

## Das Institut für Umwelt- und Verfahrenstechnik UMTEC

besteht aus drei Fachgruppen: Recycling und Verfahrenstechnik, Wasser und Abwassertechnik sowie Advanced Materials&Processes. Rund 15 Wissenschaftler und Ingenieure aus den Bereichen Maschinen und Verfahrenstechnik, Umweltwissenschaften und Chemie betreuen Forschungs- und Entwicklungsprojekte.

### Die Fachgruppe Recycling und Verfahrenstechnik

beschäftigt sich vor allem mit der mechanischen Aufbereitung von Sekundärrohstoffen. In einem einzigartig ausgestatteten Verfahrenstechniklabor entwickeln wir Verfahren und Geräte zur Separation von Schüttgütern und zur Phasentrennung. Wir greifen auf eine langjährige Erfahrung aus zahlreichen Projekten mit Industrieunternehmen und Umweltämtern zurück. Rund 40 Patentanmeldungen belegen unser Innovationspotenzial.

Unsere acht Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter im Bereich Recycling und Verfahrenstechnik sind überwiegend Ingenieure/innen von der OST und der ETH Zürich. Sie werden durch Zivildienstleistende, Praktikanten und Studierende unterstützt.

[www.umtec.ch](http://www.umtec.ch) / [www.ost.ch](http://www.ost.ch)

„Wir erforschen technische Probleme nicht.  
Wir lösen sie!“ UMTEC

## tireX

### Emissionsminderung von Reifenabrieb

#### Hintergrund

Reifenabrieb ist mit rund 13'600 Tonnen pro Jahr die mit Abstand wichtigste Quelle für den Eintrag von Mikroplastik in die Schweizer Umwelt. Zum Vergleich: Durch Littering gelangen in der Schweiz jährlich nur 2'700 Tonnen Kunststoff in die Umwelt. Auch mit der Umstellung auf Elektromobilität bleibt der Reifenabrieb ein Problem.

Reifenabrieb ist aus mehreren Gründen umweltschädlich. Erstens enthält das Reifenmaterial selbst schädliche Schwermetalle, zum Beispiel Zink. Zweitens enthält der Reifenabrieb Schwermetallspäne aus dem Bremsabrieb (siehe unten). Drittens hat er eine sehr kleine Korngrösse, so dass er von Organismen leicht aufgenommen werden kann. Viertens hat Reifenabrieb eine extrem grosse spezifische Oberfläche, die Schadstoffe adsorbieren kann, z.B. PAK aus teerhaltigen Strassenbelägen.

Aufgrund der hohen Anforderungen an die technischen Funktionen von Fahrzeugreifen gibt es keine praktikable Möglichkeit, den Reifenabrieb emissionsseitig, d.h. durch Veränderung der chemischen Zusammensetzung der Reifen, zu minimieren. Um es auf den Punkt zu bringen: "Ein Reifen, der nicht abrieht, bremst auch nicht". Eine technische Lösung kann daher nur "end of pipe" gelingen, d.h. durch die Sammlung des Reifenabriebs nach seiner Entstehung.

#### Unsere Entdeckung: Reifenabrieb ist magnetisch

Überraschend wurde am UMTEC entdeckt, dass der auf der Strasse angefallene sogenannte "sekundäre Reifenabrieb" magnetisch ist, obwohl Reifenpartikel selbst nicht magnetisch sind. Der Reifenabrieb hat die Form kleiner zylindrischer Körper, die typischerweise einen Durchmesser zwischen 10 und 500 Mikrometern haben.

In diesen Körpern sind auffallend grosse Mengen von Fremdstoffen eingelagert. Zumindest teilweise handelt es sich dabei um (magnetischen!) Rost, der von Fahrzeugen abgeblättert oder als Abrieb von Bremscheiben auf die Strasse gelangt ist. Der Effekt ist vergleichbar mit Graphitpartikeln eines Bleistifts, die im Abrieb eines Radiergummis eingewalzt sind. Auch Schwermetalle wie Kupfer und Zink, die unter anderem aus Bremsabrieb stammen, sind im Reifenabrieb eingelagert.

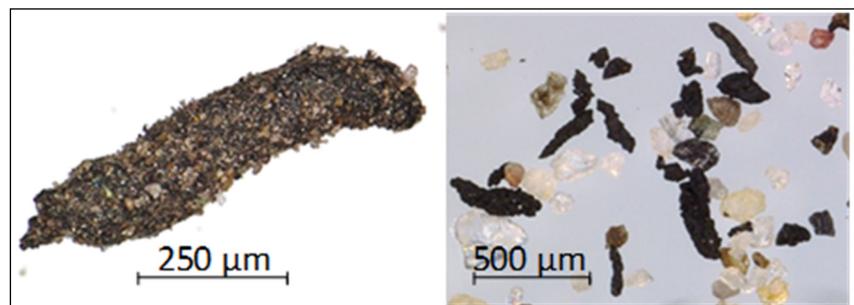


Abbildung 1: (Links) Ein Reifenabriebteilchen unter dem Mikroskop. Auf der Oberfläche sind deutlich die eingelagerten Strassenstaubpartikel zu erkennen. (Rechts) Bei 500 µm gesiebte Probe aus einem Strassensammler. Die schwarzen länglichen Partikel sind Reifenabrieb.

## Innovative Lösung: Magnetseparation

Das Verfahren und die Vorrichtung wurden von der Ostschweizer Fachhochschule zum Patent angemeldet. Zusammen mit den drei Schweizer Industriepartnern CreaBeton, MOAG und Maurer Magnetic führt das UMTEC aktuell ein erstes Entwicklungsprojekt durch, welches InnoSuisse fördert.

Durch die Anziehung des Reifenabriebs an Magneten kann die vergleichsweise geringe Menge des schädlichen Reifenabriebs von der grossen Menge des unschädlichen mineralischen Strassenstaubs getrennt und separat entsorgt werden. Aus Praktikabilitätsgründen bevorzugen wir keine fahrzeuggebundenen "aktiven" Sammler, sondern "passive" Sammler in Form von stationären magnetischen Vorrichtungen in Strassennähe. Da ca. 35% des gesamten Reifenabriebs mit dem Wasser von der Fahrbahn in die Oberflächengewässer gespült wird, ist es sinnvoll, den Reifenabrieb vor dem Einspülen in die Strassenböschung zu entfernen.

In einem Feldversuch wurde die Entwässerung eines Strassenabschnittes mit einem Strassensammlerschacht versehen, in welchen ein Magnetsystem eingebaut wurde. Zusätzlich wurden anstelle der konventionellen Entwässerungsrinnen die abgebildeten Magnetbetonelemente eingebaut (Abb. 2). Durch Regenwasser wird der Reifenabrieb in die Sammelvorrichtungen transportiert, wo er aufgrund seiner magnetischen Eigenschaften zurückgehalten wird.

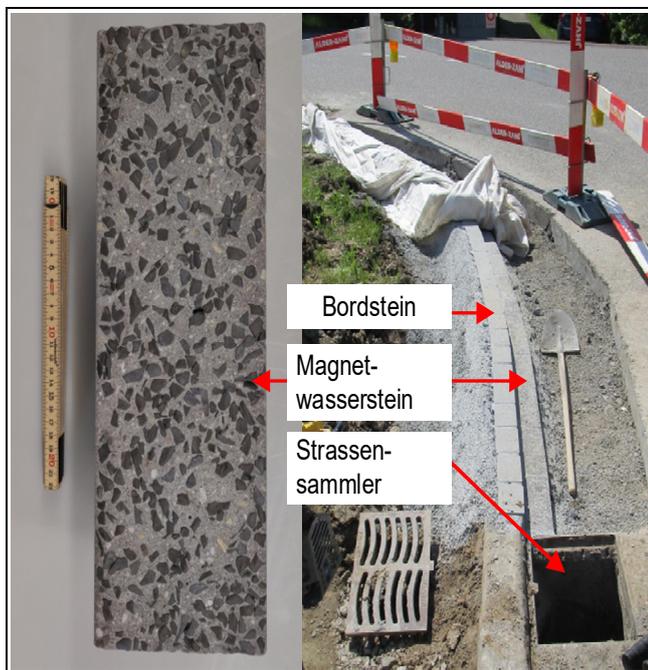


Abbildung 2: (Links) Wasserstein mit in die Oberfläche eingebetteten schwarzen Magneten. (Rechts): Impressionen vom Feldversuch.

Erste Ergebnisse zeigen, dass der Reifenabrieb sowohl von den mit Magnetbetonelementen ausgestatteten Wassersteinen als auch von den Magnetabscheidern im Strassensammelschacht zurückgehalten wird. Bereits nach einer Versuchsdauer von 6 Wochen waren deutliche Materialablagerungen entlang der Magnetpole sichtbar (Abb. 3).

Insgesamt wurden auf einer Versuchsfläche von ca. 400 m<sup>2</sup> in einem Versuchszeitraum von 6 Wochen 34 g Reifenabrieb abgeschieden. Dies entspricht ca. 5 Millionen Reifenabriebpartikeln.

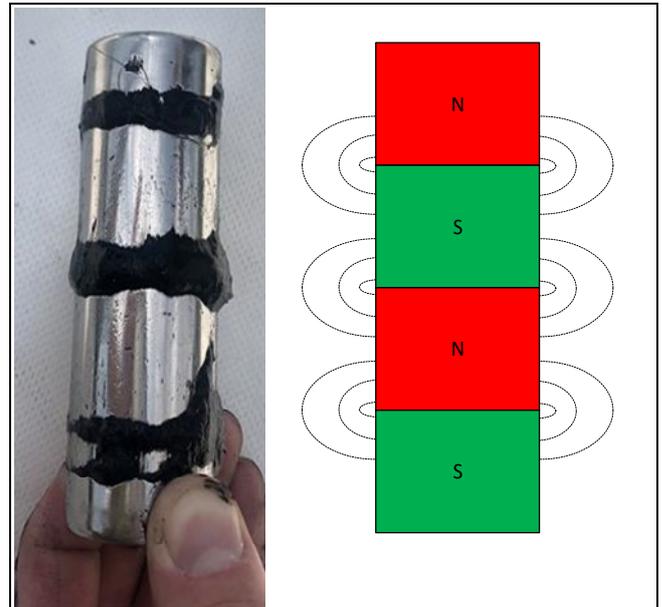


Abbildung 3: (Links) schwarze Ablagerungen von magnetischem Reifenabrieb entlang den Magnetpolen des Magnetabscheiders. (Rechts) Skizze der Feldlinien des Magnetabscheiders.

In weiteren Versuchen wurde magnetischer Staub in die oberste Verschleisssschicht des Strassenbelags eingearbeitet. Dort, wo viel gebremst wird, also vor Ampeln und Stoppschildern, wird viel Reifenabrieb freigesetzt, und dort wird auch die Verschleisssschicht besonders stark abgerieben. Der in die Verschleisssschicht eingebundene Eisenstaub wird also genau dort freigesetzt, wo er in den neu entstehenden Reifenabrieb eingelagert werden kann. Der eisendotierte Strassenbelag hat somit die Funktion eines "Verstärkers", der den ohnehin "naturmagnetischen" Reifenabrieb (aufgrund von Rost, Bremscheibenabrieb...) stärker magnetisiert, so dass er besser abscheidbar wird.

Im Frühjahr 2024 wird ein Nachfolgeprojekt zur Weiterentwicklung der Technologie angestrebt. Hierbei stehen Grossversuche unter Realbedingungen auf stark befahrenen Strassen und Kreuzungen im Zentrum.

## Kontakt

Prof. Dr. Rainer Bunge, Tel. 058 257 48 60 (Sekretariat)

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