

Intelligente Füllstandsensoren erleichtern den Anwendern die Inbetriebnahme und Wartung



19. Schüttgut-Tag

17./18. Juni 2010 Wiesbaden

Agenda

- Analyse der Messaufgabe
- Auswahl des geeigneten Messprinzips
- Auswahl des passenden Sensors
- Besonderheiten von Schüttgütern
- Intelligente Signalverarbeitung
- Abgleich der Sensoren
- Service und Wartung

19. Schüttgut-Tag

17./18. Juni 2010 Wiesbaden

Messaufgabe



- **Messwert**
 - Gewicht
 - Füllstand
- **Messbereich**
- **Messgenauigkeit**

19. Schüttgut-Tag

17./18. Juni 2010 Wiesbaden

VEGA Schüttgut-Tag

Behältertyp



- **Behältertyp**
 - Silo
 - Bunker/Halde
- **Behälterwerkstoff**
- **Behälterform**

19. Schüttgut-Tag 17./18. Juni 2010 Wiesbaden

VEGA Schüttgut-Tag

Einbaubedingungen



- **Montageort**
- **Montagevoraussetzungen**
- **Inbetriebnahme**

19. Schüttgut-Tag 17./18. Juni 2010 Wiesbaden

VEGA Schüttgut-Tag

Prozessbedingungen



- **Befüllung**
- **Entleerung**
- **Temperaturbereiche**
- **Druckbereiche**

19. Schüttgut-Tag 17./18. Juni 2010 Wiesbaden

VEGA Schüttgut-Tag

Produkteigenschaften



- Körnung
- Konsistenz
- Gewicht
- Feuchte
- Elektrische Eigenschaften

19. Schüttgut-Tag 17./18. Juni 2010 Wiesbaden

VEGA Schüttgut-Tag

Weitere Bedingungen



- Mechanische Kräfte
- Elektrische Einflüsse
- Produktablagerungen
- Sicherheitsanforderungen

19. Schüttgut-Tag 17./18. Juni 2010 Wiesbaden

VEGA Schüttgut-Tag

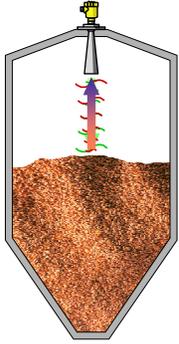
Messprinzipien zur kontinuierlichen Messung

- Elektromechanische Lotung
- Kapazitiv und Admittanz
- Geführte Mikrowelle
- Ultraschall
- Laser
- Freistrahlenendes Radar



19. Schüttgut-Tag 17./18. Juni 2010 Wiesbaden

VEGA Schüttgut-Tag

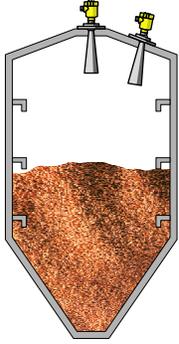


Füllstandmessung mit Radar

- Laufzeitmessung
- $v = 300.000 \text{ km/s}$
- Frequenz 26 GHz
- Verfahren
 - FMCW-Technik
 - Puls-Verfahren
- Sehr hoher Dynamikbereich

19. Schüttgut-Tag 17./18. Juni 2010 Wiesbaden

VEGA Schüttgut-Tag



Radar – Einflussgrößen

- Behälter
 - Montageöffnung
 - Material
 - Wandabstand
- Störreflexionen
 - Silowände
 - Behältereinbauten
 - Anhaftungen und Produktwechtern

19. Schüttgut-Tag 17./18. Juni 2010 Wiesbaden

VEGA Schüttgut-Tag



Radar – Einflussgrößen

- Dielektrizitätszahl
- Körnung des Produktes
- Feuchtegehalt des Produktes
- Pharma und Food
 - Anforderungen an Reinigung

19. Schüttgut-Tag 17./18. Juni 2010 Wiesbaden

VEGA Schüttgut-Tag

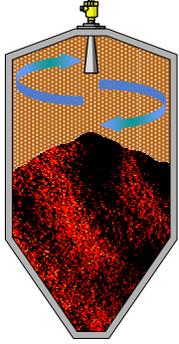


Radar – Einflussgrößen

- Schüttwinkel
- Anhaftungen
 - Spülluft
 - Antennenabdeckung

19. Schüttgut-Tag 17./18. Juni 2010 Wiesbaden

VEGA Schüttgut-Tag

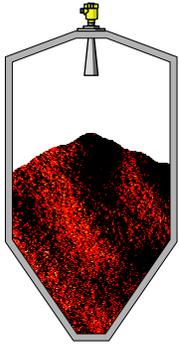


Radar – Vorteile

- Unempfindlich gegen
 - Productwechsel
 - Staubentwicklung
 - Luftbewegungen
 - Luftturbulenzen
 - Druck
 - Temperatur

19. Schüttgut-Tag 17./18. Juni 2010 Wiesbaden

VEGA Schüttgut-Tag



Radar – Vorteile

- Geringer Montageaufwand
- Einfache Inbetriebnahme

19. Schüttgut-Tag 17./18. Juni 2010 Wiesbaden

VEGA Schüttgut-Tag

Mikrowellenmodul – kleinste Signale sind meßbar



- Herzstück eines Radarsensors
- Sehr rauscharme Verstärker
- Signalaufbereitung
- Empfindlichkeit des Systems
 - Dynamik >110 dB

19. Schüttgut-Tag 17./18. Juni 2010 Wiesbaden

VEGA Schüttgut-Tag

Signalverarbeitung eines Radarsensors

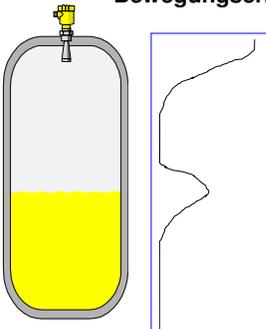


- Analyse der Echosignale
- Schnelle Mikroprozessoren
- Analyse verschiedener Reflexionssignale
- Betrachtung von Historiendaten

19. Schüttgut-Tag 17./18. Juni 2010 Wiesbaden

VEGA Schüttgut-Tag

Bewegungserkennung

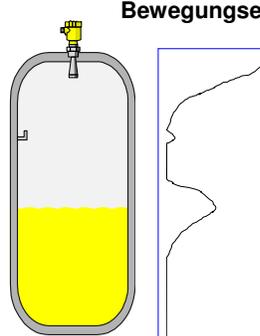


- **Bewegungserkennung**
 - Alle Echos werden bezüglich der Bewegung analysiert
- **Füllstandecho**
 - Änderung in Amplitude
 - Änderung in Distanz

19. Schüttgut-Tag 17./18. Juni 2010 Wiesbaden

VEGA Schüttgut-Tag

Bewegungserkennung



- Bewegungserkennung
- Füllstandecho
- Störsignale
- Messsicherheit steigt mit der Betriebsdauer

19. Schüttgut-Tag 17./18. Juni 2010 Wiesbaden

VEGA Schüttgut-Tag

Abgleich und Inbetriebnahme – die Herausforderung für den Anwender?

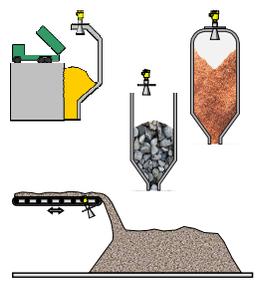


- Abgleich des Messbereichs
- Integrationszeit
- Unterdrückung von Vielfachechos
- Störspeicherung
- Anpassungen an die örtlichen Gegebenheiten
- Oft ist Spezialwissen in der Radartechnik notwendig

19. Schüttgut-Tag 17./18. Juni 2010 Wiesbaden

VEGA Schüttgut-Tag

Abgleich und Inbetriebnahme – Anwenderorientiert

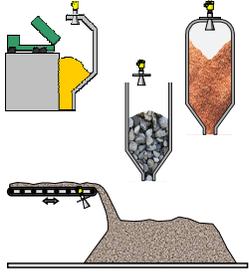


- Intelligente Software übernimmt die Parametrierung

19. Schüttgut-Tag 17./18. Juni 2010 Wiesbaden

VEGA Schüttgut-Tag

Abgleich und Inbetriebnahme – Anwenderorientiert



- **Beschreiben der Anwendung**
 - Medium
 - Anwendung
 - Behälterform
- **Anwendungsspezifische Einstellungen im Hintergrund durchgeführt**

19. Schüttgut-Tag 17./18. Juni 2010 Wiesbaden

VEGA Schüttgut-Tag

Beispiel: Silo



- Hohe, schlanke Form
- Befüll- und Abzugtrichter an der Füllgutoberfläche
- Evtl. Störreflexionen durch Schweißnähte
- Relativ langsame Füllstandänderung
- Evtl. Ablagerungen durch Staub am Antennensystem

19. Schüttgut-Tag 17./18. Juni 2010 Wiesbaden

VEGA Schüttgut-Tag

Beispiel: Halde

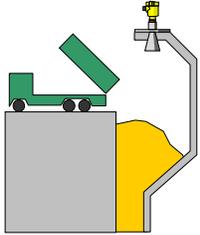
- **Kriterien einer typischen Haldenmessung**
 - Unterschiedliche Schüttlagen
 - Sehr schnelle Füllstandänderung durch Positionsänderung
 - Unterschiedliche Medien
 - Unterschiedliche Korngrößen
 - Störreflexionen durch Streben, Anhaftungen, ...



19. Schüttgut-Tag 17./18. Juni 2010 Wiesbaden

VEGA Schüttgut-Tag

Beispiel: Bunker mit LKW Befüllung



- Sehr schnelle Befüllung
- Evtl. Messung im Schüttstrom
- Störreflexionen durch Streben, Sicherheitsabsperrungen
- Starke Schüttwinkel

19. Schüttgut-Tag 17./18. Juni 2010 Wiesbaden

VEGA Schüttgut-Tag

Schüttgutarten – Übersicht



- Silo (hoch und schlank)
- Bunker (großvolumig)
- Bunker mit schneller Befüllung
- Halde
- Brecher

19. Schüttgut-Tag 17./18. Juni 2010 Wiesbaden

VEGA Schüttgut-Tag

Behälterform beeinflusst die Signale



- **Gerader Behälterboden**
 - Starkes Reflexionssignal bei leerem Behälter
- **Konische Behälterboden**
 - Kleines Reflexionssignal bei leerem Behälter
- Behälterhöhe

19. Schüttgut-Tag 17./18. Juni 2010 Wiesbaden

VEGA Schüttgut-Tag

Wartung und Diagnose – Asset-Management



- **Asset-Management-Funktionen**
 - Zur vorbeugenden Wartung
 - Statusmeldungen gemäß NE 107 bzw. VDI/VDE 2650
 - Detaillierte Diagnose
 - Digitale Übertragung über HART, Profibus ...

19. Schüttgut-Tag 17./18. Juni 2010 Wiesbaden

VEGA Schüttgut-Tag

Asset-Management – Vier Statusmeldungen

-  **Ausfall (rot)**
Funktionsstörung, Messwert ist ungültig
-  **Wartungsbedarf (blau)**
Messwert ist noch gültig, Gerät wird aber in absehbarer Zeit ausfallen (z. B. Anhaftungen)
-  **Funktionskontrolle (orange)**
Das Messsignal ist vorübergehend ungültig (z. B. während Simulation oder Parametrierung)
-  **Außerhalb der Spezifikation (gelb)**
Das Messsignal ist unsicher, da Gerätespezifikationen überschritten sind (z. B. Elektroniktemperatur)

19. Schüttgut-Tag 17./18. Juni 2010 Wiesbaden

VEGA Schüttgut-Tag

Wartung und Diagnose – Datenspeicher im Sensor

- **Ereignisspeicher mit Zeitstempel**

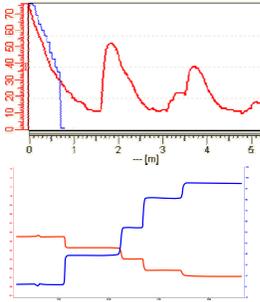
| Datum / Uhrzeit | Ereignistyp | Ereignisbeschreibung | Wert |
|-----------------|-------------------------|---------------------------|-----------|
| 09-07-18 13:48 | Kalibrierung | Werkskalibrierung | |
| 09-07-30 12:34 | Einschaltzeit | booten | |
| 09-07-30 12:58 | Parametrierung | Min-Abgleich | 4,62 m(d) |
| 09-07-30 12:59 | Parametrierung | Störsignalausblendung | 2,30 m(d) |
| 00-07-30 13:08 | Funktionskontrolle | Simulation Füllstand in % | ein |
| 09-07-30 13:15 | Funktionskontrolle | Simulation Füllstand in % | aus |
| 09-07-31 08:01 | Ausfall | Kein gültiger Messwert | ein |
| 09-07-31 09:12 | Außerhalb Spezifikation | Elektroniktemperatur | - |

- Bis zu 500 Ereignisse werden im Sensor gespeichert
- Änderung jedes Parameters
- Statusmeldungen (Asset-Management)

19. Schüttgut-Tag 17./18. Juni 2010 Wiesbaden

VEGA Schüttgut-Tag

Wartung und Diagnose – Datenspeicher im Sensor



- **Diagnosespeicher mit Zeitstempel**
 - Schleppezeigerfunktion
 - Echokurve
- **Messwertspeicher mit Zeitstempel**

19. Schüttgut-Tag 17./18. Juni 2010 Wiesbaden

VEGA Schüttgut-Tag

Beispiel Zementsilo



- **Siloabmessungen**
 - Höhe: 35 m
 - Durchmesser: 18 m
- **Bemerkungen**
 - Extreme Staubeentwicklung
 - Segmentierte Silos

19. Schüttgut-Tag 17./18. Juni 2010 Wiesbaden

VEGA Schüttgut-Tag



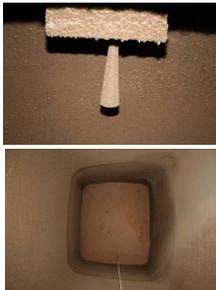
19. Schüttgut-Tag 17./18. Juni 2010 Wiesbaden

Beispiel Schüttguthalde Eisenerz



- Haldenhöhe bis 40 m
- Korngröße zwischen 1-100 mm
- Radarsensor an Abwurfstelle des Förderbands
- Messung dicht am Schüttstrom

Beispiel Futtermittel (Getreide)



- Siloabmessungen
 - Höhe: 38 m
 - Grundfläche: 2x2 m
- Bemerkungen
 - Extreme Staubeentwicklung
 - Segmentierte Silos
 - Montage in Unterflurkästen

Herzlichen Dank