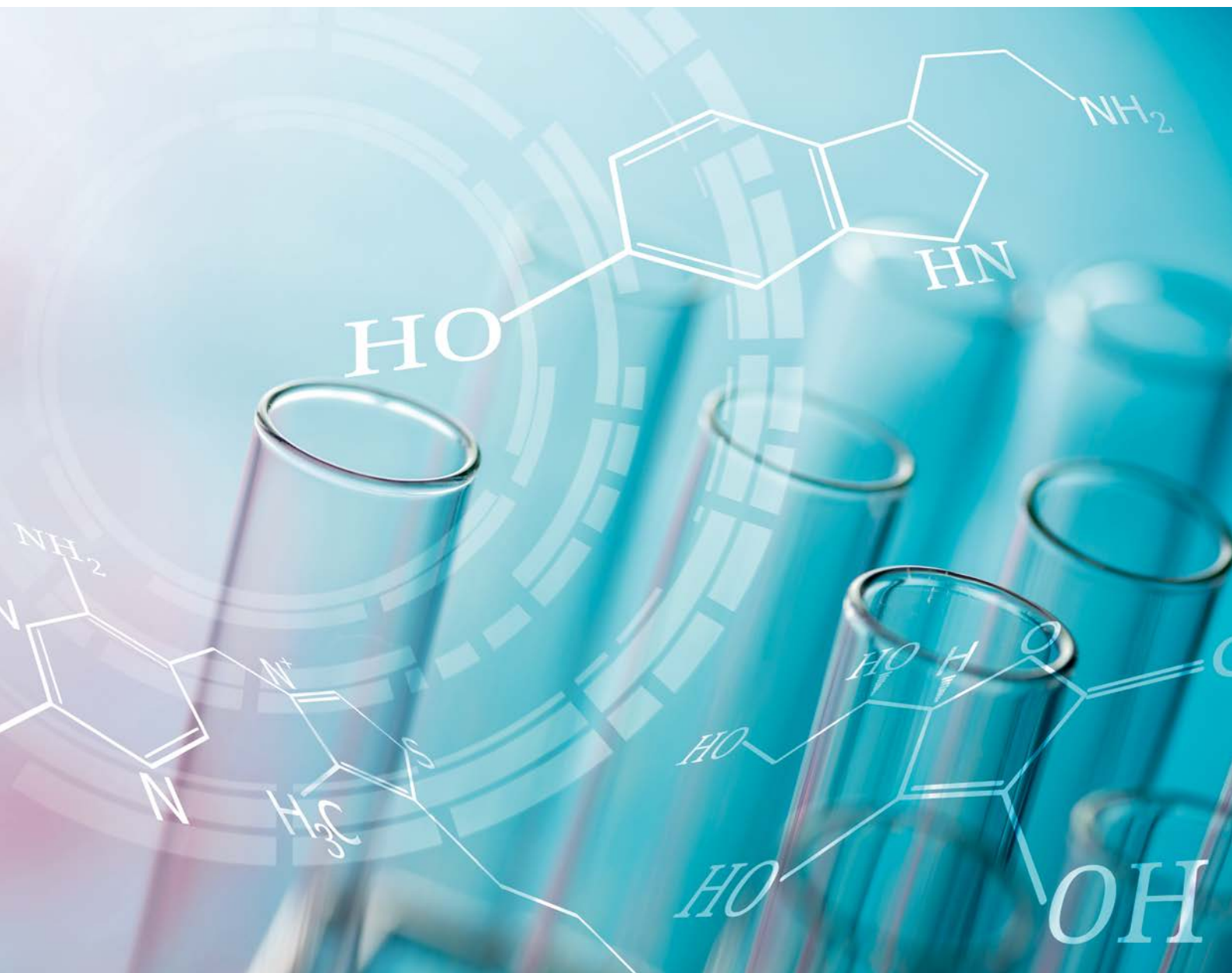


NETZSCH

Proven Excellence.



TG-GC-MS-Kopplung

Emissionsgasanalyse mit chromatographischer Vortrennung

Analyzing & Testing

Thermogravimetrie und

Thermogravimetrie (TG) und simultane thermische Analyse (STA)

Thermogravimetrie (TG) und simultane thermische Analyse (STA), bei der es sich in erster Linie um simultane TG-DSC (dynamische Differenzkalorimetrie) handelt, sind weit verbreitete Analysemethoden für die Forschung und Qualitätskontrolle anorganischer und organischer Materialien und Produkte. Um jedoch einen tieferen Einblick in die Struktur und Zusammensetzung der Materialien zu erhalten, reichen oftmals die Bestimmung der Massen- und Enthalpieänderungen nicht aus. Dazu müssen die flüchtigen Produkte, die bei chemischen Reaktionen, thermisch induzierten Übergängen, Verdampfung und Zersetzung entstehen, bestimmt werden.

NETZSCH-Thermowaagen und STA-Systeme sind übersichtlich, so dass die während der thermischen Behandlung entstehenden Gase in ihrer natürlichen Aufwärtsrichtung strömen. Dieses Design ist ideal für die Kopplung von Gasanalysegeräten am Auslass des Ofens. Die Massenspektrometrie (MS) ist die umfassendste Methode für die Gasanalyse, die eine Empfindlichkeit bis in den ppb/ppm-Bereich, eine hohe Auflösung auf atomarer Ebene und ebenso eine hohe Detektionsgeschwindigkeit bietet. Obwohl die direkte Kopplung eines Quadropol-Massenspektrometers (QMS) – z. B. *Aëolos* oder *SKIMMER* an eine TG oder STA – eine bewährte Methode ist, weist sie bei der Bestimmung der einzelnen Komponenten von Gasgemischen ihre Grenzen auf, was eine eindeutige Identifizierung und Interpretation oft erschwert. Hier kommt die Gaschromatografie ins Spiel.

Informationen mittels TG/DSC*

- Entwässerung
- Desolvatisierung
- Binderausbrennen
- Zersetzung
- Pyrolyse
- Verbrennung
- Oxidation
- Korrosion
- Verdampfung
- Analyse der Zusammensetzung
- Aschegehalt
- Schmelzen/Kristallisation
- Fest-Fest-Übergänge
- Glasübergänge
- Spezifische Wärmekapazität

* Weitere Informationen finden Sie in unseren STA *Jupiter*®-Prospekten.



TG 309 *Libra*®-GC-MS

Emissionsgasanalyse

Gaschromatographie (GC) – Massenspektrometrie (MS)

GC ist ein hochauflösendes Verfahren zur Trennung flüchtiger und halbflüchtiger Verbindungen. Aufgrund der Unterschiede in der Komponentenverteilung zwischen einer stationären Phase (z. B. Innenbeschichtung einer Kapillare) und einer mobilen Phase (Spülgas, z. B. Helium) werden die Gasgemischungen getrennt.

Gaskomponenten mit geringer Affinität zur stationären Phase werden vom Spülgas schnell abgeführt, während Gase mit hoher Affinität zur stationären Phase mit erheblicher Zeitverzögerung („Retentionszeit“) folgen. Das MS ist am Auslass der GC-Trennsäule angeschlossen und zeichnet die zeitliche Verteilung der getrennten Gaskomponenten im Spülgasstrom auf. Basierend auf der Vortrennung der Gase durch das GC und der Empfindlichkeit und Auflösung des MS werden detaillierte Strukturinformationen geliefert und es wird somit ermöglicht, die meisten Verbindungen genau zu identifizieren.

Mobile Phase

Die mobile Phase im GC ist ein Gas, daher müssen alle Analyten verdampft und in gasförmigem Zustand in die Säule eingeleitet werden.

Stationäre Phase

Bei der derzeitigen Technologie ist die stationäre Phase im GC in der Regel eine Polymerbeschichtung in einer langen und schmalen Kapillare aus Quarzglas.

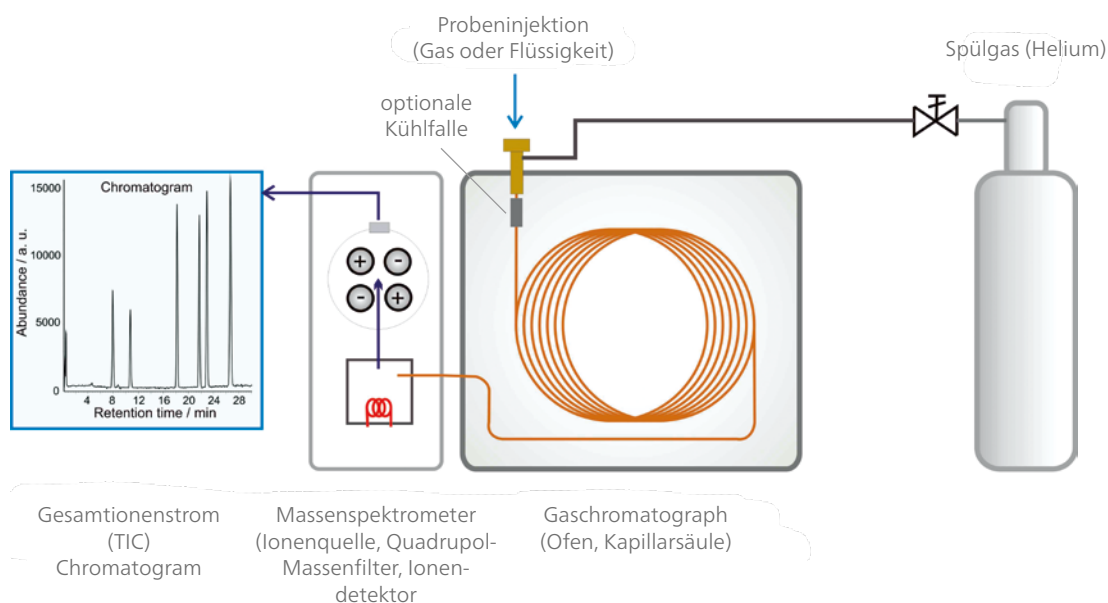


Informationen mittels GC-MS

- Festkörper-Gas-Reaktion
- Zersetzungsprodukte
- Pyrolysegase
- Verbrennungsprodukte
- Rauchgasidentifizierung
- Trennung komplexer Gasgemischungen
- Gaskdetektion und -identifizierung
- Analyse der Zusammensetzung
- Identifizierung von Hilfsstoffen (z. B. Weichmacher)

TG/STA-GC-MS-Kopplung

Da die Gastrennung in der GC-Säule eine gewisse Zeit in Anspruch nimmt – abhängig von den Probeneigenschaften, der Säulenflussrate, der Säulenlänge und der stationären und mobilen Phase – ist eine Kopplung direkt in das GC mit einem kontinuierlichen Online-Probengasfluss nicht möglich. Unsere Lösung besteht aus einer direkten Kopplung im quasi-kontinuierlichen Betrieb mit beheizbaren automatischen Ventilen, die eine softwaregesteuerte Gasentnahme (Durchfluss-Probenentnahmeschleife) und Gasinjektion selbst in kurzen Zeitabständen in der NETZSCH-Proteus®-Software bietet.



Die injizierte Gasmischung der Probenentnahmeschleife (oder Teile davon im Split-Modus) passiert die Trennungssäule des GC unter den eingestellten Durchflussbedingungen (z. B. konstanter Durchfluss des Spülgases mit 1,5 bis 2 ml/min) und gelangt nach einer Druckreduktionsstufe als molekularer Strahl zur Ionenquelle des Quadrupol-Massenspektrometers. Die Trennsäule wird entweder auf konstant hoher Temperatur gehalten (für den quasi-kontinuierlichen Injektionsmodus) oder die Temperatur wird von einer niedrigen Starttemperatur auf eine anschließend hohe Temperatur programmiert (für den ereignisgesteuerten Modus).

Das Massenspektrometer detektiert alle flüchtigen Produkte und zeichnet sie in Abhängigkeit von der Zeit auf. Die Kurve des Gesamtionenstroms (TIC) über die Zeit (Retentionszeit) wird als Chromatogramm bezeichnet. Das Chromatogramm enthält die Peaks, die sich aus der Wechselwirkung des Probengases in der stationären und mobilen Phase sowie aus der Siedetemperatur ergeben. Diese Retentionspeaks werden von der MS-Software analysiert, um die beitragenden Substanzen zu bestimmen.

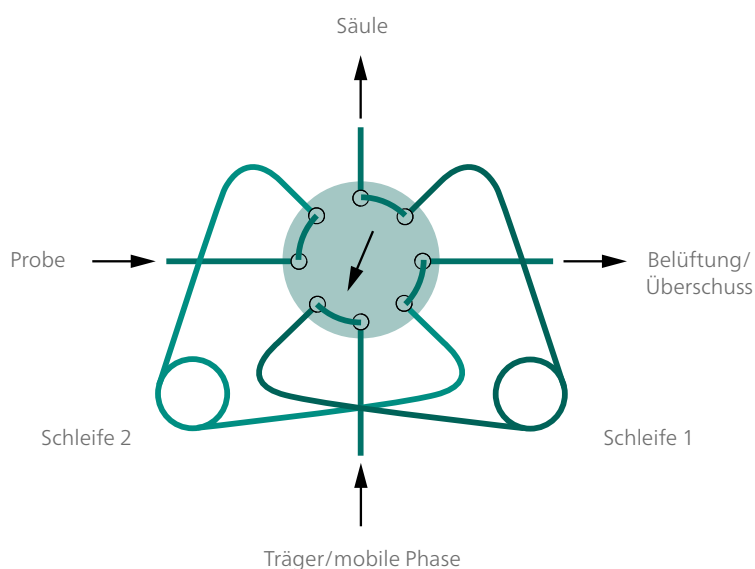
Ventilbox

Die NETZSCH-Ventilbox beinhaltet ein beheiztes Doppelschleifensystem und wird vollständig durch die NETZSCH-*Proteus*®-Software betrieben. Dieses System erlaubt entweder kontinuierliche Injektionen (d.h. wiederkehrende Injektionen in definierten Intervallen und mit definierbarer Häufigkeit) in die GC-Säule oder ereignisgesteuerte Injektionen.

Maximale Flexibilität

Zur Erzielung einer höheren Konzentration in den freigesetzten Gasspezies, kann eine optionale Kühlfülle zwischen Injektions-system und GC-Säule platziert werden.

Darüber hinaus ist es auch möglich, das Gasmisch unter Umgehung der GC-Säule direkt in das Massenspektrometer zu injizieren.



TG/STA-GC-MS-Kopplung

Gaschromatographie – Wenn die Identifizierung komplexer Gasmischungen mittels MS an ihre Grenzen stößt



1 Massenspektrometer 2 Gaschromatograph

3 Gasinjektor auf Ventilbasis und Temperaturregler



5

STA 509 Jupiter®

1 Massenspektrometer (MS)

- Modernes Quadrupol-MS
 - >1000 u
 - Hohe Abtastrate; bis zu 20000 u/s
 - Unterschiedliche Ionisierungstechniken erhältlich (EI, CI, PI, je nach MS-Typ)
- Werkzeuglose Wartung, z. B. vereinfachte Wartung der Ionenquelle
- Eigenständige MS-Messungen

2 Gaschromatograph (GC)

- Split, Splitless und Pulse-Split als Einlassoption
- GC-Ofen bis 450 °C
- Schneller Säulenwechsel ohne Belüftung des MS (Option)
- Mehrere Säulen für spezifische Anwendungen erhältlich

3 NETZSCH-Box – Ventilbasierter Gasinjektor

- Doppelschleifensystem für kurze Injektionsintervalle
- Software in *Proteus*® integriert
- Spezielle Isoliertechnik für konstante Temperatur (max. 350 °C) zur Vermeidung kalter Stellen
- Einfache GC-Integration über Standard S/SL-Injektor
- Schnellanschluss zum einfachen Wechsel zwischen TG-Kopplung und Standardanwendung (z. B. Flüssigkeits-Probenahme)
- Direkte MS-Kopplung ohne Verwendung der Trennsäule möglich
- Integriertes Durchflusskontrollsystem zur Gewährleistung eines zuverlässigen Gastransfers

4 Transfersystem

- Beheizbares Adaptersystem (bis 400 °C)
- Beheizte Transferleitung (max. 350 °C) mit inerte glasbeschichteter Stahlkapillare

5 Konfigurierbarer Thermoanalysator (TG/STA)

- Variable Öfen für einen breiten Temperaturbereich
- Verschiedene Sensoren
- Automatischer Probenwechsler mit Kapazitäten für bis zu 20 bzw. 192 Probentiegel, geräteabhängig
- Bypass-System für überschüssiges Gas
- Simultane Kopplung von TG/DSC-GC-MS-FT-IR

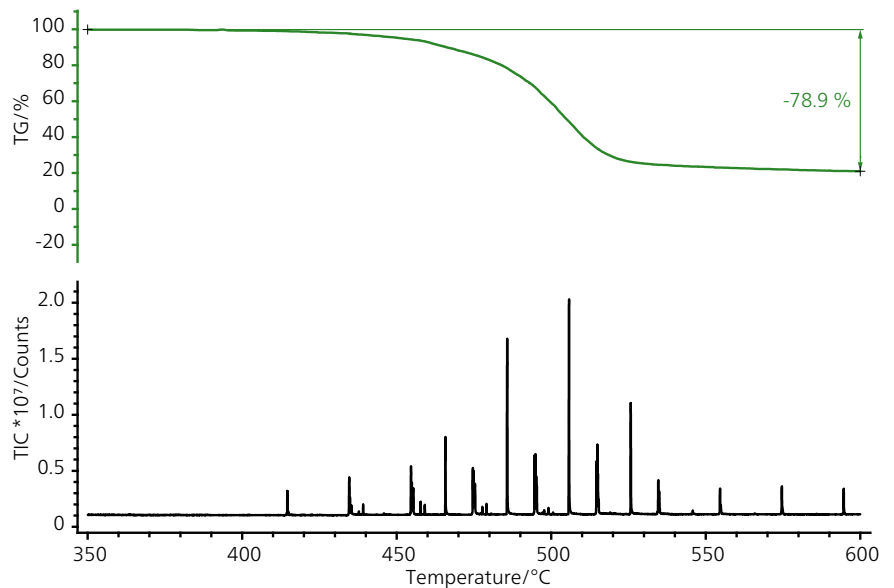
DIE DREI MESSMODI

QUASI-KONTINUIERLICH, EREIGNIS- GESTEUERT UND KÜHLFALLE

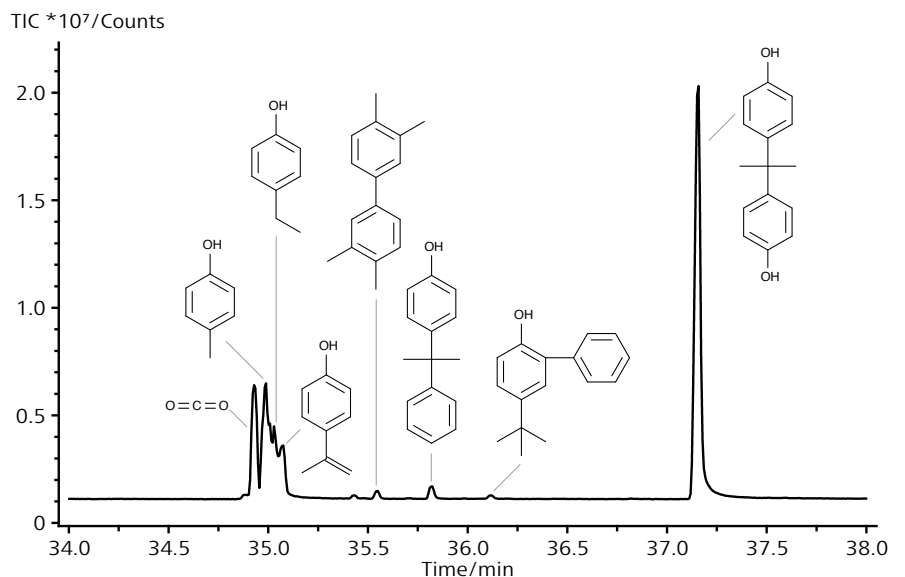
ERKLÄRT ANHAND DESSELBEN MATERIALS:
POLYCARBONAT (PC)

Quasi-kontinuierlicher Modus – Pyrolyse von Polycarbonat (PC)

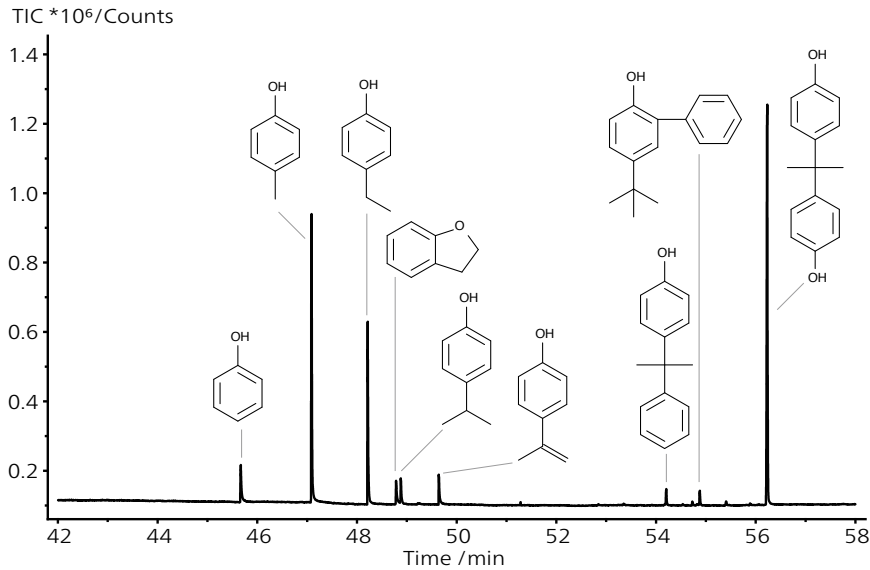
Die während der TG-Messung freigesetzten Gase werden im 4 min-Intervall auf die mit 200 °C beheizte GC-Säule gegeben. Unmittelbar nach Beginn des Massenverlusts werden im Totalionenstrom (TIC) mehrere Peaks nachgewiesen. Die Analyse der MS-Spektren für jeden Peak ergibt eine Mischung aus Verbindungen, die während der Pyrolyse freigesetzt wurden. Acht unterschiedliche Verbindungen werden identifiziert. Die hohe Säulentemperatur verhindert die perfekte Trennung einiger Peak.



TG-Messung an Polycarbonat (PC) in Korrelation mit dem entsprechenden Totalionenstrom im kontinuierlichen Modus



Vergrößerte Ansicht des Totalionenstroms zwischen 34 min und 38 min; die Peaks sind mit den identifizierten Verbindungen beschriftet

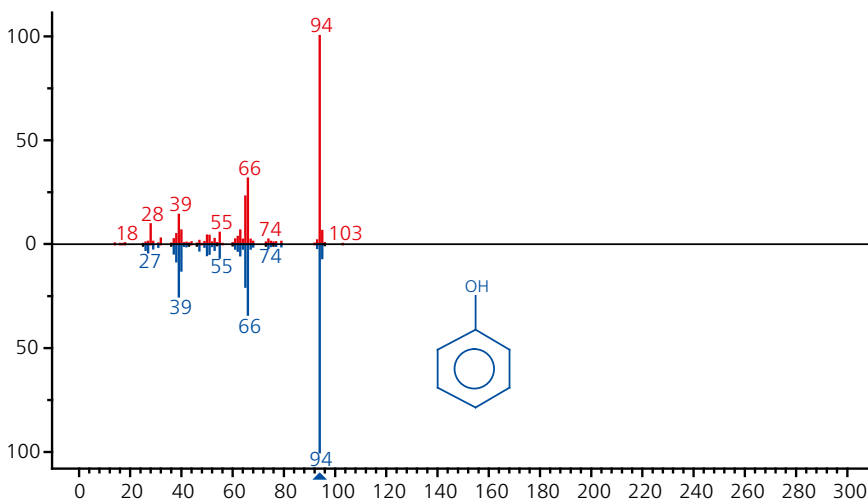


Ereignisgesteuerter Modus

Sobald der DTG-Peak (Peak in der ersten Ableitung der TG-Kurve) von der Software erkannt wurde, wird eine Probeninjektion auf die Säule von der Software automatisch durchgeführt. Die GC-Säule wurde zur Trennung des Verbindungsgemisches mit 15 K/min von 40 °C auf 300 °C aufgeheizt. Neun Verbindungen konnten eindeutig identifiziert werden. Dafür wurden die Massenspektren jedes Peaks mit der NIST-Bibliothek verglichen. Die Identifizierung von Phenol ist unten beispielhaft dargestellt.

Totalionenchromatogramm für Polycarbonat, gemessen im ereignisgesteuerten Modus; die Peaks sind mit den identifizierten Verbindungen gekennzeichnet.

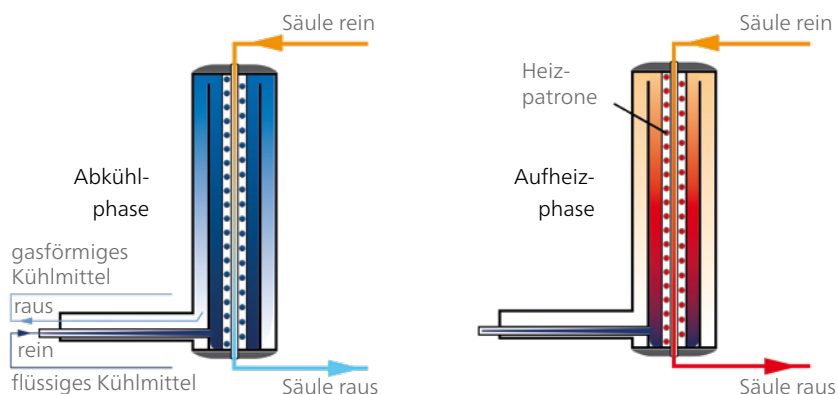
RT (min)	Treffer-qualität	Name
38,900	93,2	CO ₂
45,669	94,1	Phenol
47,089	96,1	4-Methylphenol
48,216	96,3	4-Ethylphenol
48,783	86,6	Dihydro-Benzofuran
48,878	90,0	Isopropylphenol
49,642	93,7	Isopropenylphenol
54,205	86,8	Phenol, 4,4'-(1-methylethyliden)bis-
54,879	81,5	Phenol, 4-tert-butyl-2-phenyl-
56,233	94,6	Phenol, 4-(1-methyl-1-phenylethyl)-



Gemessenes Massenspektrum bei 45,669 min (rot) im Vergleich zum NIST-Bibliotheksspektrum für Phenol (blau)

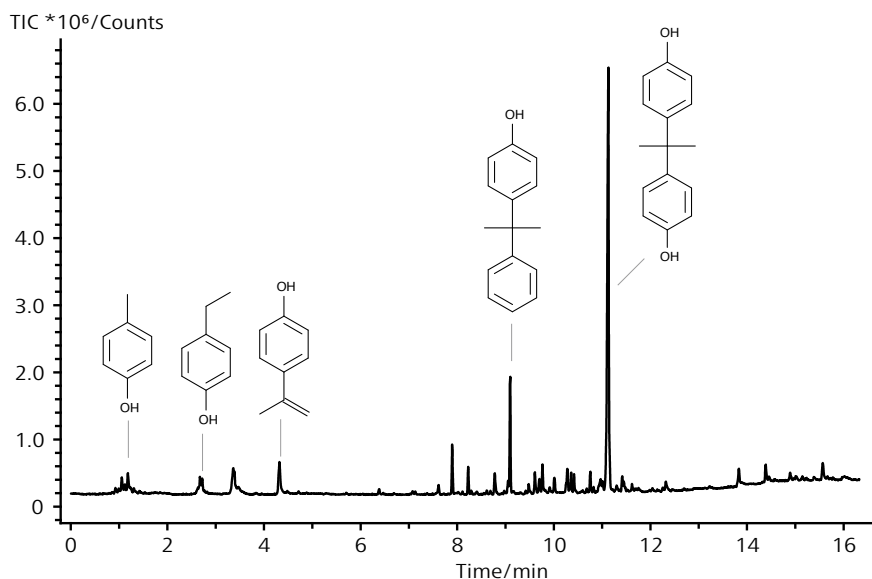
Multiinjektion und Kühlfallenmodus

Während der TG-Messung wird der äußere Mantel der Kühlfalle mit flüssigem Stickstoff gekühlt, um ausgasende Verbindungen aufzufangen (Abkühlphase, linke Abbildung), um deren Konzentration zu erhöhen. Nach Ende der Gassammlung wird die Falle unmittelbar mit der eingebauten Heizpatrone (Aufheizphase, rechte Abbildung) mit hohen Heizraten aufgeheizt, um eine scharfe Gasinjektion auf die Säule zu erzielen.

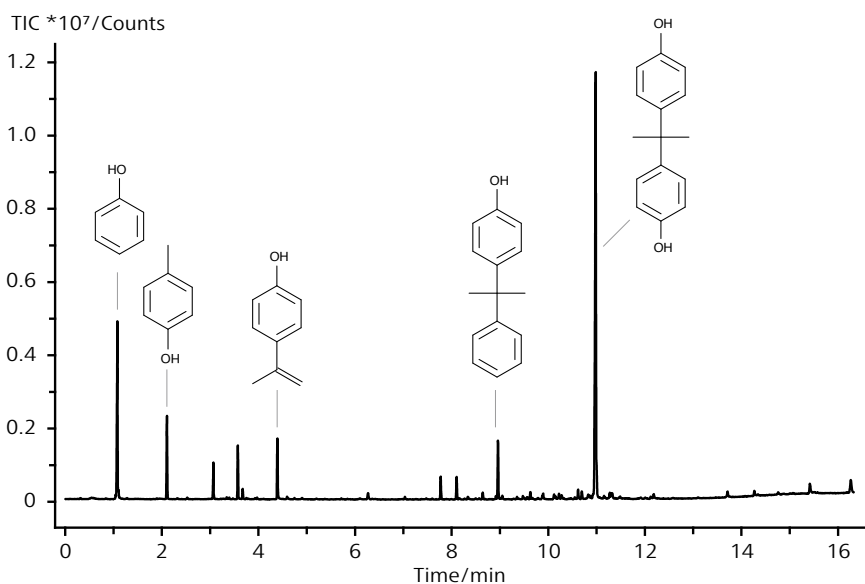


Funktionsprinzip der Kühlfalle

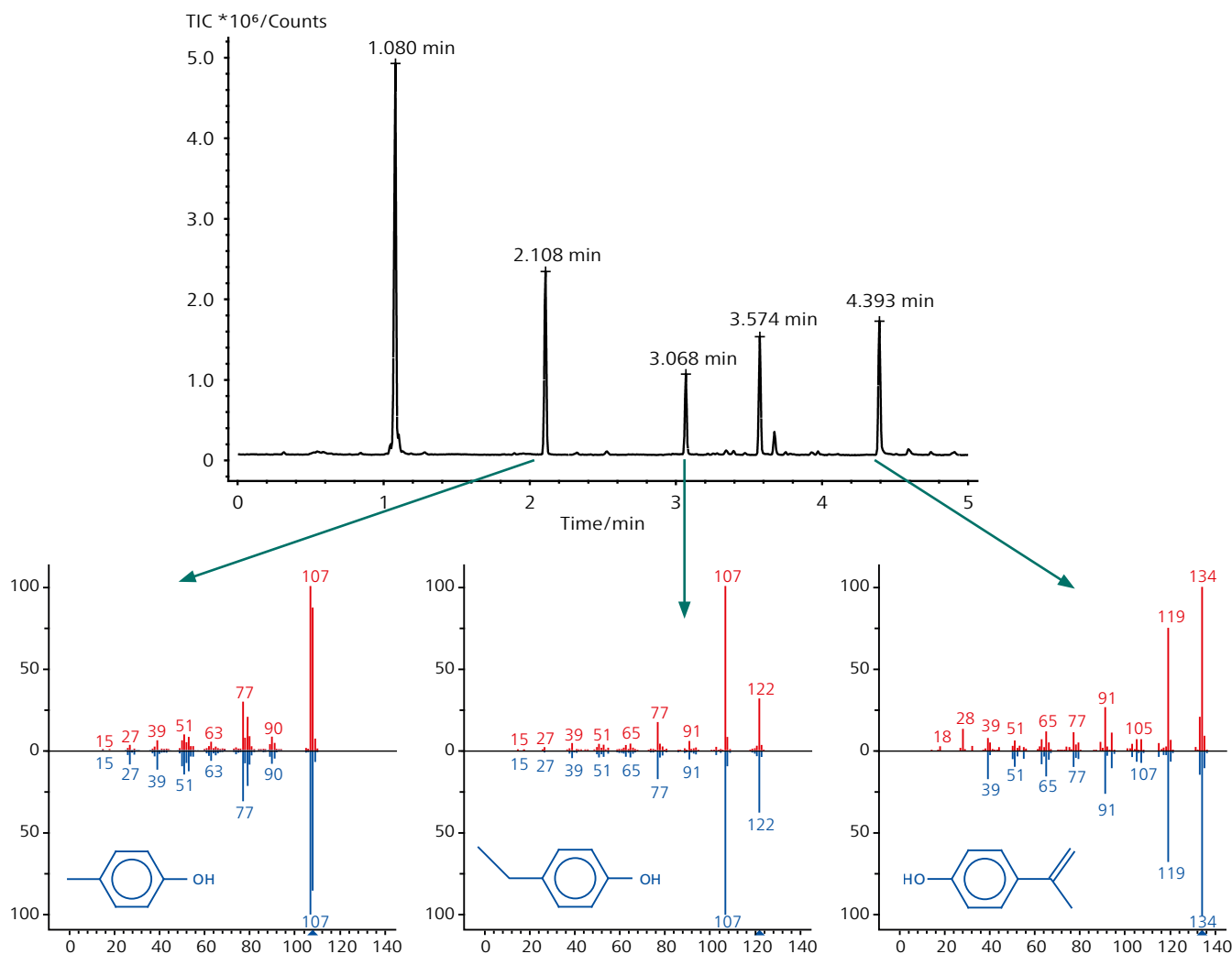
Prinzipiell kann die Nachweisgrenze von Nebenprodukten erhöht werden, indem die Gase während der TG-Messung auf der kalten Säule (40 °C) in kurzen Intervallen (Multiinjektionsansatz) gesammelt und im Anschluss durch dynamischen Aufheizen der GC-Säule analysiert werden.



Beim Ansatz mit der Kühlfalle werden die Gase bei -50 °C gesammelt. Diese niedrigere Kondensationstemperatur im Vergleich zum reinen Multiinjektionsansatzes führt zu einer verbesserten Kondensation der Gase auf der Säule. Das im Anschluss erhaltene Chromatogramm zeigt deutliche schärfere Peaks und ermöglicht eine verbesserte Analyse der Gasmischung.



Auswertung des GC-MS-TIC-Chromatogramms



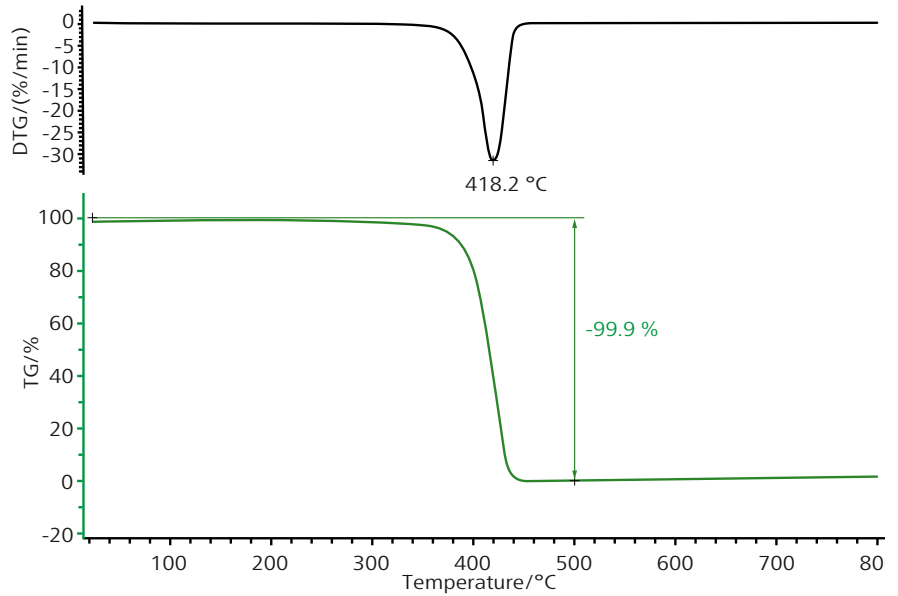
RT (min)	Treffer- qualität	Name
1,080	95,31	Phenol
2,108	96,79	Phenol, 4-methyl-
3,068	92,00	Phenol, 4-ethyl-
3,574	92,30	Benzofuran, 2,3-dihydro-
3,675	93,31	Phenol, 3-(1-methylethyl)-
4,393	93,36	p-Isopropenylphenol
6,269	85,55	Phenol, 2,4-bis(1,1-dimethylethyl)-
7,774	95,52	Diphenylcarbonat
8,105	72,62	Pyridine, 2,3,4,5-tetramethyl-6-phenyl-
8,959	88,71	Phenol, 4-(1-methyl-1-phenylethyl)-
9,627	77,86	Benzene, 1-(1,1-dimethylethyl)-4-phenoxy-
9,896	74,97	Benzo[b]-1,8-naphthyridin-5(10H)-one, 10-methyl-
10,222	78,61	Phenol, 4-(2-phenylethenyl)-, (E)-
10,621	83,00	4,4'-Ethylidenediphenol
10,694	72,64	1-Methoxy-6-methylphenazin
10,986	88,79	Phenol, 4,4'-(1-methylethyliden)bis-

Die GC-MS-Software bietet eine einfache Auswertung der Massenspektren für jeden Peak im Chromatogramm. Eine einfache Zoomfunktion erlaubt eine vergrößerte Darstellung der Peaks. Die NIST-Suche generiert eine Liste der Verbindungen einschließlich Retentionszeit, Trefferqualität und Name. Jedes gemessene Spektrum kann im Vergleich zum NIST-Spektrum dargestellt werden.

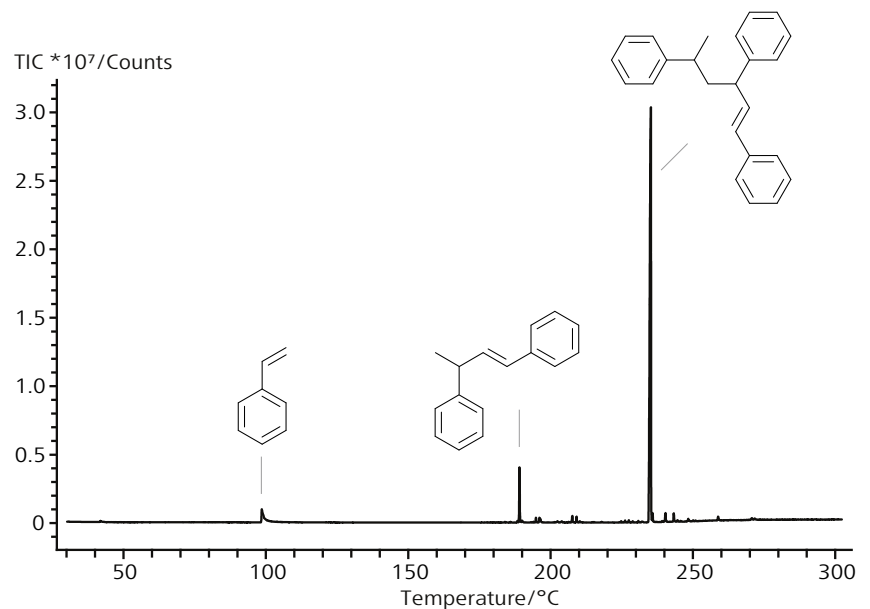
Unbegrenzte Applikationen

Pyrolyse von Polymeren

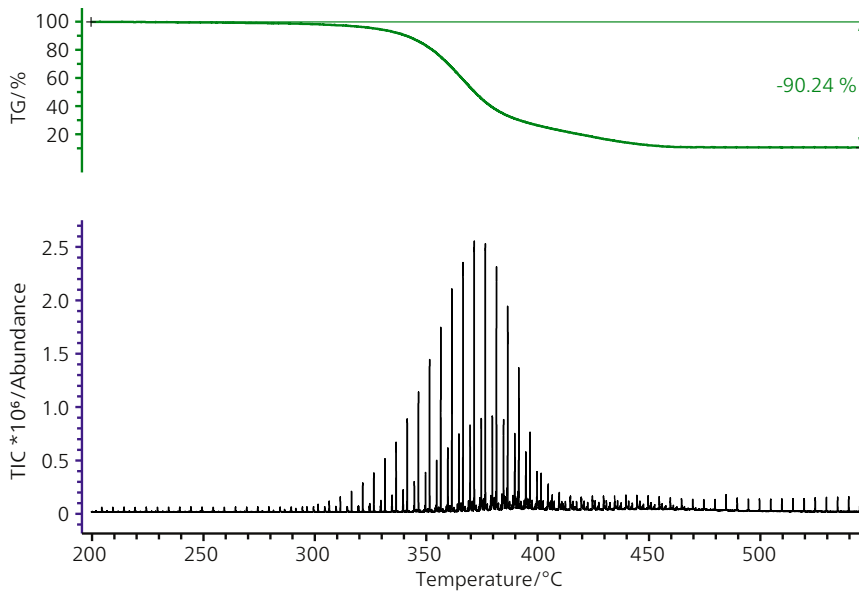
Dieses Beispiel zeigt eine thermogravimetrische Messung (TG, grün) an Polystyrol im ereignisgesteuerten Modus. Eine Gasprobe wurde am DTG-Peak (schwarz) bei 418 °C auf die Säule injiziert. Die Trennung der freigesetzten Verbindungen über die GC-Säule mit einer Temperaturrampe von 15 K/min ergab die drei Hauptverbindungen Styrol, das Styrol-Dimer und das Styrol-Trimer, die gut mit den Literaturdaten übereinstimmen.



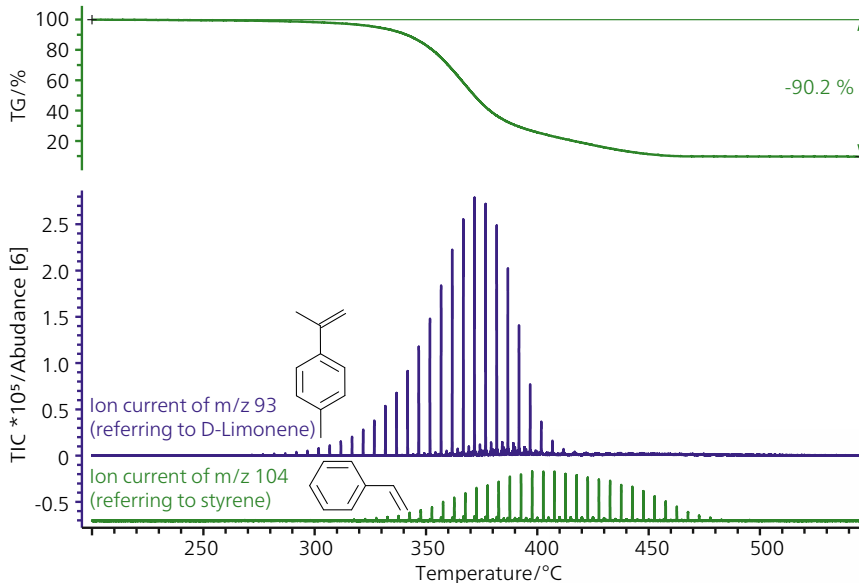
TG-Kurve (grün) für Polystyrol (PS) unter inertem Bedingungen, Massenverlustrate (DTG, schwarz)



Totalionenchromatogramm für Polystyrol (PS), gemessen im ereignisgesteuerten Modus; Peaks mit identifizierten Verbindungen sind gekennzeichnet.



Temperaturabhängiger Massenverlust (grün) in Korrelation mit dem Totalionen-chromatogramm (TIC, schwarz)



TG-Kurve (grün) für Naturkautschuk mit 8 % Styrol-Butadien-Kautschukanteil im Vergleich zu den Massennummern 93 für Limonen und 104 für Styrol.

Mischung aus NR und SBR

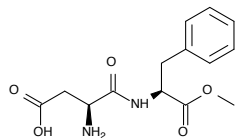
Die Kautschukmischung wurde unter inerten Bedingungen mit 5 K/min bis 550 °C aufgeheizt. Die Messung wies eine breite Massenverluststufe auf. Das GC-MS-Experiment wurde im quasi-kontinuierlichen Modus durchgeführt; alle 30 Sekunden erfolgte eine Probenentnahme auf die Säule mit einer Temperatur von 100 °C. Der Totalionenstrom (TIC) zeigt die im Massenspektrometer während der Massenverluststufe detektierten Gase. Für jede Injektion wurden mehrere Peaks im TIC nachgewiesen, d.h. eine gleichzeitige Freisetzung eines Verbindungsgemisches.

Der zeitliche Verlauf der ablaufenden Pyrolysereaktion kann anhand von spezifischen Massenzahlen verdeutlicht werden. Die Massenzahl 93 bezieht sich auf die Freisetzung von Limonen, einem Zersetzungsprodukt von NR, die Massenzahl 104 auf aus dem SBR freigesetztes Styrol. Die individuellen Ionenstromkurven weisen eine gute Übereinstimmung mit der Massenänderung auf und zeigen zusätzlich, dass sich die Pyrolyse des SBR über einen breiteren sowie höheren Temperaturbereich als bei NR erstreckt.

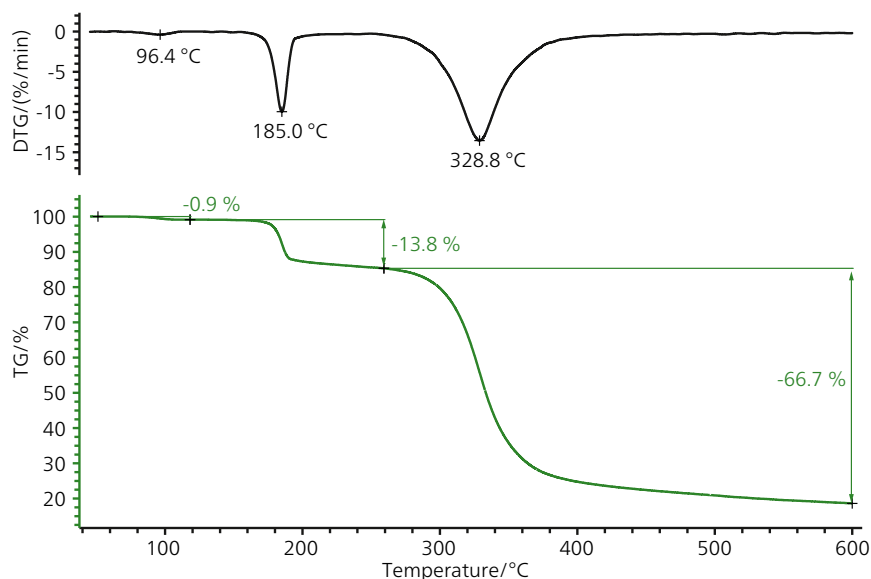


PHARMAZEUTIKA

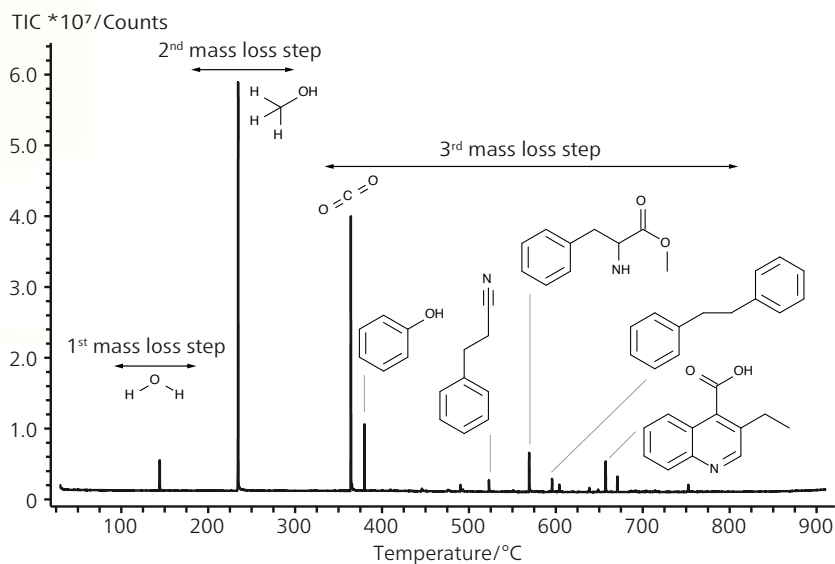
Aspartam



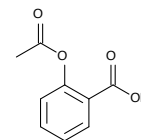
Der gebräuchliche Süßstoff und pharmazeutische Hilfsstoff wurde zur Untersuchung der thermischen Stabilität auf 550 °C aufgeheizt. Die freigesetzten Gase wurden im ereignisgesteuerten Modus analysiert. Jede Massenverluststufe führte zu einer Injektion auf die GC-Säule. Die erste Massenverluststufe ist auf die Freisetzung von Oberflächenwasser zurückzuführen. Während der zweiten Massenverluststufe wurde der Ester funktionell gespalten und Methanol freigesetzt. Die dritte Massenverluststufe zeigt die Bildung mehrerer aromatischer Fragmente während der Pyrolyse.



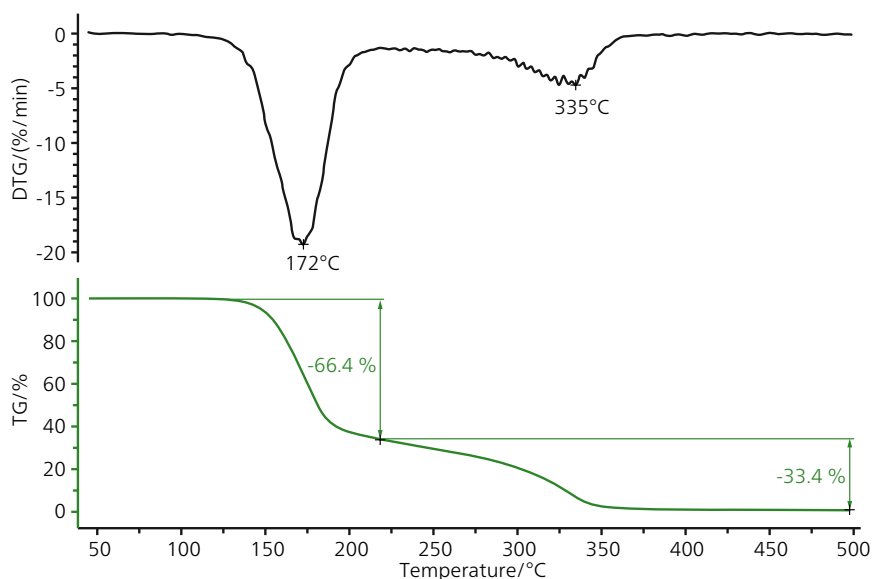
TG-Kurve (grün) für Aspartam unter inerten Bedingungen; Massenverlustrate (DTG, schwarz)



Totalionenchromatogram für Aspartam, gemessen im ereignisgesteuerten Modus; identifizierte Mischungen kennzeichnen die betroffenen Peaks.



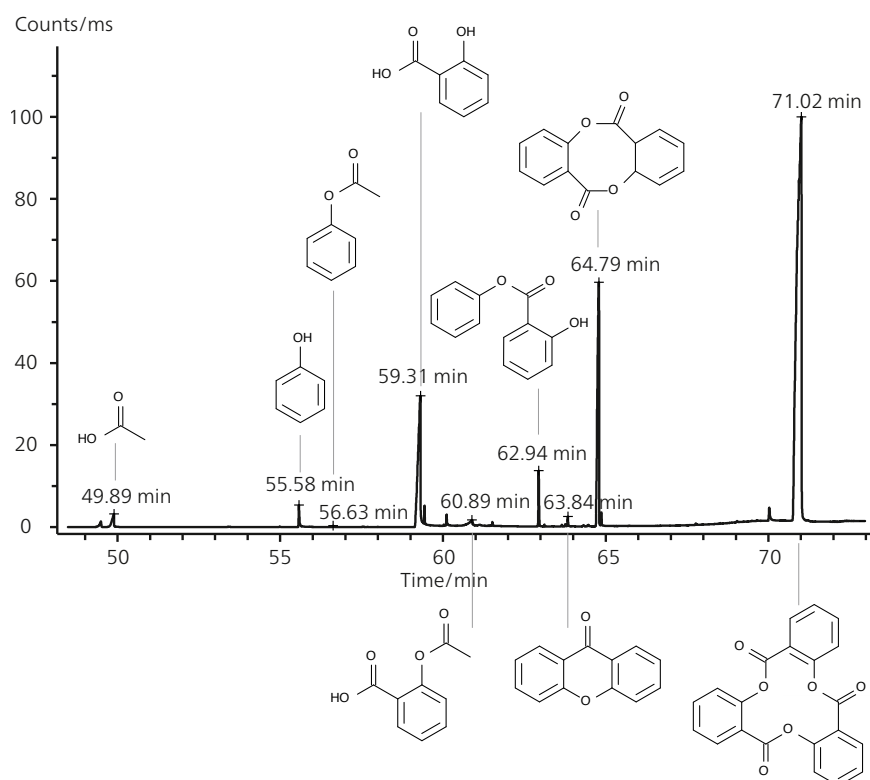
Acetylsalicylsäure (z. B. die Marke Aspirin®)



Das thermische Verhalten von pulverförmiger Acetylsalicylsäure wurde in Heliumatmosphäre untersucht. Die im Rahmen von Verdampfungs- bzw. Zersetzungsreaktionen freigesetzten Gase wurde im Intervall von 1 min auf der Kühlfalle gesammelt und mittels anschließender GC-MS-Analyse untersucht.

Die Betrachtung des Chromatogramms ergab die Freisetzung von mindestens 9 verschiedenen Verbindungen. Durch einen Bibliotheksvergleich konnten diese Verbindungen eindeutig identifiziert werden.

Die Gasmischung besteht aus einer Mischung aus Verdampfungsprodukten (Acetylsalicylsäure und dessen Di- und Trimer) sowie auch Zersetzungsprodukten aus kleineren Fragmenten der Acetylsalicylsäure.

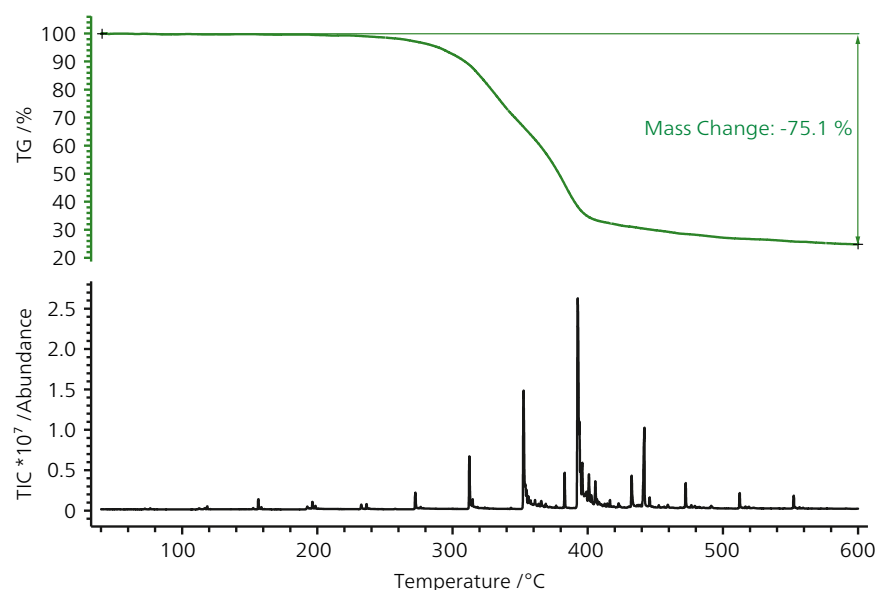


Die Pyrolyse ist das effektivste Mittel, um Biomasse in Biokohle, flüssiges Bioöl, Synthesegas, Chemikalien und andere hilfreiche Produkte umzuwandeln. Die Kopplung der Methoden GC-MS an thermische Analyse ist nicht nur eine elegante Lösung zur Erstellung optimierter Temperaturprogramme für die Pyrolyse, sondern auch zur Untersuchung der entstehenden Pyrolyseprodukte.

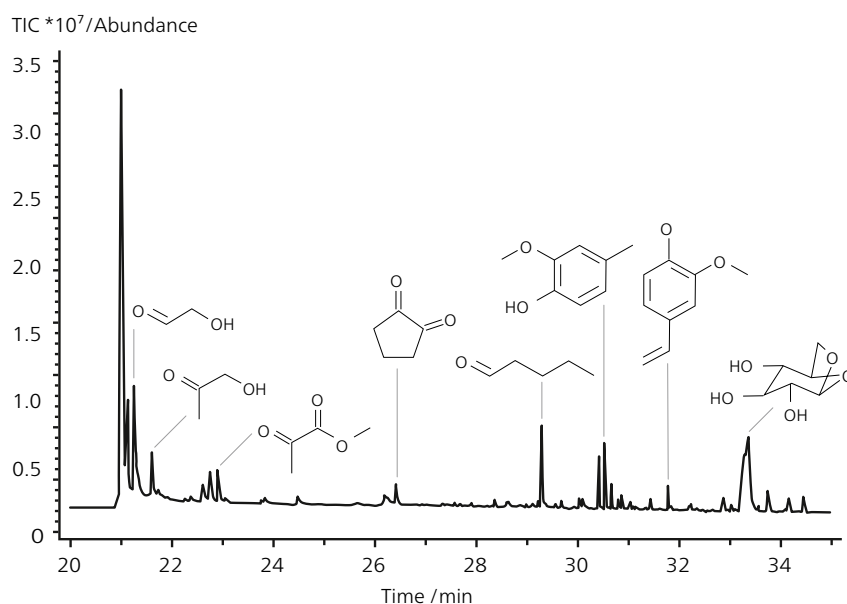
Pyrolyse von Biomasse

In diesem Beispiel wurde Kirschholz (3,1 mg) mit einer Aufheizrate von 20 K/min in He-Atmosphäre pyrolysiert. Die GC-MS-Messung erfolgte im quasikontinuierlichen Modus. Zwischen 250 °C und 450 °C zeigt das TG-Signal eine Massenverluststufe von 75,1 %. Die resultierende komplexe Gasmischung wurde durch die GC-Säule getrennt und mittels MS analysiert. Kontinuierliche Injektionen von Gasproben in den GC (alle 2 Minuten) gaben einen Überblick über die Zusammensetzung des erzeugten Pyrolysegases.

Zur Identifizierung der freigesetzten Komponenten wurde eine einzige Gasinjektion am Maximum der Massenverlustrate (385 °C) durchgeführt, indem die Messung im ereignisgesteuerten Modus wiederholt wurde. Das resultierende Totalionenchromatogramm (TIC) mit Peaks über den gesamten Bereich der Retentionszeiten kann mit Hilfe der Bibliothekssuche einfach ausgewertet werden; beispielhafte Datenbank-Treffer werden angezeigt.



Holz: Temperaturabhängige Massenänderungen (TG) und Totalionen-chromatogramm (TIC), gemessen im quasi-kontinuierlichen Modus der STA-GC-MS.



Totalionenstrom (TIC), gemessen im ereignisgesteuerten Modus; die Probengasmischung wurde bei 385 °C entnommen.

Technische Daten

GC-MS-Kopplung

Massenspektrometer

Hersteller	Agilent, Jeol und weitere
Massenbereich	>1000
Massenauflösung	Masseneinheit (einstellbar durch Anpassung)
Ionisierungsenergie	Standard 70 eV (wählbarer Bereich: 5 bis 241,5 eV)
Scanraten	>20000

Gaschromatograph

Hersteller	Agilent und weitere
Ventilbox	▪ Aufheizbar bis 350 °C ▪ Probenentnahmeschleife 200 µl bzw. 500 µl ▪ Optional zwei Schleifen
Injektor	▪ Split-/Splitless, Puls-Split als Injektionsmodus ▪ Max. 450 °C
GC-Säule	▪ Standard HP-5ms-Säule ▪ Länge 30 m ▪ Max. 325 °C ▪ Austauschbar

Transfersystem von TG oder STA

Beheizbarer Ofenadapter	Max. 400 °C
Beheizbare Transferleitung	Glasbeschichtetes Stahlrohr max. 350 °C
Länge der Transferleitung	1,5 m (andere Längen auf Anfrage)
Bypasssystem für überschüssiges Gas am Ofen	Ja

Eine Kopplung zu bestehenden NETZSCH-Geräten der Geräteserien TG, DSC, STA, DIL und TMA ist möglich. Bitte kontaktieren Sie für Details Ihren zuständigen NETZSCH-Vertriebskontakt.



Expertise in Service

Unsere Kompetenz – Service

Der Name NETZSCH steht weltweit für umfassende Betreuung und kompetenten, zuverlässigen Service – vor und nach dem Gerätekauf. Unsere qualifizierten Mitarbeiter aus den Bereichen Applikation, Technischer Service und Beratung freuen sich darauf, Ihre Fragen im direkten Gespräch persönlich zu beantworten. In speziellen, auf Sie und Ihre Mitarbeiter zugeschnittenen Trainingsprogrammen lernen Sie, die Möglichkeiten Ihres Gerätes auszuschöpfen. Wählen Sie Ihre bevorzugte Schulungsmethode: Online, vor Ort oder in unserem NETZSCH-Schulungszentrum.

Zur Erhaltung Ihrer Investition begleitet Sie unser sachverständiges Serviceteam während des gesamten Lebenszyklus' Ihres Analysengerätes.

Unsere Kompetenz – Applikationslabors

Die Applikationslabore von NETZSCH Analysieren & Prüfen sind ein kompetenter Partner bei annähernd allen Fragestellungen in der thermischen Analyse. Das beinhaltet sorgfältigste Probenvorbereitung sowie die Prüfung und Interpretation Ihrer Messergebnisse. Unsere Messmethoden entsprechen dem neuesten Stand der Technik.

Im Rahmen der thermischen Analyse und der Messung thermophysikalischer Eigenschaften bieten wir Ihnen ein umfassendes Programm von verschiedensten Analyseverfahren zur Charakterisierung von Werkstoffen.

Messungen sind an unterschiedlichsten Geometrien und Konfigurationen möglich. Messergebnisse mit hoher Genauigkeit und weiterführende Interpretationen erhalten Sie von uns in kürzestmöglicher Zeit. Damit ist es Ihnen möglich, neue Werkstoffe und Bauteile vor dem eigentlichen Einsatz genau zu spezifizieren, Ausfallrisiken zu minimieren oder entscheidende Vorteile gegenüber Ihren Mitwettbewerbern zu erarbeiten.

TECHNISCHER SERVICE



Wartung und Reparatur



Software-Updates



Austausch-Service



IQ/OQ-Dokumente



Kalibrier-Service



Ersatzteil-Service



Umzugs-Service

SCHULUNG



Grundlagen-seminare



NETZSCH
Online
Academy



Individualschulung
und Anwenderseminare

LABOR



Applikationsservice
und Auftragsmessungen

Die NETZSCH Gruppe ist ein inhabergeführtes, international tätiges Technologieunternehmen mit Hauptsitz in Deutschland. Die Geschäftsbereiche Analysieren & Prüfen, Mahlen & Dispergieren sowie Pumpen & Systeme stehen für individuelle Lösungen auf höchstem Niveau. Ein weltweites Vertriebs- und Servicenetz gewährleisten Kundennähe und kompetenten Service.

Dabei ist unser Leistungsanspruch hoch. Wir versprechen unseren Kunden Proven Excellence – herausragende Leistungen in allen Bereichen. Dass wir das können, beweisen wir immer wieder seit 1873.

NETZSCH Technologie ist weltweit führend im Bereich der Thermischen Charakterisierung von annähernd allen Werkstoffen. Wir bieten Komplettlösungen für die Thermische Analyse, die Kalorimetrie (adiabatische und Reaktionskalorimetrie), die Bestimmung thermophysikalischer Eigenschaften, die Rheologie und die Brandprüfung. Basierend auf mehr als 60 Jahren Applikationserfahrung, einer breiten Produktpalette auf dem neuesten Stand der Technik und umfassenden Serviceleistungen erarbeiten wir für Sie Lösungen und Gerätekonfigurationen, die Ihren täglichen Anforderungen mehr als gerecht werden.

Proven Excellence.■

NETZSCH-Gerätebau GmbH
Wittelsbacherstraße 42
95100 Selb, Deutschland
Tel.: +49 9287 881-0
Fax: +49 9287 881-505
at@netzsch.com
www.analyzing-testing.netzsch.com



NETZSCH®

www.netzsch.com