

Bestimmung des elementaren Kohlenstoffs in Feststoffproben zur Beurteilung laut Deponieverordnung

O. Mann, S. Coskuner, T. Klinger, F. Maringer, L. Sappl, M. Sappl, M. Gazetovici, K. Wruss, W. Wruss & G. Sigmund

EINLEITUNG

Zur Bestimmung des elementaren Kohlenstoffs in Abfallproben findet die DIN EN 19539 immer häufiger Anwendung, welche eine temperaturabhängige Differenzierung des Gesamtkohlenstoffs in drei Fraktionen beschreibt: den TOC₄₀₀, den ROC und den TIC₉₀₀. Dabei soll sich der elementare Kohlenstoff (EC) in der ROC-Fraktion wiederfinden. Da sich der pyrogene Kohlenstoff, welcher für die Ausnahmeregelung der Deponieverordnung bestimmt werden soll, aber über den gesamten Temperaturbereich verteilt, sollte diese Methode nicht zur Beurteilung des elementaren Kohlenstoffs laut Deponieverordnung herangezogen werden (Tab.1). In der vorliegenden Arbeit wird ein adaptiertes Pyrolyse-Verfahren vorgestellt, welches für diese Bewertung besser geeignet ist.

Tab.1: Verbrennungsbereiche verschiedener EC-Spezies unter Anwendung der DIN 19539.

Kohlenstoff	Verbrennungsbereich
Holzkohle	TOC ₄₀₀
Braunkohle	TOC ₄₀₀
Steinkohle	TOC ₄₀₀ und ROC
Aktivkohle	ROC
Graphit	TIC ₉₀₀

PYROLYSE

Die homogene Probe wird bei 980°C unter Stickstoffatmosphäre vorbehandelt, wodurch der TOC entfernt wird. Der zurückgebliebene EC wird anschließend im Sauerstoffstrom verbrannt, freigesetzt und nach DIN EN 19539 vermessen. Die Messung von 26 Mischstandards zeigte, dass der elementare Kohlenstoff, wie z.B. Graphit, Steinkohle und Aktivkohle, gut mit Hilfe der Pyrolyse-Technik erfasst werden kann. Organische Verbindungen wie Phthalate, Huminsäuren oder Cellulose werden aber sehr unterschiedlich und teilweise nur unvollständig entfernt. Auch die Carbonate werden während der Pyrolyse nur teilweise umgesetzt.

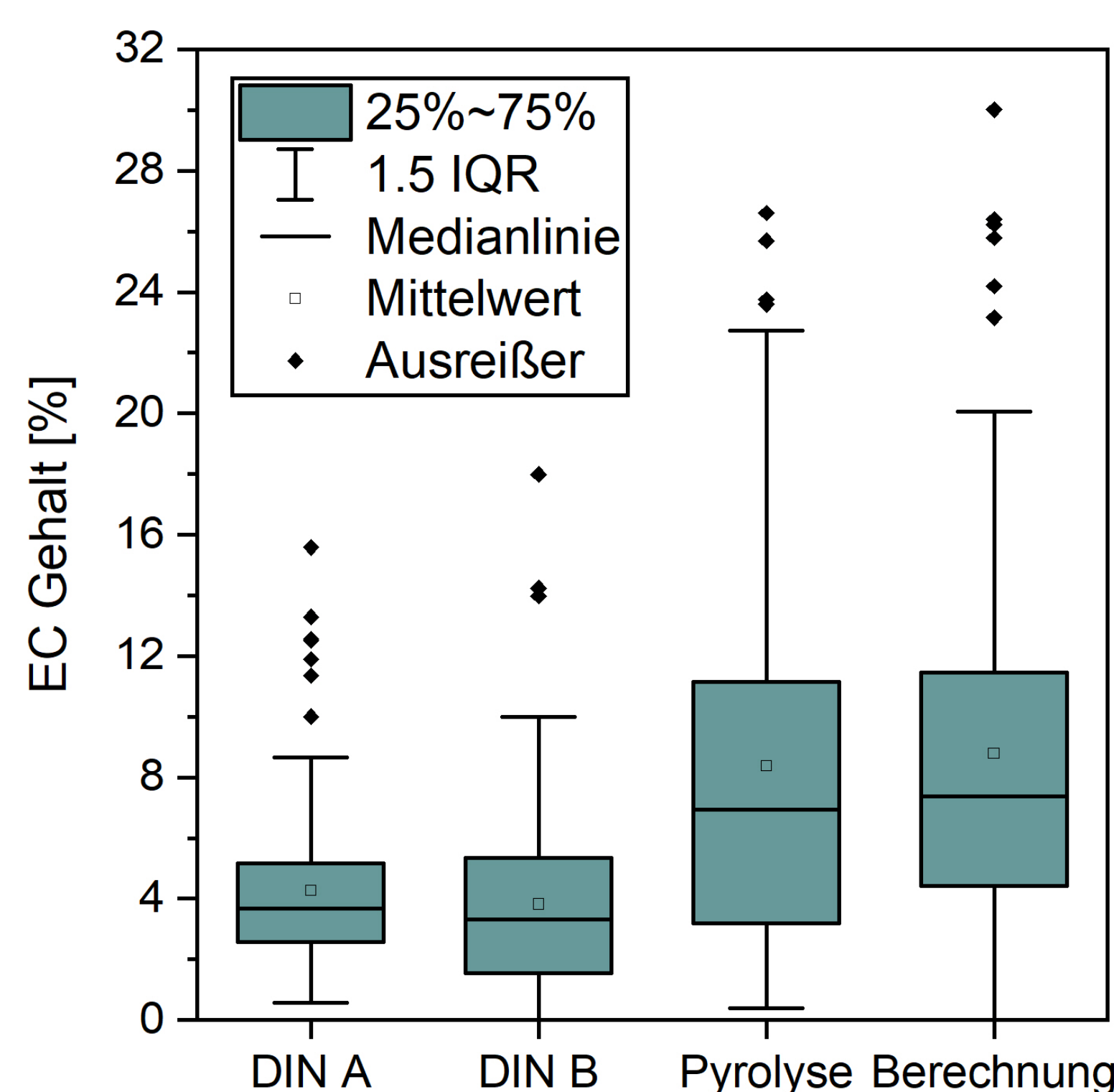


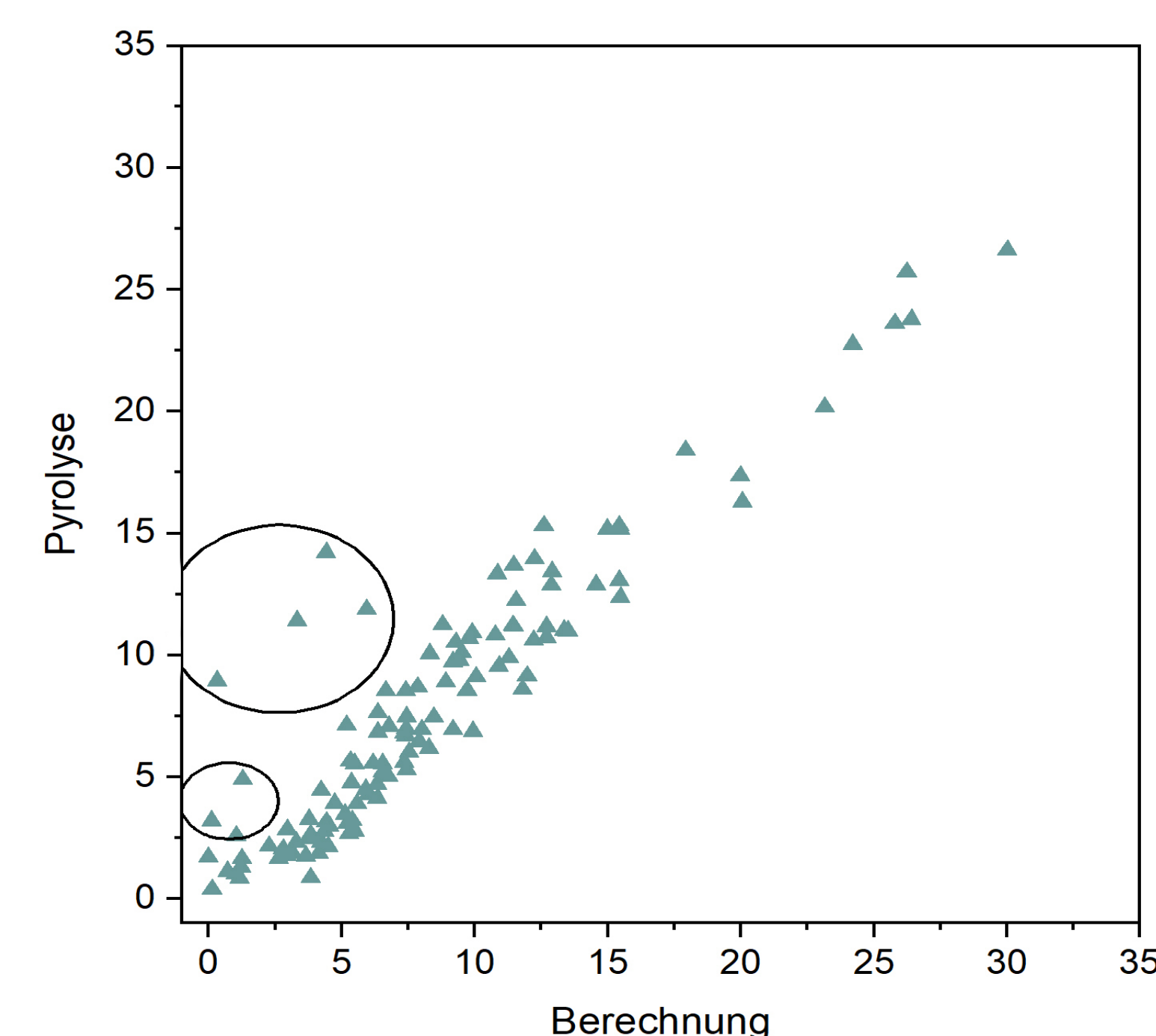
Abb.1: Boxplots der Ergebnisse der Bestimmung des elementaren Kohlenstoffs an 118 Realproben.

ADAPTIERTES PYROLYSE-VERFAHREN

Der Graphit-Anteil einer Probe kann aus der Differenz des TIC₉₀₀ und des TIC gemäß ÖNORM L 1084 berechnet werden. Aus der pyrolysierten Probe wird dann die Summe aus den Fraktionen TOC₄₀₀ und ROC errechnet und mit dem berechneten Graphit-Anteil addiert, um den elementaren Kohlenstoff zu ermitteln. Mit dieser Vorgehensweise ist eine exakte Bestimmung des Graphit- sowie des Carbonat-Anteils möglich. Limitierend sind weiterhin hohe Gehalte an organischen Verbindungen, welche beim Pyrolyse-Verfahren oftmals nur unvollständig entfernt werden und dadurch deutliche Überbefunde liefern können. Daher sollte zusätzlich der Glühverlust bestimmt und das TOC:GV-Verhältnis berechnet werden. Ein TOC:GV-Verhältnis <0,50 zeigt das Vorhandensein von viel Organik an, während ein Verhältnis >0,70 auf relevante Mengen an EC hindeutet..

VALIDIERUNG AN REALPROBEN

Das Verfahren wurde an 118 Realproben getestet und im Vergleich mit den Methoden der DIN EN 19539 (Verfahren A und B; Wechsel zwischen oxidativen und nicht-oxidativen Trägergasen) und einem reinen Rechenansatz evaluiert (Abb.1). Es zeigt sich, dass beide DIN-Methoden deutlich geringere Gehalte an elementarem Kohlenstoff ermitteln. Lediglich bei 7 Feststoffproben kam es beim Pyrolyse-Verfahren zu einer Überschätzung des EC infolge eines zu hohen Anteils an Organik (Abb. rechts). In all diesen Fällen lag das TOC:GV-Verhältnis bei $\leq 0,55$.



LITERATUR

- [1] BGBl. II Nr. 39/2008 - Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über Deponien (Deponieverordnung 2008)
- [2] Marzi T., Nowara N., Bruisten M., Direktmessung zur Differenzierung zwischen abbaubarem organischen Kohlenstoff (AOC) und elementarem Kohlenstoff in Anlehnung an die VGB-Methode, Erich Schmidt Verlag, 2017
- [3] Kowalczyk U., Schirmer U., Truppat R., Differenzierung zwischen dem gesamten organischen Kohlenstoff (TOC) und dem abbaubaren organischen Kohlenstoff (AOC) in Rostaschen von Verbrennungsanlagen für Hausmüll und hausmüllähnliche Abfälle, VGB Kraftwerkstechnik 75 Heft 11 (1995)
- [4] Mann O. et al., Bestimmung des elementaren Kohlenstoffs in Feststoffproben zur Beurteilung gemäß österreichischer Deponieverordnung, altlasten spektrum 4, 108-112, 2022

Kontaktperson zum Poster:

Dipl. Ing. Oliver Mann

ESW Consulting Wruss ZT GmbH

Rosagasse 25-27, 1120, Wien, Österreich

Telefonnummer: +43(0)1/8125318 (0)

E-Mail: oliver.mann@wruss.at

Webseite: www.wruss.at