



Modellbau- Telemetriesystem Teil 2

Mit dem neuen Vario-Altimeter VAM 300 lassen sich Flughöhe, verschiedene Temperaturen und eine Akkuspannung eines Flugmodells vom Boden aus überwachen. Dazu sendet der Telemetriesender VAT 300, der im Flugmodell eingebaut ist, die gemessenen Daten während des Fluges per Funk zum Piloten. Nach der Vorstellung der Funktionen und der Bedienung im ersten Teil werden nun Schaltungen und Nachbau der beiden Geräte erklärt.

Schaltung

Das Modellbau-Telemetriesystem besteht aus dem Telemetriesender VAT 300 und dem Vario-Altimeter VAM 300. Jedes der beiden Geräte basiert auf einem eigenen Mikrocontroller, der zusammen mit der Außenbeschaltung die digitale Datenverarbeitung und -übertragung sowie die zahlreichen Funktionen möglich macht.

Schaltung VAT 300

Abbildung 6 zeigt die Schaltung des VAT 300.

Die Taktfrequenz des Mikrocontrollers IC 1 wird mit einem internen Oszillator erzeugt, den der Keramikresonator Q 1 auf 4 MHz stabilisiert.

Der Datenaustausch mit dem Drucksensor DS 1 wird über 3 Datenleitungen realisiert. Zudem stellt der Mikrocontroller IC 1

einen Takt für den Drucksensor bereit.

Das Funkmodul HFS 1 wird über eine Datenleitung angesteuert. Bei einem High-Pegel auf der Datenleitung sendet das Funkmodul HFS 1 ein Funksignal auf seiner Trägerfrequenz von 433,92 MHz. Bei Low-Pegel wird nicht gesendet. Auf diese Weise erfolgt die Datenübertragung in digitaler Form.

Der externe Temperaturfühler ist mit dem integrierten ADC (Analog-Digital-

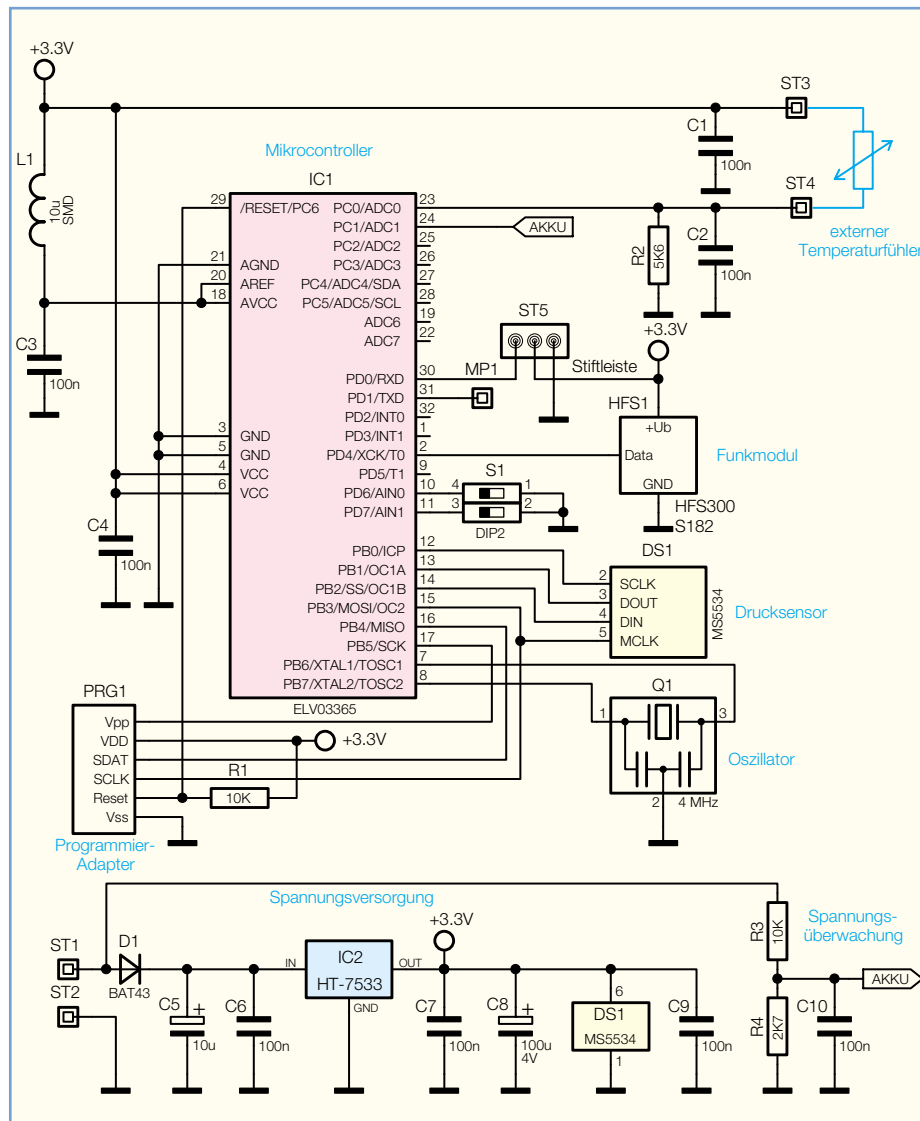


Bild 6: Schaltbild des VAT 300

Wandler) des Mikrocontrollers IC 1 verbunden. Die Kondensatoren C 1 und C 2 filtern eventuelle Störungen aus, die über die Zuleitung einstreuen könnten. Der Temperaturfühler bildet zusammen mit dem Widerstand R 2 einen Spannungsteiler zwischen +3,3 V und Masse. Die resultierende Spannung wird dem ADC zugeführt und ausgewertet.

Die Spannungsüberwachung funktioniert ähnlich. Die Eingangsspannung wird über die beiden Widerstände R 3 und R 4 heruntergeteilt und dem ADC des Mikrocontrollers IC 1 zugeführt. Der Kondensator C 10 filtert Störungen aus und schützt den Mikrocontroller vor Spannungsspitzen.

Die DIP-Schalter von S 1 (Kanalauswahl) verbinden je nach Schalterstellung die entsprechenden Datenpins des Mikrocontrollers IC 1 mit Masse. Der Mikrocontroller erkennt dann einen Low-Pegel. Bei geöffneten Schaltern erzeugen die internen Pull-up-Widerstände des Mikrocontrollers den gewünschten High-Pegel.

Die Stiftheiste ST 5 ist eine Schnittstelle für mögliche zukünftige Erweiterungen des Telemetriesystems.

Die Spannungsversorgung der Schaltung übernimmt der Spannungsregler IC 2. Er erzeugt die Versorgungsspannung (+3,3 V) für die weiteren Bauteile der Schaltung. Die Diode D 1 verhindert, dass die Schaltung durch Verpolen der Anschlüsse beschädigt wird. Dem Mikrocontroller IC 1 und dem Drucksensor IC 2 sind die Kondensatoren C 4 und C 9 zugeordnet. Diese Kondensatoren sind zwischen +3,3 V und Masse angeschlossen und vermindern Strom- und Spannungsspitzen in der Schaltung.

Die Versorgungsspannung für den ADC des Mikrocontrollers IC 1 wird zusätzlich durch die Spule L 1 und den Kondensator C 3 gefiltert. Diese gefilterte Spannung wird auch als Referenzspannung für den ADC genutzt. Abweichungen der Ausgangsspannung des Spannungsreglers IC 2 vom Soll-Wert +3,3 V könnten daher Auswir-

kungen auf die Messung von externer Temperatur und Spannung haben.

Schaltung VAM 300

Die Schaltung des Vario-Altimeters VAM 300 ist in Abbildung 7 dargestellt.

Der Mikrocontroller IC 1 verfügt über einen 4,19-MHz-Oszillator zum Erzeugen des eigenen Taktes. Die Frequenz des Oszillators wird mit dem Quarz Q 1 und den Kondensatoren C 1 und C 2 stabilisiert.

Der integrierte LCD-Treiber des Mikrocontrollers IC 1 steuert das LC-Display direkt an.

Der RESET-Pin des Mikrocontrollers IC 1 ist über den Kondensator C 6 mit Masse verbunden. Nach dem Einschalten der Versorgungsspannung (+4,4 V) lädt sich dieser Kondensator über den internen Pull-up-Widerstand des Mikrocontrollers auf, so dass sich der Pegel am RESET-Pin mit einer ausreichend großen Verzögerung von low nach high ändert.

Die Low-Bat-Erkennung ist aus den Widerständen R 1 bis R 3 und dem Transistor T 1 aufgebaut. Wenn die Spannung der angeschlossenen 9-V-Blockbatterie unter einen Wert von ca. 6,3 V abfällt, ist die Spannung an der Basis von T 1 durch den Spannungsteiler aus R 1 und R 2 so weit abgesunken, dass T 1 durchschaltet und damit den Eingangspin am Mikrocontroller IC 1 auf High-Pegel zieht. Solange die Batteriespannung über diesem Wert liegt, sperrt der Transistor T 1, und der Eingangspin wird über den Widerstand R 3 auf Low-Pegel gehalten.

Das Empfangsmodul HFE 1 gibt die empfangenen 433,92-MHz-Signale in digitaler Form an seinem Datenausgang aus. Um den Stromverbrauch zu senken, wird die Versorgungsspannung des Empfangsmoduls mit der Diode D 1 abgesenkt. Der Kondensator C 7 glättet diese Spannung. Die niedrigere Versorgungsspannung des Empfangsmoduls beeinflusst natürlich auch die Höhe des High-Pegels am Datenausgang des Empfangsmoduls. Ein nachgeschalteter Inverter aus den Widerständen R 4 bis R 6 und dem Transistor T 5 hebt den Pegel wieder an. Über den Spannungsteiler aus R 4 und R 5 wird die Basis des Transistors angesteuert, so dass dieser bei anliegendem High-Pegel durchschaltet und den Eingangspin des Mikrocontrollers mit Masse verbindet. Bei Low-Pegel sperrt der Transistor, und der Widerstand R 6 erzeugt einen ausreichend hohen High-Pegel am Eingangspin des Mikrocontrollers.

Für die Ausgabe der akustischen Signale ist der Piezo-Signalgeber PZ 1 vorgesehen. Der Schaltkontakt der Ohrhörerbuchse BU 1 leitet die Signale an den Piezo-Signalgeber weiter, solange kein Ohrhörer angeschlossen ist. Die Lautstärke von Piezo-Signalgeber und Ohrhörer kann mit dem

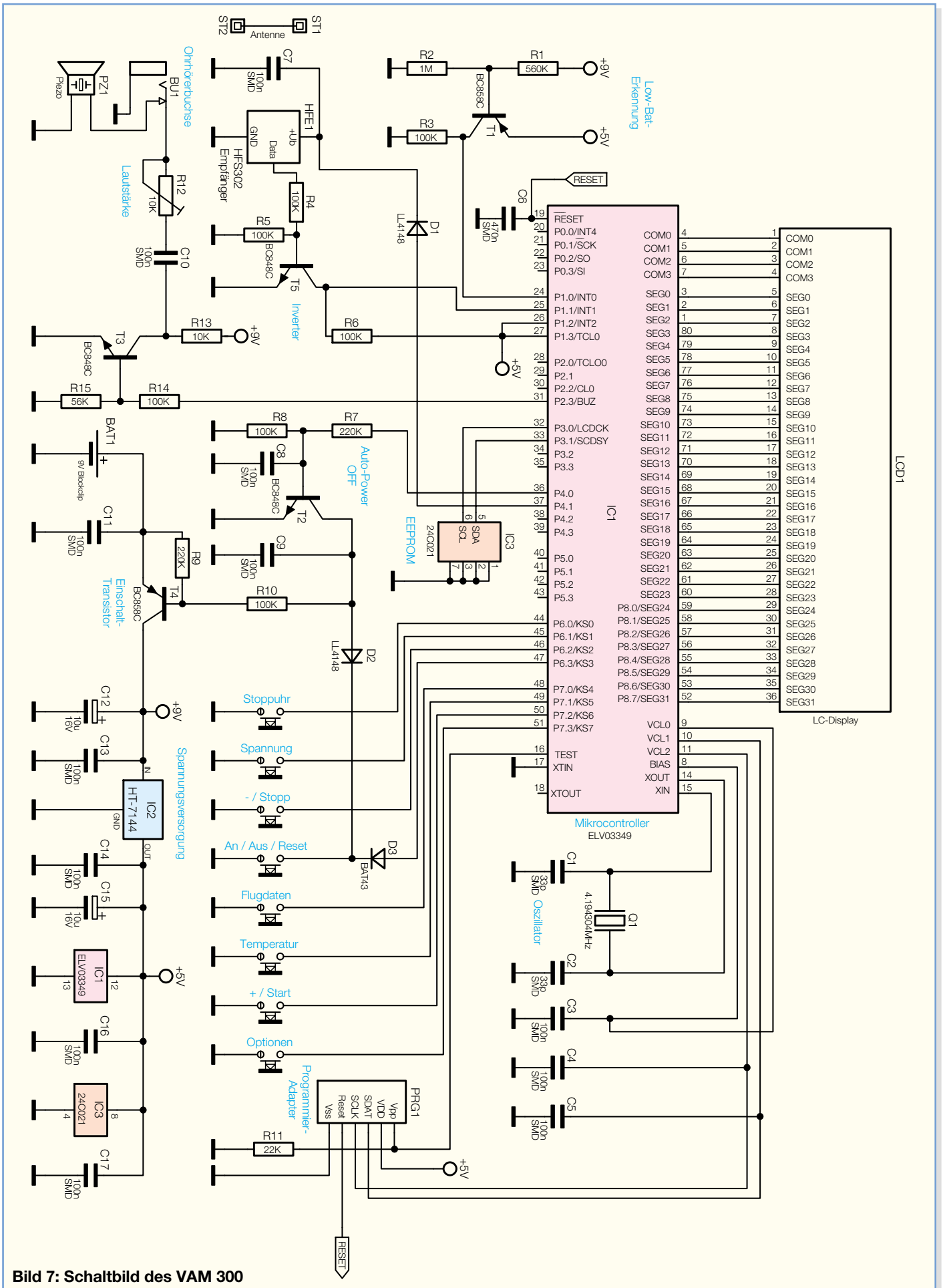
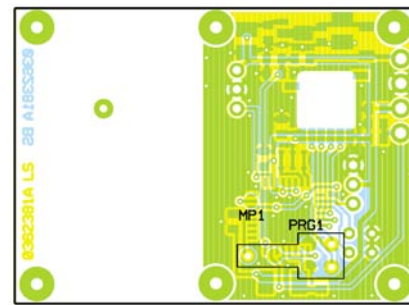
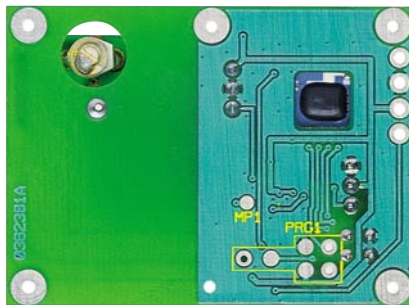
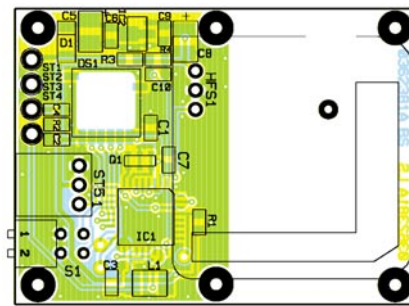
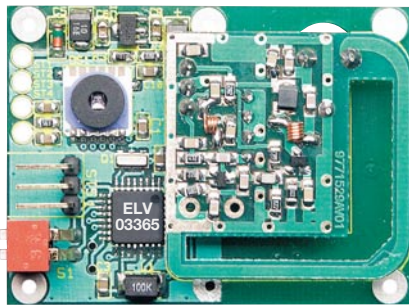


Bild 7: Schaltbild des VAM 300



Ansicht der fertig bestückten Platine des VAT 300 mit zugehörigem Bestückungsplan, oben von der Bestückungsseite, unten von der Lötseite

Potentiometer R 12 eingestellt werden. Der Kondensator C 10 entkoppelt Gleichspannungsanteile, damit die Stromaufnahme über R 13 bei gesperrtem Transistor T 3 (Ruhezustand) verringert wird. Dieser wird über den Spannungsteiler aus R 14 und R 15 vom Buzzer-Ausgang des Mikrocontrollers IC 1 angesteuert.

Das EEPROM IC 3 zum Speichern der Einstellungen des VAM 300 ist über 2 Datenleitungen mit dem Mikrocontroller IC 1 verbunden. Die Daten werden seriell aus dem EEPROM gelesen und hineingeschrieben.

Mit den 8 Tasten legt man die jeweiligen Eingangspins des Mikrocontrollers IC 1 bei jedem Tastendruck auf Masse. Im Ruhezustand werden die Eingangspins über interne Pull-up-Widerstände auf High-Pegel gehalten.

Die ©-Taste ist über die Dioden D 2 und D 3 so entkoppelt, dass sie den Einschalt-Transistor über den Basisspannungsteiler aus R 9 und R 10 durchschalten kann.

Die Spannungsversorgung der Schaltung übernimmt der Spannungsregler IC 2. Die von IC 2 erzeugten +4,4 V speisen die übrigen Bauteile der Schaltung. Die Kondensatoren C 16 und C 17 sind zwischen +4,4 V und Masse angeschlossen und vermindern Strom- und Spannungsspitzen in der Schaltung.

Die Auto-Power-off-Schaltung erlaubt es dem Mikrocontroller IC 1, die Versorgungsspannung mit Hilfe des Einschalttransistors bei Bedarf abzuschalten. Dazu wird der Basisspannungsteiler des Transistors T 2 so lange auf Masse gehalten,

wie das Gerät eingeschaltet bleiben soll. Zum Ausschalten gibt der Mikrocontroller einen Low-Pegel auf den Basisspannungsteiler von T 2, der aus den Widerständen R 7 und R 8 besteht. Dadurch sperren dann T 2 und T 4, so dass die Versorgungsspannung getrennt wird.

Nachbau

Der VAT 300 wird überwiegend mit SMD-Bauteilen bestückt. Nur so lassen sich Abmessungen sowie Gewicht des VAT 300 klein halten. Das VAM 300 ist sowohl mit SMD-Bauteilen als auch mit bedrahteten Bauteilen bestückt.

Der Nachbau der beiden Geräte erfordert in jedem Fall Lötverfahren mit SMD-Bauteilen.

An Spezial- Werkzeugen sollten ein Löt- kolben mit sehr feiner Lötspitze, Lupenleuchte, oder zumindest eine Lupe, und eine Pinzette zur Verfügung stehen. Weiterhin sind SMD-Lötzinn und Entlötlitze sehr hilfreich.

Zum Zusammenbau des VAT 300 ist zur Verarbeitung des Schrumpfschlauchs zusätzlich eine Heißluftpistole oder ein leistungsstarker Haartrockner erforderlich.

Nachbau VAT 300

Der VAT 300 wird aus insgesamt 3 Platinen zusammengesetzt. Die 39 x 53 mm messende Hauptplatine bietet zusammen mit einer ebenso großen Abdeckplatine den nötigen Platz für die Bauteile. Die dritte Platine ist das Funkmodul. Es findet

zwischen der Hauptplatine und der Abdeckplatine seinen Platz. Das Gerät wird von Schrumpfschlauch umschlossen und kommt so ohne ein Gehäuse aus.

Die Hauptplatine wird daher auch nur von der Oberseite bestückt, damit die Unterseite des Gerätes möglichst eben bleibt.

Zuerst erfolgt das Auflöten des Mikrocontrollers IC 1. Dazu ist ein Lötpad auf der Platine vorzuverzinne, der Mikrocontroller aufzusetzen und durch erneutes Erwärmen des vorverzinnten Löt pads zu fixieren. Dabei muss man darauf achten, dass Pin 1, der durch eine runde Vertiefung im Gehäuse des Mikrocontrollers markiert ist, mit der abgeflachten Ecke im Bestückungsplan übereinstimmt. Die Lage des Mikrocontrollers ist jetzt nochmals zu prüfen und, wenn die Anschlusspins des Mikrocontrollers noch nicht exakt auf den zugehörigen Löt pads aufliegen, zu korrigieren. Anschließend kann der Mikrocontroller vollständig verlötet werden. Sollte dabei versehentlich Löt zinn zwischen die Anschlüsse laufen, so kann man

Stückliste:

Telemetriesender VAT 300

Widerstände:

5,6 kΩ/SMD	R2
10 kΩ/SMD	R1, R3
2,7 kΩ/SMD	R4

Kondensatoren:

100 nF/SMD . C1–C4, C6, C7, C9, C10	
10 µF/16 V/SMD	C5
100 µF/4 V/SMD	C8

Halbleiter:

ELV03365/SMD	IC1
HT7553/SMD	IC2
BAT43/SMD	D1
MS5534/SMD	DS1

Sonstiges:

Keramikschwinger, 4 MHz, SMD Q1	
SMD-Induktivität, 10 µH	L1
Sendemodul HFS300	HFS1
Mini-DIP-Schalter, 2-polig, winkelprint	S1
Servoanschlusskabel JR dick, 30 cm	ST1, ST2
Temperatursensor mit Anschluss- leitung, 103AT-11	ST3, ST4
Stiftleiste, 1 x 3-polig, winkelprint	ST5
1 Stiftleiste, 1 x 1-polig, 19 mm	
6 Lötstifte, 1,5 x 20 mm	
1 Schaumstoff, 35 x 12 x 12 mm	
1 Anschlussbelegungsplan-Aufkleber VAT 300	
1 Typenschild-Aufkleber VAT 300	
10 cm Schrumpfschlauch, 38,1 mm, rot	

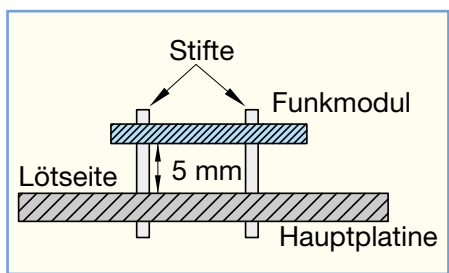


Bild 8: Befestigung Funkmodul

dieses überschüssige Lötzinn am einfachsten mit Entlötlitze entfernen.

Der Drucksensor wird mit den Löt pads auf seiner Unterseite kontaktiert. Diese Löt pads müssen direkt auf den zugehörigen Löt pads der Platine liegen. Die richtige Einbaulage ist an der Anordnung der Löt pads zu erkennen. Zum Einlöten wird auch hier zunächst wieder nur ein Löt pad auf der Platine vorverzinnt, und der Drucksensor am zugehörigen Pin vorläufig fixiert. Die richtige Lage des Bauelements ist zu kontrollieren und gegebenenfalls zu korrigieren, bevor man die restlichen Löt pads des Drucksensors verlötet. Dazu ist das jeweilige Löt pad auf der Platine mit dem Löt kolben zu erwärmen und das Löt zinn so zuzuführen, dass es sich mit den Löt pads unterhalb des Drucksensors verbindet.

Anschließend befestigt man die übrigen SMD-Bauteile in ähnlicher Weise auf der Platine. Es wird jeweils erst ein Löt pad mit etwas Löt zinn versehen, das Bauteil an einem Anschluss fixiert und in korrekter Lage vollständig verlötet.

Die Keramik-Kondensatoren sollten erst unmittelbar vor ihrer Bestückung aus der

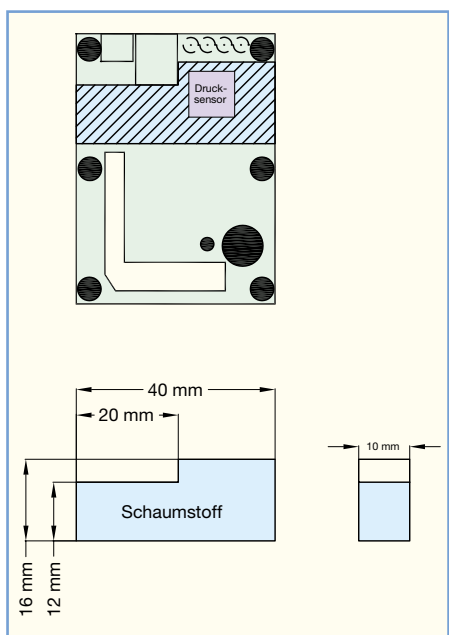


Bild 9: Zuschneidung und Platzierung des Schaumstoffstücks

Verpackung genommen werden, da sie anders als die Widerstände keinen Aufdruck haben und so leicht verwechselt werden können.

Die richtige Einbaulage der Diode D 1 ist durch einen Ring auf dem Glasgehäuse zu erkennen. Dieser markiert die Katode und muss mit der Linie im Bestückungsdruck übereinstimmen. Die Elkos sind durch einen aufgedruckten Strich markiert, der den positiven Anschluss kennzeichnet.

Es folgen die bedrahteten Bauteile. Der zweipolige DIP-Schalter S 1 und die dreipolige abgewinkelte Stiflleiste ST 5 werden eingelötet. Die überstehenden Beinchen schneidet man möglichst bündig ab.

Das Funkmodul wird mit 3 Stiften zur Befestigung geliefert. Für den Einsatz im

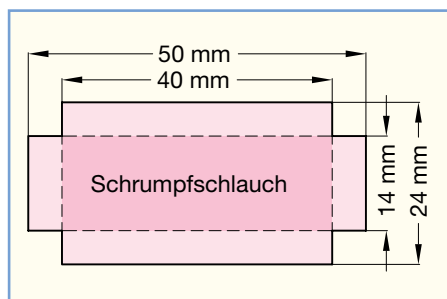


Bild 10: Abmessungen des Schrumpfschlauchdeckels

Flugmodell ist es ratsam, einen vierten Stift zu verwenden, da ansonsten die Löt pads des Funkmoduls durch Erschütterungen leicht ausreißen können. Daher ist zunächst der vierte Stift in das separate Loch auf der Platine im Bereich des Funkmoduls zu löten. Das Funkmodul wird nun mit seinen 3 Stiften in die Platine eingesetzt und, wie in Abbildung 8 dargestellt, bis auf 5 mm an die Platine herangeschoben. Nach dem Verlöten eines Stiftes sollte die Lage des Moduls auf korrekten Abstand und Parallelität geprüft werden. Erst dann sind die übrigen Stifte zu verlöten. Überstehende Stiften trennt man mit einem starken Seitenschneider möglichst bündig an der Platine ab.

Jetzt wird die Abdeckplatte vorbereitet, indem man die Hohlstifte in die entsprechenden Löcher steckt und verlötet. Die richtige Platinenseite ist anhand der Aussparung für den DIP-Schalter leicht ermittelbar. Die Abdeckplatte sollte zum Überprüfen der Passgenauigkeit mit ihren Stiften in die Hauptplatine geführt werden. Die Oberfläche der Abdeckplatte soll später bündig sein mit der Oberfläche des DIP-Schalters.

Wenn die Abdeckplatte passt, kann man die Kabel vorbereiten. Zuerst ist die orangefarbene Leitung vom Servoanschlusskabel vorsichtig abzutrennen und der Steckkon-



Bild 11: Fertig gefalteter Schrumpfschlauchdeckel

takt aus dem Steckergehäuse zu entfernen. Dazu hebt man die Kunststoffverriegelung leicht an und zieht den Steckkontakt am Kabel heraus. Die abgetrennte orangefarbene Leitung wird nicht benötigt.

Die Anschlussleitung des Temperaturfühlers ist jetzt auf das gewünschte Maß zu kürzen. Anschließend führt man das Servoanschlusskabel und die Leitung des Temperaturfühlers durch die dafür vorgesehenen Löcher in der Abdeckplatte. Die rote Leitung des Servoanschlusskabels wird mit ST 1 verbunden, die braune mit ST 2 und die Leitungen des Temperaturfühlers mit ST 3 und ST 4.

Falls man ein fertiges Vario-Altimeter VAM 300 zur Hand hat, kann man das Gerät jetzt bereits auf Funktion prüfen.

Wenn alles in Ordnung ist, muss als Nächstes das Schaumstoffstück wie in Abbildung 9 dargestellt zugeschnitten und platziert werden. Es soll direkt auf dem Drucksensor liegen, um diesen vor Schmutz zu schützen und störende Luftbewegungen zu dämpfen. Die Leitungen sollen daher über dem Schaumstoff liegen.

Jetzt kann man die Abdeckplatte befestigen. Die Abdeckplatte drückt dabei den Schaumstoff so weit zusammen, bis ihre Oberfläche mit der des DIP-Schalters bündig ist.

Sie kann nun an der Schaumstoffseite durch das Verlöten eines Hohlstiftes fixiert werden. Erst wenn sich die Abdeckplatte



Bild 12: Fertig eingeschrumpfter Telemetriesender VAT 300 (Ansicht von oben und unten)

in der richtigen Höhe befindet und parallel zur Hauptplatine liegt, verlötet man die restlichen Hohlstifte. Die überstehenden Enden der Hohlstifte sind mit einem geeigneten Seitenschneider zu entfernen.

Die Schrumpfschlauchumhüllung besteht aus einem Stück Schrumpfschlauch sowie einem rückseitigen Deckel aus Schrumpfschlauch.

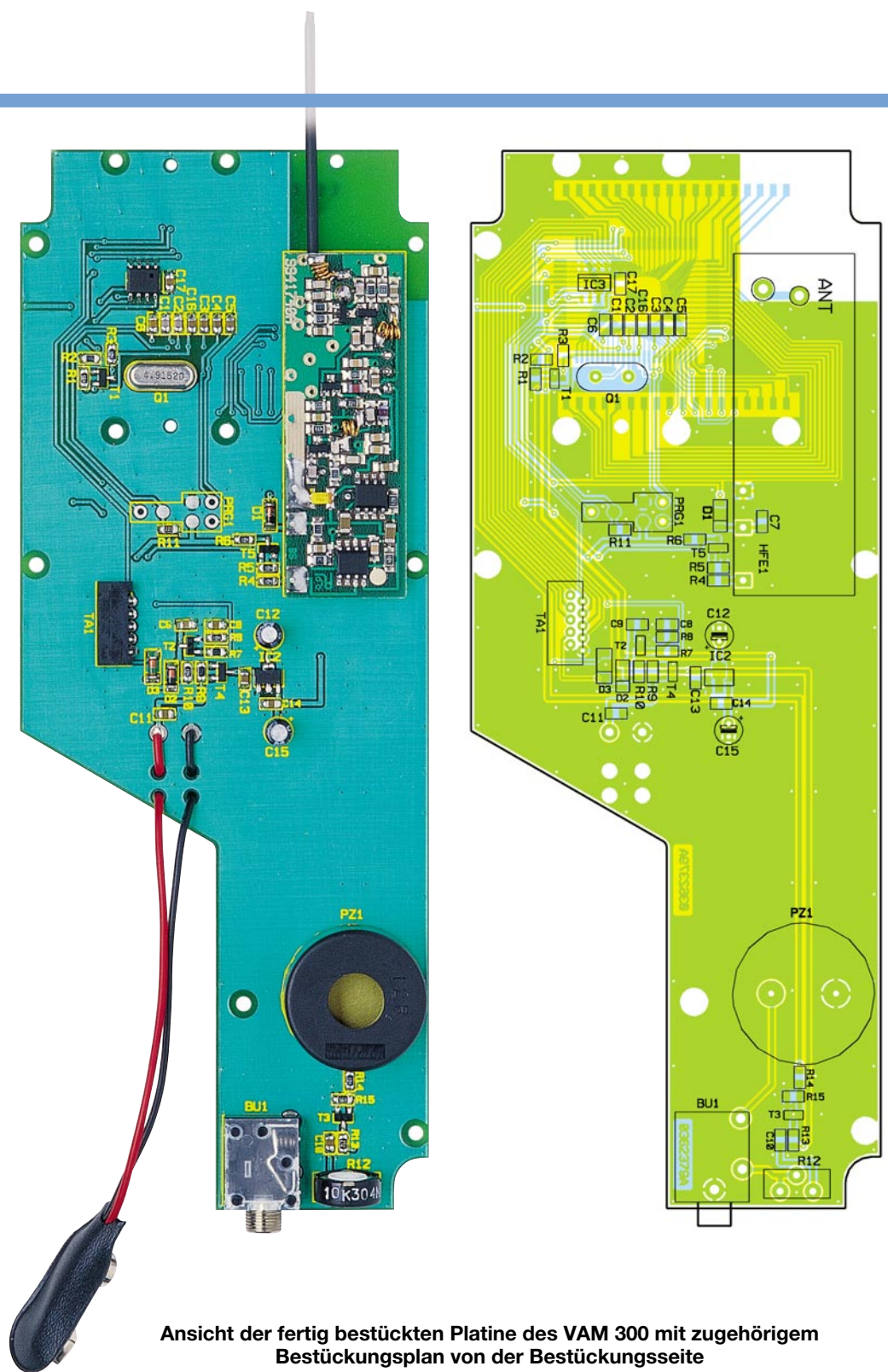
Von den mitgelieferten 10 cm Schrumpfschlauch sind zuerst 2,4 cm für den Deckel abzuschneiden. Aus diesem Stück wird dann die Form, die Abbildung 10 zeigt, ausgeschnitten. Die Kanten des Deckels müssen, wie in Abbildung 11 zu erkennen ist, umgeknickt werden. Man kann sie z. B. über einem Lineal knicken oder auch über dem Gerät selbst. Wichtig ist, dass die Kanten scharf gefaltet werden und die langen Seiten um mehr als 90° abgewinkelt sind. Nur so hält sich der Deckel an der Rückseite des Gerätes.

Nachdem man den Deckel nun aufgesteckt hat, ist das Gerät mittig in den übrigen Schrumpfschlauch zu legen. Dieser wird nun durch vorsichtiges Erhitzen geschrumpft. Dabei dreht man das Gerät, damit die Wärme alle Stellen des Schrumpfschlaches erreicht. Hier ist darauf zu achten, dass der Deckel an der Rückseite des Gerätes nicht verrutscht und nicht unnötig erwärmt wird. Der Deckel soll möglichst wenig oder gar nicht schrumpfen. Die überstehenden Enden des Schrumpfschlaches werden entfernt. Saubere Schnitt-ergebnisse erzielt man durch Einritzen des Schrumpfschlaches mit einem scharfen Messer entlang der gewünschten Schnittlinie. So können die Schrumpfschlauchenden dann vorsichtig entlang der entstandenen Sollbruchstellen abgerissen werden. Abbildung 12 zeigt den fertig eingeschrumpften Telemetriesender VAT 300.

Nachbau VAM 300

Die Platine des VAM 300 hat eine Größe von 63 x 164 mm und wird von beiden Seiten bestückt.

Zuerst erfolgt auch hier das Auflöten des Mikrocontrollers IC 1. Pin 1 des ICs ist im Bestückungsplan durch eine abgeflachte Ecke markiert. Das IC selbst hat als Markierung für Pin 1 eine runde Vertiefung im Gehäuse. Beim Anlöten der 80 Anschluss-

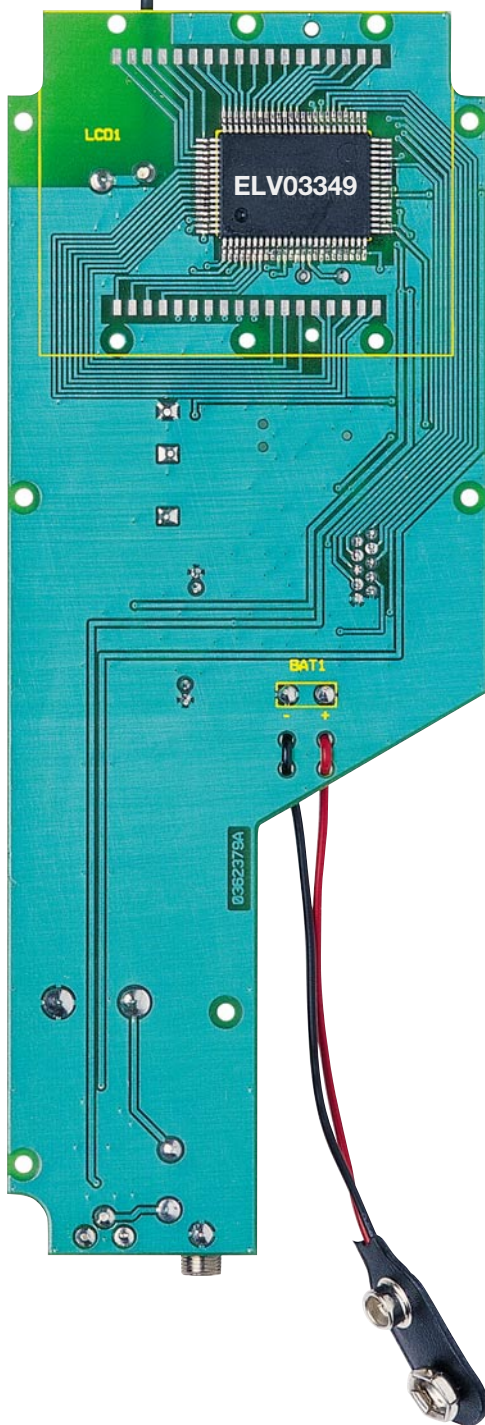


pins ist größte Sorgfalt geboten, weil es durch den entsprechend geringen Pinabstand leicht zu Kurzschlüssen durch ungewollte Lötbrücken oder durch unkorrektes Platzieren des Bauteils kommen kann. Um Fehler zu vermeiden, sollte zunächst ein Lötpad vorverzinnt werden, mit dem man den Mikrocontroller anschließend vorläufig fixiert. Die Einbaulage ist nun zu kontrollieren und gegebenenfalls zu korrigieren. Wenn alle Anschlusspins exakt auf den zugehörigen Löt pads aufliegen, kann man das IC nun vollständig verlöten. Sollte dabei versehentlich Lötzinn zwischen die Anschlüsse laufen, so ist dieses überschüssige Lötzinn am einfachsten mit Entlötlitze

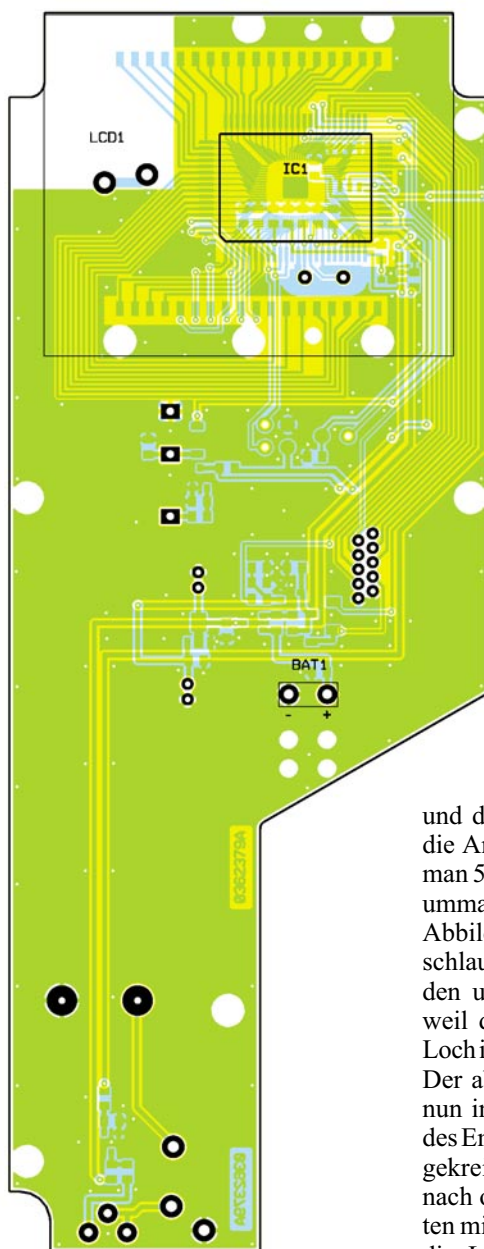
abzusaugen. Abschließend ist der Einbau des Mikrocontrollers IC 1 genauestens mit einer Lupe zu prüfen. Wenn alles in Ordnung ist, kann man die Bestückung auf der anderen Seite der Platine fortsetzen.

Das EEPROM IC 3 hat eine abgeflachte Gehäusekante als Markierung für die richtige Einbaulage. Diese muss mit der Doppellinie im Bestückungsdruck übereinstimmen. Das EEPROM wird an einem Pin fixiert, die Einbaulage kontrolliert und gegebenenfalls korrigiert. Anschließend verlötet man die restlichen 7 Anschlusspins.

Nun werden die übrigen SMD-Bauteile bestückt. Hier ist ähnlich vorzugehen wie



Ansicht der fertig bestückten Platine des VAM 300 mit zugehörigem Bestückungsplan von der Lötseite



bei den ICs: Zunächst wird ein Lötpad mit etwas Lötzinn versehen. Dann ist das Bauteil an einem Anschluss zu fixieren und in korrekter Lage vollständig zu verlöten. Die

Widerstände lassen sich leicht anhand des Wertaufdrucks identifizieren. Bei den Keramik-Kondensatoren ist keinerlei Beschriftung auf dem Gehäuse angebracht.

Um Verwechslungen zu vermeiden, sollten die Kondensatoren deshalb erst unmittelbar vor dem Bestücken aus ihrer Verpackung genommen werden. Beim Bestücken der Dioden D 1, D 2 und D 3 ist zusätzlich auf die richtige Polarität zu achten. Die Katode ist auf dem Glasgehäuse mit einem schwarzen Ring gekennzeichnet. Im Bestückungsdruck gibt es eine Linie als entsprechende Markierung.

Als Nächstes sind die bedrahteten Komponenten zu bestücken. Bei den Elkos C 12 und C 15 ist die Polarität zu beachten. Die Buchse zum Anschließen der Folientastatur muss mit der Öffnung zur Außenkante der Platine zeigen. Die Anschlussleitungen des Batterieclips sind zur Zugentlastung durch die beiden Löcher vor ihren Anschlüssen zu führen und erst dann anzulöten (siehe Platinenfoto).

Vor der Montage des Displays und dem Einlöten des Empfängers muss die Antenne montiert werden. Dazu biegt man 5 mm des Drahtes im 90°-Winkel und ummantelt den Rest des Drahtes, wie in Abbildung 13 dargestellt, mit Schrumpfschlauch. Die Kappe darf noch nicht auf den ummantelten Draht gesetzt werden, weil die Antenne später noch durch das Loch in der Stirnplatte geführt werden muss. Der abgewinkelte Teil der Antenne wird nun in das Loch geführt, das im Bereich des Empfängers im Bestückungsdruck eingekreist ist. Wenn die Antenne senkrecht nach oben weist, wird sie von beiden Seiten mit reichlich Lötzinn befestigt, so dass die Lötstelle später auch den mechanischen Belastungen, die der Gebrauch des Gerätes mit sich bringt, standhält.

Zum Einbau des Displays ist zunächst die Schutzfolie vom Displayglas zu entfernen. Anschließend ist das Display in den transparenten Displayträger zu legen, wobei sich die linke Displayseite mit dem Anguss (Nase) an der Seite des Displayträgers mit der entsprechenden Aussparung befinden muss. Als Nächstes wird der Displayträger, wie in Abbildung 14 gezeigt, in den Displayrahmen geschoben. In die so vorbereitete Einheit sind nun die beiden Leitgummis einzulegen. Nun kann

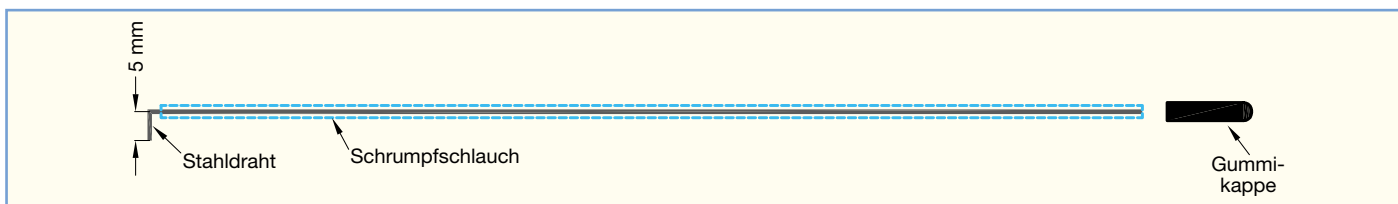


Bild 13: Konfektionierung der Antenne

Stückliste: Vario-Altimeter VAM 300

Widerstände:

10 kΩ/SMD	R13
22 kΩ/SMD	R11
56 kΩ/SMD	R15
100 kΩ/SMD .. R3–R6, R8, R10, R14	
220 kΩ/SMD	R7, R9
560 kΩ/SMD	R1
1 MΩ/SMD	R2
PT10, stehend, 10 kΩ	R12

Kondensatoren:

33 pF/SMD	C1, C2
100 nF/SMD	C3–C5, C7–C11, C13, C14, C16, C17
470 nF/SMD	C6
10 µF/16 V	C12, C15

Halbleiter:

ELV03349	IC1
HT7144	IC2
24C021/SMD	IC3
BC858C	T1, T4
BC848C	T2, T3, T5
LL4148	D1, D2
BAT43/SMD	D3
LC-Display	LCD1

Sonstiges:

Quarz, 4,194304 MHz, HC49U4 ..	Q1
Klinkenbuchse, 3,5 mm, mono, print	BU1
Folientastatur, 8 Tasten, selbstklebend	TA1
Piezo-Signalgeber, print	PZ1
3-V-AM-Superhet- Empfänger HFS302T	HFE1
9-V-Batterieclip	BAT1
1 Buchse für Folientastatur, 10-polig	TA1
2 Leitgummis	
4 Stiftleisten, 1 x 1-polig, gerade, print	
6 Kunststoffschrauben, 2,0 x 6 mm	
6 Kunststoffschrauben, 2,2 x 5 mm	
4 Kunststoffschrauben, 2,5 x 8 mm	
1 Ohrhörer mit 1 Ohrmuschel, Mono-Stecker	
1 Gummi-Kappe, schwarz, 2 (innen) x 15 mm	
1 Folientastatur-Inlay, bedruckt	
1 Gehäuse, bearbeitet und bedruckt, komplett	
16 cm Schrumpfschlauch, 3/64", schwarz	
17 cm Stahldraht, 1 mm, blank	

man die Platine auf den Displayrahmen legen, so dass der Mikrocontroller im Displayrahmen versenkt wird. Die zwei Kunststoffnasen am Displayrahmen müssen in die entsprechenden Bohrungen der Platine fassen. Dazu muss man das Display möglicherweise um 180° drehen, damit es in

die richtige Lage kommt. Jetzt wird der Displayrahmen mit 6 Schrauben 2 x 6 mm befestigt. Die Schrauben vorsichtig anziehen, damit sie nicht aus dem Kunststoffrahmen ausreißen. Um sicherzustellen, dass die Leitgummis gut kontaktiert sind, ist zu kontrollieren, ob der transparente Displayträger noch von allen 6 Nasen des Displayrahmens gehalten wird. Gegebenenfalls muss man den Displayträger durch kräftigen Druck wieder sicher einrasten.

Anschließend kann die Montage des Empfängers erfolgen. In die noch freien 4 Löcher im Bereich des Empfängers werden Stifte eingelötet. Diese müssen senkrecht auf der Platine stehen, damit sie später genau in die Löcher des Empfängers fassen.

Nun wird der Empfänger vorbereitet. Beim Umgang mit dem Empfänger ist darauf zu achten, dass die 3 offenen Kupferspulen keinesfalls verbogen werden. Die Spulen sind so geformt, dass der Empfänger optimal abgeglichen ist. Jede Veränderung der Spulen würde den Empfänger verstimmen und damit die Reichweite stark einschränken. Die Antenne des Empfängers ist zu entfernen und dann der Empfänger auf die Stifte aufzusetzen und zu verlöten.

Nun wird die Folientastatur vorbereitet. Dazu ist die Tastaturbeschriftung in die Folientastatur einzuschieben und die Schutzfolien von den beiden Seiten zu entfernen. Das Anschlusskabel der Folientastatur wird nun durch den Schlitz in der oberen Gehäusehalbschale geführt und die Tastatur in die vorgesehene Aussparung der Frontplatte geklebt.

Jetzt sind die einzelnen Gehäuseteile und die Platine zu montieren. Dazu wird zunächst das Anschlusskabel der Folientastatur mit dem Gegenstück auf der Platine verbunden. Dann führt man die Antenne durch die Bohrung in der Stirnplatte. Beim Einlegen der Platine in die obere Gehäusehalbschale sind die Stirnplatte und die Heckplatte in der richtigen Position festzuhalten. Die Platine wird anschließend mit 6 Schrauben 22 x 5 mm befestigt.

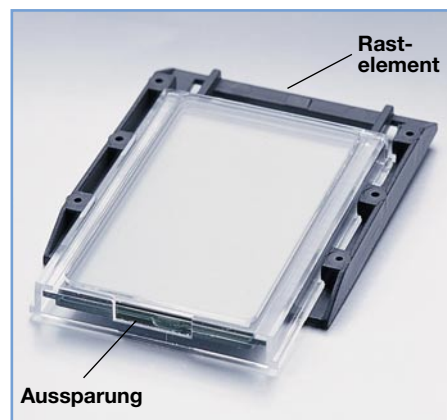


Bild 14: Aufschieben des Displayträgers auf den Rahmen



Bild 15: Fertig zusammengebautes Vario-Altimeter VAM 300

Nun kann man das Gerät schließen. Dazu sind der Batterieclip in das Batteriefach der unteren Gehäusehalbschale zu führen und die Gehäusehalbschalen zusammenzufügen. Die Gehäusehalbschalen werden von 4 Schrauben 2,5 x 8 mm zusammengehalten.

Zuletzt wird die Kappe am Ende der Antenne angebracht.

Abbildung 15 zeigt das fertig zusammengebaute Vario-Altimeter VAM 300.

Zur Inbetriebnahme ist eine Batterie anzuschließen und ins Batteriefach einzusetzen.

Nach einem Druck auf die ☉-Taste meldet sich das Gerät mit einem Displaytest und einem akustischen Kontrollsignal.

Funktionstest

Die beiden Geräte VAT 300 und VAM 300 können nun zusammen auf korrekte Funktion geprüft werden. Den VAT 300 sollte man auf Kanal 1 einstellen, weil nur so auch Kontaktfehler an den DIP-Schaltern erkennbar sind. Zur Inbetriebnahme benötigt der VAT 300 eine Versorgungsspannung, beispielsweise aus einem Empfängerakku.

Mit dem VAM 300 sind nun die verschiedenen Messwerte des VAT 300 kontrollierbar.

Die Kontrolle des VAM 300 wird durch Ausprobieren von Ohrhörer, Lautstärkeinstellung sowie dem Eingeben von Alarmen und deren Auslösung (siehe Funktionsbeschreibung im Teil 1) vervollständigt.

Wenn sich alle Funktionen wie dort und in der Bedienungsanleitung beschrieben verhalten, ist das Telemetriesystem bereit für den Einsatz im Flugmodell. **ELV**