

Positions-Encoder mit magnetischem Drehwinkel-Sensor AS 5020

Diese universell einsetzbare Schaltung ist mit einem magnetischen Drehwinkel-Sensor ausgerüstet, der die Orientierung eines einfachen Magneten zur Chipachse mit 6-Bit-Auflösung messen und auswerten kann. Neben einer 3-stelligen 7-Segmentanzeige verfügt die Schaltung auch über einen digitalen Binärausgang und eine RS-232-Schnittstelle.

Allgemeines

Die Abfrage von Drehwinkel und mechanischen Positionen ist oft mit einem hohen technischen Aufwand und entsprechenden Kosten verbunden. Diese Aufgabe wird nun mit einem Drehwinkel-Sensor-Chip aus dem Hause Austria Microsystems erheblich vereinfacht.

Der Sensorchip AS 5020 ermöglicht die kontaktlose Abfrage von bis zu 64 Positionen eines Magneten je Umdrehung. Gemessen wird dabei die Orientierung des Dauermagneten zur Chipachse, wobei auch eine sehr schnelle Auswertung von bis zu 30.000 U/m möglich ist. Durch das absolut kontaktlose Schalten kann ein System mit sehr hoher Lebensdauer aufgebaut werden.

Typische Anwendungen für dieses in-

teressante Bauelement sind überall dort zu finden, wo mechanische Positionen abzufragen oder zu steuern sind, wie z. B. für Winkelabfragen in Motor- und Servo-Systemen. Durch eine äußerst kleine Gehäusebauform (SOIC 8) kann die Implementierung des Bauelements auch in Anwen-

dungen mit wenig Platz erfolgen. Das Beispiel in Abbildung 1 zeigt die Positionsabfrage eines Elektromotor-Rotors. Dazu ist der Magnet einfach an die Achse des Motors (z. B. durch Kleben) zu befestigen.

Je nach mechanischer Konstruktion kann der Magnet wahlweise oberhalb oder un-

Technische Daten:

Anzeige des Drehwinkels:	7-Segment, 3-stellig
Auflösung des Drehwinkels:	5,625° (6 Bit)
0°-Position:	frei programmierbar
Magnetabstand:	max. 3 mm
Zusätzliche Datenausgabe über RS-232-Schnittstelle und binär an einer 9-poligen Stiftleiste	
Verbindung zum Sensor über Flachbandkabel (6-polig)	
Betriebsspannung:	8 V - 20 V DC
Stromaufnahme:	ca. 150 mA
Abmessungen (Anzeigenplatine):	72 mm x 54 mm
Abmessungen (Sensorplatine):	25 mm x 15,5 mm

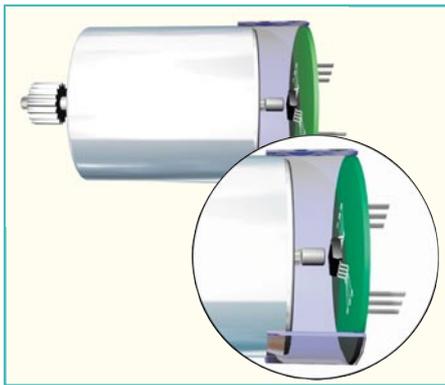


Bild 1: Positionsabfrage eines Elektromotor-Rotors

terhalb des Chips angeordnet werden. Da der Erfassungsabstand zwischen dem Chip und dem Magneten ca. 1 mm bis 3 mm betragen soll, ist bei der Magnetanordnung unterhalb des Bausteins eine Bohrung in der Leiterplatte zu empfehlen, wie im Montagebeispiel in Abbildung 2 zu sehen ist.

Ein weiteres interessantes Anwendungsgebiet für diesen Baustein sind nahezu verschleißfreie Bedienelemente, wie digitale Schalter, Incrementalgeber, Joysticks

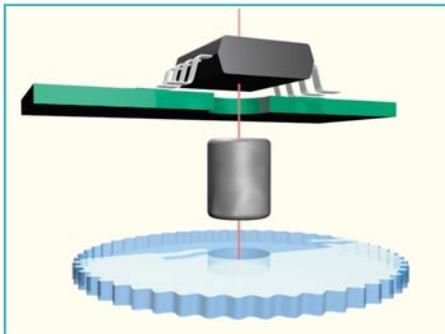


Bild 2: Beispiel für eine Magnetanordnung unterhalb des Chips

usw. Abbildung 3 zeigt eine mögliche mechanische Anordnung in einem Drehgeber.

Wie in Abbildung 4 skizziert, ist die Abfrage eines vollen 360°-Kreises mit 5,625°-Auflösung möglich. Dadurch ist der AS 5020 z. B. besonders gut für den Einsatz in verschleißfreien Bedienelementen geeignet.

Den internen Aufbau des Sensorchips

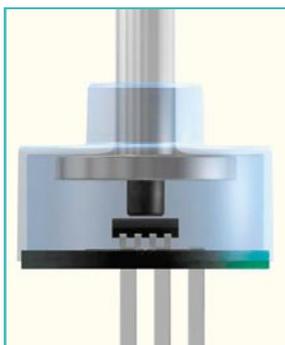
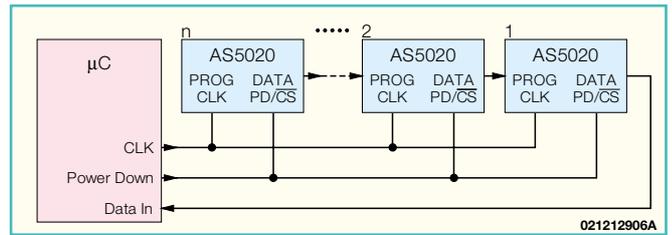


Bild 3: Anwendungsbeispiel für den Einsatz des Sensorchips in einem digitalen Drehgeber

Bild 6: Kaskadierung des AS 5020 in Form einer Daisy-Chain-Konfiguration



zeigt Abbildung 5. Neben dem Hall-Sensor-Array ist auch ein 6-Bit-ADC und die komplette Signalaufbereitung integriert.

Besonders vorteilhaft ist die Möglichkeit die Nullposition unabhängig von der Montageposition des Magneten zu programmieren. Die programmierte Nullposition wird in ein OTP (One Time Programmable) ROM gespeichert und bleibt somit nahezu unbegrenzt erhalten.

Zur Kommunikation mit einem externen Mikrocontroller verfügt das Bauelement über ein synchrones serielles 3-Draht-Interface (CS, CLK, Data).

Sollen mehrere Positions-Encoder mit

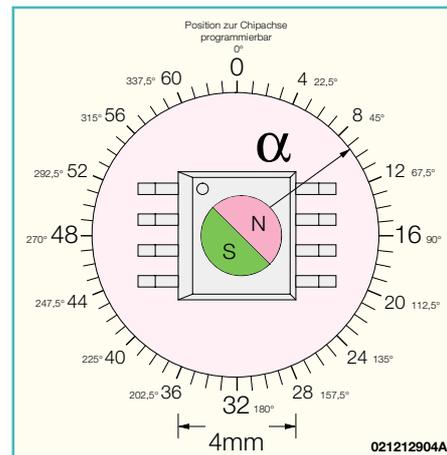


Bild 4: Abfrage eines 360°-Kreises mit 5,625°-(64 Stufen)-Auflösung

einem Mikrocontroller-System abgefragt werden, so besteht auch die Möglichkeit der Kaskadierung.

Abbildung 6 zeigt die Beschaltung in Form einer Daisy-Chain-Konfiguration. Der Datenausgang des zweiten Sensors wird dann mit dem Prog.-Eingang des er-

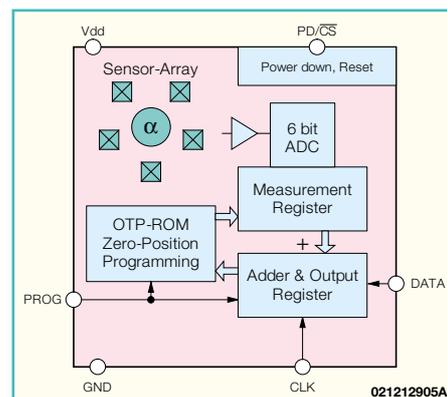


Bild 5: Interner Aufbau des Sensorchips AS 5020 von Austria Microchips

sten Sensors verbunden usw. Nach $n \times 9$ Clock-Zyklen stehen die Daten des gewünschten Sensors dann am Datenausgang des ersten Sensors an. Zur Abfrage werden nach wie vor nur 3 Leitungen des Mikrocontrollers benötigt.

Doch kommen wir nun zur unseren kleinen universell einsetzbaren Schaltung, die aus einer Mikrocontroller-Einheit und der abgesetzten Sensoreinheit besteht. Bei der Konstruktion wurde auf möglichst geringe Abmessungen der Sensoreinheit viel Wert gelegt, sodass eine einfache Integration in bestehende Systeme möglich ist. Durch eine perforierte Sollbruchstelle auf der kleinen Sensorplatine ist sowohl eine horizontale als auch eine vertikale Positionierung des Sensor-Chips möglich.

Die Prozessoreinheit zeigt die Position des Magneten zur Chipachse auf einer 3-stelligen 7-Segment-Anzeige an. Ein Binärausgang ermöglicht die beliebige Weiterverarbeitung der Messdaten, und über ein RS-232-Interface können die Daten von einem PC ausgelesen werden.

Die Verbindung zwischen der Sensoreinheit und der Prozessoreinheit wird über ein 6-poliges Flachbandkabel hergestellt.

Schaltung

Trotz der umfangreichen Funktionen ist der Schaltungsaufwand gering, wie in Abbildung 7 und 8 zu sehen ist. Auf der Sensorplatine ist neben dem Sensorchip des Typs AS 5020 nur noch 1 SMD-Widerstand, 2 Abblockkondensatoren und eine 6-polige Stiftleiste zur Aufnahme des Flachbandkabel-Steckverbinders untergebracht.

Zentrales Bauelement der Anzeigenplatine ist der Single-Chip-Mikrocontroller des Typs ELV 01245, der die Verarbeitung der Sensordaten vornimmt.

Das Display besteht aus drei 7-Segmentanzeigen mit gemeinsamer Katode. Um mit insgesamt vier Segmentleitungen auszukommen, werden die Katoden über einen „BCD-zu-7-Segment-Decoder“ und Treiber (IC 6) angesteuert. Der Zustand der Segment-Ausgänge wird direkt durch die Daten an den BCD-Eingängen (A bis D) gesteuert, wenn der Eingang BI/RBO (Pin 4) auf „High-Pegel“ liegt. Die Widerstände R 7 bis R 27 dienen zur Segment-Strombegrenzung.

Den Strom für die drei 7-Segment-Anzeigen liefern die mit T 1 bis T 3 aufgebauten

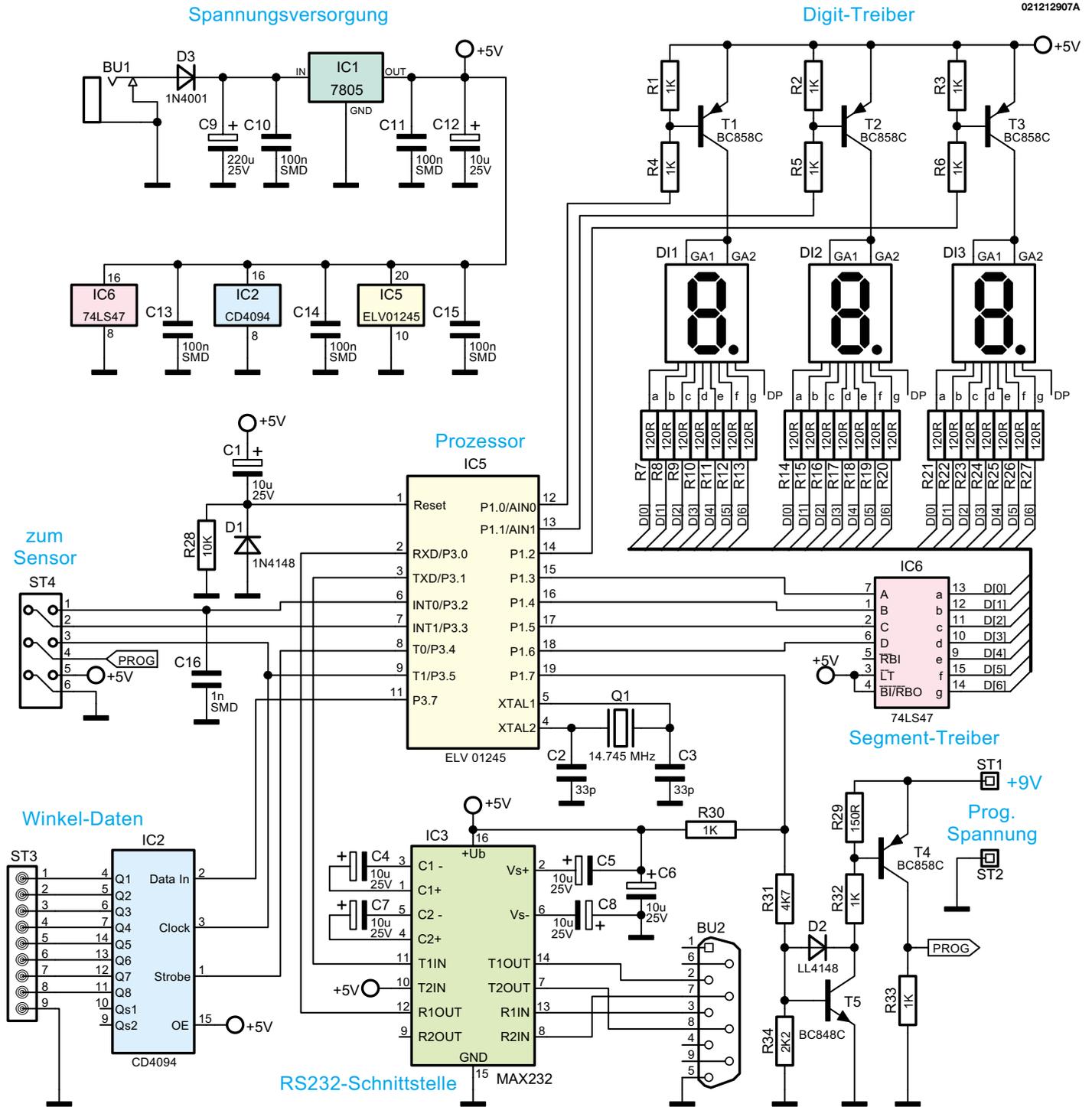


Bild 7: Schaltbild der Prozessoreinheit mit Anzeige und Schnittstellen

ten Digit-Treiber, die von Port 1.0 bis Port 1.2 des Prozessors angesteuert werden.

Der processorinterne Taktoszillator ist an Pin 4 und Pin 5 mit dem 14,745 MHz Quarz Q 1 und die beiden Kondensatoren C 2 und C 3 beschaltet.

Beim Anlegen der Betriebsspannung und somit beim Einschalten des Systems sorgen die Bauelemente C 1 und R 28 für einen definierten Power-On-Reset.

Des Weiteren erfolgt die Ausgabe der detektierten Positionsdaten in binärer Form am Ausgang des Schieberegisters

IC 2 und über die mit IC 3 aufgebaute serielle RS-232-Schnittstelle können die Daten zu einem PC übertragen werden.

Der Baustein des Typs CD 4094 enthält ein 8-stufiges Schieberegister und ein 8-Bit-Speicherregister. Die von Port 3.7 des Prozessors kommenden Daten werden Pin 2 (Data In) zugeführt. Bei jedem Low-/High-Übergang am Takteingang (Pin 3) werden die am Dateneingang befindlichen Informationen übernommen und die bereits im Schieberegister stehenden Daten um eine Stelle weiter geschoben. Die Daten wer-

den danach mit einem High-Signal am Strobe-Eingang zum Speicherregister übertragen und stehen an den Ausgängen Q 1 bis Q 8 und somit auch an der 9-poligen Stiftleiste S 3 zur weiteren Verarbeitung zur Verfügung.

Zur Datenabfrage mit einem PC verfügt die Schaltung, an der 9-poligen Sub-D-Buchse BU 2, über eine serielle RS-232-Schnittstelle. Beim Prozessor (IC 5) werden die Daten an Port 3.1 ausgegeben und die vom externen PC kommenden Steuerkommandos an Port 3.0 empfangen.

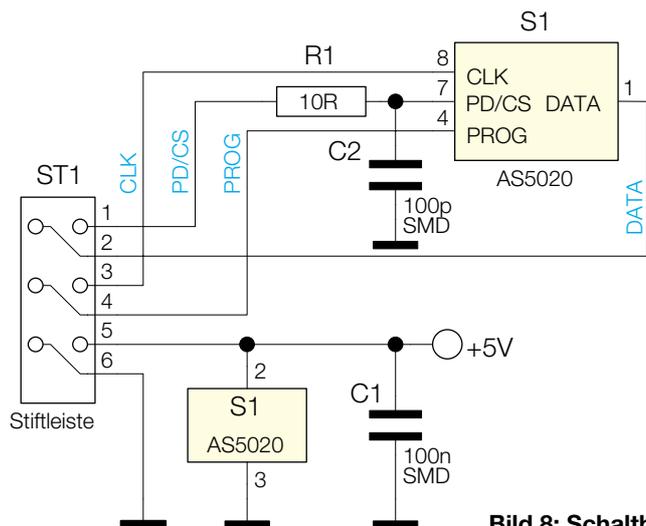


Bild 8: Schaltbild der Sensoreinheit

Der auch aus vielen ELV-Schaltungen bekannte Treiberbaustein des Typs MAX 232 (IC 3) sorgt dabei für die erforderliche Pegelwandlung. An externer Beschaltung benötigt der MAX 232 lediglich die Elektrolyt-Kondensatoren C 4 bis C 8.

Über die 6-polige Stiftleiste ST 4 und ein entsprechendes Flachbandkabel ist der magnetische Drehwinkel-Sensor (Abbildung 8) mit dem Prozessor verbunden. Auch die Spannungsversorgung des Encoders vom Typ AS 5020 erfolgt von der Prozessoreinheit.

Port 3.5 des Mikrocontrollers stellt den Takt zum Auslesen der 6 Bit Drehwinkel-Informationen zur Verfügung. Wenn der Encoder über CS (Port 3.2) aktiviert ist, gelangen die Daten seriell zu Port 3.3 des Prozessors.

Wie bereits erwähnt kann die Nullposition (0°) unabhängig von der Montageposition des zu erfassenden Dauermagneten einmalig in ein OTP-ROM programmiert werden. Dazu sind an PD/CS (Pin 7) und PROG (Pin 4) die in Abbildung 9 dargestellten Signale anzulegen. Die Amplitude am Programmierpin muss dabei 8 V - 9 V betragen.

Mit der steigenden Flanke an PD/CS-Eingang (Pin 7) wird die aktuelle Position des Magenten für die 0°-Programmierung übernommen. Nach einer Verzögerungszeit von mind. 200 µs erfolgt die Initialisie-

rung des Bausteins mit einem High-Signal von mind. 300 µs Länge gefolgt von einem 5 µs langen Dummy-Impuls. Danach folgen 6 Bit in Form von 5 µs lange 8-V-Impulse zur Programmierung der 0°-Position. Mit einem neunten Impuls nach der Initialisierung, dem Dummy-Impuls und den 6 Datenimpulsen kann der Continuous-Read-Out-Mode aktiviert werden.

Die komplette Programmier-Sequenz stellt der Mikrocontroller mit jedem Einschalten des Systems, d. h. nach jedem Anlegen der Betriebsspannung, an Port 1.7 zur Verfügung. Über die mit T 4 und T 5 aufgebauten Transistorstufen wird der PROG-Pin des AS 5020 mit den entsprechenden Impulsen beaufschlagt. Dazu ist an ST 1 gegenüber Schaltungsmasse (ST 2) eine Gleichspannung von + 8 V bis + 9 V anzulegen. Nach erfolgter Programmierung der 0°-Position wird diese Spannung nicht mehr benötigt.

Die Spannungsversorgung der gesamten Schaltung kann mit einem unstabilierten Steckernetzteil erfolgen, das an die Klinkenbuchse BU 1 anzuschließen ist. Über die Verpolungsschutzdiode D 3 gelangt die Spannung, die zwischen 8 V und 25 V liegen darf, auf dem Pufferelko C 9 und den Eingang des 5 V Festspannungsreglers IC 1. Die stabilisierte Ausgangsspannung des Reglers dient letztendlich zur Schaltungsversorgung. Während der

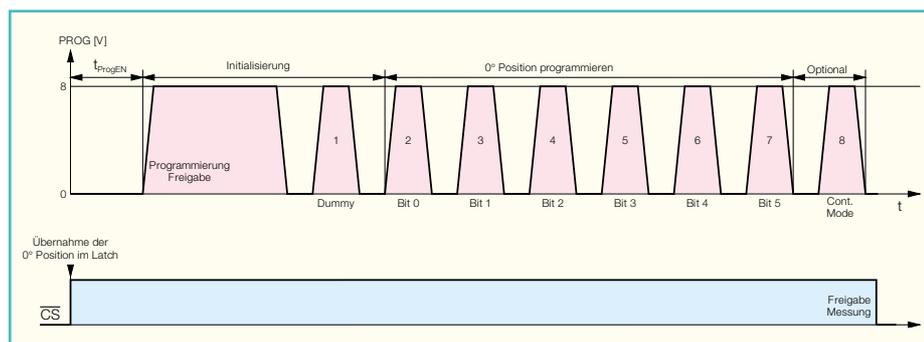


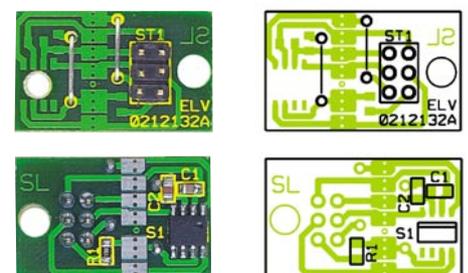
Bild 9: Programmierung der 0°-Position im OTP-ROM

Elko C 12 Schwingneigungen am Ausgang des Reglers unterdrückt, sind die Keramik-Kondensatoren C 11 und C 13 bis C 15 zur Abblockung direkt an den Versorgungspins der einzelnen ICs positioniert.

Nachbau

Beim magnetischen Drehwinkel-Sensor kommen sowohl SMD-Komponenten als auch herkömmliche, bedrahtete Bauelemente zum Einsatz. Die Bestückung der einzelnen Komponenten wird anhand der Stückliste und des Bestückungsplanes vorgenommen, wobei sinnvollerweise mit den Bauelementen für die Oberflächenmontage (SMD) zu beginnen ist. Erforderlich ist dazu ein LötKolben mit sehr feiner Lötspitze, dünnes SMD-Lötzinn und eine SMD-Pinzette zum sicheren Fassen der Miniatur-Bauelemente. Hilfreich ist auch eine Lupenleuchte oder eine Lupe. Bei etwas Löterfahrung ist die Verarbeitung der SMD-Komponenten von Hand kein Problem.

Die SMD-ICs sind an der Pin 1 zugeordneten Gehäuseseite leicht angeschragt und als erste Komponenten aufzulöten. Dadurch ist sichergestellt, dass alle Anschlüsse optimal zugänglich sind. Beim Auflöten der ICs ist zuerst ein Lötbad an einer Gehäuseecke vorzuzerzinnen und dann das Bauteil am vorverzinneten Lötbad, unter Beachtung der korrekten Polarität, anzulö-



Ansicht der fertig bestückten Sensorplatine mit zugehörigem Bestückungsplan, oben von der Bestückungsseite, unten von der Lötseite

Stückliste:	
AS 5020 - Sensoreinheit	
Widerstände:	
10Ω/SMD	R1
Kondensatoren:	
100p/SMD	C2
100n/SMD	C1
Halbleiter:	
AS5020/SMD	S1
Sonstiges:	
Stiftleiste, 2x3-polig, RM2,54	ST1
4 cm Schaltdraht, blank, versilbert	

**Stückliste:
AS 5020 - Prozessoreinheit**

Widerstände:

120Ω/SMD	R7-R27
150Ω/SMD	R29
1kΩ/SMD	R1-R6, R30, R32, R33
2,2kΩ/SMD	R34
4,7kΩ/SMD	R31
10kΩ/SMD	R28

Kondensatoren:

33pF/SMD	C2, C3
1nF/SMD	C16
100nF/SMD	C10, C11, C13-C15
10µF/63V	C1, C4-C8, C12
220µF/25V	C9

Halbleiter:

7805	IC1
CD4094/SMD	IC2
MAX232/SMD	IC3
ELV 01245	IC5
74LS47/SMD	IC6
BC858C	T1-T4
BC848C	T5
1N4148	D1
LL4148	D2
1N4001	D3
7-Segment Anzeige, HDSP5501, rot	DI1-DI3

Sonstiges:

Quarz, 14,745 MHz	Q1
Klinkenbuchse 3,5 mm, mono, print	BU1
Sub-D-Buchsenleiste, print, 9-polig	BU2
Lötstifte mit Lötöse	ST1, ST2
Stiftleiste, 1 x 9-polig	ST3
Stiftleiste, 2x3-polig	ST4
1 Zylinderkopfschraube, M3 x 6 mm	
1 Mutter, M3	
1 Fächerscheibe, M3	
2 Pfostenverbinder, 6-polig	
100 cm Flachbandleitung, 6-polig	

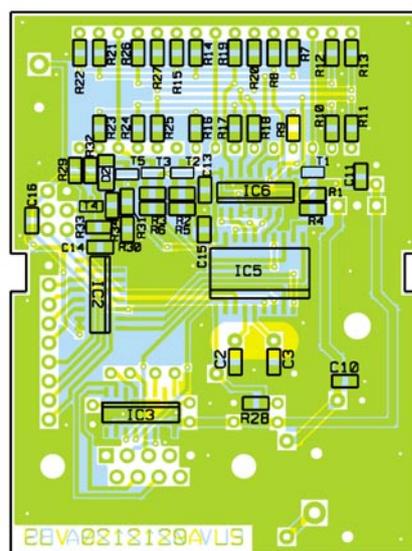
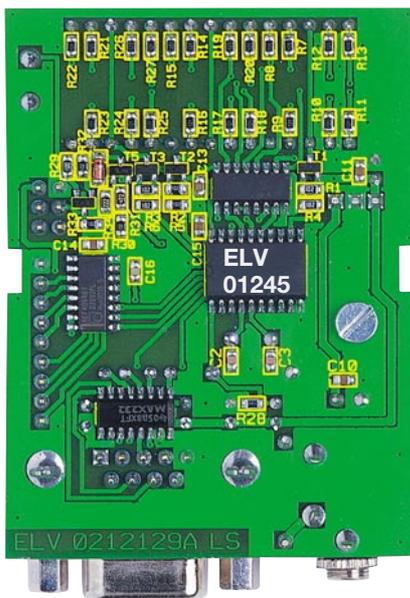
ten. Erst wenn alle Anschlüsse exakt auf den zugehörigen Löt pads aufliegen, wird das komplette IC verlötet.

Alsdann sind die SMD-Transistoren in der gleichen Weise zu verarbeiten.

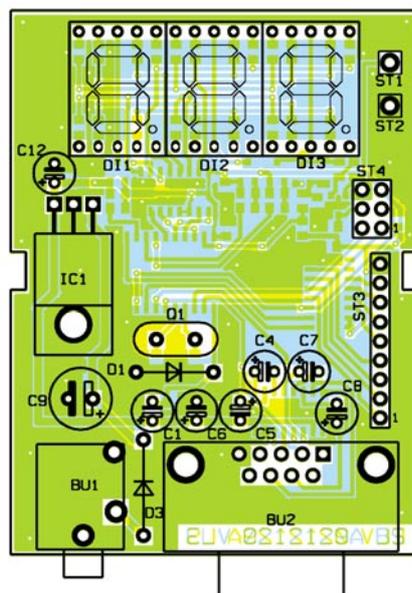
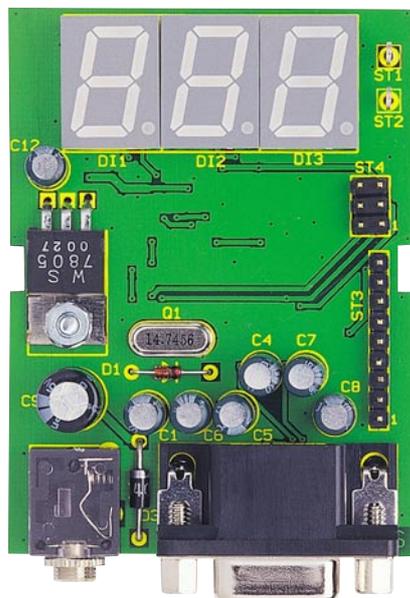
Bei den SMD-Widerständen ist der Widerstandswert direkt auf dem Gehäuse aufgedruckt, wobei immer die letzte Ziffer die Anzahl der Nullen angibt. SMD-Kondensatoren hingegen sind nicht gekennzeichnet.

Nachdem alle SMD-Komponenten auf beide Leiterplatten aufgelötet sind, ist mit Hilfe einer Lupe eine gründliche Überprüfung hinsichtlich Lötfehler zu empfehlen.

Danach kommen wir zur Bestückung der konventionellen Bauelemente auf der



Ansicht der fertig bestückten Anzeigenplatine (Prozessoreinheit) mit zugehörigem Bestückungsplan, oben von der Lötseite, unten von der Bestückungsseite



Oberseite der Prozessorplatine, wobei mit dem 5-V-Spannungsregler zu beginnen ist. Dieser wird vor dem Verlöten der Anschlussbeinchen mit einer Schraube M3 x 6 mm, Zahnscheibe und Mutter in liegender Position auf die Leiterplatte montiert.

Es folgt die Bestückung des Quarzes Q1 und der Verpolungsschutzdiode D3.

Beim Einbau der Elektrolyt-Kondensatoren ist unbedingt die korrekte Polarität zu beachten. Überlicherweise sind Elkos am Minusanschluss gekennzeichnet. Alle überstehenden Drahtenden sind an der Platinenunterseite so kurz wie möglich abzuschneiden.

Nun sind die beiden Lötstifte mit Öse (ST 1, ST 2) stramm in die zugehörigen Platinenbohrungen zu pressen und an der Platinenunterseite zu verlöten.

Die 7-Segment-Anzeigen, die Klinkenbuchse und die 9-polige Sub-D-Buchse müssen vor dem Verlöten der Anschlüsse plan auf der Leiterplatten-Oberseite aufliegen.

Auf der Prozessorplatine werden eine 9-polige einreihige und eine 6-polige zweireihige Stiftleiste eingelötet. Die Sensorplatine erhält eine 6-polige zweireihige Stiftleiste.

Die Verbindung der Sensorplatine mit der Prozessoreinheit erfolgt über ein 1 m langes 6-adriges Flachbandkabel, das mit 2 Pfostenverbindern in Schneid-/Klemmtechnik zu bestücken ist.

Bei Bedarf kann die Anzeigenplatine (Prozessoreinheit) in ein transparentes, schraubenloses Profilgehäuse eingebaut werden, das einfach mit einer Feinsäge auf die gewünschte Länge zu kürzen ist. **ELV**