

# Modellbau-Geschwindigkeitsmesser MG 500

**Die Messung der maßstabgerechten Geschwindigkeit von Modellen zählt heute im Zuge der Perfektionierung des Modellbaus zu den interessanten Accessoires. Wir stellen einen universell im Maßstab 1:1 bis 1:500 einsetzbaren Modellbau-Geschwindigkeitsmesser mit einem besonders günstigen Preis-/Leistungsverhältnis vor, der über Meßwertempfänger vom Reed-Kontakt bis zur Laserlichtschranke „bedient“ werden kann.**

## Allgemeines

Die Messung der realen Geschwindigkeit beim Betrieb von Modell-Fahrzeugen, -Schiffen und -Bahnen wird angesichts der immer größeren Perfektion im Modellbau für den ambitionierten Modellbauer heute quasi zur Pflicht, will er seine Modelle auch vorbildgerecht bewegen. Denn abseits der reinen Spielanwendung ist wohl jeder Modellbauer/-sportler darum bemüht, nicht nur sein Modell selbst, sondern auch dessen Betrieb der Realität anzupassen.

Wir alle kennen sicher den Anblick der Modellbahnzüge, die in nur wenigen Sekunden Strecken zurücklegen, die in Wirklichkeit nicht einmal die legendären Raketenautos auf den USA-Salzseen durchfahren könnten. Ebenso abrupt wird gebremst, beschleunigt, werden ganze Weichenstraßen mit hunderten Kilometer in der Stunde überfahren, schleppt die kleine Rangierlok Waggons mit sagenhaften Beschleunigungs-, Brems- und Geschwindigkeitswer-

ten durch das Rangierbahnhofsgetümmel...

Gerade hier ist das Fahren mit vorbildgerechten Geschwindigkeiten besonders wichtig, um dem Betrachter einen realistischen Eindruck zu vermitteln. Während man früher darauf angewiesen war, eben den Stellknopf am Fahrtrafo entsprechend herunterzudrehen und das Fahrverhalten der Loks mehr oder weniger feinfühlig zu „regeln“, gibt die moderne Digitaltechnik in Form der programmierbaren Lokdecoder ein Mittel vor, bei dem es endlich möglich ist, wirklich vorbildgerecht zu fahren.

Solche Decoder erledigen dann das sanfte, dazu lastabhängige Anfahren ebenso wie die Einhaltung einer vorbildgerechten Höchstgeschwindigkeit, das Befahren von Rampen mit der Last angepaßter Geschwindigkeit oder das sanfte Bremsen, ohne daß die „Passagiere“ laufend das Erlebnis eines auf einem Flugzeugträger landenden Piloten genießen müssen. Über entsprechende Programmiergeräte oder den PC lassen sich diese Decoder, aber auch sogenannte elektronische Getriebe entsprechend

programmieren. Für diese Programmierung unter Berücksichtigung der Gegebenheiten der eigenen Anlage und der eigenen Fahrzeuge ist es schon wichtig, über die realen Geschwindigkeiten der Loks oder Züge Bescheid zu wissen. Dem werden wohl beide Fraktionen der Modelleisenbahnfans zustimmen.

Auch im Automodellsport ist die Ermittlung der Realgeschwindigkeit für immer mehr Betreiber interessant, für manche sogar ein Muß. Denn auch hier gibt es z. B. Wettbewerbe, bei denen allein schon aus Sicherheitsgründen bestimmte Höchstgeschwindigkeiten einzuhalten sind. Entsprechend muß der Sportler seine Technik auf viel Drehmoment (gleich hohe Beschleunigung aus dem Stand bzw. unter Last) bei Begrenzung der Geschwindigkeit ausrichten. Vorbild auf diesem Gebiet sind die ambitionierten Truck-Modellbauer, die besonderen Wert auf vorbildgerechtes Fahren legen.

Im Bereich der Werbung für Modellfahrzeuge wird nahezu bei allen Herstellern jedoch mit hohen Geschwindigkeiten

bis zu realen 80 km/h, unabhängig vom Maßstab, erworben. Hier unterliegt man dann eben auch dem Hang zum Superlativ. Bereits weit unterhalb dieser Spitzengeschwindigkeiten ist es schon schwierig, ein solches Modell noch sicher zu steuern. Überhaupt spielen auch die Maßstäbe der Modelle hier eine wichtige Rolle.

So muß bei einem Modell im Maßstab 1:10 die tatsächliche Geschwindigkeit mit dem Faktor 10 multipliziert werden, um die entsprechende Geschwindigkeit des Fahrzeugs in Originalgröße zu erhalten. Ein Modell im Maßstab 1:5 mit einer angegebenen Höchstgeschwindigkeit von 80 km/h würde demnach im Original 400 km/h erreichen. Diese Werte sind dann ebenso unrealistisch, wie auch die als unproblematisch propagierte Steuerung des Modells bei diesen Geschwindigkeiten. Man stelle sich nur einmal vor, in der Realität ein Formel-1-Auto (z. B. Maßstab 1:8, angegeben mit 60 km/h) mit 480 km/h durch Monte Carlo fahren zu müssen!

Das hier vorgestellte Modul ermöglicht es, die reale Geschwindigkeit eines Modells zu messen, die dann, mit dem zugehörigen Maßstabsfaktor versehen, angezeigt wird. Die Einsatzmöglichkeiten sowie die Einstellungen sind dabei so universell gestaltet, daß das Modul fast überall einsetzbar ist.

Das kann sowohl die Z-Modelleisenbahn sein als auch die Messung auf der realen Go-Cart-Strecke! Die Richtung des Durchfahrens der Meßstrecke ist dabei unerheblich - ein weiterer Vorteil besonders beim Einsatz im Modellbahnanlagen.

Durch den Einsatz eines Mikrocontrollers wurde mit diesem ELV-Geschwindigkeitsmesser ein bisher am Markt kaum erreichtes Preis-/Leistungsverhältnis realisiert.

Die technischen Daten sind in der Tabelle 1 zusammenfassend dargestellt. So kann der Maßstab von 1:1 bis 1:500 vorgegeben und die Meßstrecke in 10cm-Schritten von 0,1 m bis 5 m eingestellt werden. Die Spannungsversorgung kann im Bereich zwischen 9 und 15 V (Gleichspannung) erfolgen. Bei einem Einsatz im Modellbahnbereich, bei dem die Versorgung des Zubehörs meist über 16V-Wechselspannung erfolgt, ist das Vorschalten eines kleinen Brückengleichrichters mit anschließendem Siebelko notwendig, um die benötigte Gleichspannung zu erhalten.

<b>Tabelle 1: Technische Daten Modellbau-Geschwindigkeitsmesser</b>	
Betriebsspannung:	..... 9 bis 15 V DC
Stromaufnahme:	..... ca. 5 mA
Maßstab:	..... 1:1 bis 1:500
Meßstrecke:	..... 0,1 m bis 5,0 m in 0,1 m-Schritten einstellbar
Anzeige:	..... 0 km/h bis 9999 km/h

Die Ausführung als kompaktes Modul macht den separaten Gehäuseeinbau oder den Einbau in vorhandene Anlagen leicht.

## Die Meßstrecke

Durch die Ausführung der Meßeingänge als prellfreie Kontakteingänge sind vielfältige „Meßwertgeber“ denkbar. Das können sowohl die in der Modellbahnwelt üblichen Reed-Kontakte oder Schaltgleise sein als auch die für den Einsatz im Modellauto-Bereich prädestinierten Infrarot- oder Laser-Lichtschranken. Hier kann zum Beispiel die Universal-Infrarot-Lichtschranke aus dem „ELVjournal“ 1/99 zum Einsatz kommen, mit der bis zu 20 m überbrückt werden können, selbst für breite Fahrbahnen und Wettbewerbsplätze genug. Ebenso ist es auch möglich, eine Laserlichtschranke einzusetzen, wenn besonders genaue Messungen erforderlich sind.

Ein wichtiger Faktor bei der Realisierung der Lichtschranken oder Kontakte ist die Reaktionszeit der Kontakte. So braucht z. B. ein Reedkontakt einige Millisekunden, bis der beim Heranführen eines Magneten schaltet.

Ist die Schaltzeit des zweiten Kontaktes gleich, so haben die Verzögerung keine Auswirkungen auf das Meßergebnis. Kommt es aber aufgrund von Bauteiltoleranzen zu unterschiedlichen Schaltzeiten, entstehen Meßfehler. So ist es zum Beispiel denkbar, daß der erste Kontakt schon schließt, wenn der Magnet sich noch 1 cm vor dem Reedkontakt befindet, und der zweite Kontakt erst schaltet, wenn der Magnet den Reedkontakt tatsächlich erreicht hat. Die Meßstrecke weist dann eine Abweichung von 1 cm auf, was z. B. bei einer vorgegebenen Meßstrecke von 10 cm zu einem Fehler von 10 % führt. Aus diesem Grund sollte dann möglichst eine lange Meßstrecke gewählt werden, damit die Abweichungen und Verzögerungen der Sensoren zu keinen nennenswerten Fehlern führen. Dieses Problem tritt, wenn auch nicht in so verschärfter Form, auch bei elektronischen Lichtschranken auf, da die Elektronik nach Unterbrechung der Schranke eine gewisse Zeit braucht, um den Schaltausgang zu aktivieren.

Dies sollte man bei der Konzeption der Meßwertgeber berücksichtigen. Für besonders exakte Messungen bei sehr hohen Geschwindigkeiten sind deshalb besondere Vorkehrung zu treffen, etwa die schnelle Impulsausgabe durch Transistoren.

## Die Bedienung

### 1. Meßgerät einstellen

Nach dem Anlegen der Betriebsspannung führt das Modul für ca. 1 Sekunde



**Bild 1: Auto-Mode (neue Messung startet automatisch)**

einen Segmenttest durch, bei dem alle Segmente der Flüssigkristallanzeige aktiv sind. Danach ist das Modul betriebsbereit, dies wird durch 4 waagerechte Striche auf dem Display signalisiert.

Standardmäßig ist eine Meßstrecke von 1 m und ein Maßstab von 1:20 eingestellt. Sollen diese Einstellungen verändert werden, so erfolgt dies durch Drücken der „Set“-Taste. Daraufhin erscheint in der Anzeige „Auto“ (Abbildung 1). Dies weist auf den aktivierten Automatik-Mode hin. In dieser Betriebsart wird eine gemessene Geschwindigkeit für mindestens 0,5 s angezeigt, bis die Kontakteingänge wieder freigeschaltet sind und die nächste Messung durch die Reaktion eines Meßkontaktes oder einer Lichtschranke gestartet werden kann. Die beiden Pfeiltasten ermögli-



**Bild 2: Single-Mode (neue Messung muß manuell gestartet werden)**

chen den Wechsel der Betriebsart, wobei dann „Sin“ (Abbildung 2) angezeigt wird. Hier erfolgt nur eine Messung (Single) mit darauffolgender, dauernder Ergebnisanzeige. Soll eine weitere Messung erfolgen, so ist diese manuell durch Betätigen der „Del“-Taste zu starten.

Durch nochmaliges Betätigen der „Set“-Taste gelangt man in den Einstellmodus für die Meßstrecke. Die Anzeige der Betriebsart erfolgt auf der linken Stelle des Displays durch das obere und untere Segment (Abbildung 3). Mit den Pfeiltasten ist nun die Meßstrecke in 10 cm-Schritten von 0,1 m bis 5,0 m einstellbar. Wird eine der Pfeiltasten für längere Zeit festgehalten, so erfolgt das schnelle, automatische Durchlaufen der Schritte in die entsprechende Richtung.

Schließlich ist durch nochmaliges Betätigen der Taste „Set“ der gewünschte Maßstab einzustellen, wobei hier auf der linken Seite des Displays ein Haken und rechts der Maßstabsfaktor angezeigt wird. Auch hier kann die Einstellung mit den Pfeiltas-



**Bild 3: Einstellung der Meßstärke**



**Bild 4: Einstellung des Maßstabs**

sten im Bereich von 1 (1.1), bis 500 (1:500) verändert werden (Abbildung 4).

Ein letztes Betätigen der „Set“-Taste beendet die Einstellung, woraufhin wieder die beschriebenen 4 waagerechten Balken der Grundeinstellung erscheinen und eine Messung gestartet werden kann.

Mit der Taste „Del“ kann man den Einstellmodus jederzeit verlassen.

## 2. Messung

Vor der Messung sollte, falls nicht in einem stationären Aufbau, wie er wohl in der Modellbahn vorherrschen wird, gemessen wird, auf jeden Fall noch einmal der Abstand der Kontakte oder Lichtschranken überprüft werden, da sonst das Ergebnis fehlerhaft ist. Dabei ist es egal, welcher Kontakt zuerst oder zuletzt betätigt wird (richtungsunabhängige Messung). Das Modul wertet den ersten Impuls als Startimpuls und erwartet dann auf der zweiten Leitung den Stop-Impuls.

Als Zeichen dafür, daß das Modell in die



**Bild 5: Messung gestartet, indem Kontakt 1 durchfahren wurde**

Meßstrecke eingefahren ist und ein Kontakt ausgelöst hat, erscheint auf dem Display links oder rechts ein Symbol (Abbildung 5). Das linke Symbol zeigt dabei einen Impuls des Kontaktes 1 an und das rechte Symbol weist auf einen Impuls des Kontaktes 2 hin.

Wird auch die zweite Schranke ausgelöst, so erscheint auf dem Display die gemessene und mit dem Maßstab verrechnete Geschwindigkeit in km/h. Im „Auto“-Mode bleibt diese Anzeige für mind. 0,5 Sek. stehen, bevor die Kontakteingänge wieder aktiv geschaltet werden, um eine neue Messung zu ermöglichen.

Erfolgt wiederum ein Durchfahren der ersten Schranke, so wird der vorherige Meßwert gelöscht und in der linken oder rechten Stelle des Displays erneut das Symbol für die Aktivierung der Messung angezeigt.

Tritt bei der Zeitmessung ein Überlauf des internen Zählers auf, oder ergäbe sich

ein Ergebnis, das größer als 9999 km/h ist, zeigt das Display einen Überlauf durch vier waagerechte Striche an.

Im Single-Mode ist nach einer erfolgreichen Messung zuerst die „Del“-Taste zu betätigen, bevor das Modul eine neue Messung vornehmen kann. Dabei wird der letzte Meßwert gelöscht, und 4 waagerechte Striche zeigen die Bereitschaft zur nächsten Messung an.

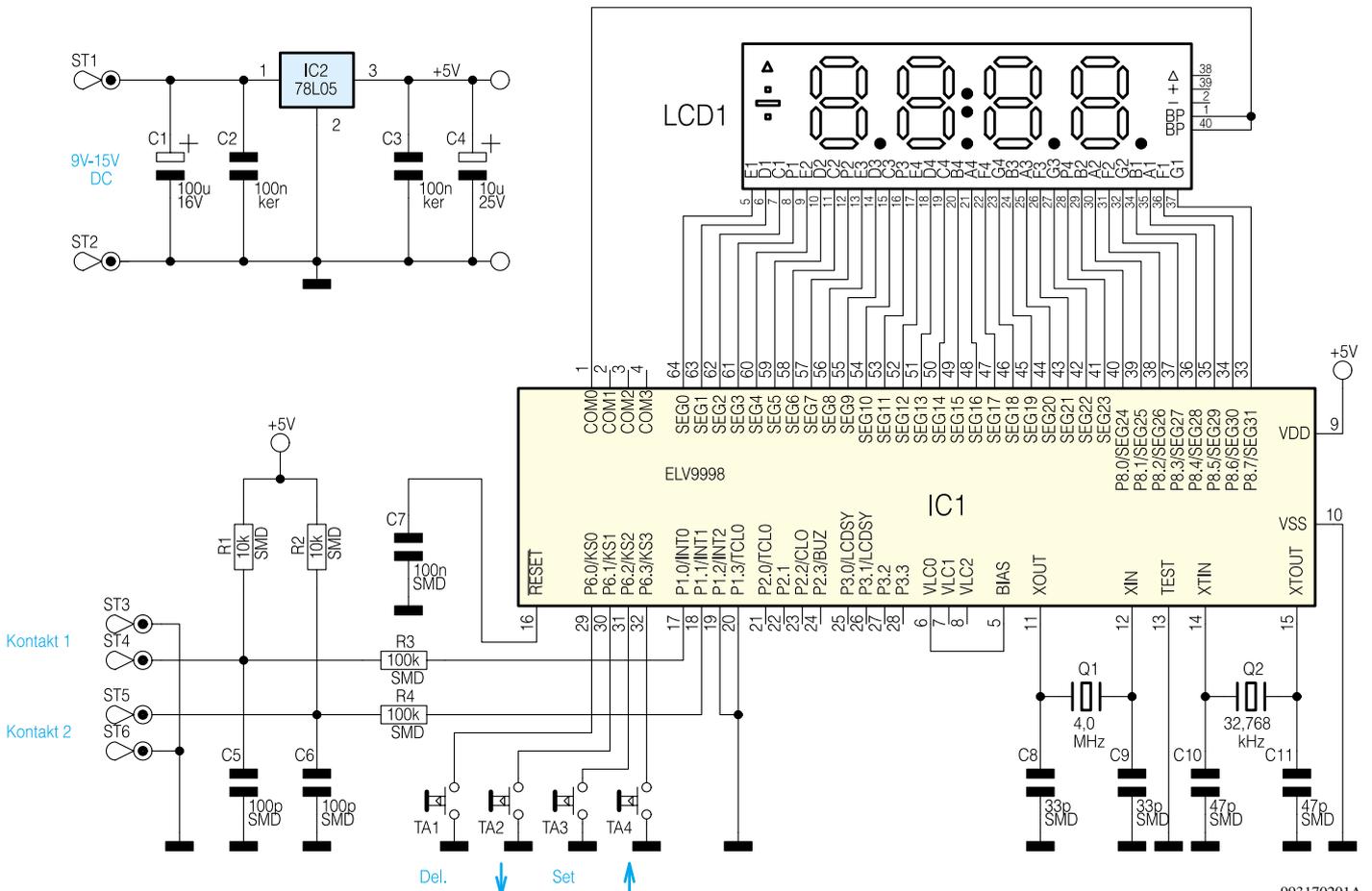
## Schaltung

Die Schaltung des Modellbau-Geschwindigkeitsmessers ist in Abbildung 6 dargestellt.

Die Spannungsversorgung erfolgt über ST 1 und ST 2, wobei die Spannung im Bereich von 9 V bis 15 V liegen darf. Die Stabilisierung der 5V-Betriebsspannung erfolgt über den Spannungsregler IC 2 vom Typ 78L05. Die Kondensatoren C 1 bis C 4 dienen dabei zur Siebung und Unterdrückung von Schwingneigungen.

Herzstück der Schaltung ist der Mikrocontroller IC 1 vom Typ ELV9998. Hierbei handelt es sich um einen bereits programmierten Controller vom Typ KS57P2304 aus dem Hause Samsung.

Der Controller verfügt über ein LCD-Interface, über das die direkte Ansteuer-



**Bild 6: Schaltbild des Modellbau-Geschwindigkeitsmessers**

rung des LC-Displays LCD 1 erfolgen kann, ohne daß externe Komponenten erforderlich sind.

Die Rechengeschwindigkeit des Mikrocontrollers ist durch die Oszillatoren bestimmt, die mit den externen Komponenten C 8 bis C 11, Q 1 und Q 2 realisiert sind. Der 32,768kHz-Oszillator wird zum Takten der LCD-Steuerung und zum Generieren interner zeitlicher Abläufe genutzt. Der 4,0MHz-Oszillator erzeugt den Zählimpuls für die Geschwindigkeitsmessung.

Um den Mikrocontroller nach dem Anlegen der Betriebsspannung in einen definierten Anfangszustand zu versetzen, ist der Kondensator C 7 erforderlich (Generierung des Resetimpulses).

Die vier Bedientasten sind direkt mit den Ports P 6.0 bis P 6.3 des IC 1 verbunden. Diese führen durch die interne Beschaltung mit je einem Pull-Up-Widerstand High-Pegel. Durch eine Tastenbetätigung werden die Pins dann nach Masse gezogen.

Die Signaleingänge ST 3/ST 4 und ST 5/ST 6 liegen durch die Widerstände R 1 und R 2 auf High-Potential. Die externen Kontakte der Meßstrecke schließen die Signaleingänge nach Masse kurz. Dabei nutzt der Prozessor immer die abfallende Flanke des Signals als Start- oder Stop-Impuls. Die Kondensatoren C 5 und C 6 sowie die Widerstände R 3 und R 4 dienen zum Schutz der Eingänge des Mikrocontrollers vor statischen Entladungen.

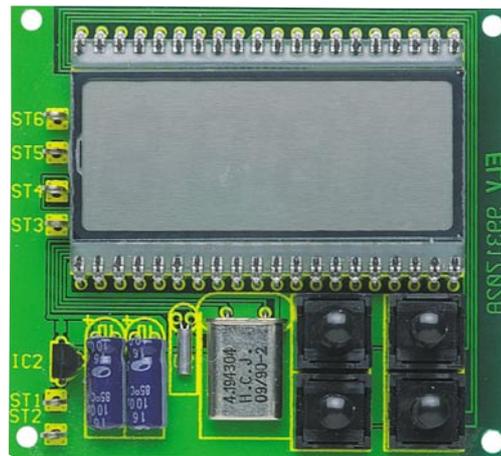
## Nachbau

Der Nachbau des Modellbau-Geschwindigkeitsmessers gestaltet sich einfach, da das Modul nur aus wenigen Bauteilen besteht, die auf einer 65 x 60 mm messenden einseitigen Leiterplatte untergebracht sind.

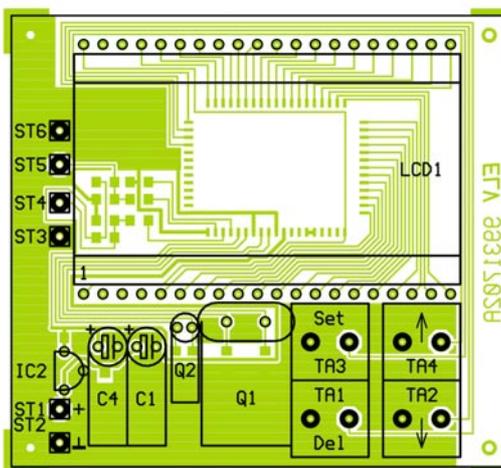
Die Bestückung erfolgt anhand der Stückliste und des Bestückungsdruckes, wobei zuerst die SMD-Bauteile auf der Leiterbahnseite zu bestücken sind.

Hierbei ist es vorteilhaft, zuerst ein Löt-pad jedes Bauteils mit ein wenig Lötzinn zu verzinnen, bevor das Bauteil mit einer Pinzette aufgesetzt wird. Durch gleichzeitiges Erhitzen des zuvor verzinnenden Löt-pads kann das Bauteil korrekt ausgerichtet werden, bevor danach die andere Seite des Bauteils verlötet wird.

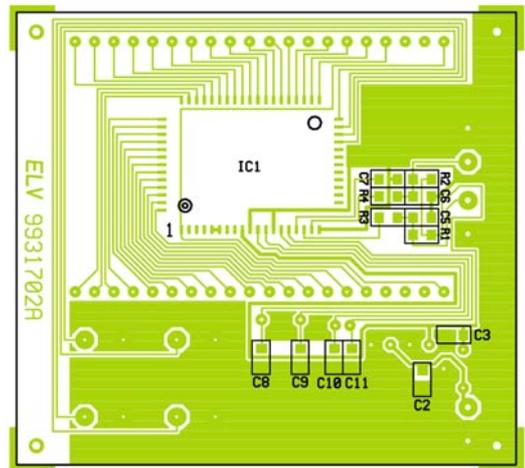
Mit besonderer Vorsicht sollte das IC 1



Ansicht der fertig bestückten Platine von der Bestückungsseite (oben) mit zugehörigem Bestückungsplan (unten)



Ansicht der fertig bestückten Platine von der Lötseite (oben) mit zugehörigem Bestückungsplan (unten)



bestückt werden, wobei hier auf die richtige Einbaulage zu achten ist. Die Ecke des ICs, die mit einer Vertiefung versehen ist, ist im Bestückungsdruck mit einem doppelten Kreis markiert.

Hier sollten zuerst zwei gegenüberliegende Pins verlötet werden, um die richtige Position nochmals überprüfen und ggf. korrigieren zu können, bevor man die restlichen Pins verlötet. Kommt es beim Verlöten der Anschlußpins versehentlich zu einer Lötzinnbrücke, so kann diese am einfachsten mit Entlötlitze entfernt werden.

Danach sind die restlichen Bauteile zu bestücken, die von der Bestückungsseite her durch die entsprechenden Bohrungen gesteckt und von der Lötseite verlötet werden. Dabei sind die Bauteile C 1, C 4, Q 1 und Q 2 liegend zu montieren. Der Spannungsregler IC 2 sollte so tief wie möglich montiert werden, damit es beim späteren Einbau hinter einer Frontplatte nicht zu einem Platzproblem kommt.

Für das LC-Display sind zwei 20polige Buchsenleisten zu bestücken, in die dann das Display eingesetzt wird. Der Tropfen an der Seite des Displays muß dabei nach links zu den Lötstiften weisen.

Damit ist der Aufbau abgeschlossen, und das fertige Modul kann nach eigenen Vor-

stellungen in ein Gehäuse oder in eine bestehende Anlage eingebaut werden. **ELV**

### Stückliste: Modellbau-Geschwindigkeitsmesser

#### Widerstände:

10kΩ/SMD .....	R1, R2
100kΩ/SMD .....	R3, R4

#### Kondensatoren:

33pF/SMD .....	C8, C9
47pF/SMD .....	C10, C11
100pF/SMD .....	C5, C6
100nF/SMD .....	C2, C3
470nF/SMD .....	C7
10µF/25V .....	C4
100µF/16V .....	C1,

#### Halbleiter:

ELV9998/SMD .....	IC1
78L05 .....	IC2
LC-Display, 4stellig, print .....	LCD1

#### Sonstiges:

Quarz, 4,0MHz .....	Q1
Quarz, 32,768kHz .....	Q2
Print-Taster, 1 x ein .....	TA1-TA4
Lötstifte mit Lötöse .....	ST1-ST6
2 IC-Buchsenleisten, 1 x 20polig	