UMTEC
INSTITUT FÜR UMWELT- UND VERFAHRENSTECHNIK

OST
Ostschweizer Fachhochschule

Newsletter, Dezember 2024

Michael Burkhardt
Institutsleiter

(BUMI) Stellen Sie sich vor, die naturwissenschaftlichen Fächer würden in unseren Schulen nicht mehr unterrichtet. Meine Tochter wäre erleichtert, denn Chemie und Physik fallen ihr schwer, aber sie könnte wahrscheinlich manche Zusammenhänge nicht mehr selbst überprüfen.

Erst kürzlich wurde in der Schule über Chemtrails diskutiert. Die Chemtrail-Theorie besagt, dass eine «böse Macht» systematisch Chemikalien in der oberen Atmosphäre versprüht, um geheime Ziele zu erreichen. Als Indiz dafür werden Kondensstreifen von Flugzeugen angeführt, die sich nicht wie üblich nach wenigen Minuten auflösen. Laut einer internationalen Umfrage glauben rund 17 Prozent der Menschen, dass an dieser Theorie etwas dran sein könnte.

Alle angeblichen Beweise für die Existenz von Chemtrails am Himmel, die von der Klasse untersucht wurden, liessen sich durch bekannte meteorologische Phänomene und physikalische Prozesse erklären, sagte meine Tochter. Dafür bin ich sehr dankbar.

Auch das UMTEC vermittelt unserem Nachwuchs ingenieurwissenschaftliche Grundlagen in der Energie- und Umwelttechnik und erarbeitet naturwissenschaftlich fundierte Lösungen.

Ich wünsche Ihnen viel Freude beim Lesen!

Kurskorrektur beim Klimaschutz

(BURA) Viele hochentwickelte Industrieländer unternehmen grosse Anstrengungen, um ihre CO_2-Emissionen zu reduzieren. Zwischen uns und den ärmeren Schwellenländern besteht jedoch eine Kluft in der Priorisierung des Klimaschutzes. Während sich die Industrieländer zunehmend von fossilen Energieträgern verabschieden, setzen vor allem die Schwellenländer weiterhin auf diese Ressourcen, um ihr Wirtschaftswachstum voranzutreiben.

Und sie haben gute Gründe dafür. Einige der Länder mit den höchsten CO_2-Emissionen, wie China und Indien, befinden sich in einer rasanten Industrialisierungsphase. Sie argumentieren, durchaus nachvollziehbar, dass die reichen Nationen während ihrer industriellen Entwicklung ebenfalls grosse Mengen an Treibhausgasen ausgestossen haben und nicht erwarten können, dass sich die aktuell aufstrebenden Volkswirtschaften in ihrer Entwicklung einschränken. Zudem leiden viele Schwellenländer unter Korruption und Misswirtschaft, haben hohe Kriminalitätsraten und marode Gesundheits-, Bildungs- und Sozialsysteme.

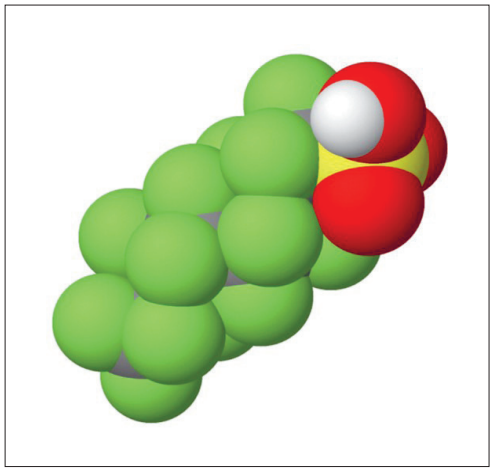
Zur Orientierung: Im Sorgenbarometer der Schweizer Bevölkerung steht die Klimaerwärmung auf Platz 2 und bei der Generation Z, also meinen Studierenden, sogar auf Platz 1. Im weltweiten Durchschnitt liegt das Thema hingegen nur auf Platz 9 und in den bevölkerungsreichen Schwellenländern sogar nur auf Platz 12. Klimaschutz kann aber nur funktionieren, wenn er global umgesetzt wird. Es nützt nichts, wenn ein kleiner Teil der Weltbevölkerung drastische Reduktionsmassnahmen ergreift, während der Rest immer mehr CO_2 ausstösst. Die Schwellenländer sind sich zwar der Klimaproblematik durchaus bewusst. Sie haben aber — durchaus verständlich — viel dringendere Prioritäten und sind damit punkto Klimaschutz praktisch handlungsunfähig.

Sinnvoll wäre es, den Fokus von der Ursachenbekämpfung auch auf Anpassungsstrategien zur Bewältigung der Folgen des Klimawandels zu verlagern. Statt immer mehr Geld in zusätzliche CO_2-Reduktionsmassnahmen in Länder zu pumpen, in denen die kostengünstigen Reduktionspotenziale bereits ausgeschöpft sind. Zweifellos ist es moralisch wünschenswert, die Ursachen des Klimawandels zu bekämpfen, und natürlich sollten wir CO_2-Emissionen reduzieren, wo immer dies möglich ist. Aber nicht um jeden Preis. Pragmatischer wäre es, sich stärker auf die Bekämpfung der Folgen des Klimawandels durch Anpassungsstrategien, vor allem in den Schwellenländern, zu konzentrieren. Zum Beispiel durch optimiertes Wassermanagement, verbesserte Ernährungssicherheit, Umsiedlungsstrategien, Küstenschutz und den Aufbau einer Infrastruktur, die klimabedingten Naturkatastrophen standhält.

Die Entwicklung und Umsetzung von Anpassungsstrategien erfordert eine Bereitschaft der reichen Länder zur Solidarität mit den ärmeren Ländern, zum Beispiel durch finanzielle Unterstützung und Technologietransfers. Denn unser Wohlstand ist wenigstens zum Teil auf Kosten des weniger privilegierten Rests der Welt gewachsen. Es ist daher nur fair, wenn wir uns an der Bewältigung der Folgen des Klimawandels in den Ländern beteiligen, die davon am härtesten betroffen sind und am wenigsten dagegen tun können.

PFAS - neue Ewigkeitschemikalien erfordern heute praktische Lösungen für morgen

(NYTA/DASM) PFAS (per- und polyfluorierte Alkylsubstanzen) sind nicht nur in den Schlagzeilen, sondern auch in unserer Umwelt allgegenwärtig. Ihre ausserordentlich stabile chemische Struktur hat ihnen den etwas unheilvollen Beinamen «Ewigkeitschemikalien» eingebracht. Aufgrund ihrer nahezu einzigartigen wasser-, fett- und schmutzabweisenden Eigenschaften sowie ihrer hohen chemischen und thermischen Stabilität sind PFAS in der Industrie und in unseren Konsumgütern weit verbreitet. Die Stoffgruppe der PFAS umfasst mehr als 10.000 chemische Verbindungen, die in zahlreichen Produkten wie Beschichtungen, Reinigungsmitteln, Kühlmitteln, Flammschutzmitteln und Feuerlöschschäumen verwendet werden oder wurden.



Chemische Struktur der Perfluor-Octansulfonsäure.

PFAS verschmutztes Material im verfahrenstechnischen Labor.

Sie werden in alarmierender Häufigkeit in Fleisch, Milch, Böden und inzwischen auch im menschlichen Körper nachgewiesen. Da PFAS-Verbindungen nach neuen Erkenntnissen teilweise (hoch)toxisch sind und sich dauerhaft im Fettgewebe anreichern können, besteht Handlungsbedarf. Neben einem Verbot des Einsatzes toxisch relevanter PFAS ist die Sanierung der zahlreichen kontaminierten Industrie-, Deponie- und Feuerwehrübungsplätze dringend erforderlich. Da sich die verschiedenen PFAS-Verbindungen nicht nur in ihrer Toxizität, sondern auch in ihren chemischen und physikalischen Eigenschaften stark unterscheiden, sind die korrekte Probenahme, Analyse und Bewertung von Materialproben komplex und aufwändig.

Die derzeit einzige Methode, um PFAS vollständig zu zerstören, ist eine thermische Behandlung bei über 1100 °C. Dem stehen jedoch Kapazitätsengpässe der thermischen Anlagen, der hohe Energieaufwand und vor allem die hohen Kosten entgegen. Das Problem kann deutlich reduziert werden, wenn es gelingt, die PFAS aus kontaminiertem Boden, Aushub oder Abbruchmaterial abzutrennen und als hochangereichertes Konzentrat in die thermische Behandlung einzubringen. Eine solche Aufkonzentrierung ist z.B. durch Bodenwäsche möglich, wobei oft massgeschneiderte zusätzliche Verfahrensschritte eingesetzt werden. Nicht selten wird eine Überführung der Schadstoffe in das Prozesswasser mit anschliessender Behandlung durch Flockung, Flotation oder Adsorption angestrebt — Verfahrensschritte, die auch bei der Behandlung von belasteten Sicker- oder Abwässern eingesetzt werden. Das UMTEC forscht intensiv an der Entwicklung von Verfahren zur Behandlung von PFAS-belasteten Materialien und unterstützt Unternehmen bei der Entwicklung verfahrenstechnischer Lösungen.

Studienarbeiten HS 2024

Baggenstos, Sven: Auslegung einer E-Schrott Aufbereitungsanlage in Brasilien

Cardini, Domenico: Carbon Capture via CO_2-Zersetzung

Haag, Daniel: Abtrennung von Zink aus Schwermetallgemischen

Jeanjaquet, Aymeric: Recycling Options for Plastic Waste in Developing Countries - Technical Feasibility and Material Availability

Krapf, Sebastian: Influence of Microfibers on Direct Membrane Filtration of Primary Municipal Wastewater (University of Iceland)

Reusser, Patrick & Richert, Johannes: Robust off-grid water treatments for low-resource settings

Schmoll, Gianluca: Drinking water quality assessment in Kumasi, Ghana

Tschopp, Mischa: Abtrennung von Asphaltpartikeln aus der nassen Bauschuttaufbereitung

Personelles am UMTEC

Wir freuen uns über den Eintritt von zwei neuen Mitarbeitenden.

Natalia Duque Villarreal arbeitet als Postdoktorandin in Teilzeit an der Fachhochschule OST und am Schweizerischen Wasserforschungsinstitut Eawag.

Sie ist Expertin für nachhaltiges Wassermanagement in urbanen Gebieten und promovierte in Umweltingenieurwissenschaften an der ETH Zürich. Ihre akademische Laufbahn begann in Kolumbien an der Universidad de los Andes in Bogotá, wo sie einen MSc und BSc im Bauingenieurwesen mit Schwerpunkt auf Wasserressourcen und Hydroinformatik erwarb.

An der OST - Ostschweizer Fachhochschule arbeitet sie derzeit an Entscheidungsmodellen für naturbasierte Lösungen im Regenwassermanagement.

Neben ihrem beruflichen Fachwissen malt, tanzt und klettert sie gerne.

Elia Ceppi studierte Umweltnaturwissenschaften mit dem Schwerpunkt Biogeochemie und Schadstoffdynamik an der ETH Zürich. Nach seinem Abschluss im September 2021 arbeitet er für drei Jahre als wissenschaftlicher Assistent an der Eawag in der Umweltchemieabteilung. Dort beschäftigte er sich vor allem mit der Bestimmung von Mikroverunreinigungen wie Pestiziden und Arzneimitteln in Gewässern. Seit September 2024 arbeitet er am UMTEC in der Fachgruppe «Wasser und Abwassertechnik».

Seine Freizeit verbringt Elia am liebsten mit seinen Freunden und er mag verschiedene Sportarten wie Fussball, Tennis und Krafttraining.

VinylAcid: Salzsäure aus stofflich nicht recyclierbarem PVC

(GAUA) Zwecks Metallrückgewinnung werden heute in der Schweiz 2/3 der Flugaschen aus Kehrichtverwertungsanlagen (KVA) im FLUWA-Verfahren «sauer gewaschen». Die erforderliche Salzsäure (HCl) wird mittels der nassen Rauchgasreinigung in den KVA selbst erzeugt, was den Zukauf von industriell hergestellter Salzsäure substituiert. Da ab 2026 alle KVA-Flugaschen in der Schweiz sauer gewaschen werden müssen, reicht die in Schweizer KVA erzeugte Säure hierfür nicht aus, sodass zunehmend HCl zugekauft werden müsste.

Für den Grossversuch wurden nicht recyclierbare, PVC-haltige Sortierreste aus dem Kunststoffrecycling verwertet.

Ungefähr die Hälfte der in Rauchgaswäschern zurückgewonnenen HCl stammt aus der Verbrennung von PVC-haltigen Abfällen. Zur Erhöhung der Salzsäureproduktion wurden deshalb im Projekt VinylAcid stofflich nicht recyclierbare PVC-Abfälle zusätzlich in eine KVA mit nasser Rauchgasreinigung eingeschleust. Hierdurch wird die im Rauchgaswäscher produzierte Menge HCl etwa verdoppelt und die zuzukaufende Menge an technischer HCl für die FLUWA entsprechend verringert. Alte PVC-Abfälle, vor allem aus Bauabfällen, enthalten häufig Schwermetalle wie Blei und Cadmium, weshalb sie nicht stofflich recycelt werden können, sondern ohnehin thermisch verwertet werden müssen. Werden solche PVC-Abfälle eingesetzt, kann daraus nicht nur HCl hergestellt werden, sondern die darin enthaltenen Schwermetalle werden ebenfalls recycelt. Dieses «chemische» Recycling von PVC zu HCl mit Schwermetallrückgewinnung ist eine sinnvolle Ergänzung zum stofflichen PVC-Recycling.

Im dreiwöchigen Grossversuch wurde beobachtet, dass die Erhöhung der Chlormenge im Abfall die abgeschiedene Säuremenge etwa proportional erhöht. Flüchtige Schwermetalle wurden durch die Salzsäuredämpfe im Verbrennungsbett zusätzlich aus der Schlacke in die Flugasche transferiert, aus der sie mittels FLUWA zurückgewonnen wurden. Der VinylAcid-Prozess spart also durch die erhöhte Säureproduktion und die zusätzlich aus der Flugasche rückgewinnbaren Schwermetalle Geld und ist gut für die Umwelt, da ökologischer Aufwand für die Herstellung von technischer Salzsäure und die Gewinnung von Primärmetallen eingespart wird.

Im Fokus des laufenden Nachfolgeprojektes VinylMet steht der beschriebene Schwermetalltransfer aus der Schlacke in die Flugasche. Ziel ist es, den Machbarkeitsnachweis für das Verfahren zu erbringen und Grundlagen für die aktive Ausnutzung des Effekts zu schaffen.

Mikroplastik auf Schweizer Kunststoffrasenplätzen

(BUMI) Kunststoffrasenplätze für Fussball nehmen seit Jahren stark zu, da sie im Vergleich zu Naturrasenplätzen eine höhere Nutzungsintensität aufweisen. Bekannt ist vor allem, dass Einstreugranulate aus Kunststoff (1 bis 3 mm Grösse) und der durch die Nutzung entstehende Abrieb in die Umgebung der Plätze gelangen.

Das UMTEC hat nun durch die Analyse von Satellitenbildern herausgefunden, dass heute bereits jeder sechste Fussballplatz in der Schweiz aus Kunststoffrasen besteht. Insgesamt sind dies 500 Plätze (Stand 31.12.2021). Gemäss einer Befragung liegt der Anteil verfüllter Plätze bei rund 75 %, wovon drei Viertel mit Kunststoffgranulat (SBR, EPDM, TPE) und ein Viertel mit organischen Materialien wie Kork verfüllt sind.

Verfülllter Kunststoffrasenplatz für Fussball.

Für alle mit Kunststoff verfüllten Standorte ergibt sich eine Bestandsmenge von rund 10'000 bis 25'000 Tonnen Kunststoffgranulat. Aufgrund der Untersuchungen wird davon ausgegangen, dass rund 3 bis 17 Tonnen sekundäres Mikroplastik vorkommen. Weitere Untersuchungen könnten hilfreich sein, um die Entstehung genauer zu verstehen.

Um die Bestandmenge zu erhalten, werden pro Jahr durchschnittlich 1.2 t Granulat auf einem Standard-Kunststoffrasenplatz nachgefüllt. Als Hauptursache für den Nachfüllbedarf wurde die Verdichtung durch den Spielbetrieb und nicht der Eintrag in die Umwelt ermittelt.

Der geschätzte Austrag von Kunststoffgranulat aus allen Kunststoffrasenplätzen beträgt 13 bis 160 Tonnen pro Jahr, von sekundärem Mikroplastik nur bis einige Dutzend Kilogramm. Welche Mengen davon tatsächlich in die Umwelt gelangen und welche über den Kehricht entsorgt werden, ist mangels Daten unsicher.

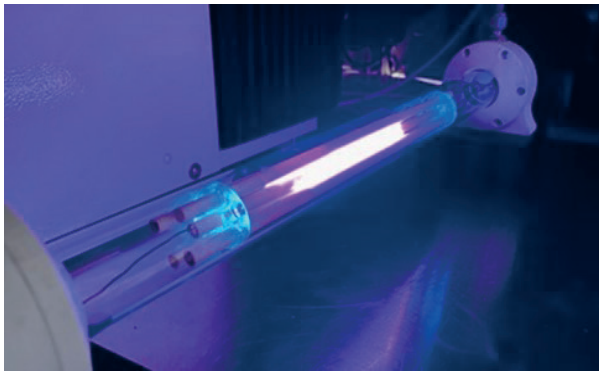
Da rund 80 % aller Plätze mehr als 30 m von Oberflächengewässern entfernt sind, ist von einem eher geringen Eintrag von Mikroplastik in die Gewässer auszugehen. Von höherer Relevanz könnten rund 6 % der Standorte sein, da sie weniger als 10 m entfernt sind.

Die wirksamste Massnahme gegen den Granulateintrag in die Umwelt ist der Verzicht auf Verfüllungen. Deshalb werden z. B. in der Stadt Zürich nur noch unverfüllte Kunststoffrasenplätze gebaut.

Die Studie wurde im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU) und des Amtes für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL) des Kantons Zürich durchgeführt und im Dezember 2024 in der Fachzeitschrift «Aqua und Gas» publiziert.

Alternativer Brennstoff aus CO_2

(LAPA) Im Jahr 2022 stiess die Schweiz 33 Millionen Tonnen CO_2 aus, wovon sich die Industrie für 23 % der Treibhausgasemissionen verantwortlich zeigt. Diese Treibhausgase stammen aus der Nutzung fossiler Brennstoffe, der Abfallverbrennung und prozessbedingten Emissionen. Neben Kehrrichtverbrennungsanlagen ist die Zementindustrie einer der grössten CO_2-Emittenten. Deren CO_2-Emissionen stammen zu 40 % aus fossilen Brennstoffen. Um den fossilen Brennstoffverbrauch und die damit verbundenen CO_2-Emissionen weiter zu reduzieren und dem Schweizer Netto-Null-Ziel gerecht zu werden, sind neuartige und innovative Ansätze erforderlich, die wirtschaftliche und ökologische Interessen berücksichtigen.



Plasmareaktor im Labormassstab zur Erzeugung von CO als Brennstoff aus CO_2.

Flamme aus plasmaerzeugtem Brennstoff aus CO_2.

Derzeit werden Ansätze wie Power-to-X für synthetische Brennstoffe diskutiert und entwickelt, bei denen zum Beispiel Methan oder Kerosin aus CO_2 synthetisiert werden, um deren direkte Emission zu verhindern und eine Kreislaufwirtschaft zu erreichen. Dabei wird CO_2 mithilfe von auf Strom und Elektrolyse basierendem Wasserstoff katalytisch in einen Brennstoff umgewandelt. Aus Sicht der Zementindustrie ist dies ein wirtschaftlich und energetisch äusserst unattraktiver Weg. Einerseits sind die Investitions- und Betriebskosten für Elektrolyseure teuer, denn ihre energetische Effizienz liegt bei etwa 60 % und weitere 50 % des Wasserstoffs werden in «wertfreies» Wasser umgewandelt. Andererseits bestehen nur 25 % eines Zementabgases aus CO_2, das selbst bei der heute üblichen Abgasaufbereitung weiterhin Partikel, Schwefel- und Phosphatspezies enthält, die Katalysatoren degradieren lassen.

Um die Nachteile der CO_2-Thematik in verbrennungsintensiven Industrien zu überwinden, entwickelte die Gruppe «Advanced Materials & Processes» am UMTEC eine plasma-basierte dielektrische Barriereentladung, die CO_2 in CO und O_2 dissoziiert. Nach der Behandlung mit diesem Plasma steht ein exakt stöchiometrisches und brennbares CO/O_2-Gemisch für eine anschliessende Hochtemperatur-Verbrennung zur Verfügung. Es kann direkt als «Alternativer Brennstoff» verwendet werden, indem das Gas in den Produktionsprozess eingespeist wird. Unsere Innovation liegt daher in einem einfachen, skalierbaren und vor allem rein elektrischen Verfahren, das in der Lage ist, ohne Wasserstoff einen direkt einsetzbaren Brennstoff aus CO_2 zu erzeugen und dabei fossile CO_2-Emissionen zu vermeiden. Gemäss unserem Motto «Our Vision - Zero Emission» schafft unser F&E-Beitrag einen attraktiven CO_2-Stoffkreislauf, dessen Umsetzung das Ziel des neu gegründeten Joint Ventures ist: ALNEWA!

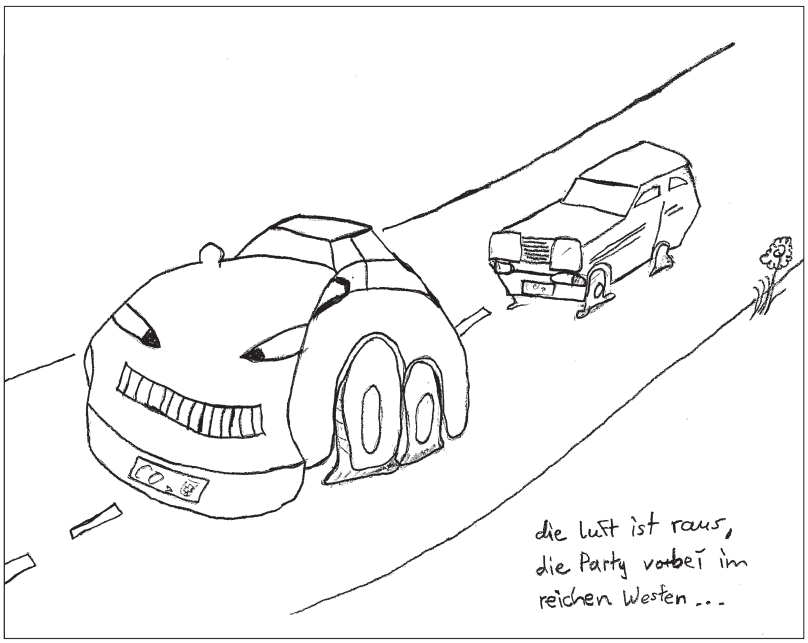
Impressum

Redaktion Fabienne Früh
Oberseestrasse 10, 8640 Rapperswil
Tel. 058 257 48 60
umtec.ch, umtec@ost.ch

Autoren Michael Burkhardt (BUMI)
Rainer Bunge (BURA)
Martin Däscher (DASM)
Andreas Gauer (GAUA)
Pascal Landolt (LAPA)
Tabea Nydegger (NYTA)
Comic Walter Camenisch (CAWA)

OST – Ostschweizer Fachhochschule
UMTEC Institut für Umwelt- und Verfahrenstechnik
Oberseestrasse 10
8640 Rapperswil

Erscheint zweimal jährlich

Wenn Sie diesen Newsletter abbestellen möchten, senden Sie bitte eine E-Mail an umtec@ost.ch.

Comic