

# **Elektrische Holzfeuchte-Messgeräte**



Die Vielzahl der auf dem Markt angebotenen elektrischen Messgeräte und Messverfahren zur Erfassung der Holzfeuchtigkeit machen es dem Käufer oft nicht leicht, das für seine speziellen Erfordernisse am besten geeignete Messgerät zu finden.

Die beim Kauf eines solchen Messgerätes gestellten Erwartungen werden nicht immer voll erfüllt, wenn z.B. das gewählte Messverfahren keine ausreichende Genauigkeit garantiert oder das in Frage kommende Messgerät von seiner Konstruktion und Bauweise her für die ihm zugedachte Messaufgabe ganz einfach ungeeignet ist. Die nachstehenden Untersuchungen sind deshalb auch unter dem Gesichtspunkt einer Entscheidungshilfe bei der Geräteanschaffung zu verstehen und beziehen sich sowohl auf elektrische Widerstandsmessgeräte wie auch auf die Dielektrizitätskonstanten-Messung und ausgesprochene Einfachmessgeräte.

## **Widerstandsmessgeräte**

Das bis vor einigen Jahren fast ausschließlich und heute nach wie vor am häufigsten angewendete Verfahren zur Holzfeuchte-Bestimmung ist die Messung des elektrischen Widerstandes im Holz. Darrgetrocknetes Holz setzt einem elektrischen Stromfluss einen sehr hohen Widerstand entgegen. Das Vorhandensein von Wasser im Holz verändert jedoch das Verhalten des Holzes gegen einen elektrischen Strom, d.h., je mehr Wasser sich im Holz befindet, desto geringer wird sein Widerstand und desto mehr Strom kann in dem betreffenden Holz fließen. Betrachtet man diese Widerstandsänderung in Bezug auf die Holzfeuchte, so ergibt sich eine bestimmte Gesetzmäßigkeit, die, von wenigen Ausnahmen abgesehen, bei fast allen Holzarten einen ähnlichen Verlauf nimmt. Ein Messgerät, das in der Lage ist, die auftretende Widerstandsänderung anzuzeigen, kann mit einer Skala versehen werden, von der die Holzfeuchte direkt abzulesen ist.

Zur richtigen Durchführung der elektrischen Widerstandsmessung ist jedoch die Kenntnis einiger wichtiger Einflussfaktoren von Bedeutung. Der elektrischen Messung der Holzfeuchte sind durch die Beschaffenheit des Holzes bestimmte Grenzen gesetzt, wobei besonders der Fasersättigungspunkt eine entscheidende Rolle spielt. Unterhalb dieses Fasersättigungspunktes ist das im Holz vorhandene Wasser in den Zellen gebunden und den hygroscopischen Ausgleichsgesetzen mit der umgebenden Luft unterworfen. Hierbei können zwei Zustände auftreten:

Entweder ein völliges Gleichgewicht, bei dem auch die Wasserverteilung im Holz völlig gleichmäßig ist, oder ein Gefälle, bei dem aber wiederum letztlich eine gewisse Regelmäßigkeit in der Wasserverteilung vorhanden ist. Oberhalb des Fasersättigungspunktes, also im übersättigten Zustand, wird das Wasser nicht mehr im Zellverband gebunden, sondern es lagert sich in freier Form in den Zellhohlräumen ab.

Dieses sogenannte freie Wasser ist keiner Gesetzmäßigkeit mehr unterworfen. d.h. ein Ausgleich innerhalb des Holzes findet kaum mehr statt, so dass Zonen mit höherer und niedrigerer Holzfeuchte direkt aneinandergrenzen können. Diese Unregelmäßigkeit der Holzfeuchteverteilung kann zu Messfehlern führen.

Betrachtet man die Änderung des elektrischen Widerstandes bei zunehmender Holzfeuchte, so zeigt sich eine sehr starke Abnahme des Widerstandes bis zum Fasersättigungspunkt. Nach Überschreitung des Fasersättigungspunktes wird diese Abnahme immer geringer und bei sehr hohen Feuchtigkeitswerten ist eine Änderung kaum noch feststellbar. Messfehler verschiedenster Ursachen werden um so größer, je geringer die Änderung der Messgröße, also des elektrischen Widerstandes pro Prozent Feuchtigkeit ist.



In der Praxis bedeutet dies, dass die Holzfeuchtigkeit im Rahmen von z.B. 60 bis 80 % weit weniger genau erfasst werden kann als unterhalb des Fasersättigungspunktes, also z.B. im Feuchtigkeitsbereich zwischen 10 und 20 %.

Ein wichtiger Punkt der Widerstandsmessung ist die richtige Anwendung der verschiedenen Elektroden bei der jeweiligen Messung. Die Messstrecke wird meist quer zur Faserrichtung liegend vorgeschrieben, d.h., die Verbindungslinie zwischen den beiden Kontakten der Elektroden soll die Faser kreuzen. Diese Messrichtung ist den geringsten Streuungen unterworfen, sowohl bei Tiefen- als auch bei Oberflächenelektroden. Setzt man ein völlig ausgeglichenes Holz voraus, so werden die zu einem Messgerät gehörenden, aufeinander abgestimmten Oberflächen- und Tiefenelektroden die selben Messergebnisse bringen. Dieser Idealfall, ein völlig ausgeglichenes Holz, liegt jedoch in der Praxis sehr selten vor. Meistens ist ein mehr oder weniger großes Feuchtigkeitsgefälle vorhanden, das vor allem von innen nach außen besteht. Misst man dieses Holz mit einer Oberflächenelektrode, so wird man lediglich die trockene obere Schicht erfassen, die wie eine isolierende Haut wirkt.

Verwendet man für dieselbe Probe eine Tiefenelektrode, die bis in die Holzmitte oder darüber hinaus eingetrieben wird, so wird der feuchtere Kern, der dem elektrischen Strom den geringsten Widerstand entgegensetzt, das Messergebnis bestimmen. In beiden Fällen entspricht das Ergebnis nicht dem tatsächlichen Wassergehalt der Probe (Darrprobe nach DIN 52 183), sondern gibt eher den Zustand an der Oberfläche oder im Inneren wieder. Wird die Tiefenelektrode jedoch bis zu  $\frac{1}{4}$ , höchstens  $\frac{1}{3}$ , der Holzdicke eingesetzt, so wird das Resultat mit guter Annäherung den Wassergehalt der Probe ausweisen.

Ein umgekehrtes Feuchtigkeitsgefälle von außen nach innen hat bei unisolierten Elektrodenspitzen einen gewissen Messfehler zur Folge, da sowohl Oberflächen-, als auch Tiefenelektroden den Wert der feuchteren Außenzone anzeigen. Durch den Einsatz von am Schaft isolierten Spitzen kann der Feuchteverlauf beim Eindringen in tiefere Schichten gemessen werden. In diesem Fall wird nur direkt an der Oberfläche ein hoher Wert angezeigt, während beim Eindringen in tiefere Schichten der dann dort herrschende Feuchtwert angezeigt wird.

Allgemein kann gesagt werden, dass Oberflächenelektroden, außer zur speziellen Bestimmung der Oberflächenfeuchtigkeit, hauptsächlich zur Feuchtigkeitsmessung von Furnieren und dünnen Platten geeignet sind. Bei sehr dünnen Furnieren ist es zweckmäßig, das Furnier zur Messung 2-bis 4-fach zu legen, um Einflüsse der Unterlage zu vermeiden. Zur Messung von Schnittholz, Kantholz und Bauholz sind Tiefenelektroden jedoch in jedem Fall vorzuziehen. Durch entsprechende Wahl der Eindringtiefe können Durchschnitts- oder Maximalwerte ermittelt werden.

Von großem Einfluss auf die elektrische Holzfeuchtemessung ist die Temperatur des zu messenden Holzes. Der elektrische Widerstand des Holzes ändert sich nicht nur mit dem Wassergehalt, sondern auch mit der Temperatur. Setzt man einen gleichbleibenden Wassergehalt voraus, so nimmt der Widerstand mit steigender Temperatur ab, fallende Temperatur hat dagegen eine Zunahme zur Folge. Diese Temperaturabhängigkeit ist nicht gleichbleibend, sondern vergrößert sich mit steigender Holzfeuchte.



Bei einfachen Holzfeuchte-Messgeräten ist die Skala im allgemeinen für eine Holztemperatur von 20 °C ausgelegt. so dass bei Abweichungen von diesem Temperaturwert die Anzeige nicht mehr der tatsächlichen Holzfeuchtigkeit entspricht. Bei Temperaturen < 20°C werden zu niedrige, bei Temperaturen > 20°C zu hohe Holzfeuchtigkeitswerte angezeigt. Eine Korrektur der erhaltenen Werte mit Hilfe einer entsprechenden Korrekturtabelle ist daher notwendig. Bei verschiedenen Holzfeuchte-Messgeräten ist bereits eine entsprechende Temperaturkompensation vorgesehen, d.h., die Holztemperatur kann direkt am Messgerät eingestellt werden und wird bei der Holzfeuchte-Anzeige automatisch berücksichtigt. Bei Messgeräten, die eine solche Temperaturkompensation nicht besitzen, kann man überschlägig pro 10° C von 20°C abweichenden Temperaturen mit einer Messwertabweichung von cirka 1 % Holzfeuchte rechnen, vorausgesetzt es handelt sich um trockenes Holz.

Wie bereits erwähnt, ist die Holzfeuchte-Anzeige jedoch nicht nur von der Temperatur, sondern auch von der Art der zu messenden Hölzer abhängig. Höherwertige Messgeräte besitzen deshalb einen Holzsortenwahlschalter, mit dem im allgemeinen vier verschiedene Holzsorten eingestellt werden können. Welcher Holzsorte die jeweils zu messende Holzart zugeordnet ist, kann einer Tabelle entnommen werden. Durch eine solche Holzsortenumschaltung wird je nach Holzart eine weitere automatische Messwertkorrektur und damit eine Verbesserung der Messgenauigkeit erreicht.

Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass für die meisten Anwendungsfälle das elektrische Widerstandsverfahren die genaueste Meßmethode zur Erfassung der Holzfeuchtigkeit ist, wobei allerdings bei der Verwendung von Tiefenelektroden eine gewisse Materialbeschädigung in Kauf genommen werden muss.

#### ***DK-Messgeräte***

Bei den sogenannten Auflage-Messgeräten, die nur auf die zu messende Holzoberfläche aufgelegt werden, wird die Dielektrizitätskonstante eines völlig trockenen Holzes (0% atro) mit der des feuchten Holzes verglichen, wobei trockenes Holz eine sehr niedrige, Wasser oder nasses Holz dagegen eine sehr hohe Dielektrizitätskonstante besitzt. Entscheidend beeinflusst wird die Größe der Dielektrizitätskonstante jedoch von der Rohwichte des Holzes, wie auch von dessen chemischer Zusammensetzung. Es ist bekannt, dass die Rohwichte auch innerhalb der gleichen Holzart erheblichen Schwankungen unterworfen ist, die in das Messergebnis aber linear, d.h., unmittelbar eingeht.

Die nach diesem Messverfahren arbeitenden Geräte besitzen deshalb einen Korrektorschalter für die unterschiedliche Rohwichte, was aber natürlich wiederum eine möglichst genaue Einschätzung der jeweils vorhandenen Rohwichte voraussetzt, oder sind in mehrere Skalen unterteilt, denen die verschiedenen Holzarten nach ihrer mittleren Rohwichte zugeteilt sind. Die Tiefenwirkung des elektrischen Feldes ist von der Außenzone in Richtung Holzmitte jedoch nicht linear, sondern nimmt logarithmisch ab, so dass tiefere, feuchte Schichten nur zu einem Bruchteil in die Messung eingehen. Bei völlig ausgeglichenem Holz ohne Feuchtigkeitsunterschiede zwischen der Kern- und Außenzone ist das Dielektrizitätskonstanten-Messverfahren mit guter Messgenauigkeit anwendbar, da die das Messergebnis entscheidend beeinflussende Außenzone in ihrem Feuchtigkeitsgehalt der Kernzone entsprechen. Andererseits ist bei der Messung von z.B. 60 mm dicken Bohlen mit höherer Kernfeuchte zu berücksichtigen, dass das Messergebnis nur teilweise von der höheren Feuchtigkeit der Holzmitte beeinflusst wird, d.h. es wird ein Mischwert zur Anzeige gebracht, der sich primär aus der Feuchtigkeit der äußeren Holzzonen bildet, höhere Feuchtigkeitswerte in der Holzmitte jedoch nur teilweise berücksichtigt.

Auch die Art der Oberfläche kann das Messergebnis beeinflussen, da bei einer rauhen Holzaußenseite die unvermeidlichen "Luftlöcher" unter manchen aufzulegenden Messelektroden keine genaue Feuchtigkeitserfassung gewährleisten. Vorteil sämtlicher Auflegegeräte ist zweifellos, dass mit der Messung keine Materialbeschädigung verbunden ist, allerdings erreicht die Messgenauigkeit nur in Ausnahmefällen (völlig ausgeglichenes) Holz oder dünne Brettstärken) die der elektrischen Widerstandsmessgeräte.

Eine Aussage über eventuelle starke Feuchtigkeitsunterschiede zwischen Kern und Außenzone ist bei Verwendung von DK-Messgeräten nicht möglich.

### **Einfachmessgeräte**

Bei geringen Anforderungen an die Messgenauigkeit werden von einzelnen Herstellern auch preiswerte Einfachgeräte angeboten, die meist nach dem elektrischen Widerstandsprinzip arbeiten und durch ihre geringen Gehäuseabmessungen besonders handlich sind. Ausgesprochene Tiefenmessungen zur Erfassung der Kernfeuchte von stärkeren Hölzern sind mit diesen Geräten jedoch kaum möglich, da die Länge der meist direkt an dem Gerät angebrachten Elektrodenspitzen nur eine Feuchtigkeitserfassung der äußeren Holzschichten zulässt. Die Genauigkeit der Messung wird auch dadurch beeinträchtigt, dass aus Kostengründen der bei modernen Präzisionsgeräten heute meist übliche 4-stufige Holzsortenwahlschalter fehlt oder die verschiedenen Holzarten in lediglich 2 Gruppen aufgeteilt sind. Die Anzeige der Holzfeuchtigkeit erfolgt über Leuchtdioden, die natürlich nicht die Genauigkeit eines analog- oder digital anzeigenden Gerätes besitzen. Trotz dieser Einschränkungen hinsichtlich der Messgenauigkeit sind die handlichen Messgeräte dort, wo eine Grobinformation über die vorhandene Feuchtigkeit ausreichend erscheint und eine Messung der Kernfeuchte stärkerer Hölzer nicht gefordert wird, verwendbar.

Die in den letzten Jahren höher gewordenen Qualitätsansprüche verlangen jedoch meist eine möglichst exakte Messung der Holzfeuchtigkeit. Erkennbar ist dies durch den Trend zu technisch aufwendigeren Präzisionsmessgeräten, der auf dem Markt zu beobachten ist.