Bundesministerium
Land- und Forstwirtschaft,
Klima- und Umweltschutz,
Regionen und Wasserwirtschaft

Richtlinie zur Bewertung der Innenraumluft – Ethylenglykol

Wien, 2025

Impressum

Medieninhaber, Verleger und Herausgeber:
Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Klima- und Umweltschutz, Regionen und Wasserwirtschaft, Stubenring 1, 1010 Wien
Gesamtumsetzung: DI Peter Tappler, Dr. Ilse Mauritz
Autorinnen und Autoren: Mitglieder des Arbeitskreises Innenraumluft im BMLUK;
Weitere Expertinnen und Experten (in alphabetischer Reihenfolge):
Dipl.-Ing. Bernhard Damberger, Assoz. Prof. Dipl.-Ing. Dr. Hans-Peter Hutter, Priv.-Doz. Dr. Hanns Moshammer, Dr. Peter Wallner

Wien, 2025. Stand: 14. Oktober 2025

Copyright und Haftung:
Auszugsweiser Abdruck ist nur mit Quellenangabe gestattet, alle sonstigen Rechte sind ohne schriftliche Zustimmung des Medieninhabers unzulässig.
Es wird darauf verwiesen, dass alle Angaben in dieser Publikation trotz sorgfältiger Bearbeitung ohne Gewähr erfolgen und eine Haftung des Bundesministeriums und der Autorin / des Autors ausgeschlossen ist. Rechtausführungen stellen die unverbindliche Meinung der Autorin / des Autors dar und können der Rechtsprechung der unabhängigen Gerichte keinesfalls vorgreifen.

Rückmeldungen: Ihre Überlegungen zu vorliegender Publikation übermitteln Sie bitte an V11@bmluk.gv.at.

Vorwort

Der Arbeitskreis Innenraumluft im Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Klima- und Umweltschutz, Regionen und Wasserwirtschaft (BMLUK) erstellt und veröffentlicht unterschiedliche Typen von Dokumenten: Die einzelnen Teile der „Richtlinie zur Bewertung der Innenraumluft“ wurden in der Regel unter Mitwirkung der Österreichischen Akademie der Wissenschaften erstellt und definieren Richt- und Referenzkonzentrationen für häufig auftretende Schadstoffe in Innenräumen. Beim „Wegweiser für eine gesunde Raumluft“ handelt es sich um eine Konsumentenbroschüre, in der in leicht verständlicher Form Empfehlungen zum Thema „Innenraumluft“ gegeben werden. Zu einzelnen Themen werden Leitfäden und Positionspapiere veröffentlicht, in denen in umfangreicherer Form Informationen bereitgestellt werden.

Die Richtlinie zur Bewertung der Innenraumluft, aber auch Leitfäden und Positionspapiere legen prinzipielle Vorgangsweisen für Expertinnen und Experten fest und schneiden offene Fachfragen an. Sie spiegeln die Fachmeinung der im Arbeitskreis vertretenen Fachleute (Umwelthygiene, Messtechnik, Verwaltung usw.) zu einem aktuellen Problemkreis im Themenbereich „Innenraumluft“ wider. Sie haben keinen normativen Charakter und können gegebenenfalls nach einer Evaluierung auch erneut bearbeitet werden.

Zum Zeitpunkt der Drucklegung sind durch den Arbeitskreis Innenraumluft im BMLUK folgende Dokumente erschienen.

Richtlinienteile der Richtlinie zur Bewertung der Innenraumluft:

- Übernahme deutscher Richtwerte
- Allgemeiner Teil
- VOC-Allgemein
- Styrol
- VOC-Summenparameter
- Toluol
- Kohlenstoffdioxid – CO_2 als Lüftungsparameter
- Formaldehyd
- Alpha-Pinen
- Ethylbenzol
- Phenol
- Butan-1-ol
- Octamethylcyclotetrasiloxan D4
- Decamethylcyclopentasiloxan D5
- Dodecamethylcyclohexasiloxan D6
- Naphtalin
- 5-Chloro-2-methyl-2H-isothiazol-3-one (CIT), 2-Methyl-2H-isothiazol-3-one (MIT)
- Xylole

Leitfäden und Konsumentenbroschüren:

- Leitfaden Gerüche in Innenräumen
- Leitfaden zur Vorbeugung, Erfassung und Sanierung von Schimmelbefall in Gebäuden („Schimmelleitfaden“)
- Leitfaden zur technischen Bauteiltrocknung
- Wegweiser für eine gesunde Raumluft

Positionspapiere:

- Positionspapier zu Luftströmungen in Gebäuden
- Positionspapier zu Schimmel in Innenräumen
- Positionspapier zu Lüftungserfordernissen in Gebäuden
- Positionspapier zu Formaldehyd in Saunaanlagen
- Positionspapier zu technischer Bauteiltrocknung
- Positionspapier zu Verbrennungsprozessen und Feuerstellen in Innenräumen

- Positionspapier zu lüftungsunterstützenden Maßnahmen zur Infektionsprophylaxe – Einsatz von Luftreinigern und Einbringung von Wirkstoffen in die Innenraumluft
- Positionspapier zur Bewertung von Innenräumen in Hinblick auf das Infektionsrisiko durch SARS-CoV-2
- Positionspapier zur Beurteilung der maschinellen Kühlung von Innenräumen in Hinblick auf SARS-CoV-2
- Positionspapier zu Auswirkungen energiesparender Maßnahmen auf die Innenraumluft
- Positionspapier zu Lüftungserfordernissen in Bildungseinrichtungen
- Positionspapier zur Sanierung von Schimmelbefall nach Wasserschäden in Krankenanstalten

Online Rechner:

- Corona-Rechner VIR-SIM: Tool zur Berechnung des Infektionsrisikos durch SARS-CoV-2 über Aerosolpartikel in Innenräumen: corona-rechner.at
- Lüftungsrechner CO2-SIM, verfügbar unter raumluft.org

Die Publikationen sind – wenn nicht anders angegeben – auf der Website des BMLUK zum Download verfügbar: https://www.bmluk.gv.at/themen/klima-und-umwelt/luft-und-laerm/innenraum.html

Inhalt

Vorwort 3

1 Präambel 7

2 Chemisch-physikalische Eigenschaften 8

3 Messstrategie, Analytik und Prüfbericht 9

3.1 Messstrategie, Probenahme 9

3.2 Analytik 11

3.3 Prüfbericht 11

4 Ableitung des wirkungsbezogenen Innenraumrichtwerts 12

4.1 Ableitung der Europäischen LCI-Arbeitsgruppe 12

4.2 Ableitung des deutschen Ausschusses für Innenraumrichtwerte 14

4.3 Ergebnis der Literaturrecherche 14

4.4 Ableitung der NOAEC 16

4.5 Ableitung des Wirkungsbezogenen Innenraumrichtwertes 17

5 Richtwert und Beurteilung eines Messwertes 18

5.1 Festlegung Wirkungsbezogener Innenraumrichtwert und Erläuterungen 18

5.2 Abdeckung gesetzlicher Vorgaben 19

Literaturverzeichnis 20

1 Präambel

Bis dato lagen für den Stoff Ethylenglykol in Österreich keine Innenraumrichtwerte vor. Entsprechend dem Beschluss des Arbeitskreises Innenraumluft im BMLUK, im Falle des Vorliegens einer rezenten Ableitung durch den deutschen Ausschuss für Innenraumrichtwerte oder andere fachkompetente Gremien ein verkürztes Verfahren der Ableitung durchzuführen, liegt nunmehr diese Ableitung vor.

Für den Stoff Ethylenglykol wurde seitens der EU-LCI-Arbeitsgruppe 2016 ein LCI-Wert (Niedrigste Interessierende Konzentrationen NIK, engl. LCI, franz. CLI) von 3400 µg/m³ beschlossen. Ein LCI-Wert definiert die niedrigste Konzentration, bei dessen Überschreitung nach derzeitigem fachlichen Ermessen eine gewisse Auswirkung auf Menschen angenommen werden kann.

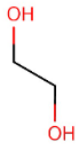
Das verkürzte Verfahren besteht darin, zu prüfen,

- ob es relevante neue Erkenntnisse seit der Ableitung durch den deutschen Ausschuss für Innenraumrichtwerte (AIR) oder die EU-LCI-Arbeitsgruppe gibt, wobei diese Prüfung auf Basis einer systematischen Literaturrecherche für den Zeitraum von ein bis zwei Jahren vor Veröffentlichung des deutschen/EU-Richtwerts bis zum aktuellen Zeitpunkt der Behandlung im Arbeitskreis Innenraumluft durchgeführt wird;
- ob im Lichte der in dieser Recherche ermittelten Daten die Basis der Ableitung durch die deutsche bzw. EU-Arbeitsgruppe aufrechterhalten werden kann;
- welche analytischen Methoden dem Stand der Technik entsprechen;
- und in welchem Ausmaß eine Änderung des deutschen/EU-Richtwerts wegen des unterschiedlichen Ableitungsschemas vorgenommen werden muss.

Der Arbeitskreis Innenraumluft im BMLUK spricht daher in Bezug auf die Substanz Ethylenglykol folgende allgemeingültige Empfehlungen aus, die sich am Stand der Technik orientieren.

2 Chemisch-physikalische Eigenschaften

Tabelle 1 Eigenschaften von Ethylenglykol

Ethylenglykol	
Systematischer Name	Ethane-1,2-diol
Synonyme	Ethylenglykol, Ethanediol
CAS–Nummer	107-21-1
CLP-Index-Nr.	603-027-00-1
Harmonisierte Einstufung gemäß CLP-Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 i.d.g.F	Acute Tox. 4*, H302
Summenformel	$C_2H_6O_2$
Strukturformel	 Source: European Chemicals Agency, http://echa.europa.eu/
Molmasse	62,07 g/mol
Schmelzpunkt	-13 °C
Siedetemperatur	197,4 °C (1,013 hPa)
Dichte	1,11 g/cm³ (bei 293,15 K)
Dampfdruck	0,123 hPa (bei 298,15 K)
Wasserlöslichkeit	>1000 g/L (bei 293,15 K)
Umrechnungsfaktoren (bei 296,15 K, 1013,25 hPa):	1 ppm = 2,6 mg/m³ 1 mg/m³ = 0,385 ppm

3 Messstrategie, Analytik und Prüfbericht

3.1 Messstrategie, Probenahme

Messung der Konzentration an Ethylenglykol in der Innenraumluft erfolgt im Allgemeinen mittels Kurzzeitprobenahme (z.B. 30 Minuten). Die Messplanung und Probenahmestrategie gestaltet sich in Anlehnung an ÖNORM EN ISO 16000-5[1]. Erfolgen die Messungen mit dem Ziel der Überprüfung der Einhaltung des in Kapitel 5.1 abgeleiteten Wirkungsbezogenen Innenraumrichtwertes (WIR), so hat die Probenahmedauer dem Beurteilungszeitraum des WIR (30 Minuten) zu entsprechen. Abweichungen davon sind nur in begründeten Ausnahmefällen zulässig.

Referenzverfahren für die Probenahme ist die Sammlung der Substanz mittels Tenax mit anschließender Thermodesorption nach DIN ISO 16000-6[2] und entsprechender GC/MS-Analytik.

Eine maßgebliche Beeinflussung des Messergebnisses bei Kurzzeitprobenahmen ist unter Umständen durch die aktuell herrschenden Außenklimaparameter gegeben, die je nach Außentemperatur und Windgeschwindigkeit zu stark unterschiedlichem Luftwechsel führen können.

[1] ÖNORM EN ISO 16000-5 (2007): Innenraumluftverunreinigungen - Teil 5: Probenahmestrategie für flüchtige organische Verbindungen (VOC) (ISO 16000-5:2007). 2007 06 01

[2] DIN ISO 16000-6 (2022): Bestimmung organischer Verbindungen (VVOC, VOC, SVOC) in Innenraum- und Prüfkammerluft durch aktive Probenahme auf Adsorptionsröhrchen, thermischer Desorption und Gaschromatographie mit MS oder MS-FID (ISO 16000-6:2021). 2022 03

Neben den in „Allgemeiner Teil“ sowie im Teil „VOC-Allgemeiner Teil“ der Richtlinie zur Bewertung der Innenraumluft behandelten Fragen in Bezug auf die Messstrategie sind noch folgende Punkte zu beachten:

- Vor der Probenahme sollte der Raum über Fenster gelüftet werden. Anschließend darf der Raum über einen Zeitraum von in der Regel mindestens 8 Stunden nicht gelüftet werden, anschließend kann die Probenahme erfolgen. Außentüren und Fenster müssen in der Vorbereitungszeit und während der Probenahme verschlossen bleiben, Fenster- und Türfugen sollten jedoch nicht abgeklebt werden. Die Raumtemperatur sollte sich im üblichen Bereich (20 bis 23°C) bewegen. Innentüren sind in der Regel ebenfalls geschlossen zu halten, begründete Ausnahmen davon sind jedoch möglich. Türen können kurz geöffnet werden, um z.B. den Raum zu betreten oder ihn zu verlassen, sie sind jedoch unmittelbar darauf wieder zu schließen.
- Sollte in den Räumen ein definiertes Lüftungsregime für die Fensterlüftung gelten (bspw. in Büroräumen oder Schul- und Unterrichtsräumen), kann der Zeitraum, in dem keine Lüftung über Fenster stattfindet, verkürzt werden (bspw. auf eine oder wenige Stunden). Hierbei ist festzustellen, ob eine regelmäßige Lüftung nach diesen Zeiträumen real tatsächlich stattfindet bzw. ob Lüftungsanweisungen existieren, die auch in der Praxis befolgt werden. Die Probenahme erfolgt nach dem Zeitraum, in dem üblicherweise keine Lüftung über Fenster stattfindet.
- Die Windgeschwindigkeit im Außenbereich sollte die Windstärke 3 nach Beaufort (Bereich 3,4 - 5,4 m/s, entspricht „Schwache Brise“ – Blätter und dünne Zweige bewegen sich) nicht überschreiten.
- In Räumen mit raumlufttechnischen Anlagen ist die Anlage unter dem für den Nutzer ungünstigsten, jedoch realistischen Betriebszustand zu betreiben (niedriger Luftwechsel). Ist dies nicht bekannt, ist die niedrigste für den Normalbetrieb vorgesehene Lüftungsstufe zu wählen.
- Die Benutzer des Raumes müssen darauf hingewiesen werden, dass in einem Zeitraum von etwa einer Woche vor der Messung bis zur Messung keine lösungsmittelhältigen Produkte (z.B. Oberflächenbeschichtungen, Klebstoffe) verwendet werden dürfen (außer es soll der Einfluss dieser Produkte erfasst werden).
- Je nach den lokalen Bedingungen können zusätzlich Messungen der Außenluft, Messungen in anliegenden Arbeitsräumen (z.B. den Betriebsräumen eines Betriebes, in denen Ethylenglykol als Arbeitsstoff verwendet wird) oder an anderen relevanten Messorten durchgeführt werden.
- Die Auswahl der Räume richtet sich nach den örtlichen Verhältnissen und der Raumnutzung. Es sollen Räume untersucht werden, die dem langdauernden

Aufenthalt von Personen dienen (z.B. Wohnräume, Schlafräume, Büros, Schulräume, Gruppenräume von Kindergärten).

- Zur Beurteilung einer möglichen Immissionsbelastung durch Betriebe, in denen die Substanz Ethylenglykol als Arbeitsstoff eingesetzt wird, ist wenn möglich auch in den Betriebsräumlichkeiten zu messen. Es ist zu gewährleisten, dass sich die Anlagen in normalem Betrieb befinden.

3.2 Analytik

Es wird auf die Ausführungen im Kapitel Analytik in „Allgemeiner Teil“ sowie im Teil „VOC-Allgemeiner Teil“ der Richtlinie zur Bewertung der Innenraumluft verwiesen.

Die Analyse der Proben wird im Labor unter Anwendung einer entsprechenden GC/MS-Analytik vorgenommen. Referenzverfahren ist die Thermodesorption nach ISO 16000-6 (siehe auch Kapitel 3.1). Weiters ist das Verfahren mit anderen Detektoren (z.B. FID) unter Verwendung mehrerer Säulen dem Referenzverfahren gleichwertig, wenn es eine eindeutige Identifizierung erlaubt. Die Bestimmungsgrenze des gesamten Verfahrens darf den Wert von 0,1 µg/m³ nicht überschreiten.

Die Anforderungen an ein Äquivalenzverfahren in Bezug auf Ethylenglykol sind folgende:

- Die Bestimmungsgrenze des gesamten Verfahrens darf den Wert von 0,1 µg/m³ nicht überschreiten. Das Verfahren muss die interessierende Substanz spezifisch anzeigen und darf keine analytisch relevanten Querempfindlichkeiten aufweisen.

- Die relative Standardunsicherheit (Standardunsicherheit oder kombinierte Standardunsicherheit mal 100 dividiert durch den Mittelwert der Messwerte) darf 10 % nicht überschreiten.

3.3 Prüfbericht

Der Prüfbericht hat die in „Allgemeiner Teil“ sowie im Teil „VOC-Allgemeiner Teil“ der Richtlinie zur Bewertung der Innenraumluft behandelten Punkte zu enthalten.

4 Ableitung des wirkungsbezogenen Innenraumrichtwerts

4.1 Ableitung der Europäischen LCI-Arbeitsgruppe

Das Ableitungsprinzip der Europäischen Arbeitsgruppe ist im ECA-Report Nr. 29 dargelegt (JRC 2013). Vereinfacht dargestellt, werden europäische, nationale und weitere internationale Bewertungen gegenübergestellt und zusätzlich relevante aktuelle Literatur geprüft. Basierend darauf wird die relevanteste Studie hinsichtlich gesundheitlicher Effekte nach chronischer inhalativer Exposition ermittelt. Durch Anwendung der Bewertungsfaktoren gemäß REACH-Leitfaden R8 (ECHA 2012) wird eine „sichere Konzentration“ abgeleitet. In einem LCI-Fact-Sheet wird die Ableitung dokumentiert und begründet.

Der EU-LCI-Wert für Ethylenglykol basiert auf den Ergebnissen einer klinischen Studie mit einer NOAEC von 67 mg/m³, in der bei höheren Konzentrationen Reizungen des menschlichen Rachens beschrieben wurden (Wills et al. 1974).

Folgende Bewertungsfaktoren wurden angewendet:

- Zeitanpassung auf eine kontinuierliche Expositionsdauer: Faktor 1
- Studiendauer: Faktor 1
- Interspezies Faktor: 1
- Intraspezies-Faktor: 10
- Qualität der Datenbasis: Faktor 2

Der Gesamtextrapolationsfaktor beträgt somit 20.

Daraus ergibt sich für Ethylenglykol bei linearer Umrechnung ein LCI-Wert von 3350 µg/m³ und gerundet 3400 µg/m³.

Die folgende Begründung für die Ableitung stellt einen Auszug aus dem LCI-Fact-Sheet dar.

Ethylenglykol weist im Tierversuch keine haut- oder schleimhautreizenden Eigenschaften auf. Reizung der oberen Atemwege war das Hauptsymptom in einer klinischen Studie am

Menschen, in der 20 männliche Teilnehmer in einem geschlossenen Raum 30 Tage lang 20-22 Stunden/Tag exponiert wurden. Die exakten Ethylenglykol-Konzentrationen variierten täglich und resultierten in der ersten Phase des Experiments in einer wöchentlichen Durchschnittskonzentration von 17-49 mg/m^3. Kurzfristige Erhöhungen der Expositionskonzentration auf 188 mg/m^3 für 15 Minuten wurden gut toleriert während Erhöhungen auf 244 und 305 mg/m^3 für 1-2 Minuten nicht toleriert wurden. Reizungen des Rachens wurden ab einer Expositionskonzentration von 140 mg/m^3 und darüber berichtet, eine NOAEC von 67 mg/m^3 für lokale Effekte wurde abgeleitet (Wills et al. 1974).

Nach wiederholter oraler Aufnahme wurde Nephrose als empfindlichste systemische Gesundheitsauswirkung in der Ratte beobachtet (NOAEL von 150 mg/kg Körpergewicht/Tag nach 12-monatiger Exposition), vermutlich verursacht durch den Metaboliten Oxalsäure (Corley et al. 2008).

In Ratten und Mäusen wurde bei hohen Gaben reduziertes Gewicht der Nachkommen dokumentiert (NOAEL von 500 bzw. 150 mg/kg Körpergewicht/Tag) (Neeper-Bradley et al. 1995); für Kaninchen konnte dies nicht nachgewiesen werden (Tyl et al. 1993). Eine Inhalationsstudie mit Mäusen zeigte ebenfalls keine Effekte (Tyl et al. 1985). Als Ursache für diesen Effekt auf die Entwicklung wird die Akkumulation von Metaboliten (Oxalsäure, Glykolsäure) gesehen, wobei vermutlich kinetische Unterschiede im Metabolismus für die Speziesunterschiede verantwortlich sind. Nach derzeitigem Wissensstand ist in diesem Fall der Stoffwechsel des Menschen mit dem des Kaninchens vergleichbar.

In Anlehnung an die Ableitung der deutschen MAK-Kommission (DFG 1991) und SCOEL (1995) wurde die Reizung des oberen Atemtrakts im Menschen als relevantester Effekt bei inhalativer Exposition angesehen. So sollte auch ein Schutz vor systemischer Toxizität (akut und chronisch) gegeben sein, die generell bei höherer Konzentration auftritt. Darüber hinaus zeigt eine neuere Untersuchung, dass die Ausscheidung von Oxalsäure und Glykolsäure unter den Bedingungen des MAK-Wertes (26 mg/m^3) im Bereich des natürlichen Hintergrunds liegt (Upadhyay et al. 2008).

Das detaillierte EU-LCI-Fact-Sheet kann auf der Homepage der Europäischen Kommission (DG GROW) eingesehen werden[3].

4.2 Ableitung des deutschen Ausschusses für Innenraumrichtwerte

Vom deutschen Ausschuss für Innenraumrichtwerte (AIR)[4] lag zum Zeitpunkt der Evaluierung keine Ableitung für die Einzelsubstanz Ethylenglykol vor. Angegeben werden lediglich ein Default- und ein Summenwert für Glykolether.

4.3 Ergebnis der Literaturrecherche

Die Ableitung der europäischen LCI-Arbeitsgruppe berücksichtigt die wissenschaftliche Literatur bis einschließlich 2015. Die durchgeführte Literaturrecherche in PubMed umfasste daher den Zeitraum 2016 bis 2025 und ergab 246 Artikel. Viele der Arbeiten beschreiben Symptome sowie Behandlungen von akuten Vergiftungen nach missbräuchlicher oraler Aufnahme, diese wurden daher aus der weiteren Betrachtung ausgeschlossen. 6 Publikationen wurden auf ihre Relevanz überprüft.

Ein Review von Fowles et al. (2017) zur Gruppe der Ethylenglykole adressiert unter anderem die Toxikokinetik und Gefährlichkeit von Ethylenglykol. Der Stoff wird rasch aus dem Magen-Darm-Trakt aufgenommen und aufgrund der Mischbarkeit mit Wasser weit im Körper verteilt. Die dermale Aufnahme ist weitaus geringer. Die Ausscheidung erfolgt über den Urin sowie die Ausatmung als Kohlendioxid. Ethylenglykol ist schwach reizend, nicht sensibilisierend und zeigt keine Mutagenität sowie Kanzerogenität. Die akute Toxizität im Tierversuch ist gering, Menschen scheinen hingegen empfindlicher zu sein (berichtete letale Dosen von 1,4 - 1,6 g/kg). Die klinische Toxizität im Menschen nach oraler Aufnahme verläuft in 3 Stufen: (1) Magen-Darm-Störungen und ZNS-Depression, (2) metabolische Azidose und Herz-Lungen-Stillstand, (3) Nierenversagen. Die Nierentoxizität zeigt sich auch im Tierversuch nach wiederholter oraler Verabreichung; Grund dafür ist die Bildung von Calciumoxalat. Beobachtungen am Menschen zeigen, dass durch inhalative Exposition gegenüber 23 mg/m³ (20-22h/Tag, 14 Tage) keine solchen Effekte ausgelöst

[3] ec.europa.eu/growth/sectors/construction/eu-lci/values_en
[4] umweltbundesamt.de/themen/gesundheit/kommissionen-arbeitsgruppen/ausschuss-fuer-innenraumrichtwerte-vormals-ad-hoc#textpart-1

werden konnten. Die Entwicklungstoxizität von Ethylenglykol wurde sehr umfangreich untersucht. Während in Ratten und Mäusen Effekte gesehen wurden, traf dies für Kaninchen nicht zu. Begründet wird dies durch physiologische und metabolische Unterschiede bei der Bildung von Metaboliten. PBPK-Modelle prognostizieren, dass der Mensch in diesem Zusammenhang dem Kaninchen ähnlicher ist als dem Nagetier.

Durch Ethylenglykol vergiftete Katzen wurden von Amoroso et al. (2017) in einer retrospektiven Studie untersucht. Die Diagnose der Vergiftung wurde durch das Vorhandensein von mikroskopisch erkennbaren Kalziumoxalat-Einlagerungen im Nierenparenchym (bei gleichzeitigem Fehlen einer typischen pyogranulomatösen Nephritis) bestätigt. Die dokumentierten Veränderungen der Niere wären ähnlich denen bei Menschen und Hunden.

Um den Mechanismus der in Ratten und Mäusen dokumentierten Entwicklungstoxizität von Ethylenglykol zu untersuchen, exponierten Ritchie et al. (2018) Rattenembryonen in vitro gegenüber erhöhten Konzentrationen von Glykol- oder Milchsäure. Arbeitshypothese war, dass die durch Ethylenglykol-Metabolisierung entstehende Glykolsäure eine Azidose verursacht, die die embryonale Herzfrequenz beeinträchtigt, zu Perioden von embryonaler Bradykardie/Arrhythmie führt und in weiterer Folge zu Missbildungen und Tod. Im Versuch verursachten erhöhte Konzentrationen von Glykolsäure oder Milchsäure im Inkubationsmedium eine Abnahme des externen pH-Werts und eine konzentrationsabhängige Abnahme der embryonalen Herzfrequenz.

Aufgrund der Verwendung von Ethylenglykol und Kalziumcarbid als Obstreifemittel wurden von Bini et al. (2019) Untersuchungen zur aktuen und subaktuen Toxizität beider Stoffe in Wistar-Albino-Ratten durchgeführt. Ethylenglykol zeigte keine aktue Toxzität, bei wiederholter Verabreichung (30 Tage) wurden jedoch Effekte auf das Blutbild und histologische Veränderungen dokumentiert. Eine Schwächung des Immunsystems wurde vermutet. Untersuchungen zur chronischen Toxizität in einer Folgestudie (Bini et al. 2021) identifizierte die Leber als empfindlichstes Organ. Histologische Untersuchungen nach oraler Verabreichung für 180 Tage zeigten Verfettung der Leber, eine Degeneration der Blutkörperchen in der Niere und eine Infiltration von Lymphozyten in verschiedenen Geweben. Weiters wurden Schleimhautläsionen im Darm festgestellt. Die Effekte könnten aber auch auf erhöhte Arsen- und Phosphorgehalte in den Proben zurückzuführen sein.

Meles et al. (2024) untersuchten die aktue Toxizität von Ethylenglykol in männlichen Mäusen. Aus den Ergebnissen wurde ein LD50 von 1598 mg/kg Körpergewicht abgeleitet.

In den Tieren wurden Degeneration von Nierentubuluszellen sowie Nekrosen festgestellt. Außerdem konnte ein vermehrtes Auftreten von Entzündungszellen im Interstitium der Nierentubuli beobachtet werden.

Die inhalative Exposition gegenüber Chemikalien in der Elektronikindustrie in China wurden von Cai et al. (2018) gemessen. Für Ethylenglykol wurde eine Expositionskonzentration von rund 1,7 mg/m³ festgestellt.

In einem 2021 vom Europäischen Chemikalienbüro (ECHA) veröffentlichten Screening-Bericht[5] sowie in einer Risiko-Management-Optionen-Analyse[6] wurde festgestellt, dass hinsichtlich der bei Nagern dokumentierten Reproduktionstoxizität für den Menschen keine Bedenken bestehen.

Bei der durchgeführten Literaturrecherche konnte keine Studie identifiziert werden, die eine Änderung des Ausgangpunkt für die Ableitung (Point of Departure, POD) indizieren würden.

4.4 Ableitung der NOAEC

Basierend auf der klinischen Studie von Wills et al. (1974) wird für die WIR-Ableitung für Ethylenglykol eine NOAEC von 67 mg/m³ herangezogen, bei höheren Testkonzentrationen wurden Reizungen des menschlichen Rachens beschrieben. Diese NOAEC, die auch für die Ableitung der EU-LCI-Arbeitsgruppe (2016), des SCOEL (1995) und der deutschen MAK-Kommission (DFG 1991) als Startpunkt herangezogen wurde, wird durch Anwendung von Bewertungsfaktoren (siehe unten), wie im Schema des österreichischen Arbeitskreises vorgesehen, angepasst.

[5] Assessment of Regulatory Needs (2021)
[6] Risiko Management Optionen Analyse (2020)

4.5 Ableitung des Wirkungsbezogenen Innenraumrichtwertes

Der Ausgangspunkt des österreichischen Ableitungsschemas ist die NOAEC oder eine Schätzung dieses Wertes ausgehend von der besten verfügbaren Evidenz. Die vom österreichischen Arbeitskreis für Innenraumluft verwendeten Bewertungsfaktoren werden daher wie folgt angewendet:

- Zeitanpassung auf eine kontinuierliche wöchentliche Expositionsdauer: 1
- Umrechnung auf Dauerexposition: subchronisch → chronisch: 1 (lokaler Effekt)
- Interspezies-Faktor (Variationen zwischen den Spezies): 1 (Humanstudie)
- Intraspezies-Faktor (Variationen innerhalb der Spezies): 10
- Qualität der Daten: 2

Der Gesamtextrapolationsfaktor beträgt damit 20, die NOAEC 67 mg/m³. Daraus ergibt sich bei linearer Umrechnung ein berechneter Richtwert als Basis des WIR von 3350 µg/m^3 und gerundet 3400 µg/m^3 für Ethylenglykol.

Ethylenglykol ist geruchlos, eine Geruchsschwelle ist daher nicht zu berücksichtigen.

5 Richtwert und Beurteilung eines Messwertes

5.1 Festlegung Wirkungsbezogener Innenraumrichtwert und Erläuterungen

Auf Basis der in Kapitel 4.5 dargelegten Ableitung wird der Wirkungsbezogene Innenraumrichtwert (WIR) für Ethylenglykol auf ein Halbstundenmittel von 3400 µg/m³ festgelegt.

Tabelle 2: Wirkungsbezogener Innenraumrichtwert (WIR) und wesentlicher Endpunkt

Stoffname	Beurteilungszeitraum	Richtwert (WIR)	Wesentlicher Endpunkt
Ethylenglykol	**Halbstunden-Mittelwert**	**3400 µg/m³**	Reizung

Zur Beurteilung der Situation in einem Innenraum sind Halbstunden-Mittelwerte unter den ungünstigsten noch realistischen Bedingungen heranzuziehen. Wenn der Richtwert überschritten wird, sind Maßnahmen einzuleiten, die nach dem heutigen Stand der Technik geeignet sind, eine Reduktion der Raumluftkonzentration von Ethylenglykol herbeizuführen. Es können Maßnahmen in den betroffenen Innenräumen selbst oder in der Umgebung des betroffenen Raumes notwendig werden.

Liegt eine Überschreitung des Richtwertes vor, so wird empfohlen, mehrere hintereinander folgende Messungen in ausreichendem zeitlichen Abstand durchzuführen, um den Verlauf der Konzentration zu bestimmen. Daraus ist abzuschätzen, ob und in welchem Zeitraum die Konzentration unter den Richtwert absinken wird. Sollte sich keine Tendenz zeigen, die eine Unterschreitung des Richtwertes innerhalb absehbarer Zeit erwarten lässt, dann sind (weitere) Sanierungsmaßnahmen einzuleiten, um den Wert unter den Richtwert zu senken. Unabhängig davon sind den Bewohnern Empfehlungen hinsichtlich belastungsmindernder Maßnahmen (z.B. Lüften) mitzuteilen.

5.2 Abdeckung gesetzlicher Vorgaben

Bei Einhaltung der Mindestvorgaben für dauernd von Menschen genutzte Innenräume laut Kapitel 5.1 ist davon auszugehen, dass unter anderem auch folgende gesetzliche Vorgaben (bzw. deren fachliche Grundlagenforderungen) in Hinblick auf Emissionen erfüllt sind:

- Vorgaben laut § 26 Abs. 1 Arbeitsstättenverordnung – AStV, Auszug:
  „Als Arbeitsräume dürfen nur Räume verwendet werden, denen ausreichend frische, von Verunreinigungen möglichst freie Luft zugeführt und aus denen verbrauchte Luft abgeführt wird“.
- Vorgaben laut § 22 Abs. 3 ArbeitnehmerInnenschutzgesetz – AschG, Auszug:
  „In Arbeitsräumen muss unter Berücksichtigung der Arbeitsvorgänge und der körperlichen Belastung der Arbeitnehmer ausreichend gesundheitlich zuträgliche Atemluft vorhanden sein und müssen raumklimatische Verhältnisse herrschen, die dem menschlichen Organismus angemessen sind.“
- Vorgaben der OIB-Richtlinie 3 als Basis der gesetzlichen bautechnischen Regelungen der Länder. Bezugnehmend auf das Innenraumklima schreibt die OIB-Richtlinie 3 vor, dass Aufenthaltsräume so auszuführen sind, dass gefährliche Emissionen aus Baumaterialien und aus dem Untergrund nicht zu Konzentrationen führen dürfen, die die Gesundheit der Benützer beeinträchtigen.

Literaturverzeichnis

Die nicht im Anhang aufgeführten Regelwerke sind in den Fußnoten bei Erwähnung der jeweiligen Regelwerke aufgeführt.

Amoroso L., Cocumelli C., Bruni G., Brozzi A., Tancredi F., Grifoni G., Mastromattei A., Meoli R., Di Guardo G., Eleni C. (2017): Ethylene glycol toxicity: a retrospective pathological study in cats. Vet Ital. Sep 30;53(3):251-254.

Bini M., Rajesh B., Babu T.D. (2019): Acute and subacute toxicity evaluation of calcium carbide and ethylene glycol in Wistar albino rats. J Basic Clin Physiol Pharmacol. Nov 29;31(1).

Bini M., Rajesh B., Babu T.D. (2021): Chronic exposure of industrial grade calcium carbide and ethylene glycol alter histological architecture of systemic organs by disrupting redox balance in rat. J Basic Clin Physiol Pharmacol. Mar 29;33(3):265-271.

Cai Y., Li F., Zhang J., Wu Z. (2018): Occupational Health Risk Assessment in the Electronics Industry in China Based on the Occupational Classification Method and EPA Model. Int J Environ Res Public Health. Sep 20;15(10):2061.

Corley R.A., Wilson D.M., Hard G.C., Stebbins K.E., Bartels M.J., Soelberg J.J., Dryzga M.D., Gingell R., McMartin K.E., Snellings W.M. (2008): Dosimetry considerations in the enhanced sensitivity of male Wistar rats to chronic ethylene glycol-induced nephrotoxicity. Toxicol Appl Pharmacol. Apr 15;228(2):165-178.

DFG (1991): Deutsche Forschungsgemeinschaft. The MAK-Collection for Occupational Health and Safety: Ethlenglykol [107-21-1]. Ethylenglykol [MAK Value Documentation in German language, 1991]

ECHA (2012): Guidance on information requirements and chemical safety assessment. Chapter R.8: Characterisation of dose [concentration]-response for human health. ECHA-2010-G-19-EN. COVER PAGE (europa.eu)

Fowles J., Banton M., Klapacz J., Shen H. (2017): A toxicological review of the ethylene glycol series: Commonalities and differences in toxicity and modes of action. Toxicol Lett. Aug 15;278:66-83.

JRC (2013): Report No 29. Harmonisation framework for health based evaluation of indoor emissions from construction products in the European Union using the EU-LCI concept. publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC83683/eca%20report%2029_final.pdf

Meles D.K., Mustofa I., Wurlina W., Donova C.A., Hidayanti E.R., Suwasanti N., Rosyada Z.N.A., Khairullah A.R., Akintunde A.O., Mustofa R.I., Putra S.W., Ahmad R.Z., Wasito W., Raissa R. (2024): Acute toxicity effects of ethylene glycol on lethal dose 50 (LD(50)), urine production, and histopathology change renal tubule cell in mice. Open Vet J. Dec;14(12):3539-3551.

Neeper-Bradley T.L., Tyl R.W., Fisher L.C., Kubena M.F., Vrbanic M.A., Losco P.E. (1995): Determination of a no-observed-effect level for developmental toxicity of ethylene glycol administered by gavage to CD rats and CD1 mice. Fundam Appl Toxicol Aug;27(1):121-130.

Ritchie H.E., Moore N.P., Webster W.S. (2018): Editor´s Highlight: Ethylene Glycol Teratogenicity: A Role for Embryonic Acidosis? Toxicol Sci. Feb 1;161(2):421-430.

SCOEL (1995): Recommendation from Scientific Expert Group on Occupational Exposure Limits for Ethylene glycol. SEG/SUM/40.

Tyl R.W., Price C.J., Marr M.C., Myers C.B., Seely J.C., Heindel J.J., Schwetz B.A. (1993): Developmental Toxicity Evaluation of Ethylene Glycol by Gavage in New Zealand White Rabbits. Fundam Appl Toxicol May;20(4):402-412.

Tyl R.W. et al. (1985): Evaluation of the teratogenic potential of ethylene glycol aerosol in the CD rat and CD-1 mouse. BRRC Report No 48-100.

Upadhyay S., Carstens J., Klein D., Faller T.H., Halbach S., Kirchinger W., Kessler W., Csanády G.A., Filser J.G. (2008): Inhalation and epidermal exposure of volunteers to ethylene glycol: Kinetics of absorption, urinary excretion, and metabolism to glycolate and oxalate. Toxicol Lett. May 5;178(2):131-141.

Wills J.H., Coulston F., Harris E.S., McChesney E.W., Russell J.C., Serrone D.M. (1974): Inhalation of Aerosolized Ethylene Glycol by Man. Clin Toxicol. 7(5):463-476.