

Widerstandsdekade

Widerstandsdekaden sind nützliche Hilfsmittel im Labor, mit denen sich, ähnlich einem Potentiometer, Widerstandswerte einstellen lassen. Bei der Dekade sind jedoch definierte Werte darstellbar, die sich meist in Zehnerpotenzen variieren lassen und deren Wert direkt ablesbar angezeigt wird.



Solche Dekaden sind, je nach Ausstattung (Anzahl der Bereiche, Belastbarkeit und Genauigkeit der verwendeten Widerstände etc.), recht teuer. Dabei ist der Selbstbau relativ einfach: Pro Bereich benötigt man genau 10 Widerstände. Eine Dekade, die den Bereich: 1 kΩ bis 10 kΩ abdecken soll, besteht aus 10 Widerständen mit jeweils 1 kΩ. Je mehr Widerstände hintereinandergeschaltet werden, man spricht hier von einer Reihenschaltung, umso höher der Gesamtwiderstand. Drei Widerstände mit jeweils 1 kΩ in Reihe hintereinander geschaltet, ergeben dann einen Gesamtwiderstand von 3 kΩ.

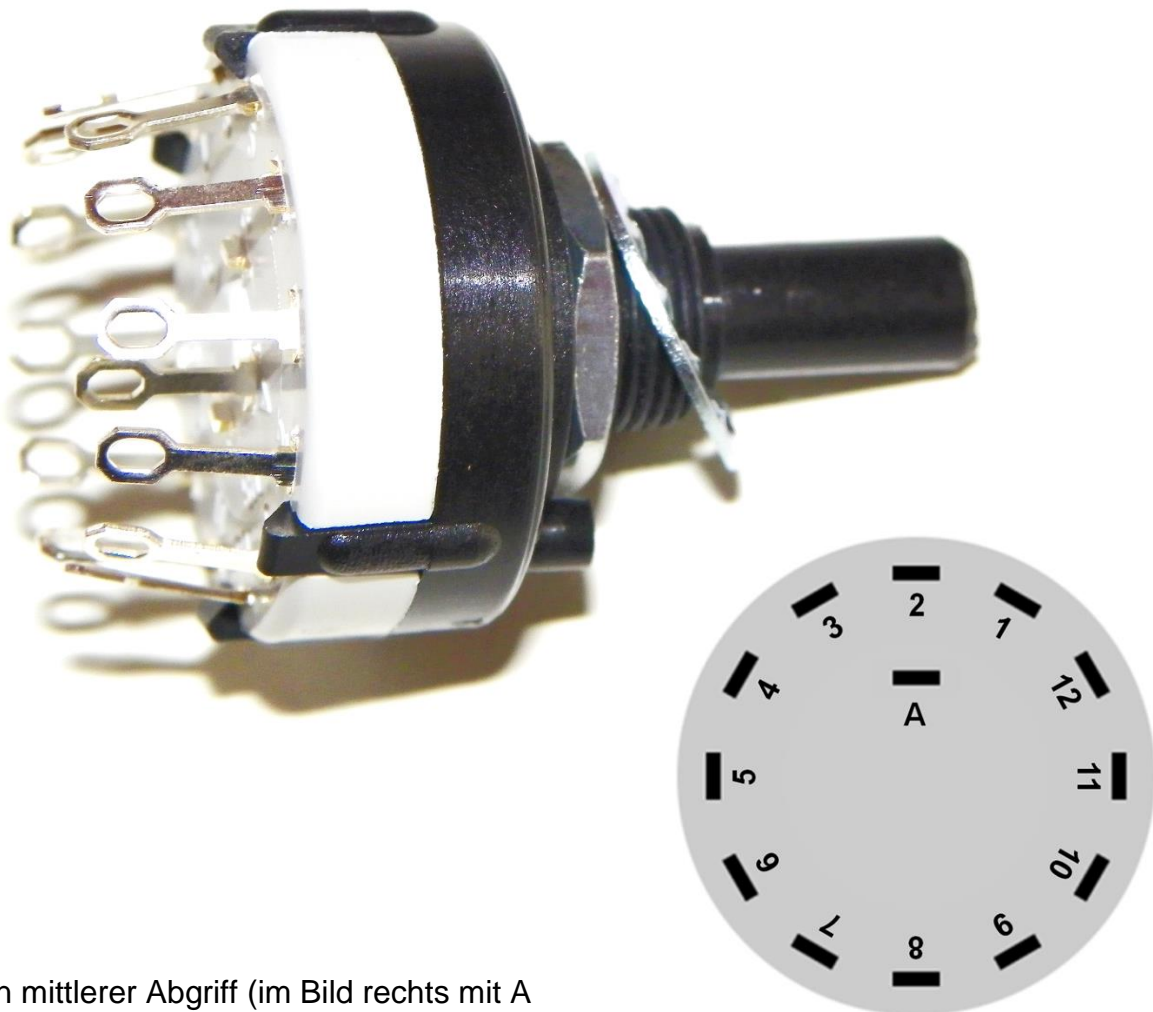
Für n-Stück Widerstände gilt bei der Reihenschaltung:

$$R_{\text{Ges.}} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$$

Beziehungsweise bei Widerständen jeweils gleichen Wertes:

$$R_{\text{Ges.}} = n \cdot R$$

Doch wie können nun zehn Widerstände wahlweise hintereinander geschaltet werden? Neben vielen möglichen mechanischen Schalterkombinationen bietet sich ein Drehschalter mit zehn Positionen an. Nun gibt es solche Drehschalter relativ schwer und wenn, dann wieder zu recht hohen Kosten – es gibt aber vergleichsweise günstige Drehschalter mit zwölf Positionen.

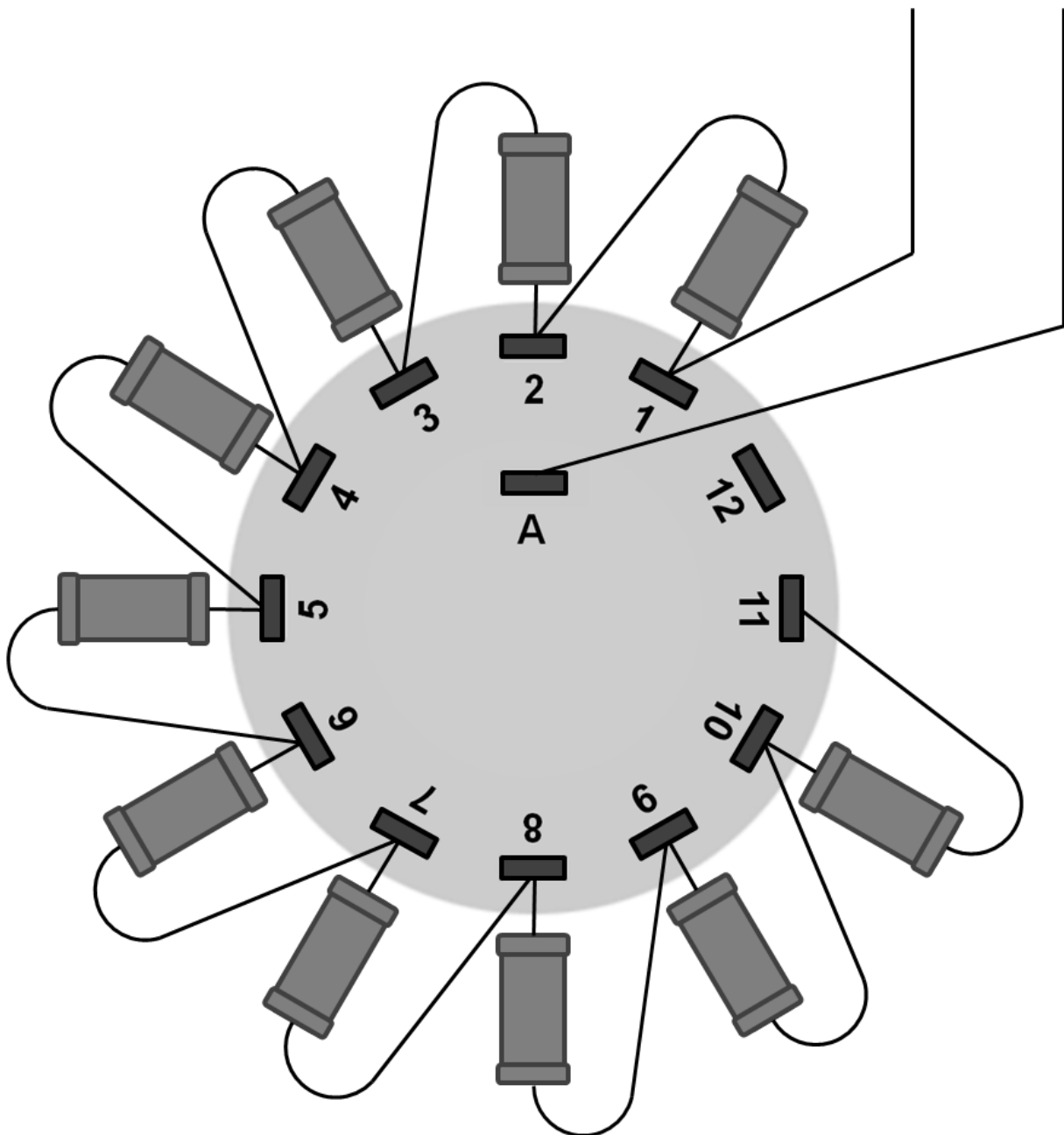


Ein mittlerer Abgriff (im Bild rechts mit A bezeichnet) wird hier, je nach Schalterstellung mit einem der zwölf Angriffe außen herum verbunden.

Nun ergibt das für sich noch keine Reihenschaltung, doch mit einem einfachen Trick, gelingt das recht einfach:

Die Widerstände werden jeweils zwischen zwei äußeren Abgriffen eingelötet und liegen so untereinander in Reihe. Diese Reihenschaltung umfasst jedoch noch alle zehn Widerstände. Je nach Schalterstellung wird aber nur die gewünschte Anzahl an Widerständen ausgewählt. Dank des Abgriffs sind dann immer nur so viele Widerstände zwischen den nach Außen geführten Leitungen vorhanden, wie jeweils gewünscht.

Reihenschaltung mit „Trick“:



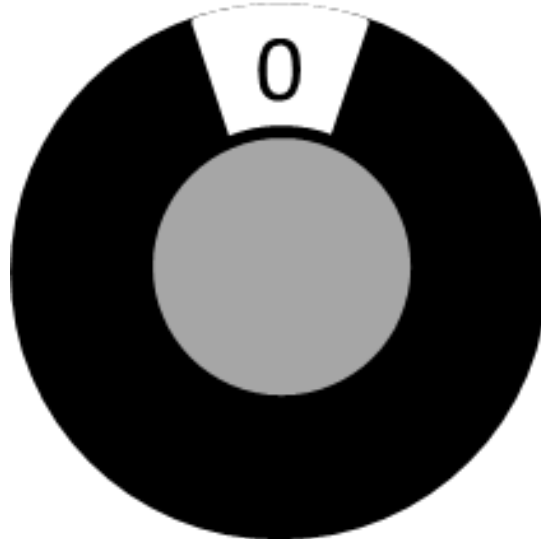
Steht der Drehschalter auf Position 1 (dann wird Kontakt A mit Kontakt 1 verbunden) misst man an den beiden Leitungen (oben rechts) keinen Widerstand, hier ist dann ein Kurzschluss, oder $R = 0 \Omega$.

Steht der Drehschalter auf Position 2 (dann wird Kontakt A mit Kontakt 2 verbunden) misst man an den beiden Leitungen den Wert des ersten Widerstandes. Alle anderen Widerstände sind zwar untereinander verbunden, spielen jedoch bezüglich der Leitungen keine Rolle.

Wird der Drehschalter auf Position 3 eingestellt liegen zwischen den Leitungen zwei Widerstände, bei Position 4 sind es drei Widerstände und so weiter.

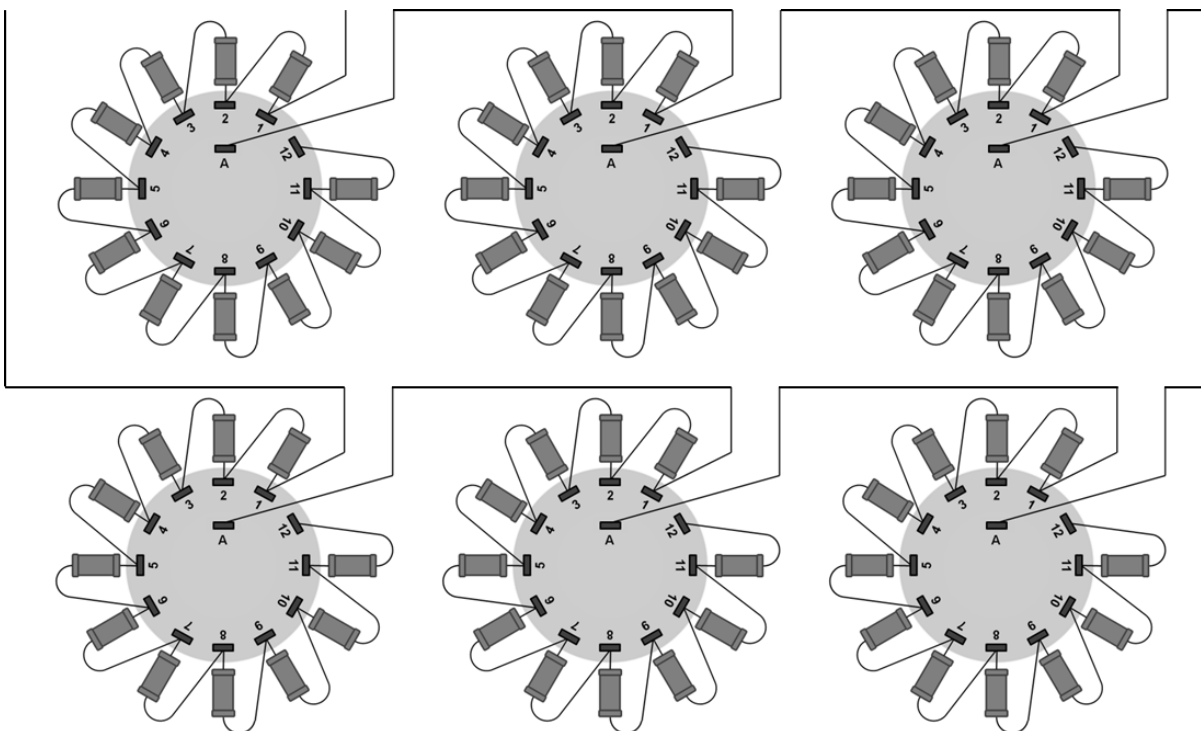
Es gilt:

- Stufe 1 = Stellung 0Ω ,
- Stufe 2 = Stellung $1 \cdot x \Omega$,
- Stufe 3 = Stellung $2 \cdot x \Omega$,
- Stufe 4 = Stellung $3 \cdot x \Omega$,
- Stufe 5 = Stellung $4 \cdot x \Omega$,
- Stufe 6 = Stellung $5 \cdot x \Omega$,
- Stufe 7 = Stellung $6 \cdot x \Omega$,
- Stufe 8 = Stellung $7 \cdot x \Omega$,
- Stufe 9 = Stellung $8 \cdot x \Omega$,
- Stufe 10 = Stellung $9 \cdot x \Omega$,
- Stufe 11 = Stellung $10 \cdot x \Omega$,
- Stufe 12 = Stellung 11: offen



Wird ein Drehknopf mit Anzeige (wie oben rechts im Bild) benutzt, kann die Schalterstellung und damit der entsprechende Widerstandswert direkt abgelesen werden. Die Skala sollte dazu bei 0 beginnen!

Mehrere Bereiche können durch Hintereinanderschalten solcher Dekaden erreicht werden, etwa wie in der nachfolgenden Darstellung, bei der sechs Dekaden zusammenschaltet wurden:

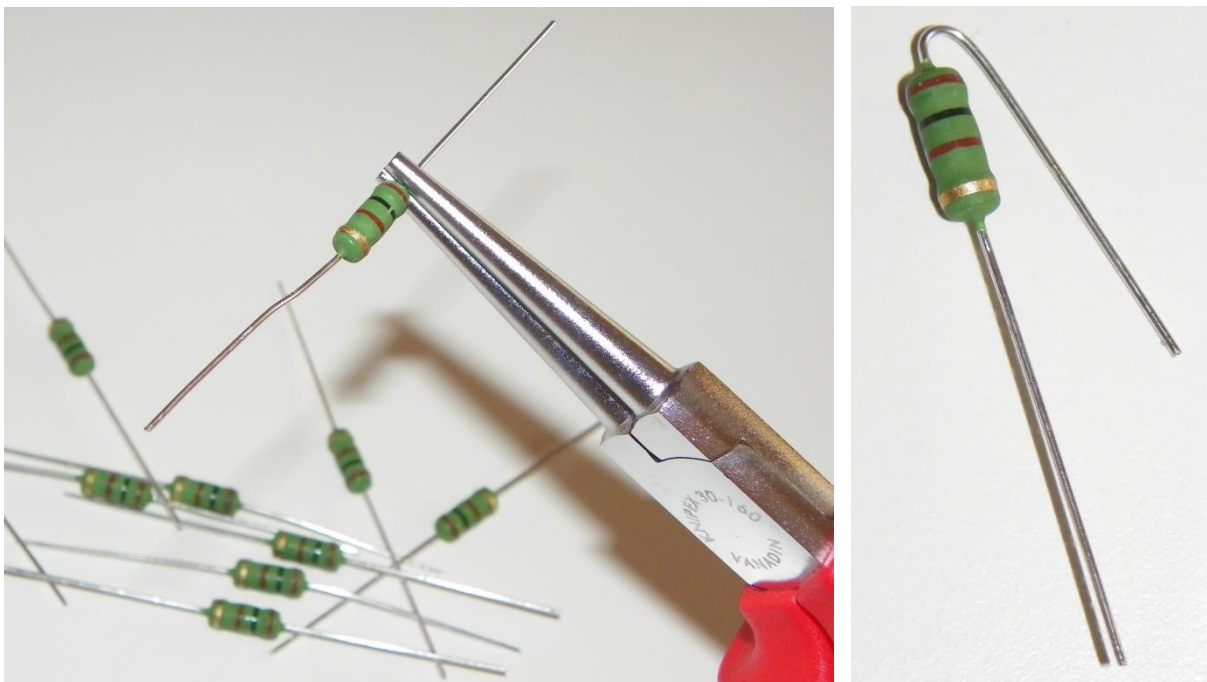


Günstige Bereiche wären etwa:

Bereich 1	0,1 Ω	bis	1,0 Ω	mit 10 St. Widerständen	0,1 Ω
Bereich 2	1 Ω	bis	10 Ω	mit 10 St. Widerständen	1 Ω
Bereich 3	10 Ω	bis	100 Ω	mit 10 St. Widerständen	10 Ω
Bereich 4	100 Ω	bis	1 k Ω	mit 10 St. Widerständen	100 Ω
Bereich 5	1 k Ω	bis	10 k Ω	mit 10 St. Widerständen	1 k Ω
Bereich 6	10 k Ω	bis	100 k Ω	mit 10 St. Widerständen	10 k Ω
Bereich 7	100 k Ω	bis	1 M Ω	mit 10 St. Widerständen	100 k Ω
Bereich 8	1 M Ω	bis	10 M Ω	mit 10 St. Widerständen	1 M Ω

Derartige Widerstände sind als Normreihe leicht zu beziehen. Eventuell können hier aber auch Präzisionswiderstände (Toleranz unter 1%) oder höher belastbarere Typen (2 W) für eine ganz individuelle und käuflich so nicht zu bekommende Dekade eingesetzt werden.

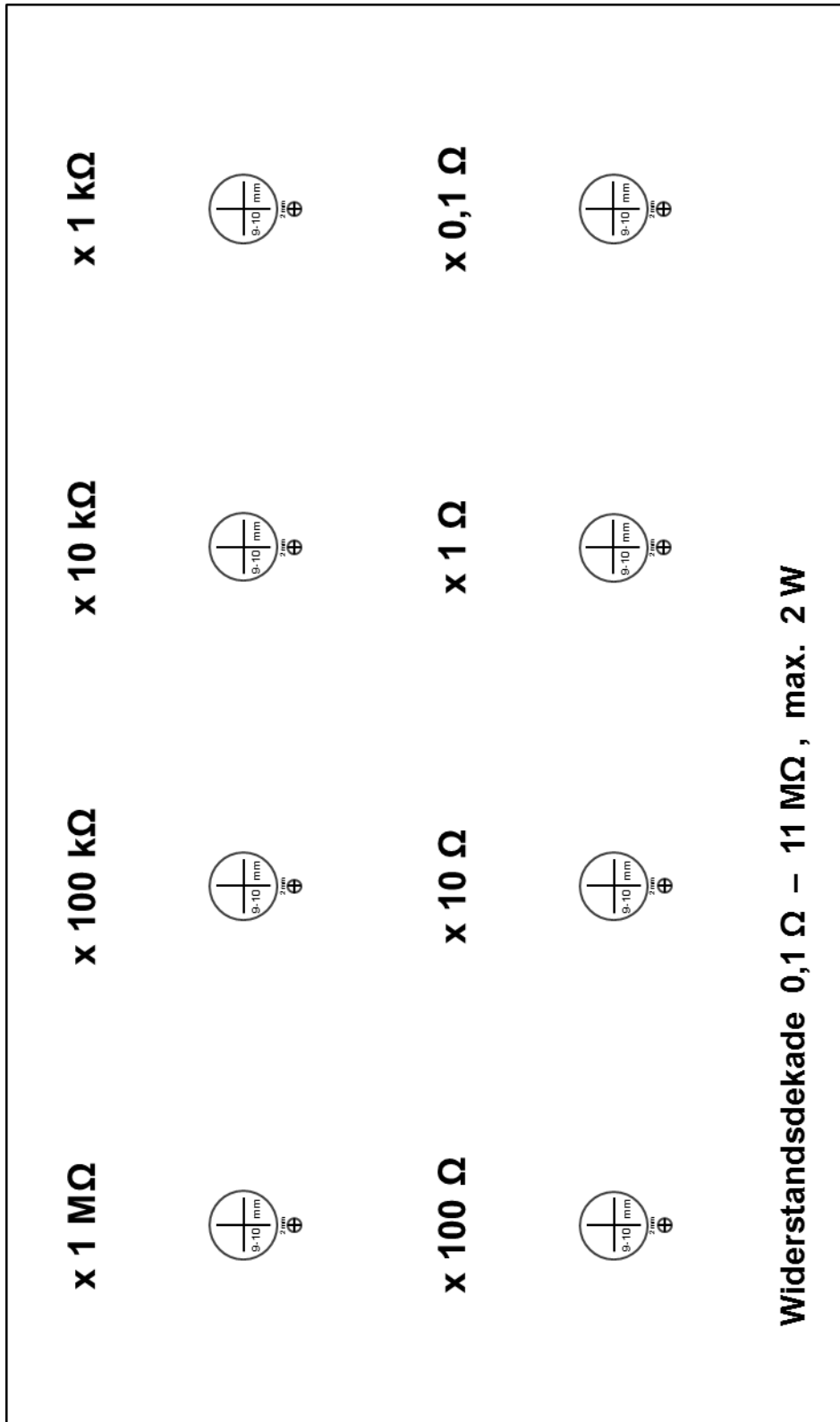
Das Anlöten erfolgt nach der Skizze von Seite 3. Vor dem Löten sollte an einer Seite des Widerstands mit einer Rundzange ein Bogen hergestellt werden:



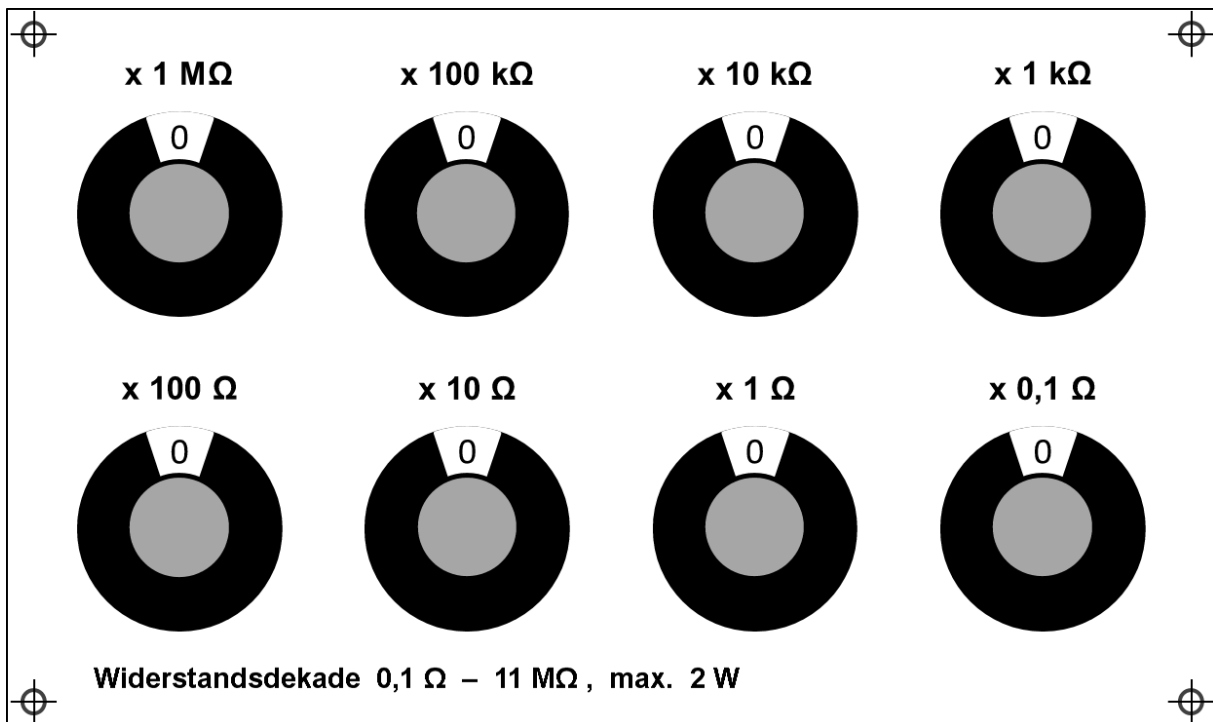
Die Achse des Stufenschalters muss eventuell gekürzt werden, damit die Drehknöpfe gut aufgesteckt werden können. Bei den hier verwendeten Mentor-Knöpfen hat sich eine Achslänge von etwa 15 mm als ideal erwiesen.

Alles zusammen kommt in ein Gehäuse, wobei ein sogenanntes Pult-Gehäuse Vorteile für die leichtere Bedienung hat. Verwendet wurde hier zum Beispiel ein Kunststoffgehäuse von TEKO mit Aluminiumfrontplatte.

Die Gehäusefrontplatte wird mit folgenden Bohrungen und Beschriftungen versehen:



Fertig bestückt sieht die Frontplatte dann so aus, wie in der nachfolgenden Skizze:



Die Anschlussbuchsen können auf der Rückseite angebracht werden. Wird auf die beiden Bereiche 0,1 Ω und 1 Ω verzichtet, passen die Anschlussbuchsen auch noch auf die Frontplatte.



Alle benötigten Bauteile:

- 10 x Widerstand **0,1 Ω** , 1 – 5%, 2 W
- 10 x Widerstand **1 Ω** , 1 – 5%, 2 W
- 10 x Widerstand **10 Ω** , 1 – 5%, 2 W
- 10 x Widerstand **100 Ω** , 1 – 5%, 2 W
- 10 x Widerstand **1 k Ω** , 1 – 5%, 2 W
- 10 x Widerstand **10 k Ω** , 1 – 5%, 2 W
- 10 x Widerstand **100 k Ω** , 1 – 5%, 2 W
- 10 x Widerstand **1 M Ω** , 1 – 5%, 2 W

- 8x Drehschalter **Lorlin CK-1029**, 1x12 x 30° -250 V/AC 0.15 A, Lötösen
- 8x Knopf **Mentor 332.6** - Serie 20, Schwarz, Achs-Durchmesser 6 mm
- 8x Abdeckkappe **Mentor 332.664** - Serie 20, Grau
- 8x Grundplatte **Mentor 332.300** - Serie 20, Schwarz
- 8x Skalenscheibe **Mentor 332.204** - Serie 20, Skalen-Bereich 0 – 11

- 2x 4mm – Buchsen, schwarz
- 1m Schaltdraht
- 1x Kunststoff -Pult-Gehäuse **TEKO 363**, Blau-Grau und Silber

Hinweis zu den Bereichen:

Die Reihenschaltung der Drehschalter, deren Kontakte und Leitungen erzeugte im Muster im „Leerlauf“, also bei Einstellung 0 Ω über alle Bereiche, einen Gesamtwiderstand von etwa 0,15 Ω . Über die Sinnhaftigkeit der Bereiche 0,1 Ω und 1 Ω kann man sich nun seine Gedanken machen. Berücksichtigt man diesen „Aufschlag“ auf alle Widerstände, dann kann man mit dieser Einschränkung gut leben.

Hinweis zu den Toleranzen:

Jedes elektronische Bauteil weist Toleranzen auf, die unter anderem auch noch von der Temperatur abhängig sind. Ein Widerstand mit der Toleranz von 1% mag recht genau erscheinen, jedoch addieren sich die Toleranzen bei der Reihenschaltung auf und über alle Bereiche ist mit einer deutlichen Abweichung zu rechnen. Die Toleranz eines Bereichs macht so die Einstellung der niedrigeren Bereiche nahezu hinfällig. Wer also einen eingestellten Wert exakt ermitteln möchte, wird über eine Messung dieses Widerstandes nicht herum kommen.