

Die Qual der Wahl bei der Inline-Konzentrationsmessung

Mit der richtigen Messtechnologie zu den besten Ergebnissen

Gleichbleibende Produktqualität, Einsparen von Rohstoffen, Maximieren von Produktionskapazitäten oder Personalknappheit – es gibt viele Gründe für den Trend der Automatisierung. Bei der Herstellung von Produkten und Zwischenprodukten setzt nahezu jede Branche auf automatisierte Lösungen zur Einhaltung der gesetzten Ziele und Vorgaben. Ein Teil dieser Lösungen ist die Prozessmesstechnik zur Konzentrationsbestimmungen von flüssigen Medien.

Insbesondere in den Industriezweigen Petro, Lebensmittel und Getränke, Metallbearbeitung und Chemie gibt es zahlreiche Anwendungen flüssiger Roh-, Zwischen- und Endprodukte, für welche eine hochgenaue und kontinuierliche Konzentrationsbestimmung direkt in der Leitung oder Tank unerlässlich ist. Eine sehr hohe Messgenauigkeit ist Grundvoraussetzung für die Berechnung von exakten Konzentrationswerten. Für die Berechnung dieser Werte werden Konzentrationsformeln benötigt. Diese können basierend auf den Roh-Messdaten (Dichte, Schallgeschwindigkeit, Brechungsindex, Leitfähigkeit etc.) entwickelt werden. Ein bestmögliches Messergebnis wird durch die Auswahl der am besten zum Produkt passenden Messgröße erzielt.

Denn, nicht jede Flüssigkeitszusammensetzung ist beispielsweise durch deren Dichte eindeutig bestimmbar. Hier kann die Wahl eines anderen physikalischen Parameters wie die Schallgeschwindigkeit oder des Brechungsindex zielführender sein. Hierbei ist darauf zu achten, welche Messgröße die größte Änderung bei Änderungen der Konzentration aufweist. Es muss eine signifikante Korrelation zwischen Konzentrationswerten und dem entsprechenden Messwert bestehen – die Messaufgabe muss beim Sensorlieferanten entwickelt werden. Besonders der Einfluss der Temperatur auf die physikalische Eigenschaft muss berücksichtigt werden.

Herzstück der Applikationsentwicklung ist die Erstellung mathematischer Modelle, mit denen gemessene physikalische Eigenschaften in die erforderlichen Prozessparameter wie Konzentration oder Dichte bei einer definierten Referenztemperatur umgewandelt werden können. Proben des Anwenders werden im Labormaßstab vermessen und dabei die tatsächlich im Prozess vorherrschenden Bedingungen wie Konzentrations- und Temperaturbereiche berücksichtigt. Von Vorteil ist es, wenn die Proben mit mehreren Messgeräten unterschiedlicher physikalischer Parameter beurteilt werden. So kann die geeignetste Messgröße und Sensor ausgewählt werden.

Im Folgenden wird anhand von zwei Beispielen deutlich, wie unterschiedlich gut einzelne Messgrößen zu einer Applikation passen.

Beispiel Elektrolytlösungen – Vergleich Leitfähigkeit und Dichte

Die Leitfähigkeitsmessung ist eine einfach anzuwendende Technik zur Bestimmung und Überwachung der Gesamtsalzkonzentration (Ionenkonzentration) in Elektrolytlösungen. Sie wird in vielen Bereichen der Industrie- und Umweltanalytik eingesetzt.

Der Zusammenhang zwischen Leitfähigkeit und Elektrolytkonzentration ist über einen gewissen Bereich linear, insbesondere bei Konzentrationen bis zu 10 %w/w. Bei höheren Konzentrationen treten nichtlineare Zusammenhänge auf, wobei die Leitfähigkeit mit steigender Konzentration wieder abnehmen kann. Wie in Abbildung 1 dargestellt, kann die Leitfähigkeitsmessung nur in kleinen Konzentrationsbereichen angewendet werden, da die Messwerte meist einen Umkehrpunkt zeigen. Daher kann ein gemessener Leitfähigkeitswert nicht immer eindeutig einer bestimmten Konzentration zugeordnet werden.

Die Qual der Wahl bei der Inline-Konzentrationsmessung

Mit der richtigen Messtechnologie zu den besten Ergebnissen

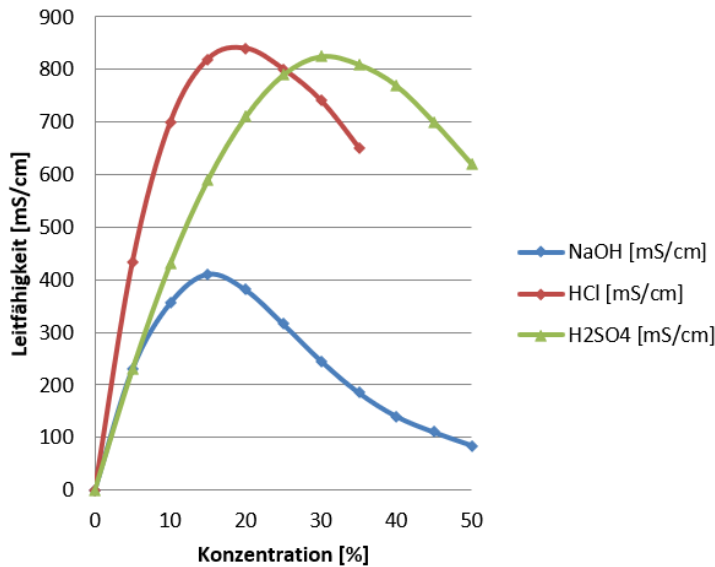


Abbildung 1: Leitfähigkeitsmessung von Elektrolytlösungen bei unterschiedlichen Konzentrationen

Die Dichte ist eine sehr wichtige physikalische Eigenschaft, die häufig zur Bestimmung der Konzentration von Lösungen verwendet wird. Im Gegensatz zur Leitfähigkeit erfüllt die Dichte die zuvor diskutierten Kriterien für die meisten Elektrolytlösungen. Abbildung 2 zeigt, wie sich die Dichte kontinuierlich in eine Richtung ändert, wenn die Konzentration variiert wird. Jeder Dichtemesspunkt ist eindeutig einer Konzentration zuordenbar. Dieses Verhalten macht die Dichte zu einem idealen Parameter für die Konzentrationsbestimmung von NaOH, H₂SO₄ und HCl in den dargestellten Bereichen.

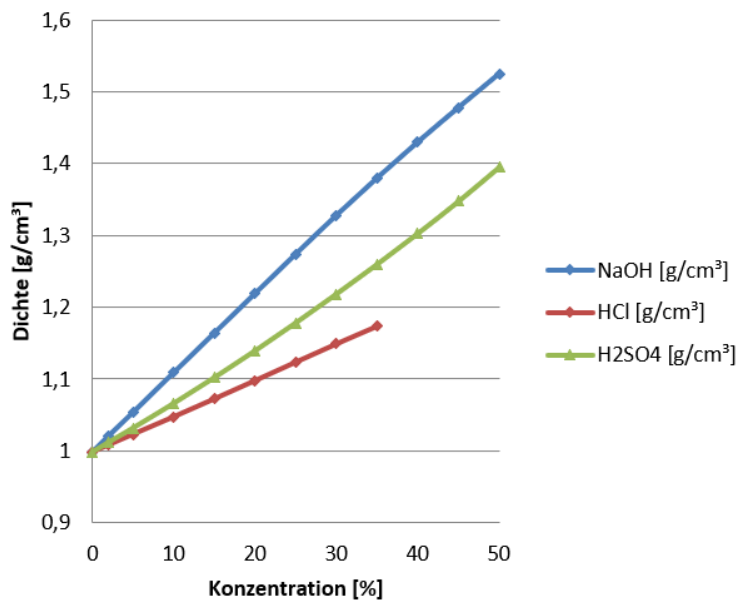


Abbildung 2: Dichtemessung von Elektrolytlösungen bei unterschiedlichen Konzentrationen

Die Qual der Wahl bei der Inline-Konzentrationsmessung

Mit der richtigen Messtechnologie zu den besten Ergebnissen

Beispiel Dimethylacetamid in Wasser – Vergleich von Dichte, Schallgeschwindigkeit und Brechungsindex

Dimethylacetamid, auch DMAC genannt, ist ein wassermischbares Lösungsmittel, das häufig in der chemischen Industrie bei der organischen Synthese verwendet wird.

Abbildung 3 zeigt die Änderung der Werte für Dichte, Schallgeschwindigkeit und Brechungsindex mit Konzentrationsänderungen. Wenn der Konzentrationsbereich von 0 % bis 70 % abgedeckt wird, kann die Schallgeschwindigkeit aufgrund des Umkehrpunktes bei einer Konzentration von ca. 50 % nicht verwendet werden. Die Dichte verändert sich konstant und ist relativ linear zur Konzentration, die Änderung der Dichte gemäß der Konzentrationsänderung ist jedoch niedrig. Deshalb würde eine auf der Dichte basierende Formel eine geringe Genauigkeit aufweisen. DMAC zeigt jedoch eine perfekte lineare Änderung des Brechungsindex in verschiedenen Konzentrationsbereichen.

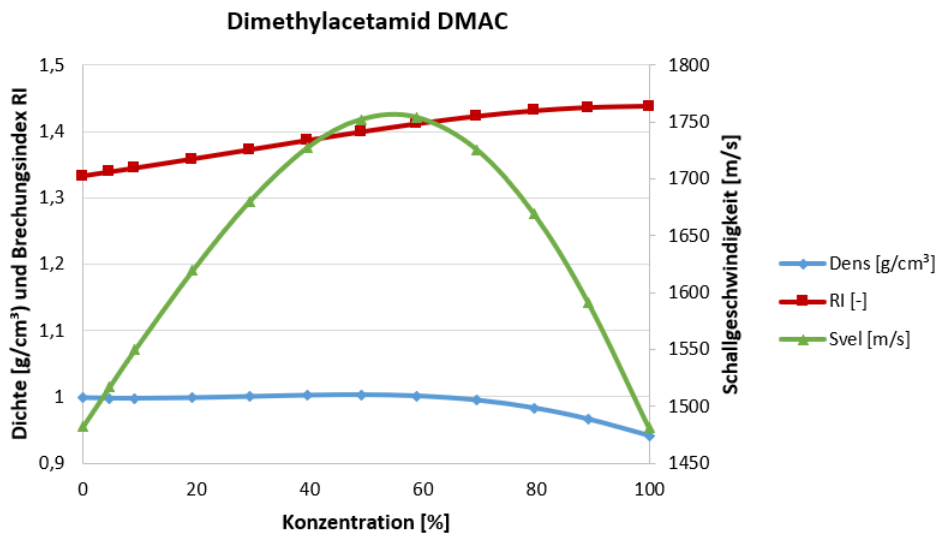


Abbildung 3: Dichte, Schallgeschwindigkeit und Brechungsindex bei einer Konzentration von 0 % bis 70 %

Die Beispiele zeigen auf, dass eine sorgfältige Auswahl des Messprinzips wichtig ist, um ein bestmögliches Messergebnis zu erzielen. Hier hilft es, wenn der Messtechnikanbieter mehrere Sensoren mit verschiedenen Messprinzipien im Produktportfolio besitzt und somit den tatsächlich am besten passenden Sensor auswählen kann.

Anton Paar bietet mit Dichte-, Schallgeschwindigkeits- und Brechungsindexsensoren drei unterschiedliche physikalische Messgrößen zur Bestimmung einer Flüssigkeitskonzentration.

Die **Dichte-Serie L-Dens** ist mehr als nur eine hochmoderne Messgerätserie – sie ist das Ergebnis von über 40 Jahren praktischer Erfahrung in der Prozessdichtemessung. Die L-Dens 7000-Serie vereint hohe Genauigkeit mit einem kompakten Design und ist damit die erste Wahl für präzise Dichte- und Konzentrationsmessungen. Dank des modularen Systems und der vielfältigen Integrationsmöglichkeiten lassen sich diese Messgeräte leicht in Messsysteme oder Produktionsanlagen integrieren.

Die Qual der Wahl bei der Inline-Konzentrationsmessung

Mit der richtigen Messtechnologie zu den besten Ergebnissen

Die **Schallgeschwindigkeits-Serie L-Sonic** ist speziell für Konzentrationsmessung, Phasenerkennung, Produktidentifikation und Qualitätskontrolle in der Chemie-, Erdöl-, Bergbau- und Stahlindustrie sowie für Brauereien und viele weitere Industrien geeignet. Durch das kompakte Design und robusten Bauweise sind die Sensoren bestes für den Einsatz im rauen Produktionsumfeld vorbereitet.

Die **Brechungsindex-Serie L-Rix** zeichnet sich durch langlebige und wartungsfreie Modelle aus, welche für Echtzeit-Konzentrationsmessungen und Produktionskontrolle von Roh-, Zwischen- und Endprodukten jeglicher Industrien eingesetzt werden können. Wie alle Anton Paar Sensoren können die Messwerte über verschiedenste Kommunikationsschnittstellen wie Analog/Digital (4 mA bis 20 mA), Modbus RTU, Modbus TCP, HART, Frequenz, PROFIBUS DP, PROFINET IO und EtherNet/IP an übergeordnete Prozessleitsysteme weitergegeben werden.



Abbildung 4: Anton Paar Sensoren-Serien - von oben nach unten - L-Sonic (Schallgeschwindigkeit), L-Dens (Dichte) und L-Rix (Brechungsindex)

Ob Dichte, Schallgeschwindigkeit oder Brechungsindex, Anton Paar ist das einzige Unternehmen, das Anwendern eine solche Auswahl an Methoden zur Konzentrationsmessung von Flüssigkeiten bietet. Dank einer breiten Produktpalette an Inline-Messtechnik und probenberührenden Materialien kann Anton Paar unterschiedlichste Kundenanforderungen bedienen. Die Prozesssensoren von Anton Paar gewährleisten den Anwendern gleichbleibende Produktqualität, optimieren den Rohstoffverbrauch und maximieren die Produktionskapazitäten.