

E-Zigaretten

Infoblatt

Elektronische Nikotinabgabesysteme (ENDS)

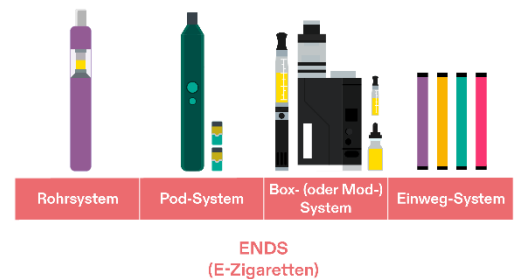
E-Zigaretten oder elektronische Nikotinabgabesysteme (*engl. Electronic Nicotine Delivery Systems ENDS*) sind höchst heterogene Produkte. Sie bestehen aus einem Mundstück, einem Tank oder einer Patrone mit Flüssigkeit (E-Liquid), einer Batterie sowie einem Verdampfer, der die Leistung, die Menge inhalierter Aerosole und die Nikotinabgabe beeinflusst. ENDS sind leicht zu beschaffen, einfach zu benutzen und stellen ein Problem für die öffentliche Gesundheit dar, insbesondere aufgrund der steigenden Konsumraten unter Jugendlichen.

Was ist eine E-Zigarette?

Elektronische Zigaretten werden unter verschiedensten Namen angeboten. Der gängigste Name ist «E-Zigarette», aber auch andere Bezeichnungen wie Vaporiser, Vapes, Vape Pens, Mods und Tanks sind geläufig.¹ Genau genommen handelt es sich um elektronische Nikotinabgabesysteme (ENDS), also Geräte, mit denen ein Aerosol inhaliert wird, welches durch das Erhitzen einer Flüssigkeit entsteht, die normalerweise aus Glycerin, Aromastoffen, Nikotin und/oder anderen Chemikalien besteht (nicht dazu gehören Tabakprodukte zum Erhitzen).² E-Zigaretten werden zwar gemeinhin als eine einzige Produktklasse betrachtet, bilden aber eine vielfältige, heterogene Gruppe mit erheblichen Unterschieden hinsichtlich der Erzeugung von Schadstoffen und der Nikotinabgabe. E-Zigaretten bestehen meist aus einem Mundstück, einem Tank oder einer Patrone mit E-Liquid, einer Batterie und einem Verdampfer. Das Design der Verdampfereinheit ist besonders wichtig, da es sich auf die Leistung der E-Zigarette auswirkt. Der Verdampfer besteht aus einem Docht, der die Flüssigkeit an eine batteriebetriebene Heizwendel weiterleitet. Das E-Liquid bildet beim Erhitzen (in den meisten Fällen auf ca. 200 °C bis 300 °C) ein Aerosol, das von den Rauchenden inhaliert wird. Die meisten E-Zigaretten werden von der Industrie als tabakfreie Produkte vermarktet, die eine sicherere Alternative zu herkömmlichen Zigaretten darstellen.^{3,4}

Die verschiedenen Generationen von E-Zigaretten^a lassen sich in geschlossene und offene Systeme einteilen. Sie unterscheiden sich in erster Linie durch den Grad der Kontrolle, den die Konsumierenden über das verwendete E-Liquid sowie über die Spannung und den Widerstand zum Erhitzen des E-Liquids und die Ventilationsfunktionen haben.⁵ Rohr-Systeme und Box- (oder Mod-)Systeme sind beispielsweise nachfüllbare Geräte mit offenem System. E-Zigaretten mit geschlossenem System hingegen sind in der Regel kleinere E-Zigaretten mit geringem Stromverbrauch, die mit wegwerfbaren E-Liquid-Pods ausgestattet sind, die ersetzt werden, sobald sie leer sind. Pod-

Aktuelle ENDS-Geräte auf dem Markt



at

^a Derzeit sind fünf Generationen von ENDS-Geräten auf dem Markt: die erste Generation bzw. so genannte Zigaretten-"Lookalikes", vorgefüllte Tank-Systeme der zweiten Generation, noch grössere Tank-Systeme der dritten Generation, kompakte Pod-Mods mit Patronen der vierten Generation und Einweg-E-Zigaretten der fünften Generation, die so genannten «Puff Bars» (CDC & SCHEER). Weitere Informationen [hier](#).

Produkte, wie sie beispielsweise das US-Unternehmen JUUL herstellt, waren die ersten E-Zigaretten, die aussahen und sich anfühlten wie ein schickes, modernes Modeaccessoire, das gleichzeitig effizient Nikotin lieferten. Geschlossene Einweg-E-Zigaretten, wie zum Beispiel die Marke Puff Bar, sind seit 2019 auf dem Markt (vgl. [«Puff Bar»-Infoblatt](#)). Wie bei allen E-Zigaretten werden die inhalierbaren Aerosole der Puff Bars durch elektronisches Erhitzen des E-Liquids erzeugt. Einweg-E-Zigaretten erinnern an schmale USB-Sticks, die klein genug sind, um in eine Hosentasche zu passen, sodass Jugendliche sie unauffällig konsumieren können. Im Gegensatz zu den E-Zigaretten von JUUL, sind Einweg-E-Zigaretten vorgeladen und vorgefüllt und können, sobald der Dampf verbraucht ist, weder neu aufgeladen noch nachgefüllt werden. Das macht sie zu Einwegprodukten.⁶ Seit ihrer Markteinführung sind verschiedene Puff-Bar-Nachahmerprodukte auf dem Markt erschienen. Sie erfreuen sich bei Jugendlichen zunehmender Beliebtheit, was vor allem darauf zurückzuführen ist, dass sie günstig sind und einfach entsorgt werden können.

Der Konsum von E-Zigaretten

Der Konsum von E-Zigaretten unter jungen Menschen ist in den letzten Jahren sprunghaft angestiegen: Etwa 20 % der High-School-Studierenden in den USA haben im Jahr 2020 E-Zigaretten konsumiert – darunter viele, die vorher noch nie geraucht hatten. Im Jahr 2017 haben rund 15 % der europäischen Bevölkerung mindestens einmal E-Zigaretten geraucht.² In der Schweiz werden E-Zigaretten bei den Jugendlichen immer beliebter. Eine Schweizer Umfrage, die 2018 veröffentlicht wurde, zeigt, dass unter den 15-jährigen Schülerinnen und Schülern 50,9 % der Jungen und 34,8 % der Mädchen mindestens einmal eine E-Zigarette konsumiert haben. Ausserdem stellten die Autoren fest, dass in den 30 Tagen vor der Umfrage 20,6 % der Jungen und 12,9 % der Mädchen mindestens eine E-Zigarette geraucht hatten. Eine weitere über mehrere Jahre durchgeführte Studie im Kanton Zürich ergab, dass bereits 6- bis 12-Jährige E-Zigaretten konsumieren. Von den Jugendlichen im Alter von 16 bis 17 Jahren rauchen 70 % der Mädchen und 60 % der Jungen gelegentlich oder regelmässig. Ferner gab jeder fünfte Jugendliche an, mehrmals pro Woche oder täglich zu rauchen, wobei E-Zigaretten die mit Abstand beliebteste Art sind (73 %).⁷ Neue E-Zigaretten dürften das Problem in Zukunft weiter verschärfen.

Die angebotenen Geschmacksrichtungen sind einer von mehreren wichtigen Faktoren, welche die Bereitschaft erhöhen, E-Zigaretten zu probieren.⁸ Die Weltgesundheitsorganisation WHO hat im Jahr 2016 die wissenschaftliche Literatur zu E-Zigaretten ausgewertet und festgestellt, dass bestimmte Geschmacksrichtungen, zum Beispiel Früchte oder bonbonähnliche Aromen, Kinder ansprechen und ihre Experimentierfreudigkeit anregen.⁵ Dies wurde durch zahlreiche weitere Studien bestätigt.⁹⁻¹⁵ Zum

Zeitpunkt der WHO-Literaturstudie im Jahr 2016 wurden fast 8'000 verschiedene Geschmacksrichtungen registriert. In einer Folgestudie aus dem Jahr 2019 wird berichtet, dass diese Zahl auf mehr als 15'000 verschiedene Aromen angestiegen ist.¹⁶ Vor allem in der Schweiz hat nicht nur die Auswahl an Aromen zugenommen, sondern auch die Verfügbarkeit von E-Zigaretten in Online-Shops, Kiosken und Vape-Läden.



Aromen spielen eine Schlüsselrolle bei der Gewinnung von Jugendlichen für den E-Zigaretten-Konsum.

Entwöhnungshilfen und Schadensbegrenzung

Da in E-Zigaretten kein Tabak verbrannt wird und die Mehrheit der schädlichen und allgemein bekannten Gesundheitsrisiken des Zigarettenkonsums auf den Tabakrauch zurückzuführen ist, besteht die weit verbreitete Annahme, dass der Konsum von E-Zigaretten harmloser ist als das Rauchen herkömmlicher Zigaretten. Dies hat zu einer anhaltenden Debatte über die Verwendung von E-Zigaretten als Mittel zur Raucherentwöhnung und Schadensbegrenzung geführt. Aktuell ist die wissenschaftliche Datenlage über die Wirksamkeit von E-Zigaretten als Hilfsmittel zur Raucherentwöhnung ungenügend, sodass zuverlässige Schlussfolgerungen kaum möglich sind. Der Dampf von E-Zigaretten enthält zwar nicht alle Schadstoffe der herkömmlichen Zigaretten, aber je nach Art des Produkts, seiner Erhitzungstemperatur und der Wartung des Geräts durch die Konsumierenden treten – in unterschiedlichem Ausmass – Schadstoffe auf, die in herkömmlichen Zigaretten nicht enthalten sind.^{2,17}

Im Jahr 2021 hat der Scientific Committee on Health, Environmental and Emerging Risks (SCHEER) im Auftrag der Europäischen Kommission die neuesten wissenschaftlichen und technischen Informationen über E-Zigaretten untersucht.¹⁵ Sie stellten fest, dass es zwar einige Hinweise dafür gibt, dass E-Zigaretten im Vergleich zu Placebo-E-Zigaretten (E-Zigaretten ohne Nikotin) Raucherinnen und Rauchern helfen, mit dem Zigarettenkonsum aufzuhören, wiesen aber gleichzeitig darauf hin, dass diese Studien methodische Mängel aufweisen. In Bezug auf die Rolle von E-Zigaretten als Massnahme zur

Entwöhnung vom herkömmlichen Tabakrauchen kam SCHEER zum Schluss, dass es angesichts der geringen Anzahl sowie der mangelnden Qualität der wissenschaftlichen Studien nur schwache Belege dafür gibt, dass E-Zigaretten bei der Raucherentwöhnung wirksam helfen.¹⁵ Auch der jüngste Bericht (2020) des Surgeon General über die Raucherentwöhnung stellt fest, dass die empirische Evidenz nicht ausreicht, um zu folgern, dass E-Zigaretten die Raucherentwöhnung unterstützen.¹⁸



Eine E-Zigarette der zweiten Generation neben einer herkömmlichen Zigarette

Die WHO teilt diese Schlussfolgerungen und hält fest, dass die Frage, ob sich E-Zigaretten als Entwöhnungsmassnahme eignen, nach wie vor Gegenstand einer Debatte zwischen denjenigen sei, die den Einsatz von E-Zigaretten auf der Grundlage der verfügbaren Datenlage rasch fördern und befürworten wollen, und anderen, die angesichts der bestehenden wissenschaftlichen Unsicherheiten sowie der enormen Unterschiede zwischen den Produkten und der Vielfalt des Nutzungsverhalten zur Vorsicht mahnen.⁵ Die Autoren folgern, dass es eine bedeutende Verbesserung der öffentlichen Gesundheit wäre, wenn die Mehrheit der Tabakrauchenden, die nicht in der Lage oder nicht willens sind, mit dem Rauchen aufzuhören, sofort auf E-Zigaretten umsteigen und schliesslich auch damit aufhören würden. Die aktuellen Trends zeigen jedoch, dass diese Verschiebung nicht stattfindet, da die Prävalenz von E-Zigaretten-Konsumierenden und die Zahl der Konsumierenden, die sowohl E-Zigaretten als auch Tabakzigaretten rauchen, steigen.¹⁹⁻²³ Mit Blick auf die Schadensminimierung scheinen E-Zigaretten

eine bessere Alternative zu herkömmlichen Zigaretten zu sein, aber die wissenschaftliche Evidenz reicht nicht aus, um zu beweisen, dass eine Verlagerung der Risiken von herkömmlichen Zigaretten auf E-Zigaretten der allgemeinen Gesundheit der Bevölkerung zugutekommt.²⁴ Darüber hinaus ist die Förderung des Nikotinkonsums bei Jugendlichen keine sinnvolle Gesundheitspolitik, sondern mit grossen Risiken verbunden. Entsprechend ist bei der Förderung des E-Zigaretten-Konsums höchste Zurückhaltung geboten.

Auch die *European Public Health Association (EUPHA)* plädiert für einen restriktiven Ansatz in Bezug auf die Sicherheit von E-Zigaretten. Die EUPHA ist der Ansicht, dass die Förderung von E-Zigaretten die Tabakepidemie verschärfen könnte, da sie einerseits Rauchende davon abhält, bewährte Strategien zur Raucherentwöhnung anzuwenden, und sie stattdessen zum Konsum von E-Zigaretten ermutigt, der bei den meisten Rauchenden den Erfolg der Raucherentwöhnung schmälert. Zum anderen lenke die Diskussion von Massnahmen ab, die von Seiten der Tabakindustrie bekämpft würden.²⁵

In der Schweiz ist der E-Zigarettenkonsum ein umstrittenes Thema. Fachpersonen der Tabak- und Suchtprävention vertreten zwar die Ansicht, dass der vollständige Verzicht auf das Rauchen die beste Lösung ist, sind sich aber bewusst, dass manche Menschen nicht mit dem Nikotinkonsum aufhören können oder wollen. Wenn Nikotinersatztherapie und Beratung erfolglos bleiben, kann der kontrollierte Einsatz spezieller E-Zigaretten die Entwöhnungstherapie für diese Personen unterstützen. Erhitzte Tabakerzeugnisse kommen dafür nicht in Frage, sondern lediglich bestimmte Arten von wiederbefüllbaren E-Zigaretten, bei denen die Nikotindosis mit der Zeit reduziert werden kann. Bislang gibt es keine wissenschaftlich fundierten Erkenntnisse über die Wirksamkeit von E-Zigaretten in der Entwöhnungstherapie.



Foto von CDC

Ein Reagenzglasregal mit Beispielen von verschiedenen E-Zigaretten.

Gesundheitsrisiken des E-Zigarettenkonsums

Um mit dem Rauchen aufzuhören und das durch Entzugssymptome verursachte Verlangen zu bekämpfen, kann Nikotin erforderlich sein. Während die Verwendung von Nikotin zur Unterstützung der Entwöhnung jedoch akzeptabel ist, besteht eine der größten Bedenken beim Konsum von E-Zigaretten, insbesondere bei Jugendlichen, in der besonders hohen Nikotinmenge, die in kurzer Zeit inhaliert werden können, sowie der einhergehenden Renormalisierung oder der zunehmenden sozialen Akzeptanz des Rauchens.²⁴ E-Zigaretten mit Nikotinsalzen liefern beispielsweise nachweislich mehr Nikotin als eine Tabakzigarette.²⁶⁻²⁸ Verschiedene ENDS scheinen auch unterschiedliche Arten von synthetischem Nikotin mit unterschiedlichen Mengen an S-Nikotin und R-Nikotin zu enthalten, die unterschiedlich absorbiert werden.²⁹ Ausserdem sind E-Zigaretten leicht zu beschaffen und einfach zu konsumieren, was die Zahl der jungen Rauchenden in die Höhe treibt.²⁴ Das Gehirn der Jugendlichen wird durch die starke Nikotinabhängigkeit so umprogrammiert, dass sie anfälliger werden für andere, gefährlichere Süchte und für die Entwicklung von Depressionen.³⁰⁻³⁴ Neben dem Suchtpotential kann Nikotin während der Schwangerschaft die Entwicklung des Fötus beeinträchtigen und Herz-Kreislauf-Erkrankungen begünstigen. Obwohl Nikotin nicht krebserregend ist, wirkt es möglicherweise als sogenannter Tumorpromotor und scheint bösartige Erkrankungen sowie neurodegenerative Krankheiten zu begünstigen.³⁵ Kindern und Jugendlichen, Schwangeren und Frauen im gebärfähigen Alter sollte auf der Grundlage der verfügbaren wissenschaftlichen Erkenntnisse vom Konsum nikotinhaltiger E-Zigaretten abgeraten werden (vgl. www.stopsmoking.ch).⁵

E-Zigaretten enthalten unterschiedliche Mengen an toxischen Substanzen, darunter Arsen, Aluminium und Blei, die der Gesundheit des Nervensystems schaden.³⁴ Weitere Studien zeigen, dass E-Zigaretten-Aerosole toxische Chemikalien wie Acrylnitril, Propylen, Oxid und Crotonaldehyd enthalten können.³³⁶⁻³⁸ In einer Veröffentlichung aus dem Jahr 2021 haben Forscher der Johns Hopkins University Tausende von unbekanntem Chemikalien in E-Zigaretten nachgewiesen, darunter Industriechemikalien.¹⁷ Die Wissenschaft zeigt ausserdem, dass Aerosole von E-Zigaretten – sie sind absichtlich so konzipiert, dass eine möglichst hohe Aerosoldosis in die Lunge gelangt – Lungenschäden verursachen: Die Zunahme an E-Zigaretten-assoziierte Lungenverletzungen zeigt, wie gefährlich das Einatmen unzähliger nicht regulierter Aerosole ist.³⁹⁻⁴² Andere Studien halten fest, dass E-Zigaretten das Risiko einer Lungeninfektion erhöhen können, weil das Nikotin in E-Zigaretten das Immunsystem schwächt.⁴³⁻⁴⁵ In einer im Jahr 2021 überarbeiteten Übersicht über die gesundheitsschädigenden Auswirkungen von E-Zigaretten werden zudem weitere Komplikationen der Atemwege und ein erhöhtes kardiovaskuläres Risiko aufgeführt, einschliesslich erhöhter Entzündungsmarker und Zytotoxizität.¹⁶

Das Einfallstor in den Tabakkonsum

Jüngste Studien deuten darauf hin, dass der Konsum von E-Zigaretten vor allem bei Nichtrauchenden zunimmt.^{46 47} Eine Publikation zeigt, dass unter irischen Teenagern die Zahl der Nichtrauchenden, die E-Zigaretten probiert haben, von 33 % im Jahr 2015 auf 67 % im Jahr 2019 gestiegen ist.⁴⁸ Während immer mehr Jugendliche E-Zigaretten konsumieren, haben mehrere Studien und Rezensionen in den letzten Jahren zutage gebracht, dass E-Zigaretten sich zu einem Mittel für den Einstieg in die Nikotinabhängigkeit und letztlich in den herkömmlichen Tabakkonsum entwickeln können.⁴⁹⁻⁵²

Eine Veröffentlichung aus dem Jahr 2020 zeigt, dass Jugendliche, die im Alter von 11 bis 16 Jahren E-Zigaretten rauchen, mit mehr als doppelt so hoher Wahrscheinlichkeit später mit dem Zigarettenrauchen beginnen.⁵³ Eine andere Studie zeigte, dass die jungen Erwachsenen, die an der Studie teilnahmen, E-Zigaretten als signifikantes Risiko für den späteren Einstieg in den Tabakkonsum betrachten.⁴⁶ Dass E-Zigaretten als Einstieg in das Rauchen herkömmlicher Zigaretten dienen, ist ein Problem der öffentlichen Gesundheit. Chapman et al. (2019) erklären, dass es mehrere plausible Gründe für einen solchen Übergang gibt, die von den Kritikern der "Einfallstor-Theorie" nur selten in Betracht gezogen werden.⁵⁴

Dazu gehören:

1. Einfachere Zugänglichkeit: E-Zigaretten und Zigaretten werden oft nebeneinander verkauft. Jugendliche, die nie einen Tabakwarenladen besuchen würden, sind nun Werbeaktionen und Rabattangeboten ausgesetzt.
2. Erfahrung mit dem Rauchen: Der Konsum von E-Zigaretten kann negative Gefühle gegenüber Zigaretten abbauen und die Experimentierfreudigkeit fördern. Dazu gehört auch die Renormalisierung des Rauchens.⁵⁴

Die Datenlage in der Schweiz ist dürftig. Doch die verfügbaren Daten zu den gesundheitlichen Risiken des E-Zigaretten-Konsums in anderen Ländern sind aussagekräftig und zeigen, dass der Konsum von E-Zigaretten diverse negative Auswirkungen mit sich bringt. Hinzu kommt, dass die E-Zigaretten-Industrie den Nikotinmarkt erweitert. Gerade junge Menschen sind dafür besonders anfällig. Das begünstigt nicht nur das Risiko einer Suchtentwicklung, sondern verleitet Jugendliche dazu, später auch Tabak zu rauchen.

Auswirkungen auf die Umwelt

Da E-Zigaretten giftige Chemikalien, Schwermetalle und Nikotinrückstände enthalten, stellt ihre Entsorgung eine ernsthafte Bedrohung für unser Wasser, unsere Luft und unseren Boden dar. Kurz: E-Zigarettenmüll ist nicht nur Abfall, sondern auch Giftmüll. E-Zigaretten-Abfälle sind nicht biologisch abbaubar. Patronen und Pods, die achtlos auf die Strasse geworfen werden, vermischen sich mit dem Laub und werden durch Wettereinflüsse durch die Gegend getragen, bis sie schliesslich zu Mikroplastik und Chemikalien zerfallen, die schlussendlich in die Kanalisation fließen, die Gewässer verschmutzen und die Fauna gefährden.¹ Zudem können der Abbau, die Herstellung und die Entsorgung von E-Zigaretten umweltschädlich sein.⁵⁵ Vor allem Einweg-E-Zigaretten wie Puff Bars werfen erhebliche ökologische Bedenken auf: Sie werden, wie der Name sagt, nur einmal verwendet und dann mit ihrem Kunststoffgehäuse und den Batterien aus Lithium, Kobalt und Nickel weggeworfen. Zusätzlich zu den Batterien und Kunststoffen enthalten sie in der Regel auch metallische Verdampferköpfe und schädliche Chemikalien. Schwermetalle wie Blei, aber auch Nikotin können austreten und eine Biogefährdung darstellen. Für die Herstellung der verschiedenen E-Zigaretten werden Rohstoffe benötigt, deren Gewinnung verheerende Auswirkungen auf Ökosysteme nach sich zieht, da sie nicht durch nachhaltigen Abbau gewonnen werden können.⁵⁶



E-Zigaretten der vierten Generation, wie zum Beispiel Juuls, werden häufig nicht ordnungsgemäss

Regulierung von E-Zigaretten in der EU und der Schweiz

Die WHO fordert die Länder dazu auf, den Verkauf, die Werbung und den Konsum von E-Zigaretten einzuschränken. Seit Mai 2016 müssen alle EU-Länder die Richtlinie über Tabakerzeugnisse einhalten, die auch Vorschriften für E-Zigaretten enthält. Die Richtlinie sieht vor, dass die Verpackungen Informationen über Toxizität und Suchtpotenzial, Gesundheitswarnungen und eine Liste der im Produkt enthaltenen Inhaltsstoffe, einschliesslich des exakten Nikotingehalts (der nicht mehr als 20 mg/ml betragen darf), enthalten müssen. Die Richtlinie schreibt zudem vor, dass die restriktiven Regulierungen der Tabakwerbung und Absatzförderung auch für E-Zigaretten gelten.⁵⁷ Im April 2018 wurde ein Verkaufsverbot für nikotinhaltige E-Zigaretten vom Bundesverwaltungsgericht für ungültig erklärt. In der Schweiz fallen E-Zigaretten momentan in den Geltungsbereich des Lebensmittelgesetzes. Dieses besagt, dass die auf dem Markt befindlichen E-Zigaretten die technischen Anforderungen eines EU-Mitgliedsstaats erfüllen müssen. Es wurden keine weiteren Bundesgesetze zur Verhinderung von Schäden durch den Konsum von E-Zigaretten erlassen. Erst im Jahr 2021 hat die Schweiz ein neues Bundesgesetz über Tabakprodukte verabschiedet, das den landesweiten Verkauf von E-Zigaretten an Minderjährige verbietet. Dieses Gesetz tritt voraussichtlich 2023 oder 2024 in Kraft.⁵⁸ Um das Bewusstsein der Raucherinnen und Raucher weiter zu schärfen, sind Vorschriften zur Standardisierung der Kennzeichnung des Nikotingehalts auf Verkaufsplattformen im Internet und auf den Produktverpackungen zwingend notwendig. Für die künftige Gesetzgebung sind Regulierungen unerlässlich, die den Markteintritt ähnlicher Produkte erschweren und die Konsumierenden davon abhalten, zu anderen aromatisierten E-Zigaretten zu wechseln.

Literaturnachweis:

- 1 Truth Initiative. E-cigarettes: Facts, stats and regulations: Factsheet, 2019.
<https://truthinitiative.org/research-resources/emerging-tobacco-products/e-cigarettes-facts-stats-and-regulations>.
- 2 *Attitudes of Europeans towards tobacco and electronic cigarettes: Fieldwork: August-September 2020; Publication: February 2021*. Brussels, 2021.
- 3 Cheng T. Chemical evaluation of electronic cigarettes. *Tob Control* 2014;23 Suppl 2: ii11-7.
- 4 Goniewicz ML, Kuma T, Gawron M, Knysak J, Kosmider L. Nicotine levels in electronic cigarettes. *Nicotine & tobacco research : official journal of the Society for Research on Nicotine and Tobacco* 2013;15: 158–66.
- 5 World Health Organization. *Electronic nicotine delivery systems and electronic non-nicotine delivery systems (ENDS/ENNDS)*, 2016.
<https://escholarship.org/content/qt2f65f2j5/qt2f65f2j5.pdf>.
- 6 Truth Initiative. What are Puff Bars?: News Article 20.01.;2020.
- 7 Mozun R, Ardura-Garcia C, Jong CCM de, Goutaki M, Usemann J, Singer F, et al. Cigarette, shisha, and electronic smoking and respiratory symptoms in Swiss children: The LUIS study. *Pediatric pulmonology* 2020.
- 8 Ween MP, Moshensky A, Thredgold LL, Bastian NA, Hamon R, Badiei A, et al. E-cigarettes and health risks: more to the flavour than just the name. *American journal of physiology. Lung cellular and molecular physiology* 2020.
- 9 Villanti AC, Johnson AL, Ambrose BK, Cummings KM, Stanton CA, Rose SW, et al. Flavored Tobacco Product Use in Youth and Adults: Findings From the First Wave of the PATH Study (2013-2014). *American Journal of Preventive Medicine* 2017;53: 139–51.
- 10 Baker AN, Wilson SJ, Hayes JE. Flavor and product messaging are the two most important drivers of electronic cigarette selection in a choice-based task. *Scientific reports* 2021;11: 4689.
- 11 Chaiton M, Schwartz R, Kundu A, Houston C, Nugent R. Analysis of Wholesale Cigarette Sales in Canada After Menthol Cigarette Bans. *JAMA Netw Open* 2021;4: e2133673.
- 12 Davis DR, Morean ME, Bold KW, Camenga D, Kong G, Jackson A, et al. Cooling e-cigarette flavors and the association with e-cigarette use among a sample of high school students. *PLOS ONE* 2021;16: e0256844.
- 13 Jones DM, Ashley DL, Weaver SR, Eriksen MP. Flavored ENDS Use among Adults Who Have Used Cigarettes and ENDS, 2016-2017. *Tobacco regulatory science* 2019;5: 518–31.

- 14 Notley C, Gentry S, Cox S, Dockrell M, Havill M, Attwood AS, et al. Youth Use of E-Liquid Flavours - A systematic review exploring patterns of use of e liquid flavours and associations with continued vaping, tobacco smoking uptake, or cessation. *Addiction* 2021.
- 15 Scientific Committee on Health, Environmental and Emerging Risks (SCHEER). Scientific Opinion on electronic cigarettes 2021.
- 16 Marques P, Piqueras L, Sanz M-J. An updated overview of e-cigarette impact on human health. *Respiratory research* 2021;22: 151.
- 17 Tehrani MW, Newmeyer MN, Rule AM, Prasse C. Characterizing the Chemical Landscape in Commercial E-Cigarette Liquids and Aerosols by Liquid Chromatography-High-Resolution Mass Spectrometry. *Chem. Res. Toxicol.* 2021.
- 18 Centers for Disease Control and Prevention. Surgeon General's Advisory on E-cigarette Use Among Youth. https://www.cdc.gov/tobacco/basic_information/e-cigarettes/surgeon-general-advisory/index.html (accessed 31 Jan 2020).
- 19 Keltner CH, Kao T-C, Ahmed A, Mancuso JD. E-cigarette and dual product use as an emerging health threat to the US military. *Tobacco prevention & cessation* 2021;7: 43.
- 20 Owusu D, Huang J, Weaver SR, Pechacek TF, Ashley DL, Nayak P, et al. Patterns and trends of dual use of e-cigarettes and cigarettes among U.S. adults, 2015-2018. *Preventive medicine reports* 2019;16: 101009.
- 21 Martinez U, Simmons VN, Sutton SK, Drobles DJ, Meltzer LR, Brandon KO, et al. Targeted smoking cessation for dual users of combustible and electronic cigarettes: a randomised controlled trial. *The Lancet Public Health* 2021;6: e500-e509.
- 22 Raitasalo K, Bye EK, Pisinger C, Scheffels J, Tokle R, Kinnunen JM, et al. Single, Dual, and Triple Use of Cigarettes, e-Cigarettes, and Snus among Adolescents in the Nordic Countries. *International journal of environmental research and public health* 2022;19.
- 23 Smith DM, Christensen C, van Bommel D, Borek N, Ambrose B, Erives G, et al. Exposure to Nicotine and Toxicants Among Dual Users of Tobacco Cigarettes and E-Cigarettes: Population Assessment of Tobacco and Health (PATH) Study, 2013-2014. *Nicotine & tobacco research : official journal of the Society for Research on Nicotine and Tobacco* 2021;23: 790-7.
- 24 Samet JM, Barrington-Trimis J. E-Cigarettes and Harm Reduction: An Artificial Controversy Instead of Evidence and a Well-Framed Decision Context. *Am J Public Health* 2021;111: 1572-4.
- 25 Center for Tobacco Control Research and Education. European Public Health Association releases comprehensive up-to-date summary of the science on e-cigs, 2022. https://tobacco.ucsf.edu/european-public-health-association-releases-comprehensive-date-summary-science-e-cigs#_edn2 (accessed 14 Feb 2022).

- 26 Duell AK, Pankow JF, Peyton DH. Nicotine in tobacco product aerosols: 'It's déjà vu all over again'. *Tob Control* 2019.
- 27 Gholap VV, Kosmider L, Golshahi L, Halquist MS. Nicotine forms: why and how do they matter in nicotine delivery from electronic cigarettes? *Expert opinion on drug delivery* 2020;17: 1727–36.
- 28 Jackson A, Grobman B, Krishnan-Sarin S. Recent findings in the pharmacology of inhaled nicotine: Preclinical and clinical in vivo studies. *Neuropharmacology* 2020;176: 108218.
- 29 Jordt S-E. Synthetic nicotine has arrived. *Tob Control* 2021: tobaccocontrol-2021-056626.
- 30 Voos N, Goniewicz ML, Eissenberg T. What is the nicotine delivery profile of electronic cigarettes? *Expert opinion on drug delivery* 2019;16: 1193–203.
- 31 Pierce JP, Chen R, Leas EC, White MM, Kealey S, Stone MD, et al. Use of E-cigarettes and Other Tobacco Products and Progression to Daily Cigarette Smoking. *Pediatrics* 2021: e2020025122.
- 32 Allen JG, Flanigan SS, LeBlanc M, Vallarino J, MacNaughton P, Stewart JH, et al. Flavoring Chemicals in E-Cigarettes: Diacetyl, 2,3-Pentanedione, and Acetoin in a Sample of 51 Products, Including Fruit-, Candy-, and Cocktail-Flavored E-Cigarettes. *Environmental health perspectives* 2016;124: 733–9.
- 33 Lechner WV, Janssen T, Kahler CW, Audrain-McGovern J, Leventhal AM. Bi-directional associations of electronic and combustible cigarette use onset patterns with depressive symptoms in adolescents. *Preventive medicine* 2017;96: 73–8.
- 34 Obisesan OH, Mirbolouk M, Osei AD, Orimoloye OA, Uddin SMI, Dzaye O, et al. Association Between e-Cigarette Use and Depression in the Behavioral Risk Factor Surveillance System, 2016-2017. *JAMA Netw Open* 2019;2: e1916800.
- 35 Heeschen C, Jang JJ, Weis M, Pathak A, Kaji S, Hu RS, et al. Nicotine stimulates angiogenesis and promotes tumor growth and atherosclerosis. *Nature Medicine* 2001;7: 833–9.
- 36 Goniewicz ML, Knysak J, Gawron M, Kosmider L, Sobczak A, Kurek J, et al. Levels of selected carcinogens and toxicants in vapour from electronic cigarettes. *Tob Control* 2014;23: 133–9.
- 37 Bein K, Leikauf GD. Acrolein - a pulmonary hazard. *Molecular Nutrition & Food Research* 2011;55: 1342–60.
- 38 Mayer B. Acrolein exposure from electronic cigarettes. *European heart journal* 2020;41: 1523.
- 39 Christiani DC. Vaping-Induced Lung Injury. *The New England journal of medicine* 2019.
- 40 Doukas SG, Kavali L, Menon RS, Izotov BN, Bukhari A. E-cigarette or vaping induced lung injury: A case series and literature review. *Toxicology Reports* 2020;7: 1381–6.
- 41 Belok SH, Parikh R, Bernardo J, Kathuria H. E-cigarette, or vaping, product use-associated lung injury: a review. *Pneumonia (Nathan Qld.)* 2020;12: 12.

- 42 Kleinman MT, Arechavala RJ, Herman D, Shi J, Hasen I, Ting A, et al. E-cigarette or Vaping Product Use-Associated Lung Injury Produced in an Animal Model From Electronic Cigarette Vapor Exposure Without Tetrahydrocannabinol or Vitamin E Oil. *Journal of the American Heart Association* 2020;9: e017368.
- 43 Bhatta DN, Glantz SA. Association of E-Cigarette Use With Respiratory Disease Among Adults: A Longitudinal Analysis. *American Journal of Preventive Medicine* 2019.
- 44 Mishra A, Chaturvedi P, Datta S, Sinukumar S, Joshi P, Garg A. Harmful effects of nicotine. *Indian Journal of Medical and Paediatric Oncology : Official Journal of Indian Society of Medical & Paediatric Oncology* 2015;36: 24–31.
- 45 Clapp PW, Pawlak EA, Lackey JT, Keating JE, Reeber SL, Glish GL, et al. Flavored e-cigarette liquids and cinnamaldehyde impair respiratory innate immune cell function. *American journal of physiology. Lung cellular and molecular physiology* 2017;313: L278-L292.
- 46 Akre C, Suris J-C. Adolescents and young adults' perceptions of electronic cigarettes as a gateway to smoking: a qualitative study in Switzerland. *Health education research* 2017;32: 448–54.
- 47 Ball J, Fleming T, Drayton B, Sutcliffe K, Lewycka S, Clark TC. New Zealand Youth19 survey: vaping has wider appeal than smoking in secondary school students, and most use nicotine-containing e-cigarettes. *Australian and New Zealand journal of public health* 2021.
- 48 Hanafin J, Sunday S, Clancy L. Friends and family matter Most: a trend analysis of increasing e-cigarette use among Irish teenagers and socio-demographic, personal, peer and familial associations. *BMC Public Health* 2021;21: 1988.
- 49 Adermark L, Galanti MR, Ryk C, Gilljam H, Hedman L. Prospective association between use of electronic cigarettes and use of conventional cigarettes: a systematic review and meta-analysis. *ERJ open research* 2021;7.
- 50 Dutra LM, Glantz SA. Electronic cigarettes and conventional cigarette use among U.S. adolescents: a cross-sectional study. *JAMA pediatrics* 2014;168: 610–7.
- 51 Conner M, Grogan S, Simms-Ellis R, Flett K, Sykes-Muskett B, Cowap L, et al. Do electronic cigarettes increase cigarette smoking in UK adolescents? Evidence from a 12-month prospective study. *Tob Control* 2017.
- 52 Khouja JN, Suddell SF, Peters SE, Taylor AE, Munafò MR. Is e-cigarette use in non-smoking young adults associated with later smoking? A systematic review and meta-analysis. *Tob Control* 2020: tobaccocontrol-2019-055433.

- 53 Keller-Hamilton B, Lu B, Roberts ME, Berman ML, Root ED, Ferketich AK. Electronic cigarette use and risk of cigarette and smokeless tobacco initiation among adolescent boys: A propensity score matched analysis. *Addictive behaviors* 2020;114: 106770.
- 54 Chapman S, Bareham D, Maziak W. The Gateway Effect of E-cigarettes: Reflections on Main Criticisms. *Nicotine & tobacco research : official journal of the Society for Research on Nicotine and Tobacco* 2019;21: 695–8.
- 55 Hendlin YH. Alert: Public Health Implications of Electronic Cigarette Waste. *Am J Public Health* 2018;108: 1489–90.
- 56 Dominish E, Florin N, Teske S. *Responsible minerals sourcing for renewable energy: Institute for Sustainable Futures*, 2019. <https://www.uts.edu.au/research-and-teaching/our-research/institute-sustainable-futures/our-research/resource-futures/responsible-minerals-for-renewable-energy>.
- 57 European Commission. Public Health: Revision of the Tobacco Products Directive, 2016. https://ec.europa.eu/health/tobacco/product-regulation/implementing-tobacco-products-directive-directive-201440eu/revision-tobacco-products-directive_en (accessed 14 Feb 2022).
- 58 BAG BfG. E-Zigaretten Politik in den Kantonen, 2021. <https://www.bag.admin.ch/bag/de/home/strategie-und-politik/politische-auftraege-und-aktionsplaene/politische-auftraege-zur-tabakpraevention/tabakpolitik-kantone/e-zigarette.html#:~:text=E%2DZigaretten%20fallen%20momentan%20in%20den%20Geltungsber%20reich%20des%20Lebensmittelgesetzes.&text=Das%20Bundesgesetz%20zum%20Schutz%20vor,in%20der%20Schweiz%20vertrieben%20werden>. (accessed 11 Feb 2022).