

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**

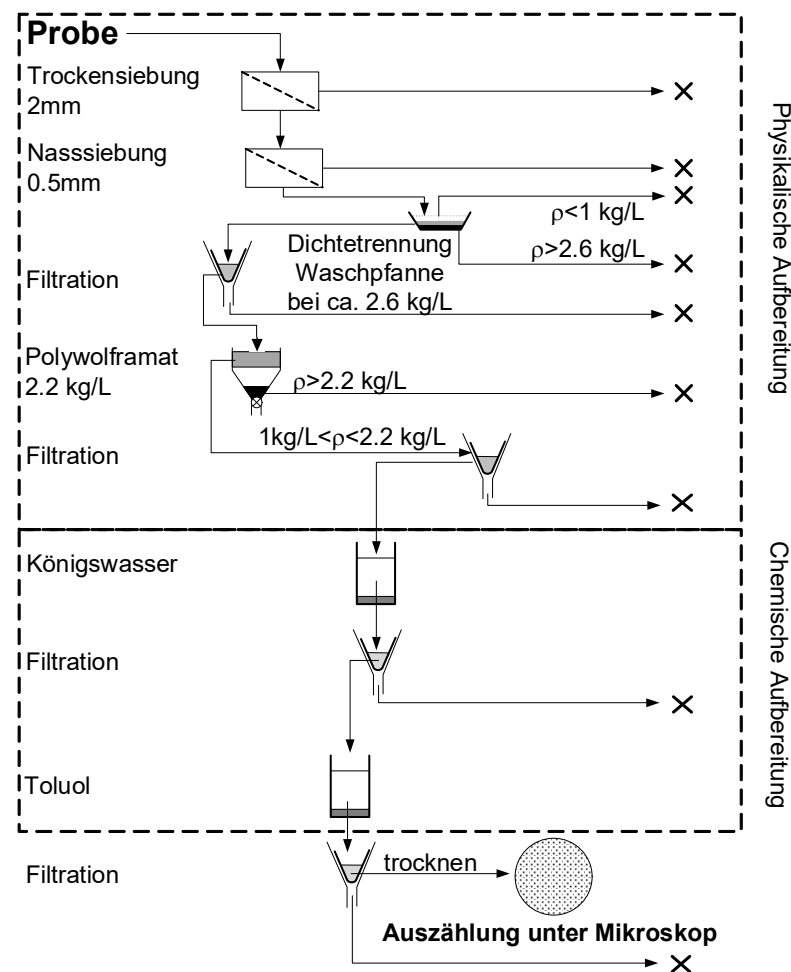
## Quantifizierung von Reifenabrieb

### Hintergrund

Reifenabrieb ist mit rund 13'600 Tonnen pro Jahr die mit Abstand bedeutendste Quelle von Mikroplastik in der Schweiz. Zum Vergleich: Durch Littering gelangen nur rund 2'700 Tonnen Kunststoff pro Jahr in die Umwelt. Reifenabrieb kann sich, wie auch anderes Mikroplastik, in der Nahrungskette anreichern. Nachgewiesen ist, dass Mikroplastik aufgrund seiner grossen spezifischen Oberfläche Schadstoffe oberflächlich adsorbiert und, nach Aufnahme durch Organismen, diese Schadstoffe wieder freisetzen kann. Ob und wie Reifenabrieb Organismen schädigt, ist noch nicht abschliessend geklärt. Obwohl die toxikologisch relevanten Wirkungsmechanismen im Detail noch unklar sind, gebietet das Vorsorgeprinzip Massnahmen der Umweltbehörden.

Bereits die quantitative Bestimmung des Reifenabriebs in einer Probe, z.B. Strassenkehrriech, stellt ein erhebliches Problem dar. Trotz zahlreicher Ansätze gibt es bis heute keine allgemein anerkannte Methode zur Quantifizierung des Reifenabriebs. UMTEC hat daher eine eigene Methode entwickelt, die Elemente anderer Methoden beinhaltet und sich in der Praxis sehr gut bewährt hat.

### UMTEC-Methode zur Quantifizierung von Reifenabrieb



Probenmaterial, das Reifenabrieb enthält, wird nach der Probenahme zunächst getrocknet, um Schimmelbildung zu verhindern. In einem ersten Aufbereitungsschritt wird das Probenmaterial bei einer Maschenweite von 2 mm trocken gesiebt. Dadurch werden bei Strassenkehricht bereits ca. 50% des Probenmaterials entfernt.

Dieses Grobgut besteht hauptsächlich aus Steinen, pflanzlichem Material wie Laub und Ästen, sowie Siedlungsabfällen z.B. Zigarettenkippen. Die trockene Vorabsiebung bei 2 mm dient dazu, schnell und einfach eine deutliche Reduzierung der Probenmenge zu erreichen. Durch die anschliessende Nasssiebung bei 0.5 mm wird die Probenmenge nochmals deutlich reduziert. Reifenabriebpartikel gehen hierbei nicht verloren, da sie kleiner als 0.5 mm sind.

Mit Hilfe einer Goldwaschpfanne wird das Feingut kleiner 0.5 mm anschliessend in eine Leicht- und eine Schwerfraktion getrennt. Diese lassen sich optisch sehr einfach durch die dunkelbraune Farbe der (organischen) Leichtfraktion und die graue Farbe der (mineralischen) Schwerfraktion unterscheiden. Der Trennschnitt liegt bei ca.  $2.6 \text{ g/cm}^3$ . Durch diese Dichtentrennung wird die Probenmasse um ca. 80% reduziert. Von beispielsweise 5 kg typischem Strassenkehricht bleiben, nach Siebung und Trennung in der Goldwaschpfanne, nur noch ca. 250 g der dunkelbraunen Leichtfraktion mit einer Dichte unter  $2.6 \text{ g/cm}^3$  übrig.



Abbildung 1: Dichtentrennung mittels Polywolframat.

Diese Fraktion wird abfiltriert und einer erneuten Dichtentrennung in einer wässrigen Lösung von Natrium-Polywolframat mit einer Dichte von  $2.2 \text{ g/cm}^3$  unterzogen (Abb. 1). Die daraus entstehende Schwerfraktion (Mineralien) wird verworfen. Durch die erneute Dichtentrennung wird die Probenmasse nochmals um ca. 60% reduziert. Nach Abschluss der oben beschriebenen phy-

sikalischen Verfahren zur Aufkonzentration des Reifenabriebs beträgt die Leichtgutfraktion (Dichte kleiner  $2.2 \text{ g/cm}^3$ ), die der weiteren Verarbeitung zugeführt wird, nur noch ca. 2% der ursprünglichen Probenmasse.

Um das aufkonzentrierte Probenmaterial, insbesondere die Reifenabriebpartikel, von mineralischen und metallischen Partikeln zu befreien, wird das Probenmaterial in einem nächsten Schritt einer Behandlung in Königswasser unterzogen. Königswasser ist eine starke Säure, in der sich eine Vielzahl von Mineralien und Metallen lösen. Nicht in Königswasser löslich sind Reifenabrieb und andere organische Partikel wie Zellulosefasern oder Bitumen. Durch die Behandlung mit Königswasser wird die Probenmasse nochmals um etwa 20% reduziert.

Das in dieser Fraktion noch enthaltene Bitumen (Asphaltabrieb) wird entfernt, indem das Material wiederholt mit geringen Mengen Toluol behandelt wird, bis sich das ursprünglich klare Toluol nicht mehr braun verfärbt. Anmerkung: Teer und Bitumen lösen sich in Toluol – Reifenabrieb hingegen nicht.

Der Filterkuchen wird getrocknet, ausgewogen und eine Schüttprobe davon unter dem Mikroskop beurteilt. Alle schwarzen Partikel sind Reifenabrieb, die durchscheinenden hellen Partikel sind überwiegend Pflanzenreste (Abb. 2). Da alle Partikel etwa gleich gross sind und ungefähr die gleiche Dichte haben, kann als erste Näherung die Anzahlverteilung als Anhaltspunkt für die Massenverteilung verwendet werden. Die Auszählung der schwarzen Partikel kann auch durch eine entsprechende Software erfolgen. Korrekturfaktoren, z.B. für die verschiedene Grösse von hellen und dunklen Partikeln, können hierbei eingeführt werden. Unsere Methode ist mit einer Standardabweichung von etwa 10% reproduzierbar.

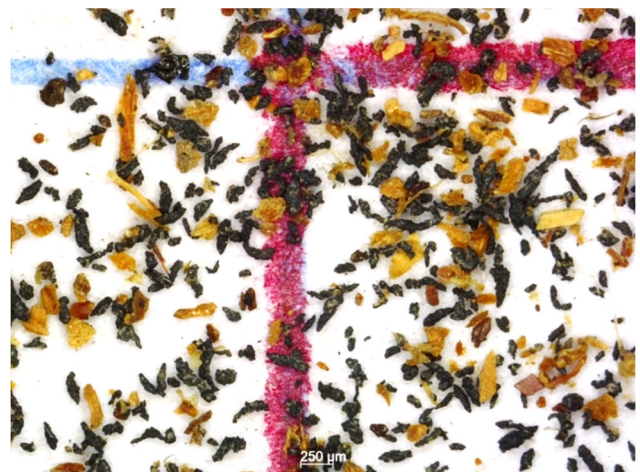


Abbildung 2: Bild einer fertig aufbereiteten Probe von Strassenwischgut mit Reifenabrieb unter dem Mikroskop. Die Partikel werden ausgezählt und der relative Anteil von Reifenabrieb (schwarze Partikel) wird ermittelt.

## 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