

## B. Definition und massgebende Faktoren für die Beurteilung von Tankbauvorhaben

### Inhaltsverzeichnis

1. Allgemeines .....	2
2. Physikalische Eigenschaften der Produkte.....	2
2.1. <i>Definition</i>	2
2.1.1. Dampfdruck	2
2.1.2. Sättigungskonzentration	2
2.1.3. Zündfähigkeitsgrenzen (Explosionsgrenzen)	2
2.1.4. Flammpunkt	3
2.1.5. Zahlenangaben	3
2.2. <i>Zündung</i>	3
2.2.1. Zündenergie	3
2.2.2. Beeinflussung der Zündgefahr	3
2.2.3. Zündpunkt	4
2.2.4. Folgerungen für die Sicherheit	4
2.3. <i>Einfluss des spezifischen Gewichtes</i>	4
2.3.1. Das spezifische Gewicht der Flüssigkeit	4
2.3.2. Anwendung für die Sicherheitsmassnahmen	4
2.3.3. Dampf-Dichte	4
2.3.4. Anwendung für die Sicherheitsmassnahmen	5
2.3.5. Abfackeln von Benzindämpfen	5
3. Einteilung in Gefahrenklassen .....	5
3.1. <i>Einteilung der Produkte</i>	5
3.2. <i>Gefährdete Zonen</i>	6
3.2.1. Allgemeines	6
3.2.2. Zoneneinteilung	6
4. Faktoren für die Standortwahl.....	7
4.1. <i>Allgemeines</i>	7
4.2. <i>Gewässerschutz</i>	7
4.3. <i>Brand- und Explosionsgefahr</i>	7
4.4. <i>Lärm und Lufthygiene</i>	7
4.5. <i>Brandbedrohung von aussen</i>	7
4.6. <i>Gefährdung durch den Verkehr</i>	8
4.7. <i>Galvanische Abzehrung</i>	8

## 1. Allgemeines

Die nachstehenden Definitionen, Bezeichnungen und physikalischen Eigenschaften sind nicht nur notwendig, um einheitliche Begriffe zu schaffen, sondern auch um das Verständnis für die teilweise differenzierten Verhütungsmassnahmen von Schadenfällen und Unfällen zu fördern.

## 2. Physikalische Eigenschaften der Produkte

### 2.1. Definition

#### 2.1.1. Dampfdruck

Unter dem Dampfdruck versteht man den Druck, welchen die in den Gasraum austretenden Moleküle einer Flüssigkeit oder einer festen Substanz auf die Grenzflächen des einschliessenden Raumes ausüben. Befinden sich flüssige und gasförmige Phase im Gleichgewicht, spricht man von Sättigungsdampfdruck. Wird eine Flüssigkeit erwärmt, so nimmt die Verdampfung zu und der Dampfdruck steigt an. Siedet die Flüssigkeit, so ist ihr Dampfdruck gleich dem Luftdruck.

Der Dampfdruck ist also einerseits abhängig von der Art der Flüssigkeit und andererseits von der Temperatur. Der einer bestimmten Temperatur zugehörige Dampfdruck (Partialdruck) wird üblicherweise in mm Hg (Quecksilbersäule) angegeben. In der Erdöl-Branche ist die Angabe des Dampfdruckes nach Reid gebräuchlich. Die Bestimmung erfolgt in genormter Weise und mit genormter Reid-Apparatur bei 100 °F (38 °C). Der Dampfdruck nach Reid (RVP) wird in kp/cm<sup>2</sup> oder lbf/in<sup>2</sup> angegeben.

#### 2.1.2. Sättigungskonzentration

Beim Gefrierpunkt einer Flüssigkeit ist der zugehörige Dampfdruck annähernd = 0, beim Siedepunkt = 760 mm Hg, bzw. = dem herrschenden Luftdruck (Barometerstand). Die dazwischen liegenden Partialdrücke lassen sich aus der Dampfdruckkurve für jede Temperatur ablesen.

Nach der Formel  $\frac{P}{B} \cdot 100 = Vol. - \%$

lässt sich die Sättigungskonzentration des Dampfes bei einer bestimmten Temperatur errechnen. P = Partialdruck, B = Luftdruck (Barometerstand), beide in mm Hg (Quecksilbersäule).

#### 2.1.3. Zündfähigkeitsgrenzen (Explosionsgrenzen)

Aus dem Dampfdruckdiagramm kann man die diesen Grenzwerten entsprechenden Temperaturen ablesen. Der Zündbereich lässt sich daher nicht nur in Konzentrationen, sondern auch in Temperaturen angeben.

Die Grenzwerte der zündfähigen Konzentrationsbereiche werden mit Zündfähigkeits-(Explosions-)grenzen bezeichnet. Es gibt eine untere und eine obere Zünd- bzw. Explosionsgrenze.

Unterhalb der unteren Zündgrenze ist die Konzentration an brennbaren Gasen und Dämpfen in der Luft angegeben in Vol.- % oder g/m<sup>3</sup> zu klein, das heisst zu arm an Brennstoff, um eine Zündung zu ermöglichen.

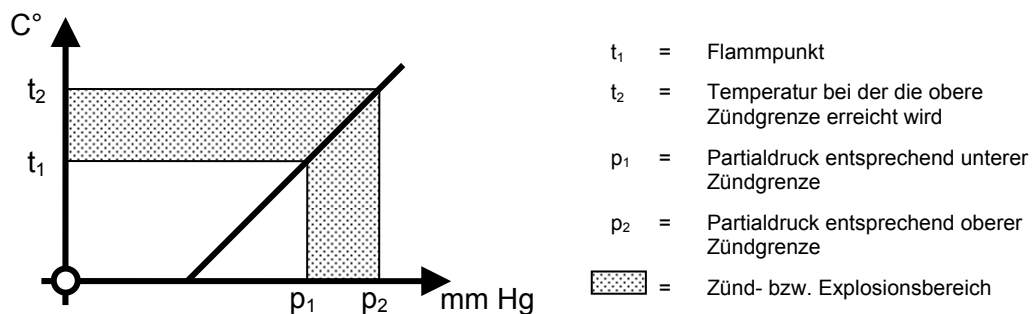
Über der oberen Zündfähigkeitsgrenze ist das Gemisch zu reich an Brennstoff, das heisst, es enthält zu wenig Sauerstoff und kann auch nicht gezündet werden.

#### 2.1.4. Flammpunkt

Das SNV-Normblatt 81110 definiert den Flammpunkt wie folgt: «Der Flammpunkt ist die niedrigste Temperatur, bei der sich aus der vorschriftsgemäss erhitzten Probe so viele Dämpfe entwickeln, dass sie mit der unmittelbar darüber liegenden Luft ein Gemisch ergeben, das sich beim Annähern einer Flamme kurzzeitig entzündet.»

Der Flammpunkt wird mit genormten Apparaten und Verfahren bestimmt. Es ist diejenige Temperatur, die der unteren Zündgrenze entspricht.

Die Zusammenhänge sind in folgendem Diagramm vereinfacht dargestellt:



#### 2.1.5. Zahlenangaben

Einzelheiten und Daten können dem SUVA-Formular 1469 über «Physikalische Eigenschaften in der Industrie gebräuchlicher Stoffe» entnommen werden.

### 2.2. Zündung

#### 2.2.1. Zündenergie

Zündfähige Gemische können unter atmosphärischen Druck- und Temperaturverhältnissen nur durch äussere Energiezufuhr (Temperaturerhöhung, Zündfunken) gezündet werden. Die praktisch vorkommenden Zündquellen wie Streichhölzer, Rauchzeug, elektrische Trennfunken, mechanisch erzeugte Funken (Schuhwerk, Spitz- und Meisselarbeiten, Schleiffunken) sind in der Regel energiereich genug, um zünden zu können. Elektrostatische Aufladungen (Potentialdifferenzen), die zum Beispiel durch eine zu hohe Förderleistung (Geschwindigkeit in Rohrleitungen) oder Versprühen eines Flüssigkeits-Strahles auftreten können, sind ebenfalls als mögliche Ursachen einer Zündung zu betrachten. Siehe Kapitel C «Planung und Gestaltung von Tankanlagen», Ziff. 7.4 Fliessgeschwindigkeiten.

#### 2.2.2. Beeinflussung der Zündgefahr

Die Zündgefahr kann herabgesetzt werden, indem man die Bildung zündfähiger Dampf/Luft-Gemische verhindert, durch

- erzwungene Verdünnung von Dämpfen und Gasen durch Lüftung bzw. Ventilation unter die untere Zündgrenze. Man erreicht dies durch Einführung der Dämpfe in einen Luftstrom bekannter Leistung oder durch deren dosierte Einleitung in die Atmosphäre in einem Höhenbereich, in welchem sich nach menschlichem Ermessen keine Zündquellen befinden.

— Herabsetzung des Sauerstoffanteiles der Luft durch Verdrängung mit einem inerten Gas (Stickstoff, Kohlendioxyd usw.).

Lassen sich zündfähige Gemische nicht mit Sicherheit verhindern, so müssen alle Zündquellen ausgeschlossen werden.

### 2.2.3. Zündpunkt

Als Zündpunkt wird diejenige Temperatur bezeichnet, bei der ein brennbarer Stoff von selbst, das heisst ohne Fremdzündung zur Entflammung gelangt. Die bei Zündversuchen ermittelten Werte können — je nach Methode — recht grosse Unterschiede aufweisen. (Siehe B 2.1.5.)

### 2.2.4. Folgerungen für die Sicherheit

Die Zündtemperatur liegt für die Lagerprodukte, für die diese Richtlinien gelten, relativ hoch und spielt deshalb für sicherheitstechnische Belange nur in Sonderfällen eine Rolle (Oberflächentemperaturen von Heizelementen, Vergaserbrände beim Tropfen auf heissen Auspuff usw.).

Die Zündtemperaturen können im Kontakt mit gewissen Stoffen (Katalysatoren) herabgesetzt werden.

## 2.3. Einfluss des spezifischen Gewichtes

### 2.3.1. Das spezifische Gewicht der Flüssigkeit

Mit Ausnahme von gewissen Roh-Erdölen und Rückständen aus der Raffination (Bitumen, Bunkeröle) ist das spezifische Gewicht der in Betracht fallenden Produkte kleiner als  $1,0 \text{ g/cm}^3$ . Sie sind also leichter als Wasser.

### 2.3.2. Anwendung für die Sicherheitsmassnahmen

Von der in 2.3.1 genannten Eigenschaft kann für Abdichtungszwecke Gebrauch gemacht werden, indem eine Wasserunterlage das Lagerprodukt von einer allfälligen Leck- oder Versickerungsstelle abtrennt. Sie wird ebenfalls bei der Grobtrennung von Mineralöl/Wassergemischen und bei Flammensperren mit Tauchverschluss ausgenützt.

Je mehr sich das spezifische Gewicht jenem des Wassers nähert, um so grösser ist die Neigung zur Bildung von Emulsionen.

Emulsionen von Wasser in Öl spielen in der Regel nur in qualitativer Hinsicht eine Rolle. Emulsionen von Öl in Wasser sind zu verhindern, da sie eine Entölung von Wasser, wie sie vor der Übergabe von Abwässern in die Vorfluter gefordert wird, erschweren.

Emulsionsbildung wird durch Verrühren (Turbulenz) gefördert. Zentrifugalpumpen und Strahlpumpen sind daher für die Förderung von öhaltigem Wasser ungeeignet. Auch Kolben- und Membranpumpen sind infolge der turbulenten Strömungsverhältnisse in den Ventilgehäusen nicht zu empfehlen. Besser eignen sich Verdrängerpumpen mit vornehmlich translatorischer Flüssigkeitsförderung (Förderschnecken, Quetschpumpen).

### 2.3.3. Dampf-Dichte

Die unvermischten Dämpfe aller bei  $20 \text{ °C}$  und  $760 \text{ mm Hg}$  flüssigen Kohlenwasserstoffe und Kohlenwasserstoffverbindungen sind rund dreimal schwerer als Luft.

Auch die bei der genannten Temperatur (20 °C) mit Dämpfen beladene Luft ist schwerer als die umgebende Luft selbst (je nach Flüchtigkeit aber nur 1,1mal für schwer-flüchtige, bis 1,5mal für leichtflüchtige Stoffe). (Siehe B 2.1.5)

#### 2.3.4. Anwendung für die Sicherheitsmassnahmen

Die in 2.3.3 genannte Eigenschaft spielt im sicherheitstechnischen Dispositiv einer Tankanlage für flüssige Treib- und Brennstoffe eine massgebliche Rolle. Da die Schwaden gegen den Boden absinken und sich ähnlich wie Flüssigkeiten bewegen, kann deren Abfluss gelenkt werden. Besondere Vorsicht ist bei Kanalisations-einläufen und Gruben geboten.

Auch schwere, nicht mit Luft vermischte Gasschwaden, die beim Betrieb von Tankanlagen auftreten können (zum Beispiel Tankentgasung), werden durch Ausbreitung und Diffusion immer irgendwann und irgendwo bis zur Zündfähigkeit verdünnt sein. Es muss also in den Randzonen von Schwaden immer mit Regionen gerechnet werden, die sich in zündfähigem Zustand befinden. Mit der Anordnung von baulichen und betrieblichen Einrichtungen wie Abschirmungen, Windfängen, gasdichten Türen, Ausströmblenden, Überdrucklüftung usw. stehen taugliche Mittel zur Verfügung, um die Zonen der kritischen Dampf- und Luftmischungsverhältnisse örtlich zu beherrschen.

#### 2.3.5. Abfackeln von Benzindämpfen

Eine andere Möglichkeit besteht darin, dass das Gasgemisch erfasst und mittels einer Rohrleitung einem speziell abgesicherten Brenner zugeführt wird, wo das Gas verbrannt wird. Es ist selbstverständlich, dass der Brenner nur an einem Ort aufgestellt werden darf, wo nie mit dem Vorhandensein zündfähiger Dampf/Luft-Gemische gerechnet werden muss und eine Gefährdung der Nachbarschaft ausgeschlossen ist.

### 3. Einteilung in Gefahrenklassen

#### 3.1. Einteilung der Produkte

(gemäss Wegleitung für Feuerpolizeivorschriften)

Die Produkte, mit deren Lagerhaltung sich die Richtlinien befassen — auch deren Mischungen — werden nach ihrem Flammpunkt in Gefahrenklassen eingeteilt (Buchstabengruppe = Art der Gefahr, Ziffer = Gefährlichkeitsgrad, Kennbuchstabe = Art des Stoffes).

Kat. Fe I A Verflüssigte brennbare Gase, zum Beispiel Propan, Butan usw.

Kat. Fe I B Flüssige Produkte mit einem Flammpunkt unter 21 °C (Fe1I), zum Beispiel:

a) Roh-Erdöle,

b) Treibstoffe, Treibstoffkomponenten:

Auto-, Flugbenzine

Motorenbenzol

Wide-cut / Wide range-Treibstoffe für Flug- und Gasturbinen

c) Lösungs- und Reinigungsmittel und dergl.: Leichtbenzin,

Petroläther, Gasolin, Benzol, Toluol, o-Xylol, Alkohole, Brennsprit,

Para (Paraldehyd)

Kat. Fe II B Flüssige Produkte mit einem Flammpunkt von 21 °C bis unter 55 °C (Fe2I), zum Beispiel:

- a) Roh-Erdöle
- b) Treibstoffe, Treibstoffkomponenten: White-Spirit (Traktorenbenzin), Traktorenpetrol, Flugpetrol
- c) Mineralbrennöl: Leuchtpetrol
- d) Lösungs- und Reinigungsmittel sowie andere technische Produkte:
  - Schwerbenzin
  - Sangajol
  - White-Spirit (Lackbenzin)
  - Alkohole
  - m- und p-Xylol

Kat. Fe III B Flüssige Produkte mit einem Flammpunkt von 55 °C bis unter 100 °C (Fe3I), zum Beispiel:

- a) Roh-Erdöle
- b) Treibstoffe: Dieseltreibstoffe
- c) Heizöle, Teeröle

Kat. Fe IV B Flüssige und zähflüssige (plastische) Produkte mit einem Flammpunkt von 100 °C und darüber (Fe4I), zum Beispiel:

- Heizöle
- Teeröle
- Bitumen
- Äthylenglykol
- Schmieröle und -fette

## 3.2. Gefährdete Zonen

### 3.2.1. Allgemeines

Als gefährdete Zone ist ein räumlicher Bereich um eine Betriebs- oder Lagereinrichtung zu verstehen, in welchem bei Lagerung und Umschlag mit dem Auftreten zündfähiger Dampf/ Luft-Gemische gerechnet werden muss. Die Topographie, natürliche oder beabsichtigte Ausbreitungshindernisse, Windverhältnisse, Diffusionsmöglichkeit, Turbulenzverhältnisse und Fortleitung der brennbaren Flüssigkeit selbst (als Schwimmgut auf Wasser usw.) sind gegebenenfalls bei der Beurteilung der Zonen zu berücksichtigen.

### 3.2.2. Zoneneinteilung

Nach der zeitlichen und örtlichen Wahrscheinlichkeit des Vorhandenseins zündfähiger Gemische werden folgende Zonen unterschieden: (Siehe auch Kapitel G «Massnahmen gegen gefährdende Wirkung des elektrischen Stromes» Ziff. 1.3.5)

#### 1. Zone 0:

Bereiche, in denen mit dem Vorhandensein zündfähiger Gemische in gefahrdrohender Menge **immer** zu rechnen ist.

#### 2. Zone 1:

Bereiche, in denen mit dem Vorhandensein zündfähiger Gemische in in gefahrdrohender Menge **zuweilen** zu rechnen ist.

### 3. Zone 2:

Bereiche, in denen mit dem Vorhandensein zündfähiger Gemische in gefahrdrohender Menge **selten** und dann auch nur **kurzzeitig** zu rechnen ist. Zone 2 gibt es nicht für staubgefährdete Bereiche.

**Anmerkung:** Diese Zonen können durch bauliche Massnahmen, zum Beispiel Wände, Wälle, eingeeengt oder abgegrenzt werden. Durch Belüftung oder Inertisierung kann die Wahrscheinlichkeit für das Vorhandensein zündfähiger Gemische verringert werden, so dass Zonen grösserer Gefahr in Zonen kleinerer Gefahr oder in ungefährdete Bereiche übergeführt werden können, zum Beispiel Zone 0 in einen ungefährdeten Bereich.

Die Zuordnung einer Zone bestimmt das für das Kantonsgebiet zuständige feuerpolizeiliche Organ, in Zusammenarbeit mit den für den Arbeiterschutz zuständigen Organen (Arbeitsinspektorat, SUVA, HV Zif. 24.300.1) gemeinsam mit dem Anlagebesitzer.

## 4. Faktoren für die Standortwahl

### 4.1. Allgemeines

Die Baugebiete sind nach den möglichen Einflüssen der Tankanlage auf die Umgebung einerseits und der Umgebung auf die Tankanlage anderseits zu klassieren.

### 4.2. Gewässerschutz

Die hydrologischen Verhältnisse sind im Sinne des Gewässerschutzes zu berücksichtigen. Die zu beachtenden Faktoren sind in der Verordnung zum Schutz der Gewässer gegen Verunreinigung durch wassergefährdende Flüssigkeiten vom 19. Juni 1972 und den Technischen Vorschriften (TTV) geregelt.

### 4.3. Brand- und Explosionsgefahr

Um diesen Risiken zu begegnen, wird weitgehend von den physikalisch-chemischen Voraussetzungen und Zusammenhängen, wie sie in den vorangehenden Abschnitten dargelegt worden sind, Gebrauch gemacht.

### 4.4. Lärm und Lufthygiene

Zur Lärmquelle wird eine Tankanlage nur durch den Warenumschlag (Bahnmanöver, Lastwagenverkehr usw.). Die Lärmstufe erreicht jedoch kaum den Wert einer Verkehrsstrasse oder eines Güterbahnhofareals im Industriegebiet.

Den Lagerprodukten sind spezifische Gerüche eigen. Indirekt wird durch Abstandsbestimmungen erreicht, dass die Geruchsbelästigung auf ein unbedeutendes Mass reduziert wird.

### 4.5. Brandbedrohung von aussen

Tankanlagen können aus der Nachbarschaft, also durch äussere Einwirkungen, hinsichtlich der Auslösung von Bränden und Explosionen gefährdet werden. Diesem Risiko wird durch die Ansetzung angemessener Nachbarabstände und bauliche Massnahmen begegnet. (Siehe Kapitel C «Planung und Gestaltung von Tankanlagen», Ziff. 2.1.6.)

**4.6. Gefährdung durch den Verkehr**

Die verkehrstechnische Belastung der Umgebung birgt die Möglichkeit einer Beschädigung der Tankanlagen in sich. Diesem Umstand ist bezüglich des Strassenverkehrs durch die Beurteilung der topographischen Verhältnisse Rechnung zu tragen. Bezüglich der Nachbarschaft zur Bahn gilt die Weisung 8.101. NF vom 27. 8. 70 der SBB/GD.

**4.7. Galvanische Abzehrung**

Eine ungünstige elektrische Feldverteilung im Boden oder vagabundierende Ströme aus fremden Stromversorgungsnetzen können Abzehrungen metallischer Baustoffe zur Folge haben. (Siehe Kapitel H «Kathodischer Korrosionsschutz».)