Toxichem Krimtech 2026;93(1):76

GTFCh-Workshop – 30. / 31. Januar 2025 – Institut für Rechtsmedizin Bern (Schweiz)

EtG in keratinisierter Matrix mit automatisierter Festphasen-Extraktion mittels Biotage® Extrahera™

Clarissa Daniela Vögel und Tina Maria Binz

Institut für Rechtsmedizin, Zentrum für Forensische Haaranalytik, Universität Zürich, Zürich, Schweiz; clarissa.voegel@irm.uzh.ch, tinamaria.binz@uzh.ch

Im Rahmen der Station 3 beim Workshop in Bern wurde der Einsatz automatisierter Systeme in der Haaranalytik am Beispiel der EtG-Bestimmung demonstriert. Ziel war es, den Teilnehmerinnen und Teilnehmern praxisnah aufzuzeigen, wie durch moderne Geräte die Effizienz und Reproduzierbarkeit forensisch-toxikologischer Analysen gesteigert werden kann.

EtG ist ein Phase-II-Metabolit von Ethanol und eine wasserlösliche, polare Substanz. Die Haarmatrix wird in der forensischen Toxikologie für die retrospektive Langzeitmessung von Substanzen und deren Metabolite verwendet. Im Durchschnitt wachsen Haare ungefähr 1 cm pro Monat [1]. EtG bildet sich nach Alkoholaufnahme, weshalb sein Nachweis im Haar als direkter „Alkoholmarker“ dient. In die Haarmatrix wird EtG durch den Blutkreislauf und in geringem Maße auch über den Schweiß eingelagert. Die EtG-Konzentration im Haar korreliert mit der aufgenommenen Alkoholmenge; sie ist zudem unabhängig von der Haarfarbe. In der forensischen Toxikologie wird die Bestimmung von EtG in den Kopfharen oft eingesetzt, um nach einem Entzug des Führerausweises die Alkoholabstinenz zu überprüfen. Des Weiteren kann anhand der EtG-Konzentration im Kopfhaar auch zwischen einem moderaten und übermäßigem Alkoholkonsum differenziert werden.

Die Haaranalytik erfordert grundsätzlich eine mehrstufige Probenvorbereitung (Abb. 1). Für die Bestimmung von EtG in Haaren wird zunächst ein kopfnahes Segment von 3 bis 5 cm Länge entnommen, segmentiert und gewaschen. Anschließend werden die Haare zerkleinert und in einer Kugelmühle zu einem feinen Pulver homogenisiert. Die Extraktion erfolgt wässrig, gefolgt von einer Festphasenextraktion (SPE).

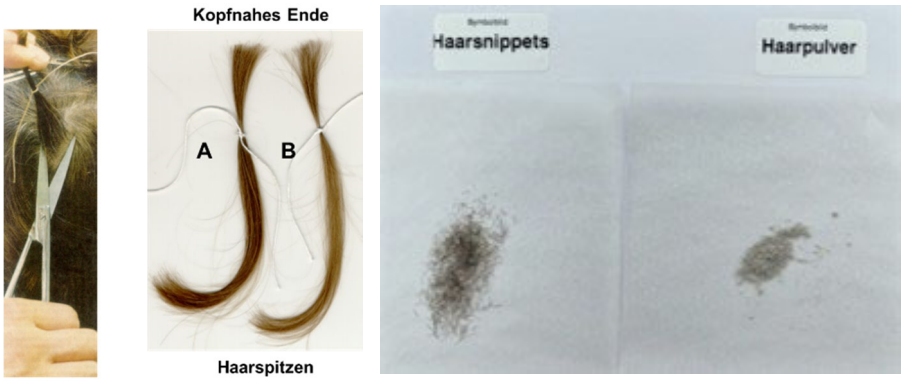
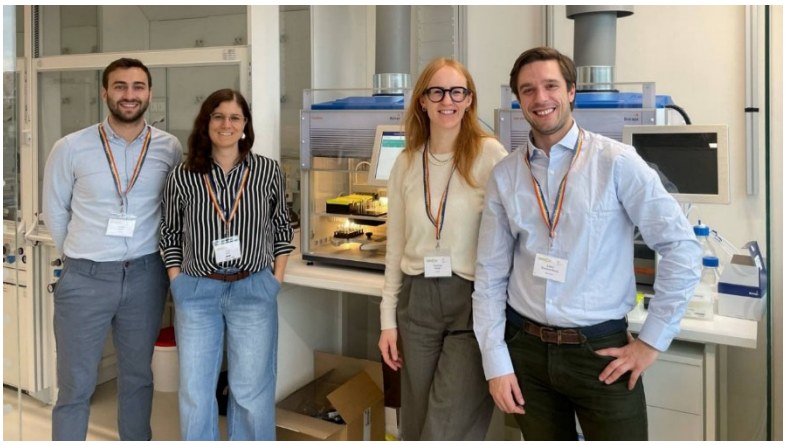


Abb. 1. Die Haarentnahme erfolgt in der Regel am Hinterkopf. Es sollten nach Möglichkeit zwei Büschel (Proben A und B) in genügender Dicke asserviert werden. Die Proben werden dann im Labor segmentiert, gewaschen und zerkleinert.

Im Workshop wurde insbesondere die Automatisierung der SPE mit dem Biotage® Extrahera™ System demonstriert (Abb. 2). Dieses flexible Automatisierungssystem unterstützt nicht nur SPE sondern auch Probenvorbereitungstechniken wie Supported Liquid Extraction, Proteinfällung oder Phospholipid-Depletion.



Die intuitive und einfache Bedienung wurde am Gerät und somit für jeden direkt erlebbar erläutert.

Die Workshopstation wurde durch Thomas Smith (Biotage) unterstützt. Er stellte weitere Einsatzmöglichkeiten vor und beantwortete die Fragen der Teilnehmerinnen und Teilnehmer.

Abb. 2. Präsentation des Biotage® Extrahera™ durch Thomas Smith (Biotage), Tina Binz und Clarissa Vögel (Institut für Rechtsmedizin Zürich) sowie Albert Romera-Homs (Biotage) (v. l. n. r.).

Nach der Aufreinigung werden die Proben am Biotage® TurboVap® LV unter kontrollierten Bedingungen getrocknet und in geeignetem Laufmittel aufgenommen. Die anschließende quantitative EtG-Bestimmung erfolgt in unserem Institut mit Flüssigkeitschromatographie-Tandem-Massenspektrometrie (LC-MS/MS).

Für die Konzentration von EtG in Haaren gibt es festgelegte Grenzwerte in der Schweiz [2] (Tab.), die die Resultate in drei Bereiche einteilen: Abstinenz, Normal-Trinker (social drinker) und Alkoholmissbrauch (alcohol abuse). Insgesamt gab es viele fruchtvolle Diskussion über die Haaranalytik im Allgemeinen und auch über die regionalen Unterschiede der Interpretation in der Schweiz, Deutschland und Österreich im Speziellen.

Tabelle 1. Cut-off-Werte für EtG der Schweizerischen Gesellschaft für Rechtsmedizin (SGRM) basierend auf den Empfehlungen der Society of Hair Testing (SOHT).

nicht nachweisbar	Ethylglucuronid nicht nachgewiesen: Das Resultat steht nicht im Widerspruch zu einer Abstinenz.
Messwert < 7 pg/mg	Ethylglucuronid nachgewiesen: Das Resultat liefert keinen Hinweis für einen regelmässigen relevanten Alkoholkonsum.
7 pg/mg ≤ Messwert < 30 pg/mg	Ethylglucuronid nachgewiesen: Der Wert spricht für moderaten Alkoholkonsum („social drinker“).
Messwert ≥ 30 pg/mg	Ethylglucuronid nachgewiesen: Der Wert spricht für starken, chronischen Alkoholkonsum.

Der Workshop veranschaulichte, wie durch den Einsatz automatisierter Systeme wie dem Biotage® Extrahera™ eine komplexe und zeitintensive Probenvorbereitung standardisiert und deutlich vereinfacht werden kann. Dies stellt insbesondere für akkreditierte forensische Labore einen wichtigen Schritt in Richtung Prozessoptimierung, Qualitätssicherung und Zukunftssicherheit dar. Die EtG-Bestimmung in Haaren bleibt somit ein relevanter Marker zur Beurteilung des Alkoholkonsums – technisch zunehmend effizienter umsetzbar.

Literatur

[1] Baumgartner MR. Nachweis des Konsums von psychotropen Substanzen und Alkohol mittels Haaranalyse. Therapeutische Umschau 2011;68(5); https://doi.org/10.1024/0040-5930/a000163.

[2] Schweizer Gesellschaft für Rechtsmedizin, Bestimmung von Ethylglucuronid (EtG) in Haarproben.