

Die Tabakologie beschäftigt sich mit den verschiedensten Formen des Tabakkonsums, deren Entwöhnungsbehandlung und Prävention. Tabak-bedingte Krankheiten betreffen alle medizinischen Disziplinen, weshalb Grundkenntnisse zu diesen Themen in der täglichen Praxis wichtig sind. In einer sechsteiligen Artikelserie werden Informationsblätter aus dem Bereich Tabakologie publiziert, um die typischen Formen des Konsums, die gesundheitlichen Auswirkungen, die gesetzlichen Rahmenbedingungen und Behandlungsstrategien zu vermitteln. Die Factsheets Cannabis (PHC 20/2016), Tabak-Zigarette (PHC 07/2017), Wasserpfeife/Shisha (PHC 02/2018), Zigarren/Zigarillos (PHC 04/2018) und Snus/Tabak (PHC 13/2018) wurden bereits publiziert.

Informationsblatt für Ärztinnen und Ärzte

Factsheet 6: Elektronische Zigarette

Christoph Kuhm^a; Macé Schuurmans^b

^a Universitätsspital Zürich, Klinik für Pneumologie, Zürich; ^b Kantonsspital Winterthur, Departement Medizin, Pneumologie, Winterthur

Einleitung

Elektronische Zigaretten («E-Zigaretten») sind batteriebetriebene Geräte, womit ein nikotinhaltes oder nikotinfreies Flüssigkeitsgemisch (Liquid) inhalativ appliziert werden kann.

Im Sprachgebrauch wird neben E-Zigaretten auch der Begriff «elektrische Shisha» oder «Hookah» («E-Shisha» bzw. «E-Hookah») verwendet. Im Folgenden sollen sämtliche dieser Produkte als sogenannte *Electronic Nicotine Delivery Devices* («ENDS») bezeichnet werden.

In den letzten Jahren ist eine Vielzahl von ENDS-Produkten auf den Markt gekommen, wobei das Grundprinzip stets ähnlich ist. Durch die von einer Batterie erzeugte Spannung (Heizspirale) wird eine Flüssigkeit verdampft. Dieser Dampf bzw. dieses Aerosol wird anschliessend über ein Mundstück inhaliert.

Die E-Zigaretten der ersten Generation sind Stift-ähnliche Einwegprodukte, deren Heizelement und manchmal auch eine Leuchtdiode durch Saugen am Mundstück eingeschaltet wird und die Inhalation eines Aerosols erlaubt. Vom Aussehen besteht eine deutliche Ähnlichkeit zur Tabak-Zigarette (*cig-alike*). Nach mehreren hundert Inhalationen werden diese Modelle entsorgt.

E-Shishas sind technisch gesehen praktisch identisch mit den E-Zigaretten der ersten Generation. Sie sind aber meist auffällig bunte und farbenfrohe Einweg-

produkte, die mit nikotinfreien fruchtigen Liquids konsumiert werden und preislich etwas günstiger sind als E-Zigaretten. Sie sprechen deshalb besonders Kinder und Jugendliche an und gelten als Einstiegsmodelle.

E-Zigaretten der zweiten Generation haben ein grösseres Volumen und erzeugen eine höhere Verbrennungstemperatur, wodurch mehr Aerosol inhaliert werden kann.

In Modellen der dritten Generation kann zusätzlich der Verdampfungswiderstand und die Batteriespannung modifiziert werden, wodurch noch höhere Temperaturen und somit noch grössere Inhalationsmengen entstehen. Bei höheren Temperaturen ist auch die Zusammensetzung des Aerosols toxischer [1]. E-Zigaretten der zweiten und dritten Generation haben aufladbare Batterien

(Akkus).

Von den E-Zigaretten zu unterscheiden sind die *Heat not burn*-Produkte, in denen der Tabak gemäss Herstellern nur erhitzt, jedoch nicht verbrannt wird (erhitzter Tabak) (Abb. 1) [2].

Konsum

Elektronische Zigaretten gibt es seit 1963, als sich Herbert A. Gilbert das Konzept einer elektrischen Zigarette patentieren liess [4]. Diese Idee setzte sich zunächst allerdings nicht durch. 2003 erfand der Chinese Hon Lik die heutige Version einer elektronischen Ziga-





Abbildung 1: Elektronische Zigaretten der ersten, zweiten und dritten Generation und ein «heat but not burn device».

A: Elektronische Zigaretten der ersten Generation, zum Teil auch E-Shisha genannt (links), E-Zigarette der zweiten (Mitte) und dritten (rechts) Generation (auch MODS oder «tanks» genannt). **B:** «Heat but not burn device», bestehend aus elektronischem Halter mit Heizelement und dem *heat-stick* (enthält Tabak und Filter). Daneben ist eine mobile Ladeeinheit gezeigt [3].

rette, die ab 2005/2006 auch exportiert wurde [5]. Seit 2007 wird diese Art der elektrischen Zigarette weltweit vertrieben, unter anderem auch in der Schweiz. ENDS haben seither kontinuierlich an Beliebtheit gewonnen. 2015 gaben 14% der Schweizer Bevölkerung an, schon einmal eine E-Zigarette verwendet zu haben (Vorwert 2013: 6,7%). 0,4% der Bevölkerung konsumierten regelmässig, mindestens einmal pro Woche ein solches Produkt [6].

In den Vereinigten Staaten waren E-Zigaretten bereits 2014 das beliebteste Tabakprodukt bei Jugendlichen. Mehr als 3 Millionen der Middle und High School-

Schüler hatte im letzten Monat ENDS verwendet. Auch zeigte sich eine starke Assoziation zwischen dem Gebrauch von ENDS und normalen Zigaretten [7].

E-Zigaretten werden von den Befragten (vorwiegend Erwachsene) vor allem zur Reduktion des Tabakkonsums bzw. als Übergangslösung zum Rauchstopp verwendet. Ein solcher gelingt in den wenigsten Fällen, sodass die häufigste Anwendungsform die sogenannte «*dual consumption*» bzw. «*dual use*» ist, das heisst, der Gebrauch sowohl von regulären Zigaretten als auch von ENDS [8].

Mit E-Zigaretten der ersten Generation konnten Capponetto und Kollegen in einer randomisierten kontrollierten Studie zeigen, dass der Gebrauch von E-Zigaretten (mit und ohne Nikotin) bei nicht-motivierten Rauchenden den konventionellen Zigarettenkonsum nach einem Jahr senken konnte (bei 10,3% der Beteiligten) und bei einem bescheidenen Anteil (8,7%) zum kompletten Rauchstopp führte [9].

Eine weitere randomisierte und kontrollierte Studie bei Rauchstopp-motivierten Personen konnte ähnliche Resultate zeigen. E-Zigaretten (mit und ohne Nikotin) führten zu einem Rauchstopp in 7,3% bzw. 4,1% der Anwender, während Nikotinpflaster in 5,8% dasselbe bewirkten, ohne dass vermehrte Nebenwirkungen auftraten. Die Unterschiede in den Erfolgsraten waren nicht signifikant [10]. Beide Studien weisen methodologische Mängel auf und zeigen Rauchstopp-Erfolgsraten, die tiefer liegen als mit bisherigen Evidenz-basierten Methoden. Es gilt auch zu bedenken, dass diese erfolgreichen Rauchstopp-Patienten zwar kein Rauch mehr inhalieren (Erfolgskontrolle mit Kohlenmonoxid-Messung), allerdings sind sie weiterhin Nikotin-abhängig (da der Nikotinkonsum fortgesetzt wird) und somit Rückfall-gefährdet bezüglich dem Konsum von Tabak-Zigaretten.

Zusätzliche Evidenz für einen möglichen Nutzen von E-Zigaretten liefert eine Beobachtungsstudie aus den USA, die im Zeitraum von 2014 bis 2015 eine höhere Rauchstopp-Erfolgsrate, verglichen mit dem Zeitraum von 2010 bis 2011, nachwies. Diesen Effekt schrieben die Autoren dem vermehrten Gebrauch von ENDS zu [11]. Solche Beobachtungen könnten Hypothesen generieren, diese jedoch nicht beweisen.

Neben dem Erzielen eines Rauchstopps führt bei Jugendlichen vor allem die Neugier zum Gebrauch von ENDS. Für Kinder und Jugendliche sind ENDS aufgrund ihres modernen Designs und Marketings ansprechend. Besonders beliebt sind bei Kindern und Jugendlichen günstige Einweg E-Shishas (Preis ab ca. Fr. 10.–), die es in verschiedenen Geschmacksrichtungen gibt [12]. Diese Problematik ist besonders bedenklich, wenn Kinder und Jugendliche dadurch freien Zugang zu

Nikotin-haltigen Produkten erhalten, wie dies seit April 2018 in der Schweiz möglich ist. Es fehlt eine gesetzliche Regelung bezüglich des Verbots des Verkaufs an Minderjährige, ebenso einen Schutz vor gezielter Werbung für diese vulnerable Bevölkerungsgruppe.

Gesetzliche Situation

Die gesetzliche Situation in der Schweiz ist bezüglich E-Zigaretten unübersichtlich. E-Zigaretten fallen aktuell in den Geltungsbereich des Lebensmittelgesetzes und unterstehen noch nicht dem Tabakproduktegesetz. Der Gesetzgeber erarbeitet aktuell ein neues Tabakproduktegesetz, in dem auch ENDS reglementiert werden. Bis April 2018 war der Verkauf und Handel von E-Zigaretten mit Nikotin offiziell in der Schweiz verboten. Seither ist es erlaubt und weitgehend ohne Altersbeschränkung käuflich. Der Kauf von ENDS ohne Nikotin war bis April 2018 ohne Altersbeschränkung möglich, das heisst, auch Kinder konnten diese erwerben. Bis dahin war der Import von ENDS mit und ohne Nikotin für den Eigengebrauch erlaubt, und nikotin-haltige Nachfülllösungen bis 150 ml konnten legal importiert werden.

Alle Aspekte von E-Zigaretten sind aufgrund der sehr lückenhaften gesetzlichen Regelung weniger streng reguliert als zum Beispiel Tabak-Zigaretten. Beispielsweise gibt es keine Vorgaben über Höchstdosen oder Standards bezüglich der Zusammensetzung der Liquide. Auch müssen die Geräte keine Sicherheitsstandards erfüllen. Entsprechend geniessen die Hersteller viele Freiheiten in der Produktgestaltung, und Sicherheitsmängel führen manchmal zu Unfällen, wie zum Beispiel Explosion der E-Zigarette.

Da ENDS aktuell nicht als Tabakprodukt gelten, unterstehen sie auch nicht dem Bundesgesetz zum Schutz vor Passivrauch. Trotzdem werden sie oft den konventionellen Zigaretten gleichgestellt, um Passivkonsum zu vermeiden, weil deren Auswirkungen bisher zu wenig bekannt sind.

Pharmakokinetik

Elektronische Zigaretten führen oft zu niedrigeren Nikotin-Plasmaspiegeln als konventionelle Zigaretten [13]. ENDS der zweiten und dritten Generation haben hierbei höhere Nikotin-Plasmaspiegel als die ersten Modelle [14]. In einer Studie von Goniewicz und Kollegen betrug die Nikotindosis in ENDS 0,025–0,77 mg nach 15 Atemzügen (Puffs), verglichen mit 1,54–2,60 mg bei konventionellen Zigaretten [15]. Die Nikotinmenge in der inhalierten Luft variiert sowohl bei ENDS als auch bei konventionellen Zigaretten stark und ist unter anderem abhängig von der Inhalationstiefe und Geräteeigenschaften. Neuere, leistungsfähigere Modelle von ENDS können vergleichbare Nikotin-Plasmaspiegel erreichen wie bei konventionellen Zigaretten.

Pathomechanismus

Eine Vielzahl von Studien konnte zeigen, dass Nikotin in Tabak-Zigaretten die Substanz mit dem grössten Abhängigkeitspotenzial ist und zum fortgesetzten Konsum führt. Die Gesundheitsfolgen der Tabak-Zigarette ist mehrheitlich auf die Substanzen zurückzuführen, die im Rahmen der Verbrennung entstehen, unter anderem zahlreiche karzinogene Verbindungen. Nikotin selbst kann aber langfristig ebenfalls zu vermehrtem Zelluntergang (Apoptose) und verstärkter Angiogenese führen und verursacht atheromatöse Veränderungen an den Gefässen [16]. Eine Studie an Mäusen und humanem Bronchialgewebe konnte zeigen, dass Nikotin-haltige ENDS zu einer Hyperreagibilität der Atemwege, zu vermehrter Schleimproduktion und Erweiterung der Alveolen führt. Darüber hinaus war die Zilienfunktion eingeschränkt und es gab Veränderungen in der Expression einer Vielzahl von Genen. Diese Veränderungen entsprachen denen von COPD-Patienten. Ursächlich für diese Veränderungen scheint das Nikotin zu sein, da Nikotin-freie ENDS diese Veränderungen nicht hervorriefen [17].

Tabelle 1: Schadstoffe im Rauch von konventionellen Zigaretten bzw. Aerosol von E-Zigaretten [22].

Substanz	Konventionelle Zigarette (µg im Hauptstromrauch)	E-Zigarette (µg in 15 Zügen)	Mittleres Verhältnis (konventionelle versus E-Zigarette)
Formaldehyd	1,6–52	0,20–5,61	9
Acetaldehyd	52–140	0,11–1,36	450
Acrolein	2,4–62	0,07–4,19	15
Toluol	8,3–70	0,02–0,63	120
N'-Nitrosornicotin	0,005–0,19	0,00008–0,00043	380
N'-Nitrosornicotin und 4-(methylnitrosoamino)- 1-(3-pyridyl)-1-butanon	0,012–0,11	0,00011–0,00283	40

Dass Nikotin eine entscheidende Substanz ist mit Schädlichkeitspotenzial, wird durch eine weitere Studie gestützt: In Blasen- und Lungenzellen traten bei Exposition mit Nikotin-haltigen Aerosolen vermehrt DNA-Schäden auf. Dieselben Veränderungen traten auch auf, wenn lediglich eine Nikotin-Exposition stattfand [18].

ENDS enthalten zusätzlich zum Nikotin hohe Konzentrationen an Carbonylen, aus denen bei Erhitzung und Verbrennung Propylenoxide entstehen, die als karzinogen eingestuft werden. Glycerin, eine der Hauptkomponenten in den Liquids, ist für die Entwicklung des weisslichen Aerosols von ENDS verantwortlich und wird durch Erhitzung in Acrolein umgewandelt. Acrolein ist ein Irritans und verursacht vermehrt kardiovaskuläre Events. Ebenfalls wurden im Aerosol von ENDS flüchtige organische Verbindungen (*volatile organic components*, VOC), Nitrosamine, Formaldehyde, Acetaldehyde sowie Carbonyl-Verbindungen und Metalle nachgewiesen (Tab. 1) [19].

Das Aerosol von E-Zigaretten enthält neben diesen Substanzen auch ultrafeine Partikel, die aufgrund ihrer (geringen) Grösse in den Blutstrom übertreten können [20]. Die Effekte bzw. Auswirkungen hierzu sind jedoch noch nicht ausreichend verstanden.

Lerner und Kollegen konnten zeigen, dass sich der Rauch von konventionellen Zigaretten und das Aerosol von ENDS in ihrer Zusammensetzung sehr ähnlich sind. Insbesondere mit Blick auf Sauerstoffradikale und ultrafeine Partikel gab es keine wesentlichen Unterschiede. Auch lassen sich im Aerosol Schwermetalle nachweisen. Beispielsweise ist der Kupfergehalt im E-Zigaretten-Aerosol bis sechsfach höher als im Tabak-Zigarettenrauch, wobei deren zytotoxische Auswirkungen noch zu wenig untersucht sind [21].

Beurteilung von E-Zigaretten

Daten zu den Langzeiteffekten von elektronischen Zigaretten sind aktuell noch nicht in genügendem Mass vorhanden. Entsprechend ist eine verlässliche Risikoeinschätzung noch nicht definitiv möglich. Daher müssen Aussagen, die E-Zigaretten als «harmlose» Alternative zu konventionellen Zigaretten sehen, mit äusserster Vorsicht genossen werden. Beispielsweise lässt sich eine Expertenmeinung von *Public Health England* aus dem Jahr 2015, die E-Zigaretten als 90–95% «sicherer» deklarieren, nicht mit validen Daten belegen [23].

Elektronische Zigaretten können möglicherweise einen Rauchstopp unterstützen. Dies wird unter anderem durch ein langsames Anfluten und niedrigere Spiegel des Nikotins bedingt [24]. Hierdurch treten Be-

Zusammenfassung

Elektronische Zigaretten (E-Zigaretten) haben in den letzten Jahren enorm an Bedeutung und Popularität zugenommen. Ging man anfangs von einem weitestgehend harmlosen Produkt aus, konnten in der Zwischenzeit in zahlreichen Studien schädliche Effekte analog zu konventionellen Zigaretten, in etwas geringerer Ausprägung, nachgewiesen werden. Den positiven Aspekten einer vermuteten (aber bisher nicht belegten) erhöhten Rauch-Abstinenzrate durch Einsatz von E-Zigaretten steht ein vermehrter Gebrauch von E-Zigaretten bei Jugendlichen gegenüber, die dadurch einen erleichterten Einstieg zum Rauchen von Tabak-Zigaretten erhalten. E-Zigaretten werden in diesem Zusammenhang als sogenannte *gateway drugs* (Einstiegsdroge) gesehen. Da *Electronic Nicotine Delivery Devices* (ENDS) bislang nicht umfassend reguliert waren, sind regulierende Mechanismen im Tabakproduktegesetz einzuführen, zum Beispiel zum Schutz von Kinder und Jugendlichen (Altersbeschränkung bezüglich Verkauf) und Schutz vor Passivkonsum (Gleichstellung mit Tabak-Zigarette in Bezug auf Rauch/Konsumverbote). Dies, weil wirtschaftliche Interessen unvereinbar sind mit dem Schutz der Bevölkerung vor einem potenziell schädlichen Produkt. Der Gesetzgeber hat dies erkannt und wird dies in der aktuell durchgeführten Anpassung des Tabakproduktegesetzes berücksichtigen, sofern die gewählte Strategie auf ausreichende politische Unterstützung stösst. Andernfalls muss man annehmen, dass eine liberale Haltung bezüglich E-Zigaretten langjährige Tabakpräventionsbemühungen unterlaufen werden. Langzeiteffekte von E-Zigaretten sind aktuell noch zu wenig verstanden und bedürfen weiterer Forschung. Bis der Stellenwert von E-Zigaretten einerseits als potenzielles Einstiegs-mittel zum Tabakkonsum und andererseits als mögliche Unterstützung für den Rauchstopp ausreichend belegt ist, sollte man sich hüten, dieses Produkt für Kinder und Jugendliche frei zugänglich zu machen, und auch Abstand davon nehmen, es für eine Schadenreduktion oder Ausstiegshilfsmittel zu empfehlen.

lohnungseffekte im zentralen Nervensystem verzögert und in geringerem Ausmass auf, weshalb das Suchtpotenzial erniedrigt ist [25]. Trotzdem hat die Entwicklung der E-Zigaretten in den letzten Jahren von Generation zu Generation zu grösseren Inhalationsmengen und damit Nikotinlevels geführt. Hierdurch wird die-

ser Effekt zumindest teilweise aufgehoben. Gleichzeitig sprechen ENDS mit ihrem Design, ihrer Handhabung und Geschmacksrichtungen vermehrt Kinder und Jugendliche an, sodass es gesamthaft nicht zu einer Reduktion des Nikotinkonsums kommen könnte. E-Zigaretten fungieren hierbei auch als sogenannte «gateway drug» oder Einstiegsdroge, wodurch der Konsum von anderen Substanzen gefördert wird. Beispielsweise kommt es bei Kindern und Jugendlichen, die mit E-Zigaretten experimentieren, signifikant häufiger zu einem späteren Konsum von konventionellen Zigaretten [7].

Ein Nutzen bei Hochrisikopatienten wie beispielsweise psychiatrischen Patienten konnte bislang nicht nachgewiesen werden. Man hört immer wieder, dass E-Zigaretten Personen beim Rauchstopp unterstützen können, die es mit anderen Methoden nicht geschafft haben, mit dem Rauchen aufzuhören. Tatsächlich gibt es aber leider keine systematischen wissenschaftlichen Daten, die diese Aussage unterstützen. Wünschenswert wären Studien, die zum Beispiel schwerstabhängige COPD-Patienten untersuchen in Bezug auf ihre Rauchstoppp Chancen mit Anwendung von E-Zigaretten.

Verdankung

Wir danken Dr. med. Rainer Kaelin für die Kommentare zum Manuskript.

Bildnachweis

© Anton Starikov | Dreamstime.com

Referenzen

- 1 Deutsches Krebsforschungszentrum (2015) E-Zigaretten und E-Shishas: Welche Faktoren gefährden die Gesundheit? Aus der Wissenschaft für die Politik, Heidelberg. https://www.dkfz.de/de/tabakkontrolle/download/Publikationen/AdWfP/AdWfP_Risikofaktoren_E-Zig_web.pdf
- 2 Humbel F, Sattler A, Schuurmans MM. Erhitzter Tabak und «Heat not Burn»-Tabakprodukte. Praxis (Bern 1994). 2018;107(6):315–22.
- 3 Kaelin RM, Barben J, Schuurmans MM. Elektronische Zigaretten, E-Shishas und «heat but not burn devices» SWISS MEDICAL FORUM – SCHWEIZERISCHES MEDIZIN-FORUM 2017;17(5):113–9.
- 4 Patent Herbert A. Gilbert: Smokeless non-tobacco cigarette. <https://patents.google.com/patent/US3200819A/en>
- 5 Patent Han Li: A Flameless Electronic Atomizing Cigarette. <https://patents.google.com/patent/CN104023775A/en?q=Patent&q=Han&q=A&q=Flameless&q=Electronic&q=Atomizing&q=Cigarette.&oq=Patent+Han+Li:+A+Flameless+Electronic+Atomizing+Cigarette>.
- 6 Kuendig H, Notari L, Gmel G. (2015) La cigarette électronique en Suisse 2014–2015 – Analyse des données du Monitoring suisse des addictions, Addiction Suisse, Lausanne, Suisse. http://www.suchtmonitoring.ch/docs/library/kuendig_ojq04t9a3zz3.pdf

- 7 U.S. Department of Health and Human Services. E-Cigarette Use Among Youth and Young Adults: A Report of the Surgeon General—Executive Summary. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion, Office on Smoking and Health, 2016. https://e-cigarettes.surgeongeneral.gov/documents/2016_sgr_full_report_non-508.pdf
- 8 Grana RA, Ling PM, Benowitz N, Glantz S. Electronic cigarettes. Cardiology patient page. Circulation. 2014;129(19):e490–2.
- 9 Caponnetto P, Campagna D, Cibella F, et al. Efficiency and Safety of an eElectronic cigAreTte (ECLAT) as tobacco cigarettes substitute: a prospective 12-month randomized control design study. PLoS One. 2013;8(6):e66317.
- 10 Bullen C, Howe C, Laugesen M, et al. Electronic cigarettes for smoking cessation: a randomised controlled trial. Lancet. 2013;382(9905):1629–37.
- 11 Zhu SH, Zhuang YL, Wong S, et al. E-cigarette use and associated changes in population smoking cessation: evidence from US current population surveys. BMJ. 2017;358:j3262.
- 12 Sucht Schweiz (2014): Die E-Zigarette in der Schweiz im Jahr 2013. Auswertung der Daten des Suchtmonitoring Schweiz. http://www.suchtmonitoring.ch/docs/library/kuendig_42ylkvonl1f.pdf
- 13 Vansickel AR, Eissenberg T. Electronic cigarettes: effective nicotine delivery after acute administration. Nicotine Tob Res. 2013;15:267–70.
- 14 Farsalinos KE, Spyrou A, Tsimopoulou K, et al. Nicotine absorption from electronic cigarette use: comparison between first and new generation devices. Sci Rep. 2014;4:4133.
- 15 Goniewicz ML, Kuma T, Gawron M, et al. Nicotine levels in electronic cigarettes. Nicotine Tob Res. 2013;15:158–66.
- 16 Heeschel C, Jang JJ, Weis M, et al. Nicotine stimulates angiogenesis and promotes tumor growth and atherosclerosis. Nat Med. 2001;7:833–9.
- 17 Garcia-Arcos I, Geraghty P, Baumlin N, et al. Chronic electronic cigarette exposure in mice induces features of COPD in a nicotine-dependent manner. Thorax. 2016;71(12):1119–29.
- 18 Lee HW, Park SH, Weng MW, et al. E-cigarette smoke damages DNA and reduces repair activity in mouse lung, heart, and bladder as well as in human lung and bladder cells. Proc Natl Acad Sci USA. 2018;115(7):E1560–9.
- 19 Goniewicz ML, Knysak J, Gawron M, et al. (2014): Levels of selected carcinogens and toxicants in vapour from electronic cigarettes. Tob Control 23:133–139.
- 20 Morris PB, Ference BA, Jahangir E, et al. Cardiovascular Effects of Exposure to Cigarette Smoke and Electronic Cigarettes: Clinical Perspectives From the Prevention of Cardiovascular Disease Section Leadership Council and Early Career Councils of the American College of Cardiology. J Am Coll Cardiol. 2015;66(12):1378–91.
- 21 Lerner CA, Sundar IK, Watson RM, et al. Environmental health hazards of e-cigarettes and their components: Oxidants and copper in e-cigarette aerosols. Environ Pollut. 2015;198:100–7.
- 22 Nowak D, Jörres RA, Rütger T. E-cigarettes—prevention, pulmonary health, and addiction. Dtsch Arztebl Int. 2014;111:349–55.
- 23 McNeill A, Brose SL, Calder R, et al. E-cigarettes: an evidence update. A report commissioned by Public Health England 2015.
- 24 Dawkins L, Corcoran O. Acute electronic cigarette use: nicotine delivery and subjective effects in regular users. Psychopharmacology. 2013; 231:401–7.
- 25 Bullen C, McRobbie H, Thornley S, et al. Effect of an electronic nicotine delivery device (e cigarette) on desire to smoke and withdrawal, user preferences and nicotine delivery: randomised cross-over trial. Tobacco control. 2010;19:98–103.

Korrespondenz:
PD Dr. med.
Macé Schuurmans
Kantonsspital Winterthur
Departement Medizin
Pneumologie
Brauerstrasse 15
CH-8400 Winterthur
[mace.schuurmans\[at\]ksw.ch](mailto:mace.schuurmans[at]ksw.ch)