

Abschlussbericht DBU

31. März 2011 - 31. Juli 2013

**„Die Bioraffinerie – Beiträge der weißen
Biotechnologie zum Umweltschutz“**

Az. 29128-41

Projektkennblatt
der
Deutschen Bundesstiftung Umwelt



Az	29128	Referat	41	Fördersumme	56.658 €
Antragstitel	Die Bioraffinerie - Beiträge der Weißen Biotechnologie zum Umweltschutz				
Stichworte	Holzhydrolyse, Fermentation, Klonierung, heterologe Enzymexpression, Prozesssimulation				
	Laufzeit	Projektbeginn	Projektende	Projektphase(n)	
	24 Monate	31.03.2011	31.03.2013	1	
	4 Monate	01.04.2013	31.07.2013	1 (Verlängerung)	
Zwischenberichte	halbjährlich				
Bewilligungsempfänger	Technische Universität Kaiserslautern FB Maschinenbau und Verfahrenstechnik Lehrgebiet Bioverfahrenstechnik			Tel	0631-205-4043
	Gottlieb-Daimler-Straße 67663 Kaiserslautern			Fax	0631-250-4312
				Projektleitung	Prof. Dr. R. Ulber
				Bearbeiter	R. Stadtmüller
Kooperationspartner					

Zielsetzung und Anlaß des Vorhabens

In der Öffentlichkeit werden Beiträge von Nachwachsenden Rohstoffen und der Gentechnik zum Umweltschutz oft kontrovers diskutiert. Das zu Grunde liegende Konzept vermittelt Lehrern als auch Schülern einen konkreten Einblick in die Anwendungsvielfalt beider Themengebiete, potentieller Synergien für aktuelle und zukünftige Herausforderungen sowie eine Anleitung für das wissenschaftliche Arbeiten in Theorie und Labor. 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, der auch das Interesse für Studiengänge auf dem Feld von Naturwissenschaft und Technik fördern soll.

Darstellung der Arbeitsschritte und der angewandten Methoden

Die Teilnehmer des Schülerkurses werden parallel zu den themenspezifischen Fachvorträgen folgende praktische Arbeiten durchführen: die enzymatische Hydrolyse von Holz mit anschließender Fermentation, eine Klonierung mit nachfolgender heterologer Enzymexpression und abschließend eine Prozesssimulation mittels SuperProDesigner. Die Praxisteile decken somit den Einsatz hydrolytischer Enzyme auf natürlichem Substrat, Kultivierungstechniken auf Fest- und Flüssigmedien sowie im Kolben- als auch Fermentermaßstab, Fermentationsmonitoring und -steuerung, molekularbiologische Techniken der Polymerase-Kettenreaktion (PCR), Restriktion, Ligation, Elektroporation, Agarosegelelektrophorese, Induktion einer heterologen Expression und SDS-PAGE als auch eine Prozesssimulation ab.

Der Lehrerkurs ist thematisch deckungsgleich mit dem Schülerkurs, soll aber zeitlich bedingt neben dem Prozessdesign nur ausgewählte praktische Arbeiten aus der Bioraffinerie und der Molekularbiologie beinhalten. Der Fokus liegt auf der Vermittlung technischer Hintergründe einer Bioraffinerie, der Diskussion von Herausforderungen eines Rohstoffwechsels und praktischen Anwendungsbeispielen für den Einsatz des Bioraffineriekoffers im Zuge der Unterrichtsgestaltung an Schulen. Konkrete praktische Arbeiten stellen die enzymatische Holzhydrolyse, Kultivierung und Fermentation, Klonierungstechniken (PCR, Restriktion, Agarosegelelektrophorese) sowie die Prozesssimulation mittels SuperProDesigner dar.

Ergebnisse und Diskussion

Im Sinne der Zielsetzung wurden zahlreiche Materialien erarbeitet und Veranstaltungen angeboten:

Schülerferienkurs "Bioraffinerie - Industrielle Nutzung Naschwachsender Rohstoffe"

- Es wurden insgesamt vier Veranstaltungen mit ca. 40 Schülerinnen und Schülern durchgeführt.
- Ein ausführliches Praktikumsskript, das sowohl eine theoretische Grundlage als auch einen praktischen Verlaufsplan beinhaltet, wurde in zielgruppenorientierter Fassung erstellt.
- In Diskussionsrunden mit Vertretern der Industrie, konnten anwendungs- und marktorientierte Fragen geklärt und Herausforderungen für die Wissenschaft, Technik und Bildung formuliert werden.
- Schüler/innen nutzten die Veranstaltungen als Entscheidungshilfe in Bezug auf ihre berufliche Laufbahn bzw. den weiteren Bildungsweg.

Bioraffineriekoffer

- Es wurde ein mobiles Kleinlabor zusammengestellt, das eine vielseitige, flexible sowie modulare Unterrichtsgestaltung mit hohem technischem Niveau und unabhängig vom jeweiligen Etat der Schule in Unterricht und Projektwochen bewiesen hat. Das Koffersystem ermöglicht eine hohe praktische Teilnahme der Schüler/innen in Form von zahlreichen Experimenten.
- Die gute materielle Ausstattung des Bioraffineriekoffers beinhaltet u.a. einen Bioreaktor, ein Schütteltablett, ein UV-Spektrometer, eine Mikrozentrifuge, Kolbenhubpipetten, einen Überkopfschüttler sowie einen Laptop inkl. einer Prozesssimulationssoftware. Diese Geräte werden durch die benötigten Chemikalien, Enzyme und Verbrauchsmaterialien ergänzt und bieten derart eine, für die Schulen völlig kostenlose, Möglichkeit eines anwendungsorientierten Unterrichts auf hohem technischen Niveau.
- Es wurden insgesamt vier Begleithefte erstellt, die das Lehrpersonal sowie die Schüler/innen in theoretischer Einführung, Unterrichtsplanung, Versuchsdarstellung, Auswertung der Ergebnisse und Bewertung im gesellschaftlichen Kontext maßgeblich unterstützen. Das Lehrpersonal wurde auch mit vorgefertigten Materialien hinsichtlich der Dokumentationspflicht bei Experimenten im Schulunterricht bedient. Für die Unterrichtsgestaltung wurden relevante Inhalte als Overheadfolie erstellt und alle textbasierten Dokumente in einer dem Koffer beiliegenden DVD zur Verfügung gestellt.

Lehrerfortbildung "Bioraffinerie - Industrielle Nutzung Naschwachsender Rohstoffe"

- Es wurden insgesamt drei Veranstaltungen mit ca. 30 Lehrerinnen und Lehrern durchgeführt.
- Die Veranstaltungen konnten dem Lehrpersonal modernste analytische Methoden bieten und darüber hinaus den apparativen Einsatz der Geräte und Verfahren des Bioraffineriekoffers für eine spätere Verwendung im Unterricht vermitteln.
- Neben einer Diskussion gesellschaftlicher Herausforderungen in Bezug auf Energie und Nachhaltigkeit konnte auch die Rolle der Verfahrenstechnik und die Studien- bzw. Berufsfelder vorgestellt werden. Somit kann das Lehrpersonal den Schüler/innen auch in Fragen der beruflichen Perspektiven von fachfremden Disziplinen als erste Informationsquelle dienen.

Lehrerfortbildung "Bioverfahrenstechnik in der Lebensmittelproduktion"

- Es wurden insgesamt zwei Veranstaltungen mit ca. 18 Lehrerinnen und Lehrern durchgeführt.
- Neben einer Brauanlage fand eine breite Analytik und viele Themen des Lehrplans, wie z.B. mikrobiologische Grundlagen, Katalyse und Metabolismus, Anwendung.

Schnuppertage

- Es wurden insgesamt neun Veranstaltungen mit ca. 360 Schülerinnen und Schülern durchgeführt
- Entlang einer kurzen Einführung und vier Experimenten wurde bei den Teilnehmer/innen das Interesse für Wissenschaft/Technik bestärkt als auch die entsprechenden Studienmöglichkeiten aufgezeigt.

Öffentlichkeitsarbeit und Präsentation

Das Konzept wurde über Tagungen, Infoveranstaltungen im In- und Ausland, in nationalen und internationalen Printmedien, einem Internetportal für Fortbildungsmöglichkeiten, veranstaltungsspezifische Flyer und einen ausgewählten E-Mail-Verteiler beworben. Darüber hinaus wurden alle Maßnahmen über zwei zielgruppenorientierte (Lehrpersonal u. Schüler/innen) Internetseiten vorgestellt: <http://www.uni-kl.de/biovt/bioraffinerie>. Schließlich wurde jede Veranstaltung im Rahmen des Projekts auch als Möglichkeit zur Vorstellung der weiteren Angebote genutzt.

Fazit

Das Projekt "Die Bioraffinerie - Beiträge der Weißen Biotechnologie zum Umweltschutz" hat über einen vielseitigen Maßnahmenkatalog eine große Zahl an interessierten Lehrer/innen und Schüler/innen auf nationaler und internationaler Ebene erreicht und somit nachhaltig wissenschaftliche Grundlagen mit einer gesellschaftlichen Diskussion verknüpft. Es konnte die globale Rolle von Wissenschaft und Technik aber auch die ganz individuelle Verantwortung sowie die beruflichen Perspektiven für den einzelnen Teilnehmer der Veranstaltungen herausgestellt werden.

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung.....	I
1 Einleitung.....	1
2 Bewertung der einzelnen Maßnahmen.....	3
2.1 Schnuppertage	3
2.2 Lehrerfortbildung	5
2.3 Schüler-Ferienkurse.....	6
2.4 Bioraffineriekoffer.....	9
3 Interdisziplinarität	11
4 Kooperation mit Schulen.....	12
5 Öffentlichkeitsarbeit.....	13
6 Weiterer Projektverlauf.....	14
7 Verwendung der Mittel	14
8 Nachhaltigkeit.....	15
Anhang A - Fotos der Schnuppertage.....	17
Anhang B - Fotos der Lehrerfortbildung "Lebensmittelproduktion"	18
Anhang C - Fotos der Lehrerfortbildungen "Bioraffinerie"	19
Anhang D - Fotos der Schüler-Ferienkurse.....	20
Anhang E - Skript der Schüler-Ferienkurse.....	21
Anhang F - Materialienkatalog des Bioraffineriekoffers	22
Anhang G.1 - Begleitmaterial des Bioraffineriekoffers: Heft 1 - Unterrichtsplanung	23
Anhang G.2 - Begleitmaterial des Bioraffineriekoffers: Heft 2 - Arbeitsblätter	24
Anhang G.3 - Begleitmaterial des Bioraffineriekoffers: Heft 3 - Zusatzinformationen.....	25
Anhang G.4 - Begleitmaterial des Bioraffineriekoffers: Heft 4 - Sicherheitshinweise	26
Anhang H - Fotos der Kofferausleihe, Pamina-Gymnasium Herxheim	30
Anhang I - Internetauftritt der verschiedenen Maßnahmen	31
Anhang J - Flyer "Bioraffineriekoffer"	33
Anhang K - Programm des Infonachmittags für Lehrer	34
Anhang L - Programmauszug der Tagung "Kluge Köpfe"	35
Anhang M - Pressebeitrag des Unispektrums zum Schülerferienkurs	36

Anhang N - Pressebeitrag "Forum des formations transfrontalières. Le traité de l'Elysée et la Coopération franco-allemande"	38
Anhang O - Pressebeitrag der Rheinpfalz zum Schülerferienkurs.....	41
Anhang P - Liste der angeschriebenen Schulen (Post/Mailingaktionen)	42

Zusammenfassung

Die Möglichkeiten und Herausforderungen, sowohl bei der Nutzung nachwachsender Rohstoffe als auch bei dem Einsatz der Gentechnik, sind in Forschung und Politik bereits heute täglicher Gegenstand und werden angesichts der zunehmenden Ressourcenverknappung auch in den kommenden Jahrzehnten weiter an wirtschaftlicher und gesellschaftlicher Brisanz gewinnen. Der vorliegende Bericht weist nach, dass das Projekt "Die Bioraffinerie – Beiträge der weißen Biotechnologie zum Umweltschutz" durch zahlreiche Maßnahmen einen nachhaltigen Beitrag leisten konnte, um die Generationen kommender Fachkräfte, auf Basis der theoretischen Grundlagen, sachgerecht über reale Potentiale zu informieren. Hierbei definierten sich diese Möglichkeiten nicht nur durch, in Experimenten veranschaulichte, technische Verfahren, sondern auch durch ganz individuelle Optionen, wie z.B. die verschiedenen Studien- und Berufsziele der Teilnehmer.

Um ein möglichst breites Publikum zu erreichen, wurden von Anfang an mehrere Zielgruppen bestimmt und maßgeschneiderte Veranstaltungen mit entsprechendem Begleitmaterial erarbeitet. Schülerinnen und Schüler wurden zum einen in Schnuppertagen, entlang von Experimenten und Diskussionen, und zum anderen in einwöchigen Schülerkursen in die Lage versetzt, modernste technische Verfahren zu nutzen, in Diskussionen mit Industrievertretern den realen Bedarf an der Nutzung nachwachsender Rohstoffe zu definieren und schließlich die eignen Vorstellungen an den weiteren Bildungsweg zu konkretisieren. In einer zweiten Kursschiene wurde das Lehrpersonal der gymnasialen Oberstufe durch zwei verschiedene Weiterbildungen hinsichtlich modernster wissenschaftlicher Methoden geschult, auf die Vorteile der natur- und ingenieurwissenschaftlichen Studiengänge aufmerksam gemacht und derart als Multiplikator für Wissenschaft und Technik gewonnen. Der Bezug zum Lehrplan wurde hierbei sowohl thematisch als auch durch apparative Alternativen und Methoden sichergestellt. In diesem Kontext wurde eine weitere Säule des Maßnahmenpakets erarbeitet. In Form des Bioraffineriekoffers wurde ein mobiles Kleinlabor konzipiert, welches es dem Lehrpersonal ermöglicht, kostenlos und somit unabhängig vom Schuletat, einen anwendungsorientierten und anschaulichen Unterricht auf hohem technischen Niveau zu realisieren. Neben der sehr guten apparativen Ausstattung des Bioraffineriekoffers, die u.a. einen technischen Bioreaktor bietet, wurde der entsprechende Bedarf bei der Unterrichtsplanung bzw. die Umsetzung der Experimente unter Einbezug aller Schüler/innen als wichtiges Element erkannt. In einer engen Kooperation mit Vertretern der Fachdidaktik der TU Kaiserslautern wurden zahlreiche Begleitmaterialien erstellt, die theoretische Grundlagen wiedergeben, detaillierte Unterrichtsverlaufspläne vorschlagen, Übungen und Overheadfolien bereitstellen und die Auswertung der Experimente vereinfachen.

Eine intensive Öffentlichkeitsarbeit u.a. auf Veranstaltungen im In- und Ausland, in nationalen und internationalen Printmedien und zwei erstellten, zielgruppenorientierte Internetseiten, ermöglichten eine breite Wahrnehmung des Projekts und führten zu einer hohen Teilnehmerzahl, die nahezu immer der maximalen Veranstaltungskapazität entsprach. Die zahlreichen positiven Rückmeldungen seitens der Teilnehmer/innen der Veranstaltungen haben eine Weiterentwicklung des Konzepts über die gesamte Projektlaufzeit unterstützend begleitet.

Die stetig wachsende Nachfrage an den verschiedenen Maßnahmen im Rahmen des Projekts unterstreicht den Erfolg des vielseitigen Konzepts. Ferner legt sie eine nachhaltige Wirkung in Form von steigenden Studentenzahlen bei natur-/ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen sowie einer sachlichen Diskussion über die Nutzung nachwachsender Rohstoffe und der Gentechnik nahe. Das Projekt "Die Bioraffinerie – Beiträge der weißen Biotechnologie zum Umweltschutz" hat somit die definierten Ziele erreicht und bestärkt auch über die Projektlaufzeit hinaus eine intensive Kooperation zwischen Schule und Universität.

1 Einleitung

Das Projekt "Die Bioraffinerie – Beiträge der weißen Biotechnologie zum Umweltschutz" setzte sich im Frühjahr 2011 das Ziel Schüler/innen und Lehrer/innen über gesellschaftliche und verfahrenstechnische Herausforderungen sowie mögliche Beiträge der modernen Gentechnik bei der technischen Nutzung Nachwachsender Rohstoffe zu informieren. Der verantwortungsvolle und nachhaltige Umgang mit stofflichen und energetischen Ressourcen bildete hierbei sowohl politisch, gesellschaftlich als auch in Bezug auf den nationalen Umweltschutz eine zentrale Rolle. Um diese tagespolitisch aktuellen Ziele mit einem gleichwohl zeitnahem als auch langfristigen Nutzen zu verknüpfen, wurde die gymnasiale Oberstufe, sprich die Generation kommender Fachkräfte, sowie das korrespondierende Lehrpersonal als Zielgruppe definiert. Der hohe Bedarf an sachgerechter Aufklärung, gerade im Bereich der oft kontrovers diskutierten Gentechnik, zeigt sich hierbei nicht nur anhand des allgemeinen Kenntnisstandes von Schülern und Lehrern, sondern erfreulicher Weise auch in Form eines sehr engagierten Interesses aller Beteiligten. Auf dieser Grundlage sollte sich über den Projektzeitlauf von ca. zwei Jahren zeigen, dass sich das von Anfang an weit gefächerte Leistungsspektrum des vorliegenden Projekts im besonderen Maß verdient macht und die, im weiteren Verlauf gelisteten, Strategien eine zielführende Kooperation mit Schulen, Lehrer/innen sowie Schüler/innen verzeichnen können.

Aus der Motivation heraus über einen breit aufgestellten Maßnahmenkatalog den Schulen möglichst viele Schnittpunkte für eine Zusammenarbeit zu bieten, wurden an der TU Kaiserslautern seit März 2011 zahlreiche Angebote für Lehrer sowie Schüler der gymnasialen Oberstufe realisiert und fortwährend weiterentwickelt. Nachfolgende Schwerpunkte bildeten hierbei den Kern des Projekts:

- Erarbeitung eines Lehrerfortbildungskurses zum Thema „Bioraffinerie - Industrielle Nutzung Nachwachsender Rohstoffe“
- Konzeption eines Ferienkurses für Schüler und Schülerinnen zum Thema „Bioraffinerie - Industrielle Nutzung Nachwachsender Rohstoffe“
- Bereitstellung eines "Bioraffineriekoffers" für die Unterstützung des Schulunterrichts

Darüber hinaus wurde das Leistungsspektrum im Rahmen der Kofinanzierung durch das Land Rheinland-Pfalz (Programm Schnittstelle Schule "Nachwachsende Rohstoffe – Rohstoffwandel in der chemischen Industrie") um nachfolgende Aspekte erweitert:

- Veranstaltung von Schnuppertagen für die gymnasiale Oberstufe sowie Infoveranstaltungen für Lehrer, die über alle Maßnahmen im Bereich Schüler-/Lehrerkurse und Kofferangebote informieren

- Konzeption eines Lehrerfortbildungskurses zum Thema „Bioverfahrenstechnik in der Lebensmittelproduktion“

Die Konzeption der jeweiligen Inhalte sowie die Fertigstellung bzw. Beschaffung der benötigten Materialien wurde in Zusammenarbeit mit der Fachdidaktik des Fachbereichs Biologie der TU Kaiserslautern bereits im Jahr 2011 realisiert (s.a. Kapitel 3 Interdisziplinarität), so dass dank einer intensiven Bewerbung im gleichen Zeitraum bereits ab Sommer 2011 die praktische Arbeit in Kooperation mit verschiedenen Schulen der Region aufgenommen werden konnte. Bevor im weiteren Verlauf die verschiedenen Maßnahmen im Einzelnen dargestellt werden, soll an dieser Stelle eine Veranstaltungsübersicht folgen:

- 1. Infoveranstaltung für Lehrer am 30. August 2011
- 1. Lehrerfortbildung "Bioverfahrenstechnik in der Lebensmittelproduktion" vom 05.-06. Dezember 2011 (ausgebucht)
- 1.-3. Schnuppertag am 17./27. und 29. Februar 2012 (jeweils ausgebucht)
- 1. Lehrerfortbildung „Bioraffinerie - Industrielle Nutzung Nachwachsender Rohstoffe“ vom 19.-20. März 2012 (ausgebucht)
- 1. Schüler-Ferienkurs „Bioraffinerie - Industrielle Nutzung Nachwachsender Rohstoffe“ vom 10.-13. April 2012 (ausgebucht)
- 2. Schüler-Ferienkurs „Bioraffinerie - Industrielle Nutzung Nachwachsender Rohstoffe“ vom 9. – 13. Juli 2012 (ausgebucht)
- Buchung des Bioraffineriekoffers durch das Pamina Gymnasium, Herxheim, Oktober 2012
- 4.-6. Schnuppertag am 29. Oktober, 19. November und 10. Dezember 2012 (jeweils ausgebucht)
- 2. Lehrerfortbildung „Bioverfahrenstechnik in der Lebensmittelproduktion“ vom 05.-06. November 2012 (ausgebucht, eine kurzfristige Absage)
- 2. Lehrerfortbildung „Bioraffinerie - Industrielle Nutzung Nachwachsender Rohstoffe“ vom 26.-27. November 2012 (8 Teilnehmer)
- Vorstellung des gesamten Maßnahmenpakets und Präsentation aller Koffermaterialien auf einem deutsch/französischen Forum in Bitche (Frankreich), 24. Januar 2013: "Le traité de l'Elysée et la Coopération franco-allemande"
- Buchung des Bioraffineriekoffers durch das Eduard-Spanger-Gymnasium, Landau, Januar bis Februar 2013
- 3. Lehrerfortbildung „Bioraffinerie - Industrielle Nutzung Nachwachsender Rohstoffe“ vom 14.-15. März 2013 (9 Teilnehmer)

- Buchung des Bioraffineriekoffers durch das Geschwister-Scholl-Gymnasium, Ludwigshafen, März 2013
- 3. Schüler-Ferienkurs „Bioraffinerie - Industrielle Nutzung Nachwachsender Rohstoffe“ vom 25.-28. März 2013 (ausgebucht)
- Interview mit der Lokalzeitschrift "Die Rheinpfalz", 27. März 2013
- 7.-9. Schnuppertag am 03./04. und 06. Juni 2013 (ausgebucht)
- Buchung des Bioraffineriekoffers durch das Eduard-Spanger-Gymnasium, Landau, Juni 2013
- Buchung des Bioraffineriekoffers durch das Albert-Schweitzer-Gymnasium, Kaiserslautern, Juli 2013
- 4. Schüler-Ferienkurs „Bioraffinerie - Industrielle Nutzung Nachwachsender Rohstoffe“ vom 08.-12. Juli 2013 (ausgebucht)
- Buchung des Bioraffineriekoffers durch die Marie-Baum Schule, Biotechnologisches Oberstufenzentrum, Heidelberg, Juli 2013

Innerhalb der Projektlaufzeit haben ca. 700 Schüler und 77 Lehrer von über 52 Schulen von den Veranstaltungen (neun Schnuppertage, vier Schülerferienkurse, fünf Lehrerfortbildungen) profitiert. Insgesamt wurde das mobile Kleinlabor, der sog. Bioraffineriekoffer, sechsmal von verschiedenen Schulen gebucht und konnte sowohl im In- als auch im Ausland Schüler/innen und Lehrer/innen vorgestellt werden.

2 Bewertung der einzelnen Maßnahmen

Im Folgenden werden die Entwicklung und die Erfolge der einzelnen Maßnahmen dargestellt. Die Ausarbeitung und die inhaltlichen Gestaltungen werden an dieser Stelle zusammenfassend aufgegriffen und können in detaillierter Form den zurückliegenden Zwischenberichten entnommen werden.

2.1 Schnuppertage

Insgesamt wurden neun Schnuppertage mit je 40 Schülerinnen und Schülern der gymnasialen Oberstufe im Fachbereich Bioverfahrenstechnik der TU Kaiserslautern veranstaltet (Anhang A). Das Konzept vereinte eine thematische Einführung in die Geschichte sowie aktuelle Fragestellungen der Biotechnologie und deren Stellenwert in Hinblick auf ökologische Effekte, studienrelevante Informationen, eine Vorstellung des Kofferkonzeptes, einen Überblick bezüglich der angebotenen

Ferienkurse mit konkreten Studieneinblicken über praktische Versuche, die teilweise von den Schülerinnen und Schülern durchgeführt wurden, und sicherte derart eine stets frühzeitige Ausbuchung der Veranstaltungstermine. In den Laboren der Bioverfahrenstechnik wurden den Teilnehmer/innen nachfolgende Experimente ermöglicht, die über den gesamten Zeitraum von Doktoranden geleitet und durch Studenten unterstützt wurden:

- Molekularbiologielabor: Bakterieller Fingerabdruck, Phasenkontrastmikroskopie von Hefe und Zellzählung mittels Thoma-Kammer
- Biotechnikum: Synthese und fermentativer Einsatz magnetischer Lentikats im techn. Bioreaktor
- Downstreamlabor: Vorstellung von FPLC-Anlagen und praktische Vorführung einer Chromatographie
- Analytiklabor: Vorstellung eines Biosensors - Blutzuckertest

Seitens der Schülerinnen und Schüler war sowohl während der Praxisphase als auch bei der studienbezogenen Informationsveranstaltung mit Mitarbeiter/innen der Bioverfahrenstechnik, dem Studiengangsberater der Bio- und Chemieingenieurwissenschaften sowie den Lehrer/innen ein erfreulich großes Engagement zu verzeichnen. Die Teilnehmer/innen sahen die Schnuppertage auch hinsichtlich der prinzipiellen Entscheidung für bzw. gegen ein Studium als sehr hilfreich an, da auch der direkte Kontakt mit Studenten gegeben war. Die Erkenntnis, dass die Universität von sich aus den direkten Kontakt zu studieninteressierten Schüler/innen sucht und ein breites und unkompliziertes Angebot an Informationen und Beratung bereitstellt, war für viele Teilnehmer eine positive Überraschung.

Als ein großer Vorteil dieser Maßnahme wurde seitens der Lehrerinnen und Lehrer die große Kapazität aufgeführt, die es auch großen Gruppen, wie z.B. ganzen Leistungskursen, ermöglicht erste praktische Eindrücke eines Studiums mit großen Anteilen an umweltrelevanten Themen zu gewinnen. Hierbei wurde v.a. die Kombination aus theoretischen Hintergründen, einer praktischen Versuchsphase sowie direkten Informationen zum Studium als geeignetes Mittel zur Motivation und aktiven Einbindung der Schülerinnen und Schüler angesehen. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Schnuppertage sowohl bei Schüler/innen als auch bei Lehrer/innen großen Zuspruch gewinnen konnten und ein adäquates Mittel sind, um vielen Schüler/innen einen ersten und direkten Informationsweg hinsichtlich der eigenen Studienplanung eröffnen und sich so Themenfeldern mit vielfältigen ökologischen Aspekten zuzuwenden. Dieser direkte Dialog mit Schüler/innen der gymnasialen Oberstufe fördert das prinzipielle Interesse an einem Studium und hilft den Teilnehmern durch zahlreiche weiterführende Angebote die subjektiv richtige Studienwahl zu treffen.

2.2 Lehrerfortbildung

Innerhalb des Projekts wurden insgesamt fünf Lehrerfortbildungen für ca. 45 Lehrer/innen veranstaltet (Anhang B und C). Hierbei wurden zwei zentrale Ziele verfolgt, die zum einen die Verknüpfung aktueller Methodik und Technik mit den Inhalten des Lehrplans in Theorie und Praxis bieten und zum anderen die Lehrer/innen in die Lage versetzt haben, den eigenen Unterricht mit Hilfe des Bioraffineriekoffers unter praktischer Einbeziehung der Schüler/innen, mit modernen Techniken und entlang aktueller Fragestellungen aus Forschung und Industrie gestalten zu können.

Fachlichen Gegenstand aller Fortbildungen bildeten folgende Themenschwerpunkte im Bereich der effizienten Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen, die zum Großteil direkt an die aktuellen Lehrpläne anknüpfen:

- Mikrobiologisches Arbeiten und Mikroskopie
- Biokatalyse
- Fermentationstechnologie und Prozessregelung
- Lebensmittel/-konkurrenz

Für die Lehrerkurse wurden insbesondere folgende Schwerpunkte in Theorie und Praxis erarbeitet:

- Enzymatische Hydrolysen von Holzfaserstoff und Silage als Rohstoff
- Fermentation von *Saccharomyces cerevisiae*
- Aufbau und Betrieb eines techn. Bioreaktorsystems zur Produktion von Bioethanol
- Heterologe Proteinexpression mittels *Escherichia coli*
- Computer gestützte Simulation einer Bioraffinerie

Alle Kurse wurden jeweils im Vorfeld durch das Pädagogische Landesinstitut Rheinland-Pfalz als offizielle Fortbildungsmaßnahmen anerkannt und als solches im Onlineportal für Schulen und Lehrer/innen gelistet (<http://bildung-rp.de/pl/fort-und-weiterbildung.html>). Diese Vorgehensweise diente nicht nur als zielgruppenorientierte Werbung, sondern bot den Teilnehmern die nötige Handlungssicherheit bei der Beantragung der Fortbildung und machte die große Beteiligung möglich.

Um eine hochqualifizierte Betreuung der Teilnehmer zu gewährleisten, erfolgte die Anleitung durch technische und wissenschaftliche Mitarbeiter des Lehrgebiets Bioverfahrenstechnik, die aufgrund ihrer eigenen Forschungstätigkeiten einen detaillierten Einblick in die behandelten Thematiken gewährleisten. Das detaillierte Begleitmaterial zu den Lehrerfortbildungen sowie die zeitliche

Kursstrukturierung wurden den Teilnehmern im Vorfeld der Kurse über unsere Homepage als Download zur Verfügung gestellt (Passwort-geschützter Bereich) und waren Grundlage für einen intensiven fachlichen Austausch während des gesamten Kursverlaufs. Sämtliche der arbeiteten Materialien finden sich als Anhang auf dem beigefügten Datenträger.

Die Lehrerinnen und Lehrer lobten in den abschließenden Diskussionen das hohe Maß an fachbezogenen Inhalten sowie die qualifizierte und permanente Betreuung bei der Bedienung modernster Technik, ohne dass der Bezug zum Lehrplan verloren wurde. Die Lehrerfortbildungen des vorliegenden Projekts waren laut den Teilnehmer/innen eine notwendige Maßnahme, die dem hohen Bedarf an fachlichen Weiterbildungen entspricht und das vergleichsweise dominante Angebot an rein pädagogischen Kursen sinnvoll ergänzt hat. In diesem Zusammenhang wurden auch die jeweilig begleitenden Skripte bezüglich der wissenschaftlichen Tiefe und des didaktischen Aufbaus als ideale Ergänzung zur experimentellen Kursphase aber auch als Ausgangspunkt für die nachfolgende Unterrichtsgestaltung bewertet. Die große Interdisziplinarität der Inhalte bot Lehrer/-innen aller naturwissenschaftlichen Disziplinen die Möglichkeit in fremde Teilgebiete Einblick zu erhalten, aber auch weiterführende Aspekte aktueller Entwicklungen im Bereich umweltrelevanter Themen für die eigene Fachrichtung und den eigenen Unterricht zu gewinnen.

Die Lehrerfortbildungen konnten nicht nur die gesetzten Ziele erreichen, sondern zudem auch dem ungeahnt hohen Bedarf an fachorientierten Lehrerkursen in einer Weise entsprechen, dass die Teilnehmer/innen die Qualität der Maßnahme als äußerst empfehlenswert bewertet haben. Die Verwendung der Erkenntnisse aus der Fortbildung für den zukünftigen Unterricht stand dabei offenkundig nie in Frage, da die Teilnehmer/innen immer wieder im Dialog mit anderen Teilnehmern und mit Mitarbeiter/innen des Lehrgebiets für Verfahrenstechnik die konkrete Verknüpfung von Kursinhalten mit der praktischen Unterrichtsgestaltung für die einzelnen Experimente erarbeitet haben. Diese Arbeitsweise sicherte zudem einen klaren Überblick über die einzelnen, praktisch verschachtelten Themen der sehr vielseitigen und zeitlich/inhaltlich intensiven Fortbildung.

2.3 Schüler-Ferienkurse

In vier Schülerkursen konnte knapp 40 Schülern/Schülerinnen ein weitreichender und praktischer Einblick in traditionelle Methoden, aktuelle Forschung sowie modernste Technik geboten werden (Anhang D). Jeweils eine Woche waren zehn Schüler/innen zu Gast am Lehrgebiet Bioverfahrenstechnik und haben in dieser Zeit ein sehr anspruchsvolles, aber auch abwechslungsreiches Programm aus wissenschaftlichen Hintergründen und eigenen Experimenten entlang zweier Prozessketten (Bioraffinerie und Gentechnik) verfolgt. Analog zu den

Lehrerfortbildungen erhielten die Schülerinnen und Schüler im Vorfeld des Kurses ein detailliertes Skript, das sowohl theoretische Hintergründe als auch eine "Schritt-für-Schritt"-Anleitung für jedes der Experimente sowie eine zeitliche Kursstrukturierung enthält (Anhang E). Selbstverständlich wurde bei der Erstellung der zahlreichen Unterlagen und der Gestaltung der Kurse darauf geachtet, dass die alle Informationen zielgruppengerecht aufgearbeitet und präsentiert wurden.

Einer Begrüßung und der theoretischen Einführungen zur Nutzung von Nachwachsenden Rohstoffen sowie den potentiellen Einsatzmöglichkeiten der Gentechnik folgte jeweils eine kurze Rücksprache bezüglich der Vorkenntnisse der Schüler/innen und deren Erwartungen bzw. Wünsche. Dieses erste Feedback wurde während der Betreuung durch technische und wissenschaftliche Mitarbeiter/innen als ergänzende Grundlage zum Praktikumsverlaufsplan wahrgenommen. Immer wieder waren die Interessen einzelner Teilnehmer Gegenstand einer studienbezogenen Diskussion und boten den Teilnehmer/innen die Möglichkeit ihre Perspektiven in den verschiedenen natur- und ingenieurwissenschaftlichen Disziplinen herauszustellen.

Die Praktikanten haben folgende wissenschaftliche Schwerpunkte erarbeitet:

- Enzymatische Hydrolysen von Holzfaserstoff und Silage als Rohstoff
- Aufbau und Betrieb eines techn. Bioreaktorsystems zur Produktion von Ethanol
- Gentechnische Methoden und Überexpression einer beta-Galactosidase
- Computer gestützte Simulation einer Bioraffinerie

Es ist als sehr erfreulich zu bewerten, dass die Teilnehmer/innen, trotz eines für Schüler langen Arbeitstages und der ungewohnt großen Fülle an Eindrücken, jede Gelegenheit wahrgenommen haben, um kursfremde Versuchsaufbauten und somit zusätzliche Methoden und Techniken zu ergründen. Die Schülerinnen und Schüler konnten sich derart davon überzeugen, dass die thematischen Inhalte des Kurses aktuelle Themen aus Industrie und Wissenschaft widerspiegeln und haben diese Tatsache auch als Motivation verstanden, da der Kurs nicht nur Standardversuche des Schulalltags aufgreift, sondern auch weitergehende Methoden und Techniken mit konkreter Anwendung bietet. An dieser Tatsache lässt sich für die Betreuer das große Interesse der Teilnehmer/innen messen und lässt erkennen, dass es gelungen ist, die Schüler/innen während dieses sehr intensiven Kurses dauerhaft für eine reflektierte und aktive Mitarbeit begeistern zu können. Dieses Engagement zeigte sich auch in den Diskussionen mit Vertretern der Industrie, wie z.B. der Bayer Technology Service GmbH. Sehr gerne haben die Teilnehmer/innen die Chance ergriffen und auch wirtschaftliche Potentiale der Nachwachsenden Rohstoffe sowie das Interesse der Industrie nach einer nachhaltigen Wirtschaft hinterfragt. Die Auseinandersetzung mit einem verantwortungsvollen Umgang mit energetischen und stofflichen Ressourcen, sowohl auf politischer,

akademischer als auch industrieller Ebene konnte bei den Schüler/innen das Bewusstsein für den großen Stellenwert der Forschung auf dem Gebiet der nachwachsenden Rohstoffe und somit dem eignen Kursinhalt verdeutlichen.

Da die Teilnehmer unterschiedliche Leistungskurse und somit unterschiedliche Vorkenntnisse in den Kurs einbringen konnten, wurde diesem Sachverhalt während den Kursen in zweierlei Hinsicht Rechnung getragen. Zum einen wurden Teilnehmer/innen mit einem vergleichsweise geringeren Kenntnisstand intensiv und auf anschauliche Weise angeleitet, zum andern konnten besser informierte Schülerinnen und Schüler mit versuchsbegleitenden Inhalten und Fragen fortwährend gefordert werden. Da die Rollen der theoretisch weniger/besser informierten Teilnehmer von Versuch zu Versuch wechseln, wurde auch die Möglichkeit wahrgenommen, dass Praktikanten sich gegenseitig bei den Versuchen ergänzen. Aufgrund dieser Darstellung von theoretischen Inhalten durch die Teilnehmer/innen selbst, war es den Betreuern auch möglich Missverständnisse bei vermeintlich bekannten Sachverhalten zu erkennen und diese für die gesamte Gruppe zu korrigieren. Diese Arbeitsweise führte dazu, dass ein sehr weites Feld an wissenschaftlichen Inhalten, sowohl aus Fernsehen und Printmedien aber auch in Form von Klassenarbeiten, konkret erläutert wurde. Dieser aktive Dialog, der von den Betreuern über ein breites Themenspektrum auch bis hin zu Details konkretisiert werden konnte, bot den Schüler/innen nicht nur eine gern angenommene Herausforderung, sondern verdeutlichte, dass eine moderne Gesellschaft permanent und im wachsenden Ausmaß auf Erzeugnisse und Lösungen aus Wissenschaft und Technik angewiesen ist. Diese Nachfrage konnte sehr leicht mit einer Studienwahl auf dem natur- und ingenieurwissenschaftlichen Sektor und den daraus resultierenden beruflichen Chancen verknüpft werden.

In einer abschließenden Präsentation aller Versuchsergebnisse in Form eines computergestützten Vortrages wurde sichergestellt, dass die Schülerinnen und Schüler die gebotenen theoretischen Grundlagen ihren eigenen, im Experiment ermittelten, Ergebnissen gegenüberstellen mussten. Derart wurden Kursinhalte rekapituliert, der übergreifende Kontext festgehalten und auch eine kritische Beurteilung der eigenen Arbeiten sowie die Beurteilung möglicher Fehlerquellen erarbeitet. Der letzte Programmpunkt eines jeden Kurses war eine Bewertung des Konzepts, sowohl in inhaltlicher als auch organisatorischer Hinsicht, von Seiten der Schüler/innen. Zusammenfassend konnte neben der überaus positiven Kritik bezüglich Gestaltung, Inhalt und Betreuung die klare Nachfrage nach weiteren Kursen herausgestellt werden. Die Schüler/innen formulierten gerne den Erfolg aufgrund der kursbegleitenden Diskussionen bei Begriffen des medialen Alltags, wie der Gentechnik, dem Vaterschaftstest, dem genetischen Fingerabdruck oder der Genpflanze nun sachliches Hintergrundwissen abrufen zu können. Unabhängig von der reinen Wissensvermittlung war den Schüler/innen die erste Laborerfahrung, der Einblick in eine Universität, der Austausch mit

Studenten und die konkrete sowie individuelle Auseinandersetzung bezüglich der Studienmöglichkeiten entlang der eigenen Interessen sehr wichtig.

Das Konzept Schülerferienkurs konnte zeigen, dass es maßgeblich zur Planung des weiteren Bildungsweges der Schülerinnen und Schüler beigetragen kann. Die Rückmeldungen von Teilnehmern aus dem Jahr 2012, die z.T. mittlerweile das Abitur abgeschlossen und sich für ein natur- oder ingenieurwissenschaftliches Studium entschieden haben, sagen eindeutig aus, dass der Schülerkurs einen großen Beitrag zur Entscheidungsfindung geleistet hat und z.T. bereits zur Anmeldung für ein Studium der Bio- und Chemieingenieurwissenschaften an der TU Kaiserslautern führen konnte. Demnach kann sowohl eine gelungene Umsetzung des Konzepts als auch die Nachhaltigkeit dieser Maßnahme verzeichnet werden.

2.4 Bioraffineriekoffer

Der von der TU Kaiserslautern ausleihbare Bioraffineriekoffer bietet Lehrer/innen die Möglichkeit, Schüler/innen aktiv in den Unterricht einzubinden und mit ihnen Fragestellungen, Methoden und Lösungsansätze in Bezug zur industriellen Verwendung nachwachsender Rohstoffe zu diskutieren. Dabei überzeugt das Konzept nicht nur durch die sehr gute und vielseitig einsetzbare apparative Ausstattung, die neben den vorgestellten Versuchen auch weitere Handlungsspielräume für Lehrer/innen schafft, sondern auch durch die kostenlose Bereitstellung und Nutzung aller benötigten Materialien (Anhang F). Diese Tatsache greift ein entscheidendes Ungleichgewicht zwischen den Schulen auf, da der Erfolg der Wissensvermittlung direkt mit der Möglichkeit Schüler/innen für ein Thema zu begeistern verbunden ist und viel zu häufig aufgrund von finanziellen sowie apparativen Defiziten nicht im notwendigen Maß realisiert werden kann. In diesen ganz neuen Möglichkeiten der Unterrichtsgestaltung sahen die Teilnehmer/innen der Lehrerkurse einen essentiellen Vorteil für den eigenen Unterricht. Um die Lehrer/innen auch organisatorisch zu unterstützen, wurde das Angebot über die gesamte Projektlaufzeit hinweg auch an neue Anforderungen, wie z.B. eine sicherheitstechnische Dokumentationspflicht, durch zusätzliche Materialien ergänzt (Anhang G.1-4). Darüber hinaus wurde in einer engen Zusammenarbeit mit der Fachdidaktik des Fachbereichs Biologie der TU Kaiserslautern ein detaillierter Unterrichtsverlaufsplan erarbeitet, der direkt auf die Gegebenheiten an einer Schule abgestimmt ist und das materielle Angebot um eine weitere planungstechnische Ebene erweitert. Dieser Plan wurde als Vorschlag konzipiert, lässt dem jeweiligen Lehrpersonal die Gelegenheit eigene Präferenzen in Abstimmung mit den Bedürfnissen seiner Schüler/innen wahrzunehmen und diese inhaltlich wie auch zeitlich mit dem Unterricht zu vereinbaren.



Abb. 1: Präsentation der erweiterten Inhalte des Bioraffineriekoffers. Neben dem Minifors-Bioreaktor der Firma Infors (Bottmingen, Schweiz), der Simulationssoftware SuperPro Designer[®] 8.5 der Firma Inteligen Inc. (Amsetrdam, Niederlande) und dem Reflektquant[®]-System der Firma Meck (Darmstadt, Deutschland) wurden zwei Laptops für Simulationszwecke, eine Mikrozentrifuge für Zellabtrennungen und ein Photometer inkl. Glasküvetten für die indirekte Ethanolbestimmung über NADH erworben. Neben einem Schütteltablar und einem Überkopfschüttler bietet der Bioraffineriekoffer demnach vielfältige Verwendungszwecke und für Schüler sowie Lehrer die Möglichkeit mit professionellem Equipment Versuche im Labormaßstab durch-zuführen. Für die Schulen entstehen keinerlei Kosten - weder für Geräte noch für Verbrauchsmaterialien.

Als ein weiterer Bestandteil des Koffers wurden durch vier Lehramtsstudenten der TU Kaiserslautern ein Aufgaben- und Lösungskatalog formuliert, der dem Lehrpersonal eine begleitende theoretische Unterrichtsgestaltung ermöglicht und schriftlich, digital als auch in Form von Overheadfolien zur Verfügung gestellt werden. Die Hilfestellung in Form dieser unterrichtsbegleitenden Angebote wurde durch ein Skript ergänzt, das dem Lehrer nicht nur das nötige Fachwissen zum Umgang mit den Geräten und den direkten Reaktionsabläufen liefert, sondern ein tieferes Hintergrundwissen vermittelt um den Lehrer über die direkten Inhalte des Bioraffineriekoffers hinaus zu informieren derart die Schüler/innen auch im breiteren Kontext der Nachwachsenden Rohstoffe und der Gentechnik informieren zu können.

Das Anwendungsspektrum des Bioraffineriekoffers stellte sich für die Lehrer/innen wie folgt dar:

- Vollkommen kostenlose Bereitstellung und telefonische Unterstützung bei Rückfragen
- Gute und vielseitige apparative Ausstattung mit großem Methodenspektrum
- Variable Einsatzmöglichkeit in Form schneller Experimente aber auch mehrtägiger Prozessverläufe
- PC-gestützte Simulation und Auswertung praktisch ermittelter Versuchsdaten
- Individuelle Konzeption eigener Versuche auf Grundlage der bereit gestellten Materialien
- Möglichkeit zur Einbindung einer Vielzahl an Teilnehmern
- Detaillierte Dokumentation und eine Vielzahl theoretischer Hintergründe
- Direkter Bezug zu aktuellen, gesellschaftlichen und industriellen Herausforderungen im Kontext von Energiekonsum, nachhaltiger Wirtschaft und Umweltschutz

Neben der Bewerbung auf den zahlreichen Veranstaltungen (Schnuppertage, Schülerinnentage, Ferienkurse), der Homepage und den Mailingaktionen, dienten v.a. die Lehrerfortbildungen als Möglichkeit das Konzept vorzustellen. Die Lehrer/innen haben dieses Angebot schließlich sehr gerne wahrgenommen und so fand das Konzept sowohl für Projektwochen, den regulären Unterricht als auch als Teil von größeren Veranstaltungen, wie einem Pamina-MINT-Camp, Verwendung (Anhang H). Dabei bot die inhaltliche Spanne von mikrobiologischer Kultivierungstechnik, einer verfahrenstechnisch definierten Fermentation, bio-/chemischen Analysen und einer Computersimulation den Lehrer/innen zahlreiche Anknüpfungspunkte an den Lehrplan und darüber hinaus die Verbindung zur aktuellen Forschung und Methodik. So wird das wichtige Thema der Nachwachsenden Rohstoffe nachhaltig im Schulunterricht verankert. Im aktuellen Jahr konnte das Lehrgebiet Bioverfahrenstechnik bereits sieben Buchungen des Bioraffineriekoffers verzeichnen und es ist zu erwarten, dass der Dialog unter den Lehrer/innen nach einem anfangs hohem Respekt vor der apparativen Ausstattung schließlich eine noch weiter steigende Nachfrage zur Folge haben wird.

3 Interdisziplinarität

Das Maßnahmenpaket „Die Bioraffinerie – Beiträge der weißen Biotechnologie zum Umweltschutz“ war zentraler Gegenstand interdisziplinärer Angebote für Schüler/innen und Lehrer/innen, die vom Lehrgebiet für Bioverfahrenstechnik geleitet und von den Fachbereichen Maschinenbau und Verfahrenstechnik, Chemie, Biologie und Physik mitgestaltet werden. Die theoretischen Begleitmaterialien zu den Lehrer- und Schülerkursen sowie die Hilfestellungen zur Unterrichtsplanung und Integration des Bioraffineriekoffers in den Lehrplan wurden mit der

Fachdidaktik des Fachbereichs Biologie (Dr. Thyssen), Lehramtsstudenten der Disziplinen Biologie/Chemie und wissenschaftlichen Mitarbeitern des Lehrgebiets für Bioverfahrenstechnik erarbeitet. In allen Veranstaltungen (Lehrerfortbildungen, Schülerkurse, Schnuppertage, Informationsveranstaltungen) waren Mitarbeiter aus verschiedenen Fachrichtungen involviert und konnten den Teilnehmern derart einen umfassenden und detaillierten Einblick in die fächerübergreifenden Fragestellungen der aktuellen Forschung bieten. Konkret waren folgende Personen an dem Projekt beteiligt:

- Prof. Dr. Stefan Ernst, FB Chemie
- Prof. Dr. Helmut Sitzmann, FB Chemie
- Prof. Dr. Werner R. Thiel, FB Chemie
- Prof. Dr. Volker Schünemann, FB Physik
- Prof. Dr. Roland Ulber, FB MV
- Dr.-Ing. Nils Tippkötter, FB MV
- Dr. Christoph Thyssen, FB Biologie (Fachdidaktik)
- Mitarbeiter und Studenten des Fachbereichs Bioverfahrenstechnik

4 Kooperation mit Schulen

Die große Zahl an Kontakten, auch zu Schulen über die direkte Umgebung von Kaiserslautern hinaus, wurde zur Bewerbung aller unserer Maßnahmen genutzt (Anhang P). Eine gemeinsame Evaluierung der Erfahrungen zu den Bioraffineriekoffer-Ausleihen war uns im Hinblick auf die stetige Weiterentwicklung des Konzepts über die gesamte Projektlaufzeit ebenfalls sehr wichtig. Freundlicher Weise waren alle Lehrerinnen und Lehrer bereit die gewonnenen Erfahrungen entlang der einzelnen Experimente und Begleitmaterialien mit den zuständigen Mitarbeitern der Bioverfahrenstechnik zu diskutieren. Auf diese Weise war es möglich die Ergebnisse aus der Zusammenarbeit zwischen Schülerinnen und Schülern mit den jeweiligen Lehrbeauftragten auch für die Gestaltung der Ferienkurse nutzen. Es stellte sich als sehr hilfreich heraus, dass in der intensiven Zusammenarbeit des Lehrgebiets für Bioverfahrenstechnik mit der Fachdidaktik der TU Kaiserslautern von Beginn an eine inhaltlich anspruchsvolle, aber schulgerechte Form aller Materialien erarbeitet werden konnte, da diese als hilfreiche Diskussionsgrundlage in der Zusammenarbeit mit Schulen fungieren konnte.

5 Öffentlichkeitsarbeit

Das zentrale Informationsportal stellt die für das Projekt eingerichtete Homepage <http://www.uni-kl.de/biovt/bioraffinerie/index.html> dar, auf der sämtliche Maßnahmen des Vorhabens (Kurse für Lehrer und Schüler, Schnuppertage, Ausleihe des Bioraffineriekoffers) im Detail erläutert und alle aktuellen Termine bekannt gegeben werden (Anhang I). Sie ist unterteilt in einen Bereich, der interessierte Schüler/innen anspricht und Informationen zu den Schülerferienkursen gibt sowie einen Teil für Lehrer/innen, der über alle Bereiche des Projekts informiert. Für sämtliche Maßnahmen sind Flyer entworfen worden, die ständig aktualisiert werden und auf der Homepage hinterlegt sind (Anhang J). Über die Homepage erfolgt außerdem sowohl die Anmeldung zu den Kursen als auch die Vorbestellung des Bioraffineriekoffers. In einem Passwort geschützten Bereich können alle Kursmaterialien, alle in den Kursen gehaltenen Fachvorträge sowie weiterführendes Informationsmaterial zu den Kursen heruntergeladen werden.

Die Bewerbung der Kurse läuft primär über Newsletter in Form von E-Mails. Es gibt zwei Verteilerlisten, eine Liste aller Lehrer/innen, die bereits einzelnen Maßnahmen des Projekts kennen gelernt haben (aktueller Stand 77 Personen) sowie eine Liste von Gymnasien in Rheinland-Pfalz, dem Saarland sowie den landesgrenznahen Gymnasien in Hessen und Baden-Württemberg (200 Schulen). Die direkt angeschriebenen Lehrer/innen fungieren sehr oft als Multiplikatoren für die Lehrerfortbildungen sowie die Schnuppertage und informieren regelmäßig interessierte Schüler/innen ihrer Grund- und Leistungskurse Biologie, Chemie und Physik über die Ferienkurse.

Alle angebotenen Lehrerfortbildungen wurden als Fortbildungsmaßnahme vom Pädagogischen Landesinstitut Rheinland-Pfalz in Speyer anerkannt und danach im Veranstaltungskatalog des Bildungsservers Rheinland Pfalz <https://tis.bildung-rp.de/web/guest/catalog> veröffentlicht.

Als Maßnahme zur direkten Öffentlichkeitsarbeit wurde das Konzept „Die Bioraffinerie – Beiträge der weißen Biotechnologie zum Umweltschutz“ neben einer ersten Infoveranstaltung für Lehrer/innen im August 2011 (Anhang K) auch im September 2011 auf der Tagung "Kluge Köpfe" der Deutschen Bundesstiftung Umwelt durch eine Mitarbeiterin des Fachbereichs Bioverfahrenstechnik einem breiten Publikum von Lehrern und Fachpublikum in Form eines Vortrags vorgestellt (Anhang L). Im Heft 3/2012 des Hochschulmagazins UNISPECTRUM, das über Forschung und Leben an der Technischen Universität Kaiserslautern informiert, wurde von dem ersten Schülerferienkurs (Osterferien 2012) berichtet (Anhang M). Im Januar 2013 konnten Mitarbeiter des Lehrgebiets für Bioverfahrenstechnik das gesamte Maßnahmenpaket auch über die Landesgrenze hinaus bewerben. Auf dem "Forum des formations transfrontalières. Le traité de l'Elysée et la Coopération franco-allemande" in Bitche (Frankreich) wurde das Projekt einer großen Anzahl an Schüler/-innen und Lehrer/-innen vorgestellt (Anhang N). Im März 2013 waren Mitarbeiter der Lokalzeitschrift "Die Rheinpfalz" zu Gast am Lehrgebiet der Bioverfahrenstechnik und berichteten danach in einem Artikel

mit der Überschrift „Unikarriere nicht ausgeschlossen - Zehn Gymnasiasten lernen im Ferienkurs Bioraffinerie den Forschungsalltag im biochemischen Hochschullabor kennen“, der in der Ausgabe Nr. 77 der Rheinpfalz veröffentlicht wurde (Anhang O).

Aufgrund der intensiv verfolgten Bewerbung aller Maßnahmen konnten über die Projektlaufzeit insgesamt ca. 700 Schüler und 77 Lehrer von 52 Schulen für die Teilnahme an den verschiedenen Veranstaltungen bzw. Angeboten gewonnen werden. Das Konzept konnte demnach nicht nur durch eine sachlich sowie pädagogisch anspruchsvolle und zielgruppengerechte Ausarbeitung überzeugen, sondern wurde diesem Erfolg auch in Form einer effektiven Öffentlichkeitsarbeit gerecht.

6 Weiterer Projektverlauf

Nach der kostenneutralen Verlängerung durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt endet das Projekt in der bisherigen Förderungsform nach einer Laufzeit vom 31.03.2011 - 31.07.2013. Aufgrund des Erfolges des bisherigen Projektverlaufs hat das Lehrgebiet für Bioverfahrenstechnik im Zuge des Programms "Wissen schafft Zukunft: Schnittstelle Schule" beim Land Rheinland-Pfalz eine finanzielle Förderung erhalten, die eine Fortführung einiger Maßnahmen für ein Jahr ermöglicht und somit weiteren Schüler/innen und Lehrer/innen die Nutzung dieses vielfältigen und nachhaltigen Angebots erschließt. Diese finanziell geförderte Weiterführung des erarbeiteten Konzepts wird sowohl der bisherigen Investition, dem erzieltem Erfolg, dem Grundgedanken einer nachhaltigen Maßnahme als auch dem weiterhin bestehenden Bedarf seitens der Schulen bzw. kommender Schülergenerationen gerecht und wird daher sehr gerne auch Zukunft von dem Lehrgebiet für Verfahrenstechnik der TU Kaiserslautern wahrgenommen.

7 Verwendung der Mittel

Die von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt zur Verfügung gestellten Mittel wurden zur anteiligen Finanzierung der mit dem Projekt beauftragten Mitarbeiter und der Projektkoordination eingesetzt. Die Maßnahme wurde mit zusätzlichen Mitteln aus dem Programm Schnittstelle Schule "Nachwachsende Rohstoffe – Rohstoffwandel in der chemischen Industrie" seitens des Landes Rheinland-Pfalz unterstützt. Aufgrund dieser Planung konnte der Bioraffineriekoffer, anfangs im Wesentlichen aus einem techn. Bioreaktor inkl. Zubehör, einem Reflectoquant, einem Satz Pipetten (Materialspende der Firma Brand GmbH und Co. KG) und der Simulationssoftware SuperPro Designer bestehend, um ein Photometer, zwei Laptops und eine Mikrozentrifuge erweitert werden.

Aufgrund der hohen Nachfrage, insbesondere für Schülerkurse, konnte mit der Deutschen Bundesstiftung Umwelt eine kostenneutrale Verlängerung des Projekts bis Ende Juli 2013 vereinbart werden. Um die Finanzierungssicherheit für den beteiligten wissenschaftlichen Mitarbeiter (E13) bereits vor und unabhängig von einer Entscheidung über die Bewilligung der verlängerten Projektlaufzeit seitens der Deutschen Bundesstiftung Umwelt gewährleisten zu können, wurde dessen Finanzierung im ersten Monat der Verlängerung (April 2013) mit projektfremden Mitteln realisiert. Über den Zeitraum der Projektverlängerung konnte die geleistete Stundenanzahl im Sinne der Projektkoordination (s. sonstige Arbeitsleistung) geringfügig verringert werden. Die erweiterte Projektlaufzeit von vier Monaten wurde für drei zusätzliche Schnuppertage und einen weiteren Schülerkurs im Sommer 2013 genutzt. Die seitens der Deutschen Bundesstiftung Umwelt genehmigten Mittel wurden somit entsprechend dem Förderungsplan und im Sinne der Maßnahme verwendet.

8 Nachhaltigkeit

Das Maßnahmenpaket „Die Bioraffinerie – Beiträge der weißen Biotechnologie zum Umweltschutz“ zeigt über die jeweiligen Veranstaltungszeiträume der verschiedenen Maßnahmen hinaus seine Leistungsfähigkeit. Die Schnuppertage erwiesen sich, auch aufgrund ihrer Auslegung für die Anzahl ganzer Leistungskurse, als adäquates Mittel für die aktive Bewerbung weiterer Projektinhalte und zusätzlicher Informationsangebote. Das vielseitige Vortragsmaterial wurde bereits mehrfach von Schüler/innen, Lehrer/innen und auch beteiligten Studenten angefragt um es in nachfolgenden Projektwochen, für den zukünftigen Unterricht oder als Nachschlagewerk für das Studium verwenden zu können. Auch die optionale Informationsveranstaltung zum Studiengang Bio- und Chemieingenieurwissenschaften der TU Kaiserslautern wurde von der Mehrheit der Kursteilnehmer wahrgenommen und hat sich in Form von weiterführenden Studienberatungen und der aktiven Beteiligung an Wettbewerben fortgeführt. Laut den Teilnehmer/innen diente der Schülerkurs sowohl fachlich als auch studienbezogen als Entscheidungshilfe für die weiterführende Planung des Ausbildungsweges.

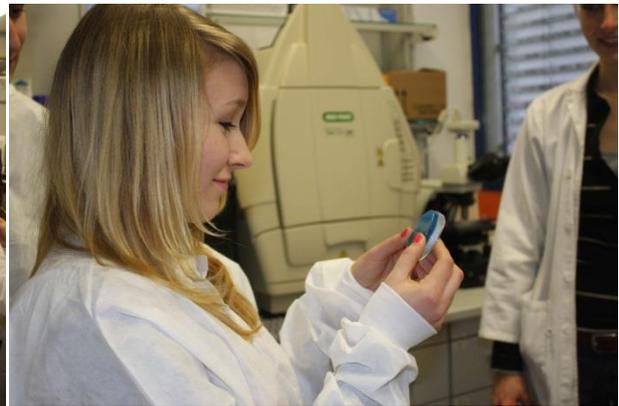
Der Bioraffineriekoffer ermöglichte einen anwendungsnahen und anschaulichen Unterricht, unabhängig vom Etat der jeweiligen Schule, und sorgte unter den Schüler/innen aufgrund seiner guten apparativen Ausstattung für eine Begeisterung, die sich auch über den Zeitraum der Kofferausleihe hinaus fortsetzte. Der praktische Umgang mit moderner Labortechnik zeigte den Schüler/innen hierbei die direkte Umsetzung von theoretischen Lehrinhalten und gab als solches einen ersten Einblick in Laborarbeiten bzw. eine berufliche Tätigkeit auf dem Feld der Biotechnologie oder Verfahrenstechnik. Das Kofferkonzept legte somit einen Impuls für die Auseinandersetzung der

Schüler/innen mit ihren Studien- bzw. Berufsvorstellungen in Hinblick ökologisch relevanter Fragestellungen und konnte als solches als ein Anstoß zur fundierten Planung des weiteren Bildungsweges fungieren.

Die Lehrerkurse konnten sowohl eine hochqualifizierte Betreuung als auch ein umfangreiches Begleitmaterial sicherstellen und derart eine hohe Informationsdichte in einer für das Lehrpersonal langfristig abrufbaren Präsentationsweise bieten. In Verbindung mit der inhaltlichen Kursstrukturierung wurden die Teilnehmer/innen auf diese Weise nachhaltig als Multiplikatoren für eine offene und sachbezogene Diskussion über die Gentechnik als auch das Konzept der Bioraffinerie in Schule und Öffentlichkeit gewonnen. Die Auslegung der Kursinhalte entlang der aktuellen Lehrpläne wurde von den Teilnehmer/innen positiv hervorgehoben und sichert aufgrund der breiten Akzeptanz einen Einfluss auf die zukünftige inhaltliche Gestaltung des Schulunterrichts und somit einen langfristigen Effekt.

In der Summe hat das Projekt auf sehr vielfältige Weise, sowohl hinsichtlich der einzelnen Maßnahmen als auch als Gesamtkonzept, Schüler/innen sowie Lehrer/innen überzeugt und durch die aktive Einbindung jedes Teilnehmers in aktuelle Fragestellungen die Anreize natur-/ingenieurwissenschaftlicher Disziplinen für eine zukünftige öffentliche Diskussion der Nutzung nachwachsender Rohstoffe, aber auch die persönliche, berufliche Planung aufzeigen können.

Anhang A - Fotos der Schnuppertage



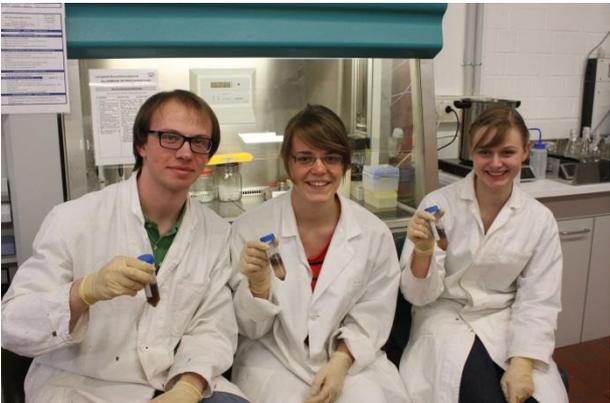
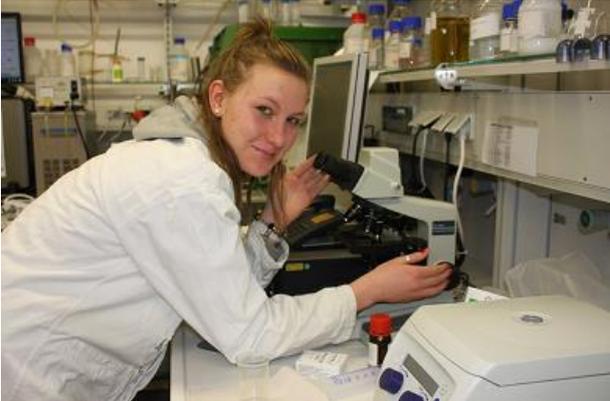
Anhang B - Fotos der Lehrerfortbildung "Lebensmittelproduktion"



Anhang C - Fotos der Lehrerfortbildungen "Bioraffinerie"



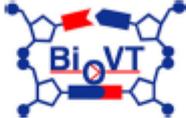
Anhang D - Fotos der Schüler-Ferienkurse



Anhang E - Skript der Schüler-Ferienkurse

(komplettes Skript auf beiliegenden Datenträger)

The cover features a red header bar at the top and a blue footer bar at the bottom. The main content is white with a thin red border. Logos for TU Kaiserslautern and BiVT are in the top left and right. The title 'Schülerferienkurs' and 'Bioraffinerie' are prominently displayed. The subtitle 'Industrielle Nutzung Nachwachsender Rohstoffe' is below. Dates and location are listed in the middle. Logos for the Rhineland-Pfalz Ministry and DBU are at the bottom.

Schülerferienkurs

Bioraffinerie

Industrielle Nutzung Nachwachsender Rohstoffe

8. bis 12. Juli 2013

Lehrgebiet Bioverfahrenstechnik
Technische Universität Kaiserslautern

 **Rheinland-Pfalz**
MINISTERIUM
FÜR BILDUNG, WISSENSCHAFT,
WEITERBILDUNG UND KULTUR

 **DBU**
Deutsche Bundesstiftung Umwelt
www.dbu.de Ar. 29120-45

Anhang F - Materialienkatalog des Bioaffineriekoffers

Inhalt Bioaffineriekoffer 1

- Begleitmappe zum Bioaffineriekoffer
- Infors Tischschüttler mit Klebetablar
Gebrauchsanweisung Infors Tischschüttler
- Überkopfschüttler mit Rack und Netzkabel

Inhalt Bioaffineriekoffer 3

- Brand Pipette 100 µL
- Brand Pipette 1000 µL
- Gebrauchsanweisung Brand-Pipetten
- Pipettenspitzen gelb (für 100 µL-Pipetten)
- Pipettenspitzen blau (für 1000 µL-Pipetten)
- di-Natriumhydrogenphosphat 500 g
- Glucose 250 g
- Hefeextrakt 100 g
- Pepton aus Soja 250 g
- Citronensäuremonohydrat 500 g
- Malzextrakt 100 g
- Ethanol in Transportbox
- 1 L-Messkolben
- 1 x Schottflaschen 250 mL
- 4 x Gummistopfen mit Gärröhrchen
- 3 x 50 mL-Messpipetten
- 3 x Peleusball
- 10 x 100 mL-Messzylinder (Plastik)
- 2 x 1000 mL-Becherglas (Plastik)
- 10 x 100 mL-Becherglas (Plastik)
- 2 x 25 mL-Becherglas (Plastik)
- 7 x Trichter (Plastik)
- 6 x Spritzflaschen für H₂O
- Plastikspritzflasche mit Aufsatz
- 20 x 50 mL Reaktionsgefäße (Falcon) + Ersatz
- 5 Falconständer-Würfel
- 18 x Pasteur-Pipetten
- 20 Reaktionsgefäße für die Zentrifuge
- Filterpapier
- Alufolie

Inhalt Bioaffineriekoffer 4

- Minifors Bioreaktor inkl. Zubehör

Inhalt Bioaffineriekoffer 2

- 4 x 500 mL-Erlenmeyerkolben ohne Schikane
- 10 x 250 mL-Erlenmeyerkolben mit Schikane
- 10 Wattestopfen
- Reflektometer

- 2 Präzisionsküvetten
- Mini-Zentrifuge + Netzkabel
- UV-Spektrometer + Netzkabel
- Parafilm
- Silage
- Cellulose
- Säureschutzhandschuhe
- Schutzbrille

Blaue Box in Koffer 3

- 2 x Löffelspatel
- 2 x Mikrospatel
- Pinzette
- Glasstab
- pH-Messstreifen
- Wägeschälchen
- 10 x schwarzer Stift für Beschriftung
- Papierhandtücher
- 2 x 10 mL-Einwegspritze
- 2 x 20 mL-Einwegspritzen

Kühlbox in Koffer 3

- Cellulase
- Celluclast
- β-Glucosidase
- Glucose-Teststreifen
- Hefewürfel
- Ethanoltest
- 2 Kühlakkus
- Schwefelsäure 10 %ig

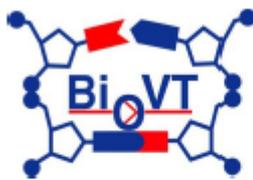
Inhalt Laptotasche

- Laptop (Dell Latitude E5520) inkl. Netzteil
- USB-Maus (Logitech RX250)
- USB-Dongle für SuperPro Designer®

Anhang G.1 - Begleitmaterial des Bioaffineriekoffers: Heft 1 - Unterrichtsplanung
(komplettes Skript auf beiliegenden Datenträger)



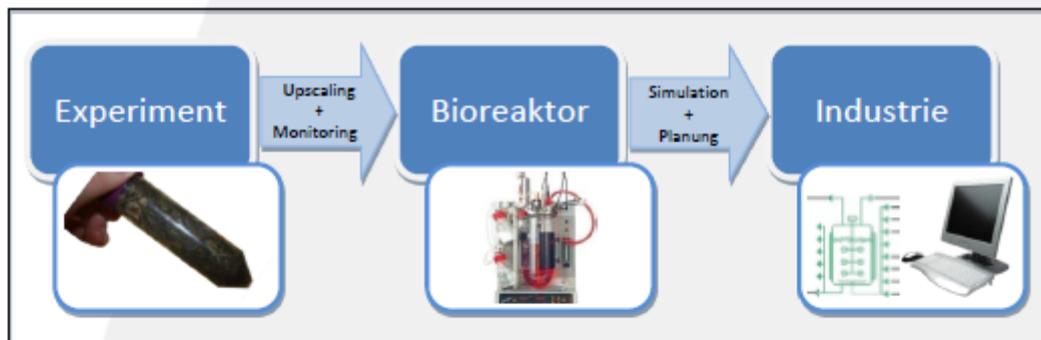
Fachbereich Maschinenbau und
Verfahrenstechnik



Lehrgebiet **Bioverfahrenstechnik**



Schülerversuche zum Thema **Bioaffinerie:**
Nachwachsende Rohstoffe in der Industrie



Vom Modellversuch zur technischen Anlage

Heft 1 – Unterrichtsplanung

Verantwortlich: Prof. Dr. rer. nat. R. Ulber

Fachdidaktische Leitung: Dr. C. Thyssen

Bearbeitung: B. Bender, T. Jung, S. Müller, H. Schäfer

Anleitung: Dipl.-Biol. R. Stadtmüller



Rheinland-Pfalz
MINISTERIUM FÜR BILDUNG,
WISSENSCHAFT, JUGEND
UND KULTUR



Az. 29128-41

Anhang G.2 - Begleitmaterial des Bioraffineriekoffers: Heft 2 - Arbeitsblätter
(komplettes Skript auf beiliegenden Datenträger)



TECHNISCHE UNIVERSITÄT
KAISERSLAUTERN



Bi_o_VT

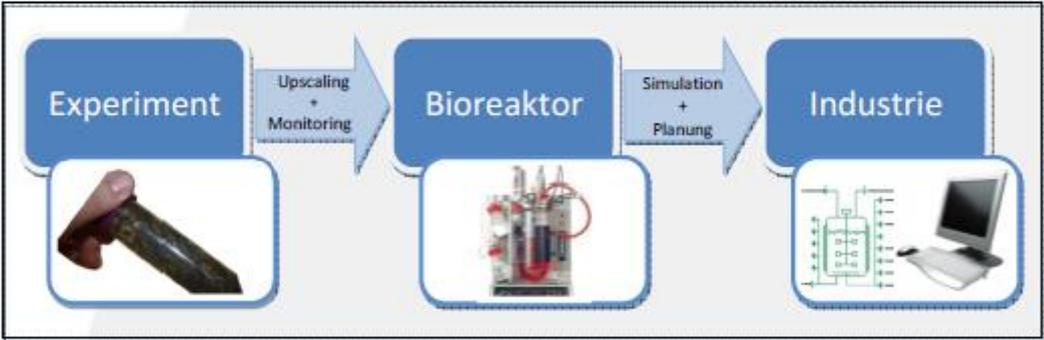


BIO FACH-
DIDAKTIK

Fachbereich **Maschinenbau und
Verfahrenstechnik**

Lehrgebiet **Bioverfahrenstechnik**

Schülerversuche zum Thema **Bioraffinerie:**
Nachwachsende Rohstoffe in der Industrie



Vom Modellversuch zur technischen Anlage

Heft 2 – Arbeitsblätter und Musterlösungen

Verantwortlich: Prof. Dr. rer. nat. R. Ulber
 Fachdidaktische Leitung: Dr. C. Thyssen
 Bearbeitung: B. Bender, T. Jung, S. Müller, H. Schäfer
 Anleitung: Dipl.-Biol. R. Stadtmüller



Rheinland-Pfalz
 MINISTERIUM FÜR BILDUNG,
 WISSENSCHAFT, JUGEND
 UND KULTUR

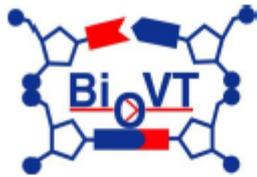


DBU
 Deutsche Bundesbank-Forschungsbank
www.dbu.de
 Az. 29128-41

Anhang G.3 - Begleitmaterial des Bioraffineriekoffers: Heft 3 - Zusatzinformationen
(komplettes Skript auf beiliegenden Datenträger)



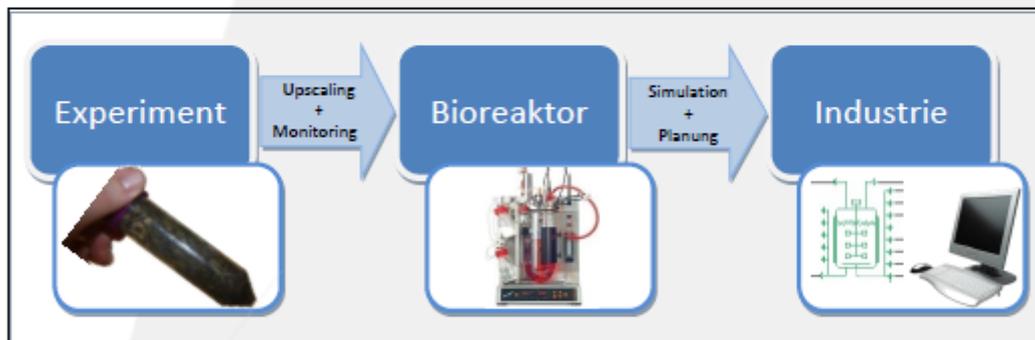
Fachbereich Maschinenbau und
Verfahrenstechnik



Lehrgebiet **Bioverfahrenstechnik**



Schülerversuche zum Thema Bioraffinerie:
Nachwachsende Rohstoffe in der Industrie



Vom Modellversuch zur technischen Anlage

Heft 3 - Zusatzinformationen

Verantwortlich: Prof. Dr. rer. nat. R. Ulber

Fachdidaktische Leitung: Dr. C. Thyssen

Bearbeitung: B. Bender, T. Jung, S. Müller, H. Schäfer

Anleitung: Dipl.-Biol. R. Stadtmüller



Rheinland-Pfalz
MINISTERIUM FÜR BILDUNG,
WISSENSCHAFT, JUGEND
UND KULTUR



Az. 29128-41

Anhang G.4 - Begleitmaterial des Bioaffineriekoffers: Heft 4 - Sicherheitshinweise



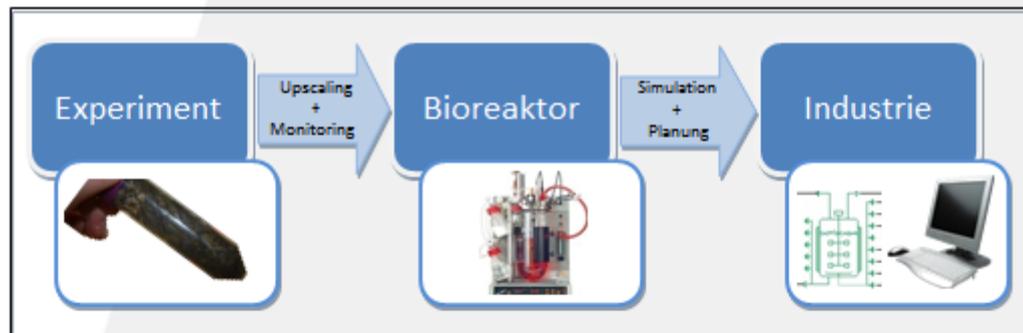
Fachbereich **Maschinenbau und Verfahrenstechnik**



Lehrgebiet **Bioverfahrenstechnik**



Schülerversuche zum Thema **Bioaffinerie: Nachwachsende Rohstoffe in der Industrie**



Vom Modellversuch zur technischen Anlage

Heft 4 – Sicherheitshinweise

Verantwortlich: Prof. Dr. rer. nat. R. Ulber

Fachdidaktische Leitung: Dr. C. Thyssen

Bearbeitung: B. Bender, T. Jung, S. Müller, H. Schäfer

Anleitung: Dipl.-Biol. R. Stadtmüller



Sicherheitshinweise

Um jeder Lehrperson eine schnelle Gefahrenbeurteilung der Versuche des Bioraffineriekoffers zu ermöglichen, werden die nachfolgenden Dokumente zur Verfügung gestellt. Sie umfassen neben einem vorgefertigten Gefahrenbeurteilungsbogen auch eine Auflistung der Kennzeichnung von Gefahrenstoffen nach dem *Globalen harmonisierten System zur Einstufung und Kennzeichnung von Chemikalien* (GHS) und eine Sammlung von Sicherheitsdatenblättern (*Material Safety Data Sheets, MSDS*) der im Koffer zu Verfügung gestellten Chemikalien. Es sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass sich Sicherheitsbestimmungen ändern können und somit keine Gewähr für die Aktualität der gegebenen Informationen übernommen werden kann.

Es ist denkbar, dass abhängig von Schule oder Bundesland weitere Informationen verlangt werden. Daher bittet die Bioverfahrenstechnik jeden Anwender die Vollständigkeit der Unterlagen für den gegebenen Fall zu prüfen und evtl. zusätzliche Anforderungen mitzuteilen.

Bitte beachten Sie, dass bei allen Versuchen die entsprechende Schutzausrüstung verwendet wird. Dem Koffer liegt sowohl ein Augen- als auch ein Handschutz bei.

Gefahrenbeurteilung

1. Versuchsbeschreibung

Enzymatische Hydrolyse von Cellulose und Silage in Citronensäurephosphatpuffer und Fermentation von Bäckerhefe. Cellulose und Silage werden mit Enzympräparaten und einem Puffer aus Citronensäuremonohydrat und di-Natriumhydrogenphosphat inkubiert. Während der Fermentation von Bäckerhefe wird Material mit Ethanol desinfiziert.

2. Einstufung der Gefahrstoffe

Bezeichnung des Stoffs	Gefahrensymbol	H-Sätze	P-Sätze	AGW [mg/m ³]	Schutzstufe
Citronensäure-Monohydrat		318	305 + 351 + 338	-	1
di-Natriumhydrogenphosphat	-	-	-	-	1
Cellulase-Komplex (NS-50013)		334	n.a. ¹	-	1
Cellobiase (NS-50010)		n.a. ¹	n.a. ¹	-	1
Celluclast 1.5 L		n.a. ¹	n.a. ¹	-	1
Ethanol		225	210	960	1
beta-Glucosidase		334	-	-	1
Schwefelsäure		290 + 314	280 + 301 + 305 + 309 + 310 + 330 + 331 + 338 + 351	0,1	1

¹ komplexe Stoffgemische, für die keine Einteilung nach Global harmonisiertes System zur Einstufung und Kennzeichnung von Chemikalien vorliegen.

3. Entsorgung

Citronensäure-Monohydrat bzw. di-Natriumhydrogencarbonat findet als Puffer mit einem finalen pH von ca. 5,5 Anwendung und kann zusammen mit den stark verdünnten Enzymen nach Verwendung in das Abwasser überführt werden. Ethanol findet nur in geringen Volumina zur oberflächlichen Desinfektion Anwendung und muss nicht entsorgt werden, da diese Mengen bereits kurz nach Gebrauch verdunsten.

4. Gefahrenabschätzung

Gefahrenpotential	Ja	Nein	Anmerkungen
Brandgefahr	X		Citronensäure-Monohydrat und di-Natriumhydrogenphosphat finden als Pufferlösung mit einem hautverträglichen pH-Wert Anwendung. Die Enzympräparate werden nur in großer Verdünnung eingesetzt. Ethanol wird nur in sehr geringen Mengen verwendet. Es ist davon auszugehen, dass die Versuchsläufe keine Gefahr darstellen.
Explosionsgefahr		X	
durch Hautkontakt	X		
durch Einatmen	X		

5. Substitution von Gefahrstoffen

Nein, die verwendeten Chemikalien sind nicht durch weniger oder nicht schädliche Stoffe zu ersetzen.

6. Maßnahmen (bitte ausfüllen)



Schutzbrille

ja nein



Schutzhandschuhe

ja nein



Abzug

ja nein



Lüftungsmaßnahmen

ja nein

Schule _____

Lehrer/in _____

Datum _____

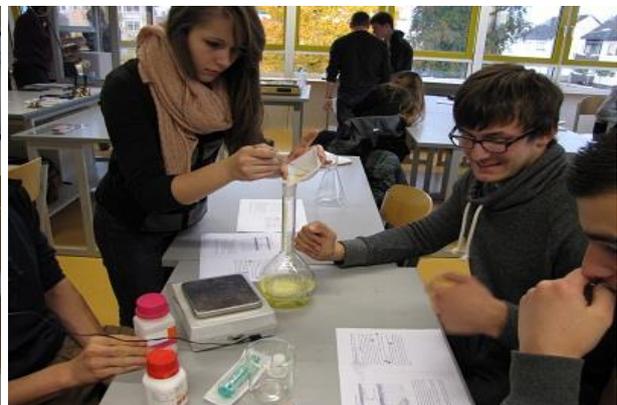
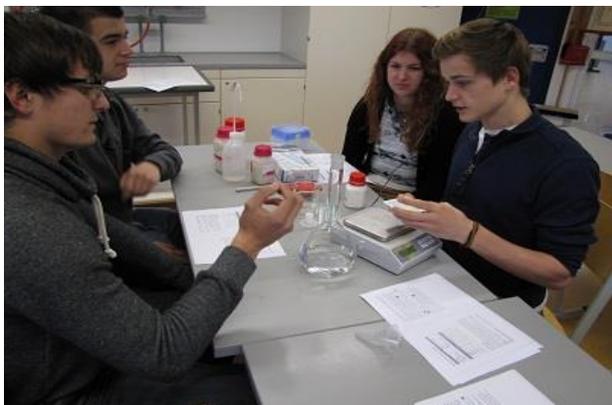
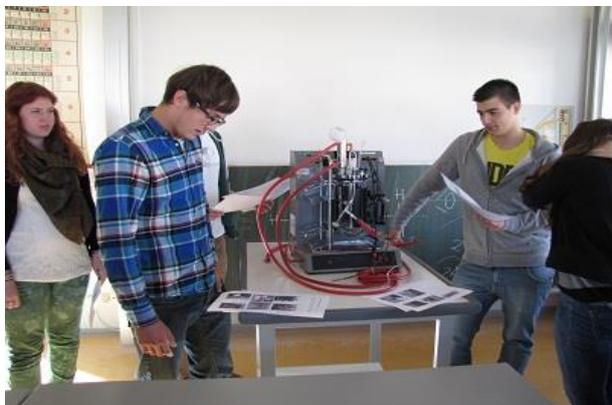
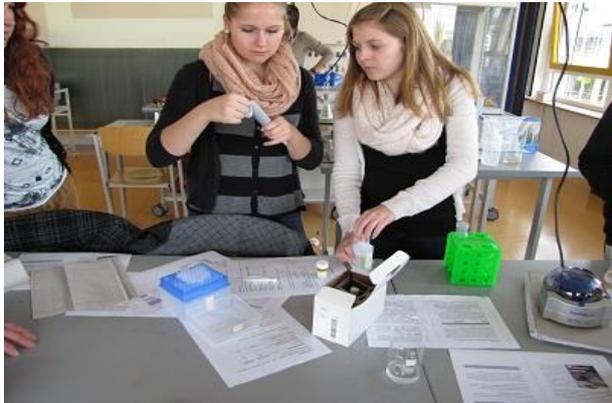
Unterschrift _____

Hinweis: Weder die Bioverfahrenstechnik noch die TU Kaiserslautern übernehmen eine Haftung für mögliche Folgen aus den beschriebenen Versuchen bzw. den hier beschriebenen Maßnahmen. Die Vollständigkeit der Maßnahmen und der sachgerechte Gebrauch aller Materialien sind durch den/die jeweilige(n) Lehrer/in sicherzustellen.

Kennzeichnung von Gefahrenstoffen

altes Symbol	neues Symbol	Erläuterung	Beschreibung	Sicherheit
	E		Explosierende Bombe GHS01	Explodieren durch Feuer, Schlag, Reibung, Erwärmung; Gefahr durch Feuer, Luftdruck, Splitter. Nicht reiben oder stoßen, Feuer, Funken und jede Wärmeentwicklung vermeiden.
	F+		Flamme GHS02	Sind entzündbar; Flüssigkeiten bilden mit Luft explosionsfähige Mischungen; erzeugen mit Wasser entzündbare Gase oder sind selbstentzündbar. Von offenen Flammen und Wärmequellen fernhalten; Gefäße dicht schließen; brandsicher aufbewahren.
	F			
	O		Flamme über Kreis GHS03	Wirken oxidierend und verstärken Brände. Bei Mischung mit brennbaren Stoffen entstehen explosionsgefährliche Gemische. Von brennbaren Stoffen fernhalten und nicht mit diesen mischen; sauber aufbewahren.
-	-		Gasflasche GHS04	Gasflaschen unter Druck können beim Erhitzen explodieren, tiefkalte Gase erzeugen Kälteverbrennungen. Nicht erhitzen; bei tiefkalten Gasen Schutzhandschuhe und Schutzbrille tragen.
	C		Ätzwirkung GHS05	Zerstören Metalle und verätzen Körpergewebe; schwere Augenschäden sind möglich. Kontakt vermeiden; Schutzbrille und Handschuhe tragen. Bei Kontakt Augen und Haut mit Wasser spülen.
	T+		Totenkopf mit Knochen GHS06	Führen in kleineren Mengen sofort zu schweren gesundheitlichen Schäden oder zum Tode. Nicht einatmen, berühren, verschlucken. Arbeitsschutz tragen. Sofort Giftinformationszentrum oder Arzt anrufen. Stabile Seitenlage.
	T			
	Xi		Ausrufezeichen GHS07	Führen zu gesundheitlichen Schäden, reizen Augen, Haut oder Atemwegsorgane. Führen in größeren Mengen zum Tode. Wie oben; bei Hautreizungen oder Augenkontakt mit Wasser oder geeignetem Mittel spülen.
	Xn		Gesundheitsgefahr GHS08	Wirken allergieauslösend, krebserzeugend (carcinogen), erbgutverändernd (mutagen), fortpflanzungsgefährdend und fruchtschädigend (reprotoxisch) oder organschädigend. Vor der Arbeit mit solchen Stoffen muss man sich gut informieren; Schutzkleidung und Handschuhe, Augen- und Mundschutz oder Atemschutz tragen.
	N		Umwelt GHS09	Sind für Wasserorganismen schädlich, giftig oder sehr giftig, akut oder mit Langzeitwirkung. Nur im Sondermüll entsorgen, keinesfalls in die Umwelt gelangen lassen.

Anhang H - Fotos der Kofferausleihe, Pamina-Gymnasium Herxheim



Anhang I - Internetauftritt der verschiedenen Maßnahmen

Screenshot des Internetportals für Lehrer und Schüler

TECHNISCHE UNIVERSITÄT KAISERSLAUTERN

BioVT

Herzlich Willkommen auf der Homepage des Kursangebots "Bioraffinerie"

Hier finden Sie alle aktuellen Informationen und Termine aus dem Kursangebot der TU Kaiserslautern. Wir haben die Informationen entsprechend den Zielgruppen aufgearbeitet und bieten daher für Lehrer und Schüler jeweils eine eigene Informationsseite an.

Bitte wählen Sie:

[Ich bin Lehrer](#) [Ich bin Schüler](#)

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

DBU
Deutsche Bundesstiftung Umwelt
Az. 29128-41

Rheinland-Pfalz
MINISTERIUM FÜR BILDUNG,
WISSENSCHAFT, JUGEND
UND KULTUR

Screenshot der Internetseite für Lehrer

TECHNISCHE UNIVERSITÄT KAISERSLAUTERN

Aktuelles | Studium | Forschung | Universität | Schüler/innen

Lehrgebiet Bioverfahrenstechnik

Kursangebot Bioraffinerie

- Startseite
- Schnuppertag
- Schülerkurs
- Lehrerfortbildung**
- Kurs Bioraffinerie
- Kurs Lebensmittelproduktion

Bioraffineriekoffer
Katalysekoffer
Online-Formular
Download
Photos
Kontakt
Impressum

Industrielle Nutzung nachwachsender Rohstoffe

"Back To The Bench"

Fortbildungsprogramm für Lehrer Die Lehrerfortbildungen "Back to the Bench" bieten Ihnen spannende Einblicke in aktuelle Forschung und Technikgeschichte. Alle Kurse beinhalten eine Vielzahl praktischer Arbeiten, die mit entsprechenden Theorieanteilen unterstützt werden. Die Fortbildungen sind derart angelegt, dass ein Großteil der Versuche auch im eigenen Unterricht durchgeführt werden können. Insbesondere ist dieses mit der kostenlosen Ausleihe des Bioraffinerie- oder des Katalysekoffers möglich. Derzeit bieten wir folgende, vom Pädagogischen Landesinstitut Rheinland-Pfalz als Fortbildungsmaßnahme anerkannte Kurse an:

- [Kurs Bioraffinerie - Industrielle Nutzung Nachwachsender Rohstoffe](#)
- [Kurs Bioverfahrenstechnik in der Lebensmittelproduktion](#)

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

DBU
Deutsche Bundesstiftung Umwelt
Az. 29128-41

Rheinland-Pfalz
MINISTERIUM FÜR BILDUNG,
WISSENSCHAFT, JUGEND
UND KULTUR

Lehrgebiet

BioVT

Schnellzugriff

- Mitarbeiterverzeichnis BioVT
- Lehrstühle MV
- KIS Universitätsinformationssystem
- FAQ - Häufige Fragen

RSS

[Kontakt](#) [Impressum](#)

Screenshot der Internetseite für Schüler

TECHNISCHE UNIVERSITÄT KAISERSLAUTERN

Aktuelles Studium Forschung Universität Schüler/innen

Schülerkursangebot Bioraffinerie

Willkommen beim Schülerkursangebot Bioraffinerie

Das musst Du wissen

- Du hast Interesse an Natur- und Ingenieurwissenschaften?
- Du willst die Uni kennen lernen und selbständig im Labor arbeiten?
- Du hast Zeit in den Osterferien?
- Dann komm zum Schülerkurs „Bioraffinerie“!

Das erwartet Dich

Anmeldung

Organisation

Lageplan

Rückblick

Hightech zum Anfassen

Studiengang BCI

bci

Förderung: Deutsche Bundesstiftung Umwelt (Az. 29126-41) sowie Landesministerium für Bildung, Wissenschaft, Jugend und Kultur Rheinland-Pfalz. + Kontakt + Impressum

DBU

Rheinland-Pfalz
MINISTERIUM FÜR BILDUNG,
WISSENSCHAFT, JUGEND
UND KULTUR

Anhang J - Flyer "Bioraffineriekoffer"

Immer wieder werden die Themen **Nachwachsende Rohstoffe (NaWaRo)** und **Gentechnik** als wichtige Zukunftsfelder diskutiert. Während über den Einsatz von alternativen Energieerzeugern 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.

Wir bieten:

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



Bioraffinerie-koffer

Schülerversuche zum Thema **Bioraffinerie**

Bio/Che

Die Anmeldung erfolgt über das **Online-Formular** auf der Homepage **Bioraffinerie**: <http://www.uni-kl.de/biovt/bioraffinerie/>.

Kontakt:
 Dipl.-Ing. (FH) Doris Gelb
 FB Maschinenbau und Verfahrenstechnik
 Lehrgebiet Bioverfahrenstechnik
 Technische Universität Kaiserslautern
 Gottlieb-Daimler-Straße
 Gebäude 44, Raum 522
 D-67663 Kaiserslautern
 Telefon: +49(0)631 205-5443
 Telefax: +49(0)631 205-4312
 E-mail: gelb@mv.uni-kl.de

Leitung:
 Prof. Dr. rer. nat. Roland Ueber
 Gebäude 44, Raum 519
 Telefon: +49(0)631 205-4043/-4044
 Telefax: +49(0)631 205-4312
 E-mail: ueber@mv.uni-kl.de







gefördert durch:




AZ: 29128-41

Der Bioraffineriekoffer

Schülerversuche in der eigenen Klasse

Das Thema „**Bioraffinerie - Nachwachsende Rohstoffe**“ stellt einen wichtigen **Lerninhalt** sowohl in der **Biologie** als auch in der **Chemie** dar. Da die Möglichkeiten der Schule in **Hinsicht auf aufwendige Versuchsaufbauten** oft sehr **begrenzt** sind, hat das **Lehrgebiet Bioverfahrenstechnik** der **TU Kaiserslautern** einen **Bioraffineriekoffer** konzipiert, mit dessen Hilfe **Versuche im Unterricht** durchgeführt werden können, ohne dass **zusätzliche Materialien** beschafft werden müssen. Das

Ausleihen des Koffers ist **kostenlos**. Die Schüler können so die **Themengebiete Nachwachsende Rohstoffe** und **Bioraffinerie** in den eigenen **Klassenräumen** praktisch bearbeiten. Der Koffer wurde für **Schüler der Sekundarstufe II** entwickelt. In **sechs Unterrichtsstunden** können mit **maximal zehn Gruppen** (Zwei-ergruppen empfohlen) **Ergebnisse** erarbeitet werden, die den **Schülern** das **Verständnis** der Themen **erleichtern** und **veranschaulichen**.

Die **Einordnung** ist im **Biologieunterricht** unter **Leitthema 2** (Wahlbaustein „**Regenerative Energien**“) und im **Chemie-**

unterricht unter **Leitthema 34*** (Natürliche Makromoleküle I - **Kohlenhydrate**) möglich.

Folgende **Versuche** und **Anwendungen** können mit dem **Katalysekoffer** durchgeführt werden:

- **Vergleichende enzymatische Hydrolyse** von **Zellstoff** und **Holzfasernstoff**
- **Analyse der Glucosefreisetzung** und **Bestimmung der enzymatischen Kinetiken**
- **Aufbau und Betrieb** eines **technischen Bioreaktorsystems**
- **Simulation einer Bioraffinerie** unter **Einbeziehung der Ergebnisse** der **praktischen Arbeiten** mittels der **Software SuperPro Designer**

Anmeldung bzw. Reservierung:

Die **Anmeldung** erfolgt über das **Online-Formular** (www.uni-kl.de/biovt/bioraffinerie/lehrer/anmeldung.php). Bitte **nennen Sie uns** den von **Innen bevorzugten Zeitraum**, in dem Sie den **Koffer für Ihre Klasse** ausleihen möchten (die **Ausleihdauer** beträgt **zwei Wochen**). Die **Abholung** des **Koffers** erfolgt durch den **Lehrer**. Wenn Sie eine **Abschlussbesprechung** mit einem **Hochschulmitarbeiter** wünschen, der **Fragen** sowohl zu den **Versuchen** als auch zum **allgemeinen Hochschulbetrieb** und den **entsprechenden Studiengängen** beantworten kann, **klären Sie dies bitte vorab** mit uns ab.

In **Ergänzung** bieten wir die **Teilnahme** an der vom **Lehrgebiet Bioverfahrenstechnik** angebotenen **Fortbildung** zum Thema „**Bioraffinerie**“ an (siehe auch www.uni-kl.de/biovt/bioraffinerie/lehrer/lehrerfortbildung.html).

Der Bioraffineriekoffer enthält:

- **Broschüre** mit **Informationen** über die **Unterrichtstrukturierung**
- **Unterrichtsmaterial** in Form einer **Powerpoint-Präsentation** bzw. **Overheadfolien**
- **Arbeitsblätter** als **Kopiervorlage**, anhand dessen die **Versuche Schritt für Schritt** erläutert werden
- **Ausführliche Zusatzinformationen**
- **Laptop** mit **Prozesssimulationssoftware SuperPro Designer**
- **Automatischer Schüttler** für die **enzymatische Hydrolyse**
- **Minifors-Bioreaktor** für die **Fermentation** von **Hefen** aus dem **Hydrolysat**
- **Reflektometer/Photometer** zur **Analytik** von **Glucose-** und **Ethanolgehalten**
- **Kolbenhubpipetten**
- **Schüttelkolben**, **Messbecher**, **Glaspipetten**, **Trichter**, **Messzylinder**, **Spritzflaschen** für **destilliertes Wasser**, **Spatel** usw...
- **Verbrauchsmaterial** wie **Faltenfilter**, **Einmalpipetten**, **Kreppband**, **Faserlöffel** zum **Beschriften**...
- **Alle benötigten Chemikalien**, **Mikroorganismen**, **Enzyme** und **Rohstoffe**

Es werden **keine zusätzlichen Materialien** seitens der **Schule** benötigt.



Der **Bioraffineriekoffer** wurde unter **Mitwirkung** von **wissenschaftlichen Mitarbeitern** der **Fachbereiche Biologie, Chemie** und **Mechanik & Verfahrenstechnik** entwickelt.

Anhang K - Programm des Infonachmittags für Lehrer (30. August 2011)



Das Zentrum für Lehrerbildung und die Fachbereiche Biologie, Chemie und Maschinenbau & Verfahrenstechnik der Technischen Universität Kaiserslautern laden ein:

Infonachmittag für Lehrer zu Angeboten der TU Kaiserslautern im Themenbereich „Nachwachsende Rohstoffe & Biokraftstoffe“ – Fortbildungen, Schülerkurse und Unterrichtsmaterialien für Schulen

Datum: 30. August 2011
 Zeit: 15:00 - 17:00 Uhr
 Ort: Technische Universität Kaiserslautern, Gebäude 58, Raum 110.

Programm

- 15:00 - 15:15 Uhr Begrüßung durch das ZfL (Frau Dr. Gómez Tutor)
- 15:15 - 15:30 Uhr Einführung in die fachliche Thematik (Herr Prof. Ulber)
Beispiele für die Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen in aktuellen technischen Anwendungen
- 15:30 - 15:45 Uhr Weiterbildungsangebote für Lehrer an der TU KL zum Thema „Nachwachsende Rohstoffe & Biokraftstoffe“ (Herr Prof. Ulber)
Anerkannte Fortbildung zu schultauglichen Versuchen/Verfahren aus dem Bereich der Verfahrenstechnik in Form von Lehrerpraktika.
- 15:45 - 16:00 Uhr Schülerkurse an der TU KL & Interdisziplinärer Studiengang Bio- und Chemieingenieurwesen an der TU KL (Herr Prof. Thiel)
Angebote zur Förderung interessierter Schüler in Praktika an der TU und Impulse für Facharbeiten.
- 16:00 - 16:30 Uhr Vorstellung des Katalysekoffers (Herr Dr. Thyssen
 Frau Dipl.-Ing. (FH) Leipold)
Kostenlose Materialien für den Einsatz im Unterricht – Unterrichtsplanungen, Arbeitsblätter und ausleihbare Experimentierkoffer.
- ab 16:30 Uhr Offene Diskussion bei Kaffee & Kuchen

Die Teilnahme an der Veranstaltung ist kostenlos!
 Zur Anmeldung senden Sie bitte eine E-Mail unter Angabe Ihres Namens und Ihrer Schule mit dem Stichwort „Infonachmittag“ an leipold@mv.uni-kl.de.

Weitere Informationen über die Angebote unter:
<http://www.uni-kl.de/biovt/katalyse/startseite.html>

Das Vorhaben wird gefördert durch



Anhang L - Programmauszug der Tagung "Kluge Köpfe"

Kluge Köpfe für große Aufgaben – Tüfteln und Erfinden für die Umwelt

Deutschland ist das Land der Erfinder und das Land der Ideen. Zudem ist Deutschland Vorreiter bei der Lösung von Umweltproblemen und bei umwelttechnischen Innovationen. Die überdurchschnittlich wachsenden und krisenfesten deutschen Umwelttechnikbranchen sind mit einem weltweiten Umsatz von jährlich mehr als 1,4 Billionen Euro längst in der Riege der Schlüsselindustrien angekommen und bieten sichere Arbeitsplätze. Ihre Unternehmen zeigen, wie Umweltprobleme durch Kreativität im Produkt- und Produktionsintegrierten Umweltschutz gelöst werden und wie man mit diesen Konzepten wirtschaftlich erfolgreich agieren kann.

Die meist mittelständischen Betriebe benötigen gut ausgebildete Fachkräfte. Dort sind Absolventen der sogenannten MINT-Fächer (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaft und Technik) gefragt – Absolventen mit überzeugenden Fachkenntnissen, mit Umweltbewusstsein und mit kreativen Ideen.

Im Kontext der großen Umweltthemen unserer Zeit wie Klimawandel, sichere Energieversorgung, Energieeffizienz und Ressourcenschutz erwarten junge Menschen Antworten auf ihre Zukunftsfragen.

26. und 27. September 2011

Naturwissenschaftlich technische Umweltbildungsangebote können Antworten geben und sollten daher in Schülerlaboren, Science Centern, Schulen und anderen Orten naturwissenschaftlich technischer Umweltbildung noch stärker Einzug halten als bisher. Möchten junge Menschen selbst einen Beitrag zur Lösung von Umweltproblemen leisten, können sie dies auch über die Berufswahl tun.

Ingenieure, Naturwissenschaftler oder auch Chemiker sollen ihre Kreativität in innovationsfreundlichen Unternehmenskulturen und Forschungseinrichtungen entfalten und innovative umweltfreundliche Produkte entwickeln. Bringen sie diese technisch naturwissenschaftliche Kreativität einfach mit? Oder wie kann Erfindergeist bereits bei Kindern und Jugendlichen in der gesamten Bildungslaufbahn gefördert werden? Wie können Schulen und außerschulische Einrichtungen Rahmenbedingungen schaffen, welche die kindliche Kreativität stützt und die von Jugendlichen fördert?

In der Tagung wird zudem der neue DBU-Förderschwerpunkt »Naturwissenschaftlich-technische Umweltbildung« vorgestellt.

Programm

Tagungsleitung: *Ulrike Peters*,
Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU), Osnabrück

Uhrzeit

Montag, 26. September 2011

Moderation: *Ulrike Peters*, Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU), Osnabrück

11:00	Grüßwort <i>Dr.-Ing. E. h. Fritz Brickwedde</i> , Generalsekretär der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU), Osnabrück
11:15	Grüßwort <i>Prof. Dr. Rolf Hempelmann</i> , 1. Vorsitzender des Bundesverbandes der Schülerlabore, Leiter NanoBioLab, Universität des Saarlandes, Saarbrücken
11:30	Die vierte industrielle Revolution – Lösungen durch technische Innovationen aus Deutschland? <i>Dr. Rainer Griebhammer</i> , Mitglied der Geschäftsführung, Öko-Institut, Freiburg, Träger Deutscher Umweltpreis 2010

Uhrzeit

12:30	Mittagessen
13:30	Von der Fabrikation bis zur Refabrikation – Lösungswege und Lösungsbeispiele zur ressourceneffizienten Produktion <i>Prof. Dr.-Ing. Rolf Steinhilper</i> , Universität Bayreuth, Fraunhofer-Projektgruppe Prozessinnovation
14:30	Produkt- und Produktionsintegrierter Umweltschutz – Beispiele aus Forschung und Technik <i>Dr. Markus Große Ophoff</i> , Leiter des Zentrums für Umweltkommunikation der DBU, Osnabrück
15:30	Kaffeepause

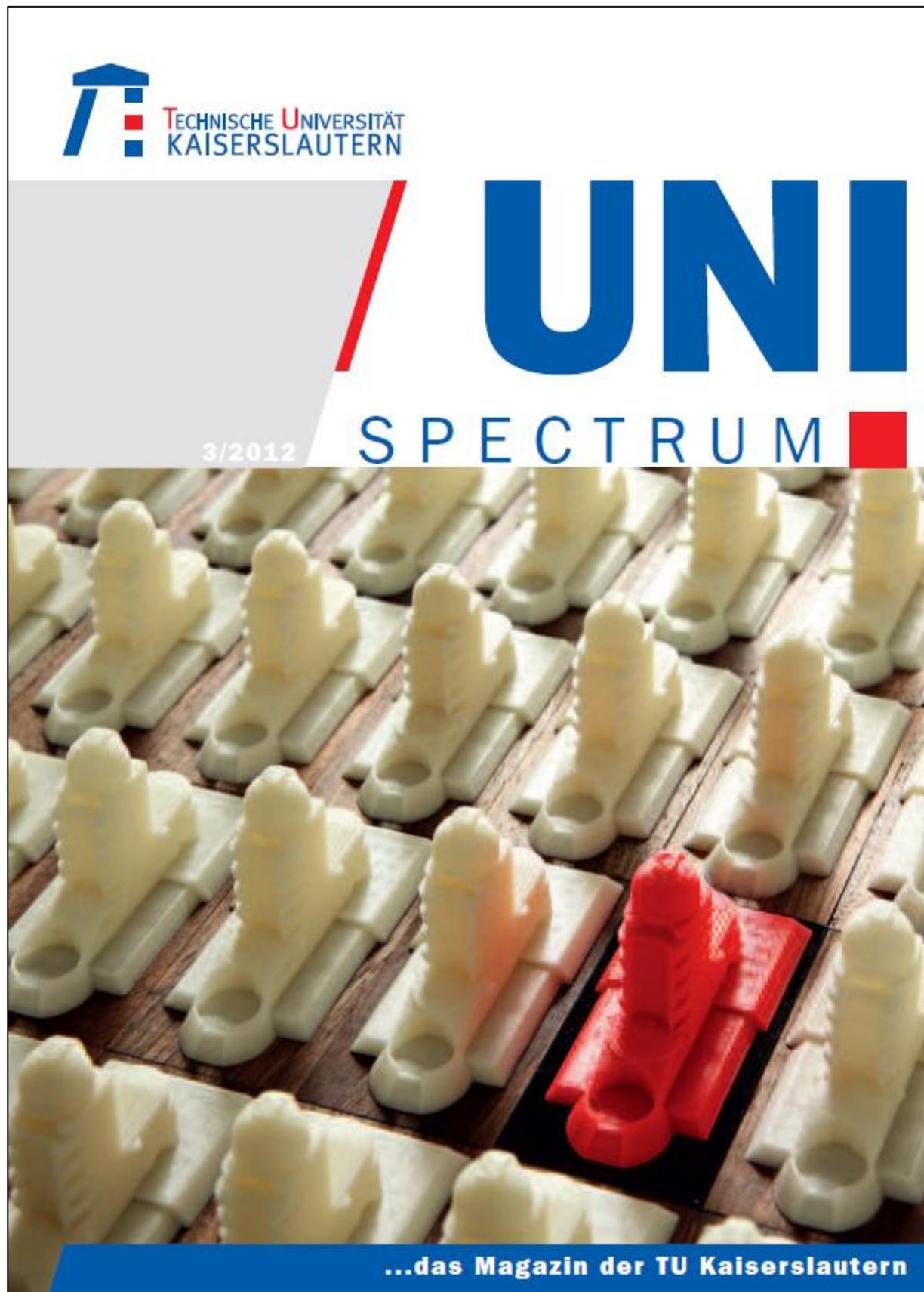
Uhrzeit

16:00	Session 1: Naturwissenschaftlich-technische Umweltbildung (DBU-Projekte stellen sich vor) ■ Nachhaltige Chemie im NanoBioLab und im FreiEx <i>Prof. Dr. Rolf Hempelmann</i> , Universität des Saarlandes <i>Prof. Dr. Ingo Eilks</i> , Universität Bremen ■ Im Freilandlabor FLEX Nachhaltigkeit selbst entdecken <i>Prof. Dr. Martin Gröger</i> , Universität Siegen ■ Weiße Biotechnologie: Schülerkurse Bioraffinerie <i>Dipl.-Ing. Doris Leopold</i> , TU Kaiserslautern
17:00	kurze Pause
17:15	Session 2: Naturwissenschaftlich-technische Umweltbildung (DBU-Projekte stellen sich vor) ■ Fraunhofer-Umwelt-Talentschools <i>Heike Koos</i> , Fraunhofer-Gesellschaft, München

Uhrzeit

	■ Technische Umweltbildungsmodule <i>Prof. Dr. Bley</i> , Solardorf Kettmannshausen ■ Flying Science Circus Ressourceneffizienz <i>Jochen Brinkmann</i> , TU Clausthal
Ab	
18:15	Präsentation: Poster, Experimente und Erfindungen
19:00	Abendessen
	Anschließend: Geselliger Abend

Anhang M - Pressebeitrag des Unispektrums zum Schülerferienkurs



CAMPUS UND EVENTS...	FAMILIE...	GRÜNDUNGSBÜRO...	MENSCHEN...	KURZ NOTIERT...
<p>Gruppenbild Promotionsabsolventen des Fachbereichs, Fotos: Dr. Christoph Döring 3/2012</p>				
<p>bereichs Physik zwei Promotionspreise für das Jahr 2011 an Dipl.-Phys. Dr. Elena Amelie Ilin und an Dipl.-Phys. Dr. Daniel Molter, die beide mit ausgezeichneten Dissertationen abgeschlossen hatten. Alle Preise sind mit Geldbeträgen dotiert.</p> <p>Im Rahmen der Feier nahm der Dekan die Möglichkeit wahr, mit einem interessanten-humorvollen Jahresrückblick über die wichtigsten Ereignisse im Fachbereich zu berichten. Der Lehrstuhl für Didaktik der Physik konnte zu Jahresbeginn mit Prof. Jochen Kuhn erfolgreich wiederbesetzt werden. Am 03.12.2012 veranstaltete der Fachbereich unter dem Motto „Physik macht Spaß“ seinen traditionellen Tag der Physik, der ca. 2.000 begeisterte Schüler/innen an den Fachbereich lockte.</p>		<p>Ein besonderer Höhepunkt der Veranstaltung war der Festvortrag von Prof. René Beigang – Physikprofessor und Zauberer: Unter dem Titel „Die Magie von Spin, Licht und Materie“ gab er einen interessant-unterhaltsamen Einblick in die Welt des Spins und erklärte auf zauberhafte Art und Weise die Quantenmechanik. Prof. Beigang verblüffte sein Publikum abschließend mit seiner „experimentellen Realisierung der Lichtquantenhypothese“, indem er Lichtpakete mit bloßen Händen fing, in Tüten speicherte oder sie für medizinische Anwendungen nutzte.</p> <p>Die „wissenschaftlichen“ Höhepunkte der Jahresfeier wurden durch einen kulturellen Leckerbissen verfeinert: „Harfenzauber: Vom Barock bis zum Jazz“ war der Titel des Konzertes der Harfenistin Silke Aich-</p>		
 <p>Andreas Schittler und Daniel Bibik bestimmen die optische Dichte der Fermentationsproben.</p>		 <p>horn. Die sympathische Künstlerin verzauberte das Publikum mit Harfenklängen. Außerdem durfte das Publikum durch die Moderation von Silke Aichhorn sehr viele interessante Details über die Harfe und deren Spiel lernen.</p> <p style="text-align: right;">... Dr. Kerstin Krauß</p>		
<p>In den Osterferien fand der erste Schülerkurs „Bioraffinerie – Industrielle Nutzung Nachwachsender Rohstoffe (NaWaRo)“ am Lehrgebiet für Bioverfahrenstechnik statt. Um über die Chancen und Möglichkeiten sowohl der Nutzung nachwachsender Rohstoffe als auch der Gentechnik aufzuklären und deren Beitrag zum Umweltschutz darzustellen, wurde am Lehrgebiet ein umfassendes Kurskonzept entwickelt, das von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (Az. 29128-41) und dem Land Rheinland-Pfalz gefördert wird.</p> <p>Zehn Schüler/innen der gymnasialen Oberstufe mit Leistungskursen der Fachrichtungen Chemie, Biologie und Physik kamen eine Woche lang täglich an die TU und konnten in den Laboratorien intensiv auf dem Gebiet der Bioraffinerie forschen. Parallel zu themenspezifischen Fachvorträgen wurden hierfür verschiedene Versuche unter Anleitung der wissenschaftlichen Mitarbeiter des Lehrgebiets durchge-</p>		<h2 style="text-align: center;">SCHÜLERFERIENKURSE „BIORAFFINERIE“</h2> <p>führt. Nach der enzymatischen Hydrolyse von Holz wurde aus diesem Hydrolysat in einem technischen Bioreaktor Bioethanol durch Fermentation mit dem Mikroorganismus <i>Saccharomyces cerevisiae</i> (Bäckerhefe) produziert.</p> <p>Einblicke in grundlegende Techniken der Genetik sowie der Molekularbiologie konnten die Schüler/innen durch die Klonierung und Expression eines rekombinanten Proteins gewinnen. Mit Hilfe der Software SuperPro Designer® wurde die Prozesssimulation einer Bioraffinerie unter Einbeziehung der praktischen Arbeiten durchgeführt. Mit Projektpartnern aus der Industrie diskutierten die Teilnehmer per Videokonferenz die Themen „Nachhaltigkeit“ und „Substitutionspotentiale“ von nachwachsenden Rohstoffen in der chemischen Industrie. Um die Aufgabebearbeitung abzurunden, stellten die jun-</p> <p>gen Nachwuchsforscher ihre Ergebnisse anhand einer Computerpräsentation innerhalb des Lehrgebiets vor. Nachdem alle Schüler/innen ein Zertifikat über die erfolgreiche Teilnahme an dem Ferienkurs erhalten hatten, informierte Studienberater Dr.-Ing. Kai Muffler noch über den Studiengang Bio- und Chemieingenieurwissenschaften (BCI).</p> <p>Die nächsten Schülerkurse „Bioraffinerie“ finden in den Osterferien 2013 statt. Weitere Informationen zu dem Kursangebot „Bioraffinerie“ finden sich auf der Homepage Bioraffinerie www.uni-kl.de/biolt/bioraffinerie/. Neben den Schülerkursen bietet das Lehrgebiet Fortbildungsveranstaltungen für Lehrer und mehrere Experimentierkoffer für den Biologie- und Chemieunterricht an. Sämtliche Aktionen sind derzeit für die beteiligten Schulen kostenlos.</p> <p style="text-align: right;">... Doris Leipold</p>		
<p>Die Teilnehmer: Daniel Bibik, Andreas Schittler, Marco Eichhorn, Carolin Staub, Daniel Marhöfer, Celina Geiß, Rebecca Tossmer, Selina Windecker, Katrin Maurer</p>				

Le Républicain Lorrain

■ VIE SCOLAIRE

lycée teyssier

Un forum des formations transfrontalières bien suivi

Dans le cadre du cinquantième anniversaire du traité de l'Elysée, un forum des formations transfrontalières s'est tenu jeudi au lycée Teyssier. Plusieurs instituts et une entreprise d'Allemagne ont présenté leurs formations.

Il est 9 h quand tous les lycéens germanistes de seconde, première et terminale (95 % de ces derniers) prennent place en salle 40. Les différents intervenants allemands sont là, tout comme les cinq professeurs de la langue au lycée, Sylvia Heringer, de l'agence pour l'emploi de Pirmasens et la proviseure Angela Hamann.

commencé en 1950 par la création de la Ceca (communauté européenne du charbon et de l'acier) entre six pays. Depuis 2007, elle regroupe 27 pays. Entre-temps, le traité de Schengen en 1985, celui de Maastricht en 1992 et la création de la monnaie unique (Euro) en 1999 ont consolidé l'édifice. Quant au traité de l'Elysée signé le 22 janvier 1963.



Des lycéens germanistes de classes de seconde, première et terminale ont suivi le forum transfrontalier proposé par leur établissement. Photo RL

Voisins de l'Allemagne, au cœur de l'Europe

La chef d'établissement souligne que le lycée Teyssier « a la particularité d'être en contact direct avec l'Allemagne voisine du fait de sa position géographique ». Elle évoque ensuite le traité de l'Elysée et la chronologie de la coopération franco-allemande à travers la construction de la communauté européenne. Cette dernière a

Le traité de l'Elysée et ses conséquences

« Il a permis, dans l'amitié, une coopération franco-allemande dense et diversifiée dans de nombreux domaines : la culture, l'éducation, la formation, la sécurité, etc. 160 000 jeunes, dont 70 000 élèves, participent à des échanges transfrontaliers. Le programme Erasmus pour l'enseignement supérieur connaît un succès certain et une

harmonisation pour la formation supérieure existe à l'échelle européenne », poursuit Angela Hamann.

La formation et l'emploi ne sont pas en reste. Sylvia Heringer, de l'agence pour l'emploi de Pirmasens, présente ainsi l'Eures (pour European Employment System) et le système de formation en Allemagne. L'Eures a un rôle à jouer dans les régions transfrontalières. Ses conseillers fournissent un service d'orientation concernant les droits et obligations des frontaliers.

Des formations après le bac

Plusieurs intervenants d'organismes représentant diverses formations allemandes

post Bac sont présents devant les lycéens.

Il s'agit de l'université Johannes-Gutenberg de Mayence pour des formations en langues, culture et interprétariat dans le cadre du programme Erasmus ; de la Fachhochschule de Kaiserslautern-Pirmasens-Zweibrücken pour des formations scientifiques, techniques, en chimie, physique et électronique ; de la Technische Universität de Kaiserslautern-Pirmasens-Zweibrücken pour les sciences de l'ingénierie biologique et chimique, la licence et le master de sciences et le double diplôme franco-allemand ; de la société Terex corporation, entreprise internationale pour une formation en alternance en technologie industrielle et en gestion.

Des lycéens à l'écoute

Dans la foulée des présentations générales d'Angela Hamann et Sylvia Heringer, des ateliers se tiennent dans différentes salles. Les intervenants allemands des instituts et entreprise présentent les formations qu'ils enseignent et les diplômes obtenus. Des interventions qui se font uniquement en langue allemande. Les élèves ont choisi eux-mêmes deux sujets qui les intéressaient parmi les quatre proposés.

Ainsi, les lycéens de Teyssier assistant à ce forum ont pu élargir leur horizon et découvrir des formations qui pourront s'ouvrir à eux après le bac en Allemagne.



Sylvia Heringer, de l'agence pour l'emploi de Pirmasens, et Angela Hamann, proviseure du lycée Teyssier. Photo RL

The screenshot shows a video player interface for TV Cristal. At the top left is the logo 'cristal tv' with the tagline 'LA TELEVISION DE PROXIMITE DU PAYS DE BITCHE'. A search bar with 'recherche...' is next to it. Navigation links include 'LES ÉMISSIONS', 'LA CHAÎNE', and 'S'ABONNER'. Below these are category tabs: 'INFORMATION', 'NATURE', 'SPORT', 'MAGAZINE', 'CHEZ NOUS', and 'TRANSFRONTALIER'. The video title is 'INFORMATION : 25 jan. 13 - Traité de l'Elysée'. The video content shows a woman, Angela Hamman, with the caption 'ANGELA HAMMAN, Proviseure du Lycée Teyssier de Bitche'. To the right of the video player, there is a 'Description de la vidéo' section with the text: 'Commémoration du Traité de l'Elysée. Le Lycée Teyssier a organisé une manifestation transfrontalière.' Below this is a 'RUBRIQUE : Information' section with options to 'Noter cette vidéo' (with a star icon) and 'Envoyer cette vidéo' (with an envelope icon). Further down is an 'Alerte vidéo' section with the text: 'L'alerte vidéo vous permet d'être informé de l'ajout de vidéos sur le site de TV Cristal.' It includes an input field for 'indiquez votre adresse e-mail...' and a 'JE M'INSCRIS' button. At the bottom right, there is a section titled 'Tout savoir sur nos émissions' with a small image of a family.

Screenshot eines Fernsehbeitrags zur Veranstaltung "Le traité de l'Elysée et la Coopération franco-allemande" (<http://tvcrystal.net/video.php?id=OhfsKweMfv> , 25.02.2013)

Zwei weitere Fernsehbeiträge wurden über das Portal pluzzfrancetv.fr gesendet, die leider nicht mehr online verfügbar sind.

Anhang O - Pressebeitrag der Rheinpfalz zum Schülerferienkurs

Unikarriere nicht ausgeschlossen

Zehn Gymnasiasten lernen im Ferienkurs „Bioraffinerie“ den Forschungsalltag im biochemischen Hochschullabor kennen

VON KLAUDIA GILCHER

Dass Bioraffinerien aus Pflanzen Rohstoffe herstellen, für deren Produktion bislang Erdöl gebraucht wird, mussten die meisten der zehn Teilnehmer des Schülerkurses „Bioraffinerie – industrielle Nutzung nachwachsender Rohstoffe“ an der Technischen Universität (TU) Kaiserslautern erst nachschlagen. Eine Woche der Osterferien geopfert haben die Oberstufenschüler vor allem, weil es sie reizt, selbstständig in einem Hochschullabor zu arbeiten. Auch für den Sommerferienkurs gibt es bereits Interessenten.

Mittwochmorgen, 10 Uhr. Die Schüler in Rheinland-Pfalz haben Osterferien. Doch zehn Gymnasiasten mit Leistungskurs Biologie oder Chemie, alle in weißen Kitteln und mit einem dicken Skript unter dem Arm, versammeln sich im streng gesicherten Labortrakt im Erdgeschoss von Gebäude 45 an der Lauterer Uni. Die ersten Experimente haben sie schon hinter sich. Vier Tage lang geht es für die Oberstufenschüler darum, im Ferienkurs „Bioraffinerie – Industrielle Nutzung nachwachsender Rohstoffe“, den Aufbau und den Betrieb eines technischen Bioreaktorsystems zur Produktion von Ethanol kennenzulernen.

Auf die frühmorgendlichen Experimente folgt ein Fachvortrag. Theorie und Praxis wechseln sich ständig ab in dieser Forschungswoche. Darauf legen die Kursorganisatoren vom Lehrgebiet Bioverfahrenstechnik Wert. Sie wollen die Teenager mit dem aktuellen Forschungsstand und den wichtigsten Fragestellungen im Zukunftsfeld Bioraffinerie vertraut machen. Und vielleicht auch in den



Bei der Probenentnahme an den Bioreaktoren, die im Uni-Labor die Prozesse großer Bioraffinerien nachahmen: Axel Gaß (16) und Chantal Barwig (17) aus Kirchheim-Bolanden.

FOTO: GILCHER

naturwissenschaftlichen Talenten den Wunsch auf eine Hochschulkarriere wecken.

Tobias Müller (16) und Thomas Schander (17) vom Pirmasenser Leibniz-Gymnasium gehören zu den zehn Teilnehmern, die vier Ferientage mit Forschung an der Uni getauscht haben. Wie alle anderen Teams zerlegen sie unter den aufmerksamen Augen der Doktoranden Ralf Stadtmüller, Sebastian Wiesen, Christin Schlegel

und Anna Duwe sowie der technischen Assistentin Doris Leipold Holzfasernstoffe und Silage in ihre chemischen Bausteine. Die Schüler setzen Vergärungsprozesse in Gang, stellen dazu notwendige Enzyme her, kontrollieren die Ergebnisse und simulieren am Computer den Prozess der Veredelung von Biomasse in einer Bioraffinerie.

Die Arbeit sei spannend, sagen Tobias Müller und Thomas Schander.

Beide wollen sich in diesem Kurs über ihre Berufswünsche klar werden – sie überlegen noch, ob sie Bio oder Chemie studieren wollen. Außerdem, sagt Thomas, könne er das Gelernte für eine Facharbeit verwenden. Und zwar, obwohl er vor der Anmeldung zum Kurs mit dem Begriff Bioraffinerie noch gar nichts anfangen konnte und sich erst mal im Internet schlau machte. „Und so wie hier im Labor zu arbeiten, das ist in der Schule eben auch nicht möglich“, ergänzt Tobias.

Vom Hightech-Handwerkszeug, mit dem in einem Hochschullabor Forschung gemacht wird, ist auch Sabrina Kauf (17) aus Kusel begeistert. Sogar aus Coesfeld in Nordrhein-Westfalen reiste Mona Junger (18) an. Sie kann, anders als der Rest der Teilnehmer, nicht täglich pendeln, sondern übernachtet in der Jugendherberge in Trippstadt.

Die vom Land und von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt geförderten Kurse, die die Uni in den Oster- und in den Sommerferien anbietet, sind gefragt. Der Osterkurs ist ausgebucht, für den Sommerkurs liegt bereits eine Anmeldung vor. Meist sind es die Fachlehrer – für sie bietet der Fachbereich gesonderte Schulungen an –, die besonders begabte Schüler auf das Angebot aufmerksam machen. „So erklärt sich auch, dass wir längst nicht mehr nur Lauterer Gymnasiasten erreichen“, erläutert Doris Leipold, bei der die Anmeldungen zusammenlaufen. (kgi)

INFO

- Der Sommerferienkurs findet vom 8. bis 12. Juli statt. Die Platzvergabe erfolgt in der Reihenfolge der Anmeldungen, spätester Anmeldetermin ist der 13. Juni.
- Kursprogramm und Anmeldeformular: www.uni-kl.de/biovt/bioraffinerie/.

Beitrag zu den Schülerkursen in der Lokalzeitschrift "Die Rheinpfalz", Nr. 77, am 03. April 2013.

Anhang P - Liste der angeschriebenen Schulen (Post/Mailingaktionen)

Name Schule	Straße, Hausnummer	PLZ, Stadt
Albert Einstein Gymnasium Frankenthal	Parsevalplatz 2	67227 Frankenthal
Albert-Schweitzer-Gymnasium	Martin-Luther-Straße 5	67657 Kaiserslautern
Albertus-Magnus-Gymnasium	Neue Messstraße 24	66386 St. Ingbert
Albertus-Magnus-Schule	August-Bebel-Str. 9	68519 Viernheim
Alexander-von-Humboldt-Schule	Franconvilleplatz	68519 Viernheim
Alfred - Grosser - Schulzentrum Bad Bergzabern	Lessingstraße 24	76887 Bad Bergzabern
Alfred-Delp-Schule Hargesheim	Kirchstr. 54	55595 Hargesheim
Altes Kurfürstliches Gymnasium Bensheim	Wilhelmstr. 62	64625 Bensheim
Angela-Merici-Gymnasium,	Neustraße 35	54290 Trier
Anna-Frank-Schule Rastatt	Wilhelm-Busch-Straße 6	76437 Rastatt
Are-Gymnasium	Mittelstr. 110	53474 Bad Neuenahr-Ahrweiler
Arnold-Janssen-Gymnasium	Missionshausstraße 50	66606 St. Wendel
Auguste-Viktoria Gymnasium	Dominikanerstraße	54290 Trier
Bergstraßen-Gymnasium	Silcherweg 8	69502 Hemsbach
Bertha von Suttner Integrierte Gesamtschule	Im Stadtwald 2	67663 Kaiserslautern
Bertha-von-Suttner-Gymnasium	Salentinstraße 4	56626 Andernach
Bertha-von-Suttner-Schule	Beethovenstr. 1	76275 Ettlingen
Bischöfliches Cusanus-Gymnasium	Hohenzollernstr. 13 - 17	56068 Koblenz
Burggymnasium	Burgstraße 18	67659 Kaiserslautern
Carl-Benz-Gymnasium	Realschulstraße 4	68526 Ladenburg
Carl-Benz-Schule	Neckarpromenade 23	68167 Mannheim
Carl-Bosch-Gymnasium	Jaegerstraße 9	67059 Ludwigshafen
Carl-Friedrich-Gauß-Gymnasium	Schubertstraße 5	68766 Hockenheim
Christian von Mannlich Gymnasium	Hiltebrandtstraße 1	66424 Homburg
Christiane-Herzog-Schule	Längelterstraße 104	74080 Heilbronn
Copernicus-Gymnasium	Lessingstr. 27	76661 Philippsburg
Cusanus- Gymnasium	Missionshausstraße 14	66606 St.Wendel
Cusanus-Gymnasium Wittlich	Kurfürstenstraße 14	54516 Wittlich
Dietrich-Bonhoeffer-Gymnasium Schweich	Dietrich-Bonhoeffer-Straße 1	54338 Schweich
Dietrich-Bonhoeffer-Schule	Breslauer Str. 60	69469 Weinheim
Edith-Stein-Gymnasium	Langensteinweg 5	67346 Speyer
Eduard-Spranger-Gymnasium	Schneiderstraße 71	76829 Landau
Ehrhart-Schott-Schule	Lessingstraße 18	68723 Schwetzingen
Eichendorff-Gymnasium Koblenz	Friedrich-Ebert-Ring 26-30	56068 Koblenz
Eleonoren-Gymnasium	Karlsplatz 3	67549 Worms
Elisabeth-Gymnasium	D7,8	68159 Mannheim
Elisabeth-Langgässer-Gymnasium	Frankenstraße 17	55232 Alzey
Emanuel-Felke-Gymnasium	Poststraße 36	55566 Bad Sobernheim
Erich-Klausener-Gymnasium	Dr. Klausener Straße 43-45	53518 Adenau
Europa Gymnasium	Forststr. 1	76744 Wörth
Feudenheim Gymnasium	Neckarstraße 4	68259 Mannheim

Name Schule	Straße, Hausnummer	PLZ, Stadt
Frauenlob-Gymnasium Mainz	Adam-Karrillon-Str. 35	55118 Mainz
Friedrich-Magnus-Schwerd-Gymnasium	Vincentiusstraße 5	67346 Speyer
Friedrich-Spee-Gymnasium,	Mäusheckerweg 1	54293 Trier
Friedrich-Wilhelm-Gymnasium	Olewiger Straße 2	54292 Trier
Gauß-Gymnasium	Von-Steuben-Straße 31	67549 Worms
Gesamtschule Neunkirchen	Haspelstraße	66538 Neunkirchen
Geschwister-Scholl-Gymnasium	Bitburger Str.	54550 Daun
Geschwister-Scholl-Gymnasium	Friedrich-Heene-Straße 11	67061 Ludwigshafen
Geschwister-Scholl-Gymnasium	Straße der Weißen Rose	66822 Lebach
Goethe-Gymnasium Bensheim	Auerbacher Weg 24	64625 Bensheim
Goethe-Gymnasium Germersheim	August-Keiler-Straße 34	76726 Germersheim
Görres-Gymnasium	Gymnasialstraße 3	56068 Koblenz
Göttenbach Gymnasium	Auf der Bein 3	55743 Idar-Oberstein
Gutenberg-Gymnasium Mainz	An der Philippsschanze 5	55131 Mainz
Gymnasium am Kaiserdom	Große Pfaffengasse 6	67346 Speyer
Gymnasium am Krebsberg	Albert-Schweitzer-Straße 23	66538 Neunkirchen
Gymnasium am Krebsberg	Albert-Schweitzer-Straße 23	66538 Neunkirchen
Gymnasium am Kurfürstlichen Schloss	Greiffenklaustraße 2	55116 Mainz
Gymnasium am Pamina Schulzentrum	Südring 11	76863 Herxheim
Gymnasium am Rittersberg	Ludwigstraße 20	67657 Kaiserslautern
Gymnasium am Römerkastell	Ernst-Ludwig-Straße 36	55232 Alzey
Gymnasium am Römerkastell	Heidenmauer	55543 Bad Kreuznach
Gymnasium am Stefansberg	Waldstraße 48	66663 Merzig
Gymnasium am Steinwald	Am Mädchenrealgymnasium 9	66538 Neunkirchen
Gymnasium an der Heinzenwies	Heinzenwies 5	55743 Idar-Oberstein
Gymnasium an der Stadtmauer	Hospitalgasse 6	55543 Bad Kreuznach
Gymnasium auf dem Asterstein	Lehrhohl 50	56077 Koblenz
Gymnasium Birkenfeld	Brechkaul 12	55765 Birkenfeld
Gymnasium Edenkoben	Weinstraße 134	67480 Edenkoben
Gymnasium Eltville	Wiesweg 7	65343 Eltville
Gymnasium Gernsheim	Theodor-Heuss-Str.	64579 Gernsheim
Gymnasium Hermeskeil	Borwiesenstraße 19-21	54411 Hermeskeil
Gymnasium im Kannenbäckerland	Am Scheidberg 4	56203 Höhr-Grenzhausen
Gymnasium Johanneum GmbH	Postfach 1558	66406 Homburg
Gymnasium Kirn	Turnstr. 2	55606 Kirn
Gymnasium Konz	Hermann-Reinholz-Straße 6	54329 Konz
Gymnasium Kusel	Walkmühlstraße 9	66869 Kusel
Gymnasium Mainz-Oberstadt	Hechtsheimer Straße 29	55131 Mainz
Gymnasium Mülheim-Kärlich	Reihe Bäume 21	56218 Mülheim-Kärlich
Gymnasium Nieder-Olm	Karl-Sieben-Straße 39	55268 Nieder-Olm
Gymnasium Ottweiler	Seminarstraße 43	66564 Ottweiler
Gymnasium Ramstein-Miesenbach	Zum Kirchbühl 14	66877 Ramstein-Miesenbach

Name Schule	Straße, Hausnummer	PLZ, Stadt
Gymnasium Weierhof am Donnersberg	Am Hofwiesbach 1	67295 Bolanden
Gymnasium Wendalinum,	Schorlemer Straße 26	66606 St. Wendel
Gymnasium zu St. Katharinen Oppenheim	An der Festwiese	55276 Oppenheim
Gymnasium Paul-von-Denis-Schulzentrum Schifferstadt	Neustückweg 12	67105 Schifferstadt
Hannah-Arendt-Gymnasium Haßloch	Viroflayer Straße 20	67454 Haßloch
Hans-Freudenberg-Schule - Gewerbliche Schule Weinheim	Wormser Straße 51	69469 Weinheim
Hans-Purrmann-Gymnasium	Otto-Mayer-Straße 2	67346 Speyer
Haus- und landwirtschaftliche Schule Offenburg	Zähringerstraße 41	77652 Offenburg
Heinrich-Böll-Gymnasium	Karolina-Burger-Straße 42	67065 Ludwigshafen
Heinrich-Heine-Gymnasium	Im Dunkeltälchen 65	67663 Kaiserslautern
Heinrich-von-Brentano-Schule	Massenheimer Landstraße 7	65239 Hochheim am Main
Helene-Lange-Schule	Hugo-Wolf-Straße 1-3	68165 Mannheim
Helmholtz - Gymnasium	Bleicherstraße 3	66482 Zweibrücken
Herzog-Johann-Gymnasium	Am Flachsberg 6	55469 Simmern
Hilda-Gymnasium	Kurfürstenstraße 40-42	56068 Koblenz
Hildegardis-Gymnasium	Holzhauserstraße 16	55411 Bingen
Hochwald-Gymnasium	Am Kaisergarten 1	66687 Wadern
Hofenfels-Gymnasium	Zeilbäumerstraße 1	66482 Zweibrücken
Hohenstaufen-Gymnasium	Möllendorfstraße 29	67655 Kaiserslautern
Hugo-Ball Gymnasium	Lemberger Straße 89	66955 Pirmasens
Humboldt-Gymnasium Trier	Augustinerstraße 1	54290 Trier
Illtal-Gymnasium	Schwarzer Weg	66557 Illingen
Immanuel-Kant-Gymnasium	Wörthstraße 30	66953 Pirmasens
Integrierte Gesamtschule	Am Mühlberg 23-25	67677 Enkenbach-Alsenborn
Integrierte Gesamtschule	Stuhlbruderhofstraße 12	67112 Mutterstadt
Integrierte Gesamtschule	Humboldtstraße 1	55286 Wörrstadt
Integrierte Gesamtschule Schönenberg-Kübelberg / Waldmohr	St.-Wendeler-Str. 16	66901 Schönenberg-Kübelberg
Integrierte Gesamtschule-Gymnasium-Ernst Bloch	Hermann-Hesse-Straße 11	67071 Ludwigshafen
Internatsschule Schloss Hansenberg	Hansenbergallee 11	65366 Geisenheim-Johannisberg
Johanna-Wittum-Schule	Kaulbachstraße 34	75175 Pforzheim
Johannes Kepler Gymnasium	Dillingerstraße 67	66822 Lebach
Johannes-Gymnasium	Johannesstraße 38	56112 Lahnstein
Johann-Sebastian-Bach-Gymnasium	Luisenstraße 27	68199 Mannheim
Karl-Friedrich-Gymnasium Mannheim	Roonstraße 4 - 6	68165 Mannheim
Karolinen Gymnasium Frankenthal	Röntgenplatz 5	67227 Frankenthal
Käthe-Kollwitz-Gymnasium	Villenstraße 1	67433 Neustadt
Käthe-Kollwitz-Schule Bruchsal	Reserve-Allee 5	76646 Bruchsal
Käthe-Kollwitz-Schule Esslingen	Steinbeisstr. 17	73730 Esslingen
Kurfürst-Balduin-Gymnasium	Kurfürst-Balduin-Str. 12-14	56294 Münstermaifeld
Kurfürst-Ruprecht-Gymnasium	Landwehrstraße 22	67433 Neustadt
Kurfürst-Salentin-Gymnasium	Salentinstraße 1b	56626 Andernach

Name Schule	Straße, Hausnummer	PLZ, Stadt
Kurpfalz - Gymnasium	Hirschberger Straße 1	69198 Schriesheim
Laura-Schradin-Schule	Bismarckstraße 17	72764 Reutlingen
Leibniz-Gymnasium	Karolinenstraße 103	67434 Neustadt
Leibniz-Gymnasium	Luisenstraße 2	66953 Pirmasens
Leibniz-Gymnasium	Im Schmelzerwald 51a	66386 St. Ingbert
Leininger-Gymnasium	Kreuzerweg 4	67269 Grünstadt
Lessing-Gymnasium Lampertheim	Biedensandstraße 55	68623 Lampertheim
Lessing-Gymnasium Mannheim	Josef-Braun-Ufer 15-16	68165 Mannheim
Liebfrauenschule Bensheim	Obergasse 38	64625 Bensheim
Lina-Hilger-Gymnasium	Gustav-Pfarrus-Straße 11-15	55543 Bad Kreuznach
Liselotte-Gymnasium	Wespinstraße 21-25	68165 Mannheim
Ludwig-Frank-Gymnasium	Käfertaler Straße 117-127	68167 Mannheim
Luise-Büchner-Schule	Jahnstraße 35	64521 Groß-Gerau
Maria-Ward-Gymnasium	Ballplatz 1-3	55116 Mainz
Maria-Ward-Schule	Cornichonstraße 1	76829 Landau
Marie-Baum-Schule	Mannheimer Straße 25	69115 Heidelberg
Marie-Luise-Kaschnitz-Gymnasium	Lortzingstraße 2	66333 Völklingen
Marion-Dönhoff-Gymnasium	Oberheckerweg 2-4	56112 Lahnstein
Martinus-Gymnasium Linz	Martinusstraße	53545 Linz
Martin-von-Cochem-Gymnasium	Schloßstr. 28	56812 Cochem
Max-Planck-Gymnasium Ludwigshafen	Leuschnerstraße 121	67063 Ludwigshafen
Max-Planck-Gymnasiums Trier	Sichelstraße 3	54290 Trier
Max-Slevogt-Gymnasium	Hindenburgstraße 2	76829 Landau
Max-von-Laue-Gymnasium Koblenz	Südallee 1	56068 Koblenz
Megina-Gymnasium Mayen	Am Knüppchen 1	56727 Mayen
Merian-Schule	Rheinstr. 3	76104 Freiburg
Nikolaus-von-Kues-Gymnasium	Peter-Kremer-Weg 4	54470 Bernkastel-Kues
Nikolaus-von-Weis-Gymnasium	Vincentiusstraße 1	67346 Speyer
Nordpfalzgymnasium Kirchheimbolanden	Dr.-Heinrich-von-Brunck-Straße 47	67292 Kirchheimbolanden
Otfried-von-Weißenburg-Gymnasium	Schloss-Straße 19	66994 Dahn
Otto-Hahn-Gymnasium	Westring 11	76829 Landau
Otto-Schott-Gymnasium Mainz-Gonsenheim	An Schneiders Mühle 1	55122 Mainz
Paul-Schneider-Gymnasium	Präses-Held-Straße 1	55590 Meisenheim
Peter-Joerres-Gymnasium	Uhlandstr. 30	53474 Bad Neuenahr-Ahrweiler
Peter-Petersen-Gymnasium	Lötzener Weg 2-4	68307 Mannheim
Peter-Wust-Gymnasium	Petrusstraße 2	54516 Wittlich
Prälat-Diehl-Schule	Darmstädter Straße 90 a	64521 Groß-Gerau
Privates Gymnasium der Ursulinen Ahrweiler Calvarienberg	Kalvarienbergstr. 50	53474 Bad Neuenahr-Ahrweiler
Privates Litauisches Gymnasium	Lorscher Str. 1	68623 Lampertheim-Hüttenfeld
Privatgymnasium Weinheim	Leibnizstr. 2	69469 Weinheim
Rhein-Wied-Gymnasium	Im Weidchen 2	56564 Neuwied
Robert-Schumann-Gymnasium	Prälat-Subtil-Ring 2	66740 Saarlouis
Rudi-Stephan-Gymnasium	Von-Steuben-Straße 31	67549 Worms

Name Schule	Straße, Hausnummer	PLZ, Stadt
Saarpfalz-Gymnasium	Untere Allee	66424 Homburg
Schönstätter Marienschule	Höhrer Straße 74-76	56179 Vallendar
Sebastian-Münster-Gymnasium	Friedrich-Ebert-Straße 13	55218 Ingelheim
SEMA Schulen	Hans-Thoma-Str. 34	68163 Mannheim
Sickingen-Gymnasium	Philipp-Fauth-Straße 3	66849 Landstuhl
St. Matthias-Gymnasium	Digoinstraße 1	54568 Gerolstein
St. Willibrord-Gymnasium	Denkmalstraße 8	54634 Bitburg
St.-Franziskus-Gymnasium und -Realschule	St.-Franziskus-Straße 2	67655 Kaiserslautern
Staatl. Von der Leyen-Gymnasium	Schlossbergstr. 42	66440 Blieskastel
Staatliches Gymnasium auf der Karthause	Zwickauer Straße 22	56075 Koblenz
Staatliches Gymnasium Traben-Trarbach	Bernkasteler Weg 72	56841 Traben-Trarbach
Staatliches Kant-Gymnasium Boppard	Mainzer Straße 24	56154 Boppard
Staatliches Rhein-Gymnasium	Dreifaltigkeitsweg 35	53489 Sinzig
Starkenburg-Gymnasium	Gerhart Hauptmann Str. 21	64646 Heppenheim
Stefan-Andres-Gymnasium	Stefan-Andres-Straße 1	54338 Schweich
Stefan-George-Gymnasium Bingen	Morschfeldweg 5	55411 Bingen
Theodor-Heuss-Gymnasium	Freiastraße 10	67059 Ludwigshafen
Theodor-Heuss-Gymnasium	Quierschieder Weg 4	66280 SULZBACH
Theresianum	Oberer Laubenheimer Weg 58	55131 Mainz
Thomas Morus Gymnasium	Michel-Reineke-Straße 6	54550 Daun
Trifels-Gymnasium Annweiler	Bannenbergestr. 17	76855 Annweiler
Veldenz Gymnasium Lauterecken	Amselstraße 22	67742 Lauterecken
Werner-Heisenberg-Gymnasium	Kanalstraße 19	67098 Bad Dürkheim
Werner-Heisenberg-Gymnasium	Friedrichstraße 7	69469 Weinheim
Werner-Heisenberg-Gymnasium	Engerser Landstr.32	56564 Neuwied
Wiedtal-Gymnasium	Friedenstraße	53577 Neustadt/Wied
Wilhelm-Erb-Gymnasium	Gymnasiumstraße 15	67722 Winnweiler
Wilhelm-Hofmann-Gymnasium	Gymnasialstraße 5	56346 St. Goarshausen
Wilhelm-Leuschner-Schule	Steinern Straße 20	55246 Mainz-Kostheim
Wilhelm-Remy-Gymnasium	Mühlenstraße 35	56170 Bendorf
Wilhelm-von-Humboldt-Gymnasium	Mühlaustraße 13	67069 Ludwigshafen