



Application Note AN-PAN-1007

Online-Analyse von Peroxid im HPPO-Prozess

Propylenoxid (PO) ist eine farblose, aber hochentzündliche Flüssigkeit, die aus Rohöl gewonnen und in diversen industriellen Anwendungen verwendet wird. Ein Großteil des PO findet in der Herstellung von Polyolen Verwendung. Beispielsweise dienen Polyole als Bausteine für Polyetherpolyole (z. B. Schäume, Beschichtungen, Klebstoffe) und Propylenglykol (z. B. PET-Flaschen, Fasern, Möbel).

Zur Herstellung von PO gibt es unterschiedliche Produktionsverfahren. Bei einigen dieser Prozesse entstehen Nebenprodukte (z. B. Chlorhydrin „CH-PO“, Styrol „SM-PO“ und Methyl-tert-Butylether «MTBE-PO») oder sind frei von Derivaten (z. B.

Wasserstoffperoxid «HP-PO» und Cumol «CU-PO»). Von diesen Prozessen wird angenommen, dass HPPO den geringsten ökologischen Fußabdruck hat.

Dieses Process Application Note behandelt die Online-Überwachung des HPPO-Prozesses von Wasserstoffperoxid (H_2O_2) unter Verwendung eines explosionsgeschützten Prozessanalysators. Die Online-Analyse ermöglicht eine hohe Propylenoxid-Produktionsausbeute bei gleichzeitiger Kostenreduzierung durch geringen Rohstoffverbrauch und gewährleistet eine sichere Arbeitsumgebung für das, in diesem hochgefährlichen Prozess, tätige Personal.

EINFÜHRUNG

Aufgrund seiner vielfältigen Verwendungsmöglichkeiten vorwiegend in der Polyurethan- und Lösungsmittelindustrie, ist Propylenoxid ein bedeutendes Produkt für die chemische Industrie.

Die weltweite Produktion von PO beträgt mehr als 10 Millionen Tonnen pro Jahr [1]. Der PO-Markt ist im Wachstum, ebenso wie der Bedarf an

umweltfreundlichen und kostengünstigen Produktionsprozessen. PO kann mit Hilfe verschiedener Methoden produziert werden, die Nebenprodukte hervorbringen können (Tabelle 1). Abhängig vom Markt für die Nebenprodukte können eines oder mehrere der dargestellten Verfahren jederzeit weltweit in großem Umfang eingesetzt werden.

Tabelle 1. Liste der Propylenoxid-Produktionsprozesse, kategorisiert danach, ob sie Nebenprodukte erzeugen oder nicht.

Prozesse mit Kuppelprodukten	Derivatfreie Prozesse
Chlorhydrin «CH-PO»	Cumol «CU-PO»
Styrol «SM-PO»	Wasserstoffperoxid «HP-PO»
Methyl ^{tert} -Butylether «MTBE-PO»	

Mit der zurzeit führenden HPPO-Technologie (Umwandlung von Propylen (C_3H_6) zu Propylenoxid durch H_2O_2 (Hydrogen Peroxide to Propylene Oxide) wird Propylenoxid unter Verwendung eines Titansilikat-Katalysators aus Wasserstoffperoxid und Propen gewonnen. (Reaktion 1). Dieses Verfahren wird anderen vorgezogen, da es im Vergleich zu allen anderen bestehenden Technologien den geringsten ökologischen Fußabdruck hat. Darüber hinaus garantiert es nachweislich hohe PO-Ausbeuten, wobei nur Wasser als Nebenprodukt entsteht.



Reaktion 1. Gesamtreaktion der Epoxidierung von Propylen mit Wasserstoffperoxid (HPPO).

EINFÜHRUNG

Wasserstoffperoxid, in Methanol gelöst, ist das *einzige Oxidationsmittel* und damit auch der ausschlaggebende Ausgangsstoff und gemessene Parameter zur Sicherstellung der vollständigen Umsetzung zu Propylenoxid (PO). Deshalb besteht eine große Nachfrage nach einer genauen und verlässlichen Verfahrensüberwachung während des

gesamten Reaktionsprozesses.

In Anbetracht der Gefährlichkeit dieses Prozesses sind Online-Messverfahren aus Sicherheitsgründen von entscheidender Bedeutung. H_2O_2 kann am Ablauf des **Primärreaktors** mithilfe einer Online-Analysenlösung, die für explosionsgefährdete Bereiche konzipiert wurde, genau überwacht werden (Abbildung 1).

Darüber hinaus wird durch die Analyse der H₂O₂ Restkonzentrationen in den Kopfbereichen der **Endreaktoren** vor der Propenrückgewinnung

sichergestellt, dass das nicht umgesetzte Wasserstoffperoxid nach dem Epoxidationsreaktor genau überwacht und kontrolliert wird (**Abbildung 1**).

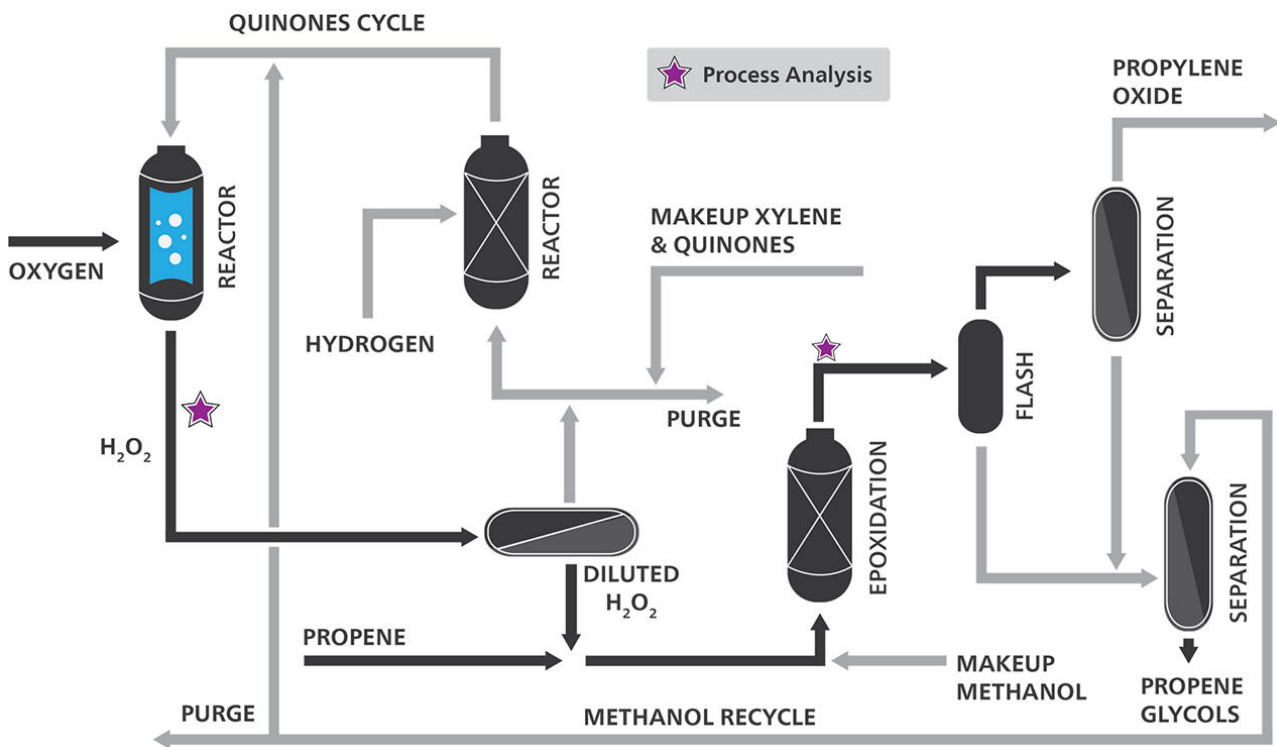


Abbildung 1. Schematisches Prozessdiagramm einer HPPO-Anlage für die nebenproduktfreie PO-Produktion. An den mit einem Stern gekennzeichneten Stellen kann eine Online Analytik für sicherere und effizientere Abläufe integriert werden.

ANWENDUNG

Aufgrund der gefährlichen Umgebung in diesen Produktionsanlagen müssen bei allen Produktions- und Prozessanlagen strenge Sicherheitsvorkehrungen getroffen werden. Der **2060 TI Ex Proof Process Analyzer** von Metrohm Process Analytics (**Abbildung 2**) erfüllt alle elektrischen Sicherheitsanforderungen und ist speziell für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen konzipiert. Wasserstoffperoxid wird mithilfe eines Komplexbildners analysiert, gefolgt von einer kolorimetrischen Messung mit einer Tauchsonde.



Abbildung 2. Der Metrohm Process Analytics 2060 TI Ex Proof Process Analyzer

Tabelle 2. Wichtige Parameter zur Überwachung in HP-PO-Abwasserströmen.

Analyt	Abfluss des Primärreaktors (%)	Abfluss des Endreaktors (%)
H ₂ O ₂	0–2	0–0.25

FAZIT

Die HPPO-Prozessüberwachung von Wasserstoffperoxid erfordert aufgrund der gefährlichen Produktionsumgebung einen explosionsgeschützten Prozessanalysator. Der **2060 TI Ex Proof Process Analyzer** wurde speziell für diesen Zweck entwickelt. Seine Online-Analysefunktionen

ermöglichen eine hohe Effizienz der Propylenoxid-Produktion bei gleichzeitiger Kostensenkung. Außerdem gewährleistet er eine sichere Arbeitsumgebung für die Anwender, die in diesem hochgefährlichen Prozess arbeiten.

[White Paper: Nutzung chemischer Online-Analysen zur Optimierung der Propylenoxidproduktion](#)

[AN-PAN-1008 Bestimmung von Schwefelsäure in Aceton und Phenol](#)

[AN-PAN-1027 Überwachung von 4-tert-Butylcatechol in Styrol gemäß ASTM D4590](#)

[AN-PAN-1051 Inline-Prozessüberwachung des Feuchtigkeitsgehalts in Propylenoxid](#)

VORTEILE FÜR DIE ONLINE-ANALYSE IM PROZESS

- Schutz von Unternehmenswerten durch integrierte Alarme bei definierten Warngrenzen
- Genaue Feuchtigkeitsanalyse in der hygroskopischen Probenmatrix
- Sichere Arbeitsumgebung für Mitarbeiter (hohe Temperaturen und Drücke, Autopolymerisation, ATEX)
- Erhöhte Produktausbeute bei optimiertem Produktionsprozess: mehr Rentabilität



REFERENZEN

1. Kawabata, T.; Yamamoto, J.; Koike, H.; Yoshida, S. *Trends und Ansichten in der Entwicklung von Technologien für die Propylenoxidproduktion*; Sumitomo Kagaku, 2019; S. 4–11.

CONTACT

Metrohm Schweiz AG
Industriestrasse 13
4800 Zofingen

info@metrohm.ch

KONFIGURATION



2060 TI Ex Proof Process Analyzer

Der **2060 TI Ex Proof Process Analyzer** ist ein eigensicherer nasschemischer Prozessanalysator für die Prozessüberwachung in gas- oder staubhaltigen explosionsgefährdeten Umgebungen der Zonen 0, 1 und 2 oder 20, 21 und 22. Er entspricht der EU-Richtlinie 94/9/EG (ATEX95) und ist für Zone 1 und Zone 2 zugelassen. Seine Konstruktion kombiniert ein Spülluft- und Überdrucksystem mit eigensicheren elektronischen Geräten. Die Luftspülphase und der permanente Überdruck verhindern, dass explosionsfähige Atmosphären in das Gehäuse des Analysengeräts eindringen können.

Die Konstruktion des Analysengeräts macht das Spülen grosser Analysengerät-Schutzvorrichtungen unnötig und ermöglicht die direkte Installation an Produktionslinien in explosionsgefährdeten Bereichen. Es unterstützt verschiedene Techniken wie Titration, Karl-Fischer-Titration, Photometrie, ionenselektive Elektrodenmessungen und Direktmessungen.