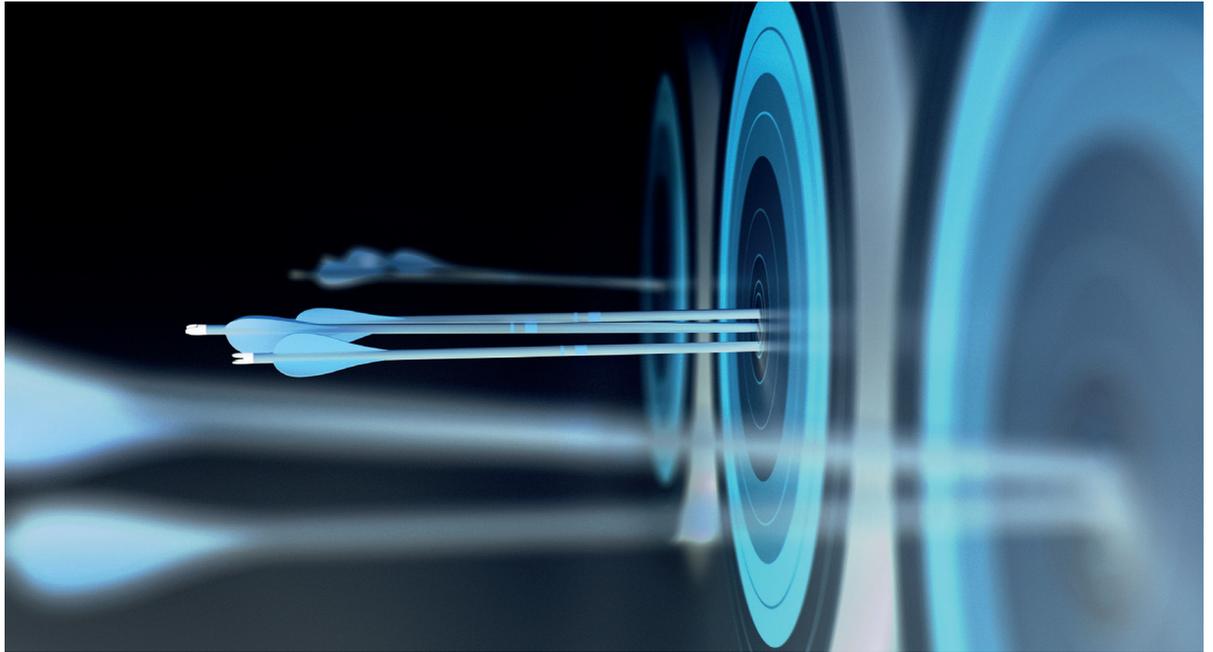


## Beschleunigen Sie Wäganwendungen

### Sechs Wege zum automatisierten Wägen

Erhöhen Sie die Genauigkeit und den Durchsatz Ihrer Maschine, indem Sie sich für moderne WägekompONENTEN entscheiden, die durch eine schnellere Signalverarbeitung und eine ganzheitliche Betrachtungsweise der Steuerkette das dynamische Wägen erheblich verbessern.



#### Sechs entscheidende Überlegungen im Detail:

- 1 Latenz
- 2 Filterungsmethode
- 3 Kommunikationstyp
- 4 Netzwerkanforderungen
- 5 Steuerungsfunktionen
- 6 Aktuatorverbesserung und Material

## i Einleitung

Gewichtsbasierte Steuerung ist für viele Maschinenhersteller und Systemintegratoren aufgrund der erhöhten Produktivität und Konsistenz der Ergebnisse im Vergleich zu anderen Verfahren die ideale Wahl. Ein weiterer Vorteil ist die Tatsache, dass Wägesensoren oder Waagen nicht in physischen Kontakt mit den von ihnen gemessenen Produkten kommen, wodurch Reinigungsvorgänge und das Risiko von Kreuzkontamination entfallen.

Während diese Methode für Vorgänge, die in Minuten oder Stunden gemessen werden, eingesetzt werden kann, kann sie auch für Systeme mit hohem Durchsatz von Vorteil sein, die in Sekunden oder weniger gemessen werden.

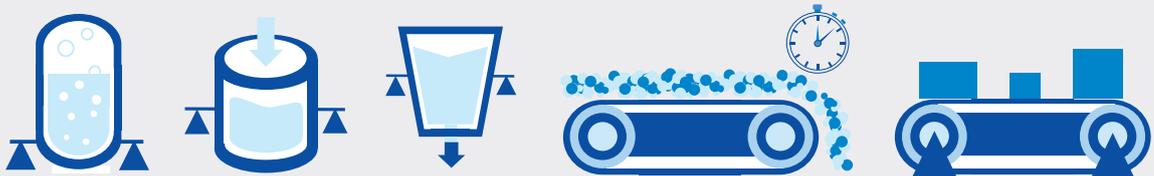
Wenn Ihr Unternehmen Letzteres entwickelt, müssen sechs entscheidende Punkte bei der Herstellung von Maschinen für automatisierte Messketten beachtet werden. Die Punkte lauten:

- Latenz
- Filterungsmethode
- Kommunikationstyp
- Netzwerkanforderungen
- Steuerungsfunktionen
- Aktuatorverbesserung und Material

Dieses Paper bietet Ihnen Informationen zu diesen Punkten. Ausserdem erhalten Sie Anmerkungen zur Vermeidung vieler entscheidender Fehlerquellen beim Einsatz von gewichtsbasierten Steuerungen.

Mithilfe dieser Designaspekte können Sie Ihre Maschine unter Verwendung von weniger Hardware (z. B. zusätzliche Zuführeinheiten oder Ventile) leichter automatisieren und gleichzeitig dafür sorgen, dass Ihre Kunden in puncto Verarbeitungsqualität und Bediener-sicherheit Topniveau erreichen.

Gewichtsbasierte Steuerung ist ein hervorragendes Arbeitsmittel für schnelle Anwendungen wie Vermengen/Mischen, Abfüllen, Dosieren, Ratensteuerung und Wägen von Kartonverpackungen.



# 1 Latenz

## Oder: Wie schnell reagiert das von Ihnen eingesetzte Gerät auf Gewichtsänderungen?

Beachten Sie, wie schnell Ihr Gerät oder System auf Gewichtsänderungen reagiert. Wenn Sie als Entwickler Produktivitäts- und Qualitätsverbesserungen anstreben, sind Latenzen für Sie der entscheidende Faktor. Geräte mit geringer Latenz sind hochgenaue Geräte (hinsichtlich Richtigkeit und Wiederholbarkeit), die innerhalb kürzester Zeit höchste Qualität liefern, sodass Ihr Steuerungssystem im richtigen Moment präzise Entscheidungen treffen kann.

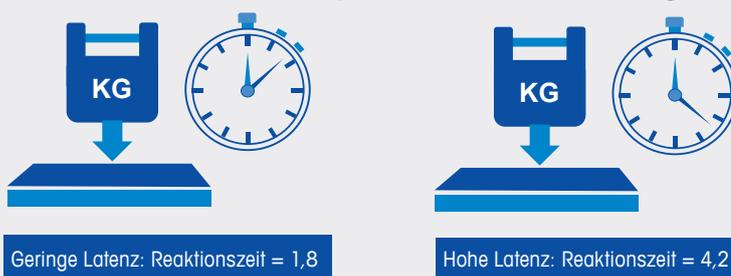
Mithilfe von Geräten mit geringer Latenz können Sie Ihren Materialfluss so präzise gestalten, dass Sie Ihre Steuervariablen und -algorithmen verfeinern können. Ein Gerät mit wirklich geringer Latenz bietet Ihnen alles, was Sie benötigen um innerhalb von weniger als zehn Millisekunden Steuerentscheidungen treffen zu können. Mit anderen Worten: Wenn Ihre Systeme zentral sind, müssen Ihre Waagen den Eingabe-Entscheidung-Ausgabe-Zyklus in diesem Zeitrahmen bewältigen. Auf diese Weise können Sie Zuführventil, -für oder -band präziser steuern. Beispiel: Eine geringe Latenz gibt Ihnen die Möglichkeit, „langsame“ Abfüllventile oder Zuführeinheiten durch eine einzige Zuführeinheit zu ersetzen, wodurch Sie gleichzeitig die Geschwindigkeit Ihres Systems steigern.

Bei der Auswahl einer Waage für Ihr System ist es stets ratsam, die gesamte Waage/den gesamten Sensor hinsichtlich der Latenz zu prüfen, um zu erfahren, ob Ihre Prozessanforderungen erfüllt werden. Für optimale Ergebnisse kann dieser Bewertungsprozess Ihr gesamtes Messsystem betreffen: Waage, Sensor(en) und Terminal oder Transmitter, die das Gewicht für die Steuerung erfassen. Darüber hinaus ist es wichtig, hochwertige Komponenten einzusetzen, die wiederholbare und reproduzierbare Ergebnisse gewährleisten. Manche Unternehmen verzichten aus Kostengründen auf wichtige Wägearhardware und stellen im Nachhinein fest, dass Präzision und Geschwindigkeit (Latenz) mangelhaft sind. Beispiel: Eine einfache Waage reagiert aufgrund von mechanischer Instabilität, elektromagnetischen Interferenzen und Überempfindlichkeit gegenüber Schwingungen nur langsam.

**Hinweis: Achten Sie auf die Details.** In vielen Waagenspezifikationen wird die Rate der Analog-Digital-Wandlung in Hertz als Zeichen geringer Latenz dargestellt. Dies ist jedoch nur die halbe Wahrheit. Hertz gibt an, wie schnell Daten im Gerät verarbeitet werden, jedoch nicht, wie schnell sie in Ihr Steuersystem gelangen. Zur ganzen Wahrheit gehören eben auch die übrigen Gesichtspunkte, die nachfolgend aufgeführt und in folgendem Beispiel hervorgehoben werden:

Vergleichen Sie das Hertz-Beispiel mit einer allfälligen Vorrichtung wie dem Drehzahlmesser Ihres Fahrzeugs. Der Drehzahlmesser Ihres Fahrzeugs gibt an, wie schnell der Motor läuft und nicht etwas wie schnell da Fahrzeug fährt. Sie möchten, dass Ihr Motor schnell genug dreht, um die gewünschte Geschwindigkeit zu gewährleisten. Allerdings nehmen viele weitere Faktoren Einfluss auf die Fahrzeugleistung.

Geringe Latenzen geben Ihnen die Möglichkeit, die dynamische Genauigkeit zu verbessern, um Ihren Durchsatz oder Abfüllprozess zu beschleunigen.



Hier erfolgt die Gewichtsangabe 2,3 Mal so schnell.

Ein Drehzahlmesser gibt Ihnen Auskunft über die Motordrehzahl, jedoch nicht über die Fahrgeschwindigkeit des Fahrzeugs.



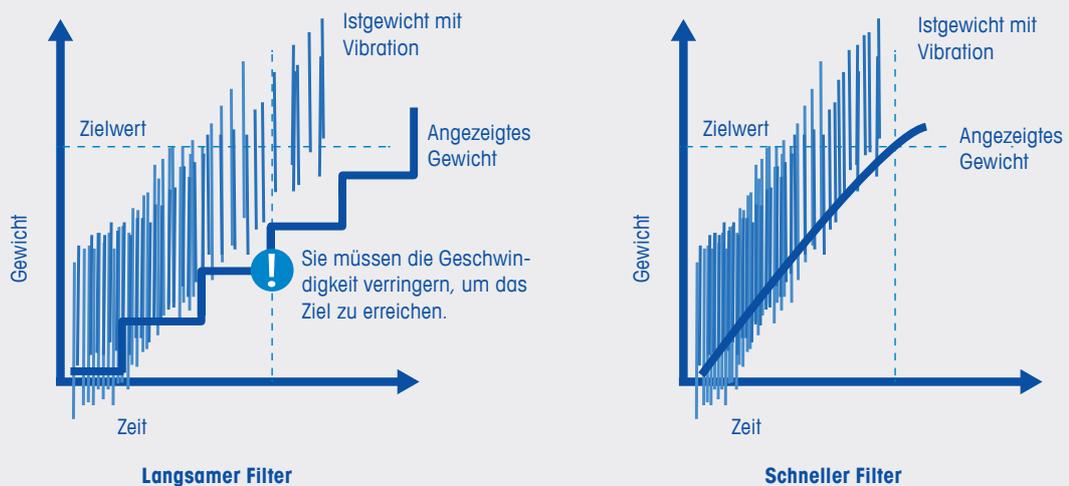
## 2 Filterungsmethode

### Stellt das Gerät aktive oder adaptive Filteroptionen bereit?

Viele Wägesysteme befinden sich in Umgebungen mit viel Vibration durch bewegliche Teile, Mischer und Rührwerke. Mit einer Waage mit einem schnellen, aktiven Filter ist Ihr System in der Lage, auch in nicht idealen Umgebungen genaue Ergebnisse zu erzielen.

Vermeiden Sie festgelegte Filter oder Durchschnittswert-Filter, die Latenzen erhöhen, Ihren Prozess verlangsamen und inkonsistente Ergebnisse verursachen. Diese Filtertypen liefern nicht die Präzision, die für eine geringe Latenz erforderlich ist, da sie auf Durchschnittswerten beruhen oder Ihnen das **Istgewicht abzüglich der Vibrationskomponente anzeigen**.

Langsame Durchschnittswert-Filter sind weniger genau, führen oftmals zu inkonsistenten Prozessen und erhöhen die Latenz (reduzieren die Geschwindigkeit), was sowohl dem Durchsatz als auch der Genauigkeit schadet.



Denken Sie bei der Durchsicht der Gerätespezifikationen auf Tabellen, in denen erhebliche Verlangsamungen des Systems durch aktivierte Filter angezeigt werden. Für viele Geräte auf dem Markt werden langsam eingestellte Filter oder Durchschnittswert-Filter eingesetzt, die für Hochgenauigkeits- und Hochgeschwindigkeitsautomatisierung nicht ideal geeignet sind. Wenn Sie sich für ein Produkt mit festgelegtem Filter entscheiden, müssen Sie Ihren Prozess für genaue Ergebnisse verlangsamen. Wählen Sie für einen hohen Durchsatz also immer ein Produkt mit schnellem Filter.

**Hinweis:** Schützen Sie Ihr Gerät vor Niedrigfrequenzen. Wenn Ihr Gerät in einem Bereich aufgestellt ist, in dem es Niedrigfrequenzvibrationen von zwei Hertz oder weniger ausgesetzt ist, ist es ratsam, die Waage mechanisch zu isolieren. Niederfrequente Störungen werden möglicherweise für Gewichtsänderungen gehalten und können mithilfe von elektronischen Filtern nicht wirksam beseitigt werden. Nach Beseitigung der Niedrigfrequenzvibrationen werden Sie eine deutliche Verbesserung des Durchsatzes Ihrer Maschine erkennen.

### 3 Kommunikationstyp

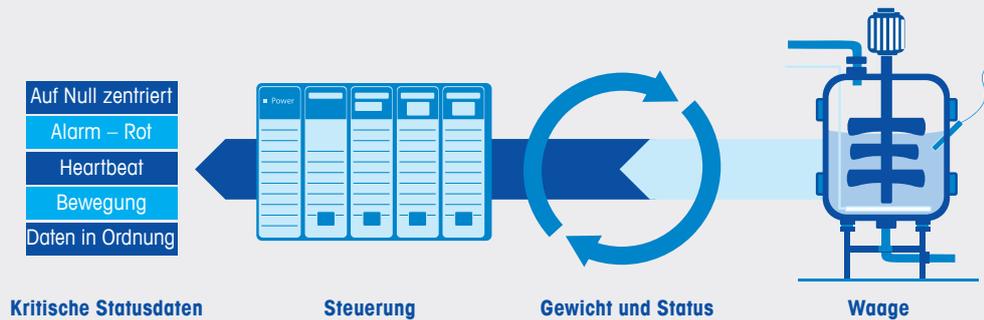
#### Sendet die Waage Gewichtsdaten zyklisch?

Azyklische Kommunikation (ein Befehl – eine Antwort) muss vermieden werden, wenn Ihr Ziel Verarbeitungsgeschwindigkeit lautet. Durch zyklisches Senden von Gewichtsdaten wird die höchstmögliche Geschwindigkeit sichergestellt.

Wenn Daten in einem Gleitkommaformat empfangen werden, kann Ihr System eingehende Daten in Ihrem Steueralgorithmus mühelos miteinander vergleichen, ohne die Daten erneut verarbeiten oder nach Dezimalpunkten suchen zu müssen.

Entscheidende zyklische Datenbits wie Alarm, Heartbeat, Bewegung, Nullmittelpunkt und „Daten in Ordnung“-Status tragen dazu bei, dass Ihr System sicher und stabil ist und dass Ihr Gewichtswert fehlerfrei ist.

Mit schnellen zyklischen Gewichtsmesswerten können Sie eingehende Daten in Ihrem Steueralgorithmus ohne weitere Datenverarbeitung miteinander vergleichen.



## 4 Netzwerkanforderungen

### Ist die Waage mit Industrial Ethernet kompatibel?

Industrial-Ethernet-Netzwerke transportieren Gewichtsdaten auf Ihre SPS bei Raten von bis zu 1.000 Mal pro Sekunde.

Serielle Netzwerke oder Seriell-Ethernet-Wandler werden Ihre Erwartungen in Bezug auf schnelle Steuerung aus einem oder zwei Gründen nicht erfüllen:

- **Geringe Geschwindigkeit.** Das Netzwerksystem kann Daten nicht schnell genug austauschen, und/oder
- **Inkonsistente Kommunikation.** Daten vom Gerät oder Sensor erreichen das Steuersystem in einer inkonsistenten, nicht wiederholbaren Zeitfolge (in anderen Worten: Die Kommunikation ist nicht deterministisch).

Deterministische Geräte senden Daten für eine genaue, wiederholbare Steuerung in einer regelmässigen und vorhersehbaren Abfolge.



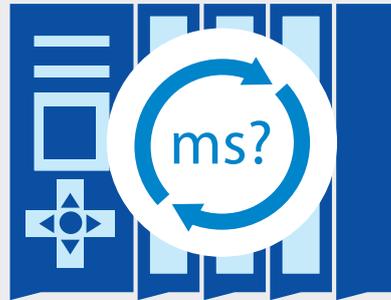
## 5 Steuerfunktionen

### Kann Ihre Steuervorrichtung die erforderliche Datengeschwindigkeit verarbeiten?

Die Geschwindigkeit Ihrer Steuervorrichtung spielt eine entscheidende Rolle für die Gesamtleistung Ihres Systems. Sie muss schnell genug sein, um die Gewichtsinformationen zu verarbeiten und trotzdem in der Lage sein, die anderen zugeordneten Funktionen auszuführen.

Ist eine schnelle Steuerung gewünscht, muss diese vollständig im Wägesensor oder -terminal integriert sein, in dem das Gerät die Stellantriebe steuert. Doch Vorsicht: Schnellere Steuersysteme erfordern ein Materialverarbeitungssystem, das ebenso schnell reagiert.

SPS-Geschwindigkeit,  
Bauweise und Grösse  
des Programms  
spielen bei der  
Systemlatenz eine  
entscheidende Rolle.



**Hinweis: Sorgen Sie für eine geringe Programmgrösse.** Zusätzliche Aufgaben für die Steuervorrichtung beeinträchtigen das Verhalten hinsichtlich Geschwindigkeit und Konsistenz (deterministisch), v. a. wenn Sie für Ihre SPS eine Steckkarte oder ein Steckmodul verwenden. Es ist immer ratsam, die Grösse des Programms ohne Beeinträchtigung der Funktionen so gering wie möglich zu halten, oder eine Steuervorrichtung mit höherer Verarbeitungsgeschwindigkeit einzusetzen.

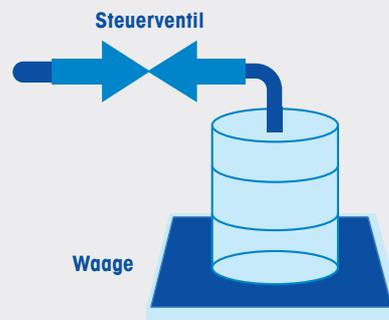
## 6 Aktuatorverbesserung und Material

### Haben Sie Ihr Steuersystem optimiert?

Befassen Sie sich nach Aufrüstung Ihres Wäge- und Steuersystems mit den Aktuatoren, die Ihre Wägeabläufe steuern.

Ein langsames Steuerventil würde bei der Einrichtung eines extrem hochwertigen Systems die grösste Hürde darstellen. Aktuatoren müssen für eine genaue Materiallieferung schnell genug auf Entscheidungen Ihres Steueralgorithmus reagieren (öffnen/schliessen), da bei Verzögerungen zusätzliches Material fliesst, wodurch die von Ihnen gewünschte Menge überschritten wird.

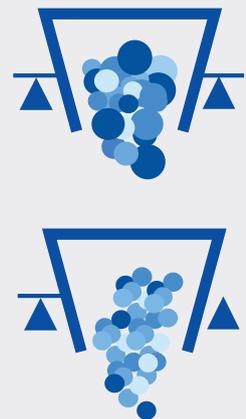
Ventile sollten nach Geschwindigkeit und Wiederholbarkeit ausgewählt werden.



Die Konsistenz, mit der ein Ventil eine Zuführeinheit öffnet oder schliesst bzw. ein Förderband startet oder stoppt ist mit der Genauigkeit eng gekoppelt. Durch Konsistenz erzielen Sie bessere Ergebnisse und Ihr Steueralgorithmus gewinnt an Stabilität.

**Hinweis:** Konsistente Partikelgrössen können die Geschwindigkeit und Genauigkeit Ihrer Maschine erhöhen. Bei Höchstgeschwindigkeiten wird die beste Steuerung erzielt, wenn Ihr Material über eine gleichmässige Partikelgrösse verfügt und gleichmässig fliesst. Aus diesem Grund eignen sich Flüssigkeiten und Pulver am besten.

Reaktionszeit und Materialfluss von Ventilen, Toren oder Förderband spielen bei der Geschwindigkeitsoptimierung von automatischen Wägesystemen eine entscheidende Rolle. Asymmetrische Partikel beeinträchtigen die Konsistenz Ihrer Ergebnisse – je stärker die Inkonsistenz, desto schwieriger die Wiederholbarkeit.



## i Zusammenfassung

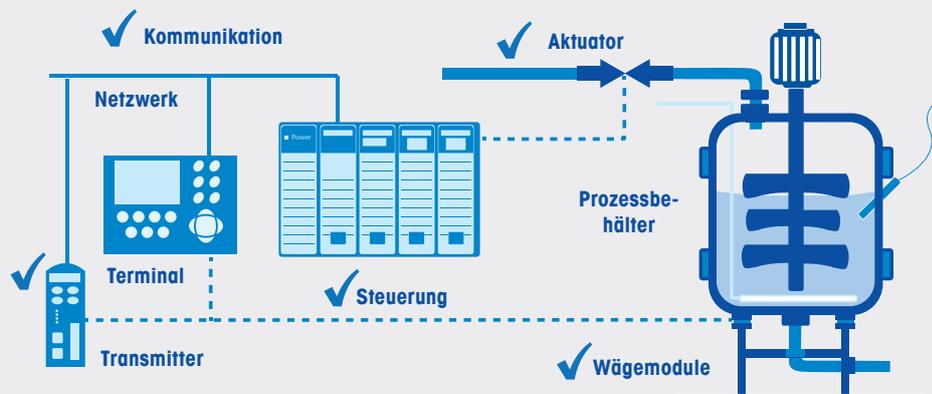
Durch gewichtsbasierte Steuerung können Maschinenhersteller und Systemintegratoren ihren Kunden die Präzision, Konsistenz und Produkthandhabung bieten, die für beste Genauigkeit, höchste Produktivität sowie maximale Bediener-sicherheit sorgen.

Stellen Sie für die Optimierung einer gewichtsbasierten Steuerung sicher, dass jedes Element Ihres Wäge- und Steuersystems auf maximale Leistung ausgelegt ist.

- Beachten Sie dabei nicht nur die A/D-Wandlungsrate (Hertz), sondern betrachten Sie Wägesensoren und Waagen mit aktiver Filterung genauer, um eine hohe Wägeschwindigkeit und eine geringe Latenz sicherzustellen.
- Wählen Sie ein Netzwerk, einen Datentyp und eine Steuervorrichtung, die zu Ihrem Gerät und Ihren Anforderungen in puncto Verarbeitungsgeschwindigkeit passen.
- Beachten Sie den Einfluss der Eigenschaften Ihres Materials auf die Gesamtleistung Ihres ganzen Systems.

Die oben aufgeführten Punkte enthalten sechs zentrale Überlegungen, die Maschinenhersteller und Systemintegratoren bei der Entwicklung von automatischen Hochgeschwindigkeits-Wägesystemen anstellen sollten. Weitere Informationen sowie die Möglichkeit einer Terminvereinbarung für eine Produktvorführung erhalten Sie bei Ihrem METTLER TOLEDO-Vertriebspartner.

Durch die Optimierung Ihres gewichtsbasierten Steuersystems erhalten Sie Systeme, mit denen Sie Ihre Genauigkeit, Qualität und Sicherheit auf ein neues Level heben.



## i Zusätzliche Referenzen

ISO: 5725-1:1997 „Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results“  
<http://www.iso.org/>

VIM: JCGM 200:2012, International Vocabulary of Metrology – Basic and General Concepts and Associated Terms (VIM), 3rd edition, Joint Committee for Guides in Metrology, 2012.

DoWT: Dictionary of Weighing Terms – A Guide to the Terminology of Weighing, R. Nater, A. Reichmuth, R. Schwartz, M. Borys and P. Zervos, Springer, 2009.

### Weitere Informationen:

**White Paper:** „7 Tipps zur Vermeidung von versteckten Verlusten in der Getränkeindustrie“ METTLER TOLEDO 2016

**White Paper:** „Erfolgreiches Chargieren ausserhalb einer SPS“ METTLER TOLEDO 2012

▶ [www.mt.com/oem-competence](http://www.mt.com/oem-competence)

▶ [www.mt.com/ACT350](http://www.mt.com/ACT350)

▶ [www.mt.com/APW](http://www.mt.com/APW)