Toxichem Krimtech 2026;93(1):52

HERLEITUNG VON GRENZWERTEN DER „NICHT GERINGEN MENGE“ IM SINNE DES BTMG: TEIL VIII: BENZYL- UND ARYLPIPERAZINE[A]

Stand: 25. Verordnung zur Änderung von Anlagen des BtMG

Rainer Dahlenburg[a], Wolf-Rainer Bork[b], Manfred Gimbel[c], Andrea Jacobsen-Bauer[d], Hellmut Mahler[e], Siegfried Zörntlein[f]

[a] ehemals Bundeskriminalamt Wiesbaden
[b] ehemals Landeskriminalamt Berlin
[c] Bayerisches Landeskriminalamt
[d] Landeskriminalamt Baden-Württemberg
[e] Landeskriminalamt Nordrhein-Westfalen
[f] Landeskriminalamt Rheinland-Pfalz

Inhalt

1.	Definition der Benzylpiperazine und Arylpiperazine	2
2.	Handels- und Konsumformen	2
3.	Wirkorte	2
4.	Abhängigkeitspotential	3
5.	Parameter zur Herleitung der Grenzwerte der „nicht geringen Menge“	3
6.	BGH-Beschluss 1 StR 647/17 vom 07.02.2018	4
7.	Kritische Auseinandersetzung mit dem BGH-Beschluss 1 StR 647/17 vom 07.02.2018	4
8.	Grenzwerte	5
8.1	Benzylpiperazine	5
8.2	Arylpiperazine	6
Tab 14a:	Benzylpiperazine und ihr jeweils vorgeschlagener Grenzwert der „nicht geringen Menge“	8
Tab 14b:	Arylpiperazine und ihr jeweils vorgeschlagener Grenzwert der „nicht geringen Menge“	9
Literatur		10

[A] Die Teile I und II sind (in einer aktualisierten Version) veröffentlicht in [1], Teil III ist veröffentlicht in [2], Teil IV in [3], Teil V in [4], Teil VI in [5], Teil VII in [6].

1 Definition der Benzylpiperazine und Arylpiperazine

Hier werden unter dem Begriff Benzylpiperazine alle in 1-Position benzyl-substituierten Piperazine (Abbildung 42a) und unter dem Begriff Arylpiperazine alle in 1-Position aryl-substituierten Piperazine (Abbildung 42b) verstanden, die allenfalls in 4-Position zusätzlich substituiert sind.

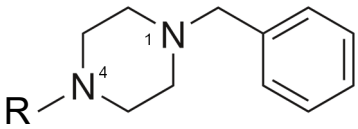


Abb. 42a: Benzylpiperazine

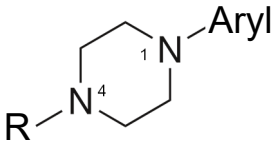


Abb. 42b: Arylpiperazine

2 Handels- und Konsumformen

Hintergrund für die Markteinführung der Benzyl- und Arylpiperazine war die Verknappung von Piperonylmethylketon (PMK), des wichtigsten Grundstoffes („Key-Precursor“) für die Synthese von MDMA, mit dem dadurch bedingten Preisanstieg von MDMA. Die Benzyl- und Arylpiperazine boten sich aufgrund ihrer MDMA-ähnlichen Wirkung als anfangs legale „Ersatzstoffe“ an. Nennenswerte Mengen von Benzyl- und Arylpiperazinen erschienen erstmals 2004 in der illegalen Drogenszene Europas.
Zuerst vereinzelt und ein Jahr später vermehrt traten Tabletten auf (z. B. Ecstasy-Falsifikate unter Szene-Namen wie „Arlequin“, „X4“ oder „Jenaer Smarties“), die den Wirkstoff m-CPP allein oder in Kombination mit MDMA enthielten.
Inzwischen sind die Benzyl- und Arylpiperazine aus dem illegalen Rauschgiftmarkt nahezu verschwunden.

Benzyl- und Arylpiperazine wurden in der Regel oral in Form von Tabletten und Kapseln, seltener Pulvern, vertrieben und konsumiert.[7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19] Die Tabletten waren häufig mit gleichen oder ähnlichen Motiv-Prägungen („Logos“) versehen, wie man sie von „Ecstasy“-Tabletten kannte.[7,14,20,21,22,23]
In der Literatur finden sich keine verifizierbaren Hinweise auf andere Konsumformen.

BZP war überwiegend als Dihydrochlorid auf dem Markt.[7,8,12] Es trat in Tabletten nahezu ausschließlich gemeinsam mit TFMPP auf.[8,9,10,11,12,17,18,20,24] Üblich waren Wirkstoffverhältnisse (BZP : TFMPP) von 2 : 1,[11,17,18,25,26,27] wobei auch Verhältnisse bis 10 : 1 festgestellt wurden.[14,18,21,27]
Die in Europa sichergestellten Tabletten und Kapseln mit BZP-TFMPP-Mischungen wiesen folgende Wirkstoffmengen auf:[12]
BZP: 28 mg … 133 mg, Mittelwert 65 mg
TFMPP: 4 mg … 72 mg, Mittelwert 22 mg

3 Wirkorte

Benzyl- und Arylpiperazine sind indirekt wirkende Sympathomimetika.

Hauptangriffsorte der Benzylpiperazine im ZNS sind die Dopamin-spezifischen Synapsen (Rezeptoren). Mit geringerer Affinität und Wirkaktivität interagieren sie auch mit serotonergen und noradrenergen Synapsen.

Hauptangriffsorte der Arylpiperazine im ZNS sind die Serotonin-spezifischen Synapsen. Mit geringerer Affinität und Wirkaktivität interagieren sie auch mit dopaminergen und noradrenergen Synapsen.[B]

4 Abhängigkeitspotential

Benzyl- und Arylpiperazine besitzen kaum ein Abhängigkeitspotential.
Grund dafür sind die unerwünschten Wirkungen, insbesondere Übelkeit und Erbrechen. Diese ließen Konsumenten letztlich zu den klassischen Phenethylaminen zurückkehren.

5 Parameter zur Herleitung der Grenzwerte der „nicht geringen Menge“

Die Herleitung des jeweiligen Grenzwertes der „nicht geringen Menge“ erfolgt auf Grundlage der in den Tabellen 14a und 14b zusammengefassten Daten. Dabei werden folgende Parameter und Erkenntnisse berücksichtigt:

a) Experimentell ermittelte pharmakologisch-toxikologische Daten zur Wirkung (insbesondere K_i-, EC_{50}- und IC_{50}-Werte)
Da die Bildung der Ligand-Bindungszentren-Komplexe dem Massenwirkungsgesetz folgen, stellt die Bindungskonstante K_i ein Maß für die Affinität eines Wirkstoffs zu den entsprechenden Bindungszentren dar: Je größer dessen Affinität zu den Bindungszentren ist, umso mehr Bindungszentren werden bei einer bestimmten Stoffkonzentration besetzt und umso kleiner ist der K_i-Wert.
Der K_i-Wert allein ist nur bedingt aussagekräftig, da die Affinität zu einem Bindungszentrum lediglich ein Maß für die Bindungsstärke darstellt und nichts über die Wirkung selbst aussagt, die der Wirkstoff tatsächlich auslösen kann. Sie zeigt sich vielmehr erst in einem objektivierbaren biologischen Effekt.
Grundsätzlich sind unterschiedlich stark ausgeprägte, agonistische (d. h. das Bindungszentrum aktivierende) bzw. antagonistische (d. h. das Bindungszentrum blockierende) Wirkungen möglich. Sie werden durch weitere Deskriptoren wie EC_{50}-Werte (mittlere effektive Stoffmengenkonzentration eines Agonisten) bzw. IC_{50}-Werte (mittlere inhibitorische Stoffmengenkonzentration eines Antagonisten) beschrieben.
Die Aussagekraft der drei Deskriptoren (K_i-, EC_{50}- und IC_{50}-Werte) wird dadurch eingeschränkt, dass Forschungsgruppen zu ihrer Bestimmung in der Regel keine harmonisierten Versuchsanordnungen benutzen. Daher sind nur diejenigen Werte uneingeschränkt miteinander vergleichbar, die unter gleichen Bedingungen gewonnen wurden. In den Tabellen 14a und 14b ist dies an der gleichen Quellenangabe erkennbar.

In den Tabellen 14a und 14b ist am Ende der in den zitierten Forschungsarbeiten mit angegebene Referenzstoff Dexamfetamin bzw. MDMA samt zugehörigen Daten (grau hinterlegt) aufgelistet.

b) Angaben von Konsumenten
Hierzu zählen vor allem Angaben geübter Konsumenten („Psychonauten“[C]) zu Individualdosierungen, verbunden mit Aussagen zur Wirkintensität, Wirkungsdauer sowie der Gesamtheit der positiven und negativen Begleiterscheinungen des Konsums.

[B] Weitere Ausführungen zu den dopaminergen, noradrenergen und serotonergen Rezeptoren sind dem Kap. 4 *Teil III: Phenethylamine und Cathinone* zu entnehmen.

[C] Unter „Psychonauten“ werden Personen verstanden, die angeben, die Psyche zu erforschen, indem sie (meist durch den Konsum psychoaktiver Stoffe) ihren Bewusstseinszustand verändern. Es handelt sich durchwegs um geübte Konsumenten.

Trotz aller Subjektivität zur Frage der gefühlten Wirkintensität und der möglicherweise fehlerhaften Angaben über die dafür jeweils erforderlichen Dosen liefern die ausgewählten Quellen zusätzliche und vergleichbare Daten.

c) Intoxikationskasuistiken
Naheliegend ist, dass man aus der Häufigkeit von Intoxikationen mit einem Benzyl- bzw. Arylpiperazin auf dessen Gefahrenpotential schließen kann.
Die nachfolgend in den Tabellen 14a und 14b zitierten Kasuistiken sind überwiegend keine Monointoxikationen, vielmehr handelt es sich meist um Mischintoxikationen. Diese und eventuelle additive bzw. superadditive Effekte mit anderen Noxen sind ggf. zu berücksichtigen.

6 BGH-Beschluss 1 StR 647/17 vom 07.02.2018

In seinem Beschluss 1 StR 647/17 vom 07.02.2018 bestätigte der BGH die „*rechtsfehlerfreie*" Entscheidung des LG München I (Az.: 3 KLs 364 Js 236237/16), das die Grenzwerte der „nicht geringen Menge" für die beiden verfahrensgegenständlichen Piperazin-Derivate TFMPP und BZP auf 37,5 g der jeweiligen Base festgesetzt hatte.
Zur Begründung führte der BGH aus: *„Da sich ausweislich der vom Landgericht inhaltlich dargestellten Sachverständigengutachten eine äußerst gefährliche oder gar tödliche Dosis beider betroffener Betäubungsmittel nicht feststellen ließ, durften die Grenzwerte anhand eines Vielfachen der durchschnittlichen Konsumeinheit eines nicht an den Konsum der Droge gewöhnten Konsumenten festgelegt werden (...). Die von den Sachverständigen für die Bestimmung der Konsumeinheit herangezogenen Erfahrungsberichte von Konsumenten der Stoffe über deren Wirkungsweise bilden beweiswürdigend eine tragfähige Grundlage der Grenzwertbestimmung anhand des genannten Kriteriums."*

7 Kritische Auseinandersetzung mit dem BGH-Beschluss 1 StR 647/17 vom 07.02.2018

Die Entscheidung des LG München I (Az.: 3 KLs 364 Js 236237/16)[D] beruhte letztlich nur auf den herangezogenen Erfahrungsberichten von „Psychonauten".

[D] Die wesentlichen Aspekte des Urteils des LG München lauten:
„Ausgehend von dem ihr so vermittelten Erfahrungswissen hat die Kammer in Ermangelung gesicherter Erkenntnisse zu einer äußerst gefährlichen oder gar tödlichen Dosis entsprechend der nach der Rechtsprechung des Bundesgerichtshofs vorranging heranzuziehenden Methode die nicht geringe Menge der Wirkstoffe anhand der durchschnittlichen Konsumeinheit sowie einer an ihrer Gefährlichkeit orientierten Maßzahl bestimmt (...).
Dabei ist die Kammer – insoweit den Vorschlägen der Sachverständigen folgend - jeweils von einer durchschnittlichen Konsumeinheit von 150 Milligramm an BZP- und TFMPP-Base ausgegangen. Dabei handelt es sich nach den oben dargestellten Ausführungen um eine für den Erst- und Gelegenheitskonsumenten (vgl. zum Maßstab etwa Weber, aaO, § 29a Rn. 72) bereits eher hohe Einzeldosis, durch deren Aufnahme der beabsichtigte Rauschzustand in jedenfalls deutlichem Maß erzielt wird. Durch die Festlegung in dieser Höhe wird damit neben der erheblichen Bandbreite der Wirkstoffgehalte in den typischen Tabletten- und Kapselpräparten (sic!) mit mehr als einem Wirkstoff auch bereits der in niedrigerer Dosierung geringeren Gefährlichkeit der Substanzen Rechnung getragen.
Hinsichtlich der daneben zu berücksichtigenden Maßzahl hat sich die Kammer schließlich von der Rechtsprechung des Bundesgerichtshofs zur nicht geringen Menge an 3,4-Methylendioxy-N-ethylamphetamin-Hydrochlorid (MDE) leiten lassen, die – bei durchschnittlichen Konsumeinheiten von 120 Milligramm Base – von einer Maßzahl von 250 ausgeht (...)
Die Kammer hat daher die Grenze zur nicht geringen Mengen ausgehend von einer durchschnittlichen Konsumeinheit von 150 Milligramm der Base und einer Maßzahl von 250 mit jeweils 37,5 Gramm BZP- und TFMPP-Base angenommen."

Dass deren Angaben denen von nicht an den Konsum der Droge gewöhnten Konsumenten entsprechen, wie das im BGH-Beschluss ausgeführt ist, muss bezweifelt werden.
Bemerkenswert ist die Bezugnahme des o. g. BGH-Beschlusses auf das BGH-Urteil 1 StR 302/13 vom 14.01.2015, in dem der BGH eben genau die jetzt vom BGH beschrittene Herangehensweise kritisierte und dazu ausführte, dass Konsumentenangaben „*sich aber für die Bestimmung der durchschnittlichen Konsumeinheit, die zur Erreichung eines Rauschzustands bei einem nicht an den Genuss dieser Droge gewöhnten Konsumenten*[E] *erforderlich ist, als nicht geeignet*“ erweisen: „*Zum einen gehen diese Angaben häufig auf erfahrene Konsumenten* („Psychonauten“) *zurück, bei denen bereits mit einer Toleranzentwicklung zu rechnen ist*.“

Weiter stellte der BGH in seinem Urteil 1 StR 302/13 vom 14.01.2015 fest, dass „*ein Vergleich mit anderen, vergleichbar wirkenden Substanzen*“ angebracht ist, wenn eine Festsetzung des Grenzwerts der „nicht geringen Menge“ weder an einer äußerst gefährlichen, gar tödlichen Dosis, noch an einer valide abgesicherten Konsumeinheit ausgerichtet werden kann.

Der o. g. BGH-Beschluss ist also juristisch diskussionswürdig, widerspricht er doch in einem wesentlichen Punkt einem früheren BGH-Urteil.
Aus pharmakologisch-toxikologischer Sicht ist er unzureichend, da vom LG München I schon damals bekannte wissenschaftliche Forschungsergebnisse zur Pharmakodynamik (einschließlich Wirkpotenzvergleichen mit Dexamfetamin bzw. MDMA) nicht berücksichtigt wurden.
Daher müssen die vom BGH in seinem o. g. Beschluss bestätigten Grenzwerte der „nicht geringen Menge“ für BZP und TFMPP überprüft und ggf. geänderte Grenzwerte vorgeschlagen werden.

8 Grenzwerte

8.1 Benzylpiperazine

Der erste Vertreter der Benzylpiperazine, Benzylpiperazin (BZP), wurde von der Firma *Burroughs Wellcome & Co.* 1944 synthetisiert.[12,28] Es sollte als Antidepressivum auf den Markt gebracht werden.[7,8] Die tierexperimentell-pharmakologischen Studien verliefen allerdings negativ, insbesondere was unerwünschte Wirkungen betraf.
BZP ist der aktive Metabolit des Antidepressivums Piberalin. Dieses war unter dem Handelsnamen „Trelibet®“ in Ungarn als Arzneimittel auf dem Markt.[8,9,12,16,24,29,30,31]
Über BZP existieren zahlreiche wissenschaftliche Publikationen, so dass es für die Benzylpiperazine als Leitsubstanz dient.

Tierexperimentelle Studien zeigen, dass BZP die Freisetzung von Dopamin, Noradrenalin und Serotonin stimuliert und deren Wiederaufnahme in die Speichervesikel hemmt. In diesen Studien stellte sich heraus, dass BZP im Vergleich zum Dexamfetamin weniger potent war.
In Studien mit freiwilligen Probanden wurden die Wirkeffekte von BZP mit Dexamfetamin[24,32] bzw. mit Amfetamin[27,33,34] verglichen. Diese kamen zur Einschätzung, dass BZP ein vergleichbares psychostimulierendes Wirkungsspektrum besitzt, der relative Wirkungsgrad von BZP jedoch geringer und vergleichend mit Dexamfetamin nur ca. 10 % betrug.[7,8,10,12,14,16,18,24,32,33,35,F]

[E] Die Hervorhebung stammt von den Autoren.
[F] In den Übersichtsarbeiten [11,13,17,34] wird BZP als 0,1 mal so potent wie Amfetamin angegeben, was als falsche Interpretation der Ergebnisse angesehen werden muss.

Die in Erfahrungsberichten von Konsumenten beschriebenen positiv empfundenen Wirkungen entsprechen „in abgeschwächter Form“ grundsätzlich denen, die vom Amfetamin bzw. Dexamfetamin bekannt sind.[8,9,11,12,13,14,16,17,20,24,26,29,30,31,32,33,34,35,36,37,38,39]
Anderen Quellen zufolge soll die Wirkung von BZP der von MDMA entsprechen[24] bzw. zwischen der von Amfetamin und MDMA liegen.[40]
Unerwünschte Wirkungen wie Appetitverlust, starkes Schwitzen, Hitze- und Kältewallungen, Übelkeit, Magen- und Nierenschmerzen, starkes Zittern und Kopfschmerzen traten bereits nach dem Konsum üblicher (szenetypischer) Dosen auf.[14,17,18,24,30,35] Außerdem wurden im Zusammenhang mit dem Konsum von BZP eine Reihe von Störungen im Verhalten und der Befindlichkeit berichtet, wie z. B. Schlafstörungen, Energieverlust, anomale Gedanken, Verwirrtheit, Reizbarkeit und Gemütsstörungen bis hin zu Grand-Mal-Epilepsien.[35]
Gesicherte Erkenntnisse über eine für den Menschen letale Dosis von BZP und dessen chronische Toxizität liegen nicht vor. Es gab einige Todesfälle in Verbindung mit BZP, jedoch war BZP in keinem Fall monokausale Todesursache, in allen Fällen wurden zusätzlich andere Wirkstoffe und / oder Alkohol nachgewiesen.
Ausgehend vom Grenzwert der „nicht geringen Menge“ für Amfetamin, festgelegt vom BGH in seinem Urteil 1 StR 507/84 vom 11.04.1985 auf 10 g, und dem daraus hier hergeleiteten Grenzwertvorschlag für Dexamfetamin von 7,5 g[G] werden unter Berücksichtigung der Daten aus Tab. 14a nachfolgende Vorschläge unterbreitet:

BZP [BP-100] ist 0,1 mal so wirksam wie Dexamfetamin.

Grenzwert-Vorschlag (ausgehend von Dexamfetamin): 7,5 g : 0,1 = 75 g.
Auf Grundlage der bekannten und hier berücksichtigten pharmakologisch-toxikologischen Erkenntnisse weicht dieser Grenzwert-Vorschlag deutlich vom BGH-Beschluss 1 StR 647/17 vom 07.02.2018 (37,5 g) ab.

Methylbenzylpiperazin [BP-110] wirkt etwas schwächer stimulierend als BZP.[17] Es wird Konsumentenangaben zufolge etwa so hoch dosiert wie BZP.
Grenzwert-Vorschlag (ausgehend von BZP): 75 g.

8.2 Arylpiperazine

Das am weitesten verbreitete Arylpiperazin ist meta-Chlorphenylpiperazin (m-CPP). 2006 sollen fast 10 % aller in der EU auf dem illegalen Ecstasy-Markt verkauften Tabletten m-CPP enthalten haben.[7,16]
Über m-CPP existieren zahlreiche wissenschaftliche Publikationen, so dass es für die Arylpiperazine als Leitsubstanz dient.

m-CPP ist aktiver Metabolit der beiden Antidepressiva *Trazodon* und *Nefazodon*, die im ZNS selektiv die präsynaptische Wiederaufnahme von Serotonin blockieren und auf postsynaptische Serotonin-Rezeptoren agonistisch als auch antagonistisch wirken.[16,17,19,34,41,42]
Zumeist wird für m-CPP eine MDMA-ähnliche Wirkung beschrieben.[7,16,17,19,23,31,34,38,41,42] Ein entscheidender Unterschied zwischen m-CPP und MDMA ist ihr Effekt auf das dopaminerge System: m-CPP ist hier fast wirkungslos.[7,42]
Nach dem Konsum von m-CPP treten sehr oft unerwünschte Wirkungen wie Übelkeit, Brechreiz, Schwindel, Schlafstörungen, Depressionen, Migräne-, Angst- und Panikattacken auf, die allesamt gut dokumentiert sind.
Im Gegensatz zu MDMA sind für m-CPP keine neurotoxischen Effekte dokumentiert.[23,42,43]

[G] siehe [2].

In zwei Studien mit freiwilligen Probanden wurden die subjektiven Wirkeffekte von m-CPP mit MDMA[41,44] verglichen. Aus diesen Studien kann kein eindeutiges Wirkungsverhältnis abgelesen werden. Die Probanden bevorzugten MDMA (vermutlich aufgrund der Fülle der unerwünschten Wirkungen von m-CPP).
Gesicherte Erkenntnisse über die für Menschen letale Dosis von m-CPP und dessen chronischer Toxizität liegen nicht vor.

Abweichend vom vorläufigen Grenzwert der „nicht geringen Menge" MDMA, festgesetzt vom BGH in seinem Urteil in seinem Urteil 3 StR 220/96 vom 09.10.1996 auf 30 g und der hier vorgenommenen Präzisierung auf 20 g,[H] werden unter Berücksichtigung der Daten aus Tabelle 14b nachfolgende Vorschläge unterbreitet:

m-CPP [AP-100] wird Konsumenten zufolge ähnlich hoch dosiert wie MDMA.
Grenzwert-Vorschlag (ausgehend von MDMA): 20 g.

p-FPP [AP-110] wird Konsumenten zufolge etwa $^{2}/_{3}$ so hoch dosiert wie m-CPP.
Grenzwert-Vorschlag (ausgehend von m-CPP): 20 g x $^{2}/_{3}$ = 14 g.

TFMPP [AP-120] ähnelt in seiner Wirkung sowohl dem m-CPP als auch dem MDMA.[11,14,15,17,20,25,34,38,39,45] Es ruft nur milde halluzinogene Effekte mit veränderter Wahrnehmung und einer gehobenen Stimmungslage hervor.[15,31] Einschlägige Internet-Seiten beschreiben LSD-ähnliche Halluzinationen, insbesondere bei hoher Dosierung.[11,15,17,25,26,39]
Da TFMPP selbst nur halluzinogen und entaktogen wirkt, nicht aber stimulierend wie MDMA, wird es praktisch immer mit Stimulanzien kombiniert, typischerweise BZP.[7,9,13,15,16,17,20,27,30,37,45,46] Sowohl wissenschaftliche Studien als auch Konsumentenberichte belegen eine deutliche Wirkungssteigerung gegenüber reinem TFMPP. Durch Menge und Mischungsverhältnis der beiden Stoffe (siehe Kapitel 2) kann dabei offenbar die Natur des Rauschzustandes (eher stimulierend oder eher halluzinogen) gesteuert werden, wodurch auch eine MDMA-ähnliche Gesamtwirkung erzielt werden kann.[9,11,15,16,17,20,24,26,27,30,35,37,39,45,46]
Bezogen auf die ausschließlich dem TFMPP innewohnende serotonerge Wirkung war TFMPP im Tierversuch $^{1}/_{8}$ mal so potent wie MDMA.[11,45,I]

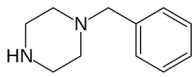
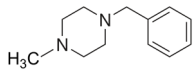
Die Angaben von Konsumenten zur Dosierung und Wirksamkeit von TFMPP sind nicht zuverlässig, da TFMPP auf dem Drogenmarkt bisher nahezu nur in Kombination mit BZP aufgetreten ist,[7,14] bei der es zu mindestens additiven Effekten kommt.[11,15,16,37,45,46] Der Konsument dürfte daher in den meisten Fällen keine Kenntnis über die tatsächliche Zusammensetzung der von ihm konsumierten „Partydroge" gehabt haben. Diese Daten können daher zur Herleitung eines Grenzwerts nicht herangezogen werden.

Grenzwert-Vorschlag (ausgehend von MDMA): 20 g : $^{1}/_{8}$ = 160 g.
Auf Grundlage der bekannten und hier berücksichtigten pharmakologisch-toxikologischen Erkenntnisse weicht dieser Grenzwert-Vorschlag deutlich vom BGH-Beschluss 1 StR 647/17 vom 07.02.2018 (37,5 g) ab.

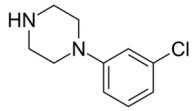
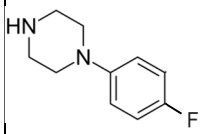
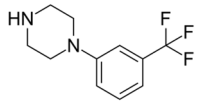
[H] siehe [2].

[I] In [11] wird eine Freisetzungsrate von Serotonin genannt, die maximal $^{1}/_{3}$ so hoch ist wie die von MDMA. Allerdings wird aus der Arbeit [45] die obere Grenze der Potenz nur für die dort zitierten in-vitro-Versuche angegeben.

Tab 14a: Benzylpiperazine und ihr jeweils vorgeschlagener Grenzwert der „nicht geringen Menge“

Code	Name(n) fett: INN-Name (BtMG) ---------- Name gemäß IUPAC	in das BtMG aufgenommen mit … BtM seit …	K_i / IC_{50} / EC_{50} (Dopamin-Rezeptor) in µM	K_i / IC_{50} / EC_{50} (Noradrenalin-Rezeptor) in µM	K_i / IC_{50} / EC_{50} (5-HT_{1A}-Serotonin-Rezeptor) in µM	K_i / IC_{50} / EC_{50} (5-HT_{2A}-Serotonin-Rezeptor) in µM	K_i / IC_{50} / EC_{50} (5-HT_{2C}-Serotonin-Rezeptor) in µM	K_i / IC_{50} / EC_{50} (5-HT-Serotonin-Rezeptor) in µM	Rausch-Dosierung nach oraler Aufnahme in mg a) "light level" b) "common level" c) "strong level" d) "heavy level" e) "dangerous level" k.A.: keine Angaben	Intoxikationen und Todesfälle	Strukturformel (entnommen aus [47], z. T. modifiziert)	vorgeschlagener Grenzwert der "nicht geringen Menge" als Base	Code
BP-100	**Benzylpiperazin** **BZP** ---------- **1-Benzylpiperazin**	21. BtMÄndV 01.03.2008	K_i = 11000 [48] IC_{50} = 17000 [48] IC_{50} = 1900 [49] EC_{50} = 600 [49]	K_i = 8100 [48] IC_{50} = 410 [48] IC_{50} = 620 [49] EC_{50} = 68 [49]	K_i >17000 [48]	K_i >12000 [48]	K_i >12000 [48]	K_i = 24000 [48] IC_{50} = 57000 [48] IC_{50} = 20000 [49] EC_{50} > 10000 / 175 [46]	a) 40 … 70 [50] b) 100 [8] b) 50 … 200 [10,14] b) 150 … 500 [25] b) 70 … 100 [50] c) 100 … 130 [50] d) > 130 [50] k.A.: 20 … 150 [32,51] in Mischungen mit TFMPP: 70 … 250 [27]	7,8,9,11,12,13,14,16,17, 20,24,30,31,32,35,36,38, 39,52,53,54,55,56		**75 g**	**BP-100**
BP-110	**Methylbenzyl-piperazin** **MBZP** ---------- **1-Benzyl-4-methylpiperazin**	26. BtMÄndV 26.07.2012							a) 50 … 80 [50] b) 80 … 120 [50] c) 120 … 160 [50] d) 160 … > 200 [50]			**75 g**	**BP-110**
PP-002	**Dexamfetamin** Dexamphetamin ---------- **(S)-1-Phenyl-propan-2-ylazan**								a) 5 … 10 [50] b) 10 … 20 [50] c) 20 … 30 [50]			**7,5 g**	**PP-002**

Tab 14b: Arylpiperazine und ihr jeweils vorgeschlagener Grenzwert der „nicht geringen Menge“

Code	Name(n) fett: INN-Name (BtMG) ---------- Name gemäß IUPAC	in das BtMG aufgenommen mit … BtM seit …	K_i / IC_{50} / EC_{50} (Dopamin-Rezeptor) in µM	K_i / IC_{50} / EC_{50} (Noradrenalin-Rezeptor) in µM	K_i / IC_{50} / EC_{50} (5-HT_{1A}-Serotonin-Rezeptor) in µM	K_i / IC_{50} / EC_{50} (5-HT_{2A}-Serotonin-Rezeptor) in µM	K_i / IC_{50} / EC_{50} (5-HT_{2C}-Serotonin-Rezeptor) in µM	K_i / IC_{50} / EC_{50} (5-HT-Serotonin-Rezeptor) in µM	Rausch-Dosierung nach oraler Aufnahme in mg a) "light level" b) "common level" c) "strong level" d) "heavy level" e) "dangerous level" k.A.: keine Angaben	Intoxikationen und Todesfälle	Strukturformel (entnommen aus [47], z. T. modifiziert)	vorgeschlagener Grenzwert der "nicht geringen Menge" als Base	Code
AP-100	**meta-Chlorphenylpiperazin m-CPP** ---------- **1-(3-Chlorphenyl)piperazin**	21. BtMÄndV 01.03.2008	K_i = 5800 [48] IC_{50} = 31000 [48] IC_{50} = 12000 [49] EC_{50} = 63000 [49]	K_i = 3000 [48] IC_{50} = 1670 [48] IC_{50} = 2500 [49] EC_{50} = 1400 [49]	K_i = 140 [48]	K_i = 60 [48]	K_i = 130 [48]	K_i = 630 [48] IC_{50} = 258 [43] IC_{50} = 1200 [48] IC_{50} = 330 [49] IC_{50} = 230 [57] EC_{50} = 28 [49]	a) 20 … 50 [58] b) 50 … 120 [58] c) 120 … 150 [58] d) > 150 [58]	17,31,59		**20 g**	**AP-100**
AP-110	**p-Fluorphenylpiperazin p-FPP** ---------- **1-(4-Fluorphenyl)-piperazin**	26. BtMÄndV 26.07.2012							a) 20 … 40 [50] b) 40 … 80 [50] c) 80 … > 150 [50]			**14 g**	**AP-110**
AP-120	**3-Trifluormethylphenylpiperazin TFMPP** ---------- **1-[3-(Trifluormethyl)phenyl]-piperazin**	26. BtMÄndV 26.07.2012	K_i > 25000 [48] IC_{50} > 100000 [48]	K_i = 13000 [48] IC_{50} = 17500 [48]	K_i = 170 [48]	K_i = 60 [48]	K_i = 130 [48]	K_i = 1700 [48] IC_{50} = 5200 [48] IC_{50} = 190 [57] EC_{50} = 121 / 10000 [46]	a) 25 [25] b) 50 … 200 [15] b) 75 … 105 [25] k.A.: 25 … 100 [13] in Kombination mit BZP: 25 … 100 [20]	15,16,31,36,39,52,56		**160 g**	**AP-120**
PP-017	Methylendioxymetamfetamin MDMA ---------- **[1-(1,3-Benzodioxol-5-yl)-propan-2-yl]-(methyl)azan**		IC_{50} = 1400 [49] EC_{50} = 200 [49]	IC_{50} = 660 [49] EC_{50} = 86 [49]				IC_{50} = 703 [43] IC_{50} = 720 [49] EC_{50} = 58 / 119 [46] EC_{50} = 58 [49]	a) 20 … 80 [8] a) 40 … 75 [50] b) 80 … 120 [8] b) 75 … 125 [50] c) 120 … 150 [8] c) 125 … 175 [50] d) > 150 [8] d) > 175 [50]			**20 g**	**PP-017**

Literatur

1 W.-R. Bork, R. Dahlenburg, M. Gimbel, A. Jacobsen-Bauer, H. Mahler, S. Zörntlein, Herleitung von Grenzwerten der „nicht geringen Menge“ im Sinne des BtMG, Teil I: Einführung und Teil II: Synthetische Cannabinoide, Toxichem und Krimtech *88(1)* (2021), 3 - 50;
Ergänzung A in: Toxichem und Krimtech *89(3)* (2022), 73 - 80,
Ergänzung B in: Toxichem und Krimtech *91(Sonderheft)* (2024), 59 - 64,
Ergänzung C in: Toxichem und Krimtech *92(1)* (2025), 13.

2 W.-R. Bork, R. Dahlenburg, M. Gimbel, A. Jacobsen-Bauer, H. Mahler, S. Zörntlein, Herleitung von Grenzwerten der „nicht geringen Menge“ im Sinne des BtMG, Teil III: Phenethylamine und Cathinone, Toxichem und Krimtech *86(1)* (2019), 5 - 91;
Ergänzung A in: Toxichem und Krimtech *89(3)* (2022),81 - 92,
Ergänzung B in: Toxichem und Krimtech *91(Sonderheft)* (2024), 65 - 79,
Ergänzung C in: Toxichem und Krimtech *92(1)* (2025), 14 - 17.

3 M. Gimbel, W.-R. Bork, R. Dahlenburg, A. Jacobsen-Bauer, H. Mahler, S. Zörntlein, Herleitung von Grenzwerten der „nicht geringen Menge“ im Sinne des BtMG, Teil IV: Opioide, Toxichem und Krimtech *90(Sonderheft)* (2023), 129 - 362.

4 R. Dahlenburg, W.-R. Bork, M. Gimbel, A. Jacobsen-Bauer, H. Mahler, S. Zörntlein, Herleitung von Grenzwerten der „nicht geringen Menge“ im Sinne des BtMG, Teil V: Tranquilizer, Toxichem und Krimtech *91(Sonderheft)* (2024), 80 - 127.

5 W.-R. Bork, R. Dahlenburg, M. Gimbel, A. Jacobsen-Bauer, H. Mahler, S. Zörntlein, Herleitung von Grenzwerten der „nicht geringen Menge“ im Sinne des BtMG, Teil VI: Sedativa und Hypnotika, Toxichem und Krimtech *91(3)* (2024), 231 - 253.

6 S. Zörntlein, W.-R. Bork, R. Dahlenburg, M. Gimbel, A. Jacobsen-Bauer, H. Mahler, Teil VII: Tryptamine, Toxichem und Krimtech *92(3*) (2025), 181 - 203.

7 www.euda.europa.eu/publications/drug-profiles/bzp_de, aufgerufen am 11.04.2025.

8 EMCDDA, Report on the risk assessment of BZP in the framework of the Council decision on new psychoactive substances, Luxemburg / LUX, 2009, DOI: 10.2810/44197.

9 Expert Committee on Drug Dependence der WHO, 36. Meeting in Genf / CH, N-Benzylpiperazine (BZP) Critical Review Report, 16. - 20.06.2014.

10 K. Persona, A. Polus, J. Góralska, A. Gruca, A. Dembińska-Kieć, W. Piekoszewski, An In Vitro Study of the Neurotoxic Effects of N-Benzylpiperazine: A Designer Drug of Abuse, Neurotoxicity Research *29(4)* (2016), 558 -568, DOI: 10.1007/s12640-016-9604-x.

11 C. W. Yeap, C. K. Bian, A. F. L. Abdullah, A Review on Benzylpiperazine and Trifluoromethylphenylpiperazine: Origins, Effects, Prevalence and Legal Status, Health and the Environment Journal *1(2)* (2010), 38 - 50.

12 EUROPOL, Europol-EMCDDA Joint Report on a new psychoactive substance: 1-benzylpiperazine (BZP), 06.12.2021, im Internet aufrufbar unter: https://www.europol.europa.eu/publications-events/publications/europol%E2%80%93emcdda-joint-report-new-psychoactive-substance-1-benzylpiperazine-bzp.

13 Fact Sheet in: EMCDDA and EUROPOL, Joint information from EMCDDA and Europol to the Horizontal Working Party on Drugs of the Council of the European Union in the framework of the Joint Action on new synthetic drugs 13974/02, Brüssel / BE 2002.

14 B. M. Z. Cohen, R. Butler, BZP-party pills: A review of research on benzylpiperazine as a recreational drug, International Journal of Drug Policy *22* (2011), 95 - 101, DOI: 10.1016/j.drugpo.2010.12.002.

15 Expert Committee on Drug Dependence der WHO, 35. Meeting in Hammamet / TN, 1-(3-trifluoromethylphenyl)piperazine (TFMPP) Pre-Review Report, 04. - 08.06.2012.

16 S. Elliott, Current awareness of piperazines: pharmacology and toxicology, Drug Test. Anal. *3(7-8)* (2011), 430 - 438, DOI: 10.1002/dta.307.

17 I. Nikolova, N. Danchev, Piperazine Based Substances of Abuse: A new Party Pills on Bulgarian Drug Market, Biotechnol. Biotechnol. Equip. *22(2)* (2008), 652 - 655, DOI: 10.1080/13102818.10817529.

18 D. P. Katz, J. Deruiter, D. Bhattacharya, M. Ahuja, S. Bhattacharya, C. R. Clark, V. Suppiramaniam, M. Dhanasekaran, Benzylpiperazine: A “messy drug“, Drug Alcohol Depend. *164* (2016), 1 - 7, DOI: 10.1016/j.drugalcdep.2016.04.010.

19 R. F. Staack, H. H. Maurer, Piperazine-Derived Designer Drug 1-(3-Chlorophenyl)piperazine (mCPP): GC-MS Sudies on its Metabolism and its Toxicological Detection in Rat Urine Including Analytical Differentiation from its Precursor Drugs Trazodone and Nefazodone, J. Anal. Toxicol. *27(8)* (2003), 560 - 568, DOI: 10.1093/jat/27.8.560.

20 EUROPOL Drugs Information Bulletin, Substancies used to substitute MDMA; BZP and TFMPP, Den Haag / NL, 30.10.2003.

21 Bundeskriminalamt, Statistisches Auswerteprogramm Rauschgift (SAR).

22 Bundeskriminalamt, Programm CAPE (Counterfeits, Anabolics, Precursors and Ecstasy).
23 M. G. Bossong, T. M. Brunt, J. P. Van Dijk, S. M. Rigter, J. Hoek, H. M. J. Goldschmidt, R. J. M. Niesink, mCPP: an undesired addition to the ecstasy market, J. Psychopharmacol. (London, U. K.), *24(9)* (2010), 1395 - 1401, DOI: 10.1177/0269881109102541.
24 A. C. Johnstone, R. A. Lea, K. A. Brennan, S. Schenk, M. A. Kennedy, P. S. Fitzmaurice, Benzylpiperazine: a drug of abuse?, J. Psychopharmacol. (London, U. K.), *21(8)* (2007), 888 - 894, DOI: 10.1177/0269881107077260.
25 https://www.erowid.org/chemicals/tfmpp/tfmpp_article1.shtml, aufgerufen am 15.01.2025.
26 H. L. Yarosh, E. B. Katz, A. Coop, W. E. Fantegrossi, MDMA-like behavioral effects of N-substituted piperazines in the mouse, Pharmacol., Biochem. Behav. *88(1)* (2007), 18 - 27, DOI: 10.1016/j.pbb.2007.06.007.
27 J. C. Lin, R. K. Jan, H. Lee, M.-A. Jensen, R. R. Kydd, B. R. Russell, Determining the subjective and physiological effects of BZP combined withTFMPP in human males, Psychopharmacology (Berlin, Ger.) *214(3)* (2011), 761 - 768, DOI: 10.1007/s00213-010-2081-7.
28 J. S. Buck, R. Baltzly, Unsymmetrically substituted piperazines, US Patent 2,415,786, Patentdatum: 06.01.1944.
29 W. E. Fantegrossi, G. Winger, J. H. Woods, W. L. Woolverton, A. Coop, Reinforcing and discriminative stimulus effects of 1-benzylpiperazine and trifluoromethylpiperazine in rhesus monkeys, Drug Alcohol Depend. *77(2)* (2005), 161 - 168, DOI: 10.1016/j.drugalcdep.2004.07.014.
30 J. R. Kerr, L. S. Davis, Benzylpiperazine in New Zealand: brief history and current implications, J. R. Soc. N. Z. *41(1)* (2011), 155 - 164, DOI: 10.1080/03036758.2011.557036.
31 WHO Expert Committee on Drug Dependence, WHO Technical Report Series 973, 35th Report 2012, ISBN: 978 92 4 120973 1.
32 M. Wikström, P. Holmgren, J. Ahlner, A2 (N-Benzylpiperazine) a New Drug of Abuse in Sweden, J. Anal. Toxicol. *28(1)* (2004), 67 - 70, DOI: 10.1093/jat/28.1.67.
33 J. C. Lin, N. Bangs, H. Lee, R. R. Kydd, B. R. Russell, Determining the subjective and physiological effects of BZP on human females, Psychopharmacology (Berlin, Ger.) *207(3)* (2009), 439 - 446, DOI: 10.1007/s00213-009-1669-2.
34 R. F. Staack, H. H. Maurer, Metabolism of Designer Drugs of Abuse, Curr. Drug Metab. *6(3)* (2005), 259 - 274, DOI: 10.2174/1389200054021825.
35 P. Gee, S. Richardson, W. Woltersdorf, G. Moore, Toxic effects of BZP-based herbal party pills in humans: a prospective study in Christchurch, New Zealand, N. Z. Med. J. *118(1227)* (2005), U1784.
36 H. Austin, E. Monasterio, Acute psychosis following ingestion of "Rapture", Australasian Psychiatry *12(4)* (2004), 406 - 408, DOI: 10.1080/j.1440-1665.2004.02137.x.
37 J. C. Lin, R. K. Jan, R. R. Kydd, B. R. Russell, Subjective effects in humans following administration of party pill drugs BZP and TFMPP alone and in combination, Drug Test. Anal. *3(9)* (2011), 582 - 585, DOI: 10.1002/dta.285.
38 H. H. Maurer, T. Kraemer, D. Springer, R. F. Staack, Chemistry, Pharmacology, Toxicology, and Hepatic Metabolism of Designer Drugs of the Amphetamine (Ecstasy), Piperazine, and Pyrrolidinophenone Types – A Synopsis, Ther. Drug Monit. *26(2)* (2004), 127 - 131, DOI: 10.1097/00007691-200404000-00007.
39 U. Antia, M. D. Tingle, B. R. Russell, "Party pill" drugs – BZP and TFMPP, N. Z. Med. J. *122(1307)* (2009), 55 - 68.
40 https://www.erowid.org/chemicals/bzp/bzp_article1.shtml, aufgerufen am 23.01.2025.
41 M. Tancer, C.-E. Johanson, Reinforcing, subjective, and physiological effects of MDMA in humans: a comparison with d-amphetamine and mCPP, Drug Alcohol Depend. *72(1)* (2003), 33 - 44, DOI: 10.1016/s0376-8716(03)00172-8.
42 M. G. Bossong, J. P. Van Dijk, R. J. M. Niesink, Methylone and mCPP, two new drugs of abuse?, Addict. Biol. *10(4)* (2005), 321 - 323, DOI: 10.1080/13556210500350794.
43 M. Gobbi, M. Moia, L. Pirona, I. Ceglia, M. Reyes-Parada, C. Scorza, T. Mennini, p-Methylthioamphetamine and 1-(m-chlorophenyl)piperazine, two non-neurotoxic 5-HT releasers in vivo, differ from neurotoxic amphetamine derivatives in their mode of action at 5-HT nerve endings in vitro, J. Neurochem. *82(6)* (2002), 1435 - 1443, DOI: 10.1046/j.1471-4159.2002.01073.x.
44 M. E. Tancer, C.-E. Johanson, The subjective effects of MDMA and mCPP in moderate MDMA users, Drug Alcohol Depend. *65(1)* (2001), 97 - 101, DOI: 10.1016/s0376-8716(01)00146-6.
45 M. H. Baumann, R. D. Clark, A. G. Budzynski, J. S. Partilla, B. E. Blough, R. B. Rothman, N-Substituted Piperazines Abused by Humans Mimic the Molecular Mechanism of 3,4-Methylenedioxymethamphetamine (MDMA, or "Ecstasy"), Neuropsychopharmacology *30(3)* (2005), 550 - 560, DOI: 10.1038/sj.npp.1300585.
46 M. H. Baumann, R. D. Clark, A. G. Budzynski, J. S. Partilla, B. E. Blough, R. B. Rothman, Effects of "Legal X" Piperazine Analogs on Dopamine and Serotonin Release in Rat Brain, Ann. N. Y. Acad. Sci. *1025(1)* (2004), 189 - 197, DOI: 10.1196/annals.1316.024.
47 Stoffeintrag in: Wikipedia – Die freie Enzyklopädie.

48 L. D. Simmler, A. Rickli, Y. Schramm, M. C. Hoener, M. E. Liechti, Pharmacological profiles of aminoindanes, piperazines, and pipradrol derivatives, Biochem. Pharmacol. *88(2)* (2014), 237 - 244, DOI: 10.1016/j.bcp.2014.01.024.
49 F. Nagai, R. Nonaka, K. S. H. Kamimura, The effects of non-medically used psychoactive drugs on monoamine neurotransmission in rat brain, Eur. J. Pharmacol. *559(2-3)* (2007), 132 - 137, DOI: 10.1016/j.ejphar.2006.11.075.
50 Stoffeintrag in: tripsit.me/factsheets, aufgerufen am 17.04.2025.
51 https://eve-rave.org/drogen-abc/neue-psychoaktive-substanzen/bzp/, aufgerufen am 17.04.2025.
52 S. Elliott, C. Smith, Investigation of the First Deaths in the United Kingdom Involving the Detection and Quantitation of the Piperazines BZP and 3-TFMPP, J. Anal. Toxicol. *32(2)* (2008), 172 - 177, DOI: 10.1093/jat/32.2.172.
53 P. Gee, T. Jerram, D. Bowie, Multiorgan failure from 1-benzylpiperazine ingestion – legal high or lethal high?, Clin. Toxicol. *48(3)* (2010), 230 - 233, DOI: 10.3109/15563651003592948.
54 P. Gee, M. Gilbert, S. Richardson, G. Moore, S. Paterson, P. Graham, Toxicity from the recreational use of 1-benzylpiperazine, Clin. Toxicol. *46(9)* (2008), 802 - 807, DOI: 10.1080/15563650802307602.
55 K. Knudsen, P. Hulten, Acute Overdose of Dextromethorphan and Benzylpiperazine, J. Toxicol., Clin. Toxicol. *45* (2007), 605 - 648, Beitrag Nr. 66 der *Abstracts of the 2007 North American Congress of Clinical Toxicology Annual Meeting, October 19 - 24, 2007, New Orleans, Louisiana*.
56 D. M. Wood, J. Button, S. Lidder, J. Ramsey, D. W. Holt, P. I. Dargan, Dissociative and Sympathomimetic Toxicity Associated with Recreational Use of 1-(3-Trifluoromethylphenyl) Piperazine (TFMPP) and 1-Benzylpiperzine (BZP), J. Med. Toxicol. *4(4)* (2008), 254 - 257, DOI: 10.1007/BF03161209.
57 R. W. Fuller, N. R. Mason, B. B. Molloy, Structural relationships in the inhibition of [^{3}H]serotonin binding to rat brain membranes in vitro by 1-phenyl-piperazines, Biochem. Pharmacol. (Amsterdam, Neth.) *29(5)* (1980), 833 - 835, DOI: 10.1016/0006-2952(80)90567-5.
58 Stoffeinträge in: https://psychonautwiki.org/wiki/psychoactive_substance_index, aufgerufen am 17.04.2025.
59 Y. P. Gaillard, A.-C. Cuquel, A. Boucher, L. Romeuf, F. Bevalot, J.-M. Prevosto, J.-M. Menard, A Fatality Following Ingestion of the Designer Drug Meta-Chlorophenylpiperazine (mCPP) in an Asthmatic - HPLC-MS/MS Detection in Biofluids and Hair, J. Forensic Sci. *58(1)* (2013), 263 - 269, DOI: 10.1111/j.1556-4029.2012.02254.x.