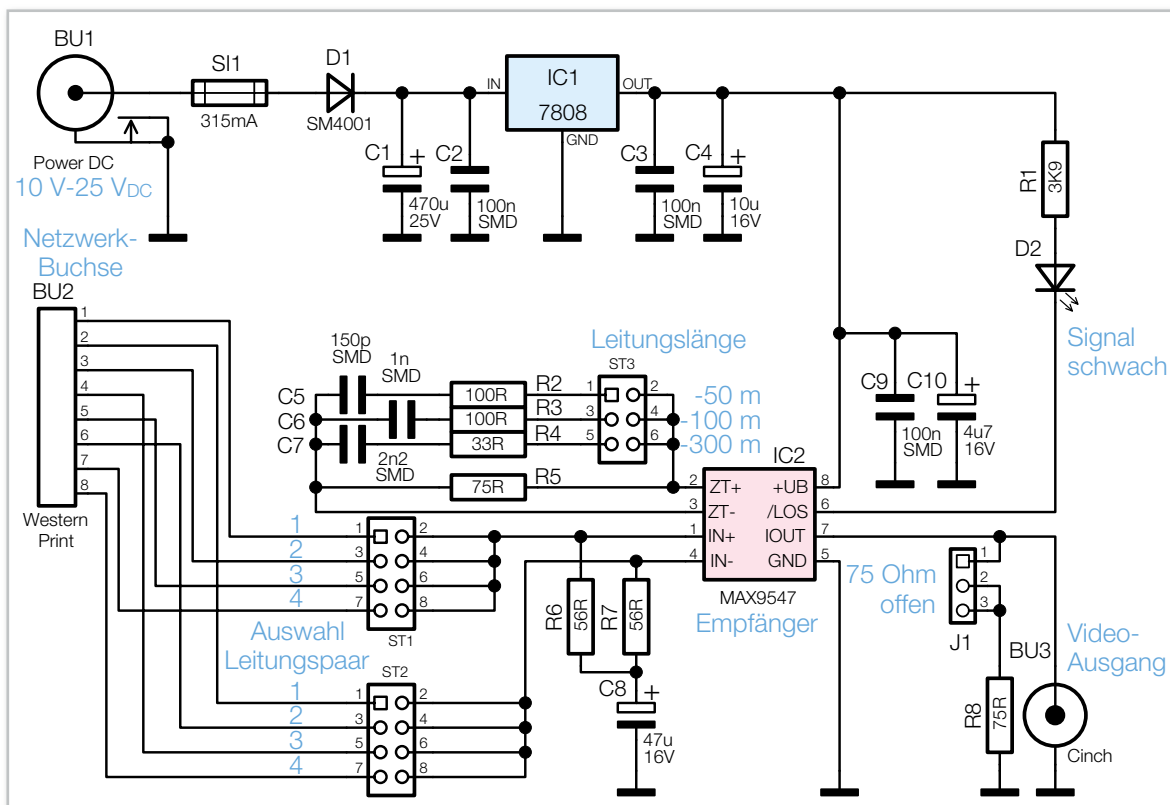
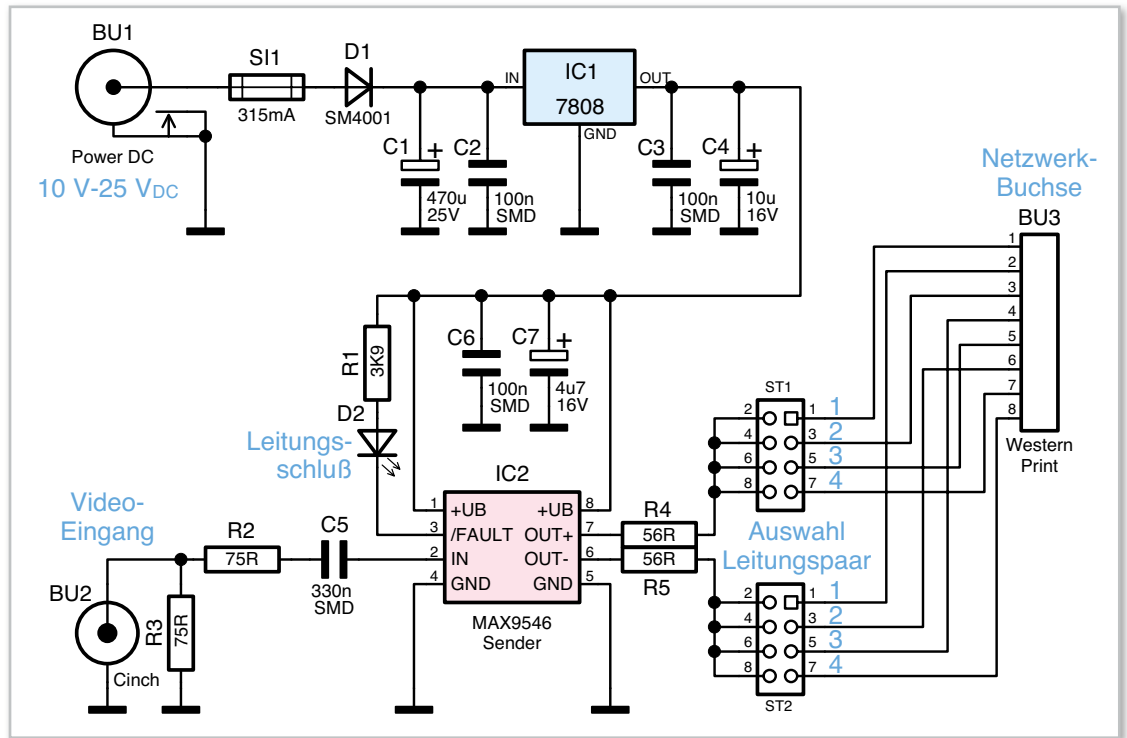
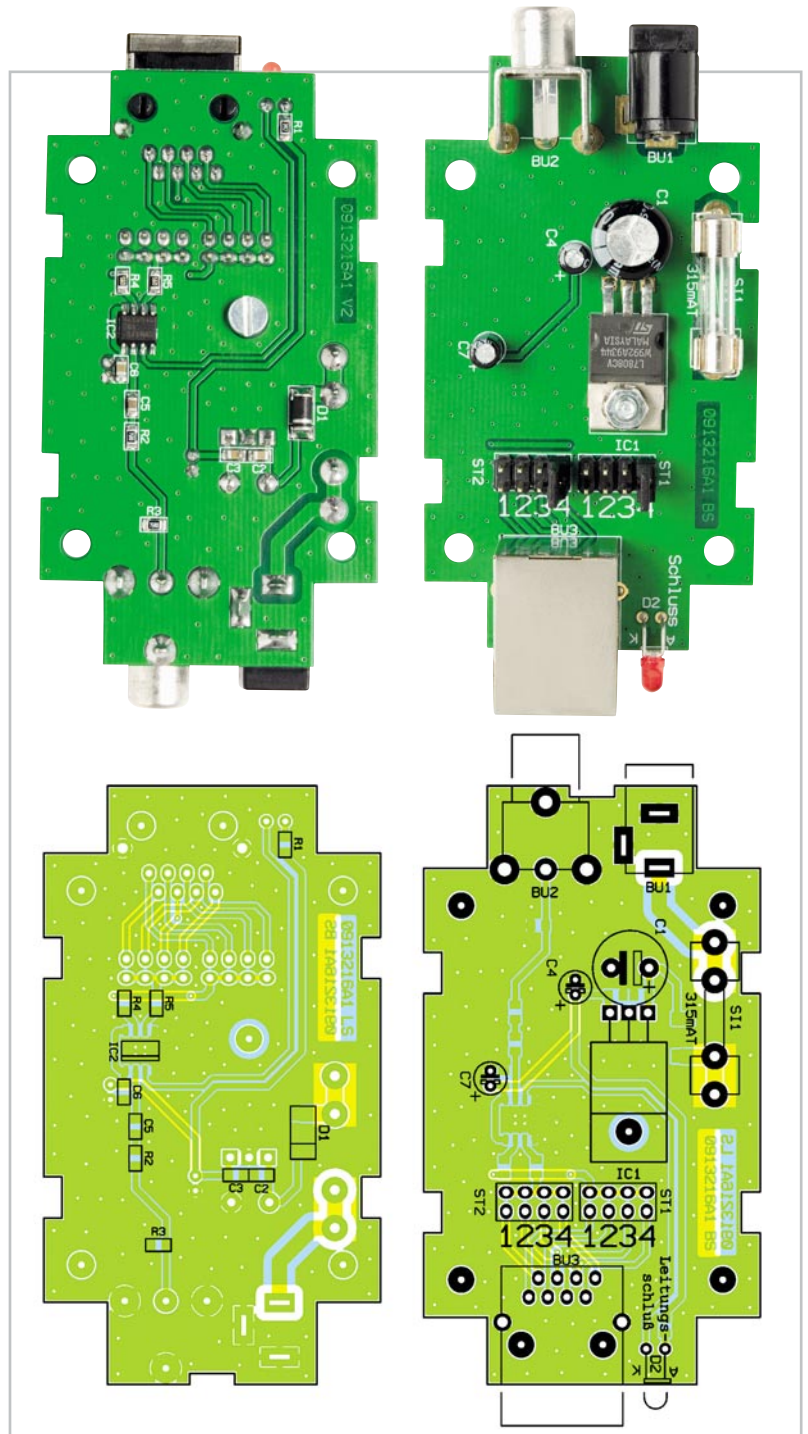


Bild 8: Schaltung des VKAT-Empfängers VKAT 100-E

FBAS-Signal dann auf den Eingang des Treiber-ICs (IC 2). Ausgangsseitig liefert der MAX9546 ein symmetrisches Signal, das an Pin 6 und Pin 7 niederohmig zur Verfügung steht. Über R 4, R 5 und die Codierstecker ST 1 und ST 2 wird das symmetrische Video-Signal dann direkt auf die entsprechenden Pins der Western-Modular-Ausgangsbuchse gegeben. Die über R 1 mit Spannung versorgte Leuchtdiode D 2 leuchtet, wenn an den Ausgangsleitungen ein Kurzschluss entsteht, und die Kondensatoren C 6 und C 7 dienen zur Pufferung und Störunterdrückung direkt an den Versorgungspins

des Treiber-Bausteins. Im oberen Bereich des Schaltbildes ist die recht einfache Spannungsversorgung des VKAT-Senders zu sehen. Die benötigte ungestabilisierte Gleichspannung (10 bis 25 V<sub>DC</sub>) wird an BU 1 zugeführt und gelangt über die Sicherung SI 1 und die Verpolungsschutz-Diode D 1 direkt auf den Eingang des Spannungsreglers IC 1. Der Elko C 1 sorgt für eine Pufferung der ungestabilisierten Spannung und C 2 verhindert hochfrequente Störeinflüsse. Am Spannungsregler-Ausgang steht eine stabilisierte Spannung von 8 V zur Verfügung, wobei

VKAT-100-Senderplatine von beiden Seiten mit zugehörigen Bestückungsplänen



C 4 zur Schwingneigungsunterdrückung und C 3 zur allgemeinen Störunterdrückung dient.

### Schaltung des Empfängers VKAT 100-E

Die Schaltung des VKAT-Empfängers ist ebenfalls recht einfach und in Abbildung 8 zu sehen. Das von einem ausgewähl-

### Stückliste: Sendereinheit VKAT 100-S

#### Widerstände:

56 $\Omega$ /SMD/0805	R4, R5
75 $\Omega$ /SMD/0805	R2, R3
3,9 k $\Omega$ /SMD/0805	R1

#### Kondensatoren:

100 nF/SMD/0805	C2, C3, C6
330 nF/SMD/0805	C5
4,7 $\mu$ F/16 V	C7
10 $\mu$ F/16 V	C4
470 $\mu$ F/25 V	C1

#### Halbleiter:

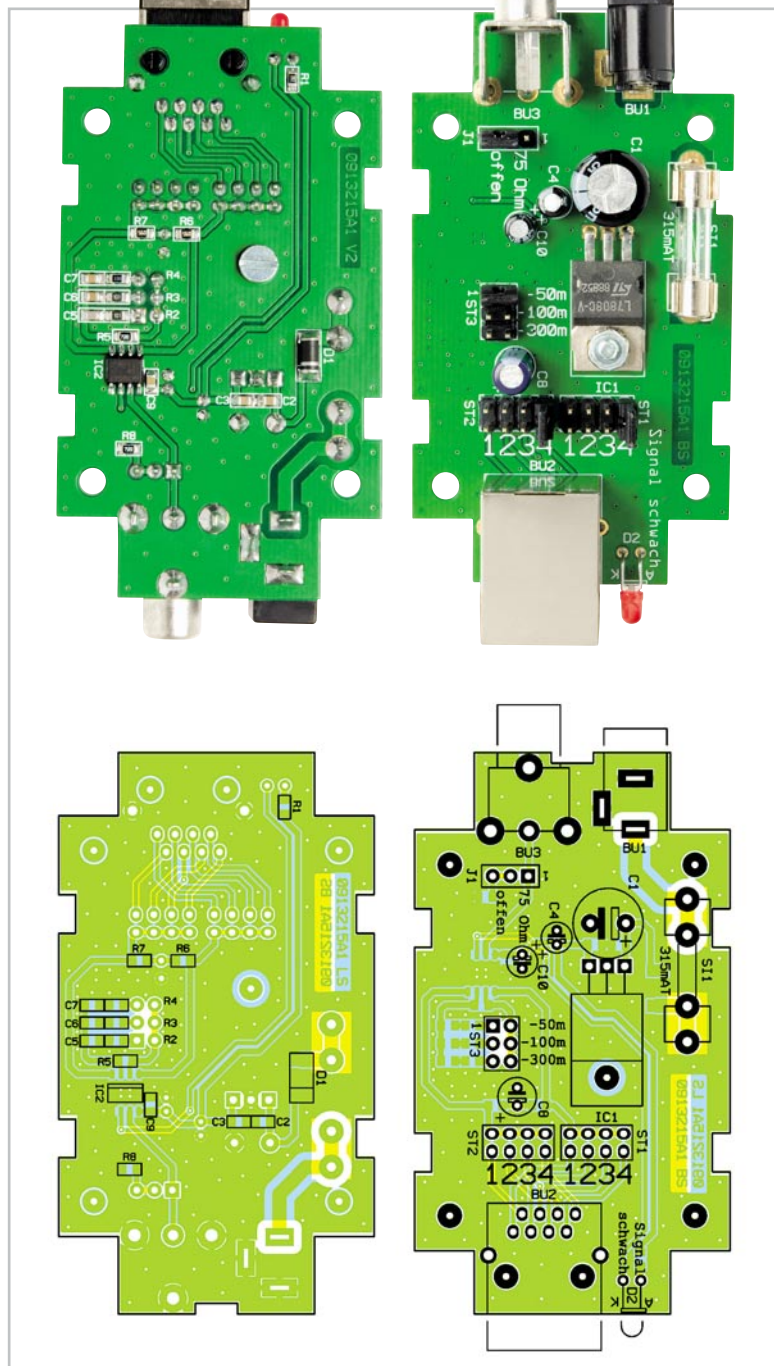
7808	IC1
MAX9546/SMD	IC2

SM4001/SMD	D1
LED, 3 mm, Rot	D2

#### Sonstiges:

Hohlsteckerbuchse, 2,1 mm, print	BU1
Cinch-Einbaubuchse, print	BU2
Modulare Einbaubuchse, 8-polig, abgeschirmt	BU3
Platinsicherungshalter (2 Hälften), print	SI1
Sicherung, 0,315 A, träge	SI1
Stiftleiste, 2x 4-polig, gerade, print	ST1, ST2
Jumper ohne Griff flasche, geschlossene Ausführung	ST1, ST2
4 Kunststoffschrauben, 3,0 x 5 mm	
1 Zylinderkopfschraube, M3 x 8 mm	
1 Mutter, M3	
1 Fächerscheibe, M3	
1 Element-Gehäuse, G431, komplett, Hellgrau, bearbeitet und bedruckt	

Fertig aufgebaute Empfängerplatine (VKAT 100-E) von beiden Seiten mit den zugehörigen Bestückungsplänen



ten Aderpaar des Netzkabels kommende symmetrische Video-Signal gelangt über die Western-Modular-Netzwerkbuchse BU 2 und die Codierstecker ST 1, ST 2 auf Pin 1 und Pin 4 des Empfängerbausteins MAX9547.

Ausgangsseitig liefert der Baustein dann an Pin 7 wieder ein unsymmetrisches FBAS-Video-Signal mit  $75 \Omega$  Ausgangsimpedanz, das direkt an der Cinch-Buchse BU 3 angekoppelt wird. Je nachdem, ob das angeschlossene Videogerät eingangsseitig mit  $75 \Omega$  abgeschlossen ist oder nicht, kann mit Hilfe des Codiersteckers J 1 der interne Abschlusswiderstand aktiviert oder deaktiviert werden.

Fehlende oder schwache Eingangssignale werden über den Open-Collector-Ausgang an Pin 6 des Bausteins mit Hilfe der Leuchtdiode D 2 angezeigt, wobei R 1 zur Strombegrenzung dient. Der Elko C 10 und der Keramik-Kondensator C 9 sind zur Störunterdrückung möglichst nahe an den Versorgungspins des ICs positioniert.

Um Frequenzgang-Verluste bei größeren Übertragungsdistanzen auszugleichen, kann mit Hilfe der RC-Kombinationen an Pin 2 und Pin 3 die Verstärkung bei höheren Frequenzen angehoben werden. Mit dem Codierstecker ST 3 erfolgt die Auswahl der RC-Kombination in Abhängigkeit von der Übertragungsdistanz.

Die Spannungsversorgung des Empfängers (VKAT 100-E) ist genauso einfach wie die Spannungsversorgung des Senders,

wie im oberen Bereich des Schaltbildes zu sehen ist. Auch hier wird eine ungestabilisierte Gleichspannung zwischen 10 V und 25 V mit 100 mA Strombelastbarkeit benötigt, die an die Kleinspannungsbuchse BU 1 anzuschließen ist. Über die Sicherung SI 1 und die Verpolungsschutz-Diode D 1 gelangt die Spannung auf den Pufferelko C 1 und den Eingang des 8-V-Spannungsreglers.

Am Spannungsregler-Ausgang stehen stabilisiert 8 V zur Verfügung, wobei C 4 zur Schwingneigungsunterdrückung dient und die Keramik-Kondensatoren C 2, C 3 hochfrequente Störeinflüsse verhindern.

## Nachbau des Senders

Aufgrund des geringen Schaltungsaufwandes und der Tatsache, dass alle SMD-Bauteile werkseitig vorbestückt sind,

## Stückliste: Empfängereinheit VKAT 100-E

**Widerstände:**

33 Ω/SMD/0805	R4
56 Ω/SMD/0805	R6, R7
75 Ω/SMD/0805	R5, R8
100 Ω/SMD/0805	R2, R3
3,9 k Ω/SMD/0805	R1

**Kondensatoren:**

150 pF/SMD/0805	C5
1 nF/SMD/0805	C6
2,2 nF/SMD/0805	C7
100 nF/SMD/0805	C2, C3, C9
4,7 µF/16 V	C10
10 µF/16 V	C4
47 µF/16 V	C8
470 µF/25 V	C1

**Halbleiter:**

7808	IC1
MAX9547/SMD	IC2
SM4001/SMD	D1
LED, 3 mm, Rot	D2

**Sonstiges:**

Hohlsteckerbuchse, 2,1 mm, print	BU1
Modulare Einbaubuchse, 8-polig, abgeschirmt	BU2
Cinch-Einbaubuchse, print	BU3
Platinensicherungshalter (2 Hälften), print	SI1
Sicherung, 0,315 A, träge	SI1
Stiftleiste, 1 x 3-polig, gerade, print	J1
Stiftleiste, 2 x 4-polig, gerade, print	ST1, ST2
Stiftleiste, 2 x 3-polig, gerade, print	ST3
Jumper ohne Griffflasche, geschlossene Ausführung	J1, ST1–ST3
4 Kunststoffschrauben, 3,0 x 5 mm	
1 Zylinderkopfschraube, M3 x 8 mm	
1 Mutter, M3	
1 Fächerscheibe, M3	
1 Element-Gehäuse, G431, komplett, Hellgrau, bearbeitet und bedruckt	

ist der praktische Aufbau einfach und schnell erledigt.

Wir beginnen die Bestückungsarbeiten mit dem Sender, wo zuerst die Anschlüsse des Spannungsreglers (IC 1) auf Rastermaß abzuwinkeln sind. Dieser wird dann in liegender Position mit einer Schraube M3 x 8 mm, Zahnscheibe und Mutter auf die Platine montiert. Erst wenn der Regler fest verschraubt ist, erfolgt das Verlöten der Anschlüsse.

Im nächsten Arbeitsschritt sind die Elektrolyt-Kondensatoren C 1, C 4 und C 7 polaritätsrichtig einzusetzen und sorgfältig zu verlöten. Elkos sind üblicherweise am Minuspol gekennzeichnet.

**Vorsicht!** Falsch gepolte Elkos können explodieren.

Im Anschluss hieran sind alle überstehenden Drahtenden an der Platinenunterseite direkt oberhalb der Lötstellen abzuschneiden.

Es folgt die Bestückung der Netzwerkbuchse (BU 3), der Kleinspannungsbuchse (BU 1) und der Cinch-Buchse (BU 2). Vor dem Verlöten ist darauf zu achten, dass diese Bauteile

plan auf der Platinenoberfläche aufliegen.

Nach dem Einlöten der beiden Hälften des Platinen-Sicherungshalters wird gleich die zugehörige Glas-Feinsicherung eingesetzt.

Beim Einlöten der beiden Stiftleisten (ST 1, ST 2) ist auf einen geraden Sitz zu achten. Die Codierstecker werden entsprechend des gewünschten Adernpaares gesetzt. Um sicherzustellen, dass grundsätzlich miteinander verdrihte Adernpaare genutzt werden, ist unbedingt bei beiden Stiftleisten die gleiche Position zu wählen (immer beide Codierstecker gleichzeitig auf 1, 2, 3 oder 4 setzen).

Bei der Leuchtdiode D 2 ist die Anodenseite durch einen längeren Anschluss gekennzeichnet. Die Anschlüsse sind ca. 4 mm hinter dem Gehäuseaustritt polaritätsrichtig abzuwinkeln und danach ist die LED mit einem Leiterplattenabstand von 8 mm (gemessen von der Platinenoberfläche bis zur Bauteilmitte) einzulöten.

Nach einer kurzen Überprüfung hinsichtlich Löt- und Bestückungsfehlern wird die fertig aufgebaute Platine zusammen mit der entsprechenden Front- und Rückplatte in die zugehörige Gehäuseunterhalbschale gesetzt und verschraubt. Die Gehäuseoberhalbschale wird mit den 4 Gehäuseschrauben fest verschraubt. Im letzten Arbeitsschritt bleibt nur noch das Anbringen der 4 selbstklebenden Gehäusefüße.

**Nachbau des Empfängers**

Der praktische Aufbau des Empfängers ist direkt mit dem Aufbau des Senders vergleichbar. Auch hier beginnen wir mit der Montage des Spannungsreglers in liegender Position mit einer Schraube M3 x 8 mm, Zahnscheibe und Mutter.

In der gleichen Weise wie beim Sender sind dann unter Beachtung der korrekten Polarität die Elkos C 1, C 4, C 8 und C 10 an der Reihe.

Ebenfalls müssen beim Empfänger die Buchsen BU 1 bis BU 3 und die beiden Hälften des Platinen-Sicherungshalters vor dem Verlöten plan auf der Platinenoberfläche aufliegen. Direkt nach dem Verlöten wird die Sicherung eingesetzt.

Beim Empfänger sind zwei 8-polige, eine 6-polige und eine 3-polige Stiftleiste einzulöten. Auch hier sollten die Stiftleisten vor dem Festsetzen mit Lötzinn plan auf der Platinenoberfläche aufliegen. Die 4 Codierstecker sind entsprechend der gewünschten Konfiguration zu setzen.

Auch beim Empfänger werden die Anschlüsse der Leuchtdiode D 2 ca. 4 mm hinter dem Gehäuseaustritt abgewinkelt (Polarität beachten! Der Anodenanschluss ist etwas länger) und danach ist das Bauteil mit 8 mm Leiterplattenabstand einzulöten.

Nach einer Sichtkontrolle wird die Empfängerplatine mit den zugehörigen Seitenteilen in die Gehäuseunterhalbschale montiert.

Jetzt bleibt nur noch das Aufsetzen und das Verschrauben des Gehäuseoberteils und das Anbringen der 4 selbstklebenden Gehäusefüße an der Gehäuseunterseite.

Nachdem beide Baugruppen fertig aufgebaut sind, steht der Video-Übertragung über größere Distanzen nichts mehr entgegen.