

CE 640

Biotechnische Herstellung von Ethanol



Beschreibung

- praxisnaher Prozess der Ethanolherstellung aus stärkehaltigen Biorohstoffen
- Anlagensteuerung mit einer SPS, Touchscreen zur Anzeige und Bedienung
- PC-gestützte Datenerfassung über USB-Schnittstelle

Neben seiner großen Bedeutung für die chemische- und Lebensmittelindustrie wird Ethanol (Alkohol) zunehmend als Brennstoff eingesetzt. Mit CE 640 kann die realitätsnahe Herstellung von Ethanol aus stärkehaltigen Rohstoffen, wie z.B. Kartoffeln, untersucht werden. Die Versuchsanlage besteht aus drei Hauptkomponenten: einem Maischebehälter, einem Gärbehälter und einer Destillationseinheit.

Eine Mischung aus Wasser, mechanisch vorzerkleinerten Kartoffeln und Alpha-Amylase (Enzyme) wird in den Maischebehälter gefüllt. Um die dicht gepackten Stärkekettchen der Kartoffeln zu lösen, wird mit einer Düse Heißdampf in die Mischung injiziert (Verkleisterung). Dabei erhöht sich der Strömungswiderstand der Maische, was den weiteren Prozess behindern würde. Die Alpha-Amylase senkt durch Spaltung der Stärkekettchen (Verflüssigung) den Strömungswiderstand.

Zur Umsetzung der Stärke in Zucker (Verzuckerung) wird Gluco-Amylase eingesetzt. Diese Enzyme benötigen niedrigere Temperaturen und pH-Werte. Die Temperatur wird über die mantelseitige Wasserkühlung des Maischebehälters, die Einstellung des pH-Wertes durch Säure- und Laugezufuhr erreicht. Nach der Verzuckerung wird die Maische in den Gärbehälter gepumpt. Dort entsteht durch den Gärprozess Ethanol. Eine Wasserkühlung regelt die Temperatur. Im Anschluss an den Gärprozess wird die Maische in den Sumpf der Destillationseinheit gepumpt. Zur Abtrennung des Ethanols verfügt sie über eine Glockenbodenkolonne.

Für das abgetrennte Ethanol und die zurückbleibende Schlempe stehen zwei Behälter zur Verfügung.

Die Versuchsanlage hat umfangreiche Mess-, Regel- und Bedienfunktionen, die von einer SPS gesteuert werden. Ein Touchscreen zeigt Messwerte und Betriebszustände an und ermöglicht die Anlagenbedienung.

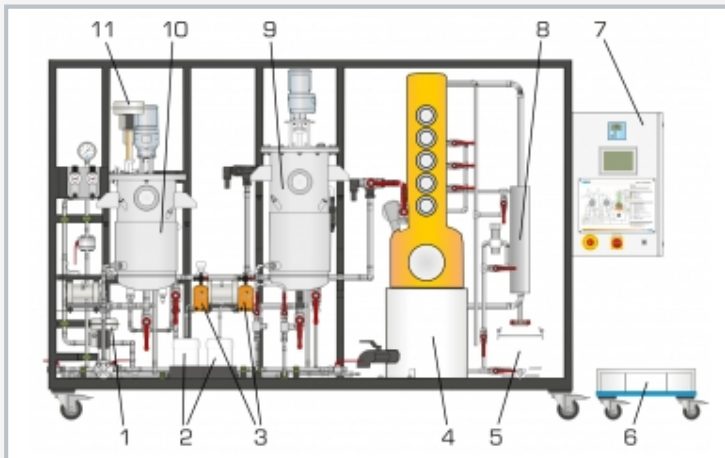
Die Dampfversorgung erfolgt über das Labornetz oder über den optional erhältlichen elektrischen Dampferzeuger (CE 715.01).

Lerninhalte / Übungen

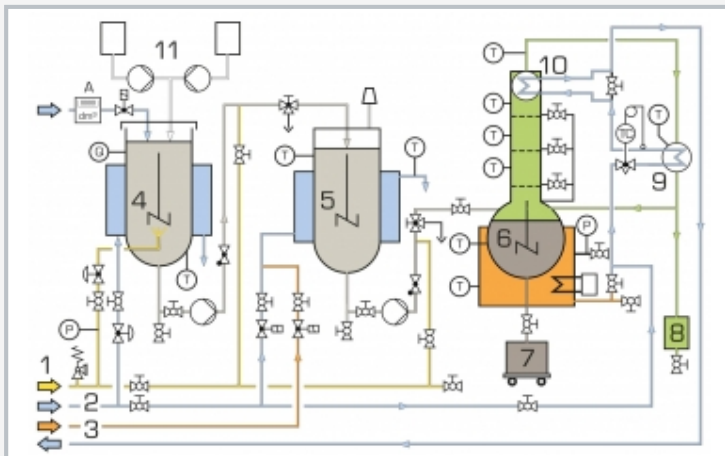
- notwendige Einzelschritte und Anlagenkomponenten zur Ethanolherstellung kennenlernen
 - ▶ Verkleisterung durch Dampfneinjektion
 - ▶ Verflüssigung unter Einsatz von Alpha-Amylase
 - ▶ Verzuckerung unter Einsatz von Gluco-Amylase
 - ▶ Gärung: Umsatz von Zucker zu Ethanol durch Hefekulturen unter anaeroben Verhältnissen
 - ▶ Destillation: Abtrennung von Ethanol aus der Maische

CE 640

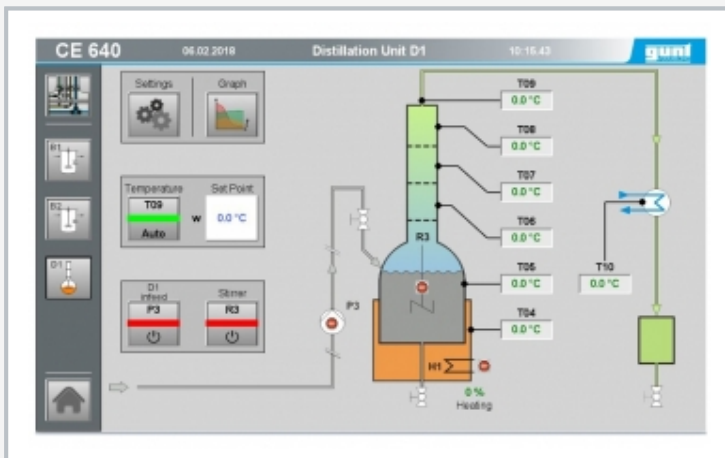
Biotechnische Herstellung von Ethanol



1 Regelventil Kühlwasser, 2 Behälter Säure/Lauge, 3 Pumpen Säure/Lauge, 4 Destillations-einheit, 5 Produktbehälter, 6 Schlempebehälter (fahrbar), 7 Schaltschrank, 8 Kondensa-tor, 9 Gärbehälter, 10 Maischebehälter, 11 Regelventil Heizdampf



1 Heizdampf, 2 Kühlwasser, 3 Heizwasser, 4 Maischebehälter, 5 Gärbehälter, 6 Destillati-onskolonne, 7 Schlempebehälter, 8 Produktbehälter, 9 Kondensator, 10 Dephlegmator, 11 Pumpen und Behälter Säure/Lauge; P Druck, T Temperatur, A Wassermenge, Q pH-Wert



Screenshot des Touchscreens der SPS-Steuerungseinheit

Spezifikation

- [1] diskontinuierliche Umwandlung von stärkehaltigen Biorohstoffen in Ethanol
- [2] offener Maischebehälter mit mantelseitiger Was-serkühlung, Heizdampfinjektion und Rührer
- [3] geschlossener Gärbehälter mit Rührer und mantel-seitiger Wasserkühlung/-heizung
- [4] Destillationseinheit mit 3 Glockenböden, Dephleg-mator, Kondensator und Rührer
- [5] 2 Pumpen zur Förderung der Maische
- [6] Regelung des pH-Wertes im Maischebehälter mit Säure und Lauge über Dosierpumpen
- [7] Einstellung der injizierten Heizdampfmenge, der Kühlwasserströme und der Kopftemperatur mit PID-Regler
- [8] Anlagensteuerung mit einer SPS, über Touch-screen bedienbar
- [9] GUNT-Software zur Datenerfassung über USB un-ter Windows 8.1, 10

Technische Daten

- Maischebehälter: 40L
 Gärbehälter: 50L
 Produktbehälter: 10L
 Schlempebehälter: 30L
 Destillationseinheit
- Kolonne, Øxh: 220x1200mm
 - Sumpfvolumen: 45L
 - Sumpfeizer: 0...7500W
 - 2 Druckluftmembranpumpen
 - Antriebsdruck: 2bar
 - max. Fördermenge: 15L/min
 - max. Förderhöhe: 20m
 - max. Feststoffgröße: 4mm
 - 2 Dosierpumpen (Säure und Lauge)
 - max. Fördermenge: je 2,1L/h

Messbereiche

- Temperatur: 10x 0...150°C
- Durchfluss: 0...25L/min (zum Maischebehälter)
- pH-Wert: 2...10
- Druck: 0...10bar (Dampf)

400V, 50Hz, 3 Phasen
 400V, 60Hz, 3 Phasen; 230V, 60Hz, 3 Phasen
 UL/CSA optional
 LxBxH: 3500x1200x2000mm
 Gewicht: ca. 500kg

Für den Betrieb erforderlich

Druckluft (1,5...6bar), Warm- und Kaltwasseranschluss (min. 400L/h, 40°C), Abfluss, CE 715.01 oder Dampf (10kg/h, min. 3bar); PC mit Windows empfohlen

Lieferumfang

Versuchsanlage, 1 Satz Enzyme etc., 1 Satz Zubehör, 1 GUNT-Software + USB-Kabel, 1 Satz didaktisches Be-gleitmaterial

CE 640

Biotechnische Herstellung von Ethanol

Optionales Zubehör

083.71501

CE 715.01

Elektrischer Dampferzeuger 12kW