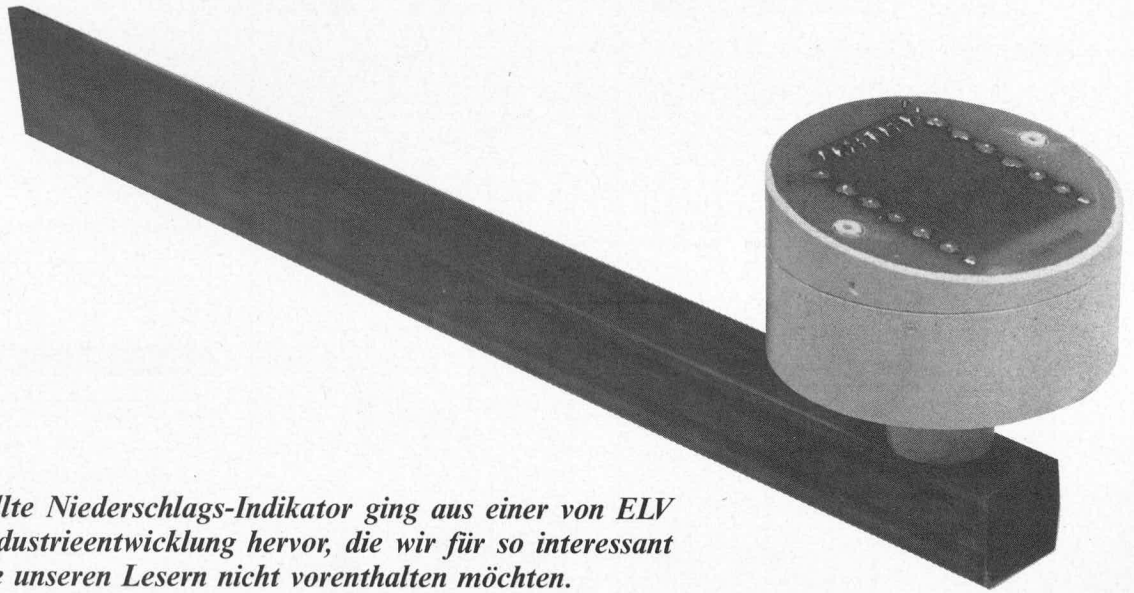


Professioneller Niederschlags-Indikator



Der hier vorgestellte Niederschlags-Indikator ging aus einer von ELV durchgeführten Industrieentwicklung hervor, die wir für so interessant halten, daß wir sie unseren Lesern nicht vorenthalten möchten.

Sobald Regen oder Schnee auf die beheizte Sensorfläche fällt, gibt der Indikatoreingang ein Steuersignal ab, das zur optischen Anzeige oder zum Auslösen verschiedener Schaltaufgaben verwendet werden kann.

Allgemeines

Von dem leistungsfähigen ELV-Entwicklungs- und Ingenieurteam werden neben den speziell für das „ELV journal“ vorgenommenen Entwicklungen pro Jahr eine Vielzahl weiterer Projekte für die Industrie durchgeführt. Zu den Kunden gehören sowohl kleinere Firmen als auch zahlreiche namhafte Konzerne. Die ELV-Entwicklungskapazität deckt fast alle Bereiche der Elektronik ab, so daß sich eine breite Angebotspalette rationeller Entwicklungsmöglichkeiten ergibt. Doch kommen wir nun zu dem hier vorgestellten professionellen Niederschlags-Indikator, der eines dieser Projekte darstellt.

Die Aufgabe besteht darin, Niederschlagsereignisse, egal ob Regen oder Schnee, zu erfassen und die Niederschlagsdauer auszuwerten, ohne dabei die Niederschlagsmenge zu berücksichtigen. Von Interesse ist diese Aussage in vielen Bereichen der Industrie, die im Freien operieren als auch bei Wetterdiensten und Behörden.

Die in Bild 1 dargestellte in sich geschlossene Schaltung ist zum Anschluß an eine professionelle Industrie-Wetterstation vorgesehen. Die Versorgung erfolgt über eine unstabilmisierte 12 V-Gleichspannung mit einer Strombelastbarkeit von mindestens 1 A, die auch ohne weiteres durch ein entsprechendes Steckernetzteil bereitgestellt werden kann. Am Ausgang steht ein auf die Schaltungsmasse bezogenes Steuersignal zur Verfügung, das bei Trockenheit „Low“-Potential führt (ca. 0 V) und auf „High“-Potential springt (ca. + 7 V), sobald Regen oder Schnee die Sensorfläche anfeuchtet.

Als Zuleitung empfiehlt sich eine 2adrige abgeschirmte flexible isolierte Leitung mit einem Querschnitt von mindestens 0,3 mm²,

die ohne weiteres eine Länge von 10 m aufweisen darf.

Zur Auswertung in der professionellen Industrie-Version dient ein kundenspezifischer Rechner, der ebenfalls von ELV entwickelt wurde, wobei in der Hobby-Version im einfachsten Fall die in Bild 2 gezeigte Zusatzschaltung leicht selbst erstellt werden kann. Es besteht auch die Möglichkeit, einen Zählerbaustein bzw. ein Uhrenmodul anzusteuern und so die kumulierte Zeit der Niederschlagsereignisse zu erfassen.

Zur Schaltung

Die Versorgungsspannung, die im Bereich zwischen +11 V und +14 V schwanken darf, wird an die beiden Platinenanschlüsse ST 1 (+ 12 V) und ST 2 (Schaltungsmasse/Abschirmung der Zuleitung) gelegt. C 1 dient zur Pufferung und Störunterdrückung. Über D 1, L 1 gelangt die Versorgungsspannung auf den Eingang des Festspannungsreglers IC 1 des Typs 7808, an dessen Ausgang (Pin 3) eine auf + 8 V stabilisierte Spannung zur Versorgung der eigentlichen Elektronik bereitsteht. C 2 bis C 4 dienen ebenfalls zur Pufferung sowie Schwingneigungsunterdrückung.

Die Beheizung der Sensorfläche des Niederschlags-Indikators erfolgt über sechs dicht nebeneinander, direkt unter der Sensorfläche angeordnete Leistungswiderstände, deren Speisung aus der unstabilmisierten Versorgungsspannung (+ 12 V) erfolgt.

Die Ansteuerung und damit die Möglichkeit der Leistungs- und Temperaturregelung erfolgt über den Darlington-Transistor T 1 des Typs TIP 110. Dieser wiederum wird mit einer Rechteckfrequenz von ca. 90 Hz über R 8 von dem als Komparator arbeitenden IC 2 A angesteuert. Die genaue Frequenz

spielt hierbei keine Rolle, wohl aber das Tastverhältnis, das entsprechend der Umgebungstemperatur automatisch nachgeführt wird.

Der nicht invertierende Eingang des IC 2 A (Pin 3) wird mit einer ungefähr sägezahnförmigen Spannung von dem als Dreieck-Rechteck-Generator arbeitenden IC 2 C mit Zusatzbeschaltung angesteuert. Die Steuerungsspannung bewegt sich zwischen ca. 2,0 V und 5,7 V.

Am invertierenden (—) Eingang (Pin 2) des IC 2 A steht eine Steuer-Gleichspannung an, die in verstärkter Form über das IC 2 B aus der Brückenschaltung von R 10 bis R 12 sowie dem Temperatursensor TS 1 hergeleitet wird. Der Temperatursensor TS 1 des Typs SAS 1000 befindet sich unmittelbar unterhalb der Sensorfläche in direktem Kontakt mit den Leistungswiderständen. Je geringer die Außentemperatur wird, desto niedriger wird der Innenwiderstand von TS 1, d. h. das Potential am nicht invertierenden (+) Eingang (Pin 5) des IC 2 B sinkt, wodurch die Ausgangsspannung (Pin 7) ebenfalls abnimmt. Dies bewirkt in Verbindung mit dem als Komparator arbeitenden IC 2 A eine Vergrößerung der Impulsbreite bzw. Verkleinerung der Impulspause, d. h. die Einschaltphasen zur Ansteuerung der Leistungswiderstände werden größer, und die Energiezufuhr steigt.

Auf vorstehend beschriebene Weise wird in weiten Grenzen ab ca. -30° C die Sensorfläche in nahezu optimaler Weise beheizt. Je niedriger die Außentemperaturen werden, desto höher ist die Energiezufuhr zur Beheizung der Sensorfläche. Zusätzlich werden auch extreme Witterungsverhältnisse wie Eisregen, Schneefall usw. berücksichtigt. Die Übertemperatur der Sensorfläche selbst

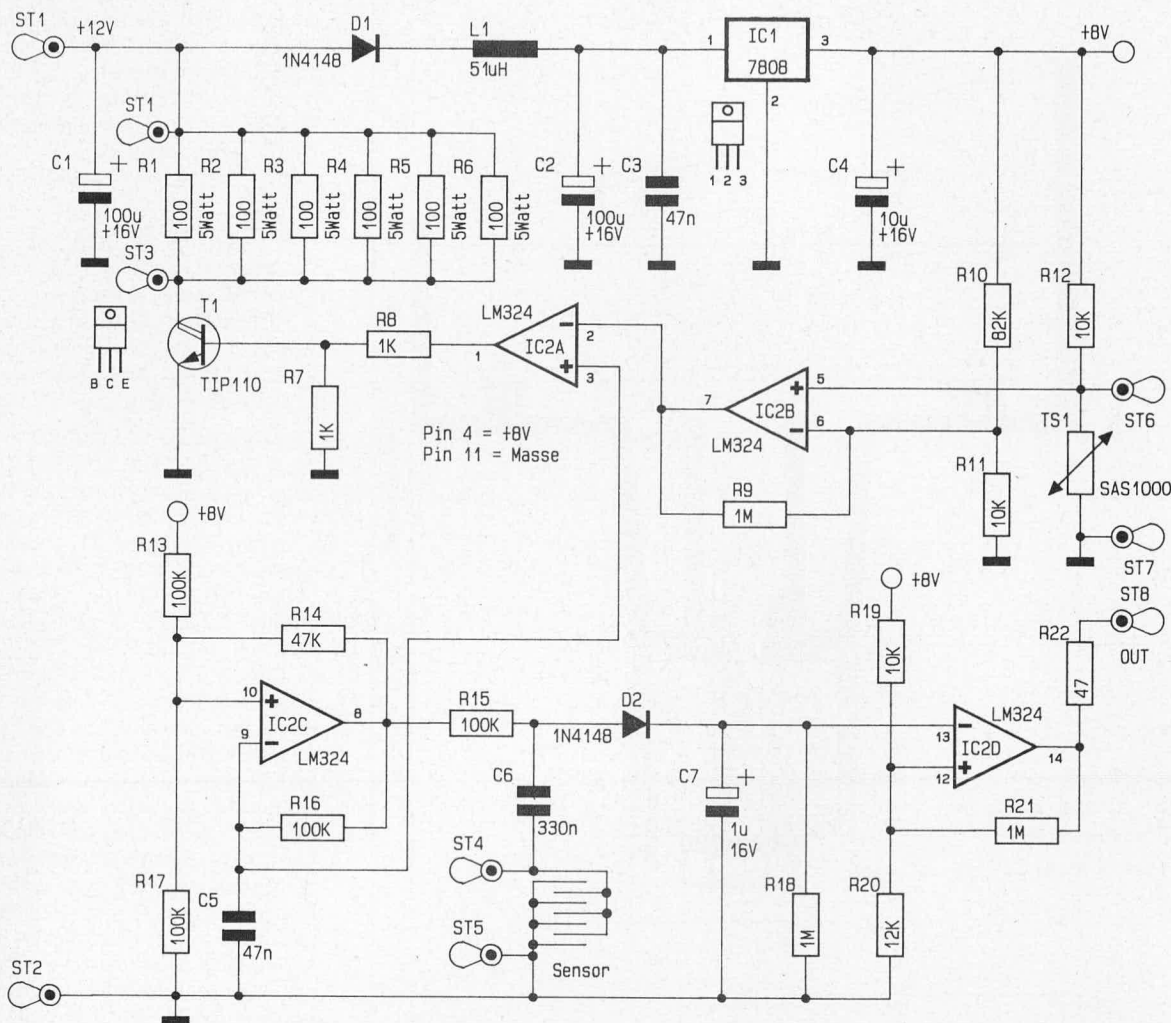


Bild 1: Schaltbild des professionellen Niederschlags-Indikators

wird bei dieser Art der Temperaturreckführung zwar nicht exakt konstant gehalten, sondern die Temperatur der Sensorfläche nimmt ebenfalls mit sinkender Umgebungstemperatur ab, jedoch in deutlich unterproportionalem Maße, so daß bei einer Außentemperatur von ca. -20°C die Sensorfläche immer noch ca. $+20^{\circ}\text{C}$ bis $+30^{\circ}\text{C}$ aufweist. Oberhalb von $+50^{\circ}\text{C}$ wird die Energiezufuhr ganz unterbrochen. Dieses Regelverhalten entspricht den aus der Praxis gewonnenen Gegebenheiten, da z. B. bei Umgebungstemperaturen unter 0°C bereits bei geringeren Sensorflächentemperaturen (von z. B. $+20^{\circ}\text{C}$) eine hinreichende Verdunstung der Restfeuchtigkeit auf dem Sensor gegeben ist, um nach einem Niederschlagsereignis möglichst kurzfristig zu dem Ausgangssignal „Trockenheit“ zu kommen. Oberhalb von $+50^{\circ}\text{C}$ ist die Eigenverdunstung so groß, daß sich jegliche zusätzliche Beheizung erübrigt, und zwar auch bei verhältnismäßig hohen Umgebungsluftfeuchtigkeiten.

Die Sensorfläche selbst besteht aus zwei kammartig ineinander verzahnten Kupferstreifen-Reihen, die über ein auftretendes Niederschlagsereignis zwar hochohmig, aber doch leitend miteinander verbunden werden. Angeschlossen wird der Sensor an die Platinenpunkte ST 4 und ST 5.

Die Auswertung, die selbstverständlich vollkommen gleichspannungsfrei zur Ver-

meidung von elektrolytischen Vorgängen erfolgen muß, geschieht in Verbindung mit dem Rechteckausgang des als Oszillator arbeitenden IC 2 C. Die entsprechende Rechteckspannung wird über R 15 und C 6 auf die Sensorfläche gegeben. Eine Weiterführung der Ausgangsspannung des IC 2 C erfolgt über D 2 auf den Kondensator C 7, der hochohmig mit R 18 belastet ist.

Die Funktionsweise zur Niederschlagsdetektierung ist wie folgt:

Bei Trockenheit stellt der Sensor einen sehr hohen Innenwiderstand dar, und der Kondensator C 6 „hängt praktisch in der Luft“. Die volle Rechteckamplitude des Ausgangs von IC 2 C steht somit über R 15 und D 2 zur Spitzenwertaufladung des Kondensators C 7 zur Verfügung. Hierdurch stellt sich am invertierenden (—) Eingang (Pin 13) des als Komparator arbeitenden IC 2 D ein höheres Potential ein als am nicht invertierenden (+) Eingang (Pin 12). Der Ausgang (Pin 14) liegt auf ca. 0 V.

Sobald ein Niederschlagsereignis auftritt, wird der Sensor hinreichend leitend, und der Kondensator C 6 liegt mit seinem Fußpunkt über den Sensor auf der Schaltungsmasse. Durch C 6 verursacht, tritt jetzt eine Mittelwertbildung der Rechteck-Ausgangsspannung des IC 2 C auf, und C 7 lädt sich nicht mehr auf den Spitzenwert, sondern lediglich auf eine erheblich niedrigere Spannung auf. Dieses auch an Pin 13 des IC 2 C anstehende

Potential ist nun niedriger als das Potential, das an Pin 12 ansteht, mit der Folge, daß der Ausgang (Pin 14) auf „High“-Potential (ca. $+7\text{V}$) wechselt zur Kennzeichnung eines Niederschlagsereignisses.

Ein wesentlicher Vorteil dieser Auswertung besteht in der Tatsache, daß durch den Sensor kein Gleichstromanteil fließen kann und somit elektrolytische Vorgänge, die die Kupferflächen des Sensors zerstören könnten, weitgehend ausgeschlossen sind.

Zum Ausgang (Pin 14) des IC 2 D ist ein 47Ω -Widerstand in Reihe geschaltet, um Schwingneigungen aufgrund größerer zu treibender Leitungslängen und der damit

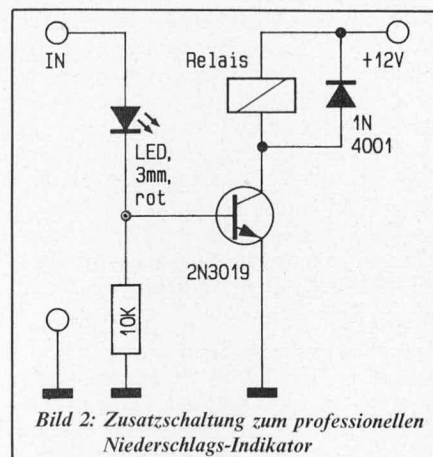


Bild 2: Zusatzschaltung zum professionellen Niederschlags-Indikator

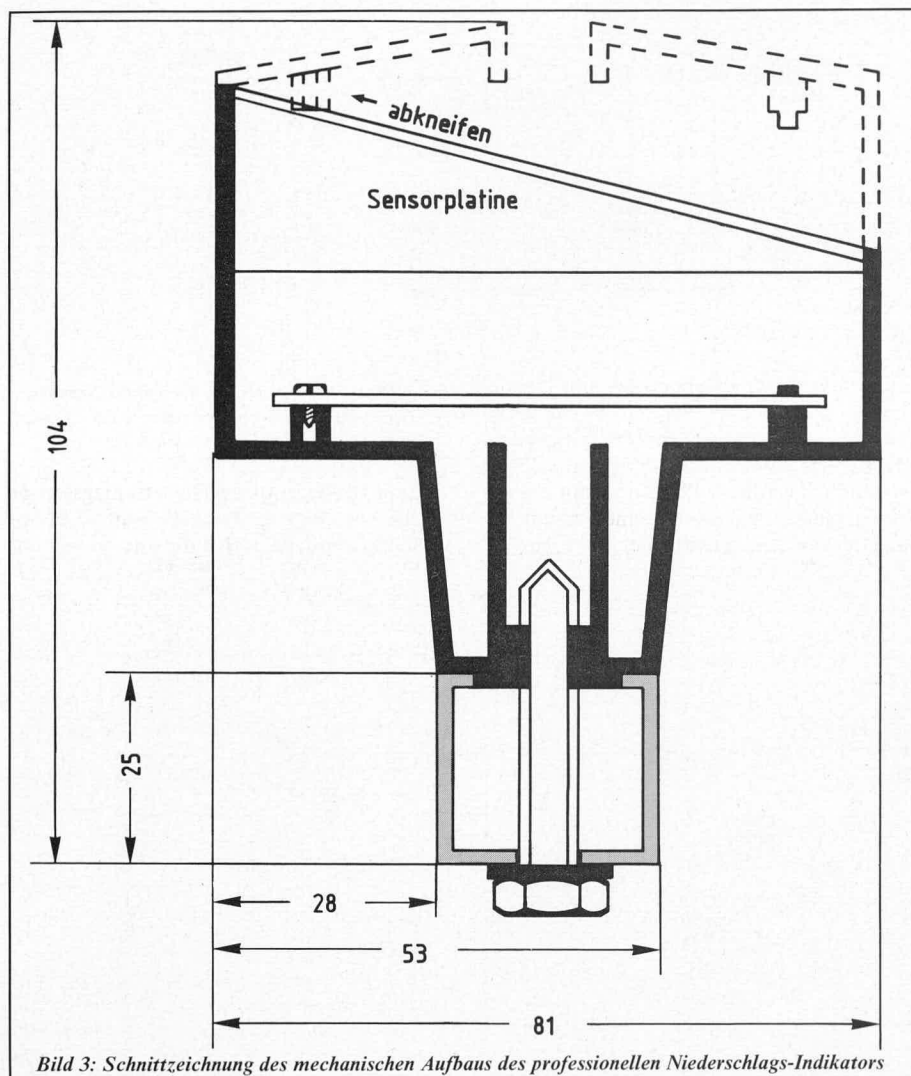


Bild 3: Schnittzeichnung des mechanischen Aufbaus des professionellen Niederschlags-Indikators

verbundenen kapazitiven Belastung zu unterdrücken.

Der Ausgangs-Steuerstrom kann ca. 20 mA betragen.

In Abbildung 2 ist eine kleine Zusatzschaltung gezeigt, die eine optische Auswertung über eine Kontroll-LED ermöglicht. Gleichzeitig kann mit einem Schalttransistor ein Relais angesteuert werden, dessen Kontakte für eine Vielzahl weiterer Schaltaufgaben einsetzbar sind. Darüber hinaus besteht selbstverständlich auch die Möglichkeit, Zähler- oder Uhrenbausteine zur Zeiterfassung der Niederschlagsdauer anzusteuern.

Zum Nachbau

Die gesamte in Abbildung 1 gezeigte Schaltung findet auf zwei übersichtlich gestalteten runden Platinen Platz. Die Elektronikplatine ist hierbei kreisrund, während die Sensorplatine leicht oval ist. Dies resultiert aus der Tatsache, daß sie leicht geneigt unter einem Winkel von ca. 12 Grad eingebaut wird. Der genaue Aufbau ist aus der in Abbildung 3 gezeigten Schnittzeichnung des Niederschlags-Indikators zu entnehmen. Im weiteren Verlauf dieser Beschreibung gehen wir hierauf noch näher ein.

Zweckmäßigerweise beginnen wir mit der Bestückung der beiden Leiterplatten. Anhand der Bestückungspläne werden zuerst die niedrigen und anschließend die höheren Bauelemente auf die Platinen gesetzt und auf

der Leiterbahnseite verlötet. Vor Beginn der Arbeiten empfiehlt es sich, diese Bauanleitung sorgfältig durchzuarbeiten, da auf einige im folgenden näher ausgeführte Besonderheiten zu achten ist.

Auf der leicht ovalen Sensorplatine werden acht Brücken, vier Lötstifte sowie die sechs Leistungswiderstände R 1 bis R 6 eingesetzt. Die Leistungswiderstände sollten in direktem mechanischen und thermischen Kontakt mit der Platinenoberfläche stehen und nicht auf Abstand gesetzt werden. Wer noch ein übriges tun möchte, kann zwischen Platinenoberseite und Leistungswiderständen etwas Wärmeleitpaste einfügen.

Der Temperatursensor TS 1 des Typs SAS 1000 wird mit zwei ca. 10 cm langen, flexiblen isolierten Leitungen versehen und direkt mittig zwischen die beiden Widerstände R 3 und R 4 eingebaut. Hierzu wird das Metallfähnchen des Sensors rechtwinklig abgebogen und unter einen der beiden Widerstände geklemmt. Das Metallfähnchen befindet sich jetzt direkt zwischen der Platine und dem betreffenden Widerstand, während der Kunststoff-Sensorkopf zwischen zwei Widerständen angeordnet ist und die Beinchen senkrecht nach oben weisen. Etwas Wärmeleitpaste ist auch hier hilfreich, zumal derjenige Widerstand, unter den das Fähnchen gesteckt wurde, jetzt nicht mehr direkt an der Leiterplatte anliegt. Auch dies kann durch etwas Wärmeleitpaste ausgeglichen werden.

An die Lötstifte werden ebenfalls ca. 10 cm lange flexible isolierte Zuleitungen angelötet. Die auf der Leiterbahnseite hervorstehenden Drahtüberstände der Widerstände, Brücken und Lötstifte werden kurz abgekniffen und zur Entschärfung der Schnittkanten ggf. mit feinem Schmirgelpapier geglättet. Es ist darauf zu achten, daß die Leiterbahnen, vor allem der Sensorflächen, nicht beschädigt werden.

Die zweite Leiterplatte, die die eigentliche Elektronik trägt, ist in gewohnter Weise ohne nennenswerte Besonderheiten fertigzustellen, wobei lediglich der Leistungstransistor T 1 sowie der Spannungsregler IC 1 liegend einzubauen sind.

Nachdem die Bestückung nochmals sorgfältig kontrolliert wurde, erfolgt die Verbindung beider Platinen über die sechs bereits an der Sensorplatine befestigten flexiblen isolierten Leitungen. Die beiden von den Leistungswiderständen kommenden Leitungen werden an die Platinenanschlüsse ST 1 und ST 3 gelötet und die beiden vom Temperatursensor TS 1 kommenden Leitungen an ST 6 und ST 7 auf der Elektronikplatine, wobei die Polarität keine Rolle spielt. Der Anschluß des Niederschlagsensors ist zwar nicht direkt polaritätsabhängig, jedoch ist es sinnvoll, den äußeren Sensor-kamm, der auch den inneren Bereich von Einflüssen der beiden Anschlußstreifen der Leistungswiderstände abschirmt, mit der Schaltungsmasse (ST 5) zu verbinden, während der innere Kamm des Niederschlags-sensors, der über die Brücken miteinander Verbindung erhält, an ST 4 zu legen. Jetzt kann ein erster Funktionstest vorgenommen werden, indem die Schaltung über ST 1 (+ 12 V) und ST 2 (Masse) mit der Versorgungsspannung verbunden wird. Der Temperatursensor TS 1 darf sich dabei nicht aus seiner zunächst noch etwas ungeschützten mechanischen Position herausbewegen.

Unmittelbar nach dem Einschalten wird den Leistungswiderständen R 1 bis R 6 eine verhältnismäßig große Energie zugeführt, die bereits nach einigen Sekunden über TS 1 zurückerregelt wird, so daß sich an der Niederschlags-Sensorfläche eine Temperatur von 40° C bis 50° C einstellt.

Der Ausgang ST 8 muß, bezogen auf die Schaltungsmasse (ST 2), ca. 0 V führen. Wird jetzt ein Wassertropfen auf die Sensorfläche gebracht, muß der Ausgang ST 8 auf „High“-Potential springen (+ 7 V).

Sicherheitshalber kann mit einem Oszilloskop die Oszillatorfrequenz an Pin 8 des IC 2 C überprüft werden. Sie sollte zwischen 70 Hz und 120 Hz liegen.

Ist der Funktionstest zur Zufriedenheit ausgefallen, kann mit dem weiteren mechanischen Zusammenbau fortgefahren werden.

Die Anschlüsse der Sensorplatine werden zunächst wieder von der Elektronikplatine abgelötet, wobei sich eine sorgfältige Kennzeichnung empfiehlt, um die spätere Zuordnung leicht wiederzufinden. Anschließend wird die Sensorplatine mit der Leiterbahnseite nach unten weisend in die auf dem Kopf liegende Sensorgehäuseoberschale gelegt, so daß sich eine Position entsprechend der Abbildung 3 dieser Platine ergibt. Dieje-

nige Seite des Niederschlags-Sensors, die mit Brücken verbunden ist, taucht hierbei am weitesten in die Gehäusehalbschale ein, d. h. im späteren Einsatz, wenn dieser Teil auf die Unterhalbschale aufgesetzt wurde, stellen die Brückenverbindungen den höchsten Sensorpunkt dar, und das Regenwasser kann nach unten in Richtung offene Kammseite ablaufen.

Damit die Sensorplatine möglichst tief in der Gehäuseoberhalbschale liegt, sind störende Befestigungsrippel am Gehäusekopf abzukneifen.

Nachdem die Position der Sensorplatine genau festliegt, wird die Platine nochmals aus der Gehäuseoberhalbschale herausgenommen und der Platinenrand mit Zweikomponentenkleber eingestrichen, um dann die Platine wieder in die korrekte Position ins Gehäuse zu bringen. Von der jetzt noch sichtbaren Bestückungsseite wird weiterer Zweikomponentenkleber im Randbereich sparsam aufgebracht sowie zusätzlich in dem Durchführungsbereich der beiden Kunststoff-Befestigungstifte, so daß sich nach dem Aushärten des Klebers eine waserdichte Fläche ergibt. Dies ist eine wesentliche Voraussetzung, um anschließend die Gehäuseoberhalbschale im Bereich der Bestückungsseite (mit den Leistungswiderständen) vollständig zu vergießen. Ein kleinerer Randbereich muß freibleiben, damit die Gehäuseoberhalbschale später noch einwandfrei in den Randabsatz der Gehäuseunterhalbschale eingesetzt werden kann.

Ist die Vergußmasse nach ca. 24 Stunden vollständig ausgehärtet, kann mit einer Trennscheibe oder ersatzweise einer Schleifscheibe oder auch einem sehr scharfen Messer der in Abbildung 3 gestrichelt eingezeichnete Teil der Gehäuseoberhalbschale entfernt und die Kanten im Leiterplattenbereich sauber verschliffen werden. Es empfiehlt sich hierzu allerdings zur besseren Handhabung, diesen Arbeitsgang erst dann auszuführen, wenn Ober- und Unterhalbschale bereits miteinander verschraubt wurden.

Wenden wir uns als nächstes dem Aufbau der Elektronikplatine innerhalb der Gehäuseunterhalbschale zu. An der Unterseite des betreffenden Gehäuseteils befinden sich sechs im Kreis um die Mittelbohrung angeordnete Durchführungen mit einem Durchmesser von 1,2 mm. Davon sind drei Bohrungen, soweit erforderlich, mit einem entsprechenden Bohrer aufzuweiten, damit die beiden isolierten Zuleitungen sowie die Abschirmung ca. 10 cm weit hindurchgeführt werden können. Es folgt der Anschluß an die Elektronikplatine (die beiden Innenadern an ST 1 und ST 8, Abschirmung an ST 2/Masse). Im Durchführungsbereich des Gehäusebodens erfolgt jetzt eine Abdichtung mit Zweikomponentenkleber, um anschließend die Elektronikplatine mit zwei Knipping-Schrauben 2,9 x 6 mm in der Gehäuseunterhalbschale festzusetzen. Jetzt sind die Verbindungsleitungen von der Sensorplatine wieder an der Elektronikplatine anzulöten.

Die Montage des Niederschlags-Indikators wird zweckmäßigerweise an einem 50 cm langen Vierkant-Edelstahl-Träger mit einem

Querschnitt von 25 mm x 25 mm vorgenommen, wie dies auch aus der Abbildung 3 hervorgeht. Hierfür steht ein bereits mit allen Aussparungen einschließlich Mastbefestigungshalterung vorbereiteter Edelstahl-Träger zur Verfügung, der zur Aufnahme von zwei Gehäusen vorgesehen ist, ähnlich wie bei den Meßaufnehmereinheiten für Windrichtung- und Windgeschwindigkeit für die Wetterstation WS 7000 („ELV journal Nr. 42 bis 44), nur mit dem Unterschied, daß der für den Niederschlags-Indikator verwendete Edelstahl-Träger die halbe Länge besitzt. Der zweite Befestigungsplatz kann entweder freibleiben oder mit einem Leergehäuse versehen werden, in das z. B. Feuchte-, Temperatur- oder Helligkeitssensoren eingebaut werden können. Selbstverständlich ist dieser Platz auch mit einem Windgeschwindigkeitsaufnehmer bestückbar. Hier sind den individuellen Möglichkeiten kaum Grenzen gesetzt.

Die Zuleitung wird in den Edelstahl-Träger hineingezogen und entweder an einer der beiden Stirnseiten oder aber durch eine weitere Bohrung ungefähr in der Mitte über eine Zugentlastung herausgeführt.

Die Befestigung der soweit vorbereiteten Gehäuseunterhalbschale erfolgt mit einer Knippingschraube 5,5 x 38 mm, deren Länge so bemessen ist, daß die Einschraubtiefe in das Gehäuseunterteil 10 bis 15 mm beträgt unter Berücksichtigung des Querschnittes des Vierkant-Edelstahl-Trägerrohres.

Ist die gesamte Konstruktion soweit fertiggestellt, empfiehlt sich ein erneuter Testbetrieb. Ist dieser zur Zufriedenheit ausgefallen, wird bei noch nicht aufgesetztem Gehäuseoberteil das Gehäuseunterteil einschließlich Leiterplatte und Leitungszuführungen vergossen. Die Füllhöhe wird so bemessen, daß die Gießharzschicht ca. 5 mm unterhalb der Oberkante des Gehäuseunterteils stoppt. Nach Aushärten der Vergußmasse wird das Gehäuseoberteil mit zwei Schrauben 2,9 x 32 mm mit dem Unterteil fest verschraubt. Danach erfolgt, wie bereits beschrieben, das Entfernen der in Abbildung 3 gestrichelt eingezeichneten Kunststoffteile, damit die Niederschlags-Sensorfläche freiliegt.

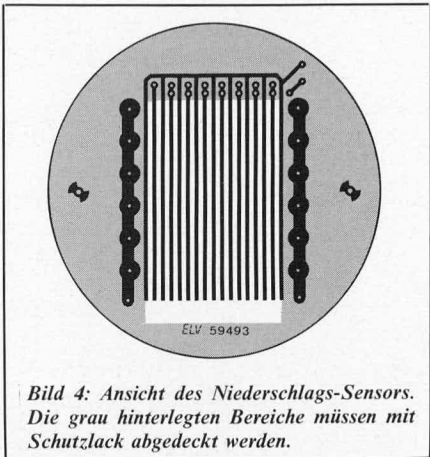


Bild 4: Ansicht des Niederschlags-Sensors. Die grau hinterlegten Bereiche müssen mit Schutzlack abgedeckt werden.

Damit der eigentliche Niederschlagssensor nicht von einem störenden Stromfluß beeinträchtigt wird, der sich durch die beiden Anschlußleiterbahnen für die Heizwiderstände ergeben könnte, ist es erforderlich, diesen Bereich mit einer haltbaren Schutzschicht abzudecken. In Abbildung 4 ist der zu schützende Bereich hellgrau hinterlegt. Zweckmäßigerweise wird die eigentliche Sensorfläche, die freibleiben muß, mit Tesafilm sorgfältig abgeklebt, um anschließend die gesamte Platine mit Zweikomponentenlack oder ersatzweise mit mehreren Schichten Lötstopplack zu überziehen. Nach Aushärten des Lackes und Entfernen der Tesafilmstreifen steht dem Einsatz dieses professionellen Niederschlags-Indikators nichts mehr im Wege.

Die gesamte Konstruktion wird so angeordnet, daß sich die Möglichkeit ergibt, die Sensorfläche regelmäßig, d. h. mindestens einmal wöchentlich zu reinigen, ohne dafür z. B. das Dach besteigen zu müssen.

Für einen langfristigen und sicheren Betrieb empfiehlt es sich, das Trägerrohr ebenfalls mit Gießharz auszufüllen.

Die Montage kann ähnlich wie bei einer Rundfunk- oder Fernsehantenne an einem Mast erfolgen. Zwei u-förmig gebogene Befestigungsschellen mit sägezahnförmigen Aussparungen sorgen für einen sicheren Halt des Trägerrohres am Antennenmast. Die genaue Montage ist aus der Skizze in Bild 5 zu ersehen.

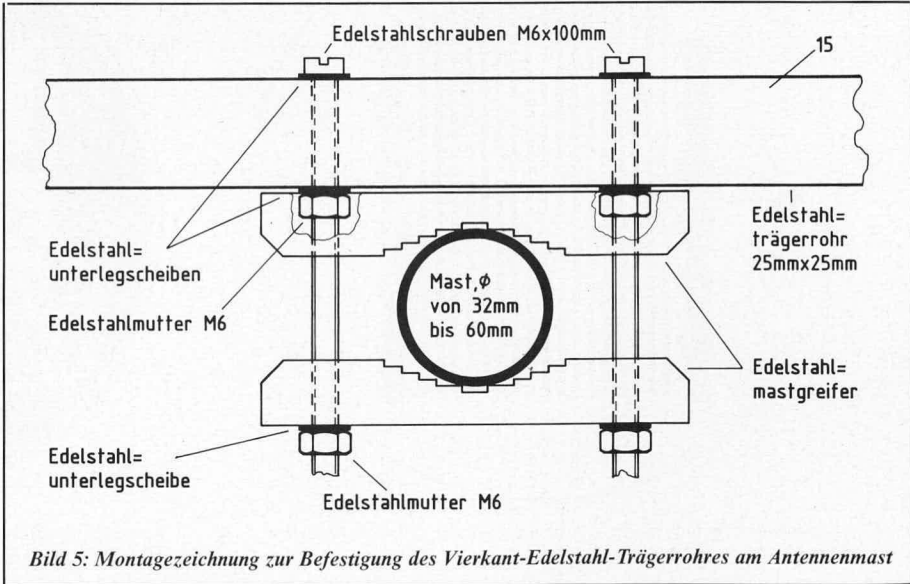
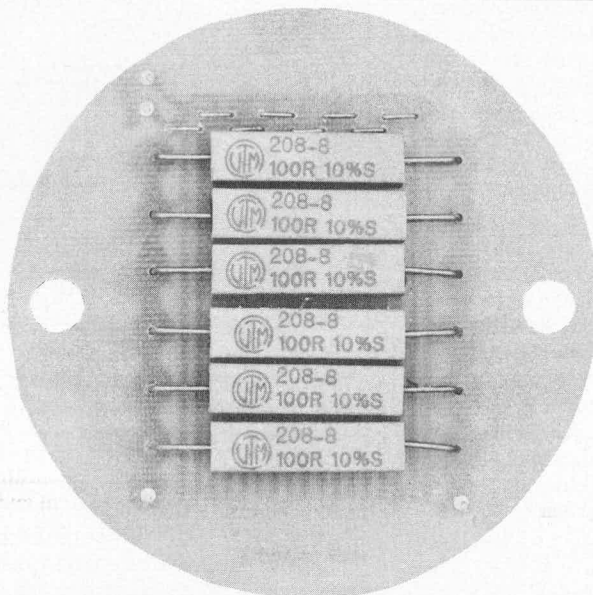
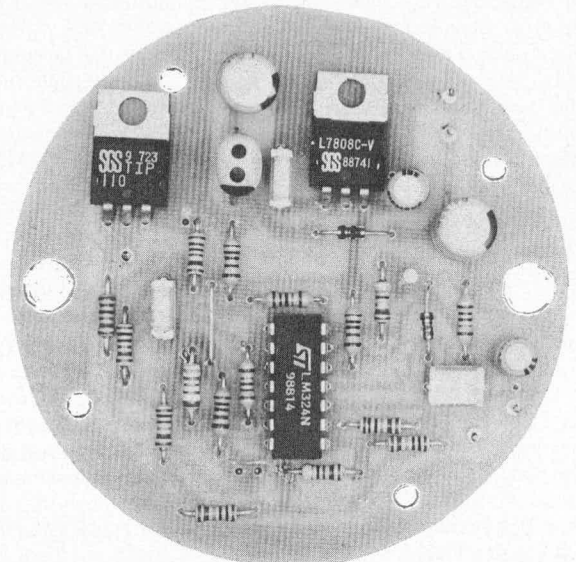


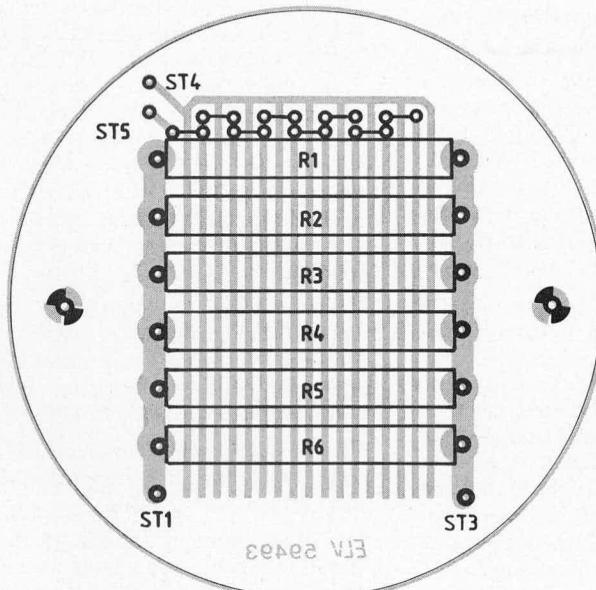
Bild 5: Montagezeichnung zur Befestigung des Vierkant-Edelstahl-Trägerrohres am Antennenmast



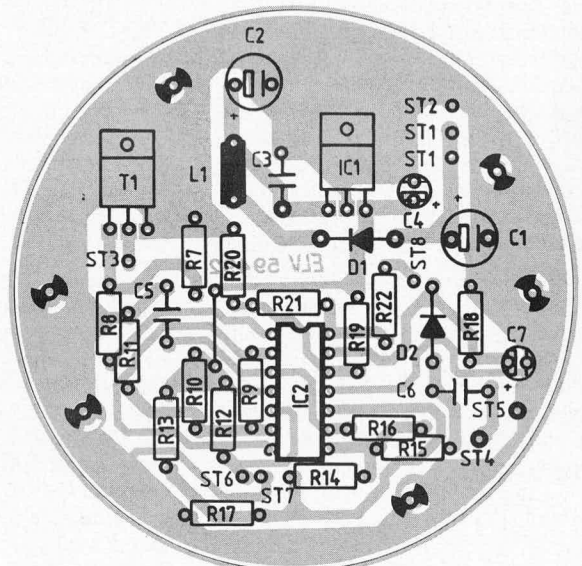
Ansicht der fertig bestückten Niederschlagssensor-Platine des professionellen Niederschlags-Indikators



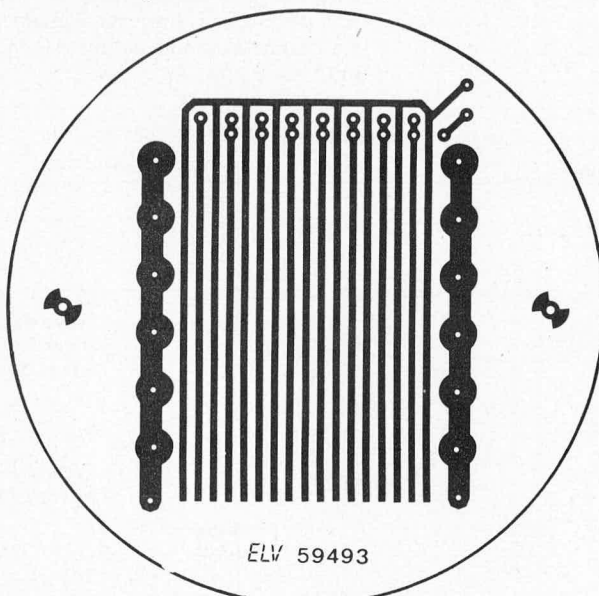
Ansicht der fertig bestückten Elektronikplatine des professionellen Niederschlags-Indikators



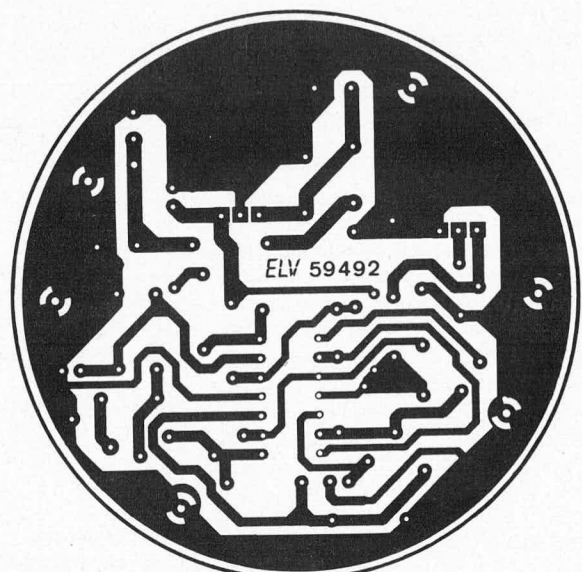
Bestückungsseite der Niederschlagssensorplatine des professionellen Niederschlags-Indikators



Bestückungsseite der Elektronikplatine des professionellen Niederschlags-Indikators



Leiterbahnseite der Niederschlagssensorplatine des professionellen Niederschlags-Indikators



Leiterbahnseite der Elektronikplatine des professionellen Niederschlags-Indikators

Stückliste:
Niederschlags-Indikator

Widerstände

47 Ω	R 22
100 Ω/5 W	R 1-R 6
1 kΩ	R 7, R 8
10 kΩ	R 11, R 12, R 19
12 kΩ	R 20
47 kΩ	R 14
82 kΩ	R 10
100 kΩ	R 13, R 15-R 17
1 M Ω	R 9, R 18, R 21

Kondensatoren

47 nF	C 3, C 5
330 nF	C 6
1 µF/16 V	C 7
10 µF/16 V	C 4
100 µF/16 V	C 1, C 2

Halbleiter

7808	IC 1
LM324	IC 2
TIP110	T 1
1 N4148	D 1, D 2

Sonstiges

51 µH Spule	L 1
SAS1000	TS 1
12 Lötstifte	
40 cm flexible Leitung	
3 m 2adrige Leitung 0,3 mm ²	
1 Windaufnehmer-Gehäuseunterteil	
1 Windaufnehmer-Gehäuseoberteil	
2 Knippingschrauben 2,9 x 6 mm	
2 Knippingschrauben 2,9 x 32 mm	
1 Gießharz	

Der Aufstellungsort

Um eine frühzeitige Verschmutzung der Sensorfläche zu vermeiden, sind einige wesentliche Regeln bezüglich des Aufstellungsortes zu berücksichtigen.

Die Anordnung sollte möglichst frei, in einer Höhe von ungefähr 1,5 m, stehen, auf keinen Fall jedoch unter Bäumen sowie in unmittelbarer Nähe von höheren Objekten.

Günstig ist ein Abstand, der mindestens so weit vom nächstgelegenen Busch, Baum oder Haus entfernt ist, wie das betreffende Objekt hoch ist. Hierdurch ergibt sich ein guter Schutz vor allerlei Kleintier wie auch vor Vogelmist o. ä. Die Wartung wird dadurch auf ein Minimum beschränkt. Ist solch ein idealer Aufstellort nicht zu finden, muß ggf. die Reinigung entsprechend öfter vorgenommen werden.