

Dr.-Ing. Markus Heidl,
Wika

Auf dem Weg zur klimaneutralen Produktion zählt jedes Kilogramm CO₂-Ausstoß. Das Reduzieren von Kraftfahrzeugabgasen durch effizientere Logistikprozesse kann hier einen wesentlichen Beitrag leisten. Kraftmesstechnik mit Funksensoren und IIoT-Infrastruktur schafft die dazu notwendige Voraussetzung – sogar auf dem Weg der Nachrüstung.

Mit Kraftmesstechnik Logistikkosten und CO₂ sparen

Wie und wo Funksensoren plus IIoT-Lösung Lieferfahrten effizienter machen

Schüttgut wird weltweit in Silos gelagert. Über Deutschland allein verteilen sich schätzungsweise 500.000 dieser Behälter, in denen Zement, Kunststoffgranulate, Getreide, Futtermittel und anderes Gut zum jeweiligen Nutzen bereitgestellt ist. Täglich sind Flotten von Lkw mit Nachschub für die Silos unterwegs. Der Fahrzeugeinsatz ließe sich wesentlich verringern, würden die Depots intelligent befüllt. Doch das trifft aktuell nur für den kleinsten Teil zu.

Füllstandsüberwachung bei Silos

Die Mehrheit der Silos wird immer noch aufgrund eines vorab errechneten Bedarfs und nach festgelegten Intervallen angefahren. Ist der Verbrauch geringer ausgefallen als angenommen, kehrt ein Teil der Ladung wieder zum Lieferanten zurück. Die Fahrt – und damit der Energieverbrauch und der Schadstoffausstoß – war letztlich nicht notwendig. Obendrein muss die Retoure in manchen Fällen aufgrund

von Vorschriften noch entsorgt werden. In der Landwirtschaft kommt es darüber hinaus vielfach zu außerplanmäßigen Eillieferungen. Dabei handelt es sich um Touren, die einen zu spät erkannten Engpass beim Viehfutter abwenden müssen.

Würde das Niveau in den Silos online kontrolliert werden, ließe sich die gesamte Logistik rein bedarfsorientiert steuern. Die Betreiber erhalten einen kontinuierlichen Überblick über den Verlauf der Füllstände in den Silos, nicht nur Grenzwerte. Warnschwellen als zusätzliches Sicherheitsfeature machen rechtzeitig auf eine Nachfüllung aufmerksam. Verbrauchsprognosen, erstellt anhand der Daten aus dem Monitoring, erweitern den Spielraum zur Optimierung von Fahrtrouten und Ladekapazität. Der Einsatz der Lieferflotten wird somit effizienter und verursacht folglich weniger CO₂ in beträchtlichem Umfang. Hinzu kommt eine Verringerung der Kosten bei Unterhalt und Betrieb des Fuhrparks.

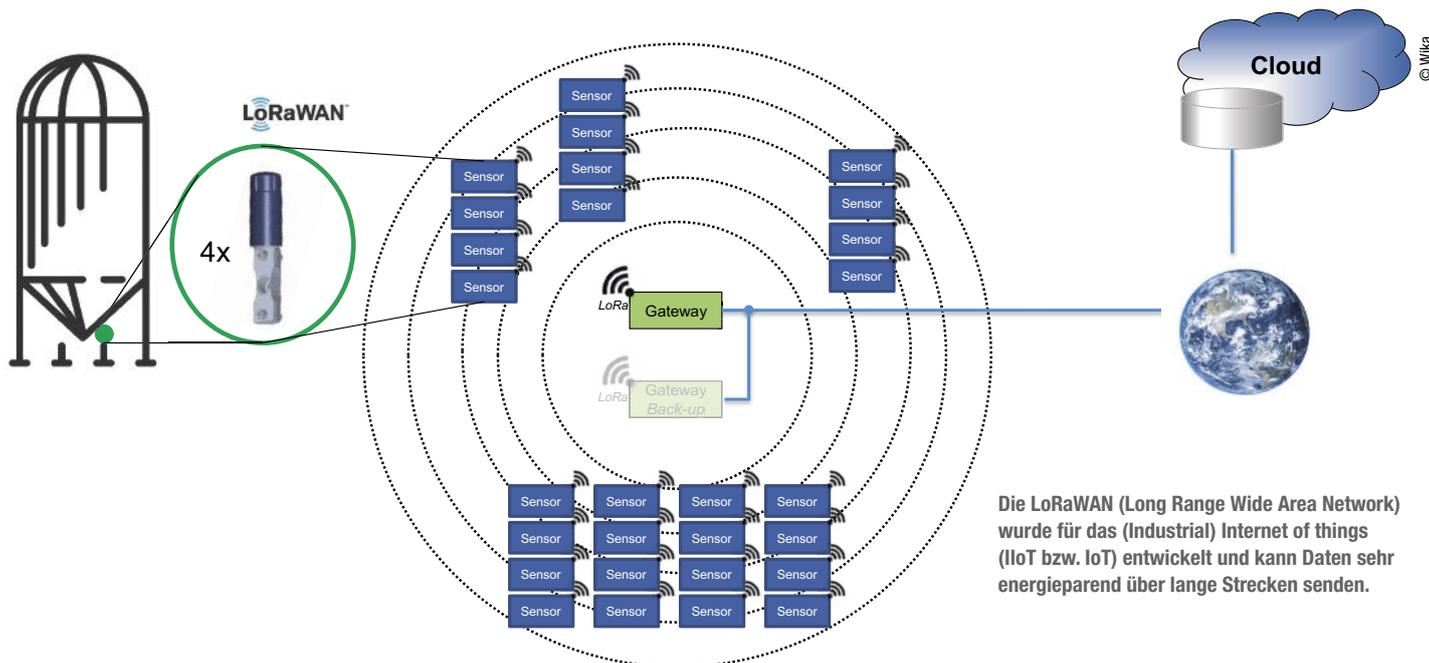
Vorteile der gravimetrischen Messmethode

Um den Füllstand in Silos zu erfassen, stehen den Betreibern mehrere Methoden zur Verfügung. Die gravimetrische Variante, also die Messung der durch das Gewicht erzeugten Kraft, hat dabei mehrere Vorteile: Sie arbeitet unabhängig von der Konsistenz des jeweiligen Schüttguts und dessen Verteilung im Silo. Die Messstelle befindet sich außerhalb des Behälters. Das Medium bleibt somit vom Messgerät unberührt und kann es umgekehrt auch nicht verunreinigen und in seiner Aufgabe beeinträchtigen.

Zum Erfassen der Gewichtseinwirkung dienen zwei Gerätearten, die beide ohne Kontakt mit dem Siloinhalt eine kontinuierliche Füllstandsmessung ermöglichen. Biege- oder Scherstäbe, die sich durch eine hohe Genauigkeit auszeichnen, müssen in die Füße der Silostützen eingebaut werden. Damit kommen sie in erster Linie nur für die Instrumentierung künftiger Silos in Frage.

Silo monitoring

IIoT bei Silos



Die LoRaWAN (Long Range Wide Area Network) wurde für das (Industrial) Internet of things (IIoT bzw. IIoT) entwickelt und kann Daten sehr energieparend über lange Strecken senden.

Mit Dehnungsaufnehmern hingegen lassen sich sowohl neue als auch bereits existierende Behälter ausstatten. Die Messgeräte sind einfach zu installieren: Sie werden an die Stützen der Silos geschraubt und sind aus diesem Grund zudem eine wirtschaftliche Lösung.

Messwerte in der Cloud

Zum Aufbau eines IIoT-basierten Monitoringsystems für Silobetreiber hat Wika einen Dehnungsaufnehmer mit Funkmodul entwickelt. Typ F98W übermittelt seine Messwerte über den LoRaWAN-Standard. Die Signale aller in das System eingebundenen Sensoren münden in ein Gateway mit Internetanbindung oder SIM-Card, je nach Infrastruktur. Von dort aus werden die gebündelten Informationen zur Auswertung und zur Visualisierung auf einem Dashboard in eine Cloud übertragen. Das System ist skalierbar. Die Betreiber können jederzeit weitere Silos ohne großen Aufwand eingliedern.

Ein vergleichbares Kontrollnetz ließe sich auch über eine Verkabelung knüpfen. Der technische Aufwand an den Silos selbst wäre jedoch ungleich höher. Zu den Sensoren und den Kabeln kämen noch Summierboxen, Verstärker und Sendeeinheiten hinzu. Entsprechend kostenträchtig wäre die Montage der Instrumentierung.

Die Dehnungsaufnehmer hingegen sind nach dem Anbringen auf den Stützen und dem Einrichten per App via Bluetooth sofort betriebsbereit, die Konfiguration erfolgt über die Cloud. Typ F98W wird mit vier Schrauben befestigt, um eine für die Messung optimale Auflage zu erzielen. Er erfasst Dehnungen bis 1.000 $\mu\epsilon$ (die internatio-

nal gebräuchliche Einheit Microepsilon entspricht der Angabe Mikrometer pro Meter = $\mu\text{m}/\text{m}$). Bei dem Gerät handelt es sich um einen mit Dehnungsmessstreifen beklebten Sensor, der die Dehnung in ein elektrisches Signal umwandelt (Wheatstone'sche Brückenschaltung).

Dehnungsaufnehmer mit einfacher Montage

Das Nachrüsten bestehender Silos mit dem Funkmessgerät erfolgt idealerweise, wenn die Behälter voll oder leer sind. Die Geräte lassen sich dann ausgehend vom Maximal- bzw. Minimalwert einrichten. Auf diese Weise ergibt sich eine Linearität des Signals mit einer Abweichung $\leq \pm 2\%$ Fnom. Zum Vergleich: Bei einer derartigen Anwendung liegt die geforderte Genauigkeit üblicherweise bei 5% Fnom. Die Dehnungsaufnehmer können selbstverständlich auch bei laufendem Silo-Betrieb angebracht werden. Sie messen dann zwar mit einer größeren Abweichung, liefern aber dennoch ein belastbares Ergebnis. Die Geräte können später per App nachjustiert werden.

Eine Instrumentierung mit einem Sensor pro Stütze sorgt dafür, dass sich Änderungen bei der Verteilung der Behälterladung nicht signifikant auf die Genauigkeit der Messung auswirken. Sollte es wider Erwarten zum Ausfall eines Dehnungsaufnehmers kommen, übermitteln die übrigen Geräte genügend Daten für eine aussagekräftige Information. Der Sensortausch braucht aus diesem Grund auch nicht ad hoc zu erfolgen. Er kann bei der nächsten regulären Fahrt zum Standort mit eingeplant werden. Das erhöht die Betriebseffizienz und verbessert die Ökobilanz. Für die Schadensreparatur sind

zudem keine Fachkräfte erforderlich: Der Betreiber oder der Nutzer des Silos kann das Ersatzgerät mit dem spezifischen Anziehdrehmoment selbst festschrauben und per App in Betrieb nehmen.

Fazit und Ausblick

Kraftmesstechnik mit Funksensoren für ein Online-Monitoring und IIoT-Infrastruktur leistet einen Beitrag, die CO₂-Emissionen des Fahrzeugverkehrs zu drosseln. Sie ermöglicht bei Schüttgut-Silos eine intelligente Befüllung, was effizientere und damit CO₂-ärmere Logistikprozesse zur Folge hat. Eine vergleichbare Lösung bietet sich auch zum Überwachen kritischer Punkte in der Topographie mittels Erdankern an. Sie könnte die noch immer verbreiteten Kontrollfahrten ersetzen. Hinzu kommt ein ökonomischer Aspekt: In beiden Fällen senken die Anwender neben dem CO₂-Ausstoß auch ihre Betriebskosten.

Der Autor

Dr.-Ing. Markus Heidl, Produktmanager Kraft, Wika

Diesen Beitrag können Sie auch in der Wiley Online Library als pdf lesen und abspeichern:

<https://dx.doi.org/10.1002/citp.202200622>

Kontakt

WIK A Alexander Wiegand SE & Co. KG, Klingenberg
Tel.: +49 9372 132-0 · www.wika.de