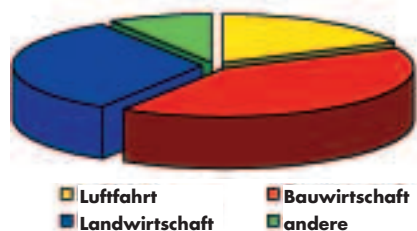


PM_{2.5} – Tödlicher Feinstaub

(rb) Smogkatastrophe London Dezember 1952: 4000 Tote innert 14 Tagen zusätzlich zur normalen Sterberate. Spätestens seit diesem Zeitpunkt weiss man, dass die Mischung aus «smoke» und «fog», kurz «smog», Folgen haben kann, die mehr als lästig sind. Die naheliegende Annahme, dass die smogbildenden Russchwaden, die in der Mitte des letzten Jahrhunderts den Himmel über unseren Innenstädten verdunkelten, etwas mit der erhöhten Sterblichkeit zu tun hatten, ist gleichzeitig richtig und auch falsch. Forschungsergebnisse der letzten Jahre belegen nämlich, dass nicht etwa die augenfälligen schwarzen Russwolken, sondern vielmehr deren unsichtbare kleinste Bestandteile die eigentlichen Killer sind. Der Mensch ist von Natur aus durch ein wirksames Filtersystem (Mund, Nase) davor geschützt, dass Staubpartikel aus natürlichen Quellen in das Innere der Lungen vordringen können. Leider hat die Natur uns nicht mit entsprechenden Mechanismen ausgerüstet, um auch die allerkleinsten Bestandteile z. B. aus Abgasen von Dieselmotoren aus unseren Lungen fernzuhalten. Diese sogenannten PM_{2.5} sind winzige Staubpartikel mit einem Durchmesser von weniger als 0.0025 mm. Eine neue Studie zeigt: die in diesen Partikeln enthaltenen Schadstoffe sind bereits wenige Stunden nach der Exposition in der menschlichen Blutbahn nachweisbar.

Feinstpartikelproduktion nach Branchen



Feinstpartikel aus dem «off-road» Bereich: 40% stammen von Baumaschinen (BUWAL 1995)

Woher kommen diese Partikel und was können wir dagegen tun? Die Hauptverursacher für PM_{2.5} sind Dieselmotoren, und zwar vor allem solche aus dem sogenannten «off road» Bereich. Hier wiederum dominieren die Baustellenmaschinen, dicht gefolgt von der Landwirtschaft.

Die einzig wirklich wirksame Massnahme gegen PM_{2.5} bei Dieselmotoren ist die Aus-

rüstung der Maschinen mit Partikelfiltern. Neue Maschinen kommen daher teilweise bereits mit solchen Filtern ausgestattet auf den Markt. Probleme für die Umwelt bereitet der Umstand, dass viele Baumaschinen ausserordentlich lange Standzeiten haben und daher erst nach sehr langer Zeit ersetzt werden müssen. Entsprechend der «Partikelfilterrichtlinie» des BUWAL müssen solche Motoren nun innert weniger Jahre mit Partikelfiltern nachgerüstet werden. Problematisch ist hierbei, dass die Partikelfiltertechnologie stark fragmentiert und in ständiger Bewegung ist. Auf dem Markt werden zahlreiche verschiedene Filter-Bauarten angeboten. Je nach Anforderungsprofil der Baumaschinen erweist sich die eine oder die andere Bauart als optimal geeignet. Zusätzliche Unsicherheit bringt die rasante Weiterentwicklung der Filter – was heute «Stand der Technik» ist, kann bereits in zwei Jahren veraltet sein.

Das Dilemma ist offensichtlich: angesichts dessen, dass in der Schweiz Menschen an den Folgen von PM_{2.5} sterben, ist der Handlungsdruck auf die Behörden gewaltig. Ebenso verständlich ist allerdings, dass sich die betroffenen Bauunternehmer in der Rolle des Opfers überstürzter Massnahmen sehen. An der Schnittstelle zwischen Behörde und Bauunternehmer gibt es dringenden Bedarf nach pragmatischen Lösungen, die sowohl für die Behörden als auch für die betroffenen Bauunternehmungen akzeptabel sind. Hier wird externe Beratung notwendig, die einerseits fachkundig ist, andererseits aber unabhängig von den involvierten Parteien, wie Behörden, Bauunternehmen und Partikelfilterlieferanten.

Als Fachhochschulinstitut mit dem Auftrag die Theorie und die Praxis miteinander zu verbinden, ist das umtec ideal positioniert, um in diesem Spannungsfeld aktiv zu werden. Zusammen mit zwei renommierten Schweizer Ingenieurbüros wird das umtec daher eine «Arbeitsgemeinschaft Partikelfilter» bilden. Unsere Aktivitäten werden sich auf zwei Säulen abstützen: Messtechnik und Beratung. Unsere Partner sind die Behörden, die Bauunternehmer und die Partikelfilterlieferanten.

Unser Ziel ist die Umsetzung der Partikelfilterrichtlinie innert weniger Jahre, ohne dass dies zu untragbaren Nachteilen für die betroffenen Bauunternehmungen führt.

Falsch!

Unsere Umwelt wird immer dreckiger; die Luft verpestet, das Wasser vergiftet, der Boden verseucht. Es bleibt nur noch die Frage, ob uns zuerst die Rohstoffe ausgehen oder ob wir zuerst im Abfall versinken. Richtig?

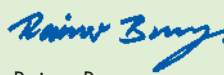
Falsch! Tatsache ist, dass sich die meisten Umweltindikatoren seit den 70er Jahren positiv entwickelt haben – jedenfalls in den westlichen Industrienationen. Unsere Umwelt ist in vielen Bereichen heute fast wieder so sauber wie um 1900. Erreicht wurde dies übrigens weitgehend durch die teilweise vielgeschmähten «end of pipe»-Lösungen wie zum Beispiel Abgasfilter, Katalysatoren, Kläranlagen und Kehrlichtverbrennungsanlagen.

Können wir also Entwarnung geben? Keineswegs – es gibt noch viel zu tun. Stichworte im Bereich der Luftreinhaltung sind Feinstaubpartikel (siehe Leitartikel) und Ozonbildner. Im Gewässerschutz sind die Probleme der Überdüngung und der hormonaktiven Stoffe noch nicht gelöst. In der Abfallwirtschaft muss das Recycling von Schwermetallen noch weiter vorangetrieben werden.

Die Umwelttechnik hat sich nach den Boomjahren Anfang der 90er mittlerweile konsolidiert. Im Vordergrund steht in der Schweiz ein optimaler Kosten/Nutzen-Effekt. Während im Ausland teilweise immer noch kostspielige, politisch motivierte, Pflichtübungen absolviert werden («grüner Punkt»), ist die Schweizer Umweltpolitik durch pragmatische Lösungen gekennzeichnet (zum Beispiel das «Verbrennungsgebot» von organischen Abfällen).

Wir vom umtec ziehen am gleichen Strick. Im Gegensatz zu vielen anderen Forschungseinrichtungen sehen wir unsere primäre Aufgabe nicht in der Untersuchung von Umweltproblemen, sondern in der Lösung von Umweltproblemen.

Schöne Ferien
wünscht Ihnen



Rainer Bunge



**Heiri Hafner
neu als Stv. Institutsleiter**

Auf den 1. Februar 2002 hat Heiri Hafner neu die Aufgabe als stellvertretender Institutsleiter am umtec angenommen.

Nach seinem Studium an der FH Rapperswil ist er als Projektingenieur am umtec eingestiegen. Durch seine mittlerweile vier Jahre dauernde Tätigkeit am Institut hat er sich ein breites Wissen in den verschiedensten Gebieten angeeignet. Ein Nachdiplomstudium zu Thema «Bau und Energie», welches er zurzeit absolviert, rundet seinen fachlichen Horizont ab.

Neben der Projektarbeit und der Führung von drei Mitarbeitern wird er sich vermehrt auch den administrativen Belangen des Institutes widmen und so unseren Institutsleiter, Prof. Dr. Rainer Bunge, entlasten.

Seine Freizeit verbringt er zusammen mit seiner Frau und seinen drei Kindern und geht seinen verschiedenen Hobbies nach.

Wir wünschen ihm viel Kraft und Erfolg bei seiner neuen Aufgabe.



Das umtec-Team im Sommer 2002. Hintere Reihe v.l.n.r.: Dominik Ebnetter, Heiri Hafner, Rainer Bunge, David Thut, Markus Zürcher. Vordere Reihe v.l.n.r.: Stefan Hungerbühler, Denise Furrer, Bernhard Bürgler.

Umweltprojekte in Costa Rica

«Ich hätte fast wetten können, dass ihr verlängert» schrieb uns vor einigen Wochen eine Bekannte, als sie erfuhr, dass wir Mitte Juli definitiv in die Schweiz zurückkommen. Obwohl dieses Jahr in Costa Rica sehr schnell vorbeigegangen ist, scheint uns unsere Ankunft hier eine Ewigkeit zurück zu liegen. Wir haben in diesen zehn Monaten so viel gesehen und erlebt, dass wir uns kaum mehr vorstellen können, wie es sein wird, wenn wir in die Schweiz zurückkehren.

«Kann man in einem Jahr überhaupt etwas Sinnvolles erreichen?», wurden wir immer wieder gefragt. «Kaum hat man sich an das Land gewöhnt, muss man schon wieder abreisen!» Da ist etwas Wahres daran. Obwohl wir schon eine Woche nach unserer Ankunft in ein Haus eingezogen sind, haben wir ungefähr acht Monate gebraucht, bis wir uns wirklich zu Hause fühlten. Und fast zum gleichen Zeitpunkt haben wir begonnen, unsere Rückreise zu planen. Trotzdem hat sich dieses Jahr gelohnt. Für uns alle war es eine grosse Bereicherung, sich in einer fremden Kultur, in einer neuen Sprache und in einem ganz anderen Tagesablauf zurecht zu finden. Aber wir sind an dieser Herausforderung gewachsen und dieses Jahr hat uns auch als Familie näher zusammengebracht.

Und was lässt sich in einem Jahr beruflich erreichen? Meine Arbeit für Swisscontact (einer schweizerischen Stiftung für Entwicklungszusammenarbeit) hier in Costa Rica

umfasste drei Schwerpunkte: Die Definition von neuen Projekten im Umweltbereich, die Verbrennung von Abfällen im Zementwerk und die Reduktion des Brennholzverbrauchs in der Kaffeindustrie.



Verbrennung von getrockneten Kaffeeschalen.

In allen Arbeitsbereichen konnten die gesteckten Ziele erreicht werden. Die zukünftigen Umweltprojekte für Costa Rica sind definiert: Swisscontact wird die Behörden bei der Umsetzung der Umweltgesetzgebung unterstützen und gemeinsam mit der Industrie wollen wir ein flächendeckendes System für das PET-Recycling aufbauen. Auch die Zusammenarbeit mit der Zementindustrie war erfolgreich: Gemeinsam konn-

ten wir bei den Behörden eine bessere Akzeptanz der energetischen Nutzung von Abfällen erreichen.

Am intensivsten hat mich aber das Kaffeeprojekt beschäftigt: Zur Kaffeetrocknung werden in Costa Rica pro Jahr über 200 000 m³ Brennholz verbraucht. Gleichzeitig fallen aus der Kaffeeverarbeitung jährlich 350 000t Kaffeefruchtschalen an, die ein erhebliches Umweltproblem darstellen. Das Ziel unseres Projektes ist es, die Kaffeeschalen zu trocknen und an Stelle von Holz als Brennstoff zu nutzen.

In diesem Jahr haben wir die entsprechenden Apparate dazu entwickelt und in einem Pilotprojekt erprobt. Ein wesentlicher Knackpunkt war die Verbrennung der getrockneten Kaffeeschalen. Dazu musste ein bestehender Holzofen modifiziert werden, denn die getrockneten Kaffeeschalen brennen nicht wie Holz, sondern eher wie dörres Laub. So war der erfolgreiche Betrieb des Ofens mit einer Leistung von über 1 MW ein wichtiger Durchbruch. Nun planen wir den Bau der ersten Grossanlage. Die Auslegung dieser Anlage wollen wir noch vor meiner Abreise aus Costa Rica abschliessen.

Was ich machen werde, wenn ich wieder in der Schweiz bin? Nun, soviel ist klar: Ich werde in die Industrie zurückkehren und das Thema Umwelt wird mich auch weiterhin beschäftigen. So werde ich möglicherweise auch in Zukunft wieder mit Ihnen zusammenarbeiten. Ich freue mich darauf!

Martin Brunner, Swisscontact Costa Rica (family.brunner@swissonline.ch)

Abgasreinigungssysteme für Dieselmotoren im Vergleich

(bb) Zur Reduktion von Emissionen aus einem Dieselmotor können verschiedene Verfahren angewandt werden. In diesem Bericht werden die Vor- und Nachteile von drei verschiedenen Systemen miteinander verglichen.

Der Dieselmotor hat gegenüber dem Benzinmotor einen 15–20% geringeren Brennstoffverbrauch und emittiert entsprechend weniger CO₂. Daher hat sich der robuste und langlebige Dieselmotor in Lastwagen und Baumaschinen, aber auch in Personewagen bestens bewährt. Ein grosser Nachteil gegenüber Benzinmotoren sind allerdings die erhöhten Emissionen von Russpartikeln (PM₁₀/PM_{2.5}) und Stickoxiden (NO_x). Russpartikel sind gefährliche Schadstoffe – Stickoxide bilden das schädliche bodennahe Ozon.

Dieselaabgas-Emissionen

Feinpartikel lassen sich mit einem DPF (Diesel Partikel Filter) relativ einfach aus dem Dieselaabgas entfernen. Während im öffentlichen Verkehr neue Busse oft schon mit Partikelfiltern ausgerüstet sind, besteht in anderen Bereichen erheblicher Nachrüstbedarf. Mittelfristig sollen alle schweren Nutzfahrzeuge in der Schweiz mit einem Partikelfilter ausgerüstet sein.

Im Gegensatz zu Partikelemissionen sind gegen den Stickoxidausstoss von Dieselmotoren noch keine Systeme auf dem Markt etabliert, die einen langfristig befriedigenden Reduktionsgrad erreichen. Es gibt derzeit drei Verfahren, die prinzipiell sowohl für eine Nachrüstung von älteren Dieselmotoren als auch für die Neuausrüstung geeignet sind:

1. Selektive katalytische Reduktion (SCR)
2. Abgasrückführungssystem (AGR)
3. Diesel-Wasser-Emulsion (DWE)

Alle drei Systeme sind derzeit im Prototypenstadium, also technisch noch nicht völlig ausgereift. Dringender Handlungsbedarf ergibt sich, da bereits bestehende Gesetzeauflagen für die Zukunft stark verschärfte Grenzwerte für Partikelemissionen als auch für Stickoxidemissionen vorsehen. Deshalb gehört die Zukunft Systemen, die sowohl Partikel abscheiden als auch NO_x zerstören. Die aktuellen technischen Entwicklungen zielen darauf ab, ein Partikelfilter- und ein DeNO_x-System zu kombinieren. Hierbei müssen mehr oder weniger befriedigende Kompromisse zwischen folgenden, teilweise widersprüchlichen Zielen eingegangen werden:

- geringer Treibstoffverbrauch
- hoher Partikelabscheidegrad
- hohe NO_x-Umwandlungsrate
- geringe Kosten

Das umtec entwickelt zusammen mit zwei Industriepartnern und mit grosszügiger Unterstützung durch den Technologieförderfonds des BUWAL ein Abgasnachbehandlungssystem, mit dem sowohl Partikel als auch Stickoxide bekämpft werden können. Wir haben uns für die Kombination zwischen einem SCR-Katalysator und einem CRT-Russfilter (Continuously Regenerating Trap) entschieden (siehe auch umtec-Zeitung 1/01).

Vergleich von Abgasreinigungssystemen

Im Folgenden werden Abgasreinigungssysteme miteinander verglichen, welche sich für die Neu- wie auch für die Nachrüstung von Dieselmotoren eignen.

- SCR/DPF: Kombination zwischen einem SCR-DeNO_x-System und einem Partikelfilter. Ein ammoniakhaltiges Reduktionsmittel wird dem Abgas zugegeben und zerstört mit Hilfe eines Katalysators das NO_x. Die Partikel werden in einem zusätzlichen Filter abgeschieden.
- AGR/DPF: Gekühlte Abgasrückführung kombiniert mit einem Partikelfilter. Ein Teil der von Partikeln gereinigten Abgase wird der Ansaugluft des Dieselmotors beigemischt. Die Verbrennungstemperatur wird dadurch gesenkt und damit eine NO_x-Reduktion erzielt.
- Diesel-Wasser-Emulsion: Das Dieselöl wird mit bis zu 20% Wasser vermischt. Durch die geringere Verbrennungstemperatur resultiert eine Schadstoffreduktion.

Als Referenz für die folgenden Betrachtungen wählen wir einen Dieselmotor ohne weitere Abgasbehandlung («unbehandelt») und einen Dieselmotor, der nur mit einem Partikelfilter ausgerüstet ist («nur DPF»). Diagramm 1 zeigt die Partikel- und Stickoxidemissionen, die mit den verschiedenen Verfahren verbleiben.

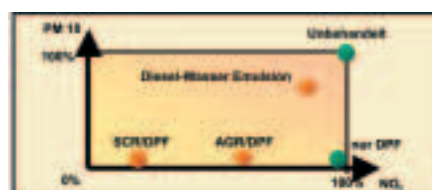


Diagramm 1: Schadstoffemissionen

Ein wichtiger Aspekt sind natürlich die Kosten. Diagramm 2 zeigt daher die zusätzlich zu erwartenden Kosten. Diese beinhalten die Investitionen und die laufenden Kosten des jeweiligen Abgasreinigungssystems über fünf durchschnittliche Betriebsjahre.

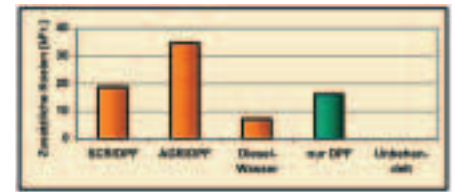


Diagramm 2: Zusätzliche Kosten

Ein Abgasreinigungssystem sollte den Kraftstoffverbrauch des Motors möglichst nicht erhöhen. Diagramm 3 zeigt den Einfluss der verschiedenen Systeme auf den Dieselaabgasverbrauch. Ein Motor mit SCR/DPF-System kann ohne Rücksicht auf die Rohabgasqualität auf maximale Leistung bei minimalem Kraftstoffverbrauch optimiert werden. Die Schadstoffe in den Rohabgasen werden durch den nachgeschalteten Partikelfilter und das DeNO_x-System vernichtet.

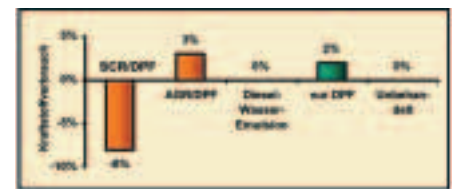


Diagramm 3: Kraftstoffverbrauch

Bewertung

Insgesamt ergibt sich folgendes Bild. Ein reiner Filter entfernt zwar Partikel effizient und zu mässigen Kosten aus dem Abgas, doch lässt sich damit keine Reduktion der Stickoxidemissionen erreichen. Mit einer Diesel-Wasser-Emulsion lassen sich zwar Schadstoffe im Abgas sehr kostengünstig vermindern, allerdings bei weitem nicht ausreichend, um zukünftige Grenzwerte einzuhalten. Anders beim AGR/DPF und SCR/DPF: diese eliminieren sowohl NO_x als auch Partikel sehr effizient aus dem Abgas. Der Hauptvorteil des AGR liegt in der einfachen Betriebsweise. Im Gegensatz dazu muss beim SCR/DPF-System periodisch ein Betriebsmittel (z. B. Ammoniakwasser) nachgetankt werden.

Durch die markanten Kraftstoffeinsparungen ist das SCR/DPF-System günstiger als die Abgasrückführung und erreicht ausserdem eine viel höhere Reduktion der Stickoxidemissionen. Auch beim Kriterium «minimaler CO₂-Ausstoss» ist das SCR/DPF-Verfahren der klare Favorit.

Das SCR/DPF-System des umtec schneidet also im Vergleich mit seinen Konkurrenten hervorragend ab. Es lassen sich die vergleichsweise höchsten NO_x-, Partikel- und CO₂-Reduktionen bei geringstem Treibstoffverbrauch und tragbaren Kosten erreichen.

Abschluss Diplomarbeiten

(de) Im Januar konnten am umtec drei Diplomarbeiten erfolgreich abgeschlossen werden. Alle Themen werden zurzeit in Form von Industrieprojekten am umtec weiterverfolgt.

Eine Diplomarbeit befasste sich mit der Umwandlung von Harnstoff in Ammoniak. Zur Entstickung von Dieselabgasen mit dem SCR-Verfahren wird Ammoniak an Bord von Fahrzeugen benötigt. Ammoniak ist allerdings giftig und erfordert daher besondere Vorkehrungen bei der Betankung. Besser wäre die Betankung mit harmlosem Harnstoff, der erst an Bord in Ammoniak umgewandelt wird. Nach schwierigen Versuchen gelang der Durchbruch mit einem alternativen Verfahren. Derzeit werden am umtec mit finanzieller Unterstützung durch den Förderfonds der Erdölvereinigung (FEV) weitere Versuche durchgeführt.

Eine weitere Arbeit hatte zum Ziel, Dieselabgas für die NO₂-Messung aufzubereiten. Mit der Abkühlung des Abgases kondensiert Feuchtigkeit aus, welche die Messung stark beeinträchtigt. Durch Verdünnung des Messgasstroms mit Luft kann die relative Feuchte soweit gesenkt werden, dass keine Kondensation mehr stattfindet. Mit der Weiterentwicklung der Peripherie und Überarbeitung des Verdünners gelang es, die Störeinflüsse durch Abgasdruck- und Temperaturschwankungen weitgehend zu eliminieren. Der Einbau des mobilen NO₂-Messgeräts auf einem Bus steht in Kürze an. Die Entwicklung des Gerätes wurde grosszügig durch die Gebert Rüf-Stiftung unterstützt.

Die dritte Diplomarbeit widmete sich der Rückgewinnung von Metallen aus KVA-Schlacke. Interessant sind in diesem Zusammenhang vor allem die Nicht-Eisen-Metalle. An Schlackenproben aus 10 Schweizer KVA's wurde nachgewiesen, dass darin etwa 2 % Aluminium- und 1 % Kupferschrott enthalten sind. Durch eine Aufbereitung der Schlacke liess sich in der Schweiz jährlich rund 12 000 t Aluminium aus Schlacke gewinnen. Zum Vergleich: durch Separatsammlung werden in der Schweiz jährlich 2 400 t Aluminium dem Recycling zugeführt. Die Versuchsergebnisse fliessen in ein Pilotprojekt ein, für das wir bereits zwei Industriepartner gefunden haben.

Abgeschlossene Semesterarbeiten

(dt) In der Schweiz fallen jährlich 4 Millionen Tonnen an flüssigem Klärschlamm an. Da im Klärschlamm zahlreiche Schadstoffe vorkommen, darf dieser in Zukunft nicht mehr in der Landwirtschaft ausgebracht, sondern muss z.B. in KVA's verbrannt werden. Ziel der Semesterarbeit

CARTOON



war, den Klärschlamm durch Granulierung mit einem hydraulischen Bindemittel in eine rieselfähige und damit rostföngängige Form zu überführen. Als Resultat dieser Arbeit konnte eine Rezeptur entwickelt werden, durch welche gut ausbrennende Pellets hergestellt werden können.

Verdünnte Abfallsäuren die bei verschiedenen industriellen Prozessen anfallen, lassen sich zum Beispiel durch Destillation wieder aufkonzentrieren. Problematisch ist dabei die aufwändige Installation und der Korrosionsschutz. Eine Alternative ist die Aufkonzentration von verdünnten Abfallsäuren durch «Ausfrieren» von Wassereis. Eine Semesterarbeit beschäftigte sich mit diesem Verfahren. Die Ergebnisse deuten auf die prinzipielle Machbarkeit im Labormassstab hin. Allerdings sind im grosstechnischen Einsatz Schwierigkeiten zu erwarten.

Eine weitere Arbeit bestand in der umfassenden Recherche im Bereich der «künstlichen Nasen». Mit diesen Geräten lassen sich z.B. geruchsbildende Gase analysieren. Die elektronischen Nasen haben in den letzten Jahren einen erheblichen Entwicklungsschub durchgemacht. Dadurch können neue, unkonventionelle Einsatzgebiete in der Umwelttechnik erschlossen werden. Dieser Ansatz wird derzeit im umtec mit einer experimentellen Arbeit weitergeführt und soll im nächsten Jahr in einem Grossprojekt umgesetzt werden

Partikelfilter auf Baumaschinen

(mz) Für das Ausbauprojekt der Autobahn A13 zwischen Au und Widnau wurde

vom Tiefbauamt und dem Amt für Umweltschutz des Kantons St.Gallen in Abstimmung mit den beteiligten Bauunternehmern vereinbart, sechs Baumaschinen mit Abgas-Partikelfiltersystemen (DPF) auszurüsten.

Vom umtec wurde eine Zustandsaufnahme des Betriebsverhaltens und eine qualitative Beurteilung der Wirksamkeit der eingesetzten DPF durchgeführt. Nach Auswertung bereits vorhandener Daten, Gesprächen mit den Bauunternehmern und durchgeführten Messungen konnten Schlussfolgerungen über das Betriebsverhalten der DPF vorgelegt werden. Regenerationsprobleme des DPF auf einem Fahrzeug konnten durch die vorgeschlagenen Massnahmen beseitigt werden. Das Projekt befindet sich zurzeit in der Abschlussphase. Aufbauend auf dieser Arbeit werden weitere Projekte durchgeführt.

Impressum

Redaktion: Denise Furrer (df)
 Oberseestrasse 10
 8640 Rapperswil
 Telefon 055 222 48 60
 www.umtec.ch
 Rainer Bunge (rb)
 Martin Brunner (mb)
 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