

Gesundheitliche Belastung Dritter durch Emissionen von E-Zigaretten

Hintergrund

Elektronische Zigaretten (E-Zigaretten) gewinnen an Popularität, auch unter Jugendlichen und jungen Erwachsenen. Insbesondere umweltschädliche Einwegprodukte („Disposables“) erobern seit Ende 2021 den Markt^{12,39}. Im Jahr 2021 verwendeten 3,8 Prozent der Jugendlichen und 8,3 Prozent der 18- bis 25-Jährigen innerhalb der letzten 30 Tage E-Zigaretten oder E-Shishas³⁰. Einer anderen, alle zwei Monate durchgeführten Erhebung zufolge ist der regelmäßige Gebrauch von E-Zigaretten von 2021 auf 2022 sowohl unter Jugendlichen als auch unter jungen Erwachsenen angestiegen²⁶.

Die Verwendung von E-Zigaretten in rauchfreien Bereichen ist derzeit nicht gesetzlich geregelt, lediglich Hessen hat E-Zigaretten und Tabakerhitzer im Jahr 2021 explizit in das Hessische Nichtraucherschutzgesetz aufgenommen¹¹. Teilweise werden E-Zigaretten allerdings verwendet, um bestehende Rauchverbote zu umgehen²⁵. Der Gebrauch von E-Zigaretten in Nichtraucherbereichen in Innenräumen setzt dort anwesende Nichtkonsumierende den Schadstoffen des E-Zigarettenaerosols aus. In Deutschland sind rund 11 Prozent der über 15-jährigen, die keine E-Zigaretten verwenden, mindestens einmal pro Woche den Emissionen von E-Zigaretten in Innenräumen ausgesetzt (Abb. 1)².

Zusammensetzung des Aerosols von E-Zigaretten

In E-Zigaretten wird eine meist nikotinhaltige Flüssigkeit (Liquid) erhitzt und dadurch vernebelt. Dabei entsteht ein Aerosol aus feinen und ultrafeinen Flüssigkeitspartikeln, das in die Lunge eingeatmet wird. Die Partikel des E-Zigarettenaerosols liegen in einer ähnlichen Größe und Konzentration vor wie beim Tabakrauch^{15,17,32}. Die Hauptkomponenten des E-Zigarettenaerosols sind die beiden Trägerstoffe Propylenglykol und Glycerin, verschiedene Aromen sowie – bei nikotinhaltenigen Liquids – Nikotin¹⁹. Beim Erhitzen des Liquids entstehen außerdem weitere Substanzen, darunter gesundheitsschädliche und krebserzeugende, wie beispielsweise Formaldehyd, Acetaldehyd und Acrolein^{14,19,21,33,36}. Daneben kann E-Zigarettenaerosol giftige oder krebserzeugende Metalle wie Chrom, Nickel, Cadmium, Blei und Arsen enthalten^{16,40}.

Anders als beim Rauchen wird beim E-Zigarettengebrauch nur dann Aerosol gebildet, wenn der Konsumierende an dem Gerät zieht. Mit dem Ausatmen gelangt dieses dann in die Umgebung. Demgegenüber setzt sich der beim Passivrauchen inhalede Tabakrauch aus dem sogenannten Hauptstromrauch, den der Raucher inhaliert und wieder ausatmet, und zu großen Teilen aus dem Nebstromrauch zusammen. Nebstromrauch entsteht, wenn die Zigarette

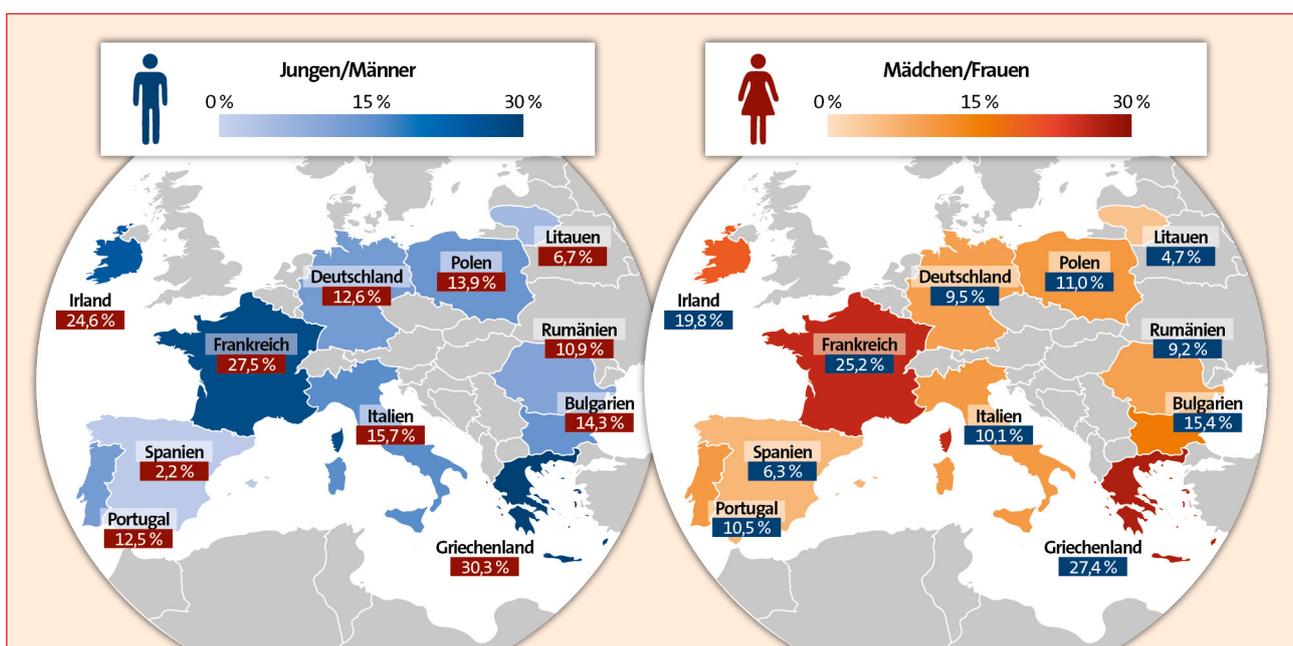


Abbildung 1: Belastung durch E-Zigarettenaerosol (mindestens einmal wöchentlich) von nichtkonsumierenden Personen ab 15 Jahren in Innenräumen in elf EU-Ländern nach Geschlecht. Anteile in Prozent. Quelle: Amalia et al. 2021². Darstellung: Deutsches Krebsforschungszentrum, Stabsstelle Krebsprävention, 2023

zwischen den Zügen des Rauchens bei niedriger Temperatur glimmt. Tabakrauch besteht aus festen und halbfesten Substanzen.

Raumluftbelastung durch Aerosol von E-Zigaretten

Ungefähr 25 Prozent des inhalierten E-Zigarettenaerosols verbleiben in der Lunge; der Großteil des Aerosols wird in die Raumluft ausgeatmet¹⁹. Dabei gelangen verschiedene gesundheitsschädliche Substanzen, wie beispielsweise flüchtige organische Verbindungen^{6,37}, Kohlenstoffmonoxid¹³ sowie ultrafeine Partikel und Nikotin in die Raumluft und reichern sich dort an; dies gilt besonders für geschlossene und schlecht belüftete Räume^{1,9,15,27,32}. Außerdem wurden verschiedene giftige Metalle in mit E-Zigarettenaerosol belasteter Raumluft nachgewiesen – teilweise sogar in größeren Mengen als im Tabakrauch¹⁶.

In Haushalten von E-Zigaretten-Konsumierenden ist die Raumluftbelastung mit ultrafeinen Partikeln einer Größe von weniger als 2,5 Mikrometern ($PM_{2,5}$) wesentlich höher als in Haushalten von Nichtraucherenden (Abb. 2)³². Bei E-Zigaretten-Großveranstaltungen wurden erhöhte Mengen an Partikeln sowie von flüchtigen organischen Verbindungen in der Raumluft nachgewiesen⁹. Bei gleichzeitiger Verwendung von sehr vielen E-Zigaretten in einem schlecht belüfteten Raum kann die Belastung mit ultrafeinen Partikeln einer Größe von weniger als 2,5 Mikrometern und Schadstoffen wie Nikotin, flüchtigen organischen Verbindungen oder Kohlenstoffmonoxid in der Raumluft so stark ansteigen wie in einer verrauchten Bar^{9,29,31}.

Belastung Dritter durch das Aerosol von E-Zigaretten

Die Substanzen aus dem E-Zigarettenaerosol werden von Nichtkonsumierenden in den Körper aufgenommen⁴. So stiegen bei Nichtraucherenden, die zwei Stunden lang E-Zigarettenaerosol ausgesetzt waren, die Werte für Cotinin, dem Abbauprodukt von Nikotin, in Speichel, Blut und Urin an. Der Cotinin-Anstieg war jedoch geringer, als beim Passivrauchen zu erwarten wäre²⁸. Im Urin von Nichtraucherenden Personen, die mit E-Zigarettenkonsumierenden zusammenleben, wurden im Urin sowohl Cotinin²⁸ als auch Biomarker für Acrolein nachgewiesen^{4,22}.

Gesundheitsrisiken für Dritte durch Belastung mit E-Zigarettenaerosol

Derzeitig liegen nur Studien zu kurzfristigen Effekten durch eine Belastung mit E-Zigarettenaerosol vor; zu langfristigen möglichen Gesundheitsgefahren fehlen derzeit Studien. E-Zigarettenaerosol kann bei nichtkonsumierenden, im Raum anwesenden Personen bereits nach etwa 30 Minuten verschiedene gesundheitliche Beschwerden verursachen (Abb. 3)¹. Personen, die sich im gleichen Raum wie E-Zigaretten-Konsumierende aufhielten, klagten beispielsweise über brennende und trockene Augen, Halsschmerzen, Kopfschmerzen, Müdigkeit oder Husten^{1,37}. Diese Symptome sind unter anderem auf atemwegsreizende flüchtige organische Substanzen im E-Zigarettenaerosol zurückzuführen³⁷. Außerdem zeigte sich bei Nichtkonsumierenden, die etwa zwei Stunden täglich mit E-Zigarettenaerosol in Kontakt kamen,

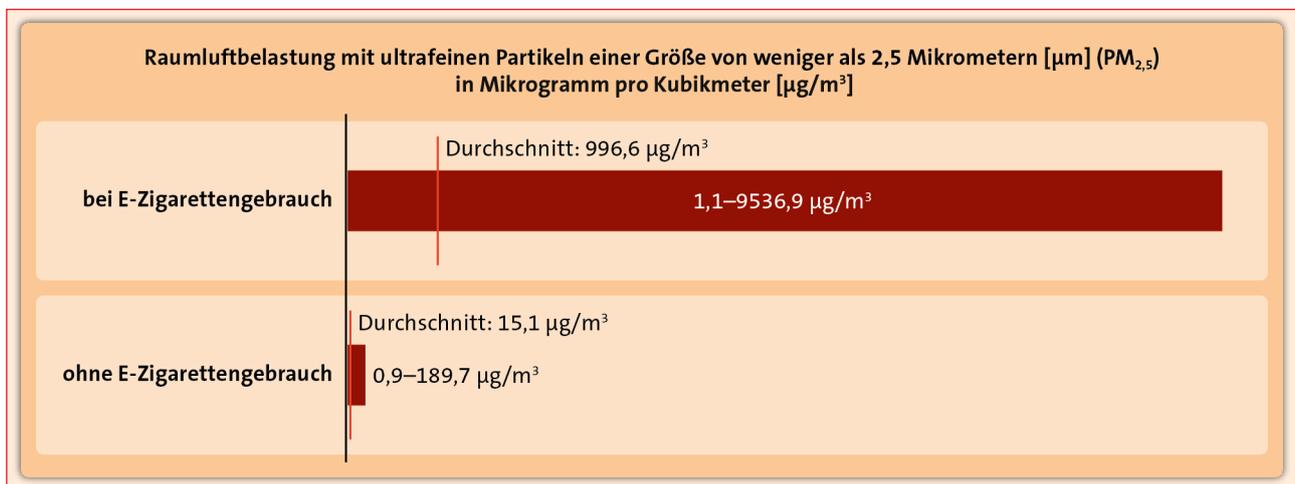


Abbildung 2: Belastung der Raumluft mit ultrafeinen Partikeln ($PM_{2,5}$) in Räumen, in denen E-Zigaretten verwendet wurden im Vergleich zu Räumen, in denen keine E-Zigaretten verwendet wurden. Quelle: Shearston et al. 2023³². Darstellung: Deutsches Krebsforschungszentrum, Stabsstelle Krebsprävention, 2023

Impressum

© 2023 Deutsches Krebsforschungszentrum, Heidelberg

Autorinnen: Dr. Irina Treede, Dipl.-Biol. Sarah Kahnert, Dr. Katrin Schaller

Layout, Illustration, Satz: Dipl.-Biol. Sarah Kahnert

Zitierweise: Deutsches Krebsforschungszentrum (2023) Gesundheitliche Belastung Dritter durch Emissionen von E-Zigaretten. Aus der Wissenschaft – für die Politik, Heidelberg

Verantwortlich für den Inhalt:

Dr. Katrin Schaller

Deutsches Krebsforschungszentrum

Stabsstelle Krebsprävention und

WHO-Kollaborationszentrum für Tabakkontrolle

Im Neuenheimer Feld 280

69120 Heidelberg

Telefon: 06221 42 30 07 | E-Mail: who-cc@dkfz.de

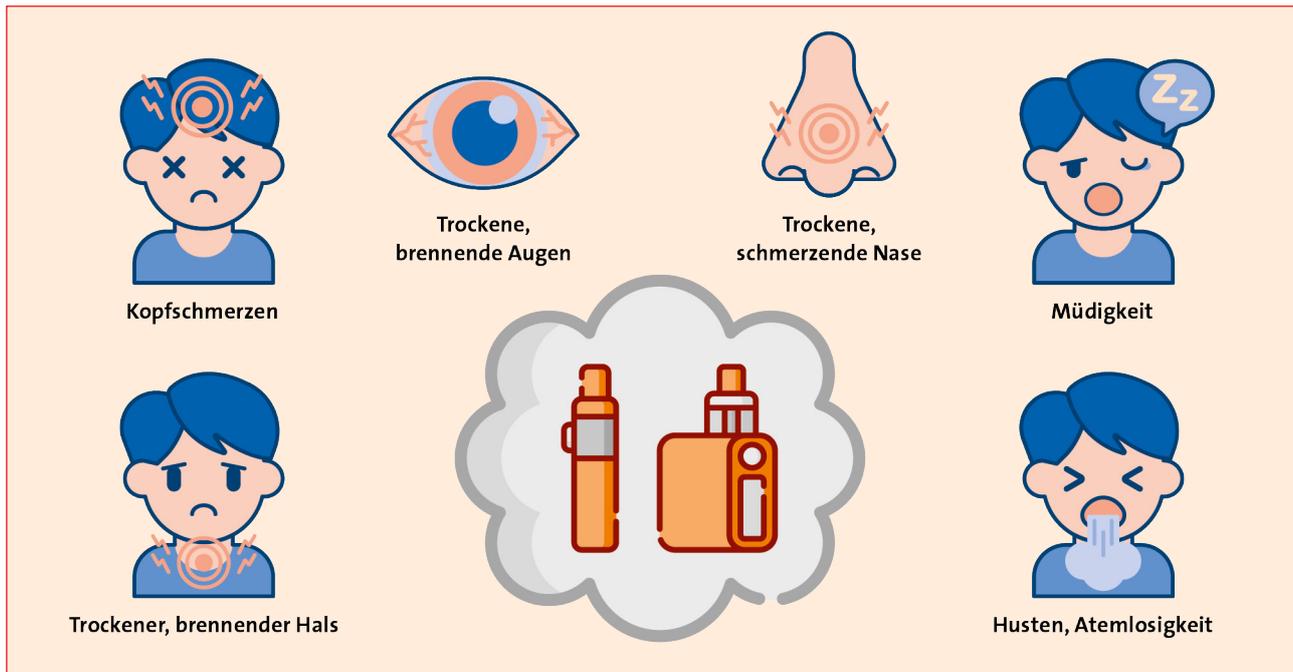


Abbildung 3: Akute gesundheitliche Beschwerden von Nichtkonsumierenden infolge einer Belastung der Raumluft mit E-Zigarettenaerosol.
 Quellen: Goniewicz & Lee 2015¹⁸, Kaufman et al. 2018²³, Khachatoorian et al. 2019²⁴, Son et al. 2020³⁴, Zwack et al. 2017⁴¹. Darstellung: Deutsches Krebsforschungszentrum, Stabsstelle Krebsprävention, 2023

eine ähnliche Nikotinwirkung wie bei Passivrauchenden, beispielsweise eine gesteigerte Herzfrequenz⁴.

Die Belastung mit Schadstoffen durch E-Zigarettenaerosol ist zwar geringer als durch Passivrauchen, dennoch ist sie gesundheitlich bedenklich, insbesondere für vulnerable Gruppen^{1,3}. Neben dem abhängig machenden Nikotin, das zudem ein gewisses eigenes Schadenspotenzial birgt¹⁰, sind ultrafeine Partikel einer Größe von weniger als 2,5 Mikrometern aus dem E-Zigarettenaerosol besonders problematisch, da diese bis in tiefere Regionen der Lunge, die Alveolen, vordringen und dort oxidativen Stress und Entzündungsreaktionen auslösen können^{7,8,38}. Bei Personen, die selbst keine E-Zigaretten verwenden, aber E-Zigarettenaerosol ausgesetzt sind, wurde ein vermehrtes Auftreten von Asthmaanfällen beobachtet, und bei Personen, die an Asthma leiden, eine erhöhte Häufigkeit von Asthmaanfällen^{5,7,8}.

Darüber hinaus lagern sich Nikotin und andere Substanzen, die mit dem Aerosol in die Raumluft gelangen, auf verschiedenen Oberflächen im Raum ab („thirdhand aerosol“), wobei die Belastung umso größer ist, je mehr E-Zigaretten im Raum verwendet werden und je schlechter die Belüftung ist^{24,27,32}. So wurden beispielsweise in einem Wohnraum, in dem regelmäßig E-Zigaretten verwendet wurden, erhöhte Messwerte von Nikotin, Cotinin, N-Formyl-Nornicotin und Myosmin festgestellt. In einem E-Zigarettenladen ohne Lüftungs-, aber mit Klimaanlage, lagen die Werte für diese Substanzen noch deutlich höher²⁴. Problematisch kann auch sein, dass E-Zigarettenaerosol – anders als Tabakrauch – häufig nicht als störend oder gesundheitsschädlich wahrgenommen wird. Dies kann zu einer erhöhten Toleranz und längeren Belastung mit E-Zigarettenaerosol führen und so das Gesundheitsrisiko erhöhen^{2,20,35}.

Fazit

Der Gebrauch von E-Zigaretten führt zur Belastung der Raumluft mit gesundheitsschädlichen Substanzen^{1,2,32}. Da einige Schadstoffe aus dem Aerosol von im Raum anwesenden, nichtkonsumierenden Personen in den Körper aufgenommen werden, kann eine Gesundheitsschädigung nicht ausgeschlossen werden^{37,38}. Insbesondere für sensible Bevölkerungsgruppen wie Kinder, Schwangere, ältere Menschen und Personen mit chronischen Atemwegserkrankungen ist dies ein vermeidbares Gesundheitsrisiko und schränkt die Betroffenen darin ein, an einigen Angeboten des öffentlichen Lebens teilzunehmen³. Im Sinne eines präventiven Gesundheitsschutzes sollte daher jegliche Belastung der Innenraumluft mit E-Zigarettenaerosol vermieden werden.

Handlungsempfehlung

E-Zigaretten sollten nicht in geschlossenen Räumen verwendet werden, um die Gesundheit von Nichtkonsumierenden zu schützen und vulnerable Personengruppen uneingeschränkt am öffentlichen Leben teilhaben zu lassen. Im Sinne eines präventiven Gesundheitsschutzes für alle Menschen, auch vulnerable Bevölkerungsgruppen, müssen E-Zigaretten in das Bundesnichtraucherschutzgesetz, die Arbeitsstättenverordnung und in die Landesnichtraucherschutzgesetze aufgenommen werden. Die Verwendung von E-Zigaretten muss – unabhängig vom Nikotingehalt – überall dort verboten sein, wo das Rauchen untersagt ist. Dies entspricht auch dem Wunsch der Bevölkerung, denn laut einer Umfrage aus dem Jahr 2022 befürworten in Deutschland 77 Prozent der Befragten eine Ausweitung des Rauchverbots auf E-Zigaretten und Tabakerhitzer¹¹.

Literatur

- 1 Amalia B, Fu M, Tigova O, Ballbe M, Castellano Y, Semple S, Clancy L, Vardavas C, Lopez MJ, Cortes N, Perez-Ortuno R, Pascual JA & Fernandez E (2021) Environmental and individual exposure to secondhand aerosol of electronic cigarettes in confined spaces: results from the TackSHS Project(dagger). *Indoor Air* 31: 1601–1613
- 2 Amalia B, Liu X, Lugo A, Fu M, Odone A, van den Brandt PA, Semple S, Clancy L, Soriano JB, Fernandez E, Gallus S & TackSHS Principal Investigators (2021) Exposure to secondhand aerosol of electronic cigarettes in indoor settings in 12 European countries: data from the TackSHS survey. *Tob Control* 30: 49–56
- 3 Ballbe M, Fu M, Masana G, Perez-Ortuno R, Gual A, Gil F, Olmedo P, Garcia-Algar O, Pascual JA & Fernandez E (2023) Passive exposure to electronic cigarette aerosol in pregnancy: a case study of a family. *Environ Res* 216: 114490
- 4 Ballbe M, Martinez-Sanchez JM, Sureda X, Fu M, Perez-Ortuno R, Pascual JA, Salto E & Fernandez E (2014) Cigarettes vs. e-cigarettes: passive exposure at home measured by means of airborne marker and biomarkers. *Environ Res* 135: 76–80
- 5 Bayly JE, Bernat D, Porter L & Choi K (2019) Secondhand exposure to aerosols from electronic nicotine delivery systems and asthma exacerbations among youth with asthma. *Chest* 155: 88–93
- 6 Beauval N, Verrielle M, Garat A, Fronval I, Dusautoir R, Antherieu S, Garcon G, Lo-Guidice JM, Allorge D & Locoge N (2019) Influence of puffing conditions on the carbonyl composition of e-cigarette aerosols. *Int J Hyg Environ Health* 222: 136–146
- 7 Bradford LE, Rebuli ME, Ring BJ, Jaspers I, Clement KC & Loughlin CE (2020) Danger in the vapor? ECMO for adolescents with status asthmaticus after vaping. *J Asthma* 57: 1168–1172
- 8 Chand BR & Hosseinzadeh H (2022) Association between e-cigarette use and asthma: a systematic review and meta-analysis. *J Asthma* 59: 1722–1731
- 9 Chen R, Aherrera A, Isichei C, Olmedo P, Jarmul S, Cohen JE, Navas-Acien A & Rule AM (2018) Assessment of indoor air quality at an electronic cigarette (Vaping) convention. *J Expo Sci Environ Epidemiol* 28: 522–529
- 10 Deutsches Krebsforschungszentrum (2015) Gesundheitsrisiko Nikotin. Fakten zum Rauchen, Heidelberg
- 11 Deutsches Krebsforschungszentrum (2022) Große Zustimmung zur Einbeziehung von E-Zigaretten und Tabakerhitzern in die Nichtraucherchutzgesetze. Aus der Wissenschaft für die Politik, Heidelberg
- 12 Die Tabak Zeitung (2022) Marktentwicklung E-Zigarette. Nr. 26 vom 29.6.2022
- 13 El-Hellani A, Al-Moussawi S, El-Hage R, Talih S, Salman R, Shihadeh A & Saliba NA (2019) Carbon monoxide and small hydrocarbon emissions from sub-ohm electronic cigarettes. *Chem Res Toxicol* 32: 312–317
- 14 Erythropel HC, Jabba SV, DeWinter TM, Mendizabal M, Anastas PT, Jordt SE & Zimmerman JB (2019) Formation of flavorant-propylene glycol adducts with novel toxicological properties in chemically unstable e-cigarette liquids. *Nicotine Tob Res* 21: 1248–1258
- 15 Fernandez E, Ballbe M, Sureda X, Fu M, Salto E & Martinez-Sanchez JM (2015) Particulate matter from electronic cigarettes and conventional cigarettes: a systematic review and observational study. *Curr Environ Health Rep* 2: 423–429
- 16 Fowles J, Barreau T & Wu N (2020) Cancer and non-cancer risk concerns from metals in electronic cigarette liquids and aerosols. *Int J Environ Res Public Health* 17: 2146
- 17 Fuoco FC, Buonanno G, Stabile L & Vigo P (2014) Influential parameters on particle concentration and size distribution in the mainstream of e-cigarettes. *Environ Pollut* 184: 523–529
- 18 Goniewicz ML & Lee L (2015) Electronic cigarettes are a source of thirdhand exposure to nicotine. *Nicotine Tob Res* 17: 256–258
- 19 Gordon T, Karey E, Rebuli ME, Escobar YH, Jaspers I & Chen LC (2022) E-cigarette toxicology. *Annu Rev Pharmacol Toxicol* 62: 301–322
- 20 Haggart K, Robertson L, Blank ML, Popova L & Hoek J (2021) It's just steam: a qualitative analysis of New Zealand ENDS users' perceptions of secondhand aerosol. *Tob Control* 30: 30–35
- 21 Jensen RP, Luo W, Pankow JF, Strongin RM & Peyton DH (2015) Hidden formaldehyde in e-cigarette aerosols. *N Engl J Med* 372: 392–394
- 22 Johnson JM, Naeher LP, Yu X, Sosnoff C, Wang L, Rathbun SL, De Jesus VR, Xia B, Holder C, Muilenburg JL & Wang JS (2019) A biomonitoring assessment of secondhand exposures to electronic cigarette emissions. *Int J Hyg Environ Health* 222: 816–823

- 23 Kaufman P, Dubray J, Soule EK, Cobb CO, Zarins S & Schwartz R (2018) Analysis of secondhand e-cigarette aerosol compounds in an indoor setting. *Tobacco Regulatory Science* 4: 29–37
- 24 Khachatoorian C, Jacob P, 3rd, Sen A, Zhu Y, Benowitz NL & Talbot P (2019) Identification and quantification of electronic cigarette exhaled aerosol residue chemicals in field sites. *Environ Res* 170: 351–358
- 25 Kotz D, Bockmann M & Kastaun S (2018) The use of tobacco, e-cigarettes, and methods to quit smoking in Germany. *Dtsch Arztebl Int* 115: 235–242
- 26 Kotz D (2022) DEBRA Befragung zum Rauchverhalten. Prävalenz aktueller E-Zigaretten-Nutzer*innen in Deutschland. <https://www.debra-study.info>
- 27 Marcham CL & Springston JP (2019) Electronic cigarettes in the indoor environment. *Rev Environ Health* 34: 105–124
- 28 Melstrom P, Sosnoff C, Koszowski B, King BA, Bunnell R, Le G, Wang L, Thanner MH, Kenemer B, Cox S, DeCastro BR & McAfee T (2018) Systemic absorption of nicotine following acute secondhand exposure to electronic cigarette aerosol in a realistic social setting. *Int J Hyg Environ Health* 221: 816–822
- 29 National Academics of Sciences, Engineering and Medicine (2018) Public health consequences of e-cigarettes. The National Academics Press, Washington, D. C.
- 30 Orth B & Merkel C (2022) Der Substanzkonsum Jugendlicher und junger Erwachsener in Deutschland. Ergebnisse des Alkoholsurveys 2021 zu Alkohol, Rauchen, Cannabis und Trends. BZgA-Forschungsbericht, Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung, Köln
- 31 Schober W, Fembacher L, Frenzen A & Fromme H (2019) Passive exposure to pollutants from conventional cigarettes and new electronic smoking devices (IQOS, e-cigarette) in passenger cars. *Int J Hyg Environ Health* 222: 486–493
- 32 Shearston JA, Eazor J, Lee L, Vilcassim MJR, Reed TA, Ort D, Weitzman M & Gordon T (2023) Effects of electronic cigarettes and hookah (waterpipe) use on home air quality. *Tob Control* 32: 36–41
- 33 Sleiman M, Logue JM, Montesinos VN, Russell ML, Litter MI, Gundel LA & Destailats H (2016) Emissions from electronic cigarettes: key parameters affecting the release of harmful chemicals. *Environ Sci Technol* 50: 9644–9651
- 34 Son Y, Giovenco DP, Delnevo C, Khlystov A, Samburova V & Meng Q (2020) Indoor air quality and passive e-cigarette aerosol exposures in vape-shops. *Nicotine Tob Res* 22: 1772–1779
- 35 Strombotne K, Buckell J & Sindelar JL (2021) Do JUUL and e-cigarette flavours change risk perceptions of adolescents? Evidence from a national survey. *Tob Control* 30: 199–205
- 36 Talih S, Salman R, Karaoghlanian N, El-Hellani A, Saliba N, Eissenberg T & Shihadeh A (2017) „Juice monsters“: sub-ohm vaping and toxic volatile aldehyde emissions. *Chem Res Toxicol* 30: 1791–1793
- 37 Tzortzi A, Teloniatis S, Matiampa G, Bakelas G, Tzavara C, Vyzikidou VK, Vardavas C, Behrakis P, Fernandez E & Tack SHSPI (2020) Passive exposure of non-smokers to E-Cigarette aerosols: Sensory irritation, timing and association with volatile organic compounds. *Environ Res* 182: 108963
- 38 Tzortzi A, Teloniatis SI, Matiampa G, Bakelas G, Vyzikidou VK, Vardavas C, Behrakis PK & Fernandez E (2018) Passive exposure to e-cigarette emissions: Immediate respiratory effects. *Tob Prev Cessat* 4: 18
- 39 Verband des Zigarettenhandels e.V. (VdeH) (2021/22) Fakten zur E-Zigarette
- 40 Zhao D, Navas-Acien A, Ilievski V, Slavkovich V, Olmedo P, Adria-Mora B, Domingo-Relloso A, Aherrera A, Kleiman NJ, Rule AM & Hilpert M (2019) Metal concentrations in electronic cigarette aerosol: Effect of open-system and closed-system devices and power settings. *Environ Res* 174: 125–134
- 41 Zwack L, Stefaniak A & LeBouf R (2017) Evaluation of chemical exposures at a vape shop. Health Hazard Evaluation Report 2015-0107-3279, U. S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Institute for Occupational Safety and Health