

Maß-Arbeit 4.0

Flächengewichtsmessung per Röntgentechnik – Mess- und Kontrollsysteme für Industrie 4.0



Bild 1: Electronic Wood Systems GmbH, Hameln, liefert Messsysteme für die Holzwerkstoffindustrie sowie Funkenlöschanlagen
Figure 1: Electronic Wood Systems GmbH, Hameln, provides measuring systems for wood-based composite plants as well as spark extinguishing systems

Immmer mehr bei immer engeren Toleranzen: Die Holzwerkstoffindustrie strebt insbesondere bei Neuinstallationen Höchstleistungen an, die nur mit umfassender Prozesskontrolle erreicht werden können. In diesem Zusammenhang kann die Röntgentechnik als Messsystem für die Flächengewichtsmessung einen entscheidenden Beitrag im Sinne der Industrie 4.0 leisten. Wie das in der Praxis gelingt, hat Konrad Solbrig, Leiter Technologie Holzwerkstoffe bei Electronic Wood Systems (EWS), Hameln, im Rahmen eines interessanten Vortrages auf dem 10. EPF-Symposium Anfang Oktober erläutert. Auf

seinen Ausführungen basiert der nachfolgende Artikel maßgeblich.

Bei der industriellen Herstellung von Holzwerkstoffplatten bestimmen automatisierte Prozesse die Abläufe – sie kommen jedoch nicht ohne menschliches Eingreifen aus. Die Verkettung der Teilprozesse erfolgt dabei überwiegend im Hinblick auf Materialfluss und -handling. Inline Messsysteme für die Qualitätskontrolle und Prozessüberwachung sind in unterschiedlichen Tiefen in die jeweilige Produktionsanlagen integriert. Eine Ausrichtung der Prozess- und Anlagenautomatisierung auf das Produkt und dessen Eigenschaf-

ten sowie die direkte Kommunikation von Unterprozessen miteinander zur Selbstoptimierung des Gesamtprozesses findet jedoch noch keine ganzheitliche Umsetzung. Ansätze hierfür liefert Industrie 4.0.

Die Industrie 4.0 benötigt zuverlässige Messsysteme

Das Schlagwort „Industrie 4.0“ ist in aller Munde. Grundsätzlich geht es dabei um die Einführung des „Internet of Things and Services“ in die Fertigungsumgebung als bevorstehende vierte industrielle Revolution. (vgl. Kagermann, Agermann, Wahlster, Helbig 2013). Dies

umfasst die Integration von IT in allen Produktionsbereichen und die Erweiterung von Maschinen und Prozessen zu „Cyber-Physical Systems“ (CPS), wie in Abb. 2 veranschaulicht. Die vernetzten Anlagen und Komponenten zeichnen sich durch autonomen Betrieb und Informationsaustausch sowie gegenseitige Regelung aus. Obwohl Industrie 4.0 eine hohe Verbreitung und sogar breites öffentliches Interesse erfährt, unterscheidet sich die tatsächliche Umsetzung der Konzepte zum Teil erheblich. Im Fokus der Forschung stehen die Automobilindustrie und ähnliche Fertigungs- und Montageprozesse. Die Um-

Abb. 3: Erweiterte Unsicherheit des Messprozesses (Spanne normalverteilter Messwerte) im Vergleich zur kleinsten damit überwachbaren Toleranz T_{min} des Produktionsprozesses (Mattenstreuung) bei $c_g=1$ berechnet nach Dietrich (2002)

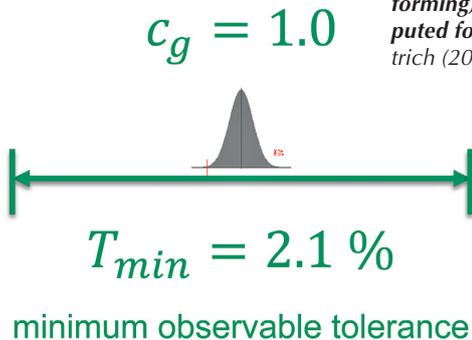


Figure 3: Extended measuring process uncertainty (range of Gaussian distributed measuring values) in comparison to minimum observable tolerance T_{min} of the production process (matt forming) at $c_g=1$ computed following Dietrich (2002).

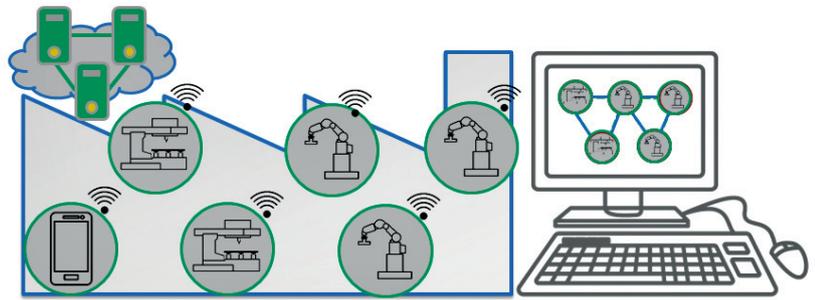


Abb. 2: Die Vision von Industrie 4.0: Vernetzung und direkte Kommunikation autonomer Teilprozesse mit einem virtuellen Abbild des Gesamtprozesses als Cyber-Physical System (CPS), by courtesy of Christian Kortüm.

setzung der Ideen von Industrie 4.0 erfolgt entsprechend der Anforderungen des jeweiligen Industriezweigs, wobei KMUs nicht außer Acht zu lassen sind. Dabei ist jedoch klar, dass es sich bei Industrie 4.0 nicht um eine prompte Revolution, sondern eher um eine laufende Evolution handelt. In der Möbeldindustrie gestaltet sich laut Kortüm, Riegel, Hinrichsen 2014 die Situation ähnlich. Dem vermeintlichen Technologie-Push durch die Entwicklungen um Industrie 4.0 steht jedoch nicht generell ein Pull mit Anforderungen in der Holzindustrie gegenüber. Vielmehr ist der Maschinen- und Anlagenbau angehalten, seine Führungsposition mit aussichtsreichen Projekten zu wahren. Die schon fast inflationäre Erwähnung von Industrie 4.0 sollte keinesfalls überstrapaziert werden. Dennoch ist es auch für die Holzwerkstoffindustrie an der Zeit, auf den Zug aufzuspringen, um praktische Aspekte aufzugreifen und nicht den wertvollen Nutzen des ausstehenden technischen Fortschritts zu versäumen. Die ganzheitliche Vernetzung und intelligente Kommunikation aller Teilprozesse der Holzwerkstoffprodukti-

on bildet die Grundlage für die künftige Entwicklung der Fertigung zu:

- hoher Flexibilität mit schnellen und verlustarmen Produktwechselvorgängen
- hoher Qualität, breiter Verfügbarkeit und schnellem Datenaustausch
- ungehinderter Kommunikation aller technischen Einrichtungen
- minimiertem menschlichen Eingreifen beschränkt auf außergewöhnliche Situationen. Der dafür erforderliche technische Fortschritt verlangt vollständig geschlossene Regelkreise mit:
- verketteten Unterprozessen
- vollständig automatisierten Maschinenkomponenten ohne manuellem Regelungsbedarf während des Betriebs
- gut integrierten und ver-

netzten Messsystemen

- intelligenten Steuerungsalgorithmen auf Basis umfassender Prozessmodelle
- Datenschnittstellen zu eindeutigen Zielen weit über den Zweck der ausschließlichen Anzeige hinaus
- zuverlässigen und nachweislich fähigen Messsystemen.

Die zuletzt benannten Messsysteme zeichnen sich durch hohe Flexibilität mittels intelligenter Parameteranpassung und valider Kalibrierung aus. Die Geräte berücksichtigen das oft weite Produktspektrum einer einzelnen Produktionslinie durch automatischen Zugriff auf umfassende Kalibrierdaten und Auswertelgorithmen (Abb. 2).

Figure 2: The vision of Industrie 4.0: Interconnection and direct communication of autonomous sub-processes feature a virtual representation of the total process as Cyber-Physical System (CPS); by courtesy of Christian Kortüm

Wood-based Composite Production 4.0 – reliable measuring and control systems as a key factor

The German term Industrie 4.0 considers the introduction of the “Internet of Things and Services“ into the manufacturing environment as the upcoming fourth industrial revolution. This comprises the integration of IT in all areas of production and the upgrade of machines and process equipment to “Cyber-Physical Systems“ (CPS), which feature autonomous operation and information exchange as well as independent control of each other. It is about time for the wood-based panel sector to implement feasible approaches of Industrie 4.0 and not to miss the potential benefits of pending technological progress. At this, the integration of reliable and evidently capable measuring systems is considered a key factor. Modern measuring systems for wood-based composite plants feature high flexibility obtained by intelligent parameter adaption. They consider actual physical conditions and yield improved measuring precision. Owing to the typically wide product range of a single production plant, such measuring devices comprise preferably comprehensive calibration data and evaluation algorithms which are set fully automatic for the respective panel type regarding its, e.g., particular nominal area density. Finally, the fourth industrial (r)evolution in wood-based composite industry is already slightly in progress and will henceforth be able to enhance total efficiency.

Abb. 7: „Mass-Scan X Multi Energy“: Traversierendes Flächengewichtsmesssystem mit enger Strahlgeometrie für den Einsatz im endlos Mattenstrang. Die vollautomatische Einstellung der Röntgenenergie passend zum gemessenen Flächengewichtsbereich verbessert die Messwertauflösung, z. B. bis zu 4 g/m^2 im Flächengewichtsbereich $< 9 \text{ kg/m}^2$

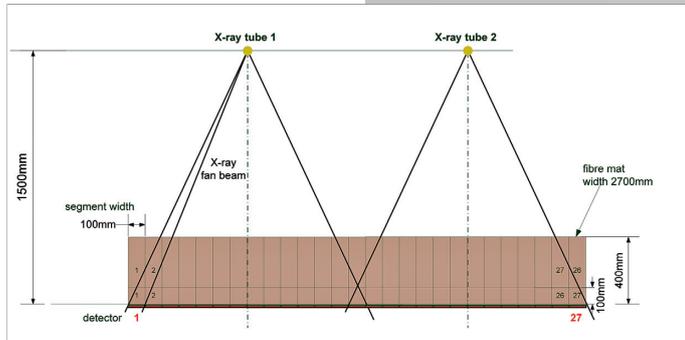


Abb. 4: Geometrischer Messfehler bei Röntgenmesssystemen mit breiten Fächerstrahlen (hier 2 Strahlungsquellen). In diesem Beispiel (Höhe Röntgenröhre über Detektor 1,5 m) liegt der Einfluss der Nachbarsegmente schlechtestenfalls (Detektor 1) in der Größenordnung von 72 %
Figure 4: Geometrical measuring error in case of X-ray measuring systems with divergent fan beams (here 2 radiation sources). The example (X-ray tubes 1.5 m above detectors) shows a worst-case impact of about 72 % from neighbour track on detector 1

Bewertung von Messsystemen
„Höher, schneller, weiter!“ darf jedoch nicht um jeden Preis erfolgen. Vernunft ist geboten bei der Angabe von Leistungsparametern und der Vereinbarung von Abnahmekriterien. Nachvollziehbare Grenzwerte und Toleranzen sind zu definieren, die dem (installierten) Stand der Technik entsprechen und damit auch prozesstechnologisch erzielt werden können. Gleiches gilt für die Messsysteme zur Prozessüberwachung und künftigen -steuerung. Methoden der Messsystemanalyse und zur Bewertung übliche Kenngrößen wie die

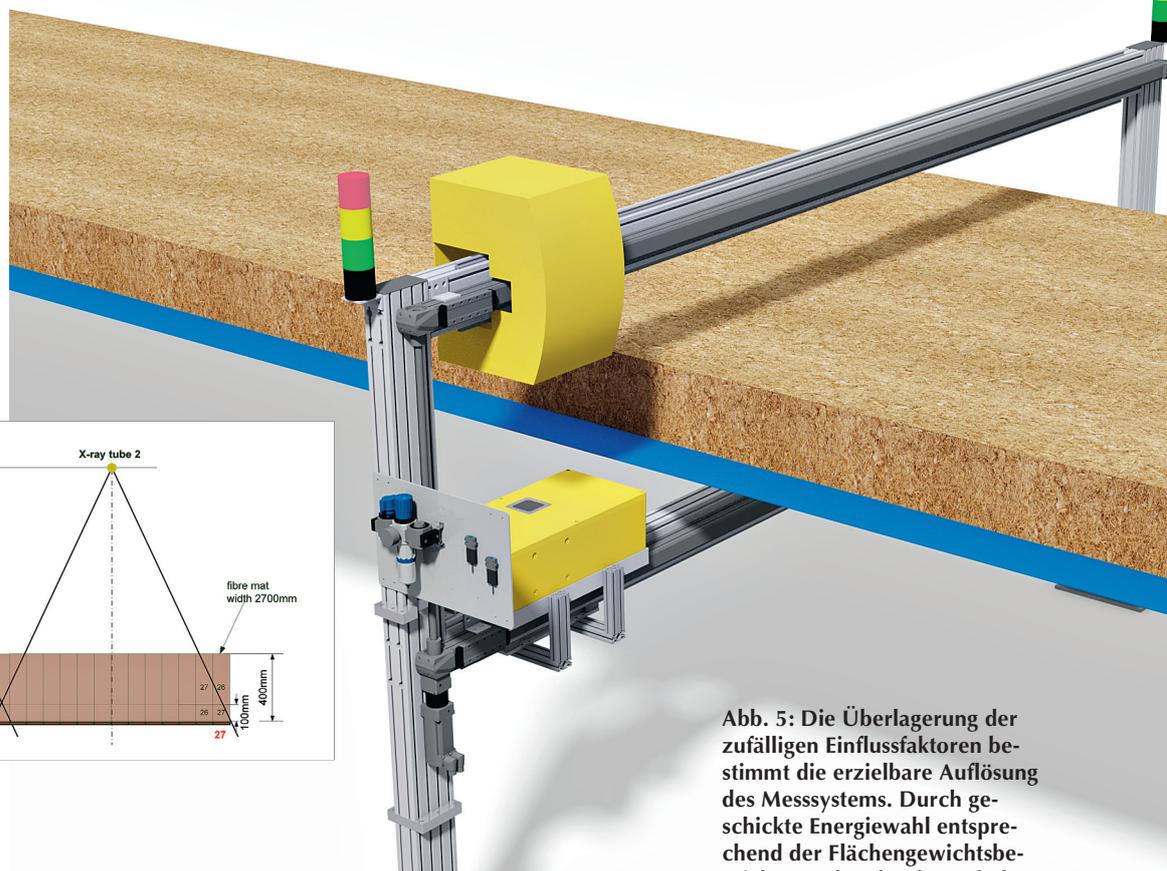


Abb. 5: Die Überlagerung der zufälligen Einflussfaktoren bestimmt die erzielbare Auflösung des Messsystems. Durch geschickte Energiewahl entsprechend der Flächengewichtsbereiche werden durchweg hohe Messwertauflösungen erreicht (hier in Prozent des Flächengewichts ρ_A angegeben bei 95 % Sicherheitsschwelle)

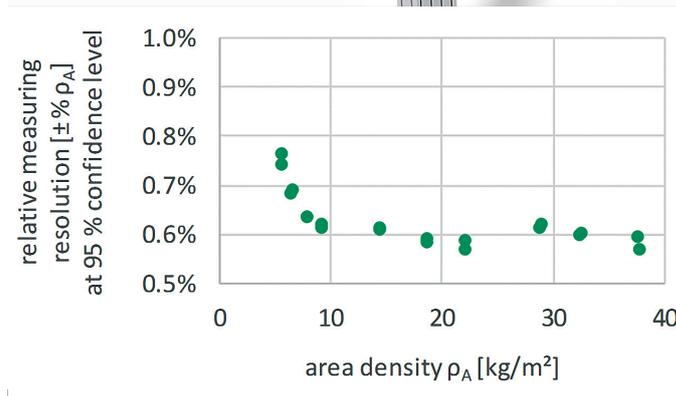


Figure 5: Superposition of random impact factors yields achievable resolution of the measuring system. Well-chosen X-ray energy according to measured area density range enables to ensure consistently high measuring-value resolution (expressed as percentage of the area density ρ_A at 95 % confidence level)

Messsystemfähigkeit c_g (gauge potential index) und kritische Messsystemfähigkeit c_{gk} (gauge capability index) gehören in der Automobilindustrie zum Tagesgeschäft. Beschreibungen finden sich bei *Dietrich (2002)* oder *VDA 5 (2010)*. In der Holzwerkstoffindustrie sind solche Analysen und Kennwerte noch nicht verbreitet und teilweise gar nicht bekannt, wobei deren sinnvolle Nutzung Potenzial hat. Auf Basis umfassender statistischer Analysen der auftretenden Messsignalschwankungen liefern *Solbrig, Fuchs, Frühwald, Ressel (2015)* den wis-

senschaftlichen Ansatz. Bei dem Forschungsprojekt war ein Messsystem zur inline Flächengewichtsmessung mittels Röntgentechnik von EWS Gegenstand der Untersuchungen. Kern der entwickelten Vorgehensweise ist die Berechnung der erweiterten Unsicherheit des gesamten Messprozesses auf Basis der vorher bestimmten Einzelunsicherheiten. Damit ist die Rückrechnung auf die kleinste überwachbare Toleranz T_{min} im Produktionsprozess (Mattendreuung) möglich. Für den Flächengewichtsbereich $< 9 \text{ kg/m}^2$ ergeben sich z. B. bei $c_g=1$

überwachte Prozesstoleranzen $T_{min} \geq 2,1 \%$ (Abb. 3). Das Beispiel zeigt, dass das untersuchte Messsystem fähig ist, derzeit erzielbare Schwankungsbreiten bei der Mattenformung ohne Schwierigkeiten zu überwachen.

Die Physik lässt sich nicht betrügen!

Jede Messung ist in einem gewissen Ausmaß fehlerbehaftet. Messfehler sind Abweichungen des angezeigten Messwertes vom tatsächlichen Wert, wobei zwischen systematischen und zufälli-

Figure 7: "Mass-Scan X MultiEnergy": Traversing X-ray area density measuring system featuring narrow beam geometry for inline application in mat forming. X-ray energy is set fully automatic enhancing the measuring value resolution, e. g. 4 g/m^2 in the area density range $< 9 \text{ kg/m}^2$

gen Abweichungen zu unterscheiden ist. Letztere sind dem Zusammenwirken vieler zufälliger Einflussfaktoren des Messprozesses zuzuschreiben. Systematische Messfehler können hingegen entstehen, wenn physikalische Gegebenheiten unzureichend beachtet werden.

Bei einem Röntgenmesssystem, welches mit einem breiten Fächerstrahl zur flächendeckenden Erfassung der Matte arbeitet, kann so eine systematische Abweichung aufgrund der Durchstrahlungsgeometrie entstehen.

Zum Rand des Fächerstrahles hin wird die Matte in immer flacheren Winkeln durchstrahlt. Wie Abb. 4 verdeutlicht, wird in Segment 1 Strahlung gemessen, die zuvor auch die benachbarten Mattenbereiche durchwandert hat. Das in Segment 1 angezeigte Flächengewicht wird somit teilweise vom tatsächlichen Flächengewicht in den danebenliegenden Segmenten verfälscht. Bei starken Flächengewichtsschwankungen im Streuprozess ist der Effekt besonders kritisch und führt generell zu einer Verwaschung und Vergleichmäßigung der eigentlich deutlich ausgeprägter vorliegenden Flächengewichtsverteilung quer zur Produktionsrichtung. Der Einfluss liegt schlechtestenfalls bei der exemplarisch gezeigten Geometrie in der Größenordnung von 72 % (Detektor 1 in Abb. 4). Er nimmt mit großem Röntgenröhrenabstand und kleinen Mattenhöhen sowie zur Strahlmitte hin ab, kann jedoch nie vollkommen eliminiert werden. Dieser geometrische Messfehler kann

durch keinen Korrekturalgorithmus kompensiert werden, da hierfür nicht genügend Messinformationen vorliegen. Nur in der Mittenachse verläuft die Strahlung senkrecht durch

Poor Accuracy & Precision

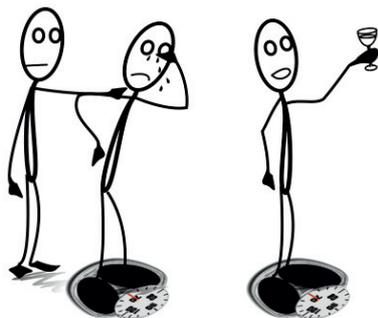


Abb. 6: Zum Vergleich die Benutzung einer Personennaage; links: systematische Beeinflussung des Ergebnisses durch das Einwirken der zweiten Person; rechts: unsicheres Ergebnis bei der Bestimmung des Glaseinhaltes

Figure 6: The use of a bathroom scale as illustrative comparison; left: systematic impact on the result by force of the second person; right: determination of wineglass content with high measuring uncertainty

die Matte und erlaubt mit einem entsprechend schmalen Kernstrahlkegel eine geometrisch unverfälschte Messung. Das Phänomen ist mit einer Waage vergleichbar, bei der das Messergebnis durch äußere Einwirkungen systematisch beeinflusst wird (Abb. 6, links).

Zufällige Einflussfaktoren hingegen, die zu Unsicherheiten des Messergebnisses führen, sind z. B.:

- das Rauschen des Röntgendetektors
- Intensitätsschwankung der Röntgenstrahlungsquelle
- Schwankungen im mitdurchstrahlten Formband
- die Umgebungsbedingungen.

Die statistische Streuung dieser Faktoren überlagert sich bei der Messung und resul-

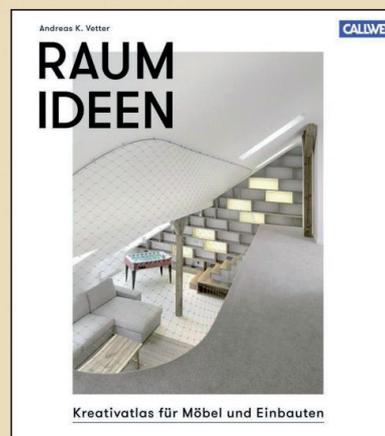
www.fachbuchquelle.com

Fachbücher Holz | Forst | Ausbau | Energie

Andreas K. Vetter

Raumideen

Kreativatlas für Möbel und Einbauten



Mangelnder Stauraum, verwinkelte Räume und knappe Eingangsbereiche verlangen nach individuellen Multifunktionslösungen. Das Buch zeigt faszinierende Details und Einbauten, um Antworten auf diese Gestaltungsfragen zu finden. Es entstanden einzigartige und erlebnisreiche, vor allem aber individuelle Wohnräume für Singles und Familien. Alle wichtigen Funktionen und Elemente des Wohnens werden behandelt, um dem Anspruch eines umfassenden Kreativ-Atlas gerecht zu werden. Ein großartiger Ideenfundus mit umsetzbaren Beispielen für Planer.

2015. 192 Seiten, 250 farb. Abb., 25 x 28 cm, geb.

Bestell-Nr. 23260
49,95 €

fachbuchquelle.com

im DRW-Verlag

Weinbrenner GmbH & Co. KG

Fasanenweg 18

70771 Leinfelden-Echterdingen

Telefon +49 (0)711 7591.300

Telefax +49 (0)711 7591.380

E-Mail buch@fachbuchquelle.com

Web www.fachbuchquelle.com



Abb. 8: „Conti-ScaleE X MultiEnergy“: Berührungslose inline Plattenwaage mit Fächerstrahlen. Im Bereich typischer Plattendicken < 40 mm ist der geometrische Messfehler gering. Die „Multi Energy“-Technologie sorgt auch hier für optimale Messwertauflösung zur präzisen Rohdichtemessung (in Kombination mit der Dickenmessung „Thick-Scan“) sogar an leichten Platten

Figure 8: „Conti-ScaleE X MultiEnergy“: Contactless inline board scale featuring fan beams. The geometrical measuring error is low for typical panel thickness < 40 mm. The „Multi Energy“ technology likewise ensures improved measuring value resolution for precise density measurement (in combination with thickness measuring system „Thick-Scan“) actually in case of light panels.

tiert in der Regel in einer Normalverteilung (Gauß'sche Glockenkurve), welche die Unsicherheit des Messprozesses darstellt. Mit der Wahl einer statistischen Sicherheit von praktikabler Weise 95 % kann die zufällige Schwankungsbreite der Messwerte entsprechend mit dem Vierfachen der gesamten Standardabweichung quantifiziert werden. Abb. 3 zeigt exemplarisch eine solche Spanne normal verteilter Messwerte im Vergleich zur überwachbaren Toleranz der Mattenstreuung. Zwei Fakten werden deutlich: Eine 100 %-Betrachtung ist nicht möglich, da die Spanne der Unsicherheit unendlich breit werden würde, und das Auftreten von Grenzwerten ist weniger wahrscheinlich. Hinzu kommen die naturgegebenen Unregelmäßigkeiten des Werkstoffes Holz und die prozessbedingten Schwankungen in den zu streuenden Partikeln. Eine nachvollziehbare statistische Behandlung von Mess-

ergebnissen und die entsprechend valide Vereinbarung zulässiger Grenzwertüberschreitungen von beispielsweise 5 % erscheinen vernünftig.

Die Messgenauigkeit ist abhängig von Einflussfaktoren

Die Berücksichtigung oder gar Beherrschung der zufälligen Einflussfaktoren führt zu einer Steigerung der Empfindlichkeit des Röntgenmesssystems gegenüber geringen Flächengewichtsschwankungen und damit zu einer hohen Auflösung. Soll dies äquivalent über einen großen Flächengewichtsbereich erzielt werden (Abb. 5), kommt wieder die Physik ins Spiel. Röntgenstrahlung mit hoher Energie kann eine große Materialmenge durchdringen. Bei einer kleinen Mattenhöhe erlaubt die gleiche Strahlungsenergie hingegen keinen guten Messwertkontrast, was einer Überbelichtung des Bildes bei einer Fotokamera gleichkommt. Es ist also zur Verbesserung der erzielbaren Messgenauigkeit die Strahlungsenergie dem jeweiligen Flächengewichtsbereich anzupassen – eine Waage arbeitet schließlich auch nur in einem bestimmten Messbereich zuverlässig (Abb. 6, rechts). Bei Röntgenmesssystemen greifen also viele Komponenten und deren Parameter ineinander – geometrische Aspekte wie Abstände und Größe der Strahlausbreitung, strahlungs-

physikalische Zusammenhänge zwischen Energie und durchstrahlter Materialmenge sowie darauf aufbauend die zugehörigen Komponenten von Röntgenröhre bis Detektor und Signalverarbeitung. Die konsequente Beachtung und Umsetzung physikalischer Gegebenheiten mündet schlussendlich in zuverlässigen Messsystemen mit validen Messergebnissen.

Fazit: Systematische und zufällige Einflussfaktoren bestimmen die erzielbare Genauigkeit in einem jeden Messprozess – auch bei der Flächengewichtsmessung mit Röntgentechnik.

Gute Fremdkörpererkennung = schlechte Flächengewichtsmessung

Schlussendlich ist im Hinblick auf die Flächengewichtsmessung noch der Mythos um hohe Auflösungen zu beleuchten. Bei Auflösung denkt man an die Digitalkamera und deren Anzahl an

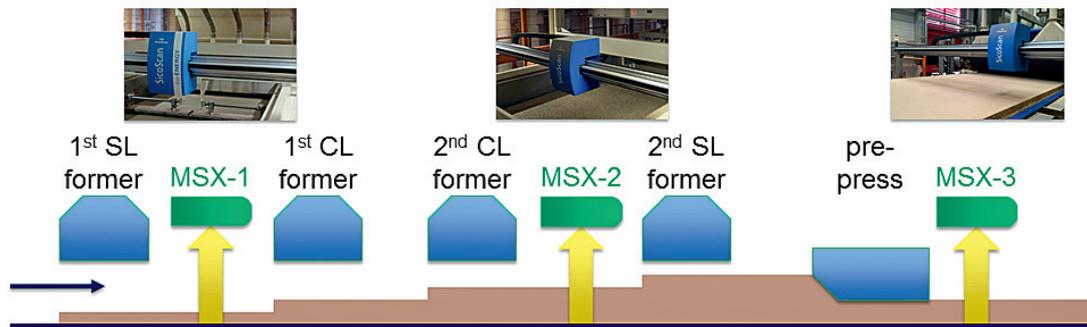


Abb. 9: „Sico Former“: Integration von kommunizierenden Flächengewichtsmesssystemen mit MultiEnergy-Technologie in die Formstraße (Spanplatte)

Figure 9: „Sico Former“: Integration of communicating area density measuring systems with MultiEnergy technology into the mat forming

***Literatur**

Dietrich, E. (Hrsg.) - Leitfaden zum „Fähigkeitsnachweis von Messsystemen“ - „Measurement System Capability“ Reference Manual. Q-DAS GmbH: Weinheim, 2002. 109 S.

Kagermann, H.; Wahlster, W.; Helbig, J. (eds.) - Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0 - Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0. Geschäftsstelle der Plattform Industrie 4.0: Frankfurt/Main, 2013. 116 S.

Kortüm, C.; Riegel, A.; Hinrichsen, S. - Industrie 4.0 - Potenziale in der Holz- und Möbelindustrie (Teil 1). HOB Die Holzbearbeitung 61 (2014) 4. S. 29-33.

Solbrig, K.; Fuchs, M.; Frühwald, K.; Reszel, J. B. - Zuverlässiger Einsatz quantitativer Röntgenmesstechnik zur Prozess- und Qualitätskontrolle in der Holzwerkstoffindustrie. In: DACH-Jahrestagung 2015. Salzburg, Austria. DGZfP, Berlin, 2015. S. 1-13.

VDA 5 (2010) VDA 5 (ed.) - Qualitätsmanagement in der Automobilindustrie 5 - Prüfprozesseignung, Eignung von Messsystemen, Eignung von Mess- und Prüfprozessen, erweiterte Messunsicherheit, Konformitätsbewertung. 2nd ed. Verband der Automobilindustrie: Berlin, 2010. 168 S.

Bildpunkten (Pixel). Diese korrespondiert im Sinne der Messtechnik tatsächlich mit der Ortsauflösung eines Systems und meint die geometrische Unterscheidbarkeit von strukturellen Differenzen. Das spielt aber bei der kontinuierlichen Flächengewichtsmessung eine untergeordnete Rolle. Hier ist eine hohe Messwertauflösung im Sinne einer feinen Unterscheidbarkeit kleiner Flächengewichtsänderungen erforderlich. Die Detektorfläche hat dabei eine gewisse Ausdehnung, um die beschriebenen zufälligen Einflussfaktoren zu kompensieren und überhaupt die notwendige Messempfindlichkeit zu erreichen. Der Röntgenstrahl und dessen Leistung muss auf diese Fläche abgestimmt werden.

Bei der Fremdkörpererkennung bedarf es hingegen einem hinreichend feinen geometrischen Auflösungsvermögen des Detektors. Die zugehörige Röntgentechnik zeichnet sich durch hohe Strahlungsleistung und -energie aus, um flächendeckend bei hohen Vorschubgeschwindigkeiten Fremdkörper zuverlässig zu erkennen. Der oben beschriebene geometrische Messfehler aufgrund des Fächerstrahls ist hier nicht relevant. Hauptsache, der Fremdkörper wird erkannt, egal wo. Zurück zur Röntgenphysik: Genaue Flächengewichts-

messung und zuverlässige Fremdkörpererkennung schließen sich aufgrund der jeweiligen Strahlungsenergiebereiche und Detektortechnik gegenseitig aus. *Fazit: Ein guter flächendeckender Fremdkörperkennner ist eine schlechte punktuelle Flächengewichtsmesseinrichtung und umgekehrt. Genaue Flächengewichtsmessung erfolgt bevorzugt mit traversierenden Systemen mit schmaler Strahlgeometrie (Abb. 7, Abb. 8).*

Die messtechnische (R)Evolution für MDF & Co. läuft ...

Der Holzwerkstoffproduzent profitiert vom gezielten Einsatz zuverlässiger Messsysteme, welche die Physik beachten. Die Minimierung systematischer sowie zufälliger Messfehler erlaubt eine feine Messwertauflösung und dadurch präzise Überwachung der gewünschten Prozessparameter oder Platteneigenschaften. Zusammen mit entsprechenden Möglichkeiten zur automatisierten, intelligenten Prozessregelung wird so die Grundlage für ganzheitliche Optimierung und Ressourceneinsparung geschaffen.

Die Holzwerkstoffproduktion von morgen zeichnet sich durch vollintegrierte Messsysteme zur zuverlässigen und ganzheitlichen Prozessautomatisierung aus. Die

vierte industrielle (R)Evolution läuft in der Holzwerkstoffindustrie bereits in vielen Bereichen z.B. mit:

- der intelligenten Nutzung vorhandener Prozessdaten mittels Prod-IQ®
- der gezielten Integration von Messsystemen mittels „Sico Former“ (Abb. 9) mit Messung der Flächengewichtsverteilung (Röntgentechnik) nach jeder Streuschicht (Spanplatte)
- erweiterten Prozessmodellen zur Simulation der Platteneigenschaften.

Ähnliches gilt neben der Flächengewichtsmessung für die weiteren Messsysteme im Produktionsprozess. Im Falle der Dickenmessung mit den Messanlagen nach der Diagonalsäge erfolgt bereits die erste Umsetzung dieser Ansätze zur Prozessautomatisierung. Hier wertet das Messsystem die Entwicklung der Plattendicke aus und führt entsprechende Werte an die Pressensteuerung zurück. Grundsätzlich gilt: Die Gesamtleistung ist nur so gut, wie das schwächste Glied in der Kette. Dies darf nicht die Messtechnik sein. Moderne Messtechnik liefert heute bereits die hohe Datenqualität, um den künftigen Anforderungen der intelligenten Prozessregelung gerecht zu werden.