

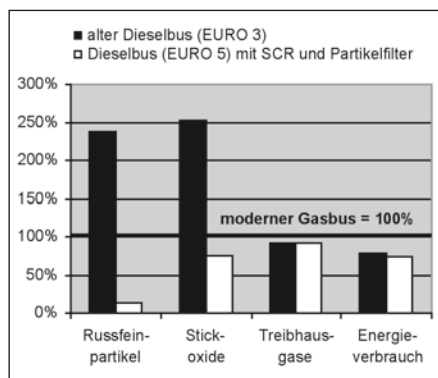
„Technische Probleme erforschen wir nicht, wir lösen sie!“ UMTEC

◆ Abfall ◆ Abgas ◆ Abwasser ◆ Verfahrenstechnik ◆

Anschaffung neuer Busse: Gas oder Diesel?

(BUN) **Moderne Dieselbusse sind mindestens ebenso sauber wie moderne Erdgasbusse.** Zu diesem überraschenden Ergebnis kommt eine Studie der halter management ag, die vom Ingenieurbüro TTM in Zusammenarbeit mit dem Institut UMTEC der Hochschule für Technik Rapperswil ausgearbeitet wurde. In dieser Meta-Studie wurden die Ergebnisse von 21 in der Fachliteratur veröffentlichten Studien aufgearbeitet und bewertet.

Dass Dieselmotoren Russ produzieren, ist allgemein bekannt. Dabei ist der sichtbare Russ aber nicht einmal das grosse Problem. Die unsichtbaren Ultrafeinpartikel sind viel gefährlicher. Und davon produzieren Dieselmotoren reichlich. Seit einigen Jahren gibt es aber Russfilter, die sogar Ultrafeinpartikel wirksam aus dem Abgas von Dieselmotoren entfernen. Moderne Dieselbusse sind mit solchen Filtern ausgerüstet, Gasfahrzeuge hingegen nicht. Zwar produzieren Gasmotoren an sich viel weniger Russ als Dieselmotoren. Aber ein Dieselmotor, der mit einem nachgeschalteten Partikelfilter ausgerüstet ist, stösst nochmals 90% weniger Russ aus als ein Gasbus. Partikelanzahlbezogen beträgt die Differenz sogar 99%.



Stickoxide bilden zusammen mit organischen Gasen bei Einwirkung von Sonnenlicht das Reizgas Ozon. Zwar emittiert ein Dieselmotor viel mehr Stickoxide als ein Gasmotor mit 3-Wege Katalysator. Durch den Einsatz der neuen SCR-Technologie können diese Stickoxide nun aber auch im Ab-

gas von Dieselmotoren wirkungsvoll zerstört werden. Moderne EURO 4- bzw. EURO 5-konforme LKW sind mit dieser Technologie bereits serienmässig ausgerüstet, bei Bussen kommen solche Systeme in Kürze auf den Markt. Damit sind moderne Dieselbusse den Gasbussen auch punkto Stickoxidemissionen praktisch gleichwertig.

Auch bei den Treibhausgasen haben Dieselbusse mit Gasbussen mittlerweile etwa gleichgezogen: Zwar hat Erdgas die bessere CO₂-Bilanz. Aber auf dem langen Weg von den Erdgasfeldern bis in den Gastank eines Schweizer Fahrzeuges geht knapp ein Prozent der Erdgasförderung durch Leckagen verloren. Hinzu kommt der grosse Energieaufwand beim Transport des Erdgases durch Pipelines über zahlreiche Verdichtungsstationen. Bei einer Bilanzierung aller freigesetzten Treibhausgase «vom Bohrloch bis zum Rad» liegen Dieselbusse und Gasbusse etwa Kopf an Kopf.

Ökologisch betrachtet sind weder Erdgas noch Diesel ideale Treibstoffe, denn beide sind fossile Energieträger. Viel besser wäre es, erneuerbare Rohstoffe einzusetzen. Im Moment wird nur ein sehr kleiner Teil der Diesel- und der Gasfahrzeuge in der Schweiz mit erneuerbaren Treibstoffen betrieben. Mittelfristig – also innerhalb der nächsten Jahre – ist immerhin geplant, rund 10% der fossilen Energieträger durch regenerierbare Rohstoffe zu ersetzen. Dies gilt sowohl für Gas (Biogas) als auch für Diesel (Biodiesel).

Was bedeutet das nun konkret für Städte und Gemeinden, die neue Busse anschaffen wollen? Nach Wegfall der ökologischen Vorteile von Erdgas besteht kein Grund mehr, eine parallele Logistik für Gasbusse aufzubauen. Dieselfahrzeuge sind ohnehin leistungsfähiger und preiswerter. Die geringeren Kosten für die Anschaffung und den Unterhalt von Dieselfahrzeugen können auch durch massive Quersubventionierung, wie zum Beispiel durch einen Steuernachlass beim Erdgas, nur teilweise kompensiert werden.

Zeit zum Ausmisten!

Die Umwelttechnik befindet sich in einem derart schnellen Wandel, dass selbst Fachleute kaum mehr folgen können: Was gestern aus ökologischer Sicht noch dringend geboten war, macht heute schon keinen Sinn mehr.

Gas ist gegenüber Diesel der «ökologischere» Treibstoff. Falsch! (Siehe unseren Leitartikel auf dieser Seite). Die Separatsammlung von Metallen aus dem Haushalt ist ökologisch sinnvoll. Wieder falsch! Die Durchsetzung von «Kyoto» würde die Klimaerwärmung signifikant reduzieren. Nochmals falsch!

Dies sind nur drei Beispiele von vielen, bei denen liebgezwungene Klischees einer objektiven Beurteilung im Wege stehen. Der Stand der Technik hat sich geändert, und der Stand der wissenschaftlichen Erkenntnis auch.

Warum aber tun sich viele VertreterInnen von Behörden und der Politik so schwer, sich von überholten Umweltklischees zu verabschieden? Zum Teil gibt es dafür objektiv nachvollziehbare Argumente, wie z. B. die langfristige Investitionssicherheit. Aber für die Umwelttechnik muss das Gleiche gelten wie für den Rest der Wirtschaft: Investitionen sind unternehmerisches Risiko.

Häufig liegt das Problem auf der psychologischen Ebene: Wer vor 15 Jahren mit viel Engagement und gegen grosse Widerstände eine damals völlig vernünftige ökologische Massnahme durchgesetzt hat, soll nun davon wieder abrücken? Dabei steht auch seine Glaubwürdigkeit auf dem Spiel. Wie aber kann man der Öffentlichkeit vermitteln, dass das, was vordergründig betrachtet wie eine «Kapitulation» aussieht, im Grunde ein Fortschritt in Richtung einer ökonomisch/ökologisch optimierten Umweltpolitik ist?

Genau hier liegt eine Riesenchance für die Schweizer Umweltbehörden: Statt sich in die einmal errungenen Positionen «einzugraben», sollten sie der Öffentlichkeit demonstrieren, dass die Schweizer Umweltpolitik keine heiligen Kühe akzeptiert und dass man bereit ist, veraltetes Gedankengut über Bord zu werfen.

Der Jahreswechsel ist eine prima Gelegenheit, die prall gefüllten Truhen liebgezwungener Umweltklischees auszumisten. In diesem Sinne wünscht Ihnen das UMTEC ein frohes neues Jahr!

Rainer Bunge

Rainer Bunge



1 Jahr umtec TECHNOLOGIE AG

(HAH) Bereits mehr als ein Jahr ist vergangen, seit die umtec TECHNOLOGIE AG (uTECH) als Spin Off des UMTEC gegründet wurde. Grundidee der uTECH ist die Kommerzialisierung von innovativen Technologien aus dem UMTEC. Während sich das UMTEC in der aF&E auf die Entwicklung bis hin zur Pilotanlage beschränkt, führt die uTECH das Produkt in den Markt ein. Die uTECH hat sich zu Beginn auf Projekte aus den Bereichen Abgasnachbehandlung, Schwermetall-Untersuchungen von Schiessplätzen sowie die PAK-Beprobung mittels elektronischer Nase fokussiert. Die positive Bilanz, welche wir nach dem ersten Jahr ziehen können, erfüllt uns mit Freude und auch mit ein bisschen Stolz: Die Firma steht finanziell auf gesunden Beinen, die Auftragslage ist gut und die Mitarbeiter sind motiviert. Das lässt uns hoffnungsvoll auf ein neues erfolgreiches Jahr blicken. Für das uns entgegengebrachte Vertrauen bedanken wir uns bei Ihnen, unseren Kunden, ganz herzlich!

Neu am UMTEC – Manuela Loretz und Sandro Schärer

Auch in diesem Jahr werden wieder zwei frischgebackene Ingenieure nach ihrem Diplom an der HSR unser Team verstärken. Damit Sie als Kunde und Partner wissen, mit wem Sie es zu tun haben, stellen wir Ihnen die Beiden kurz vor:

Manuela Loretz war nach der Lehre zwei Jahre als Konstrukteurin tätig. Nach einem Sprachaufenthalt in Neuseeland studierte sie



Manuela Loretz



Sandro Schärer

an der HSR Maschinentechnik in der Vertiefungsrichtung Energie- und Umwelttechnik. In ihrer Freizeit spielt sie Korbball. Im Sommer trifft man sie beim Schwimmen und Motorrad fahren und im Winter beim Skifahren und Schlitteln an.

Sandro Schärer ist im Kanton Graubünden aufgewachsen. Nach einer Lehre als Mechaniker entschied er sich für ein Maschinenbaustudium an der HSR. Nach einer Semesterarbeit am UMTEC zum Thema «Umweltfreundliches Lösungsmittel zur Klebstoffentfernung» schrieb er seine Diplomarbeit an unserer Partner-Universität in China, der East China University of Science and Technology.

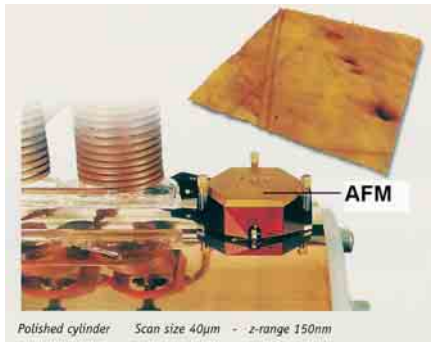
Sowohl beruflich als auch in der Freizeit stellt er sich gerne neuen Herausforderungen, sei es bodenständig bei Bergtouren im Sommer und Winter, oder sich der Schwerkraft widersetzend beim Segelfliegen und Klettern.

Oberflächenanalyse

(BUC) Die HSR besitzt seit Neustem ein transportables Atomkraftmikroskop, welches im Unterricht, aber auch bei der F&E am UMTEC zum Einsatz gelangt.

Kein Messgerät hat innerhalb eines Jahrzehntes die Analyse- und Manipulationsmöglichkeiten von kleinsten Strukturen derart revolutioniert wie das Rastertunnelmikroskop (RTM) und das Atomkraftmikroskop (AFM).

Der Begriff Mikroskop sollte dabei im weiteren Sinn von «Kleinstes sehen» verstanden werden. Tatsächlich wird nicht eine optische Abbildung im herkömmlichen Sinn benutzt. Bei einem AFM wird ein Laserstrahl durch einen Hebel (cantilever) umgelenkt. Dieser bewegt sich aufgrund der Topographie der zu untersuchenden Oberfläche.

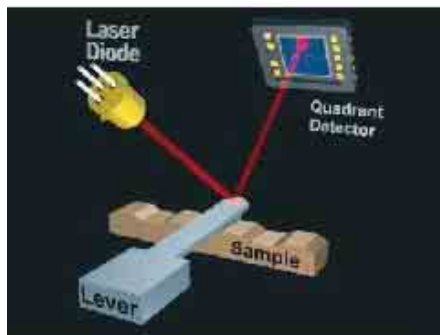


Ein AFM zeigt die Oberflächenqualität eines polierten Kupferzylinders in mikroskopischer Schärfe.

Man muss aber nicht an Nanotechnologie interessiert sein, um Nutzen aus der Anwendung von AFMs zu ziehen. Die unglaublich hohe Auflösung von mikroskopischen Strukturen gewährt ein vertieftes Verständnis bei vielen Verfahrenstechniken.

Die scheinbar perfekt polierte Kupferoberfläche wurde mit einem portablen AFM ausgemessen. Das Resultat zeigt sowohl die Kratzspuren infolge des Polierens als auch tiefe Löcher in der Oberfläche. Diese Daten erlauben die Optimierung des Polierverfahrens, um eine perfekte Oberfläche zu erhalten.

Aufgabenstellungen aus dem Gebiet der Werkstofftechnik und der Verfahrenstechnik sowie andere spezielle Fragestellungen können durch Mitarbeiter des UMTEC mit «State of the Art»-Apparaturen behandelt und gelöst werden. Unser portables AFM erlaubt es, Messungen im Feld durchzuführen und unseren Kunden einen lösungsorientierten Weg bei verfahrenstechnischen Fragen zu Oberflächenstruktur, Adhäsionsverhalten an Grenzflächen, abrasiven Effekten etc. aufzuzeigen.



Beim AFM wird ein Laserstrahl umgelenkt. (Bild www.nano-world.org)

Die Umsetzung des Messprinzips von Laborversuchen bis zu kommerziellen Geräten dauerte nur wenige Jahre. Insbesondere lösten diese Messgeräte die zurzeit stattfindende Revolution der Nanotechnologie aus: RTM und AFM sind das Handwerkzeug für Analysen und Manipulation im Nanometerbereich.

Neuer Motorprüfstand an der HSR

(ZÜM) In den vergangenen Monaten wurde an der HSR ein neuer Motorprüfstand aufgebaut. Mit dem verwendeten 1.9 l TDI-Dieselmotor von VW und der hydraulischen Leistungsbremse des Herstellers SCHENCK steht nun eine moderne Versuchseinrichtung zur Verfügung. Der Prüfstand wird für Praktikumsversuche von HSR-Studierenden des Fachs Thermodynamik genutzt und als Testgerät für experimentell orientierte Studien- und Diplomarbeiten dienen. Das UMTEC wird den Prüfstand im Rahmen der aF&E vor allem für die Untersuchung und Entwicklung von Abgasnachbehandlungstechnologien einsetzen.



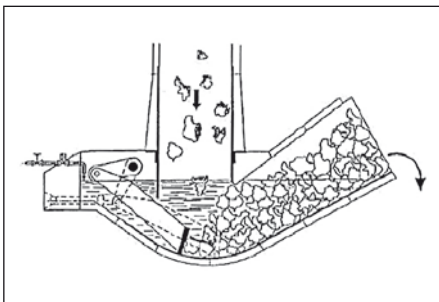
Der HSR-Motorprüfstand im Aufbau

Für Untersuchungen, in welchen das Emissionsverhalten des Motors auf der Strasse simuliert wird, werden definierte Zyklen verwendet. So genannte «stationäre Prüfzyklen» fahren eine Anzahl last- und drehzahldefinierter Betriebspunkte an. Anhand der dabei gemessenen Abgasemissionen werden verschiedene Motoren oder Teilsysteme (z. B. Abgasbehandlungssysteme) miteinander verglichen. Eine Diplomarbeit befasst sich derzeit mit der Automatisierung dieser Prüfabläufe. In Zukunft wird es möglich sein, auf dem HSR-Motorprüfstand Prüfzyklen (zum Beispiel den European Stationary Cycle ESC) durchzuführen.

Trockenaustragung von KVA-Schlacke

Hintergrund

(FIR) In konventionellen rostgefeuerten KVA wird der Verbrennungsrückstand, die Kehrichtschlacke, über einen mit Wasser gefüllten Nassentschlacker aus dem Ofen ausgetragen. Dieser hat zwei wesentliche Funktionen: Erstens wird die heisse Schlacke abgekühlt. Zweitens wird der Ofenraum luftdicht abgeschlossen, was den Eintritt von Falschluff in den Ofenraum verhindert (siehe Grafik unten.)



Herkömmlicher Nassentschlacker

Aus Sicht der Schlackenaufbereitung ist es wünschenswert, eine Befeuchtung der Schlacke zu verhindern. Die nasse Schlacke neigt nämlich dazu, wie Zement abzubinden und zu verklumpen. Das erschwert die anschliessende trockenmechanische Aufbereitung erheblich. Ausserdem korrodieren die in der Schlacke vorliegenden Metalle nach dem Kontakt mit Wasser, ihre Masse verringert sich und die Metallqualität nimmt ab.

Projektbegleitung

Das UMTEC untersucht im Rahmen eines aF&E-Projektes mit der KEZO Hinwil und dem AWEL Zürich die technische Machbarkeit einer trockenen Entschlackung. Das Projekt wird mitfinanziert durch die Technologieförderung des BUWAL.

Begleitet wird dieses Projekt durch eine Fachgruppe. Sie besteht aus VertreterInnen dreier KVA, einer weiteren kantonalen Umweltbehörde und zwei beratender Ingenieurbüros. Im Erfolgsfall sollen die Resultate dieses Projektes allen Schweizer KVA zugänglich gemacht werden. Damit entsteht nicht nur ein betriebswirtschaftlicher Vorteil für die involvierten KVA-Betreibenden, sondern auch ein allgemeiner volkswirtschaftlicher Nutzen.

Vorabklärungen zum Projekt

Bereits im Februar 2005 wurde in einem Vorversuch die technische Durchführbarkeit einer trockenen Entschlackung bei der KEZO Hinwil geprüft. Der Nassentschlacker einer Ofenlinie wurde während

mehrerer Stunden trocken gefahren. Das Resultat war erstaunlich positiv: Es traten keine grundsätzlichen Probleme für den Betrieb auf, weder bei der Feuerführung, noch bei der Rauchgasreinigung. Damit war die Voraussetzung für ein breit angelegtes Nachfolgeprojekt gegeben, welches im Sommer 2005 gestartet wurde.

Vorteile trockener KVA-Schlacke

Während den Versuchen bei KEZO wurden mehrere Tonnen trocken ausgetragener Schlacke als Proben für Aufbereitungsversuche gezogen.

Die deutlich bessere Qualität dieser Schlacke zeigte sich bereits bei der Absiebung: Diese liess sich bis in die Feinfraktionen von einigen hundertstel Millimetern problemlos absieben, was mit feuchter Schlacke nicht möglich ist. Dies eröffnet die Möglichkeit, den mit Schadstoffen angereicherten Feinanteil (zum Beispiel unterhalb 1 mm) von der Schlacke abzutrennen und diesen separat zu behandeln. Hierbei können insbesondere die wasserlöslichen Salze entfernt werden.



Anlage zur Schlackenaufbereitung

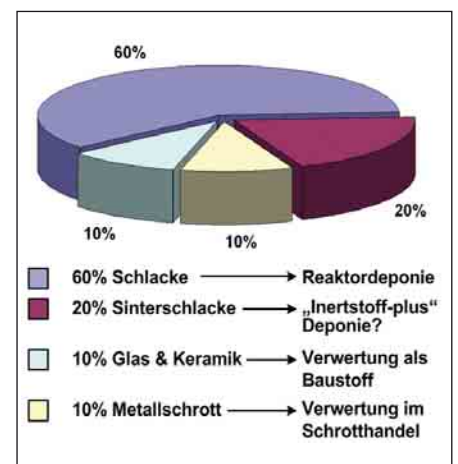
Besonders für die Metallrückgewinnung hat die trocken ausgetragene Schlacke bedeutende Vorteile: Da die Metallstücke in trockener Schlacke bereits vollständig aufgeschlossen sind – also als separate Stücke vorliegen – kann die in der konventionellen Schlackenaufbereitung nötige Feinzerkleinerung der Schlacke entfallen. Die Schlacke kann direkt in ihre verschiedenen Bestandteile sortiert werden. In der Schlacke enthaltene Glasscherben und Keramikstücke können relativ sauber ausgebracht und verwertet werden. Zudem wurde im Laufe der Laborversuche beobachtet, dass rund 20 Prozent der Schlacke in versinterter, bzw. verglaster Form vorliegen. Diese «Sinterschlacke» enthält geringe eluierbare Schwermetallanteile, obwohl sie einen relativ hohen Schwermetallgehalt hat. Das bedeutet, dass zwar Schwermetalle im

Material vorhanden sind, diese auf der Deponie aber nicht ausgewaschen werden. Somit stellen sie keine Gefahr für Boden und Grundwasser dar. Es liegt nahe, diese «saubere» Sinterfraktion ebenfalls von der Schlacke abzutrennen, um sie separat in einem neu zu definierenden Deponietyp zu lagern («Inertstoff+»).

Ökologische und wirtschaftliche «Win-Win»-Situation

Schweizer KVA-Schlacke enthält rund 10 Prozent zurückgewinnbaren Metallschrott: 7 Prozent Eisen, 2 Prozent Aluminium und 1 Prozent Kupfer. Die Rückgewinnung dieser Metalle aus der Schlacke ist für den KVA-Betreibenden wirtschaftlich attraktiv. Da in der trocken ausgetragenen Schlacke die Metalle in unkorrodierter Form und frei von «Anbackungen» vorliegen, haben sie eine ausgezeichnete Schrotqualität. Das schlägt sich auch in den Abnahmepreisen für diesen Schrott nieder: Für Kupfer- und Aluminiumschrott aus Schlacken werden weit über 1000.– Franken pro Tonne gezahlt.

Die Rückgewinnung des Metallschrottes ist aber auch eine Massnahme zur Schonung limitierter Primärerz-Ressourcen und der Umwelt. Denn die Metallerzeugung aus Primärerzen führt zu einer viel grösseren Schadstoffbelastung als die Rückgewinnung der Metalle aus dem Schlackenschrott.



Potenzielle Möglichkeiten von Verwertung und Entsorgung der einzelnen Schlackenfraktionen

Partner für Industrie und Behörden

Das UMTEC spielt eine Schlüsselrolle bei der Umsetzung der Schlackenaufbereitung. Als fachlich kompetentes und unabhängiges Hochschulinstitut sind wir die richtigen Partner für die Behörden und die Industrie.

Erneut Patente angemeldet

(SOB) Das UMTEC ist weiterhin äusserst innovativ tätig und hat in diesem Jahr zwei eigene Patente angemeldet.

Das eine betrifft die Herstellung von feinkornarmem Brechsand als Asphaltzuschlag. Wenn für Asphaltzuschläge das Überkorn aus der Kieswäsche zu Brechsand verarbeitet wird, können die Normen für den Feinkornanteil ohne eine anschliessende Wäsche bzw. eine nasse Absiebung nicht erfüllt werden. Das neue Verfahren des UMTEC erlaubt die Herstellung von Brechsand mit deutlich geringerem Energie- und Kostenaufwand als mit konventionellen Verfahren. Für die Überführung des Verfahrens in die Praxis sucht das UMTEC momentan nach Industriepartnern.

Das zweite Patent betrifft die Aufbereitung von Elektronikschrott. Nach dem Stand der Technik wird Elektronikschrott auf Shreddern oder ähnlichen Geräten zerkleinert, um die darin enthaltenen Wertstoffe, insbesondere die Metalle, aufzuschliessen. Anschliessend werden die Metalle mit verschiedenen mechanischen Verfahren aus dem Elektronikschrott zurückgewonnen. Trotzdem bleibt ein relevanter Anteil an feinsten Kupferdrähten im Reststoff, dem so genannten RESH, zurück. Das UMTEC hat nun ein Verfahren entwickelt, um diese wertvollen Ressourcen aus dem Elektronikschrott zurück zu gewinnen. Das Verfahren wird zusammen mit der RUAG in Form eines von der KTI unterstützten Projektes zu einem Prototyp entwickelt.

Ein weiteres Patent wurde zusammen mit der Verzinkerei Wollerau eingereicht. Das Verfahren löst Probleme bei der Feuerverzinkung von Stählen mit hohem Siliziumgehalt. Bei entsprechenden Stahlteilen konnte mit konventioneller Technik bisher keine befriedigende Oberflächenqualität erzielt werden. Die Partner arbeiten nun an der Umsetzung in den Verzinkungsalltag.

Diplomarbeiten am UMTEC

(BÜA) Dieses Jahr absolvieren neun angehende Ingenieure ihre Diplomarbeiten am UMTEC:

Yves Zehnder berechnet mittels FEM das Verhalten von Magnetfeldsonden mit unterschiedlichen Geometrien in Sauerstoffsensoren. Dadurch soll eine optimale Geometrie für die Neukonstruktion einer Messzelle für Sauerstoff bestimmt werden.

Reto Meuter beschäftigt sich mit der Messung von HCl im Rauchgas von Kehrlichtverbrennungsanlagen. Eine kontinuierliche Emissionsmessung ist bei der HCl-Messung mit grossen Unsicherheiten verbunden. In seiner Arbeit soll ein Konzept für einen Messgerät-Prototypen entwickelt werden, der ein kontinuierliches Messresultat liefert.

Manuela Loretz erfasst die Umwelttechnologie-Szene Schweiz in einer Datenbank als



Basis für die Initiierung von Entwicklungsprojekten im Umweltbereich. Es soll ein Netzwerk der verschiedenen Entwicklungspartner (KMU, Fachhochschulen, Förderstellen) aus der ganzen Schweiz entstehen.

Phillippe Wyss untersucht trockenmechanische Verfahren zur Abtrennung von Fremdstoffen aus Kompost. Unser Industriepartner stellt aus Grüngut hochwertigen Kompost her. In diesem Kompost sind jedoch noch Fremdstoffe vorhanden, die mit dem Grüngut eingetragen wurden.

Die künftigen Elektroingenieure Martin Keller und Christoph Diem rüsten den neuen Motorprüfstand der HSR mit Messelektronik aus. Dadurch können die Betriebsparameter des Motors elektronisch überwacht werden. Zudem soll die Motoren-/Bremsenregelung von einem PC angesteuert werden können, um Prüfzyklen automatisiert durchzuführen.

Auch in diesem Jahr schreiben zwei Diplomanden ihre Abschlussarbeit an der East China University of Science and Technology in Shanghai. Sandro Schärer beschäftigt sich mit der Aufbereitung eines mit Kunstharz belasteten Industrieabwassers. Marcel Müller befasst sich mit einem Industrieabwasser, das mit Acrylnitril verunreinigt ist. Beide müssen die Behandlung des Abwassers so optimieren, dass der «Chemische Sauerstoffbedarf» (CSB) des Abwassers verringert wird. Dafür untersuchen sie, unter welchen Bedingungen katalytische Oxidationsverfahren besonders effektiv sind.

Stefan Kempf untersucht innovative Anwendungen für ein spezielles Schaumglas. Die Details dieses Projekts unterliegen aber der Geheimhaltung.

Wir wünschen unseren Diplomanden viel Erfolg und einen guten Start ins Berufsleben!

Semesterarbeiten am UMTEC

(BÜA) Die steigenden Studentenzahlen an der HSR machen sich auch am UMTEC bemerkbar. In diesem Wintersemester verfassen bereits 11 Studenten ihre Semesterarbeit bei uns.

Die meisten befassen sich mit konkreten Fragestellungen aus der Industrie und aus laufenden Projekten. Andere haben die Aufgabe, innovative Ideen auf Herz und Nieren zu prüfen und, falls möglich, zu Prototypen weiterzuentwickeln.

Möchten Sie auch gerne ein Thema mit uns im Rahmen einer Semester- oder Diplomarbeit behandeln? Dann freuen wir uns über Ihren Anruf! Sie stellen die Aufgabe, die Studenten bearbeiten die Fragestellung in enger Zusammenarbeit mit Ihnen. Die Resultate werden selbstverständlich vertraulich behandelt.

Impressum

Redaktion: Denise Giannotta (GID)
Oberseestrasse 10
8640 Rapperswil
Telefon 055 222 48 60
www.umtec.ch

Mitarbeiter: Rainer Bunge (BUN)
Jean-Marc Stoll (STJ)
Benno Bucher (BUC)
Heiri Hafner (HAH)
Markus Zürcher (ZÜM)
Balz Solenthaler (SOB)
Reto Vincenz (VIR)
Roland Kälin (KAO)
Patrick Dreher (DRP)
Roger Fierz (FIR)
Andreas Büeler (BÜA)

Auflage: 1900 Exemplare
Erscheint 2 x jährlich

Druck: Franz Kälin AG, Einsiedeln