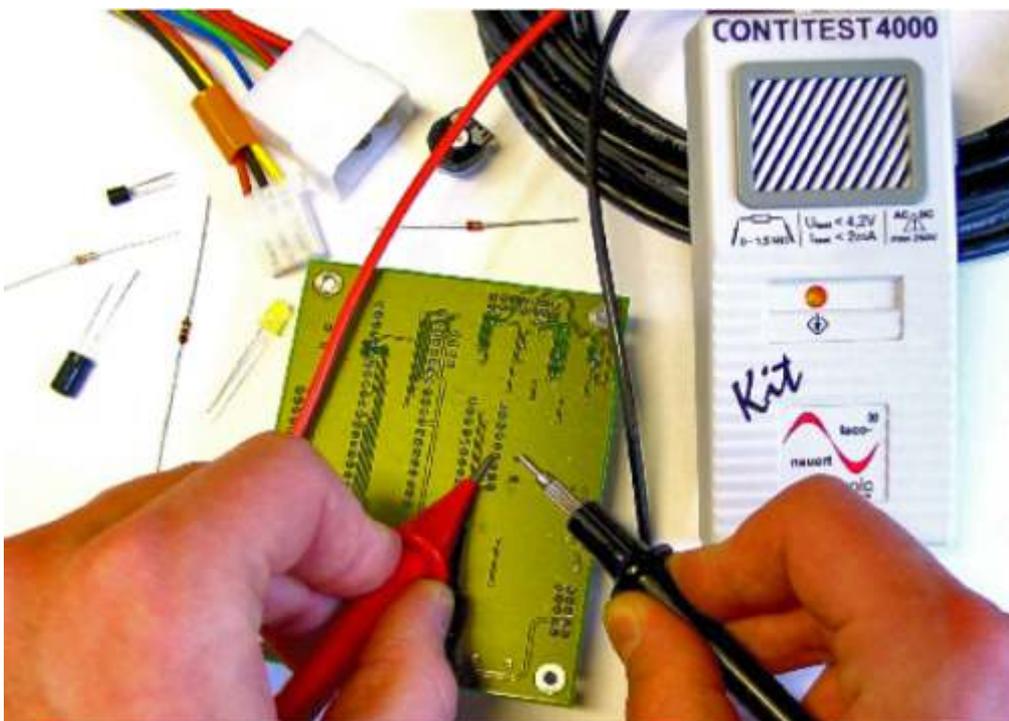


CONTITEST 4000 Bausatz

..... mehr als nur ein elektronischer Durchgangsprüfer!

Bau, Anwendung und Untersuchung

**Konzept und Unterlagen für den Unterricht in
der Schule und in der Ausbildungswerkstatt**



Vervielfältigung und Verbreitung dieser
Unterlagen ist Ausdrücklich erwünscht.

Aus der Praxis erstellt von den Autoren:

Häußler, Hörlein, Pitscheneder, Schmid

**Berufsschullehrer der städtischen Berufsschule für
Informationstechnik München**

Bau, Anwendung und Untersuchung des CONTITEST 4000

**Konzept und Unterlagen für den Unterricht
in der Berufsschule und in der Ausbildungswerkstatt**

Inhaltsverzeichnis

Einführung	2
Unterrichtsverlauf	3
Geräte und Hilfsmittel für die Projektdurchführung	4
Unterrichtsmaterial (Kopiervorlagen)	6
Hinweise zum Bau des CONTITEST (2 Seiten).....	7
Informationsmappe (15 Seiten).....	9
Bauteileprüfung mit dem CONTITEST (7 Seiten).....	24
Kurzprobe "Bauteilprüfung" (2 Seiten).....	32
Untersuchungen am CONTITEST (7 Seiten).....	34
Kurzprobe "Untersuchungen" (1 Seite).....	41
Der Eingangskreis des CONTITEST - (etwas für Fortgeschrittene Schüler) (7 Seiten).....	42
Kurzprobe "Fortgeschrittene" (1 Seite)	
Nachwort und abschließende Tips	50

Einführung

Für Auszubildende aus dem Elektrohandwerk gilt das Themengebiet Elektronik häufig als schwierig und spröde. Gründe dafür sind:

- ✎ Die Auszubildenden machen in ihrer Praxis wenig direkte Erfahrungen mit "Elektronik".
- ✎ Das Lerngebiet Elektronik wird in der Alltagspraxis von vielen Gesellen abgewertet. "Wozu braucht der Elektroinstallateur Elektronik?"
- ✎ Elektronik gilt als sehr theorieelastiges Gebiet.

Mit dem Bau eines CONTITEST können diese Vorurteile und Vorerfahrungen korrigiert werden. Das Ziel, ein Prüfgerät für die Berufspraxis zu bauen, bringt die Auszubildenden dazu, sich direkt und konkret mit wichtigen Bauelementen der Elektronik zu beschäftigen und verbindet damit die Elektronik stärker mit dem Berufsalltag. Diese Überlegungen gelten auch für viele Auszubildende in den industriellen Elektroberufen. Beim Bau und der gezielten Anwendung des CONTITEST können die - in allen Berufen immer wichtiger werdenden - überfachlichen Schlüsselqualifikationen "Selbständiges Arbeiten" und "Informationsaufnahme aus berufstypischen Unterlagen" sehr gut eingeübt werden.

Aus diesen Gründen kann Bau, Anwendung und Untersuchung des CONTITEST in der Berufsschule, der betrieblichen Ausbildung und der überbetrieblichen Ausbildung mit Gewinn eingesetzt werden.

Natürlich kann dieser Elektronik Bausatz auch in allen allgemeinen Schulen zum Kennenlernen der einfachen elektronischen Grundschaltungen eingesetzt werden. Oder sogar in fachfremden Ausbildungsberufen wird hier einem die Elektronik näher gebracht.

Ausbildungsinhalte:

Bauformen, Kennzeichnung und Funktion von folgenden Bauelementen:

Festwiderstände, Potentiometer und Trimpotentiometer, Kondensatoren, Kaltleiter, Dioden, Leuchtdioden, Transistoren.

Platine bestücken, löten, einfache mechanische Arbeiten.

Transistor als Schalter.

Arbeitsformen:

Im Berufsschulunterricht kann die gesamte CONTITESTsequenz in praktischer Fachkunde durchgeführt werden, noch besser ist allerdings ein fächerverbindender oder fächerübergreifender Unterricht mit Einbeziehung von Fachtheorie und Fachrechnen.

Mit dem vorhandenen Unterrichtsmaterial können die Schüler in Einzel-, Partner- oder Gruppenarbeit vorgehen. Selbst bei sehr leistungsschwachen Klassen kann man sich gemeinsame Frontalunterrichtsschritte sparen und die Schüler in ihrem eigenen Tempo die Aufgaben bearbeiten lassen.

Bis Ende 2015 wurde das CONTITEST 4000 Kit unter der Bezeichnung TESTOFON 4000 Kit vertrieben. Aus rechtlichen Gründen wurde uns seitens der Firma TESTO untersagt den Namen TESTOFON weiterhin für unsere Produkte zu verwenden.

Unterrichtsverlauf

Kurzübersicht über den Unterrichtsverlauf des Testofonprojekts:
Zusammenbau und Anwendung des CONTITEST sowie Untersuchungen am CONTITEST.

Ablauf und Handlungsschritte:	Unterrichts- stunden (1h=45 min)
A) Zusammenbau	
Vorstellen der Projektaufgabe evtl. Motivation der SchülerInnen, den Bausatz zu kaufen Umgang mit dem Selbstlernmaterial Bedeutung der Schlüsselqualifikationen.	½ h
Ausgabe der Werkzeugkästen (mit Werkzeugliste) evtl. Lötübung (Lötanleitung plus zwei Drahtstücke je Schüler) Ausgabe der Bausätze mit Bauanleitung und Gebrauchsanweisung	½ h
Zusammenbau des Prüfgeräts (Leistungsschwache Schüler sollten auf genaue Einhaltung der Arbeitsschritte laut Bauanleitung hingewiesen werden)	4 h
ggf. Fehlersuche	1 h
	<hr style="width: 50px; margin-left: auto; margin-right: 0;"/> S 6 h
B) Anwendung des Prüfgeräts	
Ausgabe des Testboards (siehe Seite -4-), der Arbeitsblätter und der Info-Mappen, Bauteile- und Spannungsprüfung, Einzel- oder Gruppengespräch über die Ergebnisse	7 h
Kurzarbeit: Bauteileprüfung	1 h
	<hr style="width: 50px; margin-left: auto; margin-right: 0;"/> S 8 h
C) Untersuchungen am CONTITEST	
1) Grundsequenz für alle Schüler: Arbeitsblätter und Info-Mappen, Prüflingsbelastung, Wechselspannungsprüfung, CONTITEST -Ersatzschaltung, Funktion: "Durchgangsprüfung"	4 h
2) Sequenz für fortgeschrittene und interessierte Schüler: der Eingangskreis des CONTITEST , Schutzbeschaltung für Wechselspannungsprüfung	3 h
Kurzarbeit in Fachtheorie	½ h
	<hr style="width: 50px; margin-left: auto; margin-right: 0;"/> S 7,5 h

S 21,5 h

Geräte und Hilfsmittel für die Projektdurchführung

Die schriftlichen Unterlagen beziehen sich auf die nachfolgend dargestellten Geräte und Bauteile. Selbstverständlich kann das Projekt auch mit (anderer) Geräteausstattung durchgeführt werden. Dazu müssen die Aufgabenblätter für die SchülerInnen entsprechend abgeändert werden.

Hilfsmittel für die Unterrichtsphase "Zusammenbau des CONTITEST"

Es hat sich bewährt, nur die Werkzeuge an die SchülerInnen auszugeben, die für den Zusammenbau nötig sind. Zwei SchülerInnen teilen sich folgenden Werkzeugsatz:
LötKolben 15W, LötKolbenablage, LötSchwämmchen, kleiner Schraubendreher, Pinzette, Elektronikseitenschneider, Abisolierzange, Adernhülsenquetszange, kleiner Hammer, Kabelmesser, Körner. Empfehlenswert ist außerdem noch ein Platinenhalter.

Zusätzlich sind erforderlich:

Zwei dicke Eisenplatten für Nietarbeiten,
je Arbeitsplatz ein Karton als Unterlage für Lötarbeiten (ca. DIN A3-Format),
eine Rolle dünner Kupferdraht für Lötübungen,
Abbildung der Bauteile auf DIN A3-Blatt für jede(n) SchülerIn (Vergrößerung der Seite 4 der Bauanleitung),
eine Ersatzteilschachtel,
ein wasserfester Folienschreiber zur Beschriftung der Testofongehäuse mit den Initialen der SchülerInnen.

Batterieprüfer, Lupe, Farbringtafel für Widerstände, Lötzinnrolle und Lotabsaugpumpe werden zentral am Lehrertisch bereitgehalten und bei Bedarf ausgegeben bzw. ausgeliehen. Von Vorteil ist ein fest eingerichteter Lötplatz im Klassenraum (mit Schnelllötstation, Seitenschneider, Schraubendreher, Prüfgerät bzw. fertiges **CONTITEST**, usw). Hier können auch nach der Zusammenbauphase kleine Reparaturen an den Testofonen oder an anderen Bauteilen und Geräten von den SchülerInnen ausgeführt werden.

Hilfsmittel für die Unterrichtsphase "Bauteileprüfung mit dem CONTITEST"

Als sinnvoll erweist sich die Anfertigung einer Lochrasterplatte mit intakten sowie wissentlich defekten Bauteilen (im Weiteren als Testboard bezeichnet). Es empfiehlt sich folgende Bestückung (achten Sie, wo nötig, auf die Nummerierung):

Fünf Widerstände: Nr.1: 1,2k Ω ; Nr.2: 100k Ω ; Nr.3: 6,8k Ω ; Nr.4: 22 Ω ; Nr.5: 4,7k Ω .

Der 4,7k Ω - Widerstand wird durch Anfeilen an der Unterseite auf einen Wert von ca. 300k Ω erhöht (laufende Überprüfung mit einem Ohmmeter).

Drei Potentiometer, davon das letzte defekt (die Teilwiderstandstrecke zw. A und S wird an Spannung gelegt, z.B. 10V/Strombegrenzung ca. 2 A, dann gegen Null Ohm gedreht und damit zerstört).

Ein Fotowiderstand (LDR).

Vier Dioden, davon zwei defekt (Zerstörung der Diode durch deutlich überhöhten Strom in Durchlaßrichtung bewirkt niederohmigen Durchgang in beide Richtungen; das Überschreiten der zulässigen Sperrspannung in geeigneter Höhe bewirkt Sperren in beide Richtungen).

Eine Leuchtdiode.

Drei Kondensatoren, davon der letzte defekt (Kurzschluß durch Einschlagen eines Stahlnagels auf der Unterseite). Werte: Nr.1: 470 μ F; Nr.2: 10 μ F; Nr.3: 0,1 μ F.

Fünf Transistoren, zwei NPN (Nr.1 und 3) und zwei PNP (Nr.2 und 4), verschiedene Bauformen, ein defekter Transistor (Nr.5)

(Zerstörung der Basis-Emitter-Strecke wie bei den Dioden).

Für die Kurzprobe "Bauteileprüfung mit dem **CONTITEST**" sollten Sie eine Auswahl entsprechender Bauteile, intakte und defekte, zusammenstellen (fünf zweipolige Bauteile, vier Transistoren). Die Schülerinnen müssen die Art der Bauteile benennen und durch die Überprüfung mit dem **CONTITEST** feststellen, ob sie in Ordnung oder defekt sind. Zusätzlich können eine intakte Diode und ein intakter Kondensator in je einer Blackbox untergebracht werden. Sie müssen mit dem **CONTITEST** identifiziert werden.

Hilfsmittel und Geräte für den Unterrichtsabschnitt "Untersuchungen am **CONTITEST**"

Die Informationsmappe "Arbeiten mit dem **CONTITEST**".

Während die beiden ersten Unterrichtsabschnitte (Zusammenbau und Anwendung des **CONTITEST**) sich auch in einem normalen Klassenzimmer noch gut durchführen lassen, benötigen wir für den Abschnitt:

"Untersuchungen am **CONTITEST**",

Laborplätze mit folgender Mindestausstattung:

Transformator mit mehreren Spannungsanzapfungen (5V, 10V, 20V, 50V),

zwei Universalmessgeräte (ein Analog- und ein Digitalmessgerät),

Steckplatte für Schaltungsaufbau (DIN A4),

folgende Steckbauteile:

5 Widerstände (22 Ω , 220 Ω , 560 Ω , 4,7k Ω , 12k Ω)

2 Dioden

1 LED

1 Kaltleiter (ähnlich **CONTITEST**-Kaltleiter) z.B. EBCOS B59771B120A70 Bürklin Best.-Nr.: 82E3480

10 Kurzschlussbrücken

12 Messleitungen

2 Krokodilklemmen

Aufgaben TESHINN. DOC	Hinweise zum Bau des CONTITEST	Blatt 1
<p>Sie haben sich zum Kauf eines Testofonbausatzes entschieden, wozu wir Ihnen gratulieren möchten. Sie werden in wenigen Stunden ein funktionstüchtiges Gerät besitzen, das Ihnen bis zum Ende der Berufsausbildung wertvolle Dienste erweisen wird.</p> <p>Bevor Sie mit dem Zusammenbau beginnen, lesen Sie bitte die folgenden Punkte durch und überlegen sich die folgenden Fragen:</p> <p>Welche Hilfsmittel benötigen Sie zum Zusammenbau?</p> <p>In welcher Weise gehen Sie dabei vor?</p> <p>Was müssen Sie bei Ihrer Arbeit in diesem Fachraum noch beachten?</p> <p>Wichtige Tips und Regeln:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Jeder hat seinen festen Arbeitsplatz mit Werkzeug, für das er auch verantwortlich ist. 2. Ein Karton zum Abdecken und Schützen des Arbeitsplatzes wird vom Lehrer ausgegeben. Legen Sie diesen auf Ihren Arbeitsplatz und führen Sie alle Lötarbeiten darauf aus. 3. Eine dicke Eisenplatte für die Nietarbeiten steht für Sie bereit. Fragen Sie danach, wenn Sie sie brauchen! Nieten Sie nur auf dieser Platte. Vorsicht! Es gibt nur eine begrenzte Zahl von Ersatznieten. 4. Die Werkzeugkästen werden für jeweils zwei Schüler vom Lehrer ausgegeben. Überprüfen Sie mit Hilfe der Werkzeugliste den Bestand auf Vollständigkeit. Mit dem Werkzeug ist sorgfältig umzugehen. Fehlendes Werkzeug melden Sie bitte sofort dem Lehrer. 5. Sie bekommen auch eine Bauanleitung, die Sie unbedingt vor dem ersten Handgriff durchsehen müssen. So verschaffen Sie sich einen Überblick und werden sicher grobe Fehler vermeiden können. 6. Als erstes ist eine Lötübung zu machen. Tips dazu gibt die Lötanleitung auf der nächsten Seite. 7. Nach der Lötübung bekommen Sie den Bausatz. 8. Sie erhalten auch ein großes Blatt (DIN-A3) mit den Abbildungen aller Bauteile, auf das Sie diese auflegen sollen. Sie erfahren dabei auch gleich, ob Ihr Bausatz vollständig ist. Sorgfältiges Arbeiten lohnt sich hier besonders. 9. Zu viel enthaltene Bauteile legen Sie bitte in die Kiste am Lehrerschreibtisch; fehlende Teile können Sie dort entnehmen. 10. Ein fertiges CONTITEST zum Testen von Bauteilen liegt für Sie am ständigen Reparaturplatz bereit. 11. Ein wasserfester Folienschreiber liegt am Lehrerschreibtisch. Damit schreiben Sie bitte Ihren Namen oder Ihre Initialen auf das Gehäuse, damit Sie Ihr CONTITEST nicht mit dem einer Klassenkameradin oder eines Klassenkameraden verwechseln. 		
Name:	Klasse:	Datum:

Lötanleitung

Was ist löten?

Beim Löten werden Teile aus metallischem Werkstoff erwärmt und durch geschmolzenes Lot miteinander verbunden.

Wie wird gelötet?

LötKolben auf das Lötauge und den Bauteildraht halten, dann Lötendraht an die Lötstelle führen und zusammen mit den zu verbindenden Teilen erwärmen.

Zuerst fließt das Flußmittel, dann das Lot (Zinnlegierung), das sehr schnell schmilzt und erstarrt. Jetzt stillhalten (ca. 5 Sekunden), damit sich die Teile innig verbinden können.

Warum ist das so wichtig?

Bewegt man die Füge-teile, bevor das Lot erstarrt ist, so kommt keine innige Verbindung zustande. Es entsteht ein mangelhafter Kontakt - eine "kalte Lötstelle". Nicht nur der Kontakt, sondern auch die mechanische Festigkeit ist dann unzureichend (Wackelkontakt).

Wie sieht eine gute Lötstelle aus?

Sie ist glatt und mattsilbern glänzend.

Worauf ist beim Löten außerdem zu achten?

- Verwenden Sie einen maximal 30 W LötKolben (erreicht in kurzer Zeit seine Betriebstemperatur).
- Die Lötzeit soll nicht länger als 5 Sekunden dauern, um eine Zerstörung der Bauteile zu vermeiden.
- Die Lötspitzen müssen regelmäßig mit einem Schwamm von Oxidresten (Zunder) gereinigt und anschließend neu verzinkt werden.

Und jetzt sind Sie an der Reihe!

1. Legen Sie 2 Drahtstücke über Kreuz und löten Sie sie zusammen.
2. Legen Sie 2 Drahtstücke mit den Enden zusammen und löten Sie auch diese zusammen.

Wie schätzen Sie diese beiden Lötverbindungen ein?

Lassen Sie die beiden Lötverbindungen vom Lehrer beurteilen.

1	Durchgangs- und Widerstandsprüfung	2
2	Potentiometer (Verstellbarer Widerstand)	3
3	Fotowiderstand (LDR)	4
4	Kondensatorprüfung	5
5	Diode	8
6	Leuchtdiode (LED)	10
7	Transistor	11
7.1	Schaltbild	11
7.2	Ersatzschaltbild für Prüfzwecke	11
7.3	Bauformen von Transistoren mit Anschlußbildern	11
7.4	Praktischer Prüfvorgang bei bekannter Basis	12
7.5	Bestimmung des Transistortyps (NPN - PNP) bei unbekannter Basis	13
8	Kalt- und Heißeiter	14
9	Beispielrechnung Testofoneingang	15

Quellen:

Conrad Electronic Katalog
Bürklin Katalog

1. Durchgangs- und Widerstandsprüfung

Durchgangsprüfung:

Die Prüfpole (+) und (-) werden an den beiden Anschlüssen des Prüflings angeschlossen.

Optische Anzeige: Ist elektrischer Durchgang vorhanden, so leuchtet die LED.

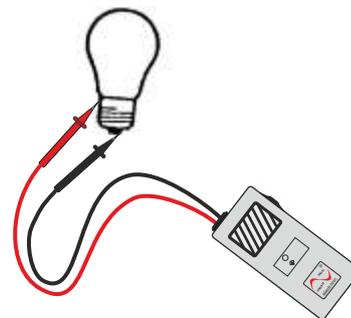
Akustische Anzeige: Bei elektrischem Durchgang ertönt der CONTITEST-Prüftön.

Die Höhe des Prüftones ist vom elektrischen Durchgangswiderstand des Prüflings abhängig.

Beispiele:



Durchgang niederohmig –
annähernd 0 Ohm, Prüftön entspricht
dem Kurzschlußton des Testofons.



Durchgang –
Prüftön etwas tiefer;
der Glühfaden der Lampe wird mitgemessen.

Widerstandsprüfung:

Je größer der Widerstand des Prüflings, desto tiefer der Prüftön des Testofons.

Zwei Beispiele:

Kleiner Widerstand → hoher Ton

Großer Widerstand → tiefer Ton.

Vergleichsprüfung:

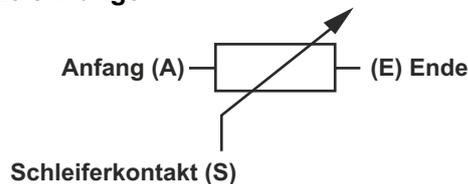
Widerstandswerte können durch Vergleichsprüfung grob bestimmt werden.

Von einigen Vergleichswiderständen sind die Werte bekannt (z.B. die Widerstände auf dem Testboard).

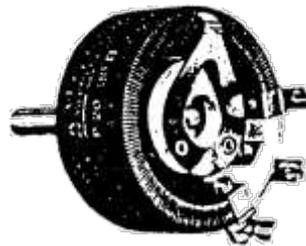
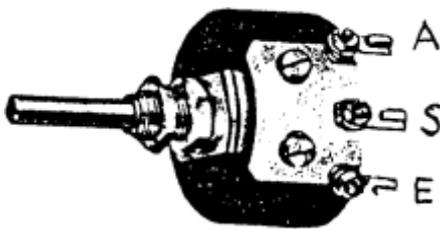
Man prüft abwechselnd an bekannten und am unbekanntem Widerstand und vergleicht dabei die Prüftöne. Dort wo annähernd der gleiche Prüftön erreicht wird, liegt ungefähr der unbekanntem Widerstandswert.

2. Potentiometer (Verstellbarer Widerstand)

Schaltzeichen und Anschlußbezeichnungen



Bauformen



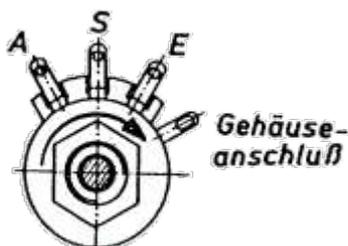
Widerstandsverhalten

Widerstand: Anfang (A) - Ende (E)

Der **Widerstandswert zwischen** den Anschlüssen Anfang (A) und Ende (E) entspricht dem aufgedruckten Nennwert. Durch Drehen an der Einstellachse kann dieser **Widerstandswert nicht verändert** werden, er bleibt konstant. Gleiches gilt für die Widerstandsmessung in umgekehrter Richtung, d.h. zwischen Ende (E) und Anfang (A).

Widerstand: Anfang (A) - Schleiferkontakt (S).

Draufsicht eines Potentiometers mit Drehrichtung



Beim Drehen der Einstellachse nach rechts (im Uhrzeigersinn) verringert sich der Widerstandswert der Widerstandsstrecke zwischen Anfang und Schleiferkontakt.

Beim Drehen der Einstellachse nach links (gegen den Uhrzeigersinn) erhöht sich der Widerstandswert der Widerstandsstrecke zwischen Anfang und Schleiferkontakt.

Widerstand: Ende (K) - Schleiferkontakt (S)

Draufsicht des Potentiometers mit Drehrichtung



Beim Drehen der Einstellachse nach rechts (im Uhrzeigersinn) erhöht sich der Widerstandswert der Widerstandsstrecke zwischen Ende und Schleiferkontakt.

Beim Drehen der Einstellachse nach links (gegen den Uhrzeigersinn) verringert sich der Widerstandswert der Widerstandsstrecke zwischen Ende und Schleiferkontakt.

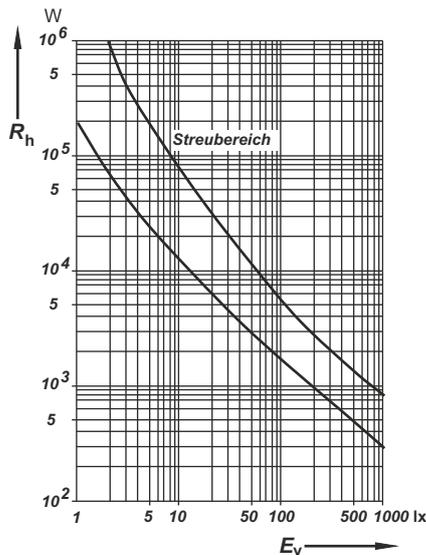
3. Fotowiderstand (LDR)

Wirkungsweise:

Fotowiderstände sind Halbleiterbauelemente ohne Sperrschicht. Sie bestehen aus einer sehr dünnen auf einem Keramikkörper aufgetragenen Schicht einer halbleitenden Verbindung (z.B. Cadmiumsulfid CdS für den Bereich des sichtbaren Lichtes).

Durch den inneren Fotoeffekt ändert sich die Leitfähigkeit der Schicht bei Beleuchtung.

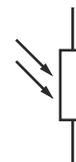
Im unbelichteten Zustand beträgt z.B. der **Dunkelwiderstand** $R_0 =$ bis zu $10\text{M}\Omega$. Durch Beleuchtung nimmt der Widerstand ab und erreicht bei einer **Beleuchtungsstärke** $E_V = 1000\text{ lx}$ z.B. einen **Hellwiderstand** $R_h =$ ca. 500Ω . Diese Abhängigkeit zeigt die Kennlinie.



Wird der Fotowiderstand längere Zeit im Dunkeln betrieben und anschließend beleuchtet, können bis zum Erreichen des entsprechenden Hellwiderstandes einige Sekunden vergehen.

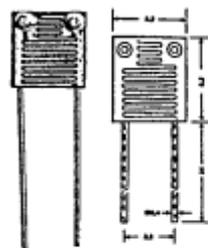
Der Widerstandswert des Fotowiderstandes verringert sich mit zunehmender Beleuchtungsstärke.

Schaltzeichen:

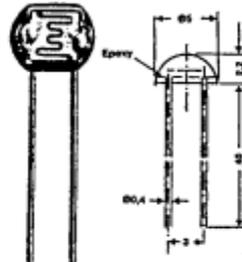


Fotowiderstände:

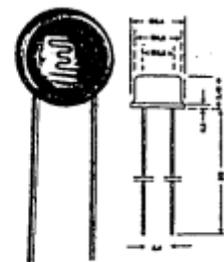
Best.-Nr.	Typ	Gehäuse	U_{max}
14 54 83-11	M 9960	5 x 5 mm	100 V
14 54 75-11	A 9060	5 mm I	150 V
18 35 63-11	A 1060	TO 18	200 V



14 54 83-11



14 54 75-11



18 35 63-11

Anwendungsbereich:

Da Fotowiderstände zum Teil der spektralen Augenempfindlichkeit und auch der Filmpflichtigkeit sehr nahe kommen, werden sie in Fotobelichtungsmessern verwendet. Fotowiderstände bieten sich beispielsweise für den Bau von Lichtschranken, Lichtrelais, Dämmerungsschalter, Zählleinrichtungen, Alarmanlagen, Lichtüberwachung und Flammenüberwachung in Ölheizungen an.

Kenndaten: Hellwiderstand bei 1000 lx - ca. 75 bis 300 Ohm
 Dunkelwiderstand nach 30 Min. Lichtsperrung - >10 Mohm
 Kapazität - < 6 pF
Grenzdaten:
 $U_g =$ max. 150 V- 200V
 $P (40^\circ\text{ C})$ max. 0,2 W

4 Kondensatorprüfung

Mit dem CONTITEST können Sie Kondensatoren im spannungslosen und entladenen Zustand **auf Funktion** prüfen. Über die beiden Prüfspitzen schließen Sie die 4,5 V Batterie des Testofons an den Kondensator an und prüfen dabei das Lade-, bzw. das Entladeverhalten des Kondensators.

Bis zu einem Kapazitätswert von ca. **10 μF** ist nur ein kurzes Knacken im CONTITEST zu hören. Ab dem Wert von **10 μF und größer** hören Sie die Widerstandsveränderung des Kondensators während des Ladevorganges sehr deutlich.

Ungeladen ist der Kondensator sehr niederohmig - Sie hören den Kurzschlußton. Mit zunehmender Ladung steigt der Widerstand des Kondensators, der Ladestrom verringert sich - Sie hören den Prüftton des Testofons immer tiefer werden. Geladen ist der Kondensator hochohmig, es fließt kein Ladestrom mehr. Der Prüftton wird ganz tief und verstummt.

Entsteht bei der Kondensatorprüfung trotz richtiger Polung ein Dauerton, so ist der Kondensator defekt.

Einschub: Wiederholung - Laden und Entladen des Kondensators.

(Siehe auch Fachtheoriebuch)

Über die Dauer der Ladung, bzw. Entladung eines Kondensators gibt die Zeitkonstante τ Auskunft. Sie berechnet sich aus der Formel

$$\tau = R \times C \quad \tau : \text{sprich: tau}$$

Ist die Zeitdauer der Zeitkonstante verstrichen, so ist der Kondensator so ca. 2/3 geladen, bzw. entladen. Nach der Zeit von fünf Zeitkonstanten ist der Kondensator praktisch voll geladen, bzw. entladen.

Rechenbeispiel: *Ein Kondensator mit der Kapazität von 100 μF wird über einen Ladewiderstand von 3 $\text{k}\Omega$ geladen. Berechnen Sie Zeitkonstante und die Zeit für die vollständige Ladung des Kondensators.*

Geg: $C=100 \mu\text{F}$; $R= 3 \text{ k}\Omega$;
Ges: ; $5x$;

Formel: $\tau = R \times C$

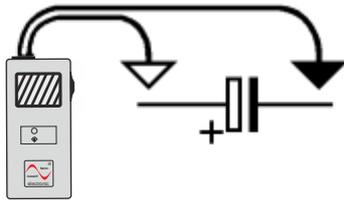
Lösung: $\tau = 3 \text{ k}\Omega \times 100 \mu\text{F}$
 $= 300 \times 10^{-3} \text{ s}$
 $= \mathbf{0,3 \text{ s}}$

$5 \times \tau = 5 \times 0,3 \text{ s}$

$5 \times \tau = \mathbf{1,5\text{s}}$ (Ladezeit)

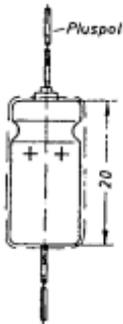
Auf Polung achten!

Elektrolytkondensatoren



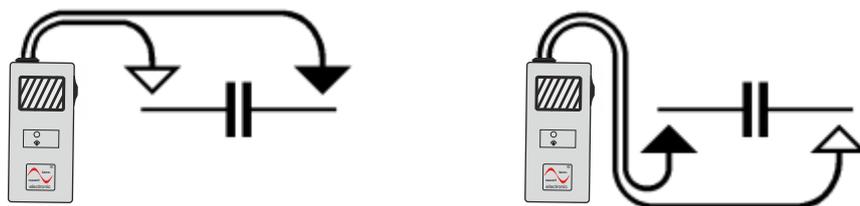
Eine dünne Oxidschicht bildet das Dielektrikum des Elektrolyt-Kondensators. Die Schicht bildet sich durch Anlegen einer Gleichspannung an eine Metallfolie in einer Flüssigkeit (Elektrolyt). Diese Oxidschicht entsteht am positiven Pol. Sie ist sehr dünn (ca. 0,0012µm pro Volt angelegter Spannung) und isoliert sehr gut. Umpolen zerstört die Oxidschicht; ein Elektrolytkondensator darf also nur mit richtig gepolter Gleichspannung betrieben werden.

Auf Polung achten!



Bei Elektrolytkondensatoren gibt es zwei Ausführungen:
Gepolter Elektrolytkondensator - funktioniert nur ordnungsgemäß, wenn er richtig gepolt an Gleichspannung betrieben wird. Eine Falschpolung ist nur bei Spannung bis ca. 2 V zulässig. Eine umgekehrte Polung hat zur Folge, daß eine innere Zersetzung auftritt, die mit Erwärmung und Gasbildung verbunden ist. Der Kondensator wird dadurch zerstört.
Ausnahme: Ungepolter Elektrolytkondensator - Ein solcher Aufbau gestattet den Betrieb an Gleichspannung beliebiger Polung und an reiner Wechselspannung.
 Nachteil: Ist doppelt so groß wie ein gepolter Elco.

Kondensatorprüfung - ohne dabei auf die Polung achten zu müssen.



Kunststoff-Kondensatoren

Das Dielektrikum ist bei diesen Kondensatoren eine Kunststoffolie.

SIEMENS

Styroflex-Kondensatoren (KS) 63 V

Standard-Kondensatoren mit axialen Anschlußdrähten für allgemeine Anforderungen, Temperaturbereich -10 bis +70°C · Toleranz ±5% (*±1pF), 10 pF-33 pF Rest 2,5% Toleranz.



Best.-Nr.	Kap.	Ø x L mm	Stück	ab 5 ä
45 20 17-11	10 pF	3 x 8*	1.25	1.15
45 20 25-11	15 pF	3 x 8*	1.25	1.15



MKP 10
630 V =/400 V~

Impulsfeste Polypropylen-Kondensatoren für erhöhte Anforderungen. Aushelffähige Kondensatoren in Spezialausführung unter Verwendung metallisierter Kunststoff-Folien. Impuls- und stoßspannungsfest bei geringer Erwärmung. Hervorragend geeignet für Fernsehgeräte und Electronic. Temperaturbereich -55 bis +85 °C, Toleranz ± 20 %



Best.-Nr.:	Wert	Abm. (B x H x L) mm	RM	Stück	5 ä	10 ä
45 97 63-11	0,01 µF	5 x 11 x 18	15 mm	-65	-55	-45
45 98 01-11	0,047 µF	8,5 x 18,5 x 26,5	22,5 mm	1.25	-95	-85
45 98 28-11	0,1 µF	11 x 21 x 31,5	27,5 mm	1.75	1.45	1.25
45 98 44-11	0,22 µF	13 x 24 x 41,5	37,5 mm	2.80	2.10	1.85



MKS-Folienkondensatoren

MKS 4/630 V= /220 V~ RM 10...22,5

- Außerordentlich günstige Bauformen für die Kleinbautechnik
- Aushelffähig

Flammenhemmendes Kunststoffgehäuse, Temperaturbereich -55 bis +100 °C. Toleranz ± 20 %, Grundfarbe rot.



FKP 1 Impuls-Kondensatoren
für höchste Strombelastung
1000 V= /350 V~



Polypropylen-Kondensatoren mit Metallfolienbelägen. Höchste Kontakt-sicherheit durch stirnseitig schoopierte Metallbeläge. Bevorzugte Einsatzgebiete: Bedämpfungs- und Kommutierungs-Kondensatoren in Schaltzeiteilen und in der Energie-Elektronik. Temperaturbereich -55° bis +85 °C Toleranz ± 10 %

Best.-Nr.:	Wert	Abm. (B x H x L) mm	RM	Stück	10 ä	25 ä
45 65 00-11	0,01 µF	8 x 15 x 18	15 mm	1.00	-75	-60
45 65 19-11	0,015 µF	8 x 15 x 26,5	22,5 mm	1.05	-80	-65

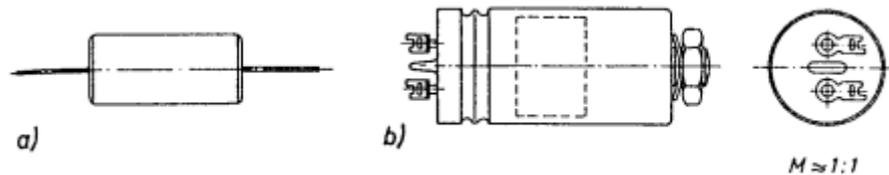
Metallpapierkondensatoren

Aufbau und besondere Eigenschaften:

Die Metallbeläge sind auf imprägniertem Papier aufgedampft. Im Falle eines Durchschlages entsteht im Dielektrikum ein kurzer Lichtbogen, dessen Wärme die Metallschicht in der Nähe des Durchschlages verdampfen läßt. Die Fehlerstelle wird auf diese Weise von dem leitfähigen Belag befreit und es stellt sich der ursprüngliche Isolationswiderstand wieder ein. Der MP-Kondensator ist weiterhin betriebsfähig.

Man bezeichnet diesen Vorgang als **Ausheilung**.

Bei einfachen Durchschlägen und einer Ladespannung von mehr als 20 V muß die im Kondensator gespeicherte Energie für einen Ausheilvorgang ausreichen. Man spricht in diesem Fall von einer **Selbstheilung** (nach DIN 41 180 festgelegt).



Bauformen von MP-Kondensatoren

- a) Kleinkondensator in zylindrischem Metallgehäuse mit axialen Anschlußdrähten
- b) Zylindrisches Metallgehäuse, Formstoffdeckel mit Gummiring abgedichtet, Lötösenanschlüsse, Gewindestapfen zur Befestigung

Anwendung:

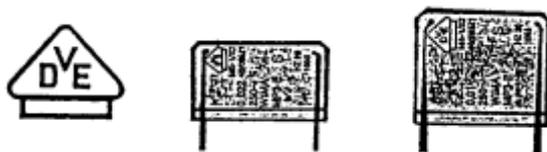
- Glättung welliger Gleichspannungen - Funk-Entstörung - Kompensation von induktiven Blindströmen in Leuchtstofflampenschaltungen - Kondensatormotor: Erzeugung einer Hilfsphase bei Einphasen-Induktionsmotoren - Löschung des durchgesteuerten Zustandes von Thyristoren, Kommutierungskondensatoren.



Funk-Entstörkondensatoren
MP3-Y nach VDE0565-1, 250V~

Ausheilfähige Metallpapier-Kondensatoren · Schwer entflammbar ·
Temperaturbereich -40° bis +85 °C · Toleranz ±20 %.

Best.-Nr.:	Wert	Abm. (B x H x L) mm	RM	Stück	10 à	25 à
45 67 02-11	1000 pF	4 x 8,5 x 13,5	10 mm	1.00	-75	-60
45 67 13-11	1500 pF	4 x 8,5 x 13,5	10 mm	1.00	-75	-60
45 67 21-11	2200 pF	4 x 8,5 x 13,5	10 mm	1.00	-75	-60
45 67 30-11	3300 pF	4 x 8,5 x 13,5	10 mm	1.00	-75	-60
45 67 48-11	4700 pF	5 x 10 x 13,5	10 mm	1.00	-75	-60



MP3-E Funk-Entstörkondensatoren
nach VDE 0565-1, Klasse X2, 250 V~

Best.-Nr.:	Wert	Abm. (B x H x L) mm	RM	Stück	10 à	25 à
45 68 02-11	0,1 µF	10 x 18 x 19 mm	15 mm	1.05	-80	-65
45 68 10-11	0,22 µF	10 x 22 x 28 mm	22,5 mm	1.40	1.05	-85
45 68 29-11	0,33 µF	12 x 24 x 28 mm	22,5 mm	1.80	1.40	1.10
45 68 37-11	0,47 µF	13 x 25 x 33 mm	27,5 mm	2.30	1.75	1.40

5 Diode

Eine Halbleiterdiode ist ein Bauelement, das aus einem P-N-Übergang besteht.

Bezeichnung der Dioden

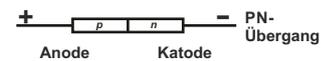
Im allgemeinen besteht die Bezeichnung aus zwei Buchstaben und einer Seriennummer:

1. Buchstabe: Ausgangsmaterial

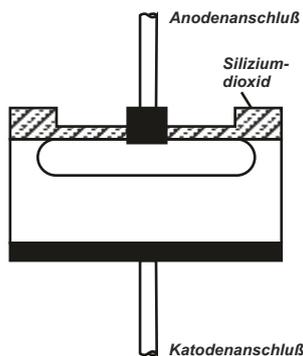
- A Germanium
- B Silizium
- C Galliumarsenid

2. Buchstabe: Hauptfunktion

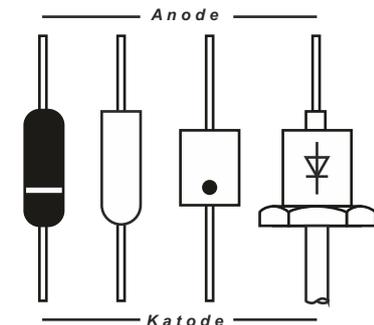
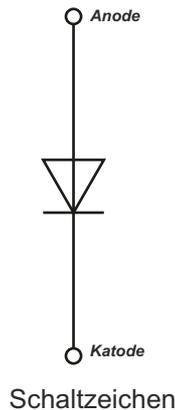
- A Allzweckdiode
- B Abstimmidiode
- E Tunneldiode
- P Fotodiode
- Q Leuchtdiode
- Y Gleichrichterdiode
- Z Z-Diode (Zenerdiode)



→ technische Stromrichtung

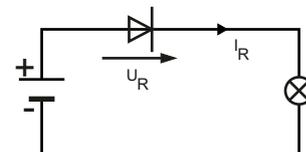


Flächendiode im Schnitt

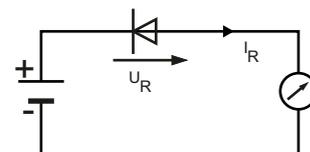


Gehäuseformen
Kennzeichnung der Katode

Durchlaßrichtung



Sperrichtung



Schaltung der Diode im Stromkreis

Die Anode an der positiven Seite der Spannungsquelle gelegt, die Katode an der negativen Seite, schaltet die Diode in **Durchlaßrichtung**. Es liegt die Durchlaßspannung U_F an der Diode, es fließt der Durchlaßstrom I_F (F bedeutet engl. "forward").

Liegt die Katode an der positiven Seite der Spannungsquelle und die Anode an der negativen Seite, so ist die Diode in **Sperrichtung** geschaltet. Es liegt die Sperrspannung U_R an der Diode, es fließt der Sperrstrom I_R . (R bedeutet engl. "reverse").

Kennlinien von Dioden

Das Verhalten von Dioden erkennt man am anschaulichsten an der Kennlinie. Rechts von der Stromachse liegt der Durchlaßbereich, links der Sperrbereich. Im Durchlaßbereich ist dargestellt, daß ein nennenswerter Strom erst dann fließt, wenn die Schwellenspannung U_S überwunden ist. Andererseits darf ein bestimmter maximaler Durchlaßstrom nicht überschritten werden, da sonst die Diode infolge zu starker Erwärmung zerstört wird.

$U_S = 0,2 - 0,3 \text{ V}$ bei Germanium-Dioden
 $U_S = 0,6 - 0,7 \text{ V}$ bei Silizium-Dioden
 $U_S = 1,5 \text{ V}$ bei Galliumarsenid-Dioden (Leuchtdioden)

Im Sperrbereich erkennt man, daß bei Überschreitung einer maximalen Sperrspannung ein starker Durchbruchstrom fließt, der meistens die Zerstörung der Diode nach sich zieht.

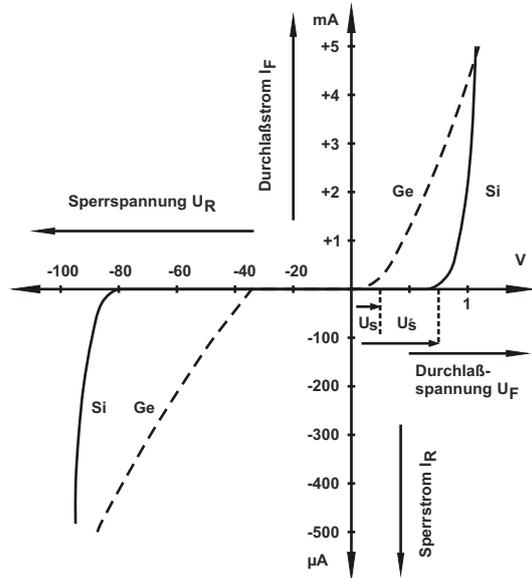


Bild 1

Die Abb. 2 zeigt ein Merkschema zum Verständnis des Schaltzeichens für die Diode. Der auf der Dreieckseite liegende Anschluß der Diode heißt **P-Anschluß** (hier liegt bei Durchlaßbetrieb positives Potential), der andere Anschluß heißt **N-Anschluß** (negatives Potential). Eine weitere Merkhilfe für den Zusammenhang zwischen Schaltzeichen, Flußrichtung und Anschlußbezeichnung ergibt sich, wenn man im Schaltzeichen das Dreieck zu einem "p" und den Querstrich zu einem "n" ergänzt. Außerdem könnte man das Dreieck als Strompfeil ansehen. Es gibt bei Durchlaßbetrieb die technische Stromrichtung an.

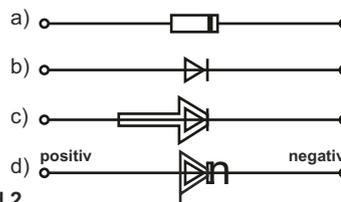


Bild 2

Merkschema für die Anschlußbezeichnungen der Dioden a) Diode mit Ring, b) Schaltzeichen, c) Strompfeil bei Durchlaßbetrieb, d) so wird das Schaltzeichen zu p und n ergänzt.

Die meisbenötigten Universal-Dioden
Gleichrichter-Dioden, 100 mA

Universal-Silizium-Diode
1 N 4148

100 V/100 mA/500 mW

Best.-Nr.:	Stück	ab 5 Stück à	ab 100 à
16 22 80-33	-07	-06	-05

1 A Universal-Silizium Dioden
1 N 4001-7 (1 A)

Best.-Nr.:	Typ	Spannung	Stück	ab 5 Stück à	ab 100 à
16 22 13-33	1 N 4001	50 V	-15	-12	-08
16 22 21-33	1 N 4002	100 V	-15	-12	-08
16 22 30-33	1 N 4003	200 V	-15	-12	-08
16 22 48-33	1 N 4004	400 V	-15	-12	-08
16 22 56-33	1 N 4005	600 V	-19	-17	-12
16 22 64-33	1 N 4006	800 V	-19	-17	-12
16 22 72-33	1 N 4007	1000 V	-19	-17	-12

Silizium-Leistungs-Dioden
3 A Silizium-Diode 1 N 5400-08

Best.-Nr.:	Typ	Spannung	Stück	ab 5 Stück à
16 23 61-33	1 N 5400	50 V	-35	-30
16 22 70-33	1 N 5401	100 V	-35	-30
16 23 88-33	1 N 5402	200 V	-35	-30
16 23 96-33	1 N 5403	300 V	-35	-30
16 24 00-33	1 N 5404	400 V	-35	-30
16 23 02-33	1 N 5405	500 V	-35	-30
16 24 18-33	1 N 5406	600 V	-35	-30
16 24 26-33	1 N 5407	800 V	-35	-30
16 24 34-33	1 N 5408	1000 V	-40	-35

5 A Silizium-Leistungs-Dioden

Kleine Bauform BY 550-50-800

Best.-Nr.:	Typ	Spannung	Stück	ab 5 Stück à
15 28 97-33	BY 550-50	50 V	-75	-70
15 29 00-33	BY 550-100	100 V	-75	-70
15 29 19-33	BY 550-200	200 V	-80	-75
15 29 27-33	BY 550-400	400 V	-85	-80
15 29 35-33	BY 550-600	600 V	-85	-80
15 29 43-33	BY 550-800	800 V	1.00	-90

6 A Silizium-Leistungs-Dioden

Für Leistungs-Netzgeräte, Ladegeräte u. ä.

6 A-Dioden-Plastik-Gehäuse

Best.-Nr.:	Typ	Spannung	Stück	ab 5 Stück à
16 24 42-33	P 600 A = R 250 A	50 V	-95	-85
16 24 50-33	P 600 D = R 250 D	200 V	-95	-85
16 24 69-33	P 600 J = R250 M	600 V	-95	-85

6 Leuchtdiode (LED)

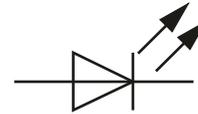
Sie verhält sich im Stromkreis wie jede andere Diode (mit Durchlaß- und Sperrwirkung), aber sie leuchtet, wenn ein Strom I_F fließt. Es gibt Dioden mit rotem, grünen und gelbem Licht; einige Dioden strahlen unsichtbar im Infrarotbereich.

Daten: Leuchtdioden beginnen bei einem I_F von 0,5-2mA sichtbar zu leuchten. Als gängigster Wert ist ein Strom von 15 - 20 mA zu wählen. Er wird durch einen Vorwiderstand passend eingestellt.

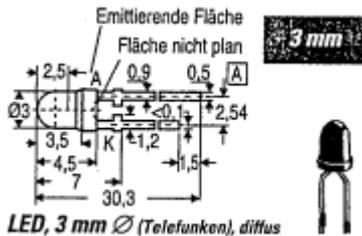
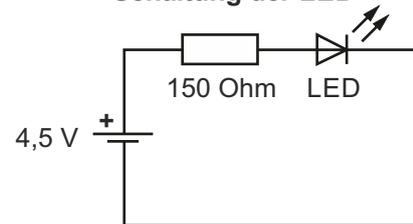
Achtung: Leuchtdioden sind infolge des geringen Innenwiderstands in Durchlaßrichtung, stets mit einem Vorwiderstand zur Strombegrenzung zu betreiben.

Anwendungen:
Als Kontrolllampe oder Segmentanzeige von Buchstaben und Ziffern, als Lichtgeber in Lichtschranken und Infrarotfernsteuerungen.

Schaltzeichen



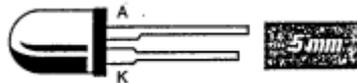
Schaltung der LED



LED, 3 mm Ø (Telefunken), diffus

Für allgemeine Anzeigewecke: $U_F = 1,6 - 3,2 V$ (je nach Farbe) - $I_F = 20 mA$; mcd = Lichtstärke.

Best.-Nr.:	Typ	mod	St.	ab 10 St. à
18 46 24-33	CQY 85 N=TLUR 4400	1,6	-30	-25
18 47 56-33	CQY 86 N=TLHG 4400	2,0	-35	-30
18 49 50-33	CQY 87 N=TLHY 4400	3,0	-35	-30



LED 5 mm Ø, diffus

1. Wahl aus laufender Fertigung.
Technische Daten:
1,6-2 V/10-20 mA, abgeflachte Seite ist minus (Kathode).

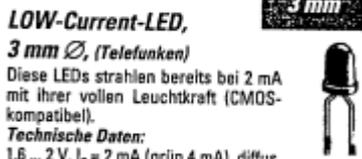
Best.-Nr.:	Farbe	Stück	ab 10 St. à	ab 100 St. à
18 45 43-33	rot	-25	-20	-15
18 47 05-33	grün	-25	-20	-15
18 49 00-33	gelb	-25	-20	-15

Die Durchlaßspannungen von Dioden können je nach Material verschieden sein. Setzt man farbige Leuchtdioden mit unterschiedlichen Durchlaßspannungen ein, dann hat meist die grüne Leuchtdiode die größte Durchlaßspannung (ca. 2,7V), die rote die kleinste (ca. 1,6V) und die gelbe eine, die zwischen diesen beiden Werten liegt (ca. 2,4 V). Für einen Strom von 20 mA müßte bei 9 V Versorgungsspannung der Vorwiderstand folgenden Wert haben:

$$R_{V\text{Rot}} = \frac{9V - 1,6V}{0,02A} = \frac{7,4V}{0,02A} = 370 \Omega$$

In der Praxis nimmt man den nächsthöheren Normwert 390 Ω . Für die grüne Leuchtdiode dagegen ergäbe sich bei gleich großem Strom und der gleichen Versorgungsspannung der Wert

$$R_{V\text{Grün}} = \frac{9V - 2,7V}{0,02A} = \frac{6,3V}{0,02A} = 315 \Omega \text{ (Normwert } 330 \Omega)$$



LOW-Current-LED, 3 mm Ø, (Telefunken)

Diese LEDs strahlen bereits bei 2 mA mit ihrer vollen Leuchtkraft (CMOS-kompatibel).

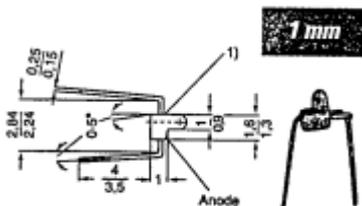
Technische Daten:
1,6 ... 2 V, $I_F = 2 mA$ (grün 4 mA), diffus.

Best.-Nr.:	Typ	Farbe	Stück	ab 10 St. à
18 69 37-33	TLLR 4400	rot	-60	-55
18 69 45-33	TLLY 4400	gelb	-60	-55
18 69 53-33	TLLG 4400	grün	-60	-55

Blaue LED, 5 mm / 3 mm Ø
Bei dieser LED handelt es sich um keine Glühlampe im LED-Gehäuse, sondern um eine echte Leuchtdiode.

Technische Daten:
Durchlaßspannung 2,7-3,2 V - I_F 20 mA - Wellenlänge 470 nm - 7-14 mcd - Ø 5 mm/3 mm.

Best.-Nr.:	Farbe	Abstrahlwinkel	Stück	ab 3 St. à
18 40 39-33	blau diffus	60°	3.45	3.10
18 39 11-33	blau klar	30°	3.45	3.10
18 46 08-33	blau diffus	60°	3.45	3.10
18 43 06-33	blau klar	30°	3.45	3.10



Micro-LED, 1 mm Ø

Technische Daten:
LED 1 mm x 1 mm, max. 20 mA.

Best.-Nr.:	Farbe	Typ	Stück	ab 10 St. à
18 31 80-33	rot	LD 121	-95	-85
18 32 96-33	grün	LD 171	-95	-85
18 32 88-33	gelb	LD 161	-95	-85



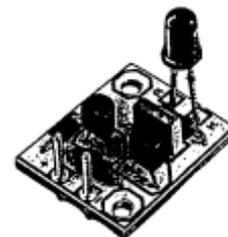
Vorschaltplatine für 230 V~

Ermöglicht den direkten Betrieb einer LED an 230 V~-Netzspannung. Interessant bei Geräten, bei denen nur 230 V zur Verfügung stehen, oder bei Austausch der Kontrolllampe gegen eine erschütterungsunempfindliche und länger lebende LED.

Technische Daten: Abmessungen ca. 40 x 30 mm LED-Strom ca. 15 mA.

Bausatz mit ausführlicher Bauanleitung

Best.-Nr.	19 59 36-33	3.95
-----------	-------------	------



LED-Konstantstromquelle

Zum Betrieb für Standard-LEDs an einer Betriebsspannung von ca. 4 V bis 30 V= ohne zusätzlichen Vorwiderstand. Die LED kann somit an einer veränderbaren Spannung bei weitgehend gleichbleibender Helligkeit betrieben werden, ohne diese LED zu zerstören (z. B. bei plötzlichem Betriebsspannungsanstieg o.ä.). Ebenso ist eine Reihenschaltung von mehreren LEDs möglich. Ideal auch für Experimente mit LEDs. Mit Verpolungsschutz.

Technische Daten:

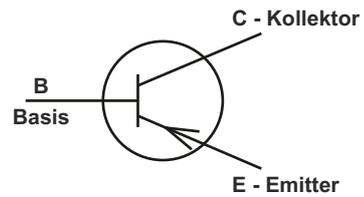
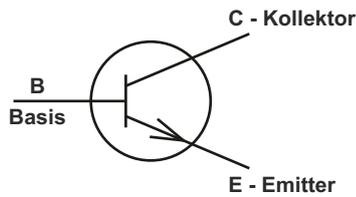
Betriebsspannung 4 - 30 V= · Konstantstrom ca. 15mA · Abmessungen 25x20mm

Bausatz mit ausführlicher Bauanleitung

Best.-Nr.	19 60 10-33	2.95
-----------	-------------	------

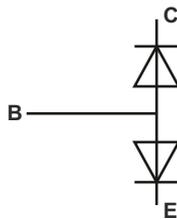
7. Der Transistor:

7.1 Schaltbild

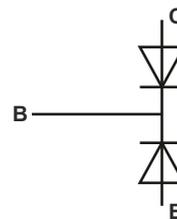


7.2 Ersatzschaltbild für Prüfzwecke:

des NPN-Transistors



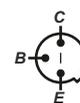
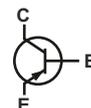
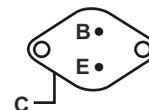
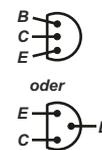
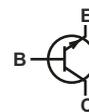
des PNP-Transistors



Diese Ersatzschaltbilder geben nicht die realen Verhältnisse der Transistoren wieder. Sie genügen aber für einfache Durchgangsprüfungen mit Gleichspannung.

7.3 Bauformen von Transistoren mit Anschlußbildern:

Äußeres Bild	Schaltzeichen	Anschlußbild
--------------	---------------	--------------

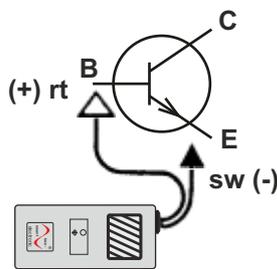


7.4 Praktischer Prüfvorgang bei bekannter Basis:

-- NPN Transistor

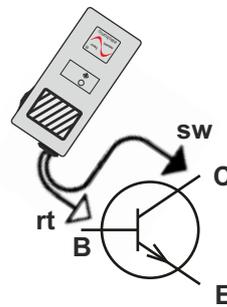
Verbinden Sie den roten Prüfpol (+) Ihres Testofons mit dem Basisanschluß des NPN-Transistors. Wenn Sie jetzt den schwarzen Prüfpol (-) mit dem Kollektoranschluß und danach mit dem Emitteranschluß verbinden, muß jeweils ein hoher Prüftton zu hören sein (niederohmig). Umgekehrt (schwarz (-) an Basis und rot (+) an Kollektor oder Emitter) darf kein Prüftton zu hören sein (sehr hochohmig). Zwischen Kollektor und Emitter darf bei beiden möglichen Polungen kein oder nur ein sehr dunkler Prüftton zu hören sein (hochohmig). Wenn eine dieser Prüfungen ein anderes Ergebnis zeigt als angegeben, ist der NPN-Transistor nicht in Ordnung.

1. Prüfung



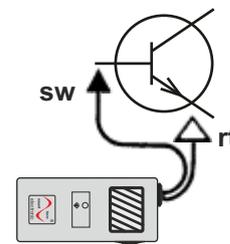
Prüftton
(niederohmig)

2. Prüfung



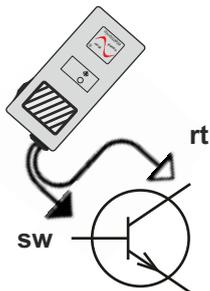
Prüftton
(niederohmig)

3. Prüfung



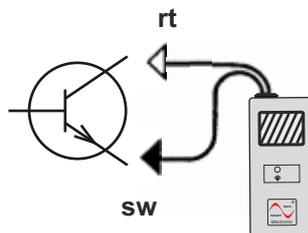
kein Prüftton
(hochohmig)

4. Prüfung



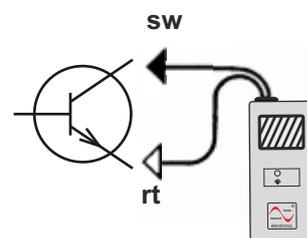
kein Prüftton
(hochohmig)

5. Prüfung



kein Prüftton
(hochohmig)

6. Prüfung

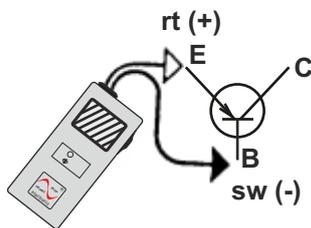


kein Prüftton
(hochohmig)

-- PNP-Transistor (Basis bekannt)

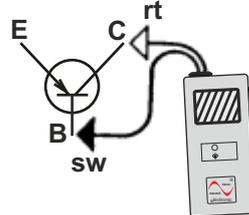
Verbinden Sie den schwarzen Prüfpol (-) Ihres Testofons mit dem Basisanschluß des PNP-Transistors. Wenn Sie jetzt den roten Prüfpol (+) mit dem Kollektoranschluß und danach mit dem Emitterschluß verbinden, muß jeweils ein hoher Prüftton zu hören sein (niederohmig). Umgekehrt (rot (+) an Basis und schwarz (-) an Kollektor oder Emitter) darf kein Prüftton zu hören sein (sehr hochohmig). Zwischen Kollektor und Emitter darf bei beiden möglichen Polungen kein oder nur ein sehr dunkler Prüftton zu hören sein (hochohmig). Wenn eine dieser Prüfungen ein anderes Ergebnis zeigt als angegeben, ist der PNP-Transistor nicht in Ordnung.

1. Prüfung



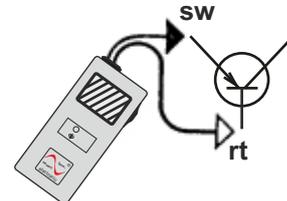
Prüftton
(niederohmig)

2. Prüfung



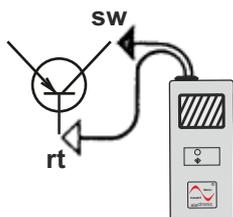
Prüftton
(niederohmig)

3. Prüfung



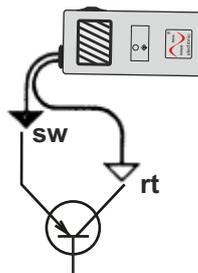
kein Prüftton
(hochohmig)

4. Prüfung



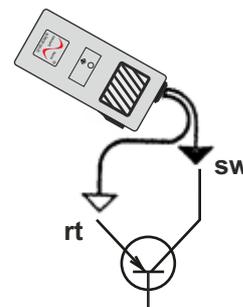
kein Prüftton
(hochohmig)

5. Prüfung



kein Prüftton
(hochohmig)

6. Prüfung

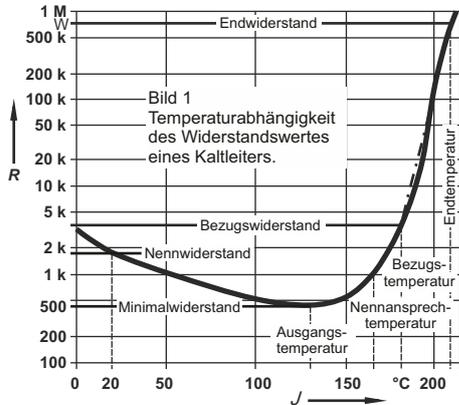


kein Prüftton
(hochohmig)

7.5 Bestimmung des Transistortyps (NPN - PNP) bei unbekannter Basis

Finden Sie zuerst heraus, wo der Basisanschluß des Transistors ist. Er allein zeigt bei **einer Polung niederohmiges Verhalten** gegenüber Kollektor und Emitter, bei der **anderen Polung hochohmiges Verhalten**. Ein **NPN**-Transistor ist es, wenn dabei an der Basis die rote Prüfspitze (+) anliegt. Ein **PNP**-Transistor ist es, wenn dabei an der Basis die schwarze Prüfspitze (-) anliegt.

8 Kalt- und Heißleiter



Kaltleiter
Bild 1 zeigt die Abhängigkeit des Widerstandswertes R eines Kaltleiters von der Temperatur J . Deutlich ist zu sehen: Im kalten Zustand leitet der Kaltleiter gut, er hat einen niedrigen Widerstand; bei einer bestimmten höheren Temperatur steigt der Widerstand schlagartig an. Wichtigster Kennwert eines Kaltleiters ist der **Kaltwiderstand**, der meist für eine Bezugstemperatur von $J = 25^\circ\text{C}$ angegeben wird. Bei der höchsten zulässigen Betriebstemperatur J_{max} mißt man den **Warmwiderstand**. Ein ebenfalls wichtiger Kennwert ist die am Kaltleiter **höchstzulässige Spannung** U_{max} beim Betrieb des Kaltleiters in ruhender Luft und einer

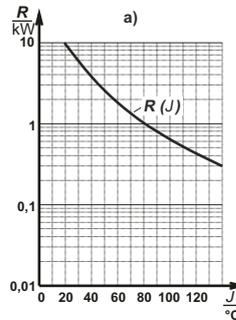
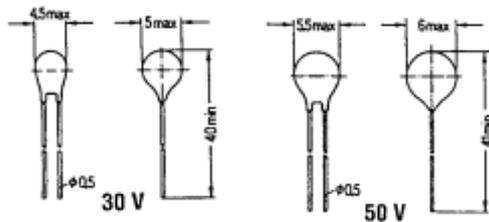


Bild 2
Temperaturabhängigkeit
des Widerstandswertes
eines Heißleiters

Heißleiter
Die Heißleiter sind äußerlich von den Kaltleitern kaum zu unterscheiden, es sind die gleichen Scheiben, Stäbchen, Perlen oder ähnliche Bauformen mit und ohne Kunststoffüberzug oder im Glas- oder Metallgehäuse. Der grundlegende Unterschied zum Kaltleiter ist der, daß beim Heißleiter der Widerstandswert mit zunehmender Temperatur abnimmt, oder anders gesagt: Im heißen Zustand leitet der Heißleiter gut, er hat einen niedrigen Widerstand. Beim Vergleich verschiedener Heißleitertypen kann man feststellen, daß es flacher oder steiler verlaufende Linien gibt. Diesen flacheren oder steileren Verlauf der Kennlinie beschreibt ein Kennwert, den man Regelkonstante nennt. Die übrigen Kennwerte sind genauso festgelegt wie bei den Kaltleitern

SIEMENS Kaltleiter (PTC)

Zur Lösung allgemeiner Aufgaben in der Temperaturmeß- und Regeltechnik



Best.-Nr.:	Betr.-Spg.	Bezugstemp.	Bezugswiderst.	Endtemp.	Endwiderst.	Stück	ab 5 ä
44 91 05-22	30 V	40°C	190 W	95°C	50 kW	2.-	1.70
44 91 13-22	30 V	60°C	160 W	110°C	50 kW	2.-	1.70
44 91 21-22	30 V	80°C	160 W	125°C	50 kW	2.-	1.70
44 91 48-22	50 V	40°C	220 W	95°C	50 kW	2.40	1.95
44 91 72-22	50 V	120°C	170 W	155°C	50 kW	2.40	1.95

SIEMENS NTC-(Heißleiter)-Widerstände

Für die Temperaturkompensation und -messung in der Regel-, Meß- und Transistortechnik. NTC-Widerstände verkleinern ihren Widerstandswert bei Erhöhung der Umgebungstemperatur gegenüber der Nenntemperatur.

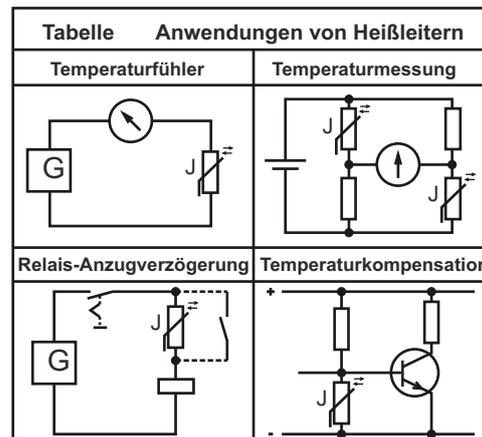
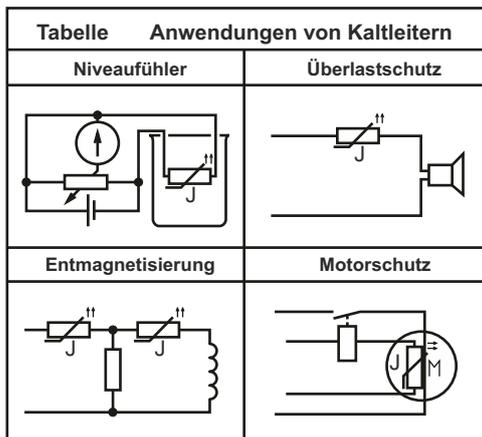


Typ K 45

Für Temperaturkompensation und -messung bei Chassismontage. Temperaturbereich -55°C bis $+125^\circ\text{C}$ · Nenntemperatur $+25^\circ\text{C}$.

Best.-Nr.:	Wert	Stück	ab 5 St. ä
44 83 54-22	100 W	1.85	1.55
44 83 62-22	1 kW	1.85	1.55
44 83 70-22	6,8 kW	1.85	1.55

ELEKTRONIK

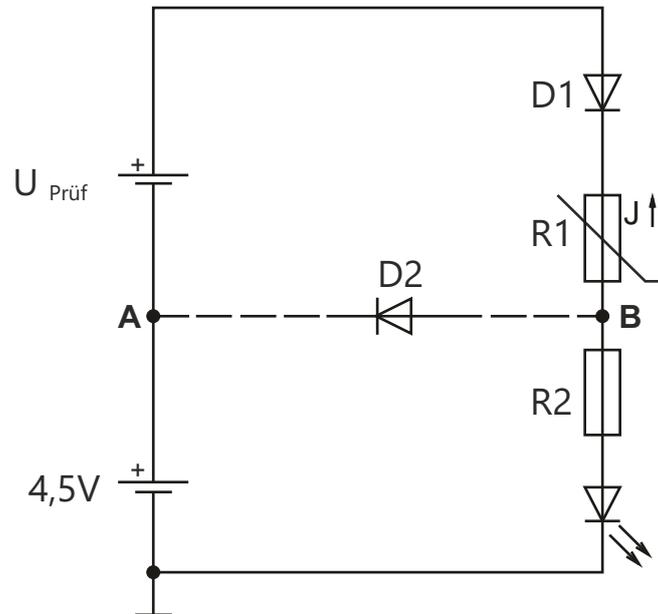


Nur für fortgeschrittene und besonders interessierte Schüler!

9 Beispielrechnung CONTITESTeingang

Die Funktion der Diode D2 in der Eingangsschutzbeschaltung.

Vereinfachte Ersatzschaltung in übersichtlicher Form:



Beispiel:

Berechnung der Spannungen $U_{B_{Masse}}$ und U_{AB} bei einer Prüfspannung von 60 V.

Solange die Diode D2 nicht angeschlossen ist, liegt eine Reihenschaltung bei den Spannungsquellen und eine Reihenschaltung bei den Verbrauchern vor.

Die Gesamtspannung $U_G = U_{bat} + U_{Pruef} = 4,5V + 60V = 64,5V$.

An D 1 fallen 0,7V ab und an der LED ist die Durchlaßspannung 2V.

Um die Spannung, die an der Reihenschaltung von R_1 und R_2 ($=R_G$) anliegt zu erhalten, muß man also diese beiden Spannungsfälle von der Gesamtspannung abziehen:

$$U_{RG} = U_G - U_{D1} - U_{D2} = 64,5V - 0,7V - 2V = 61,8V.$$

Damit läßt sich der Strom durch die Widerstände berechnen

$$I = \frac{U_{RG}}{R_G} = \frac{61,8V}{222\Omega} = 0,278A$$

$$U_{r2} = R_2 \cdot I = 22\Omega \cdot 0,278A = 6,12V$$

Die Spannung $U_{B_{Masse}}$ ist also $6,21V + 2V = 8,21V$ und $U_{AB} = 3,71V$.

Wir gratulieren Ihnen!

Ihr CONTITEST gibt einen hellen hohen Prüftönen von sich, die Leuchtdiode zeigt ein Signal. Ihr (erstes?) selbstgebautes elektronisches Gerät funktioniert also. Jetzt sollen Sie einen Großteil seiner vielen Einsatzmöglichkeiten kennenlernen. Später werden Sie es dann in der Schule und im Betrieb ganz selbstverständlich benutzen, z.B. zum Spannungsverfolgen bei einer Steuerung, zum Herausfinden der richtigen Leitungen einer Türsprechanlage, zum Überprüfen einer Diode aus einem Brückengleichrichter usw. Einige Prüfungen können Sie ohne Hilfsmittel machen.

1. Prüfungen ohne Hilfsmittel

Welche Töne gibt das CONTITEST bei folgenden Prüfungen von sich? Tragen Sie die Ergebnisse in die Tabelle ein!

	Beschreibung des Prüftönen (Was hören Sie?)	Elektrotechnische Bedeutung des Prüftönen
Prüfspitzen zusammen (kurzgeschlossen)		niederohmiger Widerstand ($R \approx 0\Omega$)
Je eine Prüfspitze zwischen Daumen und Zeigefinger beider Hände		
Prüfspitzen in die beiden Buchsen einer Steckdose am Laborplatz (Vorsicht! 230V)		

Holen Sie sich jetzt das Testboard mit der Nummer Ihres Laborplatzes! Legen Sie sich folgendes zurecht:

- Ihre CONTITEST-Gebrauchsanleitung (bekommen Sie vom Lehrer)
- Die Informationsmappe
- Ihr Fachtheoriebuch

Eine Bitte: Verwenden Sie bei den folgenden Arbeiten den "**Piiiiiiipton**" nur, wenn es unbedingt notwendig ist, sonst die Leuchtdiode, so schonen Sie ihre eigenen Nerven und die Ihrer Kollegen!

Testankündigung: Wenn Sie mit dem Bauteilprüfen fertig sind, dürfen Sie in einem praktischen Test beweisen, was Sie gelernt haben.

2. Widerstände

a) Ab welchem Widerstandswert können Sie laut Gebrauchsanleitung deutlich eine Unterscheidung zum Widerstand Null Ohm treffen? Überzeugen Sie sich, ob Ihr CONTITEST das kann!

.....

Name:

Klasse:

Datum:

b) Machen Sie sich mit der Widerstandsprüfung vertraut! Prüfen Sie alle Widerstände auf dem Testboard durch. Schätzen Sie die Widerstandswerte grob aufgrund der Tonhöhe ab und ordnen Sie sie in der Tabelle an, beginnend mit dem höchsten Prüftone. Bestimmen Sie die Nennwerte mit Hilfe der Farbkennzeichnung. Entscheiden Sie aufgrund der Ergebnisse, ob ein Widerstand in Ordnung oder defekt ist!

Bauteil	Widerstand Nr.	Nennwert nach Farbkennzeichnung	in Ordnung / defekt
Höchster Ton			
Tiefster Ton			

3. Potentiometer

Zeichnen Sie das Schaltzeichen des Potis mit seinen Anschlußbezeichnungen!

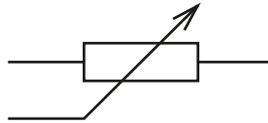
a) Schließen Sie das CONTITEST zwischen den vorgegebenen Klemmen von Poti 1 auf dem Testboard an, drehen sie an der Potiachse von ganz links bis ganz rechts und notieren Sie, was Sie hören und was Sie daraus schließen (Tonhöhe, Widerstand)!

Prüfspitzen an den Anschlüssen	Ton wird höher / tiefer	Widerstand steigt / fällt
A und S		
E und S		
A und E		

c) Schätzen sie den Widerstandswert zwischen den Anschlüssen A und E des Potis 1 mit Hilfe der Tonhöhe ab!

R= W

d) Überprüfen Sie mit Ihrem CONTITEST das Poti 2, bestimmen Sie die Anschlüsse A, E und S und tragen Sie diese in die unten stehende Bauteilzeichnung ein!



Schätzen Sie den Nennwert des Poti 2 $R = \dots\dots\dots \Omega$

Ist das Poti 2 in Ordnung oder defekt?

e) Überprüfen Sie das Poti 3 auf seine Funktionsfähigkeit!

in Ordnung defekt (unterstreichen)

Falls das Poti 3 defekt ist, beschreiben Sie die Art des Fehlers!

.....
.....

4. Fotowiderstand

a) Zeichnen Sie das Schaltzeichen für den Fotowiderstand.

b) Prüfen Sie den Fotowiderstand auf dem Testboard mit Ihrem CONTITEST. Bestimmen Sie den ungefähren Widerstandswert bei Zimmerhelligkeit. (Vergleichen Sie die Tonhöhe mit den intakten Widerständen auf dem Testboard)

Ergebnis:

c) Dunkeln Sie den Fotowiderstand mit Ihrer Hand ab und notieren Sie die Veränderung des CONTITEST-Prüftones in eigenen Worten. Wie verändert sich der Wert des Fotowiderstandes?

.....

Wie groß ist ungefähr der Dunkelwiderstand?

d) Halten Sie den Fotowiderstand gegen das Fenster (Tageslicht) und beschreiben Sie die Veränderung

Ergebnis:

.....

e) Fachliche Auswertung der Prüfung: Wie muß ein Fotowiderstand bei Erhöhung, bzw. Verringerung der Beleuchtungsstärke reagieren? (Genau Beschreibung mit einem Je.. desto Satz)

.....

.....

Ist der Fotowiderstand funktionstüchtig?

ELEKTRONIK

Name:	Klasse:	Datum:	
-------	---------	--------	--

5. Kondensator

a) Ab welchem Kapazitätswert gibt es laut CONTITEST-Gebrauchsanleitung bei der Kapazitätsprüfung einen längeren veränderlichen Ton?

C=..... μF

b) Prüfen Sie die Kondensatoren auf dem Testboard mit Ihrem CONTITEST. Beschreiben Sie den Verlauf der Tonhöhe bei den Kondensatoren!

Kondensator 1: Ton zuerst dann.....

Kondensator 2:

Kondensator 3:

Kondensator	in Ordnung / defekt ?	Nennwert in μF
C1		
C2		
C3		

d) Bei welcher Kondensatorart müssen Sie die Polung beim Einbau beachten?

.....

Zeichnen sie das Schaltzeichen für diesen Kondensator!

6. Diode

Zeichnen Sie das Schaltzeichen und bezeichnen sie die Anschlüsse der Diode!

a) Wie muß das CONTITEST an die Diode angeschlossen sein, daß sie in Durchlaßrichtung betrieben wird?

.....

Tonhöhe? Widerstandswert ca. Ω

b) Wie muß das CONTITEST an die Diode angeschlossen sein, daß sie Sperrverhalten zeigt?

.....

Tonhöhe? Widerstandswert ca. Ω

Name:	Klasse:	Datum:	
-------	---------	--------	--

c) Woran erkennen Sie eine defekte Diode (mit CONTITEST)? Achtung! Zwei Möglichkeiten.

..... oder

d) Überprüfen Sie die Dioden auf dem Testboard je zweimal (zweite Prüfung mit vertauschten Prüfspitzen) und notieren Sie das Prüfergebnis!

Diode 1: Ergebnis:

Diode 2: Ergebnis:

Diode 3: Ergebnis:

Diode 4: Ergebnis:

e) Wie werden die Anschlüsse handelsüblicher Dioden gekennzeichnet?

Anode:

Kathode:

f) Zeichnen Sie das Schaltzeichen für die Leuchtdiode (LED) und bezeichnen Sie die Anschlüsse!

g) Überprüfen Sie die LED auf dem Testboard und beschreiben Sie Ihre Beobachtungen bei der Prüfung in Durchlaßrichtung und in Sperrichtung genau!

Durchlaßrichtung:

Sperrichtung:

h) Wie erkennen Sie bei einer LED ohne Prüfgerät die beiden Anschlüsse?

1. Möglichkeit:

2. Möglichkeit:

Name:

Klasse:

Datum:

6. Transistor (Information im Fachtheorie-Buch)**a) NPN-Transistor**

a1) Zeichnen Sie das Schaltzeichen mit Bezeichnungen! (B - C - E)

a2) Zeichnen Sie das vereinfachte Ersatzschaltbild für Prüfzwecke!

a3) Welches Widerstandsverhalten zeigt ein funktionstüchtiger NPN-Transistor? (Überlegen Sie die Aufgabe mit Hilfe des vereinfachten Ersatzschaltbildes).

B "+" - E "-" hoch- oder niederohmig? (unterstreichen)

B "-" - E "+" hoch- oder niederohmig? (unterstreichen)

C "+" - E "-" hoch- oder niederohmig? (unterstreichen)

C "-" - E "+" hoch- oder niederohmig? (unterstreichen)

B "+" - C "-" hoch- oder niederohmig? (unterstreichen)

B "-" - C "+" hoch- oder niederohmig? (Unterstreichen)

Kontrollieren Sie Ihre Lösung durch Prüfen des NPN-Transistors (Nr.1) auf dem Testboard mit Ihrem Testofon!

Hinweis: B "+" - E "-" bedeutet, dass Sie an der Basis (B) "+", also die rote Prüfspitze anlegen sollen und am Emitter (E) "-", die schwarze Prüfspitze und feststellen, ob der Widerstand dann hoch oder niedrig ist.

b) PNP-Transistor

b1) Zeichnen Sie das Schaltzeichen mit Bezeichnungen! (B - C - E)

b2) Zeichnen Sie das vereinfachte Ersatzschaltbild!

b3) Welches Widerstandsverhalten zeigt ein funktionstüchtiger PNP-Transistor?

B "+" - E "-" hoch- oder niederohmig? (unterstreichen)

B "-" - E "+" hoch- oder niederohmig? (unterstreichen)

C "+" - E "-" hoch- oder niederohmig? (unterstreichen)

C "-" - E "+" hoch- oder niederohmig? (unterstreichen)

B "+" - C "-" hoch- oder niederohmig? (unterstreichen)

B "-" - C "+" hoch- oder niederohmig? (Unterstreichen)

Kontrollieren Sie Ihre Lösung durch Prüfen des PNP-Transistors (Nr.2) auf dem Testboard mit Ihrem Testofon!

b4) Wieviele Einzelprüfungen müssen Sie also machen, um festzustellen, ob ein Transistor in Ordnung ist?

..... Prüfungen

Bei wieviel Prüfungen davon muß ein niederohmiger Wert herauskommen?

Ergebnis: Bei genau Messungen niederohmiger Wert.

c) Prüfen von unbekanntem Transistoren

c1) Woran erkennen Sie bei der Prüfung mit dem CONTITEST, ob Sie einen NPN-Transistor oder einen PNP- Transistor vor sich haben?

.....
.....

c2) Prüfen Sie die übrigen 3 Transistoren auf dem Testboard durch, bestimmen sie, ob es sich jeweils um einen NPN- oder PNP- Transistor handelt und stellen Sie fest, ob einer defekt ist!

Transistor 3: NPN / PNP i. Ordn. / defekt
Wenn defekt - warum?

.....

Transistor 4: NPN / PNP i. Ordn. / defekt
Wenn defekt - warum?

.....

Transistor 5: NPN / PNP i. Ordn. / defekt
Wenn defekt - warum?

.....

7. Schlußbemerkungen

Wenn Sie die Übungen sorgfältig und gründlich erledigt haben, müßten Sie jetzt mit Hilfe des Testofons z.B.

- niederohmige und hochohmige Widerstände unterscheiden können,
- Dioden und Leuchtdioden auf Funktion prüfen können,
- NPN- und PNP-Transistoren durch Prüfen unterscheiden sowie defekte Transistoren herausfinden können,
- Potentiometer und LDR auf Funktion prüfen können,
- Kondensatoren auf Funktion prüfen und solche verschiedener Kapazität unterscheiden können.

Sie werden bald Gelegenheit haben, in einem Test zu zeigen, was Sie gelernt haben. Wenn Sie sich noch sehr unsicher sind, wiederholen Sie bitte die Aufgaben nochmal, die Sie für notwendig halten.

Name:

Klasse:

Datum:

Sie brauchen als **Hilfsmittel nur Ihr** CONTITEST und einen Schreiber. Die benötigten Bauteile werden durchgegeben, wie, sagt Ihnen der Lehrer. Jedes Bauteil hat eine Nummer, die Sie auch auf diesem Blatt finden (Achtung auch Rückseite).

Sie haben folgende Aufgaben:

1. Finden Sie die **Bauteilart** heraus (Diode, Transistor, Kondensator, usw.)! bei Transistoren müssen Sie auch die Unterscheidung zwischen NPN- und PNP-Transistoren treffen.
2. Finden Sie heraus, ob das Bauteil **in Ordnung oder defekt** ist. Achtung bei defekten Transistoren läßt sich oft die Transistorart nicht mehr feststellen. Vermerken Sie das.
3. Nur wenn das Bauteil nicht in Ordnung ist, **begründen Sie** Ihre Feststellung
4. Tragen Sie alles auf diesem Blatt unter der Nummer des Bauteils ein!
5. Wenn Sie zwischendrin Zeit haben, beantworten Sie die **Fragen** mit den Nummern 10 bis 12 auf der **Rückseite** (ohne Messung)!

Bauteileprüfungen:

1. Bauteil Nr. 1: Bauteilart: in Ordnung / defekt.. (Unterstreichen!)
Wenn defekt: Begründung:
2. Bauteil Nr. 2: Bauteilart: in Ordnung / defekt.. (Unterstreichen!)
Wenn defekt: Begründung:
3. Bauteil Nr. 3: Bauteilart: in Ordnung / defekt.. (Unterstreichen!)
Wenn defekt: Begründung:
4. Bauteil Nr. 4: Bauteilart: in Ordnung / defekt.. (Unterstreichen!)
Wenn defekt: Begründung:
5. Bauteil Nr. 5: Bauteilart: in Ordnung / defekt.. (Unterstreichen!)
Wenn defekt: Begründung:

Weitere Bauteilnummern auf Seite 2!

ELEKTRONIK

Name:

Klasse:

Datum:

Test BTPR_HR3.DOC	Bauteilprüfung mit dem CONTITEST	Blatt 2
<p>6. Bauteil Nr. 6: Bauteilart: Transistor NPN../PNP ? in Ordnung / defekt.. (Unterstreichen!) Wenn defekt: Begründung:</p> <p>7. Bauteil Nr. 7: Bauteilart: Transistor NPN../PNP ? in Ordnung / defekt.. (Unterstreichen!) Wenn defekt: Begründung:</p> <p>8. Bauteil Nr. 8: Bauteilart: Transistor NPN../PNP ? in Ordnung / defekt.. (Unterstreichen!) Wenn defekt: Begründung:</p> <p>9. Bauteil Nr. 9: Bauteilart: Transistor NPN../PNP ? in Ordnung / defekt.. (Unterstreichen!) Wenn defekt: Begründung:</p>		
<p>Ohne Messungen zu bearbeitende Aufgaben:</p>		
<p>10. Welches Widerstandsverhalten zeigt ein funktionstüchtiger NPN-Transistor?</p> <p>B "+" - E "-" hoch- oder niederohmig? (unterstreichen)</p> <p>B "-" - E "+" hoch- oder niederohmig? (unterstreichen)</p> <p>C "+" - E "-" hoch- oder niederohmig? (unterstreichen)</p> <p>C "-" - E "+" hoch- oder niederohmig? (unterstreichen)</p> <p>B "+" - C "-" hoch- oder niederohmig? (unterstreichen)</p> <p>B "-" - C "+" hoch- oder niederohmig? (unterstreichen)</p> <p>11. Wie erkennen Sie bei einer LED ohne Prüfgerät die beiden Anschlüsse?</p> <p>1. Möglichkeit:</p> <p>2. Möglichkeit:</p> <p>12. Was muß sich ändern, daß ein Photowiderstand höherohmig wird?</p> <p>Antwort: Zuerst dann</p>		
Name:	Klasse:	Datum:

Ziele

Folgendes sollen Sie im Lauf der nächsten Stunden kennenlernen, erarbeiten und einüben!

A Fachliche Qualifikationen

Wie stark belastet das CONTITEST ein zu prüfendes Bauteil oder eine Spannungsquelle?
Welche Betriebsbedingungen braucht eine Leuchtdiode, wie wird Sie geschaltet?
Wie ist der Eingangsschaltkreis des Testofons aufgebaut, wie funktioniert er?

B Schlüsselqualifikationen

Methode: Bei einem unbekanntem, elektronischen Gerät das elektrische Verhalten und die Funktion (teilweise) erkunden.
Information aus Katalog- und Fachtexten entnehmen.
Auswertung von Messungen.
Schaltungen vereinfachen und Schaltungsprinzipien erkennen.
Übertragung auf ähnliche Situationen (Transfer).

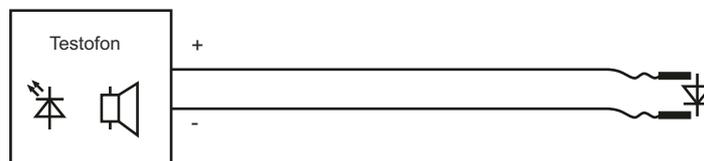
Sozialverhalten: Zusammenarbeit mit einem Partner.
Meinungsverschiedenheiten sachlich diskutieren und dabei auf die Argumente des Anderen eingehen.
Beim Schaltungsaufbau sollten Sie und Ihr Partner sich mit aufbauen und kontrollieren abwechseln.

Persönlichkeit: Scheu vor Messungen an elektronischen Geräten verringern.
Verantwortungsvoller Umgang mit empfindlichen Geräten und Bauteilen.

Praktische Umsetzung

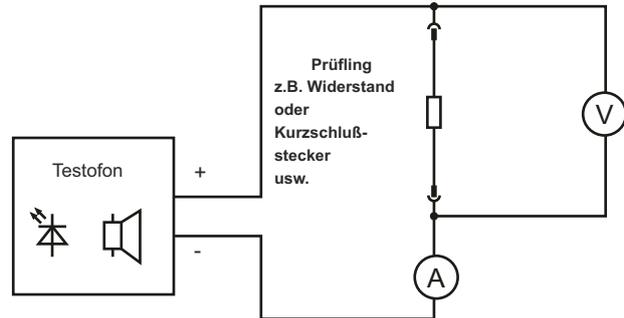
1. Prüfstrom und -spannung

Wenn Sie mit dem CONTITEST eine Diode prüfen, so ist es nicht selbstverständlich, daß die Prüfung exakt funktioniert und gleichzeitig die Diode unbeschädigt bleibt. Ist die Prüfspannung zu klein, z. B. 0,5V bei einer Siliziumdiode, so wird die Schwellenspannung nicht erreicht und auch in Durchlaßrichtung wird kein Durchgang angezeigt. Ist der Meßstrom zu groß, z. B. 100mA, so werden manche Dioden bereits beschädigt.

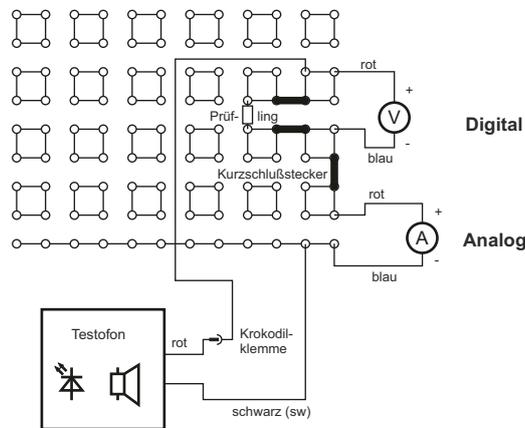


Mit den folgenden Messungen sollen Sie die Größe der Prüfspannung und des Prüfstromes Ihres Testofons ermitteln. Bei verschiedenen Prüflingen sollen Sie diese Werte messen, um einerseits einen Einblick in die Arbeitsweise des Testofons und andererseits einen Überblick über die Belastung der Prüflinge zu erhalten.

- a) Bauen Sie folgende Schaltung auf Ihrer Bauplatte auf!
Hinweise:
Die Linien zwischen den Buchsen bedeuten: Leitende Verbindung.
Bauen Sie Ihre Schaltung übersichtlich auf, d. h. möglichst alle Strompfade, ähnlich wie im Stromlaufplan, senkrecht zwischen der obersten und untersten Linie Ihrer Bauplatte.



Bei korrektem Aufbau sollte Ihre Schaltung so aussehen:



- b) Messung
Achten Sie auf die Bereichswahl der Vielfachinstrumente, insbesondere sollten Sie vor einem Bauteilwechsel in unempfindlichere Bereiche schalten, um eine Überlastung der Meßinstrumente zu vermeiden.
Meßgeräteempfehlung: Spannungsmessung mit dem Digitalmultimeter, Strommessung mit dem Analogmeßgerät.
Bei allen Messungen soll das CONTITEST in der Stellung LED betrieben werden, nur ab und zu kann zur Kontrolle kurz auf Lautsprecher umgeschaltet werden.

Meßwerte am Prüfling:

Prüfling	U [V]	I [mA]	Rechnung: P [mW]
560Ω			
4,7kΩ			
12kΩ			
Ohne Prüfling			
Kurzschlußstecker			
Diode in Durchlaßrichtung			
Diode in Sperrichtung			

Ergänzen Sie den folgenden "Je-desto-Satz" mit größer/ kleiner:

Je größer der Prüflingswiderstand ist, desto ist der Strom durch den Prüfling.
Schreiben Sie einen vollständigen "Je-desto-Satz" für den Zusammenhang zwischen
Prüflingswiderstand und Spannung am Prüfling!

.....
.....

Prüflingsbelastung während einer CONTITESTmessung:

Wie groß ist die höchste Spannung, die am Prüfling anliegen kann?

Wie groß ist der höchste Strom, der durch den Prüfling fließen kann?

Wie groß ist die höchste Verlustleistung bei den benutzten Prüflingen?

Für welche Bauteile ist ein niedriger Prüfstrom wichtig?

.....

Welche Bauteile brauchen zum Prüfen eine Mindestspannung?

Wie groß?

c) **Wechselspannungsprüfung**

Im folgenden wollen wir klären, welche Prüfströme bei einer Spannungsprüfung fließen.
Lassen Sie Ihren bisherigen Schaltungsaufbau unverändert und schließen Sie an die
Prüfbuchsen (dort, wo Sie bisher Ihre Prüflingswiderstände angeschlossen haben) mit kurzen,
schwarzen Leitungen den Transformator (0V und 5V-Buchse) an. Den Spannungsmesser
schalten Sie auf Wechselspannung, den Strommesser auf Wechselstrommessung.

Meßwerte an den Prüfbuchsen

Beobachten Sie nach jeder Spannungsänderung den Zeiger des Strommessers und lesen
Sie nach ca. 30s ab.

Transformator Nennspannung	U [V]	I [mA]
5V		
10V		
20V		
50V		

Welches (zeitliche) Verhalten zeigt der Eingangsstrom direkt nach der Spannungserhöhung
bei der 20V und 50V Messung?

.....

Vermuten Sie den Grund für dieses Verhalten:

.....

2. Einschub Leuchtdiode (LED)

a) Welche elektrische Eigenschaft haben Leuchtdioden mit normalen Dioden gemeinsam?

.....

b) Bei welcher Stromrichtung in der LED gibt es die Leuchtwirkung (Durchlaß- oder Sperrichtung)?

.....

c) Wie groß ist der Höchststrom, der bei einer normalen Leuchtdiode nicht überschritten werden darf?

.....

d) Warum müssen Leuchtdioden immer mit Vorwiderstand betrieben werden?

.....

e) Prüfung von Leuchtdioden

Weshalb darf man Leuchtdioden zu Prüfzwecken nicht direkt an den Plus- und Minuspol einer 4,5V Batterie anschließen?

.....

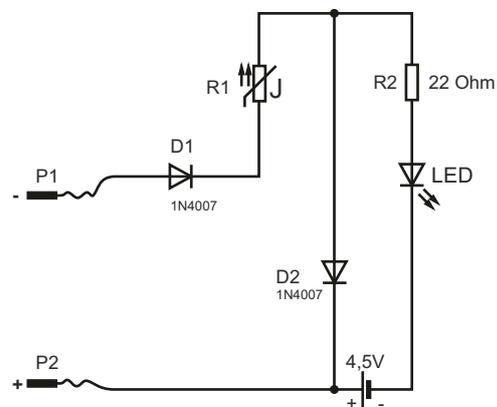
Warum ist die Prüfung einer Leuchtdiode mit dem CONTITEST für die Diode ungefährlich?

.....

3. CONTITEST Ersatzschaltung

Um die vorangehenden Meßergebnisse besser verstehen zu können, bauen Sie jetzt eine stark vereinfachte Testofon-schaltung auf. Den komplizierten Vorgang der Umwandlung des Meßstromes in eine bestimmte Höhe des Meßtons lassen wir weg.

Nach der CONTITEST-Eingangsschaltung kommt nur eine ganz schlichte Leuchtdiode mit Vorwiderstand. Das Meßergebnis besteht aus dem mehr oder weniger hellen Leuchten der Leuchtdiode.



ELEKTRONIK

Name:

Klasse:

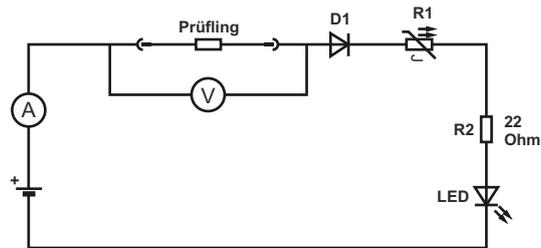
Datum:

Welche Bauteile gegenüber dem Originalcontitest sind gleich geblieben?

.....

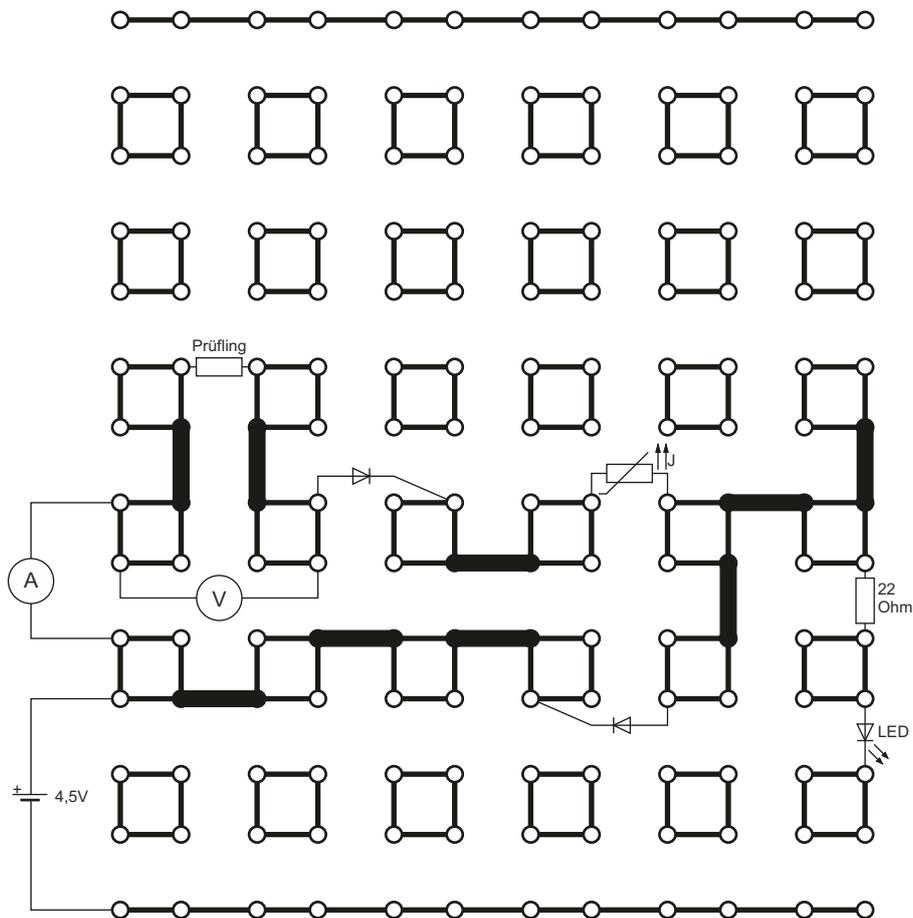
Vor dem Aufbauen muß die obenstehende Schaltung noch übersichtlicher gezeichnet werden:

a) Ergänzen Sie in dem umgezeichneten Stromlaufplan die fehlende Diode D2!



b) Als Spannungsquelle benutzen Sie Ihr Gleichspannungsnetzgerät, das Sie auf 4,5V einstellen (Sie können auch die 4,5V-Batterie aus Ihrem eigenen CONTITEST entnehmen und mit Krokodilklemmen (polrichtig!) anschließen).

Bauen Sie diese Schaltung so auf, daß sie nicht nur elektrisch, sondern auch räumlich diesem Stromlaufplan entspricht. Eine Aufbaumöglichkeit zeigt der nachstehende Bauplattenplan.



c) Bauteil-Messung mit dem CONTITEST Ersatz.

Die LED-Helligkeit geben Sie grob mit hoch, mittel, schwach oder keine an.

Prüfling	U [V]	I [mA]	LED Helligkeit
560Ω			
4,7kΩ			
12kΩ			
Ohne Prüfling			
Kurzschlußstecker			
Diode in Durchlaßrichtung			
Diode in Sperrichtung			

Gelten die "Je-desto-Sätze" von Aufgabe 1b) (Blatt 3) noch?.....
Schreiben Sie einen vollständigen "Je-desto-Satz" für den Zusammenhang zwischen Prüflingswiderstand und LED-Helligkeit!

.....
.....

d) Die Diode D2.

Ist D2 bei der Bauteilprüfung in Sperr- oder Durchlaßrichtung gepolt?

Ist Sie bei diesem Betriebszustand hoch- oder niederohmig?

e) Vereinfachte Eingangsschaltung zur Bauteilprüfung.

Wegen der vonangegangenen Überlegungen kann bei der Bauteilmessung die Diode D2 auch weggelassen werden.

Ergänzen Sie die vereinfachte CONTITEST-Ersatzschaltung (ohne D2)!



Entfernen Sie in der Schaltung auf Ihrer Bauplatte ebenfalls die Diode D2 und führen Sie die ersten 3 Messungen von Aufgabe 3c) nochmals durch und achten Sie darauf, ob

ungefähr wieder die gleichen Werte gemessen werden.

Meßergebnisse (Verschieden/ ungefähr gleich):

Für die Funktion "Durchgangsprüfung" des CONTITEST ist das Vorhandensein von D2 offensichtlich nicht wesentlich. Wenn Sie über die Funktion von D2 genauer Bescheid wissen wollen, so warten Sie bitte noch kurz, bis der Aufgabensatz "Der Eingangskreis des CONTITEST - einfach oder trickreich?" beginnt. Die dort notwendigen Überlegungen sind etwas schwieriger, weshalb die Bearbeitung nur fortgeschrittenen Schülern zu empfehlen ist.

- f) Erklären Sie mit präzisen elektrotechnischen Begriffen und Gesetzen, warum mit steigendem Widerstand des Prüflings der Eingangsstrom kleiner wird (Ihre letzte Zeichnung gibt Ihnen dabei Hilfestellung).

.....
.....
.....
.....

Hinweis: In ca. zwei Tagen können Sie in einer Kurzprobe zu den "Untersuchungen am CONTITEST" zeigen, wie sicher Sie die Problematik "Prüflingsbelastung" und "Prüfstromkreis" beherrschen.

1. Ergänzen Sie den folgenden "Je-desto-Satz" mit größer/ kleiner:

Je größer der Prüflingswiderstand ist, desto..... ist die Spannung am Prüfling.

2. Prüflingsbelastung während einer Contitestmessung:

Wie groß ist die höchste Spannung, die am Prüfling anliegen kann?

3. Welche Bauteile brauchen zum Prüfen eine Mindestspannung?.....

Wie groß?.....

4. Warum müssen Leuchtdioden immer mit Vorwiderstand betrieben werden?

.....

5. Warum ist die Prüfung einer Leuchtdiode mit dem Testofon für die Diode ungefährlich?

.....

.....

6. CONTITEST-Ersatzschaltung, Widerstandsprüfung

Erklären Sie mit präzisen elektrotechnischen Begriffen und Gesetzen, warum mit steigendem Widerstand des Prüflings der Eingangsstrom kleiner wird.

.....

.....

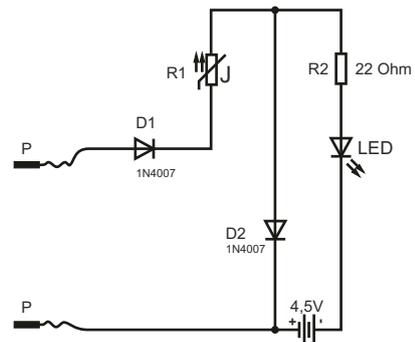
.....

.....

.....

.....

.....



Die folgenden Aufgaben sind nur für fortgeschrittene und besonders interessierte Schüler gedacht!

Ziele

Folgendes sollen Sie im Lauf der nächsten Stunden kennenlernen, erarbeiten und vertiefen!

A Fachliche Qualifikationen

Welche Aufgabe hat jedes einzelne Bauteil der CONTITEST-Eingangsschaltung einerseits bei der Bauteilprüfung und andererseits bei der Spannungsprüfung?
Wie funktioniert der CONTITEST-Schutz?

B Schlüsselqualifikationen

Methode: Selbständig eine elektronische Schaltung abändern, die Änderung überprüfen und bewerten.
Die genaue Funktion von Bauteilen in einer bestimmten Schaltung durch Messungen ermitteln.
Schwierige Zusammenhänge durch Modell-Rechnungen klären.
Übertragung auf ähnliche Situationen (Transfer).

Sozialverhalten: Zusammenarbeit mit einem Partner oder einer Gruppe.
Planungen vor der praktischen Umsetzung diskutieren und korrigieren.
Brainstorming: Bei schwierigen Fragen in der Gruppe Ideen sammeln und gemeinsam weiterentwickeln.

Persönlichkeit: Die eigene Meinung im Gruppengespräch angemessen vertreten.

Praktische Umsetzung

Annahme:
Ein CONTITEST-Bausatz wird unvollständig geliefert, es fehlen die Dioden D1, D2 und der Kaltleiter R1, stattdessen sind irrtümlich drei Widerstände mit den Werten 220Ω, 330Ω und 470Ω beige packt. Da Wochenende ist, können keine Ersatzbauteile beschafft werden, trotzdem will ein Freund von Ihnen unbedingt das CONTITEST bauen und in Betrieb nehmen.

1. Funktionsumfang Vermuten Sie, welche Funktionen mit den vorhandenen Bauteilen erreichbar sind:

Bauteilprüfung (ja/ nein):

Spannungsprüfung (ja/ nein):

Name:

Klasse:

Datum:

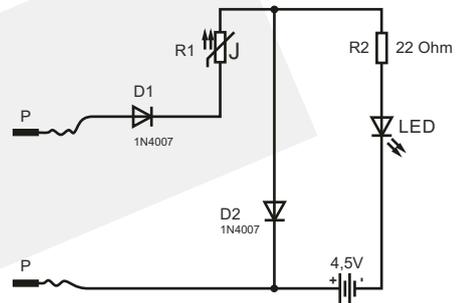
2. Änderungsvorschläge

Wenden wir uns zuerst der Bauteilprüfung zu.

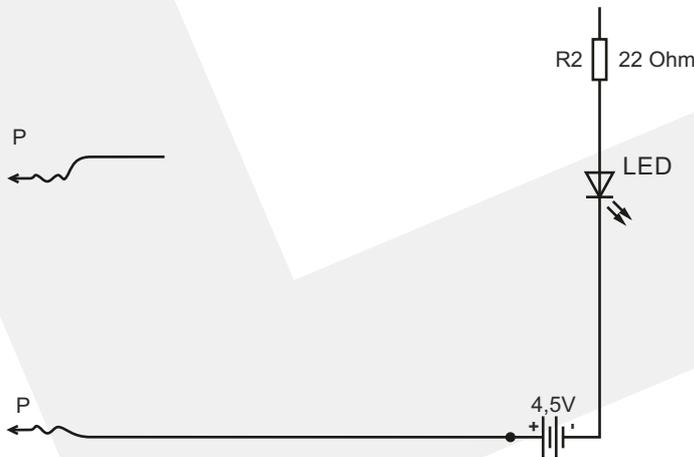
- a) Machen Sie einen Vorschlag, wie Sie den Eingangskreis mit den vorhandenen Bauteilen bestücken würden, damit die Funktion "Bauteilprüfung" zur Verfügung steht. Um uns auf das Wesentliche zu beschränken, sollen Sie diesen Änderungsvorschlag gleich am Eingangskreis der CONTITEST- Ersatzschaltung erarbeiten.

Tip: Durch was läßt sich eine Diode in Durchlaßbetrieb ersetzen, durch was eine Diode in Sperrichtung?

TESTOFON - Ersatzschaltung

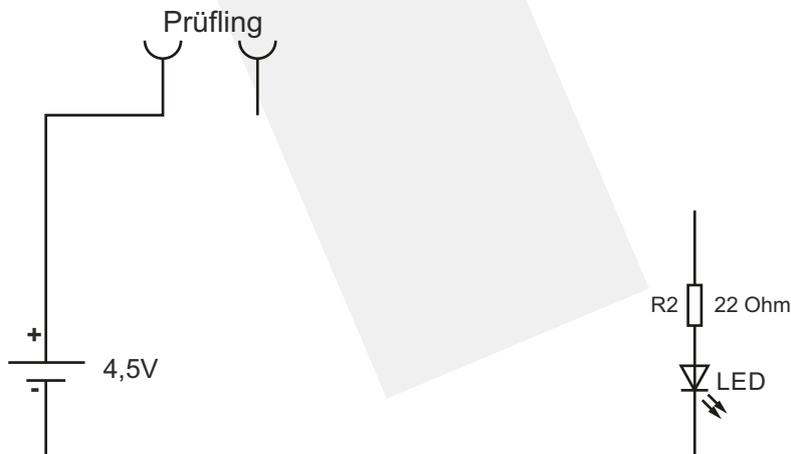


Ergänzen Sie die folgende Schaltung mit Ihrem Vorschlag:



Diskutieren Sie Ihren Änderungsvorschlag mit einem Mitschüler, der am gleichen Problem arbeitet.

- b) Bevor Sie Ihre Schaltung abbauen und erproben, sollten Sie diese noch etwas übersichtlicher zeichnen, ergänzen Sie dazu die nächste Zeichnung mit Ihrem Vorschlag und mit Meßinstrumenten für Strom- und Spannungsmessung am Prüfling.



c) Wie kann Ihre neue Schaltung auf die Brauchbarkeit für die Bauteilprüfung getestet werden?

Testmethode:

.....

Testergebnis:

.....

d) Welche Schlussfolgerung lässt sich aus diesem Vergleich für die Funktion "Durchgangsprüfung" des CONTITEST bezüglich der Aufgabe von D1, D2 und R1 ziehen?

.....

.....

3. Spannungsprüfung

Warum wird die LED in der vorliegenden Schaltung bei einer Spannungsprüfung über 10V-beschädigt? Berechnen Sie den Strom durch die Leuchtdiode.

.....

.....

4. Die Funktion der Diode D1

a) Gleichspannungsmessung

Prüfen Sie mit Ihrem Original-CONTITEST eine 4,5V Batterie oder ein Gleichspannungsnetzteil (Spannung größer 4V einstellen) und vertauschen Sie dabei auch die Messspitzen.

Beobachtung:

.....

Erklärung mit Hilfe der Wirkung von D1:

.....

.....

b) Wechselspannungsmessung (Nur Gedankenexperiment)

Erklären Sie die Aufgabe von D 1 bei Wechselspannungsprüfungen!

.....

.....

Name:

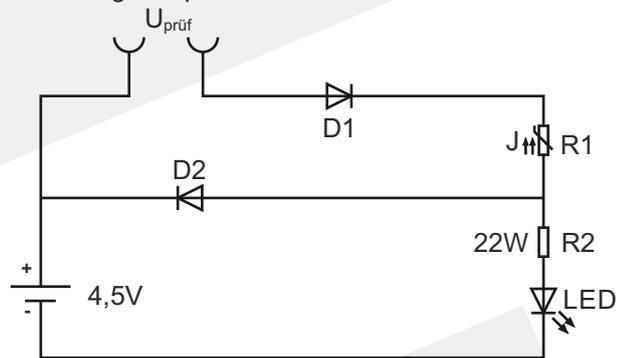
Klasse:

Datum:

5. Die Aufgaben des Kaltleiters bei der Spannungsprüfung

- a) Bauen Sie jetzt die komplette CONTITEST-Ersatzschaltung wieder auf und prüfen Sie mit einigen Testmessungen, ob die Schaltung korrekt arbeitet. Anschließend sollen Strom und Spannung am Kaltleiter R1 gemessen werden, während Spannungen geprüft werden. Ergänzen Sie die nachstehende Zeichnung mit den Meßgeräten an der richtigen Stelle und bauen Sie die Meßgeräte in Ihrer Schaltung entsprechend ein.

Wegen der Diode D1 fließt im Kaltleiter R1 ein pulsierender Gleichstrom. Solche Größen lassen sich nur mit Spezialinstrumenten (Echtheffektivwertmesser) exakt messen. Die meisten Vielfachinstrumente liefern jedoch einigermaßen brauchbare Ergebnisse, wenn sie auf Wechselstrom bzw. -spannung eingestellt sind.



b) Messung am Kaltleiter R1.

Beobachten Sie nach jeder Spannungsänderung den Zeiger des Strommessers und lesen Sie nach ca. 30 s ab.

Transformator Nennspannung	U_{R1} [V]	I_{R1} [mA]	R1 [Ω]	P_{R1} [mW]
5V				
10V				
20V				
50V				

Beschreiben Sie die Änderung des Kaltleiterwiderstands in Abhängigkeit von der Leistung, mit der er erwärmt wird!

.....

.....

Welche Aufgabe hat der eingebaute Kaltleiter bei steigender Prüfspannung?

.....

.....

Wie erfüllt er diese Aufgabe? Geben Sie stichpunktartig den Funktionsablauf an!

.....

.....

6. Wozu brauchen wir die Diode D2?

- a) Annahme: Wir prüfen eine 230 V-Steckdose.
Wie groß ist die (kurzzeitige) Höchstspannung (= Scheitelspannung) an der Steckdose?

.....

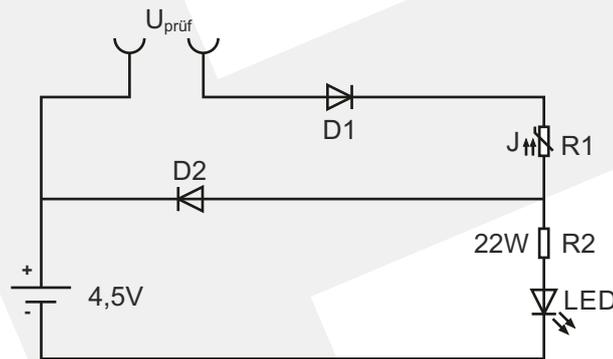
Welchen Widerstand hat R1 während der ersten 0,1s der Prüfung?
Reicht das aus, um die CONTITEST-Elektronik vor zu hohen Spannungen und Strömen zu schützen?

.....

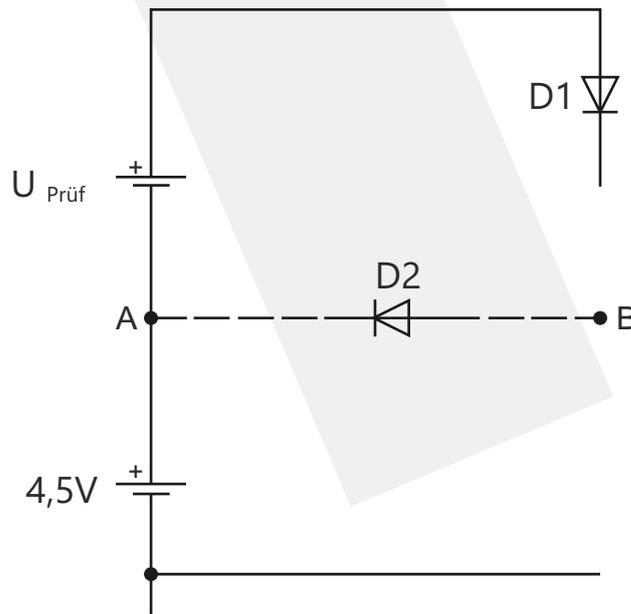
- b) Den CONTITEST-Tricks auf der Spur.
Welche Halbwellen einer zu prüfenden Wechselfspannung verursacht einen Stromfluß im CONTITEST-Eingangskreis?

.....

Wir können also für Überlegungszwecke diese Halbwellen (Zeitlupenbetrachtung) durch eine Batterie ersetzen. Zeichnen Sie diese Batterie mit z. B. 110V bei den Prüfklemmen so ein, daß ein Prüfstrom fließt.



Für unsere Überlegung brauchen wir noch mehr Übersicht. Ergänzen Sie die folgende Zeichnung so, daß sie bis auf die Anordnung mit der obigen identisch ist.



c) Wann arbeitet die Diode D2 im Durchlaßbetrieb?

Um die Aufgabe der Diode D2 zu verstehen, ist für uns die Spannung an D2 wichtig, diese Spannung ist gleich der Spannung zwischen den Punkten A und B.

Wenn man einen Massepunkt (willkürlicher Spannungsnulldpunkt) einführt, So lässt sich diese Spannung auch berechnen als $U_{AB} = U_{AMasse} - U_{BMasse}$.

Zunächst berechnen wir diesen Spannungsunterschied, wenn die Diode D2 nicht eingebaut ist.

Dann ist $U_{AMasse} = 4,5V$ und U_{BMasse} ist der Spannungsfall an der Reihenschaltung von R2 und LED.

Tip: Zur Berechnung von U_{BMasse} sind einige Vorüberlegungen und Berechnungen notwendig, die nicht ganz einfach sind (siehe Informationsmappe).

Machen Sie eine ausführliche Beispielrechnung für $U_{Prüf} = 100V$ und $R1 = 200\Omega$ mit Formeln und genauem Rechengang.

(Wenn Sie richtig gerechnet haben, bekommen Sie folgende Ergebnisse:

$U_{BMasse} = 12,1V, U_{AB} = 7,6V$)

Berechnen Sie nun tabellarisch für $U_{Prüf} = 10V, 30V, 50V, 100V, 300V$ - die Spannung U_{AB} und die wichtigsten Zwischenergebnisse!

Auswertung der Tabelle:

Beantworten Sie jetzt die Anfangsfrage "Wann arbeitet die Diode D2 im Durchlaßbetrieb?"

.....

.....

- d) Spannungsprüfung an einer 230 V - Steckdose
Beschreiben Sie die Stromwege in der Contitesteingangsschaltung mit eingebauter Diode D2, in der ersten Zehntelsekunde, solange der Kaltleiter R1 noch Zimmertemperatur hat.

.....

.....

.....

- e) Berechnen Sie für diese Bedingungen, zum Zeitpunkt der Scheitelspannung an der Steckdose, den Strom durch den Kaltleiter R1.

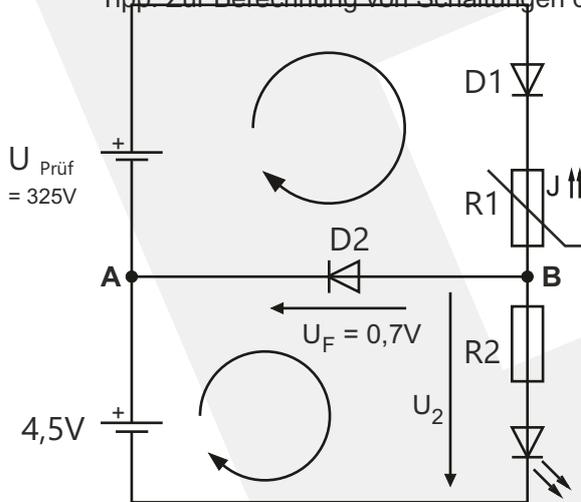
Tipp: Zur Berechnung von Schaltungen der vorliegenden Art hilft die Maschenregel:

Die Summe der Spannungen in einer Masche ist gleich Null. Spannungspfeile im Kreisdrehsinn werden mit +, die gegen den Drehsinn mit - gezählt, z. B. untere Masche:

$$U_2 - 4,5V - 0,7V = 0V$$

$$U_2 = 5,2V$$

Berechnen Sie analog für die obere Masche die Spannung an R₁ und danach den Strom durch R₁.



Wie wirkt sich das auf R1 aus?

.....

.....

1. Schreiben Sie einen vollständigen "Je-desto-Satz" für den Zusammenhang zwischen Prüflingswiderstand und Strom durch den Prüfling!

.....
.....

2. Prüflingsbelastung während einer Contitestmessung:
Wie groß ist die höchste Spannung, die am Prüfling anliegen kann?

3. Welche Bauteile brauchen zum Prüfen eine Mindestspannung?

Wie groß?.....

4. Warum müssen Leuchtdioden immer mit Vorwiderstand betrieben werden?

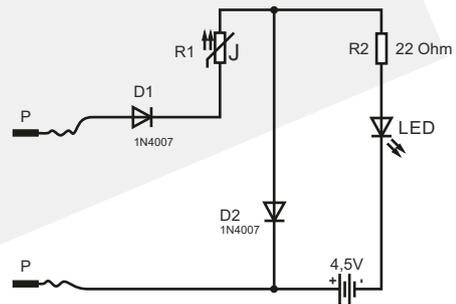
.....

5. Warum ist die Prüfung einer Leuchtdiode mit dem Testofon für die Diode ungefährlich?

.....

6. CONTITEST-Ersatzschaltung - Durchgangsprüfung
Welche Funktion haben die Dioden D1, D2 und der Kaltleiter R1?

.....
.....
.....
.....



7. CONTITEST-Ersatzschaltung - Spannungsprüfung
Welche Funktion hat der Kaltleiter?

.....
.....

Welche Funktion hat die Diode D1?

.....
.....

Welche Funktion hat die Diode D2?

.....
.....

Name:

Klasse:

Datum:

Nachwort und abschließende Tipps

Anchlussaufgabenstellungen

Über die dargestellten Unterrichtssequenzen hinaus kann das CONTITEST für eine Reihe von weiteren Themen gute Dienste leisten. Einige Beispiele seien hier kurz aufgeführt:

- ✎ Messübungen mit dem Oszilloskop: Es können Höhe und Frequenz der Signalspannungen des CONTITEST gemessen und mit dem Trimpoti neu eingestellt werden.
- ✎ Transistor als Verstärker: Der Verstärkungsfaktor von Transistor 3 kann durch Messung des Ein- und Ausgangssignals ermittelt werden.
Transistor als Schalter, Multivibratorschaltung:
Die Schaltungen der Transistoren 1 und 2 können als Beispiele für beide Themen dienen. Je nach Leistungsniveau der Auszubildenden können Funktionsbeschreibungen verlangt werden.
- ✎ Steuerungstechnik: Das CONTITEST kann im Steuerungstechnikunterricht verwendet werden, und zwar als Durchgangsprüfgerät und zur Spannungsverfolgung bei der Fehlersuche.

Handlungsorientierter Unterricht und CONTITEST

Das vorliegende Projekt genügt anspruchsvollen Kriterien des handlungsorientierten Unterrichts und Lernens:

- ✎ Berufsnähe: Das CONTITEST wird in der täglichen beruflichen Praxis eingesetzt.
- ✎ Handlungssystematik nicht Fachsystematik: Das Handeln bestimmt die Vorgehensweise. Was muss ich zuerst, anschließend, als nächstes tun? Welches theoretische Wissen brauche ich zum nächsten Schritt?
- ✎ Vollständige Handlungen: Das CONTITEST wird zum Funktionieren gebracht, vom Bausatz zum fertigen Gerät. Der Einsatz wird praxisnah geübt.
- ✎ Schlüsselqualifikationen anbahnend: Die Auszubildenden arbeiten über weite Strecken selbstgesteuert. Sie bauen, beseitigen eventuelle Fehler, lernen die Prüfung von Bauteilen und untersuchen die Funktion des Eingangskreises selbständig. Die dabei häufig möglichen Erfolge stärken das Selbstvertrauen, das Interesse an Elektronik und die Lernmotivation.

Die Funktion der Leitfragen

Die in den Aufgabenblättern formulierten Leitfragen sollen die Schülerinnen und Schüler zu ihren nächsten Handlungs- und Denkschritten führen und die Aufmerksamkeit auf wesentliche Problemstellungen lenken. In den hier verwendeten Texten sind die geforderten Teilschritte der Aufgabenbearbeitung sehr klein. Deshalb können auch leistungsschwächere Schülerinnen und Schüler diese Aufgaben mit wenig Lehrerhilfe erfolgreich bearbeiten.

Differenzierung während des Projekts

Mit Unterschieden in den Arbeitsfortschritten kann sehr unterschiedlich umgegangen werden. Leistungsstarke Schülerinnen und Schüler können, wenn sie mit einer Sequenz fertig sind, als Helfer für leistungsschwächere eingesetzt werden. Das funktioniert oft, hat jedoch Grenzen. Oft wäre es gerade für die leistungsschwächeren Schülerinnen und Schüler sehr wichtig, mehr Zeit zu bekommen und es selber oder mit wenig Hilfe zu schaffen.

Die Autoren empfehlen, mit dem vorliegenden Material folgendermaßen umzugehen. Die Schülerinnen und Schüler, die das CONTITEST fertiggestellt haben, erhalten sofort die Sequenz "Bauteileprüfung mit dem CONTITEST nebst Testboard. Danach bearbeiten die Schülergruppen den Aufgabenteil "Untersuchungen am CONTITEST. Nur schnell arbeitende Schülerinnen und Schüler bearbeiten dann noch den zugehörigen Fortgeschrittenenteil. Die einschlägigen Tests finden jedoch erst statt, wenn alle die jeweilige Sequenz fertig bearbeitet haben.

Die etwas andere Lehrer- und Ausbilderrolle

Mit einem so aufbereiteten Material können auch leistungsschwache Schülerinnen und Schüler über größere Strecken allein arbeiten. Sie brauchen vielleicht öfter einen kleinen Hinweis, wo sie welche Information finden, manchmal auch etwas mehr. Eine zurückhaltende, wenig dozierende Art der Betreuungsperson bietet sich hier geradezu an. Der/ die Auszubildende soll seinen/ ihren Erfolg in hohem Maß sich selbst zuschreiben können. Je nach Leistungsvermögen der Lerngruppe oder Klasse können jedoch gezielte Hinweise und Hilfestellungen für einzelne Schülerinnen und Schüler oder Lerngruppen sinnvoll sein.

Das CONTITEST-Projekt-Team

Das hier dokumentierte Vorhaben/ Projekt wurde entwickelt und erprobt von den Kollegen Albert Häußler, Günter Hörlein, Gerd Pitscheneder und Karl-Heinz Schmid an der Berufsschule für Elektroinstallationstechnik und Elektromechanik in München bei Elektroinstallateuren der Jahrgangsstufe 12 mit einem großen Anteil an leistungsschwachen Schülerinnen und Schüler. Die Schülerinnen und Schüler arbeiten während aller Fachstunden in einem integrierten Fachunterrichtsraum (Labor-, Theorie- und PC-Plätze) am Projekt. Während des ganzen Schuljahrs steht ihnen ein entsprechender Raum mit der notwendigen Ausstattung für das jeweilige Technikgebiet zur Verfügung.

Weitergehende Informationen bieten die Veröffentlichungen der Autoren (s. Literaturliste).

Die Unterrichtssequenz "Bauteileprüfung mit dem CONTITEST wurde von den Kollegen Häußler, Pitscheneder, Schmid entwickelt und vom Kollegen Häußler überarbeitet. Die Sequenzen "Untersuchungen am CONTITEST und "Eingangskreis - einfach oder trickreich" stammen vom Kollegen Hörlein. Der Informationsteil wurde von allen Kollegen gemeinsam erstellt. Für den gesamten Begleittext zeichnen die Kollegen Häußler, Hörlein, Pitscheneder verantwortlich, die auch bereit sind, ihre Erfahrungen weiterzugeben.

Literatur:

Häußler, Hörlein, Pitscheneder, Schmid (1992). Handlungsorientierter Unterricht im Berufsschulalltag. *lernen & lehren, Elektrotechnik/ Metalltechnik*, (25/26), 113-128.

Schelten, A. (1994). Moderner Unterricht in der Berufsschule: Herausforderungen für die Zukunft. *Gewerkschaftliche Bildungspolitik*, (6/7), 142-148.

Häußler, Hörlein, Pitscheneder, Schmid (1994). Projektdokumentation: Bau und Anwendung eines einfachen Prüfgerätes (Testofon). Hrsg. Staatsinstitut für Schulpädagogik und Bildungsforschung. Verlag A. Hintermaier, München.

Häußler, Hörlein (1995). Handlungsorientierter Unterricht an der Berufsschule für Elektroinstallationstechnik und Elektromechanik in München. *Hochschultage Berufliche Bildung 1994, Fachtagung Elektrotechnik*. Kieser Verlag, Neusäß.