

JUMO



Messung von Wasserstoffperoxid/ Peressigsäure



Dr. Jürgen Schleicher

Messung von Wasserstoffperoxid/Peressigsäure

Dr. rer. nat. Dipl.-Chem. (Univ.) Jürgen Schleicher

Bemerkung

Diese Broschüre wurde nach bestem Wissen und Gewissen erstellt. Für mögliche Irrtümer übernehmen wir keine Gewähr. Maßgebend sind in jedem Fall die Betriebsanleitungen zu den entsprechenden Geräten.

Vorwort

Unser Ziel ist, die „Messung von Wasserstoffperoxid/Peressigsäure“ stets auf dem neuesten Stand zu halten. Im Zweifelsfall konsultieren Sie bitte die aktuellen gesetzlichen Vorschriften und betreffenden Normen. Unsere Leser sind zu einem regen Erfahrungs- und Wissensaustausch aufgerufen. Gerne nehmen wir Ihre Anregungen und Diskussionsbeiträge auf.

Fulda, im April 2012

Dr. rer. nat. Dipl.-Chem. (Univ.) Jürgen Schleicher



JUMO GmbH & Co. KG

Moritz-Juchheim-Straße 1

36039 Fulda, Germany

Telefon: +49 661 6003-714

Telefax: +49 661 6003-605

E-Mail: analysenmesstechnik@jumo.net

Internet: www.jumo.net

Nachdruck mit Quellennachweis gestattet!

Teilenummer: 00420695

Buchnummer: FAS 628

Druckdatum: 2012-04

1	Einleitung	7
1.1	Wasserstoffperoxid (WP)	7
1.2	Peressigsäure (PES)	7
2	Grundlagen	9
2.1	Analytische Bestimmungsmethoden	9
2.1.1	für WP	9
2.1.2	für PES	9
2.1.3	Kontinuierliche Messverfahren für WP und PES	9
2.2	Messung von WP und PES mit amperometrischen Sensoren	10
2.2.1	Reaktionen an Metalloberflächen, Nernst'sche Diffusionsschicht	12
2.2.2	Zwei-Elektroden-System	13
2.2.3	Chemische Vorgänge an der Messelektrode	15
2.2.4	Temperaturabhängigkeit	15
3	Messtechnik	17
3.1	Aufbau der JUMO-Messzellen WP/PES	17
3.1.1	Elektroden	17
3.1.2	Gummielastische Membran	17
3.1.3	Elektrolyt	17
3.1.4	Anströmung	18
3.1.5	Temperaturkompensation	18
3.2	Wahl der Messstelle, Installation und elektrischer Anschluss des Sensors	18
3.3	Allgemeine Betriebshinweise	20
4	Anwendungen	21
5	Qualitätssicherung	23
5.1	Kalibrierprozedur	23
5.2	Fehler und Störungen bei der Messung mit amperometrischen Sensoren	24
6	Quellenangabe	25
6.1	Normen und Verordnungen aus dem Bereich der Messung von WP	25
6.2	Literatur	25

1.1 Wasserstoffperoxid (WP)

Wasserstoffperoxid (im Folgenden WP genannt) wird z. B. für die Sterilisation der Oberflächen von Primärpackmitteln, die bei der aseptischen Abfüllung von Lebensmitteln eingesetzt werden, verwendet. WP ist in der Regel durch geeignete Zusätze (z. B. Natriumphosphate und -stannate, Chelat-Bildner, Schwefelsäure, Phosphorsäure) gegen Zersetzung stabilisiert. Eine unerwünschte Zersetzung des WP in Wasser und Sauerstoff kann durch Metalle, Alkalien und Staub verursacht werden.

1.2 Peressigsäure (PES)

Peressigsäure (im Folgenden PES genannt) wird z. B. in der chemischen Industrie, in der Papier-/Zellstoffindustrie, in der Lebensmittel-/Getränkeherstellung, im Pharmabereich als Reaktionspartner oder Desinfektions- und Sterilisationsmittel eingesetzt.

Auch bei PES kann eine Zersetzung auftreten. Diese wird beschleunigt durch höhere Temperaturen und Schwermetallspuren, wie z. B. Eisen und Kupfer.

PES mit der chemischen Formel $\text{CH}_3\text{CO}-\text{OOH}$ wird durch Reaktion von Essigsäure und WP hergestellt.

1 Einleitung

2.1 Analytische Bestimmungsmethoden

2.1.1 für WP

WP kann nicht mit der DPD-Methode (wie z. B. Chlor) bestimmt werden. Als Bestimmungsmethoden kommen z. B. verschiedene manganometrische oder jodometrische Titrationsverfahren in Frage:

- DIN 38409-15 „Bestimmung von Wasserstoffperoxid“
 - ISO/DIS 7157 „Bestimmung des Gehalts an Wasserstoffperoxid - Titrimetrisches Verfahren“
- oder auch:
- Ph.Eur. (Europäisches Arzneibuch), Monographie Wasserstoffperoxid, Gehaltsbestimmung

2.1.2 für PES

Für PES können prinzipiell die gleichen Methoden wie für WP eingesetzt werden, wenn man das Molekulargewicht von PES berücksichtigt.

Eine Bestimmungsmethode findet sich z. B. auch im Internet unter folgender Adresse:
<http://www.peroxygen-chemicals.net>.

2.1.3 Kontinuierliche Messverfahren für WP und PES

Kontinuierliche Messung

Bei den vorher vorgestellten Bestimmungsmethoden handelt es sich **nicht** um kontinuierliche (online) Messverfahren, sondern es werden zu bestimmten Zeitpunkten Proben entnommen und Konzentrationsbestimmungen durchgeführt.

Bei den genannten Untersuchungsverfahren handelt es sich um relativ zeit- und personalaufwändige Laboruntersuchungen.

Für die Regelung des Desinfektionsmittelgehalts ist es von Vorteil, wenn dauernd ein elektrisches Signal zur Verfügung steht, das der Desinfektionsmittelkonzentration proportional ist. Dieses Signal kann dann als Eingangssignal für die Steuerung einer Dosieranlage für das Desinfektionsmittel verwendet werden, d. h. der Gehalt kann vollautomatisch geregelt werden.

Zur Überwachung der WP- und PES-Konzentration können Membran bedeckte amperometrische Messzellen eingesetzt werden.

2 Grundlagen

2.2 Messung von WP und PES mit amperometrischen Sensoren

Eine Möglichkeit zur kontinuierlichen Bestimmung von WP und PES bietet die elektrochemische Bestimmung mit Hilfe von amperometrischen Sensoren.

Messprinzip

WP/PES reagiert an der Arbeitselektrode (Kathode). Man misst einen zur Analytkonzentration in der Lösung proportionalen Strom.

Ausführung

Der grundsätzliche Aufbau von amperometrischen Sensoren, die nach dem Zwei-Elektrodenprinzip arbeiten, ist in Abbildung 1 dargestellt.

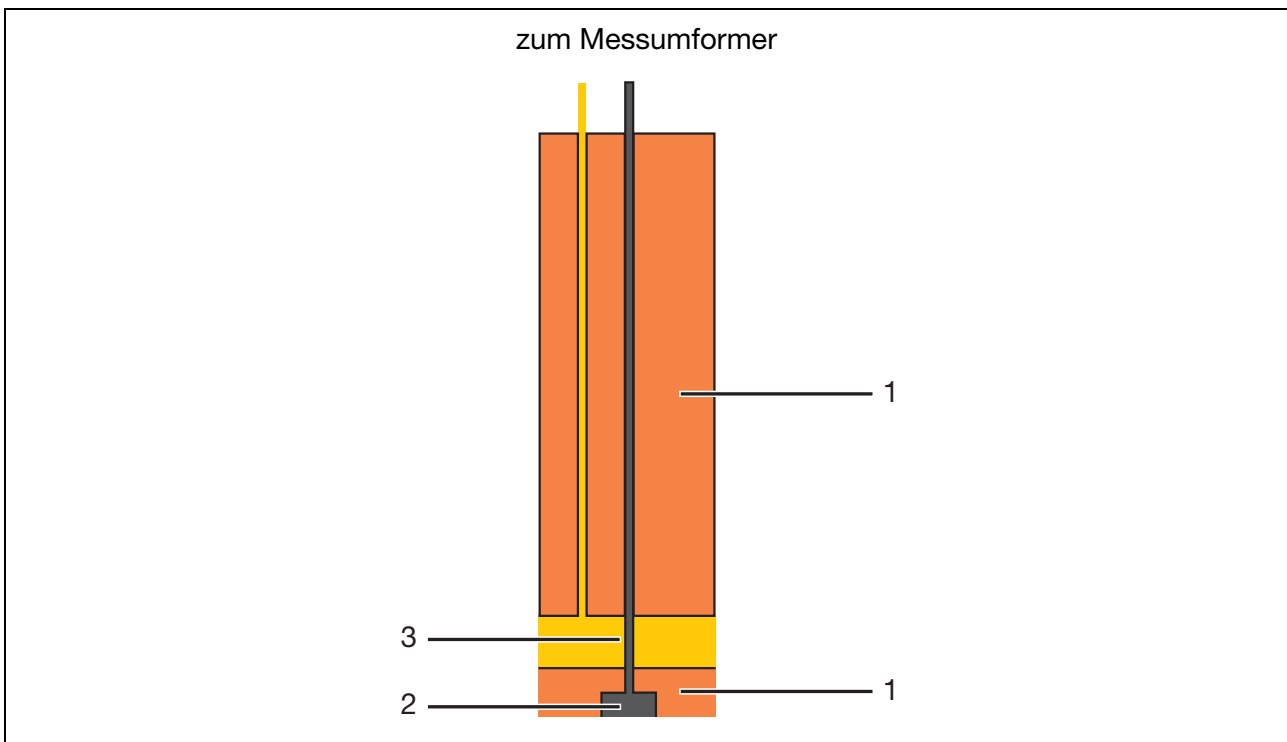


Abbildung 1: Schematische Darstellung amperometrischer Sensoren in Zwei-Elektroden-Bauweise

- | | | | |
|---|----------------|---|---------------|
| 1 | Isolation | 2 | Messelektrode |
| 3 | Gegenelektrode | | |

Die Sensoren gibt es sowohl in offener als auch in Membran bedeckter Ausführung. Wegen der Vorteile Membran bedeckter Messzellen bietet JUMO ausschließlich diesen Sensortyp an.

Bei direktem Elektrodenkontakt

Durch das zu untersuchende Wasser ist eine Inaktivierung der Elektrode durch Ablagerung von Schmutz oder durch elektrochemische Nebenreaktionen möglich. In diesem Fall ist eine kontinuierliche Reinigung der Elektroden durch Quarzsand bzw. durch Glas- oder Teflonkugeln erforderlich. Das anströmende Messwasser sorgt hier in einer speziellen Durchflussarmatur für die Verwirbelung der zur Reinigung vorgesehenen o. g. Partikel. Durch den ständigen Kontakt der Partikel mit den Elektrodenoberflächen werden diese frei von Verunreinigungen gehalten. JUMO bietet „offene“ Systeme nicht an.

Geschützt

Eine Möglichkeit störende Verunreinigungen von den Elektroden fern zu halten, ist der Abschluss der Messzelle durch eine Membran (Abbildung 2). Der elektrolytgefüllte Elektrodenraum ist somit vor direktem Kontakt mit dem Messwasser geschützt. Verunreinigungen können nicht mehr auf den Elektrodenoberflächen abgelagert werden, während der zu bestimmende Analyt ungehindert durch die Membran hindurchtreten kann. Die Diffusion des Analyten durch die Membran sorgt dafür, dass sich die Konzentrationen zu beiden Seiten der Membran angleichen.

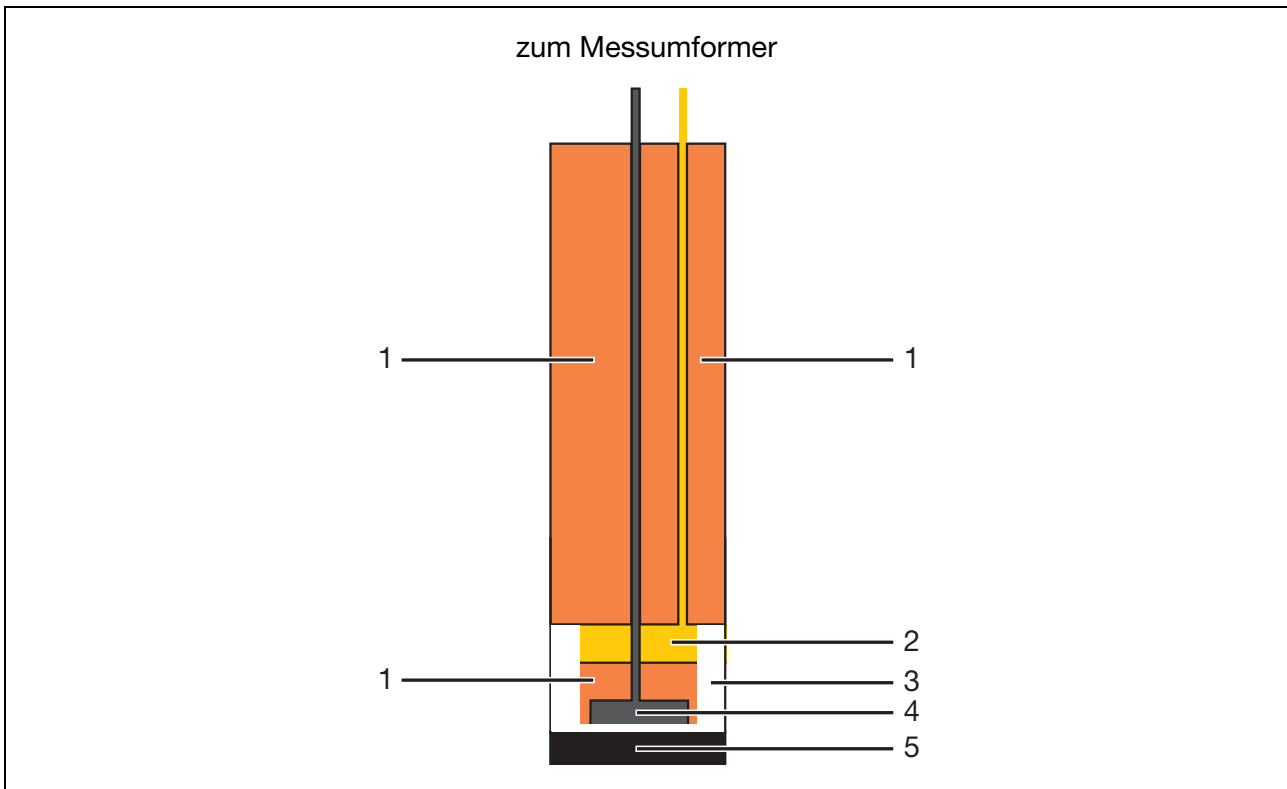


Abbildung 2: Schematische Darstellung eines Membran bedeckten amperometrischen Sensors in Zwei-Elektroden-Bauweise

1	Isolation	2	Gegenelektrode
3	Elektrolyt	4	Messelektrode mit Elektrolytschicht
5	Membran		

Vorteile Membran bedeckter Zellen

- keine Verschmutzung der Elektroden
- definierte Elektrolytzusammensetzung im Probenraum
- geringe Durchflussabhängigkeit des Messsignals
- geringe Abhängigkeit von der Zusammensetzung des Messwassers

Hinweis

Durch die definierte Zusammensetzung des Elektrolyten bei einer Membran bedeckten Messzelle ist der Zellenstrom in Abwesenheit des Analyten gleich Null. Hierdurch wird eine aufwändige Kalibrierprozedur vermieden. Es muss nur die Steilheit ermittelt werden.

2 Grundlagen

2.2.1 Reaktionen an Metalloberflächen, Nernst'sche Diffusionsschicht

Um die Funktionsweise amperometrischer Messzellen zu verstehen, muss man sich die Transportphänomene betrachten, die den Transport der reagierenden Teilchen an die Elektrodenoberfläche bewerkstelligen. Betrachten wir hierzu die Strömungsprofile an der Oberfläche einer Elektrode (Abbildung 3):

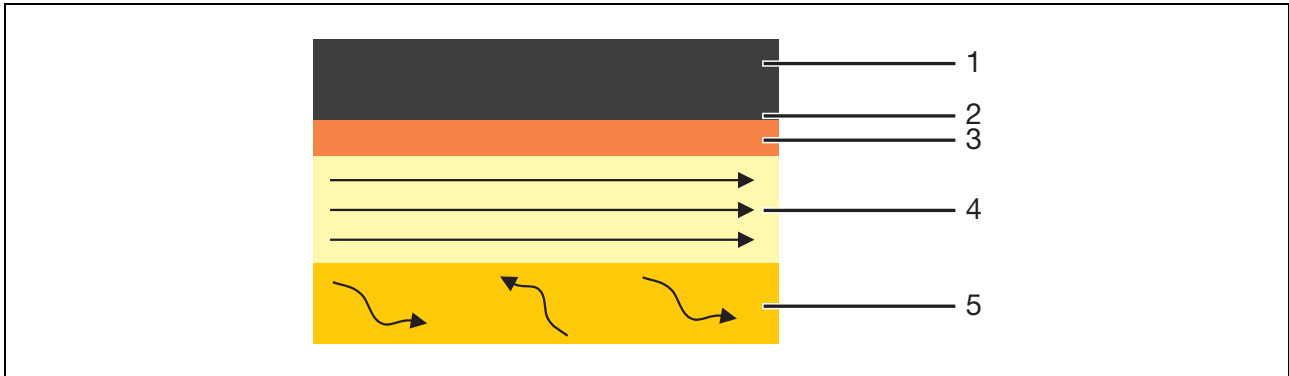


Abbildung 3: Strömungsprofile an einer Elektrodenoberfläche

- | | | | |
|---|---|---|----------------------------|
| 1 | Elektrode (Kathode) | 2 | Elektrodenoberfläche |
| 3 | Nernst'sche Diffusionsschicht
(Dicke 10^{-2} - 10^{-3} cm) | 4 | Bereich laminarer Strömung |
| 5 | Bereich turbulenter Strömung | | |

In Bereichen mit laminarer und turbulenter Strömung erfolgt der Teilchentransport durch Konvektion. Die Konvektion wird z. B. durch Rühren oder Schütteln hervorgerufen. Im Bereich der Nernst'schen Diffusionsschicht erfolgt der Teilchentransport ausschließlich durch Diffusion. Rühren hat auf die Vorgänge im Bereich der Nernst'schen Diffusionsschicht keinen Einfluss. Der Teilchentransport wird hier durch steigende Temperatur bzw. sinkende Viskosität des Messmediums beschleunigt.

Die Dicke der Nernst'schen Diffusionsschicht (ca. 10^{-2} bis 10^{-3} cm) ist von der Rührgeschwindigkeit und der Viskosität der Lösung abhängig.

2.2.2 Zwei-Elektroden-System

Prinzip

Ein Zwei-Elektroden-System besteht aus Messelektrode (ME) und Gegenelektrode (GE). Zwischen ME und GE wird eine bestimmte Spannung (Polarisationsspannung) angelegt. Bei dieser Spannung reagiert idealerweise nur der zu bestimmende Analyt (also das zu bestimmende Desinfektionsmittel). Die folgende Abbildung 4 zeigt vier verschiedene Bereiche:

- I keine Reaktion des Analyten an der Arbeitselektrode, da die angelegte Spannung zu niedrig ist
- II die Reduktion des Analyten an der Kathode setzt ein, die angelegte Spannung ist jedoch noch nicht groß genug, um in den Bereich des Diffusionsgrenzstromes zu gelangen, d. h. nicht alle Analytmoleküle an der Elektrodenoberfläche werden sofort reduziert; das zu Y gehörende Potenzial (Abbildung 4 und 5) nennt man auch das „Halbstufenpotenzial“ des Analyten. Dieses Potential besitzt einen für den Analyten charakteristischen Wert
- III Messbereich: Der gesamte Analyt an der Elektrodenoberfläche wird sofort reduziert. Die Reaktionsgeschwindigkeit wird allein durch die Diffusion der Analytmoleküle durch die Nernst'sche Diffusionsschicht an die Kathodenoberfläche bestimmt
- IV unerwünschte Reaktionen von Oxidationsmitteln, die schwerer zu reduzieren sind als der Analyt, treten auf

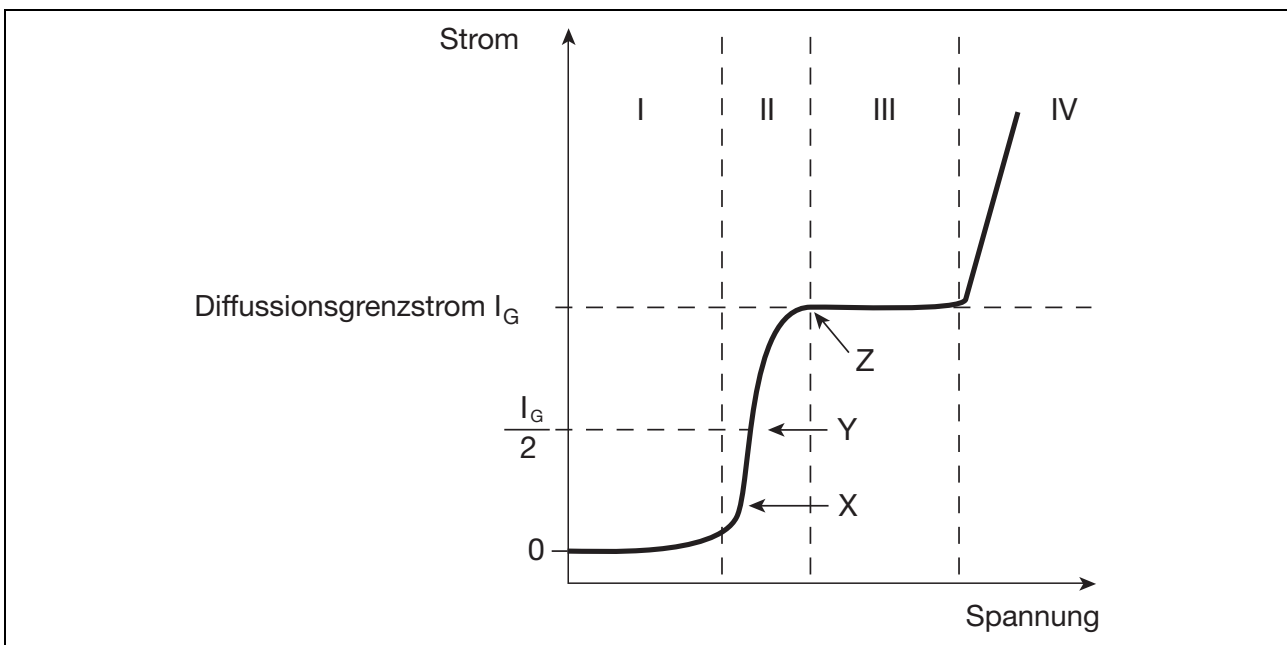


Abbildung 4: Schematische Darstellung des Stromflusses in Abhängigkeit von der angelegten Spannung in einer amperometrischen Messzelle

2 Grundlagen

Konzentrationsprofile

Wenn man sich die Konzentrationsprofile eines Analyten A an der Grenzschicht Elektrode/Lösung in Abhängigkeit von der Entfernung zur Elektrodenoberfläche betrachtet, ergibt sich in einer gerührten Lösung folgendes Bild (Abbildung 5):

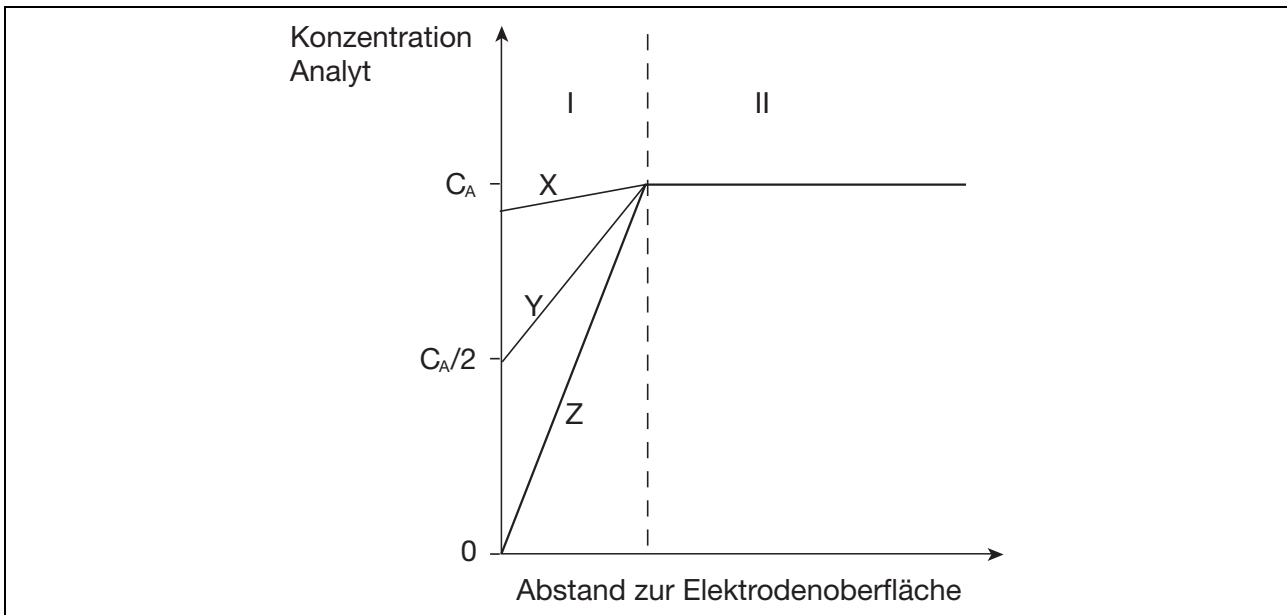


Abbildung 5: Konzentrationsprofile des Analyten A an der Grenzfläche Elektrode/Lösung (gerührte Lösung)

I Nernst'sche Diffusionsschicht
(ruhende Lösung)

II Gerührte Lösung
(mit laminaren und turbulenten Bereichen)

Die Kurvenäste X, Y und Z in Abbildung 5 entsprechen den Punkten X, Y und Z in Abbildung 4.

Nach dem Anlegen einer Spannung

wird Analyt A an der Elektrodenoberfläche verbraucht und reagiert gemäß folgender Reaktionsgleichung zum Produkt P:



Die Höhe der angelegten Spannung

beeinflusst die Zahl der Analytmoleküle, die an der Elektrodenoberfläche reagieren. Bei Spannungen im Bereich III (Abbildung 4, Spannung $\geq Z$) reagiert jedes Molekül A sofort, wenn es die Kathodenoberfläche erreicht hat. Die Konzentration von A direkt an der Kathodenoberfläche ist daher gleich Null. Es entsteht ein Konzentrations-Gradient des Analyten A in einer dünnen Grenzschicht (Nernst'sche Diffusionsschicht) zwischen der Mess- oder Arbeitselektrode (ME) und dem Elektrolyten. Durch diese Grenzschicht müssen die beteiligten Spezies hindurchtreten. Der Transportvorgang des Analyten durch die Nernst'sche Diffusionsschicht an die Kathodenoberfläche ist der langsamste und damit der geschwindigkeitsbestimmende Schritt der Gesamtreaktion. Die Geschwindigkeit der Kathodenreaktion wird somit durch die Nachlieferung des Oxidationsmittels an die Kathodenoberfläche bestimmt (Konzentrationspolarisation). Hierdurch wird der Stromfluss zwischen Anode und Kathode limitiert (Diffusionsgrenzstrom).

Messprinzip

Der im Bereich III (Abbildung 4) fließende Strom (Diffusionsgrenzstrom) ist proportional zur Konzentration des Analyten im Messmedium. Messgröße ist der Spannungsabfall den der Strom über einen Widerstand hervorruft. Über die Größe des Widerstands kann die Größe des Ausgangssignals variiert werden. Das Ausgangssignal wird hochohmig mit einem Volt- bzw. pH-Meter gemessen. Nach dem Anlegen der Polarisationsspannung (Bereich III, Abbildung 4) muss die Zeit abgewartet werden, bis sich das Gleichgewicht zwischen Elektrode und umgebender Lösung bzgl. der Nachlieferung des Analyten an die Kathode eingestellt hat. Diese so genannte Polarisationszeit kann einige Minuten oder gar Stunden betragen, wenn der Sensor erstmalig in das Medium eingebracht wird.

2.2.3 Chemische Vorgänge an der Messelektrode

Die Messelektrode (auch als Arbeitselektrode bezeichnet) besteht aus einem Edelmetall wie Platin oder Gold und ist als Kathode geschaltet, d. h. hier wird der Analyt als Oxidationsmittel reduziert. Die Gegenelektrode besteht häufig aus Silber. An der GE als Anode findet eine Oxidation als Gegenreaktion statt.

2.2.4 Temperaturabhängigkeit

Der Diffusionsvorgang ist temperaturabhängig. Der Diffusionsgrenzstrom nimmt mit steigender Temperatur zu. Die Temperaturabhängigkeit lässt sich durch den Einbau eines Temperatursensors berücksichtigen. Bei JUMO-Sensoren werden messzellenspezifische Temperatureffekte durch geeignete NTC-Widerstände berücksichtigt.

2 Grundlagen

3.1 Aufbau der JUMO-Messzellen WP/PES

JUMO-Messzellen

Bei den JUMO-Messzellen handelt es sich um Membran bedeckte amperometrische Zwei-Elektrodenmesssysteme (Abbildung 6). Die im Schaft der Messzellen integrierte Elektronik liefert ein unkalibriertes Signal von 4 ... 20mA, das beispielsweise durch das Anzeige- und Regelgerät JUMO AQUIS 500 AS (JUMO-Typenblatt 202568) oder den Messumformer/Regler JUMO dTRANS AS 02 (JUMO-Typenblatt 202553) weiterverarbeitet werden kann. Das Gerät übernimmt zwei Funktionen: Es stellt die notwendige Versorgungsspannung zur Verfügung und erlaubt die einfache Kalibrierung des Messsystems. Die Messzellen können aber auch an andere Anzeiger, Regler, Schreiber oder SPS-Systeme angeschlossen werden, sofern diese Spannungsversorgung und Kalibrierung erlauben. Die Messzellen sind für verschiedene Messbereiche erhältlich.



Abbildung 6: Anzeige-/Reglergerät JUMO AQUIS 500 AS (links) und Messumformer/Regler JUMO dTRANS AS 02 (rechts)

3.1.1 Elektroden

Aufbau der Zwei-Elektrodenmesszelle

Die Arbeitselektrode (Kathode) besteht aus Gold (Au). Die Anode, welche die Funktion einer kombinierten Bezugs- und Gegenelektrode wahrnimmt, besteht aus Silber (Ag) und ist mit einem Überzug aus Silberhalogenid versehen.

3.1.2 Gummielastische Membran

Die „gummielastische“ Membran ist nicht porös. Der Analyt muss in Form eines „physikalischen Lösungsprozesses“ durch die Membran treten. Ein Vorteil dieser Membran ist ihre Chemikalien- und Tensidunempfindlichkeit. Dieser Membrantyp wird in Messzellen für WP und PES eingesetzt. Die „gummielastische“ Membran eignet sich aber auch für Chlordioxid- und Ozon-Messzellen. Sondermesszellen sind auf Anfrage erhältlich.

3.1.3 Elektrolyt

Der Elektrolytraum der Elektrode (und auch deren Membrankappe) sind mit Elektrolyt gefüllt. Im Elektrolyt bildet die kombinierte Bezugs- und Gegenelektrode ein konstantes Potenzial aus. Als Elektrolyt wird eine wässrige alkalihalogenidhaltige Lösung verwendet. Die Elektrolytlösung kann auch zusätzliche Komponenten enthalten, welche für die Messfunktion entscheidend sind.

3 Messtechnik

3.1.4 Anströmung

Damit ein Signal erhalten wird, ist eine Mindestanströmgeschwindigkeit von 15 cm/s erforderlich. Das entspricht etwa einer Durchflussmenge von 30 l/h, wenn die Messzelle in eine JUMO-Armatur eingebaut ist. Oberhalb dieser Mindestanströmgeschwindigkeit besteht nur eine geringe Durchflussabhängigkeit des Messsignals.

3.1.5 Temperaturkompensation

Das Messsignal amperometrischer Messzellen ist temperaturabhängig. Bei höherer Temperatur wird die Membran durchlässiger für den Analyten und der Diffusionsgrenzstrom steigt an. Diesen messzellenspezifischen Effekt gleicht eine automatische Temperaturkompensation mit einem integrierten NTC-Widerstand aus.

3.2 Wahl der Messstelle, Installation und elektrischer Anschluss des Sensors

Die Armatur

Zum Einbau der JUMO-Sensoren wird eine spezielle Durchflussarmatur (Abbildung 6) empfohlen, die in Bezug auf die Sensoranströmung optimiert ist.



Abbildung 6: Durchflussarmatur für JUMO-Sensoren

Anströmung

Zur einwandfreien Funktion des Sensors ist eine Mindestanströmgeschwindigkeit von 15 cm/s einzuhalten; das entspricht einer Mindestdurchflussmenge von 30 l/h in der JUMO-Durchflussarmatur. Wenn das Einhalten der Mindestanströmgeschwindigkeit nicht auf andere Weise gewährleistet werden kann, sollte die Überwachung der Mindestanströmgeschwindigkeit mit einem JUMO-Strömungswächter (1) erfolgen. Eine passende Armatur (2) für den Strömungswächter ist lieferbar (Abbildung 6).

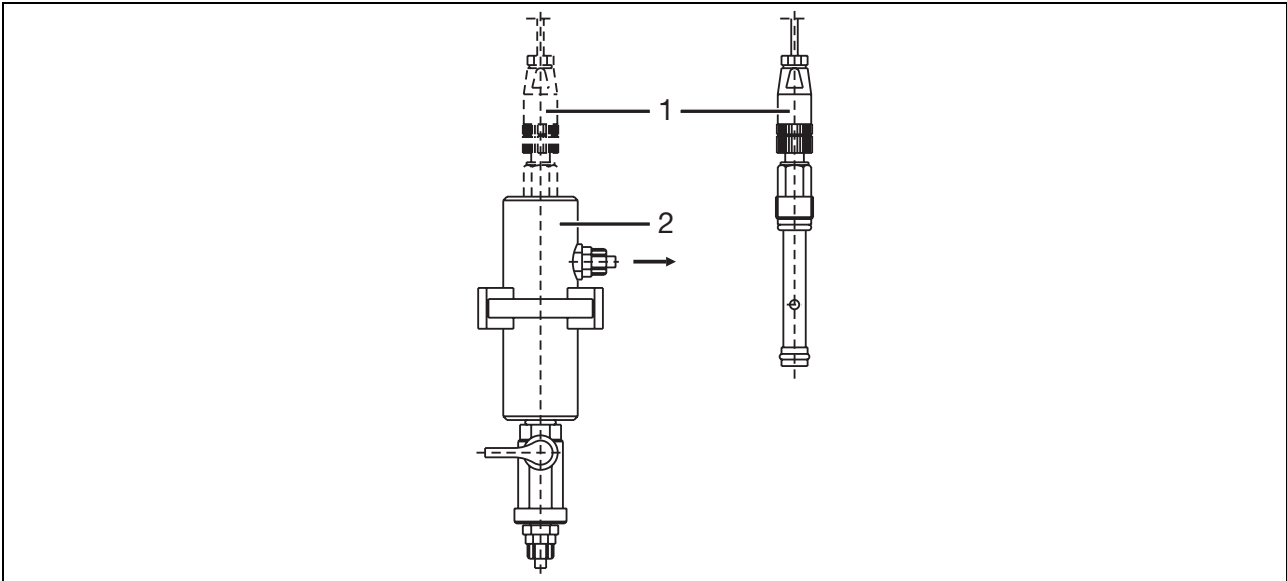


Abbildung 6: Strömungsüberwachung mit Strömungswächter

Schutzschaltung

Der optionale Strömungswächter schaltet das Anzeige- und Regelgerät JUMO dTRANS AS 02 oder der JUMO AQUIS 500 AS bei Unterschreitung der Mindestanströmgeschwindigkeit in Stellung „Hold“, damit wird eine Überdosierung des Desinfektionsmittels vermieden.

Über den Zweileiteranschluss 4 ... 20 mA wird die Messzelle sowohl mit Spannung (DC 24 V) versorgt als auch das unkalibrierte Messsignal an das Auswertegerät übermittelt. Die Messzellen können an beliebige Anzeiger, Regler, Schreiber oder SPS-Systeme angeschlossen werden, sofern diese die vorgenannten Funktionen übernehmen.

3 Messtechnik

3.3 Allgemeine Betriebshinweise

- die Messung ist ausschließlich in einer geeigneten Durchflussarmatur möglich (z. B. JUMO-Durchflussarmatur Typ 202810/72-102-86, siehe JUMO-Typenblatt 202630)
- die Messzelle sollte möglichst drucklos mit freiem Auslauf des Messwassers betrieben werden; wenn das nicht möglich ist, kann die Messzelle auch unter konstantem Druck bis zu 1 bar betrieben werden. Dadurch wird eine einfache Messwasser-Rückführung ermöglicht
- Druckschwankungen müssen vermieden werden
- beim Betrieb unter Druck dürfen keine Luftblasen im Wasser mitgeführt werden
- im drucklosen Betrieb bei freiem Auslauf des Messwassers stören Luftblasen nicht, sofern sie die Membran nicht abdecken. Luftblasen vor der Membran verfälschen das Messsignal
- der Messumformer und die angeschlossene Messzelle müssen permanent in Betrieb bleiben; die Messzelle darf nicht trocken stehen
- die messempfindlichen Teile nicht mit den Händen berühren
- die Membrankappe erst bei der Inbetriebnahme aufschrauben

4 Anwendungen

Wasserstoffperoxid und Peressigsäure verwendet man allgemein zu Oxidations-, Bleich- oder Desinfektionszwecken in der pharmazeutischen oder lebensmitteltechnischen Industrie. Dabei werden die Mittel z. B. in Abfüllanlagen für Medizinprodukte, Arzneimittel, Getränke, Milch, Bier eingesetzt.

In diesen Bereichen werden beispielsweise Primärpackmittel vor der Aufnahme des Füllgutes mit WP oder PES desinfiziert. Dabei ist WP besonders beliebt, denn es bildet mit Sauerstoff und Wasser nur ungefährliche Zersetzungsprodukte.

4 Anwendungen

5.1 Kalibrierprozedur

Nullpunkt

Die Kalibrierprozedur umfasst normalerweise den Abgleich von Nullpunkt und Steilheit. Im Falle Membran bedeckter Sensoren enthält der Elektrodenraum aber einen definierten Elektrolyten, bei dem der Sensor kein Nullsignal zeigt. Somit ist in diesem Falle kein Nullpunktgleich mit analyt-freiem Wasser erforderlich. Die Kalibrierung vereinfacht sich dadurch erheblich, weil der Analyt zuvor nicht aus dem Messmedium entfernt werden muss!

Steilheit

Zum Abgleich der Steilheit wird eine mit einer Referenzmethode (Kapitel 2.1 „Analytische Bestimmungsmethoden“, Kapitel 2.1.1 „für WP“, Kapitel 2.1.2 „für PES“) ermittelte Analytkonzentration verwendet. Die Steilheit wird so angepasst, dass dem unkalibrierten Stromsignal der amperometrischen Messzelle die mit der Referenzmethode ermittelte Analytkonzentration zugeordnet wird.

5 Qualitätssicherung

5.2 Fehler und Störungen bei der Messung mit amperometrischen Sensoren

Fehler/Störung	mögliche Ursache	Behebung	Vorbeugende Maßnahmen
Zu geringes oder zu hohes Ausgangssignal der Messzelle.	Kalibrierung falsch.	Kalibrierung wiederholen.	Ggf. Messzelle häufiger kalibrieren.
Zu geringes Ausgangssignal der Messzelle.	Belag an der Elektrodenfingerspitze (Messelektrode).	Elektrodenfingerspitze reinigen.	Ggf. Wartungsintervalle verkürzen.
Messzelle lässt sich nicht auf den Referenzwert abgleichen.	Anströmung der Messzelle zu gering.	Anströmung erhöhen.	Mindestanströmung überwachen.
Zu geringes Ausgangssignal der Messzelle. Messzelle lässt sich nicht auf den Referenzwert abgleichen. Abnehmendes oder gleich bleibendes Ausgangssignal der Messzelle bei steigendem Referenzwert. Schwankendes Signal.	Membran zerstört: Elektrolyt tritt aus - Messwasser tritt ein.	Membrankappe erneuern.	Membranbeschädigung vermeiden. Sensor bei aufgeschraubter Membrankappe nicht aufstoßen. Anströmung von groben Teilen oder Glassplittern vermeiden.
Zu hohes Ausgangssignal der Messzelle. Messzelle lässt sich nicht auf den Referenzwert abgleichen.	Neben dem Analyten sind im Messwasser noch weitere Oxidationsmittel enthalten, z. B. ClO_2 , O_3 .	Zusatz dieser Stoffe unterlassen; Wasserwechsel.	Reinigungs- und Desinfektionsmittel nach Einsatz vollständig entfernen. Desinfektionsmittel nur einzeln verwenden (keine Kombinationen).
Ungewöhnlich träges Ansprechverhalten des Sensors.	Membran teilweise blockiert durch Verschmutzungen wie Kalk oder Öl. Desinfektionsmittel-Zutritt zum Sensor ist behindert.	Membrankappe erneuern; zusätzlich Wasserwechsel vor erneutem Einsatz der Messzelle (Beseitigung aller Verunreinigungen).	Maßnahmen zur Verbesserung der Wasserqualität treffen.

6.1 Normen und Verordnungen aus dem Bereich der Messung von WP

- DIN 38409
Bestimmung von Wasserstoffperoxid
- DIN EN 902
Produkte zur Aufbereitung vom Wasser für den menschlichen Gebrauch - Wasserstoffperoxid
- ISO/DIS 7157
Bestimmung des Gehalts von Wasserstoffperoxid - Titrimetrisches Verfahren
- Ph.Eur.
(Europäisches Arzneibuch), Monographie Wasserstoffperoxid, Gehaltsbestimmung

6.2 Literatur

- H. Römpp, Lexikon Chemie, Thieme Verlag, Stuttgart, 10. Aufl., 1997
- K.H. Wallhäußer, Praxis der Sterilisation, Desinfektion, Konservierung, Thieme Verlag, Stuttgart, 5. Aufl., 1995

Hinweis

Informationen zur **Arbeitssicherheit und allgemeine Angaben über Wasserstoffperoxid** finden sich in der GESTIS-Stoffdatenbank des Berufsgenossenschaftlichen Instituts für Arbeitssicherheit. Die Informationen können im Internet unter folgender Adresse abgerufen werden:
<http://www.hvbg.de/>.

6 Quellenangabe

Fachliteratur von JUMO – Lehrreiches für Einsteiger und Praktiker

Nicht nur bei der Herstellung von JUMO-Produkten, auch beim späteren Einsatz ist Know-How gefragt. Deshalb bieten wir unseren Anwendern von uns erstellte Publikationen zu Themen der Mess- und Regelungstechnik an.

Die Publikationen sollen Einsteigern und Praktikern die unterschiedlichsten Anwendungsgebiete schrittweise näher bringen. Hierbei werden überwiegend allgemeine Themenbereiche, zum Teil aber auch JUMO-spezifische Anwendungen, erläutert.

Zusätzlich zur JUMO-Fachliteratur, bieten wir Ihnen neben unseren Software-Downloads die Möglichkeit der direkten Online-Bestellung von Prospekten und CD-ROM-Katalogen.



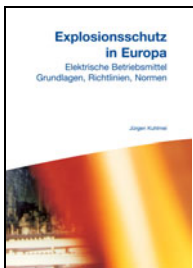
**Elektrische Temperaturmessung
mit Thermoelementen
und Widerstandsthermometern**
Matthias Nau

FAS 146
Teile-Nr.: 00074750
ISBN: 978-3-935742-06-1
kostenfrei



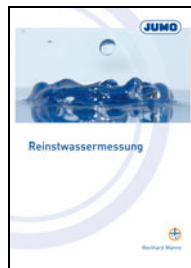
**Regelungstechnik
Grundlagen für den Praktiker**
Manfred Schleicher

FAS 525
Teile-Nr.: 00314836
ISBN: 978-3-935742-00-9
kostenfrei



**Explosionsschutz in Europa
Elektrische Betriebsmittel
Grundlagen, Richtlinien, Normen**
Jürgen Kuhlmei

FAS 547
Teile-Nr.: 00324966
ISBN: 978-3-935742-08-5
kostenfrei



Reinstwassermessung
Reinhard Manns

FAS 614
Teile-Nr.: 00369643
kostenfrei



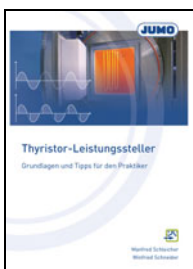
Messung der Redoxspannung
Ulrich Braun

FAS 615
Teile-Nr.: 00373848
kostenfrei



**Amperometrische Messung
von freiem Chlor, Chlordioxid
und Ozon**
Dr. Jürgen Schleicher

FAS 619
Teile-Nr.: 00394969
kostenfrei



**Thyristor-Leistungssteller
Grundlagen und Tipps für den Praktiker**
Manfred Schleicher, Winfried Schneider

FAS 620
Teile-Nr.: 00398728
ISBN: 978-3-935742-04-7
kostenfrei



Messung des pH-Wertes
Matthias Kremer

FAS 622
Teile-Nr.: 00403231
kostenfrei

Fachliteratur von JUMO – Lehrreiches für Einsteiger und Praktiker



Leitfähigkeitsmessung, Konzentration, TDS *Reinhard Manns*

FAS 624
Teile-Nr.: 00411335
kostenfrei



Messunsicherheit einer Temperaturmesskette mit Beispielrechnungen *Gerd Scheller, Stefan Krummeck*

FAS 625
Teile-Nr.: 00413510
ISBN: 978-3-935742-12-2
kostenfrei



Messung von Wasserstoffperoxid/ Peressigsäure *Dr. Jürgen Schleicher*

FAS 628
Teile-Nr.: 00420695
kostenfrei



Funktionale Sicherheit SIL *Dr. Thomas Reus Matthias Garbsch*

FAS 630
Teile-Nr.: 00463374
kostenfrei



Messung von Ammoniak *Dr. Jürgen Schleicher*

FAS 631
Teile-Nr.: 00481786
kostenfrei



Analysemesstechnik in flüssigen Medien Ein Handbuch für Praktiker *Dr. Öznur Brandt, Ulrich Braun, Matthias Kremer, Reinhard Manns, Dr. Jürgen Schleicher*

FAS 637
Teile-Nr.: 00526103
ISBN: 978-3-935742-16-0
kostenfrei

Besuchen Sie unsere Website auf www.jumo.net und überzeugen Sie sich von der umfangreichen Produktpalette für die verschiedensten Einsatzgebiete. Dort finden Sie weitere Informationen und die richtigen Ansprechpartner für Ihre Wünsche, Fragen, Anregungen und Bestellungen.



More than **sensors + automation**

www.jumo.net