

## Tabakrauch – ein Giftgemisch

### Hintergrund

Tabakrauch ist ein komplexes Giftgemisch aus über 4800 Substanzen, die überwiegend erst beim Verbrennen des Tabaks entstehen<sup>2,8,24</sup>. Mindestens 250 dieser Substanzen sind giftig oder krebserzeugend (kanzerogen)<sup>35,37</sup>. Der Hauptstromrauch, den der Raucher inhaliert, und der Nebenstromrauch, der beim Glimmen der Zigarette während der Rauchpausen entsteht, enthalten beide nahezu die gleichen chemischen Komponenten – allerdings liegen im Nebenstromrauch einige Substanzen wegen der unvollständigen Verbrennung infolge der niedrigeren Verbrennungstemperatur in mehr als zehnmals höherer Konzentration vor als im Hauptstromrauch<sup>8,10,16,22–24,38</sup>. Beim Passivrauchen werden der Nebenstromrauch und der vom Raucher wieder ausgeatmete Rauch eingeatmet. Aufgrund der zahlreichen Gifte und krebserzeugenden Stoffe stuften mehrere nationale und internationale Institutionen Tabakrauch als gesundheitsschädlich und krebserzeugend ein<sup>7,11,24,37</sup>. Da bereits geringste Mengen Tabakrauch krebserzeugend sind, gibt es keine Menge, die für die Gesundheit unschädlich wäre<sup>37</sup>.

### 1. Giftige Substanzen im Tabakrauch

Als giftig oder toxisch werden Substanzen bezeichnet, die eine schädliche Wirkung auf Lebewesen haben. Da dies nur eine Frage der Konzentration ist, spricht man von einem Gift in der Regel dann, wenn die Substanz auch in sehr geringen Mengen giftig ist. Die Giftwirkung tritt nach Einatmen, Verschlucken oder Aufnahme über die Haut ein<sup>26</sup>.

Über die Lunge werden giftige Gase, flüchtige Substanzen und auch manche kleine Partikel besonders schnell und effektiv aufgenommen. Denn die Lunge bietet eine sehr große Aufnahme­fläche: Ausgebreitet würde sie mit rund 140 Quadratmetern die Fläche eines Tennisplatzes abdecken<sup>33</sup>. Zusätzlich begünstigen die dünne Wand der Lungenbläschen und der schnelle Blutfluss in der Lunge die Aufnahme von Substanzen<sup>17</sup>.

Giftige Substanzen im Tabakrauch sind beispielsweise Blausäure und Kohlenmonoxid.

### 2. Krebserzeugende Stoffe im Tabakrauch

Tabakrauch enthält über 70 Substanzen, die von führenden nationalen und internationalen Organisationen und Expertengremien als krebserzeugend oder mit hoher Wahrscheinlichkeit als krebserzeugend eingestuft wurden<sup>7,11,24</sup>.

Die krebserzeugenden Substanzen können das Erbgut (DNA) schädigen<sup>18,24</sup>. Infolge der DNA-Schäden können die Zellen entarten und zu Krebszellen werden. Der Körper kann zwar grundsätzlich solche DNA-Schäden reparieren, bei Rauchern ist diese Fähigkeit durch die gleichzeitige Belastung mit Giftstoffen jedoch beeinträchtigt, sodass die Reparatursysteme es dann nicht mehr schaffen, die umfangreichen Schäden zu reparieren<sup>19</sup>. Daher haben Raucher ein erhöhtes Risiko für Krebserkrankungen.

Ein deutlicher Zusammenhang zwischen Rauchen und Krebs besteht bei folgenden Krankheiten: Lungenkrebs, Krebs im

Mund-, Nasen- und Rachenraum, Kehlkopfkrebs, Krebs der Leber, Bauchspeicheldrüse, Niere und Harnblase sowie bei Brust- und Gebärmutterhalskrebs und bei bestimmten Formen der Leukämie<sup>3,4,6,13,24,25,27</sup>.

Zu den kanzerogenen Substanzen gehören in erster Linie polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe, aromatische Amine und tabakspezifische N-Nitrosamine aber auch zahlreiche weitere Chemikalien. Vor allem die polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe verursachen Tumore in den Atemwegen, mit denen der Tabakrauch direkt in Berührung kommt<sup>32</sup>.

**Krebs der Lunge, der Mundhöhle, des Kehlkopfes und der Bronchien entsteht bis zu 90 Prozent durch Rauchen.**

Das Risiko, an Krebs zu erkranken, ist umso höher, je mehr Zigaretten ein Raucher täglich konsumiert, je früher er mit dem Rauchen begonnen hat und je länger er raucht. Das Krebsrisiko ist außerdem umso höher, je tiefer der Raucher inhaliert und je „stärker“, also je reicher an gift- und kanzerogenbildenden Stoffen, die Zigaretten sind.

### 3. Verstärkung der krebserzeugenden Wirkung

Substanzen wie Blausäure, Acrolein, Acetaldehyd und Ammoniak, die die Flimmerhärchen in den Atemwegen schädigen, und so die Selbstreinigung der Bronchien beeinträchtigen, können auf diesem Weg die Verweildauer von Tabakrauchpartikeln in der Lunge verlängern. Dadurch erhöhen sie letztlich auch die Wirkung krebserzeugender Substanzen<sup>32</sup>.

### 4. Suchterzeugende Wirkung

Der für den Tabakkonsum entscheidende Inhaltsstoff des Tabaks ist das tabakspezifische Alkaloid Nikotin. Es wirkt spannend bei Nervosität und regt bei Müdigkeit an und – der entscheidende Punkt – es macht abhängig. Rund 50 bis 60 Prozent der regelmäßigen Raucher sind nikotinabhängig<sup>21</sup>.

### 5. Zusatzstoffe für Tabakerzeugnisse

Die Tabakindustrie setzt ihren Produkten bis zu 600 Zusatzstoffe zu – offiziell, um dem Tabakrauch die Schärfe zu nehmen und seinen Geschmack zu verbessern. Sie erhöhen aber auch das Suchtpotential, erleichtern Jugendlichen den Einstieg ins Rauchen und können sich bei der Verbrennung in giftige und krebserzeugende Substanzen umwandeln.

So erhöht beispielsweise der Zusatz von Ammoniumverbindungen, die in der Glutzone Ammoniak freisetzen, über eine Veränderung des pH-Werts die Menge an freiem Nikotin im Tabakrauch. Dadurch ist das Nikotin besser verfügbar, wird im Atemtrakt schneller aufgenommen, erreicht das Gehirn schneller und wirkt intensiver<sup>20,29</sup>.

Menthol wird wegen seines schmerzlindernden und kühlenden Effekts zugefügt<sup>9,14,28,31,36,40</sup>, was insbesondere Kindern und Jugendlichen den Einstieg ins Rauchen erleichtert<sup>30</sup>. Zudem erhöht Menthol die Atemfrequenz und das Atemvolumen, ermöglicht eine tiefere und länger anhaltende

Inhalation und erhöht so die Nikotinaufnahme<sup>1,15,34,36</sup>. Möglicherweise hat Menthol außerdem ein eigenständiges Abhängigkeitspotential<sup>1,15</sup>.

Zucker wird zugesetzt, um den Tabakgeschmack weicher zu machen. Zucker bildet bei der Verbrennung krebserzeugende Aldehyde<sup>2</sup>.

## Ausgewählte giftige und krebserzeugende Substanzen im Tabakrauch

Substanz	Beispiele für Verwendung / Vorkommen	toxische Eigenschaften
Acetaldehyd	Zwischenprodukt zur Herstellung zahlreicher organischer Großprodukte	krebserzeugend, reizt die Augen und den Atemtrakt, stört die Selbstreinigung der Lunge durch Lähmung der Flimmerhärchen im Bronchialtrakt
Acrylnitril	Produktion von Acrylfasern und Plastik	krebserzeugend, reizt die Schleimhäute, verursacht Kopfschmerzen, Schwindel, Übelkeit
Ammoniak	in Putzmitteln	Ammoniak-Dämpfe reizen bereits in geringer Konzentration die Augen und Atemwege; Ammoniumverbindungen erhöhen das Suchtpotenzial von Zigaretten
Aromatische Amine (z.B. Anilin)	kommen in der Natur nicht vor; Zwischenprodukte bei der Farbstoffsynthese	krebserzeugend; verursachen Harnblasenkrebs
Arsen	in Rattengift	krebserzeugend, die Inhalation von Arsendämpfen verursacht Schleimhautreizung
Benzol	Antiklopfmittel im Benzin	krebserzeugend; verursacht Leukämie
Blausäure	in der Herstellung von Cyaniden, Farbstoffen	eine der toxischsten Substanzen im Tabakrauch; Kurzzeitexposition kann zu Kopfschmerzen, Schwindel, Erbrechen führen
Blei	in Batterien	krebserzeugend, langfristige Belastung kann Schäden an Gehirn, Nieren, Nervensystem und roten Blutkörperchen hervorrufen, schädigt den Fetus
1,3-Butadien	Grundstoff für Autoreifen, in Autoabgasen	krebserzeugend, reizt die Augen, Nasenwege, Rachen und Lunge
Cadmium	in Batterien	krebserzeugend, kann bei Langzeitexposition die Nieren schädigen
Chinolin	Farb- und Kunststoffe, zur Konservierung anatomischer Präparate	reizt Augen, Nase, Rachen, kann Kopfschmerzen, Schwindel und Übelkeit auslösen
Formaldehyd	in der Holzverarbeitung, zur Leichenkonservierung	krebserzeugend, das Gas reizt die Augen und die Atemwege
Hydrazin	Raketentreibstoff	krebserzeugend
p-Hydrochinon	Entwickler in der Fotografie	krebserzeugend, schädigt die Bindehaut und die Hornhaut des Auges
Kohlenmonoxid	entsteht bei der unvollständigen Verbrennung fossiler Brennstoffe, in Autoabgasen	blockiert den Sauerstofftransport im Blut, kann Blutgefäße schädigen
Naphthalin	in Mottenkugeln	krebserzeugend; die Dämpfe reizen Augen und Atemwege
Nickel	in Batterien, Metall-Legierungen	krebserzeugend, reizt die Atemwege; verursacht Lungenentzündung
Nitromethan	Treibstoff für Rennmotoren	krebserzeugend
N-Nitrosamine	in gebrauchten Motorenölen, in Gummi	krebserzeugend
Phenol	Herstellung von Phenolharzen	krebserzeugend; reizt Haut, Augen und Schleimhäute
Polonium 210	alpha-Strahler, in Messgeräten	stark radiotoxisch
Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (z.B. Benzo[a]pyren)	in Autoabgasen, in Verbrennungsabgasen	krebserzeugend
Styrol	in der Herstellung von Kunststoffen und Kunstharzen	krebserzeugend, Exposition führt zu Störungen des Zentralnervensystems, Kopfschmerzen, Erschöpfungszuständen, Depression
Toluol	Zusatz in Benzin, Lösungsmittel	chronische Inhalation reizt die oberen Luftwege und die Augen, führt zu Heiserkeit, Übelkeit, Schwindel, Kopfschmerzen, Schlafstörungen

**Quellen: Bornscheuer U et al., 2007<sup>5</sup>, US Environmental Protection Agency<sup>39</sup>, Deutsches Krebsforschungszentrum<sup>12</sup>.  
 Bearbeitung: Deutsches Krebsforschungszentrum, Stabsstelle Krebsprävention, 2008**

### Impressum

© 2008 Deutsches Krebsforschungszentrum, Heidelberg

Autoren: Maren Schenk, Dr. Katrin Schaller, Dr. Martina Pötschke-Langer

Wir danken Prof. Dr. Dr. Heinz W. Thielmann für seine wertvollen wissenschaftlichen Hinweise.

Verantwortlich für den Inhalt:  
 Dr. Martina Pötschke-Langer

Deutsches Krebsforschungszentrum  
 Stabsstelle Krebsprävention und  
 WHO-Kollaborationszentrum für Tabakkontrolle  
 Im Neuenheimer Feld 280  
 69120 Heidelberg  
 Fax: 06221 423020  
 E-mail: who-cc@dkfz.de

Zitierweise:  
 Deutsches Krebsforschungszentrum (Hrsg.):  
 Tabakrauch – ein Giftgemisch  
 Heidelberg, 2008

### Tabakrauch – ein Giftgemisch

---

#### Literatur

- (1) Ahijevych K, Garrett BE (2004) Menthol pharmacology and its potential impact on cigarette smoking behavior. *Nicotine Tob.Res.*, 6, 17–28
- (2) Baker RR (1999) Smoke chemistry. In: Davis DL, Nielsen MT: Tobacco. Production, chemistry and technology. Blackwell Science, Paris
- (3) Becker N (2001) Epidemiologic aspects of cancer prevention in Germany. *J.Cancer Res.Clin.Oncol.*, 127, 9–19
- (4) Becker N, Wahrendorf JH (1998) Krebsatlas der Bundesrepublik Deutschland 1981–1990, Fortschreibung im Internet, <http://www.dkfz.de/de/krebsatlas/index.html> (abgerufen am 14.01.2008). Springer, Heidelberg
- (5) Bornscheuer U, Pühler A, Dill B et al. (2007) Römpp Online. Thieme Chemistry, Stuttgart, <http://www.roempp.com/prod/index1.html> (abgerufen am 17.01.2008)
- (6) Boyle P (1997) Cancer, cigarette smoking and premature death in Europe: a review including the Recommendations of European Cancer Experts Consensus Meeting, Helsinki, October 1996. *Lung Cancer*, 17, 1–60
- (7) Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Ausschuss für Gefahrstoffe (2005) Technische Regel für Gefahrstoffe 905. Verzeichnis krebserzeugender, erbgutverändernder oder fortpflanzungsgefährdender Stoffe (TRGS 905). *BarBl*, 8/9, 2–12
- (8) California Environmental Protection Agency (2005) Proposed identification of environmental tobacco smoke as a toxic air contaminant – June 2005. California Environmental Protection Agency, Office of Environmental Health Hazard Assessment, [http://www.oehha.ca.gov/air/environmental\\_tobacco/2005etsfinal.html](http://www.oehha.ca.gov/air/environmental_tobacco/2005etsfinal.html) (abgerufen am 14.01.2008)
- (9) Dessirier JM, O'Mahony M, Carstens E (2001) Oral irritant properties of menthol: sensitizing and desensitizing effects of repeated application and cross-desensitization to nicotine. *Physiol.Behav.*, 73, 25–36
- (10) Deutsche Forschungsgemeinschaft (1999) Passivrauchen am Arbeitsplatz. Ethanol. Änderung der Einstufung krebserzeugender Arbeitsstoffe. Wiley-VCH, Weinheim, New York
- (11) Deutsche Forschungsgemeinschaft (2007) MAK- und BAT-Werte-Liste 1998; Maximale Arbeitsplatzkonzentrationen und Biologische Arbeitstoftoleranzwerte; Mitteilung 43. Wiley-VCH, Weinheim
- (12) Deutsches Krebsforschungszentrum (2005) Die Tabakindustriedokumente I: Chemische Veränderungen an Zigaretten und Tabakabhängigkeit. Deutsches Krebsforschungszentrum, Heidelberg
- (13) Drings P (2007) Rauchen und Krebs. *Onkologe*, 10, 156–165
- (14) Galeotti N, Ghelardini C, Mannelli L et al. (2001) Local anaesthetic activity of (+)- and (-)-menthol. *Planta Med.*, 67, 174–176
- (15) Garten S, Falkner RV (2004) Role of mentholated cigarettes in increased nicotine dependence and greater risk of tobacco-attributable disease. *Prev.Med.*, 38, 793–798
- (16) Gorini G, Gasparrini A, Fondelli MC et al. (2005) Second-hand smoke (SHS) markers: review of methods for monitoring exposure levels. European Network for Smoking Prevention, Belgien
- (17) Haschek WM, Witschi HR, Nikula KJ (2002) Respiratory system. In: Haschek WM, Rousseaux CG, Wallig MA: Handbook of toxicologic pathology. Academic Press, San Diego, San Francisco, New York, Boston, London, Sydney, Tokyo
- (18) Hecht SS (1999) Tobacco smoke carcinogens and lung cancer. *J.Natl.Cancer Inst.*, 91, 1194–1210
- (19) Hecht SS (2006) Cigarette smoking: cancer risks, carcinogens, and mechanisms. *Langenbecks Arch.Surg.*, 391, 603–613

- (20) Henningfield J, Pankow J, Garrett B (2004) Ammonia and other chemical base tobacco additives and cigarette nicotine delivery: issues and research needs. *Nicotine Tob.Res.*, 6, 199–205
- (21) Hoch E, Muehlig S, Höfler M et al. (2004) How prevalent is smoking and nicotine dependence in primary care in Germany? *Addiction*, 99, 1586–1598
- (22) Hoffmann D, Wynder EL (1994) Aktives und passives Rauchen. In: Marquardt H., Schäfer SG: *Lehrbuch der Toxikologie*. BI Wissenschaftsverlag, Mannheim, 144–147
- (23) International Agency for Research on Cancer (1986) Tobacco smoking. IARC Monographs on the evaluation of the carcinogenic risk of chemicals to humans. Vol. 38. International Agency for Research on Cancer, World Health Organization, Lyon, S. 120ff
- (24) International Agency for Research on Cancer (2004) Tobacco smoke and involuntary smoking. IARC Monographs on the evaluation of the carcinogenic risks to humans. Vol. 38. International Agency for Research on Cancer, World Health Organization, Lyon, S. 59ff, S. 1187
- (25) Jöckel KH (1996) Epidemiologie von Kopf-Hals-Tumoren. *Onkologe*, 2, 316–320
- (26) Marquardt H, Schäfer SG (2004) *Lehrbuch der Toxikologie*. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH, Stuttgart, S. 846ff
- (27) Newcomb PA, Carbone PP (1992) The health consequences of smoking. *Cancer. Med.Clin.North Am.*, 76, 305–331
- (28) Nishino T, Tagaito Y, Sakurai Y (1997) Nasal inhalation of l-menthol reduces respiratory discomfort associated with loaded breathing. *Am.J.Respir.Crit.Care Med.*, 156, 309–313
- (29) Pankow JF, Mader BE, Isabelle LM et al. (1997) Conversion of nicotine in tobacco smoke to its volatile and available free-base form through the action of gaseous ammonia. *Environ.Sci.Technol.*, 31, 2428–2433
- (30) Pötschke-Langer M, Schulze A, Klein R (2005) Zusatzstoffe in Tabakprodukten - neue Erkenntnis oder altes Wissen? In: Batra A: *Rauchen - eine Abhängigkeit wie jede andere?* Kohlhammer, Stuttgart, 66–82
- (31) Reid G, Flonta ML (2001) Physiology. Cold current in thermoreceptive neurons. *Nature*, 413, 480
- (32) Richter E, Scherer G (2004) Aktives und passives Rauchen. In: Marquardt H., Schäfer SG: *Lehrbuch der Toxikologie*. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH, Stuttgart, 897–918
- (33) Schmidt RF, Thews G, Lang F (2000) *Physiologie des Menschen*. Springer, Berlin, Heidelberg, New York, S. 568
- (34) Sloan A, DeCort SC, Eccles R (1993) Prolongation of breath-hold time following treatment with an l-menthol lozenge in healthy man. *Journal of Physiology*, 473, 53
- (35) US Department of Health and Human Services (2000) 9th Report on Carcinogens. Research Triangle Park, North Carolina, USA
- (36) US Department of Health and Human Services (2002) The first conference on menthol cigarettes: setting the research agenda. Executive summary. US Department of Health and Human Services, National Institutes of Health, National Cancer Institute, Centers for Disease Control and Prevention, Atlanta, Georgia
- (37) US Department of Health and Human Services (2006) The Health Consequences of Involuntary Exposure to Tobacco Smoke: A Report of the Surgeon General. US Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, Coordination Center for Health Promotion, National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion, Office on Smoking and Health, Washington, S.29ff, S.11
- (38) US Environmental Protection Agency (1992) Respiratory health effects of passive smoking: lung cancer and other disorders. The report of the US Environmental Protection Agency. US Department of Health and Human Services, Environmental Protection Agency, Washington, USA
- (39) US Environmental Protection Agency (2007) Health Effects Notebook for Hazardous Air Pollutants, Technology Transfer Network Air Toxics Web Site. <http://www.epa.gov/ttnatw01/hlthef/hapindex.html> (abgerufen am 16.08.2007)
- (40) Wayne GF, Connolly GN (2003) Application, function and effects of menthol in cigarettes: a survey of tobacco industry documents. *Nicotine Tob.Res.*, 6 Suppl 1, 43–54