

Detektion von Mikroplastik mittels Thermoextraktion Desorption Gas Chromatographie Massen Spektrometrie (TED-GC-MS)

P. Eisentraut, C. Goedecke, E. Dümichen, U. Braun

BAM Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung, Unter den Eichen 87, 12205 Berlin, Deutschland

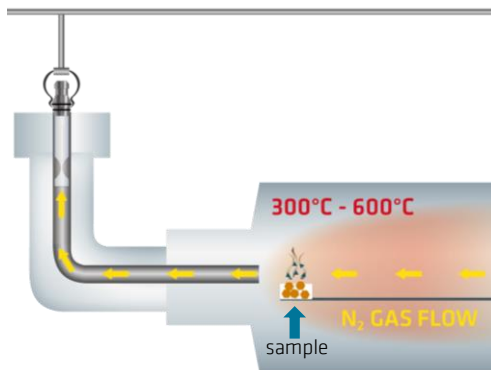
Einleitung

Die weltweite Produktion von synthetischen Kunststoffen steigt stetig¹ und ein Teil gelangt in die Umwelt². Die Kunststofffragmente werden durch Umwelteinflüsse zerkleinert und bilden schließlich Mikroplastik³, dessen Gefährdungspotential intensiv diskutiert wird. Zur Beobachtung und Bewertung der Situation ist eine leistungsstarke und schnelle Analytik erforderlich, jedoch existieren noch keine harmonisierten Verfahren. Die ThermoExtraktionDesorption-GasChromatographie-MassenSpektrometrie (TED-GC-MS)^{3,4,5} nutzt polymer-spezifische Zersetzungsprodukte und bietet durch ihre Schnelligkeit und Robustheit Vorteile gegenüber anderen Verfahren.

Technische Umsetzung TED-GC-MS mit Automatisierung

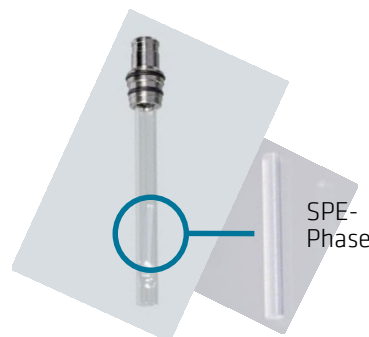
1

Thermische
Extraktion &
Sorption von
Zersetzungs-
produkten



2

Kopplung der
System-
komponenten
durch SPE &
Autosampler

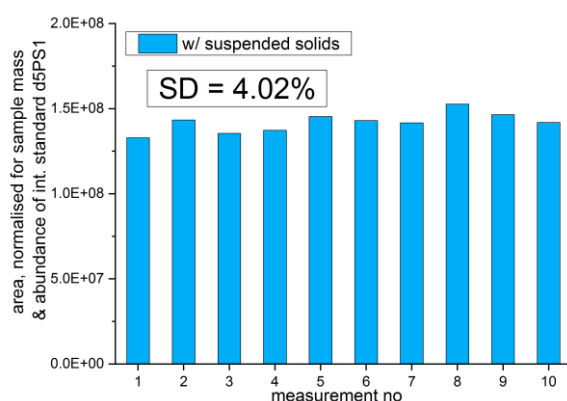


3

Desorption,
Trennung &
Detektion

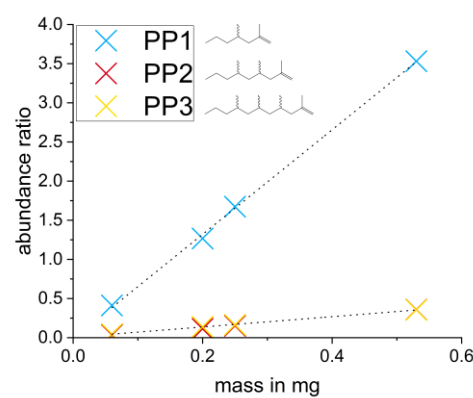


Methodenoptimierung



Reproduzierbarkeit eines Zersetzungsprodukts

Polymer	LOD in µg
PE	2,2
PP	0,14
PS	0,08
PET	0,24
PA6	0,24
PA6.6	3,4
PMMA	0,12
SBR	0,06

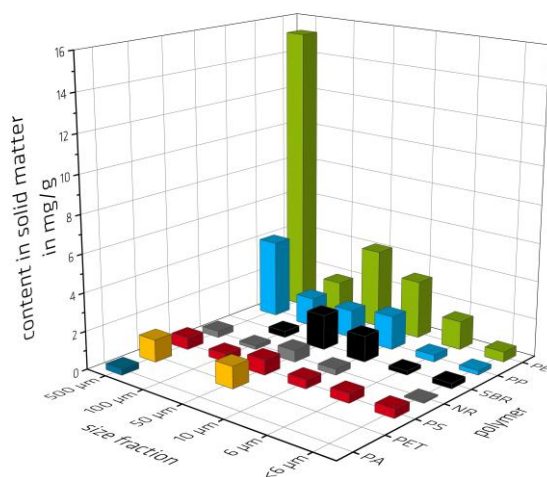


Kalibrierkurve PP & Schwebstoffe

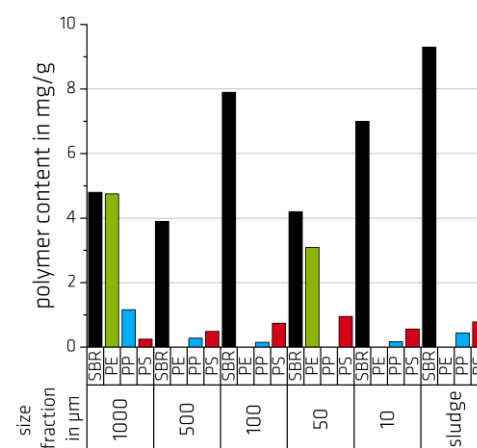
Optimierte Parameter:

- Probenmasse
- thermischer Extraktionsbereich
- Heizrate
- Spülgasstrom
- interner Standard d5-PS
- Einfluss Matrix

Exemplarische Messungen von Umweltproben



Teltowkanal, Berlin



Straßenablauf bei Halensee, Berlin

- Identifikation verschiedener Polymere
- Quantifizierung mit verschiedenen Verfahren möglich (z. B. Standard Addition)

Zusammenfassung

- Gelungene technische Umsetzung der automatisierten TED-GC-MS
- Routine Messung: 20 - 50 mg, 300 - 600 °C, 10 K/min, 30 ml/min N₂
- Messzeit ca. 2,5 h
- Identifikation relevanter Nachweismarker & Markermassen
- Bestimmung STD, LODs, Einführung eines internen Standards
- Kalibrierverfahren
- Nachweis von verschiedenen Polymeren in unterschiedlichen Gewässern
- Quantifizierung von Reifenabrieb in Straßenabläufen

Danksagung

Dank an Aki S. Ruhl (TU Berlin) und Claus G. Bannick (UBA) für die Bereitstellung von Umweltproben und -matrices. Die Autoren bedanken sich für die finanzielle Unterstützung durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung.

Literatur

- ¹Plastics - the Facts, PlasticsEurope, PlasticsEurope Brussels, Belgium, 2016.
- ²A. A. Horton, A. Walton, D. J. Spurgeon, E. Lahive, C. Svendsen, *Science of the Total Environment* 2017, 586, 127-141.
- ³E. Dümichen, P. Eisentraut, C. G. Bannick, A.-K. Barthel, R. Senz, U. Braun, *Chemosphere* 2017, 174, 572-584.
- ⁴P. Eisentraut, E. Dümichen, A. S. Ruhl, M. Jekel, M. Albrecht, M. Gehde, U. Braun, *Environmental Science & Technology Letters* 2018, 5, 608-613.
- ⁵E. Dümichen, P. Eisentraut, M. Celina, U. Braun, *Journal of Chromatography A* 2019, 1592, 133-142.