Grundlegende Probleme des TVOC und die Auswirkung auf Zertifizierungen

Bastian Berndl, anbus analytik GmbH

Der TVOC (Total Volatile Organic Compounds) stellt einen indikativen Summenwert dar, der als Hinweis über die Gesamtbelastung eines Raumes mit flüchtigen organischen Verbindungen dienen soll. Der TVOC hat keinen Richtwertcharakter und ist nicht toxikologisch abgeleitet, sondern dient nur dazu, statistische Auffälligkeiten der Gesamtbelastung zu erkennen. Er diente außerdem als Grundlage für eine hygienische Bewertung der Innenraumluft. Diese Bewertungsgrundlage wurde Anfang 2025 zurückgezogen (Bundesgesundheitsblatt 2025 · 68:190-200).

In der Praxis dient der TVOC in den allermeisten Zertifizierungssystemen als Grundlage für die Punktevergabe und damit der Bewertung der Raumluftqualität (Siehe Abb. 1)



Abbildung 1: (Quelle: Bundesverband Deutscher Baubiologen e. V.); „Richtwerte UBA“ bezieht sich hier auf die Innenraumrichtwerte, die vom AIR festgelegt werden

In der Regel wird hier von den Zertifizierungsstellen gefordert, dass das ausführende Labor nach DIN ISO 16000-6 und 16000-3 akkreditiert ist und die Auswertung entsprechend

Berndl, Bastian (2026): Grundlegende Probleme des TVOC und die Auswirkung auf Zertifizierungen. Beitrag zum 14. Fachkongress 2026, Bremen, 24.09.2026. Hrsg. AGÖF.
https://www.agoef.de/veranstaltungen/fachkongresse/14-fachkongress-2026/grundlegende-probleme-des-tvoc-und-die-auswirkung-auf-zertifizierungen
Beitrag zum 14. AGÖF-Fachkongress am 24. und 25. September 2026 in Bremen
„Umwelt, Gebäude & Gesundheit: Gerüche, Asbest, PCB und weitere SVOC“

vornimmt. Diese relativ vage Vorgabe der Bestimmung des TVOC nach DIN ISO 16000-6, ohne weitere Präzisierung des Verfahrens, führt zu zwei großen Problemen in der Vergleichbarkeit und Reproduzierbarkeit der Ergebnisse:

1): Die DIN ISO 16000-6 bietet drei verschiedene Methoden, den TVOC zu bestimmen, die aber untereinander nicht vergleichbar sind. Zwei dieser Methoden ($TVOC_{FID}$ und $TVOC_{MEQ}$) verwenden jeweils den Responsefaktor von Toluol (Toluol-Äquivalent) zur Quantifizierung, die dritte Methode ($TVOC_{ID}$) verlangt eine Quantifizierung mittels stoffspezifischer Standards und wird als die Methode beschrieben, welche „am ehesten die jeweilige tatsächliche Gesamtkonzentration der unter Prüfbedingungen freigesetzten VOC widerspiegelt". Bei Verwendung der beiden Methoden die auf Toluol-Äquivalenten basieren, können je nach Belastungsprofil in unterschiedlichen Räumen keine vergleichbaren Werte erzeugt werden, da die Differenz der Responsefaktoren der Einzelsubstanzen im Vergleich zu Toluol je nach Konzentration unterschiedlich stark ins Gewicht fällt.
Nur bei Verwendung des $TVOC_{ID}$ kann sichergestellt werden, dass alle Substanzen entsprechend ihrem jeweiligen Responsefaktor gleich gewichtet werden.

2): Die DIN ISO 16000-6 weist selbst darauf hin, dass „…zur Erzielung reproduzierbarer Ergebnisse eine harmonisierte Liste von zu untersuchenden Verbindungen" erforderlich ist. Aktuell ist der TVOC nur als Summe der Substanzen definiert, welche im Chromatogramm zwischen Hexan und Hexadekan eluieren. Besonders problematisch ist hier der Bereich um Hexan, in dem beispielsweise Essigsäure und Methylethylketon eluieren. Diese beiden Verbindungen sind aufgrund ihrer Flüchtigkeit eindeutig dem TVOC zuzuordnen, eluieren aber aufgrund ihrer Polarität meist kurz vor Hexan (Siehe: Tabelle 1).

Substanz	Sdp [°C]	Dampfdruck [hPa] bei 20°C
Essigsäure	118	15,8
Methylethylketon	79,6	105
Hexan	69	162
TVOC		
Hexadekan	287	0,004

Tabelle 1: Vergleich von Elutionsreihenfolge zu Flüchtigkeit der Substanzen

Um dieses Problem noch einmal anschaulich darzustellen, zeigt Abbildung 2 den gleichen Ausschnitt eines Chromatogramms vor und nach dem Säulenwechsel. Säulenart und -länge

sowie das GC-Programm wurden hier nicht verändert. In diesem Fall führt lediglich die Alterung der Säule dazu, dass die beiden, mit grünen bzw. roten Pfeilen, gekennzeichneten Peaks die Reihenfolge, in der sie eluieren tauschen. Dieser Effekt kann, wenn nicht überwacht, jederzeit unkontrolliert auftreten oder durch Veränderungen am Druck- und Temperaturprogramm des Gaschromatographen bewusst provoziert werden.

Diese Unklarheit in der Ermittlung des Summenwertes kann durch eine verpflichtende Grenzbetrachtung mittels einer harmonisierten Liste, wie sie beispielsweise in Form der NIK-Wert-Liste (AgBB-Schema) bereits vorliegt, beseitigt werden.

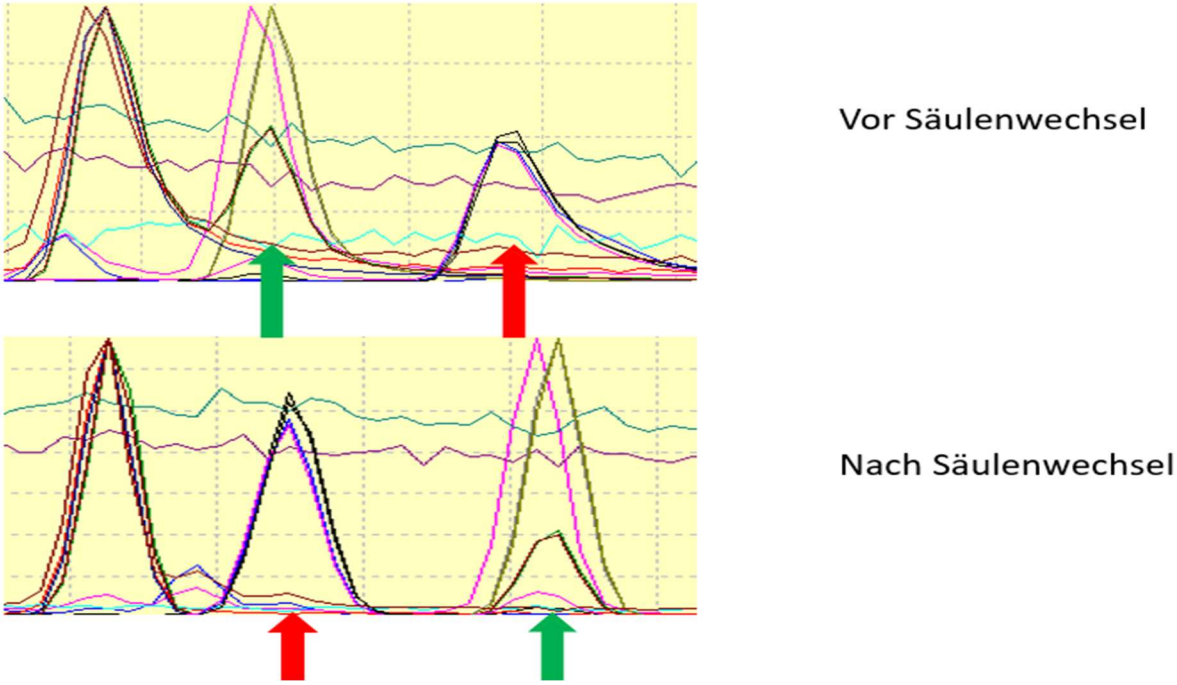


Abbildung 2: Chromatogrammausschnitt vor bzw. nach Säulenwechsel

Die konkrete Auswirkung dieser beiden Einflussfaktoren zeigt sich in den folgenden drei Beispielen realer Raumluftproben, die auf unterschiedliche Arten ausgewertet wurden:

TVOC [µg/m³]:	Variante 1	Variante 2	Variante 3
Bsp. 1	**460** (St. 2)	**310** (St. 2)	**290** (St. 1)
Bsp. 2	**1300** (St. 3)	**1040** (St. 3)	**960** (St. 2)
Bsp. 3	**2700** (>RW II, keine Zertifizierung)	**1600** (<RW II, St.3)	**1500** (<RW II, St.3)

Tabelle 2: Beispiele für Realproben mit unterschiedlicher Auswertung

Hier entspricht Variante 1 einer substanzspezifischen Einzelkalibration analog des $TVOC_{ID}$. In Variante 2 wurden alle Substanzen als Toluol-Äquivalente analog $TVOC_{FID}$ ausgewertet. Variante 3 entspricht Variante 2 exklusive Essigsäure und Methylethylketon.

Das gewählte Zertifizierungssystem teilt die TVOC-Bewertung wie folgt ein:

Stufe 1: ≤ 300 µg/m³
Stufe 2: ≤ 1000 µg/m³
Stufe 3: ≤ 3000 µg/m³
Oberhalb von 3000µg/m³ oder bei einer RW II – Überschreitung ist keine Zertifizierung möglich.

Bsp. 1:

Hier wird in Variante 1 eine Zertifizierung der Stufe 2 erreicht. Der Zielwert für Stufe 1 (300 µg/m³) wird relativ gesehen um 50% überschritten. Die Auswertung nach Variante 2 überschreitet den Zielwert nur noch um 10 µg/m³. Variante 3 unterschreitet den Zielwert und eine Zertifizierung der Stufe 1 ist möglich.

Bsp. 2:

Hier wird in Variante 1 eine Zertifizierung der Stufe 3 erreicht. Der Zielwert für Stufe 2 (1000 µg/m³) wird absolut betrachtet um 300 µg/m³ überschritten. Die Auswertung nach Variante 2 überschreitet den Zielwert nur noch um 40 µg/m³. Variante 3 unterschreitet den Zielwert und eine Zertifizierung der Stufe 2 ist möglich.

Bsp. 3:

Hier wird in Variante 1 der Zielwert für Stufe 3 noch knapp unterschritten, allerdings liegen zwei Substanzen oberhalb des RW II, was dazu führt, dass eine Zertifizierung ausgeschlossen ist. Bei einer Auswertung nach Variante 2 bzw. Variante 3 sinkt der TVOC um 1100 bzw. 1200 µg/m³ ab und die beiden RW II werden nicht mehr überschritten. Demnach ist eine Zertifizierung der Stufe 3 möglich.

Diese Beispiele zeigen, welchen massiven Einfluss diese Faktoren sowohl auf Vergleichbarkeit und Reproduzierbarkeit der Ergebnisse als auch auf die abschließende Bewertung innerhalb des Zertifizierungssystems haben. Außerdem wird deutlich, dass der Einfluss der Responsefaktoren der Einzelsubstanzen stärker ins Gewicht fällt, je höher die Gesamtkonzentration ist, während der Einfluss einzelner Substanzen im Grenzbereich bei niedrigen Konzentrationen größer ist.

Wenn der TVOC weiter als Bewertungsgrundlage für Zertifizierungen dienen soll, ist es zwingend notwendig, die Art und Weise der Bestimmung zu vereinheitlichen. Es muss mittels einer harmonisierten Liste (beispielsweise der NIK-Liste des AgBB-Schema) eindeutig festgelegt werden, welche Substanzen eingerechnet werden. Außerdem führt aufgrund der Varianz in den Responsefaktoren einzelner Substanzen und den damit verbundenen unberechenbaren Schwankungen nur eine substanzspezifische Einzelkalibration zu vergleichbaren und reproduzierbaren Ergebnissen. Eine Quantifizierung als Toluol-Äquivalent erzeugt keine vergleichbaren Ergebnisse und kann daher nicht akzeptiert werden.

Sobald hier ein Konsens gefunden und implementiert wurde und die Vergleichbarkeit mit Daten von Laborvergleichsmessungen untermauert ist, kann der TVOC ein sinnvolles Hilfsmittel für Zertifizierungen und die Bewertung der Innenraumluftqualität generell werden, allerdings immer nur dann, wenn außerdem eine einzelstoffliche Betrachtung toxikologisch relevanter Substanzen stattfindet.