

Laborpraktikum in Chemischer Technologie – Eine Dienstleistung der HTA-FR. Ein Beitrag an die Ausbildung von Chemikantenlehrlingen

Kurt Käser*

Laboratory Course in Chemical Technology – A Service Provided by the School of Engineering Fribourg (Switzerland). A Contribution to the Education of Chemical Manufacturing Technicians

Abstract: For the past six years the *Berufsschule Aarau* has commissioned the School of Engineering and Architecture Fribourg to provide a practical training course in chemical technology to their third year students. During five blocks, three days each, the students work on specific topics relevant to chemical manufacturing. One further day is spent on learning about practical data handling. The program aims to foster a deeper understanding of theoretical concepts, to enlarge professional experience and finally to develop the student's ability to work in small groups.

Keywords: Chemical manufacturing technicians · Chemical technology · Education

Vorgeschichte

Seit etlichen Jahren erteilt die Berufsschule Aarau (bsa) im Rahmen der Ausbildung von Chemikanten die reglementarisch vorgeschriebenen Fächer „Allgemeinwissen“ und „Berufskunde“. Die Interessenten stammen vornehmlich aus Chemiefirmen des Kantons Aargau, aber auch aus Schaffhausen, St. Gallen, Zürich, Uri und Glarus und neuerdings auch aus Baselland. So konnte jedes Jahr eine Klasse mit 20 bis 25 Lehrlingen unterrichtet werden und dies mit steigender Tendenz. Erfreulicherweise fanden sich in letzter Zeit auch vereinzelt junge Frauen ein, die sich zu Chemikantinnen ausbilden lassen möchten.

Mit der Revision des eidgenössischen Ausbildungsreglements vom 26. Mai 1997 stellte sich der Berufsschule Aarau das

Problem, dem dritten Ausbildungsjahr ein Laborpraktikum in chemischer Technologie anbieten zu können ohne selbst Grosslabors zu besitzen. Der damalige Verantwortliche der Chemikantenausbildung, Herr Christian Herren, entwickelte daraufhin ein Konzept, das den Laborunterricht in chemischer Technologie extern im Blockunterricht vorsah. Herr Herren erkundigte sich bei verschiedenen Firmen der chemischen Industrie und ebenso bei den verschiedenen Fachhochschulen mit Chemie-Studiengang, wer die zu einer derartigen Laborausbildung notwendige Infrastruktur auf Mandatsbasis zur Verfügung stellen und die Instruktion durchführen könne. Nach eingehender Besichtigung des Grosslabors für industrielle Chemie im Bau H der Hochschule für Technik & Architektur Freiburg (HTA-FR), nach detaillierten Gesprächen und nach Vorlage

*Korrespondenz: Prof. Dr. K. Käser
Hochschule für Technik & Architektur Freiburg
Boulevard du Pérrolles 81
CH-1705 Freiburg
Tel.: +41 26 429 67 04
Fax: +41 26 429 66 00
E-Mail: kurt.kaeser@eif.ch
www.eif.ch/chimie

einer Dienstleistungs-offerte entschied sich Herr Herren im Einverständnis mit dem Rektorat, die Laborausbildung in chemischer Technologie im Blockunterricht an der HTA-FR durchführen zu lassen. Im Juli 1999 wurde ein erster Mandatsvertrag unterzeichnet, und im Spätsommer gleichen Jahres wurde mit der Ausbildung der „première cuvée“ begonnen.

Vor einem Monat durften wir in Aarau den Mandatsvertrag zur 7. Ausbildungskampagne 2005/06 unterzeichnen. Wir werten dies als Zeichen, dass diese Zusammenarbeit auf Mandatsbasis sowohl für die bsa als auch für die HTA-FR ein „win-win-deal“ ist.

Auftrag

Die bsa als Mandantin beauftragt die HTA-FR mit der Erfüllung folgender Dienstleistung:

- Vorbereitung, Instruktion und Begleitung eines Laborpraktikums in chemischer Technologie für angehende Chemikanten im 3. Lehrjahr
- Ziel: Förderung der *selbstständigen*, verantwortungsbewussten Ausführung chemischer Grundoperationen mit Chemieanlagen von Kilolabor- oder Pilotlabor-Dimensionen im Team unter Gewährleistung der Sicherheit und der Hygiene am Arbeitsplatz und des Schutzes der Umwelt

Methodik

Die der Ausbildung zur Verfügung stehende Zeit von 16 Tagen wird in fünf Blöcke à drei aufeinander folgende Tage und einen Zusatztage verteilt. In Rotation kommen die Lehrlinge in Teams von maximal fünf Personen mit fünf verschiedenen Themen (Prozesse und Anlagentypen) der industriellen Produktion in Berührung. An jeder Station werden Prozess und Anlage kurz vorgestellt und die sichere Manipulation eingeübt. Sodann wird eine typische, komplexe Arbeit durch die Lehrlinge selbstständig, aber unter Aufsicht durchgeführt und ausgewertet. Der einzelne Ausbildungstag wird im Klassenverband zur Vertiefung der Kenntnisse in Datenverarbeitung genutzt.

Inhalte

Ausbildungsblock „Manuell geführte Reaktion mit Filtration, Zentrifugation und Trocknung“

Anlage: BELATEC Flachdeckelsichtapparate 63 l und 150 l, Tiefenfiltrationsanlage, HEINKEL-Stülpfilterzentrifuge



Komplexe Anlagen und Prozesse? Anfänglich eine Herausforderung, rückblickend ein bereicherndes Erfolgserlebnis!

HF300 und BUCHER-GUYER Vakuum-trockenschrank

- Inspektion der Anlagen, Einüben der Grundoperationen, Vorbereitung der Reaktion
- Umsetzung einer Suspension von Calciumhydroxid in Wasser mit azeotroper Salzsäure zu einer pH-eingestellten Calciumchlorid-Lösung
- Klärung der Lösung durch Tiefenfiltration
- Umsetzung der Calciumchlorid-Lösung durch Zugabe von konzentrierter Schwefelsäure in eine pH-neutrale Gips suspension
- Abtrennung von der Mutterlauge und Auswaschen des gefällten Gipses mit der Zentrifuge
- Trocknen des Gipspulvers im Vakuum-trockenschrank

Ausbildungsblock „PLS-geführte exotherme Reaktion“

Anlage: Modifizierter BÜCHI-Reaktor 50 l, fernbedienbar dank schuleigenem Prozessleitsystem auf LabVIEW-Basis

- Inspektion der Anlage, Einüben der Grundoperationen und der automatisierten Funktionen
- Bestimmung der Zeitkonstanten der Heizung/Kühlung (Wärmeträgeröl in Doppelmantel)

- Durchführung der exothermen katalysierten Zersetzung von Wasserstoffperoxid unter isothermer, isoperibolischer und adiabatischer Reaktionsführung
- Bestimmung des adiabatischen Temperaturanstieges im Reaktionsgemisch infolge Exothermie

Ausbildungsblock „Rektifikation“

Anlage: Vakuum-Rektifikationskolonne DN150 mit Füllkörperpackung Typ CY, NTS = 50

- Kennenlernen einer komplexen Installation
- Befüllen/Umfüllen/Entleeren von Anlagenkomponenten mit Lösungsmitteln in einer Laborzone EX II T3
- Anfahren und stationäres Rektifizieren unter Vakuum mit totalem Rückfluss in manuellem Prozessleitmodus
- Messen und Berechnen der Wärmeleistungen im Kondensator und im Verdampfer, Abschätzung der Verlustleistung
- Messung der Trennstufenzahl und Berechnung des F-Faktors der stationären Rektifikation

Ausbildungsblock „Reaktion mit Gasabsorption“

Anlage: BELATEC Flachdeckelsichtapparat 4 l und Gaswaschkolonnen

- Inspektion der Anlage, Grundmanipulationen und Vorbereitung der Versuche
- Kontrollierte Hydrolyse von Thionylchlorid im Rührkessel
- Selektive Absorption von Chlorwasserstoffgas in Wasser und von Schwefeldioxid in Natronlauge (auf serieller Gaswäscherkaskade 2x (RASCHIG-Kolonnen DN200, L = 1 m))
- Absorption von Ammoniak aus Abluft
- Titrimetrische Kontrolle der Absorptionsausbeuten der drei Gase

Ausbildungsblock „Steuerungs- und Regelungstechnik mit LabVIEW“

Werkzeug: LabVIEW und laborübliche Gerätschaften

- Kennen lernen der Benutzeroberfläche und der Programmiersprache von LabVIEW
- Erläuterung der Funktionsweise eines simulierten Experiments „Heizen von Wasser in einem Becherglas mit Hilfe einer Heizplatte“
- Erstellung und Durchführung der experimentellen Messdatenerfassung „Wassertemperatur in Funktion der Heizzeit“ am Simulator
- Erstellung eines Regelkonzepts mit PID-Charakter zwecks Regelung der Wassertemperatur. Messung der Sprungantwort der offenen Regelstrecke, Abschätzung der passenden Reglerparameter und Austesten des geschlossenen Regelkreises

Spezialtag „Excel Lab“

Werkzeug: Excel auf Personalcomputer, vorbereitete Daten

- Rekapitulation der Basiskonzepte in Datenverarbeitung mit Excel (Erstellung von Tabellen und Diagramme)
- Auswertung von Eichmessungen eines Thermoelements: Darstellung der Messwerte, Erstellung linearer und nichtlinearer Regressionen der Eichgleichung, Bestimmung und graphische Darstellung der Eichfehler
- Statistische Berechnungen: Darstellung statistischer Daten im Histogramm, Berechnung vom Mittelwert und Abweichung vom Mittelwert

Learning by Doing

Die während der Laborblockzeiten strikt umgesetzte Lehrphilosophie bezweckt, dass die Lehrlinge nach einer soliden Einführung in die Arbeitsthematik und -methodik im Laufe der Blockzeit immer mehr Freiheitsgrade und Eigenverantwortung in ihrer Pro-

blemlösung erhalten und dass die anfängliche Instruktion sukzessive in eine passive Begleitung und Überwachung übergeht. Ab dem zweiten Blocktag wird erwartet, dass die Lehrlinge selbstständig die ihnen anvertrauten Teilaufgaben im Team diskutieren, einen Lösungsweg suchen und die Realisierung der Lösung organisieren und durchführen. Zur Wahrung der Sicherheit werden diese Arbeiten trotz gewährter und geforderter Autonomie stets vom wachsamen Auge des Laborleiters überwacht.

Es liegt in der Natur der grossen Freiheitsgrade, dass gelegentlich Fehloperationen oder Fehlentscheide passieren können. Wir achten darauf, dass die hieraus möglichen Konsequenzen auf arbeitstechnische Betriebsstörungen beschränkt bleiben und dass keinesfalls ein Schadenereignis resultiert. Die Analysen der Ursachen solcher trivialer Betriebsstörungen sind stets von hoher Effizienz (learning by error).

Von grosser Wichtigkeit ist uns, mit den Lehrlingen genügend Zeit für arbeits- und berufsbezogene Debatten zu haben. Wir haben schnell einmal festgestellt, dass viele Lehrlinge ein natürliches Bedürfnis zu angeregten Diskussionen manifestieren, wenn sie erst einmal ihre Scheu und Zurückhaltung überwunden haben. Der Lernerfolg solcher Debatten zwischen Lehrlingsteam und Instruktor darf nicht unterschätzt werden.

Cum grano salis

Während den mehrtägigen Ausbildungsblöcken bleiben die meisten Lehrlinge über Nacht in der schönen Stadt Freiburg. Zur Zeit der ersten Ausbildungskampagnen wurde den Schülern eine kostengünstige Unterkunft in städtischen Personenschutzanlagen organisiert; seit einigen wenigen Jahren finanzieren aber jetzt die Lehrbetriebe die Logierung ihrer Lehrlinge in Hotelzimmern. Der abendlich-nächtliche Ausgang in die Stadt ist für die Kursteilnehmer wie die Rosine im Kurskuchen. Die Instrukturen merken dann bald sehr wohl, dass das touristisch-explorative Nebenprodukt dieser Ausbildung das Gefallen der Lehrlinge findet (und dies ist ja auch gut so). Falls jedoch hin und wieder beim einen oder andern Kursteilnehmer ein Hang zum Exzess auffällt und die latente Gefahr besteht, dass ein übertreibender Nachtwandler anderntags vor Müdigkeit vom Stuhl zu fallen droht, so ist das Problem meist leicht durch eine väterlich korrigierende Intervention des Instruktors zu beheben.

Freiburg ist ja wirklich einige Besichtigungen wert, und wer dies nicht (massvoll

und mit wachem Geist) benutzt, der hat ein wesentliches Kursnebenziel verpasst.

Fazit

Die Durchführung des Praktikums in chemischer Technologie in Form von Blockkursen auf Mandatsbasis in den Grosslabors der HTA-FR ist für alle Beteiligten als sehr zufriedenstellend zu beurteilen:

- Die Berufsschule Aarau braucht keine eigenen, für die Chemikantenausbildung unabdingbare Grosslabors und hat somit ein organisatorisches Problem weniger.
 - Die Hochschule für Technik & Architektur Freiburg kann mit der Mandatsübernahme eine ihrer Kernaufgaben, nämlich die technische Zusammenarbeit mit externen Firmen, mindestens teilweise erfüllen und ihre, für eine Schule aussergewöhnliche chemisch-technische Infrastruktur rentabilisieren. Die HTA-FR wird als möglicher Studienort für Chemie in der Schweiz nördlich von Bern wieder vermehrt wahrgenommen und unser Gebiet zur Rekrutierung künftiger Chemikerinnen und Chemiker FH wird dadurch vergrössert. Ein vergleichbares Laborpraktikum kann nun neu auch von Studierenden der Fachrichtung Chemie der benachbarten Universität Freiburg besucht werden.
 - Die Lehrlinge erfahren mit diesen Freiburger Blocktagen eine Rhythmusänderung in ihrer Ausbildung, sie kommen in Kontakt mit andern Erklärungen, andern Anlagen, andern Leuten, mit neuen Ideen, und sie lernen Freiburg kennen und schätzen.
- Namens der HTA-FR und der beteiligten Dozenten möchte ich hiermit meiner Hoffnung Ausdruck geben, dass diese Zusammenarbeit bsa↔HTA-FR weiter Bestand haben und gedeihen möge.

Eingegangen am 21. Juni, 2005