

EMISSIONSREDUZIERUNG AN THERMALÖLANLAGEN

Wie man beim Abscheiden
von Leichtsiedern unter den
Emissionsgrenzwerten bleibt

Whitepaper



INHALTSVERZEICHNIS

Vorwort	3
Kurzfassung	4
Einleitung	4
Emissionsquellen an Thermalölanlagen	4
Zusammensetzung der Emissionen	5
Emissionsmengen	6
Filter und Lebensdauer	6
Grenzwerte an Arbeitsplätzen	7
Fazit	9

VORWORT

Seit über 50 Jahren entwickeln, planen und produzieren wir Prozesswärmeanlagen für unsere Kunden weltweit. Alleine im Bereich Engineering arbeiten rund 30 hochqualifizierte und motivierte Ingenieure aus allen Technikbereichen an Lösungen für unsere Kunden auf allen Kontinenten.

Diese gesammelten Erfahrungswerte möchten wir gerne mit Ihnen teilen. Hierfür stellen wir Ihnen aus verschiedenen Bereichen kostenlose Whitepaper zur Verfügung.

Kosten für Ressourcen und Anlagenbetrieb steigen stetig. Das Thema Nachhaltigkeit ist heute wichtiger denn je geworden. Nicht nur um Kosten zu senken, sondern auch um den die eingesetzten Ressourcen optimal zu nutzen. Anlagen, Abläufe und Prozesse müssen daher analysiert und wenn sinnvoll nachgebessert werden. Ein nachhaltiger, zukunfts-sicherer Anlagenbetrieb stellt uns vor ganz neue ökologische und ökonomische Herausforderungen. Gerade letztere macht es sinnvoll zu entscheiden, in welchen Bereichen eine Investition nötig ist. Wir hoffen, dass wir Ihnen mit diesem Whitepaper weiterhelfen und Sie bei Ihrer Entscheidungsfindung mit fundierten Informationen unterstützen können.

Dr. Dominik Weidler
NESS Wärmetechnik GmbH



Dr. Dominik Weidler
Chief Information and Technology
Officer der Ness Wärmetechnik GmbH

KURZFASSUNG

In Thermalölanlagen bilden sich durch den Betrieb bei hohen Temperaturen Leicht siedern, die auf Dauer zu Gefährdungen führen, weshalb diese Leicht sieder regelmäßig oder kontinuierlich entfernt werden sollten. Einige dieser Leicht sieder sind aber bei Umgebungsbedingungen nicht kondensierbar und entweichen somit beim Entfernen in die Umgebung. Insbesondere bei synthetischen Thermalölen mit einem hohen Anteil an aromatischen Verbindungen kann der Grenzwert für Benzol überschritten werden.

Mit einer aktiven Leicht siederentfernung mit eingebauten Filterelement wird die Emission auf ein Maß unterhalb der Bagatellgrenze verschoben. Eine Nachrüstung an bestehende Leicht siederentfernungsanlagen ist ebenfalls einfach möglich. Aller Wahrscheinlichkeit nach bleibt man mit einer NALD aber auch ohne das zusätzliche Filterelement unter der Bagatellgrenze der TA Luft. Das manuelle Auskochen stellt allerdings ein Problem dar, da hier über einen längeren Zeitraum hohe Emissionen an die Umgebung gelangen.

EINLEITUNG

Über die Bildung von Leicht siedern in Thermalölanlagen, den daraus folgenden Gefährdungen sowie den zu ergreifenden Maßnahmen und deren Wirksamkeit haben wir bereits ausführlich im Whitepaper „Leicht sieder in Thermalölsystemen - Warum es besser ist Leicht sieder aktiv zu entfernen statt Öl zu tauschen“ berichtet. Ein kleiner Teil der Thematik wurde darin aber noch nicht ausreichend beleuchtet.

Ein Teil der entstehenden Leicht sieder besteht aus so kleinen Molekülen, dass diese beim Entfernen nicht kondensieren und damit auch nicht in flüssiger Form abgeschieden werden können. Stattdessen entweichen Sie unweigerlich in die Umgebung. In Deutschland werden die Grenzwerte dieser Emissionen für Industrieanlagen über die Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft (TA Luft) spezifiziert.

Welche Grenzwerte für welche Art von Anlagen besonders relevant sind, mit welchen Emissionen zu rechnen ist und wie sichergestellt werden kann, dass diese eingehalten werden, wird im Folgenden behandelt.

EMISSIONSQUELLEN AN THERMALÖLANLAGEN

Thermalölanlagen allgemein sind, solange sie dem Stand der Technik entsprechen, dauerhaft technisch dicht und haben maximal an einem zur Atmosphäre offenen Ausdehnungsbehälter oder einem Sammelbehälter eine Öffnung zur Umgebung. In modernen Anlagen sind diese Behälter auch mit Stickstoff überlagert, sodass keinerlei Kontakt des Mediums Thermalöl mit der Umgebung stattfindet, die Anlage also als komplett geschlossenes System angesehen wird.

Eine Emissionsquelle, die aber durch den dauerhaften Betrieb einer solchen Anlage hinzukommt, befindet sich an dem Punkt, an dem die über die Dauer entstehenden Leichtsieder aus dem System entfernt werden sollen. Dies kann eine einfache Auskochleitung, bei der regelmäßig durch einen manuellen Prozess die Leichtsieder entfernt werden, oder eine Leichtsiederentfernungsanlage (NALD) sein.

Beim Entfernen der Leichtsieder wird der Großteil dieser Leichtsieder kondensiert und kann in flüssiger Form abgeschieden und entsorgt werden. Die volatilsten Leichtsieder allerdings, also die Moleküle mit der niedrigsten Siedetemperatur, bleiben bei normalen Umgebungsbedingungen gasförmig und entweichen beim Prozess der Leichtsiederentfernung in die Umgebung. Hier existiert also eine Emissionsquelle.

ZUSAMMENSETZUNG DER EMISSIONEN

Bei den möglichen Stoffen, die bei der Entfernung der Leichtsieder an die Umgebung emittiert werden können, ist eine Unterscheidung nach Art des Thermalöles notwendig.

Bei „klassischen“ mineralischen Thermalölen, die aus einer Fraktion destillierten Rohöles gewonnen werden, bestehen diese Emissionen aus kurzen Bruchstücken linearer oder verzweigter Kohlenwasserstoffketten. Das kleinste mögliche Bruchstück ist dabei Methan mit einer Siedetemperatur von -162 °C (111 K). Bis zu n-Pentan mit einer Siedetemperatur von 36 °C ist es sehr wahrscheinlich, dass diese Komponenten in die Umgebung entweichen. Auch kleine Anteile höhersiedender Komponenten können mit entweichen, wenn sie noch nicht vollständig kondensiert sind.

Thermalöle, die für höhere Einsatztemperaturen als 320 °C hergestellt wurden, bestehen in der Regel aus aromatischen Verbindungen, da diese chemisch stabiler sind. Diese Thermalöle werden oft, im Gegensatz zu den oben genannten mineralischen Thermalölen, synthetische Thermalöle genannt. Sie werden in einem Reaktor hergestellt und können nicht durch reine Destillation aus Rohöl gewonnen werden. Diese Thermalöle sind zwar bei höheren Temperaturen einsetzbar, zersetzen sich aber dennoch, da diese hohen Temperaturen dann auch gefahren werden. Die Zerstellungsprodukte dieser Thermalöle sind deutlich kritischer zu betrachten, da es sich hierbei um Benzol und entsprechend verwandte Stoffe handelt, die sehr strenge Grenzwerte haben.

Allgemein zusammenfassen lassen sich alle der hier beschriebenen Emissionen unter dem Oberbegriff der flüchtigen organischen Substanzen (VOC = volatile organic compounds). Die Ness Wärmetechnik GmbH hat daher einen Filter entwickelt, der etwa 80 % der anfallenden VOC bei der Leichtsiederentfernung entfernt und die Grenzwerte damit sicher unter die Bagatellschwelle der Emissionsgrenzwerte senkt.

EMISSIONSMENGEN

Die Menge der Emissionen hängt im Detail natürlich vom eingesetzten Thermalöl, den Temperaturen innerhalb der Anlage, dem Alter des Thermalöles und der Art und Weise der Leichtsiederentfernung ab. Für eine vollautomatisierte automatische Leichtsiederentfernung, wie bei unserer NALD konnten aber exemplarische Messungen an einer Anlage mit synthetischem Wärmeträgeröl durchgeführt werden. Emissionen entstehen in diesem Fall nur, wenn ein Ventil an der Leichtsiederentfernung öffnet um die kondensierten Leichtsieder in den Sammel tank abzulassen. Um den Druck im System wieder herzustellen wird Stickstoff nachgespeist. Dabei werden VOCs etwa in der Menge des nachgespeisten Stickstoffes an die Umgebung gelangen. Bei jeder dieser Öffnungen werden etwa 20 Liter des Gasgemischs an die Umgebung gegeben und dieser Vorgang findet üblicherweise 5 Mal pro Stunde statt. Pro Stunde werden also 100 Liter Gas an die Umgebung abgegeben.

Die Messungen an einer NALD ohne eingebauten VOC-Remover ergaben dabei Beladungen in der Größenordnung von 500 mg/m^3 für Benzol. Die Summe höhersiedender Benzoalkyle bewegte sich im Bereich zwischen 800 und 1200 mg/m^3 . Die Summe aller VOC bewegte sich im Bereich von 2500 mg/m^3 . Für Benzol ergibt sich damit eine Emission von $0,05 \text{ g/h}$. Bei Emissionen, die nicht über einen entsprechend hohen Schornstein abgeleitet werden gilt hier ein Bagatellgrenzwert von $5,0 \text{ g/h}$ ab der in einem Genehmigungsverfahren die Immissionskenngrößen der Anlage ermittelt werden müssen (TA Luft – Abschnitte 4.6 und 5.5). Dabei ist zu beachten, dass die Messwerte signifikant streuen, d.h. auch Emissionen von über 5 g/h können kurzzeitig möglich sein. Im Schnitt war der gemessene Ausstoß aber auch ohne Filter unter den Bagatellmassenströmen der TA-Luft.

In weiteren Versuchen wurde nun die Beladung mit eingebautem VOC-Remover gemessen. In dem Filter ist ein hochadsorbierendes Material verbaut, dass bis zu 95% der anfallenden Emissionen bindet.

Die danach gemessenen Emissionen für Benzol bewegten sich im Bereich von $5 - 50 \text{ mg/m}^3$. Über eine Stunde gerechnet also maximal $0,005 \text{ g/h}$. Damit sind die Werte auch bei großer Streuung deutlich reduziert.

FILTER UND LEBENSDAUER

Der Filter besteht aus zwei Teilen, sowie für Bestandsanlagen aus einem zusätzlichen Anbaukit. Der eine Teil ist das Filtergehäuse mit zwei Flanschen, welches einfach in die Ausblaseleitung einer bestehenden NALD integriert werden kann. Das Innenleben des Filters besteht aus einer speziellen Patrone, die einfach ausgetauscht und zum Austausch zurückgeschickt werden kann. Die im Mittel gemessenen 2500 mg/m^3 Beladung an VOCs ergeben mit der stündlichen Aus-

blasemenge von 100 Litern einen anfallenden Massenstrom von 0,25 g/h wovon im Schnitt 0,2 g/h abgetrennt werden. Dies berücksichtigt schon die nachlassende Filterleistung über die Lebensdauer einer Patrone. Die Filterpatrone kann etwa 440 g an VOC aufnehmen. Damit ist sie nach 3 Monaten voll, kann keine weiteren VOC aufnehmen und sollte ausgetauscht werden.



GRENZWERTE AN ARBEITSPLÄTZEN

Obwohl die meisten Entlüftungsleitungen wahrscheinlich nicht in der Nähe von dauerhaften Arbeitsplätzen enden, lohnt sich der Vollständigkeit halber ein Blick auf die Grenzwerte, die für Arbeitsplätze zulässig sind.

In den Technischen Regeln für Gefahrstoffe: Risikobezogenes Maßnahmenkonzept für Tätigkeiten mit krebserzeugenden Stoffen (TRGS 910) werden zwei Grenzwerte für krebserzeugenden Stoffe, wie z.B. Benzol, definiert.

Der Erste Grenzwert heißt Akzeptanzkonzentration und stellt eine Langfristgrenze dar unter deren Grenzwert ein Arbeitsplatz als ausreichend sicher gilt. Diese Konzentration liegt für Benzol bei $0,2 \text{ mg/m}^3$.

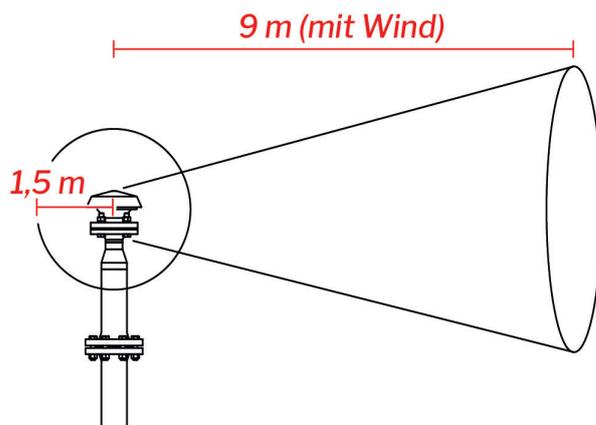
Die Zweite ist die Toleranzkonzentration, die kurzzeitig toleriert werden kann. Es sollten aber zeitnah geeignete Gegenmaßnahmen getroffen werden sollten, um sie wieder auf die Akzeptanzkonzentration zu bringen. Diese liegt für Benzol bei $1,6 \text{ mg/m}^3$.

Die kurzzeitigen Emissionen am Austritt einer automatischen Leichtsiederentfernung können in Ausnahmefällen bis zu 5000 mg/m^3 erreichen. Bei Kugelförmiger Ausbreitung (also bei Wind-

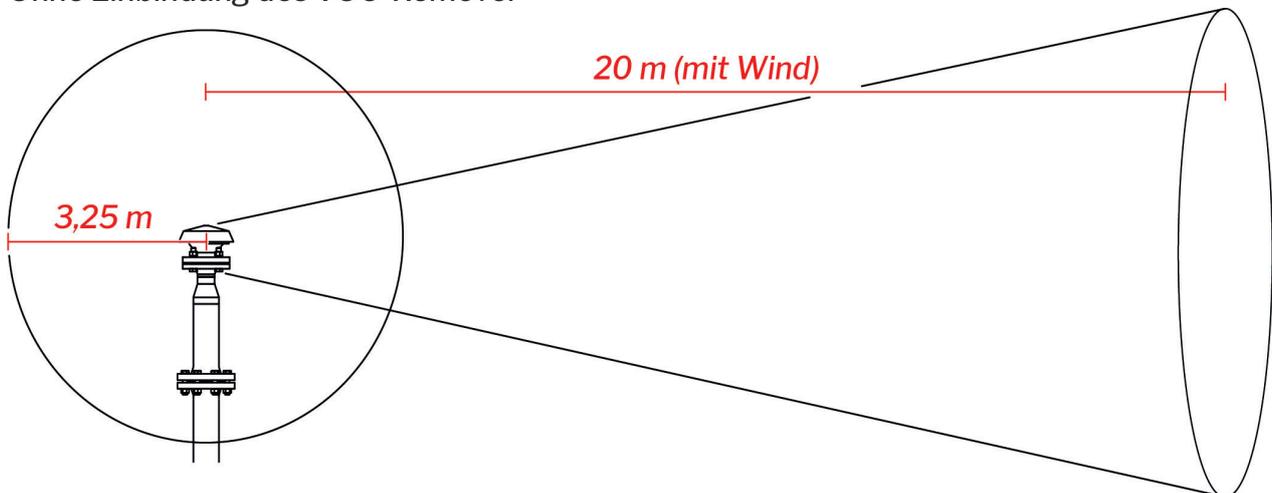
stille) und guter Vermischung mit der umgebenden Luft beträgt der Abstand dann 3,25 Meter bis die Akzeptanzkonzentration unterschritten ist. Bei Wind aus entsprechender Richtung und kegelförmiger Ausbreitung, kann sich die Distanz auf 20 Meter erhöhen.

Wird dagegen mit dem VOC-Remover gearbeitet, ist die maximale Distanz bei Wind 9 Meter und bei kugelförmiger Ausbreitung um die Deflagrationssicherung ist ab 1,50 Meter Abstand die Akzeptanzkonzentration unterschritten.

Mit Einbindung des VOC-Remover



Ohne Einbindung des VOC-Remover



Noch kritischer wird es, wenn die Toleranzkonzentration überschritten wird, da dieses Risiko als nicht akzeptabel gilt. Dies kann ohne Filter bei kugelförmiger Ausbreitung noch in 1,65 m Entfernung von der Austrittsöffnung der Fall sein, während die Konzentration mit dem VOC-Remover ab 0,75 m unterschritten ist.

Die Entfernung ab der die Grenzwerte jeweils erreicht sind, verringert sich durch diese einfache Maßnahme also um mehr als die Hälfte.

FAZIT

Die diskontinuierlichen Emissionen an einer automatischen Leichtsiederentfernungsanlage (NALD) lassen sich auf einen kontinuierlichen Massenstrom umrechnen. Dieser liegt im Normalbetrieb ohne Filter i.d.R. unterhalb des Bagatellmassenstroms der TA-Luft und damit müssen keine Immissionsmessungen in der Umgebung durchgeführt werden. Um auf der sicheren Seite zu sein und auch im Sinne der Praxis die beste verfügbare Technik einzusetzen, empfehlen wir dennoch den Einsatz des speziell für VOCs optimierten Filters an einer NALD. Damit werden mit überschaubaren Kosten die Emissionen auf ein Minimum reduziert und die Mitarbeiter werden keinem unnötigen Risiko ausgesetzt.