

Voruntersuchungen zur Auswahl geeigneter Aufbereitungsverfahren für die Wasserwiederverwendung bei der Herstellung von UF-Membranen

Bachelorarbeit von Wendorff, Ulrich (03/2020)

Problemstellung & Zielsetzung

Die Firma inge GmbH entwickelt und produziert Produkte zum Einsatz in Ultrafiltrationsverfahren. Das Produktspektrum des Unternehmens umfasst Membranmodule, Konstruktionen zu deren räumlicher Anordnung und die technische Unterstützung der Kunden. Das Unternehmen wurde im Jahr 2000 gegründet und hat seinen Sitz in Greifenberg am Ammersee.

Die Ultrafiltrationsmembranen der inge GmbH werden durch das Nassspinnverfahren hergestellt. Im Zuge dieses auf dem Prinzip des Stoffaustauschs durch Diffusion basierenden Prozesses werden Polymere, Lösungsmittel und andere Betriebsstoffe in das Prozesswassersystem eingetragen.

Mit dem Ziel der Rückgewinnung und Wiederverwendung von Wasser und dem verwendeten organischen Lösungsmittel wird ein Prozesswasseraufbereitungssystem betrieben, welches chemische und physikalische Aufbereitungsverfahren umfasst. Die finale Aufbereitungsstufe wird durch Rektifikation realisiert. Während dieses thermischen Trennverfahrens kommt es zu erheblichen Ausfällungserscheinungen in der wasserabtrennenden Rektifikationsstufe, woraus ein höherer Energieaufwand und das Erfordernis kürzerer Wartungsintervalle resultieren.

Ziel der Arbeit ist es, durch Voruntersuchungen einen Beitrag zur Erwägung von Anpassungen des materiellen Systems der produktionsbezogenen Wasserwirtschaft zu leisten. Dabei werden sowohl die einzelnen Elemente dieses Systems als auch die betrieblichen Wassernutzungsverhältnisse in ihrer Gesamtheit betrachtet, wodurch auch die strukturelle Beziehung der isolierten Elemente zueinander berücksichtigt werden.

Die Analyse der Ablagerungen in der Rektifikationsanlage soll Aufschluss über die darin enthaltenen Elemente und die Löslichkeit der vorhandenen Verbindungen geben. Die Kenntnis über die enthaltenen Elemente trägt dazu bei, deren Eintrag in das Prozesswasser nachzuvollziehen. Darauf aufbauend können Konzepte entwickelt werden, die Prozesswasserführung und -aufbereitung derart anzupassen, dass unerwünschte Effekte wie die vorliegenden Ablagerungen nicht auftreten.

Material & Methoden

Die Untersuchung der Ausfällungsprodukte, die der Rektifikationskolonne und den vorgeschalteten Feed-Vorwärmer entnommen werden, erfolgt aufeinander aufbauend nach quantitativen und qualitativen Fragestellungen. Die Ergebnisse der quantitativen Analyse geben Aufschluss über den Massenanteil einzelner Elemente in einer Probe, die zu diesem Zweck homogenisiert werden muss. Die Untersuchungen finden bei einem externen Analyse-dienstleister statt und liefern erste Anhaltspunkte für die darauffolgende qualitative Analyse. Diese wird im betriebseigenen Labor durchgeführt und hat in diesem Fall die Identifikation von chemischen Verbindungen zum Ziel. Dazu werden nach gegebenenfalls erforderlicher Entfernung störender Stoffe Nachweisreaktionen durchgeführt.



Blick durch das Schauglas über dem Kolonnensumpf der wasserabtrennenden Rektifikationskolonne mit Tragerost, Zufluss vom Fallfilmverdampfer und den Ablagerungen



Ablagerungen auf den Wärmetauscherplatten des Feed-Vorwärmers der wasser-abtrennenden Rektifikationsstufe

Ergebnisse

Im Folgenden werden die Ergebnisse bezüglich der Identität der ausfallenden Wasserinhaltsstoffe zusammengefasst. Anhand des Verfahrensschaubildes soll der Eintrag derselben in das Prozesswassersystem nachvollzogen werden. Darüber hinaus wurde ein Rohrleitungs- und Instrumentenfließschema erstellt, welches die Wasserversorgung des Betriebes von der Frischwasserzufuhr bis zum Einzelverbraucher darstellt. stellt alle für diese Arbeit relevanten Elemente und deren durchschnittlichem Wasserbezug pro Produktionstag Relevante Prozesswasserströme wurden im betriebseigenen Labor und bei einem externen Dienstleister analysiert, um das Zusammenspiel der einzelnen Elemente des Prozesswassersystems anhand konkreter Änderungen der Wasserinhaltsstoffe und ihrer Konzentrationen zu veranschaulichen.

Bei den Ablagerungen in der Rektifikationskolonne handelt es sich hauptsächlich um sehr gut wasserlösliches Natriumcarbonat mit einem geringen Anteil des verwendeten Lösungsmittels. Der Eintrag von Natrium kann unter der derzeitigen Konfiguration des Prozesswassersystems nicht vermieden werden.

Im Feed-Vorwärmer bilden sich Ablagerungen, die sich aus Silicium-, Calcium- und Magnesiumverbindungen zusammensetzen und unter Laborbedingungen mit zu diesem Zweck optimal konzentrierter Phosphorsäure zu 60 % (m/m) gelöst werden konnten.

Detailliertere Angabe von Ergebnissen ist aufgrund einer vorliegenden Geheimhaltungsvereinbarung an dieser Stelle nicht möglich.

Zusammenfassung & Ausblick

Die Gestaltung des materiellen Systems der produktionsbezogenen Wasserwirtschaft ist ein wichtiges betriebliches Handlungsfeld, das die interdisziplinäre Zusammenarbeit von Verantwortlichen aus Forschung, Entwicklung, produktions- und wasserbezogener Prozesstechnologie erfordert. Die Ergebnisse der im Rahmen dieser Arbeit geleisteten Untersuchungen können im Rahmen ebendieser Gestaltung als Entscheidungs- und Handlungsgrundlage dienen.

Die Analysen der Flüssigkeits- und Feststoffproben bei externen Dienstleistern und im betriebseigenen Labor schaffen ein Verständnis für die anthropogenen und natürlichen Inhaltsstoffe in den einzelnen Abschnitten des Prozesswassersystems. Die Ermittlung der Löslichkeit der Fällungsprodukte in Wasser und wässrigen Lösungen kann als Grundlage zur Auslegung eines CIP-Verfahrens dienen.

Es wurde unter anderem auf die detaillierte Beschreibung des Herstellungsverfahrens, des dabei ablaufenden Umwandlungsprozesses und seines Einflusses auf die fertige Membran Wert gelegt. Das Produktionssystem gibt Anforderungen an das Frischwasser vor, bestimmt den Eintrag von Betriebsstoffen in das Prozesswasseraufbereitungssystem und unterliegt unter Umständen einer Weiterentwicklung, die sich in erheblichem Maße auf die Gestaltung des Prozesswassersystems auswirken kann.

Anhand einer übersichtlichen Darstellung des materiellen Systems der produktionsbezogenen Wasserwirtschaft, im Zuge derer Wasserbedarfe und gelöste Inhaltsstoffe bilanziert wurden, konnten Maßnahmen zur Vermeidung oder Beseitigung der Ablagerungen im Rektifikationssystem vorgeschlagen und zum Teil bereits während der Erstellung der Arbeit ergriffen werden. Auf diese Weise konnte zur Verbesserung der Energieeffizienz und Zuverlässigkeit des Rektifikationssystems beigetragen werden.



Ulrich Wendorff, 03.02.1994
Abitur in 2012

Betreuer:

M.Sc. Hanna Rosentreter
M.Sc. Adrian Strzalkowski

(Technische Universität Dresden)
(inge GmbH)

Hochschullehrer:

Prof. Dr.-Ing. André Lerch