

SERS-Spektroskopie – Impuls für neue Screeningverfahren in der Lebensmittelanalytik

Janine Nebel, Kathrin Löschner, Ann-Kathrin Galle | CVUA-RRW

Kontakt: janine.nebel@cvua-rrw.de



Einleitung

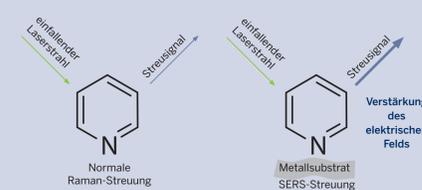
Die Raman-Spektroskopie ist ein etabliertes Verfahren zur Strukturaufklärung und Qualitätskontrolle. Durch Nutzung der oberflächenverstärkten Raman-Spektroskopie (Surface Enhanced Raman Scattering – SERS) ist sogar ein Nachweis von Spurenanalyten möglich, wodurch sich ein neuer Einsatzbereich auch für die Lebensmittelanalytik öffnet.

Ziel ist die Entwicklung effizienter, qualitativer Raman-Screeningmethoden, die als Alternative zu aufwendigeren chromatografischen Verfahren etabliert werden können und sich durch eine schnelle, effiziente und kostengünstige Analytik auszeichnen.

Prinzip SERS-Spektroskopie

Technik zur Verstärkung schwacher Raman-Signale durch den Zusatz von metallischen Nanopartikeln (z.B. Au/Ag als Suspension oder Teststreifen). Die Laseranregung führt zu einem verstärkten elektromagnetischen Feld, das die Intensität der Banden erhöht. [1-2]

- Überwindung der Fluoreszenzinterferenz
- Nachweis von Analyten im Spurenbereich



1. Impuls: Pestizide auf Fruchtschalen am Beispiel Thiabendazol

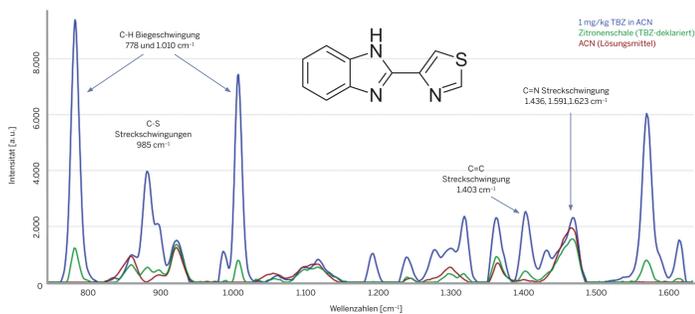


Abbildung 1: SERS-Spektren Reinsubstanz Thiabendazol (TBZ, blau), handelsübliche, mit TBZ-behandelte Zitrone (grün) und Acetonitril (ACN, braun).^[3]

- ✓ Qualitativer Nachweis von TBZ auf Fruchtschalen
- ✓ Bestimmungsgrenze (BG): 1 mg/kg
- ✓ Erfolgreiche Bestätigung der BG durch die LVU EUPT-FV-26 (Banane, $\bar{x}_{\text{LVU}} = 0,78 \text{ mg/kg}$)
- ✓ Methode zur Akkreditierung empfohlen
- Erweiterung des Analytspektrums, z.B. Imazalil
- Matrixerweiterung, z.B. Bananen oder Avocados

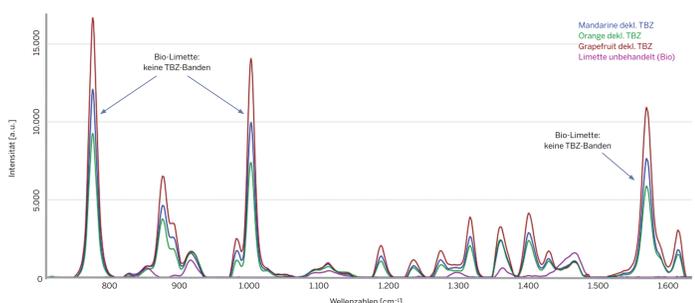


Abbildung 2: SERS-Spektren von TBZ-behandelten Zitrusfrüchten aus dem Einzelhandel (blau, grün, braun), unbehandeltem Bio-Produkt (violett).

Probenbezeichnung	SERS-Ergebnis (Bibliothek)	Bewertung
Mandarine dekl. TBZ	TBZ	Positiv ✓
Orange dekl. TBZ	TBZ	Positiv ✓
Grapefruit dekl. TBZ	TBZ	Positiv ✓
Limette ohne dekl. (Bio)	-	Negativ ✓

Tabelle 1: Ergebnisreport Realproben aus Abb. 2 und Abgleich mit der Bibliothek

Zusammenfassung

Die Raman-Spektroskopie stellt ein schnelles, vielseitig anwendbares Analyseverfahren dar, das es ermöglicht, rechtlich vorgegebene Höchstgehalte zu bestätigen. Insbesondere in der SERS-Technologie steckt ein hohes Potential für qualitative Screeningverfahren, die sich als Ergänzung zu konventionellen LC- und GC-MS-Verfahren etablieren können.



2. Impuls: Melamin in Milch und Milchpulvern

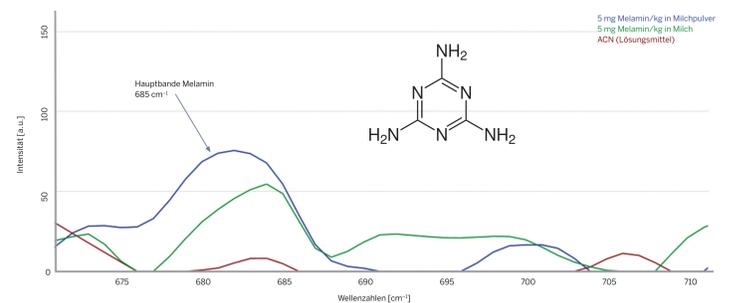


Abbildung 3: SERS-Spektren dotierte Realproben Milchpulver für Säuglinge (blau), Milch (grün) und ACN (braun).

- ✓ Qualitativer Nachweis von Melamin
- ✓ Bestimmungsgrenze (BG): 1 mg/kg
- ✓ Erfolgreiche Bestätigung der LVU FAPAS Milchpulver für Säuglinge ($\bar{x}_{\text{LVU}} = 1,17 \text{ mg/kg}$)
- ✓ Methode zur Akkreditierung empfohlen
- Weitere Optimierung: Probenaufarbeitung
- Matrixerweiterung, z.B. flüssige Säuglingsnahrung



Probenbezeichnung	SERS-Ergebnis (Bibliothek)	Bewertung
Melamin in Milchpulver	Melamin	Positiv ✓
Melamin in Milch	Melamin	Positiv ✓
ACN (Lösungsmittel)	-	Positiv ✓

Tabelle 2: Ergebnisreport Realproben aus Abb. 3 und Abgleich mit der Bibliothek.

3. Impuls: (verbotene) Inhaltsstoffe in NEM am Beispiel Berberin

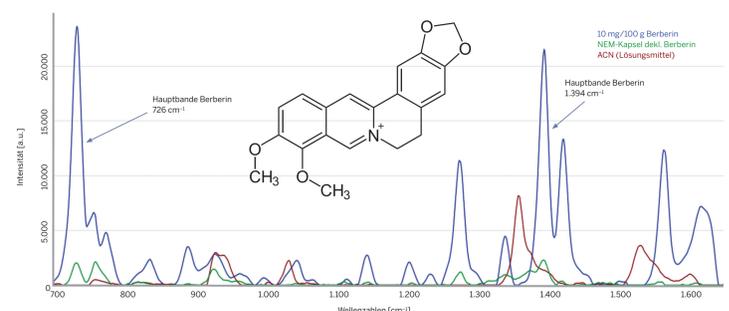


Abbildung 4: SERS-Spektren Reinsubstanz Berberin (blau), handelsübliches berberinhaltiges Nahrungsergänzungsmittel (NEM, grün) und ACN (braun).

- ✓ Qualitativer Nachweis von einzelnen Inhaltsstoffen in NEM grundsätzlich möglich
- ✓ MLV-NRW gefördertes Untersuchungsprojekt
- Herausforderung: Überlagerung von Banden in komplex zusammengesetzten NEM
- Erschwerte Identifizierung von Analyten aufgrund struktureller Ähnlichkeit

Literatur

- [1] https://www.metrohm.com/de_de/discover/blog/20-21/blog-faq-zur-raman-spektroskopie.html
 [2] https://www.metrohm.com/de_de/discover/blog/20-21/blog-raman-spectroelectrochemie.html
 [3] Lin et al., Rapid Determination of Thiabendazole Pesticides in Rape by Surface Enhanced Raman Spectroscopy, Sensors 2018, 18(4), 1082, <https://doi.org/10.3390/s18041082>
 [4] Wikipedia: Strukturformeln