

Die Chemie des Tabakrauchs

Gesundheitsschädliche Stoffgemische und Grenzwerte

In Passivrauch sind giftige und als krebserregend geltende Stoffe enthalten. Stoffgemischen mit diesen Eigenschaften begegnen wir im alltäglichen Leben häufig, insbesondere aber an Arbeitsplätzen.

Aus diesen Gründen **werden für Arbeitsplätze Grenzwerte festgelegt**, die von dem Ausschuss für Gefahrstoffe (AGS) nach festgelegten Regularien auf wissenschaftlicher Basis erarbeitet werden und vom Bundesministerium für Arbeit und Soziales durch Veröffentlichung im Ministerialblatt Verbindlichkeit erhalten.

Der AGS unterscheidet dabei zwischen giftigen und krebserregenden Stoffen. **Für giftige Stoffe werden sogenannte Arbeitsplatzgrenzwerte festgelegt**, unterhalb derer für erwachsene Personen auch bei einer 40jährigen Lebensarbeitszeit keine gesundheitlichen Schäden zu erwarten sind.

Für krebserregende Substanzen kann zur Zeit der Nachweis einer unteren Schädlichkeitsgrenze nicht erbracht werden. Deshalb werden für solche Substanzen **zwei Schwellwerte definiert**. Der eine ist die sogenannte **Akzeptanzschwelle** unterhalb derer das Risiko als gesellschaftlich akzeptabel gilt und keinerlei Maßnahmen am Arbeitsplatz erforderlich werden. Die jeweiligen Stoffkonzentrationen der Akzeptanzschwelle entsprechen zur Zeit einem relativen Risiko von 1,05 bezogen auf das Basisrisiko für Nieraucher an Lungenkrebs zu erkranken und werden ab 2018 auf 1/10 herabgesetzt, so dass das relative Risiko auf 1,005 sinkt. **Im Vergleich zu anderen Lebensrisiken**, wie etwa dem Risiko durch Verkehrsemissionen (relatives Risiko rund 2 für Metropolregionen im Verhältnis zu Landregionen), **sind das sehr kleine Restrisiken, die über die Akzeptanzschwelle für Arbeitsplätze angestrebt werden.**

Der zweite Schwellwert ist die sogenannte **Toleranzschwelle**. Oberhalb dieses Schwellwertes, der dem relativen Risiko von 1,5 entspricht, gilt das Risiko als gesellschaftlich nicht mehr tragbar. Produktionsstätten müssen ihre Verfahren ändern oder geschlossen werden.

Im Bereich zwischen der Akzeptanz- und der Toleranzschwelle besteht Handlungsbedarf. Hier müssen die Firmen entsprechend des Standes der Technik die Gefährdung herabsetzen.

Keine Grenzwerte für Passivrauch?

Der AGS hat Passivrauch als krebserregendes Stoffgemisch eingestuft, aber bislang noch keine Schwellwerte veröffentlicht.

Aus dem Fehlen solcher Grenzwerte schließen manche Leute, dass der Grenzwert für Passivrauch "0" wäre. Es ist jedoch widersinnig, den Grenzwert für Passivrauch auf "0" zu setzen, da die Gefahrstoffe im Passivrauch dieselben sind, die auch in vielen anderen Emissionen enthalten sind, denen alle Menschen mehr oder weniger täglich ausgesetzt sind und für die Grenzwerte festgelegt wurden. Das wäre ebenso unsinnig, als würde man nur für ein bestimmtes Getränk vorschreiben, dass es absolut gar keinen Alkohol enthalten darf, während unzählige andere alkoholische Getränke auf dem Markt sind.

Im Mai 2003 nahmen die Mitgliedsstaaten der Weltgesundheitsorganisation (WHO) das Rahmenübereinkommen der WHO zur Eindämmung des Tabakgebrauchs (FCTC) an.

In Artikel 9 des FCTC schlägt die Konferenz **„Leitlinien für die Prüfung und Messung der Inhaltsstoffe und Emissionen von Tabakerzeugnissen“** vor. Es wird festgelegt: „Jede Vertragspartei beschließt nach Genehmigung durch die zuständigen nationalen Behörden wirksame gesetzgeberische, vollziehende ... **Maßnahmen für diese Prüfung und Messung ... und führt solche Maßnahmen durch.**“

Auch aus diesem Abkommen lässt sich also ebenfalls nicht folgern, dass der Grenzwert für Passivrauch auf "0" festgelegt sei. Ganz im Gegenteil, „Prüfung(en) und Messung(en)“ ergeben nur Sinn in Bezug auf einen Grenzwert.

In Ermangelung fehlender Grenzwerte ist die Gefährlichkeit von Passivrauch nun nicht eindeutig einzuschätzen. Wir wollen hier anhand der Konzentration der Gefahrstoffe im Tabakrauch die Gefährlichkeit von Passivrauch untersuchen und bewerten.

Der Ausschuss für Gefahrstoffe (AGS), legt bei seiner Einschätzung des Passivrauchs die Liste folgender Inhaltsstoffe des Tabakrauchs zu Grunde (1).

Inhaltsstoff	µg/Zigarette Hauptstrom	Multiplikator Nebenstrom	Einstufung	berechnet µg/m ³	Messung BGN µg/m ³	Messung div. µg/m ³	gemessen durch	Grenzwert µg/m ³	Kommentar
Acetaldehyd	500–1200	k.A.	K3		66,000			91.000,00	AGW
Aceton	100–250	2–5		9,125				1.200.000,00	AGW
Acrolein	60–100	8–15		13,314	9,000			200,00	AGW
Ameisensäure	210–490	1,4–1,6		8,250				9.500,00	AGW
Ammoniak	50–130	3,5–5,1		5,721				14.000,00	AGW
Anilin	0,36	29,7	K3	0,154				7.700,00	AGW
Benz[a]anthracen	0,003–0,05	2,7	K2	0,001					über LW Benzo[a]pyren
Benzo[a]pyren	0,038	2,1–3,5	K,M,RF/E2	0,002	0,003	0,002	LfU	0,07	RR = 1,0025
Benzol	12–48	5–10	K1,M2	3,279		9,000	LfU	1.625,00	RR = 1,0003
1,3-Butadien	69	3-6	K2	4,584				500,00	RR = 1,0005
Cadmium	0,1–0,12	3,6–7,2	K2	0,009		0,010	LfU	2,90	BfR Nahrungsaufnahme
Cyanwasserstoff	400–500	0,1–0,25		2,089				11.000,00	AGW
Diethylnitrosamin*	0,025	<40	K2	0,007					über Nitrosamine Gesamt
Dimethylamin	7,8–10	3,7–5,1		0,579				3.700,00	AGW
Dimethylnitrosamin*	0,01–0,04	20–100	K2	0,021					über Nitrosamine Gesamt
Essigsäure	330-810	1,9–3,6		23,614				2.500,00	AGW
Ethylmethylnitrosamin*	0,001–0,002	10–20		0,000					über Nitrosamine Gesamt
Formaldehyd	70-100	0,1–50	K3	30,539	29,000			124,00	BfR save Level Wert
Hydrazin	0,032	3	K2	0,001				130,00	TRK-Wert
Kohlenmonoxid	13000–22000	2,5–4,7	RE1	9375,000				35.000,00	AGW
Kohlenoxidsulfid	12–42	0,03–0,13		0,089				15.000,00	MAK Schweiz
Methylamin	11–29	4,2–6,4		1,557				13.000,00	AGW
Methylchlorid	150–600	1,7–3,3	K3	14,196				100.000,00	AGW
2-Naphthylamin	0,001–0,022	30	K1	0,005				1,00	typisch
Nickel	0,02–0,08	12–31	K1	0,015				23,00	typisch
Nikotin**	1330-1830	2,6-3,3		69,971	40,000	31,000	LfU	500,00	AGW
Nitrosopyrrolidin*	0,006-0,03	6-30	K2	0,005					über Nitrosamine Gesamt
Pyridin	16-40	6,5-20		5,260				16.000,00	AGW
Stickstoffmonoxid	100-600	4-10		35,750				40,00	WHO Jahresmittelwert
2-Toluidin	0,03-0,2	19	K2	0,007				0,40	typisch
Toluol	100-200	5,6-8,3		15,321				190.000,00	AGW
*Flüchtige Nitrosamine Gesamt				0,034		0,030	Tricker		
Tabak spezifische Nitrosamine					0,008	0,033	EPA		
Summe Nitrosamine				0,067				0,10	allgemein vorkommend

** Nach anderer Quelle beträgt der Nikotinmittelwert 800µg/Zigarette im Hauptstrom, was einer berechneten Luftkonzentration von 35µg/m³ entspricht und besser zu den Messwerten passt.

Die Bedeutung der Farben wird in der Tabelle auf S. 11, unterste Spalte (“Grenzwerte”) erklärt.

Die Tabakspezifischen Nitrosamine sind in der Liste des AGS nicht aufgeführt, wir haben sie hinzugefügt, da sie ebenfalls als kanzerogen gelten.

Alle Messwerte gelten für Kneipen/Bars und sind über viele Einrichtungen gemittelt. In Speisegaststätten, in denen geraucht wird, sind die Werte deutlich geringer, in Diskotheken hingegen deutlich erhöht.

Maße und Einheiten:

μg	1/1.000.000 Gramm
$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Konzentrationsangabe, μg in einem Kubikmeter Luft

Bedeutung der Spalten:

Hauptstrom	Gewicht des erzeugten Stoffes in Mikrogramm pro Zigarette in der Phase, in der der Raucher an der Zigarette zieht
Multiplikator Nebenstrom	Das Gewicht des erzeugten Stoffes in der Phase, wo die Zigarette vor sich hin glimmt, erhält man, indem man das Gewicht des Hauptstromes mit dem Multiplikator multipliziert
Einstufung	eingestuft als krebserzeugend der Klasse K1 (gesichert krebserregend), K2 (wahrscheinlich krebserregend) oder K3 (möglicherweise krebserregend)
berechnet	Die Gesamtmenge eines Inhaltsstoffes pro Zigarette, die in die Umwelt abgegeben wird, ergibt sich auf Grund von Experimenten zu 15% des Hauptstromes plus 100% des Nebenstromes (jeweils der Mittelwert von Spalte 1 und 2 genommen). Auch das Verhältnis der verschiedenen Stoffmengen ist im Mittel immer das gleiche. Geht man von den durchschnittlichen Lüftungsverhältnissen im Durchschnitt der Kneipen aus, so lässt sich der Mittelwert der Luftkonzentration einfach errechnen, indem man die an die Umwelt abgegebene Stoffmenge durch 70 teilt. Wie man im Vergleich zu den Messwerten sieht, sind die berechneten Luftkonzentrationen überraschend genau.
Messung BGN	Die Messungen der BGN sind die umfangreichsten, die bisher durchgeführt wurden
Messung diverse	Mittlere Werte, die an Arbeitsplätzen gemessen wurden.
gemessen durch	Name der Organisation, die die Messung durchgeführt hat.
Grenzwert	Es gibt verschiedene Arten von Grenzwerten (2). Die Arbeitsplatzgrenzwerte (AGW) sind Grenzwerte, unterhalb derer für Erwachsene keine gesundheitliche Gefahr besteht. Seit 2008 werden für krebserregende Stoffe keine AGW mehr definiert, hier ist man zur Angabe einer sogenannten Akzeptanzschwelle (nur für K1 und K2) übergegangen, die die Stoffkonzentration angibt, die einem relativen Risiko von 1,05 entspricht. Definiert ist für die hier vorkommenden Kanzerogene bislang eine Akzeptanzschwelle für Benzo[a]pyren und 1,3 Butadien. Für Benzol wurde der Wert für die entsprechende Akzeptanzschwelle aus der bekannten Konzentration/Risiko-Beziehung errechnet (3). Bei den Grenzwerten, die grün hinterlegt sind, sind die gemessenen oder berechneten Konzentration weit von den Grenzwerten entfernt. Gelb sind die Grenzwerte hinterlegt, wo die gemessenen oder berechneten Konzentrationen 25% des Grenzwertes überschreiten. Dies deshalb, weil für die Messwerte Mittelwerte angegeben sind, die Einzelwerte jedoch nicht unbeträchtlich streuen, sodass im Einzelfall der Grenzwert bei den gelb hinterlegten Substanzen überschritten werden kann.

Bedeutung der Abkürzungen in der letzten Spalte:

AGW	Durch den AGS festgelegter Arbeitsplatzgrenzwert nach TRGS 900
Über LW Benzo[a]pyren	Die Stoffe der Stoffgruppe PAK werden nicht einzeln sondern über ihren Leitwert Benzo[a]pyren erfasst und verglichen.
RR =	Der gemessene Wert der Luftkonzentration entspricht diesem relativen Risiko für Lungenkrebs, errechnet, wenn zu diesen Kanzerogenen eine Konzentrations/Risiko Beziehung bekannt ist.
BfR save Level Wert	Unbedenkliche Konzentration für Kinder
TRK-Wert	Behördlich festgelegter, technisch erreichbarer Wert
MAK Schweiz	Mittlere Arbeitsplatzkonzentration, Grenzwert gültig für die Schweiz
typisch	Mittlere Werte, die an Arbeitsplätzen gemessen wurden. Zu diesen Stoffen ist noch keine Akzeptanzschwelle definiert.
BfR Nahrungsaufnahme	Luftbelastung errechnet aus dem neuen EU-Leitwert für die Nahrungsaufnahme von 2,5µg/Woche/kg Körpergewicht
WHO Jahresmittelwert	Grenzwert der WHO für Außenluft, Jahresmittelwert
allgemein vorkommend	bis zu diesem Wert natürliches Vorkommen in der Luft
LfU	Landesamt für Umweltschutz Bayern, Mittelwerte für Kneipen/Bars (4)
BGN	Berufsgenossenschaft Nahrungsmittel und Gastgewerbe, „BGN-Messungen in gastronomischen Betrieben“ Mittelwerte über 60 Kneipen/Bars (5)
Tricker	Messungen und Informationen zu Nitrosaminen (6)
EPA	US-amerikanische Behörde, Bericht Dez. 1992

Feinstaub

Dies ist ein sehr komplexes Kapitel, weil es Feinstäube der unterschiedlichsten Art gibt, die sich in der Auswirkung auf die Gesundheit stark unterscheiden. War zunächst angenommen worden, dass nicht die Staubpartikel als solche, sondern die an sie anlagernden toxischen Stoffe, häufig die Polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK) die Gesundheitsgefährdung begründen, so tendiert die Lehrmeinung (7) heute eher zu der Auffassung, dass der Grund für eine Lungenkrebserkrankung entzündliche Herde sind, die durch die festen Staubpartikel selbst hervorgerufen werden – ohne die Zusammenhänge jedoch wirklich erklären zu können. Bei den Verkehrs- und Industrieemissionen stehen Partikel kleiner als 2,5µm (genannt PM2.5) aus elementarem Kohlenstoff unter Hauptverdacht. Im Zigarettenrauch sind jedoch, im Gegensatz zu den durchschnittlichen Feinstäuben, weniger feste Partikel als Kondensattröpfchen enthalten (8). Eine Einschätzung des Risikos durch den Feinstaubanteil im Passivrauch ist also schwierig. Bei dem Versuch, eine obere Grenze des Risikos anzugeben, gehen wir deshalb - sozusagen als "worst case" - von einer durchschnittliche Zusammensetzung von Feinstäuben aus, obgleich die Zusammensetzung der Feinstaubpartikel im Passivrauch mit hoher Wahrscheinlichkeit ungefährlicher ist.

Die oben erwähnte Messung des LfU von 2007 hat in Kneipen eine mittlere Massenkonzentration von PM2,5 von 192µg/m³ ergeben. Wie man aus der Veröffentlichung des Ausschusses für Gefahrstoffe errechnen kann, entspricht diese Konzentration bei einem Lebenszeithintergrundrisiko von 8 pro 1000 für Nieraucher und einem Exzessrisiko von 1% einem relativen Risiko von 1,08 (9). Die 192µg/m³ sind jedoch ein absoluter Wert, von dem der Anteil, der durch Passivrauch verursacht wird, nur ein Bruchteil ist. Aus den Messergebnissen in der Schrift, siehe Anmerkung 8, geht hervor, dass die Anzahl der Partikel in einem Nichtraucherbereich 238.000 und im Raucherbereich 260.000 Teilchen pro cm³ beträgt. Das sind 10% mehr. Aus den Messergebnissen, Anmerkung 11 Seite 184, ergibt sich eine Differenz der Stoffkonzentrationen von 20% mehr in einem Raucher- im Verhältnis zu einem Nichtraucherhaushalt. Beide Messungen ergeben also der Größenordnung nach einen Anteil von rund 20% des Passivrauch bedingten Feinstaubes an der Gesamtfeinstaubkonzentration. Das würde bezogen auf den Mittelwert von Kneipen einem relativen Risiko von 1,016 entsprechen.

Der allgemeine Arbeitsplatzgrenzwert für Stäube beträgt übrigens 3000µg/m³.

Zigarettenäquivalente für Passivraucher

Zur Einschätzung der Gesundheitsgefährdung durch Passivrauch ist es nützlich, die aufgenommene Schadstoffmenge mit der Anzahl aktiv gerauchter Zigaretten zu vergleichen. Die offizielle Wissenschaft geht dabei für eine durchschnittliche Passivrauchbelastung davon aus, dass dies dem aktiven Rauchen von 0,2 Zigaretten pro Tag (73 Zigaretten pro Jahr) entspricht. Diese Zahl beruht jedoch nur auf einer reinen Berechnung auf der Grundlage des mittleren relativen Risikos, welches die vorhandenen epidemiologischen Studien angeblich im Mittel ausweisen sollen (10).

Es gibt jedoch doch auch Messungen dazu, die eine deutlich kleinere Belastung ergeben. Insbesondere zu nennen ist hier die Studie von K. Phillips, in der 1997 in Barcelona 190 Personen für längere Zeit mit Messgeräten ausgerüstet waren, die mehrere Kenngrößen (Nikotin, Feinstaub, etc.) messen konnten und aufzeichneten (11). Es wurden folgende Belastungen in Zigarettenäquivalenten gemessen:

Belastung durch Passivrauchen	Bereich in Zigaretten/Jahr	Mittelwert
zu Hause	5,2 bis 8,4	6,8
auf der Arbeit	3,4 bis 3,5	3,5
restliche Zeit	0,2 bis 1,0	1
Summe		11,3

In dieser Studie werden die eigenen Messungen mit anderen Messung in Schweden verglichen und auf Plausibilität geprüft.

Im Mittel entspricht also die Passivrauchbelastung eines Menschen, der zu Hause, auf der Arbeit und auch in der restlichen Zeit Passivrauch aufnimmt, dem aktiven Rauchen von 11,3 Zigaretten pro Jahr. Daraus lassen sich nun der Größenordnung nach die relativen Risiken für die einzelnen Gruppen errechnen, wenn man das durchschnittliche relative Risiko eines durchschnittlichen, aktiven Rauchers (20 Zigaretten pro Tag) unterstellt (12).

Belastung durch Passivrauchen	Relatives Risiko	Anteil an der Belastung in %
zu Hause	1,0130	60,2
auf der Arbeit	1,0067	31,0
restliche Zeit	1,0019	8,8
Summe	1,0217	100,0

Demnach wären die Risiken deutlich kleiner als offiziell angegeben. Summiert man nun zur Gegenprobe die in der Liste der Inhaltsstoffe angegebenen relativen Risiken für die Kanzerogene, die in nennenswerten Konzentrationen in Kneipen vorkommen, so ergibt sich dafür ein **Gesamtrisiko von 1,0033**. Das entspricht von der Größenordnung her dem Risiko „auf der Arbeit“. Obwohl dies nur Abschätzungen sind, ist es auffällig, dass sich über zwei ganz verschiedene Messungen und Berechnungen das gleiche Ergebnis hinsichtlich der Größenordnung ergibt.

Um einschätzen zu können, wie hoch solch ein Risiko ist, kann man einen Vergleich mit dem Risiko für **Verkehrsemissionen** heranziehen, welches für Ballungsräume im Verhältnis zum Land mit **1,75 bis 2,5** angegeben wird. Bei dem Wert 2 wäre das **rund das 50-fache Risiko von dem durch Passivrauchbelastung**.

Aus der Spalte für die prozentuale Belastung ergibt sich, dass die Hauptbelastung zu Hause stattfindet. Das ergibt sich vor allen Dingen durch die zeitliche Dauer dieser Belastung im Verhältnis zur Dauer der anderen Belastungsarten. **Der Anteil des öffentlichen Raums beträgt gerade mal knapp 10%.**

Fazit:

1. Ein Risiko für Arbeitnehmer, das über das Risiko anderer Arbeitsplätze hinausgeht, ist im Durchschnitt der Raucherkeipen nicht zu erwarten.
2. Das gesundheitliche Risiko für Gäste ist noch weitaus geringer, da diese sich wesentlich kürzer in Gaststätten aufhalten.
3. Die Ergebnisse der epidemiologischen Studien zum Zusammenhang von Passivrauch und Krebserkrankungen mit einem ausgewiesenen, durchschnittlichen relativen Risiko von 1,25 sind nicht mit den tatsächlichen, geringen Belastungen mit Kanzerogenen durch Passivrauch zu vereinbaren.

Publiziert von: Projektgruppe "Nichtraucherschutz und Genusskultur",
AG Nichtraucherschutz, Piratenpartei Deutschland.

Ausarbeitung: Projektgruppe „Chemie des Tabakrauchs“
AG Nichtraucherschutz, Piratenpartei Deutschland.

Quellen und Anmerkungen:

1. http://www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Gefahrstoffe/TRGS/pdf/905/905-passivrauchen.pdf?__blob=publicationFile&v=4
2. <http://www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Gefahrstoffe/Gefahrstoffe.html>
3. <http://www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/00514/index.html?lang=de&download=NHZLpZig7t,lnp6I0NTU042I2Z6ln1acy4Zn4Z2qZpnO2Yuq2Z6gpJCGdn59hGym162dpYbUzd,Gpd6emK2Oz9aG odetmqaN19XI2IdvoaCVZ,s-.pdf>
4. http://www.dkfz.de/de/tabakkontrolle/download/Publikationen/AdWfP/AdWfP_Hohe_Konzentrationen.pdf
5. <http://praevention.portal.bgn.de/files/9549/25048/currentVersion/wcoi4a6f058bc7b68.pdf> Seite 51
6. <http://www.legacy.library.ucsf.edu/documentStore/f/m/c/fmc90c00/Sfmc90c00.pdf>
7. www.vda.de/de/downloads/824/?PHPSESSID Das Vorwort fasst das recht verständlich zusammen.
8. <http://www.baua.de/de/Publikationen/Fachbeitraege/F2075.html> Seite 115ff
9. <http://www.baua.de/de/Publikationen/Fachbeitraege/F2083.html> Seite 163 und 188,
 $RR = (0,8 + 192/3000)/0,8$
10. http://www.dguv.de/ifa/de/pro/pro1/ff-fb0121/Passivrauchexposition_im_Gastgewerbe_270309.pdf
Seite 20ff
11. <http://legacy.library.ucsf.edu/tid/kgi23e00/pdf> Seite 188
12. Bei Lungenkrebs wird das Risiko linear zur Belastung angenommen: $RR_p = 1 + (RR_a - 1) * Z_p / Z_a$
 RR_p = Ergebnisrisiko, RR_a = RR für aktives Rauchen, Z_p = Zig./Jahr Passiv, Z_a = Zig./Jahr aktiv.
Aus der Auswertung der genauesten Studie zu diesem Thema, die sogenannte CPS I Studie der american cancer society ergibt sich $RR = 15$ für durchschnittlich 20 Zigaretten pro Tag.
Siehe: http://www.data-yard.net/science/ets_lung/1057.pdf