

Ein turbulentes Jahr am umtec

(rb) Das umtec steht am Ende eines äusserst erfolgreichen Jahres. Sowohl auf der personellen als auch auf der fachlichen Seite hat sich viel getan. Werfen wir einen Blick zurück:

Personelles: Anfang 2002 verliess unser stellvertretender Institutsleiter, **Christian Wirz**, das umtec. Glücklicherweise konnte die entstandene Lücke rasch und vollständig durch unseren langjährigen Mitarbeiter, **Heiri Hafner**, ausgefüllt werden, der unseren Chef, **Rainer Bunge**, vor allem in der Administration wirkungsvoll entlastet. Heiri wiederum wird unterstützt von **Denise Furrer**, die das Sekretariat und die Buchhaltung führt. Unsere beiden bewährten Projektleiter, **Markus Zürcher** und **Bernhard Bürgler**, runden das «Kernteam» des umtec ab. Neu hinzu kamen nach Diplomabschluss die HSR-Abgänger **Dominik Ebnetter** und **David Thut**. Im Januar 2003 stösst **Balz Solenthaler**, der im Moment seine Diplomarbeit in Peking durchführt, ebenfalls zu uns. Ergänzt wird das Team durch mehrere studentische Hilfskräfte.

Projekte: Im Schwerpunkt **Abfall** waren vor allem Aktivitäten im Zusammenhang mit Reststoffen aus Kehrichtverbrennungsanlagen (KVA) dominierend. Mit fachlicher und finanzieller Unterstützung durch das **BUWAL/Abt. Abfall** wurden zwei Projekte zur Untersuchung von KVA-Schlacken durchgeführt. Auf den Ergebnissen dieser Untersuchungen aufbauend haben wir zusammen mit den Industriepartnern **Von Roll INOVA** und **Eberhard Recycling** und unter finanzieller Beteiligung der **KTI** (Kommission für Technologie und Innovation) eine Pilotanlage zur Metallrückgewinnung aus Kehrichtverbrennungsschlacke aufgebaut und in Betrieb genommen (siehe Seite 4). Ein Projekt zur Untersuchung von Reststoffen aus chinesischen KVA wird vom Staatssekretariat für Wirtschaft **seco** unterstützt (siehe Seite 2). In Zusammenarbeit mit **ALCAN** wird die Qualität von Aluminiumstücken untersucht, die trotz der Separatsammlung von Metallen immer noch in erheblicher Menge in der Schweizer KVA-Schlacke auftreten. Eine detaillierte Untersuchung der Möglichkeiten und Grenzen zur Klärschlammverbrennung in der **KVA Niederurnen** wurde in Zusammenarbeit mit dem **Zweckverband Linthgebiet** und den Umweltschutzämtern der Kantone GL, SG und SZ durchgeführt.

Im Bereich «Bauabfälle» wurde ein innovatives Projekt zur Bestimmung der Teergehalte in Strassenbelägen mittels einer «elektronischen Nase» gestartet. Das Projekt wird in Zusammenarbeit mit dem **BUWAL/Abt. Abfall** und **Portman Instruments** abgewickelt (siehe Seite 3). Im Auftrag von **Misapor** arbeiten wir an der Qualitätsverbesserung von Schaumglasprodukten aus Altglas und für die **RUAG** entwickeln wir ein Verfahren zur Reinigung von Konusglas aus Bildschirmröhren.

Im Umfeld der **Aliflasten** waren unsere Aktivitäten hauptsächlich auf die Untersuchung von Kugelfängen ausgerichtet. Zunächst wurde im Auftrag des **BUWAL/Abt. Abfall** untersucht, ob mobile Röntgenfluoreszenzgeräte für die Schadstoffanalytik in bleibelasteten Böden geeignet sind. In weiteren Projekten wurde im Auftrag des **VBS** und in enger Zusammenarbeit mit dem **BUWAL** eine umfangreiche Untersuchung der Antimonproblematik auf Kugelfängen durchgeführt.

Im Schwerpunkt **Abgasnachbehandlung** wird unser Grossprojekt zur Entstickung der Abgase von Dieselmotoren zusammen mit **HUG Engineering**, **Bus Halter AG** und **LA-RAG** unter finanzieller Unterstützung des **BUWAL-Technologieförderfonds** weitergeführt. Daraus ausgegliedert wurde ein Subprojekt, das die Bereitstellung von Ammoniak aus der enzymatischen Harnstoffspaltung zum Ziel hat. Dieses Projekt wird durch den **FEV** (Forschungsfond der Erdölvereinigung) gefördert und das Verfahren in Kürze zum Patent angemeldet. Grosszügige Unterstützung wurde uns auch durch die **Gebert-Rüf-Stiftung** zuteil, mit der die Entwicklung eines NO_2 -Messgerätes zur Installation in einem Linienbus finanziert wurde. Erweitert haben wir unsere Tätigkeit vor allem in Richtung Partikelfilter für Dieselmotoren. Im Auftrag der englischen Partikelfilterlieferanten **Eminox Ltd.**, **Johnson Matthey Ltd.** und in Zusammenarbeit mit **Bus-Halter** untersuchen wir die Abgaszusammensetzung hinter einem CRT-Filter mit besonderem Schwerpunkt auf der Erfassung der NO_2 -Emission. Weitere Aufträge im Umfeld Partikelfilter wurden in Zusammenarbeit mit dem **Afu St. Gallen** durchgeführt.

Im Schwerpunkt **Abwasser** wird derzeit eine Anlage zur Umsetzung des am umtec entwickelten Galvasplit-Verfahrens bei **Citred** in La-Chaux-de-Fonds in Betrieb genommen.

Bilanz 2002

Erst beim Schreiben des Leitartikels wurde mir richtig bewusst, was bei uns alles «gelaufen» ist.

Die von meinem Vorgänger Martin Brunner sorgfältig vorbereitete Übergabe des Institutes im Oktober 2001 ist mittlerweile erfolgreich abgeschlossen; mit 7 Ingenieuren, einer Sekretärin und mehreren studentischen Hilfskräften funktioniert das umtec wieder auf Hochtouren und ist bereits an der geplanten Kapazitätsgrenze angelangt. Die kurz- und mittelfristigen Ziele, welche wir uns für 2002 gesetzt hatten, wurden teilweise sogar übertroffen.

Während das Jahr 2002 im Zeichen der Expansion und der turbulenten Veränderung stand, wird 2003 ein Jahr der Konsolidierung werden. Die Akzente werden auf einer weiteren Verfeinerung des Projektmanagements liegen. Ebenso wird vermehrt Wert auf das Straffen von Abläufen und den Abbau von «Reibungsverlusten» gelegt. Kosten und Termine sollen noch detaillierter durchgeplant werden, denn Professionalität ist unser Markenzeichen!

Unsere Ziele haben wir dabei klar vor Augen:

- den Nutzen für unsere Auftraggeber
- den Nutzen für die Umwelt
- und: den Spass an der Arbeit ☺

Mit Befriedigung blicken wir auf das vergangene Jahr zurück und danken allen unseren Kunden und Partnern für die fruchtbare Zusammenarbeit. Mit Spannung erwarten wir das kommende Jahr und wünschen uns an die bisherigen Erfolge anzuknüpfen.

Das umtec-Team wünscht Ihnen frohe Festtage und ein erfolgreiches 2003!



Rainer Bunge





Balz Solenthaler

(de) Eine Diplomarbeit in China! Für Balz Solenthaler, der ab Januar '03 unser Team verstärken wird, genau der richtige Übergang vom Studium zum umtec.

Nach seiner Lehre als Maschinenzeichner trat Balz in das Maschinenbaustudium an der HSR ein. Im Vertiefungsfach Umwelttechnik faszinierte ihn vor allem die vielseitige Arbeit mit theoretischen Abläufen, praktischen Laborversuchen und dem dar-

aus folgenden Entwickeln neuer Verfahren. Sein ausgeprägtes Interesse an Chemie hilft ihm dabei zusätzlich.

In seiner Freizeit ist Balz als Spieler und Juniorentrainer beim Handballclub Stäfa aktiv.

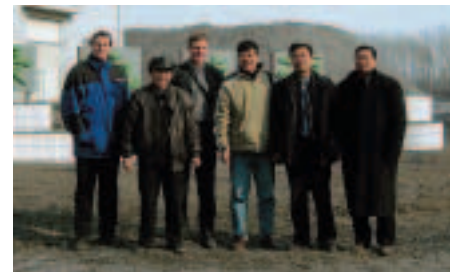
Unser Mann in Peking

(de) Im Juni hatte unser Institutsleiter im Rahmen der vom Staatssekretariat für Wirtschaft (seco) organisierten «Umweltmission China 2002» die Gelegenheit, sich einen Eindruck von der chinesischen Abfallwirtschaft zu machen. Hierbei entstand die Idee, unser Verfahren zur Rückgewinnung von Metall aus Schlacke von Kehrlichtverbrennungsanlagen (KVA) an die Bedürfnisse der chinesischen Abfallwirtschaft zu adaptieren.

Aufgrund der unterschiedlichen Lebensstandards ist davon auszugehen, dass sich in China weit weniger rückgewinnbare Metalle in der Schlacke befinden als in der Schweiz. Um das Verfahren dennoch wirtschaftlich und ökologisch sinnvoll anzuwenden ist geplant, die Schlacke wie herkömmlich zu zerkleinern und die Metalle zu entfernen. Anschliessend soll die Schlacke mit Filterasche vermischt und zur Verfestigung

von schwermetallhaltigen Industrieschlämmen eingesetzt werden. Industrieschlämme wurden bisher unverfestigt deponiert und können über das Deponiesickerwasser ins Trinkwasser gelangen. Im Rahmen seiner Diplomarbeit ist unser künftiger Mitarbeiter Balz Solenthaler für drei Monate in China tätig. In einem ersten Schritt untersucht er den Stand der Technik in China bezüglich Abfallverbrennung. Anschliessend werden Reststoffproben von verschiedenen chinesischen KVA besorgt und deren Gehalt an wiedergewinnbarem Metallschrott bestimmt. Weitere Abklärungen sollen zeigen, wieweit sich die Schlacke zur Verfestigung von schwermetallhaltigen Industrieschlämmen eignet.

Das Projekt wird vom Staatssekretariat für Wirtschaft (seco) unterstützt.



Besuch einer KVA in Harbin

Zurück in der Schweiz

(hh) Martin Brunner, Gründer und ehemaliger Leiter des umtec, ist Mitte Jahr mit seiner Familie aus Costa Rica zurückgekehrt. Er hat dort während eines Jahres für Swisscontact (eine schweizerische Organisation für Entwicklungszusammenarbeit) verschiedene Umweltprojekte betreut.

Seit Anfang Oktober ist Martin Brunner nun bei von Roll INOVA in Zürich tätig und leitet dort den Sektor Technik. Von Roll INOVA ist auf den Bau von Abfallverbrennungsanlagen spezialisiert und entwickelt unter anderem gemeinsam mit dem umtec ein Verfahren zur Wiedergewinnung von Metallen aus KVA-Schlacke. Wir freuen uns, dass Martin Brunner wieder in der Schweizer Umwelttechnik engagiert ist und wünschen ihm in seiner neuen Tätigkeit viel Erfolg.

Neues Abgasmessgerät am umtec

(mz) Seit kurzem ist das umtec im Besitz eines eigenen Abgasmessgerätes. Diese Anschaffung wurde im Rahmen verschiedener Projekte im Bereich «Partikelfilter für Dieselmotoren» und der Einrichtung einer Informationsstelle für Partikelfilter nötig.

Mit der Gasmessbank des Abgasmessgerätes der Firma AVL (Typ Dicom 4000) lassen sich die Gase Kohlenmonoxid (CO), Kohlendioxid (CO₂), Kohlenwasserstoff (HC), Stickstoffmonoxid (NO) und Sauerstoff (O₂) messen. Mit dem zugehörigen Opazimeter kann die gesetzlich vorgeschriebene Messung der Abgastrübung, also die Russemission des Dieselmotors, durchgeführt werden. Damit können alle relevanten Emissionen eines modernen Motors analysiert werden.

Das neue Gerät ermöglicht es uns, auch Abgasmessungen im Feld (z.B. bei Maschinen auf Baustellen) durchzuführen. Diese Unabhängigkeit erlaubt uns, schnell und flexibel auf potentiellen Messbedarf für unterschiedliche Anforderungen zu reagieren.



AVL Dicom 4000 im Einsatz

Ehemaligen-Treffen

(hh) Am 29. August 2002 war es soweit: Vor unseren Büros direkt am Zürichsee durften wir alle bisherigen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des umtec zum ersten Ehemaligentreffen begrüßen.

Bei wunderschönem Wetter vergnügten sich insgesamt 15 aktive und ehemalige Mitarbeiter des umtec zusammen mit ihren Partnern und Kindern bei Speis und Trank. Die mehr als 30 Personen wurden vom Grillchef Markus Zürcher nach Strich und Faden verwöhnt.



Stimmungsbild vom ersten Ehemaligentreff

Dieser Tag blieb allen Beteiligten in guter Erinnerung und lässt auf eine Wiederholung hoffen.

Sensorik am umtec

(hh) Umwelttechnik und Sensorik – zwei Begriffe, die eng miteinander verknüpft sind. In den folgenden Zeilen werden einige «Spezialitäten» aus unserem Arbeitsumfeld näher beschrieben.

In der modernen Umwelttechnik ist die Sensorik ein wesentliches Instrument zur Bestimmung der verschiedenen Emissionen und Immissionen. Weiter ist die zuverlässige Aufnahme von Messgrößen eine wichtige Voraussetzung für die Regelung von industriellen Prozessen. Das umtec ist gleich in doppelter Hinsicht mit der Analytik verbunden – einmal als Anwender und auf der anderen Seite auch als Entwickler von Messgeräten.

Im Laufe einiger Projekte hat sich herausgestellt, dass für die jeweilige Anwendung kein optimales Messgerät auf dem Markt erhältlich ist. Daher wurde mit der Entwicklung von eigenen Geräten begonnen. So wurden am umtec Messgeräte zur NO- und NO₂-Erfassung auf mobilen Dieselmotoren entwickelt, welche heute erfolgreich eingesetzt werden.

Neben der «klassischen» Gas- und Wasseranalytik beschäftigt sich das umtec auch mit recht aussergewöhnlichen Messmethoden. Wer hätte gedacht, dass einer unserer fünf Sinne, nämlich der Geruchssinn, einst objektiv und unbestechlich seine Dienste in Form einer «elektronischen Nase» verrichten kann? Ebenso faszinierend ist die Anwendung von mobilen Röntgenfluoreszenz-Geräten, welche mit Hilfe einer radioaktiven Strahlungsquelle viele Elemente des Periodensystems einfach und schnell nachweisen können.

Elektronische Nase

(hh) Das Geruchsempfinden der Menschen ist subjektiv. Viele Fragestellungen in der Umwelttechnik erfordern jedoch eine objektive Erfassung von Gerüchen. Diese Lücke wird durch sogenannte «elektronische Nasen» abgedeckt.



Elektronische Nase im umtec-Labor

Als Messprinzip wird dabei die chemische Wechselwirkung von Geruchsmolekülen mit verschiedenen Dedektormaterialien ausgenutzt. Das Ziel beim Gebrauch von elektronischen Nasen besteht nicht darin, spezifische Gas-Moleküle zu erkennen. Es soll vielmehr ein möglichst breites Spektrum an Gasen erfasst werden, um daraus die Gesamtheit des Geruches zu erfassen.

Hierzu werden mehrere hochempfindliche Metalloxid-Sensoren eingesetzt. Die Verarbeitung der Signale erfolgt neben traditionellen Verfahren auch mit Hilfe neuronaler Netzwerke und Fuzzy Logic.

Am umtec wird zur Zeit ein Projekt zur Unterscheidung verschiedenartiger Stoffe im Bereich «Abfall» durchgeführt. Hierzu steht in unserem Labor eine elektronische Nase der Firma alfa-mos bereit.

Mobiles NO₂-Messgerät

(mz) Zur Reduktion der Emissionen sehr kleiner Russpartikel (PM10) auf Nutzfahrzeugen wird heute oft ein Partikelfilter des Typs CRT eingesetzt. Aufgrund seines Funktionsprinzips kann sich jedoch unter bestimmten Betriebsbedingungen der Anteil NO₂ von 5% vor dem CRT auf 70% nach dem CRT, bezogen auf das gesamte NO_x, verschieben. Obwohl NO₂ in den vorliegenden Konzentrationen nicht gleichermaßen gesundheitsgefährdend ist wie PM10, wirkt es als Reizgas circa zehnmal stärker als NO. Ausserdem ist NO₂ die direkte Vorläufersubstanz für bodennahes Ozon.

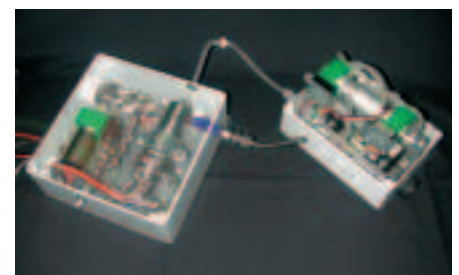
Diese durch den CRT verursachte, unerwünschte Erhöhung des NO₂-Anteils im Abgas wurde bei einem Bus durch Tests auf dem Prüfstand nachgewiesen. Inwiefern die Messungen mit den Werten im täglichen Einsatz übereinstimmen, kann nur mit Messungen direkt auf dem Fahrzeug festgestellt werden. Aus diesem Grund hat das umtec mit der Unterstützung der Gebert RUF Stiftung ein mobiles NO₂-Messgerät entwickelt.

Die Messung von NO₂ verursacht im Gegensatz zu den meisten anderen Gasen ein zusätzliches Problem: Bei der üblichen Gasmessung wird die im Abgas enthaltene Feuchtigkeit durch erzwungene Abkühlung kondensiert und damit abgeschieden. Wasserlösliche Gase lösen sich jedoch in dem Kondensat und gelangen daher gar nicht bis in das Messgerät. Als Folge ergeben sich systematisch zu tiefe Messwerte.

Um dieses Problem zu lösen, wurde für die Messgasaufbereitung statt der üblichen

Messgaskühlung ein Verdüner entwickelt. Durch die definierte Verdünnung mit trockener Luft wird der Anteil der Feuchtigkeit im Messgas soweit gesenkt, dass bei der herrschenden Messtemperatur keine Kondensation auftritt.

Die Messbank bildet das Herzstück des Geräts. Sie enthält zwei alternierend betriebene elektrochemische NO₂-Messzellen. So kann trotz der erforderlichen periodischen Regeneration der Messzellen quasi kontinuierlich gemessen werden. Für die Steuerung sämtlicher Sensoren und Aktoren wird eine speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) eingesetzt.



NO₂-Messgerät für Einsatz auf dem Bus

Das Gerät wird zur Zeit auf einem Linienbus des Wiler Transportunternehmens Bus Halter AG erprobt. Eine Messkampagne in Zusammenarbeit mit den CRT-Herstellern Eminox Ltd. und Johnson Matthey Ltd. ist in Bearbeitung.

Evaluation von mobilen XRF-Geräten

(dt) Bei der Untersuchung von schwermetallkontaminierten Böden ist es von Vorteil, wenn Schadstoffmessungen direkt vor Ort vorgenommen werden können. Dies kann heutzutage mit mobilen XRF-Geräten (x-ray fluorescence analyzer) erreicht werden.

Am umtec wurden im Auftrag des BUWAL/Abt. Abfall zwei mobile XRF-Geräte untersucht, welche auf dem Schweizer Markt erhältlich sind. Von primärem Interesse war die Ermittlung der Nachweisgrenzen der im Altlastenbereich relevanten Schwermetalle. Es zeigte sich, dass die Elemente Blei, Kupfer, Zink und Arsen von beiden Geräten sehr zuverlässig detektiert werden können. Vor allem Blei kann auch bei sehr tiefen Konzentrationen (bis 10 ppm) immer noch quantifiziert werden.

Zusammenfassend haben wir festgestellt, dass sich beide Geräte für einen Feldeinsatz im Umweltbereich hervorragend eignen.

Metallgewinnung aus Kehrichtschlacke

(dt) Vorgegangene Arbeiten am umtec haben gezeigt: In der Schlacke von Schweizer Kehrichtverbrennungsanlagen (KVA) sind neben grossen Mengen an Eisen auch ca. 14'000 t/a Aluminium und 6'000 t/a Kupfer vorhanden. Dieser Anteil liegt in stückiger Form vor und kann mittels mechanischen Verfahren zurückgewonnen werden.

Das umtec hat daher zusammen mit den Firmen Von Roll INOVA und Eberhard Recycling AG ein Projekt zur Metallgewinnung aus der KVA-Schlacke gestartet. Nach ersten Versuchen im Labormassstab wird derzeit in Klus/SO eine Pilot- und Demonstrationsanlage im technischen Massstab aufgebaut. Mit dieser Versuchsanlage soll gezeigt werden, dass sich auch Nichteisenmetalle einfach und kostengünstig aus Schlacke zurückgewinnen lassen. Mit der Rückführung der Nichteisenmetalle in den Kreislauf anstelle der Deponierung kann ein grosser Beitrag für die Umwelt geleistet werden.

Es hat sich gezeigt, dass mit eingehenden Vorabklärungen bei der PFS-Evaluation spätere Schwierigkeiten im Betrieb oft vermeidbar sind. Zur Zeit wird deshalb mit dem AFU des Kantons St. Gallen ein PFS-Evaluationsmodell erarbeitet. Dieses soll dem Bauunternehmer helfen, das für seine Maschinen optimale System auszuwählen.

NO₂-Emissionen bei Partikelfiltersystemen

(mz) Abgasmessungen an Bussen, die mit Partikelfiltern des Typs CRT ausgerüstet sind, haben ergeben, dass diese katalytisch regenerierenden Systeme eine Erhöhung der NO₂-Emissionen verursachen können (siehe Artikel Seite 3 «Mobiles NO₂-Messgerät»). In Zusammenarbeit mit den englischen CRT-Hersteller Eminox Ltd. und Johnson Matthey Ltd. wird zur Zeit auf

einem Fahrzeug der Firma Bus Halter eine Feldmesskampagne durchgeführt. Mit dem am umtec entwickelten mobilen NO₂-Messgerät wird dabei die Katalysatoreffizienz des CRT-Systems, also die Umwandlung von NO zu NO₂, und die NO₂-Emissionen im Realbetrieb gemessen.

Die umweltfreundlichsten Diesellinienbusse der Schweiz

(bb) Gemeinsam mit mehreren Industriepartnern entwickelt das umtec ein System zur Reduktion der Schadstoffemissionen bei Dieselfahrzeugen. Die Entwicklungsarbeiten laufen seit 1999 und sind in der Zwischenzeit so weit fortgeschritten, dass in diesem Herbst erstmals als weiteres Fahr-

Nicht ohne Stolz dürfen wir sagen, dass dieses Fahrzeug der umweltfreundlichste Diesellinienbus der Schweiz ist. Alle relevanten Schadstoffe können mit dem Abgasreinigungssystem massiv gesenkt werden. Feinstaub (PM10) wird um mehr als 95% und die Stickoxide (NO_x) um mehr als 80% reduziert. Damit unterschreitet dieser Bus bereits heute die erst ab dem Jahre 2008 gültigen Abgasnormen EURO 5.

In Kürze wird ein zweiter Bus ebenso nachgerüstet, um damit weitere Langzeiterfahrungen zu sammeln und das System bis zur Serienreife weiterzuentwickeln. Wir hoffen mit dem Abgasreinigungssystem gegen Ende 2003 einen ausgedehnten

Feldtest auf mehreren Diesellinienfahrzeugen durchführen zu können. Ziel des Projektes ist die Bereitstellung von kommerziell erhältlichen Nachrüstsets zur Entstickung von Diesellinienabgasen ab 2004.

Unsere Diplomanden stellen sich vor

Nach drei Jahren HSR stehen auch jetzt wieder frisch gebackene Ingenieure vor dem Wiedereintritt ins Berufsleben. Hochmotiviert und mit einem Rucksack prall gefüllt mit wissenschaftlich/technischen Grundlagen und aktuellem Fachwissen.

Wie aber finden sie nun den optimalen Job? Und andersherum: Wie finden Sie, unsere Industriepartner, die für Ihre vakante Stelle ideale Besetzung? Sehr gerne möchte das umtec Ihnen die Möglichkeit geben, zwei «unserer» Diplomanden kennenzulernen. Bitte beachten Sie die Beilage zu unserer Zeitung.



Einsatz von Partikelfiltersystemen auf der Baustelle A13

(mz) Mit der Einführung der neuen Bau-Richtlinie Luft (BauRLL) im September 2002 müssen Baumaschinen mit einer Leistung grösser als 37 kW auf grossen und längerfristigen Baustellen mit Partikelfiltersystemen (PFS) nachgerüstet werden. Allerdings haben schon in der Vergangenheit verschiedene Kantone die vollständige oder teilweise PFS-Ausrüstung für Baustellen der öffentlichen Hand verlangt.

Auf der Baustelle A13 im St. Galler Rheintal wurden zwischen Mai 2000 und Juni 2001 einige Maschinen mit Partikelfiltersystemen ausgerüstet. Um die bisherigen Erfahrungen mit den PFS zu dokumentieren und die Wirksamkeit der Massnahme zu beurteilen, hat das umtec in Zusammenarbeit mit dem AFU St. Gallen, dem Tiefbauamt des Kantons St. Gallen sowie den beteiligten Bauunternehmen die nachgerüsteten Maschinen untersucht.



Linienbus mit Abgasnorm EURO 5

zeug, ein 9-jähriger Linienbus der Firma Bus Halter AG in Wil/SG, damit ausgerüstet werden konnte.

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)

Auflage: 1200 Exemplare
Erscheint 2 x jährlich

Druck: Franz Kälin AG, Einsiedeln