

Störgrößen bei der Applikation von Mikrowellenfeuchtemeßverfahren

Disturbances by the application of microwave moisture measurements

K. Kupfer

Schlagwörter: Mikrowellenfeuchtemessung, Dichtekompensation, Störgrößen

Mikrowellenfeuchtemessungen haben den Vorteil einer hohen Genauigkeit bei den unterschiedlichsten Applikationen. Voraussetzung ist, daß die Störgrößen bekannt und die Sensoren gut an das feuchte Material angepaßt sind. Ein mathematisches Modell mit den Mikrowellengrößen Dämpfung und Phasenverschiebung zeigt die Möglichkeit der Dichtekompensation und ihre Grenzen. Störgrößen wie Körnung, Salzgehalt und Temperaturänderungen beeinflussen besonders die Dämpfung. Geeignete Methoden zur Reduzierung dieser Störeinflüsse werden angegeben.

Microwave moisture measurements have the advantage of a high accuracy by different applications. Premise – the disturbances are known and the sensors well adapted to the material. A mathematical model using the microwave quantities attenuation and phase shift shows the possibility of density compensation and their limites. Disturbances such as grain size, saline content and changes of temperature influences the attenuation specially. Suitable methods were given to reduce these interferences.

1 Einleitung

Extrem hohe Dipolkräfte verleihen Wasser eine hohe Dielektrizitätskonstante (ϵ'_r) und lassen die dielektrischen Verluste (ϵ''_r) im Mikrowellenbereich auf ein Maximum ansteigen. Infolgedessen sind Mikrowellenmeßverfahren geradezu prädestiniert, Wasser im Verband anderer Stoffe sehr genau zu erfassen.

Mikrowellenmeßverfahren zur Feuchtebestimmung sind relativ schmalbandig und arbeiten in der Regel in einem Frequenzbereich von 0,3 bis 30 GHz. Die Wahl der Meßfrequenz ist entscheidend für den Einfluß von Materialkörnung und Elektrolytgehalt auf die Genauigkeit der Messung. Die wichtigsten Vorzüge des Mikrowellenfeuchtemeßverfahrens sind neben der berührungslosen Messung die hohe Empfindlichkeit, die geringe Einschwingzeit sowie der geringe Einfluß der Ionenleitfähigkeit. Im Gegensatz zu nuklearen Feuchtemeßverfahren sind kürzere Meßzeiten erreichbar und geringere Anforderungen an den Arbeitsschutz notwendig. Umgebungseinflüsse wie Staub und Wasserdampf, die das Infrarotverfahren stark einschränken, zeigen kaum Einfluß auf die Meßergebnisse. Während bei diesem Verfahren vor-

wiegend die Oberflächenfeuchte erfaßt wird, mißt man beim Mikrowellentransmissionsverfahren die Feuchte im gesamten durchstrahlten Volumen. Bedingt durch die berührungslose kontinuierliche Arbeitsweise eignen sich Mikrowellenverfahren sehr gut für Überwachungssysteme in der Prozeßautomatisierung und können neben der Feuchtemessung auch zur Messung anderer nichtelektrischer Größen herangezogen werden. Die ersten Untersuchungen zur Mikrowellenaquometrie, wie das Gebiet der Feuchtemessung von *Kraszewski* bezeichnet wurde [1], erfolgten durch *Freyman, Walker, Nedzveckí* und *Watson*; eine Bibliographie des Autors über Mikrowellenfeuchtemeßverfahren wird in [2] aufgeführt.

In Wasser-Feststoff-Gemischen werden Mikrowellen absorbiert, reflektiert und gestreut. Kennwerte der Stoffeigenschaften sind die daraus resultierenden Transmissions- bzw. Reflexionsgrößen des elektromagnetischen Feldes [3].

2 Einflüsse von Störgrößen auf die Messung

2.1 Schüttdichte und Materialkörnung

Parameter der Feuchtemessung von Feststoffen, insbesondere von Schüttgütern und leicht deformierbaren Materialien, sind dichteabhängig. Schüttdichteänderungen sind als Hauptstörgrößen bei dielektrischen Feuchtemeßverfahren, zu denen das Mikrowellenverfahren gehört, anzusehen. Die daraus resultierenden Meßfehler sind wesentlich größer als die, die durch Einflüsse des Salzgehaltes bei Frequenzen < 1 GHz und systematische Fehler des Meßgerätes hervorgerufen werden. Eine Vergrößerung der Schüttdichte kann eine Erhöhung der Eigenfeuchte im Material vortäuschen. Es kommt zu einer besseren Berührung der Wasserfilme und damit gleichzeitig zur Verstärkung der Wasserbahnen. Eine Verdichtung entsteht durch den Übergang eines feuchten Schüttgutes von der losen Schüttung zur festen Packung. Zwischen den Oberflächen benachbarter Körner bilden sich Lücken oder Zwickel. Durch Überlagerung der Adhäsionswasserfilme entstehen zwischen den Teilchen Zwischenkapillarkräfte.

Die Schüttdichte ist abhängig von der Korngrößenverteilung, der Kornformverteilung und dem Zwischenkapillarwasser. Sie kann aus dem Lückenvolumen und der feuchtehaltigen Rohdichte bestimmt werden. In Abhängigkeit von der Kornformverteilung können die Lücken-