



# Das ELV-Modellbau-Telemetrie-System

## Teil 1

**Das neue ELV-Telemetriesystem gibt während des Betriebs eines Flug-, Schiff- oder Automodells Auskunft über wichtige Betriebsdaten dieser Modellarten. In erster Linie ist dies die sicherheitskritische Messgröße der Akkuspannung. Speziell für den Flugmodellssport werden weitere wichtige Kenngrößen erfasst und übertragen: Angabe der Flughöhe, die Änderung der Flughöhe (Variometerfunktion), Timerfunktion, die Signalisierung einer Alarmhöhe, Speicherung der Maximalhöhe uvm.**

### Modellbau-Datenfunk

Nicht nur für Modellflieger, sondern auch in anderen Sparten des Modellbaus ist die Kenntnis des Ladezustandes des Empfängerakkus ein wichtiger Faktor, auch wenn nicht unbedingt immer der Verlust des Modells wegen eines leeren Akkus zu befürchten ist. Ein nicht mehr steuerbares und damit außer Kontrolle geratenes Mo-

dell kann einen erheblichen Schaden anrichten, ganz abgesehen vom materiellen Schaden am Modell selbst!

Im Flugmodellssport kommen dazu noch weitere Informationen, die die Flughöhe sowie deren Veränderung betreffen, als wohl wichtigste Daten, die ein Modellpilot benötigt, um sein Modell sicher und vor allem auch effektiv, etwa bei Segelflug-Wettkämpfen, zu steuern.

Diese Informationen liefert das ELV-

Telemetriesystem, geboren aus den gemeinsamen Erfahrungen und Forderungen der passionierten Modellsportler unter uns an die Entwickler und deren Antwort darauf auf Grund ihrer jahrelangen Kompetenz im Datenfunk.

So entstand ein modulares Datenfunksystem, das aus zwei verschiedenen Sendertypen und gleichfalls zwei verschiedenen Empfängern unterschiedlicher Ausstattung besteht.

### Das System - eine Übersicht

Die Sender und Empfänger können individuell kombiniert werden. Der Pager-Empfänger VAT 200 bildet zusammen mit dem Sender VT 100 eine Einheit zur reinen Spannungsüberwachung im Modell. Wird der Pager jedoch mit dem Sender VAT 100 kombiniert, steht auch die Variometerfunktion für Flugmodelle zur Verfügung.

Der Komfortempfänger VAM 200 kann nur mit dem VAT 100 kombiniert werden.

Da das Funksystem im 433-MHz-Bereich betrieben wird, gibt es keine störende Beeinflussung in den Modellbau-Frequenzbereichen 27 MHz, 35 MHz und 40 MHz.

### Die Spannungsmessung

Die Bordspannungsmessung kann für Empfängerakkus mit vier bis acht Einzelzellen an beiden Sendern des Systems sehr einfach über Dip-Schalter konfiguriert werden und ermöglicht somit auch die Spannungsüberwachung bei BEC-Systemen. Die Anzeige erfolgt an den Empfängern sehr übersichtlich in einer vierstufigen Folge.

### Höhenmessung und Variometerfunktion

Das Sendemodul VAT 100 verfügt zusätzlich zur Spannungsmessung über einen Drucksensor. Dieser ist nicht nur für die Höhenmessung, sondern auch für die integrierte Variometerfunktion zuständig. Das Variometer, über das Höhenänderungen akustisch ausgegeben werden, ist ein wichtiges Hilfsmittel in der Fliegerei. Mit dieser Unterstützung sind die sogenannten Thermikzustände einfach aufspürbar und damit für den Modellsegelflug auch nutzbar. Verschiedene Töne im Empfänger zeigen dem Piloten den Flugzustand des Modells an. Ein hoher Ton signalisiert einen Steigflug, fällt die Tonhöhe ab, zeigt das System an, dass sich der Flieger im Sinkflug befindet.

Die Höhenmessung wird nach der barometrischen Höhenmessmethode durchgeführt. Diese Methode nutzt den Luftdruckabfall mit steigender Höhe aus, d. h., je höher die Luftschicht ist, desto geringer ist der dort vorherrschende Luftdruck. Dieses Verhalten wird durch die barometrische

### Technische Daten:

Datenempfänger	VAM 200	VAT 200
Spannungsversorgung:	9-V-Block	2 x 1,5-V-Micro
Empfangsfrequenz:	433,92 MHz	433,92 MHz
Freifeldreichweite:	bis 500 m	bis 500 m
Variometerempfindlichkeit:	4 m	4 m
Höhenmessung:	0 – 500 m	
Auflösung Höhenmessung:	1 m	
Akku-Spannungsanzeige:	4stufig	4stufig
Abmessungen (B x H x T):	70 x 140 x 22 mm	47 x 72 x 19 mm

### Sendeeinheit VT/ VAT 100

Betriebsspannung: 4 – 15 V DC • Sendefrequenz: 433,92 MHz • Spg.-Überwachung: 4 – 8 Zellen • Höhenmessung (VAT100): bis 500 m • Abmessungen (B x H x L): 39 x 13 x 53 mm • Gewicht: ca. 25 g

Höhenformel beschrieben (siehe Abbildung 1).

Diese Funktion zeigt über eine große Höhendifferenz die Form einer Logarithmusfunktion (siehe Abbildung 2). Wird der Bereich für die Höhe aber begrenzt, kann die Funktion als eine annähernd lineare Funktion (Abbildung 3) betrachtet werden. Die Auswertung der linearisierten Kurve ergibt einen Höhenunterschied von ungefähr 8 m pro Millibar Luftdruckänderung bei konstanter Temperatur. Dieser

fänger vibrationsarm gelagert (in Schaumstoff einlegen) und vor direktem Windeinfluss sowie Feuchtigkeit geschützt ist.

Der Stecker der Sendeeinheit VT 100/VAT 100 wird wie ein Servo direkt an einen freien Steckplatz des Fernsteuerempfängers angeschlossen. Die Spannungsversorgung des Moduls erfolgt über den Empfängerakku. Eine interne Sicherung schützt die Modell-Spannungsversorgung gegen einen eventuellen Defekt des Telemetriesenders, damit das Modell je-

sein, dass er z. B. 6 V erhält, obwohl der Antriebsakku vielleicht 9,6 V abgibt. Dann ist also nur die Einstellung „5 Zellen“ zu wählen. Man sollte sich also konkret am Modell vergewissern, welche Spannung denn tatsächlich bei voll geladenem Akku am Empfänger anliegt. Eine Beispielkonfiguration für die Einbindung in ein komplettes System ist in Abbildung 4 gezeigt.

Eine Kalibrierung der Druckmessung (nur im VAT 100 vorhanden) ist nicht notwendig.

Die Funktionskontrolle des eingebauten Senders erfolgt mit dem jeweiligen Datenempfänger (VAT 200/VAM 200) nach dem Einschalten der Fernsteuerung (diese immer zuerst einschalten!) und des Modells. Wenn der ordnungsgemäße Empfang angezeigt wird, ist die Installation des Senders erfolgreich gewesen.

### Die Empfänger

Es stehen zwei Empfängertypen zur Verfügung, der äußerst kompakte Pager-Empfänger VAT 200 sowie der multifunktionelle, mit großer Digital-Anzeige ausgestattete Komfortempfänger VAM 200.

Die akustischen Signale für die Empfangskontrolle, die wahlweise über den internen Lautsprecher oder über einen Ohrhörer ausgegeben werden können, sind bei beiden Empfängervarianten identisch: ein kurzer Signaltone zeigt an, dass ordnungsgemäßer Empfang vorhanden ist. Hört man hingegen zwei kurze Signaltöne, ist der Empfang unterbrochen.

**Bild 1:**  
Barometrische Höhenformel.

$$h = \frac{T \cdot p_{00}}{r_0 \cdot T_0 \cdot g} \cdot \ln\left(\frac{p_0}{p}\right)$$

**h:** Höhe über Referenzpunkt  
**p:** Druck bei Höhe h  
**p<sub>0</sub>:** Druck bei Referenzpunkt  
**p<sub>00</sub>:** 1013 hPa (Normaldruck)  
**T:** Temperatur in Kelvin  
**T<sub>0</sub>:** 273 K  $\hat{=}$  0°C  
**g:** Erdbeschleunigung

Wert gilt nur für den in Abbildung 3 gezeigten Bereich, für den größeren Bereich in Abbildung 2 ist eine aufwendigere Linearisierung notwendig.

Die elektronische Messung des Luftdrucks erfolgt über einen Drucksensor, dessen Daten digital von einem Mikroprozessor erfasst werden. Für die Höhenberechnung wird vor dem Flug ein Referenzdruck am Erdboden gemessen, der dann aus praktischen Gründen als Nullpunkt angenommen wird. Die Höhenangabe erfolgt dann als Höhe über dem Erdboden. In Höhenmessern für die professionelle Luftfahrt wird meist der rechnerisch auf Meereshöhe reduzierte Luftdruck verwendet. Alle in Luftfahrkarten dargestellten Höhenangaben verwenden diesen Wert.

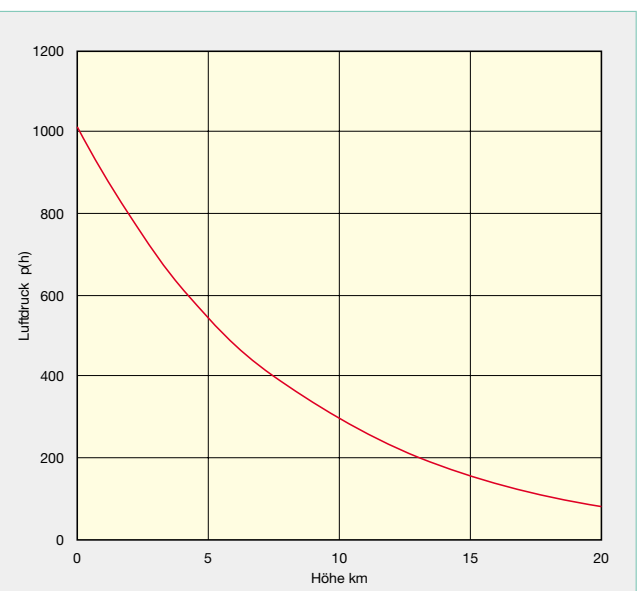
### Die Sender im Modell

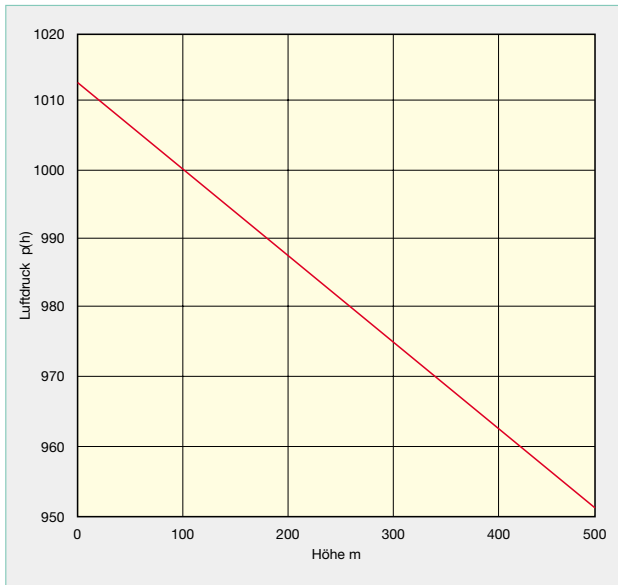
Die Sender sind mit 39 x 13 x 53 mm sehr kompakt ausgeführt und finden so in nahezu jedem Modell noch einen Platz. Mit ihren nur 25 g beeinflussen sie das Gewicht auch kleinerer Modelle kaum, allenfalls deren Trimmung ist nach dem Einbau zu kontrollieren. Der Einbauplatz sollte so ausgewählt werden, dass der Emp-

ferzeit sicher steuerbar und unter Kontrolle bleibt.

Vor dem Einbau in das Modell ist mit den Dip-Schaltern an der Front des Sendemoduls die Akkuzellenanzahl einzustellen (siehe Abbildung 4). Die entsprechenden Codierungen sind als Tabelle auf die Sendeeinheit aufgedruckt. Dabei ist jedoch zu beachten, dass der Telemetriesender nur die tatsächliche Spannung auswertet, die den Empfänger und die Servos versorgt. Diese Spannung muss bei einem BEC-System nicht zwangsläufig mit der des Antriebsakkus übereinstimmen. Bezieht der Empfänger seine Spannung z. B. vom BEC-Ausgang eines Flug- oder Fahrreglers, kann es

**Bild 2:**  
Luftdruck als Funktion der Höhe (0 .. 20 km).





**Bild 3: Luftdruck als Funktion der Höhe (0 .. 500 m).**

Höhenabgleich ist für diese Funktion nicht erforderlich.

Die Lautstärkeinstellung der akustischen Meldungen kann mit einem Poti erfolgen, das sich direkt hinter einer Bohrung an der linken Gehäusesseite befindet und mit einem kleinen Schraubendreher betätigt wird.

An der vorstehenden Beschreibung ist zu erkennen: Der Pager-Empfänger ist so konzipiert, dass der Pilot lediglich durch Tonsignale auf bestimmte Zustände aufmerksam gemacht werden kann und sonst seine volle Konzentration auf das Modell lenken kann.

Die optischen Anzeigen dienen hierbei der Ergänzung des Funktionsumfangs, vor allem, um die voraussichtlich verbleibende Flug- oder Fahrzeit abschätzen zu können.

Das Titelbild des Artikels zeigt die praktische Anwendung des Pager-Empfängers.

### VAM 200 – Komfort-Empfänger

Der VAM-200-Komfort-Empfänger beinhaltet alle Funktionen des VAT 200, verfügt aber zusätzlich über eine Höhenan-

zeige und weitere interessante Features für den ambitionierten Modellflieger. Die übersichtlich angeordneten Bedien- und Anzeigeelemente sind in Abbildung 6 zu sehen. Die Bedienung erfolgt über eine robuste Folientastatur unterhalb des Displays.

Eine 9-V-Blockbatterie versorgt den Empfänger. Deren Zustand wird überwacht und bei weitgehend entladener Batterie auf dem Display mit der Anzeige „Bat“ signalisiert.

Mit der „ON/OFF“-Taste wird der VAM 200 eingeschaltet und führt einen drei Sekunden andauernden Segmenttest durch. In dieser Zeit sind alle Segmente auf dem LC-Display eingeschaltet. Danach hört man drei lange Signaltöne zur Bestätigung der Betriebsbereitschaft.

Das Ausschalten des Empfängers erfolgt mit einem langen Tastendruck oder durch die „AutoOff“-Funktion, die das Gerät nach 15 Minuten ohne Empfangssignal automatisch abschaltet.

Die Empfangskontrolle wird hier akustisch und optisch durchgeführt: Ein kurzer Signaltone zeigt an, dass der Komfort-Empfänger das Sendesignal ordnungsgemäß empfängt. Gleichzeitig erscheinen im Display die entsprechenden Höhen- und Batteriespannungsanzeigen.

Hört man jedoch zwei kurze Signaltöne und sieht vier kleine Nullen auf dem Display (Abbildung 7), signalisiert der VAM 200, dass er im Moment keine Verbindung zum Sender hat.

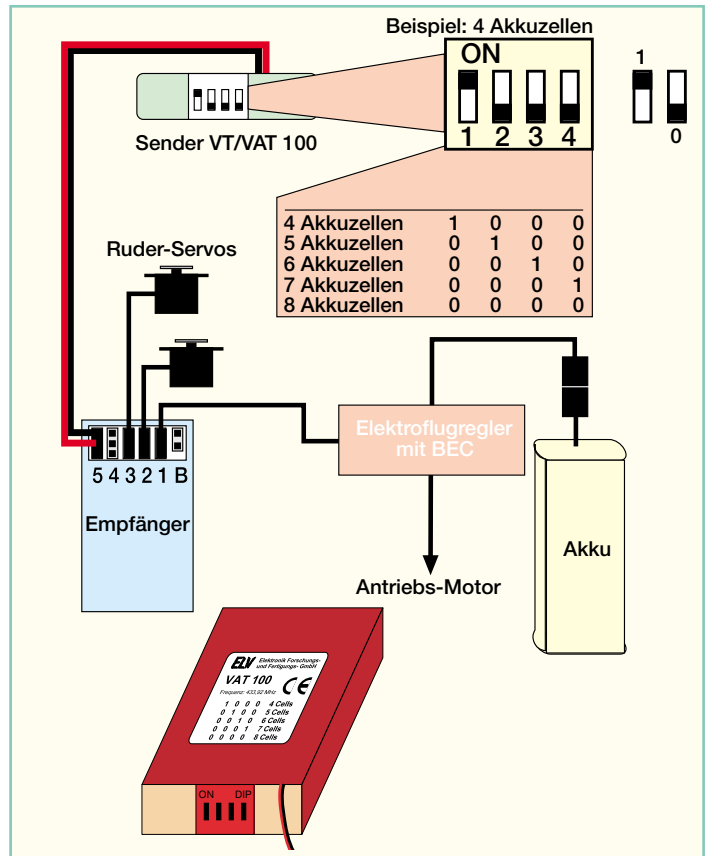
Die Balkenanzeige (auch Bargraph ge-

von 3 V (2 x 1,5-V-Microbatterie) betrieben. Nach dem Einschalten („Ein/Aus“-Taste) erfolgt ein Test aller Anzeigeelemente. Im Anschluss daran ist das Gerät schon ohne weitere Einstellungen betriebsbereit. Die Betriebsbereitschaft wird durch eine blinkende LED auf der Oberseite des Pagers und drei lange Signaltöne angezeigt. Ist der zugehörige Sender bereits eingeschaltet, bestätigt der Empfänger den Empfang der Sendersignale dann mit einem kurzen Signaltone, wie bereits beschrieben.

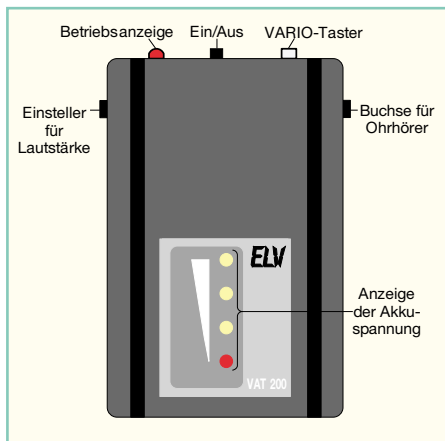
Die Spannung des Empfängerakkus im Modell wird am Pager über vier LEDs angezeigt, die obere grüne LED signalisiert die maximale Spannung, also einen voll geladenen Akku, während die untere rote LED den Minimalwert darstellt, der noch einen kurzen Weiterbetrieb des Empfängers ermöglicht. Sobald dieser Minimalwert erreicht ist, wird dieses über drei lange Signaltöne, die sich im Minutentakt wiederholen, angezeigt. Ist der Empfängerakku im Modellflugzeug so weit entladen, ist es höchste Zeit, die Landung einzuleiten, um einen „Crash“ zu vermeiden.

Die Variometerfunktion des Pager-Empfängers ist nur nutzbar, wenn als Sender der VAT 100 (nur dieser enthält den Drucksensor) vorhanden ist. Das Variometer wird über einen Druck auf die „VARIO“-Taste aktiviert. Jetzt erfolgt die Auswertung der Höheninformationen. Bei eingeschaltetem Variometer werden alle Höhenänderungen, soweit sie nicht unter der spezifizierten Empfindlichkeit liegen, akustisch ausgegeben. Ein hoher Ton signalisiert den Steigflug mit mehr als 4 m/s, ein tiefer Ton zeigt an, dass sich das Flugmodell im Sinkflug mit ebenfalls mehr als 4 m/s befindet. Solange diese Sink- bzw. Steigggeschwindigkeit nicht überschritten wird, erfolgt keine Signalisierung.

Eine weitere Betätigung der Taste schaltet die Variometerfunktion wieder aus. Ein



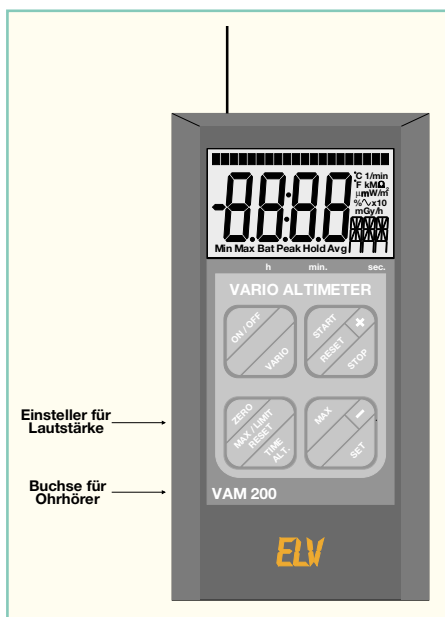
**Bild 4: Einstellung der Akkuzellenanzahl am Sender und Beispielfunktion.**



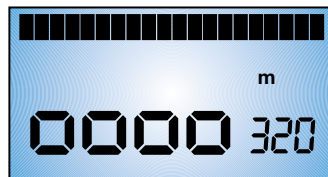
**Bild 5: Bedien- und Anzeigeelemente des VAT 200.**

nannt) auf dem LC-Display zeigt die Empfängerakkuspannung des Modells in vier Stufen zu je fünf Segmenten an. Werden alle 20 Balken dargestellt, liegt die volle Betriebsspannung am Empfänger. Sinkt die Akkuspannung so weit, dass nur noch 5 Segmente zur Anzeige kommen, wird außerdem eine akustische Meldung (drei lange Signaltöne) im Minutentakt ausgegeben.

Die primäre Funktion (Grundzustand der Anzeige) des VAM 200 ist die Anzeige der aktuellen Flughöhe auf dem LC-Display. Bevor eine Höhenanzeige jedoch überhaupt möglich ist, muss ein Nullabgleich durchgeführt werden. Dazu wird das Flugmodell mit eingebautem Sender (nur VAT 100) eingeschaltet und auf die Erde gestellt. Der VAM 200 zeigt nach dem ersten Empfang vier waagerechte Striche („- - - -“) an, welche auf den fehlenden Höhenabgleich hinweisen. Für den Nullpunktgleich muss die „ZERO“-Taste für drei Sekunden festgehalten werden, danach springt die Anzei-



**Bild 6: Bedien- und Anzeigeelemente des VAM 200.**



**Bild 7: So zeigt der VAM 200 fehlenden Empfang des Telemetriesenders an.**

ge auf „0000 m“. Nun kann die kontinuierliche Messung und Anzeige der aktuellen Flughöhe (über dem Erdboden) erfolgen.

### Die erweiterten Funktionen des VAM 200

#### Maximalhöhe

Nach dem Höhenabgleich sind jetzt auch die erweiterten Funktionen des VAM 200 nutzbar. Während des Flugbetriebs wird die maximale Höhe ermittelt und intern gespeichert. Dieser Wert kann durch eine Betätigung der „MAX“-Taste zur Anzeige kommen (Abbildung 8). Unten auf dem Display erscheint ein „Max“, um diesen Modus kenntlich zu machen. Drückt man jetzt die „MAX/LIMIT-RESET“-Taste, wird die maximale Flughöhe auf die aktuelle Höhe zurückgesetzt. d. h., diese gilt ab sofort als neuer Maximalwert. Ein weiteres Betätigen der „MAX“-Taste beendet diesen Modus.



**Bild 8: Eine der erweiterten Funktionen des VAM 200 - Anzeige der maximal erreichten Höhe. Oben signalisiert die Bargraphanzeige eine bereits abgesunkene Akkuspannung im Modell an.**

#### Alarmhöhe

Weiterhin ist eine Alarmhöhe einstellbar, bei deren Erreichen ein akustisches Signal in Form eines langen Signaltons ausgegeben wird. In den Modus zur Einstellung dieser Höhe gelangt man, indem man die „SET“-Taste so lange festhält, bis auf den kleinen Segmenten auf der unteren rechten Seite des Displays „SET“ erscheint (Abbildung 9). Mit den „+“ und „-“ Tasten kann eine Höhe einprogrammiert werden. Dabei erfolgt bei längerem Drücken der jeweiligen Taste das schnelle Weiterzählen während der ersten zehn Meter in 1-m-, danach in 10-m-Schritten. Eine kurze Betätigung der „LIMIT-RESET“-Taste setzt die Alarmhöhe auf Null zurück. Wird



**Bild 9: Die Festsetzung der Alarmhöhe erfolgt über die SET-Funktion.**

für drei Sekunden keine Taste mehr betätigt, erfolgt das Abspeichern der aktuell eingestellten Alarmhöhe und das Gerät schaltet in den Höhenanzeigemodus zurück.

#### Variometer

Das Variometer wird durch einen kurzen Tastendruck auf die „VARIO“-Taste aktiviert und ist durch eine weitere kurze Betätigung wieder deaktivierbar. Die akustische Ausgabe erfolgt analog zum beschriebenen Empfänger VAT 200 mit verschiedenen hohen Signaltönen.

#### Stoppuhr

Zusätzlich zu den zuvor genannten Funktionen verfügt der VAM 200 über eine Stoppuhr, mit der Flugzeiten ermittelbar sind. Die Zeit wird unten rechts im Display dreistellig in Sekunden angezeigt (siehe Abbildung 7 und 8). Diese Anzeige zählt die Zeit bis 900 Sekunden = 15 Minuten hoch und beginnt danach wieder von Null



**Bild 10: Die Stoppuhr gibt eine gute Hilfestellung für die Ermittlung und Planung von Flug- oder Fahrzeiten.**

an zu zählen. Mit der „TIME-ALT.“-Taste kann als Hauptanzeige die Gesamtzeit seit Start der Stoppuhr in Stunden, Minuten und Sekunden angezeigt werden (Abbildung 10), die Betätigung der gleichen Taste führt dann wieder zur Anzeige der aktuellen Höhe. Der Timer wird mit der „START“-Taste aktiviert und mit der „STOP“-Taste angehalten, ein langer Tastendruck setzt die Anzeige auf Null zurück.

Alle akustischen Meldungen werden über einen internen Lautsprecher oder einen an eine Klinkenbuchse anzuschließenden Ohrhörer ausgegeben. Die Lautstärke wird mit einem Poti eingestellt, das sich hinter einer Bohrung an der linken Seite des Empfängers befindet und mit einem kleinen Schraubendreher bedienbar ist.

Im zweiten Teil des Artikels beschreiben wir die Schaltungstechnik und den Nachbau des Modellbau-Telemetrie-Systems. 