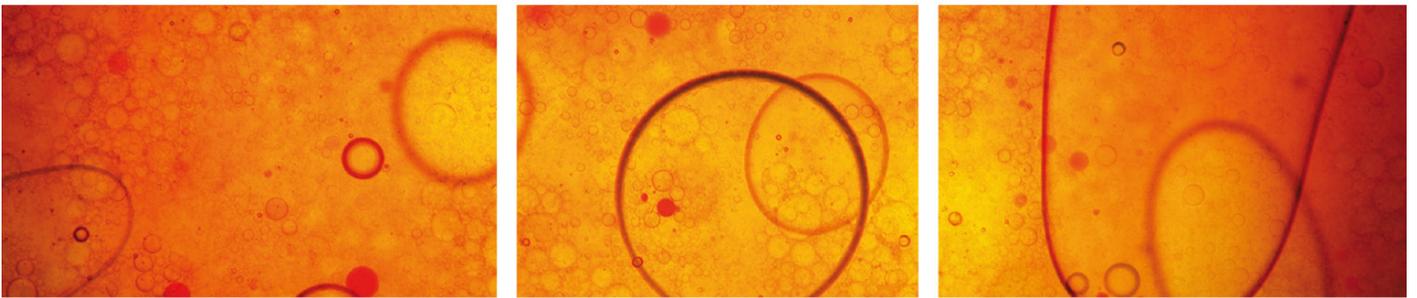




Dr. Andreas Glück



White Paper

EXPLOSIONSSCHUTZ IN WÄRME- ÜBERTRAGUNGSANLAGEN MIT ORGANISCHEN WÄRMEÜBER- TRAGUNGSFLÜSSIGKEITEN

Inhaltsverzeichnis

1	Hintergrund	3
2	Richtlinien und Verordnungen	4
2.1	Standards	4
2.2	Klassifizierungen und Kriterien	4
2.3	Flammpunkt und Selbstentzündung.....	5
2.3.1	Flash Point	5
2.3.2	Automatischer Zündzeitpunkt.....	6
3	Vermeidung von explosionsfähigen Atmosphären	7
3.1	Grundlegende Überlegungen	7
3.2	Potentielle Gefahrenbereiche	8
3.2.1	Gleitringdichtungen und Flachdichtungen	8
3.2.2	Pumpendichtungen	9
3.2.3	Sicherheitsventile und Entlüftungsleitungen	9
3.2.4	Probeentnahmeventile.....	9
3.2.5	Behälter	10
3.3	Notfallabschaltung.....	10
4	Fazit	11

1 Hintergrund

Die folgenden Aussagen konzentrieren sich auf die Frage, ob der Einsatz von organischen Wärmeträgerflüssigkeiten die zwingende Notwendigkeit schafft, eine Explosionszone um das Wärmeträgersystem herum zu klassifizieren. Sie basieren auf unserer langjährigen Erfahrung in der Konstruktion, Herstellung und Durchführung von Wartungs-, Reparatur- und technischen Servicearbeiten an den unterschiedlichsten Wärmeübertragungsanlagen sowie auf unserer Kenntnis der Explosionsschutzbestimmungen. Sie werden nach bestem Wissen und Gewissen erstellt und haben keinen Verordnungsstatus gegenüber technischen Behörden oder Behörden Dritter. Bei abweichenden oder neueren Regelungen oder Richtlinien können wir die Vollständigkeit und Gültigkeit dieser Aussagen im rechtlichen Sinne nicht garantieren.

2 Richtlinien und Verordnungen

2.1 Standards

Im Allgemeinen sollten Wärmeübertragungssysteme für organische Wärmeträger-flüssigkeiten nach den folgenden Richtlinien und Normen entworfen und hergestellt werden:

- EU-Maschinenrichtlinie 2006/42/EG, Anhang II B
- Druckgeräterichtlinie 2014/68/EU
- EN ISO 12100 Sicherheit von Maschinen
- DIN 4754 Wärmeübertragungsanlagen mit organischen Wärmeträgerflüssigkeiten - Sicherheitsanforderungen, Prüfung

Bei Installationen im Ausland sind ggf. zusätzliche lokale Normen zu berücksichtigen

2.2 Klassifizierungen und Kriterien

Die Einteilung der Explosionszonen basiert auf der Wahrscheinlichkeit und der Dauer des Auftretens einer explosionsfähigen Atmosphäre in bestimmten Bereichen:

- Zone 0: Kontinuierlich, über einen längeren Zeitraum oder häufig.
- Zone 1: Gelegentlich im Normalbetrieb
- Zone 2: Nicht wahrscheinlich im Normalbetrieb, aber wenn ja, nur für kurze Zeit.

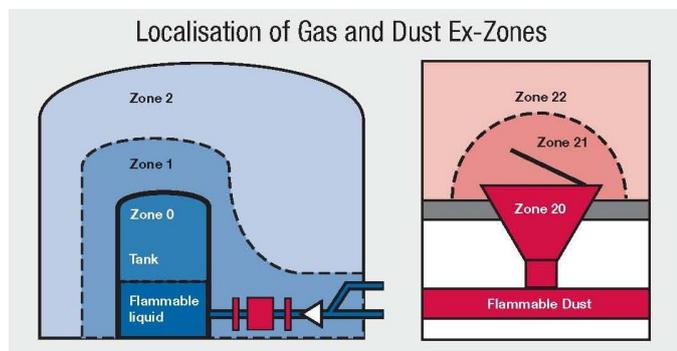


Abbildung 1: Gas- und Staub-Exp-Zonen (Quelle: Wikipedia)

Um eine Explosion zu erzeugen, müssen die folgenden Kriterien gleichzeitig erfüllt sein (Abb. 2):

- Konzentration brennbarer Stoffe innerhalb ihrer Explosionsgrenzen
- Gefährliche Menge einer explosionsfähigen Atmosphäre
- Vorhandensein einer wirksamen Zündquelle

Wenn eines (oder mehrere) dieser Kriterien sicherlich vermieden werden können, wird ein wirksamer Explosionsschutz erreicht.

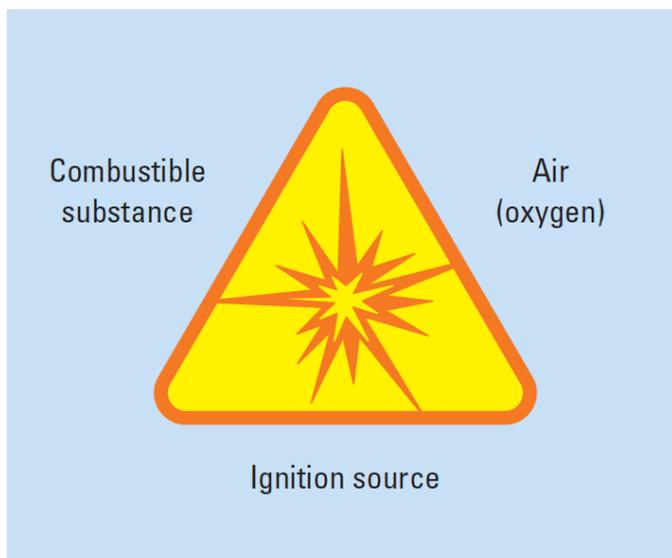


Abbildung 2: Eine Explosion kann nur auftreten, wenn diese drei Faktoren übereinstimmen (Quelle: R.Stahl)

2.3 Flammpunkt und Selbstentzündung

In diesem Zusammenhang scheint es wichtig zu sein, zwischen zwei Ausdrücken zu unterscheiden, die für organische Wärmeübertragungsflüssigkeiten verwendet werden:

2.3.1 Flash Point

- niedrigste Temperatur, bei der eine flüchtige Substanz verdampfen kann, um ein zündfähiges Gemisch in Luft zu bilden
- eine zusätzliche Zündquelle ist erforderlich, um mit dem Brennen zu beginnen; wenn die Zündquelle entfernt wird, hört die Verbrennung normalerweise auf
- am häufigsten werden organische Wärmeträgerflüssigkeiten bei Temperaturen über ihrem Flammpunkt betrieben (z.B. Flammpunkt Marlotherm SH: 200°C nach DIN 22719)

2.3.2 Automatischer Zündzeitpunkt

- niedrigste Temperatur, bei der sich eine flüchtige Substanz in normaler Atmosphäre spontan entzündet, ohne dass eine Zündquelle erforderlich ist
- am häufigsten werden organische Wärmeträgerflüssigkeiten bei Temperaturen unter ihrem Selbstentzündungspunkt betrieben (z.B. Selbstentzündungspunkt Marlotherm SH: 450°C nach DIN 51794)

3 Vermeidung von explosionsfähigen Atmosphären

3.1 Grundlegende Überlegungen

Gemäß den von den zuständigen deutschen Gremien herausgegebenen Vorschriften TRBS 2152 (Technische Regeln für Betriebssicherheit) und TRGS 720 (Technische Regeln für gefährliche Stoffe) kann das Auftreten von gefährlichen explosionsfähigen Atmosphären außerhalb von Anlagen durch die Dichtheit der Anlage vermieden oder wirksam eingeschränkt werden. Grundsätzlich wird unterschieden zwischen dauerhafter technischer Dichtheit, technischer Dichtheit und nicht garantierter Dichtheit:

- **Dauerhaft technisch dicht:** (entweder durch Konstruktion und/oder durch Inspektion und Wartung): keine oder nur geringfügige Freisetzung von brennbaren Stoffen und damit keine einzustufenden explosionsgefährdeten Bereiche
- **Technisch dicht:** (keine Freigabe im Normalbetrieb, nur bei seltenen Störungen): nur sekundäre Freigabe in Bereichen (Zone 2)
- **Dichtheit nicht garantier:** Primärfreigabe (Zone 1)

Gemäß den Explosionsschutzrichtlinien der Berufsgenossenschaft der Chemischen Industrie "BG Chemie" (ZH 1/10 vom Juni 1988, jetzt geändert auf BGR 104) ist die explosionsgeschützte Ausführung von elektrischen Betriebsmitteln in technisch dichten (baulichen) Wärmeübertragungsanlagen nicht erforderlich. In Bereichen, in denen aufgrund von Leckagen eine gefährliche Menge einer explosionsfähigen Atmosphäre auftreten kann, muss eine Klassifizierung der Zone 2 in einem Radius von 3 m um diesen Freigabebereich definiert werden.

Die grundlegenden Überlegungen zur Explosionsgefahr eines Wärmeübertragungssystems sind abhängig von dessen Ausführung. Die bekannte und weltweit anerkannte deutsche Norm DIN 4754 beschreibt die Konstruktions- und Sicherheitsanforderungen an ein Wärmeübertragungssystem. Das entscheidende Kriterium ist das Konzept der "technischen Dichtheit" einer Wärmeübertragungsanlage, die nach dieser Norm entworfen und gebaut wurde. Diese Wärmeübertragungsanlagen müssen aufgrund der Konstruktion dauerhaft technisch dicht sein.

3.2 Potentielle Gefahrenbereiche

Mögliche Gefahrenbereiche in einer Wärmeübertragungsanlage sind Dichtungen (Dichtungen an Flanschen sowie Pumpendichtungen), Sicherheitsventile, Entlüftungsleitungen, Probeentnahmeventile und Behälter (Entleerungs- und Ausdehnungsbehälter).

3.2.1 Gleitringdichtungen und Flachdichtungen

Generell sollte die Anzahl der Flanschdichtungen in einer Wärmeübertragungsanlage konstruktiv minimiert werden. Der Einsatz von Einschweißventilen und -armaturen ist ein möglicher Weg, dies zu erreichen. Wenn aufgrund von Wartungs- und Reparaturarbeiten (z.B. Pumpen, Regelventile, Sicherheitsventile) unvermeidlich oder zumindest nicht empfehlenswert, dürfen nur zugelassene Flanschdichtungen verwendet werden und die Installation sollte streng nach den Installationsrichtlinien des Herstellers erfolgen.



Abbildung 3: Elektrischer Thermalölerhitzer für petrochemische Anwendungen mit Einschweißventilen und Spaltrohrmotorpumpen (Quelle: heat11)

3.2.2 Pumpendichtungen

Dennoch sind die meisten der weltweit im Einsatz befindlichen Wärmeträgerpumpen mit Gleitringdichtungen ausgeführt, so dass an dieser Stelle sehr kleine Leckagen möglich sind. Durch die spezielle Konstruktion dieser Pumpen liegt die Temperatur der austretenden Flüssigkeit im Allgemeinen unter dem Flammpunkt. Dennoch erfordern mechanisch abgedichtete Pumpen eine hohe Aufmerksamkeit des Bedienpersonals. Der Einsatz von hermetisch dichten Pumpen als Pumpen mit Spaltrohrmotorpumpen (Abb. 3) oder einer Magnetkupplung (Abb. 4) wird daher empfohlen.

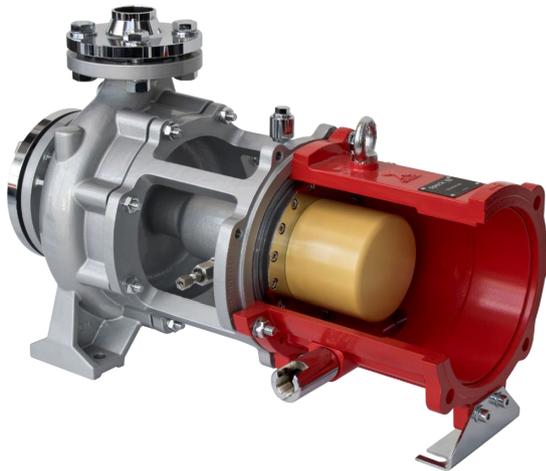


Abbildung 4: Thermoölpumpe mit Magnetkupplung (Quelle: Speckpumpen)

3.2.3 Sicherheitsventile und Entlüftungsleitungen

Das Potenzial einer gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre um diese Punkte herum muss bewertet werden und eine Zoneneinteilung um diese Bereiche herum kann je nach Standort, Konstruktion und Betriebsverfahren erforderlich sein. Es ist üblich und wird in der DIN 4754 empfohlen, solche "Emissionspunkte" durch geschweißte Rohrleitungen an einen sicheren Ort an der Außenseite von Gebäuden zu führen. Dadurch wird die Klassifizierung des Restes der Wärmeübertragungsanlage nicht beeinflusst.

3.2.4 Probeentnahmeventile

In einer entsprechend ausgelegten Wärmeübertragungsanlage sollten spezielle Ölprobenentnahmevorrichtungen installiert werden. Die repräsentative Ölprobe wird vor der Entnahme auf Temperaturen unter 50°C abgekühlt.

3.2.5 Behälter

Für Behälter, die organische Wärmeträgerflüssigkeiten oberhalb ihres Flammpunktes enthalten können, kann eine Zoneneinteilung für das Innere des Behälters erforderlich sein. Dies kann vermieden werden, wenn der Behälter mit einem Inertgas wie Stickstoff abgedeckt ist.

3.3 Notfallabschaltung

Für die Notabschaltung aller elektrischen Betriebsmittel muss ein Notschalter in der Stromleitung installiert werden. Dieser Schalter muss in einem sicheren Bereich installiert werden, in der Regel außerhalb des Raumes der Wärmeübertragungsanlagen. Geräte, die nach einer Notabschaltung betriebsbereit sein müssen, wie z.B. Fluchtwegbeleuchtungen, sind gegen Explosionsgefahren zu sichern.

4 Fazit

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass es bei Berücksichtigung aller oben genannten Normen und Auslegungskriterien und unter Verwendung modernster Geräte eine gute Praxis ist, Wärmeträgerflüssigkeitsanlagen ohne Klassifizierung der Explosionsbereiche zu betreiben, die sich aus dem Vorhandensein der organischen Wärmeträgerflüssigkeit selbst ergeben.

Wir hoffen, dass diese Aussagen dazu beitragen, eine technisch machbare Lösung zu finden und ein klares und objektives Bild auf der Grundlage technischer Argumente zu erhalten.

Wenn Sie weitere Fragen oder Anmerkungen haben, zögern Sie bitte nicht, mich per E-Mail zu kontaktieren: andreas.glueck@heat11.com.

heat 11 GmbH & Co. KG | Otto-Brenner-Straße 203 | 33604 Bielefeld | Germany
fon +49 521 989 110-0 | fax +49 521 989 110-60 | contact@heat11.com | www.heat11.com