

Cannabis und Rauchen – eine schädliche Verbindung

Hintergrund

Cannabis ist eine der ältesten bekannten Nutz- und Heilpflanzen und gehört zur Familie der Hanfgewächse (Cannabaceae). In Deutschland dient der Begriff als Überbegriff für alle aus der Pflanze gewonnenen Produkte. Der Konsum weiblicher Pflanzenteile kann eine berauschende Wirkung hervorrufen, weshalb in Deutschland Cannabis und der darin enthaltene psychoaktive Inhaltsstoff Delta-9-Tetrahydrocannabinol (THC) dem Betäubungsmittelgesetz (BtMG) unterliegen. Seit 2017 ist der Einsatz von Cannabis in der Medizin unter strengen Auflagen erlaubt, da einzelnen Inhaltsstoffen der Pflanze eine medizinische Wirksamkeit zugesprochen wird, die allerdings nur zum Teil durch Studien belegt ist. Neben diesem

medizinischen Gebrauch ist Cannabis die häufigste konsumierte illegale Droge in den westlichen Ländern. Im Jahr 2021 gaben in Deutschland rund 4,5 Millionen Menschen (8,8 Prozent der Bevölkerung) an, im letzten Jahr Cannabis konsumiert zu haben³³. Im gleichen Jahr verfügte die Hälfte der 18- bis 25-Jährigen über Erfahrungen mit Cannabiskonsum³⁰.

Die Bundesregierung plant eine kontrollierte Abgabe von Cannabis an Erwachsene, um damit durch eine kontrollierte Produktqualität den Jugend- und Gesundheitsschutz zu verbessern und zur Eindämmung des Schwarzmarktes beizutragen⁵. Die in Deutschland am weitesten verbreitete Konsumform, das Rauchen von Cannabis, birgt jedoch beträchtliche Gesundheitsgefahren.

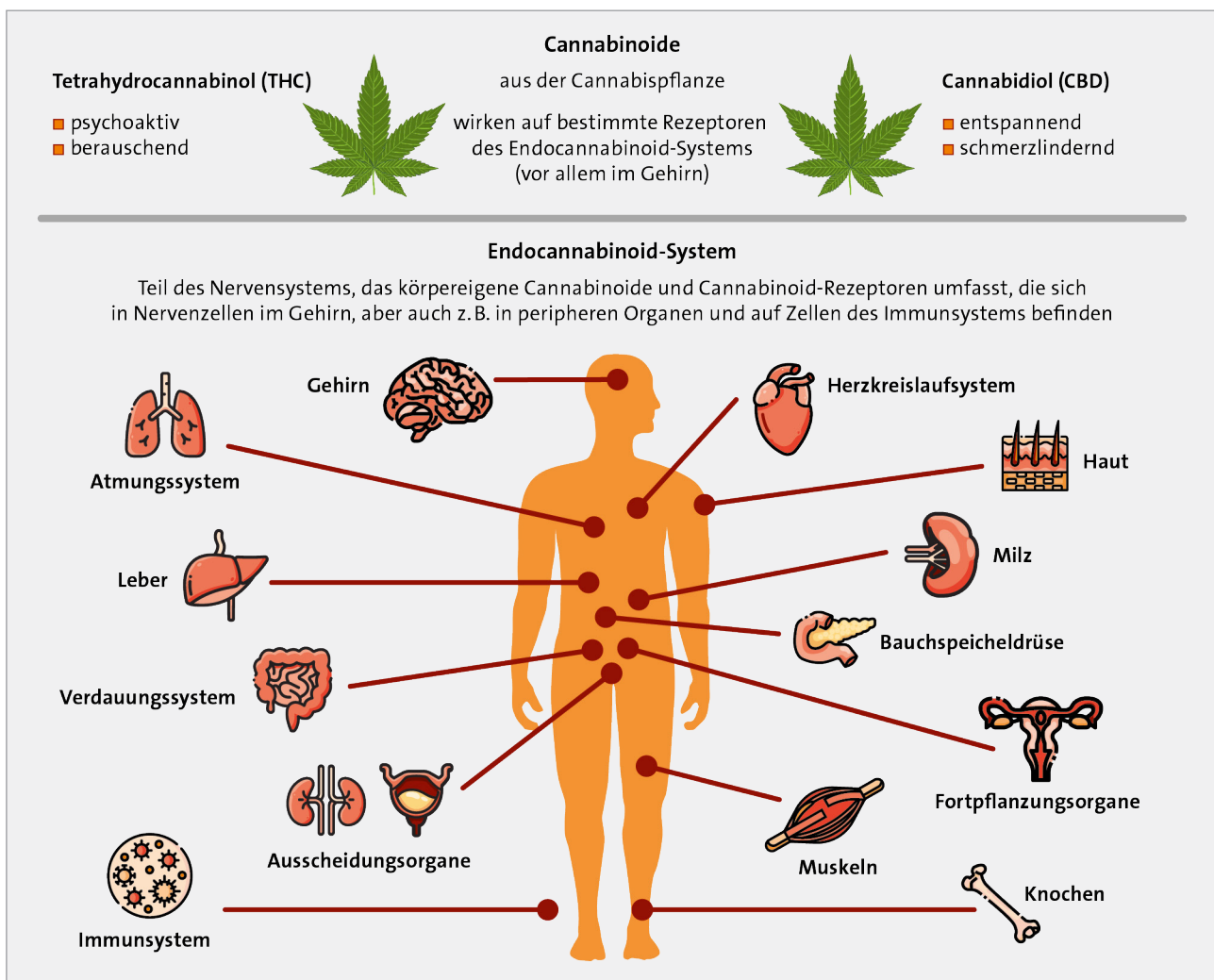


Abbildung 1: Bedeutende Cannabinoide der Cannabispflanze und Endocannabinoid-System des menschlichen Körpers. Quellen: Fundación CANNA 2022⁸, Lu & Mackie 2016²¹, Lu & Mackie 2021²², Rock & Parker 2021³⁴, Zou & Kumar 2018⁴⁶. Darstellung: Deutsches Krebsforschungszentrum, Stabsstelle Krebsprävention, 2023

Wirkstoffe von Cannabis

Die getrockneten, harzhaltigen Blüten und blüthennahen Blätter der weiblichen Hanfpflanze werden als Marihuana (umgangssprachlich auch Gras, Pot oder Weed) bezeichnet. Wird nur das extrahierte und meist gepresste Harz der Pflanzen verwendet, spricht man von Haschisch (Dope, Piece). Aus dem Harz kann das seltener konsumierte Haschischöl gewonnen werden. Die häufigste Konsumform ist das Rauchen (Kiffen) – entweder pur oder vermischt mit Tabak als Joint. Zunehmend wird Cannabis auch in E-Zigaretten oder in Vaporizern konsumiert. Durch Essen oder Trinken von Cannabiszubereitungen, sogenannten Edibles, ist eine orale Aufnahme möglich. Im Gegensatz zur Inhalation, bei der die Rauschwirkung unmittelbar einsetzt, entwickelt sich die Wirkung bei dieser Konsumform langsam, oft über Stunden. Dieser verzögerte Wirkeintritt verleitet zur Überdosierung und hat damit unerwünschte, zum Teil gravierende Nebenwirkungen²⁶.

Die Cannabispflanze enthält mehr als 100 verschiedene Cannabinoide. Diese Inhaltsstoffe docken im menschlichen Körper an bestimmte Cannabinoid-Rezeptoren an, die sich vor allem im Gehirn befinden und Teil des zum Nervensystem gehörenden Endocannabinoid Systems sind (Abb. 1). Relevant sind vor allem das Tetrahydrocannabinol (THC) und das Cannabidiol (CBD). THC wirkt aufgrund seiner chemischen Zusammensetzung psychoaktiv und berauschend, CBD wird nicht als psychoaktiv, aber entspannend und schmerzlindernd eingestuft. Der Gehalt der einzelnen Bestandteile in der Pflanze hängt von Wachstumsfaktoren wie Feuchtigkeit, Temperatur, Bodennährstoffen und UV-Strahlung ab³⁴. In den letzten 20 Jahren ist durch Züchtung der THC-Gehalt von Cannabis deutlich gestiegen, während der CBD-Gehalt stabil geblieben oder auf ein vernachlässigbares Niveau gesunken ist⁷.

Ursache für die Wirkung als berauschende Droge ist das THC. Neben dem THC-Gehalt hängt die psychoaktive Wirkung davon ab, wie viel und wie oft konsumiert und ob inhaliert oder oral aufgenommen wird. Auch die individuelle Konstitution und Konsumerfahrung der Konsumierenden spielen eine Rolle. Die Wirkung von Cannabis kann daher sehr unterschiedlich sein. Anders als bei Alkohol dauert der Abbau von THC deutlich länger als die Wirkung anhält, und die Abbauprodukte sind etwa 30 Tage im Urin nachweisbar.

Auf dem illegalen Markt sind Wirkstoffgehalt und Zusammensetzung der Cannabispräparate weder konstant noch den Konsumierenden bekannt. So sollen viele Produkte gehandelt werden, die mit Sand, Zucker, Haarspray, Glas oder

weiteren, gesundheitsgefährdenden Materialien gestreckt sind. Zunehmend wird Marihuana beschlagnahmt, das mit synthetischen Cannabinoiden besprüht ist und dessen Risikopotential als besonders hoch gilt⁴.

Gesundheitsgefahren des Cannabiskonsums

Cannabis wirkt auf Körper und Psyche und erzeugt ein breites Spektrum an Wirkungen, das sogenannte „High“: Euphorie, Entspannung, Zeitverzerrung, sensorische Veränderungen und ein allgemein angenehmes Gefühl. Oft geht der Konsum mit einer Appetitsteigerung und einer Rötung der Bindehaut einher. Neben diesen kurzfristigen Wirkungen kann der Konsum von Cannabis besonders für Langzeit-Konsumierende und Jugendliche gesundheitliche und psychische Risiken mit sich bringen.

Akut kann es zu Beeinträchtigungen einer Reihe von kognitiven Funktionen wie Informationsverarbeitung, motorische Koordination, motorische Leistung, Gedächtnis und Aufmerksamkeit kommen^{6,42}. Dadurch erhöht sich die Unfallgefahr im Straßenverkehr². Zu den akuten unerwünschten Nebenwirkungen gehören Angstzustände, Panikreaktionen und psychotische Symptome^{13,42} (Abb. 2). Darüber hinaus wird der Konsum – insbesondere bei Jugendlichen und psychisch instabilen Personen – mit einer Reihe von psychiatrischen Erkrankungen in Verbindung gebracht¹⁶. THC hat Auswirkungen auf das Herz-Kreislauf-System. Je nach Dosierung kommt es zu einem Anstieg des Blutdrucks und der Herzfrequenz und es gibt Hinweise, dass bei regelmäßigem Konsum das Risiko für Herzrhythmusstörungen und Herzinfarkte zunimmt³⁹. Die Inhalation von Marihuana rauch kann außerdem nachteilige Auswirkungen auf die Atemwege haben²³.

Der Zusammenhang zwischen dem Konsum von Marihuana und der Entstehung von Krebs ist bisher nicht eindeutig nachgewiesen¹⁸. Möglicherweise besteht ein erhöhtes Risiko für Hodenkrebs¹⁰. Da viele Cannabiskonsumierende auch Tabak rauchen³⁵, sind gesicherte Schlussfolgerungen über Ursache und Wirkung schwierig. Ob gesundheitsschädliche Auswirkungen durch das Rauchen von Tabak oder Cannabis verursacht werden, lässt sich bei Konsumierenden beider Substanzen nicht eindeutig feststellen.

Cannabinoide reagieren direkt mit dem Belohnungssystem im Gehirn und haben daher abhängig machende Eigenschaften³⁷. Vor allem bei chronischem Konsum entwickeln schätzungsweise etwa 9 Prozent aller Cannabiskonsumierenden eine Abhängigkeit.

Impressum

© 2023 Deutsches Krebsforschungszentrum, Heidelberg

Autorinnen: Dipl.-Biol. Andy Hartard, Dipl.-Biol. Sarah Kahnert, Dr. Katrin Schaller

Layout, Illustration, Satz: Dipl.-Biol. Sarah Kahnert

Zitierweise: Deutsches Krebsforschungszentrum (2023) Cannabis und Rauchen – eine schädliche Verbindung. Fakten zum Rauchen, Heidelberg

Verantwortlich für den Inhalt:

Dr. Katrin Schaller

Deutsches Krebsforschungszentrum

Stabsstelle Krebsprävention und

WHO-Kollaborationszentrum für Tabakkontrolle

Im Neuenheimer Feld 280

69120 Heidelberg

Telefon: 06221 42 30 07 | E-Mail: who-cc@dkfz.de

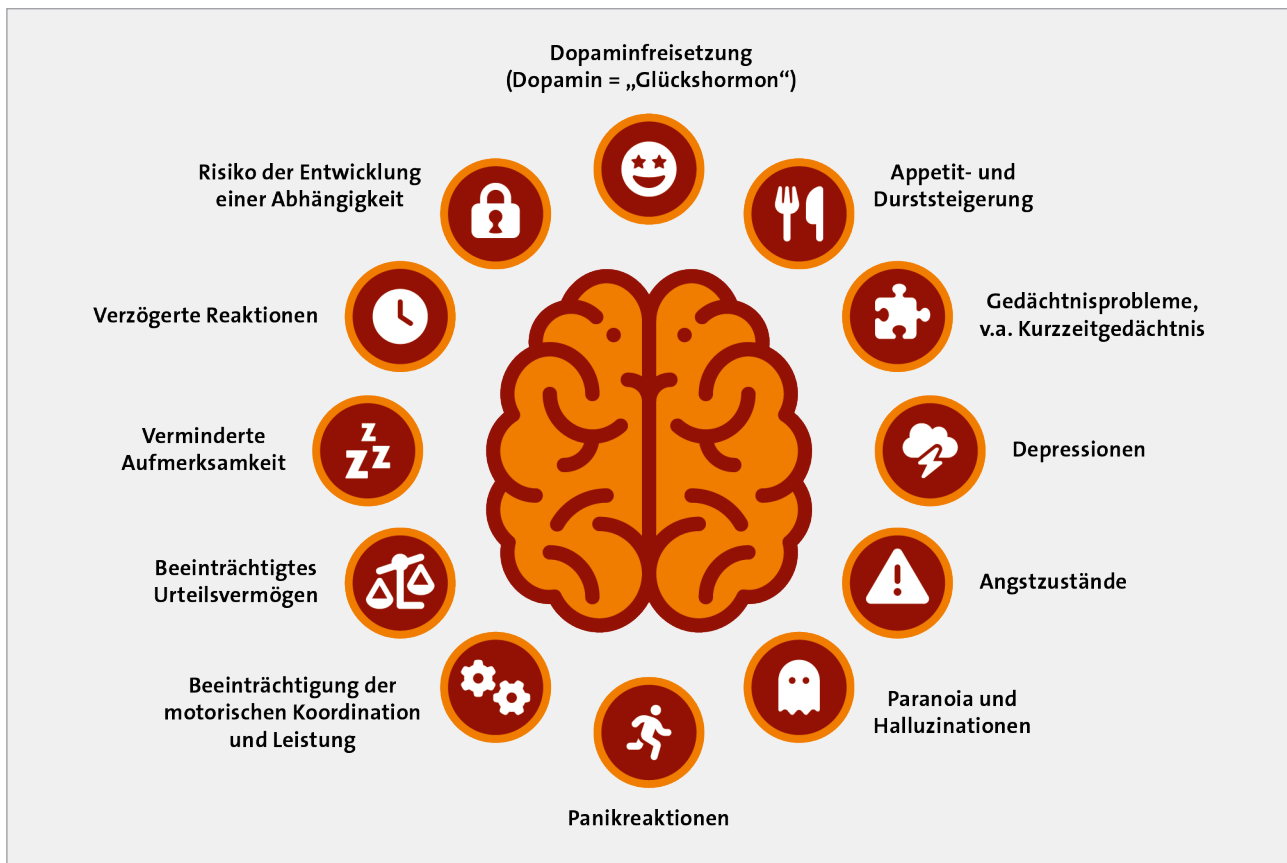


Abbildung 2: Mögliche Wirkungen von Cannabis im Gehirn. Quellen: Jacobus & Tapert 2014¹⁷, National Institute on Drug Abuse 2019²⁸, National Institute on Drug Abuse 2020²⁹. Darstellung: Deutsches Krebsforschungszentrum, Stabsstelle Krebsprävention, 2023

Wirkung von Cannabiskonsum in der Schwangerschaft und bei Jugendlichen

Cannabiskonsum während der Schwangerschaft und Stillzeit kann sich negativ auf die Entwicklung des Kindes auswirken. Es kann zu neurologischen Veränderungen im Gehirn des Säuglings, einem niedrigen Geburtsgewicht und kognitiven Defiziten kommen^{9,11}.

Für konsumierende Heranwachsende sind die Gesundheitsrisiken besonders hoch, da im jugendlichen Gehirn komplexe neurophysiologische Prozesse der Neu- und Umbildung stattfinden³¹. Wird in dieser Zeit Cannabis konsumiert, kann es zu funktionellen und strukturellen Veränderungen im Gehirn kommen¹. Weiterhin besteht das Risiko für die Entwicklung von Psychose-ähnlichen Symptomen^{3,43}. Wie Cannabis das Gehirn langfristig beeinflusst, ist noch nicht abschließend erforscht.

Gesundheitsgefahren durch das Rauchen von Cannabis

Die Inhalationstechnik beim Rauchen eines Joints unterscheidet sich von der des Tabakrauchens, da das Volumen der Züge größer ist, tiefer inhaliert und der Rauch länger in der Lunge gehalten wird²⁷. Viele der bei der Verbrennung entstehenden Verbindungen sind krebserzeugend, schädigen die Lunge und können Herz-Kreislauferkrankungen verursachen. Das gilt auch für das Verbrennen von Cannabisprodukten: In der Zusammensetzung enthält Cannabisrauch ähnlich viele Schadstoffe wie Tabakrauch. Die Menge einiger Substanzen

Der regelmäßige Konsum von Cannabis kann bei Jugendlichen zu einer Veränderung in der Gehirnstruktur führen^{1,31}. Da das Jugendalter ist eine wichtige Phase für die Gehirnentwicklung ist, sollte auf den Konsum komplett verzichtet werden.

ist im Marihuana-Rauch sogar deutlich höher^{12,25}. In Europa wird Haschisch oder Marihuana in der Regel mit Tabak vermischt¹⁴, so dass Konsumierende den gleichen gesundheitlichen Risiken wie beim Tabakrauchen ausgesetzt sind²⁴ (Abb. 3). Der gleichzeitige Konsum von Nikotin und Cannabis kann zudem zu einer Nikotinabhängigkeit und zu Schwierigkeiten beim Ausstieg aus beiden Substanzen führen¹⁹. Weiterhin kann sich bei Tabakrauchenden mit höherer Wahrscheinlichkeit eine Cannabisabhängigkeit entwickeln¹⁵.

Auch der beim Passivrauchen (aus der Raumluft) inhalierte Rauch von Marihuana enthält viele der Substanzen aus Tabakrauch, darunter solche, die mit gesundheitlichen Schäden in Verbindung gebracht werden²⁵. In einigen Fällen wurde bei passiv cannabisrauchenden Kindern sogar das Abbauprodukt des psychoaktiven THCs im Urin nachgewiesen⁴⁴.

Cannabiskonsum über Vaporizer und E-Zigaretten

Das Verdampfen von Cannabis erfolgt entweder in einem Vaporizer oder in einer E-Zigarette. Im Gegensatz zum Rauchen wird Cannabis hier nicht verbrannt. Im Vaporizer wird

Cannabis direkt erhitzt und die freigesetzten Inhaltsstoffe werden inhaled. Bei E-Zigaretten werden Flüssigkeiten (Liquids) erhitzt und als Aerosol eingeatmet. Da in Deutschland THC-haltige Liquids verboten sind, werden diese entweder auf dem Schwarzmarkt angeboten oder das THC in Eigenherstellung extrahiert und dann mit verschiedenen Chemikalien zum Liquid gemischt. Je nach Art und Menge der verwendeten Chemikalien kann der Konsum dieser Produkte mit einem erheblichen gesundheitlichen Risiko verbunden sein. 2019 kam es in den USA zu schweren Atemwegserkrankungen und Todesfällen, die offenbar mit THC-haltigen Liquids, die mit Vitamin-E-Azetat gestreckt waren, zusammenhängen⁴⁵.

Studien deuten darauf hin, dass beim Verdampfen von Cannabis weniger Schadstoffe freigesetzt werden als beim Rauchen²⁰, allerdings ist die THC-Konzentration im Blut höher, und damit auch die psychoaktive Wirkung stärker und weniger kontrollierbar³⁸. Höhere THC-Konzentrationen

können zu einem höheren Risiko für die Entwicklung gesundheitsgefährdender Nebenwirkungen führen³².

Fazit

Cannabis wirkt auf vielfältige Weise auf Körper und Psyche. Bei regelmäßigem Konsum erhöhen sich die Risiken von Abhängigkeit und Gesundheitsschäden. Im jugendlichen Gehirn kann sich der Konsum auf die Hirnstruktur und damit auf die Hirnfunktion auswirken, sodass strikte Maßnahmen zum Jugendschutz und strenge Kontrollen nötig sind. Wird Cannabis geraucht, entstehen durch die Verbrennung schädliche Verbindungen, die durch die Inhalation in den Körper gelangen. Der Konsum von Cannabis und Tabak in gemischter Form erhöht das Abhängigkeitsrisiko, erschwert die Reduzierung beider Substanzen und birgt alle bekannten Risikofaktoren des Tabakkonsums. Um die durch das Cannabisrauchen zusätzlich entstehenden Gesundheitsschäden zu vermeiden, sollte auf das Rauchen vollständig verzichtet werden.

<p>Krebs</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Rachen ■ Kehlkopf ■ Speiseröhre ■ Luftröhre ■ Lunge ■ Akute Myeloische Leukämie ■ Brust* ■ Magen ■ Leber ■ Bauchspeicheldrüse ■ Nieren und Harnleiter ■ Blase ■ Dick- und Enddarm ■ Gebärmutterhals ■ Muzinöse Ovarialtumoren 	<p>Krebspatienten/-patientinnen</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Verschlechterung des Gesundheitszustandes bei Krebspatienten/-patientinnen und Überlebenden ■ erhöhtes Risiko für weitere Krebserkrankungen bei Überlebenden
<p>Gehirn</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Abhängigkeit ■ zerebrovaskuläre Erkrankungen (Schlaganfall) <p> <ul style="list-style-type: none"> 🌿 Abhängigkeit 🌿 Psychiatrische Erkrankungen 🌿 Veränderung der Gehirnstruktur bei Jugendlichen </p>	
<p>Atemwege</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ akute Erkrankungen der Atemwege (Lungenentzündung etc.) ■ chronische Erkrankungen der Atemwege (Atemnot etc.) ■ chronisch obstruktive Lungenerkrankung (COPD) ■ Tuberkulose ■ Asthma <p> <ul style="list-style-type: none"> 🌿 Schädigung der Lunge </p>	
<p>Herz-Kreislaufsystem</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ koronare Herzkrankungen (Herzinfarkt) ■ Atherosklerose ■ periphere arterielle Verschlusskrankungen ■ Aneurysma der Bauchaorta <p> <ul style="list-style-type: none"> 🌿 Erhöhter Blutdruck und erhöhte Herzfrequenz 🌿 Herzrhythmusstörungen und Herzinfarkt </p>	
<p>Allgemeine Beeinträchtigungen</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Beeinträchtigung der Immunkfunktion ■ Beeinträchtigung der allgemeinen Gesundheit ■ Beeinträchtigung von Operationserfolgen 	<p>Knochen und Gelenke</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ rheumatische Arthritis ■ verminderte Knochenstärke bei Frauen nach der Menopause ■ Hüftfrakturen
<p> <ul style="list-style-type: none"> ■ = Gesundheitsschäden durch Tabakrauchen 🌿 = Mögliche Gesundheitsschäden durch Cannabiskonsum (starke Evidenz) 🌿 = Mögliche Gesundheitsschäden durch Cannabiskonsum (schwache Evidenz) </p>	<p>Fortpflanzung</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Erektionsstörungen ■ verminderte Fruchtbarkeit ■ Schwangerschaftskomplikationen ■ Schäden für das Ungeborene und Langzeitfolgen <p>*kausaler Zusammenhang wahrscheinlich</p>

Abbildung 3: Gesundheitsschäden durch Tabakrauchen und mögliche Gesundheitsschäden durch Cannabiskonsum. Quellen: Sharma et al. 2016³⁶, U.S. Department of Health and Human Services 2010⁴⁰, U.S. Department of Health and Human Services 2014⁴³. Darstellung: Deutsches Krebsforschungszentrum, Stabsstelle Krebsprävention, 2023

Literatur

- 1 Albaugh MD, Ottino-Gonzalez J, Sidwell A, Lepage C, Juliano A, Owens MM, Chaarani B, Spechler P, Fontaine N, Rioux P, Lewis L, Jeon S, Evans A, D'Souza D, Radhakrishnan R, Banaschewski T, Bokde ALW, Quinlan EB, Conrod P, Desrivieres S, Flor H, Grigis A, Gowland P, Heinz A, Ittermann B, Martinot JL, Paillere Martinot ML, Nees F, Papadopoulos Orfanos D, Paus T, Poustka L, Millenet S, Fröhner JH, Smolka MN, Walter H, Whelan R, Schumann G, Potter A & Garavan H (2021) Association of cannabis use during adolescence with neurodevelopment. *JAMA Psychiatry* 78: 1–11
- 2 Azofeifa A, Rexach-Guzman BD, Hagemeyer AN, Rudd RA & Sauber-Schatz EK (2019) Driving under the influence of marijuana and illicit drugs among persons aged ≥ 16 years – United States, 2018. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep* 68: 1153–1157
- 3 Bechtold J, Hipwell A, Lewis DA, Loeber R & Pardini D (2016) Concurrent and sustained cumulative effects of adolescent marijuana use on subclinical psychotic symptoms. *Am J Psychiatry* 173: 781–789
- 4 Bundeskriminalamt & Zollkriminalamt (2021) Gefährliche Entwicklungen auf dem Rauschgiftmarkt – Warnung vor Cannabisprodukten mit synthetischen Cannabinoiden. Gemeinsame Pressemitteilung, 28.4.2021
- 5 Bundesministerium für Gesundheit (2022) Eckpunkt Papier der Bundesregierung zur Einführung einer kontrollierten Abgabe von Cannabis an Erwachsene zu Genusszwecken.
- 6 Crean RD, Crane NA & Mason BJ (2011) An evidence based review of acute and long-term effects of cannabis use on executive cognitive functions. *J Addict Med* 5: 1–8
- 7 Freeman TP, Craft S, Wilson J, Stylianou S, ElSohly M, Di Forti M & Lynskey MT (2021) Changes in delta-9-tetrahydrocannabinol (THC) and cannabidiol (CBD) concentrations in cannabis over time: systematic review and meta-analysis. *Addiction* 116: 1000–1010
- 8 Fundación CANNA (2022) The endocannabinoid system in our body. <https://www.fundacion-canna.es/en/endocannabinoid-system-our-body> (abgerufen am 20. April 2023)
- 9 Gesterling L & Bradford H (2022) Cannabis use in pregnancy: a state of the science review. *J Midwifery Womens Health* 67: 305–313
- 10 Ghasemiesfe M, Barrow B, Leonard S, Keyhani S & Korenstein D (2019) Association between marijuana use and risk of cancer: a systematic review and meta-analysis. *JAMA Netw Open* 2: e1916318
- 11 Grant KS, Petroff R, Isoherranen N, Stella N & Burbacher TM (2018) Cannabis use during pregnancy: pharmacokinetics and effects on child development. *Pharmacol Ther* 182: 133–151
- 12 Graves BM, Johnson TJ, Nishida RT, Dias RP, Savareear B, Harynuk JJ, Kazemimanesh M, Olfert JS & Boies AM (2020) Comprehensive characterization of mainstream marijuana and tobacco smoke. *Scientific Reports* 10: 7160
- 13 Hindley G, Beck K, Borgan F, Ginestet CE, McCutcheon R, Kleinloog D, Ganesh S, Radhakrishnan R, D'Souza DC & Howes OD (2020) Psychiatric symptoms caused by cannabis constituents: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Psychiatry* 7: 344–353
- 14 Hindocha C, Freeman TP, Ferris JA, Lynskey MT & Winston AR (2016) No smoke without tobacco: a global overview of cannabis and tobacco routes of administration and their association with intention to quit. *Front Psychiatry* 7: 104
- 15 Hindocha C, Shaban ND, Freeman TP, Das RK, Gale G, Schafer G, Falconer CJ, Morgan CJ & Curran HV (2015) Associations between cigarette smoking and cannabis dependence: a longitudinal study of young cannabis users in the United Kingdom. *Drug Alcohol Depend* 148: 165–171
- 16 Hurd YL, Manzoni OJ, Pletnikov MV, Lee FS, Bhattacharyya S & Melis M (2019) Cannabis and the developing brain: insights into its long-lasting effects. *J Neurosci* 39: 8250–8258
- 17 Jacobus J & Tapert SF (2014) Effects of cannabis on the adolescent brain. *Curr Pharm Des* 20: 2186–2193
- 18 Jett J, Stone E, Warren G & Cummings KM (2018) Cannabis use, lung cancer, and related issues. *J Thorac Oncol* 13: 480–487
- 19 Lemyre A, Poliakova N & Bélanger RE (2019) The relationship between tobacco and cannabis use: a review. *Subst Use Misuse* 54: 130–145
- 20 Loflin M & Earleywine M (2015) No smoke, no fire: what the initial literature suggests regarding vapourized cannabis and respiratory risk. *Can J Respir Ther* 51: 7–9
- 21 Lu HC & Mackie K (2016) An introduction to the endogenous cannabinoid system. *Biol Psychiatry* 79: 516–525
- 22 Lu HC & Mackie K (2021) Review of the endocannabinoid system. *Biol Psychiatry Cogn Neurosci Neuroimaging* 6: 607–615

- 23 Martinasek MP, McGrogan JB & Maysonet A (2016) A systematic review of the respiratory effects of inhalational marijuana. *Respir Care* 61: 1543–1551
- 24 Meier E, Tessier KM, Luo X, Dick L, Thomson NM, Hecht SS, Carmella SG, Murphy S & Hatsukami DK (2022) Cigarette smokers versus cannabis smokers versus co-users of cigarettes and cannabis: a pilot study examining exposure to toxicants. *Nicotine Tob Res* 24: 125–129
- 25 Moir D, Rickert WS, Levasseur G, Larose Y, Maertens R, White P & Desjardins S (2008) A comparison of mainstream and sidestream marijuana and tobacco cigarette smoke produced under two machine smoking conditions. *Chem Res Toxicol* 21: 494–502
- 26 Monte AA, Shelton SK, Mills E, Saben J, Hopkinson A, Sonn B, Devivo M, Chang T, Fox J, Brevik C, Williamson K & Abbott D (2019) Acute illness associated with cannabis use, by route of exposure: an observational study. *Mo Med* 116: 229
- 27 Mura P, Underner M & Brunet B (2020) Le cannabis: similitudes et différences avec le tabac. *Rev Mal Respir* 37: 479–487
- 28 National Institute on Drug Abuse (2019) Cannabis (marijuana) DrugFacts. <https://nida.nih.gov/publications/drug-facts/cannabis-marijuana> (abgerufen am 20. April 2023)
- 29 National Institute on Drug Abuse (2020) Cannabis (marijuana) research report. <https://nida.nih.gov/publications/research-reports/marijuana/letter-director> (abgerufen am 20. April 2023)
- 30 Orth B & Merkel C (2022) Der Substanzkonsum Jugendlicher und junger Erwachsener in Deutschland. Ergebnisse des Alkoholsurveys 2021 zu Alkohol, Rauchen, Cannabis und Trends. BZgA-Forschungsbericht, Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung, Köln
- 31 Peters KZ, Zlebnik NE & Cheer JF (2022) Cannabis exposure during adolescence: a uniquely sensitive period for neurobiological effects. *Int Rev Neurobiol* 161: 95–120
- 32 Prince MA & Conner BT (2019) Examining links between cannabis potency and mental and physical health outcomes. *Behav Res Ther* 115: 111–120
- 33 Rauschert C, Mockl J, Seitz NN, Wilms N, Olderbak S & Kraus L (2022) The use of psychoactive substances in Germany. *Dtsch Arztebl Int* 119: 527–534
- 34 Rock EM & Parker LA (2021) Constituents of cannabis sativa. *Adv Exp Med Biol* 1264: 1–13
- 35 Schauer GL, Berg CJ, Kegler MC, Donovan DM & Windle M (2015) Assessing the overlap between tobacco and marijuana: trends in patterns of co-use of tobacco and marijuana in adults from 2003–2012. *Addict Behav* 49: 26–32
- 36 Sharma R, Harlev A, Agarwal A & Esteves SC (2016) Cigarette Smoking and Semen Quality: A New Meta-analysis Examining the Effect of the 2010 World Health Organization Laboratory Methods for the Examination of Human Semen. *Eur Urol* 70: 635–645
- 37 Spanagel R (2020) Cannabinoids and the endocannabinoid system in reward processing and addiction: from mechanisms to interventions. *Dialogues Clin Neurosci* 22: 241–250
- 38 Spindle TR, Cone EJ, Schlienz NJ, Mitchell JM, Bigelow GE, Flegel R, Hayes E & Vandrey R (2018) Acute effects of smoked and vaporized cannabis in healthy adults who infrequently use cannabis: a crossover trial. *JAMA Netw Open* 1: e184841
- 39 Subramaniam VN, Menezes AR, DeSchutter A & Lavie CJ (2019) The cardiovascular effects of marijuana: are the potential adverse effects worth the high? *Mo Med* 116: 146–153
- 40 U.S. Department of Health and Human Services (2010) How tobacco smoke causes disease: the biology and behavioral basis for smoking-attributable disease: a report of the Surgeon General. U. S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion and Office on Smoking and Health, Atlanta, GA, USA
- 41 U.S. Department of Health and Human Services (2014) The health consequences of smoking: 50 years of progress. A report of the Surgeon General. U. S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion and Office on Smoking and Health, Atlanta, GA, USA
- 42 Weinstein A, Livny A & Weizman A (2016) Brain imaging studies on the cognitive, pharmacological and neurobiological effects of cannabis in humans: evidence from studies of adult users. *Curr Pharm Des* 22: 6366–6379
- 43 Wilson J, Freeman TP & Mackie CJ (2019) Effects of increasing cannabis potency on adolescent health. *Lancet Child Adolesc Health* 3: 121–128
- 44 Wilson KM, Torok MR, Wei B, Wang L, Robinson M, Sosnoff CS & Blount BC (2017) Detecting biomarkers of secondhand marijuana smoke in young children. *Pediatr Res* 81: 589–592
- 45 Winnicka L & Shenoy MA (2020) EVALI and the pulmonary toxicity of electronic cigarettes: a review. *J Gen Intern Med* 35: 2130–2135
- 46 Zou S & Kumar U (2018) Cannabinoid receptors and the endocannabinoid system: signaling and function in the central nervous system. *Int J Mol Sci* 19: 833