

Spannungsabhängige Widerstandsmessung!

*Mit dem neuen „Widerstands-Break-Down“ erfassenden
TERA-Ohm-Meter TOM 610 der Firma Kleinwächter GmbH*

Ein rein ohmscher Widerstand ist unabhängig von der Mess-Spannung. Bei den bekannten Messgeräten wie TERA-Ohm-Meter sind stabile Mess-Spannungen von 10, 100, 250, 500 und 1000 V üblich.

Ein rein „Ohmscher Widerstand ist unabhängig von der Spannung, des durch fließenden Stromes und der Frequenz.
Eine Ursprungsgerade erhält man, wenn man ein Liniendiagramm erstellt, wo man die Spannung über den Strom aufträgt.
Bei einer Frequenzunabhängigkeit darf durch den Widerstand keine Phasenverschiebung zwischen der Mess-Spannung und dem Mess-Strom entstehen.

Achtung! Bei zu hohen Mess-Strömen wandelt der Widerstand die elektrische Energie in thermische Energie um, die wiederum das Messergebnis beeinflussen kann.

Daher sind die Mess-Spannungen in einem Tera-Ohm-Meter alle strombegrenzt.

Nicht rein „Ohmsche Widerständen wie Lange Drähte, Spulen, Kondensatoren und Gleichrichter (Dioden, Halbleiter usw.) kann man nicht mit dem „Ohmschen Gesetz“ $U = I \times R$ berechnen.

Im grenzwertigsten Mess-Bereich sind es die Kunststoffe die mit nicht elektrisch aufladbaren (leitfähigen) Additiven versetzt werden, um sie als Verkaufsprodukte unter nicht aufladbaren Kunststoffen führen zu können. Kunststoffe mit „Nicht aufladbaren additiven“ liegen in einem elektrischen Widerstandsbereich von 10^3 Ohm bis $< 10^{12}$ Ohm.

Diese Additive müssen in einen hochohmigen Kunststoff mit homogener Verteilung eingebracht werden.

In Abb.1 und Abb. 2 sind zwei Raster-Aufnahmen in schwarz-weiß zu sehen. Abb. 1 zeigt eine nicht aufladbare Additive Substanz in nicht homogener Verteilung.

Abb. 2 zeigt die gleiche nicht aufladbare Substanz in homogener Verteilung.

Beispiel: Die Anforderung an einen nicht aufladbaren Kunststoff war, dass der Oberflächen - und Durchgangswiderstand an jeder beliebigen Stelle 10^5 Ohm nicht überschreiten darf.

Die ersten Behälter waren mit dem Kunststoff nach Abb. 1 gespritzt worden und ergaben bei 1000 V Mess-Spannung einen Widerstandswert von 10^5 Ohm.

Bei einer Mess-Spannung von 100 V wurde ein Mess-Wert von 10^9 Ohm gemessen.

Die Mess-Spannung von 1000 V wurde danach 10 Minuten lang an derselben Mess-Stelle belassen und danach wurde ein Messwert von $> 10^{10}$ Ohm gemessen.

In Abb.2 sieht man, dass das Additiv homogen in der hochohmigen Kunststoffmasse verteilt ist.

Diese Widerstandswerte lagen dann bei einer Mess-Spannung von 100V bei max. 10^5 Ohm im geforderten Bereich.

Nun kommt die Frage auf, welche Mess-Spannung ist die Richtige?

Antwort: „Die Mess-Spannung von 100V“.

Interessant ist, wie der spannungsabhängige Widerstand verläuft.

Diese Spannungsabhängigkeit kann durch einen linearen Spannungs- Mess-Verlauf sichtbar gemacht werden, indem die Mess-Spannung ab 100V in 50V-Schritten zunimmt und das Widerstandsverhalten in Schritten abspeichert.

Entsteht nach einem bestimmten Mess-Spannungswert ein Break-down (plötzlicher Widerstandswert-Abfall), so wird dieser Mess-Spannungs- und Widerstandswert max. und min-Wert abgespeichert und angezeigt.

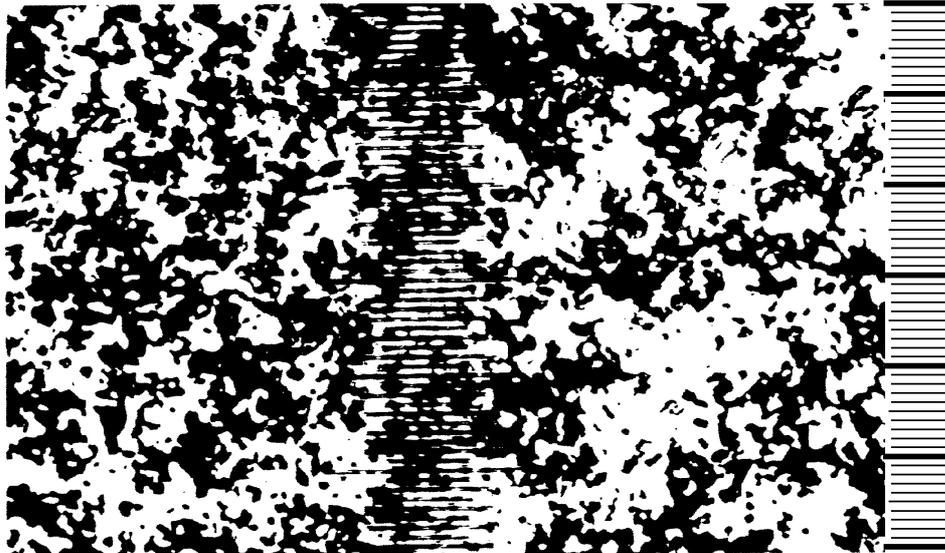
Der aktuelle Markt bietet TERA-Ohm-Meter mit fest wählbaren Mess-Spannungen von 10, 100, 250, 500 und 1000 V an.

Die EN – Normen schreiben ein konstantes Klima vor sowie eine bestimmte Mess-Zeit und empfehlen Mess-Spannungswerte. Leider wird in den EN – Normen auf das Mess-Spannungsverhalten (Spannungsabhängigkeit) der Kunststoffe bzw.-Prüflinge nicht eingegangen.

Mit dem neuen Tera-Ohm-Meter vom **Typ TOM 610 von Firma Kleinwächter** kann der spannungsabhängige Widerstandswert mit dem Break-down-Wert von Mess-Spannung und Widerstandswert erfasst werden. Ebenso wird der maximale und minimale Break-down Widerstandswert abgespeichert und angezeigt.

Abb.1

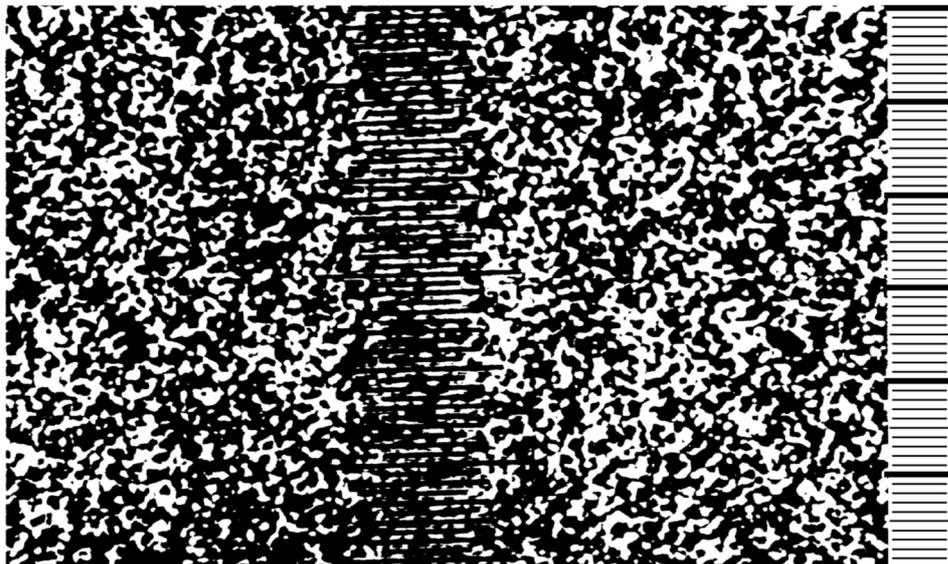
Homogenitätsverteilung leitfähiger Substanzen in nichtleitender Masse



Materialstruktur mit schlechter Vermischung

Abb.2

Homogenitätsverteilung leitfähiger Substanzen in nichtleitender Masse



Materialstruktur mit guter Vermischung

Aus Abb.1 gegen über Abb.2 ist leicht zu erkennen, dass ein nicht homogenes Einbringen von nicht lauchladbaren Additiven eine Spannungsabhängigkeit des Prüflings verursacht!

Auf der rechten Seite ist ein Maßstab der Ordinate (Y- Achse) von Step to Step von $1\mu\text{m}$ dargestellt. Die Abstände der nicht aufladbaren Additiven sind unterschiedlich klein bzw. groß. Dazwischen baut sich ein elektrisches Feld auf. Wird die Durchbruchfeldstärke überschritten, so kann dazwischen eine Glimmentladung entstehen, und den Widerstand plötzlich erniedrigen solange die Mess-Spannung ansteht. Diese Situation kann plötzlich auftreten und so den Widerstands-Break-down einleiten.

Nun gibt es zwei Situationen, die von der Art des Additivs abhängen. Durch die feine filigrane Verästelung des nicht aufladbaren Additivs kann sich durch die Glimmentladung eine Kohlenstoffbrücke bilden, so dass der Widerstand des Prüflings durch den Widerstands-Break-down niederohmig bleibt oder aber, dass die Filigranen nicht aufladbaren Additive wie eine Feindraht- Sicherung durchbrennen und durch den Break-down-Widerstand der Prüfling hochohmiger wird.

Zusammenfassung:

Durch fest vorgegebene Mess-Spannungen kann der spannungsabhängige **Widerstands-Break-down** nicht festgestellt werden. Erstmalig ist es möglich mit dem neuen Tera-Ohm-Meter **Typ TOM 610 von Firma Kleinwächter** diesen Wert mit Anzeige zu erfassen und abzuspeichern. Ferner kann man erkennen, ob die nicht aufladbaren Additive homogen vermischt eingebracht wurden oder nicht. Bleibt der Mess-Wert in Funktion der Mess-Spannungsrampe von 100V bis 1000 V unter 25%, so kann man davon ausgehen, dass die additive Beimengung homogen im hochohmigen Kunststoff verteilt ist und dass sich dieser Wert in Funktion der Zeit nicht wesentlich mehr verändern wird.

Bemerkung:

Leider hat der zuständige Normenausschuss noch keine öffentliche handfeste Norm über die Spannungsabhängigkeit von Widerstands-Messungen in Kunststoffen herausgebracht. Die Anwender mussten sich mit unterschiedlichsten Widerstands- Messergebnissen und nicht übereinstimmende reproduzierbaren Vergleichsmessungen zufrieden geben.

Die bei der Kleinwächter GmbH eingegangenen Reklamationen haben dazu geführt, ein neues Tera-Ohm-Meter zu entwickeln, um diese Mess-Probleme für halbleitfähige und leitfähige Kunststoffe zu entschärfen.

Weil am Rhein, 11.12. 2018

Hermann Künzig