

# E-Zigarettenkonsum und späterer Konsum konventioneller Zigaretten

Ergebnisse einer 2-jährigen prospektiven Beobachtungsstudie

## E-Cigarette Use and Later Use of Conventional Cigarettes

Results of a Prospective Observational Study over 2 Years

### Autoren

J. Hansen, J. Janssen, M. Morgenstern, R. Hanewinkel

### Institut

Institut für Therapie- und Gesundheitsforschung,  
IFT-Nord gGmbH, Kiel

eingereicht 4.9.2019

akzeptiert nach Revision 4.11.2019

### Bibliografie

DOI <https://doi.org/10.1055/a-1041-9970> |

Online-Publikation: 22.11.2019 |

Pneumologie 2020; 74: 39–45

© Georg Thieme Verlag KG Stuttgart · New York

ISSN 0934-8387

### Korrespondenzadresse

Prof. Dr. Reiner Hanewinkel, Institut für Therapie- und  
Gesundheitsforschung, IFT-Nord gGmbH, Harmsstraße 2,  
24114 Kiel

hanewinkel@ift-nord.de

### ZUSAMMENFASSUNG

**Ziel** Es sollte untersucht werden, ob der vorherige E-Zigarettenkonsum das spätere Probieren konventioneller Zigaretten vorhersagt.

**Methode** Im Schuljahr 2016/2017 nahmen in den Bundesländern Baden-Württemberg, Mecklenburg-Vorpommern, Nordrhein-Westfalen, Rheinland-Pfalz, Schleswig-Holstein und Sachsen 2388 Kinder und Jugendliche, die nie zuvor konventionelle Zigaretten geraucht haben, über 2 Jahre an einer Fragebogenstudie teil (mittleres Alter = 11,8 Jahre, SD = 1,21; 49,6% weiblich).

**Ergebnisse** Zur Eingangserhebung gaben 85 Schülerinnen und Schüler (3,6%) an, schon einmal E-Zigaretten probiert zu haben. Im Beobachtungszeitraum begannen 430 der ehemals nie rauchenden Jugendlichen (18,0%) mit konventionellen Zigaretten zu experimentieren. Auch nach statistischer Kontrolle von Alter, Geschlecht, Migrationshintergrund, „Sensation Seeking“, subjektiver Schulleistung, Alkoholkonsum, sozioökonomischem Status und Schulart war das relative Risiko für das Experimentieren bei Nutzern

von E-Zigaretten um 85% erhöht (adjustiertes relatives Risiko = 1,85, 95% KI [1,34–2,56]). Weiterführende Analysen zeigten, dass das Risiko insbesondere für Jugendliche mit niedrigem „Sensation Seeking“ erhöht war.

**Schlussfolgerungen** Jugendliche experimentierten häufiger mit konventionellen Zigaretten, wenn sie zuvor E-Zigaretten konsumiert hatten. Diese Assoziation scheint stärker für Jugendliche zu sein, die ein generell niedrigeres Risiko haben, mit dem Rauchen zu beginnen.

### ABSTRACT

**Aim** The aim was to investigate whether e-cigarette use predicts later experimentation with conventional cigarettes.

**Methods** During the 2016/2017 school year, 2,388 children and adolescents from Baden-Württemberg, Mecklenburg-Western Pomerania, North Rhine-Westphalia, Rhineland-Palatinate, Schleswig-Holstein and Saxony who had never smoked conventional cigarettes before took part in a survey over a 2-year period (mean age 11.8 years, SD = 1.21; 49.6% female).

**Results** At baseline, 85 pupils (3.6%) reported that they had already tried e-cigarettes at least once. By the end of the observational period, 430 of the sample had tried conventional cigarettes (18.0%). After statistical control for age, sex, migration background, type of school, socioeconomic status, sensation-seeking, alcohol use, and school performance, the adjusted relative risk of experimentation with conventional cigarettes was 85% higher (adjusted relative risk = 1.85, 95% CI [1.34–2.56]) for pupils who had used e-cigarettes at baseline. Further analyses revealed that the risk was higher among adolescents with low sensation-seeking scores.

**Conclusion** Among young never-smokers, experimentation with conventional cigarettes is more common in those who used e-cigarettes before than among those who have not tried e-cigarettes before. This effect seems to be stronger among adolescents who, in general, have a lower risk of starting to smoke.

## Hintergrund

Das Rauchen konventioneller Zigaretten geht mit erheblichen Gesundheitsgefahren einher und gilt als einer der größten Risikofaktoren für die Entstehung von Herz- und Kreislauferkrankungen, chronischen Atemwegserkrankungen, Krebs, Typ 2-Diabetes und weiteren Erkrankungen [1]. Elektrische Zigaretten (E-Zigaretten) werden von ihren Herstellern als weniger schädliche Alternative zu konventionellen Zigaretten vermarktet. Die langfristigen gesundheitlichen Folgen des E-Zigarettenkonsums sind bisher nicht ausreichend erforscht, doch industrieunabhängige Studien deuten schon heute darauf hin, dass E-Zigaretten unter anderem mit Lungen- und Herz-Kreislauf-Erkrankungen assoziiert sein können [2, 3].

Eric und Denise Kandel formulierten im *New England Journal of Medicine* als Erste die Hypothese, E-Zigaretten könnten aufgrund der schnellen Entwicklung einer Nikotinabhängigkeit den Einstieg in den Konsum konventioneller Zigaretten fördern (Gateway-Theorie) [4]. Diese Hypothese wurde inzwischen theoretisch weiterentwickelt [5] und mit Kohortenstudien aus den USA und Kanada [6–19], Großbritannien [20–22], Finnland [23], Mexiko [24], den Niederlanden [25], Rumänien [26], Taiwan [27] sowie Deutschland [28] empirisch geprüft. Die Ergebnisse dieser Studien weisen übereinstimmend darauf hin, dass das Probieren von E-Zigaretten im Jugendalter ein bedeutsamer Risikofaktor für das spätere Experimentieren mit klassischen Zigaretten ist. Die neueste Metaanalyse [29] quantifizierte den Zusammenhang der Initiierung des Rauchens klassischer Zigaretten bei vorherigem E-Zigarettenkonsum mit einem Odds Ratio von 3,62 (95%-Konfidenzintervall: 2,42–5,41).

Die bisher publizierten Kohortenstudien realisierten mit Ausnahme einer finnischen Studie [23] allesamt Beobachtungszeiträume zwischen 6 und 12 Monaten. In der vorliegenden Studie wurde eine vom Alter her gesehen sehr junge Kohorte rekrutiert, die dann über den Zeitraum von 24 Monaten beobachtet werden konnte. Unserer Kenntnis nach handelt es sich um die erst zweite Studie mit einer Stichprobe aus Deutschland, die die Frage prüft, ob der vorherige Konsum von E-Zigaretten bei Kindern und Jugendlichen als Risikofaktor für die spätere Initiierung des Rauchens herkömmlicher Zigaretten angesehen werden kann.

## Methode

Die Daten stammen aus dem „DAK-Präventionsradar“, einer kombinierten Quer- und Längsschnittstudie, die das gesundheitsrelevante Verhalten von Kindern und Jugendlichen in Deutschland untersucht [30].

Zur Teilnahme an der Studie wurden im Schuljahr 2016/2017 insgesamt 627 allgemeinbildende Schulen aus zufällig ausgewählten Regionen in 6 Bundesländern eingeladen (Baden-Württemberg, Mecklenburg-Vorpommern, Nordrhein-Westfalen, Rheinland-Pfalz, Sachsen und Schleswig-Holstein). 44 Schulen (7,0%) erklärten sich zur Teilnahme an der Studie bereit, 77 Schulen (12,3%) sagten ihre Teilnahme ab, und weitere 506 Schulen (80,7%) ließen die Einladung zur Studienbeteiligung unbeantwortet. An der schriftlichen Befragung nahmen aus-

schließlich Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe I teil, deren Eltern zuvor der Datenerhebung zugestimmt hatten. Um die Angaben der Befragten aus den beiden Erhebungswellen einander zuordnen zu können, generierten die Befragten vor Beginn des Ausfüllens einen individuellen siebenstelligen Code. Die Befragung erfolgte im Klassenverband entweder mit Paper-Pencil-Fragebögen oder als Online-Befragung.

4216 Fünft- bis Achtklässler aus 44 Schulen und 283 Klassen, die noch nie konventionelle Zigaretten geraucht haben, wurden zur Baseline im Schuljahr 2016/2017 befragt. Von diesen konnten 2 Jahre später 2388 Schülerinnen und Schüler wieder erreicht werden (Wiedererreichungsquote: 56,6%).

Die Studie wurde durch die zuständigen Kultusbehörden wie folgt genehmigt: Ministerium für Kultus, Jugend und Sport des Landes Baden-Württemberg (25.07.2016, AZ 31-6499.20/1026), Ministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur des Landes Mecklenburg-Vorpommern (08.08.2016, AZ VII-321-14000-2013/003/-114), Aufsichts- und Dienstleistungsdirektion des Landes Rheinland-Pfalz (01.08.2016, AZ 51-111-32/115-16), Sächsische Bildungsagentur (16.08.2016, AZ ZS 6499/3/33-2016/31858) sowie Ministerium für Schule und Berufsbildung des Landes Schleswig-Holstein (01.08.2016, ohne Aktenzeichen).

Die Ethikkommission der Deutschen Gesellschaft für Psychologie hat das Forschungsvorhaben geprüft und am 15.06.2016 als „ethisch unbedenklich“ eingestuft (AZ RH 042015\_1).

## Studienvariablen

**Rauchverhalten** Die Lebenszeitprävalenz des Konsums herkömmlicher Zigaretten wurde mit der Frage erfasst „Wie häufig hast du in deinem Leben bisher (Zigaretten geraucht/E-Zigarette gedampft)?“ Antwortmöglichkeiten waren „Noch nie/Nur ein paar Züge/1 bis 19-mal/20 bis 100-mal/Mehr als 100-mal“ [31]. Die Antworten wurden dichotomisiert in 0 = „Noch nie“ und 1 = alle anderen Antwortalternativen.

**Soziodemografische Merkmale und weitere Kovariaten** Erfasst wurden das Alter, das Geschlecht (0 = Jungen, 1 = Mädchen) und die Schulart (0 = kein Gymnasium, 1 = Gymnasium). Der Migrationshintergrund wurde folgendermaßen ermittelt: Personen, bei denen zu Hause nicht Deutsch gesprochen wird oder bei denen zu Hause eine weitere Sprache als Deutsch gesprochen wird, wurden als Personen mit Migrationshintergrund eingeordnet (0 = Migrationshintergrund, 1 = Migrationshintergrund).

Das Persönlichkeitsmerkmal „Sensation Seeking“ ist umschrieben als individuelle Tendenz, neue Erfahrungen zu machen und Eindrücke zu sammeln und hierfür u.U. Risiken in Kauf zu nehmen. „Sensation Seeking“ ist assoziiert mit dem Probieren und dem Konsum verschiedener psychotroper Substanzen [32]. Dieses Persönlichkeitsmerkmal wurde zur Baseline mit folgenden 2 Items erfasst: „Wie oft machst du gefährliche Sachen, um Spaß zu haben?“ und „Wie oft machst du aufregende Sachen, auch wenn sie gefährlich sind?“ [33]. Antwortalternativen waren „Überhaupt nicht/Gelegentlich/Manchmal/Oft/Sehr oft“, geringe Ausprägungen entsprachen einer niedrigen Ausprägung (Cronbachs Alpha = 0,85).

► **Tab. 1** Charakteristika der Stichprobe und Attritionsanalyse.

	Baseline gesamt N=4216	Nie Zigaretten geraucht, 2 Jahre später erreicht N=2388	Nie Zigaretten geraucht, 2 Jahre später nicht erreicht N=1828	p-Wert Attrition
<b>Soziodemografie</b>				
Geschlecht (% weiblich)	49,3	49,6	48,8	0,582
Alter (M, SD, R 9–16)	12,0 (1,26)	11,8 (1,21)	12,2 (1,31)	<0,001
Schulart (% kein Gymnasium)	45,9	45,0	47,2	0,167
Migrationshintergrund (% nein)	81,6	85,1	76,9	<0,001
SES (M, SD) R 1–10	6,7 (1,41)	6,7 (1,35)	6,8 (1,50)	0,053
<b>Persönlichkeit und Schulleistung</b>				
Sensation Seeking <sup>1</sup>	0 (1)	–0,04 (0,98)	0,06 (1,02)	0,001
Subjektive Schulleistung <sup>2</sup>	0 (1)	–0,02 (0,96)	0,03 (1,05)	0,126
<b>Substanzkonsum</b>				
Lebenszeitprävalenz E-Zigaretten (N [%])	203 (4,9)	85 (3,6)	118 (6,5)	<0,001
Lebenszeitprävalenz Alkohol (N [%])	385 (9,2)	204 (8,6)	181 (10,0)	0,130
R, Spannweite, M, Mittelwert; SD, Standardabweichung; SES, Sozioökonomischer Status.				
<sup>1</sup> standardisierte Skala (M=0, SD=1): Skalenwert <0=geringere Risikofreude, Skalenwert über 0 größere Risikofreude.				
<sup>2</sup> standardisierte Skala (M=0, SD=1): Skalenwert <0=subjektiv bessere Schulleistung als die Mitschüler/innen, Skalenwert größer 0=subjektiv schlechtere Schulleistung als die Mitschüler/innen.				

Die subjektive Schulleistung wurde zur Baseline mit der Frage erfasst „Wie schätzt du deine Schulleistungen im Vergleich zu den Mitschülerinnen und Mitschülern deiner Klasse ein?“, Antwortmöglichkeiten waren „Viel besser/Etwas besser/Etwas gleich/Etwas schlechter/Viel schlechter“.

Die Lebenszeitprävalenz des Alkoholkonsums wurde mit der Frage „Wie häufig hast du in deinem Leben bisher Alkohol getrunken?“ erfasst. Antwortkategorien waren „Noch nie“, „Nur ein bisschen probiert“, „1-mal“, „2 bis 5-mal“, „Mehr als 5-mal“. Die Antwortkategorien wurden dichotomisiert: „1-mal“, „2 bis 5-mal“ sowie „Mehr als 5-mal“ wurden als vorheriger Alkoholkonsum („1“) bewertet, die beiden anderen Kategorien als kein bisheriger Konsum mit einer „0“ kodiert.

## Statistische Analyse

Alle statistischen Datenanalysen wurden mit dem Statistikprogramm Stata durchgeführt (Version 15.0). Um Unterschiede zwischen nach der Baseline erreichten und nicht erreichten Jugendlichen zu überprüfen, wurden Chi-Quadrat- und t-Tests durchgeführt. Zur Prüfung des Zusammenhangs zwischen E-Zigarettenkonsum und späterem Experimentieren mit konventionellen Zigaretten wurde ein multiples Mehrebenenmodell (Poisson-Regression) verwendet, in das Variablen, die mit der Initiierung des Rauchens in Zusammenhang stehen, gleichzeitig aufgenommen wurden. Zusammenhänge zwischen den unabhängigen Modellvariablen und der abhängigen Variable werden als Relatives Risiko (RR) dargestellt. Die hierarchische Datenstruktur (Schülerinnen und Schüler in Klassen aus Schulen) wurde durch das Einfügen von zufälligen Achsenabschnit-

ten für die Klassen- und die Schulebene berücksichtigt. Die Zufallseffekte auf Klassenebene wurden in der finalen Analyse entfernt (Likelihood-Ratio-Test [ $p=0,076$ ]), was erwartungsgemäß keinen Einfluss auf die übrigen Modellkomponenten nahm.

## Ergebnisse

### Stichprobenbeschreibung und Attritionsanalyse

► **Tab. 1** führt Charakteristika der Stichprobe auf, einmal für die Gesamtstichprobe zur Baseline und einmal für die Analysestichprobe (mittleres Alter: 11,8 Jahre, 49,6% weiblich). Ein Vergleich zwischen nach der Baseline erreichten und nicht erreichten ehemals nie rauchenden Schülerinnen und Schülern zeigt darüber hinaus, inwieweit es zu einem selektiven Teilnehmersausfall kam. Häufiger erreicht wurden die Nieraucherinnen und Nieraucher, die jünger waren, keinen Migrationshintergrund hatten, niedrigere Werte auf der Persönlichkeitsskala „Sensation Seeking“ aufwiesen sowie seltener E-Zigaretten konsumierten.

### Initiierung des Rauchens konventioneller Zigaretten

Im Beobachtungszeitraum konsumierten 430 der 2388 ehemals nie rauchenden Jugendlichen (18,0%) erstmals in ihrem Leben konventionelle Zigaretten. Die Mehrebenenanalyse zeigte, dass Jugendliche im Beobachtungszeitraum mit einer höheren Wahrscheinlichkeit konventionelle Zigaretten zu rauchen begannen, wenn sie zur Baseline schon einmal E-Zigaretten konsumiert hatten, risikofreudiger waren (höhere Werte im „Sensation See-

► **Tab. 2** Relative Risikos der Initiierung des Rauchens konventioneller Zigaretten (N = 2310) innerhalb des 2-jährigen Beobachtungszeitraums.

Studienvariablen zur Baseline	Initiierung des Konsums konventioneller Zigaretten		
	ARR	95%-KI	p-Wert
Lebenszeitprävalenz E-Zigarettenkonsum (Ref = nein)	1,85	1,34 – 2,56	<0,001
Lebenszeitprävalenz Alkoholkonsum (Ref = nein)	1,72	1,31 – 2,23	<0,001
Alter	1,21	1,11 – 1,32	<0,001
Geschlecht (Ref = männlich)	1,43	1,17 – 1,75	<0,001
Sensation Seeking <sup>1</sup>	1,35	1,23 – 1,47	<0,001
Subjektive Schulleistung <sup>1</sup>	1,15	1,04 – 1,27	0,008
Schulart (Ref = kein Gymnasium)	0,47	0,36 – 0,62	<0,001
Migrationshintergrund (Ref = kein Migrationshintergrund)	1,05	0,79 – 1,38	0,754
SES <sup>1</sup>	1,01	0,91 – 1,11	0,911

ARR, Adjustiertes Relatives Risiko; SES, Sozioökonomischer Status; KI, Konfidenzintervall.  
 Ref = Referenzgruppe (niedrigster numerischer Wert).  
<sup>1</sup> standardisierte Skalen.

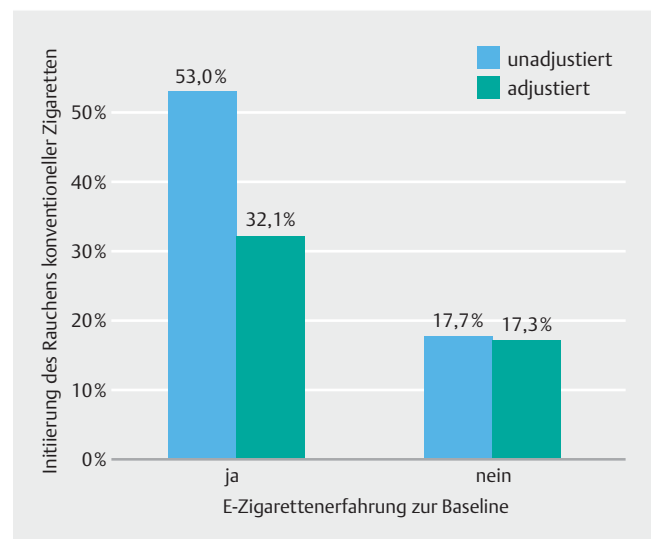
king“), schlechtere Schulleistungen hatten als ihre Mitschülerinnen und Mitschüler, eine andere Schule als ein Gymnasium besuchten, schon einmal Alkohol getrunken hatten, älter und weiblich waren (► **Tab. 2**).

Das Experimentieren mit konventionellen Zigaretten lag in der Gruppe derer, die zur Baseline E-Zigarettenkonsum angegeben hatten, unadjustiert bei 53,0% und in der Gruppe, die zur Baseline keinen E-Zigarettenkonsum angegeben hatten, bei 17,7% (Relatives Risiko = 3,0, 95% KI [2,21 – 4,06]). Nach statistischer Kontrolle von Alter, Geschlecht, Migrationshintergrund, „Sensation Seeking“, subjektiver Schulleistung, Alkoholkonsum, sozioökonomischem Status und Schulart lag das Experimentieren mit konventionellen Zigaretten in der Gruppe derer, die zur Baseline E-Zigarettenkonsum angegeben hatten, bei 32,1% und in der Gruppe, die zur Baseline keinen E-Zigarettenkonsum angegeben hatten, bei 17,3% (adjustiertes Relatives Risiko = 1,85, 95% KI [1,34 – 2,56]). ► **Abb. 1** veranschaulicht diese Ergebnisse grafisch.

Eine weiterführende Analyse auf Interaktionseffekte zeigte eine signifikante Interaktion in Abhängigkeit von „Sensation Seeking“ (adjustiertes Relatives Risiko = 0,74, 95% KI [0,57 – 0,96],  $p = 0,021$ ). Hatten Jugendliche mit geringer Risikobereitschaft zur Baseline bereits mit E-Zigaretten experimentiert, war das Risiko der Initiierung des Rauchens konventioneller Zigaretten im Vergleich zu Jugendlichen mit geringer Risikobereitschaft, die keine E-Zigaretten-Erfahrung zur Baseline berichteten, signifikant erhöht (36% vs. 11%).

## Diskussion

2388 Schülerinnen und Schüler der Klassenstufen 5 bis 8 aus 6 Bundesländern, die in ihrem Leben noch nie herkömmliche Zigaretten geraucht hatten, wurden über 2 Jahre beobachtet. Es fand sich eine robuste Assoziation zwischen Erfahrungen



► **Abb. 1** Initiierung des Rauchens konventioneller Zigaretten im 24-monatigen Beobachtungszeitraum in Abhängigkeit vom E-Zigarettenkonsum zur Baseline. Adjustierter Zusammenhang: nach statistischer Kontrolle von Alter, Geschlecht, Migrationshintergrund, „Sensation Seeking“, subjektiver Schulleistung, Alkoholkonsum, sozioökonomischem Status und Schulart.

mit dem Konsum von E-Zigaretten zur Baseline und dem Probieren konventioneller Zigaretten im Beobachtungszeitraum, auch wenn verschiedene Kovariaten, die Einfluss auf die Initiierung des Rauchens nehmen können, kontrolliert wurden.

Der Unterschied in der Initiierung des Rauchens zwischen Personen, die zuvor E-Zigaretten probiert hatten, und jenen, die zuvor keine Erfahrung mit E-Zigaretten gemacht hatten, ist durchaus vergleichbar mit Befunden aus internationalen Studien. Eine kürzlich durchgeführte Metaanalyse von 9 Kohorten-

studien ermittelte ein adjustiertes Chancenverhältnis von 3,62 für Jugendliche und junge Erwachsene mit Konsumerfahrungen von E-Zigaretten zur Baseline im Vergleich zu Personen ohne Konsumerfahrungen [29], wobei berücksichtigt werden muss, dass in der vorliegenden Studie deutlich mehr Störgrößen kontrolliert wurden als in den Kohortenstudien, die in die Metaanalyse eingeflossen sind. Aus diesem Grund sollte das berechnete Chancenverhältnis der Metaanalyse am besten mit dem in dieser Studie ermittelten unadjustierten Relativen Risiko von 3,0 verglichen werden.

Vergleichbar sind die Ergebnisse auch mit der ersten deutschen Kohortenstudie, die diese Fragestellung untersucht hatte [28]. In Letzterer wurden 2186 Zehntklässler ohne jegliche Raucherfahrung aus 2 Bundesländern 6 Monate lang beobachtet. Das relative Risiko der Initiierung des Rauchens lag bei 2,18, wenn zuvor E-Zigaretten probiert worden waren, im Vergleich zu Jugendlichen ohne E-Zigarettenenerfahrung zur Baseline. Die Schülerinnen und Schüler der aktuellen Studie besuchten die Klassenstufen 5 bis 8 und waren daher deutlich jünger als die Schülerinnen und Schüler der ersten deutschen Kohortenstudie. Auch die Beobachtungsintervalle unterschieden sich erheblich voneinander. Insofern ergänzen sich beide Studien.

In Deutschland rauchen Gymnasiasten seltener als Schülerinnen und Schüler, die andere Schularten des allgemeinbildenden Schulwesens besuchen [34]. Dieser Befund bestätigte sich auch in vorliegender Analyse: Im Beobachtungszeitraum fingen generell weniger Gymnasiasten an, mit dem Rauchen zu experimentieren. Der Zusammenhang zwischen E-Zigaretten-Nutzung und der Initiierung des Rauchens war jedoch für Gymnasiasten und Nicht-Gymnasiasten in etwa gleich hoch und kann daher als unabhängig vom Schultyp betrachtet werden. Dieser Befund ist ebenfalls vergleichbar mit der vorherigen longitudinalen Studie mit der Kohorte 10.-Klässler.

Ein wesentlicher Unterschied zwischen beiden Kohortenstudien besteht allerdings im Verbot des Verkaufs von E-Zigaretten an Minderjährige, das am 1. April 2016 in Kraft trat. Schülerinnen und Schüler der ersten Kohortenstudie konnten noch legal E-Zigaretten erwerben. Dies ist für die Kohorte der vorliegenden Studie nicht mehr der Fall. Wie man an den Prävalenzen des Tabak- und Alkoholkonsums in Deutschland allgemein und auch an den Ergebnissen dieser Studie ablesen kann, ist das legale Bezugsalter nicht die entscheidende Determinante des Einstiegs in den Konsum.

Vergleichbar sind die Ergebnisse beider Studien auch im Hinblick auf das Persönlichkeitsmerkmal „Sensation Seeking“. Dieses definiert sich als Suchen nach Abwechslung und neuen Erlebnissen, um immer wieder Spannungsreize zu erleben. Es handelt sich dabei um ein physiologisch begründetes Konstrukt, das davon ausgeht, dass es für jeden Menschen ein optimales Erregungsniveau gibt [35]. Über das Aufsuchen oder Vermeiden von stimulierenden Reizen kann die Erregung individuell reguliert werden. Sowohl in der vorliegenden als auch in der ersten Studie zur Untersuchung der Assoziation zwischen dem vorherigen E-Zigarettenkonsum und dem späteren Experimentieren mit konventionellen Zigaretten zeigte sich ein besonders starker Effekt für Jugendliche mit einem geringen Risikoprofil (niedrigen „Sensation Seeking“-Werten).

Die Interaktion zwischen dem Persönlichkeitsmerkmal „Sensation Seeking“ und dem vorherigen Experimentieren mit E-Zigaretten ist auch von theoretischem Interesse, da sie die Annahmen der Gateway-Hypothese stützt. Diese postuliert, dass aufgrund des hohen Suchtpotenzials des Nikotins der Konsum von E-Zigaretten einen Katalysatoreffekt nach sich ziehen könnte, d. h. den Umstieg auf das Rauchen herkömmlicher Zigaretten wahrscheinlicher machen kann [5]. Als Alternativhypothese wurde die sog. „Common liability“-Hypothese formuliert. Diese wiederum besagt, dass die Assoziation zwischen dem E-Zigarettenkonsum und dem Rauchen herkömmlicher Zigaretten durch Faktoren zu erklären sei, die beiden Verhaltensweisen gemeinsam sind wie genetische Faktoren, bestimmte Persönlichkeitsmerkmale oder auch ein rauchendes Umfeld [36]. Wenn nun aber insbesondere Jugendliche mit niedriger Ausprägung des Persönlichkeitsmerkmals „Sensation Seeking“ mit dem Rauchen herkömmlicher Zigaretten beginnen, sofern sie zuvor E-Zigaretten konsumiert haben, steht dieser Befund in Einklang mit den Annahmen der Gateway-Hypothese und widerspricht den Annahmen der konkurrierenden „Common liability“-Hypothese [37].

Die E-Zigarettenhersteller bewerben ihre Produkte mit dem Hinweis auf vermeintlich geringere Gesundheitsgefahren, die mit dem Konsum von E-Zigaretten im Vergleich zu herkömmlichen Zigaretten einhergehen sollen. Diese Botschaft könnte möglicherweise insbesondere Jugendliche mit einem sonst niedrigen Risikoprofil dazu veranlassen, mit E-Zigaretten zu experimentieren, bspw. Jugendliche mit einer geringen Ausprägung des Persönlichkeitsmerkmals „Sensation Seeking“. Dass E-Zigarettenwerbung nicht nur Jugendliche erreicht, sondern auch zum Probieren nikotinhaltiger Produkte anregen kann, zeigen internationale und auch nationale Studien hinlänglich [38]. Ein umfassendes Werbeverbot unter Einschluss von E-Zigaretten erscheint daher auch aus diesem Grund überfällig.

Primärer Endpunkt dieser Studie ist das erste Rauchen herkömmlicher Zigaretten, was schon einzelne Züge oder wenige gerauchte Zigaretten umfassen konnte. Wiederholt wurde hinterfragt, ob dieser Endpunkt eine gesundheitlich relevante Untersuchungsgröße darstellt. Ein Team um Peter Hajek hat zu dieser Fragestellung eine Metaanalyse durchgeführt. Die Autoren untersuchten die „Konversionsrate“ vom Rauchen einer einzigen Zigarette im Jugend- zum täglichen Rauchen im Erwachsenenalter. Acht longitudinale Studien mit über 200 000 Untersuchungspersonen gingen in die Analyse ein. 60% der Stichprobe hatten in ihrem Leben mindestens einmal geraucht. Von diesen wurden im weiteren Lebenslauf mehr als zwei Drittel (69%) tägliche Raucherinnen oder Raucher [39]. Aus diesem Grund kann der primäre Endpunkt dieser Studie durchaus als gesundheitlich bedeutsame Variable bezeichnet werden.

Die Studie reiht sich ein in 2 Dutzend Kohortenstudien aus Nord- und Mittelamerika, Europa und kürzlich auch Asien, die übereinstimmend fanden, dass der vorherige E-Zigarettenkonsum ein unabhängiger Risikofaktor für die Initiierung des Rauchens herkömmlicher Zigaretten im Jugendalter sein kann. Ob sich dieser Zusammenhang dann tatsächlich auch auf das Verhalten Jugendlicher auf Populationsebene niederschlägt, lässt sich derzeit nicht seriös beantworten. Einige erste Indizien deu-



ten sich allerdings an. So stieg in Kanada nicht nur zwischen 2017 und 2018 die Zahl der E-Zigaretten-Konsumenten im Alter von 16–19 Jahren deutlich an, sondern im selben Zeitraum auch die Anzahl der Personen in diesem Alter, die in den letzten 30 Tagen herkömmliche Zigaretten geraucht hatten: Von 10,7% in 2017 auf 15,5% in 2018 [40]. Schon aus diesem Grund ist ein engmaschiges Monitoring des jugendlichen Rauchverhaltens wünschenswert.

## Limitationen

Zur Untersuchung der Fragestellung, ob der vorherige E-Zigarettenkonsum den späteren Konsum herkömmlicher Zigaretten vorhersagt, wurde eine Beobachtungsstudie realisiert, die generell anfälliger für systematische Verzerrungen ist als eine randomisierte klinische Studie, welche aber in diesem Fall schon allein aus ethischen Gründen nicht umsetzbar ist. Kausale Schlussfolgerungen sind aus Beobachtungsstudien nur sehr eingeschränkt, wenn überhaupt, zu ziehen. So könnte die externe Validität der Untersuchungsergebnisse durch einen Selektionsbias, die interne Validität durch ungemessene Konfundierung beeinträchtigt worden sein. Ein Selektionsbias ist immer dann möglich, wenn die Studienpopulation keine Zufallsauswahl aus der Zielpopulation ist, was in vorliegender Untersuchung der Fall ist. Trotz Erfassung verschiedener Störvariablen ist eine Konfundierung des Zusammenhangs durch eine oder mehrere nicht erfasste Drittvariablen niemals auszuschließen. Insbesondere der Einfluss des unmittelbaren sozialen Umfelds, wie z. B. rauchende Freunde oder rauchende Familienmitglieder, wurde nicht mit einbezogen.

Die Schülerinnen und Schüler der rekrutierten Kohorte waren bei der Erstbefragung im Durchschnitt unter 12 Jahre alt. Daher hatten vergleichsweise wenige Personen der Kohorte zu Beginn des Befragungszeitraums bereits E-Zigaretten konsumiert. Der sehr lange Beobachtungszeitraum von 2 Jahren führte des Weiteren zu einem teilweisen Verlust von Probanden über die Zeit, wobei insbesondere Schülerinnen und Schüler mit einem hohen Risikoprofil aus der Stichprobe herausfielen. Seltener erreicht werden konnten Schülerinnen und Schüler, die älter waren, einen Migrationshintergrund aufwiesen, höhere Werte auf der Persönlichkeitsskala „Sensation Seeking“ aufwiesen sowie häufiger E-Zigaretten konsumierten.

Auch die Art der Datenerfassung stellt eine weitere Limitation der Studie dar, da keine objektive Messung herangezogen werden konnte und die erhobenen Fragebogendaten durch systematische Antworttendenzen verfälscht sein können. Auch wurde nicht erhoben, welche Art von Liquids – mit oder ohne Nikotin – die Jugendlichen konsumierten. Eine Kohortenstudie, die in Finnland durchgeführt wurde, zeigte bspw. auf, dass nur der vorherige Konsum nikotinhaltiger E-Zigaretten, aber nicht der Konsum von E-Zigaretten ohne Nikotin den späteren Konsum herkömmlicher Zigaretten vorhersagte [23] – ein Befund, der die Annahmen des Wirkmechanismus der Gateway-Hypothese stützt.

## Fazit

Jugendliche experimentierten häufiger mit konventionellen Zigaretten, wenn sie zuvor E-Zigaretten konsumiert hatten. Diese robuste Assoziation scheint stärker für Jugendliche zu sein, die ein generell niedrigeres Risiko haben, mit dem Rauchen zu beginnen. Die Befunde stehen in Einklang mit den Annahmen der Gateway-Hypothese.

## Förderung

DAK-Gesundheit

## Interessenkonflikt

Die Autoren geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

## Literatur

- [1] Carter BD, Abnet CC, Feskanich D et al. Smoking and mortality – beyond established causes. *N Engl J Med* 2015; 372: 631–640
- [2] Bals R, Boyd J, Esposito S et al. Electronic cigarettes: a task force report from the European Respiratory Society. *Eur Respir J* 2019; 53: 1801151
- [3] Skotsimara G, Antonopoulos AS, Oikonomou E et al. Cardiovascular effects of electronic cigarettes: A systematic review and meta-analysis. *Eur J Prev Cardiol* 2019; 26: 1219–1228
- [4] Kandel ER, Kandel DB. Shattuck Lecture. A molecular basis for nicotine as a gateway drug. *N Engl J Med* 2014; 371: 932–943
- [5] Schneider S, Diehl K. Vaping as a Catalyst for Smoking? An Initial Model on the Initiation of Electronic Cigarette Use and the Transition to Tobacco Smoking Among Adolescents. *Nicotine Tob Res* 2016; 18: 647–653
- [6] Barrington-Trimis JL, Urman R, Berhane K et al. E-Cigarettes and Future Cigarette Use. *Pediatrics* 2016; 138: e20153983
- [7] Leventhal AM, Strong DR, Kirkpatrick MG et al. Association of Electronic Cigarette Use With Initiation of Combustible Tobacco Product Smoking in Early Adolescence. *JAMA* 2015; 314: 700–707
- [8] Loukas A, Marti CN, Cooper M et al. Exclusive e-cigarette use predicts cigarette initiation among college students. *Addict Behav* 2017; 76: 343–347
- [9] Miech R, Patrick ME, O'Malley PM et al. E-cigarette use as a predictor of cigarette smoking: results from a 1-year follow-up of a national sample of 12th grade students. *Tob Control* 2017; 26: e106–e111
- [10] Spindle TR, Hiler MM, Cooke ME et al. Electronic cigarette use and uptake of cigarette smoking: A longitudinal examination of U.S. college students. *Addict Behav* 2017; 67: 66–72
- [11] Unger JB, Soto DW, Leventhal A. E-cigarette use and subsequent cigarette and marijuana use among Hispanic young adults. *Drug Alcohol Depend* 2016; 163: 261–264
- [12] Wills TA, Knight R, Sargent JD et al. Longitudinal study of e-cigarette use and onset of cigarette smoking among high school students in Hawaii. *Tob Control* 2017; 26: 34–39
- [13] Leventhal AM, Stone MD, Andrabi N et al. Association of e-Cigarette Vaping and Progression to Heavier Patterns of Cigarette Smoking. *JAMA* 2016; 316: 1918–1920
- [14] Hammond D, Reid JL, Cole AG et al. Electronic cigarette use and smoking initiation among youth: a longitudinal cohort study. *CMAJ* 2017; 189: E1328–E1336

- [15] Bold KW, Kong G, Camenga DR et al. Trajectories of E-Cigarette and Conventional Cigarette Use Among Youth. *Pediatrics* 2018; 141: e20171832
- [16] Primack BA, Shensa A, Sidani JE et al. Initiation of Traditional Cigarette Smoking after Electronic Cigarette Use among Tobacco-Naive U.S. Young Adults. *Am J Med* 2018; 131: 443.e441–449
- [17] Primack BA, Soneji S, Stoolmiller M et al. Progression to Traditional Cigarette Smoking After Electronic Cigarette Use Among US Adolescents and Young Adults. *JAMA Pediatr* 2015; 169: 1018–1023
- [18] Watkins SL, Glantz SA, Chaffee BW. Association of Noncigarette Tobacco Product Use With Future Cigarette Smoking Among Youth in the Population Assessment of Tobacco and Health (PATH) Study, 2013–2015. *JAMA Pediatr* 2018; 172: 181–187
- [19] McMillen R, Klein JD, Wilson K et al. E-Cigarette Use and Future Cigarette Initiation Among Never Smokers and Relapse Among Former Smokers in the PATH Study. *Public Health Rep* 2019. doi:10.1177/0033354919864369
- [20] Best C, Haseen F, Currie D et al. Relationship between trying an electronic cigarette and subsequent cigarette experimentation in Scottish adolescents: a cohort study. *Tob Control* 2018; 27: 373–378
- [21] Conner M, Grogan S, Simms-Ellis R et al. Do electronic cigarettes increase cigarette smoking in UK adolescents? Evidence from a 12-month prospective study. *Tob Control* 2018; 27: 365–372
- [22] East K, Hitchman SC, Bakolis I et al. The Association Between Smoking and Electronic Cigarette Use in a Cohort of Young People. *J Adolesc Health* 2018; 62: 539–547
- [23] Kinnunen JM, Ollila H, Minkinen J et al. Nicotine matters in predicting subsequent smoking after e-cigarette experimentation: A longitudinal study among Finnish adolescents. *Drug Alcohol Depend* 2019; 201: 182–187
- [24] Lozanoa P, Barrientos-Gutierrez I, Arillo-Santillan E et al. Longitudinal study of electronic cigarette use and outset of conventional cigarette smoking and marijuana use among Mexican adolescents. *Drug Alcohol Depend* 2017; 180: 427–430
- [25] Treur JL, Rozema AD, Mathijssen JJP et al. E-cigarette and waterpipe use in two adolescent cohorts: cross-sectional and longitudinal associations with conventional cigarette smoking. *Eur J Epidemiol* 2018; 33: 323–334
- [26] Penzes M, Foley KL, Nadasan V et al. Bidirectional associations of e-cigarette, conventional cigarette and waterpipe experimentation among adolescents: A cross-lagged model. *Addict Behav* 2018; 80: 59–64
- [27] Chien YN, Gao W, Sanna M et al. Electronic Cigarette Use and Smoking Initiation in Taiwan: Evidence from the First Prospective Study in Asia. *Int J Environ Res Public Health* 2019; 16: 1145
- [28] Morgenstern M, Nies A, Goecke M et al. E-cigarettes and the use of conventional cigarettes – a cohort study in 10th grade students in Germany. *Dtsch Arztl Int* 2018; 115: 243–248
- [29] Glantz SA, Bareham DW. E-Cigarettes: Use, Effects on Smoking, Risks, and Policy Implications. *Annu Rev Public Health* 2018; 39: 215–235
- [30] Janssen J, Hansen J. „Präventionsradar“ – Studie zu Kinder- und Jugendgesundheit. *Public Health Forum* 2019; 27: in Druck
- [31] Bondy SJ, Victor JC, Diemert LM. Origin and use of the 100 cigarette criterion in tobacco surveys. *Tob Control* 2009; 18: 317–323
- [32] Sargent JD, Tanski S, Stoolmiller M et al. Using sensation seeking to target adolescents for substance use interventions. *Addiction* 2010; 105: 506–514
- [33] Stephenson MT, Hoyle RH, Palmgreen P et al. Brief measures of sensation seeking for screening and large-scale surveys. *Drug Alcohol Depend* 2003; 72: 279–286
- [34] Hanewinkel R, Isensee B. Risk factors for e-cigarette, conventional cigarette, and dual use in German adolescents: a cohort study. *Prev Med* 2015; 74: 59–62
- [35] Zuckerman M. The psychophysiology of sensation seeking. *J Pers* 1990; 58: 313–345
- [36] Etter JF. Gateway effects and electronic cigarettes. *Addiction* 2018; 113: 1776–1783
- [37] Chapman S, Bareham D, Maziak W. The Gateway Effect of E-cigarettes: Reflections on Main Criticisms. *Nicotine Tob Res* 2019; 21: 695–698
- [38] Hansen J, Hanewinkel R, Morgenstern M. Electronic cigarette marketing and smoking behaviour in adolescence: a cross-sectional study. *ERJ Open Res* 2018; 4: 00155–02018
- [39] Birge M, Duffy S, Miler JA. What Proportion of People Who Try One Cigarette Become Daily Smokers? A Meta-Analysis of Representative Surveys. *Nicotine Tob Res* 2018; 20: 1427–1433
- [40] Hammond D, Reid JL, Rynard VL. Prevalence of vaping and smoking among adolescents in Canada, England, and the United States: repeat national cross sectional surveys. *BMJ* 2019; 365: l2219