



# CE 640 Biotechnische Herstellung von Ethanol

Energie aus nachwachsenden Rohstoffen



Hier finden Sie  
das Video  
„Betrieb und  
Versuche  
mit CE 640“

## Energie und Umwelt sind entscheidend für eine nachhaltige Entwicklung

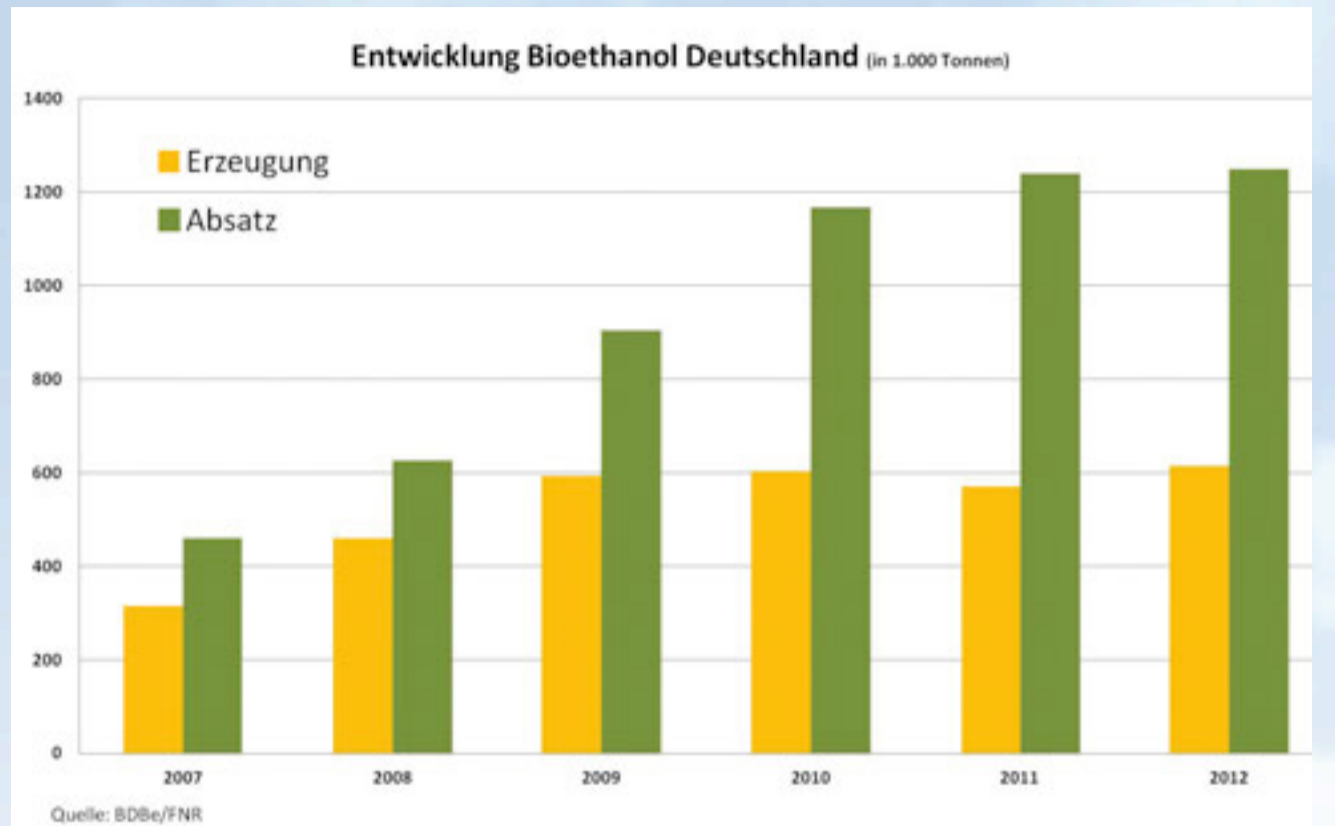
“Die nächsten 10 Jahre werden entscheidend für die Zukunft unseres Planeten sein. Radikale Maßnahmen müssen sowohl für die Verringerung des Klimawandels als auch für entsprechende Anpassungen ergriffen werden, bevor wir einer katastrophalen, möglicherweise irreversiblen Klimaveränderung ausgeliefert sind, deren Auswirkungen die Umwelt und das Leben auf unserem Planeten entscheidend ändern könnten.“

Übersetzt aus dem United Nations Development Program  
Charting a new Low-Carbon Route to Development  
Yannik Glemarec

Ingenieure, Wissenschaftler, Techniker und erfahrene Experten spielen eine entscheidende Rolle in diesem Übergangsprozess. Am Anfang steht eine fundierte Ausbildung mit praktischen Erfahrungen.

GUNT übernimmt eine führende Rolle in der Entwicklung innovativer Ausbildungssysteme für eine nachhaltige Energieerzeugung und Reinhaltung der Umwelt.

So wird z. B. auch die Bedeutung des Wassers für die Gesundheit von Mensch und Umwelt durch ein vollständiges Programm von Versuchsgeräten zur Wasserbehandlung hervorgehoben.



## CE 640

# Den Herstellungsprozess von Bioethanol in einem Laborversuch erarbeiten

### INHALT

<b>Energie aus Biomasse</b>	3
<b>Biotechnische Herstellung von Ethanol</b>	4
<b>CE 640 – Der Prozess der Bioethanol-Erzeugung schematisch</b>	5
<b>CE 640 – Der Aufbau</b>	6
<b>CE 640 – Technik und Komponenten</b>	7
<b>CE 640 – Das Anlagenkonzept der Automatisierungs- und Messtechnik</b>	8
<b>CE 640 – Installationsvoraussetzungen und Platzbedarf der Anlage</b>	9
<b>Laboreinsatz von CE 640 an der Fachhochschule Münster</b>	10
<b>CE 640 am Agricultural Research Institute Nicosia</b>	11
<b>Didaktische Konzeption, Installation und Training</b>	11
<b>2E Philosophie</b>	12

Die Versuchsanlage zur biotechnischen Herstellung von Ethanol ist für die berufliche und studentische Ausbildung in den Fachrichtungen Chemie- und Bioverfahrenstechnik hervorragend geeignet. Die Stoffauswahl ist weitsichtig. Bioethanol ist weltweit der führende Biokraftstoff und er wird es bleiben. Die Studierenden lernen das komplette Verfahren von den Rohstoffen bis zum Endprodukt kennen.

Die Realisierung verschiedener Prozesse wie z. B. das Zerkleinern, die Gärung oder die Rektifikation werden erfahrbar. Bedingungen und Möglichkeiten der technischen, der stofflichen und der energetischen Verknüpfung von Prozessen zu einem Verfahren können vermittelt werden.

Techniker und Ingenieure stehen immer vor der Frage: Wo muss was wie gemessen, geregelt und gesteuert werden? Das kann an dieser Anlage wunderbar analysiert werden.

Die Versuchsanlage ist auch dafür geeignet, um eine zweckmäßige und schöne Anlagenprojektierung zu demonstrieren. Aus Erfahrung weiß ich, dass die Auszubildenden und Studenten Respekt vor der Komplexität der Anlage haben werden. Die Anlagensteuerung per SPS wird ihnen helfen, das Betreiben von großen technischen Systemen zu erlernen.

Prof. Dr.-Ing.habil Kurt Gramlich  
Hochschule Anhalt



ENERGIE AUS BIOMASSE

### Entstehung von Bioenergieträgern

Mit Hilfe des Sonnenlichts ermöglicht die Fotosynthese das Pflanzenwachstum. Dabei werden CO<sub>2</sub> aus der Atmosphäre sowie Wasser und anorganische Stoffe von der Pflanze aufgenommen und in energiereichere organische Verbindungen umgesetzt.

Diese Biomasse kann als Produkt eines biochemischen Prozesses betrachtet werden, bei dem ein Teil des absorbierten Sonnenlichts in Form von chemi-

scher Energie gespeichert wird. Um die Biomasse als Energieträger in verschiedenen technischen Prozessen nutzen zu können, sind spezielle Aufbereitungsmethoden erforderlich.

Dazu gehören einfache physikalische, aber auch aufwendigere thermochemische und biologische Verfahren. Die Bioenergieträger stehen nach der Umwandlung als feste, flüssige oder gasförmige Energieträger zur Verfügung.

### Der CO<sub>2</sub>-Kreislauf des Bioethanols

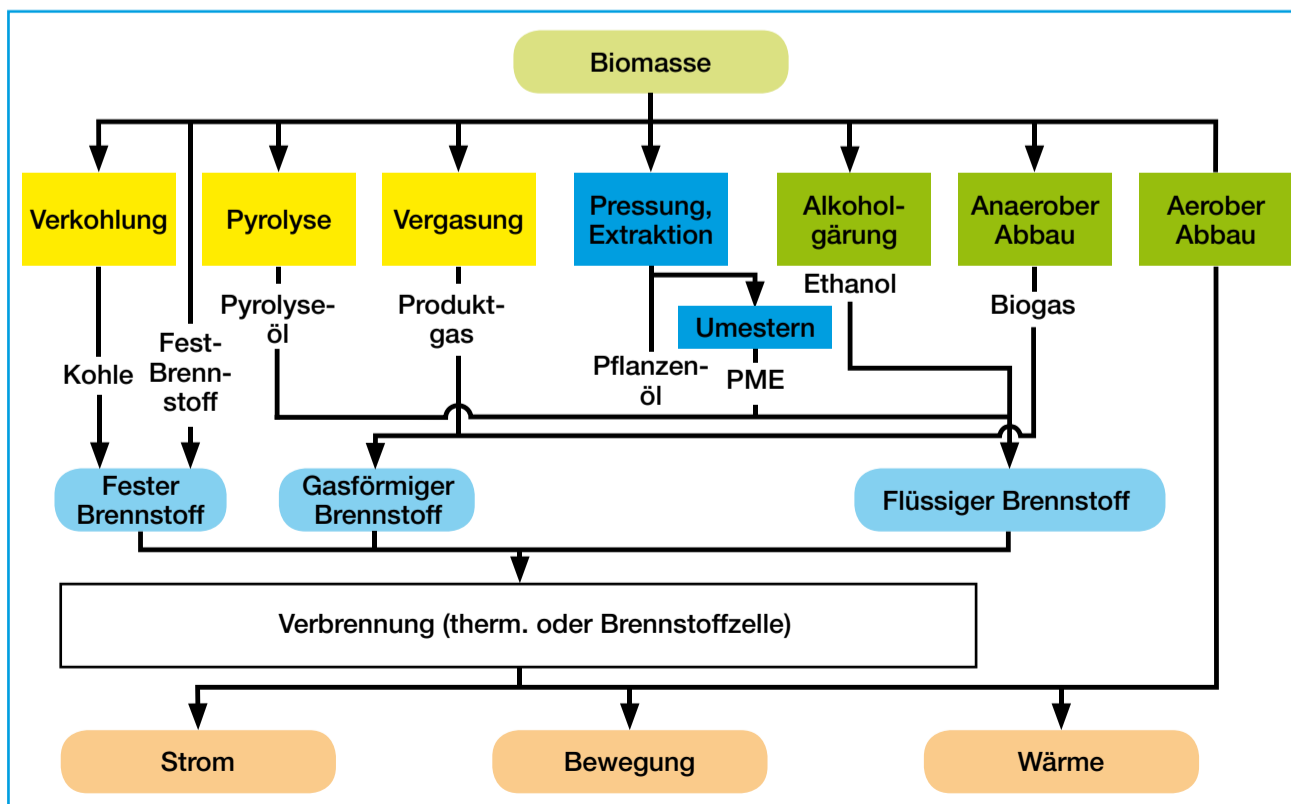


Quelle: BDBe

### Nachhaltigkeit von Bioethanol

- Die Ökobilanz ist stark abhängig vom eingesetzten pflanzlichen Rohmaterial
- Bei der Verbrennung von Ethanol wird die Menge an CO<sub>2</sub> freigesetzt, die zuvor gebunden wurde
- Jedoch ist dabei ist die Betrachtung aller Schritte der Prozesskette erforderlich
- Die Verwertung von Pflanzenresten ist aufgrund ihrer Nachhaltigkeit vorteilhafter als der Anbau energieoptimierter Monokulturen

### Verwendung von Biomasse zur Energiegewinnung



Quelle: www.salzburg.gv.at/themen/lf/bioenergie/was\_ist\_bioenergie.htm

### Einteilung der Bioenergieträger

Energieträger	Fest	Flüssig	Gasförmig
Produkte	Holz Pflanzenreste	Alkohol Pflanzenöle	Biogas Heizgas Schwefelgas
Verwendung	Wärme- und Strom- erzeugung	Biogene Kraftstoffe	Wärme- und Strom- erzeugung

### Bioethanol als Alternative zu fossilen Kraftstoffen

Folgende Punkte sprechen für Bioethanol als alternativen Kraftstoff :

- **Klimaschutz durch weniger Treibhausgasemissionen**  
Das aus nachwachsenden Rohstoffen hergestellte Bioethanol ist, abgesehen vom für die Herstellung erforderlichen Energieverbrauch, CO<sub>2</sub>-neutral. Das CO<sub>2</sub>, das bei der Verbrennung von Bioethanol freigesetzt wird, wurde von den Pflanzen, aus denen es hergestellt wurde, im Laufe ihres Wachstums durch Fotosynthese gebunden. Unter günstigen Bedingungen können bis zu 70 % der Treibhausgase eingespart werden.
- **Schonung fossiler Ressourcen**  
Jeder Liter Bioethanol, der aus nachwachsenden Rohstoffen gewonnen wird, bedeutet, dass ein Liter endliche, fossile Kraftstoffe wie Benzin oder Diesel eingespart wird.
- **Technologie mit Chancen für den ländlichen Raum**  
Die Wirtschaft und die öffentlichen Haushalte profitieren von der Unterstützung heimischer Bioethanolhersteller durch eine gestiegene Wertschöpfung und neue Arbeitsplätze. Für die Landwirtschaft erschließen sich zudem neue Absatzmärkte.
- **Leistungsfähiger als konventionelle Ottokraftstoffe**  
Bioethanol punktet hier durch seine vorteilhaften chemischen Eigenschaften. Es hat eine deutlich höhere Oktanzahl als Benzin, ist nahezu schwefelfrei und biologisch abbaubar.

#### BIOETHANOL Rohstoffe zur Herstellung

Rohstoffe	Biomasse-ertrag (FM) [t/ha]	Kraftstoff-ertrag [l/ha]	erforderliche Biomasse pro Liter Kraftstoff [kg/l]
Körnermais	9,0	3.740	2,4
Weizen	7,2	2.760	2,6
Roggen	4,9	2.030	2,4
Triticale	5,6	2.230	2,5
Zuckerrüben	58,0	6.250	9,3
Zuckerrohr	73,0	6.380	11,4
Stroh	3,0	990	3,0

Quelle: meo/FNR

FM = Frischmasse

## Eine gigantische Brennerei

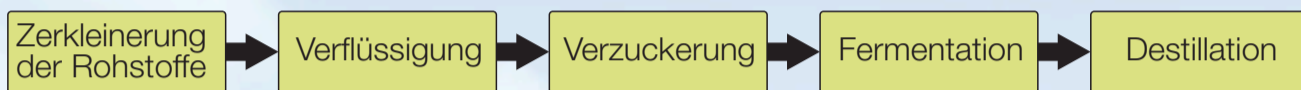
Wer sich genauer in einer modernen Bioethanolanlage umsieht, entdeckt, dass der Produktionsablauf bei der Bioethanolerzeugung dem einer Brennerei entspricht – allerdings in unglaublichen Ausmaßen und mit einem völlig anderen technologischen Standard. Während Hausbrennereien Rohstoffe zentrierweise verarbeiten, werden in großen Bioethanolanlagen täglich Tausende von Tonnen bewegt.

Das Prinzip ist aber das Gleiche. Liegen die Rohstoffe nicht schon in flüssiger, zuckerhaltiger Form vor, müssen sie zunächst zerkleinert und verflüssigt werden. In einer Getreidemühle wird der Rohstoff gemahlen

und mit Wasser vermischt. Die Kohlenhydrate in dieser Mischung müssen zuerst von Enzymen in Zucker verwandelt werden. Anschließend verwandeln Hefen den Zucker in der Maische zu Alkohol – die Maische beginnt zu gären. Nach Abschluss der Gärung wird in der Destillation der Alkohol von der Maische getrennt.

Das Bioethanol wird in einem mehrstufigen Destillationsprozess gebrannt, dann durch Rektifikation weiter gereinigt und konzentriert. Das Endprodukt ist Alkohol mit einer Reinheit von rund 96 Vol.-%. Für den Einsatz als Kraftstoff benötigt man in Europa jedoch reines Bioethanol.

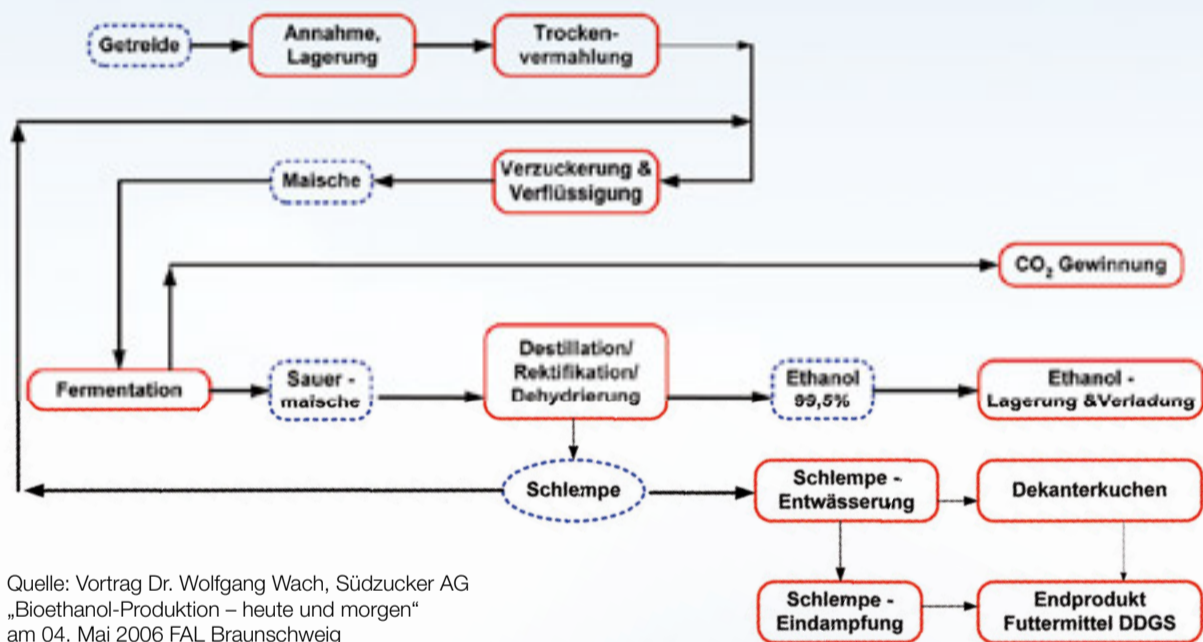
Der Prozess der Ethanolherstellung gliedert sich in fünf Schritte:



Jeder dieser Schritte benötigt dabei unterschiedliche Prozessbedingungen, um eine optimale Ausbeute zu erzielen.

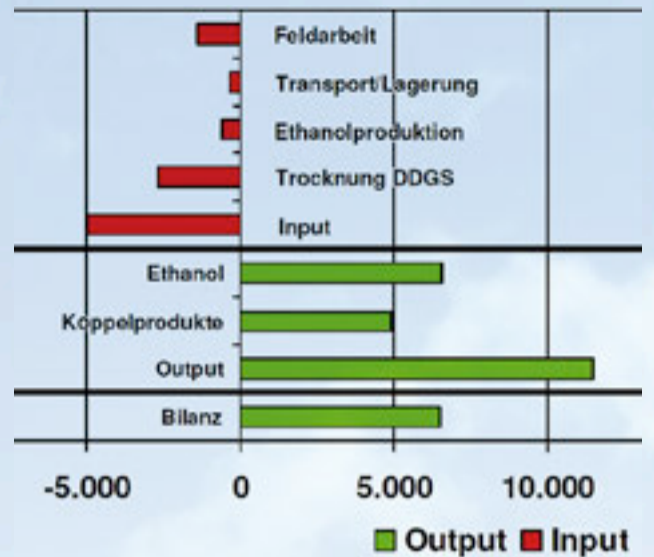
## Struktur einer Bioethanol-Anlage

Rohstoff: Weizen



Quelle: Vortrag Dr. Wolfgang Wach, Südzucker AG „Bioethanol-Produktion – heute und morgen“ am 04. Mai 2006 FAL Braunschweig

## Energiebilanz einer industriellen Bioethanol-Anlage (Südzucker, Werk Zeitz)



Quelle: Vortrag Dr. Wolfgang Wach, Südzucker AG „Bioethanol-Produktion – heute und morgen“ am 04. Mai 2006 FAL Braunschweig



Industrielle Bioethanol-Anlage im Bau (Südzucker, Werk Zeitz/Sachsen-Anhalt)

## Generationswechsel Biokraftstoffe

Biokraftstoffe der 1. Generation (Biodiesel, Bioethanol aus Zucker, Stärke) stehen in Konkurrenz zum Lebensmittelmarkt und zeigen Probleme einer intensivierten Landwirtschaft. Die entstehenden Nachteile können durch eine neue Generation von Biokraftstoffen überwunden werden.

Für **Biokraftstoffe der 2. Generation** wird sogenannte **lignocellulose** Biomasse verarbeitet. Durch weiterentwickelte Enzyme und spezielle Aufbereitungsverfahren wird es möglich, die in typischen Pflanzenresten enthaltene Lignocellulose zu Bioethanol zu verarbeiten.

BIOTECHNISCHE HERSTELLUNG VON ETHANOL MIT CE 640

# CE 640 – schematischer Prozess

Mit dem Versuchstand CE 640 „Biotechnische Herstellung von Ethanol“ können alle notwendigen Prozessschritte von der Verflüssigung und Verzuckerung der Ausgangsstoffe, über die Umwandlung von Zucker in Ethanol, bis zur Destillation verfolgt und untersucht werden.

Beim sogenannten Einmaischen wird die Stärke der verwendeten Rohstoffe in Glucose umgewandelt. Dazu wird eine Vorlage von Wasser auf 95–98°C erhitzt.

Die zerkleinerten Ausgangsstoffe werden unter ständigem Rühren in das erhitzte Wasser gegeben. Durch Zugabe des Enzyms Alpha-Amylase wird die Verflüssigung des Stärkebreis ermöglicht. Dieser Prozessschritt dauert etwa 0,5 h und sollte bei einem pH-Wert > 6,5 stattfinden.

Um danach die Verzuckerung durch Zugabe des Enzyms Gluco-Amylase einzuleiten, muss der Behälterinhalt zunächst auf eine Temperatur 55–60°C bei einem pH-Wert von 4,5–5,5 gebracht werden.

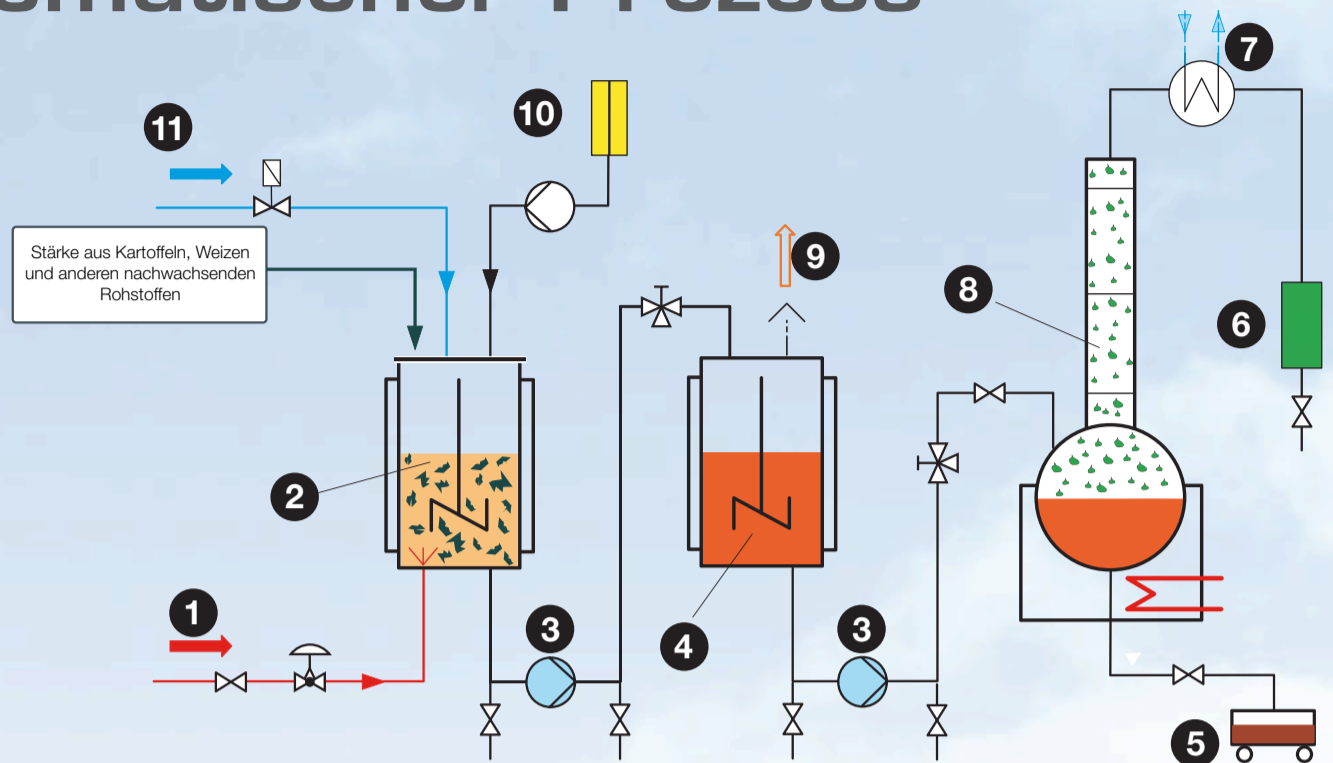
Der gesamte Vorgang der Verflüssigung und Verzuckerung der Maische beansprucht mit den notwendigen Rastzeiten von jeweils ca. einer 1/2 h einen Zeitraum von 2–3 h.

Für die Gärung wird der Ansatz nun auf 28–32°C gekühlt und in den Gärbehälter umgepumpt.

Nach Zugabe von Hefe benötigt die Gärung einen Zeitraum von 68–72 h. Während dieses Prozesses entsteht CO<sub>2</sub>, das sich gut an dem Gärverschluss des Behälters beobachten lässt.

Bei der Destillation macht man sich die unterschiedlichen Flüchtigkeiten der zu trennenden Komponenten zunutze. Zur Trennung wird das Flüssigkeitsgemisch zum Sieden gebracht. Die entstehende Dampfphase besteht überwiegend aus leichter flüchtigen Gemischkomponenten.

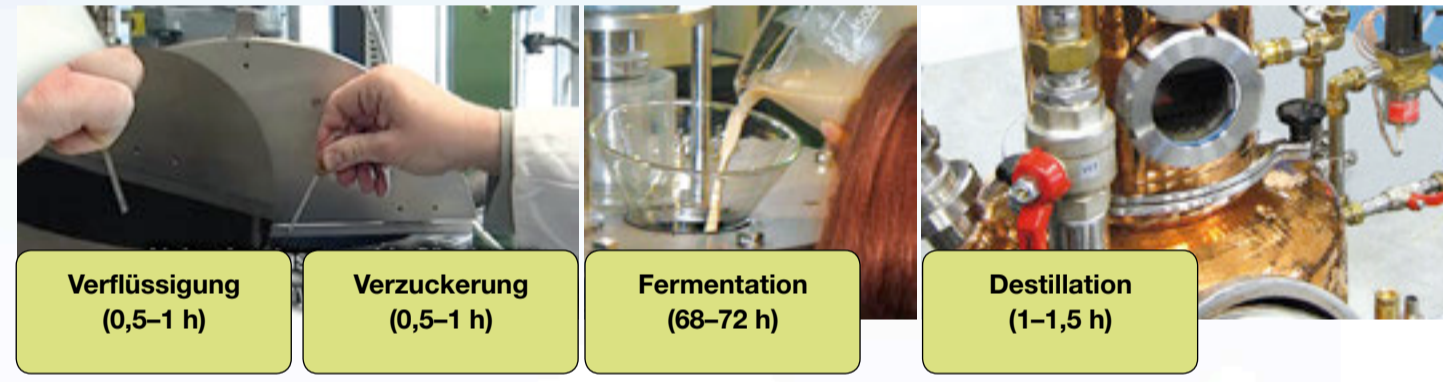
Die Dampfphase wird von der Flüssigphase abgetrennt und kondensiert (Destillat). In der Flüssigphase verbleiben überwiegend die schwerer flüchtigen Komponenten.



- |                    |                     |  |   |
|--------------------|---------------------|--|---|
| 1. Dampf           | 4. Gärbehälter      | 7. Kondensator                               | 10. Säure-/Laugebehälter mit Dosierpumpen |
| 2. Maischebehälter | 5. Schlempebehälter | 8. Destillationseinheit                      | 11. Zulauf Wasser                         |
| 3. Pumpen          | 6. Ethanolbehälter  | 9. Gärverschluss / CO <sub>2</sub> -Austritt |   |



**CE 640**  
Eine Bioethanolanlage im Labormaßstab für Auszubildende und Studenten:  
Praxistauglicher Lernerfolg ist sicher!

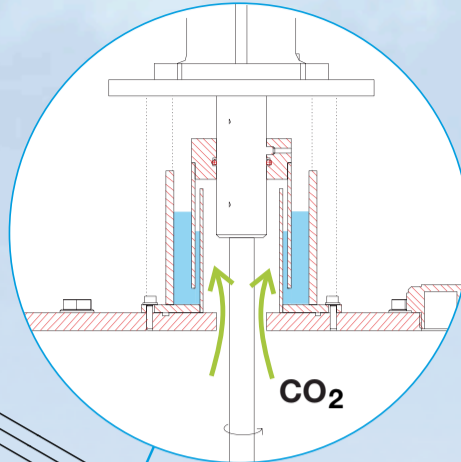


Im Prinzip kann durch die Destillation in der Anlage CE 640 der Ethanolgehalt so weit erhöht werden, bis ein azeotropes Stoffgemisch erreicht ist. Hierbei sind die Zusammensetzungen in der Gasphase und in der flüssigen Phase gleich groß. Der erreichbare Ethanol-

gehalt beträgt bei Versuchen mit CE 640 ca. 80 %. Um das erzeugte Destillat als Kraftstoffzugabe (z. B. E10, E85) einsetzen zu können, sind weitere Verarbeitungsschritte erforderlich, die außerhalb der Anlage CE 640 durchgeführt werden müssen.

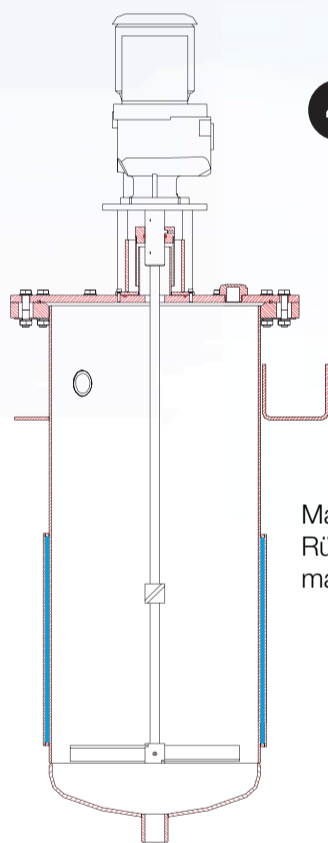
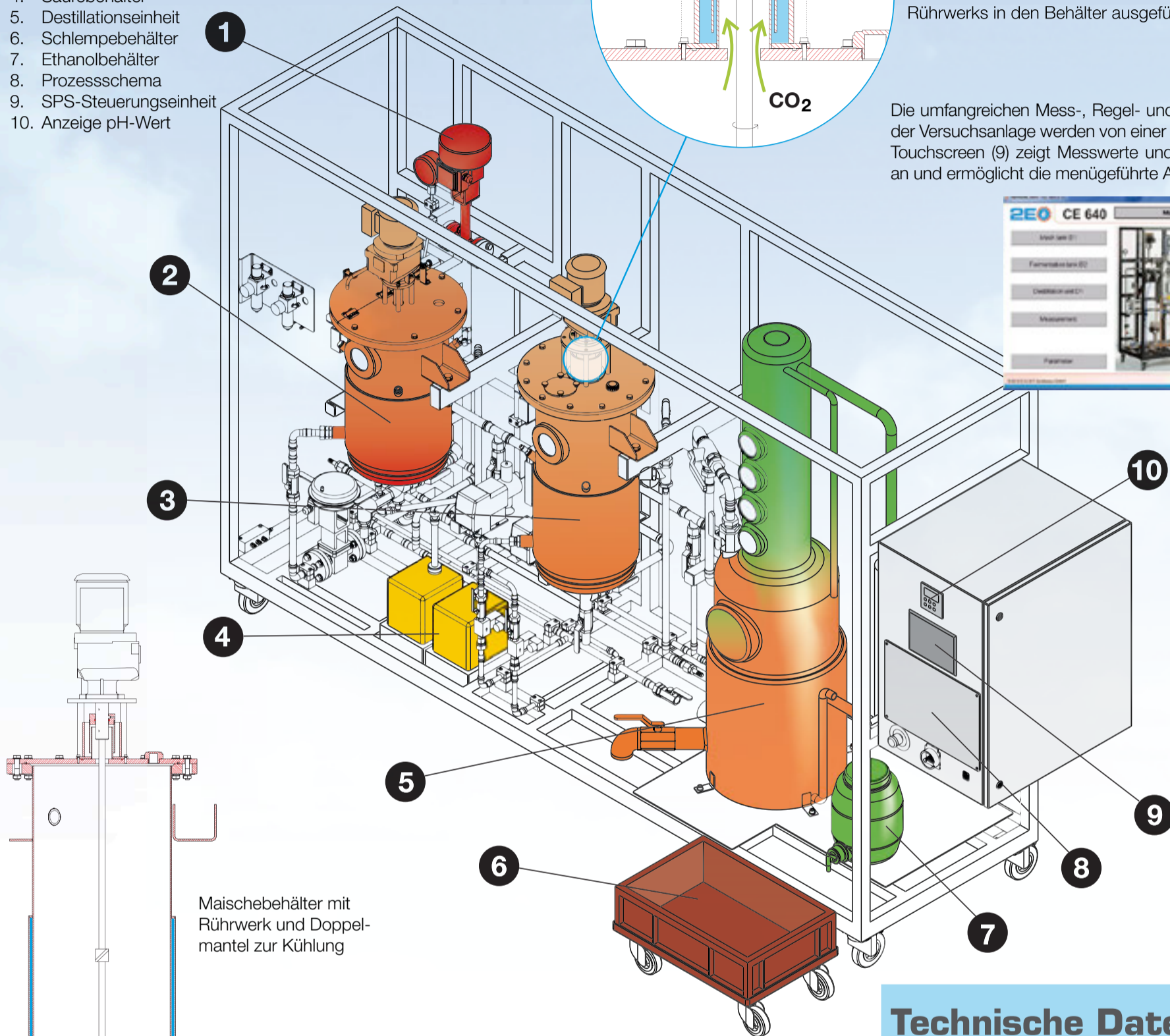
## Der Aufbau

1. Dampfdruckregelventil
2. Maischebehälter
3. Gärbehälter
4. Säurebehälter
5. Destillationseinheit
6. Schlempebehälter
7. Ethanolbehälter
8. Prozessschema
9. SPS-Steuerungseinheit
10. Anzeige pH-Wert



Der **Gärverschluss** lässt entstehendes CO<sub>2</sub> entweichen und schützt den Gärvorgang vor unerwünschten Keimen. Für CE 640 ist er zugleich als Dichtung für die Durchführung des Rührwerks in den Behälter ausgeführt.

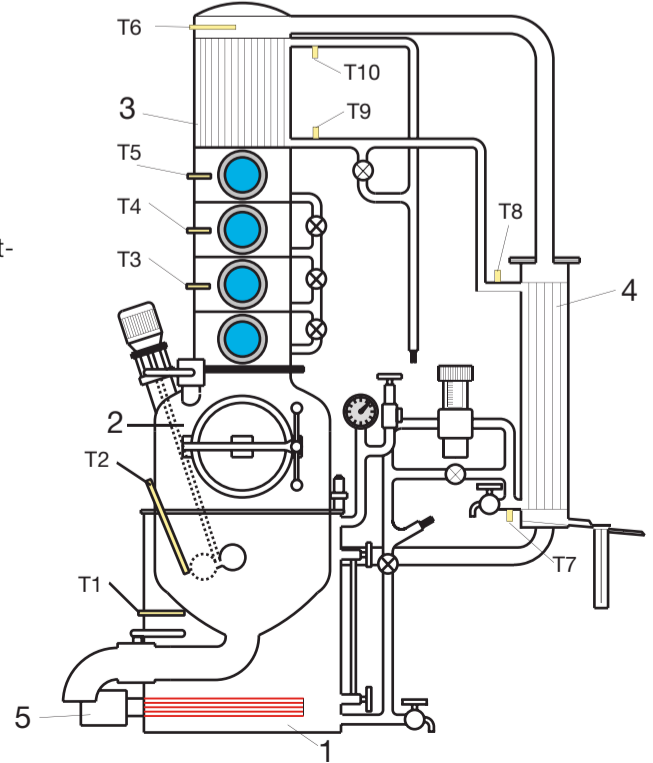
Die umfangreichen Mess-, Regel- und Bedienfunktionen der Versuchsanlage werden von einer SPS gesteuert. Ein Touchscreen (9) zeigt Messwerte und Betriebszustände an und ermöglicht die menügeführte Anlagenbedienung.



Maischebehälter mit Rührwerk und Doppelmantel zur Kühlung

Der **Maischebehälter** verfügt über ein Rührwerk und kann durch Einleitung von heißem Dampf beheizt werden. Ein Rückschlagventil verhindert das Eindringen der Maische in die Leitung zur Dampfzuführung. Durch den Doppelmantel des Behälters kann bei Bedarf kaltes Wasser zur Kühlung der Maische gepumpt werden. Für die Anpassung des pH-Wertes während des Prozesses verfügt der Behälter über eine pH-Wert-Messsonde und Zuführungen für Säure und Lauge.

Bei der **Destillationseinheit** handelt es sich um eine modifizierte Brennereianlage mit Wasserbad (1). Sie enthält Destillationsblase (2), Glockenbodenkolonne mit Dephlegmator (3), Kondensator (4), Heizstab (5) sowie alle für die Funktion notwendigen Armaturen und ist komplett verrohrt. Die Bezeichnungen T1-T10 zeigen die Lage der einzelnen Temperatureufnehmer in der Anlage.



## Technische Daten

- Behälter**
- Maische, Gärbehälter: je 40 L
  - Ethanol: 10 L
  - Schlempe (fahrbar): 30 L
- Destillationseinheit**
- Kolonne: Dxh: ca. 220 x 1200 mm
  - Sumpfheizer: 0...7500 W
- Pumpen**
- 2 druckluftbetriebene Doppelkopfmembranpumpen
- max. Förderhöhe (2 bar Antriebsdruck): 20 m
  - max. Fördermenge (2 bar Antriebsdruck): 15 L/min
  - max. Feststoffgröße: 4 mm
- Dosierpumpe (Säure)
- max. Förderhöhe: 160 m
  - max. Fördermenge: 2,1 L/h
- Messbereiche**
- 9 Temperatureufnehmer: 0...120° C
  - Durchflussmesser Wasser: 1...25 L/min
  - pH-Wert: 1...14
- Maße und Gewichte**
- LxBxH: 3189 x 800 x 1985 mm
  - Gewicht: ca. 500 kg

## BIOTECHNISCHE HERSTELLUNG VON ETHANOL MIT CE 640

# Technik und Komponenten

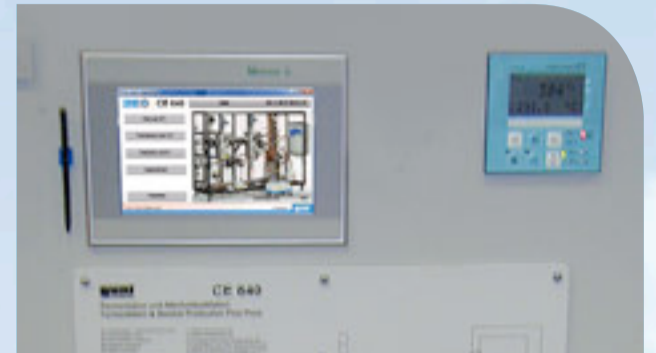
Qualität in der Ingenieurausbildung darf nicht bei der Laborausstattung enden. Seien Sie anspruchsvoll mit Ihren Zielen: Wir sind es auch!



Im Maischebehälter wird die Stärke mit Wasser angesetzt und durch Zufuhr von Dampf verkleistert. Danach sorgen Enzyme für die Verflüssigung und die Umsetzung zu Glucose.



An den Sichtfenstern der Glockenbodenkolonne kann das Einsetzen des Destillationsvorgangs direkt verfolgt werden.



Die Steuerung und Regelung der Anlage erfolgt per SPS und wird über einen Touchscreen bedient. Der Schaltschrank enthält zudem eine pH-Wert-Anzeige sowie Haupt- und Notausschalter.



Zur Förderung der Behälterinhalte vom Maischebehälter in den Gärbehälter und weiter in die Destillationseinheit ist die Anlage CE 640 mit zwei druckluftbetriebenen Doppelkopfmembranpumpen ausgestattet.



Um die Verzuckerung zu optimieren, wird der pH-Wert über einen Regelkreis kontrolliert. Dazu wird eine Dosierpumpe angesteuert, die bei Bedarf genau bemessene Säuremengen in den Maischebehälter fördert.



# Das Anlagenkonzept der Automatisierungs- und Messtechnik

**Hauptlernbereich ist die Bioverfahrenstechnik. Sie können auch die Grundlagen moderner Automatisierungstechnik unterrichten. Sie haben dafür mit dieser Anlage viele interessante Möglichkeiten.**

## CE 640

Biotechnische Herstellung von Ethanol

### Medien

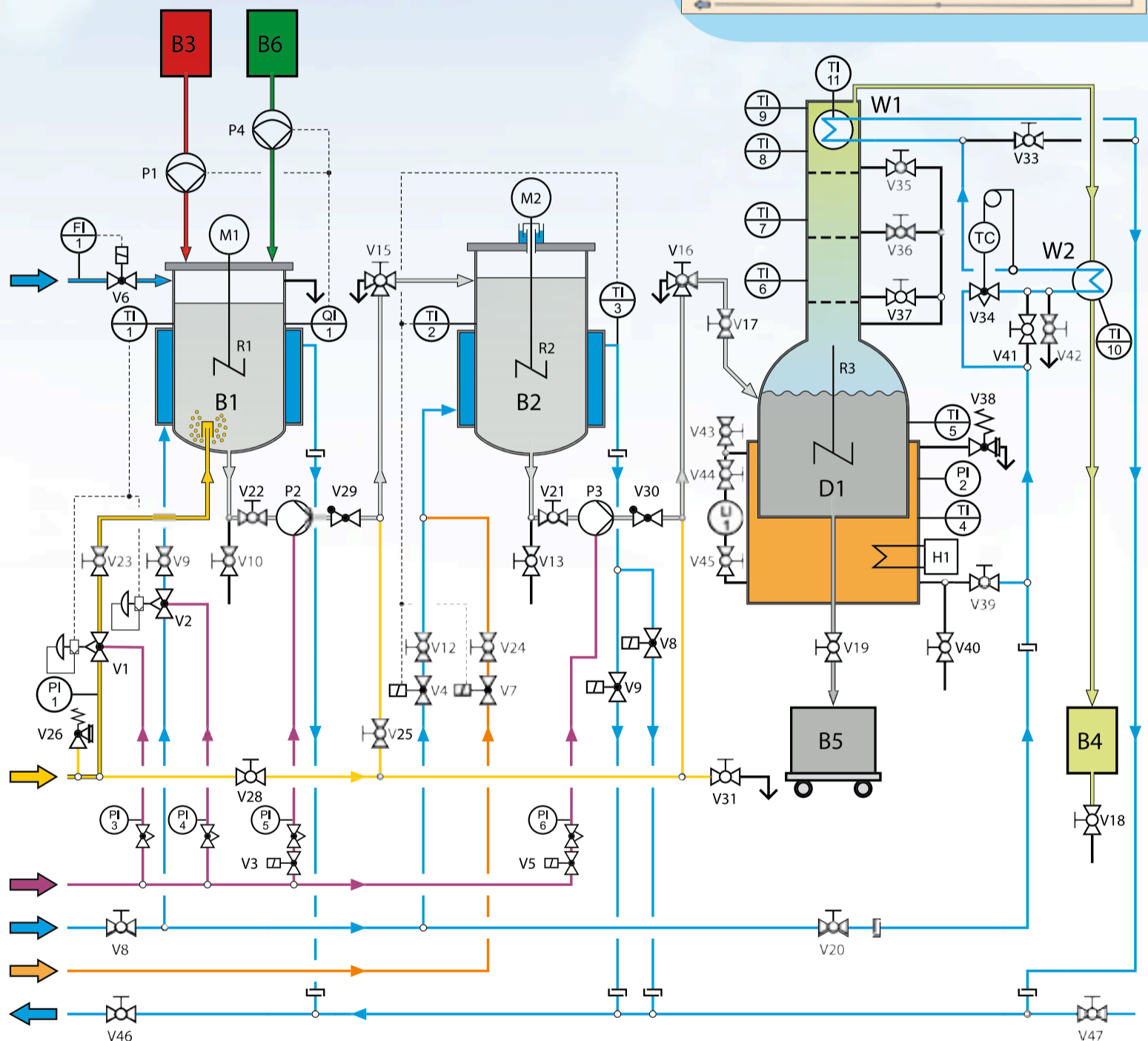
- Maische
- Schlempe
- Ethanol
- Wasser
- Dampf
- Heißwasser
- Säure
- Lauge
- Druckluft

### Hauptkomponenten

- B1 Maischebehälter
- B2 Gärbehälter
- B3 Säurebehälter
- B4 Ethanolbehälter
- B5 Schlempebehälter
- B6 Laugebehälter
- D1 Destillationseinheit
- H1 Heizer
- P1 Dosierpumpe (Säure)
- P2 Pumpe 1
- P3 Pumpe 2
- P4 Dosierpumpe 2 (Lauge)
- R1-R3 Rührer
- W1 Dephlegmator
- W2 Kondensator

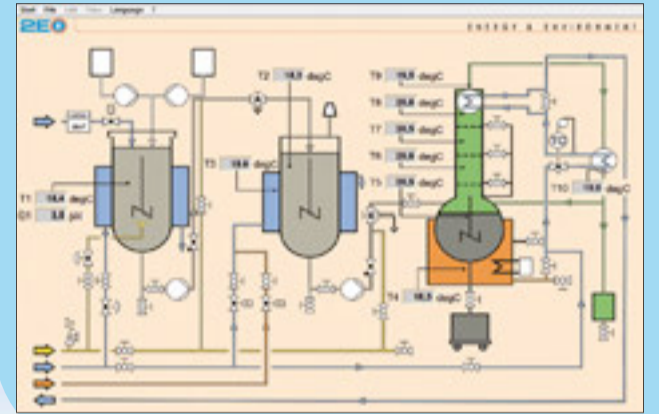
### Mess- und Regelungstechnik

- FI1 Durchfluss Prozesswasser
- LI1 Füllstand Wasserbad
- PI1 Dampfdruck
- PI2 Druck Wasserbad
- PI3-PI6 Druck Druckluft
- Qi pH-Wert Maische



### Datenerfassung

Die Datenerfassung ergänzt die SPS-Steuerung. Die dargestellte Systemansicht zeigt eine Übersicht der wichtigsten aktuellen Messwerte in einem übersichtlichen Prozessschema an. Ein weiterer Menüpunkt erlaubt die Aufnahme von Zeitverläufe und damit die Erfassung aller relevanten Einflussgrößen über die Gesamtdauer des Herstellungsprozesses.



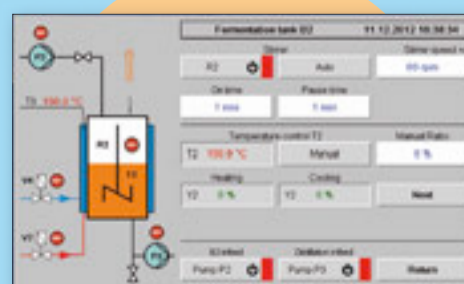
## Anlagensteuerung per SPS mit Touchscreen



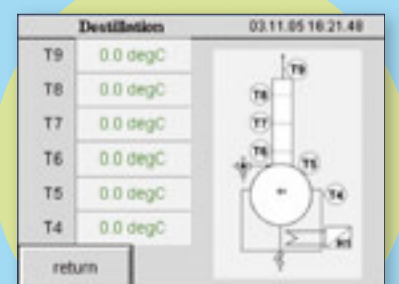
SPS-Startmenu



Maischebehälter



Gärbehälter



Destillationseinheit



INSTALLATIONSVORAUSSETZUNGEN UND PLATZBEDARF DER ANLAGE

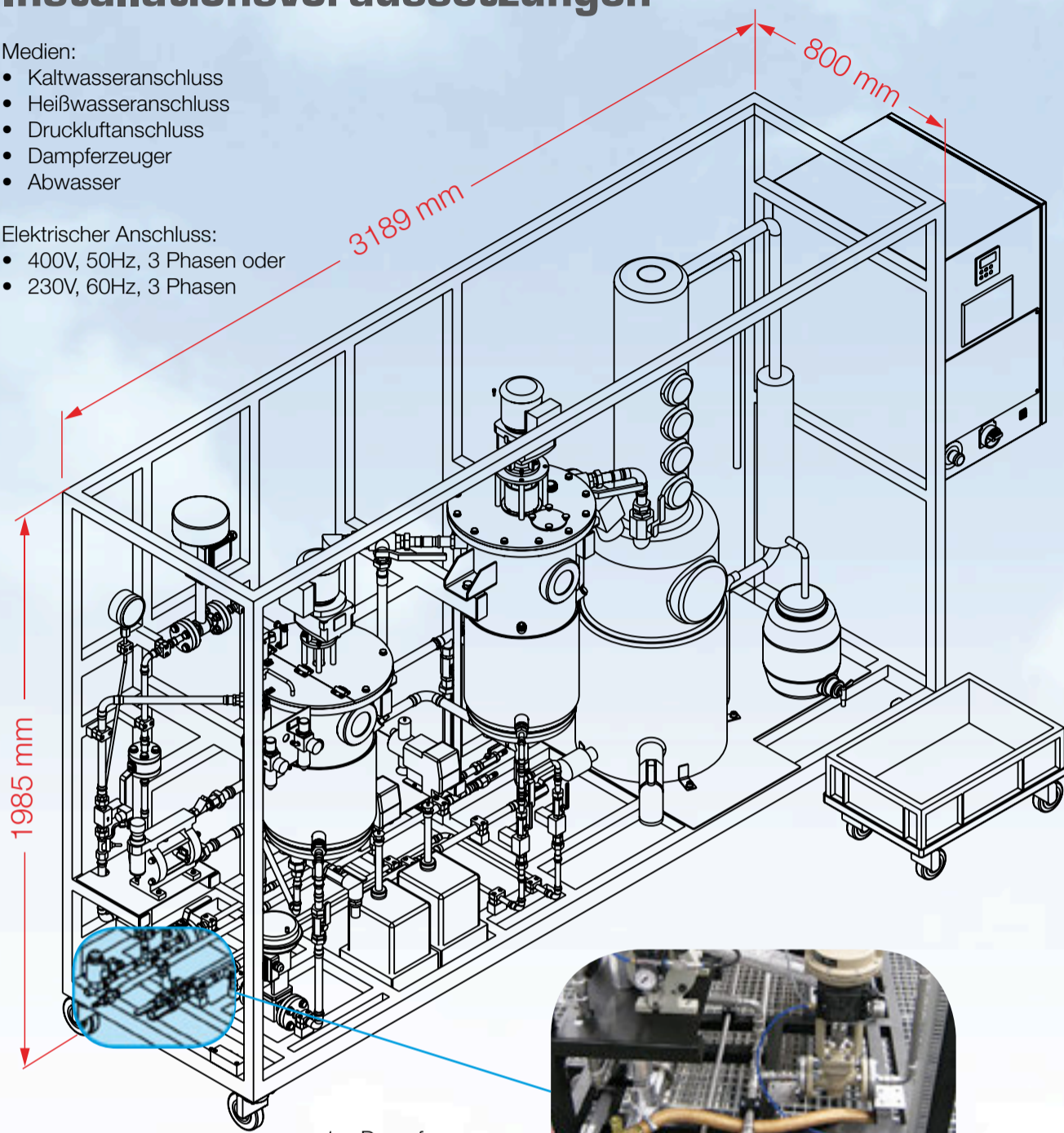
Installationsvoraussetzungen

Medien:

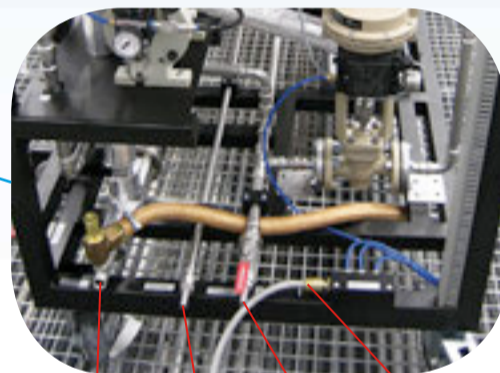
- Kaltwasseranschluss
- Heißwasseranschluss
- Druckluftanschluss
- Dampferzeuger
- Abwasser

Elektrischer Anschluss:

- 400V, 50Hz, 3 Phasen oder
- 230V, 60Hz, 3 Phasen



- 1 Dampf
- 2 Warmwasser
- 3 Heißwasser
- 4 Druckluft



- 1
- 2
- 3
- 4

**Abmessungen eines geeigneten Dampferzeugers** der links neben der Anlage platziert werden sollte. Das gezeigte Gerät ist als Zubehör (ET 813.01) von GUNT lieferbar.



Für Betrieb und Wartung sollte die Anlage zumindest von vorne und von beiden Seiten zugänglich sein.

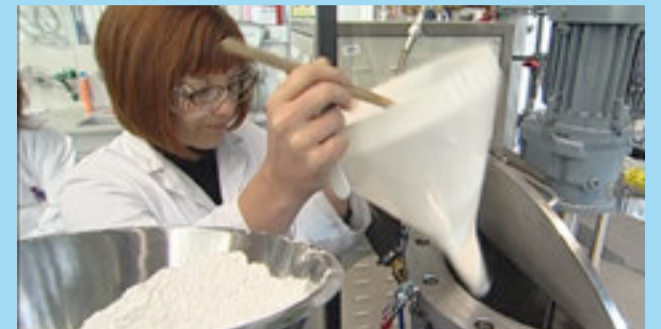
Inkl. Dampferzeuger sollte eine Stellfläche von ca. 4,2 m x 1 m vorgesehen werden.

Für den Messdaten-PC sowie Vorbereitung und Analytik sind zwei zusätzliche Arbeitsflächen empfehlenswert.

Hilfsmittel und Analytik

Sie benötigen für die Vorbereitung der Ausgangsstoffe und für die Analyse der Produkte typische Laborhilfsmittel und Analyseverfahren. Dazu möchten wir Ihnen auf dieser Seite einige Informationen geben.

**Diese Hilfsmittel und Geräte sind nicht Teil des Lieferumfangs.**



**Hilfsmittel:**

Waage, Messbecher, Pipetten, Standzylinder



**Analysegeräte:**

Refraktometer, Messspindel



**Benötigte Präparate:**

Enzympräparat zu Verflüssigung:  
z. B. Schliessmann-VF „Kartoffel“

Enzympräparat zu Verzuckerung:  
z. B. Schliessmann-VF

Enzympräparat zum Eiweißabbau:  
z. B. Schliessmann-EX-Protin



Für den Gärvorgang kann handelsübliche Backhefe verwendet werden.

# Laboreinsatz von CE 640 an der Fachhochschule Münster



Vorbereitung der Hefe



Im Labor für chemische Verfahrenstechnik der FH Münster wird die Herstellung von Ethanol mit CE 640 als Praktikum angeboten. Für die Durchführung sind 2 Termine angesetzt, so dass alle Teilnehmer sowohl das Ansetzen der Maische als auch das Ergebnis von Gärung und Destillation in eigenen Versuchen verfolgen können.

Zum Abschluss der Versuche kann eine Gesamtbilanz erstellt werden. Mittels Refraktometer oder Messspindel kann der Ethanolgehalt bestimmt werden. Aus der Menge an erzeugtem Ethanol lässt sich damit die Ausbeute, bezogen auf die eingesetzte Rohstoffmenge, bestimmen und mit der theoretischen Ausbeute einer totalen Vergärung vergleichen.



Die Enzyme wirken

**Fachhochschule  
Münster** University of Applied Sciences



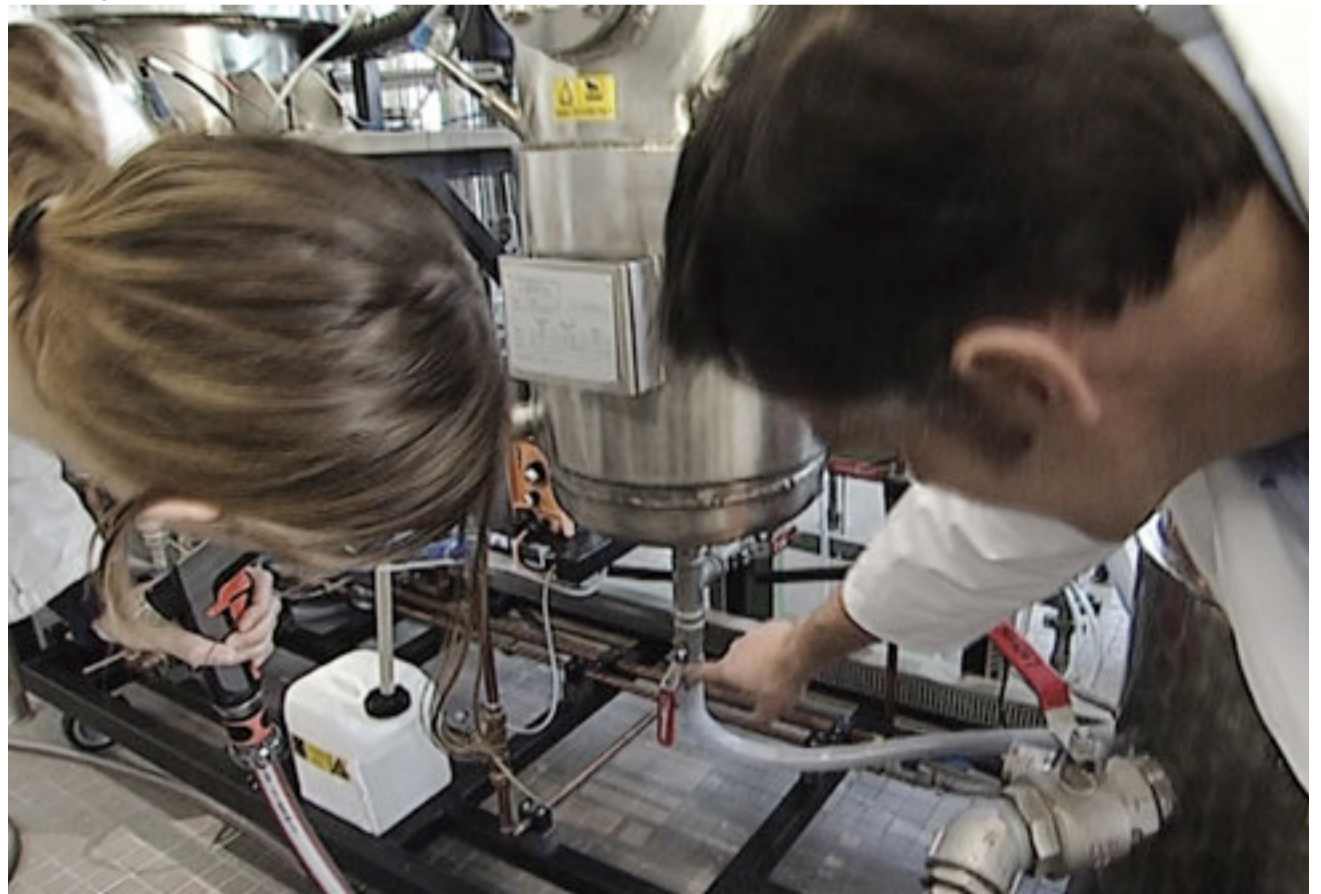
**Fachbereich Chemieingenieurwesen  
in Steinfurt**



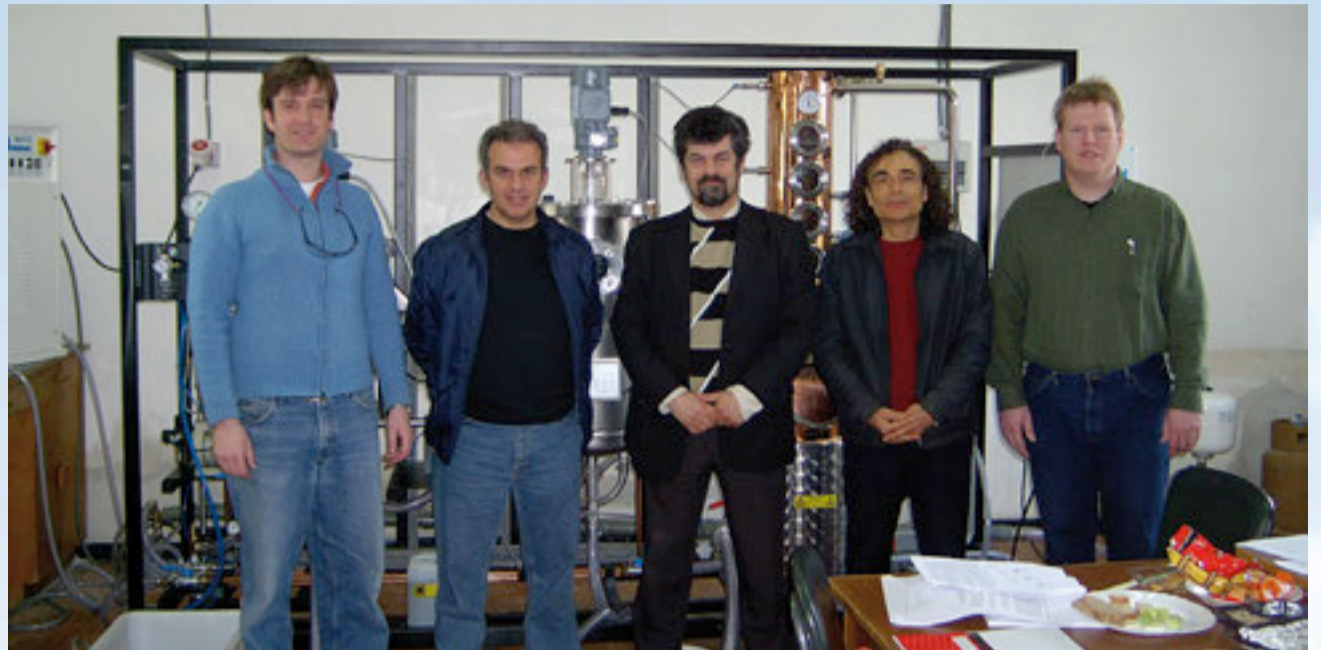
Befüllen des Behälters



Einweisung am Prozessschema



# CE 640 am Agricultural Research Institute Nicosia



Ein sehr zufriedener Kunde



**AGRICULTURAL  
RESEARCH INSTITUTE**

Nicosia / Cyprus

**Dr. Polycarpus Polycarpou**

**Agricultural Research  
Officer Head of Soils and Water Use Department  
Agricultural Engineering  
Agricultural Research Institute**

## Didaktische Konzeption, Installation und Training

Der Versuchsstand CE 640 Biotechnische Herstellung von Ethanol ist von GUNT für die Ausbildung an berufsbildenden Schulen, Fachhochschulen und Forschungseinrichtungen entworfen worden. Das Konzept der Anlage ermöglicht es, die einzelnen Schritte der Ethanolherstellung klar zu erkennen und die Funktion der erforderlichen Anlagenkomponenten zu verstehen. Die Benutzer lernen die Bedeutung der Prozessparameter kennen und sind nach einer Einführung in der Lage, gezielte Veränderungen vorzunehmen.

Da verschiedene Rohstoffe als Stärkelieferanten bei unterschiedlicher Prozessführung eingesetzt werden können, erlaubt das Konzept des Versuchsstandes auch z. B. die Optimierung von Prozessparametern für spätere großtechnische Anwendungen.

### Lerninhalte – Bioverfahrenstechnik

#### Kennenlernen der notwendigen Einzelschritte und Anlagenkomponenten zur Alkoholherstellung:

- 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 im Batchbetrieb:  
Abtrennung von Ethanol aus der Maische

### Übungen – Anlagenbedienung und Automatisierung

- Prozesssteuerung/-regelung per SPS
- Anwendung einer Touchscreensteuerung in der Automatisierungstechnik
- Regelung der Temperatur im Maischebehälter
- Regelung des pH-Wertes im Maischebehälter
- Regelung der Gärtemperatur und der Kolonnenkopftemperatur in der Destillation
- Einstellung der Reglerparameter
- Steuerung der Rührerdrehzahl
- Steuerung von Maischepumpe und Gärbehälterpumpe
- Überwachung aller relevanten Messdaten über PC
- Datenerfassung und Aufbereitung in Tabellen und Dateien

### Didaktisches Begleitmaterial

Die umfangreiche Anleitung bietet Ihnen:  
Darstellung der Grundlagen  
Gerätebeschreibung  
Referenzversuche  
Original-Anleitungen von Herstellern der eingebauten Komponenten  
Datenblätter zu den empfohlenen Enzymen

**Updates:** Wenn es Neuerungen und Ergänzungen zum Versuchsstand CE 640 gibt - insbesondere bei dem Lehrmaterial und der Software- werden Sie als Kunde von GUNT darüber informiert.

### Training für das Lehrpersonal

Wir empfehlen Ihnen eine mehrtägige Schulung durch einen qualifizierten GUNT-Ingenieur. Sie erreichen so den schnellen und intensiven Nutzen Ihrer neuen Bioethanol-Versuchsanlage.

### Installation der Anlage

Lassen Sie die Aufstellung und Inbetriebnahme der Anlage durch einen GUNT-Fachmann ausführen.

# ENERGY



Begrenzte Ressourcen und zunehmende Belastungen durch fossile Energieträger rücken insbesondere die erneuerbaren Energien ins Zentrum der Versorgungsfrage. Mit den 2E Demonstrations- und Trainingsgeräten gelingen klar abgegrenzte Experimente zu aktuellen Energiethemen vom Einstiegs- bis zum Expertenniveau.

### Ausbildungsschwerpunkte im Bereich Energy

- Biomasse
- Geothermie
- Wasserkraft
- Solare Energie
- Wind
- Energieeffizienz

# ENVIRONMENT



Eine der größten Herausforderungen ist der Erhalt einer sauberen Umwelt. Um den Eintrag von Schadstoffen in die Umwelt zu reduzieren, stehen eine Reihe von Techniken zur Verfügung. Unsere Lehrsysteme ermöglichen es, diese Techniken anschaulich und praxisnah zu erlernen.

### Ausbildungsschwerpunkte im Bereich Environment

- Wasser
- Boden
- Abfall
- Luft

## SYSTEME FÜR DIE TECHNISCHE AUSBILDUNG

### Impressum

#### Herausgeber:

G.U.N.T. Gerätebau GmbH  
Fahrenberg 14  
D-22885 Barsbüttel  
Telefon: +49 40 / 670 854-0  
Internet: [www.gunt.de](http://www.gunt.de)

#### Geschäftsführer:

Rudolf Heckmann

#### Expertenteam:

Dr. K. Boedecker

#### Chefredaktion:

Rudolf Heckmann

#### Layout:

K-Kontor Hamburg Werbeagentur

Wiederverwendung, Speicherung, Vervielfältigung und Nachdruck des Inhalts – auch in Auszügen – sind nur mit schriftlicher Genehmigung der G.U.N.T. Gerätebau GmbH gestattet.

Für unverlangt eingesandtes Text- und Bildmaterial wird keine Haftung übernommen.

06.2014

### Die 2E-Philosophie

2E ist ein Logo, eine Abkürzung aus ENERGY und ENVIRONMENT. Und natürlich geht es, wie immer bei GUNT, um technische Ausbildungssysteme und Versuchsgeräte.

Das Ziel heißt, Auszubildende und Studenten mit der Praxis der anstehenden Themen vertraut zu machen. 2E drückt unsere ganzheitliche Konzeption aus: Fragen der Energie (natürlich renewable Energy) sind von der Umweltproblematik nicht zu trennen.

Wenn wir z. B. mit unserer Anlage CE 640 aus Biomasse Ethanol erzeugen, dann benötigen wir für den Prozess elektrische Energie, Dampf, Wasser und Druckluft. Wir geben CO<sub>2</sub> an die Umgebung ab und wir haben Wärmeverluste. Wir haben Abwasser und Prozessrückstände (Schlempe) zu beseitigen oder zu nutzen.

Diese ganzheitliche Betrachtung – wir können auch von ökologischer Sichtweise sprechen – ist ein Hauptelement der 2E-Philosophie.

#### Ein weiterer wichtiger Punkt der GUNT-2E-Philosophie

Wir wollen Auszubildende und Studenten mit technologischem Grundlagenwissen und mit Fakten ausstatten, durch Versuche oder Forschungsprojekte an unseren Versuchssystemen. Das ist die Basis für späteres qualifiziertes „Mitreten“ und eigene Entscheidungsfähigkeit.

Wir vertreten dabei keine spezifischen Interessen, wir bevorzugen keine Technologie in besonderer Weise. Wir machen keine Lobby-Arbeit oder gar Politik, wir liefern Grundlagenwissen für Techniker und Ingenieure und helfen, Kompetenz zu entwickeln.

### So kommen wir in Kontakt

- Sie besuchen uns im Internet unter [www.gunt.de](http://www.gunt.de)
- Sie kommen in unser Werk nach Hamburg
- Wir besuchen Sie an Ihrer Schule und beraten Sie individuell und kompetent
- Wir halten eine Präsentation oder ein Referat zu ausgewählten Themen für Sie und Ihre Kollegen an Ihrer Schule

Visit our Website  
[www.gunt.de](http://www.gunt.de)