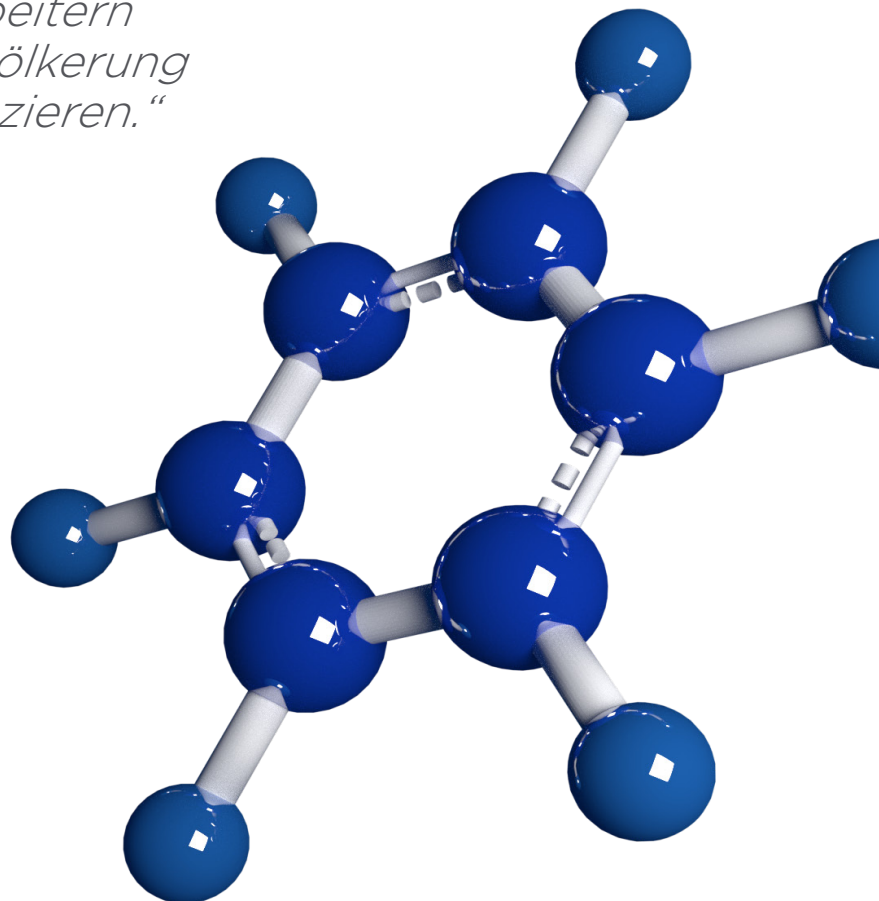


Das Wichtigste über Benzol

Eigenschaften : Exposition : Detektion

„Die Exposition von Menschen gegenüber Benzol wurde bisher mit einer Reihe von akuten und langfristigen gesundheitsschädlichen Auswirkungen und Krankheiten, einschließlich Krebs und aplastischer Anämie, in Verbindung gebracht. Maßnahmen auf Seiten des öffentlichen Gesundheitswesens sind nötig, um die Exposition sowohl von Arbeitern als auch der Allgemeinbevölkerung gegenüber Benzol zu reduzieren.“

Die Weltgesundheitsorganisation



Der Schutz von Mensch und Umwelt bei gleichzeitiger Erfüllung der betrieblichen Anforderungen des eigenen Unternehmens spielt eine äußerst wichtige Rolle, und wer Betriebe in Großbritannien hat, ist sich der Anforderungen in den Vorschriften für die Kontrolle von gesundheitsschädlichen Stoffen (CoSHH) und ebenso des Bundesgesetzbuches (CFR) in den USA bewusst. Weltweit gibt es vergleichbare Rechtsvorschriften, wobei das allen gemeinsame Thema die Verpflichtung zur Gefahrenerkennung, Risikobewertung und zur Bereitstellung von geeigneten Kontrollmaßnahmen (unter Berücksichtigung der Kontrollhierarchie) sowie in einigen Fällen von Gesundheitsüberwachung ist.

Während das Hauptaugenmerk auf Gasen wie Schwefelwasserstoff und Kohlenstoffmonoxid liegt, weil sie eine unmittelbare (akute) Lebensgefahr darstellen, spielt die Exposition gegenüber relativ geringen Konzentrationen anderer Gase und Dämpfe, wie etwa flüchtige organische Verbindungen (VOCs), eine ebenso wichtige Rolle, nämlich aufgrund der chronischen Erkrankungen, die durch diese anhaltende Exposition verursacht werden können.

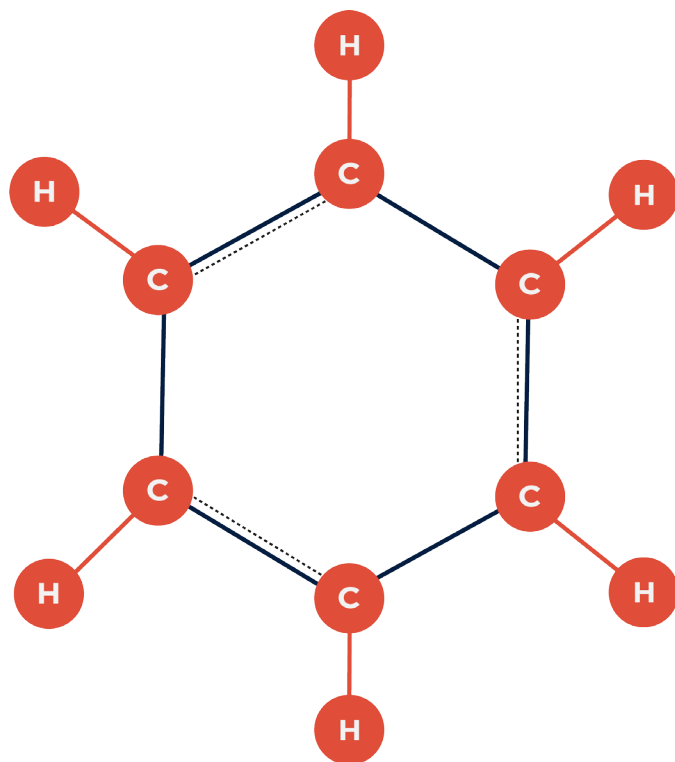
Im Naturwissenschaftsunterricht damals zu Schulzeiten bezog sich „organisch“ auf die Chemie auf Kohlenstoff basierender Verbindungen. Dabei handelt es sich um Substanzen, die durch Kombination von zwei oder mehr

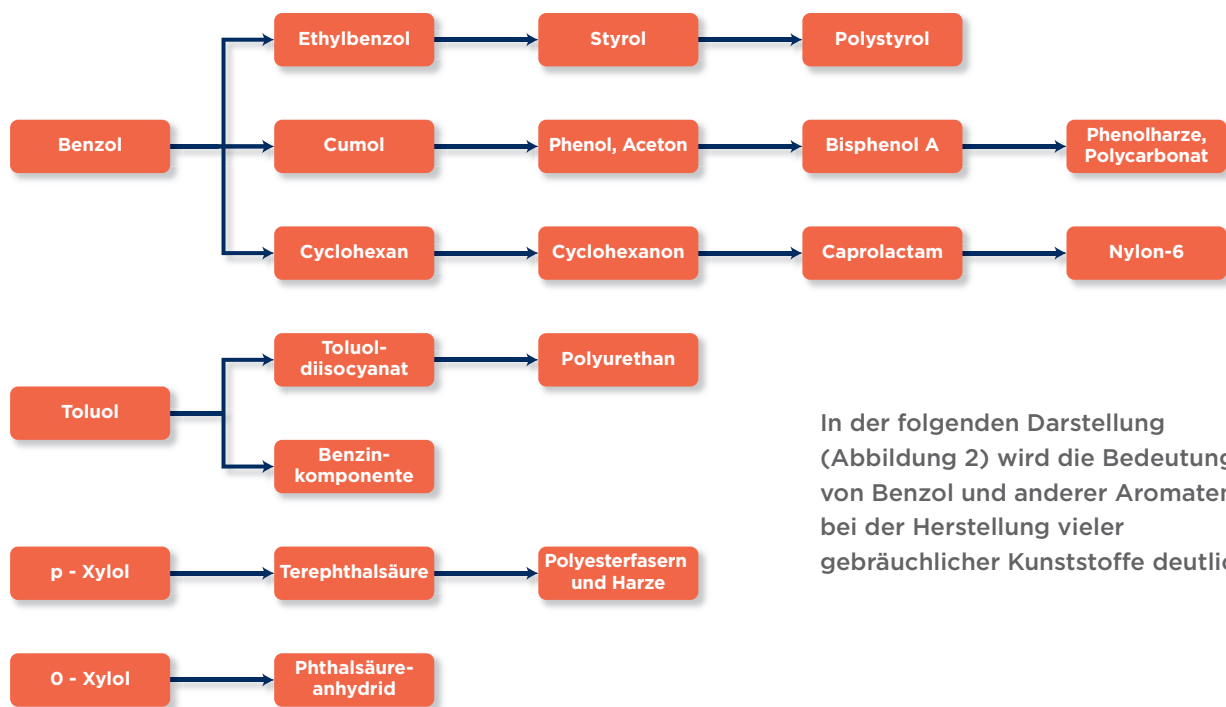
unterschiedlichen chemischen Elementen entstehen. Die Atome der verschiedenen Elemente werden durch schwer zu lösende chemische Bindungen zusammengehalten. Diese Bindungen entstehen durch die gemeinsame Nutzung oder den Austausch von Elektronen zwischen den Atomen.

Bei einigen VOCs kann es sich um Kohlenwasserstoffe handeln, jedoch sind nicht alle Kohlenwasserstoffe VOCs. Letztere weisen bei normaler Umgebungstemperatur einen beträchtlichen Dampfdruck auf, das heißt, dass sie bei niedrigen Temperaturen verdampfen (sich verflüchtigen), sodass sie über die normale Atmung leicht in den Körper gelangen können.

Der Benzolring

- Bei der als Benzol bekannten Substanz handelt es sich um eine solche übliche VOC, welche die spezifische CAS-Nummer 71-42-2 trägt.
- Es handelt sich zudem um einen Kohlenwasserstoff, wie man an dessen in der Abbildung als Ring dargestellten chemischen Formel erkennen kann.
- Es gehört zur BTEX-Gruppe (Benzol, Toluol, Ethylbenzol, Xylol) der Aromaten, die aufgrund ihres süßen, angenehmen Geruches so bezeichnet werden.
- Benzol ist der einfachste dieser aromatischen Kohlenwasserstoffe und wurde als erstes nach der Entdeckung seiner Bindungsart im 19. Jahrhundert als solches bezeichnet.





In der folgenden Darstellung (Abbildung 2) wird die Bedeutung von Benzol und anderer Aromaten bei der Herstellung vieler gebräuchlicher Kunststoffe deutlich.

Abbildung 2: Kette von aus den BTEX-Aromaten gewonnenen Petrochemikalien (Quelle: Wikipedia)

Arbeiter könnten während bestimmter Arbeiten Benzol ausgesetzt sein, so zum Beispiel:

- in Ö Raffinerien
- in Chemie- und Petrochemiewerken
- in Kokereien
- in Gießereien
- bei der Lagerung, dem Vertrieb und der Verwendung von Benzin oder Benzol selbst

Benzol:

- ist eine leicht entzündliche, farblose bis hellgelbe Flüssigkeit
- kommt in der Natur in Erdöl, Erdgas und manchmal im Grundwasser vor
- ist in der Umgebungsluft als Folge der Verbrennung von Brennstoffen, wie etwa Kohle, Erdöl und Holz und üblicherweise in bleifreiem Kraftstoff vorhanden, zu dem es aus Gründen eines sanfteren Betriebs als Bleiersatz hinzugefügt wird
- ist im Rauch von Zigaretten enthalten

Gefährdung durch Benzol

Benzol verdampft leicht und die meisten Menschen können lediglich seinen charakteristischen Geruch bei Konzentrationen zwischen 2,5 und 5 Teilen pro Million (ppm) in der Luft wahrnehmen.

Abgesehen von der Aufnahme über die Atmung kann Benzol auch über die Haut oder durch Verschlucken von benzolhaltigen Dingen in den Körper gelangen. Die Auswirkungen auf die Gesundheit des Arbeiters hängt davon ab, wieviel Benzol und für wie lange die Person diesem ausgesetzt ist. Wie auch bei anderen organischen Lösungsmitteln können sich unmittelbare Auswirkungen einer einzelnen Exposition gegenüber einer hohen Konzentration (mehrere Hundert ppm), z. B. aufgrund eines vorübergehend bei der Verarbeitung auftretenden Lecks, in Form von Kopfschmerzen, Müdigkeit, Übelkeit, Schwindel und sogar Bewusstlosigkeit äußern, wenn die Exposition sehr hoch (mehrere Tausend ppm) ist, was einen akuten sicherheitsrelevanten Vorfall darstellt.

Aus langfristiger (chronischer) gesundheitspolitischer Sicht stufen die Weltgesundheitsorganisation (WHO) und die Internationale Agentur für Krebsforschung (IARC) Benzol als Karzinogen der Gruppe 1 ein. Eine längere Exposition gegenüber hohen Benzolkonzentrationen verursacht Leukämie und beeinträchtigt rote und weiße Blutkörperchen. Bisher hat die WHO keinen Richtwert für Benzolkonzentrationen in der Luft festgelegt, da es keinen Unbedenklichkeitswert für die Exposition gebe; in vielen Ländern jedoch wird ein Jahresmittelrichtwert von 3,6 g/m³ verwendet, was 1 Teil pro Milliarde (ppb) oder 0,001 ppm entspricht.

Detektion von Benzol

Um am Arbeitsplatz nicht nur von den menschlichen Sinnen abhängig sein zu müssen, ist es ratsam, eine geeignete Form quantitativer Überwachung einzusetzen; in der Tat ist bei der Risikobewertung der Arbeitgeber in der Pflicht. In Anlehnung an den Lord Kelvin zugeordneten Ausspruch, dass man nicht lenken kann, was man nicht misst, wurden von der britischen Arbeitsschutzbehörde und dem NIOSH in den USA Verfahren veröffentlicht, die zur Entnahme von Luftproben für eine spätere Analyse verwendet werden können. Laut Definition wird diese aber erst nach einer möglichen Exposition durchgeführt. Bessersind daher Echtzeitverfahren, deren Bandbreite von fest installierten, permanenten Systemen zur Anwendung bei Zäunen „Fence Line Monitoring“, tragbaren Geräten zur Messung im Feld oder „Confined Space“ Anwendungen bis hin zu erst kürzlich entwickelten Personenüberwachungsgeräten reicht, die einen Arbeiter vor einer unmittelbaren Gefährdung warnen.

All diese Geräte sind unter der Bezeichnung Photoionisationsdetektoren (PID) bekannt, was

bereits einen Hinweis auf ihre Funktionsweise gibt. Bei der unten stehenden Abbildung 3 handelt es sich um eine Darstellung eines PID-Sensorsystems von Ion Science Ltd.

Eine UV-Lampe erzeugt hochenergetische Photonen, die durch das Lampenfenster und eine Gitterelektrode in die Sensorkammer gelangen. Die Gasprobe wird über den Sensor gepumpt, und ca. 1 % davon strömt durch einen porösen Membranfilter in den anderen Teil der Sensorkammer. Der vergrößerte Ausschnitt unten rechts zeigt die Vorgänge auf der molekularen Ebene. Wenn ein Photon mit ausreichend Energie auf ein Molekül M trifft, wird ein Elektron (e^-) herausgelöst. Das M^+ -Ion wandert zur Kathode und das Elektron zur Anode, was zu einem Strom führt, der proportional zur Gaskonzentration ist. Der elektrische Strom wird verstärkt und als ppm- oder ppb-Konzentration angezeigt. Nicht jedes Molekül kann ionisiert werden., Daher lösen die Hauptbestandteile von Reinquft, d. h. Stickstoff, Sauerstoff, Kohlenstoffdioxid, Argon usw. keine Reaktion aus, wohl aber die meisten VOCs.

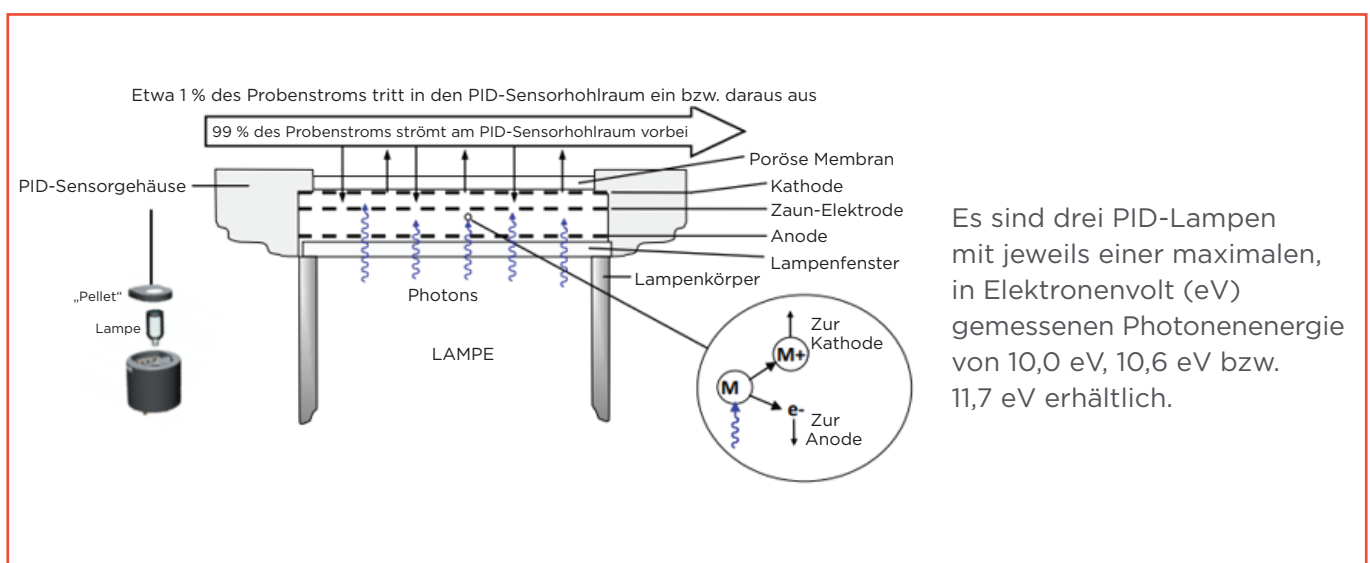


Abbildung 3: Entwurf eines PID-Sensors von Ion Science Ltd

Abbildung 4 (unten) stellt die Beziehung zwischen der in Elektronenvolt (eV) ausgedrückten Lampenenergie und einer Auswahl an VOC-Gasen mit entsprechender Ionisierungsenergie (IE) dar. Bei der Ionisierungsenergie handelt es sich um das Energieniveau, das zum Ionisieren des jeweiligen Gases und zum Erzeugen eines elektronischen Signals nötig ist. In der Regel können mit Lampen für höhere Energien ausgestattete PID-Sensoren eine größere Anzahl von Gasen detektieren. Bei der Detektion von Benzol jedoch können Lampen mit einer niedrigen Ausgabe gewählt werden, wobei andere, weniger schädliche VOCs nicht detektiert werden.

Die Wahl der Lampe ist somit von der Anwendung abhängig. Wenn nur eine Verbindung vorhanden ist, kann jede Lampe mit ausreichender Photonenenergie verwendet werden. Oftmals genügt die standardmäßige 10,6 eV-Lampe, welche die niedrigsten Kosten und eine lange Lebensdauer von bis zu einigen Jahren aufweist. Im Gegensatz dazu hat die 11,7 eV-Lampe eine kurze Lebensdauer von nur wenigen Monaten, sodass im Fall von Verbindungsgemischen die Lampe mit möglichst niedriger Energie verwendet werden sollte.

Wie in Abbildung 4 dargestellt, weist Benzol einen niedrigen IE-Wert auf und ist oftmals in einem Gemisch aus anderen Chemikalien, einschließlich Aromaten, vorhanden. Wenn eine herstellereigene 10,0 eV-Lampe verwendet wird, so werden nur die Aromaten detektiert. Sollte der Gesamtanteil der aromatischen Verbindungen (TAC) über dem vorgeschriebenen Grenzwert liegen, kann ein Benzol-Vorfilterrohr verwendet werden, um einen genauen Messwert zu bekommen. Es ist wichtig, dass Ihr PID regelmäßig gewartet wird, da eine Kontamination der Lampe aufgrund von Schmutz oder feuchten Umgebungen möglich ist; zudem muss der PID bei jeder Verwendung mit einem Referenzgas kalibriert werden.

Angesichts des scheinbar unaufhaltsamen Anstiegs in der Produktion von Benzol und dessen Freisetzung in die Umwelt ist es von entscheidender Bedeutung, dass die Gefahren für die Gesundheit und die gesetzlichen Regelungen verstanden werden. Auf diese wird in zukünftigen Whitepapers näher eingegangen. Damit wird gewährleistet, dass Sie über die Standardrichtlinien bezüglich der Sicherheit, Gesundheit und Unversehrtheit Ihres wertvollsten Gutes, nämlich Ihrer Belegschaft, hinausgehen.

12,6 IE Methan

11,4 IE Chloroform

10,9 IE Methanol

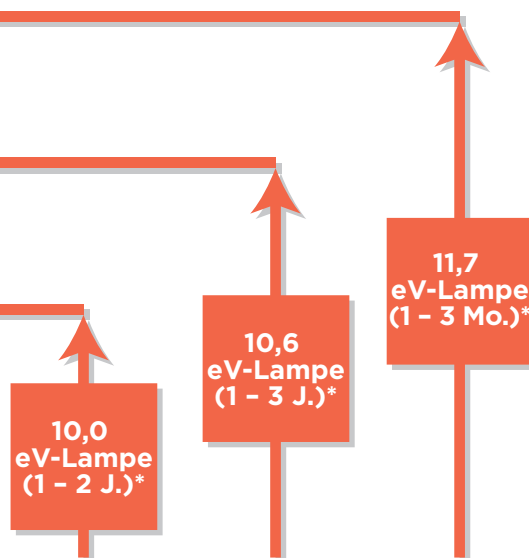
10,5 IE Methylbromid

10,1 IE Isopropanol

9,7 IE Aceton

9,5 IE Trichloroethylen

9,25 IE Benzol



* je nach Ver- und Anwendung erwartete Lebensdauer der Lampe

Abbildung 4: Energiegrenzwerte für PID-Lampen

LITERATUR

- 29 CFR Teil 1910: Occupational Safety and Health Standards - Toxic & Hazardous Substances
- Chemical Abstracts Service (CAS), www.cas.org
- [https://en.wikipedia.org/wiki/BTX_\(chemistry\)](https://en.wikipedia.org/wiki/BTX_(chemistry))
- MDHS 88 Volatile Organic Compounds in Air - Laboratory method using diffusive samplers, solvent desorption and gas chromatography
- NIOSH Manual of analytical methods: 1500 hydrocarbons

Über ION Science

Ion Science bietet eine Palette von tragbaren, fest installierten und transportablen Instrumenten zur Photoionisationsdetektion (PID), um flüchtige organische Verbindungen (VOCs) schnell und sicher zu detektieren. Finden Sie mehr über unsere branchenführende Palette von Benzoldetektionslösungen heraus, indem sie die untenstehenden Links anklicken.

Entdecken Sie unsere Palette von Benzoldetektionslösungen



Tragbar
Tiger Select



Persönlich
Cub TAC



Fest installiert
Titan

Büros (für Details hier klicken):

GB (Hauptsitz)	Deutschland
USA	Italien
China	Frankreich
Indien	

