

Akutes Gesundheitsrisiko: Kohlenmonoxid-Vergiftungen in Shisha-Betrieben

Kurzfassung

Länderarbeitsgruppe Umweltbezogener Gesundheitsschutz (LAUG)

Hamburg, März 2019



Inhaltsverzeichnis

1. Kurzzusammenfassung.....	5
2. Einleitung.....	7
3. Sachstand	8
3.1 Aufbau und Funktion einer Wasserpfeife.....	9
3.2 Kohlenmonoxid	12
3.3 Andere Schadstoffe.....	19
3.4 Vergleich mit Zigarettenrauchen	20
3.5 Wasserpfeifen-Rauchen und Kohlenmonoxid-Innenraumbelastung.....	22
3.6 Geltende Regelungen.....	24
4. Empfehlungen	26
4.1 Kohlenmonoxid-Konzentration in Shisha-Betrieben: Maßnahmen- und Eingriffswert.....	26
4.2 Technische und andere Maßnahmen	27
4.3 Öffentlichkeitsarbeit	30
5. Literaturhinweise	31

Autorinnen und Autoren

Monika Ueberhorst (Federführung)

Behörde für Gesundheit und Verbraucherschutz, Freie und Hansestadt Hamburg

Detlef Kadler

Landesamt für Gesundheit und Soziales Berlin, Berlin

Gudrun Petzold

Ministerium für Soziales, Gesundheit, Jugend, Familie und Senioren, Schleswig-Holstein

Dr. Irene Scheler

Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz,
Nordrhein-Westfalen

Dr. Jutta Witten

Ministerium für Soziales und Integration, Hessen

1. Kurzzusammenfassung

Mit dem Beschluss auf der Sitzung der Länderarbeitsgemeinschaft Umweltbezogener Gesundheitsschutz im Jahr 2017, einen Bericht zum Thema „Akutes Gesundheitsrisiko: Kohlenmonoxid-Vergiftungen in Shisha-Betrieben“ zu erstellen, wurde auf die bundesweite Entwicklung zunehmender Vergiftungsfälle durch Kohlenmonoxid in Shisha-Betrieben reagiert.

Unter Shisha-Betrieben sind Einrichtungen zu verstehen, in denen Wasserpfeifen zubereitet und/oder geraucht werden. Dazu gehören bspw. Shisha-Bars, -Cafés, -Lounges und öffentliche Begegnungsstätten. Darüber hinaus gibt es Geschäfte, die Zubehör zu Wasserpfeifen verkaufen und auch eine Verkostung anbieten. Im Folgenden wird für diese Einrichtungen die Bezeichnung Shisha-Betriebe gewählt.

Das Risiko einer Kohlenmonoxid-Vergiftung beim Wasserpfeife-Rauchen kann in schlecht gelüfteten Räumlichkeiten erheblich sein und zu lebensgefährlichen Situationen führen.

Diesem Risiko stehen die zunehmende Beliebtheit des Rauchens von Wasserpfeifen vor allem bei jungen Leuten und eine wachsende Zahl an Shisha-Betrieben, die ein erfolgversprechendes Geschäftsfeld zu nutzen wissen, gegenüber. Dazu kommt die Kritik, die in einigen Bundesländern bereits in parlamentarischen Anfragen und Debatten zum Ausdruck gebracht wurde, dass die derzeitigen gesetzlichen Regelungen keine hinreichende Handhabe böten, Maßnahmen zum Schutz der Gäste von Shisha-Betrieben durchzusetzen.

Der vorliegende Bericht trägt den aktuellen Sachstand zusammen:

- zum Aufbau und Betrieb einer Wasserpfeife,
- zu den gesundheitlichen Gefahren des Wasserpfeife-Rauchens, insbesondere durch Kohlenmonoxid,
- zu Kohlenmonoxid-Konzentrationen, die beim Konsum von Wasserpfeifen in der Raumluft entstehen können.

Es folgen Empfehlungen, die dem Ziel dienen, die Konzentration von Kohlenmonoxid zu begrenzen und zu überwachen:

- Vorgabe einer maximalen Kohlenmonoxid-Konzentration in der Raumluft in Shisha-Betrieben in Höhe von 30 ppm (35 mg/m³),
- technische Maßnahmen, z. B. Einbau von Belüftungs- und Rauchgasabzugsanlagen, Installation von Kohlenmonoxid-Warngeräten,
- Öffentlichkeitsarbeit.

In der Aufbereitung der Informationen wird die konkrete Gefahr, im Zusammenhang mit dem Rauchen von Wasserpfeifen in Innenräumen gesundheitsgefährdende, potenziell lebensgefährliche Kohlenmonoxid-Vergiftungen zu erleiden, deutlich. Zusammen mit der zunehmenden Beliebtheit des Wasserpfeife-Rauchens ergibt sich Handlungsbedarf:

- Es ist eine maximale Kohlenmonoxid-Konzentration für die Raumluft in Shisha-Betrieben festzulegen. Vorschlag: 30 ppm CO (35 mg/m³).
- Es sind technische Maßnahmen erforderlich, um diesen Wert in Shisha-Betrieben zu erreichen und zu überwachen (Be- und Entlüftungsanlage, Abgasanlage im Zubereitungsraum, CO-Warngeräte).
- Gäste (insbesondere vulnerable Gruppen) müssen auf die Gefahren hingewiesen werden, die mit dem Shisha-Rauchen und der Freisetzung von Kohlenmonoxid verbunden sind.
- Die Durchsetzung und Überprüfung dieser Maßnahmen muss rechtlich geregelt werden.
- Die Aufklärungs-/Öffentlichkeitsarbeit ist aufzunehmen bzw. zu stärken.
- Zur Verbesserung der Datenlage sind
 - vermehrt Kohlenmonoxid-Messungen durchzuführen und
 - Kohlenmonoxid-Vergiftungsfälle zu dokumentieren.

2. Einleitung

Einige sprechen von einem populären Trend, andere gar von einer weltweiten Epidemie, wenn sie die bei jungen Leuten zunehmende Beliebtheit des Rauchens einer Wasserpfeife (auch Shisha, Hookah, Narghile genannt) beschreiben. Tatsächlich wird dieser Trend in vielen Ländern in Amerika, Asien, Australien, Afrika und Europa verzeichnet und problematisiert. Für Deutschland hat die Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung 2017 Ergebnisse ihrer jüngsten Erhebung zum Rauchverhalten junger Menschen veröffentlicht.¹ Im Zeitraum von März bis Juni 2016 wurde das Rauchverhalten bei bundesweit 7003 Jugendlichen und jungen Erwachsenen im Alter von 12 bis 25 Jahren abgefragt und ausgewertet. Danach geht das Rauchen von Zigaretten bei jungen Leuten deutlich zurück, der Konsum von Wasserpfeife (und E-Zigarette) nimmt jedoch insbesondere bei den 18- bis 25-Jährigen zu. So haben 18,1 % der 18- bis 25-Jährigen in den vergangenen 30 Tagen vor der Abfrage Wasserpfeife geraucht. Im Jahr 2008 waren es 7,8 % und im Jahr 2011 15 % (2011: bei 12- bis 17-Jährigen 10 %). Hierzu passen auch die Zahlen, die die Krankenkasse DAK-Gesundheit für das Jahr 2017 erhoben hat. In der Klassenstufe 10 haben danach 12 % der Mädchen und 19 % der Jungen in den letzten 30 Tagen vor der Befragung Wasserpfeife geraucht hatten.² Hinzu kommt ein unbekannter großer Anteil Erwachsener über 25 Jahren, die regelmäßig Wasserpfeife rauchen. Auch im aktuellen Drogen- und Suchtbericht der Bundesregierung wird der Aufwärtstrend im Konsum „neuer Produkte“ wie z. B. Wasserpfeifen hervorgehoben.³ Veröffentlichungen der Weltgesundheitsorganisation (WHO) zeigen für andere Länder vergleichbare Zahlen und Trends.⁴

Das Rauchen von Wasserpfeifen ist beliebt, weil der Rauch aromatisiert, kühler und weicher im Geschmack ist als der von Zigaretten. Zudem spielen die soziale Komponente des gemeinschaftlichen Rauchens einer Pfeife eine Rolle und auch die Annahme, dass die Risiken dieser Rauchtchnik gering, auf jeden Fall kleiner wären als die durch das Rauchen von Zigaretten. Ungeachtet der vom Rauchen her allgemein bekannten langfristigen Risiken durch die Vielzahl an Schadstoffen aus dem Tabak besteht eine zusätzliche Gefahr in Shisha-Betrieben, die akut lebensbedrohlich werden kann: die Entstehung von Kohlenmonoxid bei der Zubereitung sowie Lagerung und Nutzung der glühenden Kohle, mit der Tabak oder andere Aromaträger verschwelt bzw. erhitzt werden. Abhängig von der Lüftungssituation in geschlossenen Räumen, sei es in einem Shisha-Betrieb oder im privaten Bereich, kann es zu hohen, auch lebensbedrohlichen Kohlenmonoxid-Konzentrationen kommen.

In den letzten Jahren hat die Zahl der Fälle, bei denen Personen Vergiftungen durch Kohlenmonoxid im Zusammenhang mit dem Rauchen von Wasserpfeifen erlitten haben, zugenommen. Die Fälle wurden nicht systematisch erfasst. Bislang sind Notaufnahmen und Krankenhäuser nicht

¹ <https://www.drogenbeauftragte.de/presse/pressekontakt-und-mitteilungen/2017/2017-3-quartal/der-trend-zum-nichtrauchen-setzt-sich-fort.html?L=0>

² <https://www.dak.de/dak/bundesthemen/ein-fuenftel-der-schueler-raucht-shisha-2116276.html>

³ https://www.drogenbeauftragte.de/fileadmin/dateien-dba/Drogenbeauftragte/Drogen_und_Suchtbericht/pdf/DSB-2018.pdf

⁴ WHO 2015 Advisory note: Waterpipe tobacco smoking: health effects, research needs and recommended actions for regulators http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/161991/9789241508469_eng.pdf?sequence=1 und Wichmann/Fromme 2018 (siehe Literaturhinweise)

angehalten, entsprechende Fälle zu dokumentieren. Einige Kliniken haben hierzu Zahlen veröffentlicht, so z. B. das Universitätsklinikum Düsseldorf. Hier wurden etwa 40 Personen mit Kohlenmonoxid-Vergiftung im Jahr 2017 mit Sauerstoff in einer speziellen Druckkammer behandelt, im Jahr 2016 waren es fünf Personen, 2015 nur eine Person. Im November 2018 heißt es, dass mittlerweile nahezu die Hälfte aller Druckkammerbehandlungen in dieser Klinik im Zusammenhang mit dem Shisha-Rauchen stände.⁵

Pressemeldungen vermitteln ebenfalls die Zunahme an Vergiftungsfällen in Verbindung mit Wasserpfeifen. Über die letzten drei Jahre (Stand 11/2018) gab es mindestens 33 Fälle gefährlich hoher Kohlenmonoxid-Konzentrationen mit mindestens 90 vergifteten Personen (teils Gästen, teils Beschäftigten). Allein im Jahr 2017 waren ca. 50 Personen in 17 Fällen betroffen, im ersten Halbjahr 2018 gab es bereits acht Fälle mit über 30 Personen, die im Krankenhaus behandelt werden mussten. Zwei Personen erlitten dabei lebensbedrohliche Kohlenmonoxid-Vergiftungen. Im Sommer verringern sich die Fallzahlen, weil vermehrt im Freien geraucht wird.

Die genannten Zahlen beziehen sich auf Fälle, die bei Notfalleinsätzen bzw. in Notaufnahmen auffällig geworden sind. Aufgrund der unspezifischen Symptomatik einer Kohlenmonoxid-Vergiftung und möglicher Fehlverdachte auf andere Ursachen (Alkohol, Drogen, Infekte u. a.) liegt die Dunkelziffer vermutlich sehr viel höher.

Hohe Kohlenmonoxid-Konzentrationen entstehen, wenn in Innenräumen ohne ausreichende Belüftung Shishas geraucht werden, die mit glühenden Kohlen betrieben werden (ähnlich wie beim Grillen in Innenräumen). Dabei ist es unerheblich, ob Tabak, Kräuter, Früchte oder Steine als Aromaträger eingesetzt werden. Beim Rauchen und auch aus der Luft des Gastraums können so größere Mengen Kohlenmonoxid eingeatmet werden, die zu Vergiftungen führen. Kohlenmonoxid kann nicht wahrgenommen werden, es ist farb-, geruchs-, geschmacklos und nicht reizend. Der Körper zeigt keine „Warn-Reaktionen“, ein Selbstschutz ist kaum möglich. Deshalb sind technische Maßnahmen notwendig, um eine kritische Belastungssituation frühzeitig zu erkennen und zu vermeiden.

3. Sachstand

Wasserpfeifen werden traditionell im östlichen Mittelmeerraum, in vielen arabischen Ländern sowie in Teilen Afrikas und Asiens zum Rauchen von Tabak verwendet. Im arabischen Raum gilt die Wasserpfeife als wichtiges Zeichen für Gastfreundschaft und wird oftmals bei festlichen Anlässen zelebriert, häufig zusammen mit Tee, um den Genuss noch zu erhöhen. Ursprünglich soll die Wasserpfeife aus Indien stammen und aus einer Kokosnuss mit einem in diese gesteckten Bambusstab bestanden haben. Bekannt in der westlichen Welt wurde das Rauchen von Wasserpfeifen im Zuge der Kolonialisierung. Mit der Einführung einer süßen, fruchtigen Tabakmischung (Maassel) seit Ende des letzten Jahrhunderts nimmt die Beliebtheit von Wasserpfeifen massiv zu, vor allem unter jungen Leuten, bei Schülerinnen und Schülern und Studentinnen und Studenten.⁶

⁵ <https://www.youtube.com/watch?v=Uvg2YFxmWU> Bericht in der Sendung ZDF Frontal 21 vom 7.11.2018

⁶ www.wikipedia.de, Artikel „Shisha“, recherchiert am 01.06.2018

Je nach Herkunftsland werden Wasserpfeifen als Shisha, Boory, Narghile, Arghile, Hookha, Goza oder Hubble-Bubble bezeichnet.

3.1 Aufbau und Funktion einer Wasserpfeife

Entsprechend dem stärker werdenden Trend, Wasserpfeife zu rauchen, sei es privat oder in einem Shisha-Betrieb, gibt es seit einigen Jahren „Shisha Messen“. Seit ca. fünf Jahren findet je in Frankfurt und in Berlin (neben Sevilla und Miami) jährlich eine internationale Fach- und Publikumsmesse für Shisha, Tabak, Kohle & Zubehör statt.⁷ 2018 zählte die Messe in Frankfurt über 25 000 Besucherinnen und Besucher und ca. 250 ausstellende Firmen aus der internationalen Shisha- und E-Zigarettenbranche. Entsprechend wächst auch das Angebot in Geschäften, die Wasserpfeifen verkaufen. Kundinnen und Kunden sind eingeladen, ihre ganz individuelle Wasserpfeife zusammenzustellen und zu testen. Es gibt eine große Vielfalt an Elementen, aus denen eine Wasserpfeife zusammengesetzt werden kann, sowie an Tabaksorten und Kohlen, um ein „optimales Raucherlebnis“ zu kreieren.

Die folgenden Ausführungen beschränken sich auf die grundlegenden Bauteile einer Wasserpfeife und im Weiteren auf einen groben Überblick über die Stoffe, die geraucht werden können, und solche, die als Brennstoff dienen.

→ Was ist eine Wasserpfeife?

Eine Wasserpfeife besteht aus mehreren Grund-Komponenten:

- einem (Ton- oder Metall-) Gefäß für den Tabak,
- einem wassergefüllten Gefäß (z. B. aus Glas, Metall, Ton, Acryl),
- einer Rauchsäule (z. B. aus Metall, Glas) mit Ventil und
- einem Schlauch aus unterschiedlichen Materialien (z. B. Leder, Latex, Kautschuk, Silikon) mit Mundstück.

⁷ <https://www.messeninfo.de/ShishaMesse-M11462/Frankfurt-am-Main.html>

Auf das gefüllte Tabakgefäß werden ein Metallsieb oder eine durchlöchernte Alufolie und darauf glühende Kohle gelegt.

Durch die Hitze der glühenden Kohle verschwelt der Tabak. Der Rauch wird über ein Mundstück durch ein mit Wasser gefülltes Gefäß (Bowl) angesaugt und inhalativ aufgenommen.

Wasserpfeifen besitzen keinen Filter. Das Wasser im Gefäß, dem irrtümlicherweise eine Filterwirkung zugesprochen wird, filtert lediglich einige wenige wasserlösliche Substanzen aus dem Rauch. Diese „Filterwirkung“ ist unzureichend. Die Schadstoffgehalte im Hauptstrom einer Wasserpfeife bleiben hoch.

→ Was kann in einer Wasserpfeife geraucht werden?

Ursprünglich wurden und werden in Wasserpfeifen stark nikotinreiche, nicht aromatisierte Tabake geraucht. Die Wasserpfeifentabake heute, die mit Vorliebe von jungen Leuten aus Europa und anderswo geraucht werden, sind dagegen aromatisiert und weniger nikotinhaltig; sie schmecken längst nicht mehr so kratzig und herb wie die ursprünglich verwendeten Wasserpfeifentabake.

Neben dem Aroma spielt die Entstehung großer Rauch-/Dampfmengen, die durch den Zusatz von Feuchthaltemitteln erreicht wird, eine wichtige Rolle. Anstatt Tabak können auch andere Aromaträger eingesetzt und verdampft bzw. geraucht werden, wie z. B. Kräuter, Dampfsteine oder Gele.

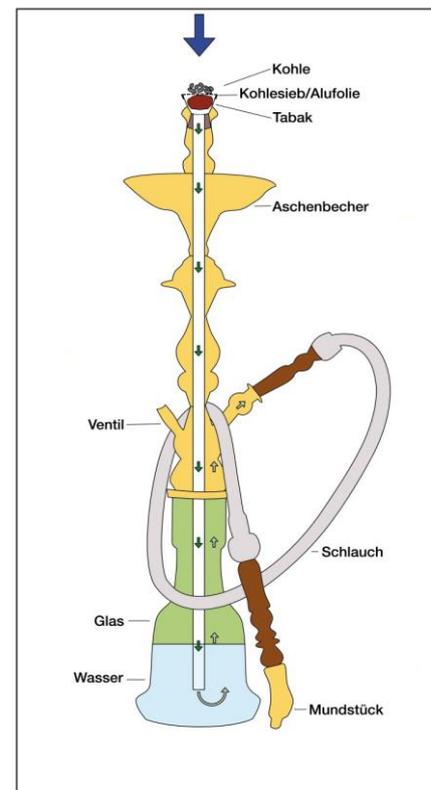
→ Wasserpfeifentabak

Beim Wasserpfeifentabak handelt es sich um ein Gemisch aus

- Tabak
- Feuchthaltemitteln (Glycerin, 1,2-Propylenglykol, Wasser)
- Melasse (Zuckersirup), Honig

Diesem Gemisch können weitere Stoffe zugesetzt werden:

- Aromen (z. B. Kräuter, Früchte, Gewürze, künstliche Aromen)
- Synthetische Farbstoffe (z. B. Allura Red, E 129)
- Konservierungsstoffe (z. B. Benzoesäure, Sorbinsäure)



Schematischer Aufbau einer Wasserpfeife

Mit freundlicher Genehmigung von Prof. Dr. Hermann Fromme (LGL Bayern)

Wasserpfeifentabak enthält sehr viel mehr Glycerin und/ oder andere Feuchtemittel als Zigarettentabak. Im Wasserpfeifentabak sind Glycerin-Mengen von bis zu 30 % Trockenmasse zu finden.⁸

Feuchthaltemittel werden zugesetzt, damit eine eindrucksvolle Dampf Wolke entstehen kann. Neben Wasser und Glycerin ist 1,2-Propandiol als Bestandteil von Nebelfluiden bekannt (z. B. bei der Produktion von Theaternebel).

Einige Beispiele für Aromen sind: Doppel-Apfel, Vanille, Lemon Tart, Cornflake Tart und Strawberry Custard, Kokosnuss, Limette, Blue Cold Arctic Breath. In Deutschland soll es angeblich ca. 100 verschiedene Aromen geben.

→ Tabakfreie Rauchmittel

Als tabakfreie Rauchmittel werden andere Aromenträger, wie bspw. Kräuter, Pilze, Früchte, Shishapasten oder Dampfsteine (Shiako-Steine), eingesetzt. Bei den Shiako-Steinen handelt es sich um poröse Steinchen, die zuvor in eine aromatische Lösung gelegt wurden. Bei Erhitzung der Steine verdampft die aromatische Lösung.

Unter Shishapasten (Gelen) versteht man eine aus Ton hergestellte formbare Masse, die Verneblungsmittel, Farbstoffe, Aromen und ggf. auch Nikotin enthalten kann.

→ Shishakohle

Die so genannte **Naturkohle** wird bspw. aus Kokosnussschalen oder Bambusholz hergestellt. Die Brenndauer der als Würfel geformten Naturkohle beträgt 60 bis 90 Minuten. Gewöhnlich werden auf dem Tabakkopf drei Kohlewürfel platziert.

Als Alternative wird **selbstzündende Kohle** angeboten, die aus gepresstem Kohlestaub besteht und Zusatzstoffe (z. B. Kaliumnitratsalze) zur schnelleren Entzündung beinhaltet. Sie lässt sich leicht mit Feuerzeug oder Kerze anzünden und hat eine Brenndauer von ca. 30 - 45 Minuten.

Bei der Verbrennung der Kohle entstehen erhebliche Mengen an Kohlenmonoxid sowie weitere Verbrennungsprodukte, z. B. Benzol, Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK), Feinstaubpartikel, die zusätzlich zu den Schadstoffen aus den Tabaken beim Wasserpfeifenrauchen inhaliert werden. Abhängig von der Qualität der Kohle können sich auch Metalle und Verbrennungsprodukte der Zusatzstoffe im Rauch befinden.

Seit einigen Jahren werden auch **elektrische Glühköpfe (elektrische Kohlen)** vertrieben. Mit einem Akku oder per Netzkabel betrieben ist die Temperatur stufenlos einstellbar und kann je nach Typ 350 °C erreichen.

Die Entstehung von Kohlenmonoxid aus den Kohlen wird bei der elektrischen Betriebsweise vermieden. Andere im Tabak oder auch in tabakfreien Rauchmitteln befindliche Stoffe erfahren auch

⁸ Aufgrund einer europarechtlich initiierten Änderung der Tabakverordnung wurde die bis vor einigen Jahren für alle Tabakerzeugnisse geltende Begrenzung von Feuchthaltemitteln (einschließlich Glycerin und 1,2-Propandiol) auf 5 % im Jahr 2016 aufgehoben.

bei dieser Variante eine thermische Zersetzung, so dass auch hier Pyrolyseprodukte freigesetzt und eingeatmet werden.

3.2 Kohlenmonoxid

Kohlenmonoxid-Vergiftungen zählen zu den weltweit häufigsten unfallbedingten Todesursachen, hinzu kommen die suizidal beabsichtigten Vergiftungen. Insgesamt wurden in Deutschland jährlich durchschnittlich 3757 Vergiftungsfälle mit 374 Todesfällen dokumentiert (Durchschnittswerte 2000-2009), im Jahr 2015 waren es 3447, im Jahr 2016 3611 Fälle.⁹ Die Zahl der Kohlenmonoxid-bedingten jährlichen Todesfälle schwankt zwischen 280 und 650, im Jahr 2015 wurden 648 Todesfälle verzeichnet. Ursächlich hierfür waren meist defekte oder unsachgemäß betriebene Öfen, Gasthermen, Kamine sowie Wohnungsbrände oder ein im Innenraum verwendeter Kohle-Grill.

Die Vergiftungen im Zusammenhang mit dem Rauchen von Wasserpfeifen nehmen seit einigen Jahren zu und werden in diese Statistiken aufgenommen. Todesfälle sind in diesem Zusammenhang glücklicherweise nicht bekannt. Die Dunkelziffer nicht erkannter und/oder nicht in Kliniken aufgeschlagener Vergiftungsfälle durch Kohlenmonoxid dürfte – allgemein und auch nach dem Rauchen von Wasserpfeifen – sehr viel höher liegen.

→ Kohlenmonoxid-Vergiftungen nach dem Besuch von Shisha-Bars bzw. nach dem Rauchen von Shishas – drei Beispiele

Januar 2013 in Wiesbaden

Ein junger Mann fuhr in Wiesbaden im Januar 2013 gegen eine Laterne und wurde dabei leicht verletzt. Er habe sich nicht gut gefühlt. Durch Untersuchung und Befragung des Mannes konnte eine Kohlenmonoxid-Vergiftung nach dem Besuch einer Shisha-Bar festgestellt werden. Die entsprechende Shisha-Bar wurde daraufhin kontrolliert. Weitere 13 Gäste hatten Vergiftungen durch Kohlenmonoxid erlitten, drei Personen sowie der junge Mann wurden mit Sauerstoff behandelt. (Zeitungsmeldung faz.net 24.02.2013)

Februar 2017 in Nordrhein-Westfalen

Die WDR Lokalzeit berichtete am 04.02.17 über den dramatischen Notfall eines jungen Mannes, der stundenlang in einer der immer beliebteren Shisha-Bars Wasserpfeife geraucht hatte. Erst zuhause befallen ihn Kopfschmerzen und Übelkeit und er bricht zusammen. Durch eine schwere Kohlenmonoxid-Vergiftung schwebt er in Lebensgefahr. In Aachen erfolgt die Notfallversorgung mit hyperbarer Sauerstofftherapie. Die Druckkammerbehandlung rettet sein Leben.

Januar 2018 in Schleswig-Holstein

„Der 16-jährige Patient stellte sich am frühen Samstagmorgen in der Notaufnahme der Kinderklinik vor. Der Patient sei nach Auskunft seiner Begleiter nach einer kurzen Episode mit Übelkeit und Schwächegefühl auf den Hinterkopf gefallen und etwa 30 s bewusstlos gewesen. Nachfolgend habe er einmalig erbrochen. Zuvor habe die Gruppe Shisha (Wasserpfeife) in der Wohnung eines Freundes geraucht. Nach dem Ereignis habe der Patient verwirrt gewirkt und eine Amnesie für Teile des Abends gehabt. Die Gruppe rauche regelmäßig gemeinsam Shisha. Weitere Drogen oder Alkohol habe der Patient nicht zu sich genommen. Der Patient sei ansonsten Nichtraucher. Ein ähnliches Ereignis habe sich zuvor noch nie ereignet.“

„In der Blutgasanalyse (BGA), die bei dem bewusstseinsgestörten Patienten kurz nach der Untersuchung durchgeführt wurde, zeigte sich ein Carboxyhämoglobin (CO-Hb) von 23,6 %.“

⁹ Kaiser G, Schaper A: Akute Kohlenmonoxidvergiftung. Notfall + Rettungsmedizin 2012; 15: 429.

„Nach Diagnosestellung erfolgte eine hochdosierte Sauerstoffgabe (8 l/min) zunächst über eine Nasenbrille und schließlich über eine Maske mit Reservoir. Der Patient wurde zur Überwachung auf die Kinderintensivstation aufgenommen.“ Nach etwa 16 Stunden betrug der CO-Hb-Wert 2,3 %, die Sauerstoffgabe wurde beendet.¹⁰

→ Was ist Kohlenmonoxid?

Kohlenmonoxid (Kohlenstoffmonoxid, chemische Bezeichnung CO), ist ein unsichtbares, geruchs- und geschmackloses sowie nicht reizendes, aber sehr giftiges Gas. Es kann vom Menschen nicht wahrgenommen werden. Der Körper zeigt keine Warn-Reaktionen, wie z. B. Augentränen, Husten oder Hyperventilation, die dazu führen könnten, sich rechtzeitig in Sicherheit zu bringen. Selbst tödliche Kohlenmonoxid-Konzentrationen können nicht wahrgenommen werden. Kohlenmonoxid gilt daher als heimtückisches Gift, als so genannter „silent killer“.

Seine Dichte entspricht in etwa der von Luft. Das Gas breitet sich schnell aus und kann sogar durch Wände diffundieren.¹¹ Unter Normalbedingungen ist das Gas wenig reaktiv, es wird nicht von Oberflächen im Innenraum adsorbiert. Es ist damit also relativ stabil in der Luft, die Oxidation zu Kohlendioxid (CO₂) dauert einige Monate. Wärme und UV-Strahlung beschleunigen diese Reaktion. In der Außenluft ist es in einem unbelasteten Gebiet mit etwa 0,00001 Volumen-% (oder 200 ppb¹²) enthalten, zum Vergleich: Stickstoff 78 %, Sauerstoff 21 %, Argon 1 %, Kohlendioxid 0,038 %.

Kohlenmonoxid ist mit 30 mg/l in Wasser nur gering löslich.

Die Konzentrationsangabe erfolgt meist in mg/m³ oder ppm (parts per million).

1 ppm = 1,15 mg/m³ bzw. 1 mg/m³ = 0.87 ppm bei 25 °C

→ Entstehung

Kohlenmonoxid entsteht bei unvollständigen Verbrennungen kohlenstoffhaltiger Materialien, wie z. B. Öl, Kohle, Gas oder Holz. (Eine vollständige Verbrennung würde zum oxidierten Endprodukt Kohlendioxid führen.) Bei hohen Temperaturen und geringer Sauerstoffzufuhr, z. B. in geschlossenen Räumen, überwiegt die unvollständige Verbrennung und das Risiko einer Kohlenmonoxid-Vergiftung ist erhöht.

Kohlenmonoxid entsteht beim Rauchen einer Wasserpfeife insbesondere beim Verglühen der Kohle und auch beim Verschwelen des Tabaks bzw. anderer organischer Stoffe.

Das Rauchen von mit Kohle betriebenen Wasserpfeifen in Innenräumen bei unzureichender Belüftung kann daher zu hohen Kohlenmonoxid-Konzentrationen führen (ähnlich wie beim Grillen mit Grillkohle in Innenräumen). Beim Rauchen wie auch über die Luft aus einem unzureichend belüfteten Gastraum eines Shisha-Betriebs oder einem Wohnraum können so größere Mengen Kohlenmonoxid eingeatmet werden.

¹⁰ F. Knörr, L. Doll, M. Rohde, C. Kamrath, A. Hahn: Kohlenmonoxidintoxikation durch Shisha-Rauchen, Kinderheilkunde 2017

¹¹ Die Feuerwehr überprüft bei überhöhten CO-Werten in einem Raum daher auch immer die Nachbarräume bzw. -wohnungen.

¹² parts per billion: 1: 1 000 000 000

→ Aufnahme und Wirkungen von Kohlenmonoxid im Menschen

Kohlenmonoxid wird mit der Atemluft über die Lunge aufgenommen, es gelangt rasch über die Membranen der Lungenbläschen in den Blutkreislauf. Das Gas bindet bis zu 300fach stärker als Sauerstoff an das Hämoglobin (Hb), den Blutfarbstoff in den roten Blutkörperchen, so dass es zu einer Verdrängung des Sauerstoffs kommt. Beim Fötus beträgt die höhere Affinität des Kohlenmonoxids zum embryonalen Hämoglobin sogar das bis zu 600-Fache. Das mit Kohlenmonoxid besetzte Hämoglobin wird auch Carboxyhämoglobin oder Kohlenmonoxid-Hämoglobin genannt, COHb. Kohlenmonoxid blockiert die Bindungsstellen für Sauerstoff im Hämoglobin; zudem erschwert es über eine allosterische (räumliche) Veränderung am Hämoglobin die Abgabe des gebundenen Sauerstoffs an das Gewebe (Linksverschiebung der Sauerstoff-Dissoziationskurve). In Folge werden Gewebe nicht mehr ausreichend mit Sauerstoff versorgt. Organe mit hohem Sauerstoffbedarf, wie das zentrale Nervensystem oder auch der Herzmuskel, reagieren besonders empfindlich. Zusammen mit einem deutlichen Blutdruckabfall führt dies zur Bewusstlosigkeit.

Neben der hypoxischen, zur Sauerstoffunterversorgung führenden Wirkung des Kohlenmonoxids sind auch nicht-hypoxische Wirkungen bekannt. Kohlenmonoxid bindet an diverse Häm-haltige Enzyme sowie andere eisenhaltige Cytochrome in der Zelle und behindert bzw. beeinflusst deren Funktion. Es werden Prozesse angestoßen, die zu Entzündungsreaktionen, zur Bildung reaktiver Sauerstoffspezies (oxidativem Stress), zur Schädigung von Membranen (Lipidperoxidation, Zerstörung der Myelinschicht der Nervenfasern) und zum Zelluntergang (Apoptose) führen sowie Abläufe im Immunsystem und im Nervensystem stören.

Kohlenmonoxid wird im Körper selbst gebildet, es ist in eine Vielfalt physiologischer Prozesse eingebunden. Der Anteil von COHb durch endogen gebildetes Kohlenmonoxid liegt bei weniger als einem Prozent. Kohlenmonoxid reguliert unter anderem den Widerstand in den Gefäßen, es wirkt gefäßerweiternd, fungiert als Neurotransmitter, beeinflusst Reaktionen im Blutgerinnungs- und im Hormonsystem. Es wirkt anti-inflammatorisch und neuroprotektiv. Durch ein erhöhtes Angebot an Kohlenmonoxid können all diese Funktionen beeinträchtigt werden.

Insgesamt beruht die giftige Wirkung von Kohlenmonoxid vermutlich auf einer Kombination von Schädigungen durch eine Sauerstoffunterversorgung (Gewebehypoxie – bei eher höheren Kohlenmonoxid-Konzentrationen) und einer Kohlenmonoxid-spezifischen Schädigung auf zellulärer Ebene (nicht-hypoxische Wirkung), die bereits bei geringeren Kohlenmonoxid-Konzentrationen eintritt. Für die verzögerten Spätfolgen werden vorrangig die nicht-hypoxischen Wirkungen verantwortlich gemacht.¹³

Geringe COHb-Konzentrationen von 1 bis 5 % können vom Körper weitgehend kompensiert werden. Der Blutfluss wird gesteigert (Erhöhung der Schlagrate des Herzens und des Schlagvolumens), längerfristig werden mehr Blutkörperchen, mehr Hämoglobin produziert, der Herzmuskel wird verstärkt (kardiale Hypertrophie). Rauchende weisen einen COHb-Anteil von bis zu 10 % und entsprechende kompensatorische physiologische Reaktionen auf, die bei starken Raucherinnen und Rauchern die toxische Wirkung von Kohlenmonoxid aber nicht ganz ausgleichen können (z. B. verminderte körperliche und mentale Leistungsfähigkeit). Bis zu einem Anteil von 20 % COHb

¹³ <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/index.asp> Toxicological Profile for Carbon Monoxide; WHO 2010; Bleecker ML (2015): Carbon monoxide intoxication, Handb Clin Neurol.131:191-203.

wird die schlechtere Sauerstoffversorgung des Gehirns aufgrund der körpereigenen Kompensation als relativ unproblematisch bewertet, da sie nicht nachhaltig schädigt.

Die individuelle Toleranzschwelle variiert stark. Einige Personen verlieren bei einem COHb-Anteil von 25 % das Bewusstsein, andere weisen keinerlei Symptome auf. Die Empfindlichkeit hängt ab von der jeweiligen Konstitution, von der Atemrate (körperliche Aktivität) und der Prädisposition der Person sowie von der Höhe und Dauer der Exposition gegenüber Kohlenmonoxid.

Es gibt bestimmte (vulnerable) Personengruppen, die eine erhöhte Empfindlichkeit gegenüber Kohlenmonoxid aufweisen:

- Kinder – aufgrund des höheren Stoffwechselumsatzes mit höherem Sauerstoffbedarf
- Schwangere, die bedingt durch die Schwangerschaft einen höheren Anteil an COHb im Blut aufweisen
- Ungeborenes Leben; die fruchtschädigende Wirkung, unter anderem die Beeinträchtigungen der geistigen Entwicklung bis hin zu irreversiblen Hirnschäden und zum Tod (bei ca. 25 % COHb im Blut der Mutter) ist nachgewiesen.
- Alle Personen, bei denen Schwierigkeiten in der Aufnahme von Sauerstoff und dessen Abgabe im Gewebe bestehen, reagieren empfindlicher auf Kohlenmonoxid:
 - Personen mit bestimmten Blut- oder Schilddrüsenerkrankungen (Anämie, Thyreotoxikose)
 - Personen mit Herz-Kreislauf-Krankheiten (insbesondere koronare Gefäßerkrankungen und andere Herz-Kreislauf-Erkrankungen, die selbst schon zu einer Sauerstoffminderversorgung führen). So treten am koronar vorgeschädigten Herzen verstärkt Arrhythmien auf bei Werten zwischen 2,4 und 5,8 % COHb. Konzentrationen von nur 2 % COHb führen bereits zu einer deutlichen Senkung der ST-Strecke im Elektrokardiogramm (EKG), was als Zeichen der beginnenden Sauerstoffunterversorgung des Herzens gilt. Die Häufigkeit von Angina-pectoris („Brustenge“, anfallsmäßiger Schmerz in der Brust) ist signifikant erhöht.
 - Personen mit bestimmten Lungenerkrankungen, wie z. B. COPD (chronische obstruktive Lungenerkrankung), oder auch
 - Personen mit bestimmten Gefäßkrankheiten, wie z. B. Arteriosklerose.

Da beim Rauchen einer Wasserpfeife auch andere Verbrennungsprodukte freigesetzt werden, die die Lungenfunktionen negativ beeinflussen, ist davon auszugehen, dass sie damit die Wirkung von Kohlenmonoxid noch verstärken könnten.

→ Symptome

Eine Vergiftung mit Kohlenmonoxid führt zu eher unspezifischen Symptomen, die oftmals fehlgedeutet und auf andere Umstände (z. B. Krankheit, Konsum von Alkohol oder anderer Drogen) zurückgeführt werden. Daher werden viele Kohlenmonoxid-Vergiftungen nicht erkannt und in den Zahlenwerken von Krankenhäusern oder des Statistischen Bundesamtes nicht erfasst.

Als Indikator einer Kohlenmonoxid-Vergiftung wird der Gehalt an COHb im Blut bestimmt. Dem jeweiligen Anteil werden bestimmte Symptome bzw. Schweregrade der Vergiftung zugeordnet.

Die COHb-Gehalte im Blut und die dazu in Beziehung gesetzten Symptome geben aber eine nur sehr grobe ungefähre Vorstellung davon ab, welche Symptome eintreten können (siehe im Folgenden die Beschreibung des Bundesinstituts für Risikobewertung, 2008, sowie die Tabelle auf der folgenden Seite, die im Rahmen einer Fortbildung gezeigt wurde). Die aufgelisteten Symptome geben zudem keine zwingende Abfolge vor. Die Dauer der Exposition – ein maßgeblicher Faktor – bleibt gänzlich unberücksichtigt. Das Auftreten der Symptome ist, wie oben dargestellt, sehr stark von individuellen Unterschieden in der Empfindlichkeit gegenüber Kohlenmonoxid abhängig.

Zitat: „Bei leichten Intoxikationen (COHb 10-20 %) bemerken die Patienten Kopfschmerzen, Schwindel, Ohrensausen, Sehstörungen, Erbrechen, Kurzatmigkeit, Muskelschwäche und Tachykardie [erhöhte Herzfrequenz]. Mittelschwere bis schwere Vergiftungen (COHb 20-60 %) sind gekennzeichnet durch hellrotes oder blasses bzw. zyanotisches Hautkolorit. Anfangs treten Erregungszustände auf, später eine Bewusstseinsstrübung bis zum tiefen Koma, Krampfanfälle, Herzrhythmusstörungen bis zum Kollaps, eine oberflächliche Atmung oder Hyperventilation und metabolische Azidose. COHb-Konzentrationen über 70 % führen zu zentraler Anoxie [weitgehendes Fehlen von Sauerstoff] und damit zum Tod innerhalb weniger Minuten. In etwa 30 % der Fälle kommt es nach Überwindung der akuten Phase mit einer Latenz von drei bis zu 240 Tagen zu verzögert auftretenden neurologischen Symptomen, deren Reversibilität unterschiedlich beurteilt wird.“¹⁴

Tabelle 1: Symptome bei bestimmten Hämoglobin-Konzentrationen (Hb-CO)

Hb-CO	Anzeichen, Symptome
3 – 5 %	Verminderung der körperlichen Leistungsfähigkeit bei größeren Anstrengungen. Bei Herzkranken können Beschwerden ausgelöst werden (Angina Pectoris – Herzenge)
5 – 15 %	Leichte, aber durch Messungen feststellbare Sehschwäche
10 – 20 %	Leichte Kopfschmerzen, Müdigkeit, Unwohlsein, Herzklopfen
20 – 30 %	Schwindel, Bewusstseinsstrübung, Schläffheit, Lähmungen
30 -40 %	Rosa-Färbung der Haut, Bewusstseinsverlust, Kreislaufkollaps
40 – 60 %	Tiefe Bewusstlosigkeit, Lähmungen, Körpertemperatur sinkt
60 – 70 %	Tödlich in 10 Minuten bis 1 Stunde
Über 70 %	Tödlich in wenigen Minuten

Zusammenstellung Kathrin Begemann, BfR (Vortrag bei der Fortbildung im Öffentlichen Gesundheitsdienst 25.03.2015)¹⁵

¹⁴ Bundesinstitut für Risikobewertung, BfR 2008 http://www.bfr.bund.de/cm/350/aerztliche_mitteilungen_bei_vergiftungen_2008.pdf

¹⁵ <http://www.bfr.bund.de/cm/343/kohlenmonoxid-und-co-aktuelle-meldungen-von-vergiftungsfaellen.pdf> (letzter Zugriff 27.2.2018)

→ Spätfolgen

Es ist davon auszugehen, dass sich die Symptome bei Personen, die keinen Zustand der Bewusstlosigkeit erlebt haben, kurzfristig vollständig zurückbilden. Nach Bewusstlosigkeit und insbesondere, wenn die Vergiftung nicht oder erst spät erkannt und behandelt wird, können jedoch in einigen Fällen nach einigen Wochen oder Monaten neurologische Spätfolgen auftreten. Auch diese bilden sich nach weiteren Wochen und Monaten meist vollständig zurück, können aber sehr belastend sein und zur Arbeitsunfähigkeit führen. Beschrieben sind geringe bis schwerwiegende Beeinträchtigungen der körperlichen und mentalen Leistungsfähigkeit, Lethargie, Müdigkeit, Konzentrationsschwäche, Vergesslichkeit, Gedächtnisverlust, Wesensänderungen, Depression und Hörverlust. Parkinson-ähnliche Symptome, wie Zittern im Ruhezustand, Verlangsamung der Bewegungen, Muskelsteifheit, starre Mimik u. a., gehören zu den etwas spezifischeren, aber seltenen Symptomen einer Kohlenmonoxid-Vergiftung. Verantwortlich für diese Spätfolgen, die zeitverzögert nach einer Vergiftung mit Kohlenmonoxid auftreten, sind mit großer Wahrscheinlichkeit die nicht-hypoxischen Reaktionen auf zellulärer Ebene.

→ Bestehende Grenz- und Leitwerte

Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) hat im Jahr 2010 Leitwerte¹⁶ veröffentlicht, die die Ad-hoc-Arbeitsgruppe Innenraumrichtwerte (heute „Ausschuss für Innenraumrichtwerte“ - AIR) im Jahr 2013 einschließlich ihrer Begründung übernommen hat:

Tabelle 2: Leitwerte der WHO für Kohlenmonoxid (CO) in Innenraumluft

Raumaufenthaltszeit	Raumluftkonzentration CO in mg/m ³	Raumluftkonzentration CO in ppm	Bemerkung
15 Minuten	100	86	nicht häufiger als einmal pro Tag, bei leichter körperlicher Betätigung
1 Stunde	35	30	nicht häufiger als einmal pro Tag, bei leichter körperlicher Betätigung
8 Stunden	10	9	nicht häufiger als einmal pro Tag, bei leichter bis mäßiger körperlicher Betätigung
24 Stunden	7	6	für wache, aufmerksame Personen, (nicht für körperlich aktive Personen)

Die Leitwerte sind so ausgerichtet, dass die Beladung des Hämoglobins mit Kohlenmonoxid bei nicht-rauchenden Personen stets unter 2 % COHb bleibt. Hierdurch wird das in Untersuchungen im Bereich von 2 - 6 % COHb beobachtete häufigere Auftreten von Angina pectoris („Brustenge“) bei Personen mit Herz-Kreislauf-Erkrankungen sowie Veränderungen des ST-Segments im Elektrokardiogramm als Zeichen der beginnenden Sauerstoffunterversorgung des Herzens verhindert. Bei der Festsetzung der Leitwerte hatte die WHO auch die Verringerung der maximalen Leistungsfähigkeit bei gesunden jungen Menschen, für die die Effektkonzentration geringfügig höher

¹⁶ WHO 2010: WHO Guidelines for indoor air quality; selected pollutants, S.55-101; WHO 2011: WHO Leitlinien für Innenraumluftqualität: ausgewählte Schadstoffe. Zusammenfassung

liegt, im Blick. Hinsichtlich der Symptome bei chronischer Exposition gegenüber niedrigen Kohlenmonoxid-Werten ($< 10 \text{ mg/m}^3$) empfiehlt die WHO einen 24 Stunden-Wert in Höhe von 7 mg/m^3 . Die Angaben erfolgen zusammen mit der Angabe zur körperlichen Aktivität, da die Atemrate/das Atemvolumen maßgeblich für die Aufnahme des Kohlenmonoxids ist und den Gehalt an COHb daher deutlich beeinflusst.

Mit der von Coburn, Forster und Kane entwickelten Gleichung (CFK-Gleichung) kann aus dem COHb-Gehalt im Blut die Umgebungskonzentration für Kohlenmonoxid berechnet werden und umgekehrt.¹⁷

Im Arbeitsschutz gilt für Beschäftigte in Shisha-Betrieben der Arbeitsplatzgrenzwert (AGW) in Höhe von 30 ppm für acht Stunden. Nach Ende einer Arbeitsschicht darf der COHb-Wert 5 % nicht überschreiten (Biologischer Grenzwert - BGW). Eine fruchtschädigende Wirkung ist bei Expositionen in Höhe des AGW-Wertes nicht auszuschließen.

In der 39. Bundes-Immissionsschutz-Verordnung (39. BImSchV) wird ein Kohlenmonoxid-Grenzwert für die Außenluft mit 10 mg/m^3 für acht Stunden angegeben. Dieser wird in der Außenluft in der Regel weit unterschritten.

→ Einige COHb-Werte und Kohlenmonoxid-Konzentrationen zur Orientierung

COHb-Werte:

- Raucher: 5 bis 10 %
- Nichtraucher: bis 2 %,
- davon stammen etwa 0,2-1 % aus dem endogenen (körpereigenen) Stoffwechsel
- In einigen Studien wurde die Zunahme an COHb nach dem Rauchen einer Wasserpfeife untersucht, hier Ergebnisse von Yildirim et al., 2016¹⁸:

33 Probanden, Rauchen der Wasserpfeife 30 Minuten

- vor dem Rauchen: 0 – 6 % COHb (Median 1,3 %)
- nach dem Rauchen: 4 – 44 % COHb (Median 23,7 %)

Kohlenmonoxid-Konzentrationen:

Außenluft

Tabelle 3: Außenluft (z. B. Hamburg 2017):

Luftmessstation	Jahresmittelwert (mg/m^3)	Maximalwerte (mg/m^3), 8 Std.
Hintergrund	0,17	1,19
Verkehr	0,46	2,51

Innenraumluft

In Innenräumen ohne Kohlenmonoxidquelle (kein/e Kerzen, Räucherstäbchen, Tabakrauch,

¹⁷ Coburn, R.F., Forster, R.E. and Kane, P.B. (1965) Considerations of the Physiological Variables That Determine the Blood Carboxy Hemoglobin Concentration in Man. Journal of Clinical Investigation, 44, 1899-1910.

¹⁸ Yildirim F et al.(2016): Evaluating ECG and carboxyhemoglobin changes due to smoking narghile. Inhal Toxicol Oct;28(12):546-549

Kochaktivitäten auf Gasöfen usw.) entsprechen die Konzentrationen an Kohlenmonoxid weitgehend denen der Außenluft.

→ Fallmeldungen aus Krankenhäusern und des Giftinformationszentrums Mainz

Wie bereits in der Einleitung erwähnt, werden die Kohlenmonoxid-Vergiftungsfälle im Zusammenhang mit dem Rauchen von Wasserpfeifen nicht systematisch erfasst und ohnehin aufgrund der unspezifischen Symptomatik in ihrer Zahl deutlich unterschätzt. Unter diesem Vorbehalt sind die folgenden Zahlen aus zwei Städten und dem Giftinformationszentrum Mainz einzuordnen:

In Hamburg wurden aus einem Krankenhaus für die Jahre 2014 bis 2016 zehn Kohlenmonoxid-Vergiftungsfälle nach dem Konsum von Wasserpfeifen beschrieben, im Jahr 2017 gaben die Hamburger Krankenhäuser 25 Fälle an.

In Berlin wurden von 2016 bis Juli 2018 insgesamt 29 Druckkammerbehandlungen in Zusammenhang mit Kohlenmonoxid-Vergiftungen und dem Rauchen von Wasserpfeifen notwendig.

Giftinformationszentrum Mainz:

Dem Giftinformationszentrum der Länder Rheinland-Pfalz und Hessen in Mainz liegen für den Zeitraum von Oktober 2016 bis Dezember 2017 insgesamt 26 Fälle mit Kohlenmonoxid-Intoxikationen in Verbindung mit Shisha-Rauchen vor. Das Giftinformationszentrum analysierte retrospektiv für den Zeitraum von 1995 bis Oktober 2016 die in Zusammenhang mit Shisha-Rauchen gemeldeten Fälle von Kohlenstoffmonoxid-Vergiftungen.¹⁹ Für diesen Zeitraum sind insgesamt 49 Fälle beschrieben, von denen sich 46 Fälle auf eine Innenraumexposition und davon 19 Fälle (rund 40 %) auf einen Shisha-Betrieb zurückführen ließen. Zwischen 2012 und 2016 wurden jährlich 8 bis 12 Kohlenmonoxid-Vergiftungsfälle im Vergleich zu den Vorjahren ab 1999 mit etwa 2 Fällen pro Jahr dokumentiert. Die Altersverteilung erstreckt sich bei etwa 50 % der Fälle auf die Altersgruppe 15 bis 25 Jahre. Etwa die Hälfte der Betroffenen zeigte ausgeprägte Symptome mit überwiegend Erbrechen, Schwindel, Kopfschmerzen, bei 8 Fällen traten Ohnmacht und Bewusstseinsstörungen auf. Weitere Effekte betrafen erhöhte Herzfrequenz und Kreislaufbeschwerden. Bei 71 % der Fälle (Anzahl 35) erfolgte eine Krankenseinweisung, wovon 13 Fälle auf der Intensivstation behandelt wurden. In 31 Fällen ließ sich der COHb-Spiegel ermitteln, wobei der maximale Wert 37,5 % COHb betrug und in 15 Fällen (ca. 50 %) ein Wert oberhalb von 20 % COHb bzw. in 29 Fällen oberhalb von 7,5 % COHb (dem „pathologischen“ Wert) vorlag.

3.3 Andere Schadstoffe

Bei der Verbrennung, Verschwelung oder Erhitzung organischer Verbindungen entstehen durch die thermische Zersetzung Pyrolyseprodukte, die mehr oder weniger gesundheitsschädlich sind. Die beim Rauchen von Tabak gebildeten Schadstoffe sind hinlänglich bekannt und untersucht. Diese werden auch nach dem Konsum von Wasserpfeifen im Haupt- als auch im Nebenstrom

¹⁹ Trompelt, J., Sauer, O., Stürer, A. (2017). Carbon monoxide: hidden threat in Shisha bars. 37th International Congress of the European Association of Poisons Centres and Clinical Toxicologists (EAPCCT) 16–19 May 2017, Basel, Switzerland. *Journal Clinical Toxicology* Volume 55, Abstract 62, p 397.

<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/15563650.2017.1309792>

Trompelt, J., Sauer, O., Stürer, A. (2016). CO-Gefahr in der Shisha-Bar. Vortrag auf der Jahrestagung der Gesellschaft für Klinische Toxikologie, 2016 Göttingen.

nachgewiesen wie z. B. Kohlenmonoxid, Benzol, Nikotin, Teer, Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) einschließlich Benzo[a]pyren, Tabakspezifische Nitrosamine (TSNA), Primäre Aromatische Amine (PAA), Fein- und Ultrafeinstaub, Acetaldehyd, Formaldehyd, Brenzcatechin, Hydrochinon, 2-Furaldehyd, 5-(Hydroxymethyl)-2-furaldehyd, Glycerin, 1,2-Propan-diol.

Es gibt Hinweise, dass gesundheitlich bedenkliche Metalle, wie bspw. Arsen, Chrom, Nickel und Cadmium, im Rauch von Wasserpfeifen vorkommen.²⁰

Wie auch beim Zigarettenrauchen ist die nachteilige Wirkung des Wasserpfeifenrauchens auf die Gesundheit offensichtlich. Als akute Gesundheitseffekte werden neben Kohlenmonoxid-Vergiftungen Wirkungen auf das Herz-Kreislaufsystem und auf die Atemwege beschrieben. Weiterhin werden das Risiko für eine mögliche Infektionsübertragung²¹ auf vorerkrankte Personen sowie nachteilige Wirkungen während einer Schwangerschaft und auf die Geburt genannt.²² Als Zielorgane bzw. -systeme für langfristige Wirkungen sind ebenda das Herz-Kreislaufsystem und die Lunge sowie für Krebserkrankungen Lunge, Speiseröhre und der Kopf-Hals-Bereich beschrieben. Zudem besteht wie beim Zigarettenrauch ein Suchtpotenzial aufgrund des Nikotins.

Für Passivrauchende und Beschäftigte in Einrichtungen, in denen kohlebetriebene Wasserpfeifen geraucht werden, sowie für die Rauchenden selbst stellen die beim Wasserpfeife-Rauchen freigesetzten Schadstoffe „ein ernstes gesundheitliches Risiko dar. Auch das Human-Biomonitoring belegt, dass bei Wasserpfeife-Rauchenden, aber auch bei Passivrauchbelasteten, eine hohe interne Belastung mit problematischen Substanzen bzw. deren Abbauprodukten besteht.“²³

Der vorliegende Bericht beschränkt sich im weiteren Text aufgrund des lebensgefährlichen akuten Risikos einer Kohlenmonoxid-Vergiftung auf diesen Schadstoff.

3.4 Vergleich mit Zigarettenrauchen

Beim Rauchen einer Wasserpfeife mit Tabak entstehen die gleichen gesundheitsschädlichen Substanzen wie beim Zigarettenrauchen. Daher geht auch vom Rauchen einer Wasserpfeife eine ähnliche Gesundheitsgefahr aus, wie sie für das Rauchen von Zigaretten gut untersucht und belegt ist.

In der Presse sind einige Vergleiche zwischen dem Rauchen von Zigaretten und dem Rauchen von Wasserpfeifen zu finden. Meist hinken sie jedoch. Die Frage: „Wie vielen Zigaretten entspricht das Rauchen einer Wasserpfeife?“ lässt sich zum Beispiel nicht pauschal beantworten. Entscheidend ist hier nicht nur, ob das Rauchvolumen oder die inhalierte, aufgenommene Schadstoffmenge betrachtet werden, sondern auch, auf welchen Schadstoff sich der Vergleich bezieht.

²⁰ Bundesinstitut für Risikobewertung: Stellungnahme 034/2016, Auch tabakfreie Wasserpfeifen können die Gesundheit gefährden.

²¹ Fromme H.: Wasserpfeife (Shisha), Kapitel 8.5, in: Wichmann/ Fromme, Handbuch Umweltmedizin, VI, 60. Erg. Lfg. 4/18 mit weiteren Literaturhinweisen.

²² Fromme 2018, S. 14. Sowohl im Wasser der Gefäße als auch in den Schläuchen wurde in den wenigen Studien im Iran, Jordanien, Deutschland häufig eine Keimbelastung mit teils humanpathogenen Bakterien beobachtet.

²³ Fromme 2018, S. 19, s. Zusammenfassung

Die Meldung „Das Rauchen einer Wasserpfeife entspricht 100 Zigaretten.“ bezieht sich allein auf das Rauch-/Dampfvolumen und sagt nichts über die jeweils aufgenommene Schadstoffmenge aus. Vergleicht man die Menge des mit dem Urin ausgeschiedenen Cotinins, einem Abbauprodukt des Nikotins, werden Zahlen von 10 und 2 Zigaretten pro Tag genannt, die einem täglichen bzw. gelegentlichem Wasserpfeifen-Konsum (eine Wasserpfeife in vier Tagen) entsprächen.²⁴

„Das BfR²⁵ schätzt auf Basis von Daten zur Nikotin- und Schadstoffaufnahme von Wasserpfeifenrauchern, dass beim täglichen Rauchen einer Wasserpfeife ähnliche gesundheitliche Risiken wie bei einem moderaten Zigarettenkonsum (etwa 10 Zigaretten pro Tag) bestehen (Schubert, 2013). Ein direkter Vergleich der Risiken von Wasserpfeifen- und Zigarettenrauch ist jedoch schwierig, denn trotz der vergleichsweise hohen Benzolgehalte im Wasserpfeifenrauch wurden andere charakteristische kanzerogene Emissionen von Tabakzigaretten (z. B. 1,3-Butadien) in Wasserpfeifenrauch nicht nachgewiesen. Außerdem bestehen wichtige Unterschiede im Rauchverhalten der Konsumenten von Wasserpfeifen und Zigaretten, die einen Einfluss auf die Rauchaufnahme haben und einen Vergleich erschweren. Dazu gehören bspw. der jeweilige soziale Kontext, die Rauchdauer und -häufigkeit sowie der höhere apparative Aufwand, der ein spontanes Wasserpfeifenrauchen in Arbeitspausen oder in Freizeiteinrichtungen deutlich erschwert.“

Beim Zigarettenrauchen wird das Produkt beim Inhalieren und Glimmen der Zigarette verbrannt. Der Tabak, der als Rauch inhaliert wird, verbrennt und verschwelt bei Temperaturen von bis zu 950 °C.²⁶ In einer Zigarette gibt es einen Temperaturgradienten, sprich verschiedene Temperaturzonen. In der Zone zwischen 200 und 600 °C entstehen die meisten Pyrolyse-Produkte (unter Sauerstoffmangel bei unvollständiger Verbrennung). Im Rauch einer Zigarette befinden sich ca. 4800 Stoffe, darunter ca. 100 gesundheitsgefährdende Stoffe, darunter wiederum viele krebserzeugende Substanzen.

Im Gegensatz zur Zigarette wird der Wasserpfeifentabak nicht verbrannt, sondern in der Regel durch glühende Holzkohle erhitzt und bei ca. 300-400 °C verschwelt. Die Pyrolyse und die unvollständigen Verbrennungsprozesse führen insbesondere zu einer nennenswert höheren Kohlenmonoxid-Belastung.

Im Hauptstromrauch einer Wasserpfeife werden darüber hinaus grundsätzlich ähnliche gesundheitsschädliche Stoffe detektiert wie im Hauptstromrauch von Zigaretten, z. B. Metalle wie Aluminium, Mangan, Nickel, Cadmium und Blei sowie organische Substanzen wie Phenole, Aldehyde, Nikotin (bei tabakhaltigen Produkten), aromatische Amine, PAK und Partikel. Dazu kommen Feuchthaltemittel (Glykole) und ggf. Aromastoffe (z. B. Vanillin). Durch die Verwendung von „tabakfreien“ Rauchprodukten (Kräuter oder Shizao-Steine) lässt sich zwar die Nikotinaufnahme umgehen, nicht jedoch die Aufnahme anderer Schadstoffe. Auch im Nebenstromrauch (Belastung der Innenraumluft) waren – neben Kohlenmonoxid – hohe Konzentrationen an PAK, Benzol

²⁴ Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR, 2016): Ausgewählte Fragen und Antworten zu Wasserpfeifen, https://www.bfr.bund.de/de/ausgewaehlte_fragen_und_antworten_zu_wasserpfeifen-8953.html (zuletzt aufgerufen am 17.08.2018).

²⁵ BfR (2016): Auch tabakfreie Wasserpfeifen können die Gesundheit gefährden, <https://www.bfr.bund.de/cm/343/auch-tabakfreie-wasserpfeifen-koennen-die-gesundheit-gefaehrden.pdf> (zuletzt aufgerufen am 17.08.2018)

²⁶ Mallock et al. 2018: Levels of selected analytes in the emissions of “heat not burn” tobacco products that are relevant to assess human health risks, Archives of Toxicology, Vol 92/6, 2145-2149.

und Feinstaub (PM₁₀ als auch PM_{2,5}) zu finden. Ebenso ergaben Human-Biomonitoring-Untersuchungen eine Belastung von Shisha-Konsumentinnen und Konsumenten mit problematischen Substanzen.²⁷

Auch wenn ein direkter Vergleich der Schadstoffaufnahme beim Wasserpfeifen- bzw. Zigarettenrauchen aufgrund der unterschiedlichen Umstände beim Rauchen nicht ohne weiteres möglich ist, kann grundsätzlich festgestellt werden:

- Die Aufnahme von Kohlenmonoxid ist beim Shisha-Rauchen um ein Vielfaches höher als beim Konsumieren von Zigaretten.
- Grundsätzlich setzen sich Raucherinnen und Raucher von Wasserpfeifen ähnlichen, teilweise auch gleichen Schadstoffen aus wie beim Rauchen von Zigaretten.
- Ein nennenswertes „Herausfiltern“ von Schadstoffen aus dem Hauptstromrauch einer Wasserpfeife über die Durchführung des Rauchs durch das Wasser findet nicht statt.

Zusätzlich ist zu bedenken:

- Der durch das Wasser gekühlte Rauch der Wasserpfeife wird meist tiefer inhaliert als Zigarettenrauch.
- Der soziale Aspekt des gemeinsamen Shisha-Rauchens animiert auch Personen zum Shisha-Rauchen, die sich (hinsichtlich Zigarettenkonsum) als Nichtraucherinnen und Nichtraucher bezeichnen.

3.5 Wasserpfeifen-Rauchen und Kohlenmonoxid-Innenraumbelastung

Wasserpfeifen werden oftmals in kleinen Gruppen geraucht. Der soziale Aspekt, etwas gemeinsam in einer Gruppe zu erleben, ist vor allem für junge Leute wichtig. Jugendliche und junge Erwachsene aus allen Bildungsschichten treffen sich gerne zum gemeinsamen Entspannen, Plaudern und Rauchen.

Die Verbreitung des Wasserpfeifenrauchens hat durch das Aufkommen von Shisha-Betrieben stark zugenommen. Wasserpfeifen werden jedoch nicht nur in öffentlichen Gaststätten geraucht, sondern auch an vielen anderen Örtlichkeiten, an denen Menschen zusammenkommen, z. B. in orientalischen Teehäusern, im privaten Umfeld und im Freien, auf Grillpartys oder am Strand. Vergiftungsfälle treten daher nicht nur in öffentlichen Gaststätten, öffentlich zugänglichen Shisha-Betrieben auf, sondern bspw. auch in privaten, schlecht belüfteten Hobbykellern. Sogar im Freien kann es zu Vergiftungsfällen kommen, wie ein Fallbericht aus Deutschland zeigt: Eine Jugendliche wurde beim Shisha-Rauchen am Strand ohnmächtig und ins nächstgelegene Krankenhaus eingeliefert. Bei der anschließenden Untersuchung wurde bei ihr ein COHb-Wert von 20 % festgestellt.

→ Kohlenmonoxid-Konzentrationen in der Raumluft

Ursächlich für die Belastung von Innenräumen mit Kohlenmonoxid durch Shishas ist vor allem die unvollständige Verbrennung von Kohle. Studien über die dabei entstehende Kohlenmonoxid-Konzentration in der Raumluft gibt es jedoch nur wenige.

²⁷ Fromme 2018

Fromme und Schober haben in einer Publikation im Bundesgesundheitsblatt 2016²⁸ einige Zahlen aus verschiedenen Ländern zusammengetragen, wonach die mittleren Gehalte in der Raumluft zwischen 7 und 265 ppm lagen. In dieser Publikation ist auch die folgende Grafik enthalten, die unter anderem einen Eindruck von der ansteigenden Kohlenmonoxid-Konzentration während vier Shisha-Rauchphasen vermittelt.

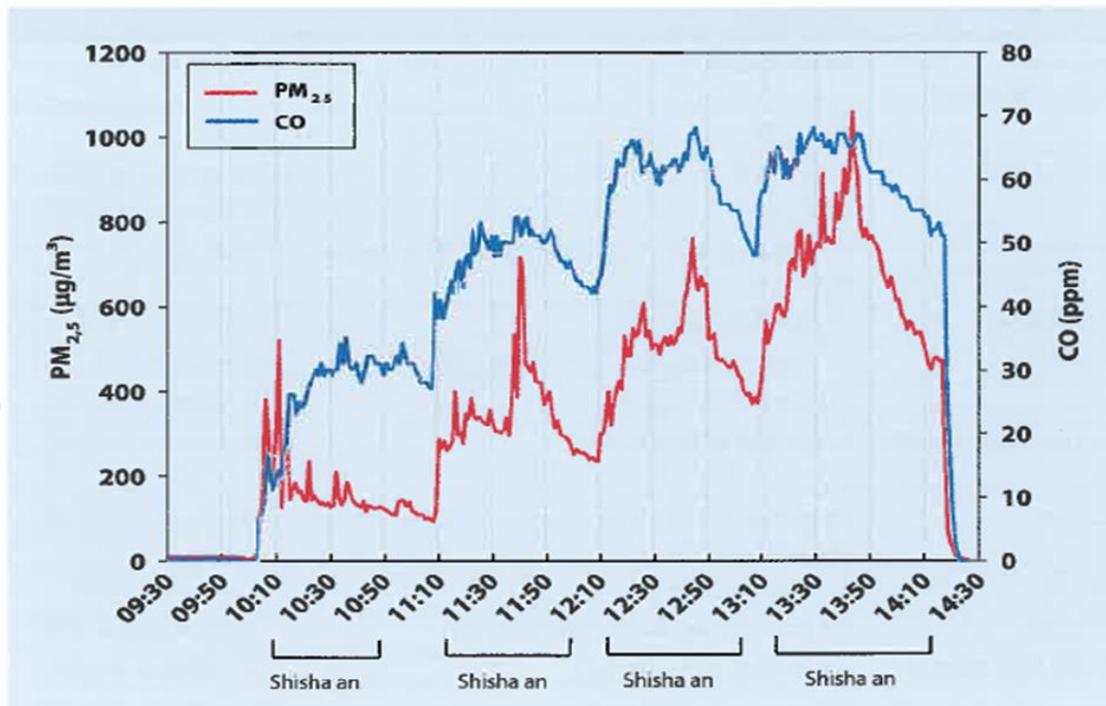


Abbildung: Verlauf der Gehalte an Feinstaub (PM_{2,5}) und Kohlenmonoxid (CO) in der Innenraumluft beim Rauchen einer Shisha (Mit freundlicher Genehmigung von Prof. Dr. Hermann Fromme)

→ Kohlenmonoxid-Konzentrationen in einer Shisha-Bar (Untersuchung in Lübeck 2015)

Ziel einer Studie, die die Fachhochschule Lübeck in Kooperation mit dem Amt für Umwelt-, Natur und Verbraucherschutz Schleswig-Holstein durchführte, war die Bestimmung der Entwicklung der Kohlenmonoxid-Konzentration in einer Shisha-Bar.²⁹ Außerdem sollte geklärt werden, ob die vorhandenen Luftwechsellanlagen ausreichen, um eine akute Kohlenmonoxid-Vergiftung der Gäste sowie der Mitarbeitenden zu verhindern. Die Untersuchungen erfolgten in einer kleinen Shisha-Bar, in der im Hauptraum die Shishas sowohl zubereitet als auch an den vier vorhandenen Tischen konsumiert werden. Die Lüftung des Raumes kann über die Abluftanlage und die Eingangstür erfolgen. Im Hauptraum befindet sich sowohl neben der Theke als auch direkt an der Eingangstür jeweils ein Kohlenmonoxid-Warngerät.

Als Ergebnis einer dreistündigen Messreihe, die unter realen Nutzungsbedingungen durchgeführt wurde, ergab sich, dass trotz laufender Lüftungsanlage die Kohlenmonoxid-Konzentration im Laufe der Zeit immer weiter anstieg. Der höchste Anstieg der Konzentration wurde im Bereich

²⁸ Fromme/Schober Die Wasserpfeife (Shisha) – Innenraumluftqualität, Human-Biomonitoring und Gesundheitseffekte (BGBl 2016) sind einige Zahlen aus verschiedenen Ländern zusammengetragen.

²⁹ Fachhochschule Lübeck in Kooperation mit dem Amt für Umwelt-, Natur und Verbraucherschutz Schleswig-Holstein: Entwicklung der Kohlenstoffmonoxid-Konzentration in einer Shisha-Bar (2015)

des Tresens, also im Arbeitsbereich, gemessen ($74,7 \text{ mg/m}^3$ bei einem Ausgangswert von $5,6 \text{ mg/m}^3$).

Bis zum Zeitpunkt des maximalen Kohlenmonoxidgehaltes waren acht Shishas in Gebrauch. Daraus lässt sich schließen, dass die Belüftungsanlage für diese Art von Beanspruchung nicht ausgelegt war. Interessant ist auch, dass alle anwesenden Projektmitglieder über Kopfschmerzen klagten.

→ Wintergartenversuch der BGN - 2016

Bekannt geworden ist der so genannte Wintergartenversuch der Berufsgenossenschaft Nahrungsmittel und Gastgewerbe (BGN).³⁰ Er sollte klären, wie viel Kohlenmonoxid beim Rauchen einer Wasserpfeife tatsächlich freigesetzt wird. Der Versuchsraum maß 38 m^3 und verfügte über keinerlei Lüftung. Es wurde eine außerhalb des Raumes fachgerecht zubereitete Wasserpfeife in diesem Raum geraucht, die Kohlenmonoxid-Konzentration wurde von 5 Messgeräten gemessen. Nach 60 Minuten war die Kohlenmonoxid-Konzentration auf 106 mg/m^3 (91 ppm) angestiegen. Nach 52 Minuten waren die Kohlestückchen heruntergebrannt, so dass sie üblicherweise ausgewechselt worden wären. Die mittlere Kohlenmonoxid-Emission lag bis dahin bei $4,5 \text{ g/h}$. Die BGN-Experimentatoren berechneten daraus die notwendige Frischluftzufuhr, die zur Unterschreitung des AGW-Wertes von 35 mg/m^3 (30 ppm) erforderlich wäre. Sie erhielten einen Wert von $130 \text{ m}^3/\text{h}$ pro im Gastraum brennender Wasserpfeife. Mit diesem Wert kann die Dimensionierung von Lüftungsanlagen kalkuliert werden.

3.6 Geltende Regelungen

Für Shisha-Betriebe gelten bereits heute in verschiedenen Bereichen gesetzliche Regelungen, z. B. im Arbeitsschutz, Passivraucherschutz, Gaststättenrecht. Wenn man jedoch die Regelungen im Einzelnen prüft, stellt man Lücken fest, so dass der Schutz von Besucherinnen und Besuchern von Shisha-Betrieben vor zu hohen Kohlenmonoxid-Raumluftkonzentrationen nicht durchgängig gewährleistet werden kann. Der Arbeitsschutz, in dem es sehr wohl klare Regelungen zur Kohlenmonoxid-Problematik gibt, greift nicht in Shisha-Betrieben, in denen es keine Beschäftigten gibt. Im Gaststättenrecht können präventiv keine Auflagen für erlaubnisfreie Gaststätten vorgeschrieben werden, insbesondere, weil diese aktuell meist nicht als Shisha-Betriebe angezeigt werden müssen. Das Gaststättenrecht gilt nicht für alle öffentlichen Einrichtungen, wie z. B. interkulturelle Begegnungsstätten ohne Getränke- und Speiseangebot oder Shishazubehör-Geschäfte mit Verkostungsmöglichkeit. Im Baurecht fallen Gaststätten erst ab 40 Plätzen als sogenannte Sonderbauten mit besonderen Genehmigungspflichten in den Blick. Die Passivraucher/Nichtraucherchutzgesetze greifen nicht bei Shisha-Betrieben, in denen Kräuter, Früchte oder Aromen geraucht werden oder - in einigen Bundesländern - dort, wo die Grundfläche weniger als 75 m^2 beträgt.

Spezialrechtliche Regelungen, die im Zusammenhang mit Shisha-Betrieben zu beachten sind, betreffen unter anderem:

³⁰ BGN – Starker Partner der Betriebe. Jahrbuch Prävention 2018/2019, Richtig lüften in Shisha-Bars. Der Wintergartenversuch, S. 33.

- Nichtraucherschutz
- Jugendschutz
- Arbeitsschutz, Umgang mit Gefahrstoffen
- Gewerberecht
- Gaststättenrecht
- Baurecht mit Brandschutz und Lüftung
- Tabaksteuergesetz
- Produktesicherheit
- Ordnungsrecht
- Verkehrssicherheit
- Chemikaliengesetz § 16 e Absatz 2, Meldepflicht für Vergiftungen

Es ist festzuhalten, dass die bestehenden Regelungen keinen ausreichenden gesetzlichen Rahmen für den expliziten Schutz in Shisha-Betrieben vor erhöhten Kohlenmonoxid-Konzentrationen in der Innenraumluft bieten – insbesondere nicht vorbeugend. Einige Bundesländer versuchen, diesem Defizit mit Empfehlungen für Betreiberinnen und Betreiber, der genauen Beschreibung erforderlicher Maßnahmen, mit Erlassen, Verordnungen oder anderen gesetzlichen Regelungen zu begegnen.

4. Empfehlungen

In den vorangegangenen Kapiteln wurde aufgezeigt, welche gesundheitlichen Gefahren mit dem Betrieb und dem Rauchen von Wasserpfeifen, insbesondere mit dem dabei entstehenden Kohlenmonoxid verbunden sind und wie unzureichend die rechtlichen Möglichkeiten sind, Gäste in Shisha-Betrieben vor den Gefahren durch Kohlenmonoxid zu schützen. Diese Situation, zusammen mit der zunehmenden Beliebtheit des Wasserpfeife-Rauchens vor allem bei jungen Leuten, begründet, dass Handlungsbedarf besteht.

In den folgenden Kapiteln werden technische Maßnahmen vorgestellt, mittels derer die Kohlenmonoxid-Konzentration in der Raumluft vermindert und das Kohlenmonoxid detektiert werden kann. Es wird ein Maximalwert für die Kohlenmonoxid-Konzentration in der Raumluft vorgeschlagen, an dem diese Maßnahmen zu orientieren sind.

4.1 Kohlenmonoxid-Konzentration in Shisha-Betrieben: Maßnahmen- und Eingriffswert

In Anlehnung an den Arbeitsplatzgrenzwert (AGW), der eine 8-stündige Exposition umfasst, und unter Beachtung der COHb-Belastungssituation wird für Shisha-Betriebe ein maximaler Kohlenmonoxid-Konzentrationswert in Höhe von 30 ppm (35 mg/m³) in der Raumluft als noch vertretbar angesehen. Damit sind gesunde Erwachsene, die dieser Konzentration bis zu etwa acht Stunden ausgesetzt sind, weitgehend vor gesundheitlichen Beeinträchtigungen geschützt. Realistischerweise ist für Shisha-Raucherinnen und Raucher eher von kürzeren Aufenthaltszeiten auszugehen; die Brenndauer einer Wasserpfeife beträgt 45 bis 90 Minuten. Ausdrücklich schließt dieser Wert empfindliche Personengruppen nicht ein, die im Kapitel 3.2 aufgeführt wurden, insbesondere nicht Schwangere und das ungeborene Kind sowie Personen mit Vorerkrankungen des Herz-Kreislaufsystems und/oder der Lunge. Entsprechende Risikogruppen sollten auf die besondere Gefahr durch eine Kohlenmonoxid-Exposition hingewiesen werden.

Die Kohlenmonoxid-Konzentration in Höhe von 30 ppm in der Raumluft ist während des Betriebs und dem Konsum von Shishas in Shisha-Betrieben dauerhaft zu unterschreiten. Die Kohlenmonoxid-Konzentration in Höhe von 30 ppm in der Raumluft ist ein Maßnahmenwert. Sollte es zu Überschreitungen kommen, müssen umgehend Maßnahmen ergriffen werden, um zu gewährleisten, dass die Vorgabe der maximalen Kohlenmonoxid-Raumluftkonzentration in Höhe von 30 ppm eingehalten wird. Dies können Maßnahmen im Bereich z. B. der Lüftung oder der Zubereitung der Wasserpfeifen sein oder auch die Anzahl der Wasserpfeifen betreffen, die gleichzeitig geraucht werden dürfen.

Neben der Festlegung eines Maßnahmenwertes wird empfohlen, ab einem Wert von 60 ppm (z. B. bei Kontrollen festgestellt) einen Shisha-Betrieb ohne weitere Begründung vorübergehend zu schließen. Denn diese deutliche Überschreitung des Maßnahmenwertes bedeutet, dass die erforderlichen Maßnahmen zur Einhaltung von 30 ppm im Vorfeld nicht beachtet und wahrgenommen wurden oder nicht ausreichend waren. Die Nutzung sollte erst dann wieder aufgenommen werden, wenn sichergestellt ist, dass der Maßnahmenwert in allen Bereichen des Shisha-Betriebs unterschritten wird und die Prüfung auch ergeben hat, dass die Voraussetzungen (insbesondere an Lüftung und Kohlenmonoxid-Warngeräte) für eine dauerhaft sichere Nutzung eines Shisha-Betriebes wieder erfüllt und gewährleistet sind.

4.2 Technische und andere Maßnahmen

→ Installation von Be- und Entlüftungsanlagen

In den Räumen, in denen das Rauchen von Shishas angeboten wird, ist ein ausreichender Luftaustausch notwendig, um die Kohlenmonoxid-Konzentrationen in den vorgegebenen Grenzen (Maßnahmenwert) zu halten. Das gilt insbesondere in der kühlen Jahreszeit, wenn Fenster und Türen vermehrt geschlossen bleiben und dadurch der Austausch mit der Außenluft stark reduziert ist.

Die Be- und Entlüftungsanlage muss zur Sicherung einer der Gesundheit zuträglichen Raumtemperatur ohne Zugluft über ein Heizregister verfügen, das die zuströmende Luft adäquat erwärmt. Lüftungsanlagen sollten zur Einsparung von Primärenergie mit einer Wärmerückgewinnung ausgestattet werden, da durch die stofflichen Lasten hohe Außenluftvolumenströme erforderlich sind. Ab einem Außenluftvolumenstrom $> 4000 \text{ m}^3/\text{h}$ müssen nach der Energieeinsparverordnung in der geltenden Fassung Wärmerückgewinnungssysteme grundsätzlich vorgesehen werden (siehe auch VDI 3803 Blatt 5). Der Einbau einer Wärmerückgewinnung amortisiert sich auch bei kleineren Anlagen, da dadurch die Leistung des Heizregisters für die Zuluft verringert werden kann.

Ein ausreichender Luftwechsel liegt vor, wenn der Maßnahmenwert von 30 ppm Kohlenmonoxid eingehalten wird. Um diesen Wert abhängig von der Zahl der in Betrieb befindlichen Shishas zu erreichen, empfiehlt sich eine sensorgesteuerte und damit nutzerunabhängige Steuerung der Anlage. Damit wird auch u. a. vermieden, dass vergessen wird, die Anlage bei höherem Luftwechselbedarf manuell nachzusteuern. Unnötig hohe Luftwechselraten bedingen wiederum einen hohen Energieverbrauch und können durch Lärm die Umgebung (Nachbarschaftslärm!) belasten. Der geringfügig höhere Investitionsbedarf durch die Regeleinrichtung wird durch die höhere Sicherheit und den geringeren Energieverbrauch kompensiert.

Das Luftführungssystem stellt die entscheidende Schnittstelle zwischen Lüftungstechnischer Anlage und Nutzungsraum dar. Die Auswahl einer der Raumsituation angepassten Lösung ist für die Einhaltung der Anforderungen an die Behaglichkeit (z. B. Zugluft, Temperaturdifferenzen, Geräuschemissionen) der Gäste und des Personals unabdingbar.

Die Projektierung und Installation von Be- und Entlüftungsanlagen insbesondere in Verbindung mit der Reduzierung einer Gefahrstofflast bedarf besonderer Fachkunde. Deshalb ist die Bauabnahme großer Anlagen durch einen anerkannten Prüfsachverständigen (Liste liegt bei regionalen Ingenieur- bzw. Baukammern, Auswahlkriterium z. B. „Lüftungsanlagen“) oftmals nach Bauordnungsrecht erforderlich. Diese Prüfsachverständigen wie auch andere auf dem Gebiet ausgebildete Sachverständige sollten bei der Überprüfung der Funktionssicherheit der Anlagen in Shisha-Betrieben hinzugezogen werden.

Berechnungsbeispiele zur Lüftungssimulation eines Gastraumes mit angrenzenden Funktionsräumen liefert die Berufsgenossenschaft Nahrungsmittel und Gastgewerbe (BGN), siehe dazu auch Abschnitt 3.5, Wintergartenversuch der BGN. Die Versuche ergaben eine durchschnittliche Kohlenmonoxid-Emission einer Shisha von 4,5 g pro Stunde. Das bedeutet, dass pro Stunde und brennender Wasserpfeife mindestens 130 m^3 Luft nach außen bewegt und durch Frischluft ersetzt werden müssen. In einer weiteren Untersuchung einer Shisha-Gaststätte im Auftrag der BGN

wurde ein stündlicher 12-facher Luftwechsel als ausreichend angesehen, um den Wert von 30 ppm einzuhalten. Bei bereits vorhandenen, nur manuell zu steuernden Anlagen bietet der Berechnungsalgorithmus der BGN die Möglichkeit, die Maximalzahl an betriebenen Shishas in Abhängigkeit des Raumvolumens und bekannter Luftwechselrate der Anlage festzulegen.³¹

Eine andere Möglichkeit bietet die Berechnung auf der Grundlage der Personen- bzw. Gastplatzanzahl in Anlehnung an erforderliche Volumenströme für Rauchergaststätten. Die Berechnungsgrundlage ist den Gegebenheiten und der Art des Shisha-Betriebs (Shisha-Bar oder interkulturelle Begegnungsstätte mit nur wenigen Wasserpfeifen) anzupassen. Entscheidend ist dabei immer, dass der Maßnahmenwert auch unter Maximallast (höchste Personenzahl, höchste Zahl brennender Wasserpfeifen) unterschritten wird.

Be- und Entlüftungsanlagen sind regelmäßig zu warten (VDI RL Reihe 6022). Ausfall oder Störung der Anlage sollten – wie für Arbeitsstätten vorgeschrieben – durch eine selbsttätige Warneinrichtung angezeigt werden.

→ Rauchgasabzugsanlage bei der Zubereitung der glühenden Kohle

Bei der Zubereitung, dem Anzünden und Vorglühen der Wasserpfeifenkohle und ihrer weiteren Lagerung werden erhebliche Mengen an Kohlenmonoxid freigesetzt. Es ist wichtig, dass die hier entstehenden Rauchgase sicher in die Außenluft abgeleitet werden, ohne dabei andere Personen, z. B. in benachbarten Gebäuden, zu belästigen. Bei festinstallierten Vorglühöfen können die Rauchgase direkt abgeführt werden. Bei Anschluss an eine Abgasanlage (Schornstein) sollte die sichere Benutzbarkeit durch den bevollmächtigten Schornsteinfeger bescheinigt werden. Allerdings sind die meisten Vorrichtungen zum Vorglühen von Shisha-Kohle keine Feuerstätten im Sinne der bauordnungsrechtlichen Definition (dienen nicht zu Heizzwecken). Eine originäre Zuständigkeit der Bauaufsichtsbehörden und des Schornsteinfegermeisters besteht in diesem Fall nicht. Dennoch sollten Schornsteinfeger oder andere sachkundige Personen mit einer Prüfung der Rauchgasabzugsanlage beauftragt werden.

→ Gaswarngeräte

Bestandteil eines Lüftungskonzeptes sollte die Nutzung von Gaswarngeräten/-anlagen sein.

Kohlenmonoxid-Warngerät

Kohlenmonoxid-Warngeräte messen den Kohlenmonoxidgehalt mittels eines elektrochemischen Sensors in der Umgebungsluft. Sie sind batteriebetrieben und für den Gebrauch gemäß EN 50291-1 und 2 für Haushalte, Wohnwagen, Wohnmobile und Boote vorgesehen. Die Lebensdauer der Sensoren liegt zwischen 3-10 Jahren. Sie sollten über eine Status-LED und einen Testknopf zur Überprüfung ihrer Funktionsfähigkeit verfügen sowie das Gebrauchsende zuverlässig akustisch oder visuell anzeigen. Des Weiteren verfügen sie teilweise über einen so genannten Ereignisspeicher, der bei Betätigung einer Taste die höchste zuletzt gemessene Konzentration

³¹ https://www.bgn.de/?storage=3&identifier=%2F395919&elD=sixomc_filecontent&hmac=613aee79e286d40687d6dcf2205772d59b1e853f

seit dem letzten Reset anzeigt. Es sind auch Warngeräte auf dem Markt, die untereinander via Funksignal vernetzt und mit dem Smartphone ausgelesen werden können.

Geräte mit Voralarm ermöglichen durch eine blinkende LED ein frühzeitiges Erkennen eines Kohlenmonoxid-Konzentrationsanstiegs, ohne dass ein akustischer Alarm ausgelöst wird.

Die Berufsgenossenschaft Nahrungsmittel und Gastgewerbe (BGN) sowie die Feuerwehr stufen die Nutzung eines Kohlenmonoxid-Warngerätes nur als Ergänzung zu einer funktionsfähigen und ausreichend dimensionierten Be- und Entlüftungsanlage ein.

Im Hinblick auf den Gesundheitsschutz der Gäste eines Shisha-Betriebes lassen sich folgende Anforderungen bei Verwendung von Kohlenmonoxid-Warngeräten zusammenfassen:

- Mindestens Konformität mit EN 50291
- Ausstattung der Geräte mit Voralarm
- Displayanzeige ab 30 ppm oder niedriger
- Maximalwertspeicher
- Stummschalten darf nicht möglich sein
- festverbaute Batterien
- einfache Prüfung der Funktionstüchtigkeit, z. B. mittels Knopfdruck

Bei der Installation sind die räumlichen Besonderheiten (z. B. nicht in der Nähe von Außentüren, Zuluftkanälen u. Ä., Anbringung auf Kopfhöhe, ein Melder pro 25 m²) zu berücksichtigen.

Kohlenmonoxid-Warnanlagen

Kohlenmonoxid-Warnanlagen sind mit dem Stromnetz verbunden, haben ein Display, einstellbare Alarmschwellen und können mittels ggf. mehreren Messfühlern die Gaskonzentration kontinuierlich messen, anzeigen und bei Bedarf auch eine Be- und Entlüftungsanlage steuern. Sie finden bspw. in Tiefgaragen und in umschlossenen GoKart-Bahnen Anwendung. Sie sind jedoch kostenintensiver.

→ Nutzung von Wasserpfeifen mit elektrischem Glühkopf

Eine Alternative zur Verbrennung von Wasserpfeifenkohle stellen elektrische Glühköpfe dar. Diese Glühköpfe – umgangssprachlich auch elektrische Kohlen genannt – haben ein hitzebeständiges Gehäuse (z. B. Keramik), werden mit einem Netzgerät oder Akku zum Teil stufenlos betrieben und erreichen Temperaturen von bis zu 350 °C, um die Verschwelung des Pfeifentabaks zu bewirken. Einige Kommunen lassen nur noch Shisha-Betriebe mit elektrischen Glühköpfen zu, um so bei nicht vorhandener Be- und Entlüftungsanlage der Kohlenmonoxid-Problematik zu begegnen.

→ Hinweise und Warnschilder

Die Festlegung des am Arbeitsschutz orientierten Maßnahmenwertes von 30 ppm macht einen Warnhinweis für vulnerable Bevölkerungsgruppen notwendig. Dieser Hinweis sollte gut sichtbar im Shisha-Betrieb angebracht werden. Eine zusätzliche Information auf der Angebotskarte erscheint ebenfalls sinnvoll.

Vorschlag:

„Sehr geehrte Gäste,

dies ist eine Gaststätte, in der Wasserpfeifen (Shishas) geraucht werden. Beim Zubereiten und Rauchen der Wasserpfeifen entsteht Kohlenmonoxid. Hierdurch können erhebliche Gesundheitsgefahren entstehen, insbesondere für Schwangere, das ungeborene Kind sowie Personen mit Herz-Kreislauf- oder Lungenerkrankungen. Kohlenmonoxid kann man nicht sehen, riechen oder schmecken.“

→ Merkblätter

Einige Bundesländer und einzelne Städte haben Merkblätter oder Hinweise für Betreiberinnen und Betreiber von Shisha-Betrieben erarbeitet und darin Empfehlungen und Ansprechpersonen zusammengestellt. In Hamburg wurden entsprechende Hinweise in verschiedene Sprachen übersetzt (Arabisch, Türkisch, Dari, Englisch).³²

4.3 Öffentlichkeitsarbeit

Grundsätzlich ist vermehrt Aufklärungsarbeit zu leisten und damit auch die Eigenverantwortung zu stärken. In Umfragen wird deutlich, dass die gesundheitlichen Risiken beim Rauchen von Wasserpfeifen von sehr vielen Nutzerinnen und Nutzern stark unterschätzt werden. Dies schließt auch Shisha-Konsumenten in Privaträumen ein, die z. B. in schlecht belüfteten Kellern und Partyräumen rauchen.

Die Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung (BZgA) hat bereits seit einigen Jahren in ihren Schulungsprogrammen für Lehrkräfte, Schülerinnen und Schüler über Drogen bzw. Tabakkonsum die Wasserpfeifen mit ihren gesundheitsschädigenden Wirkungen und auch ihrem Suchtpotenzial aufgenommen. Dort können diverse Informationen und Materialien abgefordert werden, u. a. auch der Flyer „Vorsicht Wasserpfeife!“.³³

Das Bundesland Berlin hat im Ende 2018 eine Kampagne mit Empfehlungen für unterschiedliche Zielgruppen gestartet, u. a. [eine Website mit Musikvideo](#) „Lüften statt vergiften“³⁴.

³² <https://www.hamburg.de/nichtrauchen/10746892/shisha-wasserpfeifen-kohlenmonoxid/>

³³ https://www.bzga.de/infomaterialien/suchergebnisse/?tx_bzgasshop_fe7%5Bartic-lepid%5D=831&cHash=f048046e30eb7529d65ada6ff5090e0c

³⁴ <https://shisha.berlin.de/>

5. Literaturhinweise

(allgemeine Hinweise, speziellere Hinweise im Text in den Fußnoten)

Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR, 2016): Ausgewählte Fragen und Antworten zu Wasserpfeifen, https://www.bfr.bund.de/de/ausgewaehlte_fragen_und_antworten_zu_wasserpfeifen-8953.html

BfR (2016): Auch tabakfreie Wasserpfeifen können die Gesundheit gefährden, <https://www.bfr.bund.de/cm/343/auch-tabakfreie-wasserpfeifen-koennen-die-gesundheit-gefaehrden.pdf>

Fromme H. (2018): Wasserpfeife (Shisha), Kapitel 8.5, in: Wichmann/ Fromme, Handbuch Umweltmedizin, VI, 60. Erg. Lfg. 4/18 mit weiteren Literaturhinweisen.

World Health Organization (WHO, 2010): Guidelines for Indoor Air Quality. Selected Pollutants. pp 55-101, http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0009/128169/e94535.pdf

WHO 2011: WHO Leitlinien für Innenraumluftqualität: ausgewählte Schadstoffe. Zusammenfassung, http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0008/132956/e94535_exsumG.pdf?ua=1

WHO 2015 Advisory note: Waterpipe tobacco smoking: health effects, research needs and recommended actions for regulators http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/161991/9789241508469_eng.pdf?sequence=1