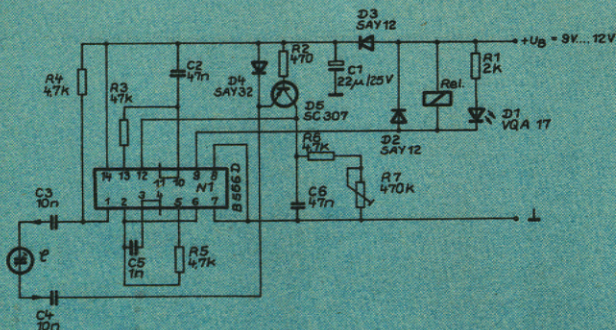


## Elektronikbausatz 36



# Inhaltsverzeichnis

1. Physikalische Grundlagen	3
2. Schaltungsbeschreibung, technische Daten	4
3. Anwendungsbeispiele	7
4. Aufbau und Inbetriebnahme des Bausteins	8
5. Inhalt des Bausatzes	14
6. Literaturhinweise	15

# **Liebe Bastler und Elektronikamateure!**

Mit dem Bausatz „Feuchteindikator“ steht Ihnen erstmalig ein vielseitig einsetzbarer, moderner elektronischer Feuchtesensor zur Verfügung.

Der Feuchteindikator stellt vom Typ einen Leitfähigkeitsfühler dar, der als aktives hygroskopisches Dielektrikum eine Polymerbeschichtung besitzt.

Geeignet ist der Feuchteindikator für Regelungen der relativen Luftfeuchte im Bereich von 65 bis 100 Prozent.

Der Feuchteindikator ist ein „intelligenter Sensor“, das heißt, feuchteaktiver Sensor und elektronische Auswerteschaltung sind in einer Baugruppe vereinigt. Insgesamt stellt der Feuchteindikator einen präzise arbeitenden, robusten und dabei von der Konzeption sehr einfachen Baustein dar.

Daraus ergeben sich eine Vielzahl von Anwendungen im häuslichen und Hobby-Bereich.

Alle zum Aufbau und zur Inbetriebnahme des Bausteins erforderlichen Bauelemente einschließlich der strukturierten Leiterplatte sind in der Schachtel enthalten. Vor dem Aufbau des Feuchteindikators sind die im Anleitungsheft gegebenen Hinweise zu beachten.

Wir wünschen Ihnen viel Freude und Erfolg beim Aufbau und Einsatz des Feuchteindikators.

Ihr  
VEB Halbleiterwerk  
Frankfurt (Oder)

## 1. Physikalische Grundlagen:

### Dampfdruck, absolute und relative Luftfeuchtigkeit, Taupunkt

Als Luftfeuchte wird nur der *unsichtbar* in der Luft gelöste Wasserdampf bezeichnet. Die flüssigen Tröpfchen des Nebels und der Wolken werden nicht als Luftfeuchtigkeit bezeichnet.

Die Wasserdampfmoleküle der Luft üben, wie alle übrigen Bestandteile der Luft, einen Teildruck (Partialdruck) aus. Dieser Druckanteil des Wasserdampfes wird *Dampfdruck* genannt. Sein Wert stimmt bei mittleren Temperaturen zahlenmäßig sehr genau mit der Menge des in der Luft gelösten Wassers überein, so daß er als Maß für die tatsächliche vorhandene oder „absolute Feuchtigkeit“ genutzt werden kann.

#### *Absolute Feuchtigkeit:*

Ist diejenige Menge Wasserdampf in g, die in einem m<sup>3</sup> Luft vorhanden ist. Sie ist unabhängig von der Temperatur.

#### *Maximale Feuchtigkeit:*

Ist diejenige Menge Wasserdampf in g, die in einem m<sup>3</sup> Luft maximal enthalten sein kann; sie ist sehr stark von der Temperatur abhängig.

#### *Relative Feuchtigkeit:*

Gibt an, wieviel Prozent der maximal möglichen Feuchtigkeit in der Luft wirklich vorhanden sind; sie ist also gleich der absoluten Feuchtigkeit, ausgedrückt in Prozenten der maximal möglichen Feuchtigkeit.

Infolge der großen Temperaturabhängigkeit der maximalen Feuchtigkeit ändert sich auch die relative Feuchtigkeit mit der Temperatur sehr stark.

Bei steigender Temperatur sinkt sie, bei sinkender Temperatur steigt sie. Bei Sättigung beträgt sie schließlich 100 Prozent.

Ein Ansteigen über 100 Prozent ist nicht möglich.

### ***Taupunkt:***

Ist diejenige Temperatur, bei der die relative Feuchte auf 100 Prozent (Sättigung) angestiegen ist, wobei die absolute Feuchte konstant bleibt.

Sinkt die Temperatur unter den Taupunkt, scheidet sich Wasser in flüssiger oder fester Form aus (Nebel, Reif), wobei die absolute Feuchte sinkt.

Für die meisten Vorgänge ist nicht die absolute Feuchtigkeit von Bedeutung, sondern die relative, und zwar in folgender Bewertung:

90 ... 100 %	sehr feucht	Einsatzbereich des Feuchte- indikators
80 %	feucht	
60 ... 70 %	normal	
40 ... 50 %	trocken	
30 %	sehr trocken	

## **2. Schaltungsbeschreibung, technische Daten**

Ein feuchteempfindlicher Meßfühler, ein Standardsignalgenerator, ein Signalformwandler und ein Schaltverstärker sind als Baugruppe auf einer kupferkaschierten Leiterplatte untergebracht.

Der Meßfühler besteht aus zwei spiralförmig zueinander verlaufenden, aus der kupferkaschierten Leiterplatte gefertigten Elektroden mit einer Kapazität von etwa 10 pF. Durch Auftragen einer hygroskopischen Plastdispersion (Polymer) erhält der Meßfühler die notwendige Empfindlichkeit. Der elektrische Scheinwiderstand des Meßfühlers ändert sich infolge der Diffusion von Wassermolekülen und Ionenaustauschvorgängen in der Polymerschicht. Er erreicht den geringsten Wert beim Betauen (100 Prozent relative Feuchte).

Das Herz der Elektronik ist der Doppeltimer-Schaltkreis B 556 D. (Siehe Bild 1)

Ein Timer des Schaltkreises bildet mit minimaler Beschaltung (C5, R5, R4, C3) den Impulsgenerator, der ein Standardsignal (Rechtecksignal ca. 90 KHz symmetrisch) auf den Meßfühler speist.

Der andere Timer ist als Trigger beschaltet und bildet den Schaltverstärker für das Relais.

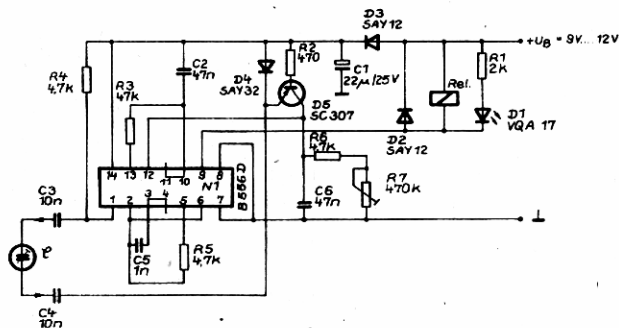
Die LED D1 signalisiert zusätzlich das Schalten des Relais. Der Trigger wird vom Signalformwandler angesteuert, dessen aktives Element der pnp-Transistor SC 307 in Basisschaltung ist.

In Abhängigkeit von der relativen Feuchte läßt der Meßfühler nur einen Teil des möglichen Impulswechselstromes zum Transistor durch (Gepulstes analoges Signal; Gleichspannungsanteile werden durch C3 und C4 abgeblockt).

Der Transistor wird durch die negativen Flanken gesteuert, während die positiven Flanken durch die Diode D4 abgeleitet werden. Nur so kann über den Meßfühler und die Kondensatoren C3 und C4 der Steuerstrom fließen.

Der pulsförmige Kollektorstrom des Transistors lädt den Integrationskondensator C6. Diesem ist die Widerstandskombination R6+R7 parallelgeschaltet. Der Kondensator wird also neben der periodischen Ladung auch ständig entladen. (Zeitglied 1. Ordnung; T1-Glied)

Die Gleichspannung über dem T1-Glied ist die Abbildungsgröße der relativen Feuchte. Erreicht sie  $\frac{2}{3} U_B$ , so wird durch den Trigger das Relais geschaltet.



**Bild 1** Schaltung

Das T1-Glied ermöglicht die Einstellung der Empfindlichkeit (relative Feuchte, bei der das Relais anzieht).

Wird der Wert von R7 verringert, muß durch größere Feuchte ein größerer Impulswechselstrom fließen, damit über dem T1-Glied die Triggerschwelle  $2/3 U_B$  erreicht wird.

### Technische Daten der Schaltung:

Betriebsspannung:

$U_B = 9 \text{ V} \dots 12 \text{ V}$

Stromaufnahme (eingeschaltet):

$I_{\text{Bon}} \leq 40 \text{ mA}$

Stromaufnahme (ausgeschaltet):

$I_{\text{Boff}} \leq 20 \text{ mA}$

max. Schaltleistung des Relais:

12 W (Gleichspannung)

30 VA (Wechselspannung)

Empfindlichkeitsbereich:

65 ... 100 %

relative Luftfeuchtigkeit (bei  $U_B = 12 \text{ V}$ )

### 3. Anwendungsbeispiele

Im Gartenbau kann der Feuchteindikator automatisch Luftbefeuchtungs- und Lüftungsanlagen z. B. in Gewächshäusern und in Obst- und Gemüselagern steuern.

Der Einsatz des Feuchteindikators wäre auch bei der Bauwerksanierung zum Austrocknen feuchter Keller o. ä. denkbar, indem er Lüfter und/oder Heizungen ansteuert.

In Garagen kann ebenso für das schnelle Trocknen der abgestellten PKW gesorgt werden. Das verhindert die gefürchtete starke Korosion der Karosserien.

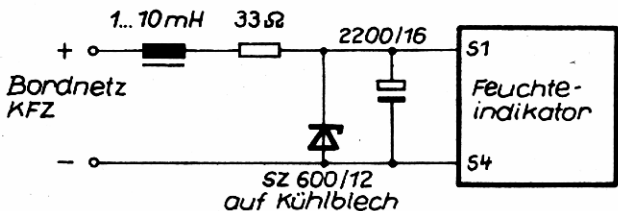
Der Meßfühler kann auch von der Elektronikbaugruppe abgesetzt betrieben werden. (Trennung an Perforation, Bild 3)

So kann der PKW-Besitzer eine interessante Anwendung realisieren: Der Meßfühler wird an die Innenseite der Windschutzscheibe geklebt (z. B. mit HELAPOX) und steuert beim Beschlagen der Scheibe automatisch das Gebläse. Beim Einbau des Feuchteindikators in ein Kraftfahrzeug sind die gültigen Sicherheitsbestimmungen zu beachten. Außerdem ist die Schaltung vor den im KFZ-Bordnetz auftretenden Störimpulsen bzw. Überspannungen sowie vor kurzzeitigen Spannungseinbrüchen zu schützen. Dazu eignet sich die im Bild 2 dargestellte Schutzbeschaltung.

In elektrischen Innenraumanlagen und Geräten ist die Überwachung von Klimabedingungen durch den Feuchteindikator möglich.

In Lagern kann der Feuchteindikator der automatischen Steuerung von Klimatisierungs- und Sicherheitseinrichtungen dienen, z. B. zum Schutz vor Betauung oder dem Austreten von Dampf und Wasser aus Heizungssystemen.





**Bild 2** Schutzbeschaltung für Anwendung im KFZ

Ein weiterer Anwendungsfall wäre auch die automatische Steuerung der Lüftung und/oder Heizung von Wäschetrocknräumen durch den Feuchteindikator.

#### 4. Aufbau und Inbetriebnahme des Bausteins

Beim Aufbau der Schaltung ist mit Sorgfalt vorzugehen. Sie benötigen folgende Werkzeuge:

- 1 Feinlötkolben (max. 40 W)
- 1 Flachzange
- 1 Seitenschneider
- 1 Pinzette

Die vorgefertigte Leiterplatte ist entsprechend dem Bestückungsplan, nach Bild 3, mit Bauelementen zu versehen. Zum Einlöten der Bauelemente ist Lötzinn mit Kolophonium zu verwenden.

### **ACHTUNG!**

Keine aggressiven Flußmittel (Lötfett, Lötwasser) benutzen!

Beim Einlöten der Bauelemente ist die Wärmebelastung auf ein Mindestmaß zu beschränken. Die Polarität des Elyt-Kondensators und der Dioden ist zu beachten. Siehe auch dazu Anschlußbelegung einiger ausgewählter Bauelemente im Bild 4.

### **ACHTUNG!**

Der Sensorteil der Leiterplatte ist speziell polymerbeschichtet, Verunreinigungen jeder Art, mechanische Beschädigungen und thermische Belastungen sind bei Montage und Betrieb auszuschließen.

Beim Aufbau der Variante mit abgesetztem Meßfühler ist die Trennung des Meßfühlers vom Elektronikteil vorsichtig an der Perforation vor dem Bestücken vorzunehmen. Auf der Leiterplatte sind Bohrungen für Drahtschlaufen zur Zugentlastung der Meßleitung vorgesehen. Die Verbindung von Meßfühler mit dem Elektronikteil ist über eine geschirmte Meßleitung geringer Kapazität von maximal 50 cm Länge vorzunehmen. Die Adern der Meßleitung werden dazu an die Lötungen L1 und L2 angelötet (Bild 3). Der Schirm ist entsprechend mit  $\perp$  (S4) zu verbinden.

Nachdem die Leiterplatte optisch auf Lötbrücken und ordnungsgemäßen Aufbau geprüft wurde, kann die Schaltung durch Anschließen von  $+U_B$  an S1 und  $\perp$  an S4 in Betrieb genommen werden.

S2 und S3 dienen als Schaltausgang des Relais.

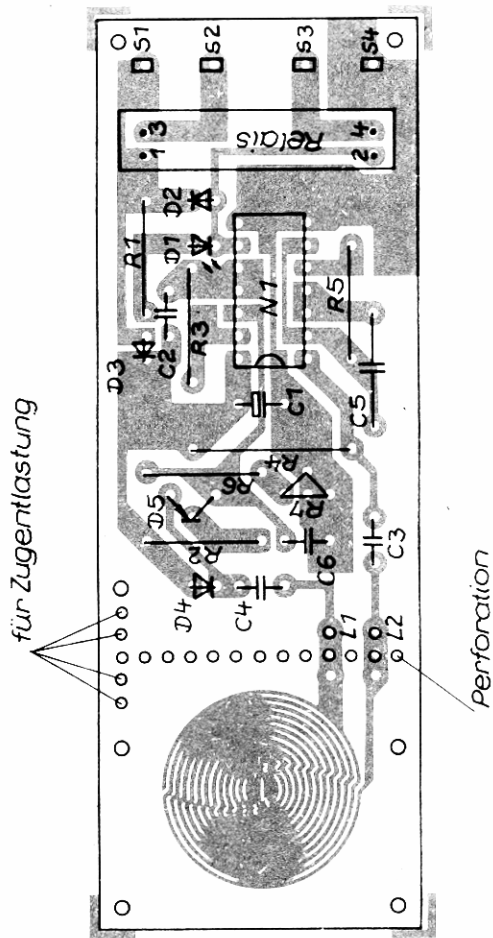


Bild 3 Bestückungsplan

### **ACHTUNG!**

Das Relais darf nur mit Sicherheitskleinspannung betrieben werden.

Schalten von Netzwechselspannung 220 V ist **nicht** zulässig!

Durch Variation des Einstellreglers R7 ist nun die Schaltung zu kalibrieren.

Der Einstellregler R7 kann wahlweise gegen eine Dick-schichtregler mit Spindel (470 KOhm) ausgetauscht werden, der feineres Einstellen ermöglicht. Dadurch wird die Elektronikbaugruppe außerdem harzvergießbar.

### **Kalibrierung**

Kalibriert werden kann der Feuchteindikator durch Vergleichsmessung mit präzisen Feuchtemeßgeräten, wie z. B. Aspirationspsychrometer, Taupunkthygrometer oder durch Einbringung des Meßfühlers in ein Hygrostat nach TGL 16756.

Hygrostate sind geschlossene, wärmeisolierte Gefäße mit einer bestimmten gesättigten Salzlösung, über deren Flüssigkeitsspiegel sich eine Atmosphäre definierter, konstanter Luftfeuchte ausbildet. Über Lösungen verschiedener Salze bilden sich verschiedene relative Feuchten. (TGL 16756)

Ein Hygrostat für eine Feuchte von 75 Prozent kann man sich sehr leicht in einer Rahmbutterdose, die mit Schaumpolyesterol ummantelt wird und eine gesättigte Kochsalzlösung enthält (wäßriger Speisesalzbrei), selbst anfertigen.

Durch einen Schlitz im Dosendeckel wird der Meßfühler dieser konstanten Feuchte etwa 10 Minuten ausgesetzt und dann der

Ableich mit R7 durchgeführt bis D1 aufleuchtet. Jetzt ist der Feuchteindikator auf 75 Prozent relative Luftfeuchte kalibriert.

**VORSICHT!**

In keinem Fall darf der Meßfühler in die Salzlösung eintauchen oder mit Salzlösung bespritzt werden, da er sonst unbrauchbar wird (Neubeschichtung mit Polymer erforderlich!).

**Gehäuse**

Die Elektronikbaugruppe ist möglichst vor Feuchtigkeit geschützt in einem Gehäuse unterzubringen.

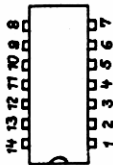
Als rationellste Gehäuselösung wird das Vergießen der vorher geprüften Elektronikbaugruppe in PUR-Harz empfohlen. Als Form ist eine Faltschachtel aus Karton anzufertigen, die den Maßen der Leiterplatte entspricht.

Für den Meßfühler und die Anschlußleitungen sind Durchführungen vorzusehen, die nach Anbringung mit PVAC-Kleber abgedichtet werden müssen (Verhinderung des Austretens von ungehärtetem PUR-Harz).

Die Einstellschraube von R7 sowie die LED D1 sind vor dem Vergießen durch Abdeckungen zu schützen.

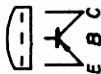
Nach dem Vergießen der oben offenen Form und dem Aushärten des Harzes wird die Papierform mit Wasser aufgeweicht und entfernt. Der Meßfühler darf dabei nicht benetzt werden (eventuell Schutzhülle verwenden).

B 556 D

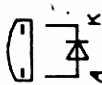


- 1 - Ausgang für Entladung 1. System
- 2 - Eingang des Schwellenwert-schalters 1. System
- 3 - Kontrollspannung 1. System
- 4 - Rücksetzeingang 1. System
- 5 - Ausgang, 1. System
- 6 - Triggereingang 1. System
- 7 - Masse
- 8 - Triggereingang 2. System
- 9 - Ausgang 2. System
- 10 - Rücksetzeingang 2. System
- 11 - Kontrollspannung 2. System
- 12 - Eingang des Schwellenwert-schalters 2. System
- 13 - Ausgang für Entladung
- 14 - Betriebsspannung

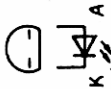
SC 307



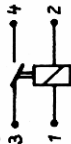
SAY 32  
SAY 12



VQA 17



RGK 20/1-1/112/01



(Bauelemente bis auf den Schaltkreis  
von unten gesehen)

**Bild 4** Anschlussbelegung ausgewählter Bauelemente

## 5. Inhalt des Bausatzes

R1:	SWF 2.0 KOhm
R2:	SWF 470 Ohm
R3:	SWF 47 KOhm
R4, R5, R6:	SWF 4.7 KOhm
R7:	SWV470 KOhm
C1:	Elko 22 $\mu$ F/25 V
C2, C6:	Scheibenkondensator 47 nF/63 V
C3, C4:	Scheibenkondensator 10 nF/63 V
C5:	Polykondensator 1 nF/250 V
D1:	LED VQA 17
D2, D3:	Diode SAY 12
D4:	Diode SAY 32
D5:	Transistor SC 307 d
N1:	IS B 556 D
	Relais RGK 20/1-1/112/01
	4 Stecklötösen 1G1/10
	Leiterplatte EB 36

## 6. Literaturhinweise

- Jubisch, H.:* „Klimaschutz elektronischer Geräte“  
VT Berlin 1965
- Jordan, Fr.-K.:* „Raumheizung, Raumluft, Behaglichkeit – Magazin für Haus und Wohnung 5/86 S. 167
- Brabandt, L.;*  
*Kowalke, J.:* „Taupunktinitiator zum Schalten von Klimatisierungs- und Sicherheitseinrichtungen“ WPDD 240264
- Böpple, S.:* „Luftzirkulation in Kleingaragen“  
Der Deutsche Straßenverkehr  
4/86 S.19

Applikationsheft des HFO Nr. 33 „Zeitgeber-IS B 555 D,  
B 556 D“

Anleitungsheft EB 11 „Zeitgeberschaltung B 555 D“



## Farbkode für Widerstände

Farbe	1. Ring	2. Ring	3. Ring	4. Ring
silber	—	—	$10^{-2}$	$\pm 10\%$
gold	—	—	$10^{-1}$	$\pm 5\%$
schwarz	—	0	$10^0$	—
braun	1	1	$10^1$	$\pm 1\%$
rot	2	2	$10^2$	$\pm 2\%$
orange	3	3	$10^3$	—
gelb	4	4	$10^4$	—
grün	5	5	$10^5$	—
blau	6	6	$10^6$	—
violett	7	7	$10^7$	—
grau	8	8	$10^8$	—
weiß	9	9	$10^9$	—
keine	—	—	—	$\pm 20\%$

**Kooperationspartner  
für Bausatz „Feuchteindikator“**

**VEB Energiekombinat Frankfurt (Oder)  
Abteilung Mikroelektronik**

**Herbert-Jensch-Straße 22**

**☎ Telefon 36 27 32**

**Frankfurt (Oder)**

**1200**

**vob halbleiterwerk frankfurt/oder**  
betrieb im vob kombinat mikroelektronik

