

# Glyphosat – die Mischung macht's

**Karsten Stemmerich**

Bioscientia Institut für Medizinische Diagnostik GmbH, 55218 Ingelheim

---

## 1. Einleitung

Im Jahr 2015 hat die IARC (International Agency for Research on Cancer, eine Unterabteilung der WHO) Glyphosat als mögliches Humankarzinogen eingestuft. Diese Beurteilung steht in Widerspruch zu den Bewertungen anderer Behörden wie der Europäischen Chemikalienagentur (ECHA), der Europäischen Lebensmittelbehörde (EFSA) oder der US-Umweltbehörde (EPA) [1]. Laut Literaturangaben [2] wurden seit der WHO-Einstufung innerhalb von 2 Jahren über 1000 wissenschaftliche Berichte zu Glyphosat publiziert, speziell zu potentiellen chronischen Nebeneffekten wie Krebs, Nierenschäden, Neurotoxizität, Reproduktionstoxizität, endokrine Effekte, Autismus, Alzheimer oder Parkinson durch Akkumulation in der Umwelt. Man geht dabei von chronischen Wirkungen auch sehr niedriger Dosen aus [2,3].

Im Jahr 2016 berichteten Medien über Funde des Herbizids Glyphosat in Bier, Malz und Brauergerste [4]. Zur gleichen Zeit diskutierte die EU kontrovers über eine Zulassungsverlängerung von Glyphosat [1]. Im Jahr 2018 schloss der Pharma- und Agrarchemiekonzern Bayer die Übernahme des Glyphosatpioniers und ursprünglichen Patentinhabers Monsanto für ca. 63 Milliarden US-Dollar ab und wurde damit zum weltgrößten Anbieter von Pflanzenschutzmitteln und Saatgut [5]. Glyphosat ist damit erneut in aller Munde – was vielleicht auch durchaus wörtlich gelten könnte.

## 2. Wirkung

Glyphosat (Abb. 1) wird seit 1971 als Breitbandherbizid verwendet [6]. Es hemmt das Enzym 5-Enolpyruvylshikimat-3-phosphat-Synthase (EPSPS) und blockiert damit effektiv den Shikimatweg, der in Pflanzen zur Synthese aromatischer Aminosäuren nötig ist [7]. Es wird über Blätter aufgenommen und in der Pflanze verteilt, was zu einer systemischen Wirkung und Absterben des Gewächses innerhalb von wenigen Tagen führt [2].

Die Popularität von Glyphosat basiert auf dem für Pflanzen spezifischen Wirkmechanismus [8], der allerdings auch Pilze und einige Bakterienarten [9], aber weder Säugetiere, Vögel, Fische oder Insekten [10], noch Reptilien oder Amphibien betrifft [2].

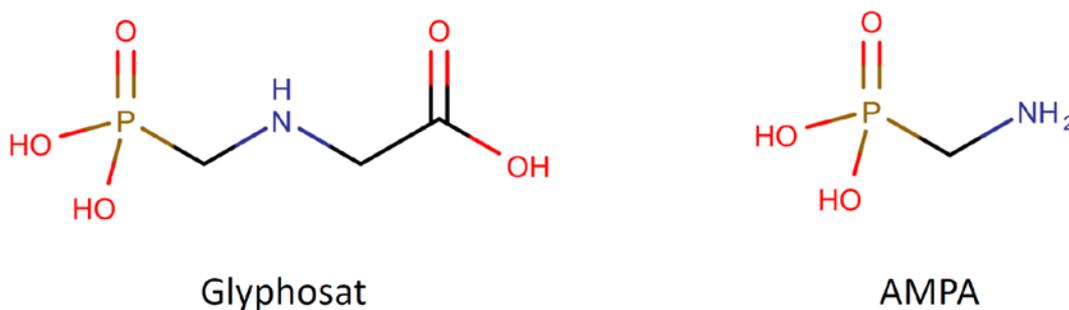


Abb. 1. Strukturformeln von Glyphosat (N-(Phosphonomethyl)glycin) und dessen Hauptmetabolit AMPA (Aminomethylphosphonsäure).

### 3. Metabolismus und Toxizität

Etwa 20% der oral aufgenommenen Glyphosatmenge wird vom menschlichen Körper resorbiert, der Rest über die Fäzes ausgeschieden. Die resorbierte Menge wird dabei in Versuchen an Ratten nahezu vollständig und unmetabolisiert über den Urin eliminiert. [11]

Der Metabolit AMPA (Abb. 1) entsteht in Pflanzen und wird als solcher mit der Nahrung aufgenommen [11]. Über die Toxizität des Metaboliten gibt es laut der verwendeten Literatur kaum Informationen, lediglich die Erwähnung von mutagenen Effekten bei Lymphozyten des Menschen [12].

Das vom Wirkstoff gehemmte Enzym EPSPS (s. o.) kommt im Metabolismus von Säugetieren nicht vor. Die Toxizität von Glyphosat wird als gering eingestuft. Für Säugetiere werden LD<sub>50</sub>-Werte von 800-5000 mg/kg KG angegeben [2].

Im Zeitraum von 1978 bis 2015 sind laut Literatur [10] 3.735 Publikationen über Glyphosat erschienen, 875 davon beziehen sich auf Vergiftungen. Den Giftnotrufzentralen der USA wurden beispielsweise zwischen 2001 und 2003 über 13.000 Fälle in Zusammenhang mit Glyphosat gemeldet, 18 davon waren lebensbedrohlich und 5 führten zum Tod [8].

In den Jahren von 2001 bis 2007 wurden in den USA laut Literatur [13] jährlich über 4.000 Meldungen zu Vorkommnissen mit glyphosathaltigen Herbiziden gezählt, von denen 800 in einem Krankenhaus behandelt werden mussten, 373 davon waren eine vorsätzliche Einnahme des Herbizids in suizidaler Absicht. Die Mortalitätsrate nach absichtlicher Einnahme glyphosathaltiger Präparate wird abhängig von der getrunkenen Menge mit 10-15% angegeben [8].

Glyphosat wirkt ferner als Chelatbildner und kann dadurch den Haushalt von Mikronährstoffen wie Zink, Cobalt und Mangan als enzymatische Cofaktoren stören [9].

Allerdings wird Glyphosat nie alleine, sondern immer in Mischungen („Formulierungen“) mit üblicherweise bis zu 41% des Wirkstoffs verwendet, der Rest besteht aus Wasser und diversen Hilfsstoffen (Adjuvantien) [3,14]. Diese Adjuvantien werden als Betriebsgeheimnisse behandelt und üblicherweise nicht exakt angegeben. Sie werden als inerte Bestandteile von nur geringer toxischer Signifikanz betrachtet. [3,12,15] Sie verbessern u. a. die Aufnahme des aktiven Stoffs in und den Transport durch die Pflanze und verstärken damit die herbizide Wirkung [2].

### 4. Adjuvantien

Die in Herbizidformulierungen verwendeten Adjuvantien wie z. B. POEA (polyethoxylated tallow amine, Synonyme: Talgfettaminooxethylat, Talgalkylaminethoxylat, Tallowamin, Talgamin) oder ethoxylierte Alkylphenole als nicht-ionische Tenside, Diesel oder Kerosin als Antischaummittel oder Polyvinyl- oder Polyisobutylenpolymere zur Erhöhung der Tröpfchengröße beim Versprühen [16] können die Toxizität deutlich über die des aktiven Inhaltsstoffs Glyphosat alleine hinaus steigern [9].

Ethoxylierte Adjuvantien können dabei bis zu 10.000fach toxischer sein als Glyphosat selbst. Viele regulatorische Systeme gehen davon aus, dass der aktive Wirkstoff einer Formulierung die Substanz mit der höchsten Toxizität auch auf nicht-Zielspezies ist. Daher werden die toxikologischen Tests und die Risikobewertung mit dieser Substanz alleine, aber nicht mit den für die Verwendung vorgesehenen Formulierungen durchgeführt. [16-18]

Adjuvantien werden nicht überwacht und können unbemerkt über Lebensmittel in die Nahrungskette gelangen und sind mittlerweile im Grundwasser nachweisbar. Als Marktpotential für Adjuvantien alleine werden über 3 Milliarden US-Dollar für 2019 vorhergesagt [16].

## 5. Verwendung und Rückstandssituation

Glyphosat ist das Herbizid mit dem größten Produktionsvolumen weltweit und wird in über 750 unterschiedlichen Produkten verwendet [16]. Die bekannteste Produktpalette wird unter dem Namen „Roundup“ im Handel vertrieben.

Die in den USA verwendete Menge glyphosathaltiger Herbizide ist von 635 Tonnen in 1974 bis etwas über 18.000 Tonnen in 1995 angestiegen. Nach Einführung gentechnisch manipulierter glyphosatresistenter Nutzpflanzen (RoundupReady, RR) durch Monsanto in 1996 stieg der Verbrauch an Glyphosat weiter an und erreichte 2014 in den USA einen Jahresverbrauch von über 125.000 Tonnen. Weltweit lag der Glyphosatverbrauch bei über 825.000 Tonnen in 2014. Glyphosat erreichte damit einen globalen Marktanteil von über 90% in der landwirtschaftlichen Herbizidnutzung. Allein im Jahr 2014 wurde weltweit genug Glyphosat verwendet, um damit fast 0,5 kg des Herbizids auf jeden Hektar Getreideanbaufläche der Welt zu versprühen. [19]

Etwa 2/3 der insgesamt weltweit genutzten Menge Glyphosat wurde in den letzten 10 Jahren verwendet, obwohl das Herbizid seit rund 45 Jahren auf dem Markt ist. Die für Risikobewertungen verwendeten Daten hingegen stammen aus den 70er bis Mitte der 80er Jahren und fokussieren sich auf Glyphosat selbst und berücksichtigen dabei nicht die Adjuvantien. [9]

Aufgrund von heute anderen Anwendungsarten (z. B. auch direkt vor der Ernte) und dem Einsatz von immer mehr Glyphosat (u. a. wegen Resistenzen, auch in Kombination mit anderen Wirkstoffen) steigt die Belastung von Menschen mit dem Herbizid. Die heutigen wissenschaftlichen Methoden und Modelle zur Abschätzung von Risikopotentialen oder Gesundheitseffekten unterscheiden sich deutlich von denjenigen von vor 30 Jahren. Herbizid-Mischungen (mit Adjuvantien) haben möglicherweise Effekte, die durch Studien zu Glyphosat alleine nicht vorhergesagt werden können. [15]

Rückstände von Glyphosat werden mittlerweile regelmäßig in Sojabohnen, Weizen, Gerste und diversen anderen Getreidesorten und Lebensmitteln nachgewiesen [15]. Auch in Trinkwasser und abgefülltem Flaschenwasser werden immer wieder Glyphosat und AMPA gefunden, aber üblicherweise unterhalb der zulässigen Grenzwerte [2] (in Deutschland 0,0001 mg/L [20]). Glyphosat gilt als eine Hauptkontamination von Oberflächengewässern [21] und wurde zusammen mit AMPA auch in Bienen nachgewiesen [22]. Im Urin von Tieren und Farmarbeitern wurde das Herbizid gefunden, sowie in 60-80% der allgemeinen Bevölkerung der USA, inklusive Kindern. In Europa scheint die Belastung geringer, hier wurden Rückstände von Glyphosat in den Urinen von 44% der Bevölkerung nachgewiesen. [2]

## 6. Analytik

Analytische Probleme ergeben sich bei Glyphosat aus der sehr hohen Polarität des Moleküls und der Fähigkeit zur Komplexbildung. Aufgrund der steigenden Gerätesensitivität ist eine Extraktion matrixabhängig nicht mehr zwingend erforderlich. Wenn eine Extraktion erfolgen soll, kann diese beispielsweise nach Derivatisierung über RP-SPE oder underivatisiert mittels MIPs (molecular imprinted polymers) durchgeführt werden.

Die hohe Polarität von Glyphosat erschwert die Auswahl einer Säule für eine direkte Messung. Nach einer Derivatisierung können übliche RP-Phasen verwendet werden. Aufgrund der Fähigkeit zur Chelatbildung sollten zur Messung von Glyphosat Metallionen im Analysensystem (z. B. aus Stahlkapillaren, Säulenmaterial, Lösungsmitteln etc.) minimiert werden.

Für aktuelle Applikationen zur Glyphosat-Analytik empfiehlt sich eine Recherche auf den Webseiten der Massenspektrometer-Hersteller.

## 7. Entwicklungen in der aktuellen Literatur und Ausblick

Studien deuten auf eine unterschätzte Toxizität von Glyphosat hin und die Persistenz in der Umwelt ist größer als bisher angenommen wurde. Es wirkt neurotoxisch und als endokriner Disruptor und zeigt in dieser Hinsicht ein Potential, welches mit persistenten organischen Schadstoffen wie DDT und Dioxin verglichen wird. [12]

Sogar die Wirksamkeit von reinem Glyphosat ohne Adjuvantien wird in Frage gestellt [14]. In Vergleichen an Tomatenpflanzen und humanen Zellkulturen zeigte reines Glyphosat in anwendungsüblichen Konzentrationen keine herbiziden oder zytotoxischen Effekte, glyphosathaltige Formulierungen und die reinen Adjuvantien hingegen bewirkten in praxisrelevanten Konzentrationen starke Wirkungen als Herbizid bzw. Zytotoxikum. Tests als endokriner Disruptor unterhalb der direkt toxischen Konzentrationen ergaben ein ähnliches Bild. Die Adjuvantien und Formulierungen zeigten stärkere Effekte als Glyphosat alleine. [14]

Zusätzlich wurden in vielen Formulierungen überraschend hohe Konzentrationen von Schwermetallen gefunden, insbesondere Arsen (welches lange Zeit selbst als Herbizid eingesetzt wurde), Cobalt, Chrom sowie auch Nickel und Blei [14]. Weitere Informationen zu einigen der genannten Elemente finden sich im Toxichem Krimtech, speziell zu Arsen [23], Blei [24,25] und Chrom [26].

Unter der Bezeichnung „Roundup AC“ ist auch ein Produkt dieser Herbizid-Familie ohne Glyphosat kommerziell erhältlich [27], stattdessen wird in dieser Formulierung Essigsäure als aktives Prinzip verwendet.

Seit 2010 gibt es aufgrund der Wirksamkeit gegen einige Bakterienarten ein Patent auf die Verwendung von Glyphosat als Antibiotikum [28]. Als ubiquitär vorkommende Substanz wird von einer Beeinflussung der Darmflora durch Glyphosat berichtet und es besteht der Verdacht auf eine Verbindung zwischen dem Herbizid und der Bildung von Antibiotikaresistenzen bei Pilzen und Bakterien [2].

Glyphosat war ohne Zweifel eine Revolution der modernen Herbizidchemie. Ein einzigartiger und selektiver Angriffsmechanismus machte die Reinsubstanz nahezu ungiftig für Menschen und Tiere. Zusammen mit durch Genmanipulation resistent erschaffenen Pflanzen ergaben sich völlig neue Einsatzmöglichkeiten, da dieses Herbizid nun jederzeit verwendet werden konnte. Dennoch bleiben auch nach rund 45 Jahren viele Fragen offen und folglich beschäftigt sich die aktuelle Literatur auch vorwiegend kritisch mit den möglichen Risiken und Auswirkungen von glyphosatbasierten Herbiziden.

Eine nachhaltige Lösung zum Umgang mit Chemikalien oder Arzneimitteln bezogen auf die steigende Belastung von Umwelt, Trinkwasser und infolge davon zuletzt auch dem Menschen könnte „benign-by-design“ sein, ein Ansatz nach dem chemische Stoffe so zu gestalten sind, dass sie in der Umwelt schnell und vollständig wieder abgebaut werden können [29].

## Literatur

- [1] Székács A, Darvas B. Re-registration challenges of glyphosate in the European Union. *Frontiers in Environmental Science* 2018;6:78.
- [2] Van Bruggen AHC, He MM, Shin K, Mai V, Jeong KC, Finckh MR, Morris JG Jr. Environmental and health effects of the herbicide glyphosate. *Science of the Total Environment* 2018;616-617:255-268.
- [3] Mesnage R, Defarge N, Spiroux de Vendômois J, Séralini GE. Potential toxic effects of glyphosate and its commercial formulations below regulatory limits. *Food and Chemical Toxicology* 2015;84:133-153.
- [4] [www.ostsee-zeitung.de/Nachrichten/Wirtschaft/Landesamt-findet-Glyphosat-in-Bier-Malz-und-Braugerste](http://www.ostsee-zeitung.de/Nachrichten/Wirtschaft/Landesamt-findet-Glyphosat-in-Bier-Malz-und-Braugerste). 30.08.2016, letzter Zugriff am 31.08.2018

- [5] [www.tagesschau.de/wirtschaft/monsanto-uebernahme-103.html](http://www.tagesschau.de/wirtschaft/monsanto-uebernahme-103.html). 04.06.2018, letzter Zugriff am 31.08.2018
- [6] Baselt RC. Disposition of Toxic Drugs and Chemicals in Man. 10th ed., Seal Beach, California, 2014, 968-970.
- [7] Steinmann HH, Dickeduisberg M, Theuvsen L. Uses and benefits of glyphosate in German arable farming. *Crop Protection* 2012;42:164-169.
- [8] Bradberry SM, Proudfoot AT, Allister Vale J. Glyphosate poisoning. *Toxicological Reviews* 2004;23:159-167.
- [9] Myers JP, Antoniou MN, Blumberg B, Carroll L, Colborn T, Everett LG, Hansen M, Landrigan PJ, Lanphear BP, Mesnage R, Vandenberg LN, vom Saal FS, Welshons WV, Benbrook CM. Concerns over use of glyphosate-based herbicides and risks associated with exposures: a consensus statement. *Environmental Health* 2016;15:19.
- [10] Zyoud SH, Waring WS, Al-Jabi SW, Sweileh WM. Global research production in glyphosate intoxication from 1978 to 2015: A bibliometric analysis. *Human and Experimental Toxicology* 2017;36:997-1006.
- [11] McGuire MK, McGuire MA, Price WL, Shafii B, Carrothers JM, Lackey KA, Goldstein DA, Jensen PK, Vicini JL. Glyphosate and aminomethylphosphonic acid are not detectable in human milk. *American Journal of Clinical Nutrition* 2016;103:1285-1290.
- [12] Kissane Z, Shephard JM. The rise of glyphosate and new opportunities for biosentinel early-warning studies. *Conservation Biology* 2017;31:1293-1300.
- [13] Roberts DM, Buckley NA, Mohamed F, Eddleston M, Goldstein DA, Mehrsheikh A, Bleeke MS, Dawson AH. A prospective observational study of the clinical toxicology of glyphosate-containing herbicides in adults with acute self-poisoning. *Clinical Toxicology* 2010;48:129-136.
- [14] Defarge N, Spiroux de Vendômois J, Séralini GE. Toxicity of formulants and heavy metals in glyphosate-based herbicides and other pesticides. *Toxicology Reports* 2018;5:156-163.
- [15] Vandenberg LN, Blumberg B, Antoniou MN, Benbrook CM, Carroll L, Colborn T, Everett LG, Hansen M, Landrigan PJ, Lanphear BP, Mesnage R, vom Saal FS, Welshons WV, Myers JP. Is it time to reassess current safety standards for glyphosate-based herbicides?. *Journal of Epidemiology & Community Health* 2017;71:613-618.
- [16] Mesnage R, Antoniou MN. Ignoring adjuvant toxicity falsifies the safety profile of commercial pesticides. *Frontiers in Public Health* 2018;5:361.
- [17] Benbrook CM. Why regulators lost track and control of pesticide risks: Lessons from the case of glyphosate-based herbicides and genetically engineered-crop technology. *Current Environmental Health Reports* 2018;5:387-395.
- [18] Mesnage R, Defarge N, Spiroux de Vendômois J, Séralini GE. Major pesticides are more toxic to human cells than their declared active principles. *BioMed Research International* 2014; Article ID 179691, 8 Seiten.
- [19] Benbrook CM. Trends in glyphosate herbicide use in the United States and globally. *Environmental Sciences Europe* 2016;28:3.
- [20] TrinkwV in der Fassung vom 10.03.2016 (BGBl. I S. 459), zuletzt geändert am 03.01.2018 (BGBl. I S. 99).
- [21] Vanlaeys A, Dubuisson F, Seralini GE, Travert C. Formulants of glyphosate-based herbicides have more deleterious impact than glyphosate on TM4 Sertoli cells. *Toxicology in Vitro* 2018;52:14-22.
- [22] Kasiotis KM, Tzouganaki, Machera K. Direct determination of glyphosate and aminomethyl phosphonic acid in honeybees. *Hellenic Plant Protection Journal* 2018;11:40-46.
- [23] Schroeder C, Arndt T. Problematik, Klinik und Beispiele der Spurenelementvergiftung – Arsen. *Toxicchem Krimtech* 2015;82:327-339.
- [24] Meißner D, Klemm M, Zogbaum M. Problematik, Klinik und Beispiele der Spurenelementvergiftung – Blei. *Toxicchem Krimtech* 2011;78:453-464.
- [25] Mittag N, Berg AMJ, Walther U. Klinische Fragestellung Bleiintoxikation – Ansätze zur Beurteilung unter Einbeziehung kinetischer Parameter. *Toxicchem Krimtech* 2015;82:15-21.
- [26] Schroeder C. Problematik, Klinik und Beispiele der Spurenelementvergiftung – Chrom. *Toxicchem Krimtech* 2016;83:79-91.
- [27] Sicherheitsdatenblatt unter [www.baldur-garten.de/data/Sicherheitsdatenblaetter/3206\\_3208\\_3264\\_3211\\_CLP%20Roundup%20AC%20\(6\).pdf](http://www.baldur-garten.de/data/Sicherheitsdatenblaetter/3206_3208_3264_3211_CLP%20Roundup%20AC%20(6).pdf), letzter Zugriff am 31.08.2018
- [28] United States Patent US 7,771,736 B2 vom 10. August 2010 <https://patentimages.storage.googleapis.com/86/6d/8e/2d98b85f6574ef/US7771736.pdf>, letzter Zugriff am 31.08.2018
- [29] Kümmerer K, Dionysiou DD, Olsson O, Fatta-Kassinos D. A path to clean water. *Science* 2018;361:222-224.

Freitag, den 12. April 2019

---

9:00 - 15:30 Uhr      **Hauptsymposium**      (Alte Mälzerei)

## **Trends in der Forensischen Chemie und Toxikologie**

### **Vorträge, Poster und Industrieausstellung**

Neue Screening-Methoden – Hochauflösende Massenspektrometrie –  
Toxikokinetik – Alternative Matrices – Neues aus der Kriminaltechnik –  
Fallberichte – Freie Themen

15:45 - 17:30 Uhr      **Mitgliederversammlung**      (Alte Mälzerei)

19:00 Uhr      **Festabend**

**Verleihung** Jean-Servais-Stas- und Förderpreis für junge Wissenschaftler

**Festvortrag** „All Ding sind Doping ...?“ Prof. Dr. Detlef Thieme (Kreischa)

Samstag/ Sonnabend, den 13. April 2019

---

9:00 - 13:00 Uhr      **Hauptsymposium (Fortsetzung)**      (Alte Mälzerei)

## **Trends in der Forensischen Chemie und Toxikologie**

### **Vorträge, Poster und Industrieausstellung**

Neue Screening-Methoden – Hochauflösende Massenspektrometrie –  
Toxikokinetik – Alternative Matrices – Neues aus der Kriminaltechnik –  
Fallberichte – Freie Themen

---

**Hinweise zu Anmeldung, Beitragszahlung und Hotelbuchung** gibt es auf der  
GTFCh-Webseite ([www.gtfch.org](http://www.gtfch.org)) und im folgenden Toxichem Krimtech 1/2019.

---

## Tagungskalender

Veranstaltung	Zeit und Ort	Hinweise
<b>2018</b>		
16. Anwendertreffen LC-MS/MS in der Labormedizin	22. - 23. Oktober Bad Staffelstein	<a href="http://www.dgkl.de">www.dgkl.de</a>
17. Microgenics Expertenworkshop Drogenanalytik	08. - 09. November Speyer	
New Psychoactive Substances	29. - 30. November London, UKr	<a href="http://www.london-nps2018.com">www.london-nps2018.com</a>
<b>2019</b>		
GTFCh-Fortbildung für technische Angestellte, Institut f. Rechtsmedizin, Universität Köln	29. - 30. März Köln	IRM Köln <a href="http://www.gtfch.org">www.gtfch.org</a>
4th Intern. Conference Clinical Chemistry & Molecular Diagnostics	15. - 16. April Paris, France	<a href="https://clinicalchemistry.euroscicon.com">https://clinicalchemistry.euroscicon.com</a>
XXI. GTFCh-Symposium	11. - 13. April Mosbach (Baden)	<a href="http://www.gtfch.org">www.gtfch.org</a>
EUROMEDLAB 2019	19. - 23. Mai Barcelona, Spanien	<a href="http://www.euromedlab2019barcelona.org">www.euromedlab2019barcelona.org</a>
67. ASMS (American Society for Mass Spectrometry) Conference	02. - 06. Juni Atlanta, USA, UK	<a href="http://www.asms.org">www.asms.org</a>
57. TIAFT Conference	02. - 06. September Birmingham, UK	<a href="http://www.tiaft.org">www.tiaft.org</a>
17th Congress of the European Society for Biomedical Research on Alcoholism (ESBRA)	21. - 24. September Lille, Frankreich	<a href="http://www.esbra.org">www.esbra.org</a>
17th International Congress of Therapeutic Drug Monitoring & Clinical Toxicology (IATDMCT)	22. - 25. September Foz do Iguaçu, Brazil	<a href="http://www.iatdmct.org">www.iatdmct.org</a>
98. Jahrestagung der Dt. Ges. f. Rechtsmedizin	17. - 21. September Hamburg	<a href="http://www.dgrm.org">www.dgrm.org</a>

## Anträge auf Mitgliedschaft in der GTFCh

bitte elektronisch über die GTFCh-Webseite unter [www.gtfch.org](http://www.gtfch.org) unter Punkt „Gesellschaft“