



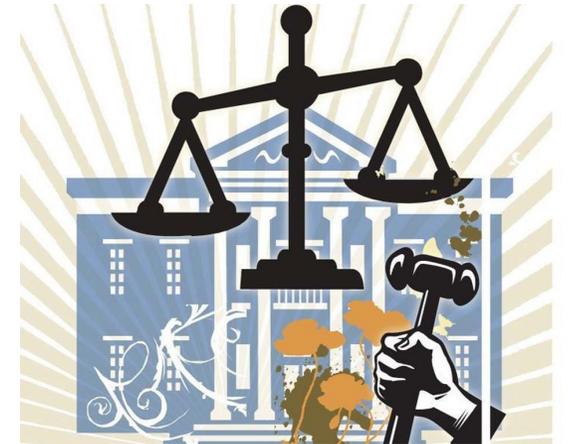
# Gifte, Drogen, Medikamente: Forensische Pharmakologie und Toxikologie

Prof. Dr. Andrea E. Steuer  
([andrea.steuer@irm.uzh.ch](mailto:andrea.steuer@irm.uzh.ch))





# Forensik?





## Forensische Pharmakologie und Toxikologie

Fahren unter Drogen

(FUD, DUID)



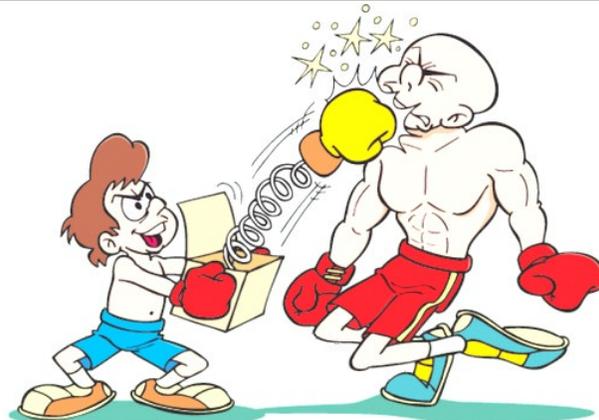
Abstinenzkontrolle

**Gifte, Drogen, Medikamenten-Nachweis - Aber wie?**

Drug facilitated crimes

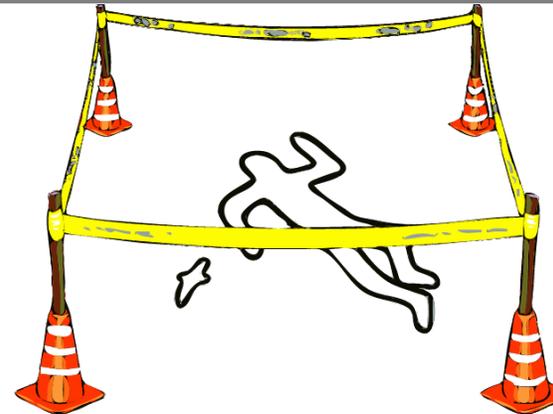
(DFC)

K.o.-Tropfen



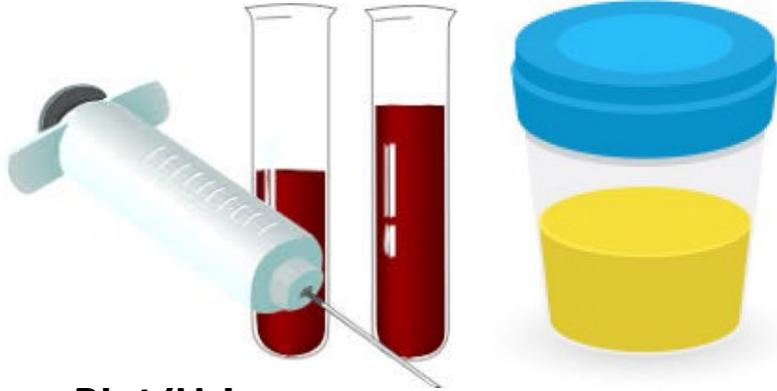
Todesfälle

Vergiftung?





# Forensisch-toxikologische Asservate



Blut/Urin



(verfaulte) Gewebe



Haare



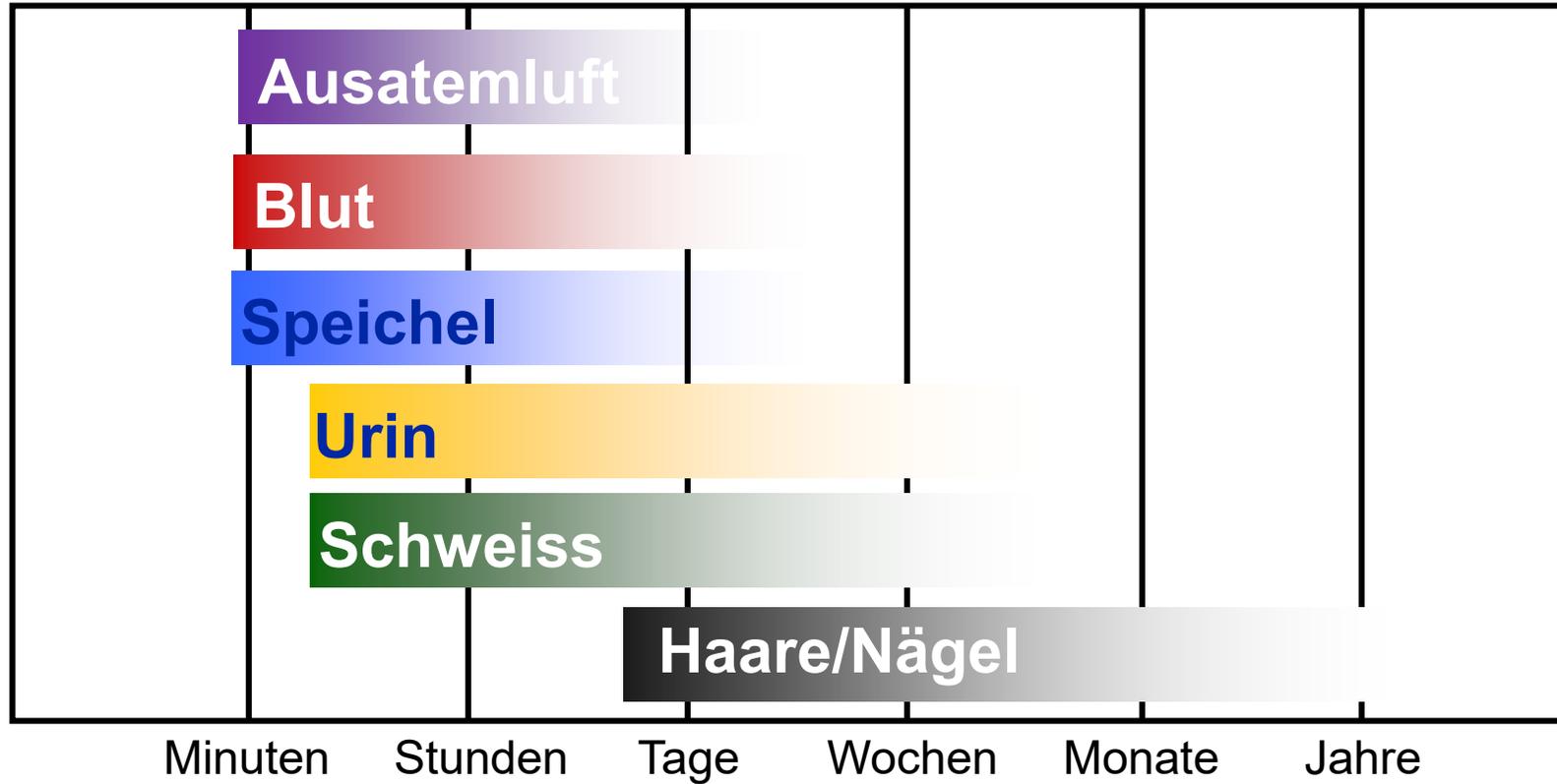
Nägel



Speichel



## Nachweisbarkeitsdauer in biologischen Proben



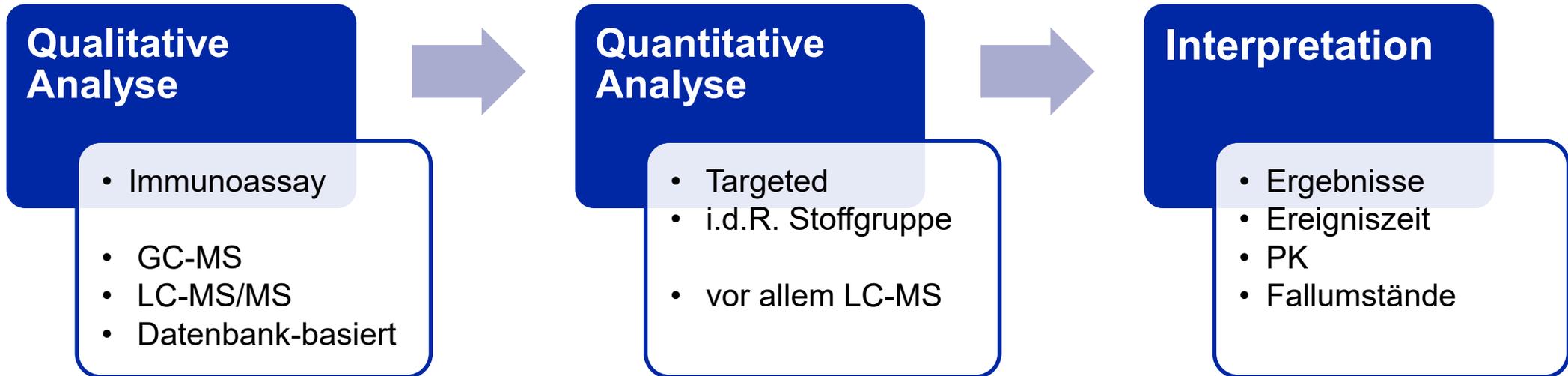
**Akute Beeinflussung:**  
Blut

**Kurzzeitkonsum:**  
Blut, Urin, Speichel,  
Schweiss

**Langzeitkonsum:**  
Haare/Nägel

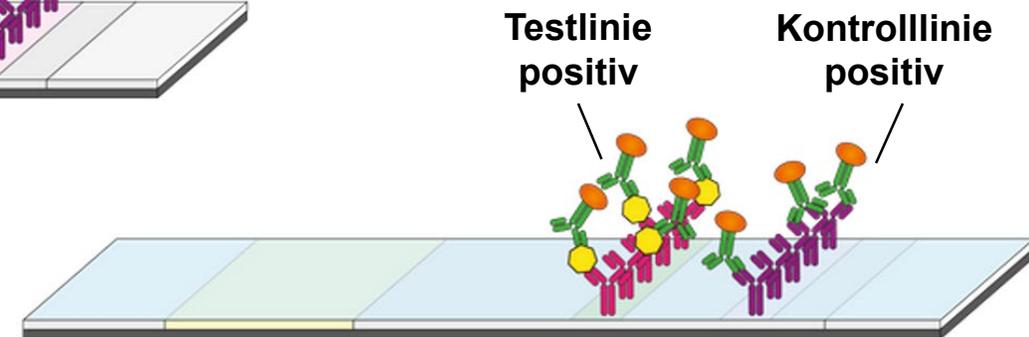
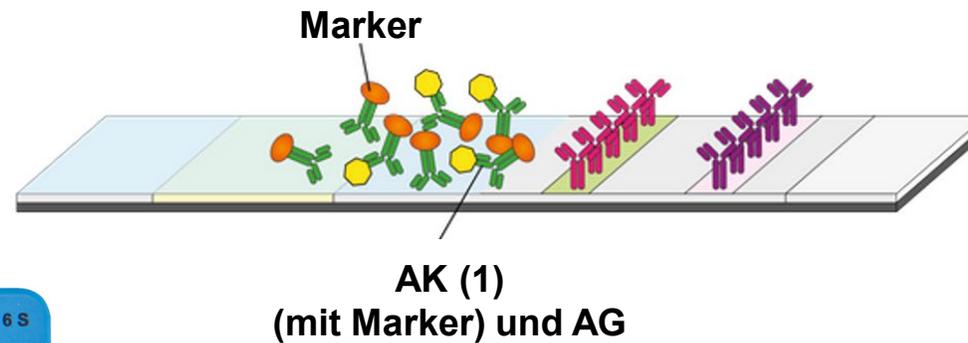
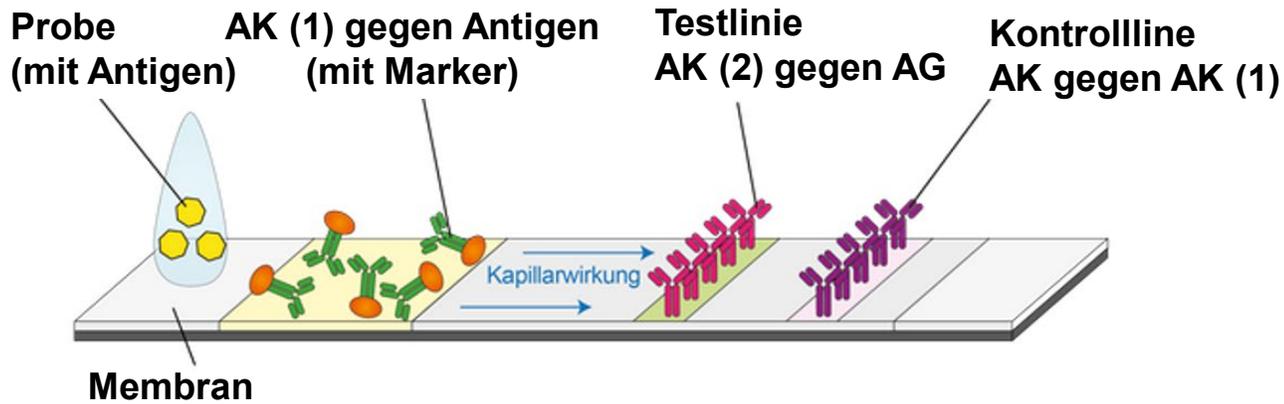


## Forensisch-toxikologische Analyse am IRM Zürich





# Drogenvortest - Funktionsprinzip





## Bestätigungsanalytik

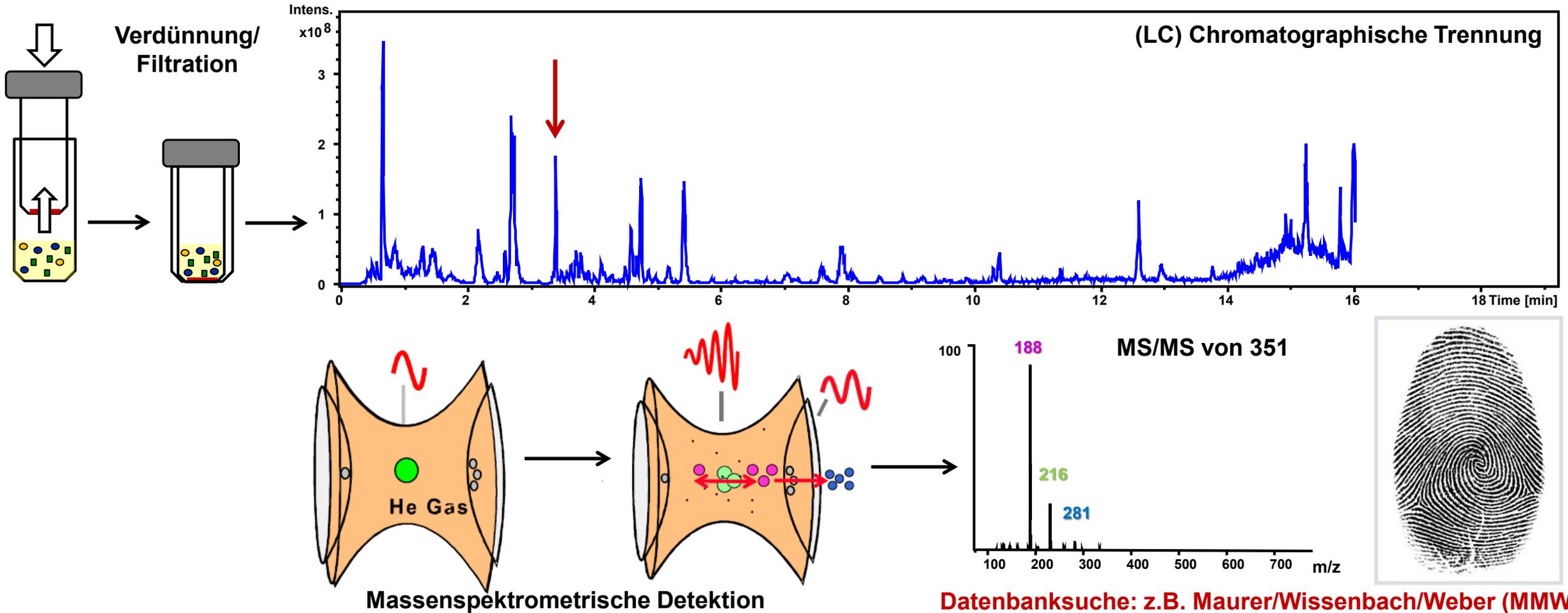
Flüssigchromatographie –  
Massenspektrometrie (LC-MS)

Gaschromatographie –  
Massenspektrometrie (GC-MS)



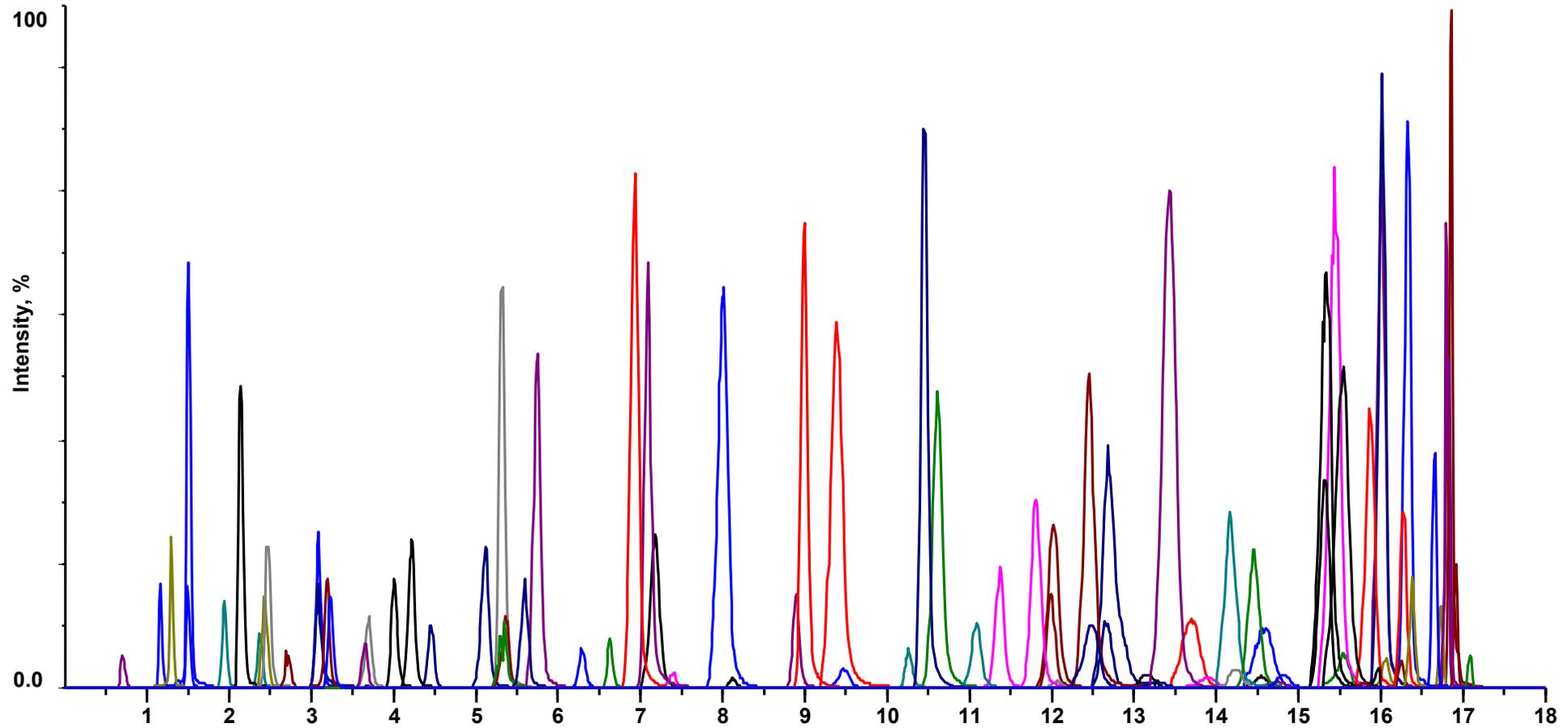


# Screening mittels (LC-IonTrap)-Massenspektrometrie





# Quantifizierung mittels Multianalyt-Verfahren





# Substanzen mit pharmakologischer/ toxikologischer Relevanz





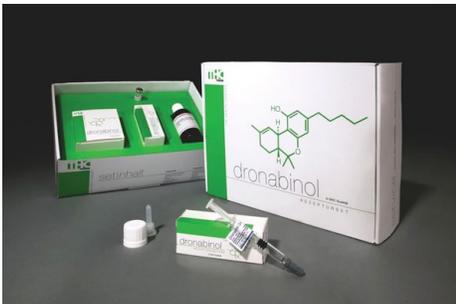
## Cannabis – nach Alkohol die häufigste Substanz



**Sativex®**  
THC + Cannabidiol

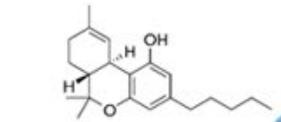


**Dronabinol®**  
THC



# Cannabis als Todesursache?

## Exogenous Cannabinoids

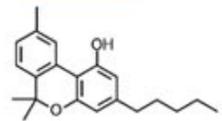


THC

CB1R Activation

CBD

CB2R Activation



**Neuron:**

- Activation of the sympathetic nervous system
- Inhibition of the parasympathetic nervous system

**Myocyte:**

- p38 and JNK mitogen-activated protein kinases (MAPKs) activation, apoptosis
- ERK1/2 activation and possible cardiac hypertrophy
- Decrease in contractility

**Endothelium:**

- p38 and JNK MAPKs activation, apoptosis
- Pro-inflammatory response (nuclear factor- $\kappa$ B activation and increased expression of adhesion molecules)
- Chronic endothelial dysfunction
- Acute endothelial-dependent relaxation in particular vessels

**Vascular Smooth Muscle:**

- Vascular smooth muscle proliferation and migration, and neointima proliferation (Rac, ERK1/2-dependent?)
- Type 1 angiotensin II receptor-NADPH oxidase-dependent generation of reactive oxygen species and vascular dysfunction

**Fibroblasts and Myofibroblasts:**

- Profibrotic effect (enhanced transforming growth factor- $\beta$  signaling? Secondary consequence of oxidative stress and pro-inflammatory response?)

**Immune cells and Leukocytes:**

- Attenuates endothelial activation, chemotaxis, adhesion, and transmigration of inflammatory cells
- Decrease inflammatory response and smooth muscle proliferation to TNF- $\alpha$
- Decreased expression of intracellular adhesion molecules

## Potential Cardiovascular Effects

Cardiomyopathy

Myocardial Infarction

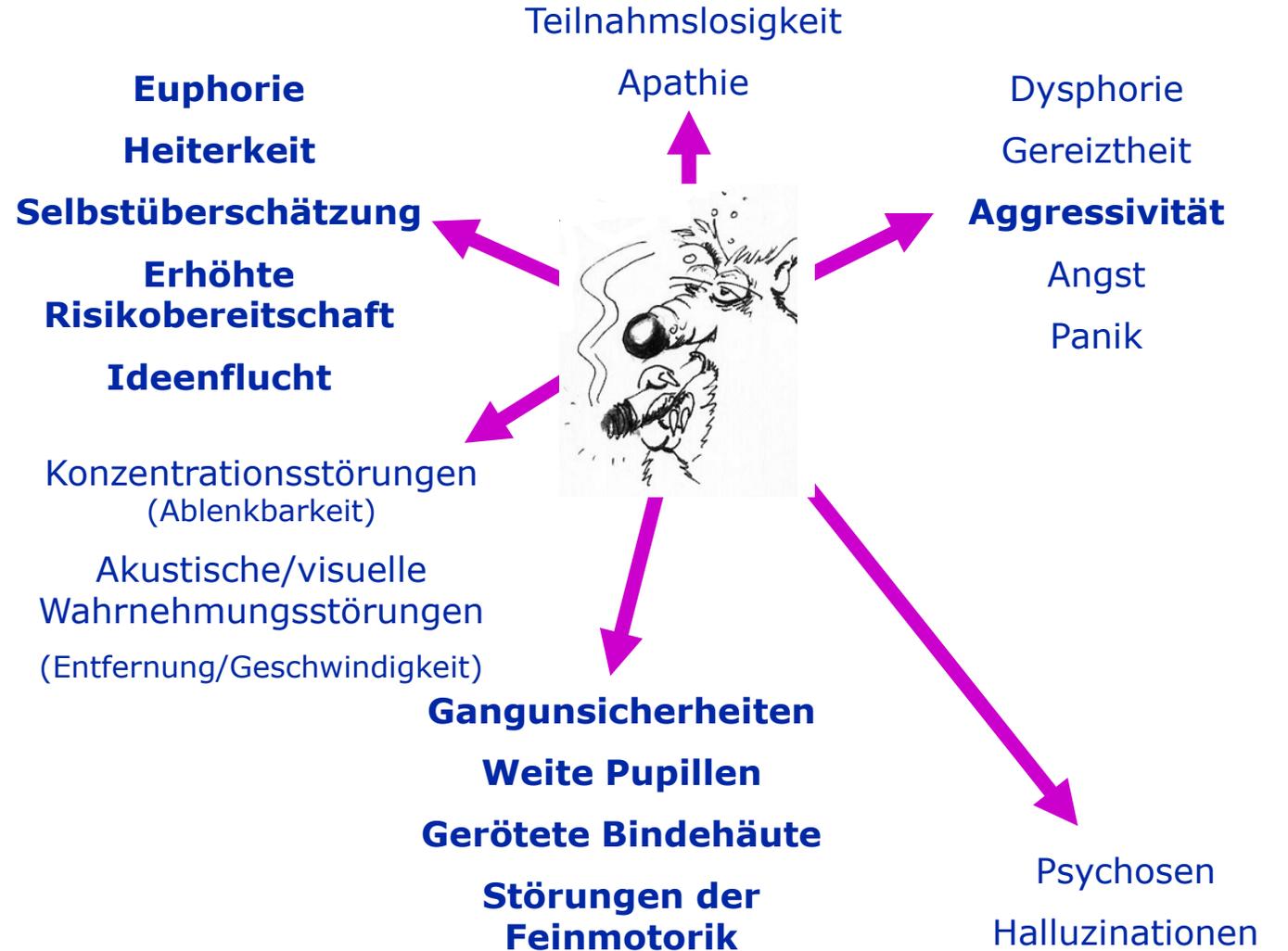
Arrhythmias  
Sudden Death

Cerebral Vascular Accidents

Anti-atherogenic Effects ?



## Forensisch-relevante Wirkungen



## Beurteilung der Fahruntfähigkeit durch Cannabis

### 6. Abschnitt: Nachweis von Betäubungsmitteln

#### Art. 34

Die Betäubungsmittel nach Artikel 2 Absatz 2 der Verkehrsregelnverordnung vom 13. November 1962<sup>16</sup> gelten als nachgewiesen, wenn die Messwerte im Blut die folgenden Grenzwerte erreichen oder überschreiten:

- |    |                 |          |
|----|-----------------|----------|
| a. | THC:            | 1,5 µg/L |
| b. | freies Morphin: | 15 µg/L  |
| c. | Kokain:         | 15 µg/L  |
| d. | Amphetamin:     | 15 µg/L  |
| e. | Methamphetamin: | 15 µg/L  |

Verordnung des ASTRA zur Strassenverkehrskontrollverordnung (VSKV-ASTRA)





# Cannabis 2.0 – oder auch NPS

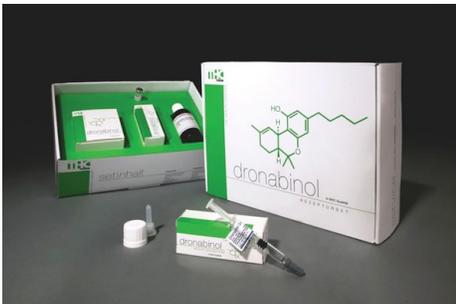


**Sativex®**  
THC + Cannabidiol



**CBD-Hanf**

**Dronabinol®**  
THC

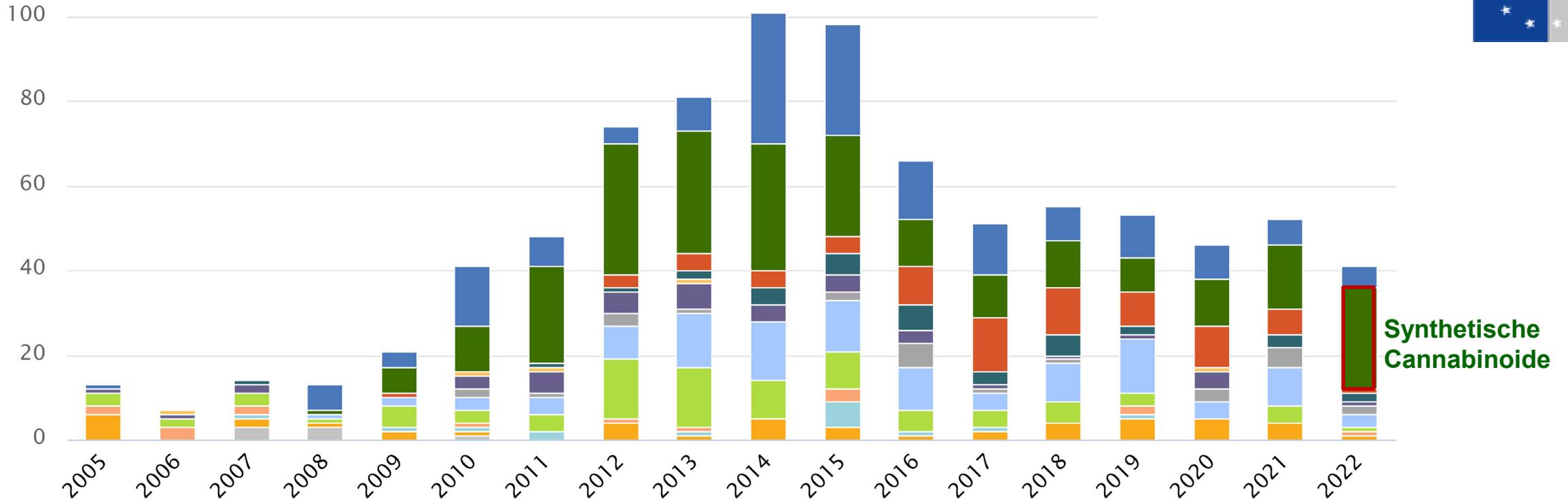


**Synthetische Cannabinoide**



# Neue psychoaktive Substanzen (NPS)

European Monitoring Centre for Drugs and Drug Addiction

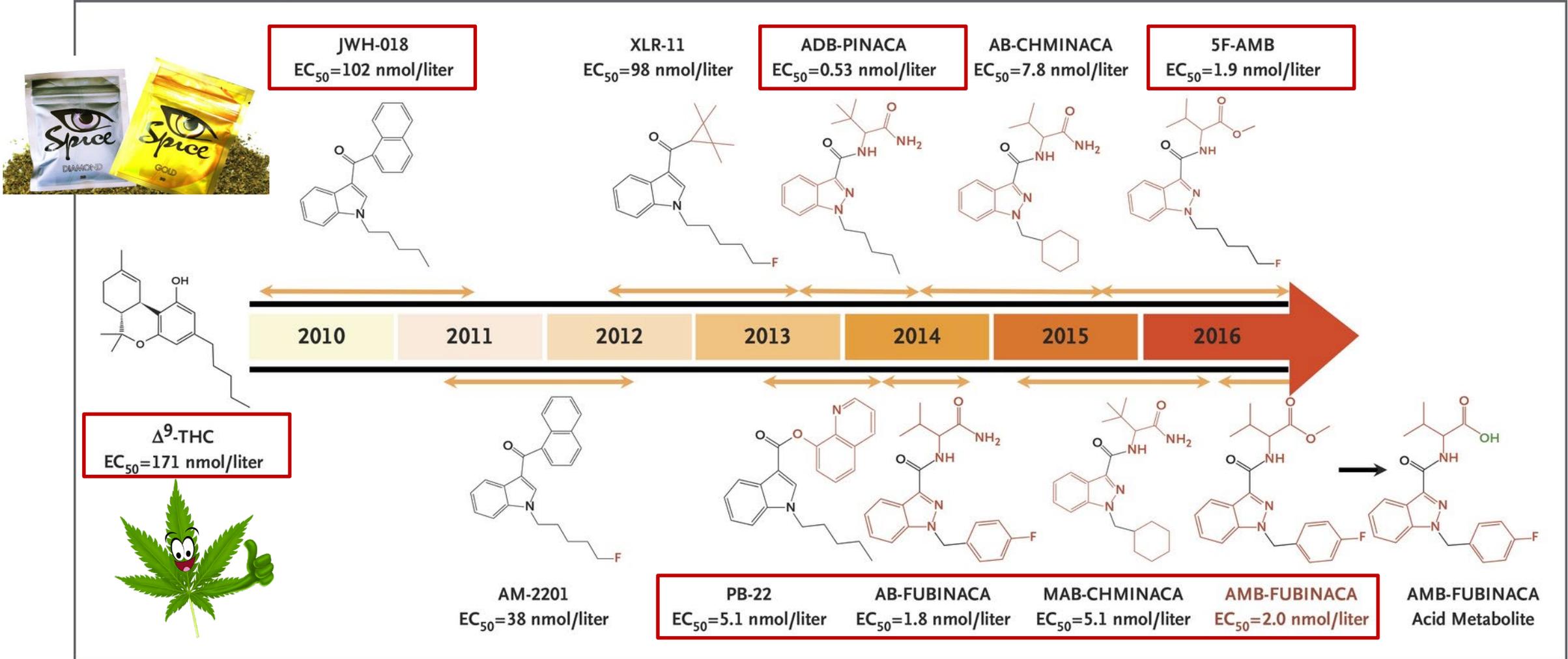


- Cathinones
- Cannabinoids
- Opioids
- Benzodiazepines
- Aminoindanes
- Arylalkylamines
- Arylcyclohexylamines
- Other substances
- Phenethylamines
- Piperazines
- Piperidines & pyrrolidines
- Tryptamines
- Plants and extracts

Synthetische Cannabinoide



# Evolution synthetischer Cannabinoide

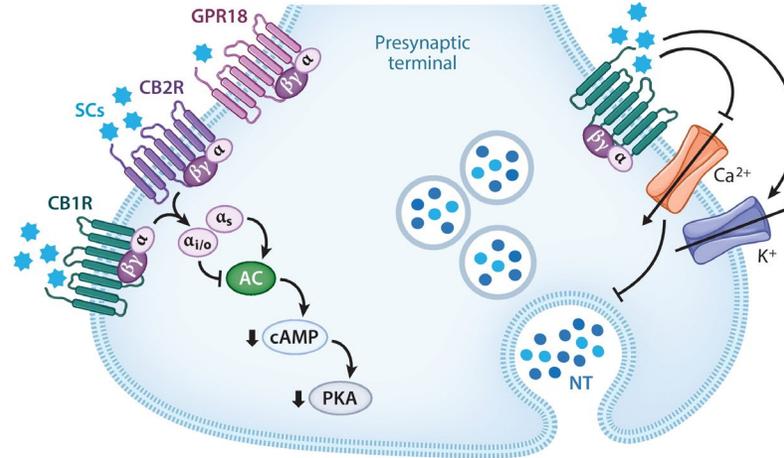




## Aktuell mehr als 160 Synthetische Cannabinoide unter Beobachtung!



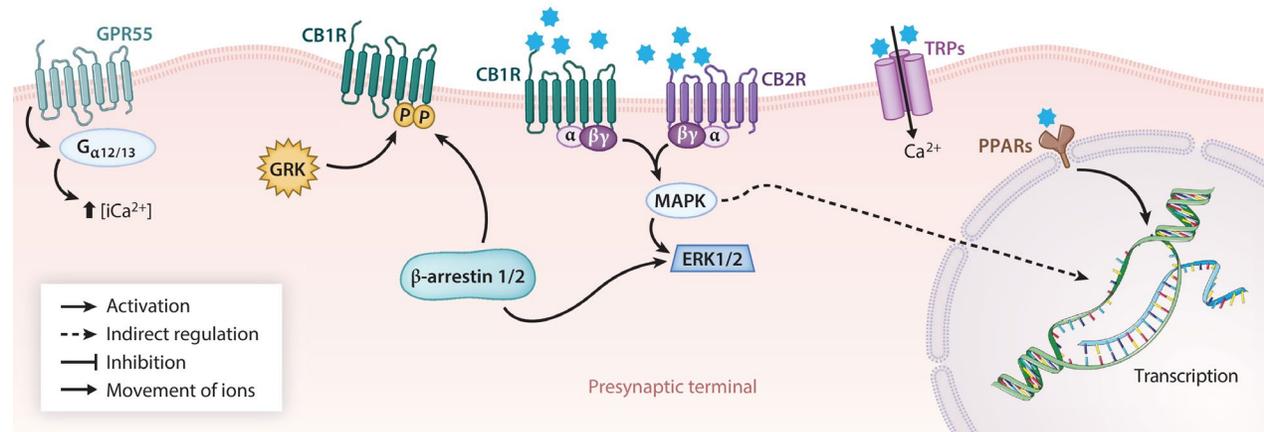
# Pharmakologie von (synthetischen) Cannabinoiden



**THC = partieller Agonist**

**SCs = volle Agonisten**

**SCs mit höherer Potenz**



→ Activation  
 --> Indirect regulation  
 —| Inhibition  
 → Movement of ions



## Wirkung von synthetischen Cannabinoiden



Relevante Substanzen

Synthetische

Cannabinoiden

MDMB-4en-PINACA

Cannabis

CBD-typ

[Mehr erfahren](#) →

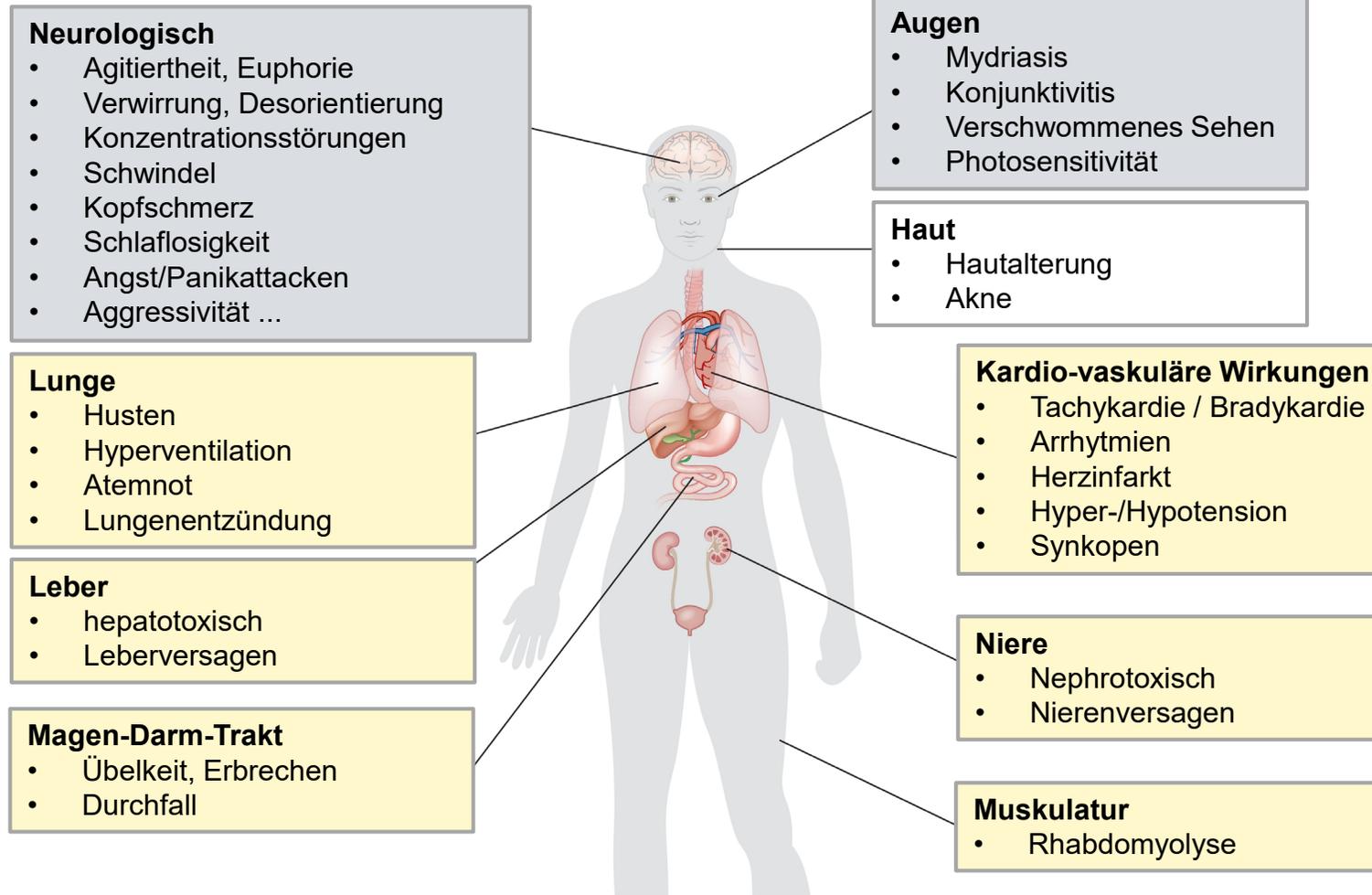
[Mehr erfahren](#) →

safer  
party  
.ch

Im Gegensatz zum natürlich vorkommenden THC kommen akute und schwerwiegende Vergiftungen bei synthetischen Cannabinoiden häufig vor. Der Konsum synthetischer Cannabinoide kann unter anderem zu rascher Ohnmacht, Herzrasen, Bluthochdruck, Krampfanfällen, Übelkeit mit Erbrechen, Abnahme der geistigen Leistungsfähigkeit, Verwirrtheit, Wahnvorstellungen, akuten Psychosen, starkes Verlangen nachzulegen (Craving), aggressivem und gewaltsamen Verhalten bis hin zu einem Herzinfarkt führen. Die hohe Potenz von synthetischen Cannabinoiden erhöht die Gefahr einer Überdosierung.

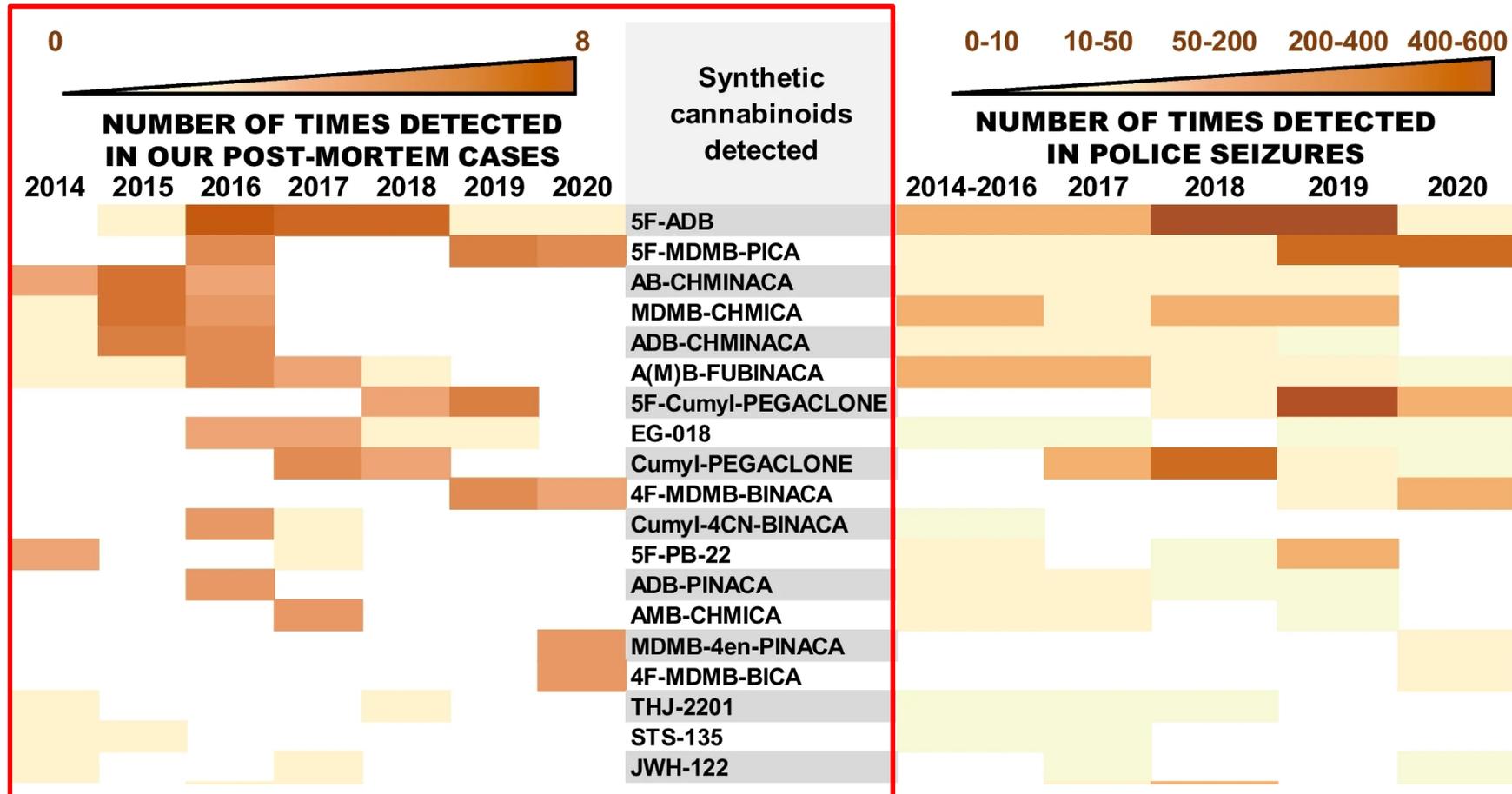
**Vom Konsum wird dringend abgeraten!**

## Wirkung von synthetischen Cannabinoiden





# Todesfälle durch synthetische Cannabinoide





## Gammahydroxybuttersäure (GHB)

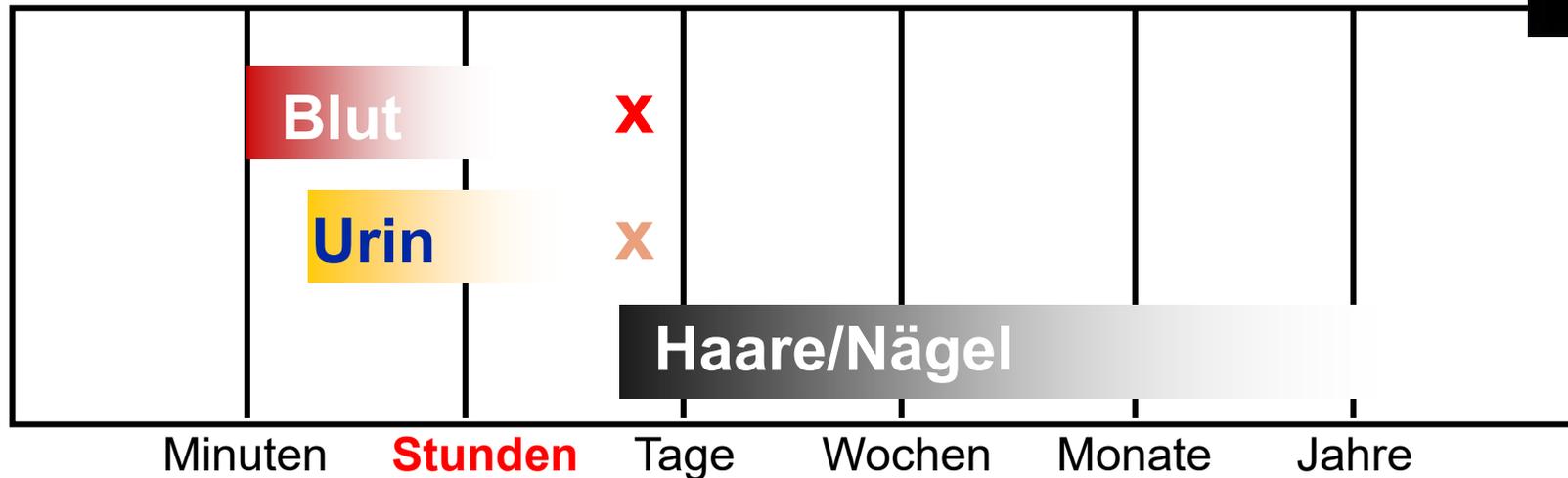
- Häufiges K.o.-Mittel
- Wirkungseintritt nach ca. 15 min
- Wirkungsdauer 1-3 Stunden
- Eliminationshalbwertszeit 30-50 min
- **Im Blut bis zu 8 Stunden nachweisbar**
- **Im Urin bis zu 12 Stunden nachweisbar**





## Der übliche GHB-Verdachtsfall

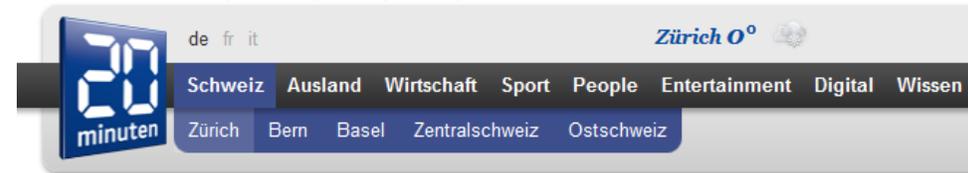
- Ereignis im Laufe des Abends/der Nacht
- Blut-/Urinasservierung ca. 20 – xx Stunden später
- Toxikologische Untersuchung negativ





## GHB-Beibringung

- Opfer wurde auf ein Bier eingeladen
- Nach Konsum
  - Übelkeit
  - Erbrechen
  - Schwindel
  - Kopfschmerzen
  - Keine Bewusstlosigkeit
- Forensisch-toxikologische Untersuchung
  - **GHB im Blut: 22 mg/L**
  - **GHB im Urin: 150 mg/L**
  - **Zeitdifferenz ca. 2.5 h**



Ihre Story, Ihre Informationen, Ihr Hinweis? [feedback@zominuten.ch](mailto:feedback@zominuten.ch)  
K.-o.-Tropfen im Drink 19. September 2011 23:09; Akt: 19.09.2011 23:43

## Drei Männer nach GBL-Attacke verhaftet

von Regina Ryser - Drei junge Männer haben am frühen Sonntagmorgen eine 21-Jährige im Alpenrock House in Kloten mit K.-o.-Tropfen betäubt. Im Auto eines der Verdächtigen wurde die Droge gefunden.



Der Ausgang im Alpenrock House in Kloten endete für eine 21-jährige Schweizerin unschön, nachdem sie sich von einem Unbekannten ein Getränk hatte offerieren lassen.

«Als die junge Frau davon getrunken hatte, wurde ihr übel, schwindlig und sie bekam Kopfschmerzen», sagt

Kapo-Sprecher Werner Schaub. Weil sie sich immer schlechter fühlte und fast das Bewusstsein verlor, alarmierten Clubbesucher Ambulanz und Polizei. Es stellte sich heraus: «Ihr wurde die Droge GBL, sogenannte K.-o.-Tropfen, verabreicht. Diese wirken



Gefährliche K.-o.-Tropfen. (Foto: Aebi)



# K.o.-Mittel sind nicht nur GHB!!!



ROYAL PHARM

**Chloral hydrate**  
CAS NO.302-17-0

OCC(O)C(Cl)Cl

sales01@royalpharms.com

CP/USP/BP/EP/IP/JP



**XYREM**  
(natrijev oksibat) peroralna raztopina





# Benzodiazepine als K.o.-Mittel



## Dolder-Mord: Angeklagter tötete aus Kränkung

Der heute 49-jährige Schweizer, der im Dolder Grand eine 25-jährige Polin umgebracht hat, soll aus Kränkung und verschämter Liebe gehandelt haben.

Den Plan, die Frau umzubringen, soll der Mann minutiös ausgearbeitet haben. Er buchte im Hotel Dolder Grand am 15. September 2014 ein Zimmer und traf sich dort mit der jungen Frau. Diese hatte im Club, wo sie arbeitete, gesagt, dass sie in die Ferien fliegen würde. Der Mann nahm einen Koffer mit ins Hotel, mit dem er die Leiche nach der Tat abtransportierte. Beim Treffen im Zimmer verabreichte er dem Opfer ein Betäubungsmittel und würgte und schlug die Polin, sodass sie erstickte. Am nächsten Morgen verliess er mit dem Koffer das Hotel und versteckte diesen im Keller seines Hauses in Küsnacht in einem Weinklimaschrank. Dabei stellte er die Kühlung auf maximal ein, um dem drohenden Verwesungsgeruch vorzubeugen. Die Leiche blieb dort im Keller, bis die Kantonspolizei den Mann am 24. September verhaftete.



Ihre Story, Ihre Informationen, Ihr Hinweis? [feedback@zominuten.ch](mailto:feedback@zominuten.ch)

Prostituierten-Mord

26. September 2014 20:49; Akt: 05.10.2014 09:46

# Leiche wurde in Koffer aus Dolder getragen

*Eine 25-jährige Tänzerin aus Polen wurde im Dolder Grand umgebracht. Ihr Freier hat die Leiche anschliessend in einem grossen Reisekoffer aus dem Luxus-Hotel geschafft.*



Der 47-Jährige, der eine polnische Prostituierte umgebracht und die Leiche mehrere Tage lang in seiner Wohnung versteckt haben soll, lebt mit seiner langjährigen Partnerin in einem Vierfamilienhaus in Küsnacht mit Blick über den Zürichsee.

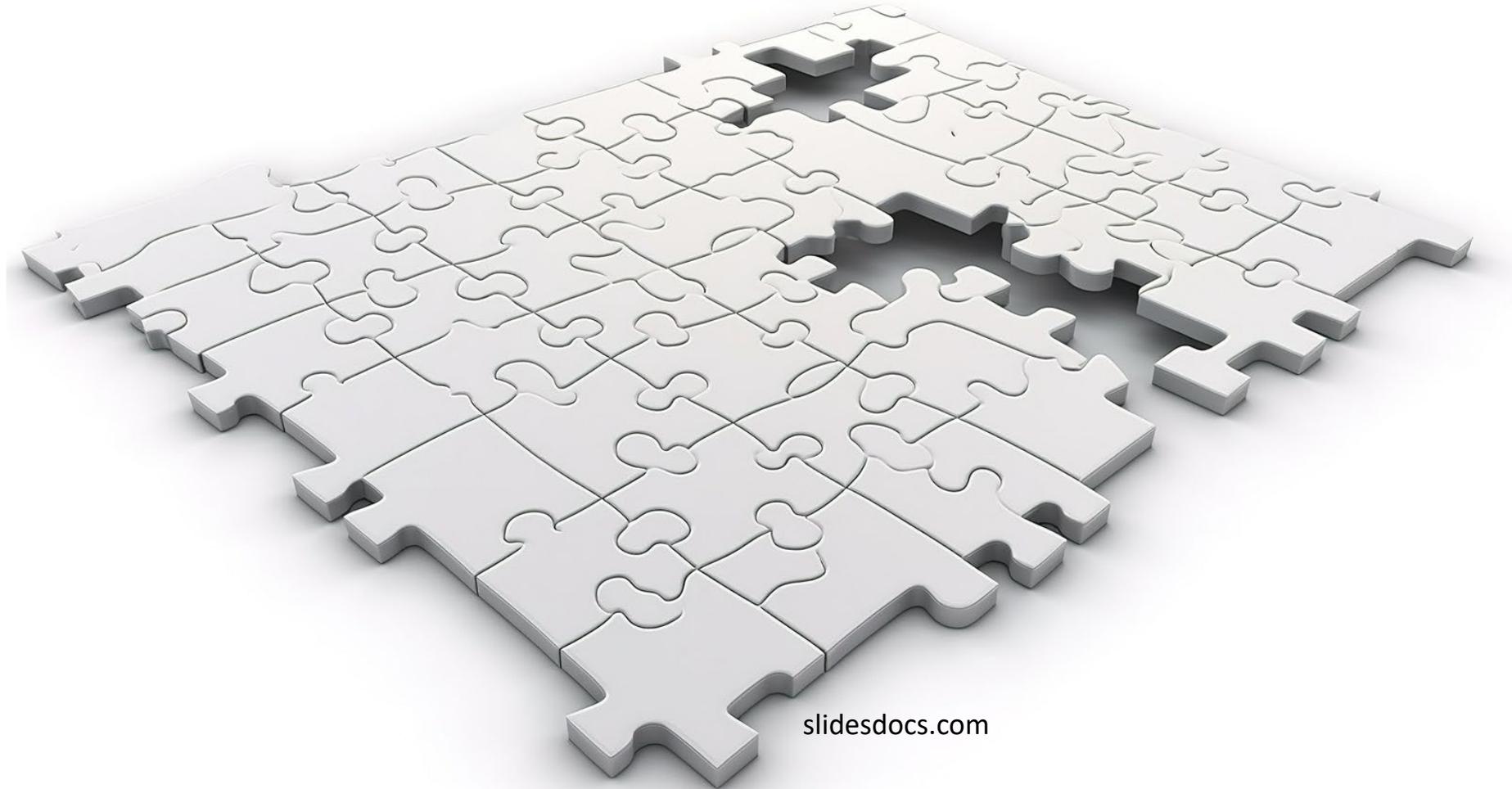


## Ein authentischer Fall...

- **23 Jahre alter Mann**
- **Tot im Badezimmer gefunden**
- **Bekannte Drogenvorgeschichte**
- **Weisses Pulver**
  
- **Immunoassay positiv für LSD – Bestätigungsanalyse **negativ****
- **Midazolam – **Spur****
- **Cocain – **Spur****
- **Clarithromycin – qualitativ nachgewiesen**

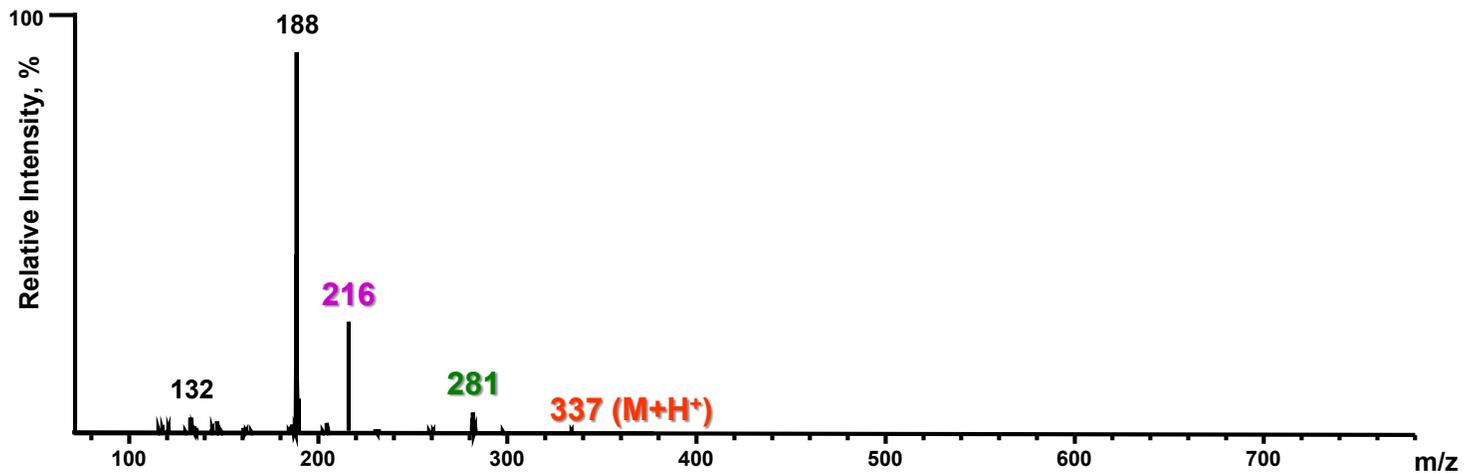
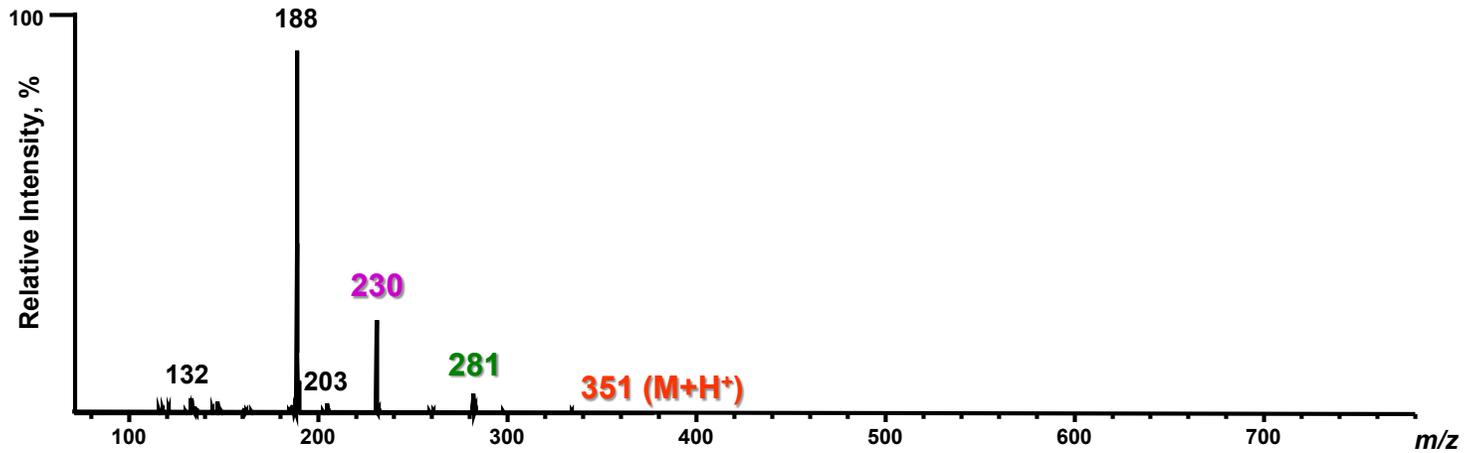


## Was ist mit der Vollständigkeit der toxikologischen Untersuchung?

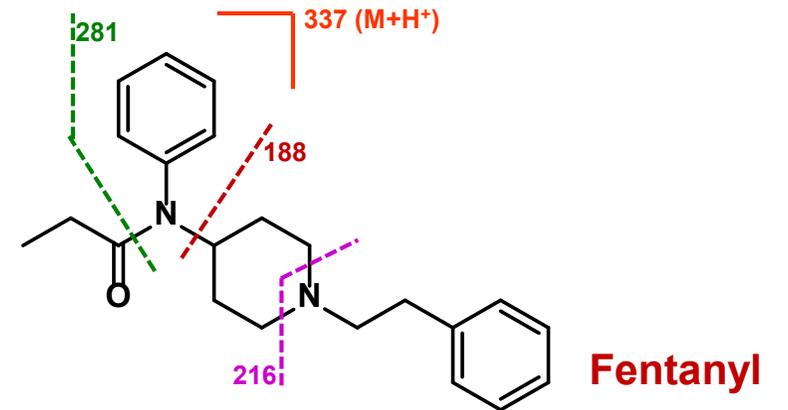




# Ein authentischer Fall... Doch eine toxikologische Todesursache?

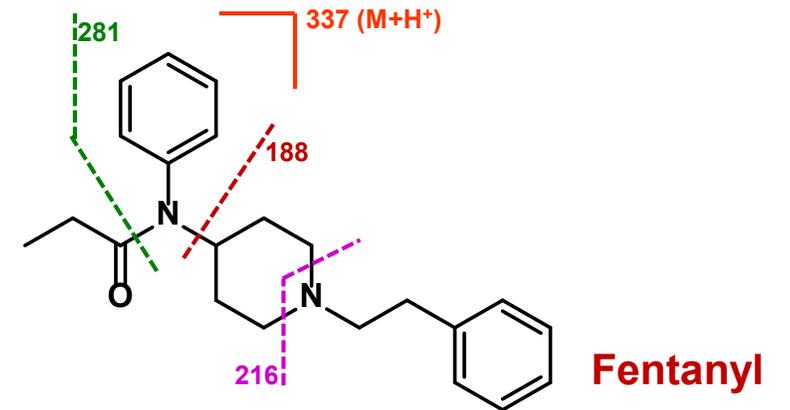
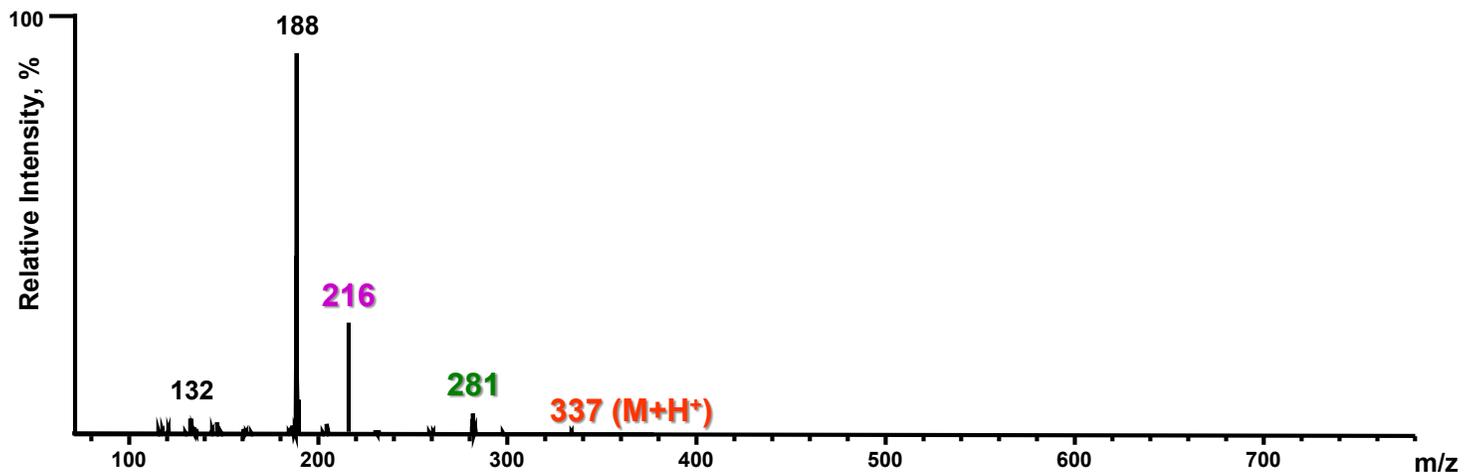
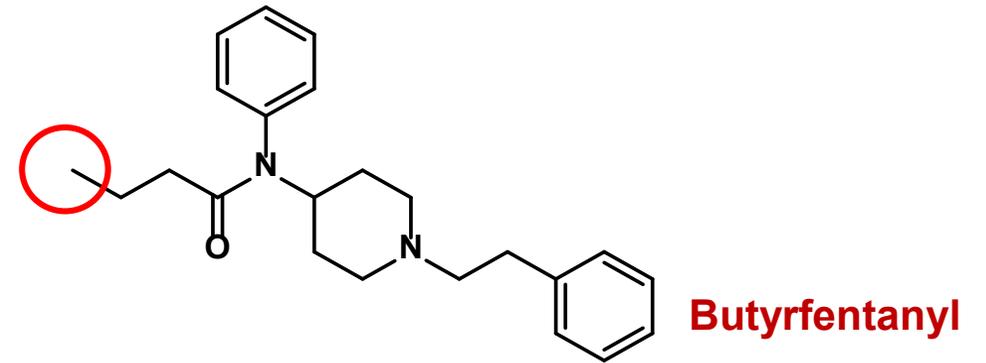
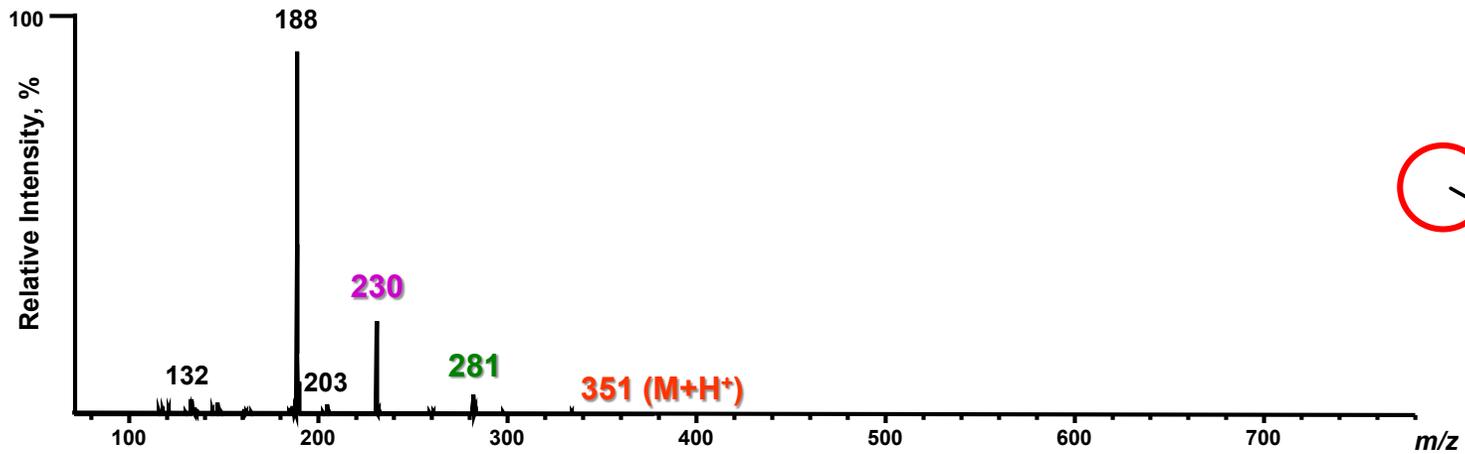


???



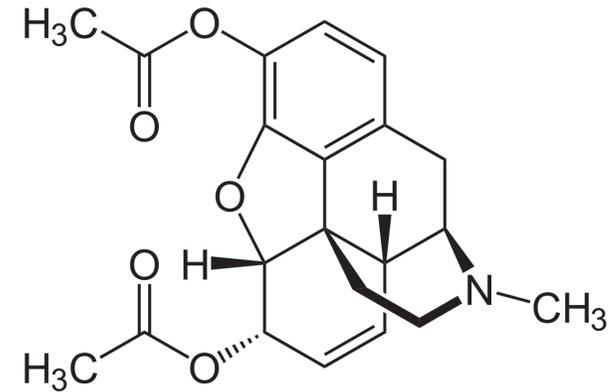
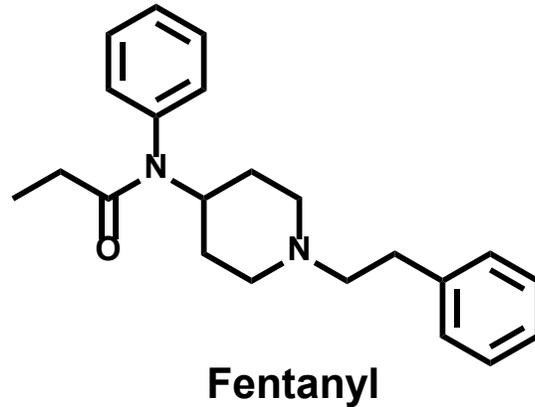


## Ein authentischer Fall... Doch eine toxikologische Todesursache?





## Opioide: Fentanyl vs. Heroin

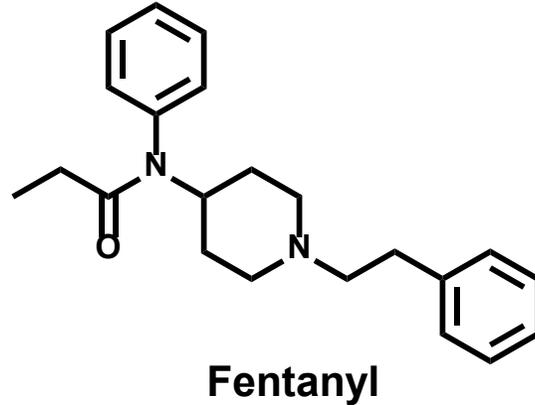


Heroin

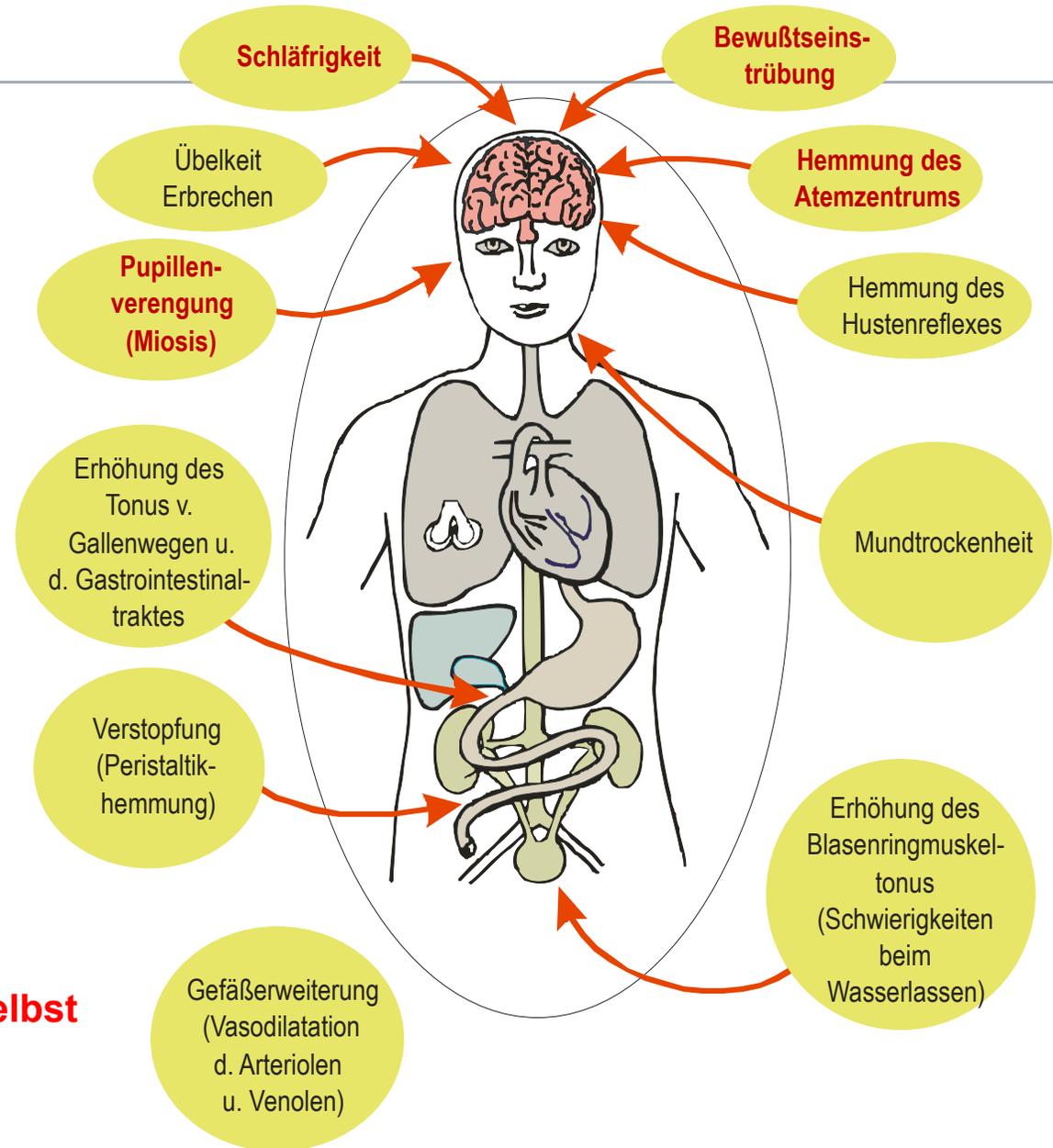


- **Starkes Opioid-Analgetikum**
- **70-100 x potenter als Morphin**
- **Fentanyl-Derivate oft noch wirksamer als Fentanyl selbst (3-Methyl-Fentanyl 5000fach!)**

# Opioid-Wirkungen und Überdosis



- **Starkes Opioid-Analgetikum**
- **70-100 x potenter als Morphin**
- **Fentanyl-Derivate oft noch wirksamer als Fentanyl selbst (3-Methyl-Fentanyl 5000fach!)**





## Ein authentischer Fall... Doch eine toxikologische Todesursache?

- 23 Jahre alter Mann
- Tot im Badezimmer gefunden
- Bekannte Drogenvorgeschichte
- Weisses Pulver

Bei Fehlen einer morphologischen Todesursache sowie unter Berücksichtigung der Fallgeschichte sprechen unsere Analyseergebnisse dafür, dass ## an einer Vergiftung mit dem Fentanyl-Analogon Butyrfentanyl gestorben ist.



Neue Zürcher Zeitung

## Jugendliche in Zollikerberg starben an Medikamentenüberdosis

Die zwei Jugendlichen, die am 16. August tot in einer Wohnung in Zollikerberg gefunden wurden, starben an Atemlähmung. Das geht aus einem Gutachten der Rechtsmedizin der Universität Zürich hervor.

Claudia Rey

10.09.2020, 14.07 Uhr

Hören

Merken

Drucken

Teilen



Alexandra Wey / Keystone

Ein Absperrband der Polizei vor dem Wohnblock in Zollikerberg, wo die beiden toten Jugendlichen am 16. August gefunden wurden.

Abo Tod durch Medikamentenmix?

## 15-Jähriger starb offenbar nach Konsum von Drogencocktail

06.10.2020

Ein Jugendlicher wurde in einer Basler Wohnung tot aufgefunden. Er soll unbekannte Substanzen konsumiert haben. Der Basler Abteilung Sucht ist die Problematik bekannt, in Zürich gab es unlängst zwei ähnliche Todesfälle.

zentralplus

News Leben Arbeiten Freizeit Blogs Services zentra

News plus mehr – für Luzern und Zug

Verdacht auf tödlichen Mischkonsum

### Warum mussten die beiden Jugendlichen aus Luzern sterben?



3 min Lesezeit

17.06.2020, 19:33 Uhr

Entwickelt sich in Luzern eine neue Art der Drogenszene? Einiges spricht dafür. Die Polizei hat letztes Jahr einen Ring von über 50 Jugendlichen ausgehoben, die mit unterschiedlichsten Stoffen experimentiert haben. Und nun ermittelt die Staatsanwaltschaft in zwei Todesfällen.

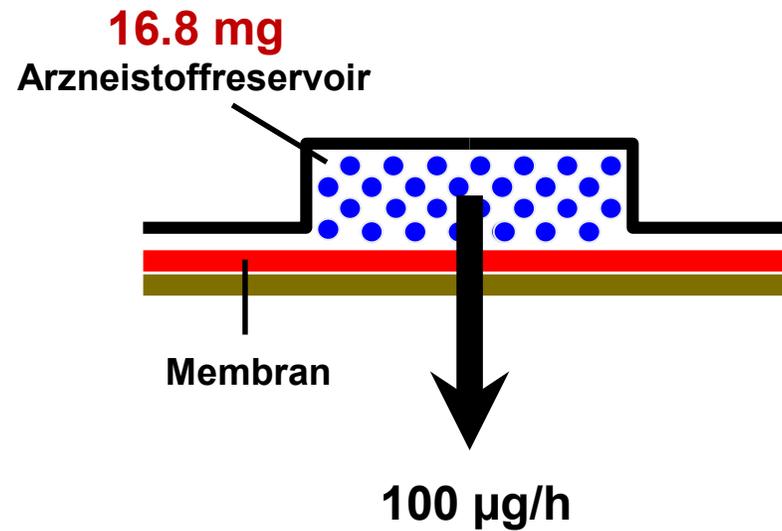
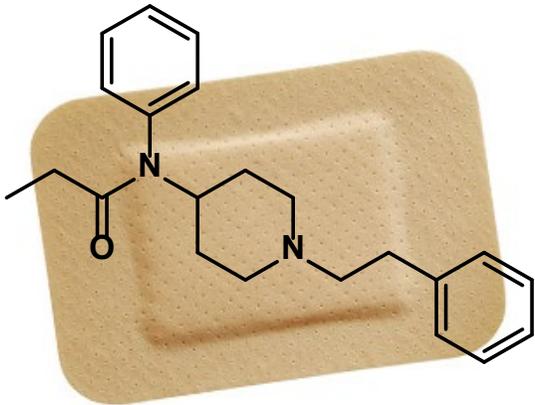


## Mischkonsum: Misch' das Lean mit Xanax, ey!





## Transdermale therapeutische Systeme





## Transdermale therapeutische Systeme – korrekte Anwendung?



### Das kann ich doch gar nicht so klein schneiden?!?! So Extrahier ich das Pflaster!

Es ist eh ziemlich ungesund ein Pflaster das zu 10 Fentanyl und 90% Kleber und Lösungsmittel enthält einfach so in den Mund zu nehmen.

Viel einfacher ist es das Pflaster mit Ethanol zu extrahieren. Dazu muss man nichts anderes machen als ein Marmeladenglas o.ä. zu nehmen in der Apotheke Ethanol zu kaufen. Dann gebt ihr euer Pflaster in das Glas und gebt ein geeignetes Volumen Ethanol hinzu.

z.B. man hat ein 50µg/h Pflaster, das enthält 8,4mg Fentanyl. Ich gebe das Pflaster in ein Glas und gebe ca. 84ml Ethanol hinzu. Ich lasse das ganze über Nacht stehen und schwenke das Glas ab und zu. Nun hab ich eine Lösung in der sich pro mL Lösung 100µg Fentanyl befinden

In der Apotheke gibt es Plastikpipetten oder einwegspritzen die auf 0,25ml genau Volumen nehmen können. Damit kann man das super dosieren!

Der Ethanol hat den Vorteil den Wirkstoff super gut zu lösen, den Kleber jedoch kann er nicht lösen! ;)



## Transdermale therapeutische Systeme – korrekte Anwendung?

Vet Hum Toxicol. 2004 Feb;46(1):30-1.

### **The fentanyl tea bag.**

Barrueto F Jr, Howland MA, Hoffman RS, Nelson LS.

Division of Emergency Medicine, Department of Surgery, University of Maryland School of Medicine, 419 West Redwood Street, Suite 280, Baltimore, Maryland 21201, USA.

### **Abstract**

Fentanyl patches create unique opportunities for use and abuse. Each patch contains 100-fold more drug than is stated on the label in order to create the gradient required to deliver the stated amount (ie 25-100 microg/h). Several methods of abuse of this analgesic have been reported, ranging from ingestion to inhalation to application of multiple patches to the skin. We report the unique case of a 21-y-old woman who steeped a fentanyl patch in a cup of hot water and then drank the mixture. Coma and hypoventilation resulted. The woman was resuscitated with naloxone i.v. and recovered without sequelae.

PMID: 14748415 [PubMed - indexed for MEDLINE]



## Transdermale therapeutische Systeme – korrekte Anwendung?

J Toxicol Clin Toxicol. 1994;32(1):75-8.

### Inhalation abuse of fentanyl patch.

Marquardt KA, Tharratt RS.

Regional Poison Control Center, University of California, Davis Medical Center, Sacramento 95817.

#### Abstract

A 36-year-old male became intoxicated from fentanyl by heating and inhaling the contents from a fentanyl patch. He collapsed immediately after one inhalation with a respiratory rate of 6/m, heart rate of 120 bpm, and unobtainable blood pressure. He responded to a naloxone injection. Inhalation abuse of fentanyl base is a novel phenomenon. In two studies of nebulized fentanyl at doses of 64-318 micrograms of fentanyl base, analgesia was achieved with these doses, and small decreases in respiratory rate occurred with the larger dose. The greater absorption expected from inhaling the volatilized product, the large quantity of fentanyl available in a patch, and the high potency of fentanyl produces a high potential for abuse and overdose.

PMID: 8308952 [PubMed - indexed for MEDLINE]



## Transdermale therapeutische Systeme – korrekte Anwendung?

### Rectal Insertion of Fentanyl Patches: A New Route of Toxicity

*To the Editor:*

Transdermal delivery of fentanyl has become popular for the treatment of chronic pain. In 1990, the US Food and Drug Administration initially approved Alza Corporation's Duragesic patch; since this time, numerous reports have demonstrated the potential for toxicity and abuse of such devices.<sup>1</sup> These patches typically contain large amounts of fentanyl, up to 10 mg, sufficient for 3 days of use. They have been substituted for heroin, used as an agent for suicide, and surreptitiously administered by physician narcotic addicts. Opioid toxicity has been reported when patches are dissolved into "teas," applied overzealously to the skin, inhaled, eaten, and even injected intravenously.<sup>2-4</sup> Recently, we encountered an interesting case of a purposeful suicide attempt with rectal patch insertion. Although mucosal absorption by ingestion or sucking is well known, this is the first known case of opioid toxicity from rectal fentanyl patch insertion.

The patient, a 41-year-old man, arrived comatose to our emergency department after inserting 3 fentanyl (100 µg/hour) patches into his rectum. He received 6 mg of naloxone without response and was subsequently intubated. Clinical examination was consistent with classic opioid overdose. The treating resident physician performed a digital



University of  
Zurich<sup>UZH</sup>

Zurich Institute of Forensic Medicine

