

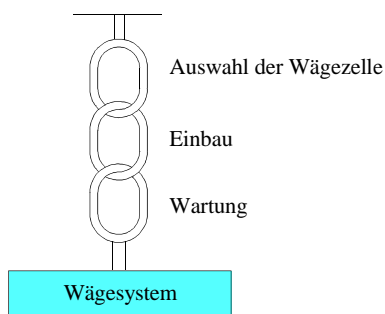


Kernstück jeder Waage und jedes Wägesystems ist die Wägezelle. Obwohl Wägezellen eigentlich nicht besonders interessant aussehen, sind sie hochgenaue Aufnehmer und liefern dem Anwender wichtige Informationen, die sich aus kommerziellen Gründen nicht ohne weiteres durch andere Technologien gewinnen lassen.

Wägezellen dienen der Messung von Kraft bzw. Gewicht in einem weiten Bereich schwieriger Umgebungseinflüsse. Sie sind nicht nur wichtigster, sondern auch empfindlichster Teil elektronischer Wägesysteme. Um Wägezellen optimal nutzen zu können, muß der Anwender Technologie, Aufbau und Arbeitsweise dieser Komponente genau verstehen. Von größter Bedeutung ist außerdem, dass die für den speziellen Anwendungsfall richtige Wägezelle gewählt und während ihrer Nutzungsdauer ordnungsgemäß gepflegt wird.

Fig.1: Die wichtigsten Faktoren eines Wägesystems sind wie Glieder einer Kette miteinander verknüpft; um einen langfristig erfolgreichen Einsatz zu gewährleisten, muß jeder dieser Faktoren berücksichtigt werden.

Wägezellen erleiden Schaden durch mechanische Überlastung, Blitzschlag, elektrische Überlastung, eindring-



ende Chemikalien oder Feuchtigkeit, falsche Handhabung (Anheben am Kabel, Fallenlassen, usw.), Vibration, seismische Erschütterungen oder Funktionsstörungen der internen Wägezellenbauteile.

Die vorliegende Abhandlung befaßt sich mit der praktischen Anwendung von Wägezellen und mit dem grundlegenden Systemaufbau.

## 1. WÄGEZELLENAUSWAHL

Noch wichtiger als ein bestimmtes Funktionsprinzip,

wie Messung der Biegekraft, Scherkraft, Druckkraft oder Ringtorsion ist bei der Auswahl von Wägezellen die Beachtung der richtigen Nennlast, Genauigkeitsklasse und des Schutzes gegenüber den Umgebungseinflüssen.

Gleichzeitig muß berücksichtigt werden, welches Meßprinzip bestimmte Vorteile hinsichtlich Überlastung bzw. einfacher Montage bietet. Aus diesem Grunde muß kurz auf die verschiedenen Funktionsprinzipien eingegangen werden.

### 1.1 DMS-Wägezellen

Hauptkomponente des Wägezellaufbaus ist das Meßelement. Aufgrund seiner Konstruktionsweise ruft eine auf dieses Meßelement wirkende Kraft eine dieser Kraft proportionale Verformung hervor. Die Meßelemente sind normalerweise aus (zum Schutz vor Umwelteinflüssen vernickelten) hochwertigen Stahlliegierungen, wärmebehandelten Edelmetallen, wärmebehandelten Aluminiumlegierungen bzw. Berylliumkupferlegierungen hergestellt.

Die auf den Meßkörper aufgeklebten Dehnungsmeßstreifen messen die einwirkende Kraft in Form einer Widerstandsänderung. Die DMS, normalerweise vier bzw. ein Vielfaches von vier, sind elektrisch als Wheatstone-Brücke geschaltet, welche die mikroskopisch kleine Widerstandsänderung in ein verwertbares elektrisches Signal umformt.

Für die Kompensation und Kalibrierung des Wägezellausgangssignales werden passive Bauteile wie Widerstände und temperaturabhängige Drähte eingesetzt.

#### 1.1.1 Biegestäbe

Meßelemente, die eine Biegekraft messen, werden in vielen Konfigurationen als industrielle Aufnehmer eingesetzt. Biegestäbe ermöglichen hohe Dehnungen bei relativ kleinen Kräften und eignen sich deshalb ideal für niedrige Laststufen.

Bei Biegestäben mit symmetrischem Querschnitt der Biegeachse sind immer zwei Flächen gleichen Dehnungen mit umgekehrtem Vorzeichen ausgesetzt. Dies ermöglicht den Aufbau einer Vollbrückenschaltung und vereinfacht die Temperaturkompensation.

Die meisten nach dem Biegekraftprinzip arbeitenden Wägezellen haben parallelogrammförmige Meßelemente bzw. sind Doppelbiegestäbe. Bei der momentenempfindlichen Plattformwägezelle Typ 642 von Revere Transducers bildet das Meßelement ein einfaches Parallelogramm. Die Typen BSP, HPS und USP für niedrige Laststufen benutzen diese

Konfiguration ebenfalls, sind jedoch mechanisch komplizierter aufgebaut.

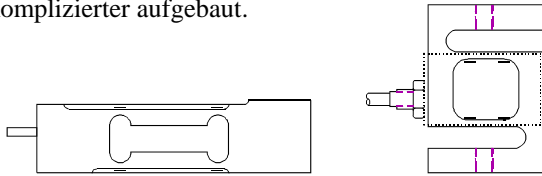


Fig. 2 Wägezellentypen 642 und 363

Das Prinzip der Biegekräftmessung bietet ausgezeichnete Linearität. Biegestäbe ermöglichen im Vergleich zu anderen Meßprinzipien relativ hohe Dehnungen und größere Verformungen. Dies wiederum bedeutet, dass die Wägezelle zwar höheren statischen Überlastungen ausgesetzt ist, mechanische Begrenzungen jedoch einfacher realisierbar sind. Die dynamische Überlastbarkeit ist wegen der typischen hohen Verformung ausgezeichnet.

### 1.1.2 Scherstab-Wägezellen

Scherstabwägezellen werden zunehmend populärer für die Messung mittlerer und hoher Nennlasten bei Anwendungen aller Art. Das Prinzip der Scherkräftmessung ermöglicht ein Standardprofil für eine gegebene Nennlast, hohe Widerstandsfähigkeit gegenüber Seitenkräften und relativ geringe Empfindlichkeit gegenüber dem Belastungspunkt.

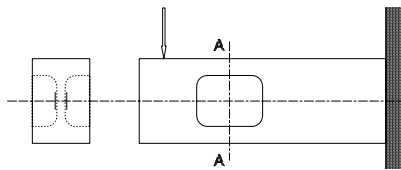


Fig. 3 Prinzip eines Scherstegmeßelementes

Im Schnitt A-A ist der Stab auf beiden Seiten mit einer Vertiefung versehen. Dazwischen bleibt ein relativ dünner Steg stehen. Wie beim Aufbau eines I-Trägers wird der größte Teil der durch die Last verursachten Scherkräft von dem Steg getragen, während die Flansche vorwiegend einen Widerstand gegen das Biegemoment bilden. An der neutralen Achse, an der nur eine vernachlässigbare Biegekräft wirkt, bildet die Stegbelastung eine vertikal und horizontal wirkende reine Scherkräft.

Folglich verlaufen die Hauptachsen in einem Winkel von  $\pm 45^\circ$  zur Längsachse des Stabes, wobei die entsprechenden Hauptdehnungen von gleicher Stärke mit umgekehrtem Vorzeichen sind. Auf beiden Seiten des Steges befinden sich paarweise aufgeklebte, als Vollbrücke geschaltete Dehnungsmeßstreifen.

Obwohl es schwieriger ist, Dehnungsmeßstreifen in einer Vertiefung anzubringen, können sie auf diese Weise gut durch Vergießen gegen Umwelteinflüsse geschützt werden.

Schersteg-Meßelemente gibt es nicht nur in stabförmigem Aufbau. Diese Konfiguration wird von den Typen BSP und USP für höhere Nennlasten von Revere genutzt, die allerdings komplizierter aufgebaut sind.

Scherkräftwägezellen niedriger Laststufen sind

schwierig herzustellen, weil der Steg zur Erzielung der erforderlichen Dehnungen sehr dünn sein muß. Scherkräftwägezellen hoher Laststufen haben normalerweise stabförmig konfigurierte doppelte Scherstege, da einseitige Scherstäbe teuer und umständlich zu installieren sind.

Scherstab-Wägezellen sind relativ unempfindlich gegenüber dem Belastungspunkt und sehr widerstandsfähig gegenüber Seitenkräften. Dies erleichtert ihren Einsatz in vielen Wägeapplikationen.

Die Überlastbarkeit ist normalerweise etwas besser als bei Biegestäben, obwohl mechanische Begrenzungen wegen der geringen Verformung schwieriger realisierbar sind.

### 1.1.3 Druckkräft-Wägezellen

Druckkräft-Wägezellen arbeiten nach dem Prinzip der Scherkräft-, Biegekräft-, Ringtorsions- oder Säulenmessung. Die Geschichte der säulenförmigen Wägezelle geht auf den ältesten DMS-Aufnehmer zurück. Wie unten beschrieben besteht das Säulenelement aus einem (bzw. mehreren) Gliedern.

Obwohl prinzipiell einfach, besitzt das Säulenmeßelement eine Reihe spezieller Merkmale, die die Konstruktion und Herstellung dieser Wägezellentypen erschweren. Die Säule selbst sollte im Vergleich zu ihrem Querschnitt lang genug sein, damit ein unbegrenztes Dehnungsfeld ausreichender Länge entsteht. Da die Säulenkonfiguration dem Einfluß exzentrischer Lastnebenkomponenten unterliegt, erfordert sie Maßnahmen zu deren Minimierung, beispielsweise in Form zweier Membranen am oberen Säulende.

Säulenförmige Wägezellen unterliegen wegen der Querschnittsänderung bei der Verformung während der Belastung einem inhärenten Linearitätsfehler (Poisson'sches Verhältnis).

Dieser Linearitätsfehler kann durch den Einsatz von Halbleiter-Meßelementen in den Plus- und Minuspeiseleitungen kompensiert werden. Damit dient das Ausgangssignal von Halbleiter-Meßelementen als Rückführung für die Einstellung der Brückenspannung in umgekehrter Richtung zum Linearitätsfehler.

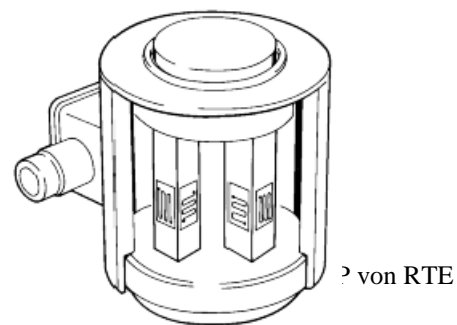


Fig. 4

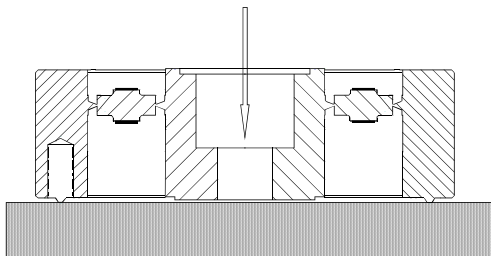
Für sehr hohe Nennlasten gebaute einfache säulenförmige Wägezellen sind groß und schwierig zu handhaben (hohes Gewicht). Flache Meßdosenzellen sind herstellbar, wenn die Last von drei oder mehr Säulen mit je einem DMS-Satz getragen wird. Die entsprechenden DMS aller Säulen sind in den jeweiligen Armen der Wheatstone-Brücke in Reihe geschaltet. *Als Resultat entsteht nicht nur ein niedriges Gesamtprofil, sondern auch eine bessere Leistung bei exzentrischer Belastung.*

Da Druckkraft-Wägezellen nicht dem für Biegestäbe typischen mechanischen Moment ausgesetzt sind, verfügen sie über eine ausgezeichnete Bruchlast. Aufgrund ihrer relativ geringen Verformung sind diese Wägezellen jedoch empfindlicher gegenüber Schockbelastung.

#### 1.1.4 Ringtorsionswägezellen

Das Ringtorsions-Meßprinzip ist relativ neu und ideal geeignet für Laststufen, für die normalerweise Scher- und Biegestäbe eingesetzt werden. Die Wägezelle Typ RLC von Revere Transducers ist eine flache Ringtorsionswägezelle aus rostfreiem Stahl mit vier in Vollbrückenschaltung angeordneten kreisförmigen DMS.

Die DMS sind auf einen ringförmigen Teil des Meßkörpers aufgeklebt, der sich bei Lasteinleitung verbiegt. Dabei wird der Durchmesser des Ringes oben kleiner, während er sich unten vergrößert. Das heißt,



bei einer Belastungen werden zwei DMS zusammengedrückt und zwei gedehnt.

Fig. 5 Querschnitt der Wägezelle Typ RLC

Der geometrische Aufbau des Meßelementes bietet im Vergleich zur Messung nach dem Prinzip der Scherkraft- bzw. Biegekraftmessung verbesserte Spezifikationen hinsichtlich Kriechverhalten und Hysterese.

Da die Belastung als Druckkraft wirkt, unterliegt die Ringtorsions-Wägezelle nicht dem für Biegestäbe typischen mechanischen Moment. Sie ist daher inhärent sicherer und trotzdem extrem flach. Ein mechanischer Überlastschutz ist durch den festen Abstand zwischen Lasteinleitungsring und Grundplatte gewährleistet. Aufgrund ihrer sehr geringen Verformung sind Ringtorsions-Wägezellen ideal für schnelles Wägen geeignet, jedoch auch empfindlicher gegenüber Schocküberlastung.

#### 1.2 Auswahl der richtigen Laststufe

Häufigste Ursache für das Versagen einer Wägezelle ist noch immer Überlastung, obwohl die Auswahl der richtigen Laststufe auf den ersten Blick sehr einfach erscheint. Die Auswahl der Laststufe erfordert ein grundlegendes Verständnis der nachstehend erläuterten wägetechnischen Begriffe und Systemfaktoren.

##### Wägezellen-Meßbereich:

Der Bereich der Gewichts- (Masse-) werte, innerhalb dessen das Meßergebnis nicht durch einen den maximal zulässigen Fehler überschreitenden Fehler beeinträchtigt wird.

##### Max. Gebrauchslast:

Die maximal zulässige Last, die keine ständige Beeinträchtigung der Leistungskennwerte verursacht. Wird in Prozent des Meßbereiches angegeben (d.h. 150%).

##### Bruchlast:

Die maximal zulässige Last ohne Gefahr der mechanischen Zerstörung der Wägezelle. Wird in Prozent des Meßbereiches angegeben (d.h. 300%).

##### Seitenlastgrenze:

Die maximale Last, die ohne bleibenden Meßfehler im rechten Winkel zur Wägezellenachse auf den Lasteinleitungspunkt einwirken kann. Wird in Prozent des Meßbereiches angegeben (d.h. 100 %).

##### Zusammenfassung:

*Eine Wägezelle arbeitet bis zur Überschreitung der maximalen Gebrauchslast bzw. der Seitenlastgrenze mit der angegebenen Genauigkeit. Bei einer Überschreitung dieses Wertes, auch nur für kurze Zeit, erleidet die Wägezelle bleibenden Schaden. Bei Erreichen der Bruchlast kann die Wägezelle regelrecht zerbrechen.*

Die auf die Wägezellen einwirkende Gewichtsbelastung wird von folgenden Faktoren beeinflusst:

Nullpunktnachführung, maximale Nennlast der Waage, Einschalt-Nullstellvorrichtung, Totlast, Einbauort und spezielle Faktoren wie Windkräfte oder seismische Erschütterungen.

Außerdem ist es aus folgenden Gründen oft erforderlich, Wägezellen niedriger einzustufen (d.h. eine höhere Laststufe einzusetzen):

- Schockbelastung
- Dynamische Einflüsse (Rührwerke)
- Exzentrische Belastung der Waage
- Ungleichmäßige Verteilung der Totlast
- Möglichkeit eines Überlastgewichtes

Der Unterschied zwischen normaler oder statischer Überlastung und Schocküberlastung wird oft mißverstanden und bedarf weiterer Erläuterung.

Statische Überlastung ist als allmähliche Erhöhung der Last über die Nennlast der Wägezelle hinaus definiert.

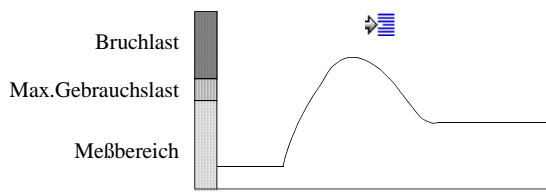


Fig. 6 Statische Überlastung

Schocküberlastung kann als plötzliche Gewichtsveränderung innerhalb sehr kurzer Zeit über die Nennlast der Wägezelle hinaus definiert werden. Dies ist speziell dann der Fall, wenn relativ kleine, unelastische Gegenstände aus großer Höhe auf die Waage herabfallen.

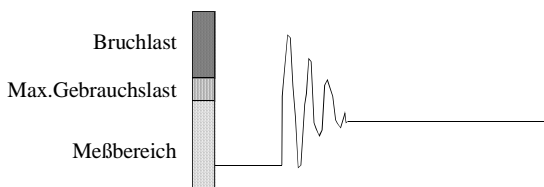


Fig. 7 Schocküberlastung

Ein entsprechender Schutz der Wägesysteme ist durch den Einbau von Stoßdämpfern oder durch die Auswahl von Wägezellen einer höheren Laststufe möglich. Mechanische Begrenzungen schützen ebenfalls vor Stoßbelastung.

Besondere Vorsicht ist bei Wägezellen mit geringer Verformung geboten, da diese Wägezellen empfindlicher gegenüber dynamischer Überlastung sind. Beide Arten von Überlastung bewirken eine abrupte Veränderung des Nullabgleiches sowie des Temperatureinflusses auf den Nullpunkt.

Die richtige Laststufe sollte anhand folgender Berechnungen und Tabellen ermittelt werden:

$$NL_{wz} = \frac{Totlast + Nettogewicht * Fa}{N} + F_t + F_w$$

Hierbei ist;

- N Anzahl der Wägezellen
- F<sub>a</sub> dynamischer Lastfaktor
- F<sub>w</sub> Einfluß der Windkraft (auf Wägebehälter)
- F<sub>t</sub> Zusammengesetzter Einfluß der Nullstellvorrichtungen:

$$F_t = \frac{Nettogewicht * Nullstellvorrichtungen(\%)}{N * 100}$$

	F <sub>a</sub>	Verlust*
Plattformwaagen	1.4	30-50%
Brückenwaagen	1.4	30-50%
Anwendungen mit 1 WZ	1.3	20-40%
Hybrid-Brückenwaage mit 1 WZ	1.2	10-30%
Behälter; gleiche Lastverteilung	1.1	10-30%
Behälter; ungleiche Lastverteilung	1.2	20-40%
Behälter; mit Ruhrwerk	1.3	20-40%

\* Berechnung dieses Wertes nach dem Meßprinzip der Wägezelle (hoher Wert bei geringer Verformung).

Beispiel:

Plattformwaage mit einer Nennlast von 1,5t auf vier Wägezellen. Der Nullpunkt der Waage liegt bei max. 16%, die Nullpunktnachführung beträgt 4%. Die Totlast ist gleich 100 kg. Die Wägezellen-Laststufe errechnet sich folgendermaßen:

$$F_t = \frac{1500 * (16 + 4)}{4 * 100} = 75$$

$$LC\ cap = \frac{100 + 1500 * 1.4}{4} + 75 + 0 = 625\ kg$$

Je nach dem Meßprinzip der Wägezelle liegt die erforderliche Wägezellen-Nennlast zwischen 895 und 1250 kg (Verlust von 30 bis 50 %).

Zur Gewährleistung der Eignung muß das Ausgangssignal pro Skalenteilschritt beim Mindestsignalpegel für den Anzeiger geprüft werden.

Das Ausgangssignal pro Skalenteilschritt (in µV) berechnet sich folgendermaßen:

$$\frac{U_E * S * Nettogewicht * 1000}{N * NL_{wz} * n}$$

wobei:

- U<sub>E</sub> : Speisespannung
- S : Wägezellenkennwert
- n : Anzahl der Skalenteilschritte

Beispiel:

Der obige Waagenaufbau ist auf 4 Wägezellen gelagert, die Wägezellenempfindlichkeit beträgt 2mV/V, 3000 Teilschritte, Nennlast 1000 kg und Speisespannung 10 V. Das Ausgangssignal pro Teilschritt beträgt:

$$\frac{10 * 2 * 1500 * 1000}{4 * 1000 * 3000} = 2.5\ \mu V$$

### 1.3 Genauigkeit

Wägezellen werden je nach ihrer Gesamtleistungs-

charakteristik in verschiedene Genauigkeitsklassen eingeteilt.

Einige dieser Genauigkeitsklassen beziehen sich auf Normen für eichfähige, im Handel einzusetzende Waagen, während andere Genauigkeitsklassen von den einzelnen Wägezellenherstellern definiert werden. Je nach Norm und Leistung eines bestimmten Wägezellentyps wird dem Produkt eine alphanumerische Genauigkeitsklasse zugeordnet, wobei der numerische Teil die Anzahl der Teilschritte angibt.

Die Produkte von Revere Transducers erfüllen die Anforderungen von NTEP ( USA ), OIML und die Herstellerspezifikationen von RTE. Diese Produkte sind folgendermaßen klassifiziert:

- Az Die Produkte erfüllen die NTEP-Anforderungen für Applikationen der Genauigkeitsklasse III.
- Bz Die Produkte erfüllen die NTEP-Anforderungen für Applikationen der Genauigkeitsklasse III.
- Cz Die Produkte erfüllen die OIML-Anforderungen für Applikationen der Klassen III und III.

CC/D3 sind willkürliche Hersteller-Klassifizierungen von Produkten für nichtkommerzielle Anwendungen.

Anmerkung: "z" gibt die Anzahl der Teilschritte (x1000) an, d.h. A3, B10, C6, usw.

In den meisten Wägesystemen werden Wägezellen eingesetzt, deren Arbeits- oder Meßbereich weit unter ihrer Nennlast liegt. Dabei sind die Werte für Ausnutzung und min. Teilungswert wichtig. Der min. Teilungswert ist definiert als der kleinste Wert einer Menge, deren Gewicht auf eine Wägezelle einwirken kann, ohne dass der maximal zulässige Fehler überschritten wird. Er wird angegeben als  $E_{max}/\gamma$ , wobei  $E_{max}$  die Wägezellennennlast und  $\gamma$  einen vom Hersteller anzugebenden Wert darstellt.

Der Mindestmeßbereich kann sich über einen beliebigen Teil des Meßbereiches zwischen min. Totlast ( $E_{min}$ ) und Nennlast ( $E_{max}$ ) erstrecken. Der Arbeitsbereich der Wägezelle kann größer sein als ihr min. Nutzungsbereich.

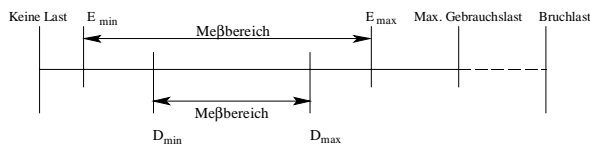


Fig. 8 Grafische Darstellung der Lastbegriffe

Die Begriffe oberhalb der horizontalen Mittellinie sind durch die Wägezellenkonstruktion bestimmt, während die Begriffe unterhalb der Linie Einsatzbedingungen und Wägezellenleistung angeben.

### 1.3.1. Eichfähige Systeme

Eichfähige kommerzielle Wägesysteme erfordern Wägezellen, die nach NTEP (National Type Evaluation Program USA) bzw. nach den OIML-Empfehlungen R60 (Europa) bescheinigt sind. An diese Systeme werden folgende Anforderungen gestellt:

- 1) Für Applikationen der Klasse III wählen Sie eine nach der entsprechenden Norm bescheinigte Zelle, d.h. mit Cz bezeichnete Produkte.
- 2) Für jede Wägezelle soll die max. Anzahl der Eichwerte mindestens der Anzahl der Skalenteilschritte entsprechen. So erfordert eine Waage der Klasse III mit 3000 Teilschritten Wägezellen C3.
- 3) Der kleinste Wägezelleeichwert soll folgende Bedingungen erfüllen: 
$$v_{min} \leq \frac{E_{max}}{\gamma \sqrt{N}}$$

wobei e den Skalenteilschritt und R das Reduktionsverhältnis eines Hebelwerkes (Hybridwaagen) darstellt.

$$R = \frac{\text{Auf die Wägezelle(n) einwirkende Last}}{\text{Auf die Waage einwirkende Last}}$$

Beispiel:

Eine vollelektronische Waage ( R=1 ) mit vier Wägezellen und einem Meßbereich von 6000kg unterteilt in 3000 Teilschritte erfordert Wägezellen mit folgendem

$$v_{min}: \quad v_{min} \leq \frac{6000}{3000} \cdot \frac{1}{\sqrt{4}} \Rightarrow v_{min} \leq 1 \text{ kg}$$

### 1.3.2 Nicht eichfähige Systeme

Die Auswahl der Wägezelle für nicht eichfähige Systeme kann nach dem in unseren Datenblättern angegebenen prozentualen Fehlern erfolgen. Zusätz-

Erforderliche Systemgenauigkeit	Wägezellengenauigkeit	
	1	2
Niedrige Genauigkeit $\pm 0.5 \rightarrow \pm 5\%$	CC	CC
Mittlere Genauigkeit $\pm 0.1 \rightarrow \pm 0.5\%$	CC/C1	C2
Hohe Genauigkeit $\pm 0.02 \rightarrow \pm 0.1\%$	C2/C3	C3/C4

liche Hilfestellung gibt die folgende Tabelle:

- 1 Standardsysteme
- 2 Systeme mit im Verhältnis zum Meßbereich hoher Totlast, oder Systeme, die erheblichen Temperaturschwankungen unterliegen.

#### 1.4 Schutz gegenüber Umgebungseinflüssen

Kein Aspekt im Zusammenhang mit der Wägetechnik ist verwirrender und umstrittener als der Schutz gegenüber den Umgebungseinflüssen und die Schutzvorschriften. Zwar besitzt die Industrie ausführliche Vorschriften und Prüfverfahren zur Bestimmung der Leistungsanforderungen für Wägezellen und Wägesysteme, die Eignung der Produkte für bestimmte Umgebungsbedingungen indessen ist nirgendwo verbindlich geregelt.

In Ermangelung derartiger Vorschriften bewerten die meisten Hersteller den Gehäuseschutz ihrer Produkte nach IP/IEC 529 bzw. EN 60 529 oder NEMA Publikation 250 ( USA ). Beide Normen bieten angemessene Prüfverfahren für den Schutz gegenüber den Umgebungseinflüssen bei Produkten, für die sie ursprünglich vorgesehen waren - nämlich Gehäuse für Elektrogeräte - für Wägezellen sind sie jedoch weniger geeignet.

##### 1.4.1 Einteilung in Schutzarten nach IP

Die IP-Vorschrift ist ein System für die Einteilung in Schutzarten von Gehäusen elektrischer Geräte nach folgenden Aspekten:

- Personenschutz gegen den Zugang zu gefährlichen Teilen im Gehäuseinneren
- Schutz der Baugruppen im Gehäuseinnern gegenüber dem Eindringen fester Fremdkörper
- Schutz der Baugruppen im Gehäuseinnern vor dem Eindringen von Wasser.

Leider bietet die Vorschrift keine Definition für den Begriff "schädliche Einflüsse". Vermutlich besteht das Hauptproblem beim Eindringen von Wasser in das Gehäuse eines elektrischen Gerätes mehr in der Gefahr möglicher elektrischer Schläge als in einer Gerätefehlfunktion. Außerdem bezieht sich die Vorschrift nur auf das Eindringen von Wasser, nicht jedoch von Feuchtigkeit, Chemikalien, Korrosion, usw. Die häufigsten Schutzarten von Wägezellen sind

- IP65 Schutz gegenüber Strahlwasser mit niedrigem Druck aus allen Richtungen, begrenztes Eindringen zulässig.
- IP66 Schutz gegenüber starkem Strahlwasser, z.B. auf Schiffsdecks, begrenztes Eindringen zulässig
- IP67 Schutz gegenüber Eintauchen in Wasser in einer Höhe zwischen 15 cm und 1 m

##### 1.4.2 Schutzarten nach NEMA

Der Gehäuseschutz nach NEMA umfaßt die Schutzarten NEMA 1 bis NEMA 12. Für Wägezellenhersteller sind die Schutzarten NEMA 4 und NEMA 6 relevant. Im Gegensatz zum Gehäuseschutz nach IP schließt NEMA auch Umgebungsbedingungen wie Korrosion, Rost, Vereisung, Öl und Kühlmittel ein.

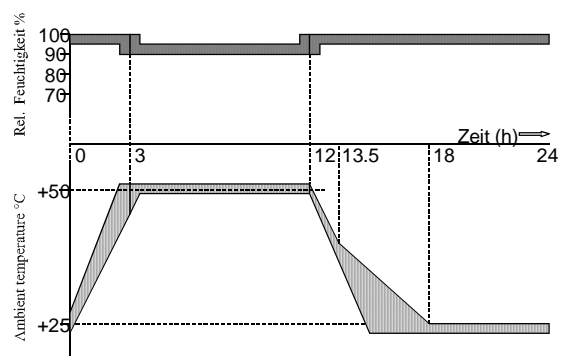
Gehäuse der Schutzart NEMA 4 sind für den Einsatz in Räumen und im Freien bestimmt und bieten einen gewissen Schutz gegen vom Wind zugetragenen Staub und Wasser, und Spritz- oder Schlauchwasser. Kondensationseinflüsse im Geräteinneren bleiben unberücksichtigt. Gehäuse der Schutzart NEMA 4X erfüllen dieselben Anforderungen wie NEMA 4 und sind aus rostfreiem Stahl 304 oder anderem Material gleicher Korrosionsbeständigkeit hergestellt.

Gehäuse mit der Schutzart NEMA 6 werden dort eingesetzt, wo die Möglichkeit eines zeitweiligen Eintauchens in Wasser besteht. Nach der Norm kann der höchste Teil des Gehäuses derart in Wasser eingetaucht werden, dass der höchste Punkt 30 Minuten lang 1,83m unter der Wasseroberfläche liegt. NEMA 6P Gehäuse werden eingesetzt, wo die Möglichkeit längeren Eintauchens in Wasser besteht und Korrosionsbeständigkeit erforderlich ist.

Obwohl der Gehäuseschutz nach NEMA im Hinblick auf Korrosionsbeständigkeit Vorteile gegenüber dem Gehäuseschutz nach IP haben mag, bezieht er sich nur auf die äußere Gehäusekorrosion und ist damit im Hinblick auf komplexere Wägezellenbauarten und die verschiedenen Korrosions- und Wassereinflüsse sehr unzulänglich.

##### 1.4.3 Feuchtigkeit bei zyklischen Temperaturschwankungen (IEC 68-2-30)

Die IP- und die NEMA-Vorschriften befassen sich ausdrücklich nicht mit Kondensation bzw. Feuchtigkeit im Geräteinnern. Feuchtigkeit und Kondensation sind jedoch für den korrekten Betrieb der Wägezelle von zentraler Bedeutung. In das Innere der Wägezelle kann über einen langen Zeitraum Feuchtigkeit eindringen und sich dort katastrophal auswirken, insbesondere in Verbindung mit Säuren oder alkalischen Stoffen. Eine der Prüfungen zur Feststellung der Feuchte- bzw. Kondensationsbeständigkeit einer Wägezelle ist die Feuchtigkeitsprüfung bei zyklischen Temp-



eraturschwankungen.

Fig. 9 Nach OIML R-60 bescheinigte Wägezellen sind beständig gegenüber 12 jeweils 24-stündigen Betriebszyklen bei feuchter Wärme.

#### 1.4.4 Wägezellenkonstruktion

Neben einer bestimmten Schutzart nach IP oder NEMA sollten Wägezellen ebenfalls nach ihrer Bauart hinsichtlich Kabeleinleitung, Baumaterial und DMS-Verguß bewertet werden.

Während kritische Bereiche des Wägezellenkörpers normalerweise verschweißt bzw. vergossen sind, stellt die Kabeleinführung eine potentielle Problemzone dar. Eine Vielzahl von Methoden soll gewährleisten, dass die Wägezellen an dieser Stelle richtig vergossen sind. Bei den meisten Wägezellen wird das Hauptkabel durch eine herkömmliche Stopfbuchse direkt in den DMS-Bereich eingeleitet. Ungeachtet der Vergußqualität der Wägezelle können Feuchtigkeit und Lösungsmittel am Rand der Stopfbuchse oder direkt in der Kabelmitte eindringen. Oftmals kommt es durch Temperaturschwankungen zu einem Pump-effekt, durch den Feuchtigkeit in das Kabelinnere gepreßt wird. Feuchtigkeit kann ebenfalls über einen undichten Verbindungskasten oder durch einen beschädigten Teil des Kabels eindringen. Es kann einige Zeit dauern, bis kritische Bereiche erreicht werden, ist Feuchtigkeit jedoch erst einmal eingedrungen, setzt sie sich fest und richtet Schaden an.

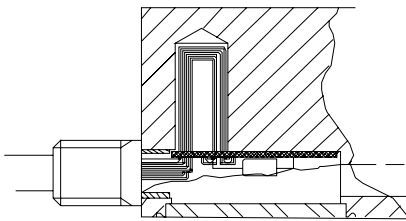


Fig. 10 Wasserblock am Kabeleinleitungspunkt

Eine Verbesserung gegenüber der Stopfbuchse ist ein Wasserblock am Kabeleinleitungspunkt. Hierbei endet das Hauptkabel beispielsweise auf einer kleinen Leiterplatte mit weiterführenden Drähten zum DMS-Bereich. Der Block ist voll vergossen und verhindert so, dass Feuchtigkeit oder sonstige Verunreinigungen in die kritischen Bereiche gelangen. Die beste Lösung besteht in einer Glas-Metall-Kabeleinführung. Sie verhindert die Verunreinigung der DMS und anderer kritischer Bereiche. Außerdem wird die Wägezelle durch den Herstellungsprozeß frei von verunreinigenden Rückständen gehalten. Die Wägezelle vom Typ RLC von Revere Transducers wird zuerst mit Helium gefüllt, wodurch undichte Stellen mit konventionellen Mitteln gefunden werden können. Unmittelbar vor dem Verschließen wird das Helium durch Argon ersetzt.

#### 1.4.5 Korrosion

Die Korrosionsbeständigkeit von Wägezellen ist ein sehr komplexes Thema, das durch die Vielfalt der möglichen Konfigurationen noch komplizierter wird.

## 2. EINBAU

Der Einbau von Wägezellen in eine praktische

Folglich kann man als Richtschnur für Wägezellen nur Standard-Korrosionstabellen benutzen. Außerdem müssen folgende Faktoren berücksichtigt werden:

- Oberflächenbehandlung
- Schweißbereiche um Vergußstellen, Bälge und Membranen
- Vergußstärke
- Unterschiedliche Baumaterialien
- Hohe Belastungen an Belastungspunkten
- Kabelmaterial (PVC, PUR oder Teflon)

Das Verhalten eines bestimmten Wägezellentyps in der praktischen Anwendung hängt weitgehend von der Umgebung ab. Salzwasser beispielsweise hat je nach den örtlichen Gegebenheiten unterschiedliche Korrosionswirkungen. Edelstahl in stillstehendem Salzwasser wird rissig und erfordert zwecks Vermeidung von Beeinträchtigung regelmäßige Reinigung. Leider ist der Begriff "Edelstahl" Synonym für "korrosionsfrei, problemlos und wartungsfrei" geworden. Obwohl Edelstahl-Wägezellen unter den meisten Umgebungsbedingungen optimalen Schutz bieten, müssen andere Faktoren berücksichtigt werden. Bei bestimmten Anwendungen können lackierte oder galvanisierte Wägezellen auf lange Sicht besseren Schutz bieten.

#### 1.5 ZUSAMMENFASSUNG

Die Auswahl einer Wägezelle der falschen Schutzart kann weitreichende Konsequenzen im Hinblick auf die Kosten, die Sicherheit und den Ruf eines Produktes haben. Die gebräuchlichen Klassifikationen reichen für die Definition adäquat Umgebungsschutzvorschriften für Wägezellen nicht aus.

Bei der Auswahl von Produkten verschiedener Hersteller sollte der Anwender gleichlautende Merkmale miteinander vergleichen und im Zweifelsfall anhand folgender Punkte entscheiden:

- Bauweise der Wägezelle
- Kabeleinführungsmethode
- Erfahrungen in der Vergangenheit

Unter schwierigen Umgebungsbedingungen kann die Gewährleistung einer angemessenen langen Lebensdauer den zusätzlichen Schutz der Wägezellen erfordern, z.B. durch eine verbesserte Konstruktion der Wägeeinrichtung und zusätzliche Beschichtungen der Wägezelle durch Farbe, Galvanisierung und Fett.

Die Konstruktion der Waage bzw. des Systems sollte die Möglichkeit von Materialanhäufungen in der Umgebung der Wägezellen weitestmöglich ausschließen. Außerdem sollte die Konstruktion den mechanischen Schutz vor direkter Einwirkung von Wasser und Lösungsmittel beim Reinigen bieten, da durch Chemikalien oder direkte Sonneneinstrahlung bei einigen Wägezellen die Gefahr einer Zersetzung der Vergußmasse und des Gummis besteht.

Feldanwendung erfordert große Sorgfalt, wenn das System sicher und genau sein soll. Es ist ein weit-

verbreiteter Irrtum, die Wägezelle als festes Stück Metall zu betrachten, auf dem Wägebehälter oder Plattformen gelagert sein können. Die Leistung einer Wägezelle hängt in erster Linie von ihrer Fähigkeit ab, sich bei einer Belastung oder Wegfall einer Belastung wiederholbar zu verformen. Außerdem sollten Verformung und Ausgangssignal jeder einzelnen Zelle an jedem Belastungspunkt gleich sein.

Um die obigen Anforderungen zu erfüllen, werden Wägezellen hauptsächlich in Verbindung mit speziellen Montagesätzen und nicht einfach steif zwischen Plattform/Wägebehälter und Fundament montiert. Diese Montagesätze sollten so konstruiert sein, dass sie die Wägezelle vor folgenden Einflüssen schützen:

- Seitenkräfte
- Biege- oder Drehmomente
- Exzentrische Belastung der Wägezelle
- Vibration

Diese Einflüsse beeinträchtigen nicht nur die Leistung der Wägezelle, sondern können ebenfalls zu bleibenden Schäden führen.

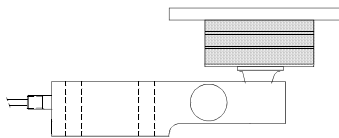


Fig. 11 Schwingungsdämpfer aus Neopren

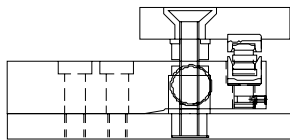


Fig. 12 Selbstjustierender Montagesatz mit Last-einleitung über Pendellager.

Die obere Platte ist gefesselt. Sie bietet damit eine Abhebesicherung und begrenzt die horizontale Bewegung.

Wenn größere Bewegungen der Last zu erwarten sind, sollten Plattform (Brückenwaage) bzw. Behälter mit einem Querlenker installiert werden. Querlenker werden horizontal installiert und sollten in vertikaler Richtung keine Kraft auf Behälter oder Waage übertragen, während sie in horizontaler Richtung stark genug sind, um Seitenkräfte zu absorbieren. Ein möglichst langer Querlenker wirkt sich günstig auf die Reduzierung der vertikalen Kräfte aus.

Die Anordnung der Querlenker ist vom Grundriß des Wägeaufbaues abhängig. Meistens erzielt man mit vier Querlenkern die besten Ergebnisse.

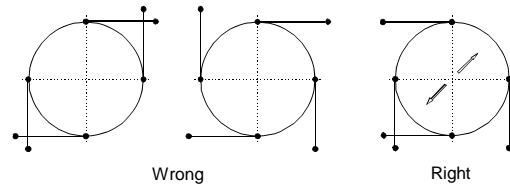


Fig. 13 Die Anordnung von Querlenkern wie in der Abbildung links verursacht hohe Spannung in den Querlenkern bzw. eine Drehung des Behälters.

Querlenker gewährleisten insbesondere bei Systemen mit Rührwerken Stabilität und Genauigkeit. Sie sollten sorgfältig (genau horizontal) und spannungsfrei installiert werden.

Querlenker dürfen nicht mit Sicherheitslenkern verwechselt werden, die ähnlich installiert werden, jedoch eine andere Funktion haben. Sicherheitslenker sind im Normalbetrieb nicht aktiv und bieten zusätzliche Sicherheit bei Windkräften, seismischen Erschütterungen und mechanischem Versagen der Montagesätze oder Wägezellen.

Sicherheitslenker sind dringend zu empfehlen bei Systemen, bei denen einer der obigen Einflüsse eine ernste Bedrohung der Sicherheit von Personen darstellt oder schweren Sachschaden verursachen kann.

Damit Wägezellen korrekt funktionieren können, sollten sie genau in gleicher Höhe installiert sein. Unebene Flächen dürfen niemals mit Montageschrauben zusammengezogen werden. Im Bedarfsfalle sollten stattdessen Unterlegplatten verwendet werden.

Die bevorzugte Ausrichtung der Wägezelle ist vorwiegend von ihrer Konstruktion abhängig. Die Last sollte immer vertikal in der für die Kraftmessung

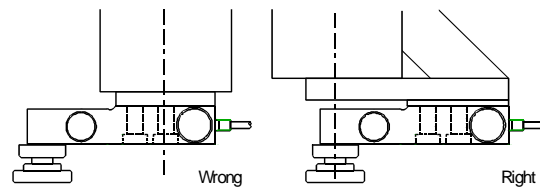


Fig. 14 Lastübertragung

Wägezellen vom Typ S sollten so montiert werden, dass Seitenkräfte auf ein Minimum reduziert werden; sie sollten niemals steif (auch nicht nur einseitig steif) zwischen Wägeaufbau und -behälter montiert werden. Die Wägezelle ist so auszurichten, dass die



Kabeleinleitung die Wägegenauigkeit nicht beeinträchtigt. Zur Gewährleistung der Sicherheit sollte beachtet werden, dass die volle Gewindelänge benutzt werden muß und dass Vorkehrungen für ein externes Sicherheitssystem getroffen werden müssen.

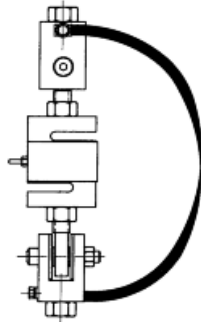


Fig. 15 Richtiger Einbau einer Wägezelle Typ S

Damit Wägezellen beim Einbau nicht beschädigt werden, empfehlen wir dringend, während der Montage einen Wägezellenersatz oder Montagebaugruppen zu benutzen, die "blockiert" werden können, denn die Wägezellen selbst, vor allem diejenigen mit niedriger Nennlast oder mit Metallbälgen, sollten vorsichtig behandelt werden.

Einseitige Scher- oder Biegestabwägezellen unterliegen einem mechanischen Moment und müssen mit qualitativ hochwertigen Schrauben installiert werden, damit ihre Betriebssicherheit gewährleistet ist. Diese Schrauben müssen zur Erzielung maximaler Leistung genau mit dem angegebenen Drehmoment festgezogen werden.

### 2.1 Wägezellenkabel

Während und nach der Installation ist sorgfältig darauf zu achten, dass das Wägezellenkabel nicht beschädigt wird. Wägezellen dürfen grundsätzlich nicht am Kabel getragen werden und müssen schleifenförmig verlegt werden, damit kein Wasser direkt in die Kabeleinführung läuft.

*Wägezellen werden mit einem Vier- bzw. Sechseiterkabel hergestellt. Vierleiterkabel sind kalibriert und für eine bestimmte Kabellänge temperaturkompensiert. Eine Kürzung des Kabels beeinträchtigt die Temperaturstabilität, daher sollten Vierleiterkabel grundsätzlich nicht gekürzt werden!*

*Sechseiterkabel besitzen zwei zusätzliche Leitungen für die Messung der tatsächlichen Speisespannung an der Wägezelle und die Rückführung dieser Information zum Anzeiger. Sechseiter-Wägezellen sind nicht temperaturkompensiert und können auf jede gewünschte Länge gekürzt werden.*

*Allerdings ist zu beachten, dass bei Parallelschaltung mehrerer Sechseiter-Wägezellen ein gleicher Potentialunterschied über allen Wägezellen besteht. Daher sollten alle Wägezellenkabel auf gleiche Länge gekürzt werden.*

### 2.2 Kabelverbindungskästen

Der Kabelkasten sollte als wichtiger Teil des Wäge-

systems mindestens Schutzart IP65 bzw. NEMA 4 haben. Benutzen Sie Kabelkästen mit qualitativ hochwertigen Klemmen oder mit Lötanschlüssen. Die Bauteile für den Eckenabgleich sollten absolut temperaturstabil sein.

Der Montageort des Kabelkastens richtet sich nach den Umgebungsbedingungen, KEINESFALLS nach dem Schwierigkeitsgrad des Einbaus. Vor und während des Einbaus darf keine Feuchtigkeit in das Wägezellenkabel eindringen.

Zur Aufnahme von Feuchtigkeit kann ein Beutel Trockenmittel (Silikagel) eingelegt werden. Das Trockenmittel darf jedoch niemals mit nichtisolierten Drähten im Inneren des Kabelkastens in Kontakt gelangen.

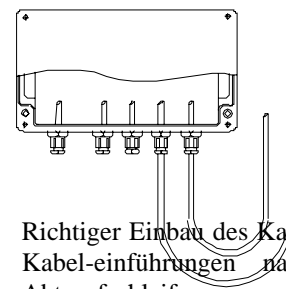


Fig. 16 Richtiger Einbau des Kabelkastens; Kabeleinführungen nach unten, Abtropfschleifen

### 2.3 Schweißarbeiten

Vor dem Einbau der Wägezellen sollten sämtliche Schweißarbeiten abgeschlossen sein. Wenn die Wägezellen zum Schweißen nicht entfernt werden können, muß jedes einzelne Wägezellenkabel vom Kabelkasten bzw. vom Messgerät abgeklemmt werden. Damit kein Strom durch die Wägezellen fließt, muß die Erdelektrode an der Klemme des Schweißgerätes in unmittelbarer Nähe der Schweißnaht liegen und jede Wägezelle mit einem flexiblen Kupferkabel überbrückt werden.

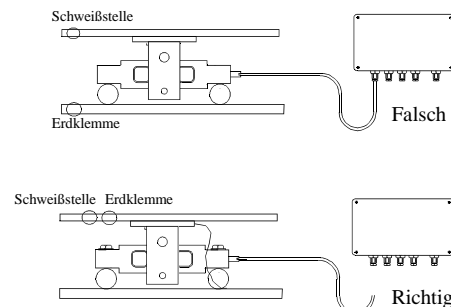


Fig. 17 Elektroschweißen nach dem Einbau der Wägezellen.

## 2.4 Blitzschutz

Moderne Wägesysteme sind heute weitgehend aus leistungsstarken elektronischen Komponenten aufgebaut. Sie sind jedoch gerade deshalb besonders anfällig für Schäden, die durch Blitzschlag und allgemein durch Überspannung entstehen können.

*Untersuchungen haben erwiesen, dass ein Blitzschlag innerhalb eines Umkreises von 300 m um das geometrische Zentrum einer Brückenwaage mit Sicherheit einen schädlichen Einfluß auf diese ausübt. Außerdem sind Schäden nicht auf Blitze zur Erde beschränkt, da Blitze von Wolke zu Wolke ebenfalls einen hinreichend starken elektromagnetischen Impuls erzeugen können, um Schäden zu verursachen.*

In den meisten Fällen ist der eigentliche Wägezellenschaden ein direktes Ergebnis eines Potentialunterschiedes von weit über 1000 V zwischen Stromkreis und Gehäuse.



Fig. 19 Separate Erdung von Wägezelle und Anzeiger in angemessener Entfernung voneinander.

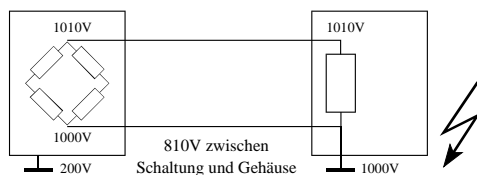


Fig. 20 Potentialanstieg an den Erdungspunkten als direkte Folge eines Blitzschlages (zur Erde). Aufgrund des Erdwiderstandes erreicht der Potentialanstieg an beiden Punkten jedoch nicht die gleiche Höhe. Obwohl die Speisespannung 10 V bleibt, steigt der Potentialunterschied zwischen Schaltung und Gehäuse weit über die zulässige Höhe.

Es muß beachtet werden, dass ein hoher Potentialunterschied zwischen Gehäuse und Wägezellenschaltung durch die beiden folgenden Faktoren verursacht werden kann:

- Anstieg des örtlichen Erdpotentials bei Blitzableitung durch die Erde
- hohe Überspannungen oder elektromagnetische Impulse über die Hauptspannungsvorsorgung

In beiden Fällen kann das Bauteil völlig ausbrennen, muß dies jedoch nicht unbedingt. Möglicherweise wird nur ein Teil der Wägezellenschaltung oder die Zementschicht eines der DMS beschädigt. In diesem Falle beginnt die Waage fehlerhaft zu arbeiten und/oder nach Belastung nicht zum Nullpunkt zurückzukehren. Gelegentlich treten diese Probleme erst Wochen nach dem Blitzschlag auf!

Umfassender Blitzschutz kann verständlicherweise nur erreicht werden, wenn das gesamte System geschützt ist. Bei der Entscheidung, ob ein System komplett oder nur teilweise geschützt werden soll, sind folgende Gesichtspunkte zu berücksichtigen: Einbauort (Stadtgebiet, freies Feld), durchschnittliche Blitzdichte (Statistiken des zuständigen meteorologischen Institutes), die durch Ausfallzeiten entstehenden Kosten, Ersatzteil- und Lohnkosten, Versicherungsanforderungen (bzw. Prämien!)

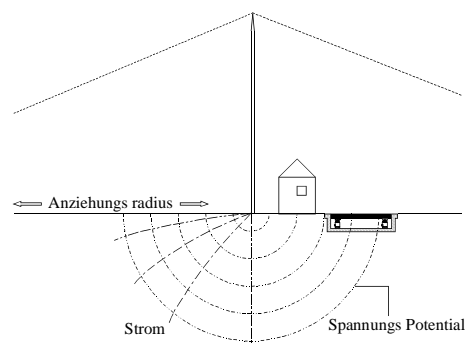
### 2.4.1 Externer Blitzschutz

Beim externen Blitzschutz besteht normalerweise eine Masseverbindung zwischen dem Stahldach der Meßwarte, in der der Anzeiger installiert ist, bzw. einer sonstigen nahegelegenen Konstruktion oder eines hohen Schutzmasten, so dass ein bevorzugter Entladungspunkt zur Verfügung steht, über den die Überspannung sicher zur Erde geleitet wird.

*Dieser externe Blitzschutz ist ziemlich umstritten. Einerseits ist zwar eine Brückenwaage oder generell eine Waage kein besonderer Anziehungspunkt für Blitzschläge, doch hat ein 20 Meter hoher Mast einen Anziehungsradius von 81 m. Das heißt, ein Blitz, der ohne einen solchen Masten in ein Gebäude oder einen Baum in einer Entfernung von 60 m oder mehr einschlagen würde, erzeugt zwangsläufig einen Stromstoß in der unmittelbaren Umgebung der Brückenwaage!*

Ohne sehr strenge Vorsichtsmaßnahmen bewirkt ein solcher Stromstoß einen elektromagnetisch induzierten Impuls, der zweifellos schwere Schäden an der Brückenwaage verursachen kann.

Fig. 20 Externer Blitzschutz



## 2.4.2 Interner Blitzschutz

Interner Blitzschutz besteht in der *Herstellung eines Potentialausgleiches innerhalb des gesamten Systems durch Vorgabe eines zentralen Punktes, über den alle elektrischen Systeme fließen können, oder im Einsatz von Blitzschutzvorrichtungen.*

Blitzschutzvorrichtungen begrenzen aufgrund ihrer Konstruktion die Spannungen zwischen den Leitungen und zwischen den Leitungen und Erde auf eine für die Wägeinrichtung zuträgliche Höhe. In ihnen sind Gasentladungsröhren für hohe Stromablenkung mit Zenerdioden für sichere Spannungsbegrenzung mit minimalem Leckstrom kombiniert. Für Wechselspannungs-Anwendungen benutzt man wegen des höheren Absorptionsvermögens häufig Varistoren. Wie die Sicherheitsbarrieren für eigensichere Systeme sind die meisten Blitzschutzeinheiten in Reihe geschaltet.

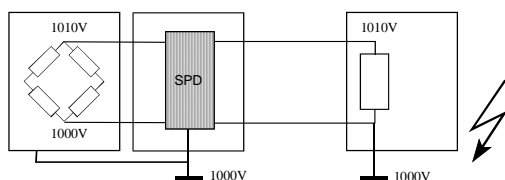
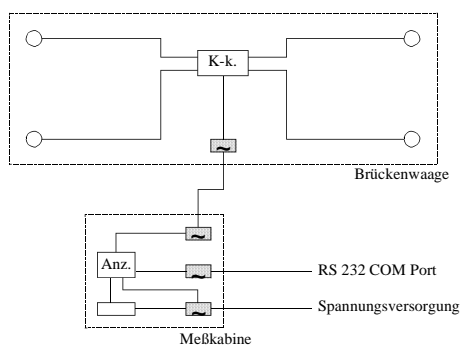


Fig. 21 In Systemen mit unvermeidbaren Erdungen in mehreren Punkten sollte zur Ableitung von Überspannungen zu einer lokalen Erde eine Blitzschutzvorrichtung vorgesehen sein, durch die das Potential im gesamten System in gleicher Höhe ansteigt bzw. fällt.

Blitzschutzvorrichtungen, die hohe Ströme zu einer lokalen Erde ableiten, müssen niederohmig mit dieser Erde verbunden sein. Die Erdverbindungen müssen



mindestens zweimal jährlich überprüft werden und mit einem guten oxidationshemmenden Fett überzogen sein.

Externe Anschlüsse wie Wechselspannungsleitungen, Kommunikations-Ports und das Signal-/Speisungskabel stellen eine potentielle Quelle von Überspannungen bzw. Transienten dar. Daher ist für die Gewährleistung des Blitzschutzes der Einbau einer Blitzschutzvorrichtung an allen externen Anschlüssen

unabdingbar.

## 3. WARTUNG

Die Wartung der Wägezellen ist ein Punkt, der sowohl von Anwendern als auch von Wartungsdiensten häufig übersehen wird. Regelmäßige Wartung der Wägezellen in Wägeanlagen erhöht indessen deren Langzeitstabilität und -leistung erheblich und mindert die Korrosionsanfälligkeit. Bei Wartungsinspektionen unterscheidet man:

- **Routinemäßige Wartung:**  
Sie wird in regelmäßigen Abständen durchgeführt und beinhaltet die Entfernung von Material und Rückständen von Wägezelle und Montagesatz. Durch Fehlfunktion des Montagesatzes kann schwerer Schaden an den Wägezellen entstehen. Schäden und Beeinträchtigungen der Oberflächenbeschichtungen sollten behoben und alle Kabel und Verbindungskästen geprüft werden. Um die Einflüsse etwaiger Überflutung möglichst gering zu halten, sollten Entwässerungssysteme in der Grube frei von Geröll sein. Gegebenenfalls ist zur Verhinderung chemischer Korrosion eine regelmäßige Reinigung vorzunehmen.
- **Ad-hoc-Wartung:**  
durchzuführen unmittelbar nach unerwarteten Ereignissen wie Überschwemmungen, Sturm, Erdbeben oder Gewitter.

Generell sind sämtliche Möglichkeiten zu erwägen, die den Ausfall der Wägezelle bewirken können. Wurde der Ausfall durch Eindringen von Wasser oder Chemikalien verursacht, ist mit einer bleibenden Leistungsminderung der übrigen Wägezellen im System und schließlich mit mechanischem Versagen zu rechnen. Dieser Ausfall kann ernste Folgen im Hinblick auf Sicherheit und Kosten haben.

Der Ausbau von Wägezellen sollte grundsätzlich mit angemessener Sorgfalt erfolgen. Wägezellen, die an uns eingeschickt werden, müssen, sollten ein Etikett mit einer genauen Beschreibung des Problems tragen.

*Sollten Sie weitere Information, Anwender-Infos und Wägezellen-Bedienungsanleitungen wünschen, wenden Sie sich bitte an:*

**Revere Transducers Europe**  
Ramshoorn 7  
Postbus 6909, NL 4802 HX Breda  
The Netherlands  
Tel.: (+31)76 5480700  
Fax: (+31)76 5412854

## ZUSAMMENFASSUNG

### WÄGEZELLENAUSWAHL UND -KONSTRUKTION

Wählen Sie den richtigen Wägezellentyp für Anwendung und Umgebungsbedingungen.

Wählen Sie die richtige Laststufe.

Beachten Sie die erforderliche Genauigkeitsklasse.

Berücksichtigen Sie vor der endgültigen Auswahl sämtliche Umgebungsaspekte (immer oder nur gelegentlich am Einsatzort vorhanden).

Treffen Sie bereits bei der Planung Vorkehrungen für etwaige zusätzliche Schutzmaßnahmen gegenüber den Umgebungsbedingungen.

Konstruieren Sie die Wägeeinrichtung mit angemessenem inhärenten Über-/Unterlastschutz und treffen Sie Vorkehrungen gegen sonstige mechanische Beschädigung (unzuträgliche physikalische Beanspruchung, Probleme mit Nagetieren).

Treffen Sie Ihre Wahl nicht nur unter preislichen Aspekten - die späteren Eigentumskosten sind wichtiger.

Belasten Sie Wägezellen nicht über die Nennlast hinaus.

Berücksichtigen Sie die Genauigkeitsgrenzen des Systems insgesamt (z.B. Rohrleitungen, Schwingungen, usw.).

Berücksichtigen Sie auch Stürme oder Flutkatastrophen, die nur alle 2 bis 3 Jahre auftreten.

Benutzen Sie keine eingebauten Auffangvorrichtungen für Wasser/Geröll.

Gehen Sie nicht davon aus, dass "der Fall der Fälle" doch nicht eintritt, und benutzen Sie die Wägezelle nie als mechanische Sicherung.

Vergessen Sie nicht, angemessene Schutzmaßnahmen für das Wägezellenkabel, möglichst in der Nähe der Wägezelle, zu treffen.

### EINBAU

Benutzen Sie vor dem Einbau einen Wägezellerersatz.

Lagern Sie Wägezellen sorgfältig, gehen Sie vor und während des Einbaus vorsichtig mit ihnen um um zu bewahren Sie Kopien der Eichbescheinigung an einem sicheren Ort auf. Prüfen Sie vor dem Einbau, ob Typ, Laststufe, Gewindekombination, usw. richtig sind.

Prüfen Sie vor dem endgültigen Zusammenbau, ob sich Schraubzubehör leicht in die Wägezelle einschrauben läßt. Benutzen Sie qualitativ hochwertige Schrauben und das empfohlene Einschraubmoment.

Prüfen Sie, ob die Montageflächen angemessen und richtig installiert sind. Ziehen Sie Montageschrauben und Fesselungen wie Querlenker sehr sorgfältig an.

Benutzen Sie bei aufgeschraubtem Montagezubehör die richtigen Muttern, besonders, wenn Vibration erwartet wird.

Achten Sie vor dem Anschluss auf den Kabelfarbcode der Wägezelle - Revere benutzt zwei Grundfarbcodes.

Benutzen Sie qualitativ hochwertige Anschlußklemmen/-Kabelkästen. Möglichst Lötanschlüsse verwenden.

Möglichst keine Schweißarbeiten in unmittelbarer Nähe der Wägezellen durchführen.

Vergessen Sie nicht, nachzuprüfen, ob die Lagerungs- und Betriebstemperaturbereiche der Wägezellen eingehalten werden.

Wägezellen niemals an ihrem Kabel tragen.

Schrauben und andere Gewindebauteile nicht mit Gewalt festziehen oder lösen.

Unebene Flächen nicht mit Montageschrauben zusammenziehen - grundsätzlich Unterlegscheiben benutzen.

Montageschrauben bzw. Hardware nicht gewaltsam montieren/anziehen, besonders bei Wägezellen mit niedriger Nennlast.

Darauf achten, dass Wägezellen vom Typ S beim Einschrauben nicht verdreht werden.

Wägezellenkabel nicht kürzen, sofern nicht unbedingt erforderlich, um die Leistung nicht zu beeinträchtigen.

In die Anschlüsse keine Feuchtigkeit eindringen lassen.

Die Wägezelle muß durch ein Überbrückungskabel vor elektrischen Spannungen geschützt werden.

### WARTUNG

Wägezellen und Wägesystem regelmäßig inspizieren, insbesondere nach extremen Witterungseinflüssen (Gewitter, Flut, Erdbeben, usw. sowie vor und nach der Saison).

Prüfen Sie Wägezelle und Montagezubehör auf Korrosionsschäden. Reinigung und Wartungsmaßnahmen (Lackierung und andere Schutzüberzüge) rechtzeitig erneuern.

Kritische Bereiche der Wägezelle wie Metallbälge, Verfußstellen usw. besonders achtsam behandeln. Diese Merkmale sind wichtig für Funktionsfähigkeit und Leistung des Produktes.

Materialanhäufungen in unmittelbarer Umgebung der Wägezelle und des Montagezubehörs vermeiden.

Verstopfungen von Abflüssen durch Laub und Material vermeiden.

Eine oder mehrere nicht mehr funktionierende Wägezellen nicht einfach abklemmen und neu abgleichen. Mechanische Beschädigung kann katastrophale Folgen haben.

### ABSCHLIESSEND

Wägezellen vorsichtig demontieren und mit einem Etikett mit eingehender Problembeschreibung einschicken.

Möglichst eine Kopie der Eichbescheinigung mitschicken.

Wägezellenkabel bitte nicht an der Kabeleinführung abschneiden. Wägezellen ohne Kabel können wir nicht prüfen.