

Chlor-Alkali- Elektrolyse

Inline-Analysenmesstechnik für

- Solereinigung
- Elektrolyse
- Chlorgas-Trocknung
- NaOH-
Aufkonzentrierung
- Salzsäure-Produktion

Qualität erhöhen, Ressourcen sparen: LiquiSonic®.
Mit hochwertiger, innovativer Sensortechnologie.
Robust, präzise, bedienerfreundlich.

LiquiSonic®

LiquiSonic® ist ein Inline-Analysesystem, das direkt im Prozess ohne Zeitverzug die Konzentration in einer Flüssigkeit bestimmt. Das Gerät basiert auf der hochpräzisen Messung der absoluten Schallgeschwindigkeit und Prozesstemperatur und erlaubt so die Berechnung und Überwachung von Konzentrationen.



Nutzen für den Anwender:

- optimale Anlagensteuerung durch Online-Information über den Prozesszustand
- maximaler Wirkungsgrad der Prozesse
- Erhöhung der Produktqualität
- Abbau aufwendiger Labormessungen
- Einsparung von Energie- und Materialkosten
- sofortige Erkennung von Einbrüchen in das Abwasser oder in die Prozessflüssigkeit
- reproduzierbare Messergebnisse

Die Verwendung modernster digitaler Signalverarbeitungstechnologien garantiert eine äußerst genaue sowie stör-sichere Messung der absoluten Schallgeschwindigkeit und Konzentration. Zusätzlich sichern integrierte Temperatursensoren, die ausgefeilte Sensorkonstruktion und ein in unzähligen Messreihen und vielen Anwendungen gewachsenes Know-how eine hohe Zuverlässigkeit des Systems mit langer Laufzeit.

Vorteile des Messverfahrens:

- absolute Schallgeschwindigkeit als eindeutige und rückführbare physikalische Größe
- unabhängig von Farbe, Leitfähigkeit und Transparenz der Prozessflüssigkeit
- Einbau direkt in Rohrleitungen und Behälter
- robuste Sensorkonstruktion in komplett metallischer Ausführung ohne Dichtungen oder bewegliche Teile
- wartungsfrei
- Korrosionsbeständigkeit durch Verwendung von Sondermaterialien
- Einsatz bei Temperaturen bis 200 °C
- hohe, driftfreie Messgenauigkeit auch bei hohem Gasblasenanteil
- Anschluss von bis zu vier Sensoren pro Controller
- Weiterleitung der Messergebnisse über Feldbus (Profibus DP, Modbus), analoge Ausgänge, serielle Schnittstelle oder Ethernet

Inline-Prozessanalyse

Inhalt

LiquiSonic®	2
Inline-Prozessanalyse	3
Prozess	4
Einleitung	4
Lösestation & Solereinigung	5
Elektrolyse	6
Aufbereitung der Endprodukte	7
Natronlauge-Aufkonzentrierung	7
Chlorgas-Trocknung	7
Salzsäure-Produktion	8
LiquiSonic® System	10
Messprinzip	11
Sensor	12
Controller	12
Technische Spezifikationen	13
Qualität und Service	14
SensoTech	15

Prozess

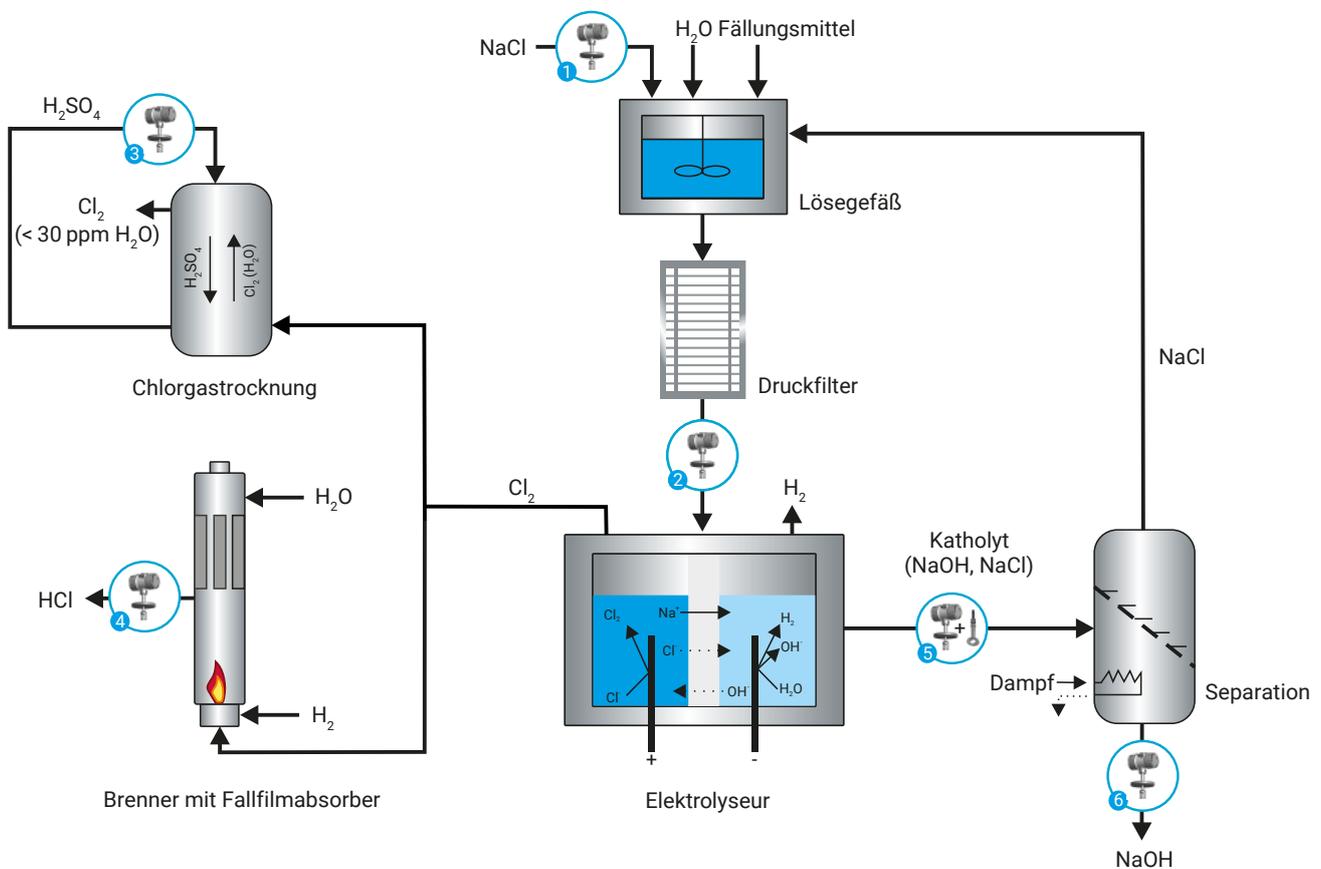
Einleitung

Die Chlor-Alkali-Elektrolyse ist ein wichtiges Verfahren der chemischen Industrie. Dabei werden die Grundstoffe Chlor, Wasserstoff, Salzsäure und Natronlauge aus Natriumchlorid erzeugt. Es gibt drei Herstellungsverfahren: das Diaphragma-, Membran- und Amalgamverfahren.

Die LiquiSonic® Messtechnik lässt sich vorteilhaft in die verschiedenen Prozessstufen der drei Verfahren einsetzen.

Der Kundennutzen besteht vorrangig in der Reduzierung des Rohstoff- und Energieverbrauchs sowie in der Erhöhung der Ausbeute.

In der nachfolgenden Grafik sind die typischen Prozesse und LiquiSonic® Anwendungen in der Chlor-Alkali-Elektrolyse am Beispiel des Diaphragmaverfahrens dargestellt.



Messtelle	Einbaupunkt	Messaufgabe
1 2	Transportleitung	Überwachung der angelieferten Sole auf die vereinbarte Lieferkonzentration, Überwachung der Lösestation auf maximale Salzsättigung
3	Transportleitung	Ermittlung der Schwefelsäurekonzentration während der Chlorgas-Trocknung, um zu starke Verdünnung zu vermeiden
4	Transportleitung	Bestimmung der gewünschten Endkonzentration von HCl
5	Transportleitung	Maximierung des Wirkungsgrades des Elektrolyseurs durch die Bestimmung der Konzentration des Katholyten
6	Transportleitung	Bestimmung der gewünschten Endkonzentration von NaOH

LiquiSonic® Messstellen in den Prozessen des Diaphragmaverfahrens der Chlor-Alkali-Elektrolyse

Lösestation & Solereinigung

Das Ausgangsprodukt Natriumchlorid (NaCl) wird entweder durch Eindampfen von Meerwasser, bergmännischem Abbau oder Aussolen von Salzlagerstätten (Kavernen) gewonnen. Die Rohsole enthält Verunreinigungen und Kalzium- oder Magnesiumsalze, die während der Elektrolyse die feinen Poren des Diaphragmas bzw. der Membran verstopfen und somit deren Lebensdauer deutlich mindern können. Aus diesem Grund fällt man diese Verunreinigungen in Rührwerksbehältern (Lösegefäße) durch Zugabe von Natronlauge (NaOH) aus. Nach der Fällung werden die Verunreinigungen mit Hilfe eines Druckfilters abgetrennt.

Die Reinheit der Solekonzentration ist für die nachfolgende Elektrolyse von besonderer Bedeutung. Das LiquiSonic® Messsystem gewährleistet zu jedem Zeitpunkt eine hochpräzise Bestimmung der Solekonzentration.

Der Einbau erfolgt in der Lösestation bei Verwendung bergmännisch abgebauter Salze oder an der Übergabestelle vom Solelieferanten bei Kavernenförderung.

Ihre Vorteile:

- Vermeidung von Qualitätseinbrüchen in der Solereinigung
- Erhöhung der Membranlebensdauer
- Wareneingangskontrolle (bei Kavernenförderung)
- Reduzierung des Wasser- bzw. Dampfverbrauchs (beim Lösen des Salzes)
- Reduzierung der elektrischen Energie



LiquiSonic® optimiert die Lebensdauer der Membranen in der Elektrolyse

Elektrolyse

Mit Hilfe von elektrischem Strom wird das Salz (NaCl) in Chlor (Cl_2), Natronlauge (NaOH) und Wasserstoff (H_2) zerlegt. Dazu werden hauptsächlich zwei Verfahren angewandt: das Diaphragma- und das Membranverfahren.

Bei beiden Verfahren findet dieselbe elektrochemische Reaktion statt: Das NaCl fließt in den Anodenraum der Zelle, wo sich Cl_2 als Chlorgas abscheidet. Anschließend gelangt die Lösung weiter in den Kathodenraum, wo sich H_2 und NaOH bilden.

Der wesentliche Unterschied beider Verfahren liegt in der technischen Umsetzung der Trennung von Anoden- und Kathodenraum, welche für die Reinheit und Konzentration der gebildeten Natronlauge entscheidend ist.

Die Membran und das Diaphragma stellen innerhalb beider Verfahren einen hohen Kostenfaktor dar. Die LiquiSonic® Messtechnik wird zur präzisen Konzentrationsbestimmung des Katholyten eingesetzt, um eventuelle Ineffizienzen des

Elektrolyseurs zu identifizieren und diesen entgegenzuwirken. So kann eine optimale Lebensdauer der Membran gewährleistet werden.

Je nach eingesetztem Verfahren handelt es sich beim Katholyten um eine NaOH-Lösung (Membranverfahren) oder um eine NaOH-NaCl-Lösung (Diaphragmaverfahren). Die Konzentrationsmessung des 3-Komponenten-Gemischs wird dabei durch den Einsatz eines LiquiSonic® 40 Messsystems realisiert, bei dem der Ultraschall- mit einem Leitfähigkeitssensor kombiniert wird.

Ihre Vorteile:

- Maximierung des Wirkungsgrads des Elektrolyseurs durch kontinuierliche Erfassung der Konzentrationen im Prozess
- Energieeinsparungen und Verbrauchsoptimierung
- Reduzierung aufwändiger Vergleichsanalysen
- Erhöhung der Lebensdauer der Membran



LiquiSonic® macht aufwändige Probenahmen überflüssig

Aufbereitung der Endprodukte

Natronlauge-Aufkonzentrierung

Verkaufsfähige Natronlauge (NaOH) hat meist eine Konzentration zwischen 45m% und 50m%. Da die aus den Elektrolysezellen abgenommene NaOH nur einen Konzentrationsbereich zwischen 12m% und 33m% aufweist, wird sie in Mehrkörperverdampfern aufkonzentriert.

Ist neben NaOH auch NaCl in der Lösung enthalten (Diaphragmaverfahren), fällt das überschüssige Salz in der Lauge beim Eindampfen kristallin im Verdampfer aus. So wird eine NaOH-Konzentration zwischen 45m% und 50m% erreicht.

Die LiquiSonic® Messtechnik bestimmt kontinuierlich zu jedem Zeitpunkt die Konzentration der Lauge nach dem Verdampfer. Eine sich anschließende Verdünnung der Natronlauge auf eine kundenspezifische Produktkonzentration kann ebenso überwacht werden.

Ihre Vorteile:

- kontinuierliche Konzentrationsüberwachung der Natronlauge
- Reduzierung der Energiekosten bei der Verdampfung

Salzsäure-Produktion

Das an der Anode des Elektrolyseurs entstandene Chlorgas und der zugeführte Wasserstoff bilden die Ausgangsstoffe für die Synthese der Salzsäure. Dazu werden beide Gase in einen Brenner geleitet und reagieren dort zu Chlorwasserstoff. Im Anschluss strömt das gebildete HCl-Gas von der Brennkammer in den integrierten isothermen Fallfilmabsorber. Hier wird das Gas mit Hilfe von Wasser oder Schwachsäure absorbiert, wobei sich konzentrierte Salzsäure (37m% HCl) bildet.

Mit Hilfe der LiquiSonic® Messtechnik erfolgt eine kontinuierliche Überprüfung der Salzsäurekonzentration. Dies ermöglicht, Abweichungen von der Zielkonzentration zu erkennen und entsprechend zu reagieren.

Ihre Vorteile:

- kontinuierliche Konzentrationsüberwachung der Salzsäure (20-40m% HCl)
- Gewährleistung einer hochgenauen Zielkonzentration



Absorptionstürme

Chlorgas-Trocknung

Das im Anodenbereich des Elektrolyseurs entstandene Chlorgas muss vor der Weiterverwendung von seinen Wasseranteilen befreit werden, da dessen Korrosivität bei einem Feuchtegehalt über 30ppm steigt. Für die Trocknung wird das Chlorgas in Absorptionstürme geleitet, in denen der Wasseranteil im Chlorgas durch hochkonzentrierte Schwefelsäure (80-99m% H_2SO_4) absorbiert wird.

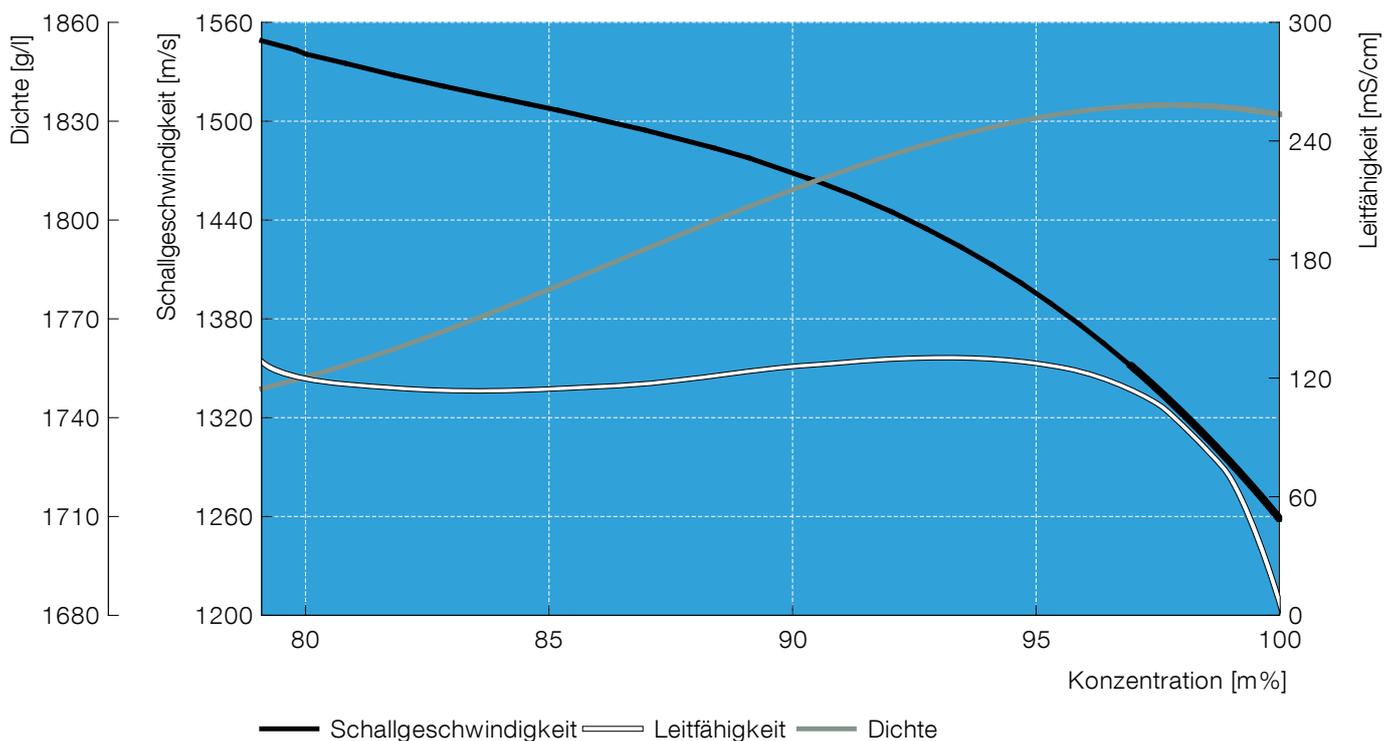
Die Effektivität dieses Trocknungsprozesses beeinflusst maßgeblich die Produktivität und Qualität des Gases. Daher ist die zuverlässige Messung der H_2SO_4 -Konzentration wichtig. Das Messsystem LiquiSonic® ermöglicht im Vergleich zur Leitfähigkeits- und Dichtemessung eine kontinuierliche und sichere Überwachung der H_2SO_4 -Konzentration.

Ihre Vorteile:

- Wegfall aufwändiger Probenahmen
- kontinuierliche Überwachung der H_2SO_4 -Konzentration
- eindeutiges Signal zur Konzentrationsbestimmung von H_2SO_4 zwischen 80m% und 100m%
- Korrosionsvermeidung durch effektive Trocknung



Vorteil der Schallgeschwindigkeitsmessung gegenüber der Leitfähigkeit und Dichte in Schwefelsäure







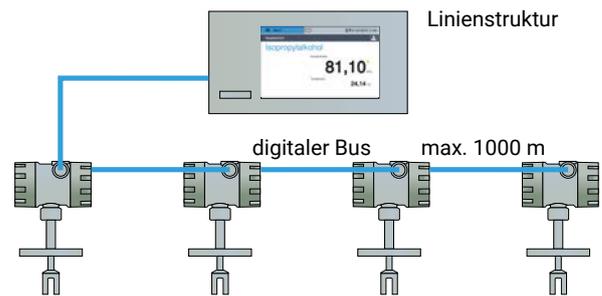
LiquiSonic® System

LiquiSonic® ist in drei Systemvarianten erhältlich:
LiquiSonic® 20, LiquiSonic® 30 und LiquiSonic® 40.

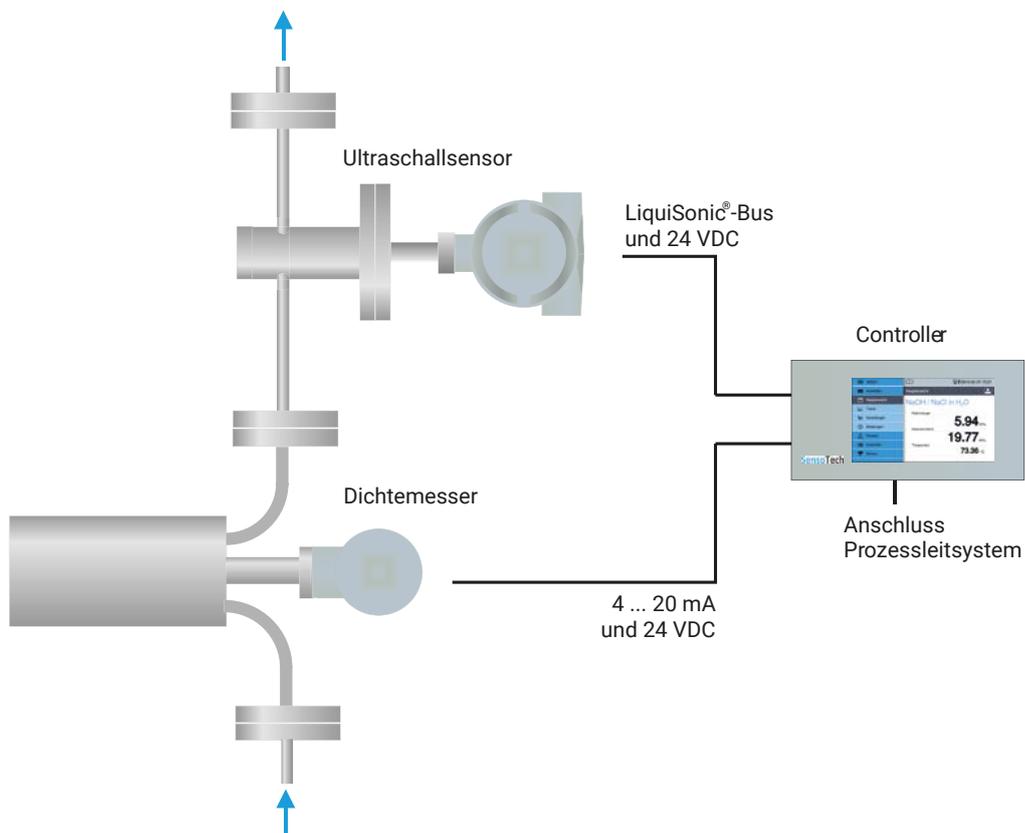
LiquiSonic® 30 ist ein hochleistungsfähiges System, das aus einem Controller mit Anschluss von bis zu vier Sensoren besteht. Die Sensoren können an unterschiedlichen Messstellen eingesetzt werden.

LiquiSonic® 20 ist eine Variante mit reduziertem Funktionsumfang und Anschluss von einem Sensor.

LiquiSonic® 40 ermöglicht die simultane Bestimmung von zwei Konzentrationen in einem Gemisch. Dazu wird eine zweite physikalische Messgröße, mit der Schallgeschwindigkeit kombiniert. In Prozessen der Chlor-Alkali-Elektrolyse enthält das LiquiSonic® 40 System meist einen Leitfähigkeitssensor als zweite physikalische Größe.



Controller mit Anschluss von maximal vier Sensoren



LiquiSonic® 40 Messstelle

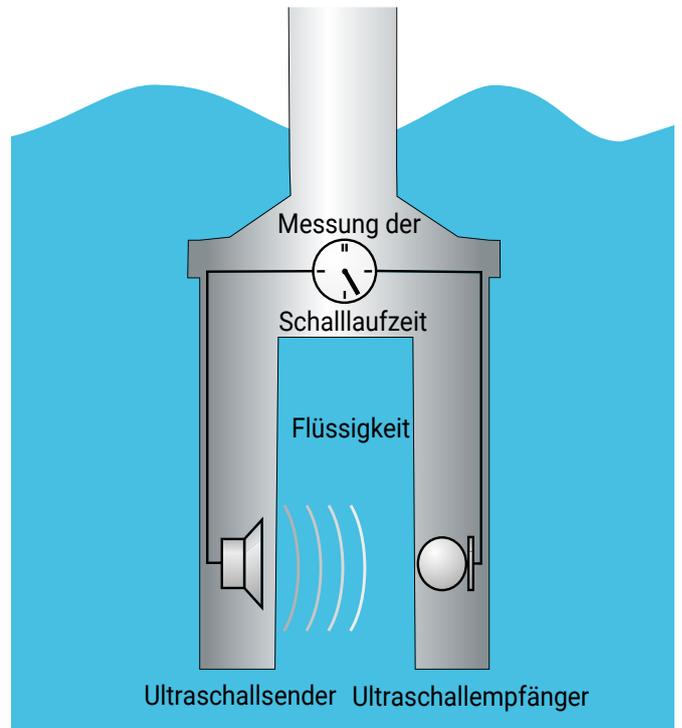
Messprinzip

Die LiquiSonic® Messtechnik analysiert Flüssigkeitsparameter wie die Konzentration oder Dichte, detektiert Phasenübergänge und dient der Reaktionsverfolgung.

Das Messprinzip basiert auf der Bestimmung der Schallgeschwindigkeit in Flüssigkeiten. Der Abstand (d) zwischen dem Ultraschallsender und -empfänger ist konstruktionsbedingt konstant, so dass die Schallgeschwindigkeit (v) durch Messung der Laufzeit (t) berechnet werden kann ($v = d/t$).

Da die Schallgeschwindigkeit von der Stoffkonzentration abhängig ist, besteht ein funktionaler Zusammenhang, durch den die Konzentration berechnet werden kann.

Die Schallgeschwindigkeitsmessung ist unabhängig von der Transparenz der Flüssigkeit und überzeugt durch hohe Messgenauigkeit, Reproduzierbarkeit und Stabilität. Zusätzlich zur Schallgeschwindigkeitsmessung ist im LiquiSonic® Sensor eine hochpräzise und schnelle Temperaturmessung zur Temperaturkompensation integriert. Für viele Applikationen bietet diese große Vorteile gegenüber konventionellen Messverfahren.



Messprinzip der LiquiSonic® Sensoren



Sensor

Der LiquiSonic® Sensor misst kontinuierlich sowohl die Konzentration als auch die Temperatur im vordefinierten Bereich. Die Prozessdaten werden im Sekundentakt aktualisiert.

Die flüssigkeitsberührende Sensorkomponente ist aus Edelstahl oder korrosionsbeständigem Material wie Hastelloy C-2000 gefertigt oder mit Halar oder PFA beschichtet.

Die robuste und vollständig gekapselte Konstruktion benötigt weder Dichtungen noch „Fenster“ zum Prozess, so dass der Sensor wartungsfrei arbeitet.

Verschiedene im Sensor integrierte Zusatzfunktionen wie der Durchflusswächter (Flow/Stop) oder die Nass-Trocken-Überwachung (volle/leere Rohrleitung) ergänzen die Prozesskontrolle.

Die spezielle LiquiSonic® Hochleistungs-Technologie gewährleistet stabile Messergebnisse selbst bei Gasblasen oder starker Signaldämpfung durch die Prozessflüssigkeit.



Tauchsensor 40-14

Controller

Der Controller verwaltet die Messdaten und übernimmt die Visualisierung. Die Bedienung erfolgt über das hochauflösende Touchdisplay. Durch die sichere Netzwerkimtegration inklusive Webserver kann der Controller alternativ über Browser mit einem PC oder Tablet bedient werden.

Die Messdaten können über mehrere frei skalierbare analoge oder Relais-Ausgänge sowie über verschiedene Feldbus-schnittstellen an Steuerungen, Leitsysteme oder PCs übertragen werden.

Es ist möglich, benutzerdefinierte Grenzwerte festzulegen, um den Prozess gezielt zu überwachen. Bewegen sich die Messwerte außerhalb des Grenzbereiches, wird sofort ein Signal gesendet, um rechtzeitig gegenzusteuern.

Im umfangreichen Datenlogbuch werden die Messwerte gespeichert. Es stehen 2GB für Prozessinformationen und 32 (optional 99) Produktdatensätze für verschiedene Prozessflüssigkeiten zur Verfügung. Zur Verarbeitung am PC können diese über Netzwerk oder USB-Schnittstelle ausgelesen werden. Darüber hinaus lassen sich Prozessprotokolle für Dokumentationszwecke leicht erstellen. Ergänzend ist im Controller ein Ereignislogbuch integriert. Darin werden Ereignisse wie ein manueller Produktwechsel, Konfigurationsänderungen oder Warn- und Statusmeldungen dokumentiert.

Zubehörkomponenten:

- Feldbus
- UMTS-Router
- Netzwerkimtegration & Webserver
- 19"-Gehäuse 3HE für z.B. Schaltschrankbau (eloxiertes Aluminium)
- Wandgehäuse (Kunststoff oder Edelstahl)



Controller integriert im Kunststoff-Wandgehäuse

Technische Spezifikationen

Controllertyp	Controller 20 Controller 30 Controller 40
Sensortyp	Tauchsensor
Sensormaterial	H ₂ SO ₄ : Hastelloy C-2000 NaOH: Edelstahl HCl: Halar NaCl: Hastelloy C-2000/Titan NaOH/NaCl: Hastelloy C-2000/Titan & PFA-beschichteter Leitfähigkeitssensor
Sensurlänge	kundenspezifisch
minimale Prozesstemperatur	-20°C (-5°F)
maximale Prozesstemperatur	120°C (250°F) optional 200°C (390°F)
maximaler Prozessdruck	250 bar (3626 psi)
Prozessanschluss	DIN ANSI weitere auf Anfrage
Schnittstelle	analoge Ausgänge: 4x4-20 mA Modbus RTU Profibus DP digitale Ausgänge: 6xRelais
Konzentrationsbereich	H ₂ SO ₄ : 80-100 m% NaOH vor dem Verdampfer: 25-35 m% NaOH nach dem Verdampfer: 45-55 m% HCl: 25-37 m% NaCl: 15-27 m% NaOH/NaCl: 0-15 m% NaOH und 0-25 m% NaCl
Ex-Zertifizierung	ATEX IECEX FM
Schutzart	IP65 IP67 IP68 NEMA 4X
Umgebungstemperaturbereich	-20°C bis 60°C (-5°F bis 140°F)
Messgenauigkeit	Schallgeschwindigkeit: bis zu ±0,1m/s Konzentration: bis zu ±0,05 m%



Qualität und Service

Begeisterung für technologischen Fortschritt ist unsere treibende Kraft, den Markt von morgen mitzugestalten. Dabei stehen Sie, unsere Kunden, im Mittelpunkt. Ihnen gegenüber fühlen wir uns zu Höchstleistung verpflichtet.

In enger Zusammenarbeit mit Ihnen gehen wir den Weg der Innovation – indem wir die passende Antwort auf Ihre anspruchsvolle Messaufgabe entwickeln oder individuelle Systemanpassungen durchführen. Die steigende Komplexität der applikationsspezifischen Anforderungen macht dabei ein umfassendes Verständnis für Zusammenhänge und Wechselwirkungen unerlässlich.

Kreative Forschung ist eine weitere, tragende Säule unseres Unternehmens. So leisten die Spezialisten unseres Forschungs- und Entwicklungsteams Wertvolles zur Optimierung von Produkteigenschaften – wie die Erprobung neuartiger Sensordesigns und Materialien oder die durchdachte Funktionalität von Elektronik, Hard- und Softwarekomponenten.

Unser SensoTech-Qualitätsmanagement akzeptiert auch in der Produktion nur Bestleistungen. Seit 1995 sind wir nach ISO 9001 zertifiziert. Alle Gerätekomponenten durchlaufen in den verschiedenen Fertigungsstufen vielfältige Prüfprozeduren; die Systeme werden bereits in unserem Hause einer Burnin-Prozedur unterzogen. Unsere Maxime: höchste Funktionalität, Belastbarkeit und Sicherheit.

All dies ist nur möglich durch den Einsatz und das ausgeprägte Qualitätsbewusstsein unserer Mitarbeiter. Ihrem ausgezeichneten Fachwissen und ihrer Motivation verdanken wir unseren Erfolg. Zusammen, mit Leidenschaft und Überzeugung, arbeiten wir mit Exzellenz, die ihresgleichen sucht.

Wir pflegen die Beziehungen zu unseren Kunden. Sie gründen auf Partnerschaft und gewachsenem Vertrauen.

Da unsere Geräte wartungsfrei arbeiten, können wir uns in puncto Service ganz auf Ihre Anliegen konzentrieren und Sie aktiv durch professionelle Beratung, komfortable Inhouse-Installation sowie Kundens Schulungen unterstützen.

In der Konzeptionsphase analysieren wir Ihre Situationsbedingungen direkt vor Ort und führen gegebenenfalls Testmessungen durch. Unsere Messgeräte sind in der Lage, auch unter ungünstigen Konditionen höchste Genauigkeit und Zuverlässigkeit zu erzielen. Auch nach der Installation: Wir sind für Sie da, unsere Reaktionszeiten sind kurz – dank spezifisch auf Sie abgestimmter Fernzugriffsoptionen.

Im Zuge unserer internationalen Kooperationen bilden wir ein global vernetztes Team für unsere Kunden, das optimale Beratung und Service länderübergreifend sicherstellt.

Wir legen deshalb Wert auf effektives Wissens- und Qualitätsmanagement. Unsere zahlreichen internationalen Vertretungen in allen wichtigen geografischen Märkten der Welt können auf das Expertenwissen innerhalb des Unternehmens zurückgreifen und aktualisieren kontinuierlich, in applikations- und praxisbezogenen Weiterbildungsprogrammen, ihre Kompetenz.

Die Nähe zum Kunden, rund um den Globus: neben der umfassenden Branchenerfahrung, ein Schlüsselfaktor für unsere erfolgreiche Präsenz weltweit.



Wenn es um Flüssigkeiten geht, setzen wir Maßstäbe.
Mit innovativer Sensortechnologie.
Robust, präzise, bedienerfreundlich.

SensoTech

SensoTech ist der Spezialist für die Analyse und Optimierung verfahrenstechnischer Prozesse in Flüssigkeiten. Seit der Gründung 1990 haben wir uns zum führenden Unternehmen für Messgeräte zur Inline-Bestimmung von Konzentrationen in Flüssigkeiten entwickelt. Unsere Analysensysteme bestimmen den Trend – weltweit.

Innovatives Engineering made in Germany, dessen Prinzip die Messung der absoluten Schallgeschwindigkeit im laufenden Prozess ist. Eine Methode, die wir zu einer höchst präzisen und außergewöhnlich bedienerfreundlichen Sensortechnologie perfektioniert haben.

Typische Anwendungen neben der Konzentrations- und Dichtemessung sind die Phasendetektion oder die Verfolgung von komplexen Reaktionen wie Polymerisation und Kristallisation. Unsere LiquiSonic® Mess- und Analysensysteme sorgen für optimale Produktqualität, für höchste Anlagensicherheit oder senken durch effizientes Ressourcenmanagement die Kosten in den unterschiedlichsten Branchen, wie chemische und pharmazeutische Industrie, Stahlindustrie, Lebensmitteltechnologie, Maschinen- und Anlagenbau, Fahrzeugtechnik und weiteren.

Wir wollen, dass Sie die Potenziale Ihrer Produktionsanlagen zu jedem Zeitpunkt voll ausschöpfen. Systeme von SensoTech liefern hochgenaue Messergebnisse auch unter schwierigen Prozessbedingungen, exakt und reproduzierbar. Und dies Inline und ohne sicherheitskritische Probenentnahmen, sofort verfügbar für Ihr Automatisierungssystem. Alle Systemparameter lassen sich außerdem mit leistungsstarken Konfigurationstools anpassen, damit Sie sofort und unkompliziert auf Veränderungen reagieren können.

Wir bieten damit exzellente, ausgereifte Technologie zur Verbesserung Ihrer Herstellungsprozesse und sind Partner für anspruchsvolle, oft ungeahnte Lösungsansätze in Ihrer Branche, für Ihre Anwendungen – seien sie noch so spezifisch. Wenn es um Flüssigkeiten geht, setzen wir die Maßstäbe.





SensoTech GmbH
Steinfeldstraße 1
39179 Magdeburg-Barleben
Deutschland
+49 39203 281 100
info@sensotech.com
www.sensotech.com

SensoTech Inc.
69 Montgomery Street, Unit 13218
Jersey City, NJ 07303
USA
+1 973 832 4575
sales-usa@sensotech.com
www.sensotech.com

SensoTech (Shanghai) Co., Ltd.
Room 609, Bldg.1, No.778, Jinji Road.
Pilot Free Trade Zone, 201206 Shanghai
China
+86 21 6485 5861
sales-china@sensotech.com
www.sensotechchina.com



LSM231_00_06