



PLATFORM
ZERO INCIDENTS



BEST PRACTICE GASMESSUNG

Version I

Datum 13. Okt 2020

DISCLAIMER

Die Informationen in diesem Dokument wurden mit der höchstmöglichen Genauigkeit erstellt. Allerdings können die Platform Zero Incidents und ihre Teilnehmer in keiner Weise für die Inhalte haften. Die Annahme von Maßnahmen, Vorschlägen, Warnungen, etc. müssen daher immer abgewogen und vorgängig einer Risikobewertung unterzogen werden. Verbreitung dieses Dokument unter den Dritten ist zulässig, sofern dies in der ursprünglichen Form durchgeführt wird.

ÜBER DIE PLATFORM ZERO INCIDENTS

Platform Zero Incidents (PZI) ist eine Initiative der Binnenschifffahrt. Wie der Name schon sagt, strebt das PZI 0 (null) Unfälle in der Binnenschifffahrt an. PZI will dies erreichen durch:

- 🚩 Eine Plattform, in der Beinaheunfälle und Vorfälle unter den Mitgliedern geteilt werden.
- 🚩 Verhinderung der Wiederholung von Beinaheunfällen / Vorfällen durch Entwicklung von Best Practices und Förderung ihrer Anwendung auf der Grundlage von Forschung und Analyse von (Trends von) Beinaheunfällen / Vorfällen.
- 🚩 Aufbau dauerhafter Beziehungen zu den Stakeholdern.
- 🚩 Steigerung des Bewusstseins und der Verantwortung für die Sicherheit in der Branche.
- 🚩 Das PZI wird das Kompetenzzentrum für die Prävention von Sicherheits- und Umweltvorfällen in der Binnenschifffahrt sein.

Diese Publikation trägt zur Verwirklichung der Mission und Vision des PZI bei. Das Dokument wurde von und für die Binnenschifffahrt entwickelt.

Es kann für verschiedene Zwecke verwendet werden, wie z.B.:

- 🚩 Nachschlagewerk für Besatzungsmitglieder und Flottenmanager.
- 🚩 Ausbildung von Besatzungsmitgliedern.
- 🚩 Sicherheitsberatungen an Bord.
- 🚩 Unterrichtsmaterial für Bildungseinrichtungen.
- 🚩 Als Grundlage für Verfahren und Arbeitsanweisungen.

An dieser Publikation haben mitgewirkt:

Harald Buil	QHSE-Manager & Safety Advisor - Vario Shipping
Willem Klop	Marine Superintendent & Safety Advisor - Interstream Barging
Kevin van Cauter	HSSEQ Officer - Naval Inland Navigation
Kristel Steeds	Program Manager - Platform Zero Incidents
Erik Soeteman	QHSE Advisor - Platform Zero Incidents

INHALTSVERZEICHNIS

1. EINLEITUNG	5
2. WARUM MESSEN WIR?	6
3. WAS MESSEN WIR?	7
3.1. Giftigkeit.....	7
3.2. Explosionsgefahr	8
3.3. Sauerstoff (O ₂)	8
3.4. Stickstoff (N ₂).....	8
3.5. Schwefelwasserstoff (H ₂ S).....	8
3.6. Kohlenmonoxid (CO)	9
4. KENNTNIS DES STOFFES UND SEINER EIGENSCHAFTEN	10
4.1. Flammpunkt	10
4.2. Selbstentzündungstemperatur	10
4.3. Relative Dampfdichte	10
4.4. Quellen physikalischer Eigenschaften	11
5. WIE MESSEN WIR?	12
5.1. PPM, mg/m ³ und Volumenprozente	12
5.2. Vor Messbeginn.....	14
5.3. Das Messverfahren	14
5.4. Registrierung	14
5.5. Nach dem Messen	15
6. AUSRÜSTUNG	16
6.1. Sauerstoffmessgerät	18
6.2. Giftigkeitsmessgeräte.....	19
6.2.1. Chemische Anzeigeröhrchen mit Handpumpe.....	19
6.2.2. PID-Sensor- Foto-Ionisations-Detektor – PID.....	20
6.2.3. Elektrochemische Sensoren.....	21
6.3. Explosionsmesser	22
6.4. Instandhaltung.....	23
KONSULTIERTE QUELLEN	24
GESETZE-, VERORDNUNGEN UND NORMEN	24
ANLAGE 01: TABELLE LEL-MESSGERÄT RAE	26
ANLAGE 02: TABELLE PID-MESSGERÄT RAE	28
ANLAGE 03: TABELLE PID-MESSGERÄT DRÄGER	36

1. EINLEITUNG

Dieses Dokument tritt nicht an die Stelle der heutigen Systeme oder Dokumente, die bereits an Bord verfügbar sind.

Sie können das Dokument als Nachschlagewerk verwenden, vor allem aber auch, um Ihre Besatzungsmitglieder einzuarbeiten und/oder zu schulen. Außerdem können Sie das Dokument während der Sicherheitsunterweisungen mit Ihrer Besatzung behandeln.

Es kann das Sicherheitsbewusstsein an Bord steigern und somit die Gefahr von Unglücksfällen verringern.

Sollten Sie Vorschläge zur weiteren Verbesserung dieses Dokuments haben, wenden Sie sich gern an Platform Zero Incidents.

Platform Zero Incidents

www.platformzeroincidents.nl

info@platformzeroincidents.nl

@PZI_tweets

+31 (0) 6 21 698 648

2. WARUM MESSEN WIR?

Beim Transport von Gütern kann eine Umgebung entstehen, die für Menschen und/oder Umwelt schädlich ist. Daher ist es wichtig, sich klarzumachen, welche Zusammensetzung die Atmosphäre hat und welche Maßnahmen evtl. getroffen werden können, um unsichere Situationen zu vermeiden.

In der Gesetzgebung sind Maßnahmen zur Beschränkung der Gefahren aufgeführt. Das ADN beschreibt einzelne gesetzliche Verpflichtungen bezüglich der Endgasung und Messung von Tanks und der Umgebung der Wohnung. Außerdem wird der Arbeitgeber in Arbeitssicherheits-Gesetzen verpflichtet, einen Arbeitnehmer nicht in einer potentiellen gefährlichen Umgebung arbeiten zu lassen. Es ist wichtig zu bestimmen, was eine gefährliche Umgebung ist, wozu die festgesetzten gesetzlichen Grenzwerte dienen.

Entgasen

Entgasen ist ein Vorgang, wobei potentiell giftige oder (leicht) entflammbare Gase an die Außenluft geraten. Um für die Sicherheit der Besatzung und der Umgebung zu sorgen, müssen Messungen ausgeführt werden, um dadurch eventuelle Maßnahmen treffen zu können.

Betreten geschlossener Räume

In geschlossenen Räumen (Räumen mit begrenzten Öffnungen als Ein- und Ausgang, ungünstiger Lüftungsverhältnisse, welche nicht für ständige Besetzung mit Personen vorgesehen sind oder nur unregelmäßig betreten werden), können Gase vorhanden sein, die toxisch oder feuergefährlich sind. Vor dem Betreten eines geschlossenen Raums muss zunächst festgestellt werden, ob der Tank betreten werden kann und welche Schutzmittel erforderlich sind, um dies sicher zu tun.

Kegelführung

Es ist wichtig für die Umgebung, dass eine korrekte Kegelführung vorgenommen wird. Auch hierfür sind Messungen erforderlich.

Reparaturen und Werftbesuche

Messungen sind auch wichtig, bevor man Reparaturen durchführt oder der Werft einen Besuch abstattet. Bezüglich der genannten Situationen siehe auch die Verfahrensweisen des Reeders/der Verwaltung.

Scheinsicherheit

Eine Umgebung kann sicher erscheinen, ist jedoch in Wirklichkeit nicht sicher. Dies nennt man Scheinsicherheit. Beispielsweise, wenn Arbeiten in einem geschlossenen Raum vorgenommen wurden und jemand den Raum nach einer Pause wieder betreten will. Es erscheint vielleicht sicher, weil in der Zwischenzeit 'nichts passiert' ist, aber in Wirklichkeit kann sich das Gasgemisch innerhalb des Raums verändert haben. Oder beispielsweise, wenn die Umgebung nicht giftig ist, aber ein Sauerstoffmangel herrscht. Deshalb ist es wichtig zu messen, auch wenn es sicher erscheint.

3. WAS MESSEN WIR?

Meistens sieht man es nicht, aber es ist überall: Gas. Man atmet ein Gasgemisch ein, das wir als "Luft" bezeichnen, man bereitet Mahlzeiten auf einem Gasherd zu und trinkt ein Gläschen Sprudel, worin Kohlensäure-Gas (CO_2) nach oben aufsteigt.

Die Bezeichnung Gas kommt von dem Wort Chaos. Gas ist eine Wolke von Molekülen, die sich willkürlich und chaotisch bewegen und die konstant miteinander und mit der gesamten Umgebung zusammenstoßen. Gase füllen jedes verfügbare Volumen, und durch die besonders hohe Geschwindigkeit, mit der sich Gase bewegen, vermischen sie sich rasch mit der Atmosphäre, in welcher sie freigesetzt werden.

Gase können leichter, schwerer oder ungefähr von derselben Dichte sein wie Luft. Gase können einen Geruch haben, aber sie können auch geruchlos sein. Gase können eine Farbe haben, sie können aber auch farblos sein. Wenn Sie sie nicht sehen, riechen oder berühren können, bedeutet das noch nicht, dass dort nichts ist. Um zu bestimmen, welche und wie viele Gase sich in einem Raum befinden, müssen wir messen.

Wenn wir vom Messen sprechen, möchten wir wissen, wie viel von einer bestimmten Art Gas sich in einem Raum befindet, um zu bestimmen, ob Gefahren vorliegen. Die drei wichtigsten Gefahren, die Gase mit sich bringen sind:



Vergiftungsgefahr - Giftige Gase (toxisch)



Brand- und/oder Explosionsgefahr - Brennbare Gase



Sauerstoffmangel - Erstickend

Nachdem wir wissen, dass die Vornahme von Messungen wichtig ist, gehen wir in diesem Kapitel tiefer darauf ein, was tatsächlich gemessen wird.

3.1. Giftigkeit

Die Giftigkeit wird als 'Grad der Giftigkeit', oder auch Toxizität angegeben. Es geht darum, ob die in der Luft vorhandenen Stoffe für den Menschen giftig sind. Die Wirkung tritt schon bei bloßer Berührung ein, sogar bei sehr geringen Konzentrationen, die eingeatmet, verschluckt oder von der Haut absorbiert werden. Um zu wissen, ob man in einem Raum sicher arbeiten kann und wie lange sicher gearbeitet werden kann, ist es wichtig, den Grenzwert nachzuschlagen, z. B. in einem Chemiekartenbuch. Dieser Wert wird durch den MAK-Wert angegeben (Höchstzulässige Konzentration).

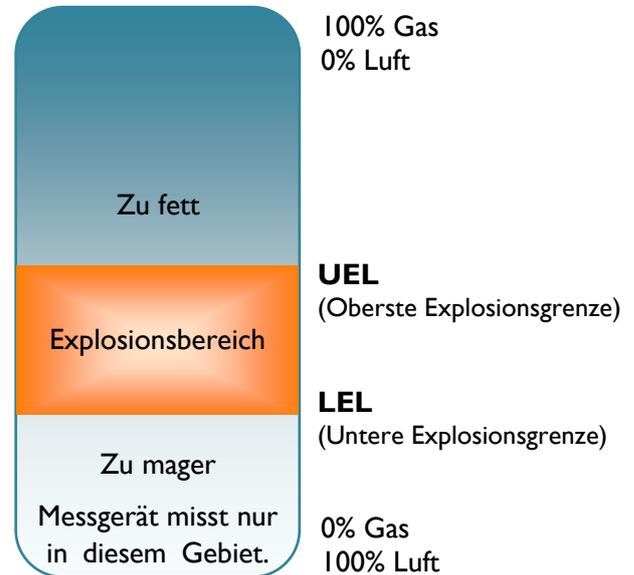
3.2. Explosionsgefahr

Explosionsgefahr tritt auf, wenn ein brennbarer Stoff in der Luft vorhanden ist. Das bedeutet also, dass eine Kombination aus einem brennbaren Stoff und Sauerstoff vorhanden ist. Dies kann als Gas, Nebel oder staubförmig auftreten.

Das Mischungsverhältnis von Gas/Dampf und Sauerstoff, bei welchem ein brennbares Gemisch entsteht, ist nicht für jedes Gas gleich. In der Fachliteratur wird die Explosionsgrenze mit der Abkürzung L.E.L. (LEL), angegeben, für "Lower Explosive Limit". Neben dem LEL-Wert gibt es auch eine maximale Gaskonzentration: UEL-Wert (Upper Explosive Limit).

Ein LEL-Sensor gibt die Prozentzahl an, ab welcher die unterste Explosionsgrenze beginnt (%LEL; Lower Explosion Limit).

Meistens denkt man, dass eine Explosion nur passiert, wenn offenes Feuer vorhanden ist. Zündquellen wie heiße Oberflächen, mechanische Funken oder elektrische Anlagen und elektrisches Material werden dabei häufig übersehen.



3.3. Sauerstoff (O₂)

Menschen benötigen Sauerstoff zum Atmen. Unsere (Außen-) Luft besteht zu etwa 20,9% aus Sauerstoff. Bei einem höheren Sauerstoffanteil (z. B. 23%) können Stoffe sich schneller entzünden. Bei einem niedrigeren Prozentsatz (z. B. weniger als 19,5%) kann das Atmen zu Problemen führen, und im äussersten Fall führt dies zum Erstickungstod.

Beachten Sie jedoch, ein akzeptabler Sauerstoffgehalt bedeutet noch nicht, dass die Luft sicher ist.
Woraus besteht schließlich die übrige Luft?

3.4. Stickstoff (N₂)

Obwohl unsere 'Luft' zu beinahe 21 % aus Sauerstoff und zu 78 % aus Stickstoff besteht, wäre eine Zunahme des Stickstoff-Gehalts (oder eine Abnahme des Sauerstoffs) sehr gefährlich für den Menschen, denn dadurch kann er ersticken. Die Gefahr des Stickstoffs liegt darin, dass dieses Gas völlig geruchlos und farblos ist, und natürlich den Sauerstoff verdrängt. Stickstoff ist um einen Bruchteil schwerer als Luft und würde in einem Tank deshalb langsam unter die Luft absinken. Eine 'Stickstoffdecke' dient dazu, den Sauerstoff aus dem Tank zu verdrängen und dadurch die Explosionsgefahr zu minimieren.

Bei Messungen ist häufig die Rede von einer Stickstoffmessung, z. B. beim Reinigen von Ladetanks vor dem Beladen. Was eigentlich damit gemeint ist, ist dass wir nur den Sauerstoffgehalt in einer Stickstoffumgebung festzustellen versuchen.

3.5. Schwefelwasserstoff (H₂S)

Schwefelwasserstoff (H₂S) ist bei atmosphärischem Druck und Zimmertemperatur ein farbloses Gas mit einem Geruch nach faulen Eiern. Das Gas ist schwerer als Luft. Bei hohen Konzentrationen an Schwefelwasserstoff (gefährlich!) kann man nicht mehr auf seine Geruchswahrnehmung vertrauen, weil dieser Stoff nach einigen Minuten durch die vorübergehende Lähmung unseres Geruchsnerfs nicht mehr zu riechen ist. H₂S reagiert heftig mit oxidierenden Stoffen. H₂S ist brennbar und bildet mit Luft oder Sauerstoff ein explosives Gemisch (LEL 4,3 Vol-%).



3.6. Kohlenmonoxid (CO)

Kohlenmonoxid (CO) ist ein geruchloses, aber giftiges und brennbares Gas. CO wird u. a. bei Verbrennung, Rostbildung, Gärungs- und Verrottungsprozessen freigesetzt. Der Stoff behindert die Sauerstoffaufnahme des Körpers.

CO findet man häufig in Ballasttanks, Ankerkettenkästen, Kofferdämmen (*Wallgängen*) usw. Solche Räume müssen unbedingt hinsichtlich des Vorhandenseins von CO gemessen werden, bevor man diese betreten und/oder warme Arbeiten dort vornehmen kann.

Beim Transport von essbaren Ölen, vor allem bei rohen, nicht raffinierten Ölen (z. B. rohem Palmöl) und Weizen kommt regelmäßig CO vor.



KENNTNIS DES STOFFES UND SEINER EIGENSCHAFTEN

Jedes Gas hat spezifische Eigenschaften. Im vorigen Kapitel wurden für einige häufig auftretende Gase bereits Eigenschaften genannt, die man als physikalische Eigenschaften bezeichnet. Zum Beispiel, wie leicht ist es wasserlöslich, wie schwer ist es, ist es leicht entzündlich usw. Die Eigenschaften findet man z. B. im Chemiekartenbuch.

Beispiele für physikalische Eigenschaften von Methanol

Siedepunkt, °C	65
Schmelzpunkt, °C	-98
Flammpunkt, °C	11
Selbstentzündungstemperatur, °C	382
Explosionsgrenzen, Volumen-% in Luft	5,5 - 44
Mindest-Zündenergie, mJ	0,14
Spezifische Leitfähigkeit, pS/m	$1,5 \cdot 10^5$
Dampfspannung in mbar bei 20 °C	128
Relative Dampfdichte (Luft = 1)	1,1
Relative Dichte bei 20 °C des gesättigten Dampf-/Luftgemischs (Luft = 1)	1,01
Relative Dichte (Wasser = 1)	0,8
Wasserlöslichkeit, g/100 ml	vollständig
Log P Octanol/Wasser	-0,7

3.7. Flammpunkt

Der Flammpunkt eines chemischen Stoffes ist die niedrigste Temperatur, bei welcher der Stoff zur Entzündung kommen kann, wenn er mit einer Zündquelle in Berührung kommt. Der Flammpunkt darf nicht mit der Selbstentzündungstemperatur verwechselt werden. Das ist die Temperatur, bei welcher ein Dampf-/Luftgemisch sich spontan entzündet.

Der Flammpunkt ist dadurch gekennzeichnet, dass die Gefahr der Entstehung eines Brandes durch einen Funken oder einen glühenden Gegenstand gegeben ist.

3.8. Selbstentzündungstemperatur

Die Selbstentzündungstemperatur ist die niedrigste Temperatur, bei welcher, bei einem Druck von 1 Atmosphäre und einem durchschnittlichen Sauerstoffgehalt der Luft, ein Stoff sich spontan entzündet und brennen wird.

3.9. Relative Dampfdichte

Die Dichte der Gase vergleicht man mit der Dichte der Luft. Ist ein Gas schwerer als Luft, sinkt es nach unten. Ist ein Gas leichter, steigt es nach oben (man denke an einen Heliumballon). Es gibt auch Gase, die ungefähr dasselbe Gewicht haben wie Luft. Diese werden schweben. Das Gewicht der Gase wird als Dampfdichte wiedergegeben.

Luft hat eine Dichte von 1,0, also gilt:

Eine Dampfdichte $< 1,0$ wird nach oben steigen

Eine Dampfdichte $> 1,0$ wird sinken

3.10. Quellen physikalischer Eigenschaften

Anhand der Informationen aus dem Chemiekartenbuch, dem WIK und/oder einem MSDS/Sicherheitsdatenblatt bestimmt der Schiffsführer, welche Maßnahmen getroffen werden müssen, um die Risiken zu beherrschen. Man denke hierbei z. B. an die Verwendung persönlicher Schutzmittel und die Ergreifung von Maßnahmen bei Unfällen. Hierbei ist es wichtig, dass wir die Stoffeigenschaften kennen, damit wir wissen, wo gemessen werden muss und auf welche Werte wir achten müssen.

Chemiekarte

Es wird besonders darauf hingewiesen, dass die Chemiekarte die gefährlichen Eigenschaften des Stoffes angibt und dass hieraus nicht automatisch der Umfang des Risikos bei Verwendung dieses Stoffes ersichtlich ist. Risiken beim Arbeiten mit chemischen Produkten hängen nicht nur von den gefährlichen Eigenschaften des Produktes ab, sondern ebenso von den beherrschenden Arbeitsbedingungen. Dabei ist vor allem an die Gefahr zu denken, dass der Arbeitnehmer einem Dampf oder Nebel, einer Flüssigkeit oder einem festen Stoff, und vor allem pulverförmigen Substanzen ausgesetzt wird.

Das Chemiekartenbuch wurde für Laboranten entwickelt, die in einer Laborumgebung arbeiten. Die Arbeitsbedingungen dort sind anders, als wir sie hier an Bord haben.

WIK

Eine Arbeitsplatzanweisungskarte ist mit einer Chemiekarte vergleichbar. Die Eigenschaften von Stoffen und deren Gefahren sind auch hier benannt. Allerdings ist eine WIK eher entsprechend den Arbeitsbedingungen formuliert, wie wir sie kennen. Der Vorteil ist auch, dass darin beispielsweise die zu verwendeten Messrohre der verschiedenen Marken angegeben sind, ebenso wie die zu verwendete PID-Lampe mit dem zugehörigen Korrekturfaktor.

MSDS/Sicherheitsdatenblatt

Ein MSDS oder Sicherheitsdatenblatt ist ein strukturiertes Dokument mit Informationen bezüglich der Risiken von Gefahrenstoffen oder Präparaten und Empfehlungen für den sicheren Umgang damit. Es ist also sehr wichtig, dass ein MSDS angefordert wird. Der Hersteller/Lieferant ist auch verpflichtet, das MSDS herauszugeben. Über einen Charterer kann oft auch ein MSDS angefordert werden. Sucht man Online nach einem MSDS, besteht immer die Gefahr, dass sich dieses nicht eignet oder es unkorrekt ist.

Die Themen eines MSDS beinhalten:

- S1 - Identifizierung des Stoffes oder des Präperates und des Unternehmens
- S2 - Identifizierung der Gefahren
- S3 - Zusammensetzung der Bestandteile und Informationen darüber
- S4 - Erste-Hilfe-Maßnahmen
- S5 - Brandbekämpfungsmaßnahmen
- S6 - Maßnahmen bei unbeabsichtigter Freisetzung des Stoffes oder des Präperates
- S7 - Handhabung und Lagerung
- S8 - Maßnahmen zum Schutz vor Exponierung/persönliche Schutzmittel
- S9 - Physikalische und chemische Eigenschaften
- S10 - Stabilität und Reaktivität
- S11 - Toxikologische Informationen
- S12 - Ökologische Informationen
- S13 - Entsorgungsanleitungen
- S14 - Informationen über den Transport
- S15 - Gesetzliche Pflicht-Informationen

4. WIE MESSEN WIR?

4.1. PPM, mg/m³ und Volumenprozent

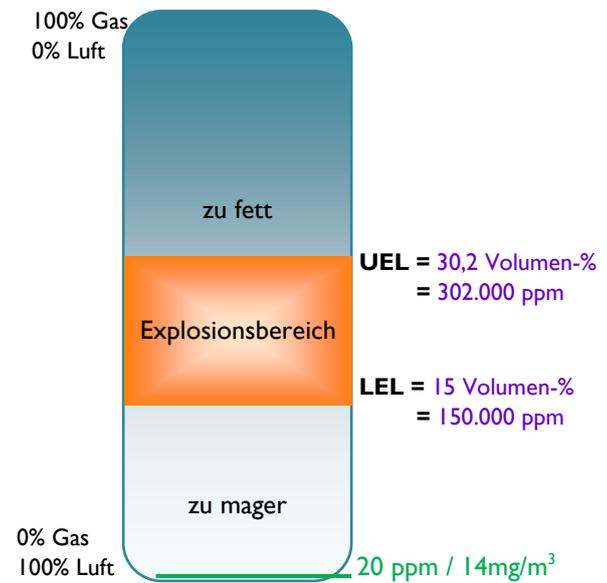
Die Grenzwerte für die Giftigkeit werden zumeist in mg/m³ angegeben, während die Messgeräte häufig die Werte in Parts Per Million (PPM) angeben. Es besteht ein Zusammenhang zwischen ppm und mg/m³ bei 20 °C und einem Luftdruck von 1013 mbar. Um die Werte umzurechnen, kann man einen Umrechnungsfaktor verwenden. In manchen Fällen ist der Umrechnungsfaktor schon auf den Informationsblättern angegeben, aber man kann ihn auch selbst berechnen. Nachstehend werden wir dies zeigen.

Der Begriff Volumenprozent (abgekürzt als % vol oder vol. -%) oder Volumenprozentsatz ist ein Maß für die Konzentration eines Stoffes in einem Gemisch. Es ist das Verhältnis des Volumens des Stoffes gegenüber dem Gesamtvolumen, ausgedrückt als Prozentsatz.

Beispielsberechnung von Ammoniak:

(Die Stoffinformationen müssen immer im Sicherheitsdatenblatt herausgesucht werden.)

Angaben		
Siedepunkt, °C	38	
Schmelzpunkt, °C	-58	
Flammpunkt, °C	n.b. ²⁾	
Selbstentzündungstemperatur, °C	651	
Explosionsgrenzen, Volumen- % in Luft	15 – 30,2	
Mindest-Entzündungsenergie, mJ	680	
Dampfspannung in mbar bei 20°C	483	
Relative Dampfdichte (Luft = 1) (NH ₃)	0,6	
Relative Dampfdichte bei 20°C von gesättigtem Dampf/Luftgemisch (Luft = 1)	0,8	
Relative Dichte (Wasser = 1)	0,9	
Wasserlöslichkeit, g/100ml	Vollständig	
Log P Octanol/Wasser (ber.)	-1,3	
MAC-Wert (als NH ₃)*	20 ppm 14mg/m ³	
MAX TGG-15min. (als NH ₃)	50 ppm 36mg/m ³	
Bruttoformel	H ₂ NO	
Relative Molekülmasse	35,1	
Umrechnungsfaktor von mg/m ³ zu ppm	1,463	
Umrechnungsfaktor von ppm zu mg/m ³	0,684	



* Höchstzulässige Konzentration, Höchstwert, um noch sicher arbeiten zu können.

Wenn der Umrechnungsfaktor angegeben ist

Im Chemiekartenbuch ist angegeben, dass für Ammoniak ein Grenzwert für 14 mg/m³ gilt. Wir messen Gas im Tank, um zu überprüfen, ob dieser Grenzwert eingehalten wird. Wir müssen also zunächst wissen, wieviel ppm dies sind.

Grenzwert: 14 mg/m³

Umrechnungsfaktor von mg/m³ zu ppm: 1,463

Rechenbeispiel:

$$14 \text{ mg/m}^3 \times 1,463 = 20 \text{ ppm}$$

Wir wissen also jetzt, wenn wir unter 20 ppm messen, dass wir unterhalb des Grenzwerts von 14 mg/m³ liegen.



Andererseits gilt natürlich, dass wir das Gas auch erst messen können. Angenommen, wir messen 30 ppm:

Umrechnungsfaktor von ppm zu mg/m³: 0,684

$$30 \text{ ppm} \times 0,684 = 20,52 \text{ Milligramm per m}^3$$

Dies liegt also oberhalb des Grenzwertes von 14 mg/m³.

Wenn der Umrechnungsfaktor nicht angegeben ist, können Sie ihn ausrechnen

Bei Gas ist 1 Molekül auf 24 dm³ vorhanden (oder 1 auf 24.000cm³)

Die Molekülmasse von Ammoniak: 35,1 Gramm (oder 35.100 Milligramm)

Die Formel für den Umrechnungsfaktor lautet:

$$1 \text{ ppm} = \frac{\text{Molekülmasse}}{24} = \text{mg/m}^3 \text{ (oben: Molekülmasse)}$$

Rechenbeispiel:

$$1 \text{ ppm} = \frac{35,1 \text{ g}}{24 \text{ dm}^3} \text{ oder } \frac{35.100 \text{ mg}}{24.000 \text{ cm}^3} = 1,463 \text{ Milligramm per cm}^3$$

$$1 \text{ ppm} = 1,463 \text{ Milligramm per cm}^3$$

Oder andersherum:

$$1 \text{ mg/m}^3 = \frac{\text{mg}}{\text{m}^3} = \frac{24}{35,1} = 0,684 \text{ ppm}$$

$$1 \text{ mg/m}^3 = 0,684 \text{ ppm}$$

4.2. Vor Messbeginn

Bevor sie zu messen beginnen, beachten Sie nachstehende Punkte

- Stellen Sie sicher, dass Sie die Informationen über das richtige Material haben. Der Materialname muss exakt mit der richtigen Lieferbezeichnung übereinstimmen.
- Denken Sie an evtl. verwendete Synonyme.
- Überlegen Sie, welche Informationen für die korrekte Interpretation der Messwerte relevant sind.
- Wählen Sie die richtigen PSA für die Durchführung einer Messung.
- Sprechen Sie im Falle von Zweifeln oder Fragen zu Produkteigenschaften einen Sachverständigen an.
- Kontrollieren Sie, ob die Produktinformationen nicht veraltet sind. Revisionsdaten dürfen hier nicht älter als ein Jahr sein.
- Ein MSDS muss vom Hersteller der betreffenden Fracht für die Reise zur Verfügung stehen.
- Wählen Sie das richtige Messgerät (für das Produkt geeignet).
- Prüfen Sie die Geräte vor dem Messen.
- Lesen Sie aufmerksam die Gebrauchsanweisung.
- Ziehen Sie das Messgerät aus dem Ladegerät, kontrollieren Sie den Feuchtigkeitsfilter und schalten Sie das Messgerät ein. (Aufwärmzeit von Messzellen ca. 30-120 Sek.)
- Kontrollieren Sie den Akku, die Alarmeinstellungen und den Pumpenalarm.
- Falls nötig, nehmen Sie eine Frischluftkalibrierung in einer voraussichtlich sauberen Umgebung vor (außen, an der Luvseite und z. B. nicht am Auspuff).

4.3. Das Messverfahren

- Halten Sie stets die Sicht auf Ihre Anzeige frei, um Schwankungen zu erkennen.
- Führen Sie die Messungen immer in unterschiedlichen Höhen und Orten aus.
- In Tanks messen Sie von oben und unmittelbar nach unten hin, Sie wissen also nicht, wie die Situation in einer Ecke oder hinter einem Spanten ist. Nehmen Sie den höchsten gemessenen Wert als Ausgangspunkt.
- Warten Sie beim Messen in einem Tank nach dem Entgasen mindestens 5 Minuten ab, nachdem der Lüfter gestoppt hat, damit die Atmosphäre im Tank sich zunächst für eine zuverlässige Messung stabilisieren kann.
- Achten Sie darauf, dass der Schlauch nicht abgeknickt oder zusammengedrückt ist.
- Verwenden Sie immer eine Schwimmkugel am Schlauch, um zu vermeiden, dass Flüssigkeiten eingesaugt werden.
- Messen Sie während der ersten 2 Stunden nach Beginn des Entgasens an Deck nahe der Öffnung mit dem Brandschutzrost und berücksichtigen Sie dabei Windrichtung und Windstärke.
- Mindestens 10 Vol.% Sauerstoff (O₂) sind für eine gute LEL-Messung notwendig.

4.4. Registrierung

Halten Sie das Verfahren ein und führen Sie das zugehörige Formular vom Büro bezüglich der Gasmessung und Registrierung der Messwerte. Die Registrierung ist wichtig, um den Zustand z. B. der Ladetanks beim Entgasen interpretieren zu können.

Für das Registrieren der Messwerte gibt es Verfahrensweisen. Denken Sie hierbei auch an das Ausfüllen der Arbeitsgenehmigung usw.

Falls sich unerwartet ein Unfall ereignet, wird die Behörde und die Versicherung immer nach den Messwerten fragen.



4.5. Nach dem Messen

- Lassen Sie die Pumpe durchspülen, bis alle Werte auf Null stehen (mit angeschlossenem Schlauch).
- Schalten Sie das Messgerät aus und setzen Sie es wieder in das Ladegerät mit angebrachtem, sauberem Feuchtigkeitsfilter.
- Geben Sie Abweichungen und Beschädigungen weiter. Manchmal ist eine neue Kalibrierung notwendig, oder ein Sensor muss ausgetauscht werden (z. B. wenn dieser zu viel brennbarem Gas ausgesetzt war und dadurch zu heiß geworden ist).

5. AUSRÜSTUNG

Es ist sehr wichtig, die richtige Ausrüstung für eine Messung zu verwenden. Die Messung von Gasen erfolgt in einem Gasmessgerät. Ein Gasmessgerät beinhaltet Sensoren. Diese können das Gas spüren. Ein Gasmessgerät kann einen oder verschiedene Sensoren beinhalten. Es gibt Sensoren, die die Gasmenge mit einer spezifischen Gefährdung messen. Dies sind Sensoren, die z. B. brennbare Gase erfassen oder einen Sensor, der giftige Gase feststellen kann. Diese Sensoren sagen Ihnen die Menge Gas, die vorhanden ist. Sie können Ihnen aber nicht sagen, welches Gas vorhanden ist. In dem Augenblick, wenn Sie eine Messung durchführen und der Gaszähler angibt, dass Sie 10 % LEL messen, wissen Sie, dass eine Brand- oder Explosionsgefahr vorliegt. Aber durch welches Gas diese Gefahr entsteht, können Sie mit diesem Sensor nicht bestimmen. Wenn ein PID-Sensor 20 ppm anzeigt, dann wissen Sie, dass 20 Teilchen aus einer Million Teilchen giftig sind. Welche dies sind, kann der Sensor nicht anzeigen.

Es gibt auch Sensoren, die ein spezifisches Gas messen können (z.B. Sauerstoff, H₂S, CO₂). Ein solcher Sensor kann nur das spezifische Gas messen und sagt noch nichts über die anderen Gase und Gefahren in dem Raum aus. Wenn Ihr Gaszähler angibt, dass 20,9 % Sauerstoff vorhanden sind, sagt dies noch nichts über die anderen Gase aus, die in diesem Raum vorhanden sind.

Scheinsicherheit

Scheinsicherheit kann entstehen, wenn ein Messgerät zu einem Zweck eingesetzt wird, für welches es nicht vorgesehen ist. Z. B. beim Tragen eines persönlichen H₂S-Messgeräts oder bei Arbeiten an Deck, wo man es nicht mit H₂S-haltigen Produkten zu tun hat. Dort kann man ein Gefühl von Sicherheit haben, denn es tut sich nichts auf dem Display, und das Messgerät gibt keinen Alarm. Dies ist jedoch keine Garantie für eine sichere Umgebung.

Tragbare Messinstrumente

Es werden verschiedene tragbare Messinstrumente für die Erfassung von Produktkonzentrationen und gefährlichen Atmosphären, von Sauerstoff und giftigen Gasen angeboten. Die Messgeräte funktionieren häufig nach dem selben Prinzip, aber man muss die Gebrauchsanweisung des Herstellers kennen.

Unterschiedliche Werte

Messgeräte können manchmal auch unter genau gleich gelagerten Bedingungen unterschiedliche Werte anzeigen. Dies ist etwas, das wir nicht ändern können, aber natürlich kann dies zu Gefahrensituationen führen. Deswegen ist es angebracht, dass die Benutzer der Messgeräte gewisse Grundkenntnisse des Gasmessens besitzen. Die in diesem Dokument gezeigten Modelle sind nur einige Beispiele für die vielen Arten und Typen von Messgeräten auf dem Markt.

Jedes Messgerät muss:

- für den verlangten Test geeignet sein,
- ausreichend genau sein für den verlangten Test,
- zu einem zugelassenem Typ gehören,
- ordnungsgemäß instandgehalten werden, und
- regelmäßig anhand eines Standardmusters (Kalibrierung) kontrolliert werden.



Nachstehend werden spezifische Merkmale je Messgerätetyp genannt, um die Anweisungen (und Filme) zu ergänzen, die zu den Messgeräten gehören.

- Machen Sie sich mit der Anleitung eines Messinstrumentes vertraut.
- Verwenden Sie das richtige Messinstrument mit den richtigen Sensoren oder Messröhren für die richtigen Stoffe.
- Machen Sie sich mit den Begrenzungen des Messinstrumentes vertraut.
- Machen Sie sich bewusst was Sie messen und wie der Wert zu interpretieren ist.
- Berücksichtigen Sie evtl. Korrekturfaktoren.
- Setzen Sie nach Möglichkeit immer einen Feuchtigkeitsfilter vor, auch wenn das Messgerät nicht eingeschaltet ist.
- Der Ansaugschlauch beeinflusst die Messung. Sowohl die Länge (Reaktionszeit) als auch das Material (Absorption von Gas) sind betroffen. Jeder zusätzliche Meterschlauch kann eine Verzögerung von 10 bis 30 Sekunden verursachen. Dies ist unterschiedlich nach Marke/Typ des Messgeräts und hängt u. a. von der Pumpenkapazität ab.
- Beim Ausschalten des Kombimesegeräts müssen alle Sensoren, also auch der H₂S und der CO wieder auf 0 PPM zurückgestellt werden, bevor das Gerät ausgeschaltet wird. Lassen Sie also die Pumpe so lange laufen, wie es nötig ist, um die Kammer mit den Sensoren mit ausreichend sauberer Luft zu spülen. MIT NOCH ANGEBRACHTEM SCHLAUCH!

5.1. Sauerstoffmessgerät

Das Sauerstoffmessgerät wird auch als O₂-/OX-/OXY-Messgerät bezeichnet.



- Vor dem Messen eine Frischluftkalibrierung in einer möglichst sauberen Umgebung (kein Steuerhaus oder neben dem Auspuff) durchführen, um einen Referenzpunkt von 20,9 Vol.-% festzustellen. Wenn dies nicht möglich ist, dann führen Sie keine Frischluftkalibrierung durch. Die “unsaubere” Luft wird dann nämlich vom Messgerät als saubere Luft interpretiert, und dann ist die Messung nicht mehr zuverlässig. Die meisten Sensoren “speichern” die letzten Werte der letzten Kalibrierung und bieten dann eine Wahlmöglichkeit beim Starten, ob dies automatisch oder manuell durchgeführt werden soll. Wenn die Werte gut aussehen, ist dies also nicht erforderlich.
- (Kombi-) Messgeräte immer im Ladegerät belassen, wenn diese nicht gebraucht werden!
- In den meisten Fällen stützt sich die Funktion auf eine Messzelle mit Elektrolyt, die immer Strom verbraucht. Deshalb ist der Lithium-Ionen-Akku nach ca. 4 Tagen leer, wenn er nicht aufgeladen wird. Das ist also normal.
- Die meisten Sauerstoffsensoren eignen sich nicht zur Durchführung einer Sauerstoffmessung in einer Stickstoffumgebung. Informieren Sie sich bei Ihrem Lieferanten, ob dies der Fall ist, bevor Sie beispielsweise den Sauerstoffprozentatz in einem Ladetank, der unter Stickstoff steht, messen müssen. Es gibt hierfür geeignete Sensoren.
- Wenn die Tanks unter Stickstoff stehen, verwenden Sie vorzugsweise nur Sauerstoffmessgeräte und keine kombinierten Messgeräte. Ein LEL-Sensor, der nach dem Verbrennungsprinzip funktioniert, arbeitet nicht gut (< 10 Vol.% O₂) und wird dadurch verunreinigt.

5.2. Giftigkeitsmessgeräte

Giftigkeitsmessgeräte oder TOX- oder Toximeter gibt es in verschiedenen Formen. So gibt es chemische Anzeigeröhrchen mit Handpumpe, elektrochemische Sensoren und PID-Sensoren.



5.2.1. Chemische Anzeigeröhrchen mit Handpumpe

Achten Sie bei Verwendung chemischer Anzeigeröhrchen auf nachstehende Punkte:

- Der Stoff, um den es geht, muss genau bekannt sein.
- Große Standardabweichung von 5 bis 30%.
- Ungenau, deshalb nur als ANZEIGE zu gebrauchen!
- Genau die richtige Luftmenge ansaugen, zumeist 100ml pro Pumpenschlag.
- Das Garantiedatum (Haltbarkeit) der Röhrchen beträgt ± 2 Jahre.
- Für jede Messung wird ein neues Röhrchen benötigt, also großer Verbrauch.
- Viele verschiedene Arten von Röhrchen sind zur Verwendung an Bord eines Tankschiffs notwendig, das verschiedene Produkte transportiert.
- Oft sind die Röhrchen unterschiedlicher Hersteller in einer Pumpe einer anderen Marke nicht zu verwenden (es gibt aber Ausnahmen, die gut passen und zugelassen sind).
- Nicht jeder Hersteller hat ein gleich großes Sortiment an Röhrchen, um viele verschiedene Stoffe anzeigen zu können.
- Lesen Sie **IMMER** die Gebrauchsanweisung in der Verpackung der Schachtel mit den Messröhrchen. Diese enthält wesentliche Informationen bezüglich der Röhrchen und zur Durchführung einer korrekten Messung. Darin steht, was das Röhrchen kann, aber auch was es nicht kann. Letzteres ist oft nachteilig.

Achten Sie bei Gebrauch der Handpumpe auf nachstehende Punkte:

- Testen Sie die Pumpe und den Verlängerungsschlauch auf Leckdichtigkeit, indem Sie ein neues Röhrchen einstecken und einen Pumpenhub machen. Die Pumpe muss dann für ca. 15 Sekunden in der "eingeklemmten" Position stehen bleiben.
- Die Anweisungskarte des Röhrchens gründlich lesen und die Anzahl der Pumpenhübe und die Öffnungszeit der Pumpe bestimmen, sowie welche Verfärbung stattfinden muss.
- Hubzähler auf Null setzen.
- Spitzen vom Röhrchen abbrechen und mit dem Pfeil in Richtung Pumpe in die Pumpe einsetzen.
- Die Messung durchführen, indem die Pumpe eingeklemmt oder aus dem Anzeigergerät herausgezogen wird, bis die Pumpe vollständig beim kompletten Pumpenhub verfärbt ist.
- **STOP:** - Wenn die Anzahl Pumpenhübe erreicht ist.
- Wenn das Röhrchen zu $\frac{3}{4}$ verfärbt ist (Vergleichen Sie die Verfärbung mit einem ungebrauchten Röhrchen). Notieren Sie in diesem Fall die Anzahl der Pumpenhübe.
- Halten Sie dabei exakt nach, wie viele Pumpenhübe sie machen. Nach jeder Messung auch wieder den Hubzähler auf Null setzen!
- Die Pumpe nach dem Messen mit reiner Luft durchspülen, indem eine Reihe Pumpenhübe ohne Röhrchen gemacht wird (**AUF NIEMANDEN RICHTEN, DER STOFF AUS DEN RÖHRCHEN BESTEHT AUCH AUS CHEMIKALIEN!**)
- Bewahren Sie das gebrauchte Röhrchen beim chemischen Abfall auf und denken Sie daran, dass die Spitzen messerscharf sind!

5.2.2. PID-Sensor- Foto-Ionisations-Detektor – PID



Ein PID-Messgerät erfasst kontinuierlich die bestehenden Konzentrationen flüchtiger organischer Bestandteile (VOC), toxischer Gase und/oder Dämpfe, ausgedrückt in Parts per Million (PPM). Ein PID-Messgerät erfasst jedoch keinen Stoff spezifisch, alle VOC in der zu messenden Gasprobe werden als ein gemeinsamer Wert auf der Anzeige des PID-Detektors wiedergegeben.

Ein PID-Messgerät misst mittels der “Ionisierung” der Moleküle eines Stoffes mit einer speziellen UV-Lampe. Dies erfolgt auf Molekular-Ebene. Das PID-Messgerät misst eigentlich positive und negative Teilchen eines Stoffes, einfach gesagt, es tut etwas mit den positiven und negativen Ladungen. Der Stoff selbst wird nicht verändert, es findet weder eine Verbrennung noch etwas ähnliches statt.

Grob gesehen gibt es dabei drei Arten von UV-Lampen, die dafür eingesetzt werden. Die häufigste ist die sogenannte 10,6eV. Diese Lampe ist relativ preiswert und unter normalen Bedingungen auch lange einsetzbar. Sie kann die am häufigsten auftretenden VOC messen, aber z. B. kein Methanol oder Acrylonitril. Hierfür wird wiederum eine 11,7eV-Lampe benötigt, aber diese Lampe ist erheblich teurer und hält nur etwa 6 Monate lang. PID-Sensoren sind auch sehr feuchtigkeitsempfindlich. Bringen Sie deshalb stets einen sauberen Feuchtigkeitsfilter an.

Wenn eine Messung hinsichtlich des Vorhandenseins giftiger Gase mit Hilfe eines PID-Messgerätes durchgeführt wird, ist es daher wichtig, dass der Benutzer zuvor sicherstellt, dass die betreffende Lampe in dem Messgerät auch auf den zu messenden Stoff reagiert, und der dazugehörige Korrekturfaktor für die Umrechnung muss auch bekannt sein. Verwenden Sie nur Korrekturfaktoren, die der Hersteller des Messgerätes bestimmt hat. Diese wurden in seinem Laboratorium mit seinen Messgeräten ermittelt

Das PID-Messgerät „weiß“ selbst nicht, was es misst; das müssen wir dem Messgerät also erst “mitteilen”. Bei reinen Stoffen ist das nicht schwierig; schwierig wird es erst, wenn wir es mit einem Gemisch aus Kohlenwasserstoffverbindungen zu tun haben. Deren Zusammensetzung lässt sich häufig nur schwer bestimmen, und es sind dann komplexe Rechenoperationen nötig, um diese Messung dann durchzuführen. Um dies zu vereinfachen, verwenden Sie Werte auf der Anzeige, die dann nicht umgerechnet werden. Die Einstellungen des Messgases im Gerät müssen dann gleich dem Gas sein, auf welches dieses kalibriert ist. Bei einem PID-Messgerät ist dies fast immer Isobutylene.

Der Vorteil eines PID-Messgerätes liegt darin, dass dies auch für Dauermessungen und die Leckerfassung verwendet werden kann. Mit Röhrchen ist dies nahezu unmöglich. Wenn häufig Stoffe transportiert werden, für welche Giftigkeitsmessungen verlangt werden, rentiert sich ein PID-Messgerät auch durch die Kostenersparnis gegenüber den Messröhrchen, unter der Voraussetzung, dass es sich um messbare Kohlenwasserstoffe handelt.

5.2.3. Elektrochemische Sensoren

Elektrochemische Sensoren oder produktspezifische Messgeräte sind in den Kombi-Gasmessgeräten und als einzelne, persönliche Sicherheitsmessgeräte erhältlich.



Wichtige Punkte:

- H₂S- und CO-Sensoren sind häufig gegenüber vielen anderen Stoffen querempfindlich, man denke an Alkohole und hohe Konzentrationen von H₂S. Das bedeutet, dass ein H₂S-Sensor auf das Vorhandensein von Kohlenmonoxid reagieren kann und umgekehrt.
- Bietet man einem LEL-Sensor eine große Menge brennbaren Gases an, kann der CO-Sensor auch reagieren. Schließlich findet eine Verbrennung in der Messzelle für LEL (Glühdraht) statt, und hierbei wird logischer Weise auch CO freigesetzt.
- Eine CO-Messung wird hauptsächlich beim Betreten geschlossener Räume wichtig sein, wie etwa Ballasttanks, Vorpiek und Achterpiek usw.
- Achten Sie darauf, dass der Papierfilter auf dem Sensor sauber ist.

H₂S – persönliche Messung

Auf Raffinerien und beim Transport von Produkten, von denen bekannt ist, dass sie H₂S enthalten können, muss während des Ladens/Löschens und dem Arbeiten (An-/Abkoppeln und Messen/Probeentnahme) ein persönlicher H₂S-Detektor über der Kleidung auf Brusthöhe getragen werden. Es muss auch eine Gasmaske mit Filter (Typ B) griffbereit sein.



5.3. Explosionsmesser

Es gibt 2 Typen von LEL-Sensoren: einem katalytischen und einem infrarot-Typ. Der erstgenannte verbrennt die angesaugte Luft über eine Glühspirale. Die Infrarotlampe tut dies nicht. Sie wird auch als Prozessmessgerät bezeichnet, weil sie nicht nur in Prozenten des LEL, sondern auch in Volumenprozenten die Explosionsgefahr messen kann, also mehr als 100 % der unteren Explosionsgrenze. Die Infrarot-Explosionsgefahrenmesser können auch in einer Umgebung mit wenig Sauerstoff eine Messung vornehmen. Dies ist häufig bei Gastankern der Fall. Diese Infrarotlampe ist sehr kostspielig und kommt selten an Bord von Binnenschiffen vor, hauptsächlich auf Gastankern. Deshalb gehen wir nicht weiter darauf ein.



Bei einer Konzentration von mehr als 10-20 % LEL wird ein akustischer und optischer Alarm gegeben. Wenn 100 % der unteren Explosionsgrenze gemessen werden, bedeutet dies, dass das Gemisch entzündlich ist. Für eine solche Entzündung reicht dann eine Zündquelle mit hinreichender Energie.

Bei den häufigsten LEL-Sensoren, die die Dämpfe "verbrennen" (im Unterschied zu Infrarot) zu berücksichtigende Punkte sind:

- Ätzende und oxidierende Gase können das Messelement beschädigen (z. B. Ammoniak).
- Das Messelement kann vergiftet werden, z. B. durch Silikondämpfe.
- Sie sind nicht geeignet, um Nebel von brennbaren Flüssigkeiten zu messen. Die Messzelle wird ernsthaft beschädigt und unbrauchbar.
- Setzen Sie immer einen Feuchtigkeitsfilter davor, auch wenn das Messgerät nicht eingeschaltet ist.
- Mindestens 10 Vol. % Sauerstoff sind für eine gute Messung notwendig. (Das Gasgemisch wird in der Messzelle verbrannt). Achten Sie darauf, wenn die Tanks unter Stickstoff stehen!
- Kombinieren Sie die LEL-Messung also auch immer mit einer O₂-Messung.
- Ist zu wenig Sauerstoff für eine gute Verbrennung vorhanden, wird der LEL-Sensor verschmutzt und führt zu einer unzuverlässigen Messung.

LEL-Sensoren, die mit einer Infrarotlampe arbeiten, haben die o. g. Probleme nicht. Diese Sensoren haben jedoch einen höheren Preis und reagieren auf eine geringere Anzahl brennbarer Stoffe als ein Sensor, der auf Basis der Verbrennung funktioniert. Es gibt auch Messgeräte auf dem Markt, wo beide Typen LEL-Sensoren enthalten sind.



5.4. Instandhaltung

Damit die Messgeräte gut funktionieren ist es wichtig, sie regelmäßig zu pflegen. Nachstehend eine Reihe von Punkten, die zu beachten sind:

- Kontrollieren Sie vor jedem Gebrauch, ob das Messgerät in gutem Zustand ist.
- In der Anleitung sind Instruktionen für Kollisionsversuche und Kalibrierungen enthalten.
- Feuchtigkeit schadet den Gaserfassungs-Geräten.
- Sorgen Sie dafür, dass IMMER ein Feuchtigkeitsfilter angebracht ist und tauschen Sie diesen regelmäßig aus, weil er verunreinigt werden und sich zusetzen kann.
- Sensoren haben eine begrenzte Lebensdauer, auch unter normalen Bedingungen. Auch die Garantiezeit ist häufig beschränkt. Dies kann je Marke unterschiedlich sein.
- Beim Anbieten großer Mengen brennbarer Gase können die Sensoren beschädigt werden, wodurch sie nicht mehr zuverlässig oder brauchbar sind.
- Achten Sie darauf, dass der Schlauch nach dem Messen auch sauber zum Einlagern ist. Vergleiche dazu die Anleitung.
- Lassen Sie das Messgerät so lange eingeschaltet und spülen Sie es so lange, bis die Werte wieder zu den ursprünglichen Werten zurückgekehrt sind. Lassen Sie den Schlauch mit der Schwimmkugel daran mit dem Messgerät verbunden und spülen sie diese auch mit.
- Schläuche: Länge (mindestens entsprechend dem Hohlraum des Tanks + 1 m) und Qualitäts-/Zustand der Schwimmkugel am Ende (so dass der Schlauch nicht in die Flüssigkeit taucht).
- Messröhrchen kühl und dunkel aufbewahren (Lagertemperatur <20°C). Vergewissern Sie sich, dass die Messröhrchen sich für den zu messenden Stoff eignen.

KONSULTIERTE QUELLEN

GESETZE-, VERORDNUNGEN UND NORMEN

- ⚠ BPR Art. 4 und 6
- ⚠ RPR 3.18, 4 und 6.04
- ⚠ Handbuch VHF Maritim
- ⚠ <http://www.ccr-zkr.org/13020500-nl.html#02>
- ⚠ ISGINTT Kapitel 2.4 “Gasmessung” und Kapitel I I.4 behandelt “Entgasung”
 - Version 2010
- ⚠ REACH
- ⚠ RAE-Benelux
- ⚠ Dräger Nederland B.V. - Marine & Offshore

VERSIONSKONTROLLE

Version	Datum	Änderung	Referenz
0	29. Jan 2019	-	-
I	1. Okt 2020	- §3.6 Satz gelöscht "Das Gas ist ... innerhalb eines Raumes." - Hinzufügen einer Versionskontrolltabelle	-



TN-156

TECHNICAL NOTE

CORRECTION FACTORS FOR COMBUSTIBLE GAS (LEL) SENSORS

LEL Correction Factors

RAE Systems LEL sensors (including LEL only sensor and LEL/TC dual-range sensor) can be used for the detection of a wide variety of combustible gases and vapors that exhibit different responses. Because LEL sensors use a diffusion barrier to limit the gas flux to the catalytic bead, high diffusivity compounds tend to have the greatest sensitivity. Therefore small molecules like hydrogen and methane are substantially more sensitive than heavy components like kerosene. The best way to calibrate any sensor to different compounds is to use a standard of the gas of interest. However, correction factors have been determined that enable the user to quantify a large number of chemicals using only a single calibration gas, typically methane or pentane. In our LEL sensors, correction factors (CFs) can be used in one of three ways:

- 1) Calibrate the unit with methane in the usual fashion to read in methane %LEL equivalents. Manually multiply the reading by the correction factor (CF) to obtain the %LEL of the gas being measured.
- 2) Calibrate the unit with methane and then call up the correction factor from the instrument memory or download from a personal computer. The unit will then read directly in %LEL of the gas of interest.
- 3) Calibrate the unit with methane, but input an equivalent, "corrected" span gas concentration when prompted for this value. For example, to read in isopropanol LEL units, apply 20% LEL methane but enter $20 \times 2.6 = 52$ for the span gas concentration.

Oxygen Requirement and Matrix Effects

LEL sensors require oxygen for combustion and cannot be used in environments that contain less than about 10% oxygen. This threshold is the safe limit for up to 100% LEL of nearly all chemicals, but it depends on the combustible gas concentration. For example, for 10% LEL methane, RAE LEL sensors show little or no oxygen dependence down to about 5 vol% oxygen. Inserting an LEL sensor from air into pure nitrogen can cause a transient response that decays after several minutes to the background reading. This is because the reference bead takes time to equilibrate with the slightly lower thermal conductivity of the nitrogen. Likewise, other inert matrix gases may cause a transient response.

Humidity and temperature generally have little effect on the sensor response. Increasing temperature increases the response by <6% between 0 and 40°C. Increasing RH

decreases the response by 8% between 5 and 95% RH. Some LEL sensor-instrument combinations have a small humidity response and may read a few % LEL in air at 50% RH if zeroed with dry air.

Methane Sensitivity Changes

The correction factors in this table apply to new sensor. As the sensor becomes used and gradually loses sensitivity, the response to methane may decrease more rapidly than for higher hydrocarbons. In this case, the correction factors will gradually decrease, and calibration with methane will tend to over estimate the %LEL of the other gas. Therefore, methane calibration is the safest approach. RAE LEL sensors do not exhibit changes in correction factors in laboratory tests, but may do so under special use conditions. Calibrating with other organic vapors such as propane or pentane is a good way to avoid correction factor changes. The only drawback to this approach is that it is possible to miss methane while still measuring the higher hydrocarbons. If methane is known to be absent under all circumstances, the use of propane or pentane calibration is appropriate.

Correction Factors when Calibrating with Non-methane Compounds

To obtain correction factors for other span gases, simply divide the value on the methane scale in the table by the methane value for the span compound. For example, to obtain CFs on the n-pentane scale, divide all the numbers in the table by 2.2. Thus, when calibrating with n-pentane the new CF for acetylene is $2.8/2.2 = 1.3$, and the new CF for ammonia is $0.8/2.2 = 0.4$. Note that this calculation is done internally in RAE instruments that have separately selectable span and measurement gases. Therefore, in these cases, simply enter the span and measurement compounds (without changing the CFs), and the unit will automatically calculate and apply the new factor.

Chemical	100% LEL (Vol%)	LEL CF*
Acetaldehyde	4.0	1.8
Acetic acid	4.0	3.4
Acetic Anhydride	2.7	2.0
Acetone	2.5	2.2
Acetylene	2.5	2.8
Allyl Alcohol	2.5	1.7
Ammonia	15.0	0.8
Aniline	1.3	3.0
Benzene	1.2	2.2
Butadiene, 1,3-	2.0	2.5



1339 Moffett Park Drive, Sunnyvale CA 94089 U.S.A.
Tel: 1.408.752.0723 | Fax: 1.408.752.0724 | E-mail: mesales@raesystems.com
www.raesystems.com | rev.6b.wy-wh 5-04



PLATFORM ZERO INCIDENTS

Chemical	100% LEL (Vol%)	LEL CF*	Chemical	100% LEL (Vol%)	LEL CF*
Butane, n-	1.9	2.0	Methanol	6.0	1.5
Butane, i-	1.8	1.8	Methyl acetate	3.1	2.2
Butanol, n-	1.4	3.0	Methylamine	4.9	1.3
Butanol, i-	1.7	2.5	Methyl bromide	10.0	1.1
Butanol, t-	2.4	1.8	Methyl chloride	8.1	1.3
Butene-1	1.6	2.1	Methylcyclohexane	1.2	2.6
Butene-2, cis	1.7	2.1	Methyl ether	3.4	1.7
Butene-2, trans	1.8	1.9	Methyl ethyl ketone	1.4	2.6
Butyric acid	2.0	2.4	Methyl formate	4.5	1.9
Carbon disulfide	1.3	**	Methyl hexane	1.2	2.4
Carbon monoxide	12.5	1.2	Methyl mercaptan	3.9	1.6
Carbonyl sulfide	12.0	1.0	Methylpentane	1.2	2.7
Chlorobenzene	1.3	3.0	Methyl propionate	2.5	2.1
Chloropropane, 1-	2.6	1.8	Methyl n-propyl ketone (2-pentanone)	1.5	2.7
Cyanogen	6.6	1.1	Naphthalene	0.9	2.9
Cyclohexane	1.3	2.5	Nitromethane	7.3	2.1
Cyclopropane	2.4	1.5	Nonane, n-	0.8	3.2
Decane, n-	0.8	3.4	Octane, n-	1.0	2.9
Dichloroethane, 1,2-	6.2	1.5	Pentane, n-	1.5	2.2
Dichloromethane	13.0	1.0	Pentane, i-	1.4	2.3
Dimethylbutane	1.2	2.7	Pentane, Neo-	1.4	2.5
Dimethylpentane, 2,3-	1.1	2.3	Pentene, 1-	1.5	2.3
Dimethyl sulfide	2.2	2.3	Phosphine	1.6	0.3
Dioxane, 1,4-	2.0	2.5	Propane	2.1	1.6
Ethane	3.0	1.4	Propanol, n-	2.2	2.0
Ethanol	3.3	1.7	Propene	2.0	1.5
Ethene	2.7	1.4	Propylamine, n-	2.0	2.1
Ethyl acetate	2.0	2.2	Propylene oxide	2.3	2.6
Ethylamine	3.5	1.4	Propyl ether, iso-	1.4	2.3
Ethyl benzene	0.8	2.8	Propyne	1.7	2.3
Ethyl bromide	6.8	0.9	Toluene	1.1	2.6
Ethyl chloride	3.8	1.7	Triethylamine	1.2	2.5
Ethyl ether	1.9	2.3	Trimethylamine	2.0	1.9
Ethyl formate	2.8	2.4	Trimethylbutane	1.2	2.3
Ethyl mercaptan	2.8	1.8	Turpentine	0.8	2.9
Ethyl methyl ether	2.0	2.3	Vinyl chloride	3.6	1.8
Ethyl pentane	1.2	2.4	Xylene, m-	1.1	2.7
Ethylene oxide	3.0	2.3	Xylene, o-	0.9	3.0
Gasoline,	1.3	2.1	Xylene, p-	1.1	2.8
Heptane, n-	1.1	2.4			
Hexadiene, 1,4-	2.0	1.5			
Hexane, n-	1.1	2.3			
Hydrazine	2.9	2.1			
Hydrogen	4.0	1.1			
Hydrogen cyanide	5.6	2.0			
Hydrogen sulfide	4.0	**			
Isobutene (Isobutylene)	1.8	1.5			
Isopropanol	2.0	2.6			
Jet fuel JP-4, -5, -8	0.7	3.4			
Methane	5.0	1.0			

* Values in italics are calculated from diffusion properties; values in normal type are confirmed with RAE sensors.

** CAUTION!! On LEL/TC sensors (3R/TC & 4R/TC) CS₂ may cause a large baseline shift and sensitivity loss; for LEL-only sensor (4R), an approximate CF of 3±2 can be used. H₂S may cause a large baseline shift and sensitivity loss on LEL and TC/LEL sensors.



ANLAGE 02: TABELLE PID-MESSGERÄT RAE



Technical Note TN-106

Revised 12/2007

Compound Name	Synonym/Abbreviation	CAS No.	Formula	9.8	C	10.6	C	11.7	C IE (eV)	TWA
Acetaldehyde		75-07-0	C ₂ H ₄ O	NR	+	6	+	3.3	+ 10.23	C25
Acetic acid	Ethanoic Acid	64-19-7	C ₂ H ₄ O ₂	NR	+	22	+	2.6	+ 10.66	10
Acetic anhydride	Ethanoic Acid Anhydride	108-24-7	C ₄ H ₆ O ₃	NR	+	6.1	+	2.0	+ 10.14	5
Acetone	2-Propanone	67-64-1	C ₃ H ₆ O	1.2	+	1.1	+	1.4	+ 9.71	500
Acetone cyanohydrin	2-Hydroxyisobutyronitrile	75-86-5	C ₄ H ₇ NO					4	+ 11.1	C5
Acetonitrile	Methyl cyanide, Cyanomethane	75-05-8	C ₂ H ₃ N					100	12.19	40
Acetylene	Ethyne	74-86-2	C ₂ H ₂					2.1	+ 11.40	ne
Acrolein	Propenal	107-02-8	C ₃ H ₄ O	42	+	3.9	+	1.4	+ 10.10	0.1
Acrylic acid	Propenoic Acid	79-10-7	C ₃ H ₄ O ₂			12	+	2.0	+ 10.60	2
Acrylonitrile	Propenenitrile	107-13-1	C ₃ H ₃ N			NR	+	1.2	+ 10.91	2
Allyl alcohol		107-18-6	C ₃ H ₆ O	4.5	+	2.4	+	1.6	+ 9.67	2
Allyl chloride	3-Chloropropene	107-05-1	C ₃ H ₅ Cl			4.3	+	0.7	+ 9.9	1
Ammonia		7664-41-7	H ₃ N	NR	+	9.7	+	5.7	+ 10.16	25
Amyl acetate	mix of n-Pentyl acetate & 2-Methylbutyl acetate	628-63-7	C ₇ H ₁₄ O ₂	11	+	2.3	+	0.95	+ <9.9	100
Amyl alcohol	1-Pentanol	75-85-4	C ₅ H ₁₂ O			5		1.6	+ 10.00	ne
Aniline	Aminobenzene	62-53-3	C ₇ H ₇ N	0.50	+	0.48	+	0.47	+ 7.72	2
Anisole	Methoxybenzene	100-66-3	C ₇ H ₈ O	0.89	+	0.58	+	0.56	+ 8.21	ne
Arsine	Arsenic trihydride	7784-42-1	AsH ₃			1.9	+		+ 9.89	0.05
Benzaldehyde		100-52-7	C ₇ H ₆ O					1	+ 9.49	ne
Benzenamine, N-methyl-	N-Methylphenylamine	100-61-8	C ₇ H ₉ N			0.7			+ 7.53	
Benzene		71-43-2	C ₆ H ₆	0.55	+	0.53	+	0.6	+ 9.25	0.5
Benzonitrile	Cyanobenzene	100-47-0	C ₇ H ₅ N			1.6			+ 9.62	ne
Benzyl alcohol	α-Hydroxytoluene, Hydroxymethylbenzene, Benzenemethanol	100-51-6	C ₇ H ₈ O	1.4	+	1.1	+	0.9	+ 8.26	ne
Benzyl chloride	α-Chlorotoluene, Chloromethylbenzene	100-44-7	C ₇ H ₇ Cl	0.7	+	0.6	+	0.5	+ 9.14	1
Benzyl formate	Formic acid benzyl ester	104-57-4	C ₈ H ₈ O ₂	0.9	+	0.73	+	0.66	+ 10.00	ne
Boron trifluoride		7637-07-2	BF ₃	NR		NR		NR	+ 15.5	C1
Bromine		7726-95-6	Br ₂	NR	+	1.30	+	0.74	+ 10.51	0.1
Bromobenzene		108-86-1	C ₆ H ₅ Br			0.6	+	0.5	+ 8.98	ne
2-Bromoethyl methyl ether		6482-24-2	C ₃ H ₇ OBr			0.84	+		+ ~10	ne
Bromoform	Tribromomethane	75-25-2	CHBr ₃	NR	+	2.5	+	0.5	+ 10.48	0.5
Bromopropane, 1-	n-Propyl bromide	106-94-5	C ₃ H ₇ Br	150	+	1.5	+	0.6	+ 10.18	ne
Butadiene	1,3-Butadiene, Vinyl ethylene	106-99-0	C ₄ H ₆	0.8		0.85	+	1.1	+ 9.07	2
Butadiene diepoxide, 1,3-	1,2,3,4-Diepoxybutane	298-18-0	C ₄ H ₆ O ₂	25	+	3.5	+	1.2	+ ~10	ne
Butanal	1-Butanal	123-72-8	C ₄ H ₈ O			1.8			+ 9.84	
Butane		106-97-8	C ₄ H ₁₀			67	+	1.2	+ 10.53	800
Butanol, 1-	Butyl alcohol, n-Butanol	71-36-3	C ₄ H ₁₀ O	70	+	4.7	+	1.4	+ 9.99	20
Butanol, t-	tert-Butanol, t-Butyl alcohol	75-85-0	C ₄ H ₁₀ O	6.9	+	2.9	+		+ 9.90	100
Butene, 1-	1-Butylene	106-98-9	C ₄ H ₈			0.9			+ 9.58	ne
Butoxyethanol, 2-	Butyl Cellosolve, Ethylene glycol monobutyl ether	111-76-2	C ₈ H ₁₄ O ₂	1.8	+	1.2	+	0.6	+ <10	25
Butoxyethanol acetate	Ethanol, 2-(2-butoxyethoxy)-, acetate	124-17-4	C ₁₀ H ₂₀ O ₄			5.6			+ ≤10.6	
Butoxyethoxyethanol	2-(2-Butoxyethoxy)ethanol	112-34-5	C ₈ H ₁₈ O ₃			4.6			+ ≤10.6	
Butyl acetate, n-		123-86-4	C ₈ H ₁₆ O ₂			2.6	+		+ 10	150
Butyl acrylate, n-	Butyl 2-propenoate, Acrylic acid butyl ester	141-32-2	C ₇ H ₁₂ O ₂			1.6	+	0.6	+ 10	10
Butylamine, n-		109-73-9	C ₄ H ₁₁ N	1.1	+	1.1	+	0.7	+ 8.71	C5
Butyl cellosolve	see 2-Butoxyethanol	111-76-2								
Butyl hydroperoxide, t-		75-91-2	C ₄ H ₁₀ O ₂	2.0	+	1.6	+		+ <10	1
Butyl mercaptan	1-Butanethiol	109-79-5	C ₄ H ₁₀ S	0.55	+	0.52	+		+ 9.14	0.5
Carbon disulfide		75-15-0	CS ₂	4	+	1.2	+	0.44	+ 10.07	10
Carbon tetrachloride	Tetrachloromethane	56-23-5	CCl ₄	NR	+	NR	+	1.7	+ 11.47	5
Carbonyl sulfide	Carbon oxyulfide	463-58-1	COS						+ 11.18	
Cellosolve	see 2-Ethoxyethanol									
CFC-14	see Tetrafluoromethane									
CFC-113	see 1,1,2-Trichloro-1,2,2-trifluoroethane									
Chlorine		7782-50-5	Cl ₂					1.0	+ 11.48	0.5
Chlorine dioxide		10049-04-4	ClO ₂	NR	+	NR	+	NR	+ 10.57	0.1
Chlorobenzene	Monochlorobenzene	108-90-7	C ₆ H ₅ Cl	0.44	+	0.40	+	0.39	+ 9.06	10





PLATFORM ZERO INCIDENTS

Compound Name	Synonym/Abbreviation	CAS No.	Formula	9.8	C	10.6	C	11.7	C IE (eV)	TWA	
Chlorobenzotrifluoride, 4-	PCBTF, OXSOL 100 p-Chlorobenzotrifluoride	98-56-6	C ₇ H ₄ ClF ₃	0.74	+	0.63	+	0.55	+	<9.6	25
Chloro-1,3-butadiene, 2-	Chloroprene	126-99-8	C ₄ H ₅ Cl			3					10
Chloro-1,1-difluoroethane, 1-	HCFC-142B, R-142B	75-68-3	C ₂ H ₃ ClF ₂	NR		NR		NR		12.0	ne
Chlorodifluoromethane	HCFC-22, R-22	75-45-6	CHClF ₂	NR		NR		NR		12.2	1000
Chloroethane	Ethyl chloride	75-00-3	C ₂ H ₅ Cl	NR	+	NR	+	1.1	+	10.97	100
Chloroethanol	Ethylene chlorhydrin	107-07-3	C ₂ H ₅ ClO					2.9		10.52	C1
Chloroethyl ether, 2-	bis(2-chloroethyl) ether	111-44-4	C ₄ H ₈ Cl ₂ O	8.6	+	3.0	+				5
Chloroethyl methyl ether, 2-	Methyl 2-chloroethyl ether	627-42-9	C ₃ H ₇ ClO					3			ne
Chloroform	Trichloromethane	67-66-3	CHCl ₃	NR	+	NR	+	3.5	+	11.37	10
Chloro-2-methylpropene, 3-	Methallyl chloride, Isobutenyl chloride	563-47-3	C ₄ H ₇ Cl	1.4	+	1.2	+	0.63	+	9.76	ne
Chloropicrin		76-06-2	CCl ₃ NO ₂	NR	+	~400	+	7	+	?	0.1
Chlorotoluene, o-	o-Chloromethylbenzene	95-49-8	C ₇ H ₇ Cl			0.5		0.6		8.83	50
Chlorotoluene, p-	p-Chloromethylbenzene	106-43-4	C ₇ H ₇ Cl					0.6		8.69	ne
Chlorotrifluoroethylene	CTFE, Chlorotrifluoroethylene Genetron 1113	79-38-9	C ₂ ClF ₃	6.7	+	3.9	+	1.2	+	9.76	5
Chlorotrimethylsilane		75-77-4	C ₃ H ₉ ClSi	NR		NR		0.82	+	10.83	ne
Cresol, m-	m-Hydroxytoluene	108-39-4	C ₇ H ₈ O	0.57	+	0.50	+	0.57	+	8.29	5
Cresol, o-	o-Hydroxytoluene	95-48-7	C ₇ H ₈ O			1.0				8.50	
Cresol, p-	p-Hydroxytoluene	106-44-5	C ₇ H ₈ O			1.4				8.35	
Crotonaldehyde	trans-2-Butenal	123-73-9	C ₄ H ₆ O	1.5	+	1.1	+	1.0	+	9.73	2
		4170-30-3									
Cumene	Isopropylbenzene	98-82-8	C ₉ H ₁₂	0.58	+	0.54	+	0.4	+	8.73	50
Cyanogen bromide		506-68-3	CNBr	NR		NR		NR		11.84	ne
Cyanogen chloride		506-77-4	CNCl	NR		NR		NR		12.34	C0.3
Cyclohexane		110-82-7	C ₆ H ₁₂	3.3	+	1.4	+	0.64	+	9.86	300
Cyclohexanol	Cyclohexyl alcohol	108-93-0	C ₆ H ₁₂ O	1.5	+	0.9	+	1.1	+	9.75	50
Cyclohexanone		108-94-1	C ₆ H ₁₀ O	1.0	+	0.9	+	0.7	+	9.14	25
Cyclohexene		110-83-8	C ₆ H ₁₀			0.8	+			8.95	300
Cyclohexylamine		108-91-8	C ₆ H ₁₃ N			1.2				8.62	10
Cyclopentane 85%		287-92-3	C ₅ H ₁₀	NR	+	15	+	1.1		10.33	600
2,2-dimethylbutane 15%											
Cyclopropylamine	Aminocyclopropane	765-30-0	C ₃ H ₇ N	1.1	+	0.9	+	0.9	+		ne
Decamethylcyclopentasiloxane		541-02-6	C ₁₀ H ₃₀ O ₅ Si ₅	0.16	+	0.13	+	0.12	+		ne
Decamethyltetrasiloxane		141-62-8	C ₁₀ H ₃₀ O ₃ Si ₄	0.17	+	0.13	+	0.12	+	<10.2	ne
Decane		124-18-5	C ₁₀ H ₂₂	4.0	+	1.4	+	0.35	+	9.65	ne
Diacetone alcohol	4-Methyl-4-hydroxy-2-pentanone	123-42-2	C ₈ H ₁₆ O ₂			0.7					50
Dibromochloromethane	Chlorodibromomethane	124-48-1	CHBr ₂ Cl	NR	+	5.3	+	0.7	+	10.59	ne
Dibromo-3-chloropropane, 1,2-	DBCP	96-12-8	C ₃ H ₅ Br ₂ Cl	NR	+	1.7	+	0.43	+		0.001
Dibromoethane, 1,2-	EDB, Ethylene dibromide, Ethylene bromide	106-93-4	C ₂ H ₄ Br ₂	NR	+	1.7	+	0.6	+	10.37	ne
Dichlorobenzene, o-	1,2-Dichlorobenzene	95-50-1	C ₆ H ₄ Cl ₂	0.54	+	0.47	+	0.38	+	9.08	25
Dichlorodifluoromethane	CFC-12	75-71-8	CCl ₂ F ₂			NR	+	NR	+	11.75	1000
Dichlorodimethylsilane		75-78-5	C ₂ H ₆ Cl ₂ Si	NR		NR		1.1	+	>10.7	ne
Dichloroethane, 1,2-	EDC, 1,2-DCA, Ethylene dichloride	107-06-2	C ₂ H ₄ Cl ₂			NR	+	0.6	+	11.04	10
Dichloroethene, 1,1-	1,1-DCE, Vinylidene chloride	75-35-4	C ₂ H ₂ Cl ₂			0.82	+	0.8	+	9.79	5
Dichloroethene, c-1,2-	c-1,2-DCE, cis-Dichloroethylene	156-59-2	C ₂ H ₂ Cl ₂			0.8				9.66	200
Dichloroethene, t-1,2-	t-1,2-DCE, trans-Dichloroethylene	156-60-5	C ₂ H ₂ Cl ₂			0.45	+	0.34	+	9.65	200
Dichloro-1-fluoroethane, 1,1-	R-141B	1717-00-6	C ₂ H ₃ Cl ₂ F	NR	+	NR	+	2.0	+		ne
Dichloromethane	see Methylene chloride										
Dichloropentafluoropropane	AK-225, mix of ~45% 3,3-dichloro-1,1,1,2,2-pentafluoropropane (HCFC-225ca) & ~55% 1,3-Dichloro-1,1,2,2,3-pentafluoropropane (HCFC-225cb)	442-56-0 507-55-1	C ₃ HCl ₂ F ₅	NR	+	NR	+	25	+		ne



Technical Note TN-106

Revised 12/2007

Compound Name	Synonym/Abbreviation	CAS No.	Formula	9.8	C	10.6	C	11.7	C	IE (eV)	TWA
Dichloropropane, 1,2-		78-87-5	C ₃ H ₆ Cl ₂					0.7		10.87	75
Dichloro-1-propene, 1,3-		542-75-6	C ₃ H ₄ Cl ₂	1.3	+	0.96	+			<10	1
Dichloro-1-propene, 2,3-		78-88-6	C ₃ H ₄ Cl ₂	1.9	+	1.3	+	0.7	+	<10	ne
Dichloro-1,1,1-trifluoroethane, 2,2-	R-123	306-83-2	C ₂ HCl ₂ F ₃	NR	+	NR	+	10.1	+	11.5	ne
Dichloro-2,4,6-trifluoropyridine, 3,5-	DCTFP	1737-93-5	C ₅ Cl ₂ F ₃ N	1.1	+	0.9	+	0.8	+		ne
Dichlorvos *	Vapona; O,O-dimethyl O-dichlorovinyl phosphate	62-73-7	C ₄ H ₇ Cl ₂ O ₄ P			0.9	+			<9.4	0.1
Dicyclopentadiene	DCPD, Cyclopentadiene dimer	77-73-6	C ₁₀ H ₁₂	0.57	+	0.48	+	0.43	+	8.8	5
Diesel Fuel		68334-30-5	m.w. 226			0.9	+				11
Diesel Fuel #2 (Automotive)		68334-30-5	m.w. 216	1.3		0.7	+	0.4	+		11
Diethylamine		109-89-7	C ₄ H ₁₁ N			1	+			8.01	5
Diethylaminopropylamine, 3-		104-78-9	C ₇ H ₁₆ N ₂			1.3					ne
Diethylbenzene	See Dowtherm J										
Diethylmaleate		141-05-9	C ₈ H ₁₂ O ₄			4					ne
Diethyl sulfide	see Ethyl sulfide										
Diglyme	See Methoxyethyl ether	111-96-6	C ₆ H ₁₄ O ₃								
Diisobutyl ketone	DIBK, 2,2-dimethyl-4-heptanone	108-83-8	C ₉ H ₁₈ O	0.71	+	0.61	+	0.35	+	9.04	25
Diisopropylamine		108-18-9	C ₈ H ₁₅ N	0.84	+	0.74	+	0.5	+	7.73	5
Diketene	Ketene dimer	674-82-8	C ₄ H ₄ O ₂	2.6	+	2.0	+	1.4	+	9.6	0.5
Dimethylacetamide, N,N-	DMA	127-19-5	C ₄ H ₉ NO	0.87	+	0.8	+	0.8	+	8.81	10
Dimethylamine		124-40-3	C ₂ H ₇ N			1.5				8.23	5
Dimethyl carbonate	Carbonic acid dimethyl ester	616-38-6	C ₃ H ₆ O ₃	NR	+	~70	+	1.7	+	~10.5	ne
Dimethyl disulfide	DMDS	624-92-0	C ₂ H ₆ S ₂	0.2	+	0.20	+	0.21	+	7.4	ne
Dimethyl ether	see Methyl ether										
Dimethylethylamine	DMEA	598-56-1	C ₄ H ₁₁ N	1.1	+	1.0	+	0.9	+	7.74	~3
Dimethylformamide, N,N-	DMF	68-12-2	C ₃ H ₇ NO	0.7	+	0.7	+	0.8	+	9.13	10
Dimethylhydrazine, 1,1-	UDMH	57-14-7	C ₂ H ₈ N ₂			0.8	+	0.8	+	7.28	0.01
Dimethyl methylphosphonate	DMMP, methyl phosphonic acid dimethyl ester	756-79-6	C ₂ H ₅ O ₃ P	NR	+	4.3	+	0.74	+	10.0	ne
Dimethyl sulfate		77-78-1	C ₂ H ₆ O ₄ S	~23		~20	+	2.3	+		0.1
Dimethyl sulfide	see Methyl sulfide										
Dimethyl sulfoxide	DMSO, Methyl sulfoxide	67-68-5	C ₂ H ₆ OS			1.4	+			9.10	ne
Dioxane, 1,4-		123-91-1	C ₄ H ₈ O ₂			1.3				9.19	25
Dioxolane, 1,3-	Ethylene glycol formal	646-06-0	C ₃ H ₆ O ₂	4.0	+	2.3	+	1.6	+	9.9	20
Dowtherm A	see Therminol® *										
Dowtherm J (97% Diethylbenzene) *		25340-17-4	C ₁₀ H ₁₄			0.5					
DS-108F Wipe Solvent	Ethyl lactate/isopar H/Propoxypropanol ~7:2:1	97-64-3 64742-48-9 1569-01-3	m.w. 118	3.3	+	1.6	+	0.7	+		ne
Epichlorohydrin	ECH Chloromethyloxirane, 1-chloro2,3-epoxypropane	106-89-8	C ₂ H ₅ ClO	~200	+	8.5	+	1.4	+	10.2	0.5
Ethane		74-84-0	C ₂ H ₆			NR	+	15	+	11.52	ne
Ethanol	Ethyl alcohol	64-17-5	C ₂ H ₆ O			10	+	3.1	+	10.47	1000
Ethanolamine *	MEA, Monoethanolamine	141-43-5	C ₂ H ₇ NO	5.6	+	1.6	+			8.96	3
Ethene	Ethylene	74-85-1	C ₂ H ₄			9	+	4.5	+	10.51	ne
Ethoxyethanol, 2-	Ethyl cellosolve	110-80-5	C ₄ H ₁₀ O ₂			1.3				9.6	5
Ethyl acetate		141-78-6	C ₄ H ₈ O ₂			4.6	+	3.5		10.01	400
Ethyl acetoacetate		141-97-9	C ₈ H ₁₀ O ₃	1.4	+	1.2	+	1.0	+	<10	ne
Ethyl acrylate		140-88-5	C ₈ H ₈ O ₂			2.4	+	1.0	+	<10.3	5
Ethylamine		75-04-7	C ₂ H ₇ N			0.8				8.86	5
Ethylbenzene		100-41-4	C ₈ H ₁₀	0.52	+	0.52	+	0.51	+	8.77	100
Ethyl caprylate	Ethyl octanoate	106-32-1	C ₁₀ H ₂₀ O ₂			+	0.52	+	0.51	+	
Ethylenediamine	1,2-Ethanediamine; 1,2-Diaminoethane	107-15-3	C ₂ H ₈ N ₂	0.9	+	0.8	+	1.0	+	8.6	10
Ethylene glycol *	1,2-Ethandiol	107-21-1	C ₂ H ₆ O ₂			16	+	6	+	10.16	C100
Ethylene glycol, Acrylate	2-hydroxyethyl Acrylate	818-61-1	C ₅ H ₈ O ₃			8.2				≤10.6	





Compound Name	Synonym/Abbreviation	CAS No.	Formula	9.8	C	10.6	C	11.7	C IE (Ev)	TWA
Ethylene glycol dimethyl ether	1,2-Dimethoxyethane, Monoglyme	110-71-4	C ₄ H ₁₀ O ₂	1.1		0.86		0.7	9.2	ne
Ethylene glycol monobutyl ether acetate	2-Butoxyethyl acetate	112-07-2	C ₈ H ₁₆ O ₃				1.3		≤10.6	
Ethylene glycol, monoethio	mercapto-2-ethanol	60-24-2	C ₂ H ₆ OS			1.5			9.65	
Ethylene oxide	Oxirane, Epoxyethane	75-21-8	C ₂ H ₄ O			13	+	3.5	+	10.57
Ethyl ether	Diethyl ether	60-29-7	C ₄ H ₁₀ O			1.1	+	1.7	+	9.51
Ethyl 3-ethoxypropionate	EEP	763-69-9	C ₇ H ₁₄ O ₃	1.2	+	0.75	+			ne
Ethyl formate		109-94-4	C ₃ H ₆ O ₂					1.9		10.61
Ethylhexyl acrylate, 2-	Acrylic acid 2-ethylhexyl ester	103-11-7	C ₁₁ H ₂₀ O ₂			1.1	+	0.5	+	ne
Ethylhexanol	2-Ethyl-1-hexanol	104-76-7	C ₈ H ₁₈ O			1.9			≤10.6	
Ethylidenenorbornene	5-Ethylidene bicyclo(2,2,1)hept-2-ene	16219-75-3	C ₈ H ₁₂	0.4	+	0.39	+	0.34	+	≤8.8
Ethyl (S)-(-)-lactate see also DS-108F	Ethyl lactate, Ethyl (S)-(-)-hydroxypropionate	687-47-8 97-64-3	C ₅ H ₁₀ O ₃	13	+	3.2	+	1.6	+	~10
Ethyl mercaptan	Ethanethiol	75-08-1	C ₂ H ₆ S	0.60	+	0.56	+			9.29
Ethyl sulfide	Diethyl sulfide	352-93-2	C ₄ H ₁₀ S			0.5	+			8.43
Formaldehyde	Formalin	50-00-0	CH ₂ O	NR	+	NR	+	1.6	+	10.87
Formamide		75-12-7	CH ₃ NO			6.9	+	4		10.16
Formic acid		64-18-6	CH ₂ O ₂	NR	+	NR	+	9	+	11.33
Furfural	2-Furaldehyde	98-01-1	C ₅ H ₄ O ₂			0.92	+	0.8	+	9.21
Furfuryl alcohol		98-00-0	C ₅ H ₆ O ₂			0.80	+			<9.5
Gasoline #1		8006-61-9	m.w. 72			0.9	+			300
Gasoline #2, 92 octane		8006-61-9	m.w. 93	1.3	+	1.0	+	0.5	+	300
Glutaraldehyde	1,5-Pentanedial, Glutaric dialdehyde	111-30-8	C ₅ H ₈ O ₂	1.1	+	0.8	+	0.6	+	C0.05
Glycidyl methacrylate	2,3-Epoxypropyl methacrylate	106-91-2	C ₇ H ₁₀ O ₃	2.6	+	1.2	+	0.9	+	0.5
Halothane	2-Bromo-2-chloro-1,1,1-trifluoroethane	151-67-7	C ₂ HBrClF ₃					0.6		11.0
HCFC-22	see Chlorodifluoromethane									
HCFC-123	see 2,2-Dichloro-1,1,1-trifluoroethane									
HCFC-141B	see 1,1-Dichloro-1-fluoroethane									
HCFC-142B	see 1-Chloro-1,1-difluoroethane									
HCFC-134A	see 1,1,1,2-Tetrafluoroethane									
HCFC-225	see Dichloropentafluoropropane									
Heptane, n-		142-82-5	C ₇ H ₁₆	45	+	2.8	+	0.60	+	9.92
Heptanol, 4-	Dipropylcarbinol	589-55-9	C ₇ H ₁₆ O	1.8	+	1.3	+	0.5	+	9.61
Hexamethyldisilazane, 1,1,1,3,3,3-*	HMDS	999-97-3	C ₆ H ₁₉ NSi ₂			0.2	+	0.2	+	-8.6
Hexamethyldisiloxane	HMDSx	107-46-0	C ₆ H ₁₈ OSi ₂	0.33	+	0.27	+	0.25	+	9.64
Hexane, n-		110-54-3	C ₆ H ₁₄	350	+	4.3	+	0.54	+	10.13
Hexanol, 1-	Hexyl alcohol	111-27-3	C ₆ H ₁₄ O	9	+	2.5	+	0.55	+	9.89
Hexene, 1-		592-41-6	C ₆ H ₁₂			0.8				9.44
HFE-7100	see Methyl nonafluorobutyl ether									
Histoclear (Histo-Clear)	Limonene/corn oil reagent		m.w. ~136	0.5	+	0.4	+	0.3	+	ne
Hydrazine *		302-01-2	H ₄ N ₂	>8	+	2.6	+	2.1	+	8.1
Hydrazoic acid	Hydrogen azide		NN ₃							10.7
Hydrogen	Synthesis gas	1333-74-0	H ₂	NR	+	NR	+	NR	+	15.43
Hydrogen cyanide	Hydrocyanic acid	74-90-8	HCN	NR	+	NR	+	NR	+	13.6
Hydrogen iodide *	Hydriodic acid	10034-85-2	HI			-0.6*				10.39
Hydrogen peroxide		7722-84-1	H ₂ O ₂	NR	+	NR	+	NR	+	10.54
Hydrogen sulfide		7783-06-4	H ₂ S	NR	+	3.3	+	1.5	+	10.45
Hydroxypropyl methacrylate		27813-02-1	C ₇ H ₁₂ O ₃	9.9	+	2.3	+	1.1	+	ne
Iodine *		7553-56-2	I ₂	0.1	+	0.1	+	0.1	+	9.40
Iodomethane	Methyl iodide	74-88-4	CH ₃ I	0.21	+	0.22	+	0.26	+	9.54
Isoamyl acetate	Isopentyl acetate	123-92-2	C ₇ H ₁₄ O ₂	10.1		2.1		1.0		<10
Isobutane	2-Methylpropane	75-28-5	C ₄ H ₁₀			100	+	1.2	+	10.57
Isobutanol	2-Methyl-1-propanol	78-83-1	C ₄ H ₁₀ O	19	+	3.8	+	1.5	+	10.02
Isobutene	Isobutylene, Methyl butene	115-11-7	C ₄ H ₈	1.00	+	1.00	+	1.00	+	9.24





Technical Note TN-106

Revised 12/2007

Compound Name	Synonym/Abbreviation	CAS No.	Formula	9.8	C	10.6	C	11.7	C IE (eV)	TWA
Isobutyl acrylate	Isobutyl 2-propenoate	106-63-8	C ₇ H ₁₂ O ₂			1.5	+	0.60	+	Ne
Isosulfurane	1-Chloro-2,2,2-trifluoroethyl difluoromethyl ether, forane	26675-46-7	C ₃ H ₂ ClF ₅ O	NR	+	NR	+	48	+	~11.7 Ne
Isocane	2,2,4-Trimethylpentane	540-84-1	C ₈ H ₁₈			1.2				9.86 ne
Isopar E Solvent	Isoparaffinic hydrocarbons	64741-66-8	m.w. 121	1.7	+	0.8	+			Ne
Isopar G Solvent	Photocopier diluent	64742-48-9	m.w. 148			0.8	+			Ne
Isopar K Solvent	Isoparaffinic hydrocarbons	64742-48-9	m.w. 156	0.9	+	0.5	+	0.27	+	Ne
Isopar L Solvent	Isoparaffinic hydrocarbons	64742-48-9	m.w. 163	0.9	+	0.5	+	0.28	+	Ne
Isopar M Solvent	Isoparaffinic hydrocarbons	64742-47-8	m.w. 191			0.7	+	0.4	+	Ne
Isopentane	2-Methylbutane	78-78-4	C ₅ H ₁₂			8.2				Ne
Isophorone		78-59-1	C ₉ H ₁₄ O					3		9.07 C5
Isoprene	2-Methyl-1,3-butadiene	78-79-5	C ₅ H ₈	0.69	+	0.63	+	0.60	+	8.85 Ne
Isopropanol	Isopropyl alcohol, 2-propanol, IPA	67-63-0	C ₃ H ₈ O	500	+	6.0	+	2.7		10.12 200
Isopropyl acetate		108-21-4	C ₅ H ₁₀ O ₂			2.6				9.99 100
Isopropyl ether	Diisopropyl ether	108-20-3	C ₆ H ₁₄ O			0.8				9.20 250
Jet fuel JP-4	Jet B, Turbo B, F-40	8008-20-6 +	m.w. 115			1.0	+	0.4	+	Ne
	Wide cut type aviation fuel	64741-42-0								
Jet fuel JP-5	Jet 5, F-44, Kerosene type aviation fuel	8008-20-6 +	m.w. 167			0.6	+	0.5	+	29
		64747-77-1								
Jet fuel JP-8	Jet A-1, F-34, Kerosene type aviation fuel	8008-20-6 +	m.w. 165			0.6	+	0.3	+	30
		64741-77-1								
Jet fuel A-1 (JP-8)	F-34, Kerosene type aviation fuel	8008-20-6 +	m.w. 145			0.67				34
		64741-77-1								
Jet Fuel TS	Thermally Stable Jet Fuel, Hydrotreated kerosene fuel (R)-(+)-Limonene	8008-20-6 +	m.w. 165	0.9	+	0.6	+	0.3	+	30
		64742-47-8								
Limonene, D-		5989-27-5	C ₁₀ H ₁₆			0.33	+			~8.2 Ne
Kerosene C10-C16 petro.distillate	– see Jet Fuels	8008-20-6								
MDI	– see 4,4'-Methylenebis(phenylisocyanate)									
Maleic anhydride	2,5-Furandione	108-31-6	C ₄ H ₂ O ₃							~10.8 0.1
Mesitylene	1,3,5-Trimethylbenzene	108-67-8	C ₉ H ₁₂	0.36	+	0.35	+	0.3	+	8.41 25
Methylal chloride	– see 3-Chloro-2-methylpropene									
Methane	Natural gas	74-82-8	CH ₄	NR	+	NR	+	NR	+	12.61 Ne
Methanol	Methyl alcohol, carbinol	67-56-1	CH ₄ O	NR	+	NR	+	2.5	+	10.85 200
Methoxyethanol, 2-	Methyl cellosolve, Ethylene glycol monomethyl ether	109-86-4	C ₃ H ₈ O ₂	4.8	+	2.4	+	1.4	+	10.1 5
Methoxyethoxyethanol, 2-	2-(2-Methoxyethoxy)ethanol	111-77-3	C ₇ H ₁₆ O	2.3	+	1.2	+	0.9	+	<10 Ne
	Diethylene glycol monomethyl ether									
Methoxyethyl ether, 2-	bis(2-Methoxyethyl) ether, Diethylene glycol dimethyl ether, Diglyme	111-96-6	C ₆ H ₁₄ O ₃	0.64	+	0.54	+	0.44	+	<9.8 Ne
Methyl acetate		79-20-9	C ₃ H ₆ O ₂	NR	+	6.6	+	1.4	+	10.27 200
Methyl acrylate	Methyl 2-propenoate, Acrylic acid methyl ester	96-33-3	C ₄ H ₆ O ₂			3.7	+	1.2	+	(9.9) 2
Methylamine	Aminomethane	74-89-5	CH ₅ N			1.2				8.97 5
Methyl amyl ketone	MAK, 2-Heptanone, Methyl pentyl ketone	110-43-0	C ₇ H ₁₄ O	0.9	+	0.85	+	0.5	+	9.30 50
Methyl bromide	Bromomethane	74-83-9	CH ₃ Br	110	+	1.7	+	1.3	+	10.54 1
Methyl t-butyl ether	MTBE, tert-Butyl methyl ether	1634-04-4	C ₅ H ₁₂ O			0.9	+			9.24 40
Methyl cellosolve	see 2-Methoxyethanol									
Methyl chloride	Chloromethane	74-87-3	CH ₃ Cl	NR	+	NR	+	0.74	+	11.22 50
Methylcyclohexane		107-87-2	C ₇ H ₁₄	1.6	+	0.97	+	0.53	+	9.64 400
Methylene bis(phenylisocyanate), 4,4'-*	MDI, Mondur M		C ₁₅ H ₁₀ N ₂ O ₂							Very slow ppb level response 0.005
Methylene chloride	Dichloromethane	75-09-2	CH ₂ Cl ₂	NR	+	NR	+	0.89	+	11.32 25
Methyl ether	Dimethyl ether	115-10-6	C ₂ H ₆ O	4.8	+	3.1	+	2.5	+	10.03 Ne
Methyl ethyl ketone	MEK, 2-Butanone	78-93-3	C ₄ H ₈ O	0.86	+	0.9	+	1.1	+	9.51 200
Methylhydrazine	Monomethylhydrazine, Hydrazomethane	60-34-4	C ₂ H ₈ N ₂	1.4	+	1.2	+	1.3	+	7.7 0.01
Methyl isoamyl ketone	MIAK, 5-Methyl-2-hexanone	110-12-3	C ₇ H ₁₄ O	0.8	+	0.76	+	0.5	+	9.28 50





Technical Note TN-106

Revised 12/2007

Compound Name	Synonym/Abbreviation	CAS No.	Formula	9.8	C	10.6	C	11.7	C	IE (eV)	TWA
Methyl isobutyl ketone	MIBK, 4-Methyl-2-pentanone	108-10-1	C ₈ H ₁₆ O	0.9	+	0.8	+	0.6	+	9.30	50
Methyl isocyanate	CH3NCO	624-83-9	C ₂ H ₃ NO	NR	+	4.6	+	1.5	+	10.67	0.02
Methyl isothiocyanate	CH3NCS	551-61-6	C ₂ H ₃ NS	0.5	+	0.45	+	0.4	+	9.25	ne
Methyl mercaptan	Methanethiol	74-93-1	CH ₄ S	0.65		0.54		0.66		9.44	0.5
Methyl methacrylate		80-62-6	C ₅ H ₈ O ₂	2.7	+	1.5	+	1.2	+	9.7	100
Methyl nonafluorobutyl ether	HFE-7100DL	163702-08-7, 163702-07-6	C ₅ H ₂ F ₈ O			NR	+	-35	+		ne
Methyl-1,5-pentanediamine, 2-(coats lamp) *	Dytek-A amine, 2-Methyl pentamethylenediamine	15520-10-2	C ₆ H ₁₆ N ₂			-0.6	+			<9.0	ne
Methyl propyl ketone	MPK, 2-Pentanone	107-87-9	C ₅ H ₁₀ O			0.93	+	0.79	+	9.38	200
Methyl-2-pyrrolidinone, N-	NMP, N-Methylpyrrolidone, 1-Methyl-2-pyrrolidinone, 1-Methyl-2-pyrrolidone	872-50-4	C ₅ H ₉ NO	1.0	+	0.8	+	0.9	+	9.17	ne
Methyl salicylate	Methyl 2-hydroxybenzoate	119-36-8	C ₉ H ₈ O ₃	1.3	+	0.9	+	0.9	+	-9	ne
Methylstyrene, α-	2-Propenylbenzene	98-83-9	C ₉ H ₁₀			0.5				8.18	50
Methyl sulfide	DMS, Dimethyl sulfide	75-18-3	C ₂ H ₆ S	0.49	+	0.44	+	0.46	+	8.69	ne
Mineral spirits	Stoddard Solvent, Varsol 1, White Spirits	8020-83-5 8052-41-3 68551-17-7	m.w. 144	1.0		0.69	+	0.38	+		100
Mineral Spirits - Viscor 120B Calibration Fluid, b.p. 156-207°C		8052-41-3	m.w. 142	1.0	+	0.7	+	0.3	+		100
Monoethanolamine - see Ethanolamine											
Mustard *	HD, Bis(2-chloroethyl) sulfide	505-60-2 39472-40-7 68157-62-0	C ₄ H ₈ Cl ₂ S			0.6					0.0005
Naphtha - see VM & P Naptha											
Naphthalene	Mothballs	91-20-3	C ₁₀ H ₈	0.45	+	0.42	+	0.40	+	8.13	10
Nickel carbonyl (in CO)	Nickel tetracarbonyl	13463-39-3	C ₄ NiO ₄			0.18				<8.8	0.001
Nicotine		54-11-5	C ₁₀ H ₁₄ N ₂			2.0				≤10.6	
Nitric oxide		10102-43-9	NO	-6		5.2	+	2.8	+	9.26	25
Nitrobenzene		98-95-3	C ₆ H ₅ NO ₂	2.6	+	1.9	+	1.6	+	9.81	1
Nitroethane		79-24-3	C ₂ H ₅ NO ₂					3		10.88	100
Nitrogen dioxide		10102-44-0	NO ₂	23	+	16	+	6	+	9.75	3
Nitrogen trifluoride		7783-54-2	NF ₃	NR		NR		NR		13.0	10
Nitromethane		75-52-5	CH ₃ NO ₂					4		11.02	20
Nitropropane, 2-		79-46-9	C ₃ H ₇ NO ₂					2.6		10.71	10
Nonane		111-84-2	C ₉ H ₂₀			1.4				9.72	200
Norpar 12	n-Paraffins, mostly C ₁₀ -C ₁₃	64771-72-8	m.w. 161	3.2	+	1.1	+	0.28	+		ne
Norpar 13	n-Paraffins, mostly C ₁₃ -C ₁₄	64771-72-8	m.w. 189	2.7	+	1.0	+	0.3	+		ne
Octamethylcyclotetrasiloxane		556-67-2	C ₈ H ₂₄ O ₄ Si ₄	0.21	+	0.17	+	0.14	+		ne
Octamethyltrisiloxane		107-51-7	C ₈ H ₂₄ O ₂ Si ₃	0.23	+	0.18	+	0.17	+	<10.0	ne
Octane, n-		111-65-9	C ₈ H ₁₈	13	+	1.8	+			9.82	300
Octene, 1-		111-66-0	C ₈ H ₁₆	0.9	+	0.75	+	0.4	+	9.43	75
Pentane		109-66-0	C ₅ H ₁₂	80	+	8.4	+	0.7	+	10.35	600
Peracetic acid *	Peroxyacetic acid, Acetyl hydroperoxide	79-21-0	C ₂ H ₄ O ₃	NR	+	NR	+	2.3	+		ne
Peracetic/Acetic acid mix *	Peroxyacetic acid, Acetyl hydroperoxide	79-21-0	C ₂ H ₄ O ₃			50	+	2.5	+		ne
Perchloroethene	PCE, Perchloroethylene, Tetrachloroethylene	127-18-4	C ₂ Cl ₄	0.69	+	0.57	+	0.31	+	9.32	25
PGME	Propylene glycol methyl ether, 1-Methoxy-2-propanol	107-98-2	C ₆ H ₁₂ O ₃	2.4	+	1.5	+	1.1	+		100
PGMEA	Propylene glycol methyl ether acetate, 1-Methoxy-2-acetoxypropane, 1-Methoxy-2-propanol acetate	108-65-6	C ₈ H ₁₂ O ₃	1.65	+	1.0	+	0.8	+		ne
Phenol	Hydroxybenzene	108-95-2	C ₆ H ₆ O	1.0	+	1.0	+	0.9	+	8.51	5
Phosgene	Dichlorocarbonyl	75-44-5	CCl ₂ O	NR	+	NR	+	8.5	+	11.2	0.1
Phosgene in Nitrogen	Dichlorocarbonyl	75-44-5	CCl ₂ O	NR	+	NR	+	6.8	+	11.2	0.1
Phosphine (coats lamp)		7803-51-2	PH ₃	28		3.9	+	1.1	+	9.87	0.3





Technical Note TN-106

Revised 12/2007

Compound Name	Synonym/Abbreviation	CAS No.	Formula	9.8	C	10.6	C	11.7	C	IE (eV)	TWA
Photocopier Toner	Isoparaffin mix					0.5	+	0.3	+	9.04	ne
Picoline, 3-	3-Methylpyridine	108-99-6	C ₈ H ₇ N			0.9				9.04	ne
Pinene, α-		2437-95-8	C ₁₀ H ₁₈			0.31	+	0.47		8.07	ne
Pinene, β-		18172-67-3	C ₁₀ H ₁₈	0.38	+	0.37	+	0.37	+	~8	100
Piperylene, isomer mix	1,3-Pentadiene	504-60-9	C ₅ H ₈	0.76	+	0.69	+	0.64	+	8.6	100
Propane		74-98-6	C ₃ H ₈			NR	+	1.8	+	10.95	2500
Propanol, n-	Propyl alcohol	71-23-8	C ₃ H ₈ O			5		1.7		10.22	200
Propene	Propylene	115-07-1	C ₃ H ₆	1.5	+	1.4	+	1.6	+	9.73	ne
Propionaldehyde	Propanal	123-38-6	C ₃ H ₆ O			1.9				9.95	ne
Propyl acetate, n-		109-60-4	C ₅ H ₁₀ O ₂			3.5		2.3		10.04	200
Propylamine, n-	1-Propylamine, 1-Aminopropane	107-10-8	C ₃ H ₉ N	1.1	+	1.1	+	0.9	+	8.78	ne
Propylene carbonate *		108-32-7	C ₄ H ₆ O ₃			62	+	1	+	10.5	ne
Propylene glycol	1,2-Propanediol	57-55-6	C ₃ H ₈ O ₂	18		5.5	+	1.6	+	<10.2	ne
Propylene glycol propyl ether	1-Propoxy-2-propanol	1569-01-3	C ₆ H ₁₄ O ₂	1.3	+	1.0	+	1.6	+		ne
Propylene oxide	Methyloxirane	75-56-9	C ₃ H ₆ O	~240		6.6	+	2.9	+	10.22	20
		16088-62-3									
		15448-47-2									
Propyleneimine	2-Methylaziridine	75-55-8	C ₃ H ₇ N	1.5	+	1.3	+	1.0	+	9.0	2
Propyl mercaptan, 2-	2-Propanethiol, Isopropyl mercaptan	75-33-2	C ₃ H ₈ S	0.64	+	0.66	+			9.15	ne
Pyridine		110-86-1	C ₅ H ₅ N	0.78	+	0.7	+	0.7	+	9.25	5
Pyrrolidine (coats lamp)	Azacyclohexane	123-75-1	C ₄ H ₉ N	2.1	+	1.3	+	1.6	+	~8.0	ne
RR7300 (PGME/PGMEA)	70:30 PGME:PGMEA (1-Methoxy-2-propanol:1-Methoxy-2-acetoxypropane)	107-98-2	C ₄ H ₁₀ O ₂ / C ₆ H ₁₂ O ₃			1.4	+	1.0	+		ne
Sarin	GB, Isopropyl methylphosphonofluoridate	107-44-8	C ₄ H ₁₀ FO ₂ P			~3					
Stoddard Solvent - see Mineral Spirits		50642-23-4									
		8020-83-5									
Styrene		100-42-5	C ₈ H ₈	0.45	+	0.40	+	0.4	+	8.43	20
Sulfur dioxide		7446-09-5	SO ₂	NR		NR	+	NR	+	12.32	2
Sulfur hexafluoride		2551-62-4	SF ₆	NR		NR		NR		15.3	1000
Sulfuryl fluoride	Vikane	2699-79-8	SO ₂ F ₂	NR		NR		NR		13.0	5
Tabun *	Ethyl N, N-dimethylphosphoramidocyanidate	77-81-6	C ₅ H ₁₁ N ₂ O ₂ P			0.8					15ppt
Tetrachloroethane, 1,1,1,2-		630-20-6	C ₂ H ₂ Cl ₄					1.3		~11.1	ne
Tetrachloroethane, 1,1,2,2-		79-34-5	C ₂ H ₂ Cl ₄	NR	+	NR	+	0.60	+	~11.1	1
Tetrachlorosilane		10023-04-7	SiCl ₄	NR		NR		15	+	11.79	ne
Tetraethyl lead	TEL	78-00-2	C ₈ H ₂₀ Pb	0.4		0.3		0.2		~11.1	0.008
Tetraethyl orthosilicate	Ethyl silicate, TEOS	78-10-4	C ₈ H ₂₀ O ₄ Si			0.7	+	0.2	+	~9.8	10
Tetrafluoroethane, 1,1,1,2-	HFC-134A	811-97-2	C ₂ H ₂ F ₄			NR		NR			ne
Tetrafluoroethene	TFE, Tetrafluoroethylene, Perfluoroethylene	116-14-3	C ₂ F ₄			~15				10.12	ne
Tetrafluoromethane	CFC-14, Carbon tetrafluoride	75-73-0	CF ₄			NR	+	NR	+	>15.3	ne
Tetrahydrofuran	THF	109-99-9	C ₄ H ₈ O	1.9	+	1.7	+	1.0	+	9.41	200
Tetramethyl orthosilicate	Methyl silicate, TMOS	681-84-5	C ₄ H ₁₂ O ₄ Si	10	+	1.9	+			~10	1
Therminol® D-12 *	Hydrotreated heavy naphtha	64742-48-9	m.w. 160	0.8	+	0.51	+	0.33	+		ne
Therminol® VP-1 *	Dowtherm A, 3:1 Diphenyl oxide:	101-84-8	C ₁₂ H ₁₀ O			0.4	+				1
	Biphenyl	92-52-4	C ₁₂ H ₁₀								
Toluene	Methylbenzene	108-88-3	C ₇ H ₈	0.54	+	0.50	+	0.51	+	8.82	50
Toluene-2,4-diisocyanate	TDI, 4-Methyl-1,3-phenylene-2,4-diisocyanate	584-84-9	C ₉ H ₈ N ₂ O ₂	1.4	+	1.4	+	2.0	+		0.002
Trichlorobenzene, 1,2,4-	1,2,4-TCB	120-82-1	C ₆ H ₃ Cl ₃	0.7	+	0.46	+			9.04	C5
Trichloroethane, 1,1,1-	1,1,1-TCA, Methyl chloroform	71-55-6	C ₂ H ₃ Cl ₃			NR	+	1	+	11	350
Trichloroethane, 1,1,2-	1,1,2-TCA	79-00-5	C ₂ H ₃ Cl ₃	NR	+	NR	+	0.9	+	11.0	10
Trichloroethene	TCE, Trichloroethylene	79-01-6	C ₂ HCl ₃	0.62	+	0.54	+	0.43	+	9.47	50
Trichloromethylsilane	Methyltrichlorosilane	75-79-6	CH ₃ Cl ₃ Si	NR		NR		1.8	+	11.36	ne
Trichlorotrifluoroethane, 1,1,2-	CFC-113	76-13-1	C ₂ Cl ₃ F ₃			NR		NR		11.99	1000
Triethylamine	TEA	121-44-8	C ₆ H ₁₅ N	0.95	+	0.9	+	0.65	+	7.3	1
Triethyl borate	TEB; Boric acid triethyl ester	150-46-9	C ₆ H ₁₅ O ₃ B			2.2	+	1.1	+	~10	ne





Technical Note TN-106

Revised 12/2007

Compound Name	Synonym/Abbreviation	CAS No.	Formula	9.8	C	10.6	C	11.7	C IE (eV)	TWA
Triethyl phosphate	Ethyl phosphate	78-40-0	C ₆ H ₁₅ O ₄ P	~50	+	3.1	+	0.60	+	9.79 ne
Trifluoroethane, 1,1,2-		430-66-0	C ₂ H ₃ F ₃					34		12.9 ne
Trimethylamine		75-50-3	C ₃ H ₉ N			0.9				7.82 5
Trimethylbenzene, 1,3,5- - see Mesitylene		108-67-8								25
Trimethyl borate	TMB; Boric acid trimethyl ester, Boron methoxide	121-43-7	C ₃ H ₉ O ₃ B			5.1	+	1.2	+	10.1 ne
Trimethyl phosphate	Methyl phosphate	512-56-1	C ₃ H ₉ O ₄ P			8.0	+	1.3	+	9.99 ne
Trimethyl phosphite	Methyl phosphite	121-45-9	C ₃ H ₉ O ₃ P			1.1	+		+	8.5 2
Turpentine	Pinenes (85%) + other diisoprenes	8006-64-2	C ₁₀ H ₁₆	0.37	+	0.30	+	0.29	+	~8 20
Undecane		1120-21-4	C ₁₁ H ₂₄			2				9.56 ne
Varsol - see Mineral Spirits										
Vinyl acetate		108-05-4	C ₄ H ₆ O ₂	1.5	+	1.2	+	1.0	+	9.19 10
Vinyl bromide	Bromoethylene	593-60-2	C ₂ H ₃ Br			0.4				9.80 5
Vinyl chloride	Chloroethylene, VCM	75-01-4	C ₂ H ₃ Cl			2.0	+	0.6	+	9.99 5
Vinyl-1-cyclohexene, 4-	Butadiene dimer, 4-Ethenylcyclohexene	100-40-3	C ₈ H ₁₂	0.6	+	0.56	+			9.83 0.1
Vinylidene chloride - see 1,1-Dichloroethene										
Vinyl-2-pyrrolidinone, 1-	NVP, N-vinylpyrrolidone, 1-ethenyl-2-pyrrolidinone	88-12-0	C ₆ H ₉ NO	1.0	+	0.8	+	0.9	+	ne
Viscor 120B - see Mineral Spirits	Viscor 120B Calibration Fluid									
V. M. & P. Naphtha	Ligroin; Solvent naphtha; Varnish maker's & painter's naphtha	64742-89-8	m.w. 111 (C ₈ -C ₉)	1.7	+	0.97	+			300
Xylene, m-	1,3-Dimethylbenzene	108-38-3	C ₈ H ₁₀	0.50	+	0.44	+	0.40	+	8.56 100
Xylene, o-	1,2-Dimethylbenzene	95-47-6	C ₈ H ₁₀	0.56	+	0.46	+	0.43	+	8.56 100
Xylene, p-	1,4-Dimethylbenzene	106-42-3	C ₈ H ₁₀	0.48	+	0.39	+	0.38	+	8.44 100
None				1		1		1		
Undetectable				1E+6		1E+6		1E+6		

* Compounds indicated in green can be detected using a MiniRAE 2000 or ppbRAE/+ with slow response, but may be lost by adsorption on a MultiRAE or EntryRAE. Response on multi-gas meters can give an indication of relative concentrations, but may not be quantitative and for some chemicals no response is observed.

Therminol® is a registered Trademark of Solutia, Inc.

Appendix I:

Example of Automatic Calculation of Correction Factors, TLVs and Alarm Limits for Mixtures

(Calculations performed using Excel version of this database, available on request)

Compound	CF 9.8 eV	CF 10.6 eV	CF 11.7eV	Mol. Frac	Conc ppm	TLV ppm	STEL Ppm
Benzene	0.55	0.53	0.6	0.01	1	0.5	2.5
Toluene	0.54	0.5	0.51	0.06	10	50	150
Hexane, n-	300	4.3	0.54	0.06	10	50	150
Heptane, n-	45	2.8	0.6	0.28	50	400	500
Styrene	0.45	0.4	0.42	0.06	10	20	40
Acetone	1.2	1.1	1.4	0.28	50	750	1000
Isopropanol	500	6	2.7	0.28	50	400	500
None	1	1	1	0.00	0	1	
Mixture Value:	2.1	1.5	0.89	1.00	181	56	172
TLV Alarm Setpoint when Calibrated to Isobutylene:	26 ppm	37 ppm	62 ppm		ppm	ppm	ppm
STEL Alarm Setpoint, same Calibration	86 ppm	115 ppm	193 ppm				



ANLAGE 03: TABELLE PID-MESSGERÄT DRÄGER

Version 10, October 2017

Substance	Substanz	CAS	Ionization potential	Multi-PID 2		X-am 7000	
				Code	RF	Code	Smart PID RF
Acetaldehyde	Acetaldehyd	75-07-0	10.21 eV	ACETAL	10.5		
Acetic acid	Essigsäure	64-19-7		not possible with 10.6eV			
Acetic anhydride	Essigsäureanhydrid	108-24-7	10.0 eV		4.9		
Acetone	Aceton	67-64-1	9.69 eV	ACTO	1.2	ACTO	1.15
Acetophenone	Acetophenon	98-86-2	9.28 eV		1.7		
Acrolein (2-Propenal)	Acrolein	107-02-8	10.10 eV	ACROLEIN	4.0		
Acrylonitrile	Acrylnitril			not detectable			
Allyl Chloride (3-Chloro-1-Propene)	Allylchlorid	107-05-1	10.20 eV	ALLCHLOR	3.9		3.50
Allyl alcohol	Allylalkohol	107-18-6	9.67 eV		2.7		
2-Amino-2-methylpropanol	2-Amino-2-methylpropanol	124-68-5			2.2		6.5
Ammonia	Ammoniak	7664-41-7	10.16 eV		10.0		>15
Aniline	Anilin	62-53-3	7.70 eV		0.5		1.90
Benzene	Benzol	71-43-2	9.25 eV	BENZ	0.5	BENZ	0.62
Benzoyl chloride	Benzoylchlorid	98-88-4			1.6		6.7
Benzonitrile	Benzonitril	100-47-0	9.70 eV		0.5		
Benzyl alcohol	Benzylalkohol	100-51-6	9.00 eV		1.0		
Biphenyl	Biphenyl	92-52-4	7.95 eV		1.3		not possible ¹⁾
Bromine	Brom	7726-95-6		not detectable			
Bromoform (Tribromomethane)	Bromoform	75-25-2	10.48 eV	BROMFORM	2.0		
1-Bromopropane	1-Bromopropan	106-94-5	10.18 eV		1.5		1.10
1,3-Butadiene	1,3-Butadien	106-99-0	9.07 eV	13BUTADI	0.7		1.00
n-Butanal	n-Butanal	123-72-8			1.6		
n-Butane	n-Butan	106-97-8			0.2		
n-Butanol	1-Butanol	71-36-3	10.23 eV	nBUTANOL	3.4		5.10
2-Butoxyethanol	2-Butoxyethanol	111-76-2			1.2		
2-Butoxyethyl acetate	2-Butoxyethylacetat	112-07-2			2.3		
n-Butyl Acetate	1-Butylacetat	123-86-4	10.01 eV	nBUTACET	2.3		3.30
n-Butyl Acrylate	n-Butylacrylat	141-32-2		nBUTACRY	1.8		1.00
n-Butyl Mercaptan (1-Butanethiol)	n-Butylmercaptan	109-79-5	9.15 eV	nBUTMERC	0.6		
Carbon Dioxide	Kohlenstoffdioxid	124-38-9		not detectable			
Carbon Disulfide	Schwefelkohlenstoff	75-15-0	10.13 eV	CS2	1.3		1.05
Carbon monoxide	Kohlenstoffmonoxid	630-08-0		not detectable			
Carbonyl sulfide	Carbonylsulfid	463-58-1		not detectable			
Chlorine dioxide	Chlordioxid	10049-04-4	10.33 eV	not detectable			
Chloroacetone	Chloroaceton	78-95-5	9.92 eV		1.3		1.6

Version 10, October 2017

Substance	Substanz	CAS	Ionization potential	Multi-PID 2		X-am 7000	
				Code	RF	Code	Smart PID RF
4-Chloroaniline	p-Chloranilin	106-47-8	8.10 eV		1.3		
Chlorobenzene	Chlorbenzol	108-90-7	9.07 eV	CLBZ	0.4	CLBZ	0.77
2-Chloro-1,3-butadiene	2-Chlor-1,3-butadien	126-99-8			0.4		
Chlorodifluoromethane	Chlordifluormethan (R22)	75-45-6		not detectable			
Chloroform	Chloroform (Trichlormethan)	67-66-3		not detectable			
Chloropicrin	Chlorpicrin	76-06-2		not detectable			
m-Cresol	m-Kresol	108-39-4	8.29 eV		1.0		not possible ¹⁾
o-Cresol	o-Kresol	95-48-7	8.24 eV		0.55		not possible ¹⁾
p-Cresol	p-Kresol	106-44-5	8.34 eV		2.1		not possible ¹⁾
Crotonaldehyde (2-Butenal)	Crotonaldehyd (2-Butenal)	4170-30-3	9.73 eV	CROTONAL	1.2		
Cumene (Isopropylbenzene)	Cumol	98-82-8	8,75 eV	CUMOL	0.6		1.20
Cyanogen bromide	Bromcyan	506-68-3		not detectable			
Cyclohexane	Cyclohexan	110-82-7	9.98 eV	CYHE	1.3	CYHE	1.53
Cyclohexanone	Cyclohexanon	108-94-1	9.14 eV	CYCHEXON	0.9		3.20
Cyclohexylamine	Cyclohexylamin	108-91-8	8.60 eV		0.5		
Cyclopentane	Cyclopentan	287-92-3	10.33 eV		> 20		
Decane	n-Decan	124-18-5	10.19 eV		1.1		
Dibutylamine	Dibutylamin	111-92-2	7.69 eV		0.7		
Dibutylether	Dibutylether	142-96-1	9.28 eV		1.0		
1,2-Dichlorobenzene (ortho-)	1,2-Dichlorbenzol	95-50-1	9.07 eV	12DCBENZ	0.5		
cis-1,2-Dichloroethylene	1,2-Dichlorethen (cis)	156-59-2	9.65 eV	cis12DCE	0.8		0.80
trans-1,2-Dichloroethylene	1,2-Dichlorethen (trans)	156-60-5	9.66 eV	tm12DCE	0.4		0.42
1,3 Dichloropropene (Telone)	1,3-Dichlorpropen	542-75-6			0.8		
1,1-Difluorethylene	1,1-Difluorethen	75-38-7	10.29 eV		12.0		
N,N Diethylanilin	N,N Diethylanilin	91-66-7	6.99eV		0.4		
Dicyclopentadiene	Dicyclopentadien	77-73-6			0.5		1.25
Diethylene glycol monoethyl ether	Diethylenglycolmonoethylether	111-90-0			6.1		no display
Diisobutyl carbinol	Diisobutyl carbinol	108-82-7			0.7		2.2
N,N-Diisopropylethylamine	N,N-Diisopropylethylamin	7087-68-5					0.9
N,N-Dimethylacetamide	N,N-Dimethylacetamid	127-19-5	9.20 eV		1.0		not possible ¹⁾
Dimethyldisulfide	Dimethyldisulfid	624-92-0	8.96 eV		0.2		0.37
Dimethyl ether	Dimethylether	115-10-6	10,03 eV		2.2		2.70
N,N-Dimethylformamide (DMF)	N,N-Dimethylformamid	68-12-2	9.45 eV	N,N-DMF	0.8		1.40
Dimethyl sulfate	Dimethylsulfat	77-78-1		not detectable		not detectable	

Version 10, October 2017

Substance	Substanz	CAS	Ionization potential	Multi-PID 2		X-am 7000	
				Code	RF	Code	Smart PID RF
Dimethylsulfide	Dimethylsulfid	75-18-3	8.69 eV		1.0		0.52
1,4-Dioxane	1,4-Dioxan	123-91-1	9.41 eV	DIOXAN	1.3		1.20
Diphenyl ether	Diphenylether	101-84-8			1.4	not possible ¹⁾	
Epichlorohydrin	Epichlorohydrin	106-89-8	10.60 eV	EPICLHYD	6.5		
Ethanol	Ethanol	64-17-5	10.48 eV	ETHANOL	8.8		10.0
Ethyl Acetate	Ethylacetat	141-78-6	10.11 eV	ETAC	3.8	ETAC	3.83
Ethyl Acrylate	Ethylacrylat	140-88-5	10.30 eV	ETHYACRY	2.3		
Ethylbenzene	Ethylbenzol	100-41-4	8.76 eV	ETBZ	0.5	ETBZ	0.88
Ethylbromide	Ethylbromid	74-96-4	10.29 eV		4.8		
Ethyl Cellosolve (2-Ethoxyethanol)	2-Ethoxyethanol	110-80-5	9.60 eV	ETHCELLO	1.3		
Ethylenediamine	Ethylendiamin	107-15-3	9.25 eV		3.0		
Ethylen oxide	Ethylenoxid	75-21-8	10.56 eV		approx. 17	not possible ¹⁾	
Ethylene	Ethylen	74-85-1	10.52 eV	ETHYLEN	10.1	100 ppm = RF 10 1000 ppm = RF 9,4	
Ethylene chlorohydrin	2-Chlorethanol	107-07-3			not detectable		
Ethylene glycol	Ethylenglycol	107-21-1					> 15
Ethyl Ether (Diethyl Ether)	Diethylether	60-29-7	9.41 eV	ETHETHER	1.2		1.30
Ethyl formate	Ethylformiat	109-94-4			not detectable		
2-Ethyl hexanal	2-Ethylhexanal	123-05-7			0.9		1.84
2-Ethylhexylacrylate	2-Ethylhexylacrylat	103-11-7			1.8		
Ethyl lactate	Ethyllactat	97-64-3			3.8		4.35
Ethyl Mercaptan (Ethanethiol)	Ethylmercaptan	75-08-1	9.29 eV	ETHMERC	0.6		
Ethyl tert Butyl Ether (ETBE)	2-Ethoxy-2-methylpropan (ETBE)	637-92-3	9.39 eV		0.9		0.75
4-Ethyltoluene	4-Ethyltoluol	622-96-8			0.5		1.7
Formaldehyde	Formaldehyd	50-00-0			not detectable		
Furan	Furan	110-00-9			0.8		0.79
Furfural	Furfural	98-01-1	9.22 eV		1.0		1.90
n-Heptane	n-Heptan	142-82-5	10.07 eV	nHEPTAN	2.4		2.10
Heptane-2-one	2-Heptanon	110-43-0	9.27 eV		0.9		1.20
Hexachlorocyclopentadiene	Hexachlorocyclopentadien	77-47-4			0.7		
Hexamethyldisiloxane (HMDSO)	Hexamethyldisiloxan (HMDSO)	107-46-0			0.4		0.4
Hexamethylenediamine	Hexamethylendiamin	124-09-4				no measurement values	
n-Hexane	n-Hexan	110-54-3	10.18 eV	nHEXAN	4.7		5.30
1-Hexene	1-Hexen	592-41-6	9.46 eV		1.6		1.00
HFE-7100 (3M)	HFE-7100 (3M)	163702-07-6			not detectable		

Version 10, October 2017

Substance	Substanz	CAS	Ionization potential	Multi-PID 2		X-am 7000	
				Code	RF	Code	Smart PID RF
HFE-7100 (3M)	HFE-7100 (3M)	163702-08-7			not detectable		
Hydrazine	Hydrazin	302-01-2	8.10 eV		1.0		
Hydrazoic acid	Stickstoffwasserstoffsäure				not detectable		
Hydrogen	Wasserstoff	1333-74-0			not detectable		
Hydrogen cyanide	Cyanwasserstoff (Blausäure)	74-90-8			not detectable		
Hydrogen Selenide	Selenwasserstoff	7783-07-5	9.9 eV		0.8		
Hydrogen Sulfide	Schwefelwasserstoff	7783-06-4	10.46 eV	H2S	3.3		3.00
4-Hydroxy-4-methyl-2-pentanone (Diaceton alcohol)	4-Hydroxy-4-methylpentan-2-on	123-42-2	9.96 eV		0.6		
Iodomethane	Iodmethan	74-88-4	9.54 eV		0.9		0.4
Iron pentacarbonyl	Eisenpentacarbonyl	13463-40-6	8.00 eV		0.6		
Isoamyl Acetate	Isoamylacetat	123-92-2	9.90 eV	IAMYACET	1.8		
Isobutane	Isobutan	75-28-5			not possible with 10.6 eV	not possible with 10.6 eV	
Isobutene	Isobuten	115-11-7	9.24 eV	IBUT	1.0	IBUT	1.00
Isobutyl Acetate	iso-Butylacetat	110-19-0	9.97 eV	IBUTACET	3.6		3.6
Isobutyraldehyde	Isobutyraldehyd	78-84-2	9.73 eV	IBUTALDE	1.1		
Isofluran	Isofluran	26675-46-7			not detectable		
iso-Octane (2,2,4-Trimethylpentane)	Isooctan	540-84-1	10.24 eV	IOCTAN	1.2		1.20
Isopentane	2-Methylbutan	78-78-4	10.32 eV	IPENTAN	8.2		
Isoprene (2-Methyl-1,3-Butadiene)	Isopren	78-79-5	8.85 eV	ISOPREN	0.6		0.14
Isopropanol	2-Propanol (IPA)	67-63-0	10.16 eV	IPA	4.4		4.20
Isopropyl Acetate	Isopropylacetat	108-21-4	9.99 eV	IPACETAT	2.6		
Isopropyl Cellosolve	Isopropylcellosolv	109-59-1			1.2		
Isopropyl Ether	Isopropylether	108-20-3	9.20 eV	IPROPETH	0.8		
Isopropyl glycidyl ether	Isopropylglycidether	4016-14-2			1.1		1.92
Kerosine / Jet Fuel	Kerosin / Jet Fuel (FP bis 55°C)	8008-20-6					1.00
Methane	Methan	74-82-8			not detectable		
Methanol	Methanol	67-56-1			not detectable		
1-Methoxy-2-propanol	1-Methoxy-2-propanol	107-98-2			1.4		1.95
1-Methoxy-2-propylacetate	1-Methoxypropylacetate	108-65-6			1.2		1.46
2-Methoxy-ethanol	2-Methoxyethanol	109-86-4	10.13 eV		3.0		
Methyl acetate	Methylacetat	79-20-9	10.27 eV		5.5		
Methyl Bromide (Bromomethane)	Methylbromid (Brommethan)	74-83-9	10.53 eV	MEBR	1.6	MEBR	1.92
Methyl chloride	Methylchlorid	74-87-3			not detectable		
Methylcyclohexane	Methylcyclohexan	108-87-2	9.64 eV		0.8		0.87

Version 10, October 2017

Substance	Substanz	CAS	Ionization potential	Multi-PID 2		X-am 7000	
				Code	RF	Code	Smart PID RF
Methylene chloride	Methylenchlorid	75-09-2		not detectable			
Methyl Ethyl Ketone	Methylethylketon	78-93-3	9.53 eV	MEK	0.8	MEK	0.64
Methyl Isobutyl Ketone	Methylisobutylketon	108-10-1	9.30 eV	MIBK	1.0		0.90
Methyl Mercaptan (Methanethiol)	Methylmercaptan	74-93-1	9.44 eV	METHMERC	0.5		
Methyl Methacrylate	Methylmethacrylat	80-62-6	9.74 eV	MeMeACRY	1.4		1.30
2-Methylpentane	2-Methylpentan	107-83-5	10.00 eV		4.2		
Methyl propyl ether	Methylpropylether	557-17-5	9.41 eV		1.8		1.52
1-Methyl-2-pyrrolidone	N-Methyl Pyrrolidone	872-50-4	9.17 eV		1.4	not possible ¹⁾	
Methyl salicylate	Methylsalicylat	119-36-8	7.65 eV		1.2	not possible ¹⁾	
Methyl tert-Butyl Ether (MTBE)	Methyl tert-Butylether (MTBE)	1634-04-4	9.41 eV	MTBE	0.8	MTBE	0.85
Monomethylamine	Monomethylamin	74-89-5	8.97 eV	MMeAMIN	1.3		
Naphthalene	Naphthalen	91-20-3	8.10 eV		0.55	not possible ¹⁾	
Nitrobenzene	Nitrobenzol	98-95-3	9.92 eV		1.7		10.3
Nitrogen	Stickstoff	7727-37-9		not detectable			
Nitrogen dioxide	Stickstoffdioxid	10102-44-0		not detectable			
2-Nitrotoluene	o-Nitrotoluol	88-72-2	9.24 eV		1.5		
3-Nitrotoluene	3-Nitrotoluol	99-08-1	9.50 eV		1.6		
n-Nonane	n-Nonan	111-84-2	10.21 eV	NONA	1.4	NONA	1.70
n-Octane	n-Octan	111-65-9	10.24 eV	OCTA	1.6	OCTA	2.30
1-Octene	1-Octen	111-66-0			0.95		0.85
Oxygen	Sauerstoff	7782-44-7		not detectable			
n-Pentane	n-Pentan	109-66-0	10.53 eV	nPENTAN	10.4		8.00
Phenol	Phenol	108-95-2	8.69 eV		0.4	not possible ¹⁾	
Phenyl hydrazine	Phenylhydrazin	100-63-0	7.74 eV		1.3		
Phosphine	Phosphorwasserstoff	7803-51-2	9.87 eV		3.4		4.35
alpha-Pinene	alpha-Pinen	2437-95-8	8.10 eV	aPIN	0.4	aPIN	0.49
Propane	Propan	74-98-6		not detectable			
n-Propanol	n-Propanol	71-23-8	10.51 eV	nPA	5.1		5.60
Propionaldehyde (Propanal)	Propionaldehyd	123-38-6	9.98 eV	PROPANAL	14.8		
n-Propyl Acetate	n-Propylacetat	109-60-4	10.04 eV	nPROACET	3.1		
Propylene	Propylen	115-07-1	9.73 eV	PROPYLEN	1.2		0.60
Propylene Oxide	1,2-Epoxypropan	75-56-9	10.22 eV	PROPOXID	5.8		6.50
Styrene	Styrol	100-42-5	8.47 eV	STYR	0.4	STYR	0.84
Sulfur hexafluoride	Schwefelhexafluorid (SF6)	2551-62-4		not detectable			

Version 10, October 2017

Substance	Substanz	CAS	Ionization potential	Multi-PID 2		X-am 7000	
				Code	RF	Code	Smart PID RF
Sulfuryl difluoride	Sulfuryldifluorid (Vikane)	2699-79-8		not detectable			
Tetrachloroethylene (PCE)	Perchloroethylen	127-18-4	9.32 eV	PCE	0.5		0.62
Tetraethyl lead	Bleitetraethyl	78-00-2	8.00 eV		0.4		
1,1,1,2-Tetrafluoroethane	1,1,1,2-Tetrafluoroethan (R134a)	811-97-2		not detectable			
Tetrahydrofuran	Tetrahydrofuran	109-99-9	9.54 eV	THF	1.5		1.65
Tetrahydrothiophene	Tetrahydrothiophen	110-01-0	8.38 eV		0.5		0.95
Thiophene	Thiophen	110-02-1	8.86 eV		0.5		
Toluene	Toluol	108-88-3	8.82 eV	TOLU	0.5	TOLU	0.70
2,4-toluene diisocyanate	2,4-Toluylendiisocyanat	584-84-9			0.4		
o-Toluidine	o-Toluidin	95-53-4	7.60 eV		0.5		
Trichloroethylene	Trichloroethylen	79-01-6	9.45 eV	TCE	0.5	TCE	0.75
1,1,1-Trichloroethane	1,1,1-Trichlorethan	71-55-6		not detectable			
Triethanolamine	Triethanolamin	102-71-6		not detectable			
Triethylamine	Triethylamin	121-44-8	1.00 eV		1.0		1.15
Trimethylamine	Trimethylamin	75-50-3	7.82 eV	TRMeAMIN	0.9		
1,2,4-Trimethylbenzene	1,2,4-Trimethylbenzol	95-63-6			0.52		
1,3,5-Trimethylbenzene (Mesitylene)	1,3,5-Trimethylbenzol	108-67-8	8.40 eV		0.3		1.25
Vinyl Acetate	Vinylacetat	108-05-4	9.19 eV	VINACET	1.2		1.15
Vinyl Bromide	Vinylbromid	593-60-2	9.80 eV	VINBROM	0.4		
Vinyl Chloride (Chloroethylene)	Vinylchlorid	75-01-4	10.00 eV	VC	1.5	VC	1.65
Vinylidene Chloride (1,1-DCE)	1,1-Dichlorethen	75-35-4	10.00 eV	1,1-DCE	0.8		
4-Vinylcyclohexene	4-Vinylcyclohexen	100-40-3	8.8 eV		0.45		0.45
meta-Xylene	m-Xylol	108-38-3	8.56 eV	mXYLOL	0.5		0.90
ortho-Xylene	o-Xylol	95-47-6	8.56 eV	oXYLOL	0.5	XYLE	0.90
para-Xylene	p-Xylol	106-42-3	8.45 eV	pXYLOL	0.5		0.90
Xylene	Xylol (Isomerengemisch)	1330-20-7	8.5 eV				0.90
Diesel fuel	Diesel	68476-34-6				DESJ	1.00
Gasoline	Benzin	8006-61-9				GASO	1.21
Jet Fuel	Jet Fuel					JP8	1.00
						VOC 1	0.50
						VOC 2	1.00
						VOC 3	2.00