

ELV-Digital- Waage

Mit dieser Präzisions-Digital-Waage stellen wir Ihnen ein Spitzenprodukt im Bereich der Personenwaagen vor:

- voll elektronisch
- 130 kg Tragkraft
- 100 g Auflösung (!)
- 30 mm Groß-Display

Durch den Einsatz eines Mikroprozessors in modernster Technologie sind nur eine Handvoll Bauelemente erforderlich. Die ausgereifte Mechanik trägt zum schnellen und einfachen Aufbau wesentlich bei.

Allgemeines

Für eine gesundheitsbewußte Lebensweise stellt das richtige Körpergewicht einen entscheidenden Faktor dar und spielt somit im wahrsten Sinne des Wortes eine „gewichtige“ Rolle. Die regelmäßige morgendliche Gewichtsüberprüfung schafft die Voraussetzung zur Einhaltung des optimalen Körpergewichtes und läßt Veränderungen frühzeitig erkennen.

Als optimale Auflösung für eine Personen-Digital-Waage ist die 100 g-Teilung anzusehen. Rechnet man den Digitalfehler von einem Digit hinzu, so ergibt sich ein reproduzierbares Meßergebnis mit einer Schwankungsbreite von 200 g. Die recht



weit verbreiteten Digital-Waagen mit geringerer Auflösung (teilweise nur 0,5 kg) sowie einfache analog arbeitende Waagen sind für eine feinauflösende Gewichtserfassung und frühzeitige Tendenzerkennung vollkommen ungeeignet und können lediglich zur Grobeinschätzung dienen.

Andererseits stellt die 100 g-Auflösung der ELV-Digital-Waage im Bereich der schnellen und einfachen Erfassung des Körpergewichts eine untere Grenze dar, und zwar bedingt durch die Pumpkraft des menschlichen Herzens. Bei jedem Herzschlag wird nämlich ein Blutvolumen befördert, dessen Beschleunigungskräfte bei einem aufrechtstehenden Menschen eine Gewichtsänderung in der Größenordnung von 50 g bewirken. Um zu genaueren und höherauflösenden Meßergebnissen zu gelangen, wäre zum einen eine recht lange Meßzeit erforderlich und zum anderen die Synchronisation der Messung mit der Herz-Frequenz (ähnlich der Synchronisation des Meßablaufes bei hochauflösenden Digitalmultimetern mit der Netzfrequenz). Für den praktischen Bereich stellt die von ELV gewählte Auflösung von 100 g somit ein Optimum dar.

Nach diesen grundlegenden Vorbemerkungen wenden wir uns nun der ELV-Digital-Waage im einzelnen zu.

ELV-Digital-Waage

Bevor wir zur technischen Ausführung und zur Beschreibung der Schaltung kommen, wollen wir zunächst auf die Funktion sowie auf wesentliche Ausführungsdetails eingehen.

Bedienung

Der mikroprozessorgesteuerte eigentliche Wiegevorgang läuft wie folgt ab:

1. Sie tippen mit dem Fuß kurz in der Mitte auf die Waagefläche. Daraufhin schaltet sich das Gerät ein und nimmt innerhalb von weniger als 1 sek. einen Selbsttest (Display zeigt „188.8“) mit anschließender automatischer Nullpunktkorrektur vor. Das Display zeigt dann „00.0“.

2. Sie stellen sich auf die Waage, und sogleich beginnt der integrierende Meßvorgang. Für eine bestmögliche Genauigkeit und Meßsicherheit beträgt die Meßperiode 2 Sekunden. Hierdurch werden z. B. Schwankungen durch unruhiges Stehen auf der Waage ausintegriert. Unmittelbar darauf erscheint der ermittelte Gewichtswert schwankungsfrei auf dem Display. Der gesamte Vorgang dauert somit weniger als 3 Sekunden.

Nach insgesamt rund 20 sek. nimmt der Mikroprozessor eine automatische Abschaltung zur Batterieschonung vor bzw. nach 4 sek., wenn die Waage vorzeitig verlassen wurde.

Technische Ausführung

Die besonders solide ausgeführte mechanische Grundkonstruktion besteht aus ca. 2 mm starken, voll verzinkten Stahl-Konturplatten, die auch ein Gewicht von 130 kg spielend „ertragen“. Die rutschsichere, besonders großflächige Kunststoff-Plattform mit den Abmessungen (BxT) 270 x 310 mm bietet eine großzügige Standfläche. Allein aus diesen sowie den nachfolgend aufgeführten umfassenden Qualitätskriterien ist die ELV-Digital-Waage wohl kaum mit irgendwelchen No-Name-Produkten zu vergleichen.

Mit einer Bauhöhe von nur 30 mm ist diese Waage besonders flach und elegant. Damit die Funktion auch auf hochflorigen Teppichen sichergestellt ist, sind dafür 4 Spezial-Zusatzfüße im Lieferumfang enthalten, die bei Bedarf einfach unterhalb der Waage eingerastet werden können, zur Erzielung einer größeren Bodenfreiheit.

Der elektronische Teil dieser außergewöhnlichen Digital-Waage kann sich ebenfalls sehen lassen. Als Meßwertaufnehmer kommen Dehnungsmeßstreifen zum Einsatz als Garant für hohe Auflösung, beste Linearität und Dauerhaftigkeit. Die Verarbeitung des Meßsignals erfolgt in Verbindung mit einem Mikroprozessor, der vor jeder Messung eine vollautomatische Nullpunktkorrektur vornimmt, bei kompletter Meßwertverarbeitung und gleichzeitiger Ansteuerung des LC-Displays. Die Anzeige erfolgt über 30 mm große LCD-Ziffern, die eine optimale Lesbarkeit garantieren.

Ein bemerkenswertes Feature dieser neuen Digital-Waage soll noch besonders Erwähnung finden: Aufgrund der stromsparenden, in modernster Technologie aufgebauten Schaltungstechnik in Verbindung mit dem Einsatz einer extrem haltbaren Lithium-Zelle braucht bei dieser Waage auf Lebenszeit kein Batteriewechsel vorgenommen zu werden. Die typische Haltbarkeit liegt bei über 10 Jahren, auch wenn das Gerät täglich genutzt wird.

Eine dreijährige Vollgarantie unterstreicht wirkungsvoll die solide technische Ausführung. Darüber hinaus ist es für den engagierten Elektroniker natürlich kein

Problem, ggf. einen Batteriewechsel vorzunehmen, jedoch wird die Gelegenheit dazu erfreulicherweise lange auf sich warten lassen.

Bemerkenswert ist auch die Möglichkeit des Eigenbaus. Aufgrund des ausgereiften Komplettausatzes mit bereits auf die vergoldete Leiterplatte aufgebondetem und getestetem Mikroprozessorchip ist der Nachbau kein Problem und in rund einer Stunde durchgeführt.

Schaltung

Die praktisch ausgeführte Schaltung, auf deren Beschreibung wir im weiteren Verlauf dieses Artikels noch im einzelnen eingehen, besteht aus nur wenigen Bauelementen. Alle „intelligenten“ Funktionen werden von einem zentralen, hochintegrierten Schaltkreis ausgeführt. Das eigentliche Schaltbild gestattet daher nur einen geringen Einblick in die tatsächlichen, recht komplexen Funktionsabläufe.

Zur Veranschaulichung der Technik dieser innovativen Digital-Waage haben wir ein Blockschaltbild erstellt, das auch die innerhalb des zentralen Bausteins ablaufenden wesentlichen Vorgänge beinhaltet.

Blockschaltbild

In Abbildung 1 ist das Blockschaltbild der ELV-Digital-Waage dargestellt. Die prinzipielle Funktionsweise dieses Wägesystems ist in diesem besser zu erkennen, als in dem in Abbildung 2 gezeigten Schaltbild, auf das wir im Anschluß noch näher eingehen.

Oben links im Blockschaltbild ist der Bedientaster zu sehen, mit dem die ELV-Digital-Waage eingeschaltet wird. Sogleich nach der ersten kurzen Betätigung sorgt der nun aktivierte zentrale Mikroprozessor zunächst für eine Selbsthaltung, damit beim Loslassen des Tasters die Stromversorgung bis auf weiteres erhalten bleibt.

Die Steuerung der komplexen internen Funktionen übernimmt die oben rechts im Bild gezeigte Ablaufsteuerung.

Unmittelbar nach dem Einschalten, wenn der in der Mitte der Wägeplattform angeordnete Taster wieder losgelassen wurde,

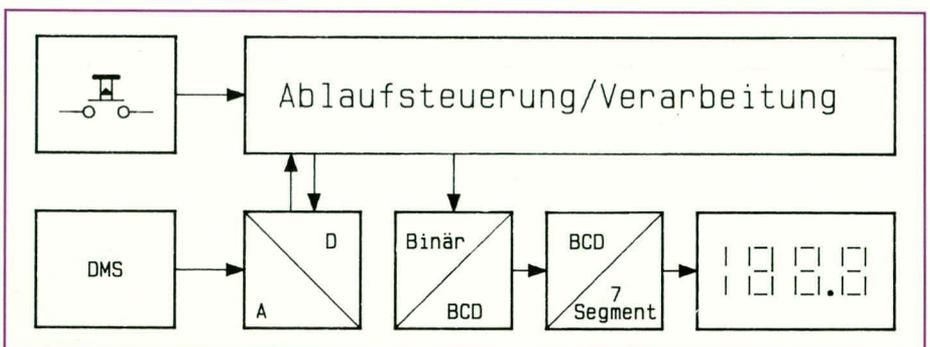


Bild 1 zeigt das Blockschaltbild der ELV-Digital-Waage

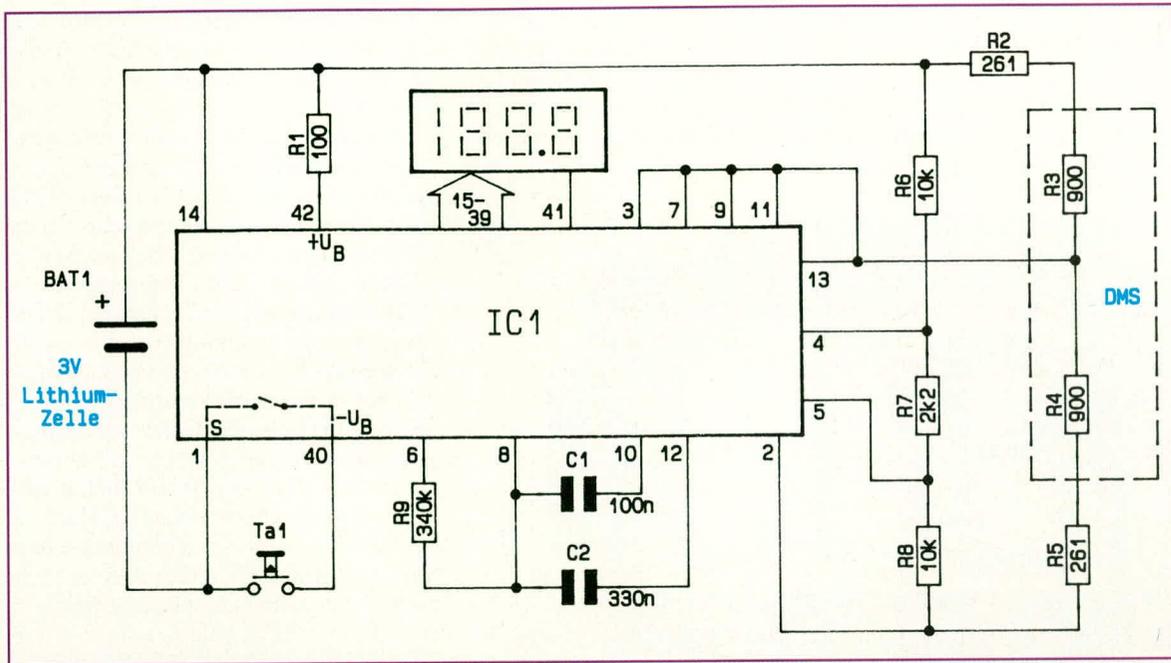


Bild 2: Detailschaltbild der ELV-Digital-Waage

wird ein Meßzyklus gestartet. Das vom Dehnungsmeßstreifen (DMS) kommende Eingangssignal wird dem AD-Wandler zugeführt und von der Ablaufsteuerung zwischengespeichert. Dieses Meßsignal stellt für den folgenden Wägevorgang die Nullpunkt-Referenz dar.

Stellt man sich nun auf die Waage, so wird dabei der Taster automatisch wieder betätigt. Die Ablaufsteuerung erkennt daran, daß zusammen mit dem veränderten Eingangssignal des Dehnungsmeßstreifens ein aktueller Wägevorgang ablaufen soll.

Der AD-Wandler gibt sein Meßsignal zur Ablaufsteuerung, wo nun die Verarbeitung erfolgt, indem unter anderem die Differenz zwischen dem Nullpunkt-Referenzsignal und dem aktuellen Meßsignal gebildet wird.

Das zunächst im Binärcode vorliegende Wäge-Resultat wird in BCD-Form gewandelt, um nach einer weiteren Wandlung zur direkten Ansteuerung einer 7-Segment-LCD-Anzeige zu dienen.

Nach Abschluß des Meßvorganges und Ablauf der entsprechenden Verzögerungszeiten zur Ablesung des Meßergebnisses, nimmt die Ablaufsteuerung eine automatische Selbstabschaltung vor.

Detail-Schaltbild

Abbildung 2 zeigt das Detailschaltbild der ELV-Digital-Waage. Aufgrund der hohen Integrationsdichte besteht dieses aus lediglich 14 Bauelementen, rechnet man den Taster TA 1 sowie die Lithium-Zelle hinzu.

Der zentrale Mikroprozessor IC 1 beinhaltet neben den mikroprozessor-typischen Funktionen wie Ablaufsteuerung, Rechenoperationen usw. zusätzlich die komplette

Ansteuerung des LC-Displays sowie auch den AD-Wandler.

Die 3V-Betriebsspannung, die durch eine extrem haltbare Lithium-Zelle bereitgestellt wird, gelangt über den Vorwiderstand R 1 auf den positiven Versorgungsanschuß „+UB“.

Das Massepotential wird dem IC 1 am Anschluß „-UB“ über den Taster TA 1 zugeführt. Gleichzeitig liegt der Anschluß „S“ direkt am Minuspol der Batterie, um auf diese Weise unmittelbar nach der Aktivierung über TA 1 den internen Schalter zu überbrücken (Selbthaltefunktion).

Zur Erzielung einer hohen Präzision beim Wägevorgang, verbunden mit einer ausgezeichneten Langzeitstabilität, ist der Dehnungsmeßstreifen (DMS) als Differenz-DMS ausgeführt, d. h. es sind auf dem kraftaufnehmenden Wiegebalken 2 DMS aufgebracht, und zwar einer auf der Oberseite und ein weiterer auf der Unterseite. Während des Wägevorgangs entsteht so ein Differenzsignal in der Weise, daß bei einer Gewichtserhöhung der in Abbildung 2 oben eingezeichnete DMS R 3 seinen Widerstandswert reduziert, während R 4 seinen Widerstandswert erhöht.

Zwar ist vorstehendes Verfahren mit dem Einsatz von 2 hochwertigen Dehnungsmeßstreifen recht aufwendig, jedoch ergibt sich hierdurch neben dem Vorteil eines größeren Eingangssignals im wesentlichen auch eine erheblich bessere Linearität und Langzeitstabilität.

Der AD-Wandler erhält neben den Spannungswerten am DMS zusätzlich einen weiteren Referenzwert, der mit Hilfe des Spannungsteilers, bestehend aus R 6 bis R 8, generiert wird. Auf diese Weise kön-

nen auch Betriebsspannungsschwankungen zuverlässig eliminiert werden.

Die externen Bauelemente C 1, C 2 sowie R 9 dienen zur Bestimmung der Integrationszeit für den AD-Wandler sowie des Timings für den übrigen Meßvorgang. Für die Takterzeugung sind keine externen Bauelemente erforderlich.

Damit ist die Schaltungsbeschreibung bereits abgeschlossen, und wir wenden uns dem Nachbau dieser interessanten Präzisions-Waage zu.

reits abgeschlossen, und wir wenden uns dem Nachbau dieser interessanten Präzisions-Waage zu.

Nachbau

Der Nachbau ist vergleichsweise einfach, zumal keinerlei Abgleicharbeiten durchzuführen sind. Wie dies möglich ist, wollen wir der folgenden Aufbaubeschreibung voranstellen.

Grundsätzlich ist zwischen verschiedenen Einflußfaktoren bezüglich Offset, Steigung und Linearität eines Wägesystems zu unterscheiden. Hierbei spielen die mechanischen Abmessungen der Tragplattformen, der Kraftübertragungsbalken, der Übergabepunkte und des Kraftaufnehmerbalkens mit dem Dehnungsmeßstreifen eine wesentliche Rolle. Speziell auch die Anordnung des DMS und die Beschaffenheit des betreffenden Kraftaufnehmerbalkens,



Bild 3: Ansicht der Platinenunterseite mit dem zentral angeordneten komplexen Mikroprozessorchip.

an dem die beiden DMS befestigt sind, gehen wesentlich in das Meßergebnis ein. Last but not least stellen AD-Wandler und Mikroprozessorsystem wichtige Einflußgrößen dar.

Im Elektronik-Bereich können durch

geeignete schaltungstechnische Maßnahmen die Einflüsse soweit minimiert werden, daß sowohl für den AD-Wandler als auch das Mikroprozessorsystem auch ohne Abgleich eine hinreichende Reproduzierbarkeit im Genauigkeitsbereich der Auflö-

sung des Gesamtsystems erzielt wird. Man denke hierbei nur an Metallfilmwiderstände, die z. B. als Referenzelemente mit Genauigkeiten deutlich besser als 1 % bei vertretbarem Aufwand selektierbar sind.

Im Mechanik-Bereich sind die einzelnen Komponenten durch den Einsatz präziser Stanz- und Biegewerkzeuge ebenfalls mit einer sehr hohen Genauigkeit reproduzierbar, so daß die dort auftretenden Toleranzen definitiv vernachlässigbar sind. Bleibt noch der Dehnungsmeßstreifen, der mit nennenswerten Fertigungstoleranzen behaftet ist sowie der Kraftaufnehmerbalken, dessen Stärke ebenfalls von ausschlaggebender Bedeutung ist. Diese Meßwertaufnehmereinheit besitzt sowohl hinsichtlich Nullpunktverschiebung (Offset) als auch Steigung eine nicht unerhebliche Streuung, wobei die Linearität durch die Differenzmessung kompensiert wird.

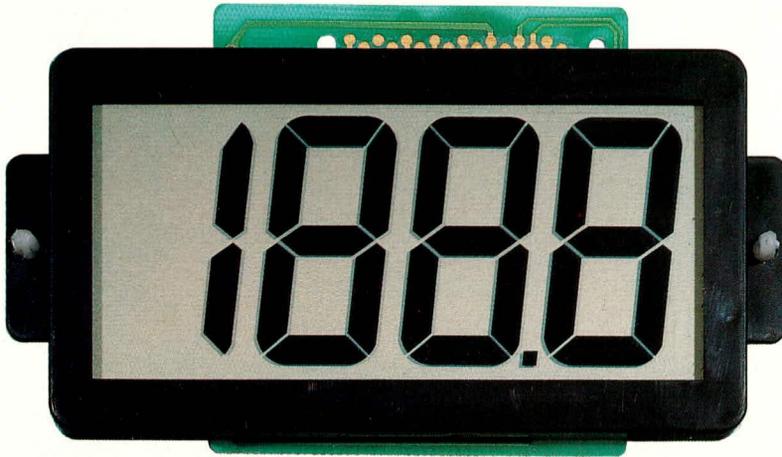


Bild 4: Fertig aufgebaute Elektronik-Einheit von der Frontseite des LC-Displays aus gesehen. Die Platine ragt oben und unten etwas über dem Display hervor.

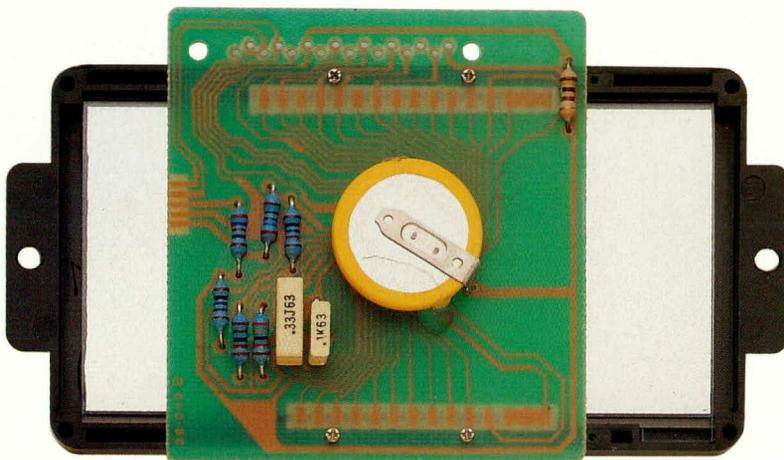


Bild 5: Ansicht der fertig bestückten Platine, die bereits an die Rückseite des LCD-Rahmens angeschraubt ist. Durch die vergleichsweise großen Abmessungen des LC-Displays steht die Anzeige links und rechts über der Leiterplatte hervor.

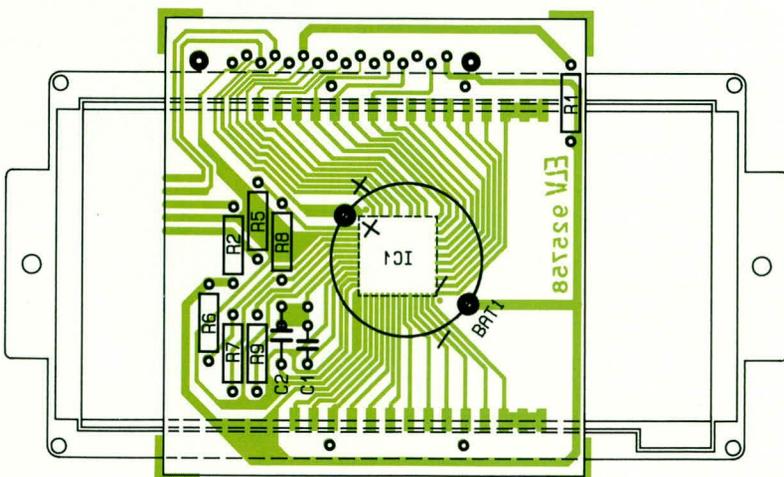


Bild 6: Bestückungsplan der Platine der ELV-Digital-Waage. Der Vollständigkeit halber ist das große LC-Display mit eingezeichnet.

**Stückliste:
ELV-Digital-Waage**

Widerstände

100Ω	R 1
261Ω	R 2, R 5
2,2kΩ	R 7
10kΩ	R 6, R 8
340kΩ	R 9

Kondensatoren

100nF	C 1
330nF	C 2

Halbleiter

1 Leiterplatte mit aufgebondetem Prozessor

Sonstiges

- Taster TA 1
- Lithium-Batterie, 3 V BAT 1
- 1 LC-Display
- 2 Leitgummi
- 4 Knippingschrauben, 1 x 4 mm
- 1 Rahmen für LC-Display
- 1 Bodenplatte mit integrierten Füßen, DMS-Einheit mit 30 cm Flachbandleitung
- 4 Spiralfedern
- 1 Kraft-Übertragungsstift
- 1 Haupt-Tragarm-Einheit mit Stahlplatte
- 2 Neben-Tragarm
- 2 mittlerer Kraft-Übertragungshaken
- 4 äußerer Kraft-Übertragungshaken
- 2 Kunststoff-Befestigungszapfen
- 1 Kunststoff-Auflagezapfen
- 1 obere Stahl-Konturplatte
- 1 Metall-Federstreifen
- 1 Kunststoff-Trittfläche
- 4 Zusatzfüße

Bei der Fertigung der ELV-Digital-Waage wird nun im Anschluß an die Produktion kurz vor dem Aufsetzen der Kunststoff-Abdeckplatte ein vollelektronischer Abgleich durchgeführt. Hierzu wird ein Adapter auf die Goldkontakte der Leiterplatte aufgesetzt und zunächst ein Nullpunkt-Abgleich durchgeführt. Anschließend folgt die Belastung der Waage mit einem genau bekannten Referenzgewicht sowie die Einspeisung der daraus ermittelten Kalibrierdaten. Der zentrale Mikroprozessor erhält somit die Information über den Skalenfaktor, bei zuvor von ihm selbst durchgeführten Nullpunkt-Abgleich. Dieser Skalenfaktor wird dauerhaft abgespeichert und beinhaltet sämtliche Einflußfaktoren.

Nachdem die Kunststoff-Abdeckplatte aufgesetzt wurde, ist die ELV-Digital-Waage fertiggestellt und betriebsbereit. Die leichte Gewichtserhöhung durch die Kunststoff-Abdeckplatte spielt keine Rolle, da ohnehin vor jeder Messung ein neuer Nullpunkt-Abgleich durchgeführt wird. Der Skalenfaktor verschiebt sich dadurch nicht und bleibt langfristig konstant.

Durch den Einsatz einer Lithium-Zelle zur Stromversorgung werden die abgespeicherten Daten über 10 Jahre und mehr gehalten. Stellt man irgendwann einmal eine Kontrastabnahme des LC-Displays fest, kann die Lithium-Zelle von jedem Elektroniker leicht getauscht werden. Dabei ist allerdings darauf zu achten, daß die Schaltung nie ganz stromlos wird, da sonst die Kalibrierdaten verlorengehen (während des Batteriewechsels muß für die Übergangszeit eine Pufferbatterie angeklemmt werden).

Bei der auch als Bausatz erhältlichen ELV-Digital-Waage wurde im zentralen Mikroprozessorsystem ein Grundkalibrierwert implementiert, auf den das System zugreift, wenn kein zusätzlicher Abgleich vorgenommen wird. Durch die Großserienfertigung dieser innovativen Präzisions-Waage besteht nun die Möglichkeit, die Meßwertaufnahmereinheit für die ELV-Bausätze genau zu selektieren, so daß die Werte exakt zu den im Prozessorsystem implementierten Basiswerten passen. Bei einem Batteriewechsel ist bei diesen Geräten deshalb auch keine Pufferung durch eine externe Spannungsquelle erforderlich. Sie können somit ein Präzisions-Wägesystem selbst erstellen, ohne jeglichen aufwendigen Abgleich.

Aufbau der Elektronik

Sämtliche Elektronik-Komponenten sind auf einer 0,8 mm starken Leiterplatte mit den Abmessungen 56 x 60 mm untergebracht. Lediglich der in der Trittfäche eingebaute Taster sowie der Meßwertnehmer (DMS) sind extern anzuschließen.

Die vergoldeten Leiterbahnen münden auf der Platinenunterseite zentral in dem werksseitig aufgebondeten und versiegelten IC 1. Bei den übrigen externen, noch auf die Platine zu lötenen Bauteilen handelt es sich ausschließlich um konventionelle, d. h. bedrahtete Elektronikteile. Diese werden auf der dem Chip und der Leiterbahnseite gegenüberliegenden Seite in gewohnter Weise eingesetzt und verlötet.

Wir beginnen mit den 7 Widerständen, gefolgt von den beiden Kondensatoren. Den Abschluß bildet das Einsetzen der Lithium-Zelle, wobei hier auf die richtige Polarität zu achten ist.

Bevor wir zur Montage des LC-Displays kommen, sind zunächst die 5 Anschlußleitungen für den Taster und den DMS gemäß der Abbildung an die Platine zu löten. Hierzu dient eine 5adrige Flachbandleitung, deren eine Seite einen blauen Markierungsstrich trägt. Diese Ader wird an die äußere der 5 Kontaktflächen der Platine angelötet, die etwas weiter zum Rand weist (siehe auch Foto und Bestückungsplan).

Die blau markierte Ader und die nächstfolgende werden später an den in der Trittfläche integrierten Taster angelötet, während die 3 übrigen Adern bereits werksseitig mit dem DMS verbunden sind.

Damit ist die Leiterplatte bereits soweit fertiggestellt, und wir wenden uns der Montage des LC-Displays zu.

Das eigentliche Groß-Display ist mit einer Höhe von 43 mm und einer Breite von immerhin 85 mm deutlich größer als die gesamte Elektronik-Platine. Zur sicheren Montage wird daher das LC-Display in einen speziell dafür zur Verfügung stehenden schwarzen Kunststoffrahmen eingezett.

Der Rahmen liegt hierzu, mit der Frontseite nach unten weisend, auf der Tischplatte, um dann das Display ebenfalls mit der Vorderseite voran in den Rahmen einzulegen. Es folgt das Einsetzen der beiden 44 mm langen Leitgummistreifen mit einem Querschnitt von 0,8 x 4 mm. Das LC-Display besitzt hierzu an jeder der beiden Längsseiten ein Kontaktfeld, das aus 14 bzw. 16 nebeneinanderliegenden einzelnen Kontaktstreifen besteht. Hier werden die schmalen Längsseiten (0,8 mm x 44 mm) der beiden Leitgummistreifen aufgesetzt und leicht angedrückt, so daß sie gerade eben über die seitliche Begrenzung des schwarzen Kunststoffrahmens hervorragen. Dabei liegen die beiden Leitgummistreifen sich nicht exakt gegenüber, sondern sind geringfügig entsprechend den LCD-Kontaktflächen gegeneinander versetzt.

Als dann wird die Leiterplatte mit den goldenen Kontaktflächen nach unten weisend aufgesetzt und genau positioniert. Auch hier sind die beiden Kontaktreihen

geringfügig gegeneinander versetzt, wodurch die Zuordnung leicht möglich ist. Letztendlich wird die Ausrichtung durch die 4 Befestigungsbohrungen mit den zugehörigen Schrauben erleichtert. Die Leiterplatte befindet sich dabei ungefähr mittig auf der Rückseite des LC-Displays.

Die 4 kleinen Befestigungsschrauben werden gemäß der Abbildung durch die Platinenbohrungen gesteckt und in die korrespondierenden Bohrungen des Kunststoffrahmens eingedreht und festgezogen. Dabei ist darauf zu achten, daß die Leitgummistreifen senkrecht stehen, um einen zuverlässigen elektrischen Kontakt zwischen Display und Platine zu gewährleisten.

Nachdem die Elektronik-Einheit soweit fertiggestellt ist, kann durch kurzzeitige Verbindung der blau markierten Ader mit der danebenliegenden Ader eine erste Überprüfung vorgenommen werden. Auf dem Display müssen für ca. 1 Sekunde sämtliche Segmente aufleuchten (Anzeige: „188.8“). Ist dies nicht der Fall, d. h. wenn Segmente fehlen, liegt dies vermutlich an einem fehlenden Kontakt zwischen LC-Display und Platine. Die Konstruktion ist dann nochmals zu lösen und die Leitgummistreifen neu zu positionieren. Eine Endabschaltung erfolgt automatisch nach ca. 5 sek.

Insgesamt ist der Aufbau der Elektronik-einheit jedoch recht einfach möglich, da für Großserienfertigung ausgelegt. Außerdem ist der zentrale Prozessor werksseitig bereits eingehend getestet und durch einen implementierten Schutz vor statischen Ladungen auch recht robust.

Nachdem die Elektronik-Einheit soweit vorbereitet ist, wenden wir uns dem mechanischen Aufbau zu.

Funktion der Mechanik

Bevor wir mit der detaillierten Beschreibung des Aufbaus der Mechanik-Komponenten beginnen, wollen wir zunächst die recht interessante Funktion der konstruktiven Ausführung besprechen. Die in Abbildung 7 dargestellte Innenansicht der ELV-Digital-Waage besteht aus folgenden Komponenten:

1. Bodenplatte mit integrierten Füßen
2. Spiralfeder zur Verbindung von Boden- und Oberplatte
3. Dehnungsmeßstreifen (DMS)
4. kleine Stahlplatte
5. Kraft-Übertragungsstift
6. Haupt-Tragarm
7. Neben-Tragarm
8. mittlerer Kraft-Übertragungshaken
9. äußerer Kraft-Übertragungshaken
10. Elektronik-Einheit
11. Kunststoff-Befestigungszapfen
12. Kunststoff-Auflagezapfen
13. obere Stahl-Konturplatte (Oberplatte)

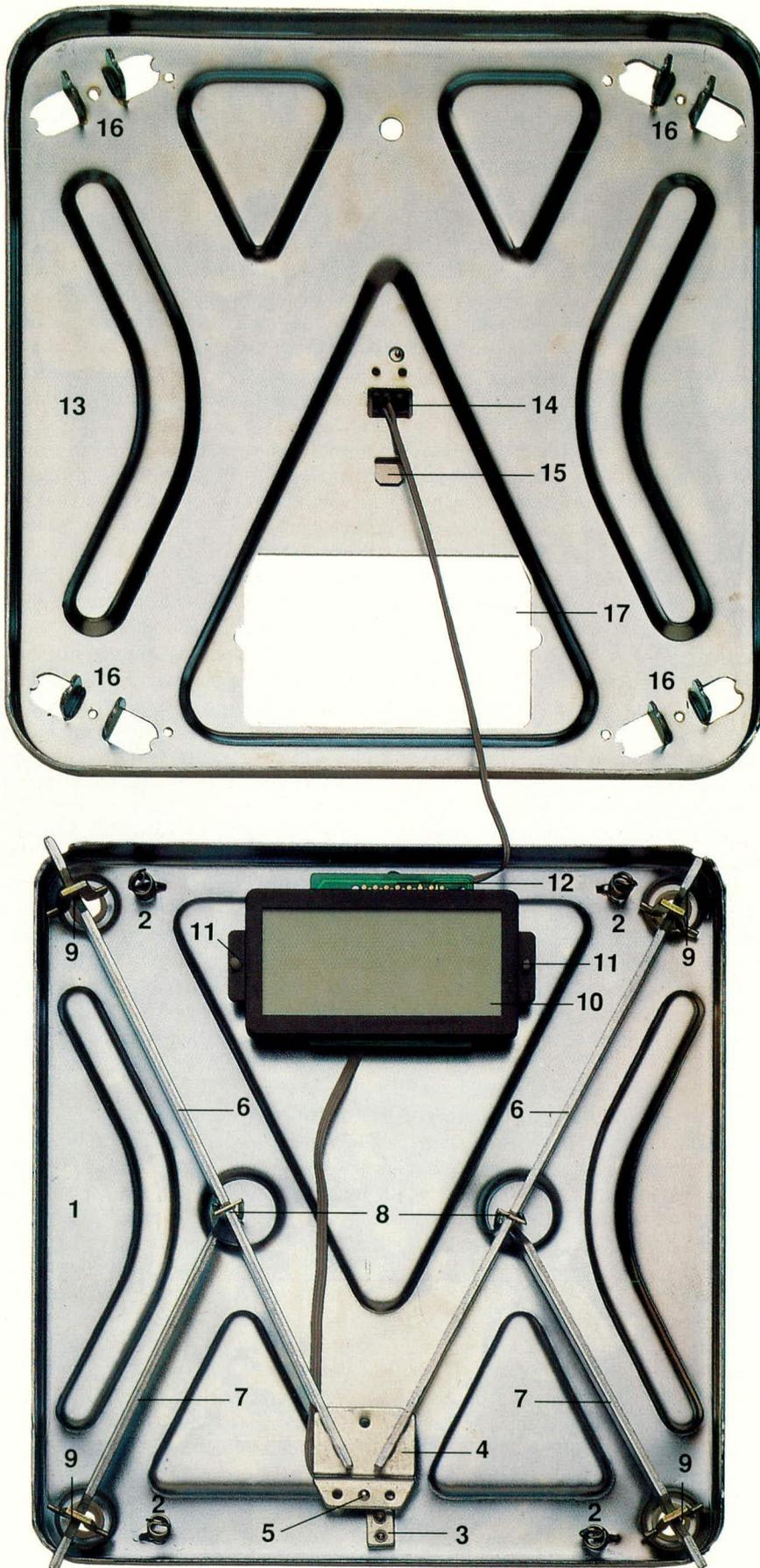


Bild 7: Innenansicht des mechanischen Aufbaus der ELV-Digital-Waage. In der unteren Bildhälfte ist die Bodenplatte mit den wesentlichen Mechanik-Komponenten sowie der Elektronik-Einheit zu sehen, während darüber die nach oben geklappte Oberplatte angeordnet ist.

- 14. Taster
- 15. Metall-Federstreifen zur Abdeckung des Tasters
- 16. Kraft-Übertragungslaschen (in der Oberplatte integriert)
- 17. Aussparung für LC-Display.

In Abbildung 7 ist die Innenansicht der Mechanikkonstruktion der ELV-Digital-Waage zu sehen. Dabei ist die obere Stahl-Konturenplatte, auf die später die Kunststoff-Trittläche aufgesetzt wird, abgenommen und mit der Vorderseite nach untenweisend im oberen Bildbereich angeordnet.

Die untere Stahl-Konturplatte mit den 4 rutschfesten Füßen ist unten im Bild zu sehen. Nachfolgend beschreiben wir nun zunächst den inneren Mechanikaufbau und die Funktion.

Das von der ELV-Digital-Waage gemessene Gewicht ist von der Position des Gewichtes auf der Trittläche unabhängig - eine wesentliche Voraussetzung zur Erzielung eines genauen und reproduzierbaren Meßergebnisses. Hierzu ist eine besondere mechanische Konstruktion erforderlich, die dafür sorgt, daß auch bei ungleichmäßiger Gewichtsverteilung auf der Trittläche der Meßwertempfänger (DMS, 3) immer mit der richtigen Kraft beaufschlagt wird.

Der Dehnungsmeßstreifen selbst ist ganz unten im Bild in der Mitte zwischen den beiden unteren Füßen angeordnet und teilweise von einer kleinen 35 x 36 mm messenden Stahlplatte (4) verdeckt, in welche die beiden Haupt-Tragarme (6) münden. Diese in die Stahlplatte (4) mündenden Tragarme (6) liegen außen auf dem Rand der Bodenplatte der Digital-Waage auf. Das von der oberen Stahlplatte aufgenommene Gewicht wird genau 15,5 mm vom Rand entfernt über die äußeren Kraft-Übertragungshaken (9) in die beiden Haupt-Tragarme (6) eingeleitet (oben im Bild).

Von diesem Krafteinleitungspunkt zum Übergabepunkt zwischen Stahlplatte (4) und DMS (3) über den dazwischenliegenden Kraft-Übertragungsstift (5 - an beiden Seiten spitzzulaufender 10 mm langer Stift) messen wir eine Länge von 228 mm. Dies bedeutet ein Übersetzungsverhältnis von $228 \text{ mm} : 15,5 \text{ mm} = 14,7$ entsprechend einer 14,7 mal geringeren Kraft auf den Dehnungsmeßstreifen. Durch diesen mechanischen Kunstgriff kann ein verhältnismäßig kleiner, sehr präzise arbeitender Dehnungsmeßstreifen eingesetzt werden.

Für die Übertragung der im unteren Bereich (siehe Abbildung) auftretenden Kräfte stehen die beiden Neben-Tragarme (7) zur Verfügung. Diese liegen ebenfalls auf dem Rand der Bodenplatte auf und münden ungefähr in der Mitte der beiden Haupt-Tragarme (6). Die Verbindung stellen die mittleren Kraft-Übertragungshaken (8) dar.

Das Übersetzungsverhältnis dieser beiden Neben-Tragarme (7) muß selbstverständlich identisch zum Gesamtübersetzungsverhältnis der Haupt-Tragarme sein. Hier kommt es darauf an, daß die Gesamtlänge der Neben-Tragarme vom Auflage- zum Einleitungspunkt (8) exakt der Teillänge der Haupt-Tragarme (6) vom Auflagepunkt zum Einleitungspunkt entspricht (hier: 120 mm).

Durch die ausgereifte und hoch präzise Fertigung der Mechanik-Komponenten der ELV-Digital-Waage sind die theoretischen Forderungen zur Erzielung eines genauen Meßergebnisses optimal in die Praxis umgesetzt, und Sie erhalten das gleiche präzise Meßergebnis, egal ob die Waage gleichmäßig oder einseitig verlagert punktförmig belastet wird.

Aufbau der Mechanik

Unmittelbar neben den 4 in den Ecken angeordneten Füßen (1) sind 4 Spiralfedern (2) in die entsprechenden Ausformungen der Bodenplatte einzuhaken. Später, nach dem Aufsetzen der oberen Stahl-Konturplatte, werden die ausgeformten Federhaken in die obere Platte eingehakt, zur sicheren Fixierung der Konstruktion. Hierauf gehen wir im weiteren Verlauf dieser Beschreibung noch näher ein.

Die rutschfesten Füße sowie der Dehnungsmeßstreifen (3) sind bereits mit der Bodenplatte fest verbunden. Wir beginnen den Aufbau mit dem Einsetzen der beiden Kunststoff-Befestigungszapfen (11) und den Kunststoff-Auflagezapfen (12) an den angegebenen Stellen. Die Zapfen werden dabei von der Unterseite aus durch die entsprechenden Bohrungen der Bodenplatte gesteckt und rasten selbsttätig ein. Hieran wird später die Elektronik-Einheit befestigt.

Als nächstes setzen wir den kleinen 10 mm langen Kraft-Übertragungsstift (5) mittig in die zugehörige kleine Vertiefung des DMS (3). Es folgt das Einsetzen der beiden Haupt-Tragarme (6), die bereits fest mit der kleinen Stahlplatte (4) verbunden sind. Zuvor ist auf die beiden Haupt-Tragarme jeweils ein mittlerer Kraft-Übertragungshaken (8) aufzuschieben. Die so vorbereitete Kon-

struktion wird nun gemäß Abbildung 7 in die Bodenplatte eingesetzt. Die kleine Vertiefung in der Stahlplatte (4) liegt dabei direkt auf der Spitze des Kraft-Übertragungsstiftes (5) auf, d. h. dieser Stift stellt eine punktgenaue Verbindung zwischen Stahlplatte und DMS her.

Jetzt werden die beiden Neben-Tragarme (7) in die mittleren Kraft-Übertragungshaken (8) eingehakt, die sich in der zugehörigen Kerbe, ungefähr in der Mitte der Haupt-Tragarme befinden. Die Neben-Tragarme (7) münden ebenfalls am äußeren Rand der Bodenplatte, wo sie in der zugehörigen Aussparung präzise gehalten werden.

Als nächstes sind die 4 äußeren Kraft-Übertragungshaken (9) gemäß der Abbildung einzusetzen, wobei sie ähnlich einer kleinen Schaukel in den entsprechenden Vertiefungen der Tragarme aufliegen. Die beiden äußeren, etwas abstehenden Stege tragen dabei später die Kraft-Übertragungslaschen, welche in der Oberplatte integriert sind.

Die Elektronik-Einheit wird über die beiden Kunststoff-Befestigungszapfen (11) gesetzt und soweit angedrückt, bis der Kunststoff-Befestigungsrahmen einrastet. Dabei liegt die Platine im oberen Bereich auf dem Kunststoff-Auflagezapfen direkt auf. Letzterer dient zur Unterstützung der Platine, damit sie gerade im Gehäuse positioniert bleibt, auch wenn zu Abgleichzwecken die oberen Gold-Kontaktflächen benutzt werden. Wie weiter vorstehend bereits erwähnt, haben diese Kontakte für den Bausatz aufgrund der selektierten Meßwertaufnehmer (DMS) keine Bedeutung.

Bevor die Oberplatte aufgesetzt wird, ist noch der Taster zu montieren. Hierzu ist zentral in der Oberplatte eine 10 x 15 mm

messende Aussparung angebracht, durch welche die beiden nebeneinanderliegenden Anschlußbeinchen des Tasters von außen nach innen hindurchragen. Das dritte, auf der gegenüberliegenden Tasterseite angeordnete Anschlußbeinchen wird in die kleine Bohrung, die sich 11 mm unterhalb der Aussparung befindet, eingesteckt. Diese Bohrung ist in der Art eines Sockelkontaktes ausgeführt, so daß hierdurch der Taster mechanisch gehalten ist. Zwei weitere, direkt unterhalb des Tasters angebrachte Bohrungen nehmen die beiden Taster-Befestigungszapfen auf, um den Taster vor Verdrehen zu sichern.

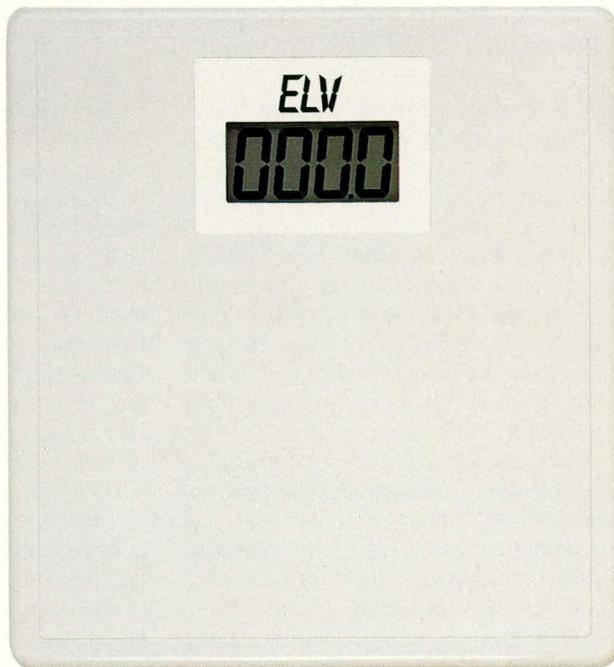
Der Metall-Federstreifen wird oberhalb des Tasters mit seiner Haltelaste in den entsprechenden Schlitz eingehakt, so daß die kreisförmige Vertiefung in der Mitte des Federstreifens genau über dem Taster zu liegen kommt. Während der weiteren Montage sichert ein Stückchen Klebeband den Federstreifen auf der Unterseite vor dem Herausfallen. Nun sind noch die beiden Anschlußdrähte an die auf der Innenseite der Oberplatte hervorstehenden Tasterkontakte anzulöten (die blau markierte Ader sowie die unmittelbar daneben angeordnete Ader).

Es folgt das Aufsetzen der Waage-Oberplatte. Hierbei ist zu beachten, daß die Kraft-Übertragungslaschen (16) der Oberplatte genau auf den äußeren Kraft-Übertragungshaken (9) aufliegen. Durch die Formgebung ergibt sich die korrekte Position fast von selbst. Die exakte Position läßt sich durch die entsprechenden, direkt neben den Kraft-Übertragungslaschen (16) angebrachten Aussparungen leicht überprüfen.

Zur Verbindung von Boden- und Oberplatte werden mit einem Schraubendreher oder einer feinen Zange durch die eben erwähnten Aussparungen hindurch, die im Bodenblech bereits verankerten Spiralfedern nach oben gezogen, und mit ihren Konturhaken durch die ca. 12 x 14 mm messenden Aussparungen nach oben gehoben, um mit dem Hakenende in eine direkt daneben angeordnete Bohrung eingerastet zu werden. Diese Bohrung in der Oberplatte befindet sich dabei direkt über der zugehörigen Befestigungsöse in der Bodenplatte.

Den Abschluß der Arbeiten bildet das Aufsetzen der Kunststoff-Trittpläche auf die obere Stahl-Konturplatte.

Damit ist Ihre Präzisions-Digital-Waage fertiggestellt. Ein erster kurzer Druck auf die Trittplächenmitte aktiviert die Elektronik, die daraufhin „188.8“ zeigt, um nach einer Sekunde den automatischen Nullpunkt-Abgleich zu beenden. Die erste Gewichtsermittlung kann beginnen, und zwar ohne jeglichen Abgleich mit hoher Präzision. 



**Ansicht der
betriebsfertigen
ELV-Digital-Waage,
direkt von oben
gesehen**