

# E-Zigaretten: gesundheitliche Bewertung und potenzieller Nutzen für Raucher

K. Schaller, U. Mons



E-Zigaretten vernebeln eine zumeist nikotinhaltige Lösung, die vom Konsumenten ähnlich wie beim Rauchen inhaliert wird. Immer mehr Menschen – v. a. Raucher – probieren die Produkte aus. Für Raucher bedeuten E-Zigaretten im Vergleich zu herkömmlichen Tabakzigaretten eine geringere Schadstoffbelastung, aber sie sind keine harmlosen Life-Style-Produkte.

## DEFINITION

In elektronischen Zigaretten (E-Zigaretten) wird eine – zumeist nikotinhaltige – aromatisierte Flüssigkeit (Liquid) mithilfe eines elektronisch betriebenen Verdampfers erhitzt und vernebelt. Das dabei entstehende Aerosol wird vom Konsumenten in ähnlicher Weise wie beim Rauchen inhaliert.

## Was sind E-Zigaretten?

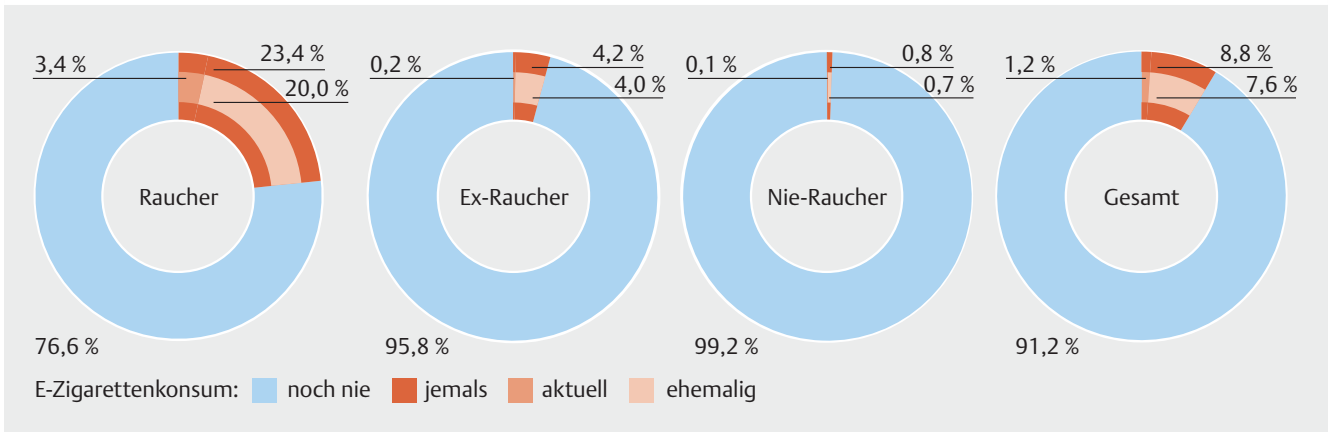
E-Zigaretten wurden in den letzten Jahren intensiv weiterentwickelt, sodass es heute viele verschiedene Typen gibt. E-Zigaretten der ersten Generation, die in Deutschland seit etwa 2008 erhältlich sind, sehen zumeist wie Zigaretten aus („cigalikes“), haben eine kleine Batterie und ein geringes Füllvolumen. Geräte der zweiten Generation verfügen über einen Tank und einen aufladbaren Akku (► **Abb. 1**). E-Zigaretten der dritten Generation sind zudem in ihrer Leistung regu-

lierbar und haben in der Regel ein größeres Fassungsvermögen. Es gibt vorbefüllte Einwegprodukte, die weggeworfen werden, wenn sie leer sind; die meisten Geräte sind aber nachfüllbar, wobei je nach E-Zigaretten-Typ entweder vorgefertigte Kapseln eingesetzt werden oder Flüssigkeit aus Fläschchen in den Tank der E-Zigarette pipettiert wird.

Die Liquids gibt es in Tausenden Varianten von Aromen. Die Geschmacksrichtungen reichen von Tabak- über Minz- und Fruchtaromen bis hin zu Getränkearomen (Kaffee, Tee, Energydrink etc.), Süßigkeiten (Bubblegum, Vanillepudding, Waffel etc.) und Fantasiearomen (Loch Ness, Einhorn Pups, Juke Box Hero etc.). Anfangs wurden E-Zigaretten nur von kleinen Händlern vermarktet, seit 2012 haben auch alle Tabakhersteller entweder selbst eigene E-Zigaretten entwickelt oder E-Zigaretten-Unternehmen aufgekauft. Auch wenn die Tabakhersteller in der Öffentlichkeit das Potenzial der Schadensminderung von E-Zigaretten in den Vordergrund stellen, so wird doch auf längere Sicht der Zigarettenmarkt ihr Hauptinteresse bleiben.



► **Abb. 1** Grundaufbau einer E-Zigarette: nachfüllbares und wieder aufladbares Produkt. Quelle: Deutsches Krebsforschungszentrum.



► **Abb. 2** Konsum von E-Zigaretten nach Rauchstatus im Jahr 2016 [1].

### Merke

Es gibt viele verschiedene Typen von E-Zigaretten, die zudem ständig weiterentwickelt werden. Außerdem gibt es Tausende verschiedener Liquids. Daher sind auch die Eigenschaften des von den E-Zigaretten produzierten Aerosols unterschiedlich.

## Epidemiologie

Der E-Zigaretten-Konsum ist in den vergangenen Jahren deutlich angestiegen, wobei die meisten Menschen E-Zigaretten nur ausprobieren oder diese gelegentlich verwenden, ein regelmäßiger Konsum ist selten. Jüngere Menschen greifen eher zu E-Zigaretten als ältere [1].

Im Jahr 2016 hatte in Deutschland fast jeder Zehnte E-Zigaretten zumindest einmal ausprobiert oder verwendete sie gegenwärtig. Von diesen sog. Jemalskonsumenten ist der weitaus größte Teil (86%) Raucher. Unter Rauchern benutzt annähernd jeder Vierte (23%) E-Zigaretten oder hat sie geraucht, unter Ex-Rauchern rund 4% und unter Nie-Rauchern weniger als 1%. Regelmäßig (wöchentlich oder täglich) benutzt lediglich 1% E-Zigaretten; von den Rauchern sind 3% regelmäßige Konsumenten (► **Abb. 2**). Die meisten Raucher (39%) probieren E-Zigaretten nach eigener Angabe als weniger schädliche Alternative zu herkömmlichen Zigaretten aus. 23% nutzen E-Zigaretten, um weniger zu rauchen, und 15%, um mit dem Rauchen aufzuhören. 13% der Raucher möchten E-Zigaretten in Nichtraucherbereichen verwenden, und 10% wollen die Gesundheit der Menschen in ihrer Umgebung schützen [1].

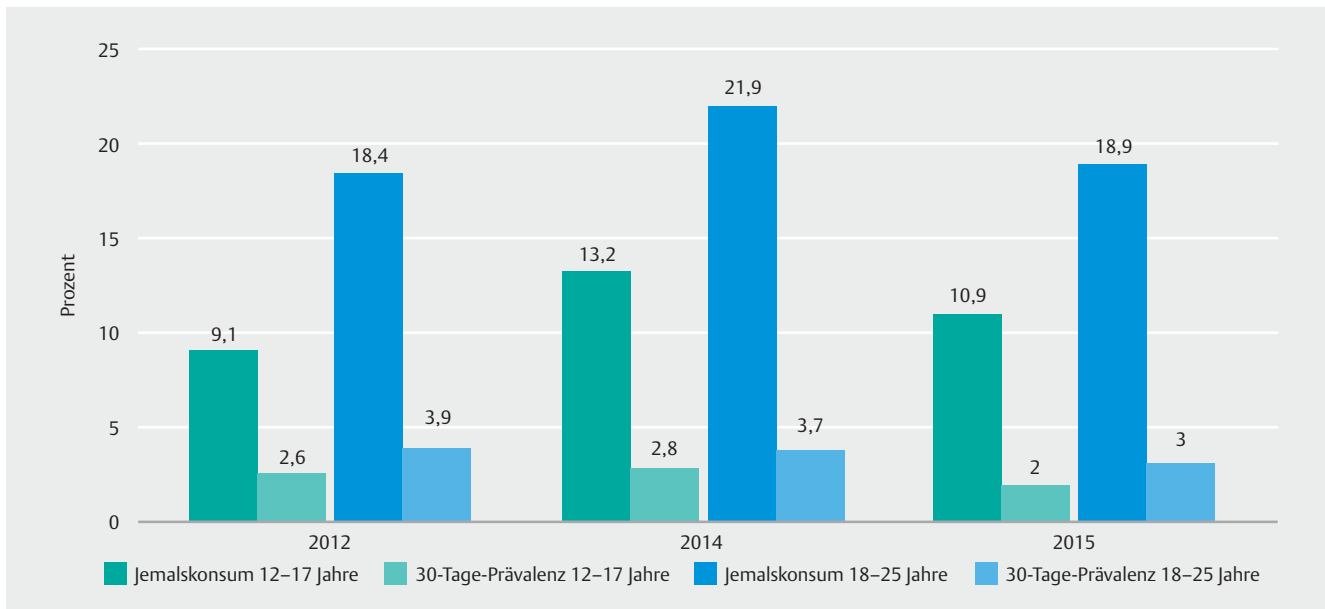
Unter Jugendlichen und jungen Erwachsenen ist der Jemalskonsum von E-Zigaretten zunächst angestiegen und im Jahr 2015 wieder etwas zurückgegangen. Der Jemalskonsum ist in diesen Altersgruppen mit 11%

bzw. 19% ähnlich hoch wie die Prävalenz des regelmäßigen Rauchens, der regelmäßige Konsum von E-Zigaretten (30-Tage-Prävalenz) ist mit 2% bzw. 3% allerdings eher gering (► **Abb. 3**) [2].

## Inhaltsstoffe der Liquids und des Aerosols

Die Liquids bestehen aus den beiden Grundsubstanzen Propylenglykol und Glycerin, wobei diese alleine, meist aber beide zusammen in verschiedenen Mischungsverhältnissen eingesetzt werden. Aromen machen 1–4% der Flüssigkeit aus. Die meisten Liquids enthalten außerdem Nikotin in unterschiedlicher Konzentration, in der Regel von 0,6–2,4%; es gibt aber auch nikotinfreie Liquids.

Das beim Konsum entstehende Aerosol besteht aus feinen und ultrafeinen Flüssigkeitspartikeln. Es kann, neben den im Liquid enthaltenen Substanzen, in Abhängigkeit von der Leistung und der Art der E-Zigarette, dem verwendeten Liquid und dem Nutzerverhalten außerdem Formaldehyd, Acetaldehyd, Acrolein, reaktive Sauerstoffverbindungen und Metalle, darunter Nickel, Chrom und Blei, enthalten. Die Schadstoffe liegen im E-Zigaretten-Aerosol zumeist in deutlich geringeren Mengen als in Tabakrauch vor, einzelne Substanzen können unter bestimmten Betriebsbedingungen aber auch ähnlich hohe oder sogar höhere Konzentrationen erreichen. So liegt Formaldehyd v. a. bei Überhitzung der E-Zigarette im Aerosol in ähnlich hoher Konzentration vor wie in Tabakrauch, Blei und Chrom wurden in Tabakrauch vergleichbaren Konzentrationen detektiert und Nickel sogar in höherer Menge [3, 4]. Das Aerosol evaporiert schnell, mit einer Halbwertszeit von nur wenigen Sekunden [5].



► **Abb. 3** Jemalskonsum von E-Zigaretten und Konsum innerhalb der letzten 30 Tage unter Jugendlichen (12–17 Jahre) und jungen Erwachsenen (18–25 Jahre) [2].

#### Merke

In E-Zigaretten-Aerosol sind Schadstoffe nachweisbar, zumeist in geringerer Konzentration als in Tabakrauch. Einzelne Schadstoffe sind bei nicht sachgemäßem Gebrauch auch in ähnlich hoher oder höherer Konzentration als in Tabakrauch nachweisbar.

## Schadenspotenzial der Inhaltsstoffe des Aerosols

Propylenglykol, Glycerin und Aromen sind für die Verwendung in Lebensmitteln zugelassen; toxikologische Daten zu einer langfristigen, täglich bis zu rund 200 Mal wiederholten Inhalation liegen aber nicht vor. Propylenglykol und Glycerin können bei Erhitzung – wie es beim E-Zigaretten-Konsum der Fall ist – Acrolein, Acetaldehyd und Formaldehyd erzeugen. Für manche der verwendeten Aromen ist bekannt, dass sie reizend und zytotoxisch wirken können; dies gilt beispielsweise für Benzaldehyd und Zimtaldehyd. Das Aroma Diacetyl, das einen butterigen Geschmack hat, steht im Verdacht, bei Inhalation eine Bronchiolitis obliterans („popcorn lung“) zu verursachen. Unbekannt ist, ob sich die Aromen bei Erhitzung zersetzen und ob sie im Aerosolgemisch miteinander in Wechselwirkung treten. Die Partikel des Aerosols können aufgrund ihrer geringen Größe tief in die Lunge vordringen und werden Berechnungen zufolge v. a. in den Alveolen abgelagert, wobei Kinder größere Mengen aufnehmen als Erwachsene [6]. Sie unterscheiden sich in ihrer Zusammensetzung von denen des Tabakrauchs; ihre ge-

sundheitlichen Auswirkungen sind derzeit unbekannt [3–5].

Das Nikotin, das moderne E-Zigaretten in ähnlichen Mengen wie Tabakzigaretten abgeben, birgt ein hohes Abhängigkeitspotenzial und steht zunehmend im Verdacht, Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Typ-2-Diabetes und das Wachstum von Tumoren zu fördern. Besonders in Schwangerschaft und Adoleszenz ist es bedenklich, da es Tierversuchen zufolge beim Konsum während der Schwangerschaft die Lungenentwicklung des Ungeborenen und beim Konsum durch Jugendliche deren Gehirnreifung beeinträchtigt [7]. Aufgrund der Toxizität des Nikotins kam es bereits zu akzidentellen Vergiftungen, die allerdings nur in wenigen Einzelfällen tödlich verliefen. Es vergifteten sich v. a. Kinder bis zum Alter von 5 Jahren infolge einer oralen Aufnahme von Liquids. Diese Vergiftungsgefahr lässt sich durch kindersichere Verpackungen, eine eindeutige Kennzeichnung der Behälter und eine kindersichere Lagerung minimieren [3, 8].

Das Schadenspotenzial der Inhaltsstoffe des Aerosols von E-Zigaretten ist in ► **Tab. 1** zusammengefasst.

#### Merke

Die Inhaltsstoffe der Liquids sind – abgesehen von Nikotin – für die Verwendung in Lebensmitteln zugelassen. Dies bedeutet aber nicht, dass sie auch bei Inhalation harmlos sind. Toxikologische Daten für eine langfristige Inhalation fehlen derzeit.

► **Tab. 1** Ausgewählte Substanzen im E-Zigaretten-Aerosol und ihre Wirkungen.

Substanz	Funktion im Liquid/Herkunft	Gesundheitsschädigende Wirkungen
Propylenglykol	Hauptbestandteil des Liquids zur Erzeugung des Aerosols	<ul style="list-style-type: none"> <li>atemwegsreizend</li> <li>Wirkung langfristiger Inhalation unbekannt</li> </ul>
Glyzerin	Hauptbestandteil des Liquids zur Erzeugung des Aerosols	Wirkung langfristiger Inhalation unbekannt
Nikotin	Bestandteil des Liquids	<ul style="list-style-type: none"> <li>Abhängigkeitspotenzial</li> <li>ggf. Förderung von Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Typ-2-Diabetes, Tumorwachstum</li> <li>wahrscheinlich Beeinträchtigung der Lungenentwicklung von Ungeborenen und der Hirnreifung von Jugendlichen</li> <li>toxisch</li> </ul>
feine und ultrafeine Partikel (PM <sub>2,5</sub> , PM <sub>10</sub> )	entstehen bei Verdampfung des Liquids	<ul style="list-style-type: none"> <li>gelangen in die Alveolen</li> <li>Partikel werden mit Atemwegsproblemen, Exazerbationen chronischer Atemwegs- und Herz-Kreislauf-Erkrankungen, reduzierter Lungenfunktion und vorzeitigem Tod in Verbindung gebracht</li> <li>gesundheitliche Auswirkungen der Partikel im E-Zigaretten-Aerosol unbekannt</li> </ul>
Diacetyl	Aroma in vielen süßen Liquids	steht im Verdacht, Bronchiolitis obliterans zu verursachen
Benzaldehyd	Aroma (künstliches Bittermandelöl)	atemwegsreizend
Zimtaldehyd	Aroma (Zimt)	im E-Zigaretten-Aerosol zytotoxisch in Zellkultur
Acrolein	entsteht beim Erhitzen des Liquids	<ul style="list-style-type: none"> <li>toxisch</li> <li>reizend</li> </ul>
Acetaldehyd	entsteht beim Erhitzen des Liquids	möglicherweise krebserzeugend (Kategorie 2B)
Formaldehyd	entsteht beim Erhitzen des Liquids	krebserzeugend (Kategorie 1)
Blei	wahrscheinlich von Docht/Lötstellen	<ul style="list-style-type: none"> <li>giftig</li> <li>möglicherweise krebserzeugend (Kategorie 2B)</li> </ul>
Chrom	wahrscheinlich von Docht/Lötstellen	krebserzeugend (Kategorie 1 für Chrom-IV-Verbindungen)
Nickel	wahrscheinlich von Docht/Lötstellen	krebserzeugend bei Inhalation (Kategorie 1)
tabakspezifische Nitrosamine	seltene Verunreinigung in einzelnen Liquids	krebserzeugend

### Cave

Die Einschätzung der Gesundheitsgefahr wird erschwert durch:

- unterschiedliche Schadstoffproduktion je nach E-Zigaretten-Typ, -Leistung, -Liquid und Nutzerverhalten,
- keine standardisierten Testmethoden,
- unklare Übertragbarkeit von Tier- und Zellversuchen auf Menschen.

## Gesundheitsgefährdung durch E-Zigaretten-Konsum

Mögliche akute und chronische Gesundheitsgefahren des E-Zigaretten-Konsums sind zunehmend Gegenstand der Forschung, bislang aber insgesamt noch wenig untersucht. Zudem erschweren die große Vielzahl der E-Zigaretten-Typen, deren ständige Weiterentwicklung, die Vielfalt der Liquids sowie das Fehlen standar-

disierter Untersuchungsprotokolle die Einschätzung des Gefährdungspotenzials.

### Merke

Als Nebenwirkungen des E-Zigaretten-Konsums werden am häufigsten Reizungen des Rachenraums, Husten, Übelkeit, Kopfschmerzen, Benommenheit und Schwindel beschrieben [3, 4].

Beobachtungen am Menschen zeigen, dass die Verwendung von E-Zigaretten kurzfristig die Lungenfunktion beeinträchtigen und zu einer milden entzündlichen Reaktion in den Atemwegen, insbesondere bei Asthmatikern, führen kann [3, 9]. Die Wirkung auf das Herz-Kreislauf-System ist derzeit nicht eindeutig geklärt; möglicherweise stellt der E-Zigaretten-Konsum für Personen mit Herz-Kreislauf-Erkrankungen eine Risikoerhöhung dar [10]. Bislang wurden 2 Fälle beschrieben, bei denen E-Zigaretten-Konsum die Sauerstoffver-

**FALLBEISPIEL****Freie Lappenplastik**

Ein 21-jähriger Mann zog sich am Arm eine tiefe Weichteilverletzung mit Schädigung der Strecksehne zu. Die Verletzung wurde mit einer freien anterolateralen Oberschenkel-Lappenplastik (ALT) versorgt. Die Sauerstoffversorgung des Lappens lag im unteren 70%-Bereich. Weniger als 24 Stunden nach der Operation sank der Wert auf 19%. Der Lappen war blass, hatte aber gefüllte Kapillaren sowie arterielle und venöse Dopplersignale.

Auf Nachfrage gab der Patient an, sich vom Überwachungsmonitor getrennt zu haben, im Bad eine E-Zigarette konsumiert zu haben und sich dann wieder mit dem Monitor verbunden zu haben. Daraufhin wurde auf eine erneute chirurgische Intervention verzichtet und der Lappen überwacht; sein Zustand verbesserte sich innerhalb von 3 Stunden auf den Ausgangszustand. Der Patient konsumierte keine weitere E-Zigarette und wurde 5 Tage postoperativ entlassen.

Da sich die vasokonstriktorische Wirkung des Nikotins negativ auf den freien Lappen ausgewirkt hat, sollte postoperativ von der Verwendung von E-Zigaretten in gleicher Weise wie von Zigaretten abgeraten werden [12].

**FALLBEISPIEL****Akute eosinophile Pneumonie**

Ein 20-jähriger stellte sich wegen eines seit 3 Tagen andauernden Hustens, Kurzatmigkeit und anfallsartig auftretender Gesichtsrötung vor. Die Symptome hatten eine Stunde nach dem Konsum einer E-Zigarette begonnen. Der Patient wurde zunächst – ohne Besserung der Symptome – mit Salbutamol behandelt. Er benutzte erneut eine E-Zigarette, die Symptome verschlimmerten sich.

Er hatte einen Blutdruck von 140/78 mmHg, Tachykardie (128 Schläge/min) ohne Herzgeräusche, Reiben oder Rhythmusstörung, Tachypnoe (32 Atemzüge/min), eine Sauerstoffsättigung von 100% bei Raumtemperatur, kein Fieber (36,9°C). Die Lunge war auskultatorisch frei, der Patient sprach ohne Zeichen von Atemnot. Es bestand eine leichte Leukozytose. Eine Röntgenaufnahme der Lunge zeigte eine subtile, diffuse fleckige retikulonoduläre Zeichnungsvermehrung. Eine CT ergab keine Anzeichen einer Lungenembolie und vorwiegend diffuse Milchglastrübungen.

Aufgrund der Möglichkeit einer Tuberkulose wurde eine Bronchoskopie mit Bronchiallavage durchgeführt, die zahlreiche Makrophagen, Eosinophile und verstreut gutartige Epithelzellen zeigte. Im rechten oberen Lappen fanden sich 3268 weiße Blutzellen (3% Neutrophile, 2% Basophile, 17% Makrophagen, 74% Eosinophile). Es bestand kein Hinweis auf infektiöse Ursachen.

Der Patient erhielt 60 mg Prednison; nach 7 Tagen waren die Symptome nahezu vollständig verschwunden, und der radiologische Befund war rückläufig. Wahrscheinliche Ursache für die akute eosinophile Pneumonie ist der E-Zigaretten-Konsum [13].

sorgung von Hauttransplantaten beeinträchtigte, was auf das Nikotin zurückgeführt wird [11, 12].

Bei einem Patienten wurde eine akute eosinophile Pneumonie im Zusammenhang mit E-Zigaretten-Konsum beschrieben [13], ein weiterer Fallbericht liegt zu einer metastasierenden krebsähnlichen entzündlichen Reaktion in der Lunge vor [14].

Vereinzelte Explosionen von E-Zigaretten, die wahrscheinlich zumeist auf eine falsche Verwendung zurückzuführen sind, zogen zum Teil schwere Verbrennungen nach sich; in einem Fall erlitt der Konsument gravierende Verletzungen im Mundraum, als seine E-Zigarette während des Konsums explodierte [3].

In Tierversuchen mit Ratten und Mäusen wirkte eine Behandlung mit E-Zigaretten-Aerosol entzündungsfördernd, erhöhte oxidativen Stress, beeinträchtigte die Funktion von Makrophagen und der Lunge, verschlechterte die antimikrobielle Abwehr in den Atemwegen und verursachte bei Neugeborenen eine beeinträchtigte Lungenentwicklung. Zudem führte E-Zigaretten-Aerosol zu Veränderungen der Genexpression, aktivierte Karzinogen-metabolisierende Enzyme und verursachte Strangbrüche der DNA [3, 4]. Auch in Versuchen mit verschiedenen Zellkulturen wirkte E-Zigaretten-Aerosol entzündungsfördernd und zytotoxisch, es beeinträchtigte die Zellproliferation, verursachte oxidativen Stress und veränderte die Genexpression [3, 4]. All diese Wirkungen sind den wenigen vorliegenden Studien zufolge im Vergleich zu Zigarettenrauch weniger stark ausgeprägt.

Mögliche langfristige gesundheitliche Auswirkungen des E-Zigarettenkonsums wurden bislang kaum untersucht. Aufgrund der insgesamt schwachen Datenlage kann derzeit keine gesicherte Aussage zum langfristigen Schadenspotenzial von E-Zigaretten getroffen werden. Das gesundheitliche Gefährdungspotenzial von E-Zigaretten wird in ► **Tab. 2** zusammengefasst.

Aufgrund der unklaren langfristigen Gesundheitsschäden und wegen der zunehmenden Zahl von Fallberichten über gesundheitsschädliche Auswirkungen des E-Zigaretten-Konsums sollten Patienten bei der Anamnese grundsätzlich nicht nur zum Rauchstatus befragt werden, sondern ebenso zur Verwendung von E-Zigaretten. Perioperativ erscheint es sinnvoll, Patienten wegen der vasokonstriktorischen Wirkung des Nikotins – wie vom Rauchen – auch von der Verwendung von E-Zigaretten abzuraten.

### Merke

E-Zigaretten-Aerosol zeigt verschiedene akute gesundheitsschädliche Wirkungen. Mögliche langfristige Gesundheitsschäden wurden bislang kaum untersucht.

## Schadenspotenzial im Vergleich zu Tabakzigaretten

Es ist davon auszugehen, dass E-Zigaretten aufgrund der geringeren Schadstoffmenge im Aerosol im Vergleich zu Rauchtobak weniger schädlich sind. Das Ausmaß der Schadensreduktion lässt sich derzeit allerdings aufgrund der aktuell unzureichenden Datenlage und der großen Vielfalt der E-Zigaretten und Liquids nicht verlässlich beziffern. Das Krebspotenzial liegt einer Modellierungsstudie zufolge beim Gebrauch von E-Zigaretten deutlich unter dem von Tabakzigaretten, wobei sehr große Unterschiede zwischen verschiedenen E-Zigaretten bestehen. Die Risikospanne reicht dieser Berechnung zufolge von einem den Nikotinersatzprodukten vergleichbaren Risiko bei den meisten Produkten bis – in einer Minderheit der Fälle, insbesondere bei Überhitzung – zu einem dem Rauchen vergleichbaren Krebsrisiko [15].

### Merke

E-Zigaretten sind keine harmlosen Life-Style-Produkte. Im Vergleich zu Tabakzigaretten sind sie jedoch sehr wahrscheinlich weniger schädlich.

### FALLBEISPIEL

#### Respiratorische Bronchiolitis mit interstitieller Lungenerkrankung (RB-ILD)

Ein 33-jähriger Raucher erhielt wegen eines embryonalen Karzinoms, eines Hodentumors mit Lungenmetastasen, eine Chemotherapie, die 6 Monate nach der Therapie zur Auflösung der Lungenmetastasen führte. Alle Lungenfunktionstests waren innerhalb der Normbereiche.

Im Anschluss an die Therapie reduzierte der Patient das Rauchen mithilfe einer E-Zigarette, die er 10- bis 15-mal pro Tag verwendete, auf 10 Zigaretten pro Tag. 3 Monate nach Beginn des E-Zigaretten-Konsums (9 Monate nach Chemotherapie) zeigten sich bei einer Kontroll-CT der Lunge entlang der terminalen bronchovaskulären Einheiten multiple, wenig abgegrenzte Knoten mit Milchglastrübungen des Parenchyms. Der Patient hatte minimale Symptome einer Kurzatmigkeit. Da Tumormarker, Bronchoskopie und Bronchiallavage keine richtungsweisenden Ergebnisse zeigten, wurde eine offene Lungenbiopsie durchgeführt. Makroskopisch zeigten sich eine schwarze Pigmentierung und einige Bullae. Histologisch stellte sich intrabronchial und angrenzend intraalveolär eine Akkumulation pigmentierter Makrophagen sowie eine milde interstitielle Fibrosierung mit interstitieller Akkumulation von Makrophagen, milder Lymphozyteninfiltration, einzelnen Plasmazellen sowie ein moderates subpleurales und paraseptales Emphysem dar. Anhand der mikroskopischen Daten diagnostizierte das Ärzteteam eine respiratorische Bronchiolitis mit interstitieller Lungenerkrankung (RB-ILD).

Nach Beendigung des E-Zigaretten-Konsums unter Beibehaltung des Rauchens von 10 Zigaretten pro Tag verschwanden die Auffälligkeiten [37].

► Tab. 2 Gesundheitliches Gefährdungspotenzial von E-Zigaretten.

Beobachtungen am Menschen	Tierversuche	Zellversuche
<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Nebenwirkungen: Reizungen des Rachenraums, Husten, Übelkeit, Kopfschmerzen, Benommenheit, Schwindel</li><li>▪ kurzfristige Beeinträchtigung der Lungenfunktion</li><li>▪ Wirkung auf Herz-Kreislauf-System unklar</li><li>▪ Fallbericht: beeinträchtigte Sauerstoffversorgung von Hauttransplantaten</li><li>▪ Fallbericht: entzündliche Reaktion in der Lunge</li><li>▪ Fallbericht: möglicherweise akute eosinophile Pneumonie</li><li>▪ Fallberichte: Verbrennungen durch Explosion</li><li>▪ Fallberichte: Vergiftung durch orale Aufnahme (v. a. Kinder bis 5 Jahre)</li><li>▪ langfristige Gesundheitsgefährdung unbekannt</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ entzündungsfördernd</li><li>▪ oxidativer Stress ↑</li><li>▪ Makrophagenfunktion ↓</li><li>▪ antimikrobielle Abwehr in den Atemwegen ↓</li><li>▪ Veränderungen der Genexpression</li><li>▪ Aktivierung Karzinogen-metabolisierender Enzyme</li><li>▪ Strangbrüche der DNA</li><li>▪ Beeinträchtigung der Lungenfunktion</li><li>▪ beeinträchtigte Lungenentwicklung von Neugeborenen bei Behandlung trächtiger Tiere mit E-Zigaretten-Aerosol</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ entzündungsfördernd</li><li>▪ oxidativer Stress ↑</li><li>▪ zytotoxisch</li><li>▪ Beeinträchtigung der Zellproliferation</li><li>▪ Veränderungen der Genexpression</li></ul>

## Gesundheitliche Auswirkungen beim Umstieg von Tabak- auf E-Zigaretten

Bei einem vollständigen Wechsel von Tabak- auf E-Zigaretten sinken die Werte für verschiedene Biomarker; dazu gehören v. a. Kohlenmonoxid und Metaboliten von Acrolein, Benzol und dem tabakspezifischen Nitrosamin NNAL sowie für Ethylenoxid und Acrylamid [4]. Verschiedenen Studien zufolge (bei denen ein Interessenkonflikt besteht) verbessern sich Husten, Kurzatmigkeit, Fitness sowie die Lungenfunktion, und es verringern sich Exazerbationen bei COPD [16–20]. Ein Wechsel von Tabak- zu E-Zigaretten verbesserte in einer Studie (mit Interessenkonflikt) bei Asthmapatienten die Lungenfunktion [3].

Bei einem unvollständigen Wechsel, bei dem sowohl Tabak- als auch E-Zigaretten verwendet werden (dualer Konsum), reduzieren sich die Werte für tabakspezifische Nitrosamine und Acrolein allerdings nur geringfügig [4]. Wenn ein Raucher E-Zigaretten verwendet und gleichzeitig – möglicherweise in geringerem Ausmaß – weiterräuchert, kann dies langfristig zu einer höheren Belastung führen, falls der duale Konsum den Raucher von einem vollständigen Rauchstopp abhält. Aufgrund des wahrscheinlich deutlich geringeren gesundheitlichen Vorteils und des langfristig womöglich sogar größeren Schadens bei einem dualen Konsum sollten Raucher vollständig auf E-Zigaretten umsteigen und ganz auf Tabakzigaretten verzichten. Langfristig sollten sie wegen des grundsätzlichen Schadenspotenzials der E-Zigarette idealerweise auch deren Konsum einstellen.

### Cave

Bei vielen der derzeit vorliegenden Studien zu gesundheitlichen Vorteilen eines Umstiegs von Tabak- auf E-Zigaretten besteht ein Interessenkonflikt.

### ÜBERBLICK

#### Gesundheitliche Vorteile eines vollständigen Umstiegs von Tabak- auf E-Zigaretten

Es kommt zu einer Reduzierung von

- Biomarkern für Kohlenmonoxid, Acrolein, Benzol, NNAL, Ethylenoxid, Acrylamid,
  - Husten, Kurzatmigkeit,
  - Exazerbationen bei COPD,
- und zu einer Verbesserung von
- Fitness,
  - Lungenfunktion,
  - Lungenfunktion bei Asthmapatienten.

## Nutzen in der Tabakentwöhnung

Raucher sterben durchschnittlich 10 Jahre früher als Nichtraucher – ein Rauchstopp reduziert diesen Unterschied wesentlich. Bei COPD-Patienten ist der Verzicht auf das Rauchen die effektivste Einzelmaßnahme. Bereits eine weniger als dreiminütige Beratung durch den Arzt mit Ansprache des Rauchens und der Empfehlung eines Rauchstopps erhöht die Wahrscheinlichkeit, dass ein Patient erfolgreich mit dem Rauchen aufhört. Die erfolgreichste Unterstützung für einen Rauchstopp ist eine Verhaltenstherapie, ergänzt durch Nikotinersatzprodukte.

Zur Wirksamkeit von E-Zigaretten in der Tabakentwöhnung liegen bislang nur wenige randomisierte doppelblinde Studien (RCT) und einige wenige Kohortenstudien vor. Eine gesicherte Aussage zu dieser Fragestellung ist auf Basis dieser Studien nicht möglich, da die Evidenz insgesamt als gering oder sehr gering eingestuft wird. Die vorliegenden RCT weisen darauf hin, dass E-Zigaretten mit Nikotin besser als solche ohne Nikotin einen Rauchstopp unterstützen können und möglicherweise ähnlich gut wirken wie Nikotinpflaster. Die Kohortenstudien deuten darauf hin, dass E-Zigaretten-Konsum möglicherweise zu einer höheren Rate von Aufhörversuchen führt als kein E-Zigaretten-Konsum [21, 22].

Ein Review, das 15 Kohortenstudien, 3 Querschnittstudien und 2 klinische Studien einbezog, kam hingegen zu dem Schluss, dass diejenigen, die E-Zigaretten verwenden, mit geringerer Wahrscheinlichkeit mit dem Rauchen aufhören als Nichtkonsumenten. Allerdings wird die Evidenz der Beobachtungsstudien und einer randomisiert-kontrollierten Studie als gering bewertet [22]. Grundsätzlich gilt außerdem, dass die publizierten klinischen Studien E-Zigaretten der ersten Generation verwendet haben – die heutigen weiterentwickelten Geräte sind möglicherweise effektiver.

Entsprechend der aktuell gültigen S3-Leitlinie zur Tabakentwöhnung aus dem Jahr 2015 sollen E-Zigaretten „nicht empfohlen werden, bevor sie nicht unter den Bedingungen der Arzneimittelpflichtprüfung auf ihre Wirksamkeit und Verträglichkeit bei der Harm Reduction und Tabakentwöhnung untersucht worden sind“ [23] (► Abb. 4).

### Merke

**E-Zigaretten sind derzeit kein zur Tabakentwöhnung zugelassenes Hilfsmittel. Rauchenden Patienten mit tabakassoziierten Krankheiten soll leitliniengerecht eine verhaltenstherapeutische Maßnahme, kombiniert mit Nikotinersatztherapie, empfohlen werden.**

## FALLBEISPIEL

### Tabakentwöhnung

Eine 30-jährige stellt sich erstmals für eine Routineuntersuchung vor. Sie hat keine bekannten Vorerkrankungen, ihr BMI liegt bei 27. Bei der Abfrage des Rauchstatus zeigt sich, dass sie seit ihrem 15. Lebensjahr raucht, anfangs gelegentlich, seit 10 Jahren täglich etwa 20 Zigaretten. Der Arzt empfiehlt ihr einen Rauchstopp unter Zuhilfenahme einer verhaltenstherapeutischen Intervention und von Nikotinersatzprodukten. Die Patientin gibt an, bereits zweimal, vor 4 und anderthalb Jahren, mit diesen Hilfsmitteln aufgehört zu haben, aber jeweils nach wenigen Wochen bis Monaten rückfällig geworden zu sein. Weitere medikamentöse und verhaltenstherapeutische Unterstützung lehnt die Patientin von sich aus ab und erwähnt, sie wolle es stattdessen mit E-Zigaretten probieren. Der Arzt erklärt der Patientin, dass E-Zigaretten derzeit keine zur Tabakentwöhnung zugelassenen Produkte sind, nicht harmlos sind und mögliche langfristige Gesundheitsauswirkungen derzeit unbekannt sind. Er weist darauf hin, dass er keine ärztlichen Empfehlungen zur Dosierung der Nikotinmenge oder zu bestimmten Produkten geben kann. Wenn sie einen Rauchstoppversuch mit E-Zigaretten unternehmen wolle, so solle sie beim Umstieg auf E-Zigaretten vollständig auf das Rauchen verzichten und wegen der unklaren Gesundheitsgefährdung langfristig möglichst auch den E-Zigarettenkonsum beenden.

## Schadensreduzierung („Harm Reduction“)

Die Hersteller preisen E-Zigaretten vielfach als weniger schädliche Alternative zu Tabakzigaretten an. Die Schadensreduzierung (engl. harm reduction) ist eine – übrigens von der Tabakindustrie stark unterstützte – Strategie, die das Ziel hat, bei Rauchern, die nicht mit dem Rauchen aufhören wollen oder die den Rauchstopp nicht schaffen, tabakbedingte Gesundheitsschäden durch eine Verringerung der Anzahl gerauchter Zigaretten oder den Umstieg auf weniger schädliche Tabak- oder Nikotinprodukte zu reduzieren. Der wesentliche positive Effekt einer Rauchreduktion mithilfe von Nikotinersatzprodukten und Verhaltenstherapie ist, dass dies die Wahrscheinlichkeit für einen Rauchstoppversuch erhöht [23].

### Merke

**E-Zigaretten können von gesundheitlichem Vorteil sein, wenn ein Raucher vollständig auf E-Zigaretten umsteigt und den Tabakkonsum beendet. Vom dualen Konsum wird abgeraten. E-Zigaretten sollten wegen des unklaren Restrisikos nicht dauerhaft verwendet werden.**

Welche Rolle die E-Zigarette in der Harm Reduction spielen kann, ist derzeit Gegenstand einer intensiven Debatte. Es gilt, ihr Potenzial zur Reduzierung der Gesundheitsschäden – insbesondere auch bei einer gleichzeitigen Verwendung mit Tabakzigaretten – sowie ihr Potenzial zur Unterstützung einer Rauchreduktion und langfristig möglichst auch eines vollständigen Rauchstopps abzuschätzen.

Auf Basis der aktuell verfügbaren Daten empfiehlt die Deutsche Hauptstelle für Suchtfragen in ihrem Positionspapier zur Schadensreduktion, dass Rauchern, denen der Rauchstopp mit anderen Hilfsmitteln nicht gelungen ist und die die E-Zigarette ausprobieren möchten, erklärt werden sollte, dass E-Zigaretten zwar im Vergleich zu Tabakzigaretten weniger schädlich, die langfristigen Gesundheitsauswirkungen aber nicht bekannt sind. Die Verwendung von E-Zigaretten sollte diesen Rauchern zwar nicht empfohlen, es sollte aber auch nicht von deren Verwendung abgeraten werden [24].

Die Dachgesellschaft Sucht geht einen Schritt weiter und empfiehlt Rauchern, die nicht für einen Rauchstopp mithilfe von Beratung, psychotherapeutischen Verfahren und/oder First-Line-Medikation zu gewinnen sind, zu raten, nach Möglichkeit vollständig auf E-Zigaretten umzusteigen, vom dualen Konsum aber abzuraten [25].

Die Deutsche Gesellschaft für Pneumologie und Beatmungsmedizin verweist auf die Empfehlungen im Positionspapier der American Heart Association aus dem Jahr 2014 und ergänzt, dass Patienten mit allen tabakassoziierten Krankheiten so rasch wie möglich eine intensive Rauchstoppberatung und Pharmakotherapie anzubieten ist (► **Abb.4**) [26].

### Merke

**Bei Rauchern, denen der Rauchstopp mit einer leitliniengerechten Tabakentwöhnung nicht gelingt und die E-Zigaretten probieren möchten, kann der Umstieg auf E-Zigaretten mit Hinweis auf die unklaren langfristigen Gesundheitsauswirkungen unterstützt werden.**



Leitlinie Tabakentwöhnung bei COPD (2013)	S3-Leitlinie Tabakentwöhnung (9.2.2015)	DPG (9.3.2015)	DHS (2016)	Dachges. Sucht (2017)
Elektronische Zigaretten können aufgrund eines fehlenden Wirksamkeitsnachweises für eine Entwöhnungsbehandlung und gleichzeitig bestehenden Sicherheitsbedenken nicht empfohlen werden.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ E-Zigaretten sollen nicht empfohlen werden, bevor sie nicht unter den Bedingungen der Arzneimittelprüfung auf ihre Wirksamkeit und Verträglichkeit bei der harm reduction und Tabakentwöhnung untersucht worden sind.</li> <li>▪ Die E-Zigarette sollte aufgrund der hohen Akzeptanz bei Rauchern durchaus als Mittel zur Tabakentwöhnung (erwachsener, stark konsumierender Raucher) diskutiert werden. Aufgrund der Mängel in der Qualitätsregulierung, wegen mangelnder Daten zum Langzeitgebrauch der E-Zigarette und zum Einsatz als Mittel der „Harm Reduction“, sowie wegen politischer und ethischer Bedenken kann die E-Zigarette jedoch nicht uneingeschränkt zur Nikotintherapie empfohlen werden.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Es gibt derzeit nicht genügend Evidenz für E-Zigaretten als primäre Ausstiegshilfe.</li> <li>▪ Bei Patienten, bei denen die primäre Entwöhnung versagt hat, diese nicht toleriert wird, medikamentöse Therapie abgelehnt wird, und der Patient E-Zigaretten als Ausstiegshilfe benutzen möchte, ist es empfehlenswert, dies zu unterstützen. Patienten sollten informiert werden, dass E-Zigaretten vermutlich deutlich weniger toxisch sind als Zigaretten, niedrige Konzentrationen toxischer Chemikalien beinhalten können und ihre Wirksamkeit in der Entwöhnung nicht belegt ist.</li> <li>▪ Patienten sollten E-Zigaretten, außer zur Rückfallprophylaxe, nicht dauerhaft verwenden.</li> <li>▪ Für Patienten mit allen tabakassoziierten Krankheiten ist intensive Rauchstopp-Beratung und Pharmakotherapie so rasch wie möglich anzubieten.</li> </ul>	Rauchern, denen der Rauchstopp mit anderen Hilfsmitteln nicht gelungen ist und die die E-Zigarette ausprobieren möchten, sollte erklärt werden, dass E-Zigaretten zwar im Vergleich zu Tabakzigaretten weniger schädlich sind, die langfristigen Gesundheitsauswirkungen aber nicht bekannt sind. Die Verwendung von E-Zigaretten sollte diesen Rauchern zwar nicht empfohlen, es sollte aber auch nicht von der Verwendung abgeraten werden.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ In Relation zu Zigaretten ist die Schädlichkeit des E-Zigarettenaerosols um ein Vielfaches geringer.</li> <li>▪ E-Zigaretten weisen derzeit einen (geringen) potenziellen Nutzen zur Raucherentwöhnung sowie positive kurzfristige und sehr wahrscheinlich langfristige Effekte zur Schadensreduzierung auf. Rauchern, die nicht für einen Rauchstopp mithilfe Beratung, Psychotherapie und/oder First-Line-Medikation zu gewinnen sind, kann geraten werden, nach Möglichkeit vollständig auf E-Zigaretten umzusteigen.</li> <li>▪ Von dual use ist abzuraten.</li> <li>▪ Weitere Studien zur langfristigen Effektivität zur Raucherentwöhnung sowie bzgl. des Gesundheitsrisikos sind nötig, um eine differenzierte Abwägung im Vergleich zu alternativen Behandlungsoptionen vorzunehmen.</li> </ul>
Zunehmende Evidenz; Positionen spiegeln Debatte um E-Zigarette wider; es bestehen Überschneidungen bei den Autorenteams der einzelnen Empfehlungen				

► **Abb. 4** Verschiedene Empfehlungen zu E-Zigaretten im Zeitverlauf [23–27].

## ÜBERBLICK

Bezüglich der **Tabakentwöhnung** durch Verwendung von E-Zigaretten ist zu konstatieren:

- Der vollständige Rauchstopp ist aus medizinischer Sicht das Mittel der Wahl, um tabakassoziierten Erkrankungen vorzubeugen.
- E-Zigaretten sind derzeit nicht zur Tabakentwöhnung zugelassen.
- Hinsichtlich des Potenzials von E-Zigaretten in der Tabakentwöhnung ist die Evidenzlage schwach; sie deutet aber darauf hin, dass E-Zigaretten Rauchern bei einem Rauchstopp helfen können.

Bezüglich der **Schadensreduzierung** gilt:

- Für Raucher können E-Zigaretten eine weniger schädliche Alternative zu Rauchtobakprodukten sein.
- Das Ausmaß der Schadensreduzierung eines vollständigen Umstiegs lässt sich derzeit nicht verlässlich beziffern.

## Belastung Dritter („Passivdampfen“)

Die passive Belastung durch E-Zigaretten-Aerosol unterscheidet sich vom Passivrauchen grundsätzlich darin, dass Aerosol nur dann produziert wird, wenn der Konsument die E-Zigarette aktiviert. Anders als beim Rauchen gibt es also keinen Nebenstromrauch, der beim Glimmen der aktuell nicht verwendeten Zigarette entsteht. Beim E-Zigaretten-Konsum belastet demnach ausschließlich das vom Konsumenten ausgeatmete Aerosol die Raumluft. Das Aerosol hat zudem eine wesentlich kürzere Halbwertszeit als Tabakrauch [5].

Dennoch gelangen mit dem Aerosol in Abhängigkeit von E-Zigaretten-Typ, -leistung und Liquid verschiedene Substanzen in die Raumluft. Dazu gehören Propylenglykol, Glycerin, Aromen, Nikotin, feine und ultrafeine Partikel, flüchtige organische Substanzen, Aldehyde (Formaldehyd, Acetaldehyd, Acrolein), Metalle, Carbonyle und polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe [5]. Die Mengen sind deutlich geringer als beim Passivrauchen. Die Belastung der Raumluft mit Partikeln kann aber, wenn gleichzeitig viele E-Zigaretten verwendet werden, auf Werte wie in einer verrauchten Bar ansteigen [28]. Das Nikotin gelangt nicht nur in die Raumluft, sondern lagert sich auch auf Oberflächen und der Kleidung ab; es wird von Nichtkonsumenten aus der Raumluft in den Körper aufgenommen [5, 29].

E-Zigaretten tragen somit zur Belastung der Raumluft bei, wenn auch in wesentlich geringerem Maße als Tabakrauch. Das Ausmaß der daraus resultierenden Ge-

## ÜBERBLICK

### Belastung Dritter

- Aerosol wird nur bei Aktivierung der E-Zigarette gebildet.
- In die Raumluft gelangt nur das vom Konsumenten inhalierte und wieder ausgeatmete Aerosol.
- Mit dem Aerosol gelangen Schadstoffe in die Raumluft.
- Nikotin aus dem Aerosol wird von Nichtkonsumenten in den Körper aufgenommen.
- Eine Gesundheitsgefährdung – insbesondere von sensiblen Personen wie Kindern und Asthmatikern – ist nicht auszuschließen.
- Das Ausmaß einer möglichen Gesundheitsgefährdung ist unbekannt.
- Weitere Forschung ist notwendig.

sundheitsgefährdung ist derzeit unbekannt. Dennoch empfiehlt die Innenraumhygienekommission des Umweltbundesamtes im Sinne eines vorbeugenden Gesundheitsschutzes, Bestimmungen und Beschränkungen, die für Tabakrauchen gelten, auch für E-Zigaretten anzuwenden [30]. Dies gilt umso mehr, als Innenräume in der Öffentlichkeit aufgrund der Nichtraucher-schutzgesetze rauchfrei sind und somit in diesem Bereich die Belastung nicht mit Tabakrauch, sondern mit einer Nullbelastung verglichen werden muss, insbesondere für besonders sensible Personen wie Kinder, Allergiker, Asthmatiker, Herzpatienten oder Menschen mit Lungenerkrankungen.

### Merke

**Beim E-Zigaretten-Konsum gelangen verschiedene Substanzen, auch schädliche, in die Raumluft. Es ist davon auszugehen, dass die gesundheitliche Belastung geringer ist als durch Rauchen. Zur Abschätzung der Gesundheitsgefährdung besteht Forschungsbedarf.**

## E-Zigaretten-Konsum bei Jugendlichen

In Deutschland ist es Jugendlichen seit 2016 durch das Jugendschutzgesetz verboten, E-Zigaretten zu kaufen und diese in der Öffentlichkeit zu verwenden. Da bei nichtrauchenden Jugendlichen der E-Zigaretten-Konsum hinsichtlich des gesundheitlichen Schadenspotenzials nicht mit dem Rauchen, sondern mit einer Nullbelastung verglichen werden muss, bedeuten E-Zigaretten für Jugendliche eine Gesundheitsgefährdung mit Abhängigkeitspotenzial.

Abgesehen von dem der E-Zigarette inhärenten Schadenspotenzial ist zu befürchten, dass E-Zigaretten Jugendlichen den Einstieg ins Rauchen erleichtern. Mehrere Längsschnittstudien deuten darauf hin, dass nicht-rauchende Jugendliche, die jemals E-Zigaretten verwendet haben, später mit erhöhter Wahrscheinlichkeit Zigaretten ausprobieren [31, 32]. Einen Kausalzusammenhang können diese Studien allerdings nicht belegen; weitere Forschung ist notwendig.

#### Merke

**E-Zigaretten sind keine harmlosen Life-Style-Produkte für Jugendliche. Mehrere Längsschnittstudien legen einen Zusammenhang zwischen E-Zigaretten-Konsum und Rauchbeginn nahe, einen Kausalzusammenhang können sie aber nicht belegen.**

## E-Zigaretten aus Public-Health-Perspektive

Die Frage, ob E-Zigaretten für die öffentliche Gesundheit von Vorteil oder Nachteil sind, ist Gegenstand einer kontroversen wissenschaftlichen Diskussion [33]. Problematisch ist, dass E-Zigaretten für Jugendliche interessante Life-Style-Produkte sein könnten, die jedoch ein gesundheitliches Schadenspotenzial bergen und zudem möglicherweise den Einstieg in den Tabakkonsum erleichtern. Daneben bedeuten die Produkte für Nichtkonsumenten eine neue Raumluftbelastung, die es im Sinne eines vorbeugenden Gesundheitsschutzes zu vermeiden gilt.

Einen Vorteil verschaffen E-Zigaretten der öffentlichen Gesundheit nur dann, wenn viele Raucher vollständig auf E-Zigaretten umsteigen und gleichzeitig möglichst wenige Neukonsumenten unter Nichtrauchern gewonnen werden. Verschiedene Modellierungsstudien zeigen Potenzial für einen Nettonutzen, sofern die regulatorischen Rahmenbedingungen derart gestaltet werden, dass E-Zigaretten attraktiv für Raucher sind, aber unattraktiv für Nichtraucher [34, 35].

#### Merke

**E-Zigaretten können für die öffentliche Gesundheit von Vorteil sein, wenn**

- möglichst viele Raucher E-Zigaretten nutzen, um ihren Tabakkonsum zu beenden,
- möglichst wenige Neukonsumenten gewonnen werden,
- Nichtkonsumenten vor dem Aerosol geschützt werden.

## Tabakprodukte zum Erhitzen

Ein Tabakhersteller brachte im Jahr 2016 ein neuartiges Tabakprodukt auf den deutschen Markt, bei dem eine spezielle Mini-Zigarette in einem Halter elektronisch erhitzt wird, wobei ein Aerosol entsteht, das vom Konsumenten inhaliert wird.

Eine zuverlässige Bewertung der Produkte ist nach der aktuellen wissenschaftlichen Studienlage nicht möglich, da fast ausschließlich vom Hersteller durchgeführte Studien vorliegen. Diese Studien legen nahe, dass das Aerosol weniger Schadstoffe enthält als der Rauch herkömmlicher Zigaretten. Entsprechend einer unabhängigen Studie erreichte die Temperatur im Gerät 330 °C, und im Aerosol fanden sich etwa 80 % der in Tabakrauch enthaltenen Nikotinmenge. Das Aerosol enthielt eine Reihe derselben Schadstoffe wie Tabakrauch, darunter Kohlenmonoxid und krebserzeugende Substanzen, jedoch in geringeren Mengen. In verhältnismäßig großen Mengen wurden im Aerosol folgende Substanzen gemessen: Acrolein (82 % der Menge in Tabakrauch) Formaldehyd (74 % der Menge in Tabakrauch), Benzaldehyd (50 % der Menge in Tabakrauch), Acetaldehyd (22 % der Menge in Tabakrauch) [36].

Somit ist davon auszugehen, dass die Produkte für Raucher wahrscheinlich weniger schädlich sind als Tabakzigaretten – sie sind aber auch keine harmlosen Life-Style-Produkte. Wie groß die Schadensreduktion tatsächlich ist, lässt sich nach aktuellem Kenntnisstand nicht abschätzen. Zudem besteht die Möglichkeit, dass eine Belastung der Raumluft mit solchen Substanzen entsteht, die auch von anderen im Raum anwesenden Personen in gewisser Menge aufgenommen werden. Daher sind Tabakprodukte zum Erhitzen für Nichtraucher nicht geeignet. Ebenso sollten die Produkte zum Schutz Dritter nicht in Nichtraucherbereichen verwendet werden.

## KERNAUSSAGEN

- In E-Zigaretten wird eine – meist nikotinhaltige – aromatisierte Flüssigkeit erhitzt und vernebelt und das dabei entstehende Aerosol vom Konsumenten inhaliert.
- Es gibt viele E-Zigaretten-Typen, die ständig weiterentwickelt werden, und viele verschiedene Liquids, sodass sich die Produkte stark voneinander unterscheiden können.
- Die meisten Inhaltsstoffe der Liquids sind für die orale oder dermale Aufnahme zugelassen, toxi-kologische Daten zu einer langfristigen Inhalation fehlen aber.
- Das zumeist in den Liquids enthaltene Nikotin wird aus modernen Geräten ähnlich gut abgegeben wie aus Tabakzigaretten. Nikotin macht abhängig und steht zunehmend im Verdacht, Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Typ-2-Diabetes und Tumorwachstum zu fördern; es beeinträchtigt sehr wahrscheinlich die Lungenentwicklung des Ungeborenen und bei Jugendlichen die Hirnreifung.
- E-Zigaretten-Aerosol wirkt in Tier- und Zellversuchen entzündungsfördernd, zytotoxisch, beeinträchtigt die Zellproliferation, verursacht oxidativen Stress und verändert die Genexpression.
- E-Zigaretten-Konsum kann kurzfristig die Lungenfunktion beeinträchtigen und zu einer entzündlichen Reaktion in den Atemwegen führen, insbesondere bei Asthmatikern.
- Mögliche langfristige Gesundheitsschäden wurden bislang kaum untersucht.
- Im Vergleich zu Tabakzigaretten sind E-Zigaretten sehr wahrscheinlich weniger schädlich.
- E-Zigaretten sind derzeit nicht zur Tabakentwöhnung zugelassen, können für Raucher aber eine weniger schädliche Alternative zum Rauchen sein, wobei sich das Ausmaß der Schadensreduzierung derzeit nicht verlässlich beziffern lässt.
- E-Zigaretten tragen zur Belastung der Raumluft bei, wenn auch in wesentlich geringerem Maß als Tabakrauch. Das Ausmaß einer möglichen Gesundheitsgefährdung ist derzeit unbekannt.

## Schlüsselwörter

E-Zigarette, Tabakentwöhnung, Schadensreduzierung, Passivdampfen

## Interessenkonflikt

Die Autorinnen geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

## Autorinnen/Autoren



### Ute Mons

PD Dr. med., Soziologin und Epidemiologin. Frau Mons hat 2013 an der Medizinischen Fakultät der Universität Heidelberg promoviert und ist seit 2017 habilitiert. Seit September 2017 ist sie Leiterin der Stabsstelle Krebsprävention am Deutschen Krebsforschungszentrum in Heidelberg.



### Katrin Schaller

Dr. rer. nat., Biologin und Wissenschaftsjournalistin. Frau Schaller hat 1997 an der Fakultät für Psychologie und Sportwissenschaft der Universität Bielefeld promoviert. Seit Mai 2005 ist sie wissenschaftliche Mitarbeiterin der Stabsstelle Krebsprävention am Deutschen Krebsforschungszentrum in Heidelberg.

## Korrespondenzadresse

Dr. Katrin Schaller  
Deutsches Krebsforschungszentrum  
Stabsstelle Krebsprävention und  
WHO-Kollaborationszentrum für Tabakkontrolle  
Im Neuenheimer Feld 280  
69120 Heidelberg  
E-Mail: k.schaller@dkfz.de

## Wissenschaftlich verantwortlich gemäß Zertifizierungsbestimmungen

Wissenschaftlich verantwortlich gemäß Zertifizierungsbestimmungen für diesen Beitrag ist Prof. Dr. med. Tom Schaberg, Rotenburg.

## Literatur

- [1] Deutsches Krebsforschungszentrum, Hrsg. E-Zigaretten: Konsumverhalten in Deutschland 2014–2016. Heidelberg: Aus der Wissenschaft für die Politik; 2016
- [2] Orth B. Die Drogenaffinität Jugendlicher in der Bundesrepublik Deutschland 2015. Rauchen, Alkoholkonsum und Konsum illegaler Drogen: aktuelle Verbreitung und Trends. BZgA-Forschungsbericht Köln: Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung; 2016
- [3] Pisinger C, Dossing M. A systematic review of health effects of electronic cigarettes. Preventive Medicine 2014; 69: 248–260
- [4] Shields PG, Berman M, Brasky TM et al. A review of pulmonary toxicity of electronic cigarettes in the context of smoking: a focus on inflammation. Cancer Epidemiol Biomarkers Prev 2017; 26: 1175–1191
- [5] Fernández E, Fu M, Martínez-Sánchez JM. Exposure to aerosols from smoking-proxy electronic inhaling systems: a systematic review. Prepared for the World Health Organization Tobacco Free Initiative 2016
- [6] Protano C, Manigrasso M, Avino P et al. Second-hand smoke generated by combustion and electronic smoking devices

- used in real scenarios: ultrafine particle pollution and age-related dose assessment. *Environment International* 2017; 107: 190 – 195
- [7] Deutsches Krebsforschungszentrum, Hrsg. Gesundheitsrisiko Nikotin. Fakten zum Rauchen. Heidelberg: 2015
  - [8] Vardavas CI, Girvalaki C, Filippidis FT et al. Characteristics and outcomes of e-cigarette exposure incidents reported to 10 European Poison Centers: a retrospective data analysis. *Tob Induc Dis* 2017; 15: 36
  - [9] Lappas AS, Tzortzi AS, Konstantinidi EM et al. Short-term respiratory effects of e-cigarettes in healthy individuals and smokers with asthma. *Respirology* 24.09 2017; DOI: 10.1111/resp.13180
  - [10] Benowitz NL, Fraiman JB. Cardiovascular effects of electronic cigarettes. *Nat Rev Cardiol* 2017; 14: 447 – 456
  - [11] Krishnan NM, Han KD, Nahabedian MY. Can e-cigarettes cause free flap failure? A case of arterial vasospasm induced by electronic cigarettes following microsurgical breast reconstruction *Plast Reconstr Surg Glob Open* 2016; 4: e596
  - [12] Agochukwu N, Liau JY. Debunking the myth of e-cigarettes: a case of free flap compromise due to e-cigarette use within the first 24 hours. *J Plastic Reconstruct Aesthetic Surg* 25.09 2017; DOI: 10.1016/j.bjps.2017.09.017
  - [13] Thota D, Latham E. Case report of electronic cigarettes possibly associated with eosinophilic pneumonitis in a previously healthy active-duty sailor. *J Emerg Med* 2014; 47: 15 – 17
  - [14] Ring Madsen L, Vinther Krarup NH, Bergmann TK et al. A cancer that went up in smoke: pulmonary reaction to e-cigarettes imitating metastatic cancer. *Chest* 2016; 149: e65 – 67
  - [15] Stephens WE. Comparing the cancer potencies of emissions from vapourised nicotine products including e-cigarettes with those of tobacco smoke. *Tob Control* 2017; DOI: 10.1136/tobaccocontrol-2017-053808
  - [16] Campagna D, Cibella F, Caponnetto P et al. Changes in breathomics from a 1-year randomized smoking cessation trial of electronic cigarettes. *Eur J Clin Invest* 2016; 46: 698 – 706
  - [17] Cibella F, Campagna D, Caponnetto P et al. Lung function and respiratory symptoms in a randomized smoking cessation trial of electronic cigarettes. *Clin Sci* 2016; 130: 1929 – 1937
  - [18] Polosa R, Morjaria JB, Caponnetto P et al. Evidence for harm reduction in COPD smokers who switch to electronic cigarettes. *Respir Res* 2016; 17: 166
  - [19] D’Ruiz CD, O’Connell G, Graff DW et al. Measurement of cardiovascular and pulmonary function endpoints and other physiological effects following partial or complete substitution of cigarettes with electronic cigarettes in adult smokers. *Regul Toxicol Pharmacol* 2017; 87: 36 – 53
  - [20] Gucht DV, Adriaens K, Baeyens F. Online vape shop customers who use e-cigarettes report abstinence from smoking and improved quality of life, but a substantial minority still have vaping-related health concerns. *Int J Environ Res Public Health* 2017; 14: 798
  - [21] Hartmann-Boyce J, McRobbie H, Bullen C et al. Electronic cigarettes for smoking cessation. *Cochrane Database Syst Rev* 2016; 9: CD010216
  - [22] El Dib R, Suzumura EA, Akl EA et al. Electronic nicotine delivery systems and/or electronic non-nicotine delivery systems for tobacco smoking cessation or reduction: a systematic review and meta-analysis. *BMJ Open* 2017; 7: e012680
  - [23] Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften. S3-Leitlinie „Screening, Diagnostik und Behandlung des schädlichen und abhängigen Tabakkonsums“. AWMF-Register Nr. 076-006 [Stand: 09.02.2015]
  - [24] Deutsche Hauptstelle für Suchtfragen. „Harm Reduction“: Verringerung von tabakrauchbedingten Gesundheitsschäden durch E-Zigaretten? Stellungnahme der Deutschen Hauptstelle für Suchtfragen e.V 2016
  - [25] Rütther T, Backmund M, Bischof G et al. Positionspapier: Suchtmedizinische und gesundheitspolitische Chancen und Risiken durch den Gebrauch von E-Zigaretten. *Suchttherapie* 2017; 18: 120 – 123
  - [26] Nowak D, Gohlke H, Hering T et al. Positionspapier der Deutschen Gesellschaft für Pneumologie und Beatmungsmedizin. *Pneumologie* 2015; 69: 131 – 134
  - [27] Andreas S, Batra A, Behr J et al. Leitlinie 020/005, Tabakentwöhnung bei COPD. S3-Leitlinie der Deutschen Gesellschaft für Pneumologie und Beatmungsmedizin e.V. 2013
  - [28] Soule EK, Maloney SF, Spindle TR et al. Electronic cigarette use and indoor air quality in a natural setting. *Tob Control* 2017; 26: 109 – 112
  - [29] Melstrom P, Koszowski B, Thanner MH et al. Measuring PM2.5, ultrafine particles, air nicotine and wipe samples following the use of electronic cigarettes. *Nicotine Tob Res* 2017; 19: 1055 – 1061
  - [30] Umweltbundesamt. Stellungnahme der Innenraumhygienekommission (IRK) zu elektronischen Zigaretten (E-Zigaretten). *Bundesgesundheitsblatt* 2016; 59: 1660 – 1661
  - [31] Soneji S, Barrington-Trimis JL, Wills TA et al. Association between initial use of e-cigarettes and subsequent cigarette smoking among adolescents and young adults: a systematic review and meta-analysis. *JAMA Pediatrics* 2017; 171: 788 – 797
  - [32] Yoong SL, Tzelepis F, Wiggers J et al. Prevalence of smoking-proxy electronic inhaling system (SEIS) use and its association with tobacco initiation in youths: a systematic review. Document prepared for the World Health Organization 2016
  - [33] Chapman S. E-cigarettes: the best and the worst case scenarios for public health – an essay by Simon Chapman. *BMJ* 2014; 349: g5512
  - [34] Levy DT, Borland R, Villanti AC et al. The Application of a decision-theoretic model to estimate the public health impact of vaporized nicotine product initiation in the United States. *Nicotine Tob Res* 2017; 19: 149 – 159
  - [35] Kalkhoran S, Glantz SA. Modeling the health effects of expanding e-cigarette sales in the United States and United Kingdom: a Monte Carlo Analysis. *JAMA Internal Medicine* 2015; 175: 1671 – 1680
  - [36] Auer R, Concha-Lozano N, Jacot-Sadowski I et al. Heat-not-burn tobacco cigarettes: smoke by any other name. *JAMA Intern Med* 2017; 177: 1050 – 1052
  - [37] Flower M, Nandakumar L, Singh M et al. Respiratory bronchiolitis-associated interstitial lung disease secondary to electronic nicotine delivery system use confirmed with open lung biopsy. *Respirol Case Rep* 2017; 5: e00230

## Bibliografie

DOI <https://doi.org/10.1055/s-0043-110097>  
 Pneumologie 2018; 72: 458–472  
 © Georg Thieme Verlag KG Stuttgart · New York  
 ISSN 0934-8387

## Punkte sammeln auf CME.thieme.de



Diese Fortbildungseinheit ist 12 Monate online für die Teilnahme verfügbar. Sollten Sie Fragen zur Online-Teilnahme haben, finden Sie unter <http://cme.thieme.de/hilfe> eine ausführliche Anleitung. Wir wünschen viel Erfolg beim Beantworten der Fragen!

Unter <https://eref.thieme.de/ZZX8TG1> oder über den QR-Code kommen Sie direkt zum Artikel zur Eingabe der Antworten.

VNR 2760512018154650543



### Frage 1

Propylenglykol, Glycerin und Aromen sind zur Verwendung als Lebensmittelzusatzstoff zugelassen. Was bedeutet dies für die Verwendung von E-Zigaretten?

- A E-Zigaretten-Liquids sind zum Verzehr geeignet.
- B Die bestimmungsgemäße Verwendung von E-Zigaretten ist harmlos.
- C E-Zigaretten sind für Kinder unbedenklich.
- D Ohne Bedeutung für den E-Zigaretten-Konsum, da die Inhaltsstoffe bei bestimmungsgemäßigem Gebrauch inhaliert und nicht oral konsumiert werden.
- E Ohne Bedeutung für den E-Zigaretten-Konsum, da Propylenglykol nicht als Lebensmittelzusatzstoff zugelassen ist.

### Frage 2

Welche der folgenden Aussagen zum E-Zigaretten-Aerosol ist richtig?

- A E-Zigaretten-Aerosol ist harmlos, denn es besteht lediglich aus Wasserdampf.
- B E-Zigaretten-Aerosol ist harmlos, denn es besteht aus Propylenglykol, das auch in Theaternebel verwendet wird.
- C E-Zigaretten-Aerosol ist gesundheitlich bedenklich, denn es enthält in Abhängigkeit von E-Zigaretten-Typ, Liquid und Nutzerverhalten verschiedene Schadstoffe.
- D E-Zigaretten-Aerosol ist gefährlich, denn die Aerosolpartikel haben dieselben Eigenschaften wie Tabakrauch.
- E E-Zigaretten-Aerosol ist genauso gefährlich wie Tabakrauch, denn es besteht aus einem Gemisch zahlreicher giftiger und krebserzeugender Substanzen.

### Frage 3

Welche gesundheitlich relevante Folge bringen die ständige Weiterentwicklung von E-Zigaretten und die große Vielfalt von E-Zigaretten und Liquids *nicht* mit sich?

- A Die E-Zigaretten produzieren unterschiedliche Mengen an Aerosol.
- B Das Aerosol der verschiedenen E-Zigaretten unterscheidet sich in seiner Zusammensetzung.
- C Die Vielfalt erschwert die Entwicklung von standardisierten Testverfahren.
- D Die Forschungsergebnisse gelten nur für die jeweils untersuchten Produkte und lassen sich schwer auf andere Produkte übertragen, sodass die gesundheitliche Bewertung schwierig ist.
- E Das Aerosol der verschiedenen E-Zigaretten ist unterschiedlich gefärbt.

### Frage 4

Welche der folgenden Aussagen zu Nikotin ist falsch?

- A Nikotin macht abhängig.
- B Nikotin ist toxisch.
- C Nikotin ist Hauptverursacher der tabakbedingten Erkrankungen.
- D Nikotin beeinträchtigt sehr wahrscheinlich die Lungentwicklung von Ungeborenen.
- E Nikotin beeinträchtigt sehr wahrscheinlich die Gehirnentwicklung von Jugendlichen.

## Punkte sammeln auf CME.thieme.de

Fortsetzung ...

### Frage 5

Welche der folgenden Aussagen zu gesundheitlichen Folgen des E-Zigaretten-Konsums ist falsch?

- A Das krebserregende Potenzial von E-Zigaretten ist mindestens genauso groß wie das von Tabakzigaretten.
- B E-Zigaretten-Konsum kann die Lungenfunktion beeinträchtigen.
- C Nikotinhaltige Liquids können bei oraler Aufnahme schwere Vergiftungen verursachen.
- D Die langfristigen gesundheitlichen Folgen des E-Zigaretten-Konsums sind unbekannt.
- E E-Zigaretten können bei nicht bestimmungsgemäßem Gebrauch explodieren.

### Frage 6

Welche der folgenden Aussagen zur Verwendung von E-Zigaretten als Hilfsmittel zum Rauchstopp ist richtig?

- A Es hat noch niemand mithilfe einer E-Zigarette mit dem Rauchen aufgehört.
- B E-Zigaretten sind nicht als Tabakentwöhnungsmittel zugelassen.
- C E-Zigaretten ohne Nikotin unterstützen einen Rauchstopp besser als solche mit Nikotin.
- D E-Zigaretten wirken nachgewiesenermaßen besser als Nikotinersatzprodukte.
- E Rauchern sollte davon abgeraten werden, E-Zigaretten als Hilfsmittel zum Rauchstopp zu verwenden.

### Frage 7

Welche Aussage hinsichtlich der Gesundheitsgefährdung von E-Zigaretten im Vergleich zu Tabakzigaretten ist falsch?

- A E-Zigaretten sind mit großer Wahrscheinlichkeit genauso schädlich wie Tabakzigaretten.
- B E-Zigaretten sind mit großer Wahrscheinlichkeit weniger schädlich als Tabakzigaretten.
- C Das Ausmaß der Schadensreduzierung beim Umstieg von Tabak- auf E-Zigaretten lässt sich nicht verlässlich beziffern.
- D Mit gesundheitlichen Vorteilen ist nur bei einem vollständigen Umstieg von Tabak- auf E-Zigaretten zu rechnen.
- E Der duale Konsum von Tabak- und E-Zigaretten bringt wahrscheinlich keinen nennenswerten gesundheitlichen Vorteil.

### Frage 8

Welchen gesundheitlichen Vorteil hat die gleichzeitige Verwendung von Tabak- und E-Zigaretten langfristig?

- A Keinen, da sich die Gesundheitsgefahren des Rauchens und des E-Zigaretten-Konsums aufaddieren.
- B Keinen, da E-Zigaretten genauso gesundheitsschädlich sind wie Tabakzigaretten.
- C Reduzierung der gesundheitlichen Belastung, wenn der Raucher gleichzeitig auf Light-Zigaretten umsteigt.
- D Beendigung der gesundheitlichen Belastung, wenn der Raucher dabei weniger raucht.
- E Schadensminderung, sofern der E-Zigaretten-Konsum zu einem Rauchstopp führt.

### Frage 9

Welche der folgenden Aussagen zum E-Zigaretten-Konsum von Jugendlichen ist falsch?

- A E-Zigaretten sind für Jugendliche harmlose Life-Style-Produkte.
- B E-Zigaretten bedeuten für Jugendliche eine Gesundheitsgefährdung mit Abhängigkeitspotenzial.
- C In Deutschland ist es Jugendlichen verboten, E-Zigaretten zu kaufen und diese in der Öffentlichkeit zu verwenden.
- D Jüngere Menschen probieren eher als ältere E-Zigaretten aus.
- E Möglicherweise erleichtern E-Zigaretten Jugendlichen den Einstieg in den Tabakkonsum.

### Frage 10

Sind E-Zigaretten ebenso wie das Rauchen (Passivrauchen) für Nichtkonsumenten gefährlich (Passivdampfen)?

- A Nein, denn es gibt kein „Passivdampfen“, weil Aerosol nur dann produziert wird, wenn der Konsument daran zieht.
- B Nein, denn das vom Konsumenten ausgeatmete Aerosol evaporiert sehr schnell.
- C Möglicherweise, denn mit dem Aerosol gelangen Schadstoffe in die Raumluft.
- D Ja, denn man riecht es, wenn jemand E-Zigaretten verwendet.
- E Ja, denn das Aerosol ist genauso schädlich wie Tabakrauch.