

Störfallszenarien

Stofffreisetzung, Brand & Explosion von iso-Pentan (gerechnet als n-Pentan)¹

- Menge: 18 Tonnen
- Temperatur: 150 C
- Standardausbreitungsbedingungen
- Wärmestrahlung
- Explosionsdruck

Regeltypische Berechnung ohne Berücksichtigung der konkreten Anlageneigenschaften (Vorkehrungen zur Verhinderung von Störfällen und Begrenzung ihrer Auswirkungen bleiben außer Betracht).

Ergebnis:

Freisetzung Menge [t]	Maximale Entfernungen in [m] bei:		Bemerkung
	Wärmestrahlung [kW/m ²]	Spitzendruck [bar]	
BLEVE 18 t	673 / 2,2 483 / 4,2	27 / 0,3 724 / 0,01	Explosion Druckbehälter & Rohrleitungen durch Unterfeuerung; Wärmestrahlungswirkung
Brand Freistrahl DN 25	7,3 / 1,6	-	Beginn der nachteilige Wirkungen bei Menschen (1,6 kW7m ²)
Brand Freistrahl DN100	94,5 / 1,6	-	

Zur Modellierung werden zwei unterschiedliche Szenarienvläufe angenommen. Dabei erfolgen die Berechnungen aus technischen Gründen mit dem Stoff n-Pentan. Die für die Berechnung erforderlichen physikalisch-chemischen Daten des n-Pentans sind mit denen des iso-Pentans weitgehend identisch.

Szenario 1: Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion (BLEVE)

Wenn Druckbehälter oder Rohrleitungen mit brennbaren druckverflüssigten Gasen oder brennbaren Flüssigkeiten unterfeuert werden, steigt der Druck stark an. Da die Festigkeit des Behälters/der Rohrleitung mit der Temperatur abnimmt, kommt es nach relativ kurzer Zeit zum Versagen der Umschließung. Da das iso-Pentan oberhalb seines Siedepunkts im Sekundärkreislauf unter Druck gehalten wird, verdampft ein Anteil als „flash“, der für den entstehenden Feuerball verantwortlich ist. Die maximalen Wärmestrahlungswerte gehen auf diesen Feuerball (Dauer 10,2 sec) zurück.

Szenario 2&3: Bei Freisetzung des überhitzten iso-Pentans (T = 150 C) aus Rohrleitungsbrüchen (DN 25 & DN 100) resultiert ein Freistrahle dessen spontanen Zündung angenommen wird. Der entstehende Feuerstrahl („torch“) verursacht die Wärmestrahlung.

¹ Rechnung mit DISMA 4, TÜV BB

Feuerball

Feuerballradius 78,3 m
Feuerballdauer 10,9 s

Wärmestrahlungswirkungen

Die Entfernungen gelten vom Freisetzungsort (ggf. Projektion auf den Boden).

Angegebene Strahlungsleistungen sind 10 s - Kurzzeitwerte als Vergleichswerte.

Angaben in Klammern beinhalten die der Berechnung zugrundeliegenden und auf die Einwirkungsdauer angepassten Strahlungsleistungen mit gleicher Wirkung.

Die atmosphärische Transmission wurde mit den Wetterdaten (rel. Feuchte, T) berücksichtigt.

Nachteilige Wirkungen bei Menschen	2,2 (2,11) kW/m ²
am Boden	673,6 m
maximale Entfernung (x)	691,6 m
in einer Höhe (y)	156,5 m
Empfindliche Gebäude: Schulen usw.	2,8 (2,69) kW/m ²
am Boden	596,4 m
maximale Entfernung (x)	616,6 m
in einer Höhe (y)	156,5 m
Hautschädigung (Blasen) bei Menschen	4,2 (4,03) kW/m ²
am Boden	483,9 m
maximale Entfernung (x)	508,6 m
in einer Höhe (y)	156,5 m
Schäden im Bereich öffentlicher Straßen	6,3 (6,05) kW/m ²
am Boden	389,3 m
maximale Entfernung (x)	419,6 m
in einer Höhe (y)	156,5 m
Kurzzeitig mit Feuerweherschutzkleidung	7,0 (6,72) kW/m ²
am Boden	367,2 m
maximale Entfernung (x)	399,2 m
in einer Höhe (y)	156,5 m
Übertragung auf leichtentzündl. Stoffe	11,2 (10,75) kW/m ²
am Boden	278,7 m
maximale Entfernung (x)	319,6 m
in einer Höhe (y)	156,5 m
Übertragung auf ungekühlte Lagertanks	14,0 (13,44) kW/m ²
am Boden	241,4 m
maximale Entfernung (x)	287,7 m
in einer Höhe (y)	156,5 m
Übertragung auf Fabrikgebäude	17,7 (16,99) kW/m ²
am Boden	204,7 m
maximale Entfernung (x)	257,7 m
in einer Höhe (y)	156,5 m
Übertragung auf gekühlte Lagertanks	53,0 (50,86) kW/m ²
tritt am Boden nicht auf	
maximale Entfernung (x)	0,0 m
in einer Höhe (y)	156,5 m

2. Prognose: Pentan, Brand Freistrahler DN 25

Modell

Pentan - Modellkategorie: Brand - Stoffzustand: gasförmig/druckverflüssigt - Quellterm: brennender Freistrahler

Aus einem Leck tritt unter erhöhtem Druck Gas aus. Der entstehende Freistrahler brennt. Die Strahlungswirkung wird berechnet.

Szenariendaten, Eingabe

Massenstrom berechnet.

Ausflusskoeffizient	0,61
Isentropenexponent	1,080
Leckquerschnitt	490,874 mm² = DN 25
Innendruck (absolut)	2,013 bar
Freisetzungsdauer	00:15:00 hh:mm:ss
Stofftemperatur	150,0 °C
Freisetzungshöhe	5,0 m
Austrittswinkel	90,0 °

Freigesetzter konstanter Massestrom	170,384 g/s
entspricht	41,269 l/s
Insgesamt freigesetzte Masse	153,346 kg
entspricht	37,142 m ³
Leckdurchmesser	25,0 mm
Krit. Druckverhältnis Ausströmen	1,698
Freistrahler	
Masse	71,963 g
Dichte vor der Freisetzung	4,129 kg/m ³
Unterkritisches Ausströmen	
Machzahl	0,720
Geschwindigkeit	163,646 m/s
Freistrahler Temperatur	406,9 K
Austrittsdruck	0,723 bar
Flammenlänge	4,472 m
Flammenanfang	0,767 m
Flammenende	5,238 m
Flammendurchmesser	0,893 m
Flammenoberfläche	13,792 m ²
Neigungswinkel	26,4 °
Strahlungsleistung	7,855 MW
Spezifische Strahlungsleistung	133,145 kW/m ²
Strahlungsanteil	0,234

Es bildet sich keine Schwergaswolke.

Wärmestrahlungswirkungen

Die Entfernungen gelten vom Freisetzungsort (ggf. Projektion auf den Boden).

Nachteilige Wirkungen bei Menschen	1,6 kW/m ²
am Boden	7,3 m
maximale Entfernung (x)	11,0 m
in einer Höhe (y)	7,5 m
Empfindliche Gebäude: Schulen usw.	2,0 kW/m ²
am Boden	5,2 m
maximale Entfernung (x)	9,9 m
in einer Höhe (y)	7,8 m
Hautschädigung (Blasen) bei Menschen	3,0 kW/m ²
tritt am Boden nicht auf	
maximale Entfernung (x)	8,2 m
in einer Höhe (y)	7,7 m

Schäden im Bereich öffentlicher Straßen tritt am Boden nicht auf	4,5 kW/m ²
maximale Entfernung (x)	6,8 m
in einer Höhe (y)	8,2 m
Kurzzeitig mit Feuerwehrsutzhleidung tritt am Boden nicht auf	5,0 kW/m ²
maximale Entfernung (x)	6,5 m
in einer Höhe (y)	7,9 m
Übertragung auf leichtentzündl. Stoffe tritt am Boden nicht auf	8,0 kW/m ²
maximale Entfernung (x)	5,3 m
in einer Höhe (y)	7,7 m
Übertragung auf ungekühlte Lagertanks tritt am Boden nicht auf	10,0 kW/m ²
maximale Entfernung (x)	4,8 m
in einer Höhe (y)	7,5 m
Übertragung auf Fabrikgebäude tritt am Boden nicht auf	12,6 kW/m ²
maximale Entfernung (x)	4,3 m
in einer Höhe (y)	7,7 m
Übertragung auf gekühlte Lagertanks tritt am Boden nicht auf	37,8 kW/m ²
maximale Entfernung (x)	3,0 m
in einer Höhe (y)	9,7 m

3. Prognose: Pentan, Brand Freistrahln DN 100

Modell

Pentan - Modellkategorie: Brand - Stoffzustand: gasförmig/druckverflüssigt - Quellterm: brennender Freistrahln

Aus einem Leck tritt unter erhöhtem Druck Gas aus. Der entstehende Freistrahln brennt. Die Strahlungswirkung wird berechnet.

Szenariendaten, Eingabe

Massenstrom berechnet.

Ausflusskoeffizient	0,61
Isentropenexponent	1,080
Leckquerschnitt	7853,981 mm² = DN 100
Innendruck (absolut)	16,176 bar
Freisetzungsdauer	00:15:00 hh:mm:ss
Stofftemperatur	150,0 °C
Freisetzungshöhe	5,0 m
Austrittswinkel	90,0 °

Freigesetzter konstanter Massestrom 21,904 kg/s
 entspricht 660,305 l/s

Insgesamt freigesetzte Masse 19,714 t
 entspricht 594,274 m³

Leckdurchmesser 100,0 mm
 Krit. Druckverhältnis Ausströmen 1,698

Freistrahln

Masse	86,811 kg
Dichte vor der Freisetzung	33,173 kg/m ³
Kritisches Ausströmen	
Machzahl	2,143
Geschwindigkeit	451,966 m/s
Freistrahln temperatur	406,9 K
Austrittsdruck	5,811 bar

Flammenlänge	29,482 m
Flammenanfang	6,360 m
Flammenende	35,842 m
Flammendurchmesser	5,331 m
Flammenoberfläche	538,416 m ²
Neigungswinkel	9,8 °
Strahlungsleistung	1009,790 MW
Spezifische Strahlungsleistung	297,784 kW/m ²
Strahlungsanteil	0,159

Es bildet sich keine Schwergaswolke.

Wärmestrahlungswirkungen

Die Entfernungen gelten vom Freisetzungsort (ggf. Projektion auf den Boden).

Nachteilige Wirkungen bei Menschen	1,6 kW/m ²
am Boden	94,5 m
maximale Entfernung (x)	97,9 m
in einer Höhe (y)	19,0 m
Empfindliche Gebäude: Schulen usw.	2,0 kW/m ²
am Boden	83,6 m
maximale Entfernung (x)	87,7 m
in einer Höhe (y)	20,7 m
Hautschädigung (Blasen) bei Menschen	3,0 kW/m ²
am Boden	66,3 m
maximale Entfernung (x)	71,8 m
in einer Höhe (y)	20,8 m
Schäden im Bereich öffentlicher Straßen	4,5 kW/m ²
am Boden	51,7 m
maximale Entfernung (x)	58,8 m
in einer Höhe (y)	23,0 m
Kurzzeitig mit Feuerwehrschtzkleidung	5,0 kW/m ²
am Boden	48,3 m
maximale Entfernung (x)	55,8 m
in einer Höhe (y)	23,5 m
Übertragung auf leichtentzündl. Stoffe	8,0 kW/m ²
am Boden	34,2 m
maximale Entfernung (x)	44,2 m
in einer Höhe (y)	22,8 m
Übertragung auf ungekühlte Lagertanks	10,0 kW/m ²
am Boden	28,1 m
maximale Entfernung (x)	39,5 m
in einer Höhe (y)	23,6 m
Übertragung auf Fabrikgebäude	12,6 kW/m ²
am Boden	22,2 m
maximale Entfernung (x)	35,2 m
in einer Höhe (y)	24,3 m
Übertragung auf gekühlte Lagertanks	37,8 kW/m ²
tritt am Boden nicht auf	
maximale Entfernung (x)	19,8 m
in einer Höhe (y)	27,0 m