

Risiken und Nutzen von E-Zigaretten

Risks and Benefits of E-Cigarettes

ZUSAMMENFASSUNG

Das gesundheitliche Risiko des Rauchens wurde in vielen Studien belegt und der Anteil der rauchenden Bevölkerung in Deutschland ist in den letzten 50 Jahren stark gesunken. Eine Alternative zur konventionellen Tabakzigarette ist die E-Zigarette, die seit mehr als zehn Jahren auf dem Markt ist. Mit modernen E-Zigaretten können Nikotinkonzentrationen im Aerosol erreicht werden, die mit dem Rauch der konventionellen Tabakzigarette vergleichbar sind. Der Gehalt an anderen gesundheitlich bedenklichen Stoffen in den Aerosolen kann bei bestimmten Betriebsbedingungen um 90–95 Prozent reduziert werden. Die bisherige Studienlage deutet darauf hin, dass die gesundheitlichen Risiken deutlich reduziert sind im Vergleich zur Tabakzigarette, allerdings fehlen Langzeitstudien. Für Nichtraucher birgt die E-Zigarette ein vermeidbares gesundheitliches Risiko. Sie ist kein harmloses Lifestyle-Produkt.

ELKE PIEPER,
NADJA MALLOCK,
PETER LAUX,
ANDREAS LUCH

ABSTRACT

The health risk of smoking has been proven in multiple studies and the proportion of people who smoke in Germany has decreased significantly over the past 50 years. E-cigarettes are an alternative to the conventional tobacco cigarette and have been on the market for more than ten years. With modern e-cigarettes, it is possible to achieve nicotine levels in the aerosol comparable to the levels of nicotine in the smoke of conventional tobacco cigarettes. The content of other harmful substances in the aerosols can be reduced by 90–95 percent under certain operating conditions. Previous studies indicate that the health risks are significantly reduced compared to tobacco cigarettes, but long-term studies are missing. For non-smokers, the e-cigarette poses an avoidable health risk. It cannot be regarded as a harmless lifestyle product.

Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) beschreibt die Tabakepidemie als eine der größten Bedrohungen für das Gesundheitswesen, die es je gab. Mehr als acht Millionen Menschen sterben aufgrund des Tabakrauchens jährlich an Krankheiten wie Krebs, Herz-Kreislauferkrankungen und Schlaganfällen. Raucher, die sich der Schädlichkeit des Rauchens bewusst sind, haben meist zumindest einen Rauchstoppversuch probiert. Eine mögliche Hilfe beim Rauchstopp stellt eine Kombination aus Verhaltenstherapie

und Nikotinersatzprodukten dar. Allerdings ist diese Methode nicht für alle Raucher umsetzbar und geeignet. Die E-Zigarette ist für Raucher, die den Rauchstopp nicht einhalten können, eine neue Möglichkeit zur schadstoffreduzierten Nikotinaufnahme beziehungsweise schrittweisen Entwöhnung. Erste Untersuchungen zeigen, dass es langjährigen Rauchern mithilfe der E-Zigarette gelingen kann, auf das Tabakrauchen zu verzichten und zwar doppelt so häufig wie mit Nikotinersatzpräparaten (Hajek et al. 2019).



Quelle: BfR.

Umfragen bestätigen ebenfalls, dass die meisten E-Zigaretten-Konsumenten mit dem Dampfen angefangen haben, um vom Rauchen wegzukommen. Wenn nikotinhaltige Liquids konsumiert werden, besteht jedoch nach wie vor die Gefahr der Nikotinabhängigkeit.

WIE FUNKTIONIERT DAS DAMPFEN?

Eine E-Zigarette ist ein batteriebetriebenes System, in dem eine Flüssigkeit erhitzt wird, um ein Aerosol zu erzeugen. Dieses Aerosol wird über ein Mundstück inhaliert. Die Flüssigkeit, das sogenannte E-Liquid, befindet

sich in einer Kartusche, die ausgetauscht oder selbst befüllt werden kann. Das E-Liquid beinhaltet ein Verneblungsmittel (80–99 Prozent des Liquids), eine Mischung aus Propylen-glycol und Glycerin, außerdem sind meistens in variablen Zusammensetzungen Nikotin und Aromastoffe als Geschmacksbildner enthalten. In den Medien wird die E-Zigarette sehr kontrovers diskutiert, von „E-Zigaretten sind schädlicher als Tabakzigaretten“ bis hin zu „E-Zigaretten retten Leben“. Für den Verbraucher ist die Berichterstattung zum Teil sehr unübersichtlich. Deshalb ist es wichtig, über die gesundheitlichen Risiken zu informieren. Nichtraucher gehen

mit der Verwendung der E-Zigarette ein erhöhtes und vermeidbares gesundheitliches Risiko ein. Raucher allerdings können von einem Umstieg profitieren. Charakteristische krebserzeugende Verbrennungsprodukte wie 1,3-Butadien oder Acrylnitril und einige andere Substanzen aus dem Tabakrauch können im Aerosol der E-Zigaretten nicht nachgewiesen werden (Goniewicz et al. 2014). Dennoch können die Aerosole in Abhängigkeit von der Art der E-Zigarette, dem Liquid sowie dem Nutzerverhalten schädliche Stoffe wie Formaldehyd und Acetaldehyd enthalten, die krebserzeugend sind oder im Verdacht stehen, krebserzeugend zu sein (Goniewicz et al. 2014; Hutzler et al. 2014; Farsalinos, Gillman 2017). Der Gehalt an Schadstoffen im Aerosol kann unter bestimmten Bedingungen aber auch deutlich unter dem konventioneller Tabakzigaretten liegen. Dagegen kann der Nikotingehalt des Aerosols von E-Zigaretten genauso hoch sein wie der des Tabakrauchs, weshalb die Inhalation nikotinhaltiger Aerosole ein Suchtpotenzial birgt. Durch die Aufnahme von Nikotin können außerdem chronische Krankheiten begünstigt werden, da sich Blutdruck und Herzfrequenz erhöhen können, Magensäure verstärkt gebildet wird, sowie die Adrenalin ausschüttung aus der Nebenniere ansteigen kann.

WELCHE WEITEREN SCHÄDLICHEN SUBSTANZEN SIND IN DEN AEROSOLEN ENTHALTEN?

Im Aerosol können krebserzeugende Substanzen wie Formaldehyd und vermeintlich krebserzeugende Substanzen wie Acetaldehyd auftreten. Im Vergleich zur Tabakzigarette sind die Konzentrationen um 90–95 Prozent reduziert, allerdings nur unter der Voraussetzung, dass bestimmte Einstellungen und Sicherheitsmerkmale beachtet werden (TABELLE 1; Counts et al. 2005; Goniewicz et al. 2014). In der Literatur werden auch thermische Zersetzungsprozesse der Liquids

Produktkategorie	E-Zigarette	Tabakzigarette
Schadstoffgehalt im Rauch bzw. in den Emissionen	Stark reduziert Goniewicz et al. 2014 (pro 15 Züge)	Sehr hoch Counts et al. 2005 (pro Zigarette)
Acrylnitril	n. d.	24 µg
1,3-Butadien	n. d.	103 µg
Benzol	n. d.	88 µg
Acetaldehyd	0,2–1,36 µg	1.552 µg
Acrolein	n. d.–4,19 µg	154 µg
Formaldehyd	0,32–5,61 µg	104 µg
Nikotin	Variabel (u. a. abhängig vom Gerät und vom Gehalt im Liquid)	1,1–2,7 mg
(n. d. = nicht detektierbar)		

beschrieben, da in den meisten E-Zigaretten diese auf rund 200–220°C erhitzt werden (Gillman et al. 2016). Bekannt ist unter anderem, dass sich Glycerin bei Temperaturen ab 350°C in Acrolein, eine reizende und giftige Substanz, und ab Temperaturen über 600°C zusätzlich in Formaldehyd und Acetaldehyd zersetzt. Die Zusatzstoffe, Aromastoffe und Verunreinigungen im Liquid können die Zersetzungsprozesse zusätzlich beeinflussen, wodurch es bereits bei geringeren Temperaturen zur Entstehung von Abbauprodukten oder neuen Stoffen kommen kann (Jabba et al. 2018). Hohe Konzentrationen an Formaldehyd werden von Konsumenten zum Teil als unangenehm beschrieben und die Entstehung begünstigender Einstellungen deshalb häufig vermieden (Farsalinos et al. 2017). Bei der Verwendung von einigen Liquids und E-Zigarettenmodellen konnten hohe Konzentrationen von potenziell krebserzeugenden und sensibilisierenden Nickel- und Chromionen gemessen werden. Diese Art der Kontamination könnte durch entsprechende Qualitätsstandards vermieden werden (Olmedo et al. 2018).

TABELLE 1
Gehalte an ausgesuchten Analyten im Hauptstromrauch einiger E-Zigaretten der 2. Generation und handelsüblicher konventioneller Zigaretten. Quelle: BfR.

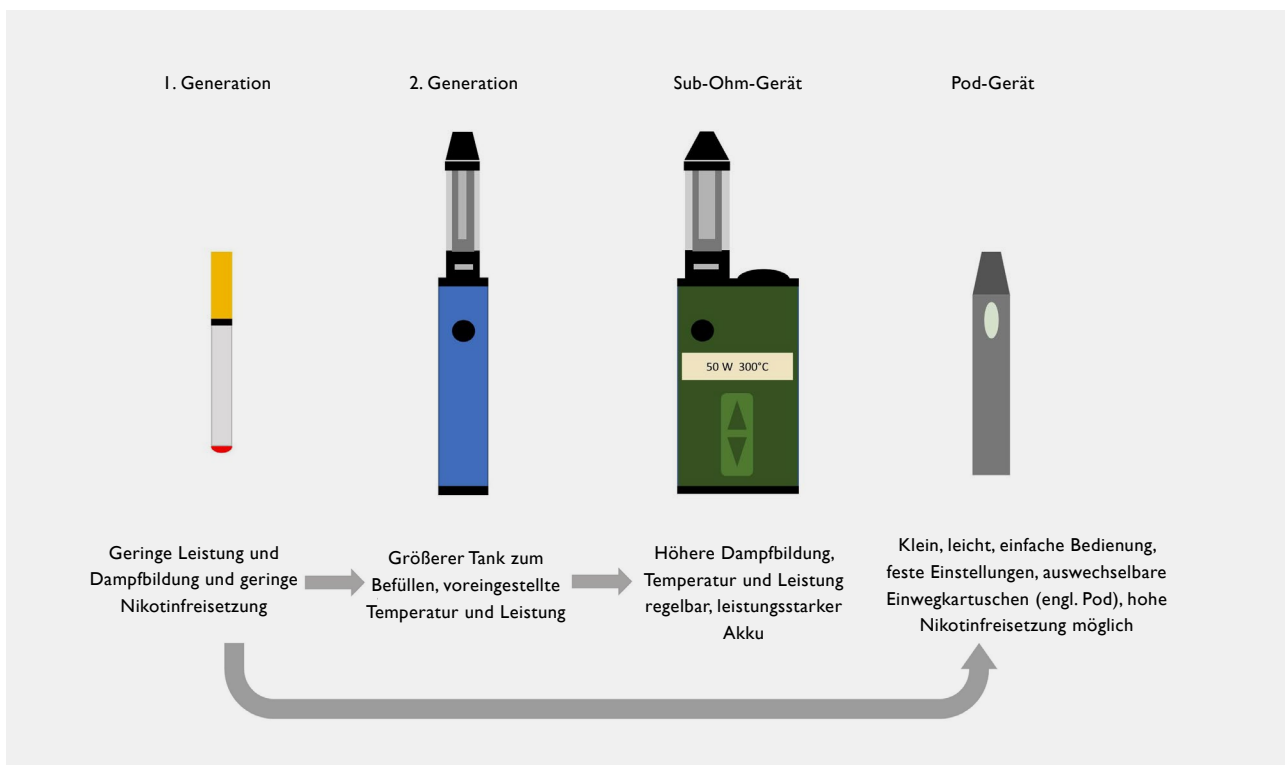
WELCHE GERÄTE GIBT ES?

Eine Übersicht handelsüblicher E-Zigaretten ist in **ABBILDUNG 1** dargestellt. Die E-Zigaretten der ersten Generation ähnelten konventionellen Tabakzigaretten, konnten aber wegen ihrer geringen Leistung und Dampfbildung sowie der geringeren Nikotinfreisetzung nicht überzeugen. Die E-Zigarette der zweiten Generation hat einen größeren Tank zum Wiederbefüllen und wird bei einer voreingestellten Temperatur und Leistung betrieben. Die Nikotinkonzentration in den Aerosolen ist deutlich höher; hierdurch erfährt diese Art der E-Zigarette eine höhere Akzeptanz bei Rauchern, die auf das Dampfen umsteigen wollen. Seit einigen Jahren zeichnet sich ein Trend zu größeren, leistungsstarken E-Zigaretten, sogenannten Sub-Ohm-Geräten, ab. An diesen Geräten kann der Verbraucher viele Einstellungen eigenhändig vornehmen. Sie arbeiten bei einem sehr geringen Widerstand ($< 1 \text{ Ohm}$), wodurch der Stromfluss und die Leistung steigen. Dies resultiert in einer deutlich höheren Dampf-

bildung, was eine direkte Einatmung in die Lunge ermöglicht. Des Weiteren entstehen dabei teilweise höhere Temperaturen, wodurch unter anderem die Bildung von Formaldehyd und Acetaldehyd begünstigt wird. Für diese Geräte ist eine gesonderte gesundheitliche Bewertung notwendig.

Ein entgegengesetzter Trend kann mit der wachsenden Popularität von kleinen, leichten Pod-Geräten beobachtet werden. Diese Geräte sind einfach in der Bedienung und verlangen kein Vorwissen. Auf einen Akkuträger wird eine passende Kartusche (Pod) aufgesetzt, die das E-Liquid und das Heizelement enthält und nach Gebrauch ausgetauscht wird. Durch den Zusatz von organischen Säuren zum Liquid werden hohe Nikotinkonzentrationen im Dampf angenehmer inhalierbar, wodurch auch die eher schwachen Pod-Systeme zu hohen Nikotinaufnahmen führen können (O'Connell et al. 2019). Die Kombination aus Nikotin mit einer organischen Säure wie Benzoesäure oder Salizylsäure wird allgemein als „Nikotinsalz“ bezeichnet.

ABBILDUNG 1
Übersicht der verschiedenen E-Zigaretten-Gerätetypen. Quelle: BfR.



WAS WEISS MAN ÜBER DIE GESUNDHEITLICHEN RISIKEN?

Immer mehr Forscherteams untersuchen die Auswirkungen des E-Zigaretten-Konsums. Dabei ist das Bild keineswegs einheitlich. Aktuelle Forschungsarbeiten aus den USA analysieren die Daten aus der „Population Assessment of Tobacco and Health“ (PATH) Studie. In dieser wurden mehrere zehntausend Amerikaner über ihren E-Zigaretten- oder Tabakzigaretten-Konsum, sowie dessen Auswirkungen auf ihre Gesundheit befragt. Erste Ergebnisse zeigen einen Zusammenhang zwischen E-Zigaretten und Atemwegserkrankungen. Die Daten deuten darauf hin, dass die Aerosole von E-Zigaretten das Risiko für Lungenerkrankungen (chronisch obstruktive Lungenerkrankung, chronische Bronchitis, Emphysem oder Asthma) im Vergleich zu Nichtrauchern erhöhen könnten. Zurzeit ist allerdings keine umfassende Bewertung möglich, da noch einige Datenlücken existieren. Der Einfluss des Tabakrauchens auf die Entstehung von Atemwegserkrankungen wird in der Studie als deutlich höher eingeschätzt.

Die Auswertung der PATH-Studie sowie anderer Studien hinsichtlich kardiovaskulärer Erkrankungen zeigt ein erhöhtes Infarktrisiko, welches vergleichbar mit dem von Rauchern ist (Buchanan et al. 2019). Allerdings wurden im Rahmen des „Behavioral Risk Factor Surveillance Systems“ (BRFSS) keine signifikant erhöhten Risiken für Nutzer von E-Zigaretten, die nie geraucht hatten, aufgezeigt (Osei et al. 2019). Dennoch leiten sich in dieser Studie höhere Risiken für „Dual User“ (Personen die konventionelle Tabakzigaretten und E-Zigaretten parallel konsumieren) im Vergleich zu Rauchern konventioneller Tabakzigaretten ab. Dieser Gruppe gehören vermutlich starke Raucher an, für welche die E-Zigarette eine Alternative ist, um Rauchverbote zu umgehen oder welche aus gesundheitlichen Gründen den Konsum von Tabakzigaretten reduzieren wollen (Osei et al. 2019).

Tabakrauch erhöht das Krebsrisiko, unter anderem verursacht durch die Entstehung von krebserzeugenden Carbonylverbindungen. Beim Dampfen von E-Zigaretten können die Bedingungen (Temperatur, Widerstand, Dampfverhalten, Liquidzusammensetzung, Vermeidung von Trockenrauchen und der Überhitzung des Heizelements) so gewählt werden, dass keine oder deutlich geringere Expositionen gegenüber Carbonylverbindungen auftreten (Farsalinos et al. 2018; Kosmider et al. 2018; Salamanca et al. 2018). Studien belegen, dass Tabakraucher vom kompletten Umstieg auf die E-Zigarette profitieren, wenn eine völlige Tabakentwöhnung erfolgt (Ruther et al. 2017). Die Entstehung von Carbonylverbindungen kann unter besonderen Umständen, zum Beispiel bei der Nutzung von Sub-Ohm-Produkten, erhöht sein.

Weitere Studien sind nötig, um das Rauchbeziehungsweise Dampfverhalten, die Nikotinaufnahme sowie das E-Zigarettenmodell bei der Risikobewertung berücksichtigen zu können.

WELCHE WEITEREN RISIKEN GEHEN VON E-ZIGARETTEN BESONDERS FÜR JUGENDLICHE AUS?

Ein viel diskutierter Punkt ist der „Gateway-Effekt“, der noch nicht abschließend geklärt werden konnte (Liu et al. 2019; Hansen et al. 2020). Damit ist gemeint, dass E-Zigaretten-Konsum der Einstieg zum Rauchen konventioneller Zigaretten sein kann oder Nichtraucher zum dauerhaften Nikotindampfen verleitet werden können. Die Auswertung erster Studien über das Konsumverhalten in Deutschland zeigt allerdings, dass die E-Zigarette eher einen experimentellen Charakter für Jugendliche (12–17 Jahre) hat und die „Gateway-Hypothese“ nicht belegt werden kann. Obwohl E-Zigaretten und Liquids nicht an Minderjährige verkauft werden dürfen, sind einige Jugendliche am

Inhalieren interessiert. Oft haben sie mit der konventionellen Tabakzigarette begonnen und konsumieren parallel E-Zigarette. Die Zahlen in Deutschland belegen, dass bei Nichtrauchern die E-Zigarette kaum zum regelmäßigen Konsum führt. Laut Befragung der Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung (BZgA) haben 4,2 Prozent der Jugendlichen und 6,6 Prozent der jungen Erwachsenen in den vergangenen 30 Tagen E-Zigarette konsumiert (Orth, Merkel 2019). Diese Zahlen sind in den letzten Jahren signifikant gestiegen, was verdeutlicht, dass diese Entwicklung verfolgt werden muss. Nur 1–2 Prozent der Jugendlichen und jungen Erwachsenen (18–25 Jahre) konsumierten ausschließlich E-Produkte. Im Vergleich dazu rauchten 6,6 Prozent der Jugendlichen und 24,8 Prozent der jungen Erwachsenen konventionelle Tabakzigaretten.

E-Shishas sind ebenfalls E-Zigaretten, die mit ihrem bunten Design hauptsächlich an Jugendliche und junge Erwachsene gerichtet sind. Beworben werden E-Shishas oft mit fruchtigen nikotinfreien Liquids, die vor allem Jugendliche und junge Erwachsene ansprechen und nicht starke Raucher, die auf eine E-Zigarette umsteigen wollen. Unabhängig vom Nikotingehalt bergen nikotinfreie E-Zigaretten gesundheitliche Risiken, insbesondere für Kinder und Jugendliche, aber auch für Erwachsene. Die Gefahr des „Gateway-Effekts“ hin zu nikotinhaltigen E-Zigaretten besteht (BfR 2015).

Jugendliche und junge Erwachsene experimentieren gern mit E-Zigaretten, oft ohne sich die toxikologischen Effekte der Inhalation der entsprechenden Substanzen bewusst zu machen. Es existieren einzelne medizinische Fallberichte, die belegen, dass E-Zigaretten auch für den Konsum von Drogen, besonders oft synthetische Cannabinoide, missbraucht werden (Poklis et al. 2019).

WIE SIND DIE GESUNDHEITLICHEN RISIKEN GEGENÜBER DENEN DES RAUCHENS ZU BEWERTEN?

Es gibt noch keine Langzeitstudien zur gesundheitlichen Auswirkung von E-Zigaretten. Anhand der bisher vorliegenden Daten sind sich viele Experten einig, dass E-Zigaretten bei bestimmungsgemäßem Gebrauch deutlich weniger gesundheitsschädlich sind als herkömmliche Tabakzigaretten. Die Untersuchungen fanden hauptsächlich mit E-Zigaretten der zweiten Generation statt. Auch die meisten Pod-Geräte weisen einen geringen Schadstoffgehalt in den Aerosolen auf. Dabei ist es wichtig, dass ein vollständiger Umstieg auf die E-Zigarette erfolgt. Allerdings wäre es falsch, E-Zigaretten als sicher zu bewerten. Auch das Ausmaß der erwarteten Risikoreduktion ist noch unklar und muss erst durch Langzeitstudien untersucht werden.

WELCHE HERAUSFORDERUNGEN GIBT ES BEI DER RISIKOBEWERTUNG DER E-ZIGARETTE?

Angeichts der großen Bandbreite an Geräten und Liquids ist ein allgemeingültiges Urteil unmöglich, was eine große Herausforderung für die toxikologische Risikobewertung darstellt. Die erwartete Reduktion der gesundheitlichen Risiken im Vergleich zur Tabakzigarette trifft vor allem für die E-Zigaretten der zweiten Generation und einige Pod-Geräte zu. Gerätespezifische Merkmale, Modifikationen oder auch die Zusammensetzung einzelner Liquids können zu höheren Risiken führen. Für sogenannte Sub-Ohm-Geräte ist eine gesonderte gesundheitliche Bewertung notwendig. Auch die verwendeten Liquids sind nicht immer unbedenklich. Es

besteht das Risiko, dass zur Herstellung von E-Liquids Lebensmittelaromen verwendet werden, für die keine inhalationstoxikologischen Untersuchungen vorliegen. Bisher gibt es nur wenige Erkenntnisse dazu, ob Aromen ein gesundheitliches Risiko bergen. Beispielsweise werden Diacetyl (2,3-Butandion) und strukturverwandte Diketone wie 2,3-Pentandion mit der Entstehung von Atemwegobstruktionen in Verbindung gebracht und sind deswegen in Deutschland verboten. Manche Substanzen sollten allerdings vorsorglich gemieden werden. Dazu zählen Aromastoffe, die zum Beispiel Entzündungen hervorrufen können oder ein sensibilisierendes Potenzial aufweisen wie Benzylalkohol, Zimtaldehyd, Zimtalkohol und Anisalkohol. Auch Substanzen, die für den süßen Geschmack verantwortlich sind, stehen zurzeit im Fokus der Diskussion. Es konnte gezeigt werden, dass durch die thermische Zersetzung von Sucralose, insbesondere beim Erhitzen von sucralosehaltigen Lebensmitteln, Verbindungen mit gesundheitsschädlichem und krebserzeugendem Potenzial entstehen können. Allerdings ist nichts über die inhalationstoxischen Effekte der thermischen Zersetzungsprodukte von Sucralose beim Konsum von E-Zigaretten bekannt. Es ist wichtig, dass sich die Konsumenten über die verwendeten Inhaltsstoffe informieren.

IST PASSIVDAMPFEN SCHÄDLICH?

Gefahren durch Passivdampfen sind nach derzeitigem Kenntnisstand nicht vollständig auszuschließen. Beim Ausatmen des Dampfes können unter anderem Partikel, Nikotin und krebserzeugende Substanzen in die Raumluft gelangen. Aufgrund der Vielzahl möglicher Liquids und Geräte ist es schwierig, konkrete Angaben zu machen. Aus Studien geht hervor, dass die gesundheitliche Belastung deutlich unter der durch Tabakrauch liegt, aber dennoch existent sein kann (Prochaska 2019). Aus diesem Grund sollten

E-Zigaretten nicht in Nichtraucherbereichen oder geschlossenen Räumen in Anwesenheit von Nichtrauchern verwendet werden.

WELCHE RECHTLICHEN REGELUNGEN GIBT ES FÜR DIE E-ZIGARETTE?

Rechtliche Regelungen für E-Zigaretten und nikotinhaltige Liquids findet man im Tabakerzeugnisgesetz und der Tabakerzeugnisverordnung (TabakerzG). Die in den E-Liquids enthaltenen Bestandteile müssen den Behörden gemeldet werden. Hersteller müssen ebenfalls die toxikologischen Daten der Substanzen in erhitzter und nicht erhitzter Form aufführen. Die verwendeten Substanzen müssen eine hohe Reinheit haben. Auf dem Beipackzettel sind diese in absteigender Reihenfolge ihres Gewichtsanteils gelistet. Die Packung enthält außerdem Warnhinweise, den Nikotingehalt sowie den Hinweis, dass das Erzeugnis nicht in die Hände von Kindern und Jugendlichen gelangen darf. Die höchste zulässige Nikotinkonzentration beträgt 20 mg/ml. Es ist verboten Substanzen zuzusetzen, die den Eindruck eines gesundheitlichen Nutzens vermitteln, wie zum Beispiel Vitamine. Zusätze, die mit Energie und Vitalität in Verbindung gebracht werden, zum Beispiel Koffein oder Taurin, sind ebenfalls verboten. Weitere Verbote bestehen für Substanzen, die färbende Eigenschaften der Emissionen haben, bestimmte Aromen, sowie für Inhaltsstoffe, die in unverbrannter Form krebserzeugend, erbgutverändernd oder fruchtbarkeitsgefährdend sind.

Durch Baukastensysteme („Shake and Vape“) können diese Regelungen umgangen werden. Nikotinfreie E-Liquids sind nicht im strengen Tabakrecht reguliert, sondern bisher nur unter der weniger strengen CLP-Verordnung der Europäischen Union zur Einstufung und Kennzeichnung von Chemikalien geregelt (CLP-V). Diese Produkte können Inhaltsstoffe enthalten, die in nikotinhaltigen E-Liquids verboten sind. Darüber hinaus

müssen sie weder vor Markteinführung angemeldet werden, noch unterliegen sie der Meldepflicht für Inhaltsstoffe. Die nikotinfreien Liquids können mit nikotinhaltenen Liquids gemischt und dann konsumiert werden.

WAS WEISS MAN ÜBER DIE AKUTEN LUNGENSCHÄDEN VON E-DAMPFERN IN DEN USA?

In den USA gab es seit Sommer 2019 einen starken Anstieg zum Teil sehr schwerer Lungenschäden bei Konsumenten von E-Dampf-Produkten. Das Krankheitsbild wird als EVALI („e-cigarette, or vaping, product use-associated lung injury“) bezeichnet. Über 2.700 Personen wurden hospitalisiert und 60 Todesfälle dokumentiert (CDC 2020), die im Zusammenhang mit dem Konsum von E-Dampf-Produkten stehen (Ellington et al. 2020; Krishnasamy et al. 2020). Als eine mögliche Ursache wird Vitamin E-Acetat in den verwendeten Liquids diskutiert. Über die inhalationstoxische Wirkung von Vitamin E-Acetat beim Dampfen liegen allerdings bisher keine Daten vor. Die meisten Betroffenen hatten Tetrahydrocannabinol (THC)-haltige Liquids konsumiert, die sie auf dem Schwarzmarkt erworben hatten. Untersuchungen haben gezeigt, dass der Vitamin E-Acetat Gehalt in diesen Liquids mit 31–88 Prozent sehr hoch war. Vitamin E-Acetat ähnelt in seiner Konsistenz dem THC-Öl und wurde wahrscheinlich zum Strecken der Liquids verwendet, um einen höheren THC-Gehalt vorzutäuschen. Vitamin E-Acetat konnte auch in der Lungenflüssigkeit von Patienten nachgewiesen werden. Es ist denkbar, dass derart hohe Gehalte Lungenerkrankungen auslösen können. Bisher ist nicht klar, ob Vitamin E-Acetat auch in anderen Liquids verwendet wurde. Laut Tabakgesetz ist es in Deutsch-

land verboten, nikotinhaltige Liquids mit Vitaminzusatz zu vermarkten. Rechtskonforme nikotinhaltige Liquids, die in Deutschland beim Fachhandel gekauft werden, sollten daher keine hohen Konzentrationen an Vitamin E-Acetat enthalten. Zurzeit ist nicht bekannt, ob es nikotinfreie Liquids auf dem deutschen Markt gibt, die Vitamin E-Acetat enthalten.

GIBT ES VERGIFTUNGSFÄLLE MIT E-ZIGARETTEN IN DEUTSCHLAND?

In Deutschland gibt es bisher keine lebensbedrohlichen Vergiftungen durch den Konsum von regulären E-Zigaretten. Die Auswertung einer Abfrage der Giftinformationszentren ergab, dass hierzulande die meisten schweren Vergiftungen durch das unbeabsichtigte Verschlucken des meist nikotinhaltenen Liquids ausgelöst werden, häufig durch Kinder (BfR 2019). Zum Großteil wurden leichte Fälle gemeldet, wobei Konsumenten Reizungen und Unwohlsein beschrieben. Beim Nachfüllen offener Systeme können nach Hautkontakt auch dermal-toxische Wirkungen auftreten. Nikotin kann beim exzessiven Dampfen milde Vergiftungssymptome wie Übelkeit oder Kopfschmerzen auslösen. Schwere Vergiftungserscheinungen konnten beim bestimmungsgemäßen Gebrauch nicht beobachtet werden.

Es gibt auch in Deutschland Berichte über den Missbrauch von E-Zigaretten für die Verbreitung synthetischer Drogen (BfR 2020). Diese Produkte verstoßen gegen das Betäubungsmittelgesetz. Dies stellt eine besorgniserregende Entwicklung dar. Cannabidiol (CBD) ist eine wenig psychoaktive Substanz und wird in Liquids für E-Zigaretten verwendet. Unter bestimmten Umständen können auch andere Cannabinoide, wie das psychoaktive THC, enthalten sein. Derartige Liquids sind nicht verkehrsfähig und stellen einen Verstoß gegen das Betäubungsmittelgesetz dar.

WAS SOLLTE MAN ALS E-ZIGARETTEN-DAMPFER BEACHTEN?

Konsumenten sollten ihre Liquids nicht selbst mischen, sondern fertige Liquids beim Händler erwerben, die hohe Qualitäts- und Sicherheitsmerkmale aufweisen. Gerade wenn man neue Produkte ausprobiert, sollten Konsumenten bei Symptomen wie Unwohlsein, Kratzen im Hals oder Atembeschwerden das Dampfen einstellen. Es ist wichtig, sich über die Zusammensetzung der Liquids zu informieren und gesundheitsschädliche Aromen zu meiden. Die E-Liquids sollten außerhalb der Reichweite von Kindern aufbewahrt werden und zusätzlich über einen kindersicheren Verschluss verfügen.

Die Sub-Ohm-Geräte sollten nicht unter Extremeinstellungen, das heißt sehr hoher Temperatur und Leistung, betrieben werden. Generell sollten E-Zigaretten verwendet werden, die Sicherheitsmerkmale wie Füllstandanzeige und gegebenenfalls einen Temperaturregler aufweisen.

FAZIT

Es ist wichtig, Raucher zum Rauchstopp zu ermutigen. Wenn andere Methoden nicht funktionieren, kann die E-Zigarette ein geeignetes Mittel dafür sein. **ABBILDUNG 2** fasst die Fakten zur E-Zigarette kurz zusammen. Es besteht nach wie vor ein großer Forschungs- und Aufklärungsbedarf hinsichtlich der gesundheitlichen Risiken von E-Zigaretten. Einerseits denken immer noch viele Raucher, dass der Konsum von E-Zigaretten genauso schädlich sei und andererseits ist es schwierig, bei dem großen Angebot von Geräten und Liquids, einen guten Überblick zu erhalten. Das vollständige Umsteigen von der Tabakzigarette auf die E-Zigarette kann dazu beitragen, die gesundheitlichen Risiken zu verringern. Dabei ist es jedoch wichtig, Geräteeinstellungen und Liquids so zu wählen, dass der Schadstoffgehalt in den Aerosolen gering ist. Bei dem Auftreten adverser Effekte wie Kratzen im Hals, Übelkeit oder Atemnot sollte der Konsum eingestellt und die Symptome einem Arzt oder einer Giftinformati-

ABBILDUNG 2
Kurzinformation zur
E-Zigarette. Quelle: BfR.

Fakten zur E-Zigarette

Konsum in Deutschland (2018):

- ca. 2 % aktive Konsumenten
- 85,7 % davon Dual-User
- 10 % davon ehemalige Raucher
- 4,2 % der 12–17-Jährigen*
- 6,6 % der 18–25-Jährigen*

*in den letzten 30 Tagen vor Befragung

Regulierung von nikotinhaltigen Liquids:

- Verkauf ab 18 Jahren
- max. Nikotingehalt 20 mg/ml
- Verbotsliste von Substanzen (z. B. Vitamine, Koffein, gesundheitsschädliche Substanzen)
- Kindersicherer Verschluss

Liquid-Zusammensetzung:

- Verdampfungsmittel bestehend aus Propylenglycol und Glycerin
- Optional Nikotin und Aromastoffe für den Geschmack



Gesundheitliche Risiken:

- bei bestimmten Betriebsbedingungen und Liquids deutlich geringer als beim Tabakrauchen
- Suchtpotenzial vorhanden (Nikotingehalt kann vergleichbar mit Tabakrauch sein)

Aerosol:

- Reduktion der gesundheitlich bedenklichen Stoffe um mehr als 90–95 % im Vergleich zur Tabakzigarette möglich
- Zusammensetzung abhängig von Gerät, Einstellungen und Liquid

Vorsichtsmaßnahmen:

- Kein Selbstmischen des Liquids
- Vermeiden von Aromastoffen oder Zusatzstoffen, die zu Reizungen, Allergien oder Lungenschäden führen können
- Extremeinstellungen am Gerät vermeiden

onszentrale gemeldet werden. Die Meldung gesundheitlicher Effekte kann einen wesentlichen Beitrag dazu leisten, die Produkte zu verbessern. Für Nichtraucher birgt der Konsum von E-Zigaretten vermeidbare gesundheitliche Risiken.

LITERATUR

- BfR – Bundesinstitut für Risikobewertung (Hrsg.) (2020): Vergiftungsfälle: Cannabidiolhaltige Liquids für E-Zigaretten können manipuliert sein. Mitteilung: 005/2020 des BfR vom 23.01.2020. <https://www.bfr.bund.de/cm/343/vergiftungsfaelle-canna-bidiolhaltige-liquids-fuer-e-zigaretten-koennen-manipuliert-sein.pdf> (Zugriff am: 05.02.2020).
- BfR – Bundesinstitut für Risikobewertung (Hrsg.) (2019): Pressemitteilung des Bundesinstituts für Risikobewertung vom 06.12.2019: Studie zu E-Zigaretten: In Deutschland bislang keine bedrohliche Vergiftung durch „Dampfen“. https://www.bfr.bund.de/de/press-information/2019/51/studie_zu_e_zigaretten_in_deutschland_bislang_keine_bedrohliche_vergiftung_durch_dampfen-243322.html (Zugriff am: 05.02.2020).
- BfR – Bundesinstitut für Risikobewertung (Hrsg.) (2015): Nikotinfreie E-Shishas bergen gesundheitliche Risiken. Mitteilung: 010/2015 des BfR vom 23.04.2015. <https://mobil.bfr.bund.de/cm/343/nikotinfreie-e-shishas-bergen-gesundheitliche-risiken.pdf> (Zugriff am: 05.02.2020).
- Buchanan ND, Grimmer JA, Tanwar V et al. (2019): Cardiovascular risk of electronic cigarettes: a review of preclinical and clinical studies. *Cardiovasc Res*. DOI: 10.1093/cvr/cvz256.
- CDC – Centers for Disease Control and Prevention (2020): Outbreak of Lung Injury Associated with the Use of E-Cigarette, or Vaping, Products. <https://www.cdc.gov/niosh/docs/2016-111/default.html> (Zugriff am: 05.02.2020).
- CLP-V – Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2008 über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen, zur Änderung und Aufhebung der Richtlinien 67/548/EWG und 1999/45/EG und zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1907/2006.
- Counts ME, Morton MJ, Laffoon SW et al. (2005): Smoke composition and predicting relationships for international commercial cigarettes smoked with three machine-smoking conditions. *Regul Toxicol Pharmacol*. 41 (3): 185–227. DOI: 10.1016/j.yrtph.2004.12.002.
- Ellington S, Salvatore PP, Ko J et al. (2020): Update: Product, Substance-Use, and Demographic Characteristics of Hospitalized Patients in a Nationwide Outbreak of E-cigarette, or Vaping, Product Use-Associated Lung Injury - United States, August 2019-January 2020. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep*. 69 (2): 44–49. DOI: 10.15585/mmwr.mm6902e2.
- Farsalinos KE, Gillman G (2017): Carbonyl Emissions in E-cigarette Aerosol: A Systematic Review and Methodological Considerations. *Front Physiol*. 8: 1119. DOI: 10.3389/fphys.2017.01119.
- Farsalinos KE, Voudris V, Spyrou A et al. (2017): E-cigarettes emit very high formaldehyde levels only in conditions that are aversive to users: A replication study under verified realistic use conditions. *Food Chem Toxicol*. 109 (Pt1): 90–94. DOI: 10.1016/j.fct.2017.08.044.
- Gillman IG, Kistler KA, Stewart EW et al. (2016): Effect of variable power levels on the yield of total aerosol mass and formation of aldehydes in e-cigarette aerosols. *Regul Toxicol Pharmacol*. 75: 58–65. DOI: 10.1016/j.yrtph.2015.12.019.
- Goniewicz ML, Knysak J, Gawron M et al. (2014): Levels of selected carcinogens and toxicants in vapour from electronic cigarettes. *Tob Control*. 23 (2): 133–139. DOI: 10.1136/tobaccocontrol-2012-050859.
- Hajek P, Phillips-Waller A, Przulj D et al. (2019): A Randomized Trial of E-Cigarettes versus Nicotine-Replacement Therapy. *N Engl J Med*. 380 (7): 629–637. DOI: 10.1056/NEJMoa1808779.
- Hansen J, Janssen J, Morgenstern M et al. (2020): [E-Cigarette Use and Later Use of Conventional Cigarettes - Results of a Prospective Observational Study over 2 Years]. *Pneumologie*. 74 (1): 39–45. DOI: 10.1055/a-1041-9970.
- Hutzler C, Paschke M, Kruschinski S et al. (2014): Chemical hazards present in liquids and vapors of electronic cigarettes. *Arch Toxicol*. 88 (7): 1295–1308. DOI: 10.1007/s00204-014-1294-7.
- Jabba SV, Erythropel HC, DeWinter TM et al. (2018): Chemical Adducts of Flavorants in E-cigarette Liquid Solvents Act As Modulators of Respiratory Irritant Receptors. *Chem Senses*. 43 (7): E238–E238. DOI: [org/10.1093/chemse/bjy035](https://doi.org/10.1093/chemse/bjy035).
- Kosmider L, Kimber CF, Kurek J et al. (2018): Compensatory Puffing With Lower Nicotine Concentration E-liquids Increases Carbonyl Exposure in E-cigarette Aerosols. *Nicotine Tob Res*. 20 (8): 998–1003. DOI: 10.1093/ntr/ntx162.

KONTAKT

Elke Pieper
Bundesinstitut für Risikobewertung
Fachgruppe Produktbeschaffenheit und Nanotechnologie
Abteilung für Chemikalien- und Produktsicherheit
Max-Dohrn-Str. 8–10, 10589 Berlin
E-Mail: elke.pieper[at]bfr.bund.de

[BfR]

Krishnasamy VP, Hallowell BD, Ko JY et al. (2020): Update: Characteristics of a Nationwide Outbreak of E-cigarette, or Vaping, Product Use-Associated Lung Injury - United States, August 2019-January 2020. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep.* 69 (3): 90–94. DOI: 10.15585/mmwr.mm6903e2.

Liu X, Lugo A, Davoli E et al. (2019): Electronic cigarettes in Italy: a tool for harm reduction or a gateway to smoking tobacco? *Tob Control.* DOI: 10.15585/mmwr.mm6903e2.

O'Connell G, Pritchard JD, Prue C et al. (2019): A randomised, open-label, cross-over clinical study to evaluate the pharmacokinetic profiles of cigarettes and e-cigarettes with nicotine salt formulations in US adult smokers. *Intern Emerg Med.* 14 (6): 853–861. DOI: 10.1007/s11739-019-02025-3.

Olmedo P, Goessler W, Tanda S et al. (2018): Metal Concentrations in e-Cigarette Liquid and Aerosol Samples: The Contribution of Metallic Coils. *Environ Health Perspect.* 126 (2): 027010. DOI: 10.1289/EHP2175.

Orth B, Merkel C (2019): Rauchen bei Jugendlichen und jungen Erwachsenen in Deutschland. Ergebnisse des Alkoholsurveys 2018 und Trends. *BZgA-Forschungsbericht Köln: Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung.* DOI: 10.17623/BZGA:225-ALKSY18-RAU-DE-1.0.

Osei AD, Mirbolouk M, Orimoloye OA et al. (2019): Association Between E-Cigarette Use and Cardiovascular Disease Among Never and Current Combustible-Cigarette Smokers. *Am J Med.* 132 (8): 949–954 e942. DOI: 10.1016/j.amjmed.2019.02.016.

Poklis JL, Mulder HA, Peace MR (2019): The unexpected identification of the cannabimimetic, 5F-ADB, and dextromethorphan in commercially available cannabidiol e-liquids. *Forensic Sci Int.* 294: e25–e27. DOI: 10.1016/j.forsciint.2018.10.019.

Prochaska JJ (2019): The public health consequences of e-cigarettes: a review by the National Academies of Sciences. A call for more research, a need for regulatory action. *Addiction.* 114 (4): 587–589. DOI: 10.1111/add.14478.

Ruther T, Backmund M, Bischof G et al. (2019): Position paper: Chances and Risks of E-Cigarette Use from the Perspective of Addiction Medicine and Health Care Policy. *Suchttherapie.* 18 (3): 120–123. DOI: 10.1055/s-0043-113847.

Salamanca JC, Meehan-Atrash J, Vreeke S et al. (2019): E-cigarettes can emit formaldehyde at high levels under conditions that have been reported to be non-averse to users. *Sci Rep.* 8: 7559. DOI: 10.1038/s41598-018-25907-6.

TabakerzG – Tabakerzeugnisgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 20. Mai 2016 (BGBl. I S. 569), das durch Art. 27 G vom 20. November 2019 (BGBl. I S. 1626, 1647) geändert worden ist.