

|  |              |    |  |
|--|--------------|----|--|
| Marke  | MANGANIN® 1) |    |  |
| Werkstoff  | 2.1362       |    |  |
| Kurzzeichen  | CuMn12Ni     |    |  |
| Chemische Zusammensetzung (Massenanteile) in %<br>Mittelwerte der Legierungselemente |              |    |  |
| Cu   | Mn           | Ni |  |
| Rest   | 12           | 2  |  |

### Lieferart

MANGANIN® wird in Form von Drähten im Abmessungsbereich von 8,0 bis 0,02 mm Ø in blanker oder lackierter Ausführung und/oder mit Seidenumspinnung geliefert. Außerdem fertigen wir Bleche, Bänder, Flachdrähte, Stäbe und Rohre.

### Merkmale und Anwendungshinweise

Die von der Isabellenhütte entwickelte Präzisions-Widerstandslegierung MANGANIN® zeichnet sich besonders aus durch einen kleinen Temperaturkoeffizienten des elektrischen Widerstandes zwischen 20 und 50 °C mit parabolähnlichem Verlauf der R(T)-Kurve, eine hohe Langzeitstabilität des elektrischen Widerstandes, extrem niedrige Thermokraft gegen Kupfer und gute Verarbeitbarkeit. Aufgrund dieser Eigenschaften ist MANGANIN® der klassische Werkstoff zur Herstellung von Präzisions-, Standard- und Shunt-Widerständen. MANGANIN® dient als Basis für die Herstellung von ISA-PLAN®- und ISA-WELD®-Widerständen. Die maximale Anwendungstemperatur an Luft beträgt 140 °C. Es sind jedoch auch höhere thermische Belastungen in nicht-oxidierender Umgebung möglich. Beim Einsatz in Präzisionswiderständen mit höchsten Anforderungen sollten die Widerstände sorgfältig stabilisiert werden, die Anwendungstemperatur sollte 60 °C nicht überschreiten. Ein Überschreiten der maximalen Anwendungstemperatur an Luft kann eine Widerstandsdrift, erzeugt durch Oxidationsprozesse, zur Folge haben. Auf diese Weise kann die Langzeitstabilität negativ beeinflusst werden, und sowohl der Widerstandswert als auch der Temperaturkoeffizient des elektrischen Widerstandes können sich leicht verändern. MANGANIN® wird auch verwendet als kostengünstiges Ersatzmaterial für Silberlote zur Hartmetall-Montage.

### Elektrischer Widerstand in weichgeglühtem Zustand

| Temperaturkoeffizient des elektrischen Widerstandes zwischen 20 °C und 50 °C<br>10 <sup>-6</sup> /K | Spezifischer elektrischer Widerstand in:<br>μΩ x cm (Zeile 1) und Ω/CMF (Zeile 2)<br>Richtwerte |        |        |        |        |        |
|---|---|--------|--------|--------|--------|--------|
|   | 20 °C<br>Toleranz ±5 %  | 100 °C | 200 °C | 300 °C | 400 °C | 500 °C |
| -10 bis +10   | 43  | 43     | -      | -      | -      | -      |
|   | 259   | 259    | -      | -      | -      | -      |

### Physikalische Eigenschaften (Richtwerte)

| Dichte bei 20 °C  |           | Schmelzpunkt | Spezifische Wärme bei 20 °C | Wärmeleitfähigkeit bei 20 °C | Mittlerer linearer Wärmeausdehnungskoeffizient zwischen 20 °C und |                               | Thermokraft gegen Kupfer bei 20 °C |
|-------------------|-----------|--------------|-----------------------------|------------------------------|---|-------------------------------|------------------------------------|
| g/cm <sup>3</sup> | lb/cub in | °C           | J/g K                       | W/m K                        | 100 °C<br>10 <sup>-6</sup> /K                                     | 400 °C<br>10 <sup>-6</sup> /K | μV/K                               |
| 8,4               | 0,30      | 960          | 0,41                        | 22                           | 18  | 19,5                          | Stand.: -1<br>Spezial: ±0,2        |

### Festigkeitseigenschaften bei 20 °C in weichgeglühtem Zustand<sup>2)</sup>

| Zugfestigkeit <sup>3)</sup> |       | Bruchdehnung (L <sub>0</sub> = 100 mm) % bei Nenndurchmesser in mm |                   |                 |             |      |
|-----------------------------|-------|--|-------------------|-----------------|-------------|------|
| MPa                         | psi   | 0,02 bis 0,063   | > 0,063 bis 0,125 | > 0,125 bis 0,5 | > 0,5 bis 1 | > 1  |
| 390                         | 56550 | ≈ 12   | ≈ 18              | ≈ 20            | ≥ 20        | ≥ 25 |

1) MANGANIN® ist ein eingetragenes Warenzeichen der Isabellenhütte Heusler GmbH & Co. KG.

2) Weitere Daten sind: Elastizitätsmodul 1,3 · 10<sup>5</sup> MPa, Druckkoeffizient des elektrischen Widerstandes 2,3 · 10<sup>-7</sup> cm<sup>2</sup>/N.

3) Der Wert gilt für einen Durchmesser von 2,0 mm. Bei dünneren Drähten liegen die Mindestwerte je nach Abmessung erheblich höher.

### Besondere Hinweise zum Temperaturkoeffizienten (siehe auch die Hinweise in Teil 2)

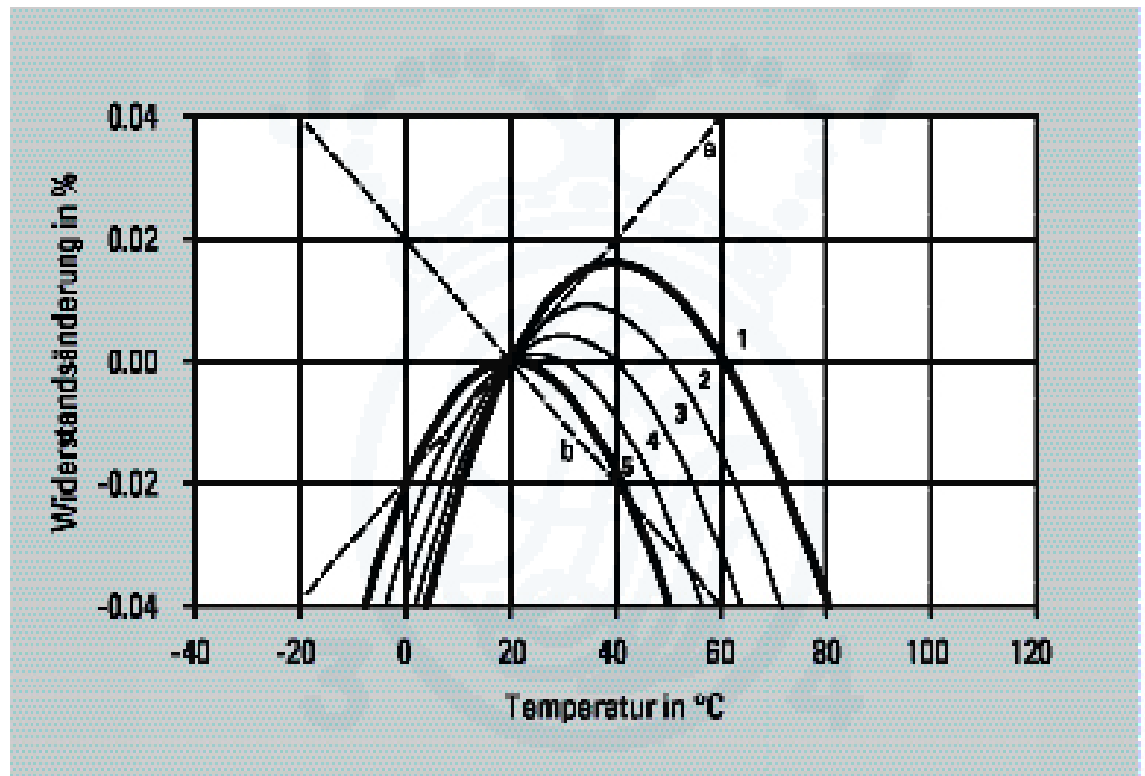
Die folgenden Grafiken zeigen die Änderung des elektrischen Widerstands in Abhängigkeit von der Temperatur für verschiedene Temperaturbereiche. Aufgrund des parabolähnlichen Verlaufs der R(T)-Kurven im Bereich der Raumtemperatur (siehe Grafik 1) müssen die Werte des Temperaturkoeffizienten mit dem entsprechenden angewandten Temperaturbereich spezifiziert werden. Die typischen Kurven 1 bis 5 in Grafik 1 stellen verschiedene gelieferte Qualitäten dar, die durch die Legierungszusammensetzung eingestellt werden. Eine bessere und eindeutige Charakterisierung der MANGANIN®-R(T)-Kurve ist daher der zweite Nullübergang. Dieser gibt die Temperatur an, bei der der Widerstand die Nulllinie zum zweiten Mal schneidet und somit dem Wert bei 20 °C entspricht. Die gepunkteten geraden Linien a und b gelten für einen Temperaturkoeffizienten des elektrischen Widerstands von +10 ppm/K.

### Verarbeitungshinweise

MANGANIN® lässt sich gut verarbeiten. Die Legierung kann gelötet werden, sie entwickelt aber an Luft eine dünne Oxidschicht, die vor Verarbeitung entfernt werden muss. Mit einem passenden Flussmittel ist MANGANIN® auch geeignet zum Tauchverzinnen. Zudem ist es möglich, MANGANIN® hartzulöten und zu schweißen. Widerstände aus MANGANIN® müssen zum Abbau von mechanischen Spannungen gealtert werden. Weitere Einzelheiten entnehmen Sie bitte Teil 2 „Technische Informationen“.

| Nenndurchmesser<br>d<br>mm | Querschnitt<br>mm <sup>2</sup> | Gewicht<br>per 100 m<br>g | Längenbezogener Gleichstrom-Widerstand bei 20 °C<br>Ω / m |          |         |         |
|----------------------------|--------------------------------|---------------------------|---|----------|---------|---------|
|                            |                                |                           | Nominaler Wert  | Toleranz | Minimum | Maximum |
| 0,02                       | 0,0003142                      | 0,264                     | 1369  | ±10 %    | 1232    | 1506    |
| 0,022                      | 0,0003801                      | 0,319                     | 1131  |          | 1018    | 1244    |
| 0,025                      | 0,0004909                      | 0,412                     | 876   |          | 788     | 964     |
| 0,028                      | 0,0006158                      | 0,517                     | 698   |          | 629     | 768     |
| 0,03                       | 0,0007069                      | 0,594                     | 608   | ±8 %     | 560     | 657     |
| 0,032                      | 0,0008042                      | 0,676                     | 535   |          | 492     | 577     |
| 0,036                      | 0,001018                       | 0,855                     | 422   |          | 389     | 456     |
| 0,04                       | 0,001257                       | 1,06                      | 342   |          | 315     | 370     |
| 0,045                      | 0,001590                       | 1,34                      | 270   |          | 249     | 292     |
| 0,05                       | 0,001963                       | 1,65                      | 219   |          | 202     | 237     |
| 0,056                      | 0,002463                       | 2,07                      | 175   |          | 161     | 189     |
| 0,06                       | 0,002827                       | 2,38                      | 152   |          | 140     | 164     |
| 0,063                      | 0,003117                       | 2,62                      | 138   |          | 127     | 149     |
| 0,07                       | 0,003848                       | 3,23                      | 112   |          | 103     | 121     |
| 0,071                      | 0,003959                       | 3,33                      | 109   |          | 100     | 117     |
| 0,08                       | 0,005027                       | 4,22                      | 85,5  |          | 78,7    | 92,4    |
| 0,09                       | 0,006362                       | 5,34                      | 67,6  |          | 62,2    | 73,0    |
| 0,10                       | 0,007854                       | 6,60                      | 54,7  |          | 50,4    | 59,1    |
| 0,11                       | 0,009503                       | 7,98                      | 45,2  | ±7 %     | 42,1    | 48,4    |
| 0,112                      | 0,009852                       | 8,28                      | 43,6  |          | 40,6    | 46,7    |
| 0,12                       | 0,01131                        | 9,50                      | 38,0  |          | 35,4    | 40,7    |
| 0,125                      | 0,01227                        | 10,3                      | 35,0  |          | 32,6    | 37,5    |
| 0,13                       | 0,01327                        | 11,1                      | 32,4  |          | 30,1    | 34,7    |
| 0,14                       | 0,01539                        | 12,9                      | 27,9  |          | 26,0    | 29,9    |
| 0,15                       | 0,01767                        | 14,8                      | 24,3  |          | 22,6    | 26,0    |
| 0,16                       | 0,02011                        | 16,9                      | 21,4  |          | 19,9    | 22,9    |
| 0,18                       | 0,02545                        | 21,4                      | 16,9  | 15,7     | 18,1    |         |
| 0,20                       | 0,03142                        | 26,4                      | 13,7  | ±6 %     | 12,9    | 14,5    |
| 0,22                       | 0,03801                        | 31,9                      | 11,3  |          | 10,6    | 12,0    |
| 0,224                      | 0,03941                        | 33,1                      | 10,9  |          | 10,3    | 11,6    |
| 0,25                       | 0,04909                        | 41,2                      | 8,76  |          | 8,23    | 9,29    |
| 0,28                       | 0,06158                        | 51,7                      | 6,98  |          | 6,56    | 7,40    |
| 0,30                       | 0,07069                        | 59,4                      | 6,08  | 5,72     | 6,45    |         |
| 0,315                      | 0,07793                        | 65,5                      | 5,52  | ±5 %     | 5,24    | 5,79    |
| 0,35                       | 0,09621                        | 80,8                      | 4,47  |          | 4,25    | 4,69    |
| 0,355                      | 0,09898                        | 83,1                      | 4,34  |          | 4,13    | 4,56    |
| 0,40                       | 0,1257                         | 106                       | 3,42  |          | 3,25    | 3,59    |
| 0,45                       | 0,1590                         | 134                       | 2,70  |          | 2,57    | 2,84    |
| 0,50                       | 0,1963                         | 165                       | 2,19  |          | 2,08    | 2,30    |
| 0,55                       | 0,2376                         | 200                       | 1,81  | ±4 %     | 1,74    | 1,88    |
| 0,56                       | 0,2463                         | 207                       | 1,75  |          | 1,68    | 1,82    |
| 0,60                       | 0,2827                         | 238                       | 1,52  |          | 1,46    | 1,58    |
| 0,63                       | 0,3117                         | 262                       | 1,38  |          | 1,32    | 1,43    |
| 0,65                       | 0,3318                         | 279                       | 1,30  |          | 1,24    | 1,35    |
| 0,70                       | 0,3848                         | 323                       | 1,12  |          | 1,07    | 1,16    |
| 0,71                       | 0,3959                         | 333                       | 1,09  |          | 1,04    | 1,13    |
| 0,80                       | 0,5027                         | 422                       | 0,855   |          | 0,821   | 0,890   |
| 0,90                       | 0,6362                         | 534                       | 0,676   |          | 0,649   | 0,703   |
| 1,0                        | 0,7854                         | 660                       | 0,547   |          | 0,526   | 0,569   |
| 1,12                       | 0,9852                         | 828                       | 0,436   |          | 0,419   | 0,454   |
| 1,2                        | 1,131                          | 950                       | 0,380   |          | 0,365   | 0,395   |
| 1,25                       | 1,227                          | 1031                      | 0,350   |          | 0,336   | 0,364   |
| 1,4                        | 1,539                          | 1293                      | 0,279   |          | 0,268   | 0,291   |
| 1,5                        | 1,767                          | 1484                      | 0,243   |          | 0,234   | 0,253   |
| 1,6                        | 2,011                          | 1689                      | 0,214   |          | 0,205   | 0,222   |
| 1,8                        | 2,545                          | 2138                      | 0,169   |          | 0,162   | 0,176   |
| 2,0                        | 3,142                          | 2639                      | 0,137   |          | 0,131   | 0,142   |
| 2,2                        | 3,801                          | 3193                      | 0,113   |          | 0,109   | 0,118   |
| 2,24                       | 3,941                          | 3310                      | 0,109   |          | 0,105   | 0,113   |
| 2,5                        | 4,909                          | 4123                      | 0,0876  |          | 0,0841  | 0,0911  |
| 2,8                        | 6,158                          | 5172                      | 0,0698  |          | 0,0670  | 0,0726  |
| 3,0                        | 7,069                          | 5938                      | 0,0608  |          | 0,0584  | 0,0633  |
| 3,15                       | 7,793                          | 6546                      | 0,0552  |          | 0,0530  | 0,0574  |
| 3,2                        | 8,042                          | 6756                      | 0,0535  | 0,0513   | 0,0556  |         |
| 3,5                        | 9,621                          | 8082                      | 0,0447  | 0,0429   | 0,0465  |         |
| 3,55                       | 9,898                          | 8314                      | 0,0434  | 0,0417   | 0,0452  |         |
| 4,0                        | 12,57                          | 10556                     | 0,0342  | 0,0328   | 0,0356  |         |
| 4,5                        | 15,90                          | 13360                     | 0,0270  | 0,0260   | 0,0281  |         |
| 5,0                        | 19,63                          | 16493                     | 0,0219  | 0,0210   | 0,0228  |         |
| 5,5                        | 23,76                          | 19957                     | 0,0181  | 0,0174   | 0,0188  |         |
| 5,6                        | 24,63                          | 20689                     | 0,0175  | 0,0168   | 0,0182  |         |
| 6,0                        | 28,27                          | 23750                     | 0,0152  | 0,0146   | 0,0158  |         |
| 6,3                        | 31,17                          | 26185                     | 0,0138  | 0,0132   | 0,0143  |         |
| 8,0                        | 50,27                          | 42223                     | 0,00855   | 0,00821  | 0,00890 |         |

Grafik 1:  
Temperaturabhängigkeit des  
elektrischen Widerstandes



Grafik 2:  
Temperaturabhängigkeit des  
elektrischen Widerstandes

