

SGS Institut Fresenius - Connectivity & Products -
Microelectronics & Special Analytics - Dresden

Analyse von Mikroplastik in Wasser – Stand der Normierung

65. Jahrestagung des Ausschusses für Technik
im Verband Deutscher Mineralbrunnen

Dr. Andrea Käßler | Scientist | 18.11.2025

When you need
to be sure

SGS



Vorstellung

- staatl. geprüfte Dipl.-Lebensmittelchemikerin (2010/2011)
- Promotion zum Thema „Charakterisierung von Mikroplastik in marinen Proben: Möglichkeiten und Grenzen der FTIR- und Raman-Spektroskopie“ (2018)
- Scientist/Projektleiter bei SGS Institut Fresenius (Dresden)
im Bereich Mikroplastik, Partikelanalyse, partikuläre Sauberkeit, Raman/FTIR-Spektroskopie (seit 05/2019)



Dr. Andrea Käppler

Scientist

andrea.kaeppler@sgs.com

Tel.: +49 351 – 8841 188

Tel.: +49 173 – 6320 267

Was ist Mikroplastik?



Nanoplastik
1 nm - 1 μ m

Mikroplastik (MP)
Partikel und Faser aus synthetischen Polymeren
häufigste Größendefinition: 1 μ m - 5 mm^[1]

Makroplastik
> 5 mm

Primäres MP
absichtlich zu einem Produkt zugesetzt

Sekundäres MP
Fragmente/Abrieb von größeren Kunststoffteilen

Eintragsquellen in Getränke

- Rohprodukte
- Verarbeitungshilfsmittel
- Anlagentechnische Einträge (Rohrleitungen, Tanks, Dichtungen)
- Verpackungen (z.B. Flaschen, Deckel, Gewinde, Dichtungen, Etikett, ...)
- Bei Mehrwegprodukten: Flaschenwaschanlagen
- Umwelteinflüsse in Produktionsstätte (Luft, Wasser)



Gesundheitliche Aspekte?

- MP = Träger oder Transportmittel für
 - Additive (Weichmacher, Flammschutzmittel,...)
 - Kontaminanten (PAK, PCB, Schwermetalle) ^[1]
- Aufnahme in den Magen-Darm-Trakt? ^[2]
- Entzündungsreaktionen, oxidativer Stress? ^[3]

BfR FAQ 2024:

gesundheitliche Risiken für den Menschen unwahrscheinlich, aber über Langzeiteffekte (chronische Aufnahme) keine Erkenntnisse

^[1] V. Kinigopoulou et al., *J. Mol. Liq.* **2022**, 350, 118580.

^[2] Zantis et al., *Environ. Poll.* **2021**, 269, 116142.

^[3] R. Qiao et al., *Sci. Total Environ.* **2019**, 662, 246-253.



Weitere relevante Aspekte

Produktsicherheit

Nachhaltigkeit

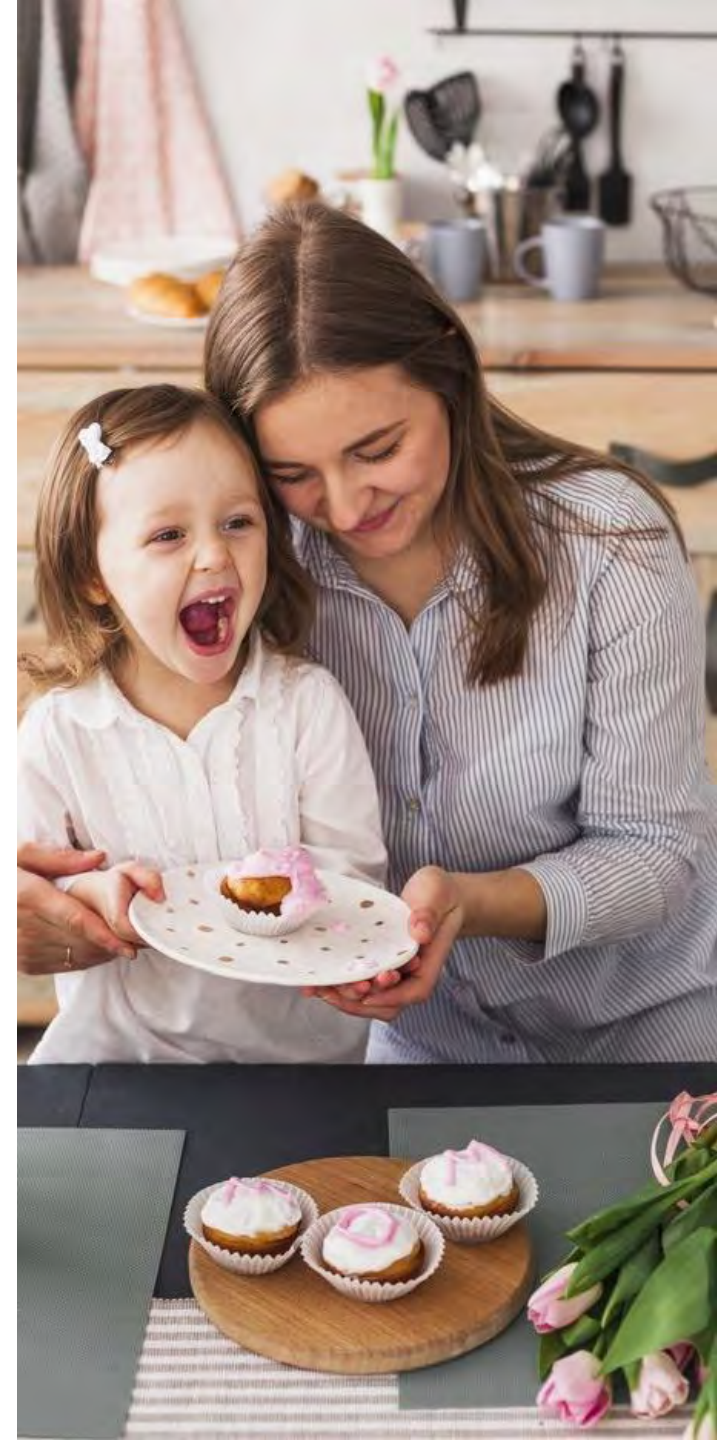
Umweltschutz

Mediale Präsenz

Verbraucherschutz

Verbrauchererwartung

Mineralwasser = von „ursprünglicher Reinheit“ (§ 2 Nr. 2 MTVO)



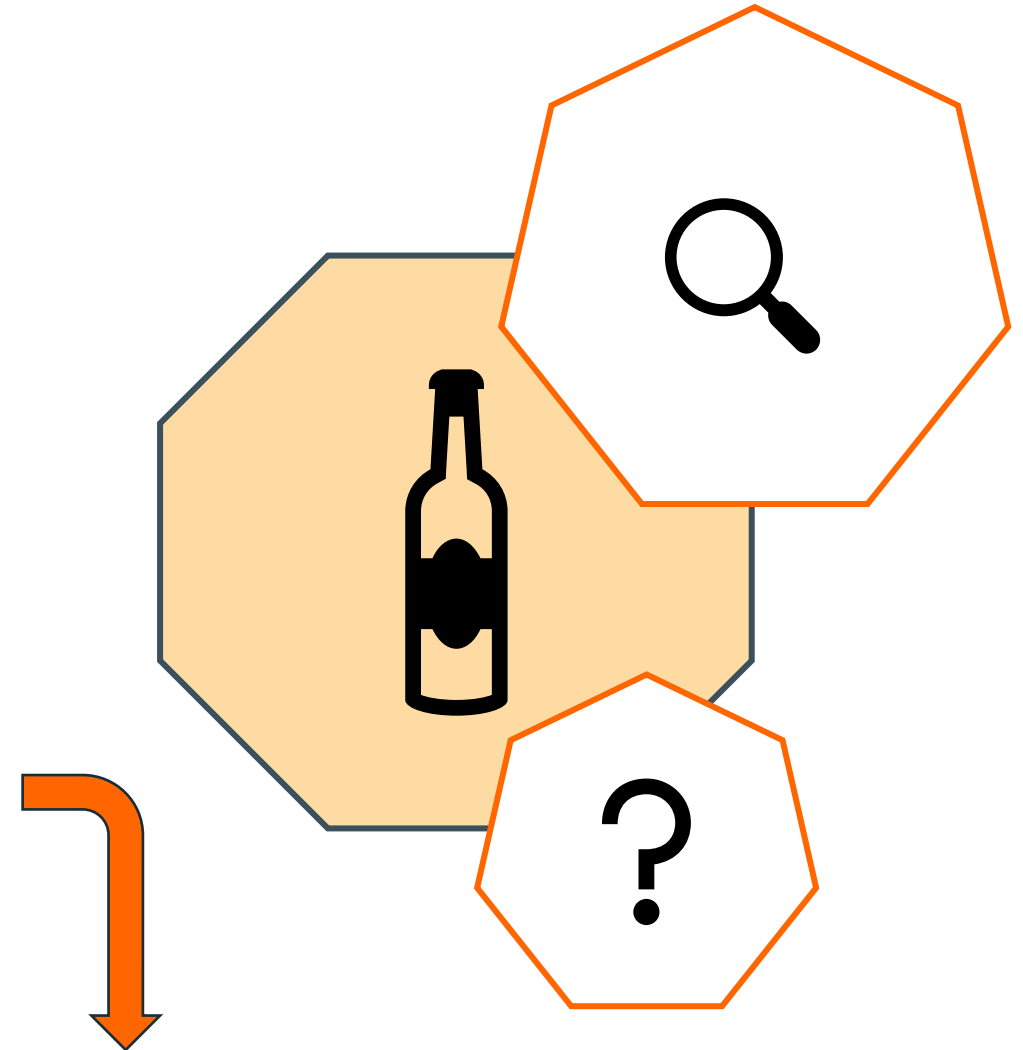
Rechtliches

- Verordnung (EU) 2023/2055 (25. September 2023)
 - Verbot von **absichtlich zugesetzten** (primären) Mikroplastikpartikel in zahlreichen Produkten (z.B. Abrasiva in Rinse-Off-Kosmetik) im Rahmen der **REACH-Verordnung**
 - unterschiedliche und teilweise mehrjährige Übergangsfristen
 - $\geq 0,01$ Gewichts%, Größenbereich: $0,1 \mu\text{m}$ – 5 mm
- Richtlinie (EU) 2020/2184, (16. Dezember 2020) – „Trinkwasser-Richtlinie“
 - Gilt für „Wasser für den menschlichen Gebrauch“ (Trinkwasser)
 - Mikroplastik in Beobachtungsliste aufgenommen (Art. 13 Abs. 8)
 - Delegierter Rechtsakt (EU) 2024/1441 (11.3.2024) zur Festlegung einer Methodik zur Messung von Mikroplastik → μ -Raman und/oder μ -FTIR



Analytische Herausforderung

- Frage: Befindet sich in meinem Produkt Mikroplastik?
 - Wie viel?
 - Wie groß?
 - Welche Polymerarten?
 - Vergleich zu anderen Produkten?
- Vermeidung von Fremd-Kontaminationen
- natürliche Probenbestandteile erschweren Analyse
- geeignete, einheitliche Analysetechniken müssen zur Verfügung stehen



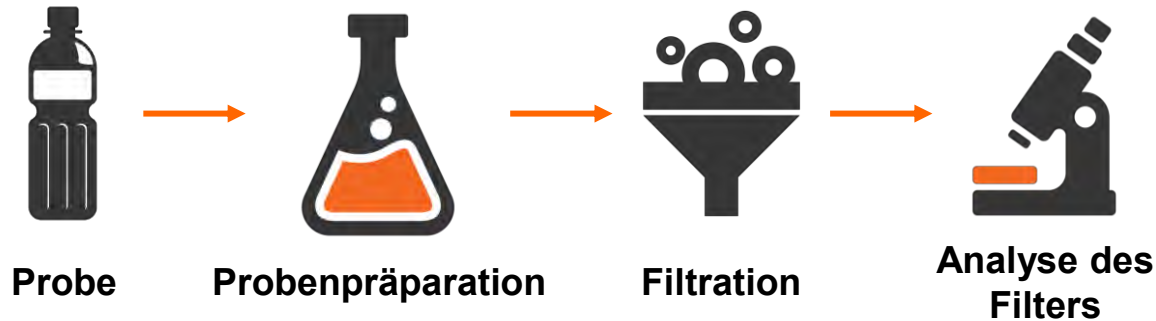
(Mineral)wasser = ideale Matrix

Analytischen Methoden

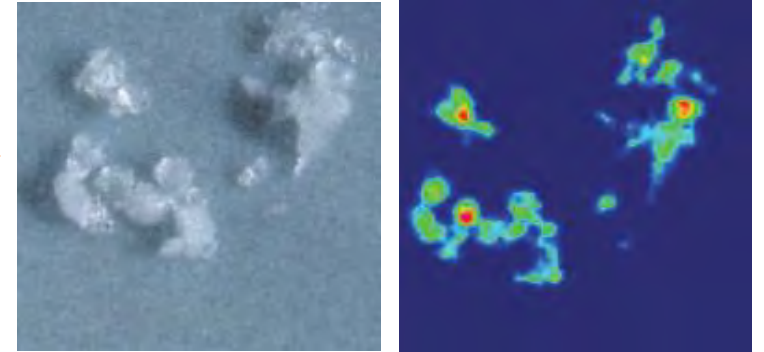
Partikelanzahl-basierte Methoden

Optische Mikroskopie + Spektroskopie

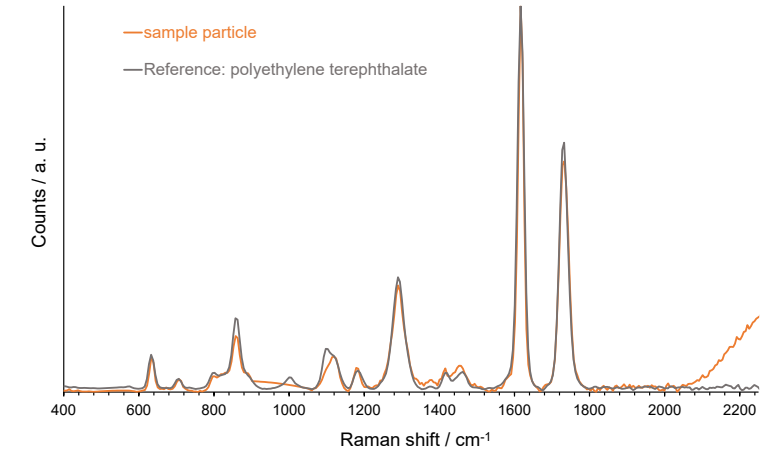
- FTIR-Mikrospektroskopie (z.B. Imaging per FPA)
- Raman-Mikrospektroskopie



μ-FT-IR [1]



μ-Raman [2]

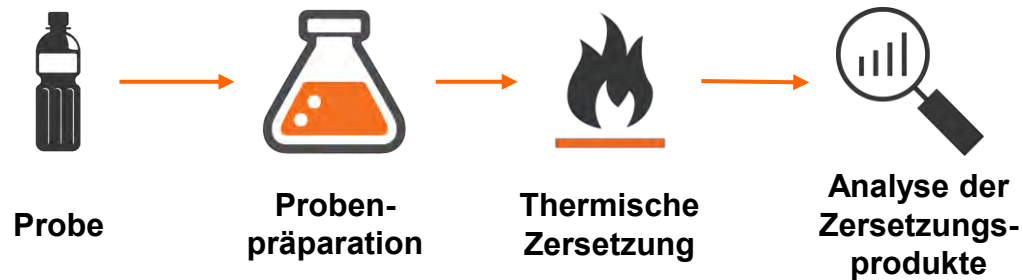


Analytische Methoden

Partikelmassen-basierte Methoden

Thermoanalytik

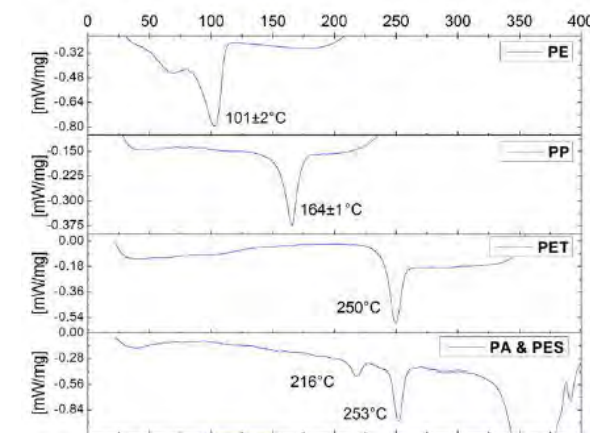
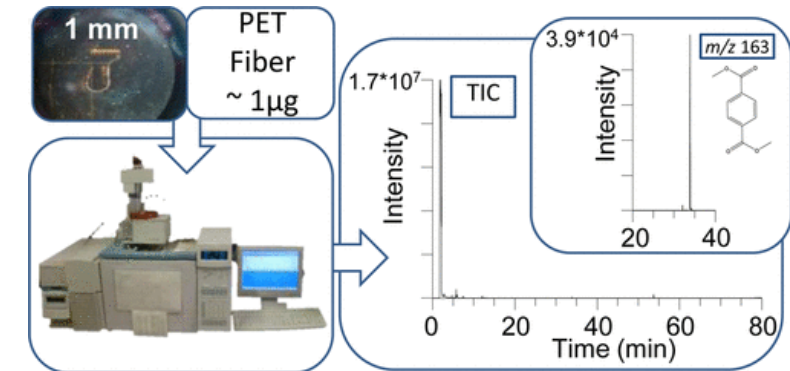
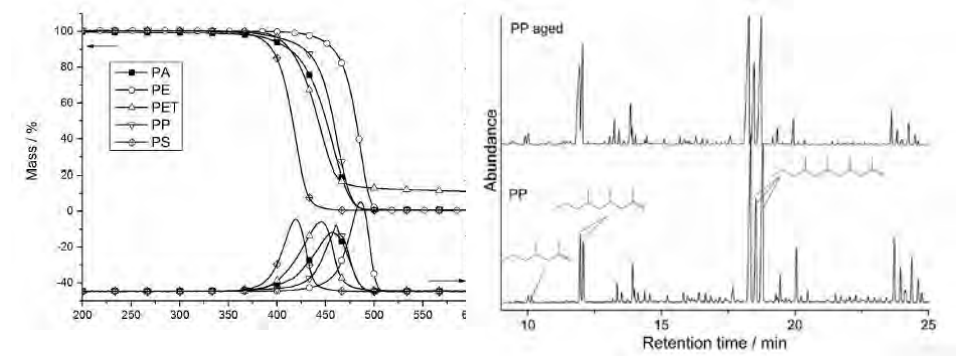
- Thermal-Extraction-Desorption-GC/MS
- Pyrolyse-GC-MS
- Differential Scanning Calometry



TED-GC-MS^[1]

py-GC-MS^[2]

DSC^[3]



[1] E. Dümichen et al., *Chemosphere*, **2017**, 174, 572-584.

[2] M. Fischer and B. M. Scholz-Böttcher, *Env. Science Tech.*, **2017**, 51, 5052-5060.

[3] M. Majewsky et al., *Sci. Tot. Environ.*, **2016**, 568; 507-511.

Normierung

- **Stichwortsuche „microplastic“ bei www.iso.org**
 - 14 Ergebnisse (Standards)
 - davon 7 veröffentlicht, 5 in Bearbeitung, 2 nicht relevant
- **ISO/TR 21960 (02/2020) – DIN CEN ISO 21960 (02/2021)**
 - Kunststoffe in der Umwelt - Aktueller Wissensstand und Methodik
- **ISO 24187 (09/2023) – DIN EN ISO 24187 (04/2024)**
 - Grundsätze für die Analyse von Mikroplastik in der Umwelt
- **ISO 4484-Teil 1 - 3 (09/2023)**
 - Mikroplastik aus textilen Quellen – Teil 2: Qualitative und quantitative Bewertung von Mikroplastik
- **ISO 5667-27 (2025-03)**
 - Wasserbeschaffenheit - Probenahme - Teil 27: Probenahme von Partikeln und Fasern aus Mikroplastik in Wasser



Normierung

■ ISO 16094-2 (09/2025)


- Veröffentlicht am 24.09.2025
- Bislang noch nicht übernommen in europäische (EN) bzw. deutsche Normung (DIN) → vermutlich nur eine Frage der Zeit
- **“Water quality — Analysis of microplastic in water — Part 2: Vibrational spectroscopy methods for waters with low content of suspended solids including drinking water”**
- ISO 16094-1: Part 1: General and sampling for waters with low content of suspended solids including drinking water → gelöscht (21.04.2024)
- ISO 16094-1: Part 3: Thermo-analytical methods for waters with low content of suspended solids including drinking water → in Bearbeitung (status: 40.60 – close of voting)



Normierung im Bereich Wasser: ISO 16094-2

www.dinmedia.de

→ veröffentlicht am 24.09.2025!

NEU

NORM [NEU]

ISO 16094-2:2025-09

Wasserbeschaffenheit – Analyse von Kunststoff in Wasser – Teil 2:
Verfahren mittels Vibrationsspektroskopie

Englischer Titel:
Water quality - Analysis of microplastic in water - Part 2: Vibrational
spectroscopy methods for waters with low content of suspended solids
including drinking water

Ausgabedatum:
2025-09


Originalsprachen:
Englisch

Seiten:
35

Kaufen Abonnieren

ab **177,50 EUR** inkl. MwSt.

ab 165,89 EUR exkl. MwSt.

 **In den Warenkorb**

FORMAT- UND SPRACHOPTIONEN

PDF-DOWNLOAD

<input type="checkbox"/> Sprache: Englisch	177,50 EUR
<input type="checkbox"/> Übersetzung: Französisch	177,50 EUR

VERSAND (3-5 WERKTAGE)

Normierung im Bereich Wasser: DIN EN ISO 16094-2

www.dinmedia.de

→ Deutsche Version noch nicht veröffentlicht

Blick in die Norm →



NORM-ENTWURF

DIN EN ISO 16094-2:2023-12 - Entwurf

Wasserbeschaffenheit - Analyse von Kunststoff in Wasser - Teil 2:
Verfahren mittels Vibrationsspektroskopie (ISO/DIS 16094-2:2023);
Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 16094-2:2023

Englischer Titel:
Water quality - Analysis of microplastic in water - Part 2: Vibrational
spectroscopy methods for waters with low content of suspended solids
including drinking water (ISO/DIS 16094-2:2023); German and English
version prEN ISO 16094-2:2023

Erscheinungsdatum:
2023-11-10

Ausgabedatum:
2023-12

Originalsprachen:
Deutsch, Englisch

Seiten:
82

Kaufen **Abonnieren**

ab **133,20 EUR** inkl. MwSt.

ab **124,49 EUR** exkl. MwSt.

In den Warenkorb

FORMAT- UND SPRACHOPTIONEN

PDF-DOWNLOAD

☐ Sprache: Deutsch, 133,20 EUR
Englisch

VERSAND (3-5 WERKTAGE)

☐ Sprache: Deutsch, 165,70 EUR
Englisch

**MIT DEM NORMENTICKER
BEOBACHTEN**

ISO 16094-2

■ Einige Fakten:

- 13 Kapitel, 19 Seiten
- 7 Anhänge (informativ), 14 Seiten

■ Inhalt:

1. Scope
2. Normative references
3. Terms, definitions and abbreviations
4. Principle
5. Interferences
6. Reagents, consumables and reference materials
7. Precautions for the laboratory environment, equipment and materials
8. Sampling
9. Operating protocol
10. Method characterization and verification
11. Quality check of analytical control blanks in test series
12. Expression of results
13. Test report



ISO 16094-2



1. Scope

- wichtige Grundsätze für die Untersuchung von Mikroplastik festgelegt
- anwendbar für Mikroplastik
 - im Größenbereich 1 μm – 5 mm
 - 10 wichtigste/häufigste Polymere genannt: PE, PP, PET, PC, PS, PTFE, PVC, PA, PMMA, PU
- gilt für Wasser mit einem geringen Gehalt an organischen Stoffen und anderen Schwebstoffen (1 – 100 mg/l):
 - Reinstwasser
 - Wasser für den menschlichen Gebrauch = Trinkwasser
 - Rohes Grundwasser
- Gilt nicht für primäres Mikroplastik

ISO 16094-2



3. Terms, definitions and abbreviations

■ 3.1.1 Microplastics

= “solid plastic or synthetic polymer particle insoluble in water with the largest dimension between 1 μm and 5 mm” → Verweis auf ISO/TR 21960 → Verweis auf ISO/TC 61:

Elastomere ausgeschlossen
(betrifft z.B. Silikon)

■ 3.1.8 maximum Feret diameter

= “maximum length of an object whatever its orientation”

■ 3.1.9 Reporting Limit (RL)

= “smallest number of microplastics that the laboratory can measure reliably by type of polymer and size class under routine laboratory operating conditions”



4. Principle

- Filtration eines definierten Wasservolumens mittels einer Filtermembran → Untersuchung der auf dem Filter zurückgehaltenen Partikel mittels (Licht)Mikroskopie in Verbindung mit
 - a. Infrarotspektroskopie (IR)
 - b. Ramanspektroskopie
- Durch Kombination aus Lichtmikroskopie und Spektroskopie (IR oder Raman) → Informationen zu Anzahl, Größenverteilung und Polymerart der Mikroplastik-Partikel

ISO 16094-2



7. Precautions for the laboratory environment, equipment and materials

- Filtration in Laminar-Flow-Bench, Typ ISO-Klasse 5 (ISO 14644-1:2016) vornehmen
- Laborumgebung regelmäßig reinigen
- Spezifische Sicherheitsmaßnahmen zum Schutz der Proben:
 - Keine Handschuhe tragen
 - Hände waschen
 - Baumwoll-Laborkittel tragen



8. Sampling

- Probennahme von „losen“ Proben
- Hände waschen, Haar zusammenbinden, geeignete Kleidung (ohne Synthefasern)
- geeignete Probennahmebehälter verwenden oder Durchflussfiltern
- Volumen und Anzahl in Abhängigkeit des zu untersuchenden Wassers unter Berücksichtigung der Repräsentativität wählen
- Blindprobe der Probennahme unter denselben Bedingungen anfertigen

Bereitstellung von gereinigten und getesteten Probenflaschen für die Beprobung von „losen“ Wasserproben durch SGS Institut Fresenius möglich

ISO 16094-2



9. Operating Protocol

→ Größter Abschnitt in der Norm, Kernstück, beschreibt das Verfahren/die Methode

Beispiele:

- Gesamtes Volumen testen
- Filtration in Laminar-Flow-Box
- Flaschen außen reinigen vor Analyse
- Flasche durch Schütteln gut homogenisieren
- Labor-Blindwerte durchführen analog zu Proben
- Für Partikelzahl $\geq 1000 \rightarrow$ Subsampling möglich (verschiedene Modelle aufgeführt)
- ...

ISO 16094-2



10. Method characterization and verification

10.5. Reporting Limit (RL)

- Maß für MP-Kontamination durch das Labor
- Ermittelt aus mind. 10 Labor-Blindproben (1 L Reinstwasser)
- Kann für MP (gesamt) und für verschiedene Größen/Polymerarten angegeben werden
- $RL = \bar{x}_{10BW} + 3s$
 - \bar{x}_{10BW} : Mittelwert des MP-Gehaltes von 10 Labor-Blindproben
 - s : Standardabweichung MP-Gehalt von 10 Labor-Blindproben

ISO 16094-2

11. Quality check of analytical control blanks in test series

- Labor-Blindwert für jede Probenfolge durchführen
- Labor-Blindwert < Reporting Limit (!)





12. Expression of results

- Wenn Analysenwert \leq Reporting Limit: „Using this analytical method, no microplastics were detected in the sample above the reporting limit“.
- Nicht erlaubt:
 - Subtraktion des Blindwertes von Analysenwert
 - Multiplikation des Analysenwertes mit der Wiederfindungsrate



13. Test report

- a) the test method used, together with a reference to this document, i.e., ISO 16094-2:2025;
- b) + c) Sample information + sample date
- d) detection principle for the apparatus used
- e) + f) total sample volume; filtered sample volume (test sample)
- g) **filter(s) used (pore size)**
- h) **laboratory RL[size] at claimed size**
- i) total number of microparticles (if known) in the test sample
- j) **number of microparticles analyzed by spectroscopy** in the test sample; or
- k) the scanned surface area of the filter expressed as a **percentage of total filter's surface**;
- l) **the statistical model selected by the laboratory for the calculation** (if any);
- m) the number or number per filtered volume unit of microplastics in the sample by type of polymer and size class;
- n) any event or operation not described in this document that can affect the result shall be reported.

ISO 16094-2 - Zusammenfassung

- ISO 16094-2 setzt erstmals einen Rahmen bezüglich der MP-Analytik für Wässer (z.B. Begriffsdefinition, Größendefinition, ...)
- Wichtige Vorgaben bezüglich Qualitätssicherung (z.B. Blindwerte, Vermeidung von Kontaminationen, Reporting Limit, ...)
- z.T. sehr detaillierte Vorgaben (Laminar-Flowbox, Feret-Durchmesser, Reinigung Außenseite Flasche, keine Handschuhe tragen)
- z.T. aber auch analytische Freiräume (Filtermaterial, Porengröße, Stichprobe vs. Vollanalyse, FTIR vs. Raman, spezifische Messparameter, ...)
- Norm sollte dazu führen, dass Ergebnisse unterschiedlicher Labore **besser vergleichbar** sind, aber **Unterschiede** nach wie vor **möglich**
- Norm legt fest, welche Angaben im Prüfbericht aufgeführt werden müssen
- Qualität und Vergleichbarkeit einer Labor-Messung kann an **Kennwerten** festgemacht werden (z.B. Reporting Limit, minimale Partikelgröße, Methode)



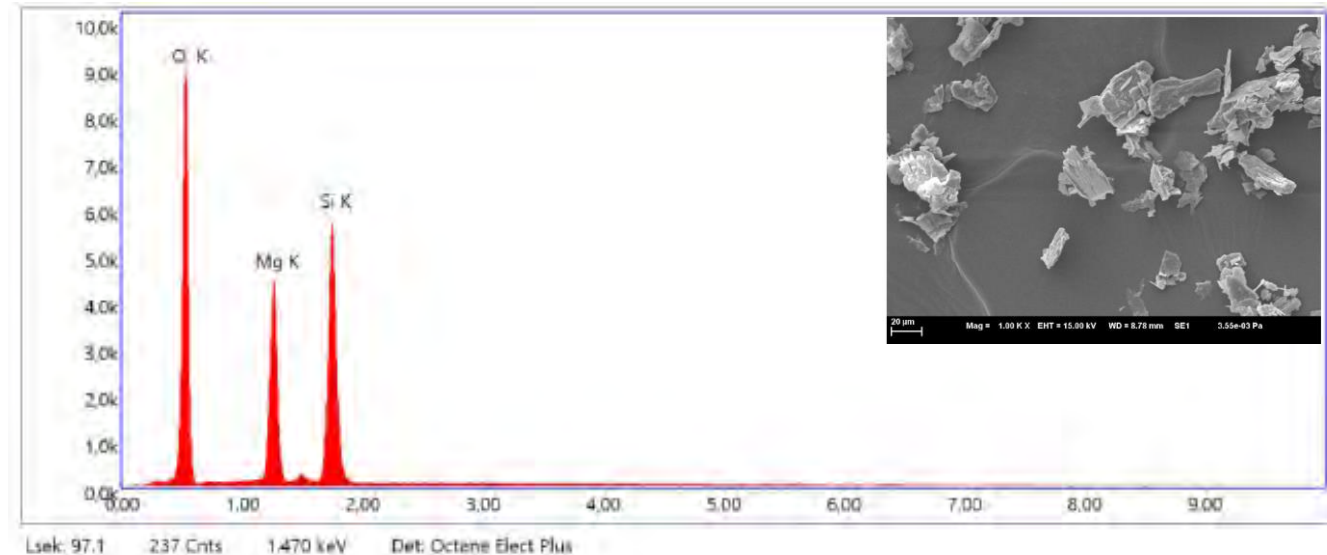
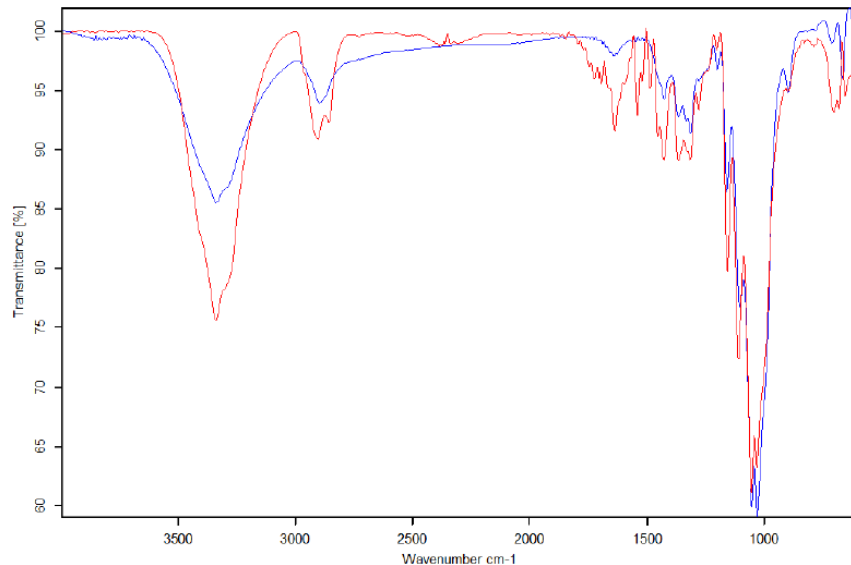
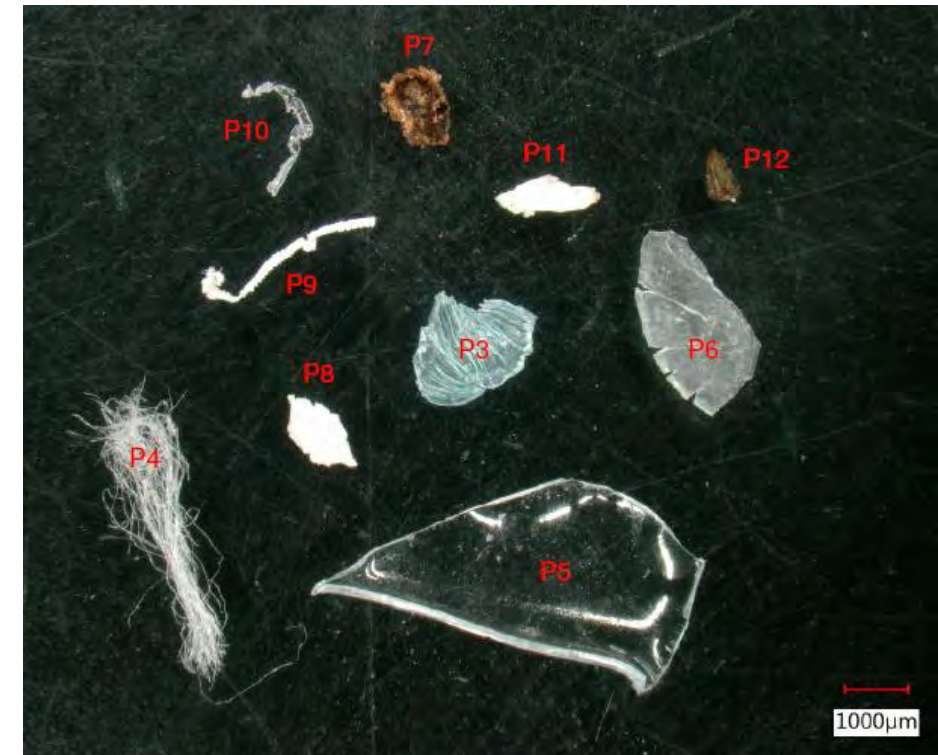
Unsere Service

- Mineralwasser (Einweg, Mehrweg, PET, Glas, ...)
- Prozesswasser (Monitoring von Modifikationen in der Produktion)
- Erfrischungsgetränke mit niedrigen Fruchtgehalt (Softdrinks, Energydrinks)
- Verbraucherprodukte + Verpackungen mit Lebensmittelkontakt (Teebeutel, Wasserkocher, Tee/Kaffeemaschinen, ...)
- Tafelsalz
- **Beide Verfahren (Raman und FTIR) nach ISO 16094-2 vorhanden**



Weitere analytische Leistungen

- Identifizierung von Einzelpartikeln in Lebensmitteln mittels FTIR-ATR (Organik, Mineralien) oder REM-EDX (Elementzusammensetzung)



Unser Team



Technical Support

Dr.

Andrea Käßpler

Scientist

andrea.kaeppler@sgs.com

Tel.: +49 351 – 8841 188



M. Sc.

Moritz Hawly

Scientist

moritz.hawly@sgs.com

Tel.: +49 351 – 8841 135



Customer Service

Dr.

Petra Müller

Customer Service

petra.mueller@sgs.com

Tel.: +49 351 – 8841 155