

Wir haben eine feine Nase für innovative Umwelttechnik

(rb) Das Umweltschutzgesetz schreibt vor, dass die Bevölkerung vor «schädlichen» und «lästigen» Einwirkungen geschützt werden soll. Nachdem für die meisten Schadstoffe Grenzwerte eingeführt wurden, haben wir die «schädlichen» Einwirkungen in der Schweiz mittlerweile ganz gut unter Kontrolle.

Was aber, wenn Einwirkungen nur «lästig» sind? Lästig sind zum Beispiel üble Gerüche. Ähnlich wie beim Lärm besteht hier kein unmittelbarer Zusammenhang zwischen Exposition und nachweislicher Schädigung. Und dennoch «stinkt» es uns gewaltig, wenn es stinkt.

Warum gibt es eigentlich nicht schon längst Grenzwerte für Gerüche? Ein wesentliches Problem hierbei ist die Messtechnik, denn was nicht zuverlässig gemessen werden kann, kann auch nicht gut reguliert werden. Die klassische chemische Umwelt-Analytik ist für Geruchsmessungen schlecht geeignet, denn sie ist vor allem auf die genaue Erfassung von definierten Einzelstoffen in Stoffgemischen ausgerichtet. Also enthalten die chemischen Analysegeräte stoffspezifische Detektoren, mit denen der zu messende Einzelstoff aus einem Stoffgemisch heraus erfasst wird. Ein Geruch lässt sich aber meist nicht definierten Einzelsubstanzen zuordnen, sondern ist vielmehr vergleichbar mit einem «Gesamteindruck».

Stand der Technik ist daher die Geruchsmessung mit Versuchspersonen, die klassische Olfaktometrie. Üble Gerüche werden beispielsweise vor Ort in geruchsneutralen Kunststoffsäcken «eingefangen» und ins Labor überstellt. Dort wird die Probe im Olfaktometer gezielt verdünnt und den Versuchspersonen zum «Erschnüffeln» der Wahrnehmungs- bzw. Lästigkeitsgrenze zugeführt. Diese Methode funktioniert erstaunlich gut. Allerdings ist sie sehr aufwändig, denn im Normalfall muss für reproduzierbare Ergebnisse mit wenigstens acht Probanden gearbeitet werden. Direkte Messungen «vor Ort» sind so nicht ohne weiteres möglich. Insbesondere von den kantonalen Vollzugsbehörden wird daher immer wieder der dringende Wunsch nach Instrumentalanalytik zur Geruchsmessung geäussert.

Eines der mittelfristigen Ziele des umtec ist die Entwicklung solcher Instrumentalanalytik zur Geruchsmessung auf der Basis von «elektronischen Nasen» (EN). Im Gegensatz zu Geräten der chemischen Schadstoffanalytik enthalten EN nicht einen stoffspezifischen, sondern eine Vielzahl von stoffspezifischen

Sensoren. In dem vom umtec verwendeten Modell «Alpha-Fox» der Firma alfa-mos kommen zwölf mit verschiedenen Metalloxiden beschichtete Sensoren zur Anwendung, deren individuelle elektrische Leitfähigkeit sich durch die Adsorption von Gasen verändert.



Elektronische Nase am umtec

Zur Messung wird das zu untersuchende Gasgemisch über die Sensoren geleitet, und die Software des Gerätes speichert anschliessend das gemessene «Leitfähigkeitsmuster» der Sensoren ab. Dieses Leitfähigkeitsmuster ist jeweils spezifisch für das analysierte Gasgemisch. Wird später ein unbekanntes Gasgemisch mit der EN gemessen, so kann das Leitfähigkeitsmuster dieses mit den in der Datenbank abgespeicherten Leitfähigkeitsmustern verglichen. Sind die Muster deckungsgleich, so sind mit hoher Wahrscheinlichkeit auch die entsprechenden Geruchsmuster identisch. EN sind also nicht in der Lage, einen Geruch wirklich zu «messen», sie können aber abgespeicherte Geruchseindrücke «wieder erkennen».

Wenigstens mittelfristig wird die klassische Olfaktometrie sicherlich nicht von den EN verdrängt werden, die beiden Methoden werden sich vielmehr ergänzen. Durch Geruchsmessungen mit Probanden können beispielsweise standortspezifische Grenzwerte definiert werden, deren Einhaltung später mit EN kontrolliert werden. Im Rahmen unserer erweiterten strategischen Ausrichtung auf Geruchsmessungen haben wir am umtec bereits ein Zentrum für Olfaktometrie eingerichtet. Fachlich unterstützt werden unsere Aktivitäten durch Herrn Dr. Hangartner, dem führenden Schweizer Fachmann auf dem Gebiet der Geruchsmessungen. Ab 2004 bietet das umtec Geruchsmessungen auch als externe Dienstleistung an.

Ziel verfehlt!

«Während das Jahr 2002 im Zeichen der Expansion und der turbulenten Veränderung stand, wird das Jahr 2003 ein Jahr der Konsolidierung werden.» – So war es in den umtec-news 2/2002 zu lesen. Nun muss ich eingestehen: dieses Ziel haben wir total verfehlt...

Zwar konnten wir mehrere grosse Projekte abschliessen. Die Metallrückgewinnung aus KVA-Schlacke, von uns vor zwei Jahren erst als «Vision» formuliert (umtec-news 2/2001), wurde mittlerweile auf mehreren Schweizer Schlackendeponien eingeführt. Das «Galvasplit»-Verfahren zur Altsäureaufbereitung produziert erfolgreich im industriellen Massstab. Die am umtec entwickelte Entstickungstechnologie für Dieselfahrzeuge wurde zur Marktreife geführt. Und unser Verfahren zur Untersuchung von bleikontaminierten Schiessplätzen bildet seit diesem Jahr die Grundlage einer Richtlinie des Bundes.

Aber: auf jedes abgeschlossene Projekt kamen zwei neue. Und auf jedes neue Projekt kommen mindestens zwei weitere spannende Projektideen. Sieben Erfindungen des umtec wurden allein in diesem Jahr zum Patent angemeldet. Drei davon zusammen mit unseren Industriepartnern, vier weitere in eigener Regie; die Gespräche mit potenziellen Lizenznehmern laufen. Ein Zentrum für Geruchsmessungen wurde eingerichtet (siehe Leitartikel). Eine Austauschpartnerschaft mit der East China University in Shanghai wurde etabliert. 19 Studien- und Diplomarbeiten wurden am umtec durchgeführt. Und das ist noch lange nicht alles.

Und welche «Vorsätze» haben wir für das nächste Jahr gefasst? Während das Jahr 2003 im Zeichen der turbulenten Veränderung stand, wird das Jahr 2004 ein Jahr der Konsolidierung werden! Oder vielleicht auch nicht...

Das umtec wünscht Ihnen ganz frohe Festtage und ein erfolgreiches 2004!

Rainer Bunge



Neue Mitarbeiter am umtec

(df) Im kommenden Februar wird unser Team wiederum mit zwei frischgebackenen Ingenieuren aus «eigener Produktion» verstärkt. Damit Sie als Kunde und Partner wissen, mit wem Sie es zu tun haben, stellen wir Ihnen die Beiden gerne vor:

Roland Kälin arbeitete nach seiner Lehre als Maschinenmechaniker noch ein weiteres Jahr in seiner Lehrfirma. Danach absolvierte



Roland Kälin und Reto Vincenz

er einen dreimonatigen Sprachaufenthalt in Australien. Zurück in der Schweiz, fand er eine Anstellung bei der Firma Sibos AG, wo er während zwei Jahren als Monteur arbeitete. Anschliessend zog es Roland wiederum ins Ausland, diesmal für drei Monate nach Frankreich. Dort brachte er sein Schulfranzösisch auf Vordermann.

Im Jahr 2000 begann Roland sein Maschinenbau-Studium an der HSR, welches er mit Energietechnik und Umwelttechnik vertiefte und im Januar 2004 abschliesst.

In seiner Freizeit ist Roland meistens in den Bergen anzutreffen, sei es auf Skis, beim Bergsteigen oder auf seinem Bike.

Reto Vincenz absolvierte nach erfolgreichem Abschluss des Neusprachlichen Gymnasiums Praktika in verschiedenen technischen Betrieben. Damit trug er seinem Interesse an der Lösung technischer Probleme Rechnung. Diese praxisorientierte Tätigkeit gefiel ihm so gut, dass er sich für ein Studium an einer Fachhochschule entschloss. So stiess er zur HSR, studierte dort Maschinenbau und schliesst im Januar 2004 mit den Vertiefungsfächern Energietechnik und Umwelttechnik ab.

Reto hat sich für das umtec entschieden weil er überzeugt ist, dass eine Verbesserung unserer Umweltprobleme vor allem durch technische Lösungen erreicht werden kann. Er freut sich überdies auf die vielseitige und abwechslungsreiche Arbeit am Institut. Erste Erfahrungen mit der Umwelttechnik hat er bereits im Rahmen einer Semesterarbeit zum Thema «Einsatz von Schaumglas in der Abwasserbehandlung» gemacht.

Seine Freizeit verbringt Reto am liebsten mit Freunden und beim Sport, sei es beim Badmintonspielen, Windsurfen oder Skifahren.

Wir freuen uns auf die Zusammenarbeit mit unseren beiden neuen Kollegen und wünschen ihnen einen guten Start in ihrem neuen Beruf.

Mein Praktikum am umtec – ein Kurzbericht von Stefan Höhener

(sh) Nun ist sie vorbei, meine Zeit als Praktikant am umtec. Ich habe diese Zeit sehr geschätzt und, noch viel wichtiger, sehr viel Neues dazu gelernt.

Um als Absolvent eines Gymnasiums eine Ausbildung an einer Fachhochschule absolvieren zu können, müssen total 46 Praktikumswochen absolviert werden. Nach einem Grundpraktikum in der Werkstatt der Firma Bischofzeller Nahrungsmittel AG konnte ich Mitte Februar 2003 meine Ausbildung am umtec starten.

Zwar verbrachte ich nicht soviel Zeit in der Werkstatt wie vorgesehen, dafür war ich in den Projekten umso aktiver, sei es zur Unterstützung der umtec-Ingenieure oder gar bei eigenen Projekten. Dabei sammelte ich Erfahrungen im Projektmanagement, bei Laborarbeiten und in der Chemie, im Schreiben von Berichten etc.

Zu Beginn meines Praktikums arbeitete ich nach einer kurzen Einführung vor allem an institutsinternen Kleinprojekten. Später wurde ich mehr und mehr in laufende externe Projekte miteinbezogen. So verbrachte ich viel Zeit mit der Analyse von Schlacken aus Kehrlichtverbrennungsanlagen und von Bodenproben aus Schiessplätzen.

Mit der Zeit wurden mir immer verantwortungsvollere Aufgaben übertragen. Als «Höhepunkt» wurde mir sogar eine Versuchsanlage zur selbständigen Betreuung übergeben. Dabei lernte ich besonders intensiv den Unterschied zwischen Theorie und Praxis kennen und merkte, dass die grössten Probleme meist im Detail liegen.

Rückblickend war es eine sehr schöne, abwechslungsreiche und interessante Zeit, für die ich mich bei allen umtec-Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern ganz herzlich bedanke.

Kleinste Partikel exakt messen

(de) Um den Bereich Verfahrenstechnik weiter auszubauen, beschaffte das umtec im vergangenen Sommer ein Gerät zur Partikelgrössenmessung.

Mit dem «FRITSCH analysette 22 COMPACT» sind wir in der Lage, Partikelgrössenverteilungen von 0,3 bis 300 µm zu bestimmen, was mittels konventioneller Prüf-siebungen kaum möglich ist.

Die zu analysierende Probe wird in Flüssigkeit dispergiert und durch eine von einem Laserstrahl durchleuchtete Messzelle geleitet. Dabei lenken die Partikel den Laserstrahl entsprechend ihrer Korngrösse in einem bestimmten Streuwinkel ab. Die Energieverteilung wird mittels radialsymmetrisch angeordneter Sensorelemente gemessen. Daraus kann die Partikelgrössenverteilung berechnet werden.



Um die Messungen durchführen zu können, muss die Trübung der Suspension mindestens 7% betragen.

Mit diesem Gerät steht dem umtec ein modernes Messgerät zur Erfassung von Korngrössenverteilungen zur Verfügung, welches eine exakte und effiziente Messung auch bei feinsten Körnungen gewährleistet. Insbesondere zur Unterstützung der Versuche auf unserem Hydrozyklonprüfstand ist dieses Gerät ausserordentlich gut geeignet.

Institutsausflug zum VSH

(bs) Kürzlich hat das umtec seinen traditionellen Institutsausflug durchgeführt. Dabei haben wir den Versuchsstollen Hagerbach (VSH), einen Demonstrations- und Experimentierstollen für den Untertagebau, besichtigt.



Neben der Führung durch den Stollen kam selbstverständlich auch der gesellige Teil mit Spaziergang, Apéro und Abendessen nicht zu kurz.

Elektronische Nasen im Einsatz

Entsorgung belasteter Schwarzbeläge

(bs) Ein grosser Teil der Schwarzbeläge auf Schweizer Strassen enthält teerhaltige Bindemittel. Teer weist zwar ausgezeichnete strassenbautechnische Eigenschaften auf, enthält jedoch auch kanzerogene Inhaltsstoffe, insbesondere polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK). Es besteht die Gefahr, dass die PAK beim Rückbau von Strassen über das Asphaltrecycling in die Umwelt gelangen.

Die «Richtlinien für die Verwertung mineralischer Bauabfälle» des BUWAL sollen die ordnungsgemässe Entsorgung PAK-belasteter Schwarzbeläge sicherstellen. Da sich jedoch der früher verwendete Teer optisch nicht ohne weiteres vom heute verwendeten unproblematischeren Bitumen unterscheidet, ist die Umsetzung dieser Richtlinien schwierig.

Schwierige PAK-Analyse

Mit «klassischer» PAK-Analytik lassen sich Teer und Bitumen im Labor zwar präzise unterscheiden, aber diese Analysen sind teuer und zeitaufwändig. Zudem kommt es in der Praxis häufig nicht auf eine hohe Genauigkeit, sondern auf schnelle und preisgünstige Resultate an.

Eine verbreitete Methode der PAK-Schnellanalytik ist der sogenannte «PAK-Marker», ein Spray, der sich beim Kontakt mit teerhaltigem Material verfärbt. Leider funktioniert die Methode nur bei sehr hohen PAK-Konzentrationen einigermaßen zuverlässig. Um auch den in der BUWAL-Richtlinie festgelegten unteren Richtwert (5 000 ppm PAK im Bindemittel) messen zu können, erfordert die PAK-Marker-Methode zusätzliche apparative Unterstützung, beispielsweise durch die Beurteilung der Fluoreszenz bei UV-Bestrahlung. Die visuelle Beurteilung der Stärke der Fluoreszenz ist jedoch subjektiv. So werden die Vorteile der PAK-Marker-Methode als einfacher und robuster Feldtest durch die mangelnde Objektivität aufgehoben.

Ein anderer Ansatz ist die Bestimmung des Teergehaltes mittels Geruch. Teer hat einen sehr eigentümlichen und charakteristischen Geruch, der allerdings nicht objektiv quantifizierbar ist und individuell unterschiedlich stark wahrgenommen wird. Die menschliche Nase ist daher zwar grundsätzlich für die qualitative Bestimmung von Teer in Strassenbelag geeignet, kann aber mangels Objektivität und Reproduzierbarkeit der Bestimmung nicht als Messinstrument verwendet werden. Auch gesundheitlich ist dieser Test nicht unbedenklich.

Projektidee «elektronische Nase»

Unsere Projektidee besteht im Einsatz einer «elektronischen Nase» (EN) anstelle einer «menschlichen Nase» zur PAK-Bestimmung im Strassenbelag. In den letzten Jahren wurden beachtliche Entwicklungen auf dem Gebiet der EN geleistet. Solche Systeme werden heute vielerorts zum Beispiel zur Kontrolle von Lebensmitteln eingesetzt. Gemessen werden dabei, ähnlich wie mit der menschlichen Nase, die (geruchsbildenden) Gase. Diese Art der Analyse liefert innert Minuten Resultate und kann vor Ort durchgeführt werden.

Bei der Analyse von Strassenbelägen ist im Gegensatz zur «klassischen» Laboranalytik eine Extraktion des Bindemittels nicht notwendig, denn das zu untersuchende Material kann mit der EN direkt als Feststoff analysiert werden.



Probenahmeverrichtung: Bohrhämmer (1), Bohrer (2), Absaugvorrichtung (3), Zyklon (4), Probenglas (5)

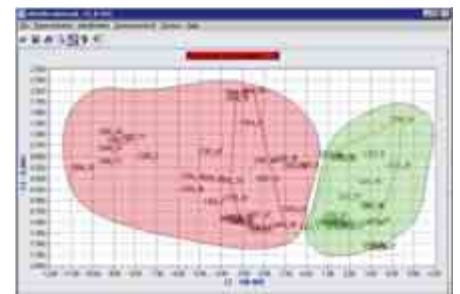
Nachdem erste Testversuche positiv verlaufen waren, konnten das Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL) sowie die Firma Portman Instruments AG, welche EN vertreibt, als Projektpartner gewonnen werden.

Anpassung der «elektronischen Nasen» auf die besonderen Bedingungen

Zur Gewinnung des benötigten Probenmaterials wird der Strassenbelag mit der abgebildeten Bohrvorrichtung (1) angebohrt. Diese Probenahmeverrichtung wurde speziell für unsere Bedürfnisse konstruiert. Während des Bohrvorganges wird das ent-

stehende Bohrmehl kontinuierlich abgesaugt (3), über einen Zyklon (4) abgeschieden und in Probengläser (5) abgefüllt. Die Probengläser werden anschliessend in einer speziellen Vorrichtung erwärmt und der entstehende Geruch wird mit der EN gemessen.

Von verschiedenen Strassenbelagsproben mit bekannten, im Labor gemessenen PAK-Gehalten wurde durch einen solchen Bohrvorgang Bohrmehl erzeugt. Mit den Bohrmehlproben wurden anschliessend sowohl die Messmethode (Temperatur, Zeit, Probenmenge, Sensoren der EN) als auch das Auswertungsverfahren der EN auf die Anforderungen bei der PAK-Bestimmung im Strassenbelag angepasst.



Modellbildung mit Referenzproben < 5000 mg / kg PAK (grün), Referenzproben > 5000 mg / kg PAK (rot) und unbekannt Proben (schwarz)

Zusammenspiel optimieren

Mit einigen Bohrmehlproben mit bekanntem PAK-Gehalt wurde ein Computermodell erzeugt, mit dem anschliessend die Messergebnisse von Proben mit unbekanntem PAK-Gehalt ausgewertet werden konnten.

Zur Zeit sind wir mit der Optimierung des Computermodells beschäftigt. Dabei gilt es die Einflüsse verschiedener Größen wie Probenmengen, Temperaturen und Analysendauer zu berücksichtigen. Erst durch ein optimales Zusammenspiel aller Parameter kann ein robustes Modell gebildet werden.

Sobald diese Modellbildung abgeschlossen ist, sind erste Praxisversuche auf Schweizer Strassen geplant.

Weitere Projekte für die «elektronischen Nasen»

Die elektronische Nase kommt am umtec künftig auch in anderen Bereichen zum Einsatz. Im Rahmen eines Projektes mit der Sondermülldeponie Kölliken beispielsweise werden Versuche mit EN zur Messung von lästigen Gerüchen und Vergleiche mit der klassischen Olfaktometrie durchgeführt.

Abschluss DeNO_x-Projekt

(hh) Ende dieses Jahres wird eines unserer langjährigen Projekte, die Entstickung von Abgasen aus mobilen Dieselmotoren, zum Abschluss gebracht.

Der Grundstein dieser Arbeit wurde bereits 1999 gelegt. Damals entwickelte das umtec ein mobiles NO-Messgerät, welches uns erstmals on-line-Messungen direkt auf dem Fahrzeug ermöglichte. In weiteren Projektphasen wurde ein komplettes Entstickungssystem entwickelt, in welchem das NO-Messgerät als Überwachung eingesetzt wurde. Mit dieser Anlage wurden bereits erste erfolgreiche Versuche auf Lastwagen und Geleisebaumaschinen durchgeführt.

In der nun abgeschlossenen dritten und letzten Phase wurden sämtliche Komponenten nochmals überarbeitet und optimiert. Ziel dieser Phase war die Bereitstellung eines Entstickungssystems für den täglichen Einsatz auf mobilen Dieselmotoren.

In einem Langzeitversuch auf einem Bus (Volvo B10M Jg.1992) wurde die Hard- und Software optimiert. Ein abschliessender Prüfstandversuch nach acht Monaten Dauerbetrieb bestätigte die Erwartungen. Das ursprünglich der (schlechtesten) Abgaskategorie EURO 1 entsprechende Fahrzeug wurde mit unserem System in die (beste) EURO 5 Klasse katapultiert. Damit ist dieses Fahrzeug der weltweit umweltfreundlichste Dieselbus im Linienbetrieb.

In einem nächsten Schritt wird das Entstickungssystem für Spezialanwendungen im Tunnelbau oder in geschlossenen Räumen zum Einsatz kommen.

Praxiserfahrungen mit Partikelfiltersystemen auf Baumaschinen

(mz) Mit der Einführung der neuen Bauanleitung Luft (BauRL) muss ein grosser Teil der vorhandenen Baumaschinen mit einem Partikelfiltersystem (PFS) ausgerüstet werden. Die bisherigen Erfahrungen der Bauunternehmen, welche in der Vergangenheit bereits Partikelfiltersysteme einsetzten, zeigten, dass die Nachrüstung ihrer älteren Baumaschinen nicht immer problemlos vonstatten geht.

Im Auftrag des Amtes für Umweltschutz des Kantons St. Gallen erarbeitete das umtec eine Studie über die Betriebserfahrungen mit Partikelfiltersystemen. Mit den gesammelten Erkenntnissen und vorgeschlagenen Problemlösungen aus diesem Teilprojekt «Praxiserfahrungen aus Tiefbau, Materialabbau und Recyclinganlagen» soll ein Katalog mit Empfehlungen für die Systemwahl von PFS entstehen.

An 18 mit Partikelfiltern ausgerüsteten Maschinen aus den Bereichen Tiefbau, Materialabbau und Recycling wurden Abklärungen und Messungen durchgeführt. Erfreulicherweise konnte der Mehrheit der geprüften



Maschinen ein gut funktionierendes PFS attestiert werden. Angetroffene Problemfälle wurden, soweit im Rahmen dieser Projektphase möglich, direkt geklärt.

In der nächsten Phase soll aus den nun vorliegenden Resultaten eine Vorgehensempfehlung für die PFS-Nachrüstung erarbeitet werden.

Sieben Patentanmeldungen im 2003 am umtec

(de) Auch am umtec liefen die Köpfe im Rekordsommer heiss und führten zu fünf neuen Patentanmeldungen. Insgesamt wurden in diesem Jahr sieben Erfindungen des umtec durch Patentanmeldungen abgesichert.

Drei Entwicklungen liegen im Bereich der Abgasnachbehandlung. Eine dieser Anmeldungen betrifft die on-board Umwandlung von ungiftigem Harnstoff in Ammoniak. Ammoniak wird anschliessend zur Entstickung der Abgase aus Dieselfahrzeugen benutzt. Als Ergänzung zu dem bereits im Frühjahr angemeldeten Verfahren (umtec-news 1/03) stellt das neue Verfahren CO₂-freies Ammoniakgas aus trockenem Harnstoff her. Auch diese Entwicklung wurde vom Forschungsfonds der Erdöl-Vereinigung (FEV) finanziert.

Eine weitere Patentanmeldung im Bereich Abgasnachbehandlung betrifft die Modifikation eines speziellen Partikelfilters für Dieselfahrzeuge. Dabei wird das Ziel verfolgt, die im Oxidationskatalysator dieses Filtertyps stattfindende Konversion von NO zu NO₂ bedarfsgerecht zu regeln, ohne dass ein Überschuss an NO₂ produziert wird.

Zusammen mit Projektpartnern aus der Industrie wurden drei weitere erfolgreiche Forschungsarbeiten getätigt. Mit der Firma Misapor AG wurden zwei Produkte zur Behandlung von schwermetallbelasteten Abwässern zum Patent angemeldet. Die letzte Patentanmeldung erfolgte zusammen mit der Firma Von Roll Inova AG. Mit dem angemeldeten Verfahren kann Dioxin aus der Filtertasche von Kehrlichtverbrennungsanlagen entfernt werden.

Diplomarbeiten am umtec

(bs) Auch dieses Jahr absolvierten wiederum eine stattliche Zahl von angehenden Ingenieuren ihre Diplomarbeiten am umtec.

Die Arbeit von David Ballini mit dem Thema «regelbarer Oxidationskatalysator» baute auf einem Patent auf, das vom umtec vor kurzem angemeldet wurde (siehe nebenstehenden Artikel). Reto Vincenz arbeitete am Thema «Schaumglas zur Abwasserreinigung». Erste Versuche in dieser Richtung hat er bereits während seiner Semesterarbeit durchgeführt.

Patrick Dreher bearbeitete einen Teilaspekt des vom Forschungsfonds der Erdöl-Vereinigung FEV finanzierten Projektes «Russabscheidung durch gesättigten Wasserdampf». Roland Kälin suchte Lösungsansätze zur Reinigung von Treibstoffen. Ziel dieser Arbeit war die Verbesserung der Filter-Standzeiten in einem Tanklager.

Letztes Jahr absolvierte erstmals ein Student der HSR seine Diplomarbeit in China. Dieses Jahr reisten bereits zwei Studenten nach China. Roberto Calderoni und Fabian Furrer untersuchten an der East China University of Science and Technology in Shanghai die lokale Umweltsituation.

Wir wünschen allen Diplomanden einen guten Abschluss an der HSR und einen erfolgreichen Start ins Berufsleben.

Impressum

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

Mitarbeiter: Rainer Bunge (rb)
Heiri Hafner (hh)
Markus Zürcher (mz)
Bernhard Bürgler (bb)
Dominik Ebnetter (de)
David Thut (dt)
Balz Solenthaler (bs)

Auflage: 1400 Exemplare
Erscheint 2 x jährlich

Druck: Franz Kälin AG, Einsiedeln