BITZER GMBH
HILDESHEIM
Wiegetechnik · Datentechnik

Genauigkeit von industriellen Wiegesystemen

Von Dipl.-Kffr. Ulrike Bitzer, Hildesheim

Mühle + Mischfutter

Fachzeitschrift für Getreideverarbeitung und Mischfutter-Herstellung
Verfahrenstechnik im Schüttgut-, Lebensmittel- und Non-Food-Bereich

Vorabdruck Heft 18 vom 24. September 2009

Verlag Moritz Schäfer · Postfach 2254 · 32712 Detmold

Genauigkeit von industriellen Wiegesystemen

Von Dipl.-Kffr. Ulrike Bitzer, Hildesheim

I.) Einführung:

Bei Annahme und Verladung sowie bei innerbetrieblichen Wiegeprozessen ist die Genauigkeit des Wägesystems von großer Bedeutung. Dies betrifft sowohl eichfähige als auch uneichfähige Systeme. Bei den eichfähigen Wiegesystemen hat es aufgrund von europäischen Verordnungen und Gesetzgebungen einige Änderungen im Eichwesen gegeben. Grundsätzlich unterliegen alle Waagen, die im geschäftlichen Verkehr eingesetzt werden, der Eichpflicht. Dies betrifft somit sämtliche Wiegesysteme im Annahme- und Verladeprozess. Unterschieden wird zwischen selbsttätigen und nicht-selbsttätigen Waagen, die jeweils einer anderen europäischen Richtlinie unterliegen. Zu den nicht-selbsttätigen Waagen gehören z.B. Fahrzeugwaagen oder auch Plattformwaagen, für die gemäß der EU-Richtlinie 90/384/EWG so genannte Herstellerersteichungen durchgeführt werden können. Demnach sind Hersteller, die über ein anerkanntes Qualitätsmanagement-System verfügen und entsprechend zertifiziert sind, dazu befähigt, ohne das Eichamt die Waage für den geschäftsmäßigen Verkehr freizugeben. Im Bereich der selbsttätigen Waagen, in den z.B. Schütt- oder Durchlaufwaagen sowie eichfähige Bandwaagen fallen, gilt die MID Richtlinie MID 2004/22/EG. Auch hier können sich Hersteller zertifizieren lassen, um so genannte Konformitätserklärungen zum Inverkehrbringen von Wiegesystemen auszustellen. Dieses Verfahren ist für den Betreiber mit der Herstellerersteichung gleich zu setzen, und spart den Einsatz von Eichbeamten. Die regulären Nacheichungen nach drei bzw. zwei Jahren obliegen jedoch weiterhin den Eichbehörden der Länder.

II.) Genauigkeiten von nicht-selbsttätigen Waagen

Die Genauigkeit von nicht-selbsttätigen Waagen wird europaweit in Genauigkeitsklassen I bis IIII eingeteilt. Die Grundlage hierfür bildet die relative Auflösung, der Quotient aus Höchstlast Max und kleinstem aufgelöstem Gewichtswert, dem Eichwert e (=d).

Genauigkeitsklasse	Eichwert *e*	Anzahl der Eichwerte *n=Max/e*		Mindestlast *Min* (untere Grenze)
		minimum	maximum	
Feinwaage I	0,001 g ≤ *e*	50.000		100 *e*
Präzisionswaage II	0,001 g ≤ *e* ≤ 0,05 g 0,1 g ≤ *e*	100 5.000	100.000 100.000	20 *e* 50 *e*
Handelswaage III	0,1 g ≤ *e* ≤ 2 g 5 g ≤ *e*	100 500	10.000 10.000	20 *e* 20 *e*
Grobwaage IIII	5 g ≤ *e*	100	1.000	10 *e*

Quelle: EN 45501 Metrologische Aspekte nicht-selbsttätiger Waagen, Klasseneinteilung der Waagen, S. 10

Im industriellen Umfeld kommt der Klasse III die größte Bedeutung zu. Grobwaagen der Klasse IIII sind dagegen nur zum Verwiegen von preiswerten Gütern, wie z.B. Sand und Kies zugelassen. Höherwertige Güter, wie z.B. Getreide, werden ausschließlich über Handelswaagen abrechnungsrelevant verwogen. Oftmals erfolgt die Verwiegung gesamter LKW-Züge auf Fahrzeugwaagen. Beispielhaft für die Genauigkeit von Handelswaagen wird im Folgenden die Eichfehlerkurve einer handelsüblichen Fahrzeugwaage dargestellt, wobei der erlaubte Verkehrsfehler bis zum doppelten Wert des Neueichfehlers betragen darf.

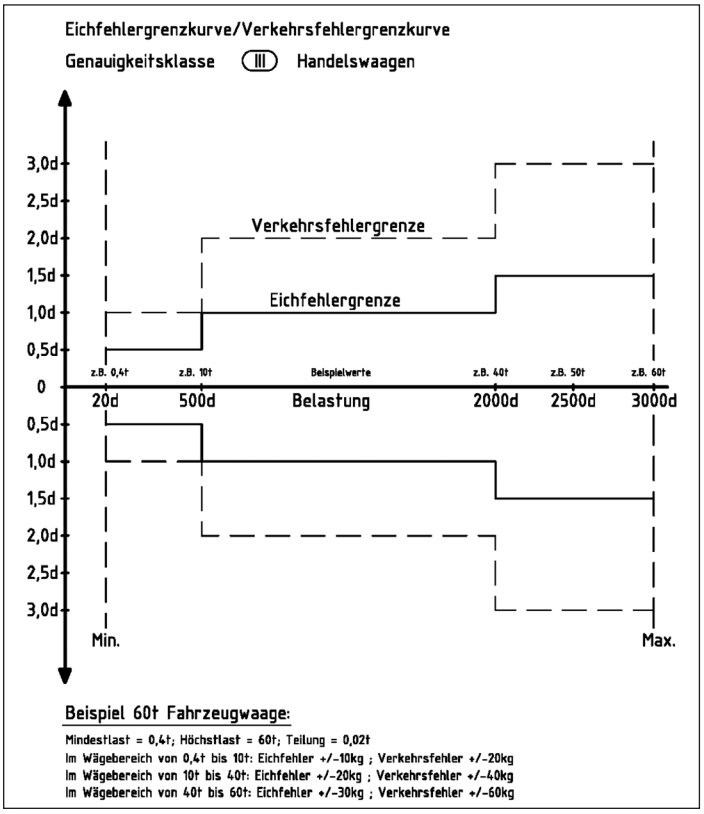

Abb. 1: Eichfehlergrenzkurve Genauigkeitsklasse III (Bitzer)
Anmerkung: **d entspricht Eichwert *e***

III.) Genauigkeiten von selbsttätigen Waagen

Die Genauigkeitsklassen bei selbsttätigen Waagen werden gem. Anhang MI-006 der Richtlinie 2004/22/EG definiert. Für automatische Schüttwaagen, die häufig für Annahme- und Verladeverwiegungen in Silos eingesetzt werden, existiert eine Klasseneinteilung nach prozentualen Fehlergrenzen.

Genauigkeitsklasse	Fehlergrenze der totalisierenden Last
0,2	+/- 0,10 %
0,5	+/- 0,25 %
1	+/- 0,50 %
2	+/- 1,00 %

Quelle: Richtlinie 2004/22/EG; Amtsblatt der europäischen Union

Für die Verwiegung bei Annahme und Verladung von freifließenden Schüttgütern wird die Genauigkeitsklasse 0,5 bevorzugt. Bei einer Verladung von 20 t kommt es so beispielhaft bei einem Fehler von max. +/- 0,25 % zu Toleranzen von +/- 50 kg. In der Praxis bewegen sich die Genauigkeiten der bisher genannten Wiegesysteme zumeist jedoch unter der maximalen Neueichfehlergrenze, so dass dieser Neueichfehler als die maximal zu tolerierende Abweichung im geschäftlichen Verkehr akzeptiert wird. Bei anderen Wiegesystemen, wie z.B. eichfähigen Bandwaagen, die zwar geeicht werden können, aber einer höheren Genauigkeitsklasse unterliegen, sind die Toleranzen jedoch deutlich höher. Zwar werden auch hier die offiziellen Verkehrsfehlergrenzen eingehalten, die Akzeptanz im Geschäftsverkehr ist häufig jedoch nicht gegeben. Somit

scheiden die preislich günstigeren Wiegesysteme oftmals aufgrund der zu hohen Toleranzen im Handel mit hochwertigen Gütern aus.

IV.) Wiegesysteme in der Praxis

Im praktischen Gebrauch von Wiegesystemen richtet sich die tatsächlich erzielte Genauigkeit oft nach den örtlichen Gegebenheiten, da diese externen Faktoren erheblich variieren können. Jedoch existieren praktische Erfahrungswerte über die Systemgenauigkeit verschiedener Wiegesysteme. Einen Überblick über die praktische Systemgenauigkeit von unterschiedlichen Waagen inklusive der vorgeschriebenen Eichintervalle gibt folgende Tabelle, wobei die grau hinterlegten Wiegesysteme im Anschluss noch einmal gesondert erwähnt werden:

Wiegesystem	Eichintervall	ca.Systemgenauigkeit (+/- in %)	Bemerkungen
Fahrzeugwaage	3 Jahre	0,2	Annahme & Verladung
Gleiswaage	3 Jahre	0,2	Annahme & Verladung
Schüttwaage	2 Jahre	0,25	Annahme & Verladung
Siloverwiegung	3 Jahre	0,2	Verladung
Siloverwiegung mit Messauge	nicht eichfähig	3,0	Verladung (Überladekontrolle)
geeichte Bandwaage	2 Jahre	0,5 bis 1,0	Annahme & Verladung
ungeeichte Bandwaage	nicht eichfähig	0,5 bis 2,0	interne Kontrolle
Achslastwaage	nicht eichfähig	1,0	interne Kontrolle
Radladerwaage	eichf. nach Klasse IIII	1,0	Grobwaage für preiswerte Güter
Waagen in Maschinen, z.B. Probenautomat	2 Jahre	0,1	Automatische, eichfähige Besatzermittlung
Dosierende Behälterwaage	nicht eichfähig. eichfähig 2 Jahre	0,1 bis 0,5	Dosiersysteme grds. abhängig von Dosierorganen mit sachgerechter Ausstattung
Dosierbandwaage	nicht eichfähig	0,5	
Differentialdosier-bandwaagen	nicht eichfähig	0,5	
Durchflussmessgeräte			
Corioliswaage	2 Jahre	0,5	Verladung & Kontrollverwiegung
Prallplatte	nicht eichfähig	3,0	interne Kontrolle
Schneckenwaage	nicht eichfähig	3,0	Durchflussmessung in der Schnecke
Klappwaage	nicht eichfähig	3,0	interne Kontrolle

Fahrzeugwaagen

Um gesamte LKW zu verwiegen eignen sich Brückenwaagen, die entweder ebenerdig in den Boden eingelassen oder überirdisch aufgestellt werden, und über Rampen befahrbar sind. Heutzutage sind die meisten Fahrzeugwaagen 18 oder 20 m lang, 3 m breit und verfügen über eine Wägefähigkeit von 50 oder 60 t. Durch speziell konstruierte Einbauhilfen können Fahrzeugwaagen auch unter vorhandene Silos oder in überdachten Hallen eingebaut werden. In Mittel- und Nordeuropa haben sich Betonkonstruktionen bewährt. Für den Export stehen jedoch auch Stahlwaagen zur Verfügung. Ebenso können Fahrzeugwaagen in automatisierte Hofabläufe integriert werden. Mittels zusätzlicher Hardware, wie Ident Terminals oder Barcode-Leser können gesamte Verladeprozesse ohne Bedienpersonal durchgeführt werden.

Abb. 2: Fahrzeugwaagen-Einbau unter vorhandene Silos (Foto Bitzer)

Schüttwaagen

Schüttwaagen, auch Durchlaufwaagen oder automatische Behälterwaagen genannt, können als Verlade- oder Annahmewaagen für Nettoverwiegungen genutzt werden. Das Waagengestell besteht aus einer stabilen Schweißkonstruktion und ist im Einlauf durch eine pneumatische Absperrklappe und im unteren Teil des Wiegebehälters mit pneumatisch betätigten Bodenentleerungsklappen ausgerüstet. Die Waage wird nach den ATEX-Vorschriften ausgeführt und verfügt über ein elektronisches Wiegesystem mit eichfähiger Steuer- und Bedieneinheit. Je nach Anwendung steht eine Software für Annahme- und Verladeprozess zur Verfügung. Das Annahmeprogramm enthält eine Restwägefunktion sowie die Anzeige der Einzelschüttungen und der Gesamtsumme. Im Verladeprogramm ist ein stetiger Soll-Ist-Vergleich gewährleistet, so dass eine Vorgabe des gewünschten Verladegewichts möglich ist.

Abb. 3: Selbsttätige Schüttwaage (Foto Bitzer)

Siloverwiegung

Bei einer eichfähigen Siloverwiegung wird das Silo auf drei bzw. vier entsprechend ausgelegte Wägezellenlagerpunkte gesetzt. Die Materialzuführung muss über rückwirkungsfreie Kompensatoren erfolgen. Die Waage wird in der Regel als nicht-selbsttätige Waage nach Genauigkeitsklasse III ausgelegt. Alternativ ist aber auch eine Einbindung in einen automatisierten Wiegeablauf und eine Eichung als selbsttätige Waage (SWE) möglich. Grundsätzlich muss bei eichfähigen Siloverwiegungen die Möglichkeit bestehen, die Eichgewichte entsprechend aufbringen zu können. Diese Vorrichtungen sind vorzugsweise bereits bei der Planung der Silokonstruktionen berücksichtigt.

Abb. 4: Siloverwiegung (Foto Bitzer)

Siloverwiegung mit Messauge

Für nicht eichfähige Siloverwiegungen bietet sich der Einbau von Messaugen in eine vorhandene Silokonstruktion an. Diese Lösung stellt eine kostengünstige Alternative zum Unterbau von Wägezellen an die Silos dar. Durch den Einsatz der Messaugen wird sichergestellt, dass das Fahrzeug nicht überladen wird. Zur Kontrolle und Feststellung der eichfähigen Gewichtswerte ist hier jedoch eine anschließende Verwiegung über z.B. eine Fahrzeugwaage notwendig.

Abb. 5: Siloverwiegung mit Messauge (Foto Bitzer)

Waagen in Maschinen.

Probenautomat zur automatischen Besatzanalyse

Der Probenautomat verfügt über ein nicht-selbsttätiges Wiegesystem bestehend aus zwei eichfähigen Waagen zur Ermittlung des Besatzanteils in der Getreideprobe. Die Waagen sind in eine herkömmliche Siebmaschine integriert. Der patentierte Probenautomat ermittelt in einem automatischen Ablauf alle relevanten Getreidequalitätswerte und führt zu einer fehlerfreien und zeitlich deutlich beschleunigten Probenanalyse. Auch die anderen relevanten Qualitätswerte, wie Feuchte, Proteingehalt etc. stehen innerhalb von zwei Minuten nach der Probennahme fest. Durch ein ggf. bestehendes Netzwerk und den Einsatz einer speziellen Wiege- und Datenverarbeitung für den Agrarbereich ist es für den Bediener unmittelbar möglich, das angelieferte Getreide qualitätsbezogen einzulagern. Nach der Zweitverwiegung auf der Fahrzeugwaage kann dem Fahrer sofort eine Kopie des Lieferscheines mitgegeben werden, auf dem alle relevanten Daten der Lieferung, inklusive Gewichts- und Qualitätswerte, aufgeführt sind.

Abb. 6: Probenautomat mit integrierten eichfähigen Waagen (Foto Bitzer)

Schneckenwaage

Mit Hilfe einer Schneckenwaage können die aktuelle Förderleistung sowie die Fördermenge gemessen werden. Hierzu wird eine herkömmliche Förderschnecke mit Wägezellen ausgestattet. Die kontinuierliche Wiegeelektronik ar-beitet mit einem modifizierten Bandwaagenprogramm, in dem die Fördergeschwindigkeit der Schnecke sowie die Schneckenbeladung fortlaufend integriert werden. Die Anzeige der Förderleistung wird ergänzt durch die Mengenangabe in kg, die auf drei Zählern (z.B. Chargenzähler, Tageszähler, Gesamtzähler) zur Verfügung steht. Die Schneckenwaage eignet sich sowohl für innerbetriebliche Kontrollverwiegungen als auch für Verladevorgänge mit Sollwertvorgabe. Da die Waagenkonstruktion in vorhandene Förderwege integriert wird, ist die Schneckenwaage eine vergleichsweise einfach zu realisierende und preisgünstige wiegetechnische Lösung. Demgegenüber beschränkt jedoch die hohe Toleranz von ca. +/- 3 % die praktischen Einsatzmöglichkeiten.

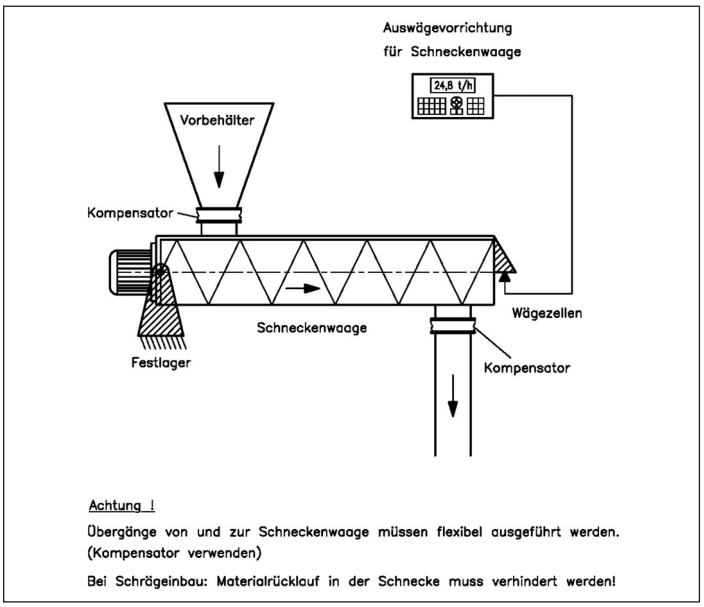

Abb.7: Prinzipskizze Schneckenwaage (Bitzer)

IV.) Fazit

Neben den laut Gesetz einzuhaltenden Fehlergrenzen haben sich in der Praxis gerade für Annahme- und Verladeprozesse von höherwertigen Gütern Fahrzeugwaagen und selbsttätige Schüttwaagen durchgesetzt. Für interne Verwiegungen eignen sich je nach Anwendungsfall unterschiedliche Waagen, die in einer Übersicht über industrielle Wiegesysteme aufgezeigt wurden. Außer der Genauigkeit von Waagen sind in der heutigen Zeit die Möglichkeiten einer effizienten Datenverarbeitung zur Prozess- und Logistikoptimierung von entscheidender Bedeutung. Heutzutage verfügen so gut wie alle Auswägevorrichtungen über moderne Busschnittstellen (z.B. Profibus u.a.), so dass die Waagen in die vorhandenen Steuerungssysteme, wie PLS oder SPS, eingebunden werden können. Ebenso stehen EDV-Schnittstellen bereit, um wiegetechnische Daten auf einem PC zu bearbeiten. Über Schnittstellen zu ERP-Systemen kann ein Datenaustausch von Stammdaten und Wiegedaten erfolgen. Hier bieten sich umfassende Systeme zur Erfassung und EDV-technischer Weiterverarbeitung an, die letztlich auch zur Sicherstellung der Qualitätsanforderungen hinsichtlich der Rückverfolgbarkeit von Lebensmitteln (siehe auch EU-Richlinie 178/2002) dienen.