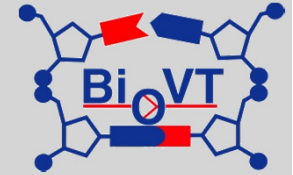




Az: 29128-41

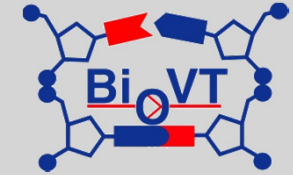
# Weißer Biotechnologie: Kurse Bioraffinerie

Technische Universität Kaiserslautern, FB Maschinenbau und Verfahrenstechnik  
Prof. Dr. Roland Ulber, Lehrgebiet Bioverfahrenstechnik,  
Gottlieb-Daimler-Straße, 67663 Kaiserslautern

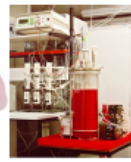


(...) nicht wusste Enkidu, was Brot war und wie man es zu essen pflegt. Auch Bier hat er noch nicht gelernt zu trinken. Da öffnete die Frau ihren Mund und sprach zu Enkidu: "Iss nun das Brot, o Enkidu, denn das gehört zum Leben, trink auch vom Bier, wie es ist des Landes Brauch. (...) Er trank Bier - sieben Becher. Sein Geist entspannte sich, er wurde ausgelassen. Sein Herz war froh und sein Gesicht strahlte. (...) In dieser Verfassung wusch er sich und wurde so ein Mensch (...)"

Gilgamesch-Epos ca. 3.000 v. Chr.



Medical and  
Pharmaceutical  
Biotechnology



Tissue engineering  
Diagnostics  
Antibodies  
Gene therapy



Marine  
Biotechnology



Novel biocatalytic activities :  
- (micro)-organisms  
- enzymes  
- new classes of biologically  
active structures (e.g. antibiotics)



Agricultural  
Biotechnology



Plants with resistances  
against phytopathogen  
Organisms, e.g.  
potato plant -- 'putrefaction',  
BT-maize -- 'Pyralis farinalis'  
(Maiszünsler)



Industrial and  
Environmental  
Biotechnology



## Was ist eine Bioraffinerie?

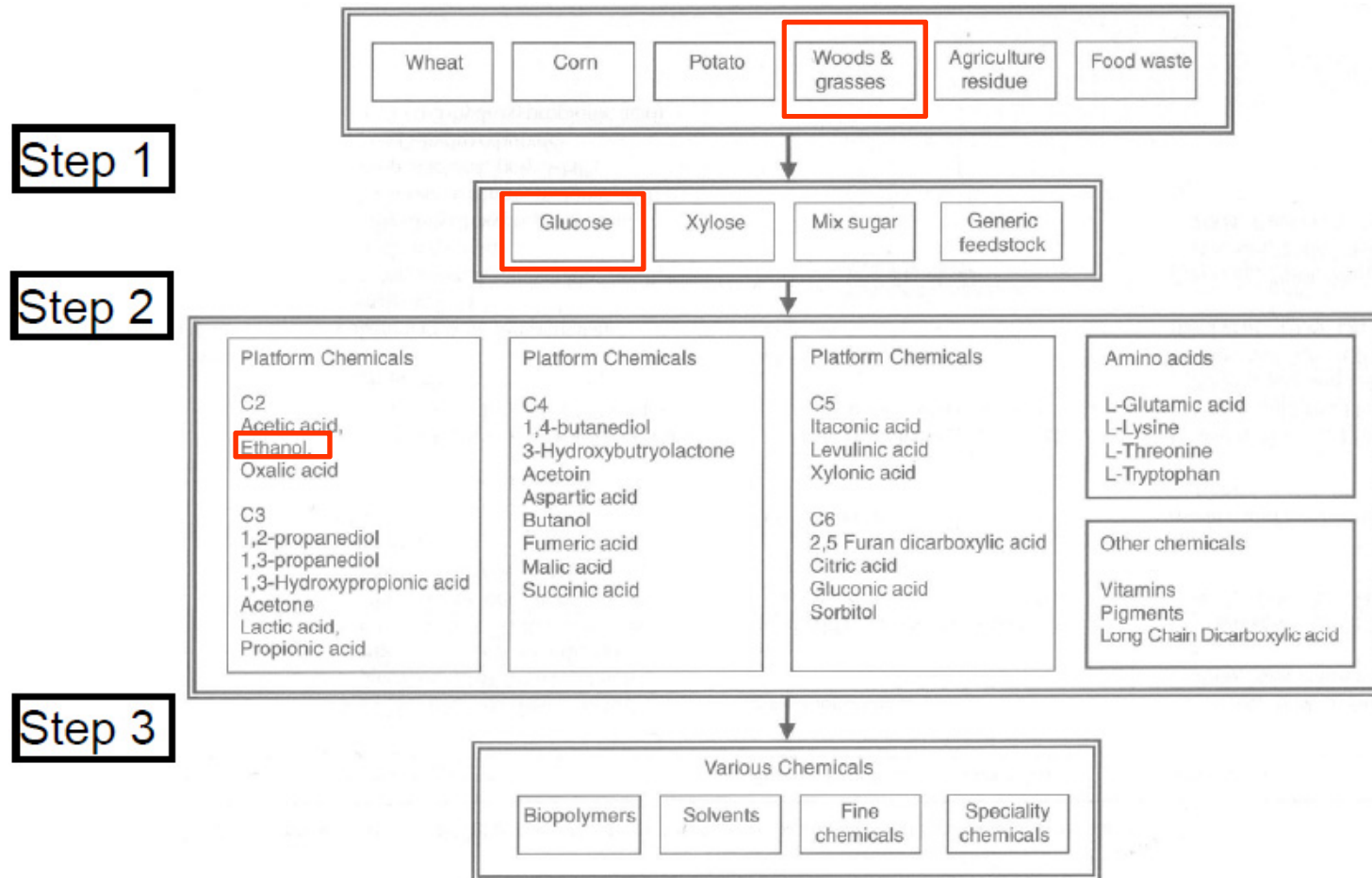
- Erdölraffinerie
  - Aus Erdöl höherwertige Produkte gewinnen
- Bioraffinerie
  - Aus Biomasse höherwertige Produkte gewinnen

## Warum brauchen wir die Bioraffinerie?

- Erdölreserven gehen zur Neige
- Klima- und Umweltschutz

## Bioraffinerie-Typen

- Stärke- und/oder Getreide-Bioraffinerie (Starch and Grain Biorefinery)
- Grüne Bioraffinerie (Green Biorefinery)
- Holz- oder LCF-Bioraffinerie (Forest Biorefinery)
- Algenbioraffinerie (Algae Biorefinery)
- Abfallbioraffinerie (Waste Biorefinery)



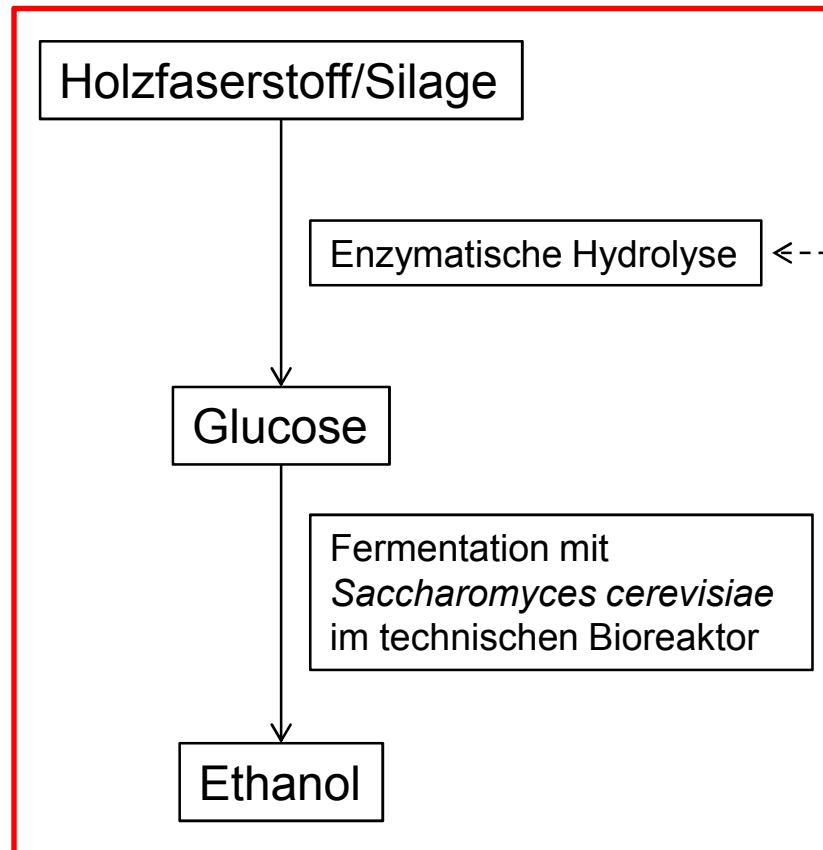
## Production of chemicals from plant saccharides

Quelle: A.A. Koutinas et al. in: Chemicals from Biomass, Wiley (2008)

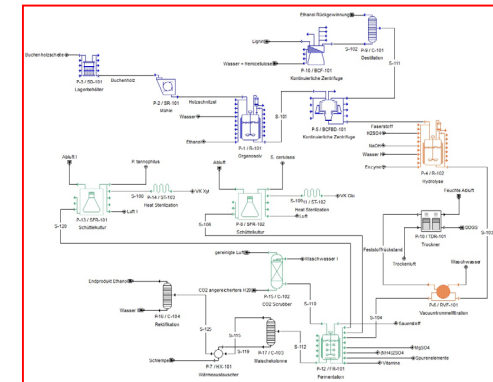
## Bioraffinerie - Industrielle Nutzung Nachwachsender Rohstoffe

- Schülerkurse
- Lehrerfortbildung
- Bioraffineriekoffer

**Kurse und Koffer kostenfrei !**



Klonierung und  
 Expression einer  $\beta$ -  
 Galactosidase in  
*Escherichia coli*



Prozesssimulation mit SuperPro Designer



## Zielgruppe

- Schüler/innen der gymnasialen Oberstufe

## Zielsetzungen

- Universitäres Arbeiten kennen lernen
- Interesse an Ingenieurwissenschaften wecken
- Vermittlung der ökologischen und ökonomischen Vorteile einer Bioraffinerie
- Einblicke in die Molekularbiologie und Gentechnik gewinnen

- Kursdauer 1 Woche
- Oster- oder Sommerferien
- 10 Teilnehmer
- Vorträge
- Diskussionsrunden mit Vertretern aus der Industrie
- Praktische Arbeiten im Labor
- Ergebnispräsentation am letzten Tag

## Praktische Arbeiten in Zweierteams

- Enzymatische Hydrolyse von Holzfasernstoff und Silage als Fermentationsrohstoff
- Aufbau und Betrieb eines techn. Bioreaktorsystems (Fermentation von *Saccharomyces cerevisiae* zur Produktion von Ethanol)
- Klonierung einer  $\beta$ -Galactosidase
- Simulation einer Bioraffinerie  
(Prozesssimulationssoftware SuperPro Designer)

## Kursstruktur Osterferien

### Tag 1

- 09:00 h – 09:45 h Begrüßung & Einführung mit Sicherheitsbelehrung
- 09:45 h – 10:30 h Vortrag: Die Bioraffinerie in der universitären Forschung
- 10:30 h – 10:45 h Pause
- 10:45 h – 11:30 h Vortrag: Die Bioraffinerie in der industriellen Praxis
- 11:30 h – 12:15 h Mittagspause
- 12:15 h – 18:00 h Praxisteil 1

### Tag 2

- 09:00 h – 10:30 h Ökologische Effekte bei der Nutzung von NaWaRo in der chemischen Industrie (mit Vertretern aus der Industrie)
- 09:00 h – 12:00 h Praxisteil 2
- 12:00 h – 13:00 h Mittagspause
- 13:00 h – 14:30 h Diskussionsrunde Food vs. Fuel (mit Vertretern aus der Industrie)
- 14:30 h – 18:00 h Praxisteil 3

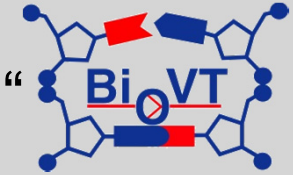
### Tag 3

- 09:00 h – 12:00 h Praxisteil 4
- 12:00 h – 13:00 h Mittagspause
- 13:00 h – 14:30 h Diskussionsrunde Substitutionspotentiale in der chemischen Industrie (mit Vertretern aus der Industrie)
- 14:30 h – 18:00 h Praxisteil 5

### Tag 4

- 09:00 h – 12:00 h Praxisteil 6
- 12:00 h – 13:00 h Mittagspause
- 13:00 h – 16:00 h Ausarbeitung der Ergebnisse und Vorbereitung der Präsentation
- 16:00 h – 17:00 h Vorstellung der erzielten Ergebnisse durch die Teilnehmer und Abschlussbesprechung, Vergabe der Zertifikate





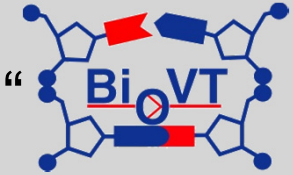
## Fortbildungsangebote für Lehrkräfte:

### “Back To The Bench“



[http://www.uni-kl.de/biovt/bioraffinerie/  
schuelerkurse.html](http://www.uni-kl.de/biovt/bioraffinerie/schuelerkurse.html)





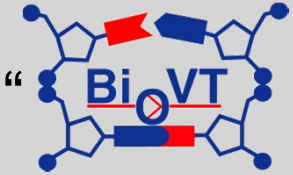
## Zielgruppe

Gymnasiallehrer mit den Schwerpunkten Biologie und Chemie



## Zielsetzungen

1. Vermittlung neuer Arbeitstechniken und Einblick in die aktuelle universitäre Forschung
2. Übertragung in den Schulunterricht (Bioraffineriekoffer)
3. Vorstellen der Studiengänge (Lehrer als Multiplikatoren)



Derzeit zwei Lehrerkurse im Angebot:

- Bioraffinerie - Industrielle Nutzung Nachwachsender Rohstoffe
  - Bioverfahrenstechnik in der Lebensmittelproduktion
- Redacted area:**
- Förderung durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt und das Land Rheinland-Pfalz
  - Hoher Praxisanteil
  - Großteil der Versuche kann im eigenen Unterricht durchgeführt werden (Bioraffineriekoffer)
  - Kurse vom Pädagogischen Landesinstitut Rheinland-Pfalz als Fortbildungsmaßnahmen anerkannt



## Kursinhalt

- Rohstoffwandel in der chemischen Industrie (Theorie)
- Enzymatische Hydrolyse von Holzfaserstoff und Silage als Fermentationsrohstoff (praktische Versuche)
- Fermentation von *Saccharomyces cerevisiae* zur Produktion von Ethanol im technischen Bioreaktor (praktische Versuche)
- Klonierung einer  $\beta$ -Galactosidase (praktische Versuche)
- Einführung in die Prozesssimulationssoftware SuperPro Designer und Prozesssimulation (rechnergestütztes Experiment)

## Kursstruktur:

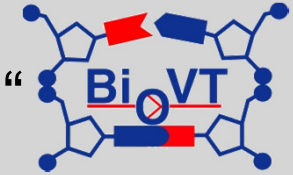
### Tag 1

- 09:00 h - 10:30 h Begrüßung & Einführung in die Thematik (Prof. Dr. Ulber)  
10:30 h - 10:45 h Sicherheitsbelehrung  
10:45 h - 11:00 h Pause  
11:00 h - 12:00 h Praxisteil 1 (Enzymatische Hydrolyse)  
12:00 h - 13:00 h Mittagessen in der Mensa (kostenfreie Teilnahme)  
13:00 h - 14:30 h Praxisteil 2 (Aufbau des Reaktorsystems)  
14:30 h - 16:00 h Einführung in SuperPro Designer  
16:00 h - 18:00 h Praxisteil 3 (Start PCR, Restriktion, Ligation, Transformation)

ab 19:30 h Abendessen mit Abenddiskussion (kostenfreie Teilnahme)

### Tag 2

- 09:00 h - 10:00 h Praxisteil 4 (Animpfen der Hauptkultur)  
10:00 h - 12:00 h Praxisteil 5 (Fortführung PCR, Restriktion, Ligation, Transformation)  
12:00 h - 13:00 h Mittagessen in der Mensa (kostenfreie Teilnahme)  
13:00 h - 15:00 h Praxisteil 6 (Prozessanalytik)  
15:00 h - 15:15 h Pause  
15:15 h - 16:30 h Praxisteil 7 (Prozesssimulation mit SuperPro Designer)  
16:30 h - 17:00 h Abschlussbesprechung

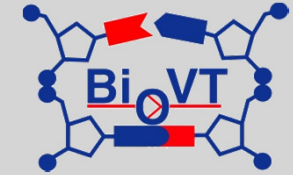


## Aktuelle Termine

- 19. - 20. März 2012, Anmeldeschluss: 17. Februar
- Herbst 2012
- Frühjahr 2013

Die Anmeldung erfolgt über das Online-Formular auf der Homepage Bioraffinerie. Die Benachrichtigung über die Teilnahme erfolgt spätestens drei Wochen vor Kursbeginn. Die maximale Teilnehmerzahl liegt bei 10 Personen.





Durch die Bereitstellung eines „Bioraffinerie-Koffers“ werden die Lehrer in die Lage versetzt, zentrale Prozessschritte einer Bioraffinerie auch an Schulen durchzuführen.

Der Bioraffinerie-Koffer ermöglicht folgende Versuche:

- Vergleichende enzymatische Hydrolyse von Zellstoff und Holzfaserstoff
- Analyse der Glucosefreisetzung und Bestimmung der enzymatischen Kinetiken
- Aufbau und Betrieb eines technischen Bioreaktorsystems (Fermentation mit *Saccharomyces cerevisiae* zur Produktion von Biomasse oder Ethanol)
- Simulation einer Bioraffinerie unter Einbeziehung der Ergebnisse der praktischen Arbeiten mittels SuperPro Designer

- Lehrer
  - Lehrer mit Interesse an aktuellen Entwicklungen
  - Lehrer ohne Angst vor Experimenten
- Schüler
  - Sek II: Grund- & Leistungskurse Bio/Che
  - Projektgruppen & AGs
  - (Facharbeiten)
- Schulen
  - insbesondere Schulen im „Großraum“ KL/Pfalz (Koffer müssen abgeholt werden, Ausleihfrist von 2 Wochen)

- Ermöglichung praktischer Schülerübung
  - fachgemäße Arbeitsweise „Experimentieren“
  - Einsatz von „echten“ Laborgeräten
  - Entlastung von Fachsammlung und –etat
- Beispielhafter didaktischer Transfer
  - moderne Verfahrenstechnik in die Schule
  - aktuelle Forschungsfelder und Herausforderungen
- Labormaterialien
  - Geräte & Glaswaren
  - Chemikalien
- Unterrichtsmaterialien
  - Ausgearbeitet Reihenplanung als Vorschlag
  - Folien: Impulse, Kontrollen
  - Arbeitsblätter für Be- bzw. Erarbeitung & Vertiefung
  - Zusatz- und Hintergrundinformationen

## Leitthemen im GK & LK (Biologie):

LT 1:

- Molekulare Grundlagen (Enzymatik)
- Bioenergetische Grundlagen

LT 2:

- Gärung & Atmung
- Biotechnologie der Gärung
- Regenerative Energien

## Bausteine im GK & LK (Chemie):

- Kohlenhydrate I-III
- Reaktionskinetik (Katalyse)
- Energetik I
- Proteine I
- Chemie im Betrieb
- Kunststoffe IV
- (Wdh. Alkohole)



## Fließschema

1. Stunde: **Warum Bioethanol?** – Einführung in das Thema Bioethanol und Bioraffinerie



Die Schüler lernen Bioethanol als alternative Energiequelle zu Erdöl kennen, um das zu erwartende Defizit zwischen Förderung und Verbrauch von fossilen Rohstoffen auszugleichen.

Mat

AB 1–3 | ZI 1–7 | F 1–9

Stundenplanung in Heft 1 – Seite 18

2. Stunde: **Der erste Schritt zum Bioethanol – Aus Cellulose wird Glucose**

→ die **Zellstoffhydrolyse** – Vorbereitung und Durchführung der Hydrolyse



Die SchülerInnen führen selbstständig in Kleingruppen eine Zellstoffhydrolyse durch, dazu gehören das Ansetzen der Pufferlösung, Abmessen der Reaktionskomponenten und die Überführung in die Inkubationsgeräte.

Mat

AB 2–6 | ZI 6–8 | F 7–12

Stundenplanung in Heft 1 – Seite 22

$\Delta t = \text{mind. } 16 \text{ h}$

3. Stunde: **Auswertung der Zellstoffhydrolyse** → **Wie viel Glucose ist entstanden?** –

Messung der Glucosekonzentration

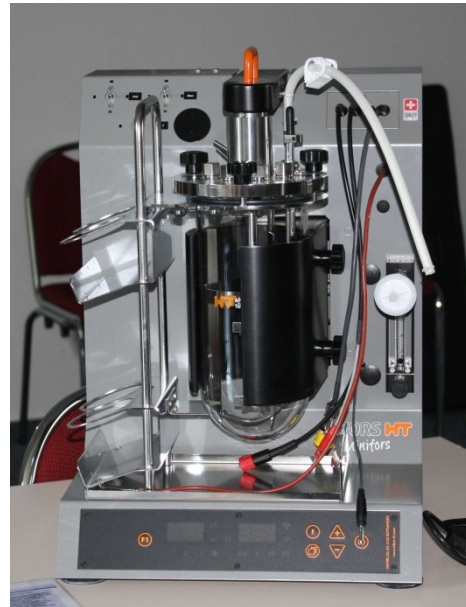
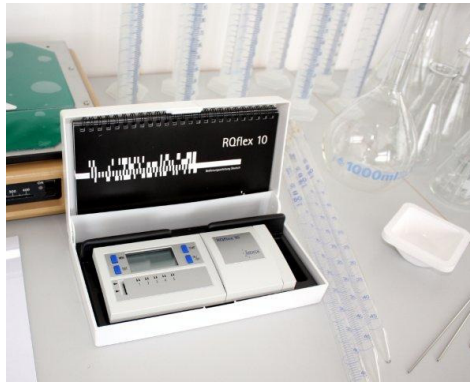


Die SchülerInnen verdünnen das Hydrolysat, messen die Konzentration an gewonnener Glucose und berechnen daraus für jeden Ansatz die Masse an entstandener Glucose.

Mat

AB 3–6 | ZI 7–8 | F 7–12

Stundenplanung in Heft 1 – Seite 25



Startseite

Schülerkurs

Lehrerfortbildung

Bioraffineriekoffer

Katalysekoffer

Online-Formular

Download

Photos

Kontakt

Impressum

## Herzlich Willkommen auf der Homepage des Kursangebots "Bioraffinerie"

Hier finden Sie alle aktuellen Informationen und Termine aus dem Kursangebot der TU Kaiserslautern.

Immer wieder werden die Themen Nachwachsende Rohstoffe (NaWaRo) und Gentechnik als wichtige Zukunftsfelder diskutiert. Während über den Einsatz von alternativen Energielieferanten meist Übereinstimmung darin besteht, dass aufgrund zukünftiger Erdölressourcenverknappung verstärkt auf Nachwachsende Rohstoffe zurückgegriffen werden muss, so werden die Fortschritte der Gentechnik in den Medien äußerst kontrovers diskutiert. Um über die Chancen und Möglichkeiten sowohl der Nutzung Nachwachsender Rohstoffe als auch der Gentechnik aufzuklären und deren Beitrag zum Umweltschutz darzustellen, wurde an der TU Kaiserslautern ein umfassendes Kurskonzept entwickelt, welches sich gleichermaßen an Schüler und Lehrer richtet. So werden den Teilnehmern sowohl projektorientierte Hintergründe in Fachvorträgen vermittelt als auch der praktische Einsatz moderner Techniken direkt im Labor ermöglicht. Auf diese Weise wird ein kritischer sowie sachbezogener Dialog zwischen Gesellschaft und Forschung gefördert. Es wurde ein umfassendes Kursangebot erarbeitet, welches sich an Schüler und Lehrer gleichermaßen richtet.

Wir bieten:

- **Schülerkurse** in den Laboren der TU Kaiserslautern
- **Lehrerfortbildungen**
- ausleihbare **Katalyse-** und **Bioraffineriekoffer**, mit denen praktische Versuche im Unterricht durchgeführt werden können

Die Anmeldung zu den Kursen erfolgt über das [Online-Formular](#)

Die teilnehmenden Lehrgebietsleiter sind:

Prof. Dr. Stefan Ernst, Fachbereich Chemie, [Technische Chemie](#)  
Prof. Dr. Helmut Sitzmann, Fachbereich Chemie, [Anorganische Chemie](#)  
Prof. Dr. Werner R. Thiel, Fachbereich Chemie, [Anorganische Chemie](#)  
Dr. Christoph Thyssen, Fachbereich Biologie, [Fachdidaktik](#)  
Prof. Dr. Volker Schünemann, Fachbereich Physik, [Biophysik](#)  
Prof. Dr. Roland Ulber, Fachbereich Maschinenbau und Verfahrenstechnik, [Bioverfahrenstechnik](#)

Dieses Projekt wird gefördert durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt und das Land Rheinland-Pfalz.



Az. 29128-41



Vielen Dank  
für Ihre  
Aufmerksamkeit



Az: 29128-41