

## Praktikum Analogelektronik Der Laborplatz 15

Stand: 19. 10. 2015

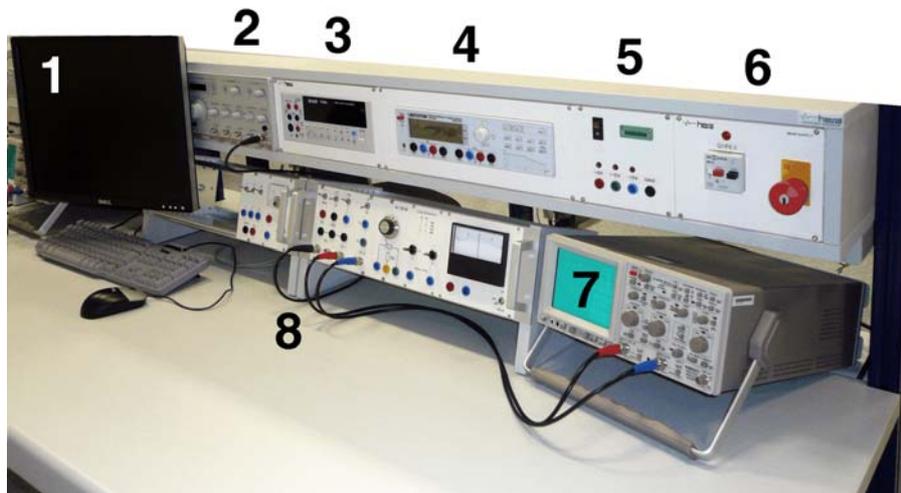
### Art der Versuchsdurchführung:

Stecken von Bauelementen, die auf Bauelementeträgern (Steckmodulen) untergebracht sind. Es gibt zwei Formfaktoren:

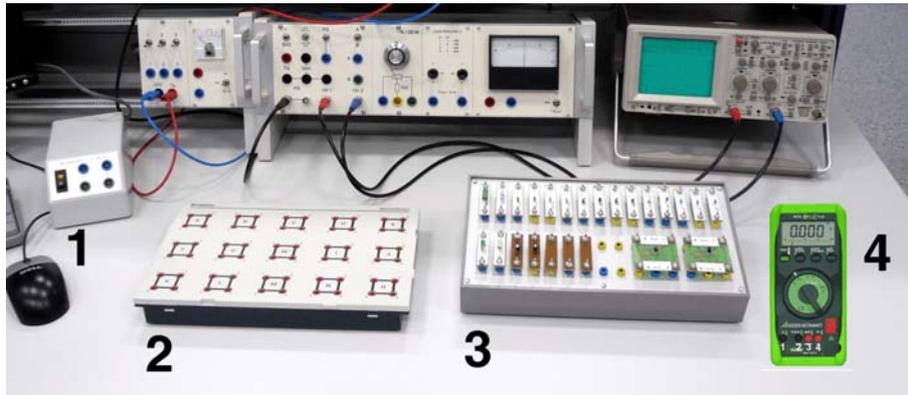
- 1) Steckstiftabstand 38 mm. Einsatz auf Stecktafel Secucontact, bedarfsweise auch auf Aufbewahrungskasten 10b. Damit wird das Praktikum durchgeführt.
- 2) Steckstiftabstand 19 mm. Einsatz auf Aufbewahrungskasten 10b oder Stecktafel 08c. Nur zu Ergänzungs- und Behelfszwecken.

### Achtung:

- a) Nach jedem Teilversuch alle selbst gestöpselten Verbindungen wieder abbauen (sofern nicht in der Versuchsanleitung anders beschrieben). BNC-Kabel am Meßadapter 09b bleiben!
- b) Nach jedem entsprechenden Teilversuch die Ausgänge des Labornetzgerätes abschalten (Taste OUTPUT).
- c) Nicht benötigte Steckmodule in die Aufbewahrungstafel 10b stecken – und zwar dorthin, wo sie hingehören.
- d) Meßgeräte nicht zwischendurch ausschalten.



**Abb. 1** Der Laborplatz im Überblick (1). Die fest eingebauten Geräte. 1 - PC-Bildschirm. Der PC dient nur als Informationsmittel (Versuchsanleitung, Datenblätter usw.). Wir simulieren nicht (kann schließlich jeder...), sondern stöpseln richtig. 2 - Funktionsgenerator Toellner; 3 - Multimeter Escort; 4 - Labornetzgerät Hameg; 5 - Festspannungsnetzgerät 08; 6 - Hauptschalter/FI-Schutzschalter; 7 - Oszilloskop; 8 - Geräteträger (Einbaurahmen) 09.



**Abb. 2** Der Laborplatz im Überblick (2). Die portablen Geräte. 1 - Netztransformator 12; 2 - Stecktafel Secucontact; 3 - Aufbewahrungskasten 10b mit Steckmodulen; 4 - Multimeter MetraHit.

#### **Meßgeräteausstattung:**

- Funktionsgenerator Toellner TOE7404,
- Digitalmultimeter Escort 3136A,
- Digitalmultimeter MetraHit One Plus,
- Oszilloskop Hameg 507,
- weitere Digitalmultimeter nach Bedarf (abhängig vom Versuch).

#### **Spannungsversorgung:**

- Festspannungsnetzgerät 08,
- Labornetzgerät Hameg HPM2020,
- Netztransformator 12.

#### **Prüfhilfsmittel:**

##### *Geräteträger (Einbaurahmen) 09*

Der Laborplatz ist mit zwei Rahmen ausgestattet. Im Analogpraktikum sind sie wie folgt bestückt:

##### Linker Rahmen:

- Kippschalterplatine 09a,
- Meßinstrumententafel 12a.

##### Rechter Rahmen:

- Meßadapter 09b,
- Potentiometerplatine 09a (1k, 30 W + 100R, 10 W),
- Lastwiderstand 11,
- Meßinstrumententafel 12b.

##### *Aufbewahrungskasten 10b*

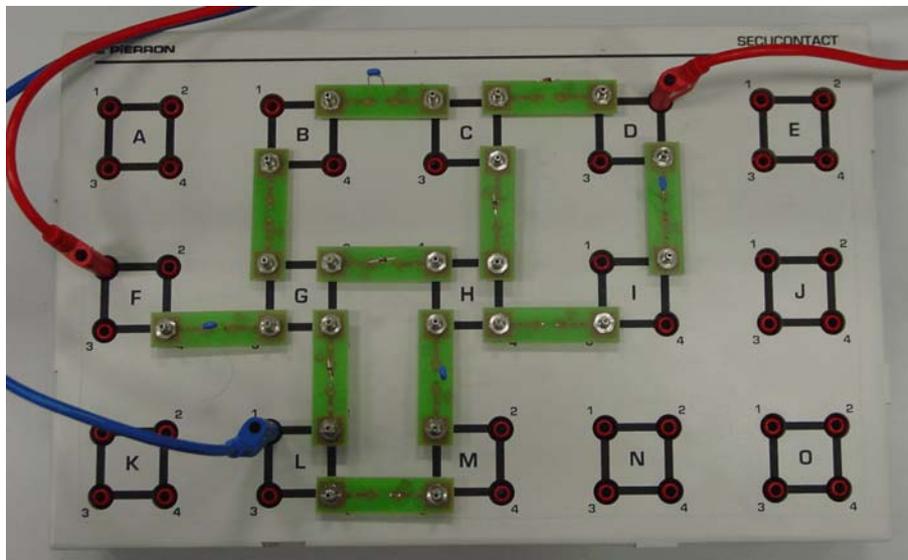
Er nimmt die Steckmodule auf, die für den jeweiligen Versuche benötigt werden. Zudem ist es möglich, ihn als ergänzenden Bauelementeträger für Versuchsaufbauten zu nutzen.

Ergänzende Hilfsmittel (bedarfsweise):

- IC-Trainer 10a,
- Universaladapter 10b,
- Stellwiderstand 09,
- Widerstandsdekade 05.

### Nutzung der Stecktafel Secucontact

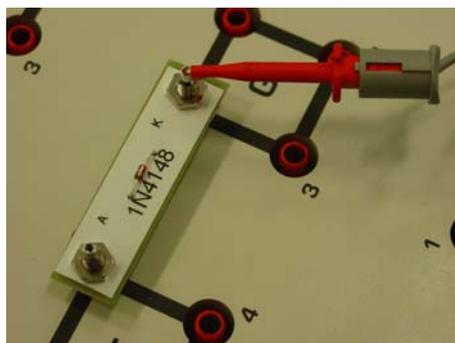
Es gibt  $5 \cdot 3 = 15$  Steckfelder mit je vier verbundenen Buchsen. In vielen Fällen kann die Schaltung nahezu 1:1 gemäß Stromlaufplan gestöpselt werden. Zum Verbinden benachbarter Steckfelder stehen Kurzschlußbrücken zur Verfügung. Versorgungsspannung(en) und Masse werden bedarfsweise direkt zugeführt. *Achtung:* Steckverbindungen bis zum Anschlag durchdrücken (aber bitte mit Gefühl ...). Es genügt nicht, Steckmodule oder Bananenstecker nur soweit einzudrücken, bis sie gegriffen haben.



**Abb. 3** Stecktafel Secucontact mit Versuchsschaltung.

### Signale abgreifen

Im Normalfall mit 4-mm-Laborkabeln über den Meßadapter 09b. Abb. 4 zeigt, wie Signale von den 38-mm-Modulen mittels Grabber abgegriffen werden können.



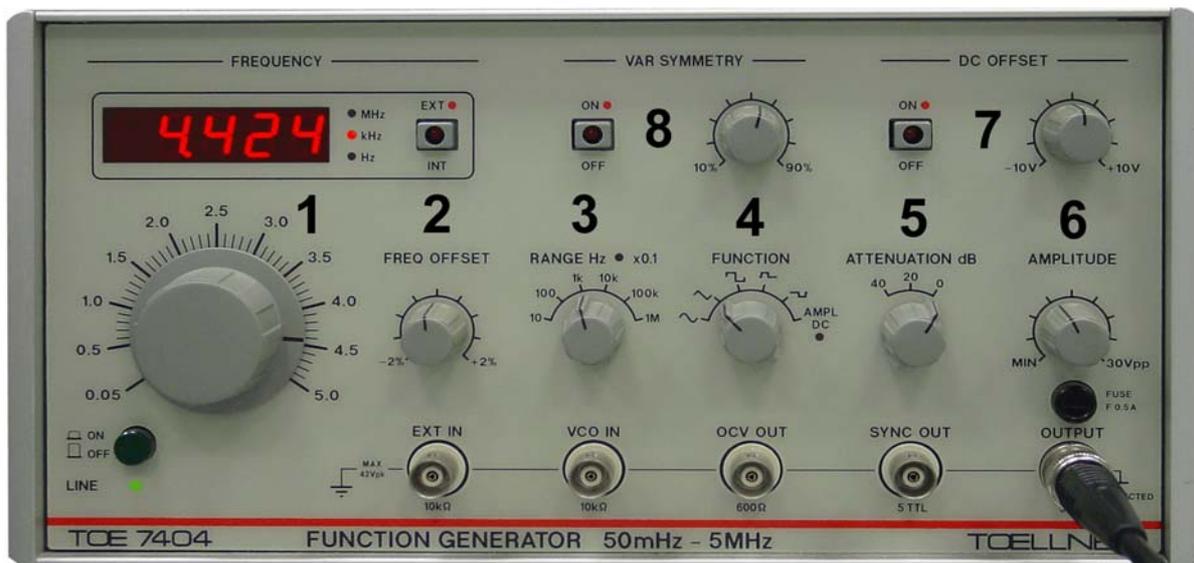
**Abb. 4** Abgreifen von Signalen mittels Grabber.

### Nutzung des Funktionsgenerators (Toellner):

1. Die zu prüfende Schaltung wird an den analogen Ausgang (OUTPUT) angeschlossen. Verbindung zur zu prüfenden Schaltung und zum Oszilloskop üblicherweise über Meßadapter 09b.
2. Regler AMPLITUDE auf linken Anschlag (MIN). Wahlschalter ATTENUATION auf 0 dB (ganz rechts).
3. Einschalten.
4. Grundstellung: Alle Tastschalter der oberen Reihe ausrasten. Es darf keine LED leuchten.
5. Frequenz und Signalform (vorzugsweise Sinus) wählen.
6. Signal auf Oszilloskop darstellen. Ausgangsamplitude auf den jeweils erforderlichen Wert einstellen.
7. Frequenz, Amplitude und Signalform je nach Versuchsaufgabe verändern.

### Sondereinstellungen:

- Abschwächen der Amplitude (z. B. zum Prüfen von Verstärkern): mittels Wahlschalter ATTENUATION. 20 dB entspricht 1:10 (Faktor 0,1); 40 dB entspricht 1:100 (Faktor 0,01).
- Veränderlicher (unsymmetrischer) Signalverlauf: Tastschalter und Regler VAR SYMMETRY. Signalfrequenz geht auf 1/10 des eingestellten Wertes zurück.
- Gleichspannungsüberlagerung (Verschiebung des Signalverlaufs in Bezug auf das Nullpotential): Tastschalter und Regler DC OFFSET. Signalfrequenz geht auf 1/10 des eingestellten Wertes zurück.



**Abb. 5** Funktionsgenerator (Toellner). 1 - Frequenzeinstellung im gewählten Bereich; 2 - Feineinstellung; 3 - Bereichswahl; 4 - Signalform; 6 - Signalabschwächung; 7 - Amplitude; 8 - Gleichpegelüberlagerung (hoch/runter); 9 - unsymmetrischer Signalverlauf (breit/schmal).

### Nutzung des eingebauten Digitalmultimeters (Escort):

Das eingebaute Multimeter ist bevorzugt einzusetzen. Portable Multimeter dienen nur zur Ergänzung. Das eingebaute Gerät ist präziser, und es braucht keine Batterien.

1. Einschalten.
2. Betriebsart wählen (Tastenfeld).
3. Meßsignale richtig anschließen
4. Zum Umbau auf andere Meßaufgabe Meßkabel zunächst abziehen. Dann neu stecken – nicht alles auf einmal, nicht alles durcheinander.

*Spannungsmessung:*

- Bezugspegel (z. B. Masse) an COM.
- Zweites Signal an linke rote Buchse.

*Widerstandsmessung, Bauelementprüfung:*

Anschluß wie bei Spannungsmessung. Nur in spannungsfreiem Zustand verwenden – beim Messen in der Schaltung Versorgungsspannung(en) aus!!!

*Strommessung:*

Aufpassen!!! – Welche Größenordnung der Stromstärke wird erwartet?

- a) Wenn höchstens 500 mA: Stromweg von COM zur roten Buchse rechts oben.
- b) Wenn es mehr als 500 mA sein können: Stromweg von COM zur roten Buchse rechts unten.



**Abb. 6** Das eingebaute Digitalmultimeter (Escort). 1 - Bezugspegel (0 V) oder Stromeinspeisung; 2 - Spannungsmessung, Widerstandsmessung, Bauelementprüfung; 3 - Stromweg für max. 500 mA; 4 - Stromweg für max. 10 A.

**Nutzung des portablen Digitalmultimeters (MetraHit):**

1. Einschalten.
2. Meßaufgabe und Betriebsart wählen (Wahlschalter). Für Strom- und Spannungsmessung gibt es unterschiedliche Buchsen, die gegenseitig mechanisch verriegelt sind.
3. Zum Umbau von Spannungs- auf Strommessung und umgekehrt die Meßkabel zunächst abziehen. Dann Wahlschalter betätigen, dann Kabel neu stecken.
4. Bei längerem Nichtgebrauch ausschalten.

*Spannungsmessung:*

- Bezugspegel (z. B. Masse) an COM.
- Zweites Signal an die freigegebene Buchse.

*Widerstandsmessung, Bauelementprüfung:*

Anschluß wie bei Spannungsmessung. Nur in spannungsfreiem Zustand – beim Messen in der Schaltung Versorgungsspannung(en) aus!!!

*Strommessung:*

Aufpassen!!! – Welche Größenordnung der Stromstärke wird erwartet?

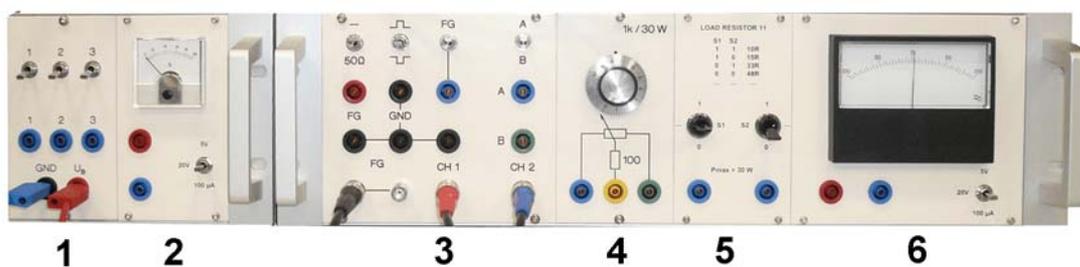
- Wenn höchstens 300 mA: Stromweg von COM zur linken Strommeßbuchse.
- Wenn es mehr als 300 mA sein können: Stromweg von COM zur rechten Strommeßbuchse.



**Abb. 7** Das portable Digitalmultimeter (MetraHit). 1 - Bezugspegel oder Stromeinspeisung; 2 - Spannungsmessung; 3 - Stromweg für max. 300 mA; 4 - Stromweg für max. 10 A.

**Geräteträger (Einbaurahmen) 09**

Der Geräteträger (Einbaurahmen) 09 ist ein 19"-Rahmen mit einer Höhe von 3 HE ( $3 \cdot 44,45 \text{ mm} = 133,35 \text{ mm}$ ) und einer Breite von 84 TE ( $84 \cdot 5,08 \text{ mm} = 426,72 \text{ mm}$ ). Er wird bedarfsweise mit verschiedenen Versuchseinrichtungen bestückt. Ein Laborplatz hat zwei Geräteträger. Abb. 8 veranschaulicht die Bestückung für das Praktikum Analogelektronik.

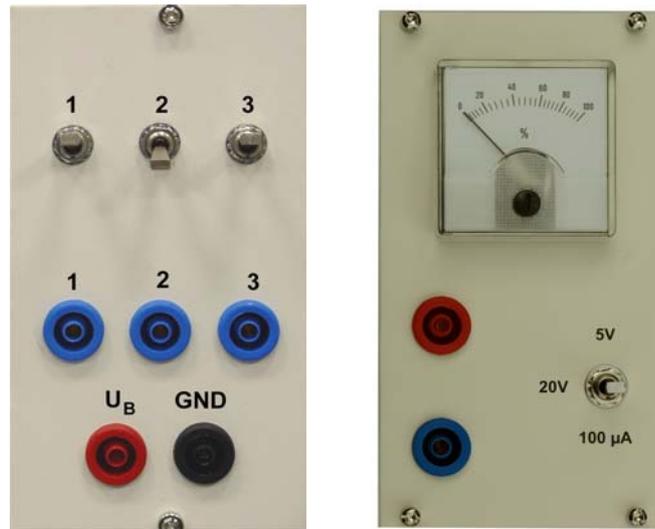


**Abb. 8** Bestückung der Geräteträger (Einbaurahmen) 09 für das Praktikum Analogelektronik. 1 - Kippschalterplatine 09a; 2 - Meßinstrumententafel 12a; 3 - Meßadapter 09b; 4 - Potentiometerplatine 09a; 5 - Lastwiderstand 11; 6 - Meßinstrumententafel 12b.

**Die Kippschalterplatine 09a**

Vorzugsnutzung: Bereitstellung von Low- und High-Pegeln für Logikschaltungen.

1. An Versorgungsspannung anschließen. Die Vorzugsbelegung ergibt sich aus der Beschriftung.
2. Zu schaltende Signale anschließen.
3. Schalter oben: Signal über Widerstand 1k von Buchse  $U_B$  (High-Pegel).
4. Schalter unten: Signal von Buchse GND (Low-Pegel).



**Abb. 9** Kippschalterplatine 09a und Meßinstrumententafel 12a.

**Die Meßinstrumententafel 12a**

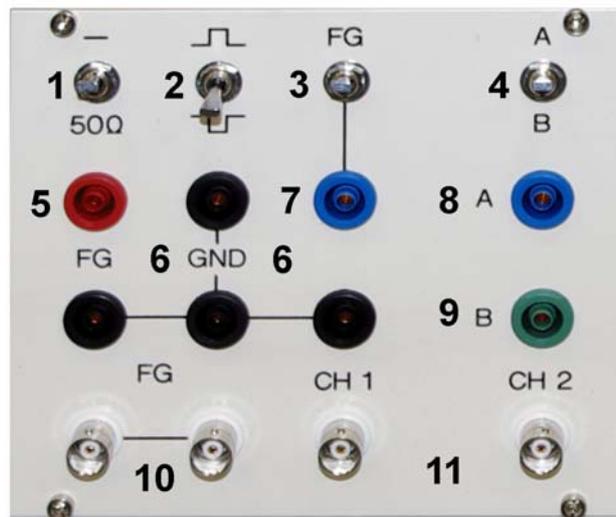
Sie ist vor allem als Indikator für Logikpegel usw. gedacht, mit anderen Worten, zum Beobachten von Schaltvorgängen. Das Meßinstrument weist eine besonders geringe Anzeigetragheit auf. Der Anzeigevorgang wird nicht durch automatische Meßbereichsumschaltung unterbrochen. Meßbereiche:

- 20 V,
- 5 V,
- 100  $\mu$ A.

*Achtung:* Am Anfang Wahlschalter stets in Mittelstellung (20 V). Nur dann umschalten, wenn es ausdrücklich befohlen ist!

**Der Meßadapter 09b**

Der Meßadapter 09b dient zur Adaptierung des Funktionsgenerators und des Oszilloskops. Funktionsgenerator und Oszilloskop sind über BNC-Kabel angeschlossen. Diese Kabel bleiben dran!



**Abb. 10** Der Meßadapter 09b. 1 - Leitungsabschluß; 2 - Wahl der Pegelbereiche; 3 - Signalauswahl Kanal 1; 4 - Signalauswahl Kanal 2; 5 - vom Signalgeneratorausgang zur Stecktafel; 6 - Massebuchsen; 7 - Eingang für Kanal 1; 8, 9 - Eingänge für Kanal 2 (zwei wählbare Meßsignale); 10 - Funktionsgenerator (beide Buchsen sind 1:1 verbunden); 11 - Oszilloskopanschluß (zwei Kanäle).

*Einstellungen gemäß der jeweiligen Meßaufgabe:*

1. Leitungsabschluß (50  $\Omega$ ) für Funktionsgenerator. Bei angeschaltetem Abschlußwiderstand geht Signalamplitude auf die Hälfte zurück. Normalstellung: Oben (kein Abschluß)
2. Signalpegel ausschließen/durchlassen. Schalter oben: nur positive Signalpegel; Schalter unten: nur negative Signalpegel. Mittelstellung: keine Unterdrückung.
3. Signalauswahl für Kanal 1. Schalter oben: Signalgenerator; Schalter unten: Signal an Buchse 7.
4. Signalauswahl für Kanal 2. Schalter oben: Signal an Buchse 8 (A); Schalter unten: Signal an Buchse 9 (B).

### Die Potentiometerplatine 09a

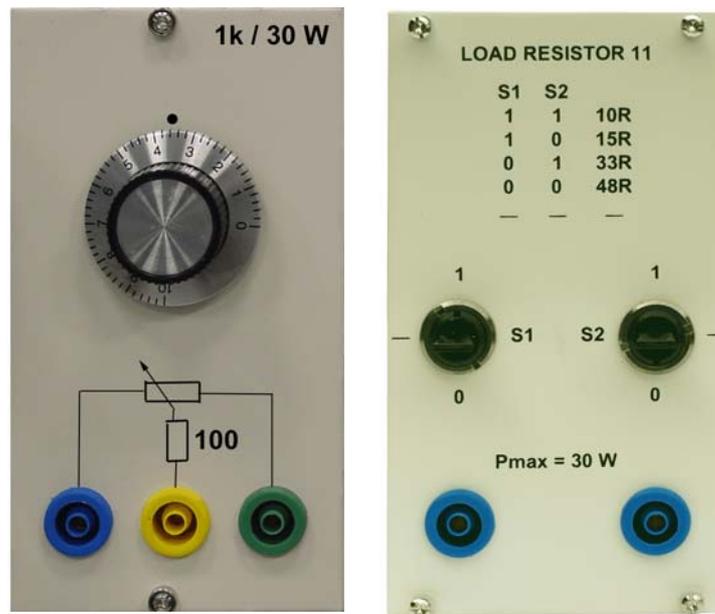
Nutzung:

- als Spannungsteiler,
- als Lastwiderstand.

Nicht überlasten. Maximaler Strom durch Schleifer: 0,5 A.

### Der Lastwiderstand 11

Der Lastwiderstand 11 kann vier verschiedene Widerstandswerte darstellen: 10 Ohm, 15 Ohm, 33 Ohm und 48 Ohm. Widerstandseinstellung mit zwei Schaltern gemäß Tabelle auf der Frontplatte. Die Schalter haben drei Stellungen: 1 = oben, 0 = unten, – = Mitte. Nicht überlasten. Verlustleistung nicht über 30 W.



**Abb. 11** Potentiometerplatine 09a und Lastwiderstand 11.

### Die Meßinstrumententafel 12b

Sie wird vor allem dann eingesetzt, wenn es darum geht, Tendenzen und Größenordnungen zu veranschaulichen. Das Meßinstrument hat Nullpunktmittellage. Der Zeiger schlägt nach rechts aus, wenn an der roten Buchse das positivere Potential anliegt. Das Meßinstrument reagiert sofort und kontinuierlich; der Anzeigevorgang wird nicht durch automatische Meßbereichsumschaltung unterbrochen. Meßbereiche (jeweils positiv und negativ):

- 20 V,
- 5 V,
- 100  $\mu$ A.

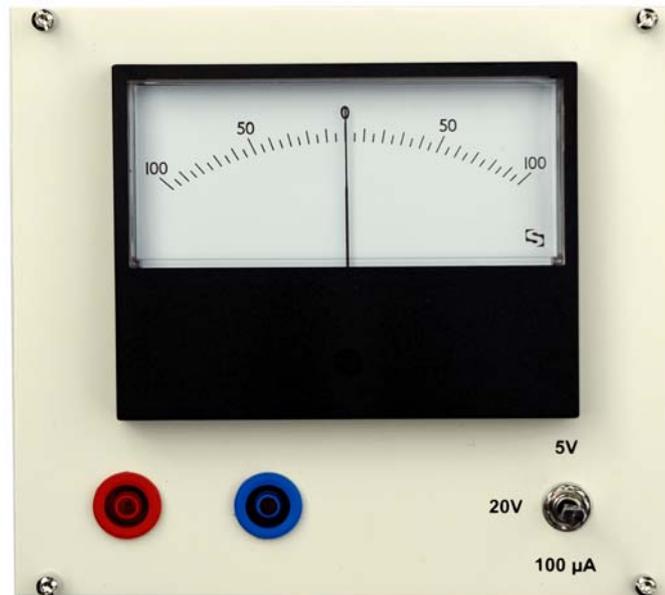
*Achtung:* Am Anfang Wahlschalter stets in Mittelstellung (20 V). Nur dann umschalten, wenn es ausdrücklich befohlen ist!

### Ein Zeigerinstrument richtig ablesen

Auch das will gelernt sein...

$$\text{Meßwert} = \text{abgelesener Wert} \cdot \frac{\text{Meßbereichsendwert}}{\text{Skalenendwert}}$$

Bei 20 V: Ablesung  $\cdot 0,2$ , bei 5 V: Ablesung  $\cdot 0,05$ .



**Abb. 12** Die Meßinstrumententafel 12b. ACHTUNG: Pfléglich behandeln – das Meßinstrument hat richtig Geld gekostet und heutzutage Seltenheitswert...

### Das Festspannungsnetzgerät 08:

1. Versorgungsleitungen anschließen. Auf Masseverbindung achten!
2. Einschalten.



**Abb. 13** Das Festspannungsnetzgerät 08.

### Das Labornetzgerät Hameg HPM2020:

1. Versorgungsleitungen anschließen. Auf Masseverbindung achten!
2. Einschalten. Die zuletzt gewählten Einstellungen erscheinen wieder. Die Buchsen sind aber noch spannungsfrei.
3. Prüfen, ob die Einstellungen noch o.k. sind. Ggf. neu einstellen (je nach Versuchsaufgabe).
4. Die Spannungen auf die Buchsen schalten.
5. Spannungsänderung (Durchdrehen): Kanal wählen (CH1 oder CH2) – Taste VOLTAGE – am Inkrementalgeber drehen.

#### Spannungs- und Strommessung:

Die eingebauten Meßvorkehrungen sind für viele Praktikumsversuche ausreichend. Genauigkeit nach Datenblatt: Spannung 0,01% + 2 mV; Strom 0,02% + 3 mA. Besonderes Voltmeter praktisch nicht erforderlich, besonderes Amperemeter nur für Ströme < 100 mA<sup>1</sup>.

#### Key Fallback:

Wenn eine Einstellung (z. B. Spannung) ausgewählt ist, aber 5 Sekunden lang nichts getan wird, springt die Auswahl zurück (Fallback). Dann neu auswählen<sup>2</sup>.



**Abb. 14** Labornetzgerät Hameg HPM2020. Spannungseinstellung in folgenden Schritten: 1. Einschalten. 2 - Kanal 1 wählen. 3. Spannungseinstellung (VOLTAGE). 4. Spannungswert eindrehen. 5 - Spannung auf die Buchsen schalten (OUTPUT).

### Der Netztransformator 12:

1. Schalter aus.
2. Ans Netz anschließen.
3. Versuchsschaltung anschließen (entweder an eine der Wicklungen 1, 2 oder an beide Wicklungen in Reihe).

---

1: In den Versuchsanleitungen ist dies nicht berücksichtigt. Mitdenken, ob die eingebaute Anzeige aureicht oder ob zusätzlich ein Digitalmultimeter anzuschließen ist.

2: Diese Funktion läßt sich auch ausschalten. Ggf. den Betreuer ansprechen.

4. Versuchsaufbau überprüfen. Wicklungen nicht kurzschließen.
5. Netztransformator einschalten



**Abb. 15** Netztransformator 12. Rechts die Reihenschaltung der beiden Wicklungen.

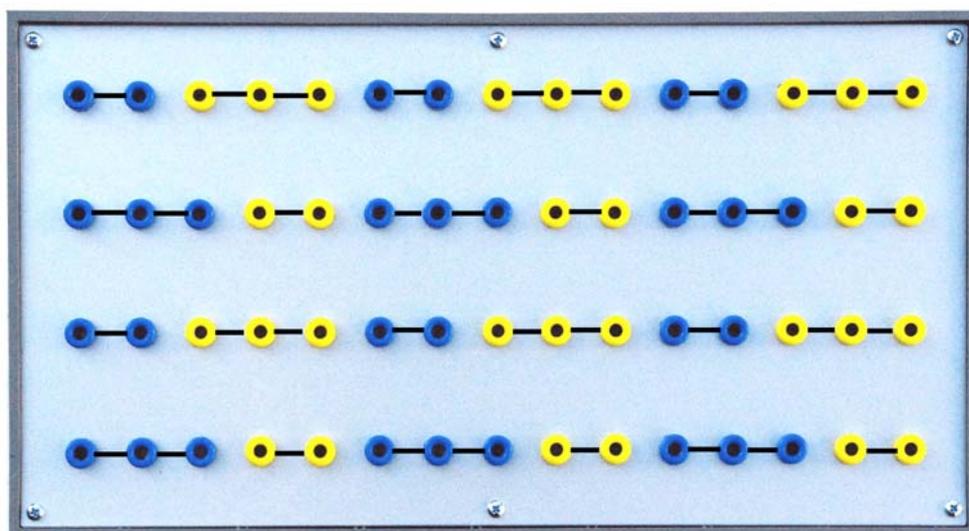
### Der Aufbewahrungskasten 10b

Er nimmt die Steckmodule auf, die für den jeweiligen Versuch benötigt werden. Ordnung halten!

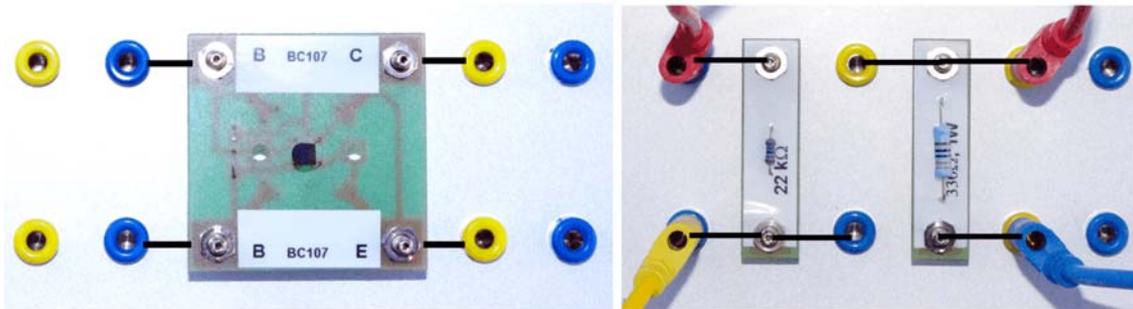
Steckmodule mit 38 mm Steckstiftabstand können senkrecht (längs, hochkant) oder waagrecht (quer) gesteckt werden, solche mit 19 mm Steckstiftabstand nur quer. Nutzung erklärt sich von selbst...

*Nutzung als zusätzliche Versuchsplattform:*

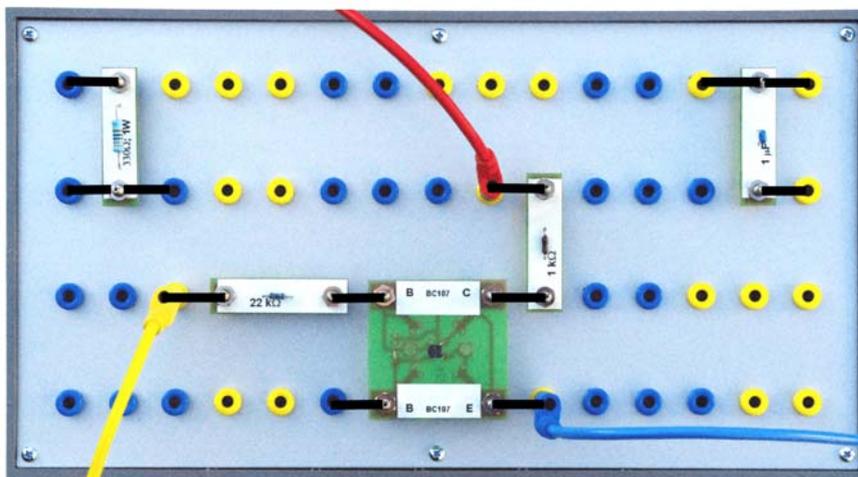
Buchsen gleicher Farbe sind horizontal miteinander verbunden. Steckmodule so stecken, daß jeweils benachbarte Buchsen gleicher Farbe frei bleiben. Dort die Kabelverbindungen herstellen.



**Abb. 16** Der Aufbewahrungskasten 10b als Versuchsplattform. Die Buchsen sind kein überflüssiger Luxus... Sie sind so untereinander verbunden, wie hier dargestellt.



**Abb. 17** Steckmodule können so eingesetzt werden, daß alle Anschlüsse Verbindung mit Buchsen haben, die frei zugänglich sind. Mitdenken...

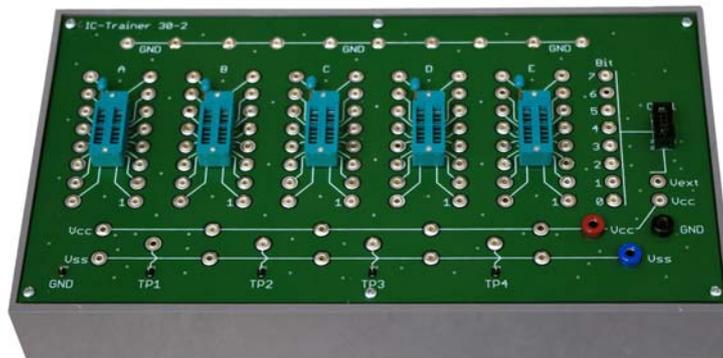


**Abb. 18** Steckbeispiele. Man kann sogar richtige Schaltungen stöpseln...

## Ergänzende Geräte (bei Bedarf einzusetzen)

### Der IC-Trainer 10a

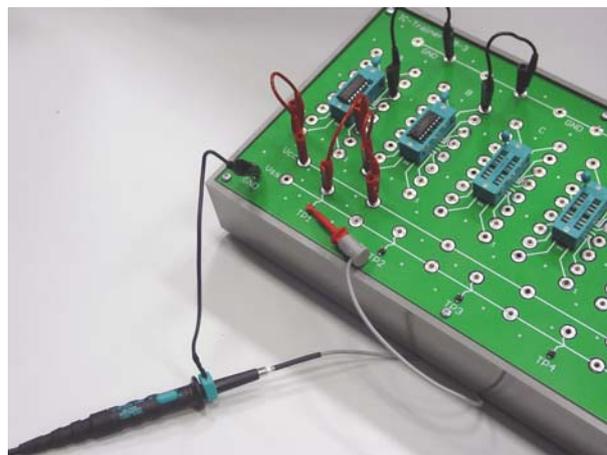
Der IC-Trainer 10a enthält fünf 16polige Schwenkhebelbefassungen (ZIF = Zero Insertion Force), die mit beliebigen Bauelementen bestückt werden können. Weitere Vorkehrungen umfassen Masseanschlüsse, zwei Versorgungsspannungsanschlüsse, vier Meßpunkte und einen 8-Bit-Port, der unter anderem zum Verbinden mit Mikrocontrollerplattformen verwendet werden kann. Das Gerät ist für Digital Schaltkreise, Analogschaltkreise und diskrete Bauelemente nutzbar.



**Abb. 19** IC-Trainer 10a. Gesamtansicht.



**Abb. 20** Stromversorgungsanschlüsse. Analog:: VCC = + 15 V, VSS = – 15 V (Festspannungsnetzgerät).



**Abb. 21** IC-Trainer mit angeschlossenem Tastkopf.

*Achtung:* Leiterzüge nicht überlasten. Strom nicht höher als 100 mA, Spannung nicht höher als 50 V!

**Der Universaladapter 10b:**

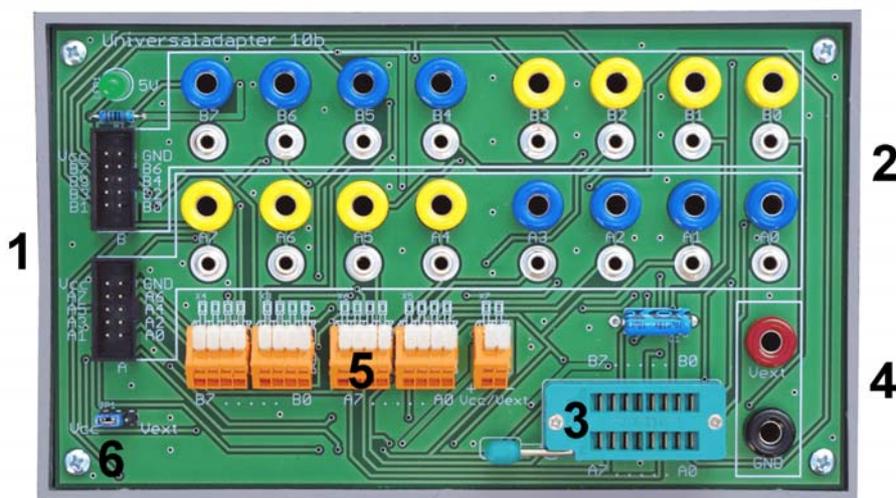
Der Universaladapter 10b dient dazu, beliebige Versuchsschaltungen mit Bauelementen und/oder Mikrocontrollerplattformen zu verbinden.



**Abb. 22** Der Universaladapter 10b, genannt die Bunte Kuh.

Der Universaladapter 10b ist eine passive Verbindungsplatine für 16 Signale und eine Betriebsspannung. Die Signale sind an Portanschlüsse, Buchsen, Klemmen und an eine 16polige Schwenkhebelfassung geführt. Das Gerät ist für Digitalschaltkreise, Analogschaltkreise und diskrete Bauelemente nutzbar. Die Platine ist so beschriftet, daß sich die Nutzung von selbst erklärt.

*Achtung:* Leiterzüge nicht überlasten. Strom nicht höher als 100 mA, Spannung nicht höher als 50 V!



**Abb. 23** Der Universaladapter 10b. 1 - Portanschlüsse für Mikrocontrollerplattformen (Starterkits, Universalgeräte usw.). Jeder Port umfaßt 8 Signale. 2 - Buchsenreihen 4 mm und 2,3 mm (eine solche doppelte Reihe für jeden Port). 3 - Schwenkhebelfassung. Untere Reihe Port A, obere Reihe Port B. 4 - externer Betriebsspannungsanschluß. 5 - Klemmen. 6 - Betriebsspannungsauswahl (Mikrocontrollerplattform / extern).

**Der Stellwiderstand 09**

Der Stellwiderstand 09 kann zwei Widerstandswerte darstellen, die jeweils im Bereich von 5 Ohm bis 1 MOhm wählbar sind. Beide Widerstände können unabhängig voneinander oder als Spannungsteiler genutzt werden (Schalter auf Rückseite).

*Achtung:* Nicht überlasten. Strom nicht höher als 100 mA, Spannung nicht höher als 50 V, Verlustleistung nicht höher als 0,5 W!



**Abb. 24** Der Stellwiderstand 09.



**Abb. 25** Der Stellwiderstand 09 von hinten. Kippschalter oben: unabhängige Widerstände. Kippschalter unten: Spannungsteiler. Abgriff an beiden mittleren Buchsen.

**Die Widerstandsdekade 05:**

Die Widerstandsdekade 05 kann einen Widerstandswert im Bereich von 10 Ohm bis 1 111 100 Ohm darstellen. Die Nutzung erklärt sich von selbst.

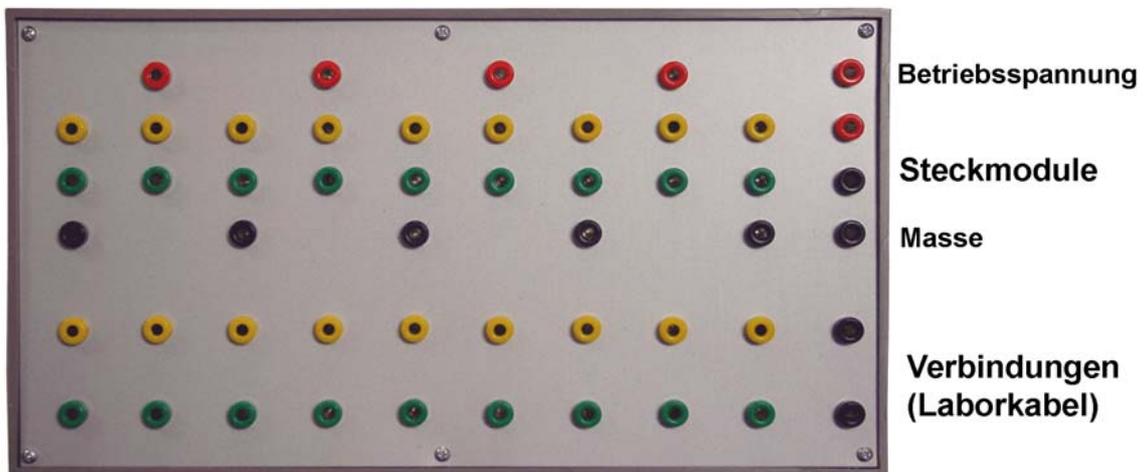
*Achtung:* Nicht überlasten. Strom nicht höher als 100 mA, Spannung nicht höher als 50 V, Verlustleistung nicht höher als 0,5 W!



**Abb. 26** Die Widerstandsdekade 05.

### Die Stecktafel 08c:

Sie dient zur Ergänzung von Versuchsaufbauten. Es werden zweipolige Steckmodule (Bauelementeträger) mit 19 mm Steckstiftabstand eingesetzt.



**Abb. 27** Die Stecktafel 08c. Steckstiftabstand 19 mm.

Es gibt neun Steckpositionen für Bauelementeträger. In jeder Steckposition sind die gelben und die grünen Buchsen jeweils miteinander verbunden.

Alle roten Buchsen sind untereinander verbunden. Vorzugsnutzung: Versorgungsspannung.

Alle schwarzen Buchsen sind untereinander verbunden. Vorzugsnutzung: Masse.

Stecken der Bauelementeträger: in der oberen Reihe der gelben und grünen Buchsen.

Stecken der Verbindungen: in der unteren Reihe der gelben und grünen Buchsen.

*Sonderfälle des Steckens:*

- a) Zwischen rot und gelb. Grün bleibt frei. Vorzugsweise zum Verbinden mit der Versorgungsspannung.
- b) Zwischen grün und schwarz. Gelb bleibt frei. Vorzugsweise zum Verbinden mit Masse.