



Quelle: istock / Kuzihar

Fokus auf die 3-MCPD- und Glycidol-Analytik



Werden fetthaltige Lebensmittel industriell verarbeitet und dabei wärmebehandelt, können sich Fettsäureester von 3- und 2-Monochlorpropandiol (3-MCPD und 2-MCPD) und Glycidol bilden, allesamt ihrer gesundheitsbeeinträchtigenden Wirkung wegen unerwünschte Prozesskontaminanten. Aus Sicht der Lebensmittelsicherheit sind diese Stoffe analytisch zu überwachen. Wie dabei vorzugehen ist, hängt von den Anforderungen ab, idealerweise aber automatisiert. GERSTEL bietet hierfür ein breites Spektrum validierter, praxiserprobter und neuer Analysenlösungen.

Von Dr. Oliver Lerch und Jasmin Zboron

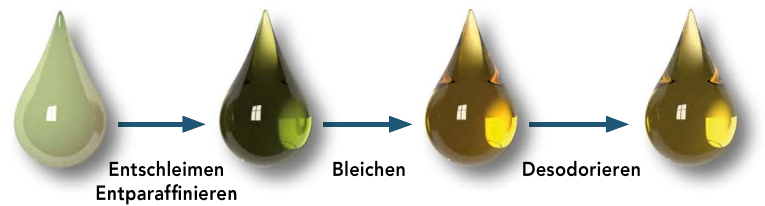
3-Monochlorpropandiol (3-MCPD), 2-Monochlorpropandiol (2-MCPD) und Glycidol sowie deren Fettsäureester sind ihrer gesundheitsbeeinflussenden Wirkung wegen unliebsame Substanzen, die bei der Herstellung und Verarbeitung insbesondere wärmebehandelter Lebensmittel entstehen können. Nachgewiesen wurden sie unter anderem in (fettreichen) Backwaren, Säuglingsnahrung, Sojasauce sowie Speisefetten und -ölen [1]. Freies 3-MCPD beziehungsweise 2-MCPD kann sich bilden, wenn gleichsam fett- und salzhaltige Lebensmittel im Herstellungsprozess hohen Temperaturen ausgesetzt werden. Die estergebundenen Formen von 2-MCPD, 3-MCPD sowie Glycidol entstehen im Zuge der Raffina-

tion nicht nativ verzehrfähiger pflanzlicher Fette und Öle. Dabei werden hohe Temperaturen (zwischen 200 und 300 °C) angelegt, um Fehleraromen und Schadstoffrückstände zu entfernen.

Gefährliche Prozesskontaminanten

Während der Verdauung werden MCPD- und Glycidylfettsäureester in ihre freien Formen umgewandelt. Ratten, denen 3-MCPD verabreicht wurde, zeigten Zellveränderungen vor allem im Bereich der Nieren. Höhere Dosierungen führten zur Ausprägung gutartiger Wucherungen (Tumore) [2]. Die Internationale Agentur für Krebsforschung (IACR) hat 3-MCPD als potenziell kanzerogen eingestuft [3].

Da sich die Bildung von 3-MCPD bei der Herstellung und Verarbeitung von Lebensmitteln kaum verhindern lässt, geht es um eine Eingrenzung der Belastung. Die Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) spricht von einer tolerierbaren täglichen Aufnahmemenge (TDI-Wert) von 0,8 Mikrogramm 3-MCPD pro Kilogramm Körpergewicht [4]. Für 2-MCPD und dessen Fettsäureester ist eine Bewertung gesundheitlicher Risiken in Ermangelung toxikologischer Daten derzeit nicht möglich [1]. Glycidol wird von der IACR als wahrscheinlich kanzerogen und genotoxisch eingestuft.



Industrielle Raffination von Speiseölen

Abbildung: GERSTEL

milchnahrung ernährt werden, entgegenzuwirken. Dieses Ziel zu erreichen, fordert den Einsatz der instrumentellen chemischen Analytik.

Wahl der Methode im Blick

In Kooperation und im Auftrag von Unternehmen der Lebensmittelindustrie und Auftragsanalytik hat GERSTEL maßgebliche Normvorschriften zum Nachweis von 3-MCPD, 2-MCPD und Glycidol, die als Fettsäureester vorliegen, in kommerziell verfügbare, vollständig automatisierte Analysenlösungen umgesetzt, die inzwischen bei einschlägigen Laboratorien weltweit erfolgreich im Einsatz sind. Überdies arbeiten die Applikationsexperten des Unternehmens an weiteren Analysenlösungen, die unter anderem auf der „analytica 2022“ in München vorgestellt werden. Im weiteren Verlauf stellen wir Ihnen in gebotener Kürze einige Highlights unserer Analysenlösungen zur Bestimmung von MCPD und Glycidol-Fettsäureestern vor.

Höchstwerte

Die Europäische Kommission hat gemäß Verordnung (EU) 2020/1322 [5] folgende Höchstwerte definiert:

3-MCPD

- Pflanzliche Öle und Fette (Palm-, Sonnenblumen-, Raps-, Olivenöl etc.): 1250 µg/kg
- Andere pflanzliche und tierische Öle und Fette: 2000 µg/kg
- 15 bis 750 µg/kg für Babynahrung und deren Zutaten

Glycidol

- Pflanzliche Öle und Fette, Fischöl, Öle aus Meeresorganismen etc.: 1000 µg/kg
- 6 bis 500 µg/kg für Babynahrung und deren Zutaten

Das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) empfiehlt nach einer von ihr kürzlich durchgeführten Studie [1], die Gehalte an 2-MCPD, 3-MCPD, Glycidol und deren Fettsäureestern in Lebensmitteln, die bei Kindern beliebt sind (Donuts/Berliner, Margarinen/Pflanzencremes) sowie insbesondere in Säuglingsnahrung, zu reduzieren. Ein besonderes Augenmerk liegt auf der Ernährung der Kleinsten der Kleinen, da es für nicht gestillte Säuglinge keine Ernährungsalternative gibt. Das BfR und alle genannten Institutionen attestieren Handlungsbedarf: Die Gehalte der Kontaminanten in Lebensmitteln sind zu minimieren, um einer Gesundheitsbeeinträchtigung der Verbraucher/innen, insbesondere der von nicht-gestillten Säuglingen, die ausschließlich mit industriell gefertigter Säuglings-

Allen nachfolgend genannten und dargestellten Methoden liegt die gleiche „Chemie“ zugrunde. Damit ist gemeint: die Freisetzung der Analyten durch Esterspaltung, Umwandlung des Glycidols zu 3-MCPD respektive 3-MBPD (bromiert), Derivatisierung des Analyten mit Phenylboronsäure, GC/MS- beziehungsweise GC-MS/MS-Analytik. Unterschiede zeigen sich in der Reaktionsführung, den zugesetzten internen Standards und der Art der Auswertung. Apropos: Handelt es sich um komplexe Lebensmittel wie Gebäck, Nuss-Nugat-Creme, Schokoriegel oder ähnliches, bedarf es eines zusätzlichen Vorbereitungsschritts, und zwar der Extraktion des darin enthaltenen Fettes. Aus diesem Extrakt wiederum erfolgt der Nachweis von 3-MCPD, 2-MCPD, Glycidol-Fettsäureester.

Differenzmethode

Die Standardlösung: Die GERSTEL-Application Note No. 191 (2017) [6] beschreibt die vollständig automatisierte Bestimmung von 3-MCPD und Glycidol-Fettsäureester in Pflanzenöl mittels GC/MS gemäß der offiziellen AOCS*-

AOCS Cd 29c-13
DIN EN ISO
18363-1:2015
DGF C-VI 18 (10)

*The American Oil Chemists' Society
**Deutsche Gesellschaft für Fettwissenschaften

Methode Cd 29c-13 [7] beziehungsweise der DIN EN ISO 18363-1 [8] und der DGF**-Einheitsmethode C-VI 18 (10) [9]. Sie ist als kundenspezifische Komplettlösung im Paket kommerziell erhältlich. Als charakteristisch erweist sich die in der AppNote 191 dargelegte, auf dem GERSTEL-MultiPurpose Sampler (MPS) umgesetzte und damit vollständig auto-

matisierte Methodenstrategie: Zwei Aliquote einer Speiseölprobe werden verseift und die Reaktion in Gegenwart von saurer Chlorid- bzw. Bromidlösung gestoppt. Dieser Schritt beeinflusst die Umsetzung der als Ester gebundenen Analyten in die freie Form und macht es möglich, Auskunft über die ursprünglich in der Probe vorliegenden Mengen an 3-MCPD und Glycidol zu erhalten. Die als Differenzmethode beschriebene Vorgehensweise erlaubt eine schnelle und effiziente Bestimmung. Sie ist die am häufigsten angewendete Methode und in Betriebslaboratorien, etwa zur Eingangs- und Qualitätskontrolle von Ölen, in Ölmühlen, bei Lebensmittelherstellern und in der Auftragsanalytik weitverbreitet.

Kuhlmann-Methode

Sie gilt als der „Volvo“ unter den Methoden zur Bestimmung von 3-MCPD und Glycidol-Fettsäureestern: Die DIN EN ISO 18363-2:2018 beziehungsweise AOCS

AOCS Cd 29b-13
DIN EN ISO
18363-2:2018

Cd 29b-13 – auch Kuhlmann-Methode [13] genannt – ist sicher und robust und liefert zuverlässig gute Resultate; sie ist eine langsame, sehr präzise Methode und erfordert

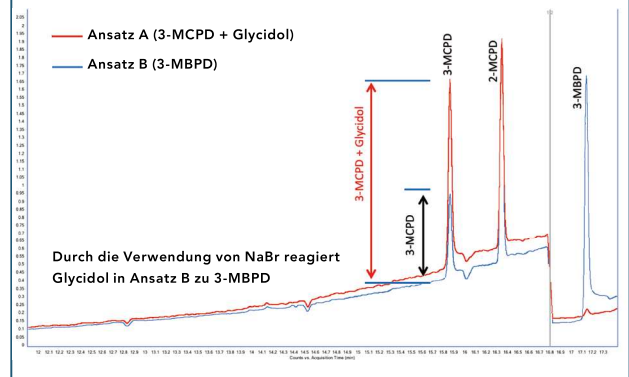
eine Kühlung der Proben bei (-22 bis -25 °C). Sie ist Goldstandard bei SGS, dem nach eigenen Angaben weltweit führenden Unternehmen den Bereichen Prüfen, Testen, Verifizieren und Zertifizieren. Die technische Umsetzung auf ein modernes integriertes GERSTEL-System ist möglich.

Der Einsatz des GERSTEL^mVAP ermöglicht das automatisierte Eindampfen von Extrakten gemäß Normvorgabe.



DGF C-VI 18 (10)

Reaktion (Chromatogramm)



Der in der AOCS-Methode Cd 29c-13 vorgeschriebene Verdampfungsschritt wurde eins-zu-eins in das automatisierte Protokoll des mit dem GC/MS-System online-gekoppelten GERSTEL-MPS übernommen. Dies stellt nicht allein sicher, dass die für die meisten Matrices erforderlichen Nachweisgrenzen mit einem Single-Quadrupol-Massenspektrometer (MSD) erreicht werden (Ausnahme Babynahrung). Ebenso wird zuverlässig überschüssiges Derivatisierungsreagenz entfernt, was sich günstig auf die Stabilität des GC/MS-Systems auswirkt. Um Memoryeffekte gering, das System sauber und stabil und die Analysezeit möglichst kurz zu halten, wird im GC/MS-System ein Säulen-Backflush eingesetzt. Die erhaltenen Ergebnisse zeigen eine gute Korrelation mit Referenzdaten. Die erzielten exzellenten Standardabweichungen für den gesamten Probenvorbereitungs- und Analyseworkflow sprechen ebenso für die Automatisierung.



Unilever-Methode

Andere Länder, andere Anforderungen: Ein Unternehmen in Malaysia suchte eine einfache, vollständig automatisierte Lösung zur Bestimmung von MCPD und Glycidol-Fettsäureester gemäß der AOCS-Methode Cd 29a-13 beziehungsweise der DIN EN ISO 18363-3:2017 – auch Unilever-Methode genannt – in Palmöl. Zusammen mit dem Kunden entwickelten unsere Kolleginnen und Kollegen aus der Applikationsabteilung unseres in Singapur angesiedelten Schwesterunternehmens GERSTEL LLP die in der AppNote 217 [10] zusammengefasste vollständig automatisierte, kommerziell erhältliche kundenspezifische Applikationslösung. Der Unterschied zur hier skizzierten Differenzmethode spiegelt sich in der Art der Probenvorbereitung wider: Es wird etwa nur mit einem Analysenlauf pro Probe gearbeitet, und die darin enthaltenen

Analyten werden stufenweise erschlossen: Die Glycidylester reagieren mit angesäuerter Natriumbromidlösung zu den entsprechenden 3-Monobrompropandiol-Fettsäureestern (3-MBPD). Die Fettsäureester werden mit Heptan extrahiert, die Lösung wird eingedampft, der Rückstand in Tetrahydrofuran wieder aufgenommen. Anschließend werden 3-MBPD-, 2-MCPD- und 3-MCPD-Fettsäureester in saurem Milieu bei 40 °C für 16 h in ihre jeweilige freie Form überführt. Nach deren Derivatisierung mit Phenylboronsäure im Ultraschallbad werden die Analyten mit n-Heptan extrahiert, der Extrakt wird erneut eingedampft, wieder aufgenommen und mittels GC/MS aufgetrennt und bestimmt. Die automatisierte Probenvorbereitung erfüllt die Voraussetzungen der Norm und vereinfacht die Analyse aufgrund des hohen Automatisierungsgrads signifikant. Zudem wird hierdurch das Risiko einer Exposition des Laborpersonals gegenüber potenziell toxischen Lösungsmitteln und Chemikalien reduziert. Die Gesamtanalysezeit wird verkürzt, was zu einem verbesserten Probendurchsatz führt.

**AOCS Cd 29a-13
DIN EN ISO
18363-3:2017**

Zwagerman/Overman-Methode

Die ISO 18363-4:2021 [11] ist die aktuellste Norm, was die Bestimmung von 3-MCPD-, 2-MCPD- und Glycidol-Fettsäureestern aus Speiseölen und -fetten betrifft. Ihrer Urheberschaft [12] verdankt sie die Bezeichnung Zwagerman/Overman-Methode. Verwendet werden mehrere interne Standards, um auch kleinste Abweichungen in chemischen Reaktionen und Probenvorbereitungsschritten auszugleichen; das betrifft unter anderem mögliche Fehleinschätzungen des Glycidol-Gehalts in Gegenwart großer Mengen 3-MCPD. Die Verwendung eines Triple-Quadrupol-GC/MS-Systems wird vorausgesetzt; die Analyten werden im MRM-Modus bestimmt. Die Normmethode und damit alle in ihr aufgeführten Probenvorbereitungsschritte wurden auf den mit dem GC-MS/MS-System onlinegekoppelten GERSTEL-MPS übertragen, die Analyse erfolgt also vollständig automatisiert. Zur Handhabung unterschiedlicher Flüssigkeitsvolumina verfügt der MPS über eine 1-mL-Spritze für die Probenvorbereitungsschritte sowie eine 10-µL-Spritze für die Injektion der vorbereiteten Extrakte. Wichtig: Ein für die Extraktion erforderliches Modul für effizientes vortexartiges Schütteln, ein gekühlter Probenhalter zur Tempera-

turkontrolle während der Umesterung und eine schnelle Waschstation sind integriert. Einzig die Einwaage der Probe erfolgt manuell. Um Memoryeffekte gering und das System sauber zu halten, wurde zwischen der Vorsäule und der analytischen Säule ein Säulen-Backflush integriert. Die Methode wurde validiert und erfolgreich bei der Analyse pflanzlicher und tierischer Öle und Fette eingesetzt. Die erfolgreiche Analyse von Proben aus Ringversuchen dokumentiert die Güte der automatisierten Vorgehensweise. Die relativen Standardabweichungen der Wiederholungsanalysen lagen zwischen 0,1 und 10 % für alle Analyten in verschiedenen Matrices, nur wenige Werte lagen über 5 %. Die von der ISO-Norm geforderte Bestimmungsgrenze von 0,1 mg/kg wurde erreicht. Niedrigere LOQs sind möglich, wenn ein für den Roboter erhältliches Eindampfmodul (GERSTEL^mVAP) verwendet wird. Die Auswertung von Chromatogrammen ist komfortabel und eindeutig, da das Triple-Quadrupol-MS sehr saubere Resultate liefert. Die Automatisierung erlaubt einen Rund-um-die-Uhr-Betrieb. Prioritäre Proben lassen sich in laufende Sequenzen integrieren, das heißt, die Reihenfolge der zu verarbeitenden Proben lässt sich leicht dem Bedarf anpassen.

**DIN EN ISO
18363-4:2021**

Einordnung der Methoden

Im Vergleich zur DIN EN ISO 18363-1 ist die 18363-4 etwas schneller (ein Assay pro Probe aber auch Kalibration), und sie ist sehr viel schneller als die DIN EN ISO 18363-2 und -3. Bei der DIN EN ISO 18363-4 führt die Verwendung mehrerer interner Standards zu höheren Kosten, dafür aber liefert sie auch sehr präzise und richtige Ergebnisse, etwa im Vergleich mit der DIN EN ISO 18363-1.

Die DIN EN ISO 18363-1 und -4 kommen in der Regel zum Einsatz, wenn es im Produktionslabor oder beim Löschen von Ladung schnell gehen muss; die ISO 18363-1 (Differenzmethode) eher als die ISO 18363-4 (Zwagerman/Overman-Methode), was daran liegt, dass die DIN EN ISO 18363-1 zuerst als Norm vorlag.

Getreu dem Motto „Never change a running system“ tun sich viele Firmen schwer, die schon sehr lange erfolgreich mit der Differenzmethode arbeiten, auf die Zwagerman/Overman-Methode umzustellen. Welche Analysenmethode zur Anwendung kommt, hängt eben nicht zuletzt davon ab, welche Ansprüche der Auftraggeber der Analyse formuliert hat: Laboratorien sind gut beraten, sich breit aufzustellen, um den Anforderungen ihrer Kunden entsprechen zu können. Insbesondere für den Fall, der nicht selten eintritt, dass die Durchführung verschiedener Analysenmethoden erwünscht ist.

Wird die Analyse an unterschiedlichen Firmenstandorten durchgeführt, liegt es nahe, möglichst nur eine Methode zu nutzen, um Resultate standortübergreifend vergleichen, Synergien generieren und nutzen zu können.

Die Praxis zeigt, dass die DIN EN ISO 18363-1 (Differenzmethode) sehr oft gefordert beziehungsweise gewünscht wird, da sie schnell Resultate liefert.

Apropos: Sollten Sie darüber nachdenken, Ihre 3-MCPD-Analytik auf den neuesten Stand zu bringen oder den Anforderungen Ihrer Laborpraxis anzupassen, versäumen Sie es nicht, uns anzusprechen.

Wenn Sie mehr erfahren wollen, schreiben Sie uns eine E-Mail an info@gerstel.de, Stichwort: 3-MCPD-Analytik, oder treffen Sie unsere Expertinnen und Experten in München

ANALYTICA 2022 · Halle A1.319

REFERENZEN

- [1] Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR), Gesundheitliche Risiken durch hohe Gehalte an 3-MCPD- und Glycidyl-Fettsäureestern in bestimmten Lebensmitteln möglich, Aktualisierte Stellungnahme Nr. 005/2022 des BfR vom 26. Januar 2022, DOI 10.17590/20200420-134029, (20.04.2022)
- [2] Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR), 3-MCPD-Fettsäureester in Lebensmitteln, Stellungnahme Nr. 006/2013 des BfR vom 3. April 2012, www.bfr.bund.de/cm/343/3-mcpd-fettsaeureester-in-lebensmitteln.pdf, (20.04.2022)
- [3] Yann Grosse, Robert Baan, Béatrice Secretan-Lauby et al., Carcinogenicity of chemicals in industrial and consumer products, food contaminants and flavourings, and water chlorination byproducts, *The Lancet Oncology* 12 (2011) 328-329, [https://doi.org/10.1016/S1470-2045\(11\)70088-2](https://doi.org/10.1016/S1470-2045(11)70088-2)
- [4] EFSA, Prozesskontaminanten in Pflanzenölen und Lebensmitteln, Presseinformation (03.05.2016), www.efsa.europa.eu/de/press/news/160503a, (20.04.2022)
- [5] Amtsblatt der Europäischen Kommission, VERORDNUNG (EU) 2020/1322 DER KOMMISSION vom 23. September 2020 zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1881/2006 hinsichtlich der Höchstgehalte an 3-Monochlorpropanediol (3-MCPD), 3-MCPD-Fettsäureestern und Glycidylfettsäureestern in bestimmten Lebensmitteln, 24.09.2020, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32020R1322&from=PL>, (21.04.2022)
- [6] Dominik Lucas, Andreas Hoffmann, Carlos Gil, Fully Automated Determination of 3-MCPD and Glycidol in Edible Oils by GC/MS based on the Commonly Methods ISO 18363-1, AOCS Cd 29c-13, and DGF C-VI 18 (10), GERSTEL Application Note No. 191 (2017), www.gerstel.de
- [7] <https://www.aocs.org/attain-lab-services/methods/methods/search-results?method=118272>, (20.04.2022)
- [8] <https://www.beuth.de/de/norm/iso-18363-1/241591453>, (20.04.2022)
- [9] http://www.dgfett.de/methods/hinweise_17_C_VI_18.pdf, (20.04.2022)
- [10] CM Choo, Maizatul Putri Ahmad Sabri, Shalene Goh, Fully Automated Determination of 3-MCPD & Glycidol in Edible Oils & Fats based on the AOCS Cd 29a-13 Method, GERS-TEL Application Note No. 217 (2020), www.gerstel.de
- [11] ISO 18363-4:2021, Animal and vegetable fats and oils - Determination of fatty-acid-bound chloropropanediols (MCPDs) and glycidol by GC/MS - Part 4: Method using fast alkaline transesterification and measurement for 2-MCPD, 3-MCPD and glycidol by GC-MS/MS
- [12] Ralph Zwagerman, Pierre Overman, A novel method for the automatic sample preparation and analysis of 3-MCPD-, 2-MCPD-, and glycidylesters in edible oils and fats, *European Journal of Lipid Science and Technology*, 118 (2016) 997-1006
- [13] Jan Kuhlmann, Collaborative Study for the Quantification of Total Contents of 2- and 3-Monochloropropanediol and Glycidol in Food Emulsifiers by GC-MS, *Authorea*, 29. Juni 2021, <https://doi.org/10.22541/au.162499187.75255939/v1>, (20.04.2022)

DYNAMIC HEADSPACE DHS 3.5



Der Einsatz des mit viermal mehr Sorbens ausgestatteten neuen Dynamic-Headspace-Systems 3.5 (DHS 3.5) verbessert die Wiederfindung flüchtiger organischer Verbindungen (VOC) gegenüber Standard-DHS. Einsetzen lassen sich 3,5-Zoll-Sorptionsröhrchen, beladen mit beispielsweise bis zu 240 mg Tenax TA. Die bessere Wiederfindung zieht eine höhere Genauigkeit sowie niedrigere Bestimmungsgrenzen beim Nachweis sehr flüchtiger Stoffe (VVOC) nach sich. Die Temperatur des

Röhrchens während der Anreicherung lässt sich auf Werte zwischen 10 und 70 °C einstellen. Nach der Anreicherung ist ein Trocknungsschritt möglich, um etwa kondensiertes Wasser oder Alkohol zu entfernen. Die GC/MS-Bestimmung der Analyten erfolgt nach deren thermischer Desorption im Thermodesorber 3.5+ (GERSTEL-TD 3.5+), und zwar mit dem GERSTEL-MultiPurpose Sampler (MPS) vollständig automatisiert. Der GERSTEL-MPS verarbeitet bis zu 120 Proben inklusive individueller 3,5-Zoll-Röhrchen höchst effizient in einer Analysensequenz. Neben Vials von 10 und 20 mL Volumen lassen sich DHS-Behälter mit 250, 500 und 1000 mL Volumen automatisiert verarbeiten (DHS Large).

GERSTEL-TD PLUS SIFT-MS-TECHNOLOGIE

Eine neue Gerätekombination garantiert beste Messleistungen in kürzester Zeit: Die hohe Empfindlichkeit, Selektivität und Echtzeitfähigkeit des Selected-Ion-Flow-Tube-(SIFT)-MS von SYFT Technologies wird mit der bemerkenswerten Flexibilität, Anreicherungs-kapazität und Effizienz des GERSTEL-TD 3.5+ kombiniert. Das Ergebnis ist eine Empfindlichkeit im unteren ppb-Bereich mit Laufzeiten von unter fünf Minuten pro Probe. Die automatisierte Analyse von Thermodesorptionsröhrchen (TD) basiert auf dem bewährten GERSTEL-MultiPurpose Sampler (MPS). Zudem lässt sich der MPS im Handumdrehen für die Headspace-Probenaufgabe (HS) konfigurieren. Durch die Aufnahme von 180 Proben (die Anzahl hängt ab von

der Größe des Samplers) gewährleistet der MPS einen hohen Probendurchsatz in kürzester Zeit. Die MPS-TD-SIFT-MS-Gerätekombination eignet sich insbesondere für die Überwachung und Bestimmung von VOC-Emissionen aus Verpackungen und anderen Materialien sowie für die Analyse von Aromen, Duftstoffen, Innenraumluft und Restlösungsmitteln.



MPS MIT FOKUS AUF THERMODESORPTION

Der GERSTEL-MultiPurpose Sampler (MPS) zeichnet sich durch sein hohes Maß an Flexibilität, Leistungs- und Adaptionfähigkeit in einem weiten Applikationsbereich aus. Mitunter ist es sinnvoll, den Fokus zu verschieben und eine Variante zu entwickeln, die auf einen Bereich fokussiert ist. Der neue MPS-TD, konzipiert speziell für Aufgaben im Bereich der Thermodesorption, dient der Automatisierung von thermischer Desorption, thermischer Extraktion und Dynamischer Headspace (DHS). Ausgestattet ist der MPS-TD mit einem Grei-



fer, der unterschiedlich dimensionierte, mit der GERSTEL-TDU und dem GERSTEL-TD 3.5+ kompatible Adsorbensröhrchen automatisiert verarbeitet. Das System bietet Platz für bis zu 240 TD-Proben. Die Steuerung des Autosamplers erfolgt schnell und intuitiv mithilfe der MAESTRO-Software von GERSTEL, die in die GC/MS-Methode und die Sequenztafel integriert ist. Der MPS-TD kann für die Injektion von Flüssigkeiten konfiguriert respektive nachgerüstet werden.