

ABSCHLUSSARBEITEN 2023

Werkmeisterschule für Technische Chemie und Umwelttechnik



Impressum

REDAKTION

Team der Werkmeisterschule für
Technische Chemie und Umwelttechnik
Triester Straße 361
8055 Graz
office@chemie-akademie.at
www.chemiewerkmeisterschule.at

FOTOS

© Stefan Kristoferitsch (Studierendenphotos)
© Photo Fischer (Foto Elke Kahr, Seite 4)
© pexels/ThisIsEngineering (Seite 2 und 3)
© pexels/Edward Jenner (Seite 4)

LAYOUT

Webentwicklung Ideenreich
www.web-ideenreich.at

TITELBILD

© iStock.com/xubingruo





DIⁱⁿ Dr.ⁱⁿ Andrea Hickel

Leiterin der
Chemie Akademie



Corona, Krieg, Klimakatastrophe – und trotzdem eine Ausbildung gemacht!

Negativschlagzeilen begleiten uns täglich. Seit Corona und den bis jetzt andauernden Auswirkungen wissen wir auch, wie einschneidend solche Ereignisse auf unser aller Leben sein können.

Und trotzdem, oder gerade deswegen, haben sich die nun fertigen Werkmeister:innen dazu entschlossen eine zwei-jährige, sehr zeitintensive, Weiterbildung anzugehen. Allein dafür muss man ihnen Hochachtung zollen. Sie haben viele Wochenenden, Abende und auch Nächte damit verbracht den Unterricht zu besuchen, sich vorzubereiten und zu lernen.

Auch private Probleme und Schicksalsschläge blieben leider nicht aus und erschwerten vielen die schon große Last eines Vollzeitjobs und einer berufsbegleitenden Ausbildung. Aber zusammen ging es doch! Der Zusammenhalt und die Unterstützung innerhalb der Klasse waren enorm. Es ist wirklich schön zu sehen, dass unterschiedliche Charaktere aus so unterschiedlichen Bereichen derart gut und konstruktiv miteinander arbeiten können. Gegenseitige Akzeptanz und das Erkennen von positiven Seiten in jedem Menschen hat sie zu einer unglaublich leistungsfähigen, aktiven und lustigen Gemeinschaft zusammengeschweißt. Und da standen dann schon bei einigen am letzten Tag die Tränen in den Augen.....

Umso mehr hoffe ich, dass sich diese Anstrengungen der letzten zwei Jahre auch beruflich positiv auswirken. Das erlernte Wissen und die zusätzlichen Kompetenzen befähigen die Werkmeisterinnen und Werkmeister für Positionen im mittleren Management. Ich hoffe, dass sie diese auch bald innehaben werden.

Das gesamte Team der Chemie Akademie wünscht allen, dass sich die beruflichen Wünsche erfüllen und vor allem Gesundheit und Glück für die Zukunft!

Daher wünscht das gesamte Team der Chemie Akademie allen, dass sich die beruflichen Wünsche erfüllen und vor allem Gesundheit und Glück auf dem weiteren Lebensweg!



Elke Kahr

Bürgermeisterin
der Stadt Graz



Bildung und Ausbildung haben für die Stadt Graz eine sehr hohe Bedeutung.

Das breite Angebot garantiert, dass es für fast jede und jeden eine hochwertige Möglichkeit zur beruflichen Qualifikation in unserer Stadt gibt. Dass sich das Angebot in den letzten Jahren noch einmal stark erweitert hat, liegt einerseits an den hervorragenden Fachkräften in unserer Stadt, andererseits an der guten Lebensqualität.

Viele, die zur Ausbildung nach Graz gekommen sind, bleiben viele Jahre oder auch ihr ganzes Leben hier, weil es in Graz eine gute Mischung aus allen Berufsfeldern gibt – vom traditionellen Handwerk über kreative Berufe und den Gesundheitssektor bis zur Industrie. Forschung und Entwicklung, technische Innovation und die Herausbildung neuer Kompetenzen sind die Voraussetzung für die weitere gute Entwicklung unserer Stadt.

Eine Berufsausbildung im Bereich der Chemie ist sicher eine in die Zukunft weisende Entscheidung. Die Entwicklung nachhaltiger sowie die Verbesserung etablierter Technologien ist ohne gut ausgebildete Fachkräfte, die solides Grundlagenwissen mit praktischem Know-how zu verbinden wissen, undenkbar.

Mein Dank gilt dem gesamten Team um Frau DIⁱⁿ Dr.ⁱⁿ Andrea Hickel. Den Absolventinnen und Absolventen gratuliere ich zu ihren Leistungen und wünsche allen das Beste für ihre persönliche und berufliche Entwicklung!

DI Martin Thaler

Plant Manager
ISOVOLTA Werndorf,
Vorsitzender der
Fachvertretung der
Chemischen Industrie,
Wirtschaftskammer
Steiermark



Mag. Gernot Pagger

Geschäftsführer IV
Steiermark



Next Level: Werkmeister:in Technische Chemie und Umweltechnik

Ich freue mich besonders, Ihnen zum erfolgreichen Abschluss Ihrer Ausbildung an der Chemie Akademie gratulieren zu können. Während der vergangenen 2 Jahre wurden Sie nicht nur von besonders engagierten Lehrkräften ausgebildet, sondern Sie haben Ihr persönliches Engagement auch insofern unter Beweis gestellt, dass Sie Ihre Ausbildung meist an den Wochenenden - also in Ihrer Freizeit – und in den meisten Fällen berufsbegleitend absolviert haben.

Sie haben daher eine über das normale Maß hinausragende Motivation bewiesen, die Ihnen ab sofort zahlreiche berufliche Möglichkeiten bietet.

Neben der Tatsache, sich gegenüber einem großen Pool von aktuellen Arbeitskolleg:innen zu differenzieren - sowohl mit Ihrer zukunftsweisenden fachlichen Weiterbildung als auch in Ihrer Persönlichkeitsbildung - haben Sie jedenfalls auch wertvolle Kompetenzen in unterschiedlichsten Disziplinen erworben. Neben dem Hauptfach Chemie konnten Sie sich auch in der Betriebswirtschaft, im Recht aber auch in Social Skills - wie der zeitgemäßen Führung von Mitarbeitenden - weiterbilden. Ihr erworbenes und in praktischen Übungen angewandtes Wissen ist nicht nur für Sie persönlich ein essenzieller und wertvoller Bestandteil Ihrer Persönlichkeit geworden, sondern ist gleichzeitig auch ein wesentlicher Beitrag für einen erfolgreichen Wirtschaftsstandort Steiermark. Der ausgewogene Mix aus Theorie und Praxis in Ihrer Qualifikation, den Sie vor allem auch in Ihren Abschlussarbeiten bewiesen haben, bietet unseren Betrieben einen bedeutenden Vorteil im internationalen Wettbewerb.

Wenn Sie auf Ihre Ausbildung zurückblicken, dann gibt es zahlreiche Beispiele dafür: Vom Wissen über Grundlagen von Analyseverfahren über die geeignete Auswahl von Prüfmethoden bis hin zur praktischen Anwendung wie zum Beispiel der HPLC. Aber auch der begleitende Unterricht über die Grundlagen großtechnischer Verfahren und nicht zu vergessen die Vorbereitung zur Unternehmer:innenprüfung sind gelebtes Know-How. Die Summe der Kompetenzen, die Sie an der Chemie Akademie erworben haben, bietet nicht nur Ihnen persönlich, sondern auch den Betrieben, in denen Sie aktuell oder in Zukunft tätig sind, die Möglichkeit zur Weiterentwicklung. Nicht zuletzt sei somit erwähnt, dass Sie zur prosperierenden Entwicklung unseres Lebensraumes, der Steiermark, beitragen!

Viele Möglichkeiten in unserer steirischen Industrie

Gerade in herausfordernden Zeiten erweist sich eine ausgezeichnete Fachausbildung als beste Strategie für den Start eines sicheren und aussichtsreichen Karrierewegs. Kompetenzen, die einerseits mit persönlichen Interessen und Talenten einhergehen und sich andererseits mit den Qualifikationsanforderungen heimischer Unternehmen bestmöglich decken, stellen die Basis für persönlichen Erfolg dar.

Für die Absolventinnen und Absolventen der Chemie Akademie stehen in der steirischen Industrie eine Vielzahl an Möglichkeiten offen. Als hervorragend ausgebildete Fachexpertinnen und -experten auf allen Gebieten der Chemie blicken Sie auf eine intensive und wertvolle Berufsausbildung zurück, die auf dem neuesten Stand von Wissenschaft und Industrie basiert. Die Qualität der Ausbildung zeichnet sich auch durch die gewinnbringende Verschränkung von Theorie und Praxis. Dieser hohe Praxisbezug, der sich auch durch Lehrende aus Wirtschaft, öffentlichem Dienst und Wissenschaft zeigt, gewährleistet die Aktualität und Relevanz des Abschlusses. Mit Blick auf die vorgestellten Abschlussarbeiten wird nicht nur die Qualität der Ausbildung, sondern auch das Bewusstsein der Absolventinnen und Absolventen für zentrale wirtschaftliche und gesellschaftliche Herausforderungen deutlich. Die erworbenen Fähigkeiten machen es Ihnen möglich, aktuelle Problemstellungen zu durchdringen und entsprechende Lösungen zu entwickeln und anzubieten.

Allen Absolventinnen und Absolventen, die in der steirischen Industrie an tragfähigen Lösungen für die Probleme unserer Zeit mitentwickeln und gemeinsam die Zukunft gestalten wollen, steht eine spannende Karriere bevor. Ich gratuliere Ihnen im Namen der steirischen Industrie sehr herzlich und wünsche Ihnen alles Gute!



Durchlicht optimiertes Feststoffstabilisatorsystem für die Herstellung Weich-PVC-beschichteter Textilien

von Aldrian Felix



Abbildung 1: PVC beschichtetes Polyestergewebe
(Foto: Fa. Sattler PRO-TEX GmbH).

EINLEITUNG

Für die Herstellung von PVC-Planen wird bei Sattler PRO-TEX GmbH Polyester-Gewebe mit Weich-PVC beschichtet (siehe Abbildung 1). Die Beschichtung erfolgt mit sogenannten Plastisolen, die mit Hilfe von Streichrakeln auf das Polyester-Gewebe aufgetragen werden. Die Plastisole sind Anpassungen bestehend aus PVC-Pulvern, Weichmachern, Füllstoffen und weiteren Additiven. Nach dem Auftrag des Plastisols auf das Polyester-Gewebe wird die PVC-Paste in einem sog. Trockenkanal bei ca. 180°C geliert. Da sich Weich-PVC allerdings ab einer Temperatur von 160°C thermisch zersetzt, müssen den Plastisolen Stabilisatoren zugegeben werden, die der thermischen Zersetzung im Herstellungsprozess entgegenwirken.

ZIELSETZUNG

Das Ziel in diesem Projekt ist ein neuartiges Feststoffstabilisatorsystem zu erarbeiten, welches in Bezug auf die Farbhaltung unter thermischer Belastung am besten für den

Einsatz in weiß pigmentierten Waren aus der Sparte „Hallen und Zelte“ geeignet ist (siehe Abbildung 2). Gleichzeitig soll die Verarbeitbarkeit und Prozessstabilität gegenüber dem jetzigen System verbessert werden.

DURCHFÜHRUNG

Für dieses Projekt werden dem regulären Produktionsstrom der Plastisole Proben entnommen und mit verschiedenen neuartigen Stabilisatorsystemen versetzt. Diese Versuchspasten werden anschließend im Labor auf ihre Stabilisierungswirkung und Prozesssicherheit überprüft. Zusätzlich werden die rheologischen Eigenschaften der Versuchspasten erfasst.

ERGEBNISSE & AUSBLICK

Die Auswertung der Daten zeigten bei einem System deutlich verbesserte Farbhaltung und geringere Vergilbung bei thermischer Belastung im Vergleich zum aktuell verwendeten System. Auch die rheologischen Eigenschaften dieses Systems weisen darauf hin, dass die Prozessstabilität nicht negativ beeinträchtigt wird.



Abbildung 2: Projekt Westin Camino Real Guatemala, Überdachung
(Foto: Fa. Sattler PRO-TEX GmbH).



Isolierung von Naturstoffen

von Hausegger-Apai Leona



Abbildung 1: Entfernung von Lösungsmittel durch Rotationsverdampfer (eigenes Foto).

EINLEITUNG

Die Eigenschaften von Naturstoffen stellen ein bedeutendes Forschungsfeld in der Chemie und in den pharmazeutischen Wissenschaften dar. Durch die Erforschung dieser Substanzen ist es möglich, ein umfassendes Verständnis für die Vielfältigkeit und den Nutzen von Naturstoffen zu erlangen.

ZIELSETZUNG

Im Fokus dieser Abschlussarbeit stand die Extraktion von Naturstoffen durch den Einsatz verschiedener Isolierungsmethoden. Hierbei wurden die Naturstoffe im Detail beschrieben, ihre Strukturen aufgedeckt und ihre Eigenschaften, sowie Anwendungsmöglichkeiten präsentiert.

DURCHFÜHRUNG

Aus einer Vielzahl an Möglichkeiten wurden lediglich jene Stoffe ausgewählt, welche von praktischem Nutzen sind und deren Extraktion innerhalb des Rahmens dieser Arbeit möglich war. Es wurden folgende Naturstoffe ausgewählt: Orangenschalen aus Bio-Orangen, Bio-Kamillenblüten, gemahlener Kümmel, schwarzer Pfeffer, gemahlener Muskatnuss und Gewürznelken. Es wurden verschiedene Methoden verwendet, um die Naturstoffe zu gewinnen. Dazu gehörten einerseits die Wasserdampfdestillation und andererseits die Soxhlet-Extraktion. Die Lösungsmittel wurden mittels Rotationsverdampfer (siehe Abbildung 1) entfernt. Um die Reinheit und Identität der isolierten Naturstoffe zu überprüfen, wurden Schmelzpunktbestimmungen und GC-MS-Analysen durchgeführt.

ERGEBNISSE & AUSBLICK

Durch die Anwendung der GC-MS-Analyse konnten eine Vielzahl an Verbindungen als Hauptkomponenten in ätherischen Ölen ermittelt werden. Das pigmentierende Chamazulen (siehe Abbildung 2) ist der Hauptverantwortliche für die blaue Farbe des Kamillenöls. Neben Bisabolol zählt es zu den Hauptwirkstoffen des ätherischen Kamillenöls und besitzt eine antiphlogistische Wirkung. Durch eine Reinheitsprüfung wurde die Qualität der Ausgangsstoffe überprüft. Die Ergebnisse belegten, dass die Naturstoffe in hoher Reinheit gewonnen werden konnten.

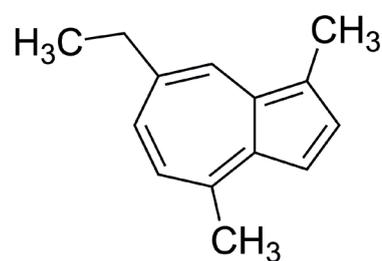


Abbildung 2: Strukturformel von Chamazulen (Wikimedia, 2023).



Enzymkatalysierte Synthese einer Substanz durch an Trägermaterial immobilisierte Enzyme

von Hofer Saskia

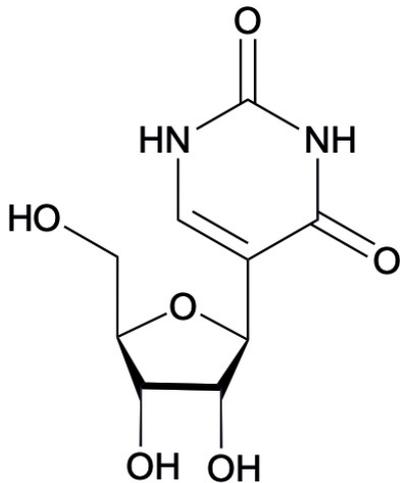


Abbildung 1: Pseudouridin (eigene Grafik).

EINLEITUNG

Die Entwicklung von mRNA Impfungen birgt ein großes Potential für die Behandlung von Krebs und Infektionskrankheiten. Um die Effizienz und Stabilität dieser Impfstoffe zu gewährleisten, wird in der "messenger ribonucleic acid" (mRNA) statt des Bausteines Uridin sein großtechnisch synthetisiertes Derivat Pseudouridin eingesetzt (Abb. 1). Eine umweltschonende Alternative in der Produktion von Feinchemikalien ist die Nutzung von Enzymen als Katalysatoren. Der teuerste Teil eines solchen biotechnologischen Verfahrens ist die Herstellung und Aufreinigung der Enzyme, weshalb erst ein mehrfacher Einsatz dieser eine Synthese wirtschaftlich relevant machen.

ZIELSETZUNG

In dieser Forschungsarbeit soll die ressourcenschonende Möglichkeit einer Immobilisierung von Enzymen auf ein Trägermaterial für eine im Labormaßstab bereits erfolgreiche Synthese von Pseudouridin untersucht werden, um die not-

wendige Robustheit für eine wirtschaftliche Großproduktion zu erreichen.

DURCHFÜHRUNG

Im ersten Schritt wurden die für die Synthese benötigten Enzyme in Bakterien produziert und aufbereitet. Für die anschließenden Versuche wurden mit verschiedenen Metallionen versehene poröse Glasmaterialien als Trägermaterial verwendet und die Enzyme darauf immobilisiert (Abb. 2). Mit dem entstandenen Immobilisat wurden Testsynthesen im kleinen Maßstab durchgeführt und mittels Protein- und "high performance liquid chromatography"- (HPLC) Messungen die Effektivität im Vergleich zu den nicht immobilisierten Enzymen bestimmt.

ERGEBNISSE & AUSBLICK

Die Laborexperimente führten zu einem Teilerfolg in der Immobilisierung der Enzyme. So konnte gezeigt werden, dass ein Enzym sehr gut an die Trägerpartikel bindet und so für mehrere Syntheszyklen verwendet werden kann. Da aber nicht alle Enzyme der Kaskade die wirtschaftliche Effizienz beibehielten, müssen weitere Trägermaterialien untersucht werden.

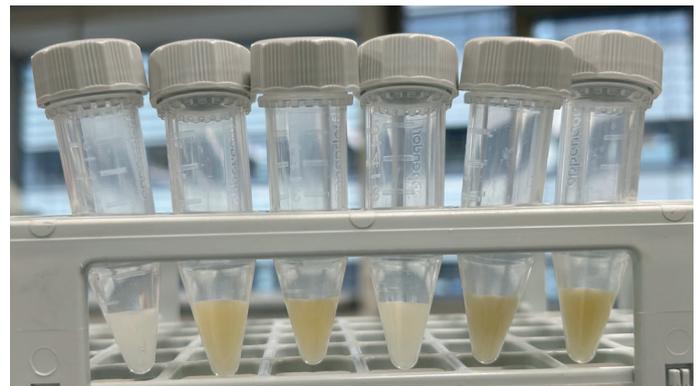


Abbildung 2: Immobilisate (eigenes Foto).



Charakterisierung von kleinen & großen Hochdruck-Homogenisatoren (HPH) mit Hilfe von numerischer Strömungsmechanik (Computational Fluid Dynamics)

von Kozissnik Nina



Abbildung 1: Ariete NS3037 (www.gea.com, 2023).

EINLEITUNG

Numerische Strömungsmechanik (Computational Fluid Dynamics, CFD) ist eine Methode zur numerischen Simulation von Strömungen und Transportprozessen in Flüssigkeiten und Gasen. Sie wird oft verwendet, um das Verhalten von Fluiden in komplexen Systemen wie Hochdruck Homogenisatoren (HPH) zu analysieren und zu optimieren. Die Charakterisierung sowohl von kleinen als auch großen HPH-Systemen ist wichtig, da je nach Anwendung unterschiedliche Anforderungen an sie gestellt werden. Mit CFD können die Auswirkungen von Größe, Form und Betriebsbedingungen auf die Homogenisierungseffizienz untersucht werden.

ZIELSETZUNG

Ziel des Projekts ist der Vergleich zweier unterschiedlicher Homogenisierungsgeräten, sodass der Scale-Up Prozess optimiert werden kann. Dafür werden Versuche in zwei Maßstäben (Labor- und Produktionsmaßstab), die von Fresenius Kabi bei der Herstellung einer Emulsion verwendet werden,

durchgeführt. Dabei wird untersucht, welche Parameter Einfluss auf die Emulsionsqualität und -eigenschaften haben. Mit CFD können die Auswirkungen auf die Homogenisierungseffizienz untersucht werden.

DURCHFÜHRUNG

Es werden zwei Homogenisatoren „Ariete NS3037“ (Abb. 1) und „Panda Plus 2000“ (Abb. 2) miteinander verglichen. Zu Beginn werden physikalische Größen der Emulsionspartikel ermittelt, welche in die Gleichungen der Strömungslehre einfließen. Dafür werden Emulsionen im Labormaßstab von 1-5 L hergestellt. Die Durchflussrate dieser Emulsionen wird im Laborhomogenisator mit verschiedenen Parametern gemessen, wie z.B. die Durchflussrate ohne Druck, und mit verschiedenen Druckeinstellungen. Weiters werden die Emulsionen mit verschiedenen Temperaturen und verschiedenen Scherraten homogenisiert.

ERGEBNISSE & AUSBLICK

Die Homogenisatoren konnten in den Versuchen sehr gut verglichen werden. Durch den Einsatz von CFD können die Strömungsverhältnisse in HPH-Systemen für den Scale-Up Prozess besser verstanden und optimiert werden.



Abbildung 2: Panda Plus 2000 (www.gea.com, 2023).



Vergleich von Ätzzraten bei Reinigungsanlagen

von Marbler Carina



Abbildung 1: Reinigungsanlage (eigenes Foto).

EINLEITUNG

Die schnelllebige Entwicklung vieler Technologien wirkt sich besonders auf die Herstellung von Leiterplatten aus. Deshalb müssen in der Leiterplattenproduktion auch die verwendeten Ausgangsmaterialien ständig angepasst werden. Dies betrifft auch die verwendeten Prüfplatten für die Bestimmung der Ätzzrate. Bei der Ätzzratenbestimmung wird der Kupferabtrag von der Leiterplatte in μm berechnet. Diese Analyse ist für die Überprüfung und Gewährleistung einer zuverlässigen Reinigung notwendig.

ZIELSETZUNG

Das Ziel dieser Arbeit ist es, die bisher verwendeten einseitig mit Kupfer kaschierten Platten mit den neuen beidseitig mit Kupfer kaschierten Platten beim Reinigungsprozess zu vergleichen und zu evaluieren, ob diese für die Prozesskontrolle im Reinigungsschritt ebenso geeignet sind. Um den Prozess zu kontrollieren und garantieren zu können, dass in der Produktion nicht zu viel Kupfer von der Leiterplatte geätzt

wird, aber sie dennoch gereinigt wird, wird ein akkurater Kupferabtrag angestrebt.

DURCHFÜHRUNG

Für die Bestimmung der Ätzzrate wird eine Gewichtsverlustanalyse durchgeführt. Hierfür wird eine kupferkaschierte Platte durch die in Abbildung 1 gezeigte Reinigungsanlage gefahren und die Platte vor und nach dem Prozess gewogen. Durch die Anlagengeschwindigkeit, sowie die Konzentration des Ätzmittels, kann die Ätzzrate so gesteuert werden, dass eine ausreichende Reinigung gewährleistet wird.

ERGEBNISSE & AUSBLICK

Die geringe Differenz der Messung des Kupferabtrages zwischen den beiden Materialien lassen, wie in Abbildung 2 erkennbar, darauf schließen, dass die Ätzzratenbestimmung mit den beidseitig mit Kupfer kaschierten Prüfplatten für die Kontrolle des Reinigungsprozesses ebenso zuverlässig ist und künftig keine einseitig mit Kupfer kaschierten Platten für die Prozesskontrolle benötigt werden.

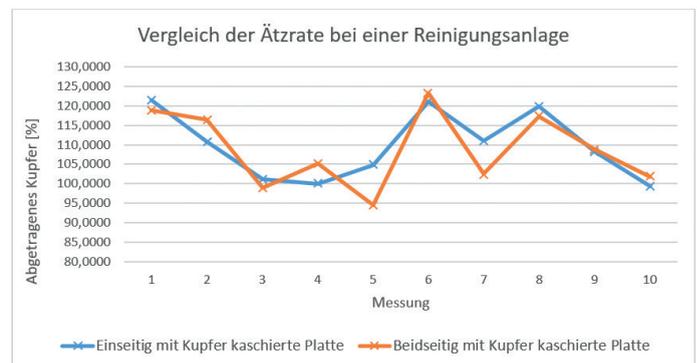


Abbildung 2: Vergleich der Ätzzraten der einseitig und beidseitig mit Kupfer kaschierten Prüfplatten. Angabe in % des Sollwertes (eigene Darstellung).



Hydrometallurgische Aufbereitung von Erzen

von Pretschuh Wolfgang



Abbildung 1: Durchführung der Säurelaugung (eigenes Foto).

EINLEITUNG

Ein in der heutigen Zeit wichtiger Rohstoff ist Nickel. Obwohl Nickel häufig in der Erdkruste vorkommt, ist die Nickelaufbereitung aufwendig. Die Firma ECV Energie- u. chem. Verfahrens-, Forschungs- u. Beratungs- Ges.m.b.H. erarbeitet Verfahren für die hydrometallurgische Aufbereitung von nickelhaltigen Mineralen.

ZIELSETZUNG

Das Ziel dieser Abschlussarbeit ist für zwei unterschiedliche, Nickel-haltige Minerale einen hydrometallurgischen Prozess zu entwickeln, bei dem durch die Anwendung von Laugungs- und Fällungsreaktionen jeweils eine nickelreiche Fraktion hergestellt wird. Idealerweise können die abgetrennten Komponenten ebenfalls in verwertbare Produkte umgewandelt werden.

DURCHFÜHRUNG

Nach der mechanischen Zerkleinerung und der Bestimmung der quantitativen Zusammensetzung beider Minerale mittels

Röntgenfluoreszenzanalyse wurden mehrere Laugungsversuche im Labormaßstab durchgeführt. Bei diesen Versuchen wurden die Minerale in Säure gelöst (siehe Abbildung 1) und durch die nachfolgende stufenweise Fällung als Nickelhydroxid (siehe Abbildung 2) wertstoffreiche Fraktionen erzeugt. Von den mittels Vakuumfiltration abgetrennten Niederschlägen wurden nach Aufschluss mit einem optischen Emissionsspektrometer die chemischen Zusammensetzungen bestimmt.

ERGEBNISSE & AUSBLICK

Durch den entwickelten hydrometallurgischen Prozess konnte bei beiden Mineralen eine nickelreiche Fraktion mit einer Nickelausbringung von $> 99\%$ erzeugt werden. Die vorhandenen Begleitelemente konnten gezielt und in entsprechender Reinheit abgetrennt werden, was eine zusätzliche Wertschöpfung ermöglicht. Durch die Wahl der Reagenzien und Prozessbedingungen ist eine breite Anwendung für verschieden Erze möglich. Nach den erfolgreich abgeschlossenen Laborversuchen werden weitere Versuche im Technikumsmaßstab folgen.



Abbildung 2: Fällung als Nickelhydroxid (eigenes Foto).



Aufbau und Validierung eines Dieselkreislaufes eines Prüfstands

von Putz Thomas



Abbildung 1: Prüfstand (eigenes Foto, 2023).

EINLEITUNG

Die AC2T research GmbH, das Österreichische Kompetenzzentrum für Tribologie, erarbeitet als F&E-Dienstleister innovative Lösungen im Bereich der Tribologie, der Lehre von Reibung und Verschleiß. Aufgrund der Neuinbetriebnahme eines Prüfstandes (siehe Abbildung 1) für die Entwicklung tribologisch relevanter Bauteile im Automotivbereich, soll die sichere Zu- und Ableitung von Betriebsflüssigkeiten (insbesondere Diesel) aufgebaut und validiert werden.

ZIELSETZUNG

Die Arbeit beschäftigt sich mit dem gesamten Ablauf der Entwicklung, Implementierung, Validierung bis hin zur Erstellung einer Arbeitsanweisung für die Betankung und Entleerung eines Prüfstandes mit Diesel (siehe Abbildung 2).

DURCHFÜHRUNG

Der Prozess beginnt mit der Auswahl der passenden Bauteile und Komponenten, gefolgt von der Fertigung der erforder-

lichen Infrastruktur. Bei der Bestellung der Komponenten wurden interne Richtlinien und Qualitätsstandards berücksichtigt, um sicherzustellen, dass alle Materialien den Anforderungen entsprechen. Der Aufbau der Anlage erfolgte unter Berücksichtigung der Vorgaben der Projektleitung und unter Einhaltung aller relevanten Sicherheitsvorschriften und Verordnungen. Dazu gehörten unter anderem die Verwendung von Auffangwannen mit ausreichendem Volumen, Erdungen und ATEX-tauglichen Betriebsmitteln. Die Funktionalität und Dichtheit der Anlage wurden mehrfach überprüft, wobei besonderes Augenmerk auf die Anpassung der Anschlüsse und die sorgfältige Verbindung aller Komponenten gelegt wurde.

ERGEBNISSE & AUSBLICK

Basierend auf der aufgebauten Infrastruktur konnte eine firmeninterne Arbeitsanweisung mit detaillierten Schritt-für-Schritt-Anleitungen zur Betankung erstellt werden. Diese Arbeitsanweisung verbessert die Abläufe, da sie klare Richtlinien und Anleitungen für die Mitarbeiter bietet. Damit kann die Effizienz, Effektivität und Qualität der Arbeitsergebnisse gesteigert werden.

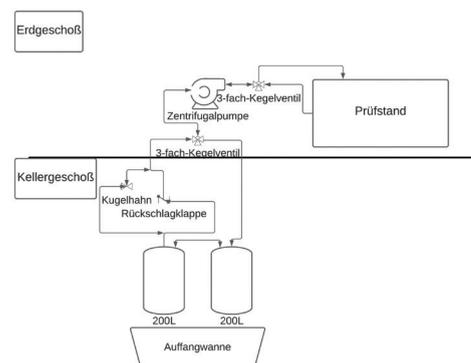


Abbildung 2: Dieselkreislauf (eigene Darstellung 2023).



Prozessoptimierung der Emulgierphase eines wasserbasierenden Kunstharzes

von Reiß Gilbert



Abbildung 1: Hochviskose, homogene Bindemittelvoremulsion (Eigene Fotografie).

EINLEITUNG

Im Laufe der Zeit hat in der Kunstharzherstellung eine Umstrukturierung von Lösungsmittelharzen auf wasserbasierende Kunstharze stattgefunden. Diese wurde durchgeführt, um organische Lösungsmittel zu vermeiden. Dadurch entstanden Probleme im sogenannten „Emulgierprozess“. Um dies zu verbessern, wurden Versuche unternommen, um die Voremulgierung und den anschließenden Ablassvorgang effektiver zu gestalten.

ZIELSETZUNG

Ziel dieser Abschlussarbeit ist es, den optimalen Neutralisationsgrad der basischen Lösung, welche für die Voremulgierung verwendet wird, herauszufinden, um eine effektive Voremulgierung für den darauffolgenden Ablassvorgang zu gewährleisten. Der optimale Neutralisationsgrad äußert sich in Form eines hauchdünnen Wasserfilms, welcher das Kunstharz umgibt. Durch dieses chemische Verhalten wird das hochviskose Bindemittel für den Emulgierprozess handhabbar.

DURCHFÜHRUNG

Es wurde anhand von Laborversuchen der passende Neutralisationsgrad der basischen Lösung im technologischen Labor evaluiert (siehe Abbildung 1). Anschließend wurde in einem Scale-Up eine Versuchsproduktion im Technikum Werndorf durchgeführt. Diese Ergebnisse waren ausschlaggebend für die weiteren Großproduktionen, welche unter Einhaltung der Parametervorgaben durchgeführt wurden.

ERGEBNISSE & AUSBLICK

Die Auswertung der Daten ergab einen optimalen Neutralisationsgrad der basischen Lösung, welcher in der Versuchsproduktion und Großproduktion identisch war. Die Voremulgierung und der anschließende Ablassvorgang sind erfolgreich verlaufen. Die Messwerte aller Produktionen, welche sich aus dem pH-Wert und dem „nicht flüchtigen Anteil“ (nfA) zusammensetzen, sind im Normbereich. Unter nfA versteht man den prozentuellen Anteil an Festharz in einer Emulsion. Ersichtlich ist dies in der grafischen Darstellung (Abbildung 2) welche den errechneten Mittelwert und die Messwerte der einzelnen Produktionen zeigt. Der Produktionsprozess auf der Großanlage wurde an die gewonnenen Erkenntnisse angepasst.

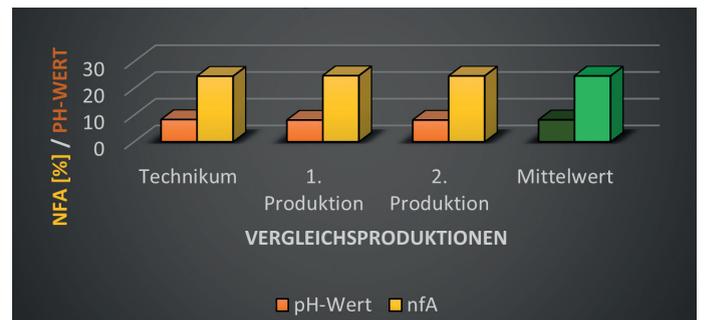


Abbildung 2: Grafische Darstellung der Messwerte aus dem Technikum und der Produktion (eigene Darstellung).



Entwicklung und Validierung einer Analytischen Methode zur Quantifizierung von Polysorbaten in Proteinlösungen

von Renner Lukas

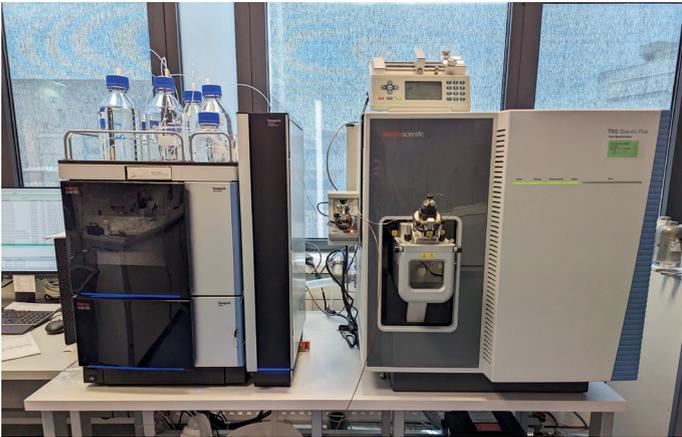


Abbildung 1: HPLC mit Triple-Quadrupol-Massenspektrometer (eigenes Foto).

EINLEITUNG

Polysorbate werden in Biologika wie z.B. Hormonen oder Antikörpern als gängiges „Surfactant“ verwendet, um sowohl die Anhaftung an Primärpackmittel als auch die Aggregation und Denaturierung zu verhindern. Die maximale Menge ist hierbei jedoch immer reglementiert, da eine zu hohe Konzentration zu unerwünschten Nebenwirkungen führen kann. Die Inhomogenität und Abwesenheit eines Chromophores machen jedoch die Analytik zur Herausforderung.

ZIELSETZUNG

Das Ziel dieser Abschlussarbeit war es, eine analytische Methode zu entwickeln und validieren, welche es ermöglicht, Polysorbate in unterschiedlichen Matrices zu quantifizieren. Mindestens ein Oligopeptid, ein Hormon und ein Antikörper sollten als Probenmatrix geprüft werden.

DURCHFÜHRUNG

Die Trennung des Substanzgemisches erfolgte auf einer HPLC (siehe Abbildung 1) durch den Einsatz einer Mixed Mode Säule.

Das Polysorbat wurde dabei mit einem Stufengradient in einem scharfen Peak eluiert. Die Detektion erfolgte dabei durch ein Triple-Quadrupol-Massenspektrometer im Fullscan-Mode (siehe Abbildung 2). Nach erfolgreicher Entwicklung wurde die Methode, gemäß ICH Q2, validiert. Der Arbeitsbereich der neuen Methode beträgt 10 – 1000 ppm. Dieser Bereich deckt die übliche Polysorbat Konzentration in Biologika ab.

ERGEBNISSE & AUSBLICK

Bei dieser Arbeit konnte Polysorbat 80, von unterschiedlichen Herstellern in verschiedenen Matrices, erfolgreich quantifiziert werden. Bei der Validierung wurden die gesetzten Parameter für Aspekte wie z.B. Linearität, Präzision, Wiederholbarkeit und Reproduzierbarkeit erfüllt. Durch die große Vielzahl an unterschiedlichen Biologika und Surfactants in der Pharmazeutischen Industrie, kann diese Methode als Grundlage zur Implementierung von weiteren Methoden verwendet werden, welche speziell auf das Produkt des Kunden zugeschnitten sind.

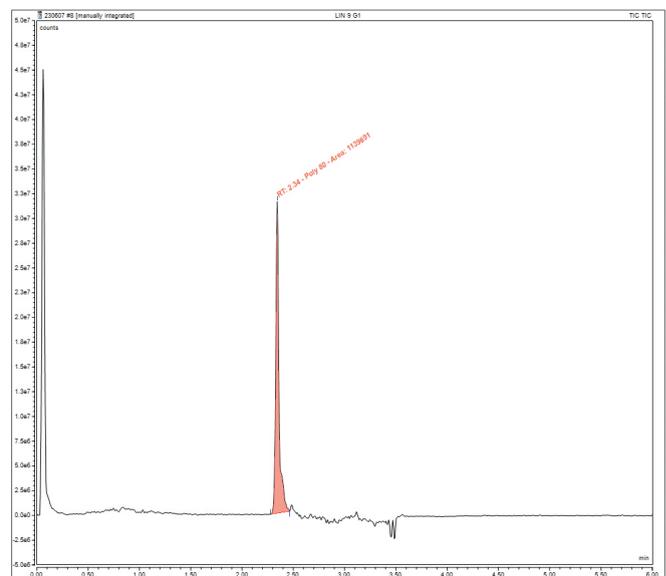


Abbildung 2: Fullscan von Polysorbat 80 (eigene Darstellung).



Evaluierung des Endotoxin-Profiles von *Ralstonia species*

von Ruhdorfer Teresa

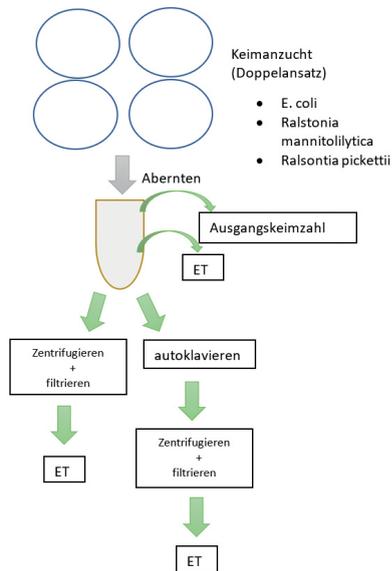


Abbildung 1: Versuchsaufbau (eigene Darstellung).

EINLEITUNG

Arzneimittel schützen die Gesundheit von Menschen und verbessern die Lebensqualität. Um sicher zu stellen, dass nur unbelastete Produkte in den Umlauf gebracht werden, spielt die Kontrolle der Endotoxin Konzentration bei der Qualitätssicherung eine wesentliche Rolle. Endotoxine sind Zellbestandteile von gramnegativen Bakterien, die pyrogene Eigenschaften besitzen, d.h. sie können Fieberreaktionen auslösen. Dies stellt eine potenzielle Gefahr für die Patientensicherheit dar.

ZIEL DER ARBEIT

Ziel dieser Projektarbeit ist es, Endotoxin-Profile zweier gramnegativer *Ralstonia*-Spezies, die im Produktionsalltag eine Rolle spielen, zu erstellen. Dabei soll einerseits der Einfluss des Prozessschritts der Sterilisierung durch Autoklavierung auf das Profil untersucht werden. Andererseits soll das Endotoxin-Profil in verschiedenen Fertigprodukt-Matrizes untersucht

werden. Hierbei soll der Prozessfaktor der Stehzeit während des Herstellungsprozesses berücksichtigt werden, da hier potenziell bakterielles Wachstum passieren kann.

DURCHFÜHRUNG

Die Untersuchung des Einflusses der Sterilisation wurde in folgenden Schritten durchgeführt: Anzucht der Keime, Abernten, Bestimmung der Ausgangskeimzahl und Autoklavierung eines Teils der Keimsuspension. Anschließend erfolgte die Bestimmung des Endotoxin-Profiles (ET) der Keime sowohl aus der autoklavierten als auch aus der nicht autoklavierten Keimsuspension mittels Festgel-Methode (Abbildung 1). Für diese wird ein Lysat, welches ein bestimmtes Enzym (Coagulase) enthält, verwendet. Bei Anwesenheit von Endotoxinen führt dies zu einer Gelbildung des Lysats (Abbildung 2).

ERGEBNISSE & AUSBLICK

Das Endotoxin-Profil identifiziert potenzielle Kontaminationsquellen im Produktionsprozess und bewertet die Wachstumsförderung für Keime im Zusammenhang mit dem Produkt. Die Stehzeitanalyse liefert wichtige Erkenntnisse über die Stabilität, potenzielle Keimwachstumsförderung und Kontaminationsrisiken des Produkts.

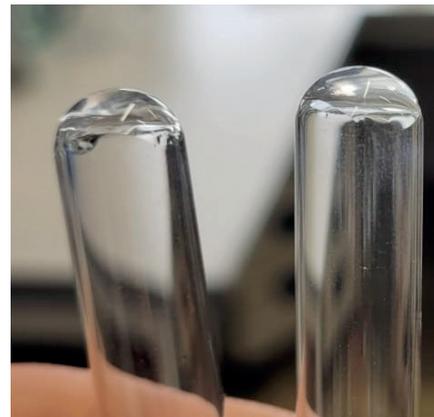


Abbildung 2: Festgelbildung (eigenes Foto).



Prozessoptimierung einer Dimethylsulfoxid-Recycling-Anlage

von Stenschke Alexander

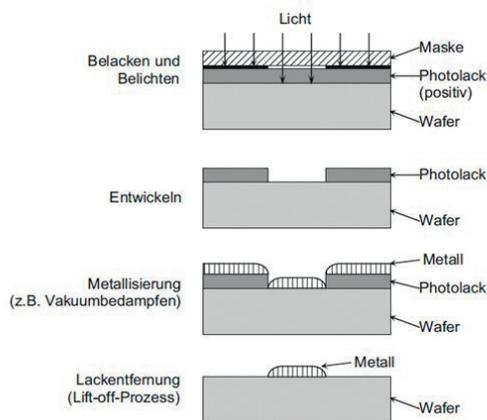


Abbildung 1: Schematische Darstellung des Lift-Off-Prozesses (Technologien der Mikrosysteme 2022).

EINLEITUNG

Im Fokus dieser Arbeit stehen theoretische und praktische Aspekte der Mikrochipproduktion, sowie das Recycling von Dimethylsulfoxid, im Folgenden als DMSO abgekürzt. Besonders hervorgehoben wird dabei der Lift-Off-Prozess der Mikrochipherstellung (siehe Abbildung 1), in welchem DMSO als Lösungsmittel eine wichtige Rolle spielt. Anschließend wird der Recyclingprozess von DMSO erläutert und im praktischen Teil versucht, diesen Prozess zu optimieren.

ZIELSETZUNG

Hauptziel der Arbeit ist die Verbesserung des Recyclingprozesses von DMSO nach dem Lift-Off-Prozess, sowie eine detaillierte Beleuchtung der Struktur und Funktion der Dimethylsulfoxid-Recycling-Anlage, einschließlich des DMSO-Loops, der DMSO-Chemieversorgungsstation und der Vakuumdestillationsanlage (siehe Abbildung 2).

DURCHFÜHRUNG

Der Fokus der praktisch durchgeführten Arbeit liegt im Speziellen auf dem Destillationsprozess. Hierbei werden Optimierungsmöglichkeiten durch die Anpassung der Bypass-Zeit, die regelmäßige Reinigung der Vakuumdestillationsanlage und die Änderung der Stufenumschaltung eruiert und getestet. Zudem werden die Labormethoden beschrieben mit denen die Qualität des recycelten DMSOs für die Produktion überprüft wird.

ERGEBNISSE & AUSBLICK

Die Ergebnisse dieser Arbeit unterstreichen die Rolle von Bypass-Zeit und Stufenumschaltung für die Qualität des Destillats. Die Reinigung des Systems und korrektes Öffnen aller Ventile danach ist essenziell. Regelmäßigere Wartungen haben ebenso eine positive Wirkung auf den Destillationsprozess. Bei der Einstellung der Bypass-Zeit gilt es allerdings das richtige Gleichgewicht zu finden, um hohe Destillatqualität und angemessene Ausbeute sicherzustellen. Kontinuierliche Überwachung und situationsabhängige Anpassung der Parameter sind erforderlich.

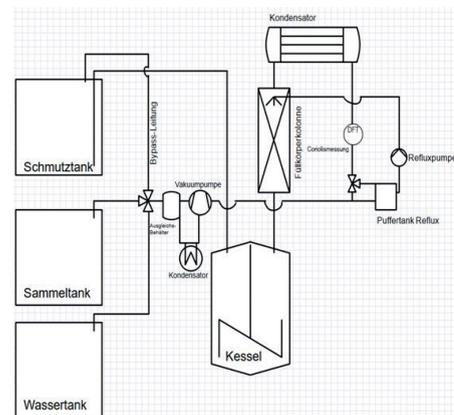


Abbildung 2: Einfaches Verfahrensschema der Vakuumdestillationsanlage (eigene Darstellung).



Validierung einer optimierten Methode zur Detektion von Cyanocobalamin-Rückständen

von Tasser Julian

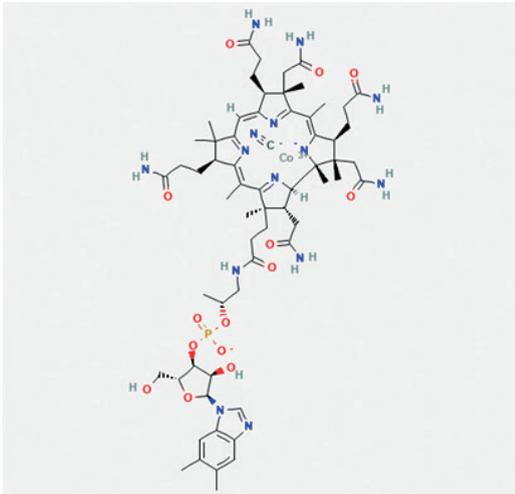


Abbildung 1: Cyanocobalamin (pubchem.ncbi.nlm.nih.gov, 2023).

EINLEITUNG

Diese Arbeit widmet sich dem Thema Cyanocobalamin in der Pharmaindustrie (siehe Abbildung 1). Ziel ist es eine zuverlässige Methode zur Untersuchung von Rückständen in einer Tablettenbeschichtungsmaschine zu entwickeln und zu validieren. Das Hauptaugenmerk liegt dabei auf der genauen und verlässlichen Bestimmung von Cyanocobalamin-Rückständen mittels HPLC-Methode (siehe Abbildung 2).

ZIELSETZUNG

Eine bestehende Methode für die HPLC-Bestimmung von Cyanocobalamin-Rückständen wurde am Standort in Spittal getestet, für die spezifischen Bedingungen angepasst und

anschließend validiert. Dabei wurden verschiedene Aspekte wie Linearität, Systemtauglichkeit, Präzision, Richtigkeit, LOD/LOQ, Spezifität und Stabilität berücksichtigt.

DURCHFÜHRUNG

Die bestehende Methode wurde als Ausgangspunkt gewählt und weiterentwickelt. Es folgten umfangreiche Validierungsexperimente von der Probenahme bis zur Analyse, um sicherzustellen, dass die Methode den erforderlichen Standards entspricht.

ERGEBNISSE & AUSBLICK

Die vorhandene Methode konnte an die Bedingungen des Standortes, insbesondere die höheren Konzentrationen, angepasst werden. Die Validierungsexperimente bestätigten die Zuverlässigkeit und Genauigkeit der Methode. Es wurden keine signifikanten Abweichungen in Bezug auf Systemtauglichkeit, Richtigkeit und Stabilität festgestellt. Die Methode erwies sich als geeignet für die Untersuchung von Cyanocobalamin-Rückständen und trug zur Gewährleistung von Genauigkeit und Verlässlichkeit der Analyse bei. Die erfolgreiche Validierung dieser Methode legt den Grundstein für zukünftige Anwendungen und Weiterentwicklungen. Es besteht die Möglichkeit, die Methode auf andere Analyten und Rückstandssubstanzen auszuweiten. Die gewonnenen Erkenntnisse können zudem zur Verbesserung von Reinigungsverfahren der Tablettenbeschichtungsmaschine beitragen.



Abbildung 2: HPLC der Firma Agilent Infinity ii 1260 (www.agilent.com, 2023).



Prozessverkürzung in der Textilausrüstung

von Trampusch Jan



Abbildung 1: Spannrahmen in einer Textilausrüstung
(www.brueckner-textile.com, 2023).

EINLEITUNG

In der Textilausrüstung durchläuft ein Rohgewebe eine Vielzahl von Arbeitsschritten, um zu einem fertigen Produkt für den Kunden zu werden. Dieser Prozess ist mit einem erheblichen Ressourcenverbrauch verbunden, was wiederum zu einem hohen Verkaufspreis führt.

ZIELSETZUNG

Das Hauptziel der Projektarbeit besteht darin, zwei Arbeitsschritte nahtlos zu verbinden, ohne die üblicherweise erzielten Eigenschaften des Gewebes zu beeinträchtigen. Dadurch kann die Polyacrylpaste mithilfe eines Streichwerks aufgetragen werden, ohne dass eine separate Zwischentrocknung des Gewebes im Trockenkanal erforderlich ist.

DURCHFÜHRUNG

Das Polyacrylrohgewebe durchläuft einen mehrstufigen Veredelungsprozess. Zunächst wird es über eine Waschanlage gereinigt, um vorhandene Fette zu entfernen. Darauf folgt

die Vorimprägnierung mit einer Imprägnierflotte, um die technischen Eigenschaften des Garns zu verbessern. Um eine gleichmäßige Aufbringung der Polyacrylpaste zu gewährleisten, wird das Gewebe unmittelbar nach der Vorimprägnierung in einem Trocknungsschacht vorgetrocknet. Anschließend wird die Polyacrylpaste oberflächlich auf die Ware aufgetragen, mit einem Streichmesser gleichmäßig verteilt und getrocknet. Zur weiteren Verbesserung der Textilien werden sie danach nachimprägniert, um sie vor Umwelteinflüssen zu schützen und ihre Haltbarkeit zu erhöhen.

ERGEBNISSE & AUSBLICK

Durch die Integration des Vorimprägnierungsschrittes entfiel die Notwendigkeit einer separaten Trocknungsphase vor dem Auftragen der Polyacrylpaste. Dadurch konnten die Prozesskosten und der Ressourcenverbrauch erheblich reduziert werden. Bei der Auswertung der Ergebnisse wurde jedoch eine Qualitätseinbuße festgestellt. Diese können durch Anpassungen der Chemikalien und der Maschineneinstellungen kompensiert werden.

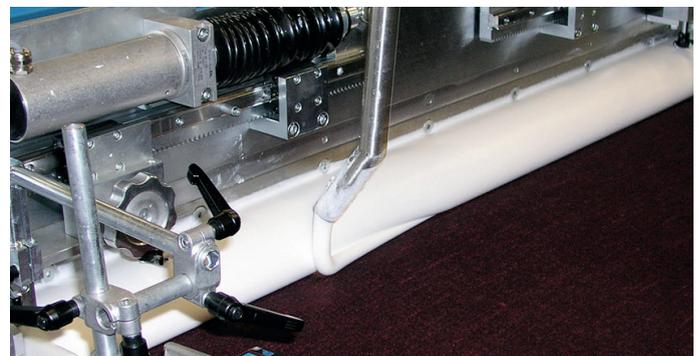


Abbildung 2: Beschichtungsaggregat in Verwendung
(www.brueckner-textile.com, 2023).



Aufbau einer D-Limonen Recyclinganlage

von Trampusch Julian

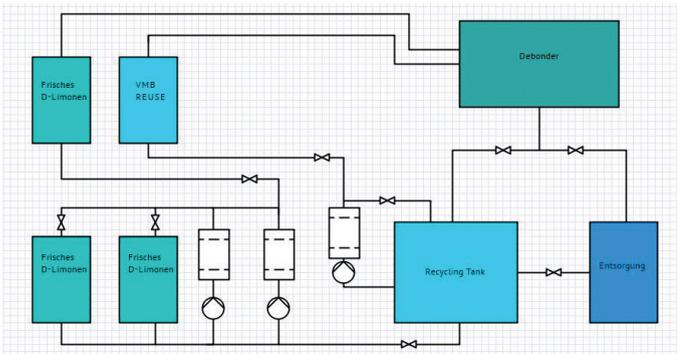


Abbildung 1. Schematische Darstellung der kompletten D-Limonen Versorgung (eigene Darstellung).

EINLEITUNG

D-Limonen ist ein weit verbreitetes Lösungsmittel, das insbesondere in industriellen Entklebungsprozessen eine wichtige Rolle spielt. Durch den Preis von D-Limonen ergibt sich die Frage, ob sich die Aufbereitung und Wiederverwendung von D-Limonen aus dem Entklebungsprozess lohnt.

ZIELSETZUNG

Die Zielsetzung dieser Arbeit ist es, eine Anlage zu konzipieren, welche die Wiederverwertung von D-Limonen ermöglicht und gleichzeitig ein effektives System zur Sammlung und Entsorgung von nicht recycelbarem Material beinhaltet. Hierdurch soll nicht nur der Umweltbeitrag gesteigert, sondern auch die Wirtschaftlichkeit des gesamten Prozesses erhöht werden.

DURCHFÜHRUNG

Die Qualität des D-Limonens wurde über verschiedene Verarbeitungszyklen hinweg untersucht. Hierzu wurden Verfahren wie Gaschromatographie, Dichtebestimmung und die Mes-

sung des Brechungsindex genutzt. Auch wurde ein grobes Konzept über den Aufbau der Recyclinganlage inklusive eines RI-Fließbildes erarbeitet, welches die Funktionsweise der Anlage veranschaulicht.

ERGEBNISSE & AUSBLICK

Auf Grundlage der Versuchsergebnisse wurde ein umfassendes Konzept für eine D-Limonen-Recyclinganlage erarbeitet. Ein detailliertes RI-Fließbild der Anlage umfasst verschiedene Komponenten, darunter ein Sammel- und Rezirkulationssystem, ein Filtersystem und eine Stickstoff-Inertisierung. Zukünftige Maßnahmen sollten die Qualitätsoptimierung von D-Limonen und die Implementierung von Trennverfahren zur Beseitigung von Isopropanol-Verunreinigungen beinhalten. Es wird erwartet, dass die erfolgreiche Umsetzung dieser Strategien einen wesentlichen Beitrag zur Verbesserung der Effizienz und Nachhaltigkeit industrieller Entklebungsprozesse leisten wird.

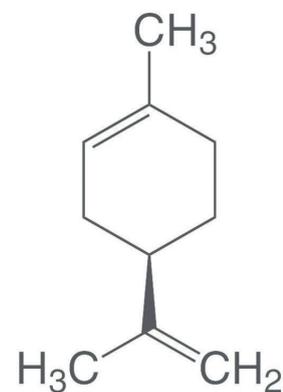


Abbildung 2. Strukturformel von D-Limonen (<https://www.carlroth.com>, 2023).



Entwicklung einer qualitativen und semi-quantitativen Dünnschichtchromatografie-Methode für die Analyse von Zuckerlösungen

von Wenzel Carina

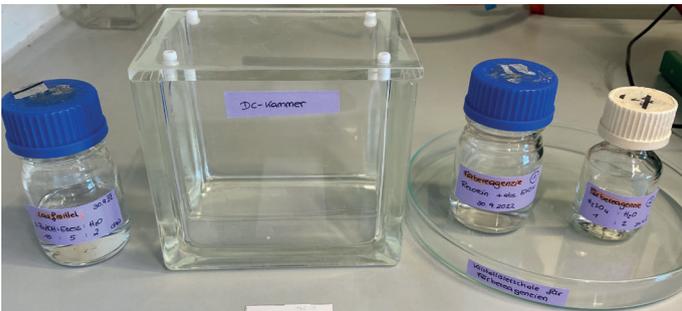


Abbildung 1: Vorbereitete Chemikalien und Geräte für die DC-Entwicklung.

EINLEITUNG

Das Unternehmen Annikki GmbH betreibt Forschung und Entwicklung im Bereich chemische und biokatalytische Verfahren zur stofflichen Nutzung von Biomasse. Der Biomasse-Fraktionierungs-Prozess der Firma Annikki zielt darauf ab, die Hauptkomponenten lignocellulose Biomasse - Cellulose, Hemicellulose und Lignin - in reiner Form zu gewinnen. Dabei werden auch komplexe Zuckerlösungen, die je nach Biomasse in ihrer Zusammensetzung variieren, erhalten. Die Zuckerverteilung in den Lösungen wird mittels High Performance Anion Exchange Chromatography (HPAEC) ermittelt.

ZIELSETZUNG

Das Ziel des Projektes ist die Etablierung eines optimierten Protokolls zur qualitativen und semi-quantitativen DC-Bewertung des Reaktionsfortschritts bei der enzymatischen Umsetzung von Biomassen zu Zuckerlösungen. Dabei wird das Laufmittel und das Färbereagenz optimiert.

DURCHFÜHRUNG

Für eine DC-Analyse benötigte man eine geschlossene DC-Kammer, eine DC-Platte (Kieselgel), ein Laufmittel und

Farbreagenz zum Anfärben der Spots. Zuerst wurde die Firmen-interne-Methode mit der Laufmittelzusammensetzung 1-Butanol: Essigsäure: Wasser (10:5:2) und dem Farbreagenz Resorcin getestet. Dies diente als Ausgangspunkt für weiteren Versuche. Die Vorbereitung für die Analyse kann man in Abbildung 1 sehen. Anschließend wurden die Standard-Konzentrationen für die DC-Analyse optimiert. In Folge wurden zuerst das Laufmittel mit unterschiedlichen Zusammensetzungen und verschiedenen Farbreagenzien getestet.

ERGEBNIS & AUSBLICK

Mit der neu entwickelten Methode lassen sich diverse Zucker-Lösungen zeitnah auftrennen und qualitativ, sowie semi-quantitativ bestimmen. Abbildung 2 zeigt das Ergebnis einer DC-Analyse der optimierten Methode. Die Auftrennung ist deutlich erkennbar.

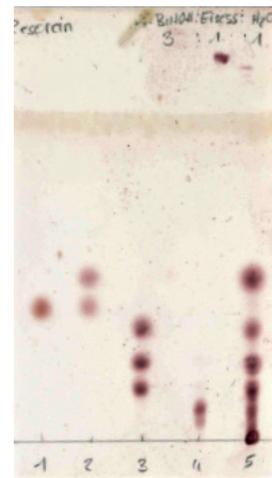


Abbildung 2: DC-Analyse von Standards und einer Probelösung (1-4 sind die Standards, 5 ist eine Probelösung. Laufmittel: 1-Butanol, Eisessig, Wasser 3:1:1, Färbereagenz: Resorcin).



Implementierung eines Inline-Laserdioden-Spektrometers zur Sauerstoffmessung in Kunstharz-Reaktoren zur Optimierung der Prozesssicherheit und Produktivität

von Wurzing Manuel



Abbildung 1: Waagrecht verbaute Sonde (eigenes Foto).

EINLEITUNG

Um eine sichere Produktion von Kunstharzen zu gewährleisten, müssen diese unter inerten Bedingungen hergestellt werden. Dies erfordert eine Inertisierung sämtlicher Produktionskessel. Der aktuelle Inertisierungsprozess besteht aus zweimaligem Evakuieren des Reaktors und dem anschließenden Aufheben des Unterdrucks durch das Einblasen von Stickstoff (N_2). Ziel dieses Zweischritt-Verfahrens ist es die Sauerstoffkonzentration im Kessel auf einen Wert kleiner 6 Volumenprozent zu reduzieren. Die Implementierung einer Inline-Sauerstoffsonde (siehe Abbildung 1) soll diesen teilweise empirischen Prozess durch regelmäßige Überwachung verbessern und eine kontrollierte Vorgehensweise ermöglichen.

ZIELSETZUNG

Die Funktionstüchtigkeit einer auf Tunable Diode Laser (TDL)-Absorptionsspektroskopie basierenden Sauerstoffsonde wird unter den komplexen Prozessbedingungen an einem Reaktor geprüft. Gegebenenfalls wird der aktuelle Inertisierungsprozess verbessert.

DURCHFÜHRUNG

Es wurden insgesamt mehr als 30 Versuchsmessungen durchgeführt. Im Zuge dieser wurden verschiedene Inertisierungsstrategien getestet und häufig auftretende Produktionsschritte simuliert. Anschließend wurde die Sauerstoffsonde in der Produktion eingesetzt. Dabei wurde die Plausibilität und die Reproduzierbarkeit der Sauerstoffmessung unter unterschiedlichen Prozessbedingungen untersucht.

ERGEBNISSE & AUSBLICK

Abbildung 2 zeigt den Konzentrationsverlauf von Sauerstoff (O_2) bei 4 verschiedenen Versuchen. Ein Versuch erwies sich als besonders erfolgreich, da bereits nach einer Evakuierung die Sauerstoffkonzentration unter 6 Volumenprozent war. Hier könnten bereits in naher Zukunft erhebliche Zeit- und Energieersparnisse erzielt werden. Auch beim Einsatz der Inline-Sauerstoffsonde während der Produktionsversuche waren deutliche Verbesserungen erkennbar. Die Anzahl der Messausfälle konnte stark verringert werden, was sehr positiv für den weiteren Prozessbetrieb ist.

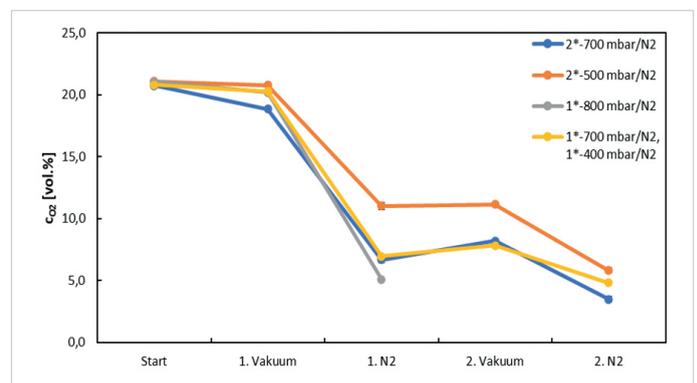


Abbildung 2: Inertisierungsversuche mit unterschiedlichen Vakuumsequenzen (eigene Darstellung).





Werkmeisterschule für Technische Chemie und Umwelttechnik Chemie Akademie

- ▷ Dauer 4 Semester
- ▷ **berufsbegleitend**
- ▷ Teil der **Berufsreifeprüfung**
- ▷ Teil der Ausbildung zum/r IndustrietechnikerIn
- ▷ **UnternehmerInnenprüfung**
- ▷ Besuch einzelner Module möglich

Chemie? Karriere!

www.chemiewerkmeisterschule.at

