



Über die Beliebigkeit der Richtwertableitung am Beispiel der Essigsäure

Dr. Wigbert Maraun

27.11.2024

1. Einleitung

Essigsäure, chemisch korrekt als Ethansäure bezeichnet, stellt eine im Innenraum weit verbreitete Substanz dar. Bekannt ist deren Verwendung im häuslichen Umfeld als Lebensmittel, sie wird aber auch als Reinigungsmittel auf Grund ihrer Säureeigenschaft verwendet. In Baustoffen kommt Essigsäure z.B. als Vernetzer in Silikonfugen zum Einsatz.

Weniger bekannt ist hingegen das Vorkommen von Essigsäure im Zusammenhang mit Holzwerkstoffen.

In der verholzten Zellwand des Holzes sind Cellulosen und Hemicellulosen in Lignin eingebettet. Chemisch gesehen stellen Lignine, Cellulose und Hemicellulosen Polymere dar und bilden im Verbund die für Holz typische anisotrope Faserstruktur.¹

Eine besondere Bedeutung kommt danach den Hemicellulosen zu, da sie für die Freisetzung von Ameisen- und Essigsäure aus Holzwerkstoffen verantwortlich zu machen sind. Die Hemicellulosen, auch Polyosen genannt, werden als Polymere aus verschiedenen Zuckermolekülen (u.a. Pentosen, Xylosen) aufgebaut. Im Holz sind sie in einem Anteil von 27 bis 37 Gew.-% enthalten. In den Hemicellulosen sind die Acetylgruppen als Seitenreste angelegt und nach Einwirkung von Wasser kommt es zur hydrolytischen Abspaltung und Freisetzung als Essigsäure.

Holzwerkstoffe sind als wesentliche Quelle für Ameisen- und Essigsäure anzusehen. Damit sind Gebäude aus Holzwerkstoffen wie ältere „Fertighäuser“, aber auch moderne Gebäude in Holzständerbauweise (Wohngebäude, Schulen) in besonderem Maße durch Emissionen dieser „Holzsäuren“ betroffen. Die Verwendung von Span- oder OSB-Platten, von Faserplatten oder Holzdämmsystem im Innenraum bedeutet daher ein potenzielles Risiko für eine Schadstoffbelastung der Raumluft insbesondere durch Essigsäure.^{2,3,4}

¹ Wagenführ, A., & Scholz, F. (2012). Taschenbuch der Holztechnik. München: Carl Hanser Verlag.

² Maraun W, Unger P, Sängler St (2016): Das Vorkommen von Ameisen- und Essigsäure in der Raumluft von Fertighäusern in Holzständerbauweise, in: AGÖF - Arbeitsgemeinschaft Ökologischer Forschungsinstitute (Hrsg.), Umwelt, Gebäude & Gesundheit - Schadstoffe, Gerüche und Sanierung, 11. Fachkongress am 17. und 18.11 2016, S. 206 – 231.

³ Maraun W (2019): „Es wird wärmer“ – Reaktive Emissionen aus Holzwerkstoffen, in: AGÖF - Arbeitsgemeinschaft Ökologischer Forschungsinstitute (Hrsg.), Umwelt, Gebäude & Gesundheit - Schadstoffe, Gerüche und Sanierung, 12. Fachkongress am 17. und 18.10 2019, S. 32 – 39.

⁴ Hofmann H und Maraun W (2020) Emissionsverhalten von Grobspanplatten (OSB) und Spanplatten in Innenräumen: Abschlussbericht, Fraunhofer IRB Verlag (Hrsg.)

2. Innenraumrichtwerte

Zur Bewertung von Raumluftkonzentrationen werden vom Ausschuss für Innenraumrichte (AIR) beim Umweltbundesamt Innenraumrichtwerte nach einem Ableitungsschema ermittelt.⁵

„Der AIR leitet zur gesundheitlichen Beurteilung zwei Richtwerte (Vorsorge- und Gefahrenrichtwert) ab:

Richtwert I (RW I - Vorsorgerichtwert) beschreibt die Konzentration eines Schadstoffes in der Innenraumluft, bei deren Einhaltung oder Unterschreitung nach gegenwärtigem Forschungsstand auch bei lebenslanger Exposition keine gesundheitliche Beeinträchtigung zu erwarten ist.

Ist der RW I überschritten, sollte allerdings aus Gründen der Vorsorge gehandelt werden. Gleichzeitig sollten Maßnahmen zur Minimierung der Schadstoffkonzentration ergriffen werden. Der RW I kann hiermit als Zielwert bei einer Sanierung dienen.

Richtwert II (RW II - Gefahrenrichtwert) ist ein wirkungsbezogener Wert, der sich auf die gegenwärtigen toxikologischen und epidemiologischen Kenntnisse zur Wirkungsschwelle eines Schadstoffes stützt. Er stellt die Konzentration eines Schadstoffes in der Innenraumluft dar, bei deren Erreichen beziehungsweise Überschreiten unverzüglich zu handeln ist. Beim Überschreiten dieser Konzentration sind Schäden für die menschliche Gesundheit mit hinreichender Wahrscheinlichkeit anzunehmen. Der Richtwert II steht im direkten Bezug zu den Bauordnungen der Länder, in denen es heißt: „Bauliche Anlagen müssen so beschaffen sein, dass Gefahren durch chemische, physikalische oder biologische Einflüsse nicht entstehen“.⁶

In einer älteren Darstellung aus 2018 finden sich jedoch noch weitere Anteile dieser Definition der Richtwerte (farblich markiert):

Richtwerte werden toxikologisch nach dem Schema des AIR abgeleitet. „Richtwert II (RW II) ist ein wirkungsbezogener Wert, der sich auf die gegenwärtigen toxikologischen und epidemiologischen Kenntnisse zur Wirkungsschwelle eines Stoffes unter Einführung von Unsicherheitsfaktoren stützt. Er stellt die Konzentration eines Stoffes dar, bei deren Erreichen beziehungsweise Überschreiten unverzüglich zu handeln ist. Diese höhere Konzentration kann, besonders für empfindliche Personen bei Daueraufenthalt in den Räumen, eine gesundheitliche Gefährdung sein. [...]

Richtwert I (RW I - Vorsorgerichtwert) beschreibt die Konzentration eines Stoffes in der Innenraumluft, bei der bei einer Einzelstoffbetrachtung nach gegenwärtigem Erkenntnisstand auch dann keine gesundheitliche Beeinträchtigung zu erwarten ist, wenn ein Mensch diesem Stoff lebenslang ausgesetzt ist. Eine Überschreitung ist allerdings mit einer über das übliche Maß hinausgehenden, unerwünschten Belastung verbunden. Aus Gründen der Vorsorge sollte auch im Konzentrationsbereich zwischen Richtwert I und II gehandelt werden, sei es durch technische und bauliche Maßnahmen am Gebäude (handeln muss in diesem Fall der Gebäudebetreiber) oder durch verändertes Nutzerverhalten. RW I kann als Zielwert bei der Sanierung dienen.“⁷

⁵ Richtwerte für die Innenraumluft: erste Fortschreibung des Basisschemas, Mitteilung der Ad-hoc-Arbeitsgruppe Innenraumrichtwerte der Kommission Innenraumluftthygiene und der Obersten Landesgesundheitsbehörden, Bundesgesundheitsbl 2012 · 55:279–290

⁶ <https://www.umweltbundesamt.de/themen/gesundheit/kommissionen-arbeitsgruppen/ausschuss-fuer-innenraumrichtwerte#richtwerte-fur-die-innenraumluft> – Abruf am 24.11.2024

⁷ <https://www.umweltbundesamt.de/themen/gesundheit/kommissionen-arbeitsgruppen/ausschuss-fuer-innenraumrichtwerte-vormals-ad-hoc#textpart-3> – Abruf am 22.07.2018

3. Historie der Innenraumrichtwerte für Carbonsäuren

Für die Carbonsäuren und insbesondere für Ameisen- und Essigsäure existierte bis zum Jahr 2011 weder ein Richtwert noch eine vorläufige Einschätzung für eine toxikologisch begründete Bewertung von Innenraumluft.

Im Ergebnisprotokoll der 43. Sitzung der Ad-hoc-Arbeitsgruppe Innenraumrichtwerte der IRK und der AOLG am 5. und 06.04.2011 ist festgehalten:

„Richtwerte für die Innenraumluft: C₂ – C₈-n-Alkansäuren: Für die Richtwertableitung bietet sich eine Humanstudie mit einer Kurzeitexposition von bis zu 4 Stunden gegenüber Ethansäure (Endpunkt: Irritation) an. Die Ad-hoc-Arbeitsgruppe leitet einen Richtwert II von 0,4 mg Ethansäure/m³ ab. Tierdaten aus einer subakuten Inhalationsstudie zu Ethansäure könnten als Unterstützung der Ableitung aufgeführt werden.“⁸

Im Protokoll der 6. Sitzung des Ausschusses für Innenraumrichtwerte (AIR) am 02. und 03. November 2017 werden Ableitungen für die Richtwerte der C₁- bis C₈-Alkansäuren genannt:

„Der AIR schließt sich mit der Ausnahme der Zeitextrapolation (Faktor von 2 für subchronische auf chronische Studiendauer) dem Vorschlag an und leitet für Methansäure einen Richtwert II von (gerundet) 1 mg/m³ und einen Richtwert I von (gerundet) 0,3 mg/m³.“

...

Für Ethansäure erörtert der AIR die Möglichkeiten der Richtwerteableitung auf Grundlage von Humanstudien oder eines read-across mit Essigsäureanhydrid. In den Humanstudien traten bei bis zu vierstündiger Exposition gegenüber 25 mg Ethansäure/m³ keine nachteiligen Effekte auf (NOAEC), als Schwelle für sensorische Reizungen wurde in einer dieser Untersuchungen eine Konzentration von 100 mg Ethansäure/m³ ermittelt (LOAEC). Bei Verwendung des Faktors für die Zeitextrapolation von subakuter auf chronische Exposition (Faktor 6) und der Intraspeziesextrapolation (Faktor 5 nach Basisschema) und Berücksichtigung des Kinderfaktors von 2 ergäbe sich ein RW II von 1,7 mg Ethansäure/m³. Analog ergäbe sich aus der Bewertung der akuten sensorischen Reizung beim Menschen mit einer NOAEC von 25 mg/m³ und einem Gesamtextrapolationsfaktor von 60 ein RW I von 0,4 mg/m³. Aus den tierexperimentellen Befunden mit Ethansäureanhydrid ergäbe sich ein RW I für Ethansäure von 0,25 mg/m³

...

Der AIR legt für die Gruppe der C₁-C₈-Alkansäuren einen Summenrichtwert II von 1 mg/m³ und einen Summenrichtwert I von 0,3 mg/m³ fest“ (AIR 2017).⁹

Zwischenzeitlich ist der Arbeitsplatzgrenzwert AGW für Essigsäureanhydrid auf 0,42 mg/m³ wesentlich herabgesetzt worden und liegt nun im Bereich des Innenraumrichtwertes für Essigsäure. Ein toxikologischer Abstand ist nicht mehr gegeben.¹⁰

Demnach müsste die Richtwertableitung für Essigsäure bei Bezugnahme auf Essigsäureanhydrid zu einem Richtwert von sehr weit unterhalb von 0,42 mg/m³ führen.

Die Relation der Richtwerte I für Ameisen- und Essigsäure in nahezu gleicher Größe 0,3 bzw. 0,4 mg/m³ ist inkonsistent gegenüber dem Vergleich der Arbeitsplatzgrenzwerte AGW. Die wesentlich stärkere Säure Ameisensäure weist einen AGW von 9,5 mg/m³ gegenüber 25 mg/m³ für die Essigsäure auf. Demnach wäre der RW I für die Ameisensäure eher bei 100 µg/m³ anzusetzen – auch bei der herkömmlichen und hilfsweisen Ableitung

⁸ https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1/dokumente/43_kurzprotokoll.pdf - Abruf am 22.07.2018

⁹ https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/360/dokumente/empfehlungen_und_richtwerte_ergebnisprotokoll_der_6_sitzung_am_2.und3_november_2017.pdf – Abruf am 22.07.2018

¹⁰ https://www.gischem.de/suche/dokument-komplett.htm?client_session_Dokument=419 – Abruf am 24.11.2024



eines Innenraumrichtwertes als 1/100 des AGW der Substanz. Bei einem Summen-RW I für die C₁- bis C₈-Carbonsäuren von 300 µg/m³ wäre ein RW I für die Essigsäure von 250 µg/m³ konform, wenngleich mit nur geringem Abstand zum RW II aus der Ableitung 2011.¹¹

4. Aktueller Innenraumrichtwert für Essigsäure

Zwischenzeitlich hat der Ausschuss für Innenraumrichtwerte neue Richtwerte für die Raumluftkonzentrationen der kurzketigen Carbonsäuren Ameisen-, Essig- und Propionsäure („Methansäure“, „Ethansäure“, „Propansäure“) abgeleitet.¹²

Im Verlauf der Jahre wurden diese Richtwerte („vorläufige“ und aktuelle) wesentlich verändert:

	Jahr 2011 AIR	Jahr 2017 AIR	Jahr 2018 Voss/UBA	Jahr 2023 AIR	Geruchsleitwert
Ameisensäure (C ₁ -Säure)					
RW II		1000	1000	1000	
RW I		300	300	510	
Essigsäure (C ₂ -Säure)					400
RW II	400	1700	450	3700	
RW I		250-400	110	1300	
Propionsäure (C ₃ -Säure)					
RW II				1600	
RW I				780	
Summe C₁-C₈-Carbonsäure					
RW II		1000*	1000		
RW I		300*	300		

Konzentrationsangaben in Mikrogramm/m³ RW I: Vorsorgewert RW II: Gefahrenwert
Angaben in *Kursiv* sind entnommen aus den Protokollen des Ausschusses für Innenraumrichtwerte

Der Ausschuss für Innenraumrichtwert hat sich dabei auf ein Gutachten von Voss aus dem Jahr 2018 gestützt.¹³

Dieses Gutachten ist in der Reihe TEXTE des Umweltbundesamtes (UBA) erschienen, ist jedoch über die Homepage des UBA nicht zugänglich. Es muss direkt beim Sekretariat des AIR angefragt werden. Bemerkenswert ist auch die lange Zeitspanne zwischen der Veröffentlichung als UBA-TEXTE im Jahr 2018 und der Veröffentlichung der Innenraumrichtwerte im Jahr 2023. Es lässt auf eine entsprechend lange interne Bearbeitung schließen.

In der Veröffentlichung des AIR zur Richtwertfestsetzung in 2023 werden Studien aus den Jahren 2006 bis 2008 zu Grunde gelegt (Ernstgard et al. (2006) [37], Blaszkewicz et al. (2007) [38], van Triel et al. (2008) [39]; Fundstelle s. Bundesgesundheitsbl 2023 · 66:460–475).

¹¹ Pflaumbaum, W.: Gefahrstoffliste (2018) - Gefahrstoffe am Arbeitsplatz (IFA Report 1/2018). Hrsg.: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV), Berlin 2018

¹² Richtwerte für Methansäure, Ethansäure und Propansäure in der Innenraumluft, Mitteilung des Ausschusses für Innenraumrichtwerte (AIR), Bundesgesundheitsbl 2023 · 66:460–475

¹³ Umweltbundesamt (Hrsg.): Voss, Jens-Uwe, Abschlussbericht Toxikologische Bewertung von Innenraumluftschadstoffen, Teilprojekt 1: Toxikologische Bewertung von Essigsäure und C1-C9-Alkansäuren als Grundlage für die Ableitung von Innenraumrichtwerten, TEXTE 118/2018, Berlin 2023



Diese Studien waren aber auch schon bekannt, als der AIR die erste Richtwert-Ableitung in 2011 mit dem RW II für die Essigsäure von $0,4 \text{ mg/m}^3$ getroffen hatte. Bei der Ableitung der Innenraumrichtwerte ist nun ein RW II von $3,7 \text{ mg/m}^3$ entstanden! Beim RW II handelt es sich um den Gefahrenwert, dessen Unterschreiten vor einer gesundheitlichen Gefährdung schützen soll.

Es ist nicht nachvollziehbar, wie bei identischer Studienlage derartig differierende Richtwert-Zahlen abgeleitet werden können.

In der Studie von Voss wurde unter Anwendung des Ableitungsschemas des AIR für die Essigsäure ein RW II von $450 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ ($0,45 \text{ mg/m}^3$) ermittelt und daraus wiederum ein RW I von $110 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ ($0,11 \text{ mg/m}^3$).¹³

Im Vergleich der von Voss nach den Regularien des AIR ermittelten Werte für die Innenraumrichtwerte und den vom AIR publizierten und damit aktuell festgelegten Werten besteht (gerundet) eine Verzehnfachung beim RW II und RW I.

Wenn der AIR mit dem RW I einen „Vorsorgerichtwert“ etabliert und damit aus „Gründen der Vorsorge“ eine gesundheitlich nicht abträgliche Innenraumluft schaffen will, dann wird durch die Beliebigkeit in der Richtwertableitung dieses Vorsorgeprinzip *ad absurdum* geführt. Durch diese Beliebigkeit läuft der AIR Gefahr, sein Renommee bei der wissenschaftlich-toxikologischen Festsetzung von Innenraumrichtwerten zu beschädigen. Der AIR muss sicherstellen, dass keine nicht-wissenschaftlichen Kriterien bei der Ableitung von Innenraumrichtwerten zum Tragen kommen.

Autor:

Dr. Wigbert Maraun, ARGUK-Umweltlabor GmbH, Oberursel
Dipl.-Chemiker, von der IHK Frankfurt am Main öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger
für Geruchsbelastungen und Schadstoffe in Innenräumen